

Geschäftsführer:  
Sonja Laermann, Dipl.-Ing.  
Andreas Kremer

IBL-Laermann GmbH \* Niersstraße 26 \* 41189 Mönchengladbach

VISTA Reihenhaus GmbH  
Karstraße 70  
41068 Mönchengladbach

- Baugrundgutachten und Gründungsberatung
- Bodenmechanische Prüfungen
- Kernbohrungen in Asphalt und Beton
- B II- Betonüberwachungen
- Umwelttechnologie
- Laboratorium für Betonbaustoffe, bituminöse und mineralische Baustoffe

Wir sind präqualifiziert:  
[www.amtliches-verzeichnis.ihk.de](http://www.amtliches-verzeichnis.ihk.de)  
(Zertifikat kann auf Anfrage zugesandt werden!)

Mönchengladbach, den **02.03.2023**

**Bodenmanagement- und Sanierungskonzept:  
Duisburg, Borkhofer Straße**

**Auftraggeber:** siehe Anschrift

**Gegenstand:** Bodenmanagement- und Sanierungskonzept

**Bearbeitungsnummer:** G 112.6/21



**Der Prüfbericht umfasst 24 Textseiten und 1 Anhang**

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Der Prüfbericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden; auszugsweise Wiedergabe und jede Veröffentlichung bedarf der Zustimmung der IBL Laermann GmbH.

## INHALTSVERZEICHNIS

1. Allgemeines
2. Angaben zum Untersuchungsgebiet
  - 2.1 Geographische Einordnung
  - 2.2 Geologische und Hydrogeologische Einordnung
  - 2.3 Charakterisierung der anstehenden Böden
3. Planung
  - 3.1 Gründungsbereiche
  - 3.2 Grünflächen und Außenanlagen
  - 3.3 Kinderspielflächen
  - 3.4 Verkehrswege
4. Materialabtrag
  - 4.1 Deklarationsanalytik & Bodenschutz
  - 4.2 Mengenschätzung
5. Materialauftrag
6. Hinweise zur Bauausführung
  - 6.1 Baufeldfreimachung
  - 6.2 Gutachterliche Begleitung
  - 6.3 Kontrollanalytik
  - 6.4 Arbeitsschutz
7. Schlussbemerkungen

## 1. Allgemeines

Die **VISTA Reihenhause GmbH** beabsichtigt die Erschließung der Liegenschaft Duisburg, Borkhofer Straße.

Zu diesem Zweck wurde **das Institut für Baustoffprüfung und Beratung Laermann GmbH** mit der Aktualisierung des im Jahre 2021 vorgelegten Bodenmanagementkonzeptes beauftragt, da in Abstimmung mit der zuständigen Behörde weitere Detailuntersuchungen der angetroffenen Böden zur abschließenden Beurteilung des Wirkungspfades Boden-Grundwasser notwendig waren.

## 2. Angaben zum Untersuchungsgebiet

### 2.1 Geografische Einordnung

Die Stadt Duisburg befindet sich geografisch im südlichen Ruhrgebiet am Rande des niederbergischen Hügellandes. Das Projektgebiet liegt im Stadtteil Meiderich, nördlich der Ruhr.

Der untersuchte Teil des Projektgebietes wird durch die Flurstücke 39 sowie 112, Flur 77, Gemarkung Meiderich gebildet, die Anschrift lautet „Borkhofer Str. 49“, 47137 Duisburg.

Die Grundstücksfläche des untersuchten Projektgebietes beträgt insgesamt 17.397 m<sup>2</sup> (Onlineabfrage TIM Online vom 05.05.2021), wobei lediglich die westliche Teilfläche des Flurstücks erschlossen werden soll. Die östlich gelegene Sportanlage ist kein Bestandteil der Planung jedoch ebenfalls Teil des Flurstücks. Somit ergibt sich eine Fläche des Projektgebietes von ca. 6.700 m<sup>2</sup>.

Die Nutzung der Flurstücke wird mit Sport-, Freizeit und Erholungsfläche / Sportanlage bzw. im südlichen Teil als Parkplatz / Straßenverkehr und Wohnbaufläche ausgewiesen (Onlineabfrage TIM Online vom 05.05.2021).

Morphologisch sind die einzelnen Flurstücke weitestgehend eben ausgerichtet. Lediglich der nordöstliche, an die Sportanlage angrenzende Grundstücksteil wies mehrere, bereits dicht bewachsene Haufwerke aus roten Aschen auf, welche mit hoher Wahrscheinlichkeit von der angrenzenden Tennisanlage stammen.

Die Geländehöhe des Grundstücks beträgt laut Digitalem Geländemodell Gitterweite 1 m (DGM1) durchschnittlich **ca. 26,5 m NHN**.

Die Mittelpunktskoordinaten des Projektgebietes sind der nachfolgenden Tabelle 1 zu entnehmen:

	UTM (Zone 32U)		Gauß-Krüger (Bessel, Potsdam)
E	345797	Rechts	2554263
N	5703601	Hoch	5703397

Tab. 1: Grundstückskordinaten

## 2.2 Geologische & Hydrogeologische Einordnung

Geologisch liegt das Untersuchungsgebiet laut der Geologischen Karte von Nordrhein-Westfalen 1 : 100 000, Blatt C 4706 Düsseldorf-Essen, sowie der digitalen Geologischen Karte von Nordrhein-Westfalen im Maßstab 1 : 100 000 im Bereich des Steinkohlegebirges, welches weite Bereiche des Ruhrgebietes geologisch prägt.

Die oberflächennah anstehenden geogenen Lockergesteine stammen geochronologisch aus dem Quartär und setzen sich oberflächennah aus Hochflutlehmen und Hochflutsanden als Deckschichten sowie den geochronologisch älteren, im Liegenden der Deckschichten anzutreffenden Ablagerungen der Älteren Niederterrasse zusammen.

In den vorgenannten Kartenwerken sind keine geologischen Störungen im unmittelbaren Bereich des Projektgebietes verzeichnet, im Nordosten des Projektgebietes befindet sich laut GK 100 eine überdeckte Verwerfung, welche in nordwestlicher bzw. südöstlicher Tendenz streicht.

Seismisch aktive Störungen liegen im entsprechenden Kilometerquadrat 16942 laut Abfrage des Portals Gefährdungspotenziale des Untergrundes in Nordrhein-Westfalen des Geologischen Dienstes Nordrhein-Westfalen vom 05.05.2021 nicht vor.

Die Grundwasseroberfläche des ersten Grundwasserstockwerkes befindet sich laut der Digitalen Flurabstandskarte NRW 1988 / 2008 zwischen **22,0 m NHN und 23,0 m NHN**. Die Strömungsrichtung des Grundwassers lässt sich aus den Daten der Digitalen Flurabstandskarte NRW 1988 / 2008 als südwestlich tendierend ableiten, wobei der Grundwasserstrom nördlich und südlich des Projektgebietes zunehmend nach Norden bzw. Süden abgelenkt wird und somit eine Grundwasserscheide im Bereich des Projektgebietes vorliegt. Das Fließgefälle kann anhand der vorliegenden Daten in etwa zu  $i \approx 0,003$  bestimmt werden.

Die Messstelle 040061462 „DU MEIDERICH NR 97“ befindet sich ca. 300 m nordöstlich des Projektgebietes, der durchschnittliche Wasserstand der Messstelle wird mit 21,81 m NHN angegeben. Der höchste gemessene Wasserstand der Messstelle beträgt 24,42 m NHN (04.04.1988).

Die ca. 500 m westlich gelegene Grundwassermessstelle 046487220 „STADT DU 291P“ zeigt für den gesamten Messzeitraum eine durchschnittliche Druckhöhe von 20,44 m NHN bei einem höchsten jemals gemessenen Wasserstand von 23,34 m (05.04.2008) an (Onlineabfrage von ELWAS-Web, 05.05.2021).

Eine im Rahmen der Ergänzungsuntersuchungen G 112.2/21 vom 05.05.2022 angefragte Auskunft der Grundwasserverhältnisse bei den **Wirtschaftsbetrieben Duisburg AöR** gibt für den Bereich des Projektgebietes eine höchste Grundwasserdruckhöhe von 24,00 m NHN an. Die niedrigste Grundwasserdruckhöhe im Projektgebiet wird mit 19,25 m NHN angegeben. Dabei ist die Grundwassersituation im Bereich des Projektgebietes maßgeblich durch die Wasserführung des nahe gelegenen Rheins beeinflusst. So können theoretisch auch größere Grundwasserdruckhöhen erreicht werden sofern ein extremes Rheinhochwasser auftritt.

Auf Grundlage der vorliegenden Grundwasserauskunft sowie der Sondiererergebnisse geht der Unterzeichner davon aus, dass sich bei hohen Grundwasserständen im Liegenden der Auffüllungen gespannte Grundwasserverhältnisse einstellen. Im nordöstlichen Bereich des Projektgebietes fehlen die Schluffe durchgehend (vgl. ehem. Lage des Schwimmbades). In diesem Bereich ist mit dem Vorhandensein eines hydraulischen Fensters zu rechnen.

Bei durchschnittlichen Grundwasserdruckhöhen ist ein Kontakt der Auffüllung mit dem Grundwasser aus gutachterlicher Sicht daher nicht zu befürchten. Des Weiteren ist eine Infiltration von Sickerwasser in den Aquifer aufgrund der geringdurchlässigen Schluffe eher unwahrscheinlich.

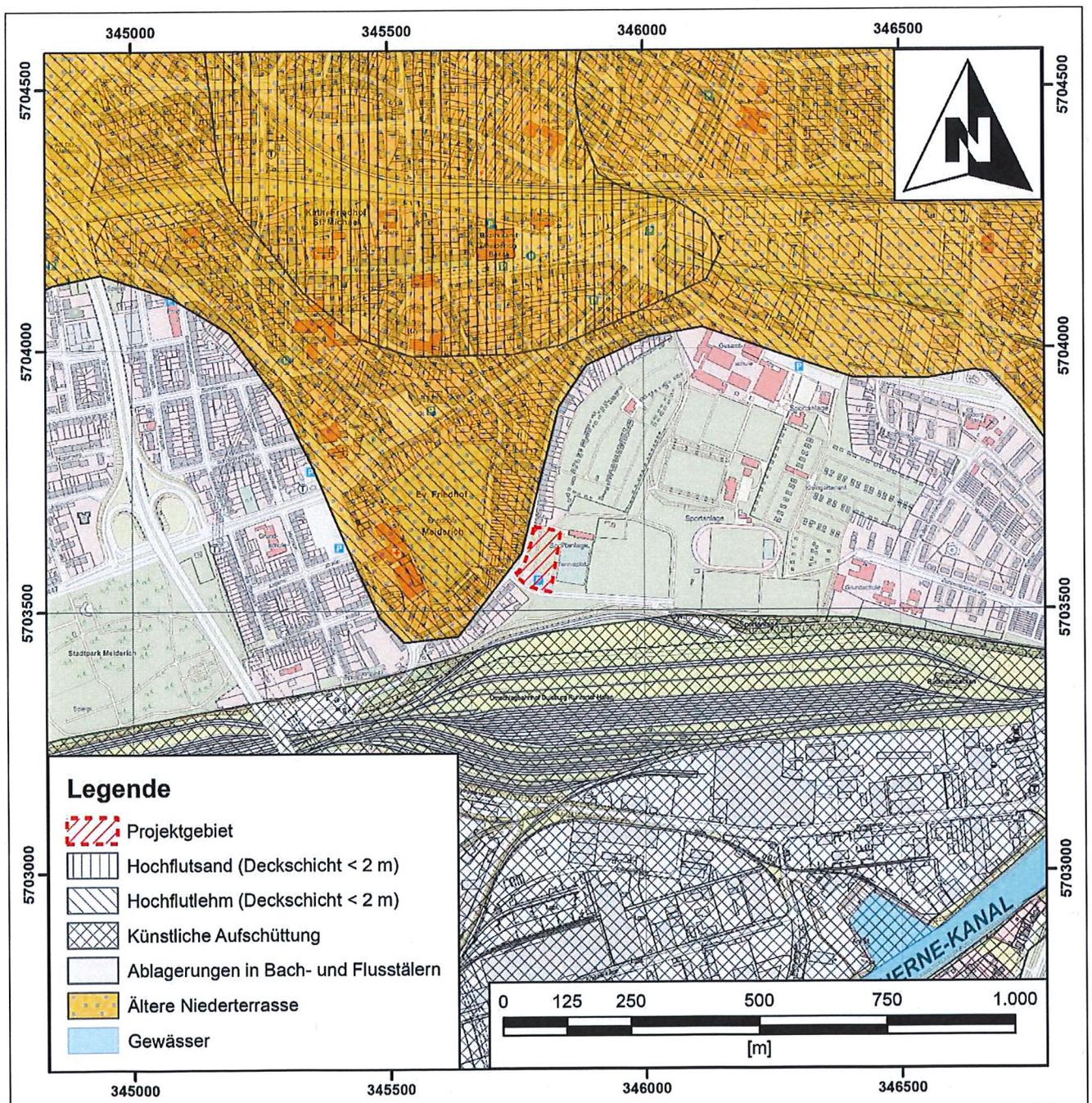


Abb. 1: Ausschnitt aus der Karte IS GK 100 (Eigene Darstellung, 2020; Datengrundlage: DTK NRW)

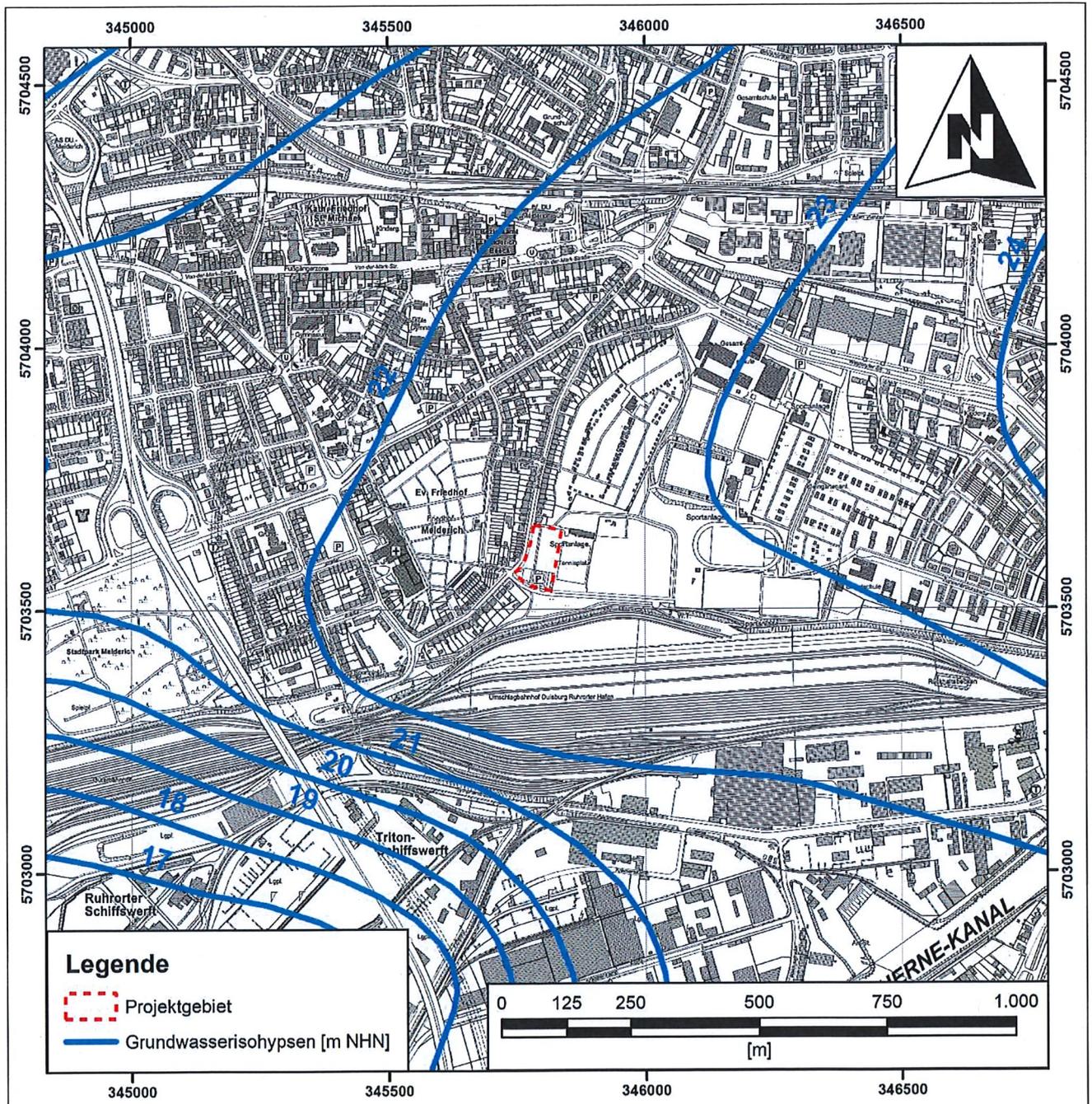


Abb. 2: Ausschnitt aus der Digitalen Flurabstandskarte von Nordrhein-Westfalen 1988/2008 (Eigene Darstellung, 2020; Datengrundlage: DTK NRW)

## 2.3 Charakterisierung der anstehenden Böden

In den Jahren 2017, 2018, 2019 und 2021 wurden durch den Unterzeichner insgesamt sieben Gutachten bzw. Stellungnahmen zu den Bodenverhältnissen sowie zur Deklaration der anstehenden Auffüllungen im Falle eines Aushubs erstellt:

Im Rahmen des Gutachtens **G 058.1/17** vom 04.05.2017 wurden insgesamt 21 Rammkernbohrungen bis maximal 6,0 m u. GOK abgeteuft. Es konnten verschieden abgestufte und zusammengesetzte Auffüllungen mit Mächtigkeiten von bis zu 3,1 m (RKS 3/2017, RKS 4/2017, RKS 10/2017) im Nordwesten sowie Südwesten des Projektgebietes erkundet werden.

Im Liegenden der Auffüllungen wurde das Geogen in Form von feinsandigen und tonigen Schluffen, gefolgt von kiesig-sandigen Ablagerungen angetroffen. Im nordöstlichen Bereich des Projektgebietes folgten die kiesig-sandigen Ablagerungen unmittelbar im Liegenden der Auffüllungen.

Die chem.-analytischen Untersuchungen der Stellungnahme **G 058/17** vom 20.04.2017 wurden in Tab. 2 übersichtlich dargestellt, zum damaligen Zeitpunkt wurden zur Deklaration Mischproben aus den schluffigen Auffüllungen (**MP 1/2017**), den schluffigen Auffüllungen mit bodenfremden Bestandteilen (**MP 2/2017**) sowie den angetroffenen Schlackenauffüllungen (**MP 3/2017**) erstellt.

Erwartungsgemäß konnten die größten Belastungen in den Schlacken angetroffen werden, welche ubiquitär in verschiedenen Mächtigkeiten erkundet wurden.

Zur weiteren Deklaration wurden in 2018 im Rahmen der Stellungnahme **SG 687/18** vom 21.11.2018 erneut acht Rammkernbohrungen bis ca. 2,0 m u. GOK abgeteuft. Unter verschieden starken Oberböden wurde erneut ubiquitär aufgefüllte Materialien unterschiedlicher Zusammensetzung angetroffen, wobei die schlackenhaltigen Auffüllungen vor Allem in den Rammkernbohrungen RKB 1/2018, RKB 3/2018, RKB 4/2018, RKB 5/2018 sowie RKB 8/2018 in Mächtigkeiten bis 1,7 m angetroffen wurden.

Die Verbreitung der Schlacken erstreckte sich gem. den Erkundungen von 2018 auf die gesamte westliche sowie südwestliche Hälfte des Projektgebietes, wobei die größten Mächtigkeiten im Süden (RKB 5/2018) angetroffen wurden.

Im Gegensatz zu den Untersuchungen aus 2017 konnten die Belastungen mit  $\Sigma$ PAK hier nicht in den aus Schlacke und Bauschutt bestehenden Auffüllungen, sondern vielmehr in den als Boden charakterisierten Auffüllungen, welche durch die **MP 2/2018 sowie MP 3/2018** charakterisiert wurden, nachgewiesen werden. Die Belastung lag mit  $\Sigma$ PAK<sub>16</sub> = **24,3 mg/kg** **sowie Benzo[a]pyren = 2,6 mg/kg** bzw.  $\Sigma$ PAK<sub>16</sub> = **17,9 mg/kg** **sowie Benzo[a]pyren = 1,8 mg/kg** jedoch deutlich unter den 2017 festgestellten Belastungen.

Die Auffüllungen mit Einlagerungen von bodenfremden Bestandteilen (MP 3/2018) wiesen darüber hinaus einen hohen organischen Anteil in Form des **TOC = 7,25 %** auf.

Die Untersuchungsergebnisse der chem.-analytischen Untersuchung wurden ebenfalls in Tab. 2 übersichtlich zusammengefasst.

Die im Jahr 2019 erstellte Stellungnahme **SG 037/19** diente im Wesentlichen einer ersten, überschlägigen Kostenschätzung.

Eine erste altlastentechnische Gefährdungsabschätzung wurde im Rahmen der ergänzenden Untersuchungskampagne in 2021 erstellt (G 112/21). Zeitgleich wurde die erste Iteration des mit diesem Bericht überarbeiteten vorgelegten Bodenmanagementkonzeptes (G 112.1/21) vorgelegt.

Eine in Abstimmung mit der Bodenschutzbehörde durchgeführte Detailuntersuchung der festgestellten PAK- und Fluoridschäden wurde in 2022 durchgeführt (G 112.2/21).

Gemäß der Erkundungsergebnisse wurde der gesamte östliche und südliche Bereich des Projektgebietes aufgrund der angetroffenen Schlacken als Z2-Material deklariert, der nordwestliche Bereich des Projektgebietes hielt die Zuordnungswerte der Einbauklasse Z1.2 nach TR LAGA M20 (Gemische, 1997) ein.

Mischprobe	Projekt	Material	Deklaration	Regelwerk
MP 1	G 058/17	Auffüllung o. bodenfremde Einlagerungen	Z1	TR LAGA M20 (Boden, 2004)
MP 2	G 058/17	Auffüllung mit bodenfremden Einlagerungen < 10 Vol.-%	Z2	TR LAGA M20 (Boden, 2004)
MP 3	G 058/17	Auffüllung (Schlacke, Bauschutt)	Z2	TR LAGA M20 (Gemische, 1997)
MP 1	SG 687/18	Auffüllung (Schlacke, Bauschutt)	Z1.2	TR LAGA M20 (Gemische, 1997)
MP 2	SG 687/18	Auffüllung o. bodenfremde Einlagerungen	Z2	TR LAGA M20 (Boden, 2004)
MP 3	SG 687/18	Auffüllung mit bodenfremden Einlagerungen < 10 Vol.-%	>Z2	TR LAGA M20 (Boden, 2004)

Tab. 2: Zusammenfassung der bisherigen Deklarationsanalytik

Bezüglich der am 01.08.2023 in Kraft tretenden Ersatzbaustoffverordnung kann eine Einordnung der bereits durchgeführten Deklarationsanalytik aufgrund der verschiedenen Prüfverfahren, Parameterumfänge sowie aufgrund des Alters der Analytik (Rückstellproben büro- sowie laborseits restlos entsorgt) nur vergleichsweise und überschlägig stattfinden. Auf Grundlage der vorliegenden Analytik ist von Belastungen im Bereich BM-F2 bis BM-F3 auszugehen.

Sofern die Arbeiten nach Inkrafttreten der Ersatzbaustoffverordnung durchgeführt werden, ist eine chargenweise (500 m<sup>3</sup>) Beprobung des Aushubmaterials gem. Ersatzbaustoffverordnung durchzuführen sofern die Annahmestellen keine Annahme gem. der durchgeführten Analytik ermöglichen können.

Zusammenfassend war aufgrund der vorherigen Untersuchungen von einer ubiquitären, anthropogen bedingten Belastung mit  $\sum \text{PAK}_{16}$  auszugehen. Aufgrund der inhomogenen Materialverteilung sowie -Zusammensetzung war eine genaue Verortung der Belastungsschwerpunkte nur schwierig durchführbar.

Ergänzend wurde im Rahmen des Gutachtens **G 112/21** Untersuchungen gem. der relevanten Wirkungspfade nach BBodSchV durchgeführt.

### 3. Planung

#### 3.1 Gründungsbereiche

Gemäß der zum Zeitpunkt der Unterzeichnung vorliegenden Planung sollen im Bereich des Projektgebietes insgesamt zehn Fundamente für die spätere Bebauung angelegt werden, wobei es sich um Doppelhaushälften bzw. Reihenbebauung im südöstlichen Bereich des Projektgebietes handelt.

Eine Unterkellerung der Bauwerke ist nicht vorgesehen.

Höhenangaben der späteren Geländeoberfläche / Planumshöhen lagen dem Unterzeichner nicht vor, sodass von äquivalenten Höhen im Vergleich zum derzeitigen Zustand ausgegangen wurde.

Gemäß des Baugrundgutachtens **G 058.1/17** aus unserem Hause ist ein durchschnittlicher Aufbau unterhalb der OK FFB von **ca. 1,3 m** inkl. Bodenaustauschpolster und Fußbodenaufbau geplant.

Eine Übersicht über die geplanten Gründungsbereiche ist in Anhang 1 dargestellt, eine Zusammenfassung der Flächengrößen gibt Tab. 3 bzw. Tab. 4.

#### 3.2 Grünflächen und Außenanlagen

Im zentralen Bereich des Projektgebietes sollen planmäßig Hausgärten angelegt werden. Eine geplante Nutzung als öffentliche Grünfläche ist dem Unterzeichner nicht bekannt.

Die Bereiche zwischen den jeweiligen Gebäuden verbleiben planmäßig unversiegelt und begrünt, die zukünftigen Fahrzeugstellflächen befinden sich entlang der zukünftigen Straßenfronten bzw. im Norden des Projektgebietes.

Gemäß des Baugrundgutachtens **G 058.1/17** aus unserem Hause ist zur landschaftlichen Gestaltung sowie zur Trennung von Oberböden und Auffüllungen ein Abtrag der Oberböden / Auffüllungen von **0,6 m** geplant.

Eine Übersicht über die geplanten Außenanlagen ist in Anhang 1 dargestellt.

### 3.3 Kinderspielflächen

Dedizierte Kinderspielflächen sind zum Zeitpunkt der Unterzeichnung kein Bestandteil der Planung.

### 3.4 Verkehrswege

Die Erschließung der östlichen und nördlichen Bebauung erfolgt über eine planmäßig neu anzulegende Straße im Norden und Osten des Projektgebietes, die Erschließung der südlichen und westlichen Bebauung erfolgt über die bereits vorhandenen Verkehrswege.

Gem. Vorgaben der RStO ist hier mit einem Regelaufbau von **ca. 0,6 m** und einem entsprechenden Auffüllungsabtrag zu rechnen sofern die planmäßige OK Fahrbahn der heutigen, mittleren Geländehöhe entspricht.

Eine Übersicht über die geplanten Verkehrswege ist in Anhang 1 dargestellt.

## 4. Materialabtrag

### 4.1 Deklarationsanalytik & Bodenschutz

Gemäß den durchgeführten Voruntersuchungen haben die angetroffenen Oberböden bodenschutzrechtlich im Hinblick auf die geplante Nutzung keine größere Relevanz. Zur landschaftlichen Gestaltung ist gem. Baugrundgutachten dennoch ein Abtrag von ca. 0,6 m geplant, weswegen die Oberböden eine entsorgungstechnische Relevanz erhalten.

Da es sich bei den „Oberböden“ ebenfalls um inhomogene, schlacken- und bauschutthaltige Auffüllungen handelt ist die in den Voruntersuchungen durchgeführte Deklarationsanalytik (Tab. 2) hier ebenfalls anwendbar.

Bezüglich der festgestellten Gefährdung des Schutzgutes Grundwasser im südlichen Bereich des Projektgebietes (G 112/21, RKB 1 – 3; G 112.2/21, RKB 14) durch Fluoride soll **entweder** ein vollständiger Bodenaustausch **oder** eine **zusätzliche Sicherung in Form einer Abdichtung inkl. Entwässerung** (Mineralisch oder Äquivalent, z.B. Dichtbahn) eingebracht werden, um den Sickerwasserpfad in die verbleibenden Auffüllungen wirksam zu unterbrechen. Dabei ist der Bereich der zusätzlichen Sicherung auf die nicht versiegelten Flächen zu beschränken, da die vorgesehenen Verkehrswege, Stellflächen und Fundamente ein Eindringen von Sickerwasser ausreichend unterbinden können. **Die erforderliche Ausführungsplanung der Entwässerung ist mit der Unteren Bodenschutzbehörde der Stadt Duisburg im Vorfeld abzustimmen.**

Alternativ ist der Sanierungsbereich durch das in Anhang 1 dargestellte Raster an Probeschürfen und eine entsprechende Probenentnahme und Untersuchung der gewonnenen Auffüllungsproben der jeweils anthropogenen Böden weiter einzugrenzen. Die zu beprobenden Horizonte müssen sich an der bisher vorgefundenen Belastung orientieren. Dazu wird mittels Baggerschurf nach Abschieben der 0,6 m Oberboden im Mittel ca. 1,5 m tief geschachtet.

Die angetroffenen Böden werden gutachterlich angesprochen und repräsentativ beprobt.

Dabei ist mittels analytischer Untersuchung der jeweiligen Proben auf Fluorid im 2:1-Schütteleluat nachzuweisen, ob die Prüfwerte der BBodSchV für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser unterschritten werden. Entsprechend freigemessene oder ausgehobene Bereiche müssen mangels eluierbaren Fluoriden aus gutachterlicher Sicht nicht zusätzlich gesichert werden.

Zur Abgrenzung des schlussendlich notwendigen Einbaubereiches der technischen Sicherungskomponente ist nach Durchführung der Schurfbeprobungen und chem.-analytischen Freimessungen ein verbindlicher Lageplan zu erstellen und der zuständigen Behörde zur Prüfung vorzulegen.

Gleiches gilt für die Sanierung mittels Bodenaushub. Die Reduzierung des Sanierungsbereiches **bedarf der Zustimmung der Unteren Bodenschutzbehörde.**

Grundsätzlich kann auf die o.g. Maßnahmen verzichtet werden, wenn über repräsentative Grundwasseruntersuchungen nachgewiesen werden kann, dass das Grundwasser beim Durchströmen der Fläche nicht nachteilig verändert wird. Dazu kann ein Messstellendreieck (1 x Anstrom, 2 x Abstrom) mittels Rammfilter bis in den Bereich des Aquifers eingebracht werden. Das angetroffene Grundwasser ist in mind. 2 – 3 Messkampagnen zu beproben und auf seine Konzentration an Fluorid zu untersuchen. Die Abstrommessstellen müssen den Belastungsbereich sicher erfassen. Der Verzicht auf Dokumentations-/Sicherungsmaßnahmen **bedarf der Zustimmung der Unteren Bodenschutzbehörde.**

Die im Zuge des Gutachtens **G 112.2/21** festgestellten, mäßigen PAK-Belastungen der **RKB 10 (MP 1)** sowie **RKB 12 (MP 3)** konnten durch entsprechende Eluatversuche im 2:1-Säuleneluat relativiert werden. Die jeweiligen Prüfwerte der BBodSchV wurden unterschritten, daher ist aus gutachterlicher Sicht auf Grundlage dieser Untersuchungen keine weitere Gefährdung des Schutzugutes Grundwasser abzuleiten.

Die in **RKB 13 (MP 4)** festgestellten PAK-Gehalte von 155 mg/kg reichen jedoch aus, um eine Gefährdung des Schutzugutes Grundwasser nachzuweisen. In Abstimmung mit der zuständigen Bodenschutzbehörde wurde daher für diesen Bereich eine **Quellsanierung mit vollständigem Aushub** der Auffüllungen sowie anschließender Baugrubenfreimessung abgestimmt.

Auch hier wird der Sanierungsbereich im Zuge der Aushubmaßnahmen mittels Baggerschürfen zunächst weiter eingegrenzt. Die in 4.2 genannten Aushub- und Entsorgungsmengen lassen sich so ggf. weiter auf die Bereiche eingrenzen, deren repräsentative Analytik einen PAK-Gehalt von 25 mg/kg bzw. den Prüfwert Boden-Grundwasser für PAK der BBodSchV im 2:1-Eluat überschreitet.

Die Eingrenzungsschürfe werden in Anhang 1 dargestellt.

**Entsprechende Maßnahmen sind vorab mit der zuständigen Behörde abzustimmen bzw. vor Beginn durch die zuständige Behörde freizugeben.**

## 4.2 Mengenschätzung

Eine Abschätzung des Entsorgungsaufwandes wurde im Rahmen der Stellungnahme **SG 037/19** gegeben. Die in Tab. 3 dargestellten Mengen stützen sich auf die Erkenntnisse der Gefährdungsabschätzung **G 112/21** sowie auf die erste Version des Bodenmanagementkonzeptes und auf die in den vergangenen Untersuchungen festgestellten Materialbelastungen und Deklarationsanalysen.

Die Bebauungsfläche beträgt insgesamt laut eigener Auswertung im geographischen Informationssystem **ca. 6.700 m<sup>2</sup>**.

Bereich	Flächengröße	Abtrag	Menge	Deklaration
<b>Baubedingt</b>				
Fundamente	1.201 m <sup>2</sup>	1,3 m	1.561,3 m <sup>3</sup>	Z1.2 – Z2
Verkehrswege	1.051 m <sup>2</sup>	1,3 m	1366,3 m <sup>3</sup>	Z1.2 – Z2
Versiegelte Flächen	623 m <sup>2</sup>	0,6 m	373,8 m <sup>3</sup>	Z1.2 – Z2
Grünflächen	3.100 m <sup>2</sup>	0,6 m	1860,0 m <sup>3</sup>	Z1.2 – Z2
<b>Aushub PAK-Schaden, G 112.2/21 (Vollständiger Aushub, zusätzlich)</b>				
RKB 8, RKB 9, RKB 13 (Geschätzt)	725 m <sup>2</sup>	3,3 m	2.393 m <sup>3</sup>	>Z2 / DK1
<b>Aushub Fluorid-Schaden G 112.2/21 (Bei vollständigem Aushub, zusätzlich)</b>				
RKB 1, RKB 2, RKB 3, RKB 10, RKB 11, RKB 14	1.850 m <sup>2</sup>	1,7 m (Mittlere Mächtigkeit Auffüllung abzüglich 0,6 m Austausch)	3.145,0 m <sup>3</sup>	Z1.2 – Z2

Tab. 3: Massenschätzung Bodenabtrag

Die in Tab. 3 dargestellten Mengen geben die geschätzten Mengen an Aushubmaterialien bei vollständigem Aushub der grundwassergefährdenden PAK-belasteten Auffüllungen im Nordwesten sowie des Fluoridschadens im Süden der Liegenschaft an. Wir weisen darauf hin, dass ein vollständiger Aushub aus gutachterlicher Sicht bei entsprechenden Sicherungsmaßnahmen oder Nachweis der Unschädlichkeit mittels Grundwasseruntersuchungen ggf. nicht notwendig ist.

Der restliche Materialabtrag richtet sich nach den baulichen Gegebenheiten.

## 5. Materialauftrag

Zur Angleichung des Geländes nach Aushub der Auffüllungen sowie nach Abtrag des Oberbodens müssen zur Gründung der Gebäude Bodenaustauschpolster (Ca. 1,0 m Stärke) sowie Tragschichten (Ca. 0,45 m – 0,60 m in Abhängigkeit von der gewählten Bauweise) aufgebracht werden.

Im Falle der **Gründungs- und Verkehrsflächen** muss ein frostsicherer Aufbau aus Liefermaterial hergestellt werden. Die angelieferten Materialien müssen die chemischen Anforderungen der Einbauklassen **Z 1 (Z 2 unter versiegelten Flächen)** gem. TR LAGA M20 für Bodenmaterial bzw. die Anforderungen der Klasse **BM-F1 (BM-F3/BG-F3 unter versiegelten Flächen (vgl. EBV Anhang 2, Tab. 8, Nr. 2))** gem. Ersatzbaustoffverordnung (EBV) erfüllen. Eine Verwertung der anstehenden Auffüllungen ist hier schon aus geotechnischer Sicht aufgrund mangelnder Verdichtbarkeit und Tragfähigkeit nicht durchführbar.

Im Falle der flächenhaften Auffüllungen unterhalb der Hausgärten / Grünflächen ist aufgrund der Fremdbestandteile eine Verwertung vor Ort nicht möglich. Das Material muss gem. der derzeitigen Planung einer externen Verwertung oder alternativ geregelter Entsorgung angedient werden.

Sofern Landschaftsbauwerke wie Lärmschutzwälle o.Ä. geplant sind kann ein Teil der anstehenden Auffüllungen möglicherweise eingekapselt verwertet werden. Die Durchführbarkeit solcher Maßnahmen ist im Wesentlichen vom Platzangebot vor Ort sowie der Abstimmung mit der zuständigen Behörde abhängig.

Grundsätzlich gilt, dass Z1.2-Material verwertet werden kann sofern der Abstand zwischen Basis des Schüttkörpers sowie des **höchsten zu erwartenden Grundwasserspiegels  $\geq 1$  m, zzgl. 0,5 m Sicherheitsabstand, beträgt.**

Material der Einbauklasse Z2 kann unter definierten Sicherungsmaßnahmen verwertet werden. Denkbar wäre z.B. ein Einsatz als Material innerhalb eines Lärmschuttwalls bei Abstand der Schüttkörperbasis zum **höchsten zu erwartenden Grundwasserspiegel  $\geq 1$  m, zzgl. 0,5 m Sicherheitsabstand** und gleichzeitiger Unterbindung des Sickerwasserandrangs durch Abdichtungsmaßnahmen.

Zusammenfassend gibt Tab. 5 eine Übersicht über den notwendigen Bodenauftrag bei vollständiger Sanierung und Auskoffnung der potenziell grundwassergefährdenden Auffüllungen.

Bereich	Flächengröße	Einbaustärke	Menge	Material
PAK-Schaden Nordwest (MP 4)	Ca. 725 m <sup>2</sup>	Ca. 3,2 m	Ca. 2.320 m <sup>3</sup>	Bodenmaterial Z0 bzw. BM-0 im Grundwasserschwankungsbereich bzw. Z 1 bzw. BM-F1 bei 1,0 m Abstand zum Bemessungsgrundwasserstand (zzgl. 0,5 m Sicherheitsabstand) <b>oder</b> Lieferkörnung, wo geotechnisch notwendig frostsicher & tragfähig
Fluorid-Schaden (Bei Aushub)	Ca. 1.850 m <sup>2</sup>	Ca. 1,7 m	Ca. 3.145,0 m <sup>3</sup>	
Grünflächen	Ca. 3.100 m <sup>2</sup>	0,6 m	Ca. 1.860 m <sup>3</sup>	Oberboden gem. BBodSchV (Einhaltung Vorsorgewerte s. Text)
Fundamente	Ca. 1.201 m <sup>2</sup>	1,0 m	Ca. 1.201 m <sup>3</sup>	Liefermaterial, verdichtbar, schadstofffrei (max. Z0*/BM-0*), frostsicher; bei ausreichendem Flurabstand (≥ 1,5 m) Z1/BM-F1
Versiegelte Flächen	Ca. 623 m <sup>2</sup>	0,6 m	Ca. 374 m <sup>3</sup>	

Tab. 5: Massenschätzung Bodenauftrag

### **Baugruben im Bereich späterer Freiflächen / unterhalb der durchwurzelbaren Bodenschicht:**

Aufgrund des geringen Flurabstands (ca. 2,5 m) ist darauf zu achten, dass die Verfüllung von Baugruben, Gräben und ähnlichen Anlagen mit Bodenmaterial geschieht, welches bodenschutzrechtlich unbedenklich ist.

Dazu ist unterhalb der durchwurzelbaren Bodenschicht nachzuweisen, dass das Liefermaterial bei Einhaltung eines Mindestabstandes von 1,0 m (zzgl. 0,5 m Sicherheitsabstand) zum Bemessungsgrundwasserstand von 24,0 m NHN die Zuordnungswerte der Einbauklasse Z0\* gem. TR LAGA M20 (Boden, 2004) bzw. BM-0\* gem. EBV oder Vorsorgewerte der BBodSchV nach Anlage 1, Tabelle 4, einhält (Zusätzlich: Fremdbestandteile ≤ 10 %, vernachlässigbare Anteile an Störstoffen. Überdeckung mit 2 m Boden, der Vorsorgewerte der BBodSchV nach Anlage 1, Tab. 1 + 2 einhält. Nachweis, dass der Boden die Anforderungen des Leitfadens zur PFAS Bewertung des Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz einhält).

Bei Einbau von Materialien im potenziellen Grundwasserschwankungsbereich sind die Zuordnungswerte der Einbauklasse Z 0 gem. TR LAGA M20 (Boden, 2004) bzw. BM-0 gem. EBV oder die Vorsorgewerte der BBodSchV nach Anlage 1, Tab. 1.2 nachweislich einzuhalten. Dabei ist die Eignung vor Einbau des Materials chargenweise bzw. je 500 m<sup>3</sup> mittels repräsentativer Haufwerksbeprobung gem. LAGA PN98 (2 x Mischprobe je 500 m<sup>3</sup>) nachzuweisen.

### **Technische Funktionsschichten:**

Für die Herstellung von Tragschichten unter versiegelten Flächen und mit einem Abstand zum Bemessungsgrundwasserstand von  $\geq 1,0$  m (zzgl. 0,5 m Sicherheitsabstand) ist die Nutzung von Recyclingmaterial denkbar. Hier ist darauf zu achten, dass es sich um güteüberwachte Materialien RCL I bzw. RC-2 gem. EBV handelt, deren erlaubnispflichtiger Einbau bis zum Inkrafttreten der EBV bei der Unteren Wasserbehörde zu beantragen ist. Nach Inkrafttreten der EBV ist der Einbau entsprechend der Vorgaben der EBV anzuzeigen.

Sofern der o.g. Mindestabstand zum Bemessungsgrundwasserstand nicht eingehalten werden kann sind Materialien zu verwenden, die die Zuordnungswerte der Verwertungsklasse Z0 für Bodenmaterial gem. TR LAGA M20 bzw. BM-0 gem. EBV einhalten.

Der Nachweis ist vor Einbau des Materials chargenweise bzw. je 500 m<sup>3</sup> mittels repräsentativer Haufwerksbeprobung gem. LAGA PN98 (mind. 2 Analysen) zu führen, bei Recyclingmaterialien genügt aus gutachterlicher Sicht der Nachweis der Güteüberwachung des Materials.

### **Durchwurzelbare Bodenschicht:**

Mit Bezug auf die Stellungnahme der Unteren Bodenschutzbehörde der Stadt Duisburg vom 21.06.2022, wird die Herstellung einer min. 0,6 m mächtigen durchwurzelbaren Oberbodenschicht sichergestellt. Bezüglich der chemischen Beschaffenheit ist darauf zu achten, dass das Material **nachweislich die Vorsorgewerte der BBodSchV (MantelIV / BBodSchV Neu Anlage 1, Tabelle 1 + 2) einhält** sowie ein Humusgehalt von 4 % nicht überschritten wird.

**Darüber hinaus sind zum Nachweis der Schadstofffreiheit folgende Anforderungen nachweislich zu erfüllen:**

- Mindestmächtigkeit 0,6 m (mind. 0,35 m Unterboden sowie mind. 0,25 m Oberboden);
- Störstofffreies Material, Anteil bodenfremder Bestandteile < 10 Vol.-%;
- Einbau von Geotextil / Grabsperre zwischen durchwurzelbarer Bodenschicht und verbleibenden Auffüllungen wo notwendig;
- PFAS-freies Material gem. Leitfaden zur PFAS-Bewertung des MULNV (Erlass vom 04.03.2022).

Der Nachweis ist analog zu den sonstigen Füllmaterialien vor Einbau des Materials chargenweise bzw. je 300 m<sup>3</sup> mittels repräsentativer Haufwerksbeprobung gem. LAGA PN98 (2 x Mischprobe je 300 m<sup>3</sup>) zu führen.

## **6. Hinweise zur Bauausführung**

### **6.1 Baufeldfreimachung**

Grundsätzlich muss das Projektgebiet vor Beginn der Arbeiten geräumt werden. Hierzu sind vor Allem die Zaunanlagen im Grenzbereich der Sportanlage und die Beleuchtungsanlagen zu nennen.

Vor Beginn der Erdarbeiten ist die Medienfreiheit des Projektgebietes herzustellen. Hierbei ist darauf zu achten, dass etwaige Versorgungsleitungen, die auch für andere Liegenschaften relevant sind äquivalent ersetzt werden, sodass Dritte nicht negativ beeinflusst werden.

Da das gesamte Gebiet stark bewachsen ist sind großflächig Rodungsarbeiten vorzusehen. Die anfallenden Reststoffe sind sortenrein zu verwerten / zu entsorgen. Eine Vermischung mit den zu entsorgenden Böden ist nicht zulässig.

Die im Bereich der Sportanlage lagernden Bodenmieten aus roter Asche („Tennisplatzasche“) und anderen Materialien sind, sofern bei Baubeginn noch vorhanden, vor Beginn der Erdarbeiten zu beseitigen. Die anfallenden Materialchargen sind in Lage und Menge festzuhalten und materialspezifisch zu verwerten / entsorgen. Unbekannte Materialien sind vor der Aufnahme durch den Gutachter zu deklarieren.

Im Bereich des südlichen PKW-Stellplatzes ist der Straßenoberbau sowie das Pflaster der Stellflächen zurückzubauen und einer geeigneten Verwertung oder Entsorgung zuzuführen.

## 6.2 Gutachterliche Begleitung

Aufgrund der angetroffenen Auffüllungsmaterialien sind die Erd- und Tiefbauarbeiten fachgutachterlich zu begleiten. Hierzu wird der Fortschritt der Baumaßnahme sowie die ordnungsgemäße Entsorgung der Aushubmaterialien stichprobenmäßig vor Ort überprüft, um ein ordnungsgemäßes Bodenmanagement während der Baumaßnahme zu gewährleisten.

Bei Antreffen unbekannter oder organoleptisch auffälliger Materialien ist der Fachgutachter zur weiteren Abstimmung der Vorgehensweise ggf. in Abstimmung mit der zuständigen Behörde hinzuzuziehen.

Die fachgerechte Entsorgung der Materialien ist der zuständigen Behörde durch entsprechende Nachweise nach Beendigung der Maßnahme im Rahmen der Berichterstattung zur fachgutachterlichen Begleitung nachzuweisen.

Die im Rahmen der vorangegangenen Gutachten festgestellten und in Gutachten G112.2/21 konkretisierten Schadensbereiche sind im Rahmen einer Baugrubenfreimessung im Anschluss der erfolgten Sanierung durch repräsentative Wand- und Sohlbeprobungen auf Schadstofffreiheit zu untersuchen, wie im Vorigen beschrieben kann eine Rasterbeprobung im Bereich der festgestellten Fluoridbelastungen durchgeführt werden (s. 6.3).

### 6.3 Kontrollanalytik

Die Erstellung von Kontrollanalysen zur Sicherstellung des reibungslosen Ablaufes der Verwertung / Entsorgung ist in Abstimmung mit allen Beteiligten gem. den Vorgaben der TR LAGA M20 / EBV / DepV bzw. gem. Anforderungen der gewählten Entsorgungsstelle durchzuführen.

Erfahrungsgemäß sind vor Abfuhr des Materials repräsentative Haufwerksbeprobungen gem. LAGA PN 98 durchzuführen. Bei zu entsorgenden Materialien ist gem. DepV darauf zu achten, dass die max. Chargengröße von 500 m<sup>3</sup> nicht unbegründet überschritten wird.

Darüber hinaus können in Abstimmung mit der zuständigen Behörde weitere Baugrubenfreimessungen zum Nachweis der Unschädlichkeit der verbleibenden Auffüllungen notwendig werden.

Die festgelegten Schadensbereiche sind in Abstimmung mit der zuständigen Behörde vor Verfüllung / Einbringung der Sicherungsmaßnahmen durch den Gutachter freizugeben. Hierzu sind chem.-analytische Baugrubenfreimessungen durch Beprobung der Baugrubenwände und -Sohlen auf die jeweiligen Verdachtsparameter (Fluorid bzw. PAK) durchzuführen. Es ist darauf zu achten, dass die entnommenen Proben in Art und Menge repräsentativ für die verbleibenden Materialien sind. Aufgrund der erwarteten Inhomogenität der Auffüllungen ist die letztendliche Anzahl an Proben daher vor Ort und in Abstimmung mit der Behörde zu bestimmen. Eine Freigabe der Baugruben erfolgt nach Prüfung der Freimessung durch die zuständige Behörde.

Für den Bereich des PAK-Schadens wurde in Abstimmung mit der zuständigen Bodenschutzbehörde ein **Sanierungszielwert von  $\sum \text{PAK}_{16} = 25 \text{ mg/kg}$**  vorgeschlagen. Wie vorab erwähnt empfehlen wir eine weitere Eingrenzung des Aushubbereiches durch Schurfbeprobungen (s. Anhang 1) im Zuge der Bauausführung.

Die Freimessung der fluoridbelasteten Bereiche geschieht analytisch unter Nachweis der **Unterschreitung des Prüfwertes der BBodSchV, Wirkungspfad Boden-Grundwasser für Fluorid im 2:1-Schütteleluat.**

Dabei ist, auf Grundlage der Untersuchungen des Gutachtens G112.2/21, davon auszugehen, dass lediglich der Bereich der RKB 14 noch Prüfwertüberschreitungen bis in größerer Tiefe aufweist.

Da in den Sondierungen RKB 10 und RKB 11 keine auffälligen Fluoridkonzentrationen in den anthropogenen Auffüllungen nachweisbar waren beschränkt sich der Sicherungsbereich aus gutachterlicher Sicht daher auf die Hausgärten der umliegenden Gebäude.

Ein grob abgeschätzter Bereich der Sicherungsmaßnahmen auf Grundlage der gesamten durchgeführten Untersuchungen ist diesem Bericht als Anhang 1 beigefügt. Auf Grundlage der Abstimmung mit der Unteren Bodenschutzbehörde der Stadt Duisburg, Frau Schaaf, soll für den Fluoridschaden vorsorglich auch der Bereich der RKB 1 und RKB 3 mit in die Sicherung aufgenommen beziehungsweise baubegleitend freigemessen werden.

Wir schlagen wie im Vorigen erwähnt vor, die Sohle der Bereiche baubegleitend auf den Parameter Fluorid bzw. PAK zu untersuchen. Der Sicherungsbereich ist dann baubegleitend entsprechend zu konkretisieren.

Sofern die Prüfwerte der BBodSchV für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser im 2:1-Eluat für Fluorid bzw. der Sanierungszielwert für PAK unterschritten werden, ist eine weitere Sicherung aus gutachterlicher Sicht nicht notwendig (s. 4).

Alternativ ist die in Anhang 1 markierte Fläche durch geeignete technische Maßnahmen gegen das Eindringen von Sickerwasser in die Auffüllungen unterhalb der neu hergestellten Oberbodenschicht von 0,6 m Mächtigkeit zu sichern.

#### **6.4 Arbeitsschutz**

Die notwendigen Arbeitsschutzmaßnahmen richten sich über die grundsätzlichen Arbeitsschutzanforderungen hinaus nach den angetroffenen Kontaminationen.

Sofern im Rahmen der Baumaßnahme besonders stark kontaminierte Materialien angetroffen werden sind Arbeitsschutzmaßnahmen gem. DGUV 101-004 / TRGS 524 einzurichten. Die weitere Vorgehensweise ist dann mit den zuständigen Arbeitsschutzbehörden abzustimmen und durch einen sachkundigen Koordinator zu begleiten.

## 7. Schlussbemerkungen

Die **ibl GmbH** wurde mit der Aktualisierung des Bodenmanagementkonzeptes des Projektes **Duisburg, Borkhofer Str. 49** beauftragt.

Im Rahmen der Stellungnahme wurden Angaben zu den erwarteten Aushubmengen und den möglichen Verwertungswegen sowie zu den anzuliefernden Materialien gemacht.

Grundsätzlich empfehlen wir über den gesamten Bauablauf hinweg eine Abstimmung mit der zuständigen Behörde auch im Bezug auf die Ergebnisse der Gefährdungsabschätzungen **G 112/21, G 112.1/21 sowie G112.2/21 sowie etwaige Freimessungen**.

Es bleibt anzumerken, dass alle getroffenen Aussagen und Bewertungen auf Punktaufschlüssen basieren, zwischen denen linear interpoliert wurde. Trotz der engmaschigen Beprobung des Grundstückes bleibt naturgemäß eine restliche Ungenauigkeit, die mit dem derzeitigen Stand der Technik und den zur Verfügung stehenden Möglichkeiten nicht gänzlich ausgeräumt werden kann.

Sollten im Rahmen des weiteren Vorgehens unbekannte oder auffällige Materialien vorgefunden werden ist der Gutachter zur weiteren Bewertung hinzuzuziehen.

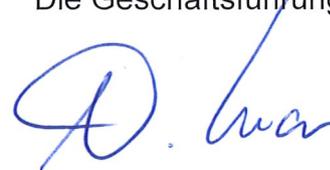
Die Geschäftsführung:



Sonja Laermann, Dipl.-Ing.



Die Geschäftsführung:



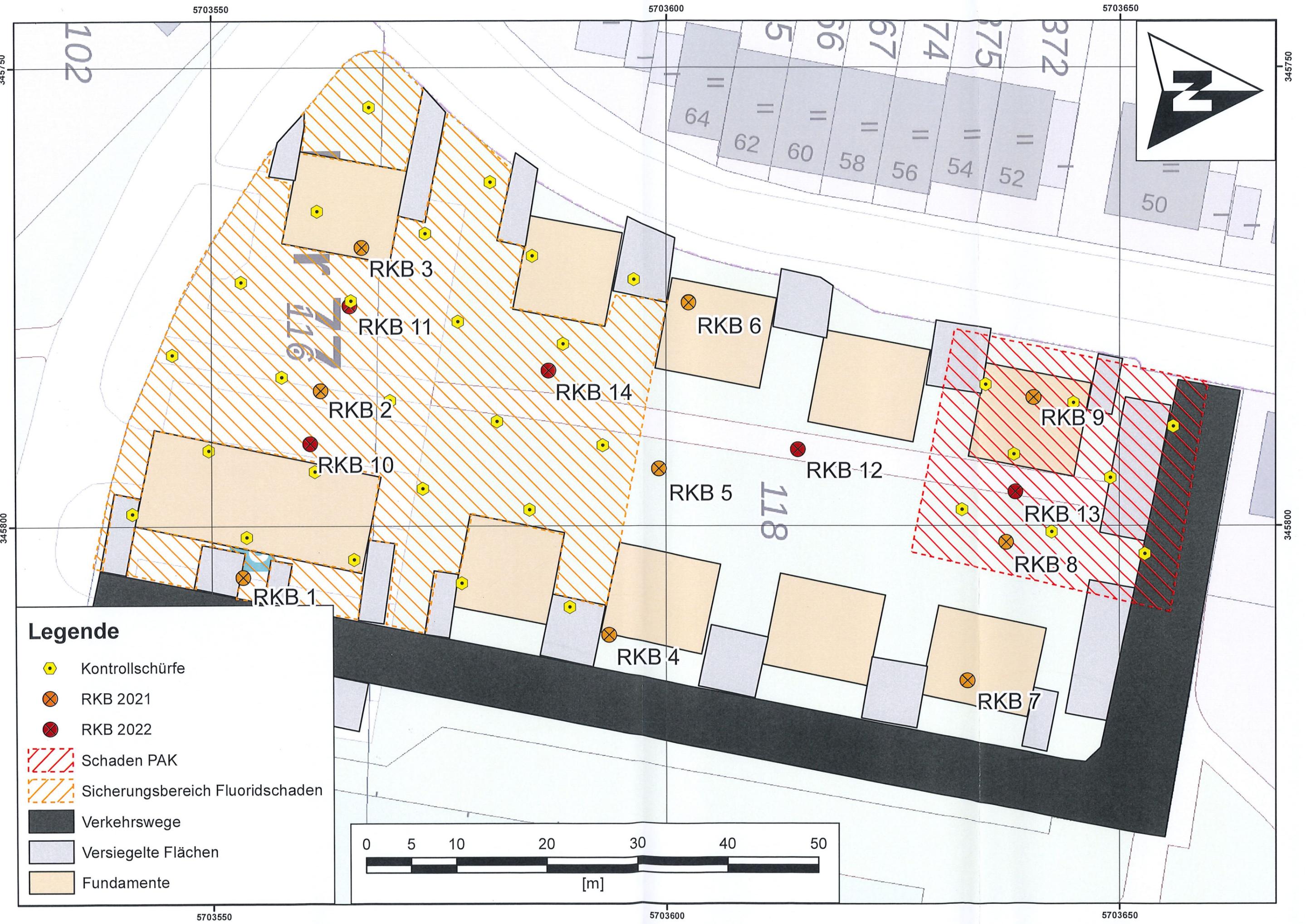
Andreas Kremer

### Literaturverzeichnis

- [1] Abfallverzeichnis-Verordnung – AVV (Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis); Ausfertigungsdatum 10.12.2001, zuletzt geändert durch Art. 2 V v. 17.07.2017 (BGBl. I S. 2644)
- [2] Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen: Teil II: Technische Regeln für die Verwertung; Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA), Stand: 06.11.1997
- [3] Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BbodSchV); Ausfertigungsdatum 12.07.1999, zuletzt geändert durch Art. 3 Abs. 4 der Verordnung vom 27.09.2017 (BGBl. I S. 3465)
- [4] CLP-Verordnung (Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16.12.2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006); 16.12.2008, zuletzt angepasst am 05.10.2018
- [5] DepV – Verordnung über Deponien und Langzeitlager; Ausfertigungsdatum 27.04.2009, zuletzt geändert durch Art. 2 der Verordnung vom 30.06.2020 (BGBl. I S. 1533)
- [6] Digitale Flurabstandskarte NRW April 1988; Hydrotec, 2009.
- [7] DIN EN ISO/IEC 17025: Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien
- [8] Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen 1 : 100.000, Blatt C4702 Krefeld; Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen (Hrsg.), 1983 / 1984
- [9] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz - BbodSchG); Ausfertigungsdatum 17.03.1998, zuletzt geändert durch Art. 3 Abs. 3 der Verordnung vom 27.09.2017 (BGBl. I S. 3465)
- [10] Informationssystem Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen 1 : 100 000 (IS GK 100), Geologischer Dienst NRW, Abrufdatum: 11.12.2020
- [11] Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung; 09.07.2021 (BGBl. I S. 2598)

# **ANHANG 1**

## **Übersichtsplan mit Lage der Kontrollschürfe**



### Legende

-  Kontrollschürfe
-  RKB 2021
-  RKB 2022
-  Schaden PAK
-  Sicherungsbereich Fluoridschaden
-  Verkehrswege
-  Versiegelte Flächen
-  Fundamente

