[redacted]

Anlage - Nr. 5013a

BERICHT
ZUR
ORIENTIERENDEN BODEN- UND BAUGRUNDUNTERSUCHUNG AUF DEM ABENTEUERSPIELPLATZ TEMPOLI
IN
DUISBURG-HOMBERG-HOCHHEIDE

[redacted]

[redacted] September 2025

[redacted]

Inhaltsverzeichnis

1 Veranlassung und Aufgabenstellung 1

2 Standortbeschreibung 1

2.1 Lage und Charakterisierung des Untersuchungsgebietes 1
2.2 Geologie / Hydrogeologie 2

3 Ergebnisse früherer Untersuchungen 3

4 Untersuchungsprogramm 4

5 Untersuchungsergebnisse 5

5.1 Bodenaufbau 5
5.2 Labor 6

6 Einstufung der Boden-/Baugrundverhältnisse 8

6.1 Gründungskonzept 8
6.2 Hinweise zur Bauausführung 9

7 Bewertungsgrundlagen der Bodenanalytik 10

8 Bewertung der Laboruntersuchungsergebnisse 10

8.1 Wirkungspfad Boden - Mensch (Direktkontakt) 10
8.2 Wirkungspfad Boden - Bodenluft 10
8.3 Abfallwirtschaftliche Klassifizierung / Bodenverwertungsmöglichkeit 11

9 Zusammenfassung 11

10 Literaturverzeichnis 12

Abbildungen

Abb. 1: Lage des Abenteuerspielplatzes „Tempoli“ in Duisburg-Homberg-Hochheide (Quelle: Geodatendienste der Bez.-Reg. Köln) 1

Abb. 2: Lage des geplanten Neubaus auf dem Gelände des Abenteuerspielplatzes „Tempoli“ (Quelle: verändert nach Geodatendienste der Bez.-Reg. Köln) 2

Abb. 3: Lage der Kleinrammbohrungen im Bereich des geplanten Neubaus (Quelle: [redacted] Geodatendienste der Bez.-Reg. Köln) 4

[redacted]

Tabellen

Tab. 1: Feststoffanalysenergebnisse BV Tempoli, Duisburg // Materialwerte für Bodenmaterialien Ersatzbaustoff-Verordnung (EBV 2021) // Prüfwerte Wirkungspfad Boden- Mensch BBodSchV (2021) // Gebietsbezogene Beurteilungswerte der Stadt Duisburg (IFUA 2023) 6

Tab. 3: Analysenergebnisse der Bodenluftmessungen BV Tempoli, Duisburg sowie Prüf- und Maßnahmenschwellenwerte nach LAWA (1994) und Bewertungshinweise LABO 7

Anlagen

Anlage 1: Bohrprofile der Kleinrammbohrungen und Rammsondierungen

Anlage 2: Protokolle der Bodenluftprobenahmen

Anlage 3: Prüfberichte Boden

Anlage 4: Prüfberichte Bodenluft

[redacted]

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Das Gelände des Abenteuerspielplatzes „Tempoli“ in Duisburg-Homberg soll umgestaltet werden. Das betrifft einerseits das Wegenetz, Spielbereiche und Grünflächen, andererseits sollen verschiedene Neubauten entstehen. Dieser Bericht beschäftigt sich mit dem Bereich des Ersatzneubaus des Hauptgebäudes.

Die gesamte Fläche liegt im Bereich einer verfüllten Ziegelei-, später Kiesgrube (AA0108). Hier sind im Rahmen einer Gefährdungsabschätzung 2001/2002 z.T. erhöhte Schadstoffkonzentrationen in Bodenproben sowie lokal hohe Methangehalte in der Bodenluft festgestellt worden [redacted]

Das Ingenieurbüro [redacted] hat bereits im Jahr 2024 verschiedene Untersuchungen zu der Umgestaltung der Außenanlagen (agus, 02/2025) im Auftrag der [redacted] durchgeführt. Im Laufe des Jahres 2025 hat sich erneuter Untersuchungsbedarf für einen Ersatzneubau hinsichtlich der Eignung des Baugrundes ergeben. Des Weiteren soll überprüft werden, ob hinsichtlich des Wirkungspfades Boden-Bodenluft eine Gefährdung durch Methan (Explosionsgefahr bei geschlossenen Gebäuden) oder schadstoffhaltige Deponiegase (BTEX, LHKW) besteht. Außerdem soll der Wirkungspfad Boden - Mensch (Direktpfad) orientierend betrachtet werden sowie eine Bewertung der Wiederverwertungs- und Entsorgungsmöglichkeiten des anfallenden Bodenaushubs vorgenommen werden. Mit diesen Arbeiten wurde die [redacted] beauftragt.

2 Standortbeschreibung

2.1 Lage und Charakterisierung des Untersuchungsgebietes

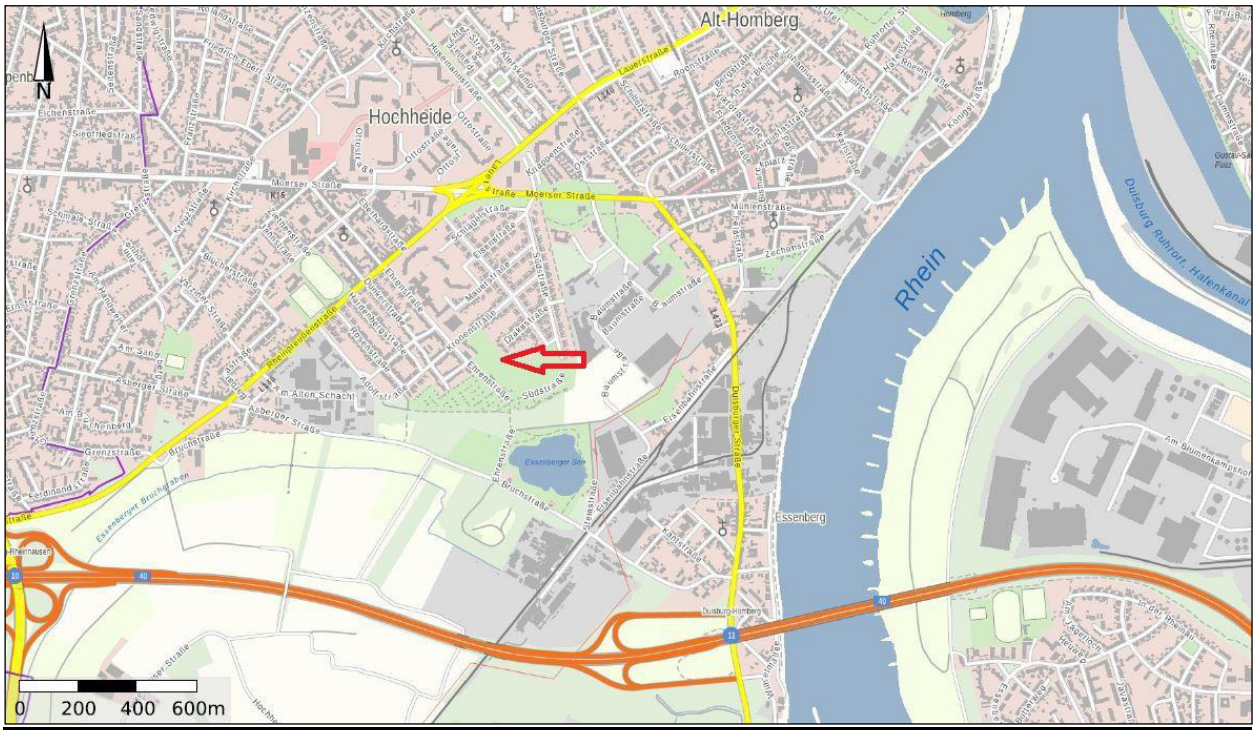


Abb. 1: Lage des Abenteuerspielplatzes „Tempoli“ in Duisburg-Homberg-Hochheide
(Quelle: Geodatendienste der Bez.-Reg. Köln)

Das etwa 1,7 Hektar große Untersuchungsgebiet liegt im Westen Duisburgs auf dem Grundstück des Abenteuerspielplatzes „Tempoli“, gelegen an der Ehrenstraße 107 im Stadtteil Homberg-Hochheide (Gemarkung 053306 Homberg, Flur 18, Flurstück 1110; vgl. Abb. 1) bei Geländehöhen von gut 30 bis 31 m ü.NHN.

Im zentralen Bereich ist der Ersatzneubau geplant. Der geplante Standort ist in Abb. 2 dargestellt.

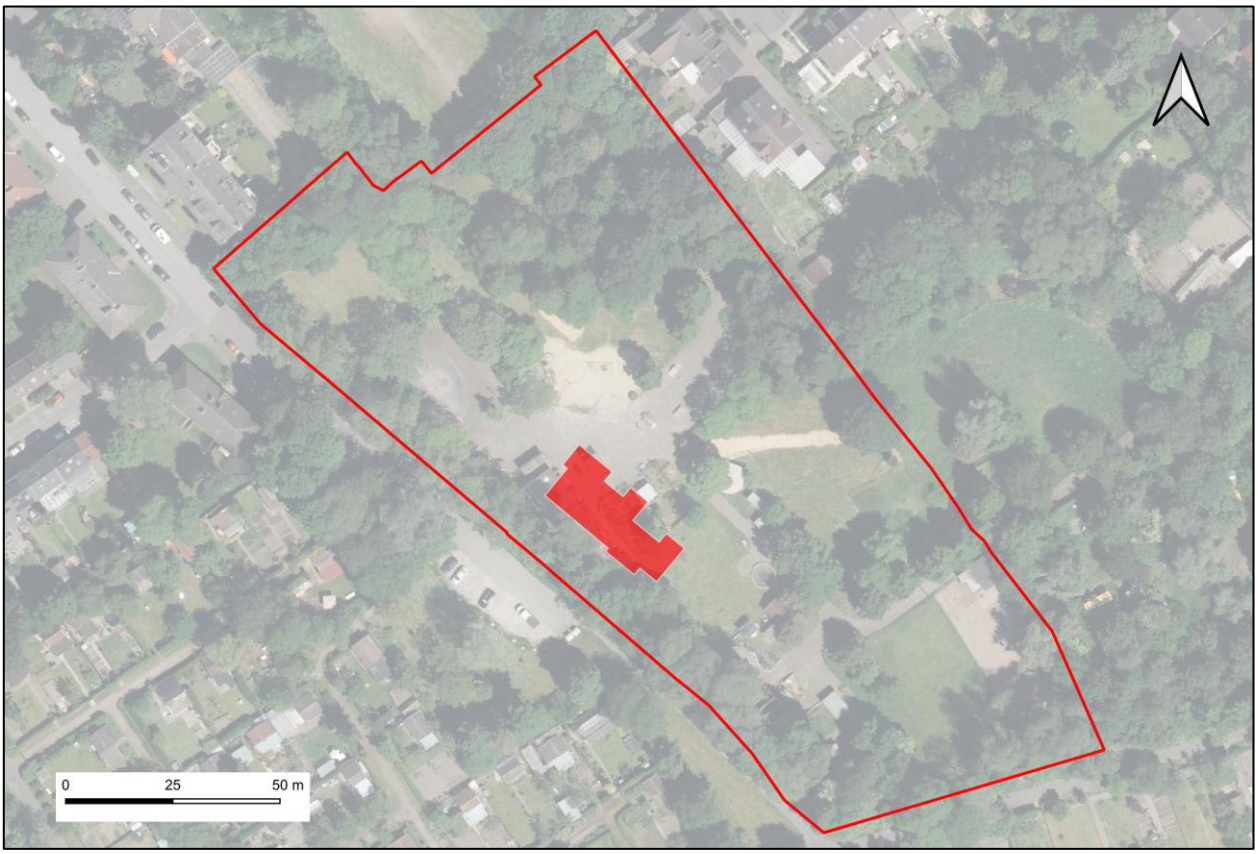


Abb. 2: Lage des geplanten Neubaus auf dem Gelände des Abenteuerspielplatzes „Tempoli“ (Quelle: verändert nach Geodatendienste der Bez.-Reg. Köln)

2.2 Geologie / Hydrogeologie

Die Geologische Karte 1:25.000, Blatt 4506 Duisburg (1991) zeigt für das Untersuchungsgebiet eine Künstliche Aufschüttung (,,y).

In der unmittelbaren Umgebung ist Hochflutlehm (‚Ls, fh) in Mächtigkeiten bis 2 m über Sanden und Kiesen der Niederterrasse (N,S+G) dargestellt.

Die Quartärmächtigkeit wird in der Ingenieurgeologische Karte 1:25.000, Blatt 4506 Duisburg mit 15-20 m, der Grundwasserflurabstand mit >8 m angegeben.

Unter dem Quartär folgen die oligozänen Lintorfer Schichten (Mitteltertiär) mit Sanden, Schluffen und Tonen.

Die Sande und Kiessande der Niederterrasse bilden das 1. Grundwasser-Stockwerk und sind aufgrund ihrer Ausdehnung und Mächtigkeit bedeutende Porengrundwasserleiter (kf-Werte laut o.g. Ingenieurgeologischer Karte: $5 \cdot 10^{-3}$ bis 10^{-4} m/s).

[redacted]

Die natürliche Grundwasserfließrichtung ist nach Nordosten auf den Rhein als Hauptvorfluter hingerichtet. Rheinhochwässer sowie insbesondere das nahegelegene Pumpwerk „Essenberger Bruch“ führen zu abweichenden südwestlichen Fließrichtungen (vgl. Anlage 6).

3 Ergebnisse früherer Untersuchungen

Die bis in die 1960-ziger Jahre wiederverfüllte Ziegelei-, später Kiesgrube (Altablagerung AA0108), auf dem sich das Gelände befindet, wurde im Rahmen einer Gefährdungsabschätzung 2001/2002 durch die Dr. Spoerer & Dr. Hausmann Beratungsgesellschaft mbH (2002) untersucht.

Dabei wurden bis zu 12,5 m mächtige Auffüllungen mit lokal erhöhten Schadstoffkonzentrationen (besonders Blei, Zink und PAK) in Bodenproben sowie in der Bodenluft z.T. hohe Methangehalte (bis 27 bzw. 36 Vol.-%) festgestellt.

Die untersuchten Oberbodenmischproben zeigten oft erhöhte Gehalte an einzelnen Schwermetallen, insbesondere Blei, Cadmium und Zink, sowie an BaP und PCB, mit Überschreitungen der entsprechenden Prüfwerte der BBodSchV.

In der Bodenluft waren BTEX nur in Spuren weit unter den Prüfwerten nach LAWA (1994) nachweisbar, LHKW konnten nirgends nachgewiesen werden. Bei der Messung der Vor-Ort-Parameter wurde nur in einer Bohrung ein geringer Methangehalt von 1,8 Vol.-% festgestellt.

Im Spielplatzbereich wurde von agus (02/2020) im Vorfeld des Einbaus neuer Spielgeräte bis zur Eingriffstiefe von 40 cm ebenfalls eine Bodenuntersuchung durchgeführt. Der humose Oberboden war unbelastet, der Unterboden wies leicht erhöhte PAK-Gehalte auf, die jedoch so gering waren, dass der Boden vor Ort wieder eingebaut werden könnte. Auffällige, technogene Fremdbeimengungen wurden nicht angetroffen.

Bei einer Baugrunduntersuchung (agus 2021) im Vorfeld eines damals geplanten Neubaus im zentralen Bereich der Fläche wurden 5 Rammkern- und Rammsondierungen bis max. 8 m, z.T. mit Bodenluftprobenahme, durchgeführt. Auch hier wurde ein inhomogener Bodenaufbau kartiert. Unter der humosen Oberbodenanschüttung folgten meist ein von Schlacken und Aschen geprägter Horizont oder Boden-Bauschuttanschüttungen. Ab einer Teufe von ca. 1,1 m, vereinzelt erst ab 4,2 m, wurde eine Bergematerial-Anschüttung mit Kohleanteilen bis zur Endteufe von 8 m angetroffen.

Die chemischen Analysen zeigten, dass der Oberboden die Prüfwerte für Kinderspielflächen einhielt. Das Anschüttungsmaterial wies z.T. leicht erhöhte PAK- und Schwermetallgehalte auf, war jedoch geeignet, um vor Ort wiedereingebaut zu werden. In der Bodenluft traten keine nennenswerten Belastungen auf, Methan wurde in keiner Bohrung gemessen.

Für die orientierende Untersuchung der eingebauten Bodenmaterialien wurden im Jahr 2024 weitere Untersuchungen durchgeführt:

- 6 Oberbodenmischprobenahmen bis 30 cm Tiefe gemäß BBodSchV (2021);
- 8 Kleinrammbohrungen (KRB) und Rammsondierungen (RS) im Bereich (vorläufig) geplanter Neubauten meist bis 3 m Tiefe zur Ermittlung des Bodenaufbaus und der Baugrundeignung; davon eine Bohrung (KRB+RS 2) in der Nähe des jetzt geplanten Gebäudes (vgl. Abb. 3), seinerzeit wurde die Untersuchung für einen Containerstandort benötigt;
- Abteufen von 18 KRB meist bis 1 m Tiefe, vereinzelt bis 3 m, zur Erkundung des Bodenaufbaus bzw. der Anschüttungen;

- Untersuchung der Tragschichten in Wegebereichen und Pflasterflächen mittels KRBs;
- Orientierende Analytik des Anschüttungsmaterials auf die Hauptparameter Arsen, Schwermetalle, PAK (EPA), EOX und vereinzelt MKW bzgl. einer Wiederverwertung/ Entsorgung. Die abschließende Bewertung sollte im Zuge der Baumaßnahmen durch eine Haufwerksbeprobung gemäß PN98 und Analytik nach EBV bzw. DepV durchgeführt werden,
- Ausbau von sechs Bohrlöchern zu temporären Bodenluftmessstellen, Analytik auf BTEX und LHKW.

Die Oberbodenmischproben wiesen z.T. leicht erhöhte PAK-Gehalte auf, in einem nördlichen Bereich in einer Wiesenfläche (OMP 6) wird der Prüfwert für Park- und Freizeitanlagen überschritten, weshalb der dichte Rasenbewuchs erhalten werden sollte. Auch hier waren sämtliche Bodenluftmessungen unauffällig. Die Ergebnisse der Baugrunduntersuchung für den damals geplanten container-Standort gehen in dieses Gutachten ein.

4 Untersuchungsprogramm

Da an dem jetzt geplanten Standort aufgrund der bisher durchgeführten Untersuchungen keine Aussagen zum Baugrund vorliegen, wurden 4 Kleinrammbohrungen und 4 schwere Rammsondierungen bis 8 m Endteufe zur Ermittlung des Bodenaufbaus und der Baugrundeignung durchgeführt. Die Bohransatzpunkte wurden in Absprache mit dem Auftraggeber festgelegt (vgl. auch Lageplan, Abb. 3).

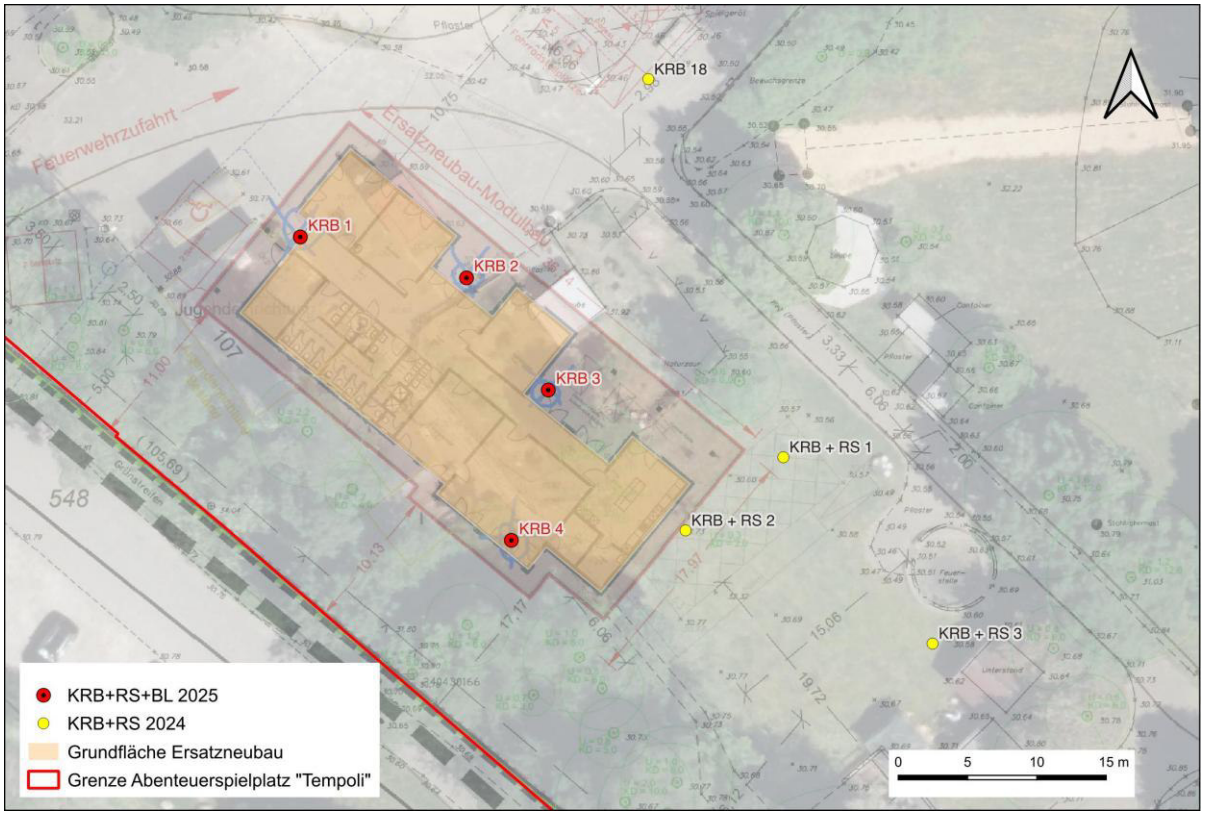


Abb. 3: Lage der Kleinrammbohrungen im Bereich des geplanten Neubaus
(Quelle: [redacted], Geodatendienste der Bez.-Reg. Köln)

[redacted]

Das Oberboden- und Anschüttungsmaterials wurde orientierend auf die Hauptparameter Arsen, Schwermetalle, PAK (EPA) und EOX untersucht. Die vier Bohrlöcher der KRBs wurden zu temporären Bodenluftmessstellen (Abdichtung mit Quellton), Messung der vor-Ort-Parameter CO_2, O_2, CH_4 und H_2S mittels Sewerin Multitec 540, Beprobung der Bodenluft (20 l) mittels Aktivkohleröhrchen und Analytik auf BTEX und LHKW.

Die Geländearbeiten erfolgten am 23.6. und 24.6.2025 und wurden von dem Unternehmen *StrataTec*, Marl als Nachunternehmer ausgeführt. Die Bodenluftprobenahme erfolgte durch die *agus GmbH*.

5 Untersuchungsergebnisse

5.1 Bodenaufbau

KRB 1 und 2 (Endteufe 8 m)

- 10 cm mächtige Lage Bettungssand unterhalb des Pflasters
- bis 40 cm Tragschicht aus Hochofenschlacke und sonstiger Schlacke,
- bei 40-60 cm kiesige Sandlage,
- ab 60 cm stark sandiger Grus mit Bergematerial (Gesteinsbruchstücke), Rostaschen, Hochofenschlacke und Koksaschen
- in KRB 1 bis zur Endteufe Anschüttung
- in KRB 2 ab 7 m Sande der Niederterrasse

KRB 3 und 4 (Endteufe 8 m) in einer Grünfläche

- ca. 50 cm humoser, schluffiger Sand
- bis 1,00 m stark grusiger Sand mit Beimengungen von Ziegel
- ab 1,00 m das gleiche Anschüttungsmaterial wie in KRB 1 und 2
- KRB 3 ab 7,10 m Sande der Niederterrasse
- KRB 4: bis zur Endteufe Anschüttung

Untersuchung 2024: Freifläche 1 (geplanter Standort für temporären Container und benachbarte Rasenfläche):

KRB und RS 1 und 2 – Endteufe 3 m:

- Oberbodenanschüttung aus schluffigen, schwach humosen Sanden, grusig (Ziegel, Rostaschen, Koksaschen, Berge je bis 10 %, Hochofenschlacke <2%), z.T. kiesig, 15-30 cm mächtig,
- darunter „Tragschicht“ aus Sand mit hohem Anteil an Bergematerial (ca. 10-20 cm mächtig) über einer Sandlage,

- Boden-Anschüttungen aus Sand, stark grusig bis Grus, sandig, schluffig, mit technogenen Substraten, hauptsächlich Bergematerial (bis 75 %), außerdem in geringeren Anteilen Hochofenschlacken, Ziegel, Kohle; Mächtigkeiten von 2,5 m,
- in KRB 1 ab 2,0 m sandige Bodenanschüttung,

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass unter einer unterschiedlich mächtigen sandigen, z.T., schluffigen Oberbodenschicht, sehr heterogene, sandige Boden-Bauschuttanschüttungen folgen. Fremdbeimengungen sind hauptsächlich Bergematerial, Ziegel, Rostaschen, Hochofenschlacke mit geringem Schadstoffpotential.

5.2 Labor

Tab. 1: Feststoffanalysenergebnisse // Abenteuerspielplatz Tempoli, Duisburg // Materialwerte für Bodenmaterialien Ersatzbaustoff-Verordnung (EBV 2021), Prüfwerte Wirkungspfad Boden- Mensch BBodSchV (2021) // Gebietsbezogene Beurteilungswerte der Stadt Duisburg für Benzo(a)pyren (IFUA 2023)

Proben-nummer	Tiefe (cm)	Bodenart	Zuordnung nach EBV	As	Pb	Cd	Cr	Cu	Ni	Hg	Tl	Zn	PAK 16	BaP	EOX
				mg/kg											
EP 3-1 (Oberboden)	0 - 50	Sand	BM-F3	11	174	0,82	25	43	20	0,16	0,49	407	4,7	0,39	<1,0
EP 4-1 (Oberboden)	0 - 40	Sand	BM-F3	14	151	2,3	39	73	33	0,61	0,83	815	2,8	0,2	1,7
MP (1-2+1-3)	60-180	Sand, Grus	BM-F3	41	94	<0,40	31	52	37	0,75	<0,40	123	1,3	<0,050	<1,0
EP 2-1	13-30	Grus	BM-F0*	6,5	13	<0,40	28	60	73	<0,10	<0,40	36	<0,75	<0,050	<1,0
EP 2-2	30-40	Grus	BM-F0*	4	7,7	<0,40	20	5,9	7,2	<0,10	<0,40	27	n.n.	<0,050	<1,0
MP (2-4-+2-5)	60-200	Grus, Sand	BM-F0*	21	52	<0,40	20	49	34	0,45	0,6	173	2,4	<0,050	<1,0
MP (3+2+3-3)	50 - 200	Grus, Sand	BMF-0*	18	127	<0,40	33	44	31	0,35	0,62	298	2	0,086	<1,0
EP 4-3	70 - 200	Grus, Sand	BM-F0*	26	92	<0,40	24	62	32	0,58	0,41	193	4,1	0,13	<1,0
Bewertungsgrundlagen				mg/kg											
BBodSchV (2021) Prüfwerte	Kinderspielflächen			*25*	*200*	*10*	*200*	-	*70*	*10*	*5*	-	-	*0,5*	-
	Park- und Freizeitanlagen			**125**	**1000**	**50**	**400**	**-**	**350**	**50**	**25**	**-**	**-**	**1**	**-**
Gebietsbezogene Beurteilungswerte St. DU (IFUA 2023)	Kinderspielflächen gBW1/gBW2			40/ 90	400/ 950	15/ 20	-	-	-	-	-	-	-	1,5/ 3	-
	Park- und Freizeitanlage gBW1/gBW2			100/ 100	800/ 1900	30/ 40	-	-	-	-	-	-	-	3/ 6	-
Ersatzbaustoff-Verordnung (EBV 2021): Materialwerte für Bodenmaterial	mineralische Fremdbestandteile bis 10 Vol.-%	BM-0 (Sand)		10	40	0,4	30	20	15	0,2	0,5	60	3	0,3	1[1]
		BM-0 (Schluff/Lehm)		20	70	1	60	40	50	0,3	1	150	3	0,3	1[1]
		BM-0*		20	140	1 (1,5)[3]	120	80	100	0,6	1	300	6	-	1[1]
	mineralische Fremdbestandteile bis 50 Vol.-%	BM-F0*		40	140	2	120	80	100	0,6	2	300	6	-	3[2]
		BM-F1		40	140	2	120	80	100	0,6	2	300	6	-	3[2]
		BM-F2		40	140	2	120	80	100	0,6	2	300	9	-	3[2]
		BM-F3		150	700	10	600	320	350	5	7	1200	30	-	10[2]
		>BM-F3													

[1] Materialwerte BM-0 und BM-0*.
[2] zusätzliche Materialwerte BM-F0* bis BM-F3 für spezifische Belastungsparameter aus Tabelle 4 (Anlage 1, EBV 2021)
[3] für Sand, Lehm und Schluff gilt ein Wert von 1 mg/kg, für Ton 1,5 mg/kg.

Tab. 2: Analysenergebnisse der Bodenluftmessungen BV Abenteuerspielplatz Tempoli, Duisburg, sowie Prüf- und Maßnahmenschwellenwerte nach LAWA (1994)

Probennummer		BL 1	BL 2	BL 3	BL 4	LAWA-Liste 1994	
Parameter	Einheit					Prüfwert	Maßnahmen-schwellenwert
Methan (CH_4)	Vol. %	0	0	0	0	-	-
Kohlendioxid (CO_2)	Vol. %	12	9	2	0	-	-
Sauerstoff (O_2)	Vol. %	8,1	13,2	19,6	21,0	-	-
Schwefelwasserstoff (H_2S)	ppm	2	6	4	1	-	-
Chlormethan	mg/m³	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025		
Dichlormethan	mg/m³	0,751	0,565	1,01	0,85		
trans-1.2-Dichlorethen	mg/m³	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025		
1.1-Dichlorethan	mg/m³	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025		
cis-1.2-Dichlorethen	mg/m³	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025		
Trichlormethan	mg/m³	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025		
Tetrachlormethan	mg/m³	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025		
1.1.1-Trichlorethan	mg/m³	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025		
1.2-Dichlorethan	mg/m³	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025		
Trichlorethen	mg/m³	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025		
Tetrachlorethen	mg/m³	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025		
1.1.2-Trichlorethan	mg/m³	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025		
Summe CKW	mg/m³	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	5-10	**50**
Benzol	mg/m³	0,031	<0,025	<0,025	<0,025		
Toluol	mg/m³	0,36	0,28	0,5	0,44		
Ethylbenzol	mg/m³	0,09	0,07	0,13	0,11		
m-/p-Xylol	mg/m³	0,16	0,13	0,23	0,18		
o-Xylol	mg/m³	0,11	0,085	0,15	0,12		
Summe BTEX	mg/m³	0,751	0,565	1,01	0,85	5-10	**50**
Naphthalin	mg/m³	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025		

Die Analysenergebnisse sind in den nachfolgenden Tabellen zusammengefasst und den Materialwerten der EBV (2021) gegenübergestellt. Da keine repräsentative Oberbodenmisch-probennahme gem. BBodSchV (2021) erfolgt ist, sondern lediglich jeweils der oberste Horizont der Kleinrammbohrung analysiert wurde, dienen die Prüfwerte dieser Verordnung nur als Orientierung zur Bewertung des obersten Horizonts. Das gleiche gilt auch für die gebietsbezogenen Beurteilungswerte der Stadt Duisburg.

[redacted]

6 Einstufung der Boden-/Baugrundverhältnisse

Der gesamte Abenteuerspielplatz Tempoli liegt im Bereich einer bis 12,5 m mächtigen, heterogenen Verfüllung. Somit sind auch die Baugrundverhältnisse sehr unterschiedlich, wie auch die Kleinrammbohrungen und Rammsondierungen zeigen.

Der Einfluss der Gebäudelast nimmt zur Tiefe hin ab. Er ist u.a. abhängig von der Fundamentbreite. Allgemein kann davon ausgegangen werden, dass bei mittleren Lasten in einer Tiefe der 2,5-fachen Fundamentbreite unter Gründungssohle der Einfluss der Gebäudelast weniger bedeutsam ist, sofern eine mindestens 2 m mächtige, mindestens mitteldichte oder steife Bodenschicht unter der Gründungssohle ausgebildet ist.

6.1 Gründungskonzept

Nach Auswertung der durchgeführten Kleinrammbohrungen und Rammsondierungen kann eine Gründung mittels Bodenplatte oder Streifenfundamenten erfolgen. Hierbei müssen das obere inhomogene Bodenmaterial abgetragen und das so freigelegte Erdplanum anschließend z.B. mittels eines 12 bis 16 t Walzenzuges verdichtet werden.

Bei Bauvorhaben auf Altdeponie sollte unter Gebäuden grundsätzlich die Installation einer Gasflächendränage erfolgen, in diesem Fall in Form einer Schottertragschicht bzw. eines Schotterpolsters (z.B. Hartkalkstein, Körnung 5/45) als passive Gasdrainage (vgl. Kap. 6.2). Der Schotter sollte umlaufend neben dem Gebäude bis an die Geländeoberfläche reichen, damit ggf. eine ungehinderte Entgasung erfolgen kann. Rohrdurchführungen durch die Bodenplatte sind auf ein Minimum zu begrenzen und sollten wenn möglich durch die Außenwände verlaufen. Alle Muffen müssen aus methangasbeständigen Kunststoffen bestehen und mit speziellen Klebstoffen gasdicht und -beständig verklebt werden.

Sollte das auszuhebende Bodenmaterial nicht auf der Fläche verbleiben können, ist eine Deklarations-Analytik zur Entsorgung notwendig.

Insgesamt lassen sich folgende Abmessungen zur geplanten Bebauungssituation angeben:

Bauform	annähernd rechteckig, ca. 35 m x 17 m, nicht unterkellert
GOF	Bestand ca. 30,8 – 31,0 mNHN
UK SF	angenommen 30,0 mNHN
UK BP	angenommen 30,3 mNHN

Streifenfundamente

Eine Gründung über Streifenfundamente mit einer Breite zwischen 0,5 und 1,0 m kann auf der Anschüttung aus Bergematerial hergestellt werden.

Bei einem Bemessungswert des Sohlwiderstandes und Bettungsmodul von

$$\sigma_{R,d} = 300\ kN/m^2$$

$$k_s = 18\ MN/m^3 \text{ bis } 31\ MN/m^3$$

ergeben sich Setzungen von 0,7 bis 1,1 cm.

[redacted]

Bodenplatte

Eine Gründung über rechteckige Bodenplatte ist gemäß den vorliegenden Unterlagen auf einem Schotterpolster oberhalb der Anschüttung aus Bergematerial herzustellen.

Bei einem Bemessungswert des Sohlwiderstandes und Bettungsmodul von

$\sigma_{R,d}$ = 100 kN/m²

ks = 3,0 MN/m³ bis 3,2 MN/m³

ergeben sich Setzungen von rund 2 cm für das Gebäude.

Auf Grund der heterogenen Auffüllung können weitere Setzungen **nicht ausgeschlossen** werden.

6.2 Hinweise zur Bauausführung

Die Ausführung der Erdarbeiten sollte bei trockenen Wetterperioden erfolgen, um das Erdplanum nicht zu vernässen. Ist eine Vernässung nicht zu vermeiden, so ist eine Neubewertung der Situation vorzunehmen und ggf. ein Mehraushub erforderlich.

Durch das Einbringen eines Geogitters/-textils unterhalb der einzubringenden Schotterschicht lassen sich höhere Tragfähigkeiten und somit ein höherer Lastabtrag erzielen.

Es muss ein homogenes Erdplanum auf den zur Gründung herangezogenen Boden- bzw. Felsschichten vorliegen. Möglicherweise angetroffene weiche bzw. nicht tragfähige Bereiche müssen tiefer ausgehoben und durch Schotter ersetzt bzw. die Fundamente tiefer in den tragfähigen Baugrund eingebunden werden.

Ein einzubringendes **Schotterpolster** unterhalb tragender Fundamente bzw. Bodenplatten ist unter einem Lastausbreitungswinkel von 60°, mit einem Überstand über die Fundamentkanten von mind. 50 cm einzubauen. Hierzu sind die unterlagernden, nicht tragfähigen Böden auszuheben und das freigelegte Erdplanum durch den Einbau von verdichtungsfähigem Schotter lagenweise unter Verdichtung bzw. bei bindigen Böden unter Einwalzen bis zur Konstruktionsebene einzubringen und bis auf einen E_{V2}-Wert von $\geq$ 80 MN/m² (oberste Lage) zu verdichten. Hierzu muss der Boden unterhalb der Schotterschicht einen Wert für den Verformungsmodul von mind. 45 MN/m² im E_{V2} besitzen, andernfalls ist ein mächtigerer Schotteraustausch zu wählen. Abweichungen hiervon, die auf den Untergrund zurückzuführen sind, können in Rücksprache mit dem Bodengutachter zugelassen werden.

Der Einbau einer Bodenaustauschschicht hat mit güteüberwachtem Material der Bodengruppe GW/GX (DIN 18196), der Verdichtbarkeitsklasse V1 (ZTV A-StB 12) sowie der Frostempfindlichkeitsklasse F1 (ZTV E-StB 17) zu erfolgen. Zu verwenden sind kornabgestufte Massengemische des Sand- und Kieskornspektrums, deren Schlämmkornanteil 5% nicht überschreiten darf. Das Größtkorn ist auf 45 mm zu begrenzen. Ist der Einbau einer Dränung vorgesehen, so sind die Vorgaben der DIN 4095 zu beachten!

Bei der Konstruktion muss mit schädlichen Setzungsdifferenzen gerechnet werden, wenn die Lastabtragung in bodenmechanisch unterschiedlich reagierenden Schichtprofilen erfolgt. Hier ergeben sich zeitlich und betragsmäßig unterschiedliche Setzungen.

Die Homogenität und die Eignung des Baugrunds sowohl auf dem Erd- als auch auf dem Gründungsplanum sind **in jedem Fall** vor Ort durch den Gutachter zu inspizieren und durch Lastplattendruckversuche abzunehmen. Des Weiteren sollte der Gutachter den Baugrund hinsichtlich der Tragfähigkeit und Homogenität beurteilen sowie über die Bodenverbesserungs- und Bodenaustauschmaßnahmen bzw. tieferes Einbinden der Gründungselemente entscheiden.

Abweichungen von den hier dargestellten Gründungsvorgaben oder **Planungsänderungen** sind mit dem Unterzeichner vor Abschluss der Planung abzustimmen. Ebenso sind wesentliche Abweichungen von den ermittelten Baugrundverhältnissen, die während der Bauausführung auftreten, dem Gutachter umgehend anzuzeigen. Bei Nichtbeachtung der o.g. Vorgaben kann die Gebrauchstauglichkeit des Bauwerks nachteilig beeinflusst werden bzw. können Schäden am Gelände, an Infrastruktur oder Bestandsbebauung auftreten.

7 Bewertungsgrundlagen der Bodenanalytik

Für die Bewertung von Schadstoffgehalten im Boden ist in erster Linie die Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV 2021) relevant. Für die untersuchte Fläche wird der Wirkungspfad Boden - Mensch (Direktkontakt) für die vorhandene Nutzung „Kinderspielflächen“ und „Park- und Freizeitanlagen“ betrachtet. Als zusätzliche Bewertungsgrundlage werden die gebietsbezogenen Beurteilungswert (gBW1/gBW2) der Stadt Duisburg (08/2023) herangezogen.

Als weitere Grundlage kommen die Materialwerte der Ersatzbaustoffverordnung (EBV 2021) zur Anwendung bezüglich der abfallrechtlichen Relevanz im Hinblick auf potenzielle Bau- bzw. Sanierungsmaßnahmen. Die dort angegebenen Zuordnungswerte sind für eine Wiederverwertung von Bodenaushub festgelegt worden.

Je nach Belastung kann Bodenaushub uneingeschränkt (bei Einhaltung des Zuordnungswertes BM-0) oder mit bestimmten Einschränkungen (bei Einhaltung der Zuordnungswerte BM-0*-BM-F3) unter Berücksichtigung u.a. der Nutzung und der hydrogeologischen Verhältnisse wiederverwertet werden. Bei einem Materialwert, der oberhalb BM-F3 liegt, ist das Bodenmaterial gemäß Deponieverordnung zu klassifizieren und zu entsorgen.

Als Bewertungsgrundlagen für die untersuchten Parameter BTEX und LCKW in der Bodenluft schlägt die LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser und Abfall, 1994) Prüf- sowie Maßnahmenschwellenwerte vor. Die Analysenergebnisse der untersuchten Bodenluftproben sind in Tab. 3 diesen Werten gegenübergestellt.

8 Bewertung der Laboruntersuchungsergebnisse

8.1 Wirkungspfad Boden - Mensch (Direktkontakt)

Die Oberbodenproben der KRB 3-1 und KRB 4-1 halten die Prüfwerte für Kinderspielflächen ein.

8.2 Wirkungspfad Boden - Bodenluft

In keiner der 4 Bodenluftproben waren BTEX und CKW nachweisbar.

Die vor-Ort-Messungen der Bodenluft ergaben in keiner der Bohrungen einen messbaren Methangehalt. Lokal wurden erhöhte Konzentrationen an CO_2 (6-12 Vol.%) festgestellt. Schwefelwasserstoff war z.T. mit 1 - 6 ppm nachweisbar.

Nach diesen Ergebnissen besteht kein Handlungsbedarf. Vorsorglich sollten die Schotterpolster unter Bebauungen als passive Gasdrainage ausgebildet werden.

[redacted]

8.3 Abfallwirtschaftliche Klassifizierung / Bodenverwertungsmöglichkeit

Der Oberboden und die Boden-Bauschutt-Anschüttung weisen im Feststoff z.T. leicht erhöhte Gehalte an PAK und einzelnen Schwermetallen auf und sind daher nach EBV (2021) z.T. als BM-0*, max. als BM-F3 zu bewerten.

Angesichts der Gesamtsituation mit einer großräumigen, heterogenen Verfüllung kann anfallender Bodenaushub ≤BM-F3 in Abstimmung mit der Unteren Bodenschutzbehörde Duisburg weitgehend vor Ort wiederverwertet werden (Verschlechterungsverbot), bei bautechnischer Eignung auch als Schotterpolster unter Gebäuden.

Alle von außerhalb angelieferte Böden (z.B. für Gestaltungsmaßnahmen) müssen die Vorsorgewerte der BBodSchV bzw. die entsprechenden BM-0-Materialwerte nach EBV (2021) einhalten.

Alle Eingriffe in den Boden - z.B. im Rahmen von Baumaßnahmen - sind durch einen Geowissenschaftler gutachterlich zu begleiten.

9 Zusammenfassung

Auf dem Abenteuerspielplatz „Tempoli“ in Duisburg-Homberg soll ein Ersatzneubau errichtet werden. Dazu sollte im Vorfeld eine orientierende Untersuchung im Hinblick auf die Baugrundeignung sowie die Belastung des potenziellen Bodenaushubs durchgeführt werden.

Die gesamte Fläche liegt im Bereich einer verfüllten Ziegelei- bzw. Kiesgrube. Bei früheren Untersuchungen sind hier teilweise erhöhte Schadstoffkonzentrationen in Bodenproben sowie lokal hohe Methangehalte in der Bodenluft festgestellt worden. In den zuletzt durch agus (2020, 2021 und 2024) durchgeführten Bodenluft-Untersuchungen war kein Methan nachweisbar.

Ebenso war die Belastung bzw. Gefährdung über den relevanten Wirkungspfad Boden-Mensch (Nutzungsszenario Kinderspielflächen sowie Park- und Freizeitanlage) bei der aktuellen Nutzung unkritisch.

Zur Erkundung der Baugrund- und Belastungssituation wurden für den Ersatzneubau vier Rammsondierungen und Kleinrammbohrungen als Doppelaufschluss bis 8 m abgeteuft. Aus den Kleinrammbohrungen wurden fünf Einzelproben und drei horizontspezifische Mischproben zusammengestellt.

Alle (Misch-)Proben wurden orientierend auf Arsen, Schwermetalle PAK und EOX, untersucht.

Hinsichtlich des **Wirkungspfades Boden-Mensch** ist nur eine orientierende Bewertung möglich, da lediglich die beiden obersten Proben der KRBs in der Grünfläche analysiert wurden und keine repräsentative Mischprobe entnommen wurde. Die beiden Oberbodenproben halten die Prüfwerte für Kinderspielflächen ein.

Bei den untersuchten Anschüttungsmischproben (Tiefenstufe ca. 0 bis 2,0 m) weist nur eine Probe (MP (1-2+1-3) Tiefenstufe 60-80 cm) einen leicht auffälligen Arsen- und Quecksilber-Gehalt auf und fällt damit in die BM-F3-Kategorie. Ansonsten sind die Schadstoffgehalte der Anschüttung unauffällig (BM-F0*).
Die abschließende Bewertung sollte im Zuge der Baumaßnahmen durch eine Haufwerksbeprobung gemäß PN98 und Analytik nach EBV bzw. DepV durchgeführt werden, da hier nur ein eingeschränkter Parameterumfang untersucht wurde.



Die vier Kleinrammbohrlöcher wurden zu temporären Bodenluftmessstellen ausgebaut, die vor-Ort-Parameter CO_2, O_2, CH_4 und H_2S gemessen, die Bodenluft mittels Aktivkohleröhrchen beprobt und auf BTEX, LCKW und Naphthalin analysiert.

In keiner der Bodenluftproben waren BTEX, LCKW oder Naphthalin nachweisbar. Bei den Vor-Ort-Messung konnten kein Methan, lediglich erhöhte CO_2-Gehalte festgestellt werden.

Im Hinblick auf die Baugrundeignung ist festzuhalten, dass eine Flachgründung mit einem geringen Bodenaustausch (50 cm Schotterpolster) möglich ist. Das Planum muss zunächst mit schwerem Gerät vorverdichtet werden. Eine Frostschürze ist in diesem Fall notwendig.

Alle Eingriffe in den Boden sind durch einen Geowissenschaftler gutachterlich zu begleiten.

10 Literaturverzeichnis

Ad-hoc-Arbeitsgruppe Boden (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung, 5. Aufl., Hannover

agus GbR (2020): Gefährdungsabschätzung zur Erweiterung des Abenteuerspielplatzes Tempoli in Duisburg-Homberg-Hochheide; Bochum

agus GbR (2021): Boden- und Baugrunduntersuchung zum Bauvorhaben auf dem Abenteuerspielplatzes Tempoli in Duisburg-Homberg-Hochheide; Bochum

agus GmbH (2024): Bericht zur orientierenden Baustoff-, Boden- und Baugrunduntersuchung auf dem Abenteuerspielplatz Tempoli in Duisburg-Homberg-Hochheide; Bochum

AK STADTBÖDEN (1989): Kartierung von Stadtböden. - UBA-Texte 18/89, Berlin.

Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) (2021).

Dr. Spoerer & Dr. Hausmann Beratungsgesellschaft mbH (2002): Gefährdungsabschätzung der Altlastenverdachtsfläche Altablagerung AA 0108 Ehrenstraße in Duisburg Homberg (aufgestellt 06.03.01, ergänzt 04.03.02). – Kerpen

ErsatzbaustoffV – Ersatzbaustoffverordnung (EBV) - Verordnung über Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technische Bauwerke (2021).

Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen (Hrsg.; 1991): Geologische Karte von NRW 1 : 25.000, Blatt 4506 Duisburg. - Krefeld.

Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen (Hrsg.; 1984): Ingenieurgeologische Karte von NRW 1 : 25.000, Blatt 4506 Duisburg. - Krefeld.

Institut für Umwelt-Analyse Projekt GmbH (IFUA) (2010): Gebietsbezogenes Maßnahmen-konzept Duisburg - Projektbericht; Bielefeld.

LAWA - Länderarbeitsgemeinschaft Wasser und Abfall (1994): Empfehlungen für die Erkundung, Bewertung und Behandlung von Grundwasserschäden.

LAWA - Länderarbeitsgemeinschaft Wasser und Abfall (2016): Ableitung von Geringfügigkeits-schwellenwerten für das Grundwasser. - Düsseldorf.

Stadt Duisburg, Untere Bodenschutzbehörde (2023): Anpassung der gebietsbezogenen Beurteilungswerte für Benzo(a)pyren aufgrund der Prüfwertanpassung zum 01.08.2023



[redacted]

Anlage 1

Bohrprofile der Kleinrammbohrungen und Rammsondierungen

[redacted]

Projekt: DU, Abenteuerspielplatz Tempoli

[redacted]

Anlage 1.2

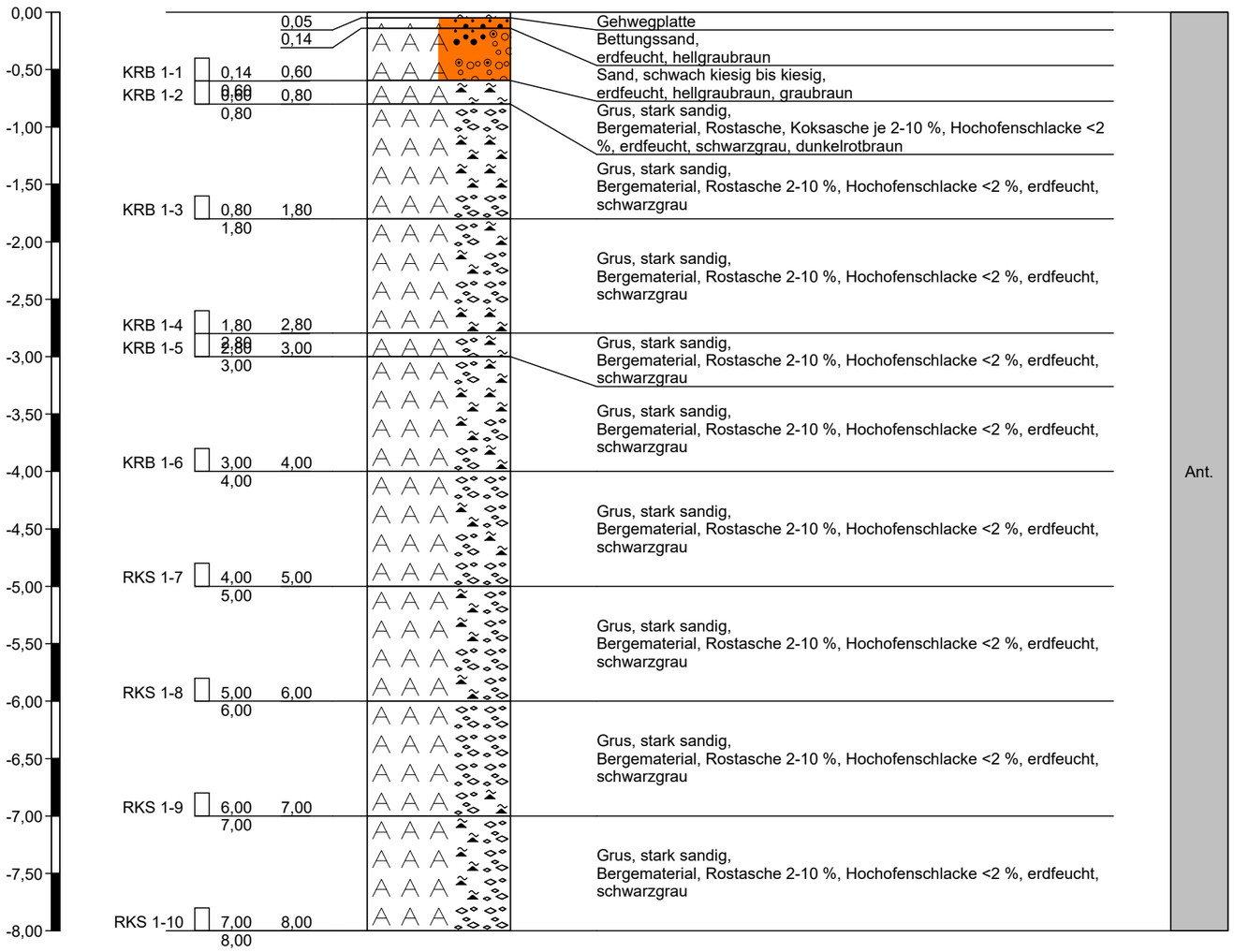
Datum: 24.06.2025

Bearb.: AA (ME)

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

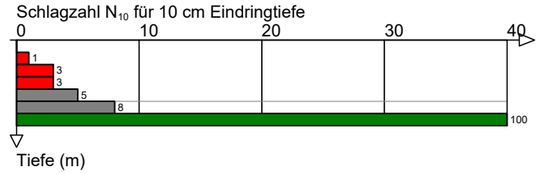
Standort: Ehrenstr. 107, Duisburg (Gemarkung Homberg, Flur 18, Flurstück 1110)
Nutzung: gepflasterter Gehweg
Bemerkungen: Bohrloch zugefallen auf 3,77 m u. GOK, kein weiterer Rammfortschritt ab 0,7 m u. GOK

KRB 1



Höhenmaßstab 1:50

RS 1.1 (DPH)



[redacted]

Projekt: DU, Abenteuerspielplatz Tempoli

[redacted]

Anlage 1.2

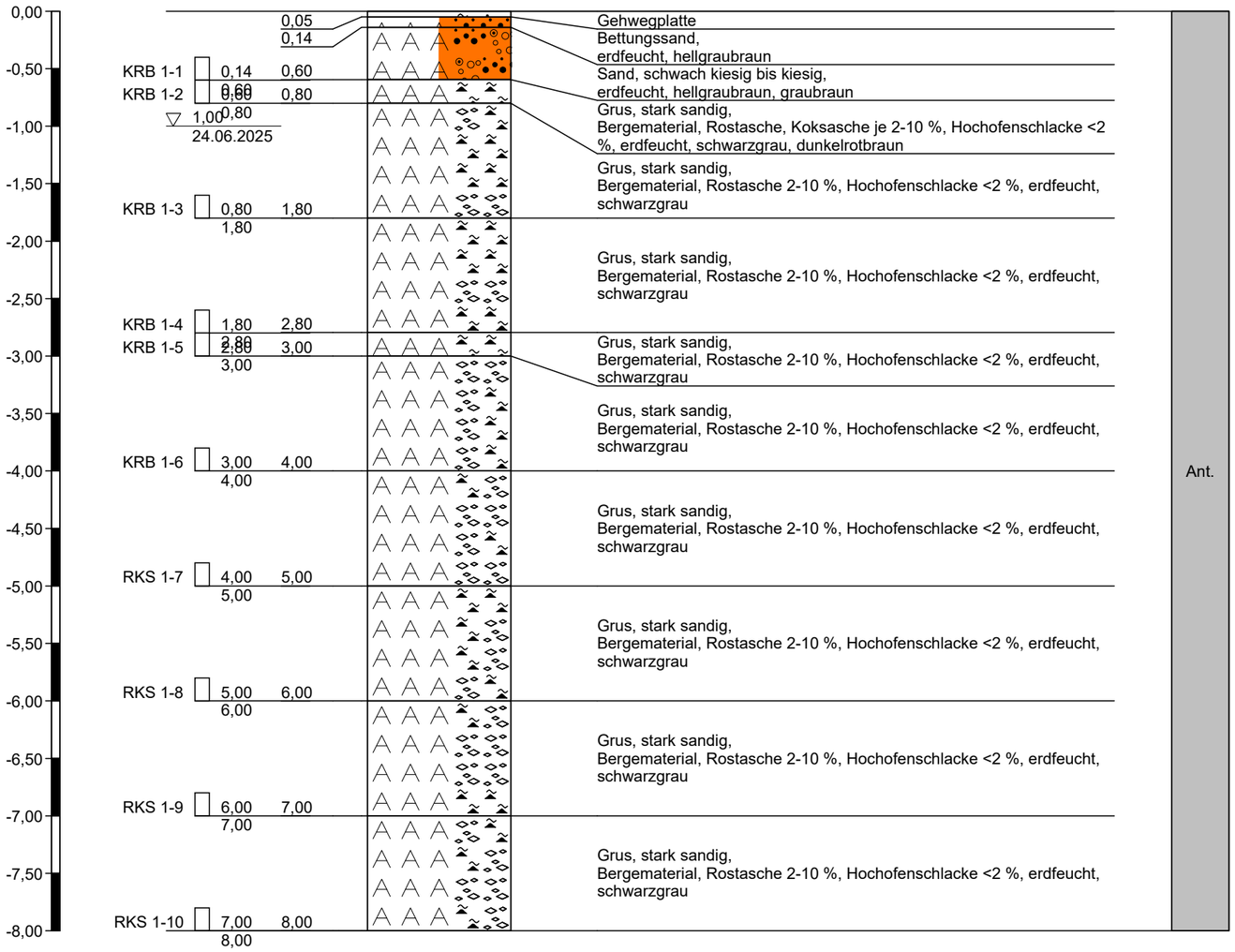
Datum: 24.06.2025

Bearb.: AA (ME)

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

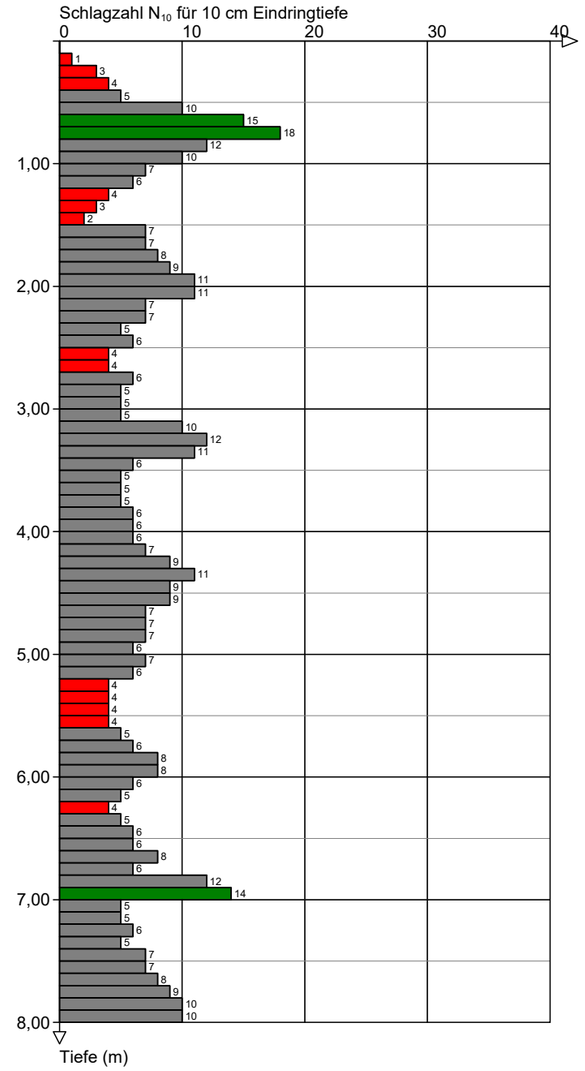
Standort: Ehrenstr. 107, Duisburg (Gemarkung Homberg, Flur 18, Flurstück 1110)
Nutzung: gepflasterter Gehweg
Bemerkungen: Bohrloch zugefallen auf 3,77 m u. GOK

KRB 1



Höhenmaßstab 1:50

RS 1.2 (DPH)



[redacted]

Projekt: DU, Abenteuerspielplatz Tempoli

[redacted]

Anlage 1.2

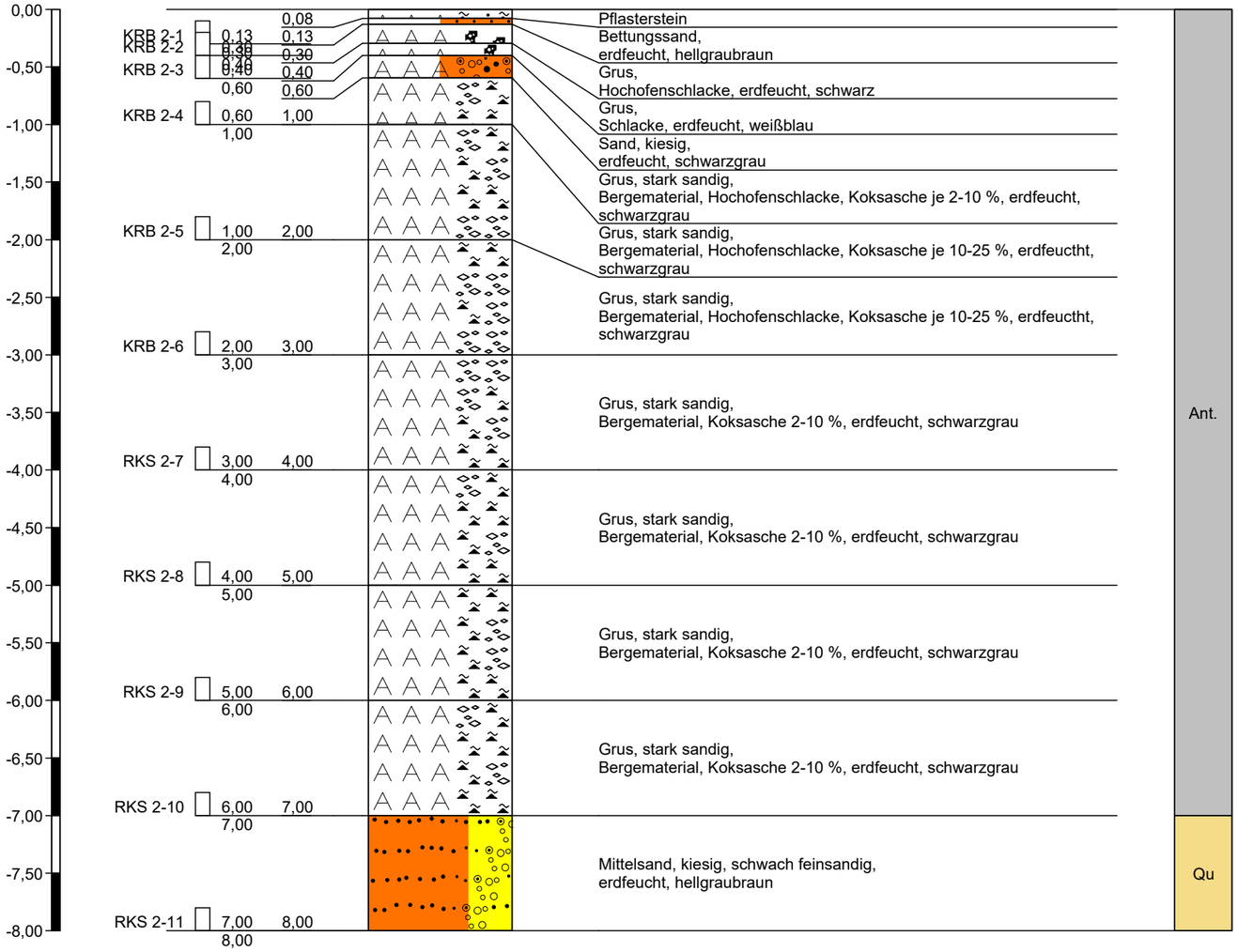
Datum: 24.06.2025

Bearb.: AA (ME)

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

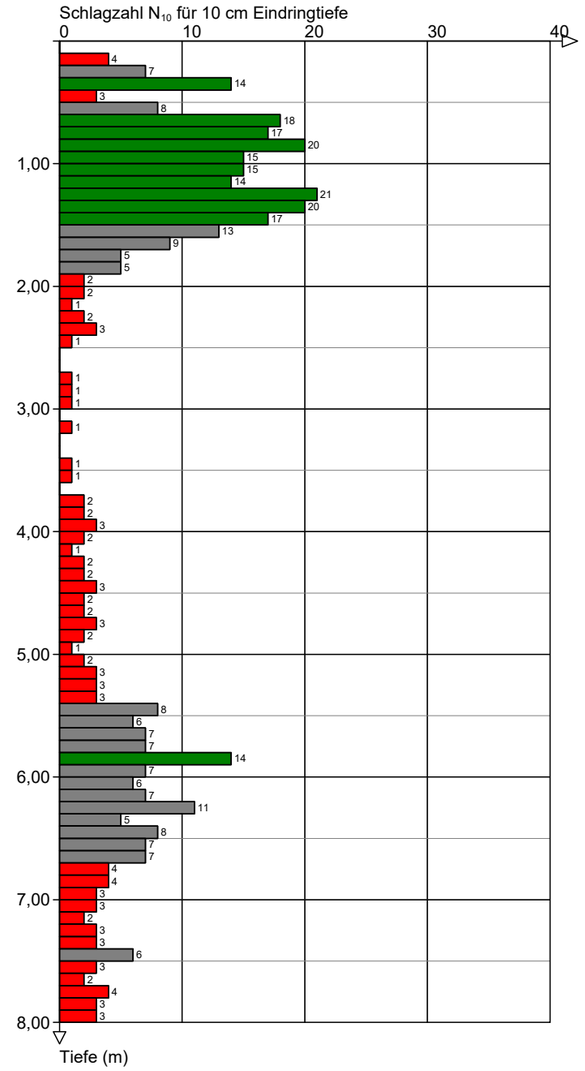
Standort: Ehrenstr. 107, Duisburg (Gemarkung Homberg, Flur 18, Flurstück 1110)
Nutzung: gepflasterter Gehweg
Bemerkungen: Bohrloch zugefallen auf 3,63 m u. GOK

KRB 2



Höhenmaßstab 1:50

RS 2 (DPH)



[redacted]

Projekt: DU, Abenteuerspielplatz Tempoli

[redacted]

Anlage 1.2

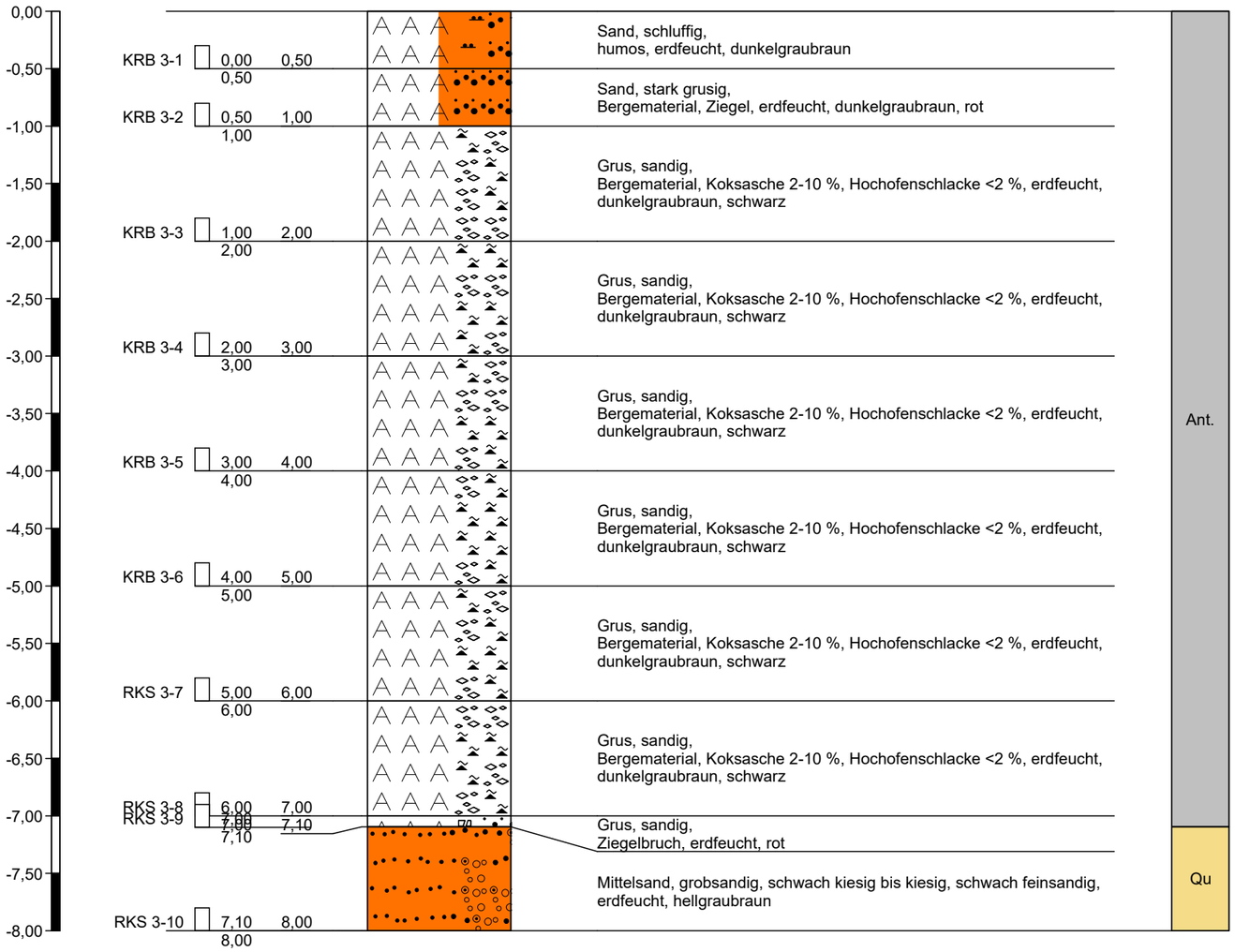
Datum: 24.06.2025

Bearb.: AA (ME)

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

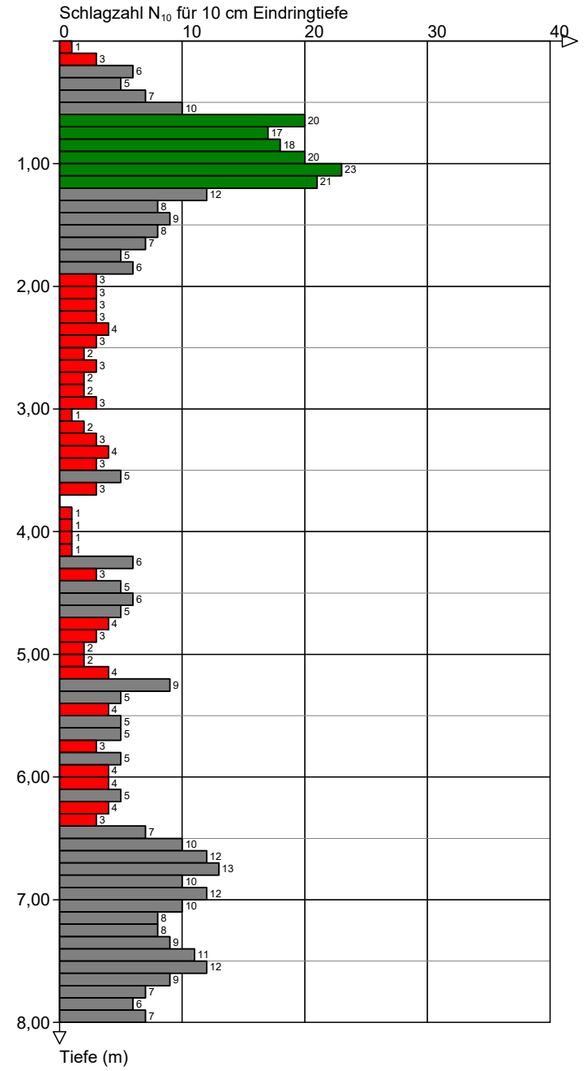
Standort: Ehrenstr. 107, Duisburg (Gemarkung Homberg, Flur 18, Flurstück 1110)
Nutzung: Grünfläche
Bemerkungen: Bohrloch zugefallen auf 1,67 m u. GOK

KRB 3



Höhenmaßstab 1:50

RS 3 (DPH)



[redacted]

Projekt: DU, Abenteuerspielplatz Tempoli

[redacted]

Anlage 1.2

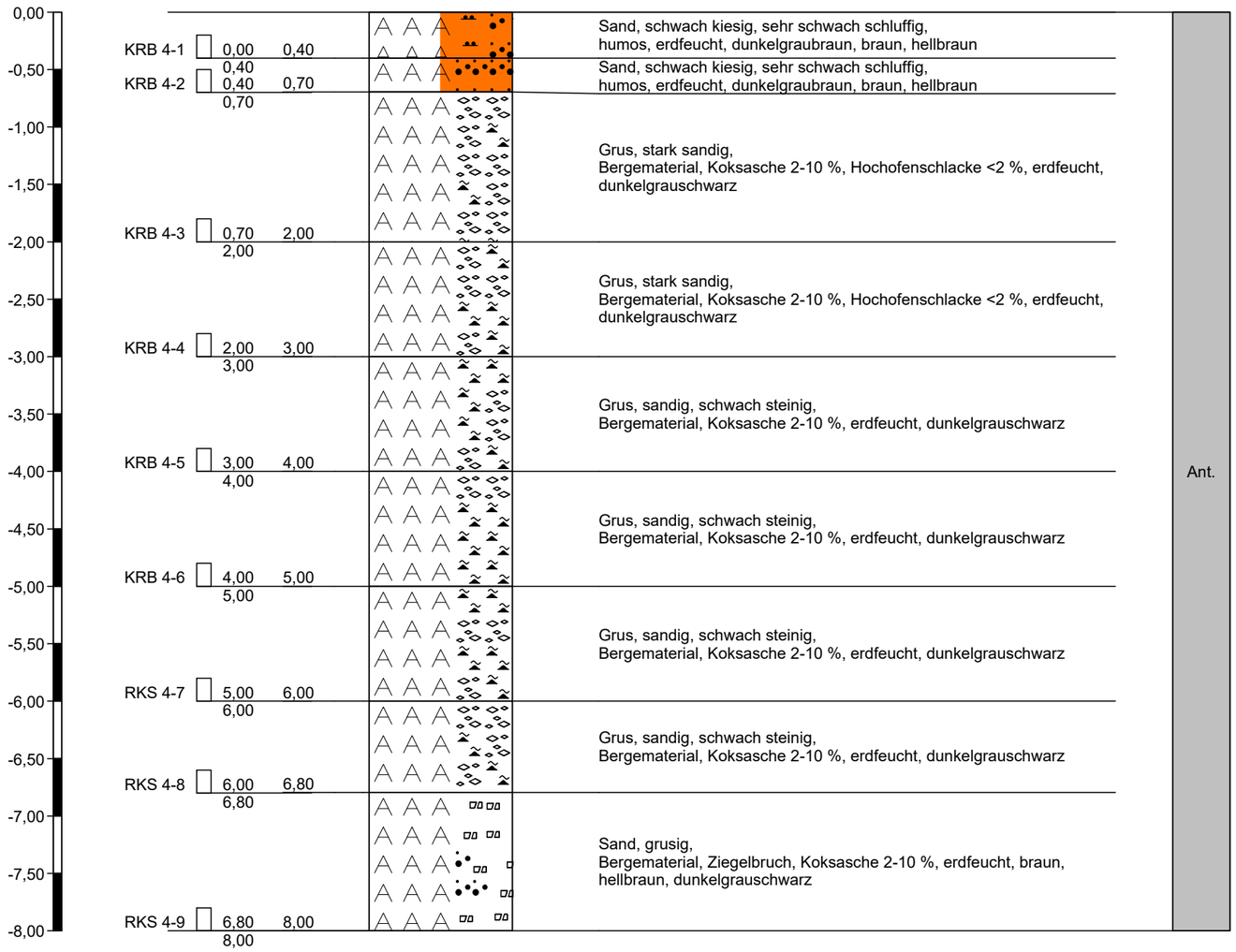
Datum: 24.06.2025

Bearb.: AA (ME)

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

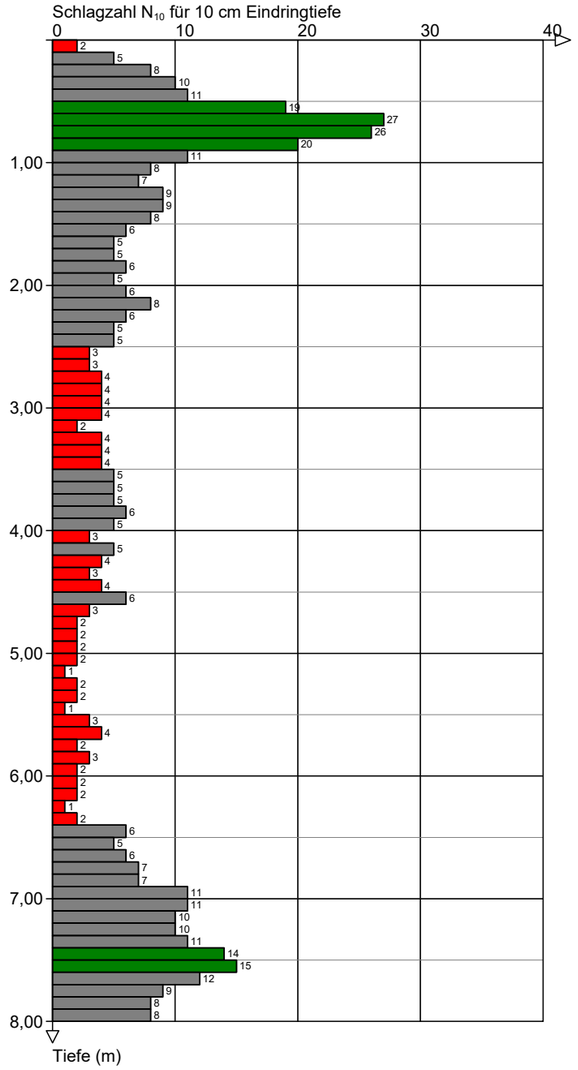
Standort: Ehrenstr. 107, Duisburg (Gemarkung Homberg, Flur 18, Flurstück 1110)
Nutzung: Grünfläche
Bemerkungen: Bohrloch zugefallen auf 3,62 m u. GOK

KRB 4



Höhenmaßstab 1:50

RS 4 (DPH)



[redacted]

Anlage 2

Protokolle der Bodenluftprobenahmen

[redacted]

[redacted]

Bodenluftentnahmeprotokoll

Entnahmeort: DU, Tempoli

Meßstellenausbau:	überflur	unterflur	**temporär**
Oberflächenabdichtung:	**Quellton**		
Durchmesser (cm):	**5**	Tiefe (m): **8**	Material: **HD-PE**
Probenahmegerät:	DESAGA GS 312		
Bez. der A-Kohle:	Dräger Röhrchen Aktivkohle Typ G		
Witterung:	**sonnig**	**bedeckt**	trocken Regen Frost Schneefall
Lufttemperatur:	**19** °C		
Temp. der Bodenluft:	**21,4** °C		
Luftdruck:	1014,1 hPa		

	Klarspülen	Beprobung
Probenahmestelle:	KRB 1	
Pumpdauer (min)	**5**	**10**
Vol.-strom (l / min)	**4**	**2**
gef. Gasmenge (l)	**20**	**20**

Sewerin Multitec 540	**CH_4 (Methan)**	**CO_2**	**O_2**	**H_2S**
	0 Vol.-%	**12 Vol.-%**	**8,1 Vol.-%**	**2 ppm**

Bemerkungen:

Temporäre Bodenluftmessstelle auf 3,77 m unter GOK zugefallen

Bearbeiter:	**Datum u. Uhrzeit der Probenahme**
TL (MSB)	24.06.2025 11:30 Uhr

[redacted]

[redacted]

Bodenluftentnahmeprotokoll

Entnahmeort: DU, Tempoli

Meßstellenausbau:	überflur	unterflur	**temporär**
Oberflächenabdichtung:	**Quellton**		
Durchmesser (cm):	**8**	Tiefe (m): **8**	Material: **HD-PE**
Probenahmegerät:	DESAGA GS 312		
Bez. der A-Kohle:	Dräger Röhrchen Aktivkohle Typ G		
Witterung:	**sonnig**	**bedeckt**	trocken Regen Frost Schneefall
Lufttemperatur:	**20** °C		
Temp. der Bodenluft:	**24,6** °C		
Luftdruck:	1014,1 hPa		

Probenahmestelle:	KRB 2	
	Klarspülen	Beprobung
Pumpdauer (min)	**5**	**10**
Vol.-strom (l / min)	**4**	**2**
gef. Gasmenge (l)	**20**	**20**

Sewerin Multitec 540	**CH_4 (Methan)**	**CO_2**	**O_2**	**H_2S**
	0 Vol.-%	**9 Vol.-%**	**13,2 Vol.-%**	**6 ppm**

Bemerkungen:

Temporäre Bodenluftmessstelle auf 3,63 m unter GOK zugefallen

Bearbeiter:	**Datum u. Uhrzeit der Probenahme**
TL (MSB)	24.06.2025 11:40 Uhr

[redacted]

[redacted]

Bodenluftentnahmeprotokoll

Entnahmeort: DU, Tempoli

Meßstellenausbau:	überflur unterflur **<u>temporär</u>**		
Oberflächenabdichtung:	**Quellton**		
Durchmesser (cm):	**8**	Tiefe (m): **8**	Material: **HD-PE**
Probenahmegerät:	DESAGA GS 312		
Bez. der A-Kohle:	Dräger Röhrchen Aktivkohle Typ G		
Witterung:	sonnig bedeckt trocken Regen Frost Schneefall		
Lufttemperatur:	**18** °C		
Temp. der Bodenluft:	**24,6** °C		
Luftdruck:	1014,4 hPa		

	Klarspülen	Beprobung
Probenahmestelle:	KRB 3	
Pumpdauer (min)	**5**	**10**
Vol.-strom (l / min)	**4**	**2**
gef. Gasmenge (l)	**20**	**20**

Sewerin Multitec 540	**CH_4 (Methan)**	**CO_2**	**O_2**	**H_2S**
	0 Vol.-%	**2 Vol.-%**	**19,6 Vol.-%**	**4 ppm**

Bemerkungen:

Temporäre Bodenluftmessstelle auf 1,67 m unter GOK zugefallen

Bearbeiter:	**Datum u. Uhrzeit der Probenahme**
TL (MSB)	24.06.2025 10:35 Uhr

[redacted]

[redacted]

Bodenluftentnahmeprotokoll

Entnahmeort: DU, Tempoli

Meßstellenausbau:	überflur	unterflur	**temporär**
Oberflächenabdichtung:	**Quellton**		
Durchmesser (cm):	**8**	Tiefe (m): **8**	Material: **HD-PE**
Probenahmegerät:	DESAGA GS 312		
Bez. der A-Kohle:	Dräger Röhrchen Aktivkohle Typ G		
Witterung:	**sonnig**	**bedeckt**	trocken Regen Frost Schneefall
Lufttemperatur:	**19** °C		
Temp. der Bodenluft:	**21,9** °C		
Luftdruck:	1014,1 hPa		

	Klarspülen	Beprobung
Probenahmestelle:	KRB 4	
Pumpdauer (min)	**5**	**10**
Vol.-strom (l / min)	**4**	**2**
gef. Gasmenge (l)	**20**	**20**

Sewerin Multitec 540	**CH_4 (Methan)**	**CO_2**	**O_2**	**H_2S**
	0 Vol.-%	**0 Vol.-%**	**21,0 Vol.-%**	**1 ppm**

Bemerkungen:

Temporäre Bodenluftmessstelle auf 3,42 m unter GOK zugefallen

Bearbeiter:	**Datum u. Uhrzeit der Probenahme**
TL (MSB)	24.06.2025 11:00 Uhr

[redacted]

Anlage 3

Prüfberichte Boden

[redacted]

Prüfbericht-Nr.: 2025P227664 / 1

Auftraggeber	[redacted]
Eingangsdatum	siehe Tabelle
Projekt	DU - Tempoli - Ersatzbau 2025
Material	Boden
Auftrag	Analytik gem. Vorgabe des Auftraggebers
Verpackung	Schraubdeckelglas
Probenmenge	
unsere Auftragsnummer	25213047
Probenahme	durch den Auftraggeber
Probentransport	
Analysenbeginn / -ende	14.07.2025 - 24.07.2025
Probenaufbewahrung	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben bis zwei Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt.
Bemerkung	keine

[redacted]

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Bericht beschriebenen Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Validität der Ergebnisse übernommen, sofern vom Kunden bereitgestellte Daten oder Informationen diese beeinflussen können. Vom Kunden bereitgestellte Daten sind gekennzeichnet. Das Laboratorium übernimmt keine Verantwortung für die Probenahme, sofern diese nicht durch Probenehmer eines zur GBA Group gehörenden Unternehmens oder in dessen Auftrag durchgeführt wurde. In diesem Fall gelten die Ergebnisse für die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung des ausstellenden Unternehmens darf der Prüfbericht weder veröffentlicht noch auszugsweise vervielfältigt werden. Bei einer etwaigen Konformitätsbewertung werden Messunsicherheiten nicht berücksichtigt.

[redacted]

[redacted]

Prüfbericht-Nr.: 2025P227664 / 1

DU - Tempoli - Ersatzbau 2025

unsere Auftragsnummer		25213047	25213047	25213047	25213047
Probe-Nummer		001	002	003	004
Material		Boden	Boden	Boden	Boden
Probenbezeichnung		**MP aus 1-2+1-3**	**EP 2-1**	**EP 2-2**	**MP aus 2-4+2-5**
Probeneingang		14.07.2025	14.07.2025	14.07.2025	14.07.2025
Analysenergebnisse	***Einheit***				
Aussehen		krümelig, steinig	krümelig, steinig	krümelig, steinig	krümelig, steinig
Farbe		schwarz	schwarz	schwarz	schwarz
Angelieferte Probenmenge	kg	0,49	0,4	0,43	0,47
Probenvorbereitung		manuell und Backenbrecher	manuell und Backenbrecher	manuell und Backenbrecher	manuell und Backenbrecher
Trockenrückstand	Masse-%	94,4	85,9	93,6	96,3
EOX	mg/kg TM	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Naphthalin	mg/kg TM	0,37	<0,050	<0,050	0,72
Acenaphthylen	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Acenaphthen	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Fluoren	mg/kg TM	0,097	<0,050	<0,050	0,15
Phenanthren	mg/kg TM	0,36	0,082	<0,050	0,73
Anthracen	mg/kg TM	0,12	<0,050	<0,050	0,31
Fluoranthen	mg/kg TM	0,069	<0,050	<0,050	0,095
Pyren	mg/kg TM	0,059	<0,050	<0,050	0,077
Benz(a)anthracen	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Chrysen	mg/kg TM	0,14	0,066	<0,050	0,20
Benzo(b)+(k)fluoranthen	mg/kg TM	0,087	0,099	<0,050	0,13
Benzo(a)pyren	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Dibenz(a,h)anthracen	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Benzo(g,h,i)perylen	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Summe PAK (16)	mg/kg TM	1,3	<0,75	n.n.	2,4
Arsen	mg/kg TM	41	6,5	4,0	21
Blei	mg/kg TM	94	13	7,7	52
Cadmium	mg/kg TM	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40
Chrom ges.	mg/kg TM	31	28	20	20
Kupfer	mg/kg TM	52	60	5,9	49
Nickel	mg/kg TM	37	73	7,2	34
Quecksilber	mg/kg TM	0,75	<0,10	<0,10	0,45
Thallium	mg/kg TM	<0,40	<0,40	<0,40	0,60
Zink	mg/kg TM	123	36	27	173

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar ngw. = nachgewiesen

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Bericht beschriebenen Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Validität der Ergebnisse übernommen, sofern vom Kunden bereitgestellte Daten oder Informationen diese beeinflussen können. Vom Kunden bereitgestellte Daten sind gekennzeichnet. Das Laboratorium übernimmt keine Verantwortung für die Probenahme, sofern diese nicht durch Probenehmer eines zur GBA Group gehörenden Unternehmens oder in dessen Auftrag durchgeführt wurde. In diesem Fall gelten die Ergebnisse für die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung des ausstellenden Unternehmens darf der Prüfbericht weder veröffentlicht noch auszugsweise vervielfältigt werden. Bei einer etwaigen Konformitätsbewertung werden Messunsicherheiten nicht berücksichtigt.

[redacted]

Prüfbericht-Nr.: 2025P227664 / 1

DU - Tempoli - Ersatzbau 2025

unsere Auftragsnummer		25213047	25213047	25213047	25213047
Probe-Nummer		005	006	007	008
Material		Boden	Boden	Boden	Boden
Probenbezeichnung		**EP 3-1**	**MP aus 3-2+3-3**	**EP 4-1**	**EP 4-3**
Probeneingang		14.07.2025	14.07.2025	14.07.2025	14.07.2025
Analysenergebnisse	***Einheit***				
Aussehen		sandig, krümelig	sandig, steinig, krümelig	sandig, steinig	krümelig, steinig
Farbe		braun	schwarz	braun	schwarz
Angelieferte Probenmenge	kg	0,62	0,9	0,62	0,45
Probenvorbereitung		manuell	manuell und Backenbrecher	manuell	manuell
Trockenrückstand	Masse-%	85,3	94,8	90,9	96,2
EOX	mg/kg TM	<1,0	<1,0	1,7	<1,0
Naphthalin	mg/kg TM	0,096	0,30	0,14	0,64
Acenaphthylen	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Acenaphthen	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Fluoren	mg/kg TM	<0,050	0,076	<0,050	0,19
Phenanthren	mg/kg TM	0,32	0,55	0,31	1,2
Anthracen	mg/kg TM	0,078	<0,050	<0,050	0,054
Fluoranthen	mg/kg TM	0,79	0,19	0,39	0,31
Pyren	mg/kg TM	0,61	0,15	0,29	0,24
Benz(a)anthracen	mg/kg TM	0,41	0,092	0,21	0,15
Chrysen	mg/kg TM	0,52	0,27	0,33	0,43
Benzo(b)+(k)fluoranthen	mg/kg TM	1,1	0,33	0,70	0,54
Benzo(a)pyren	mg/kg TM	0,39	0,086	0,20	0,13
Dibenz(a,h)anthracen	mg/kg TM	0,067	<0,050	0,053	0,061
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TM	0,17	<0,050	0,095	0,066
Benzo(g,h,i)perylen	mg/kg TM	0,15	<0,050	0,082	0,058
Summe PAK (16)	mg/kg TM	4,7	2,0	2,8	4,1
Arsen	mg/kg TM	11	18	14	26
Blei	mg/kg TM	174	127	151	92
Cadmium	mg/kg TM	0,82	<0,40	2,3	<0,40
Chrom ges.	mg/kg TM	25	33	39	24
Kupfer	mg/kg TM	43	44	73	62
Nickel	mg/kg TM	20	31	33	32
Quecksilber	mg/kg TM	0,16	0,35	0,61	0,58
Thallium	mg/kg TM	0,49	0,62	0,83	0,41
Zink	mg/kg TM	407	298	815	193

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar ngw. = nachgewiesen

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Bericht beschriebenen Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Validität der Ergebnisse übernommen, sofern vom Kunden bereitgestellte Daten oder Informationen diese beeinflussen können. Vom Kunden bereitgestellte Daten sind gekennzeichnet. Das Laboratorium übernimmt keine Verantwortung für die Probenahme, sofern diese nicht durch Probenehmer eines zur GBA Group gehörenden Unternehmens oder in dessen Auftrag durchgeführt wurde. In diesem Fall gelten die Ergebnisse für die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung des ausstellenden Unternehmens darf der Prüfbericht weder veröffentlicht noch auszugsweise vervielfältigt werden. Bei einer etwaigen Konformitätsbewertung werden Messunsicherheiten nicht berücksichtigt.

[redacted]

Prüfbericht-Nr.: 2025P227664 / 1

DU - Tempoli - Ersatzbau 2025

Angewandte Verfahren

Parameter	BG	Einheit	MU %	Methode
Aussehen				organoleptisch $_{2}$
Farbe				organoleptisch $_{2}$
Angelieferte Probenmenge		kg		- $_{2}$
Probenvorbereitung				DIN ISO 11464: 2006-12^{a} $_{2}$
Trockenrückstand	0,10	Masse-%	5	DIN EN 15934: 2012-11^{a} $_{2}$
EOX	1,0	mg/kg TM	38	DIN 38414-17: 2017-01^{a} $_{2}$
Naphthalin	0,050	mg/kg TM	23	DIN ISO 18287: 2006-05^{a} $_{2}$
Acenaphthylen	0,050	mg/kg TM	38	DIN ISO 18287: 2006-05^{a} $_{2}$
Acenaphthen	0,050	mg/kg TM	25	DIN ISO 18287: 2006-05^{a} $_{2}$
Fluoren	0,050	mg/kg TM	30	DIN ISO 18287: 2006-05^{a} $_{2}$
Phenanthren	0,050	mg/kg TM	15	DIN ISO 18287: 2006-05^{a} $_{2}$
Anthracen	0,050	mg/kg TM	25	DIN ISO 18287: 2006-05^{a} $_{2}$
Fluoranthen	0,050	mg/kg TM	22	DIN ISO 18287: 2006-05^{a} $_{2}$
Pyren	0,050	mg/kg TM	25	DIN ISO 18287: 2006-05^{a} $_{2}$
Benz(a)anthracen	0,050	mg/kg TM	20	DIN ISO 18287: 2006-05^{a} $_{2}$
Chrysen	0,050	mg/kg TM	25	DIN ISO 18287: 2006-05^{a} $_{2}$
Benzo(b)+(k)fluoranthen	0,050	mg/kg TM	35	DIN ISO 18287: 2006-05^{a} $_{2}$
Benzo(a)pyren	0,050	mg/kg TM	20	DIN ISO 18287: 2006-05^{a} $_{2}$
Dibenz(a,h)anthracen	0,050	mg/kg TM	40	DIN ISO 18287: 2006-05^{a} $_{2}$
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,050	mg/kg TM	40	DIN ISO 18287: 2006-05^{a} $_{2}$
Benzo(g,h,i)perylen	0,050	mg/kg TM	28	DIN ISO 18287: 2006-05^{a} $_{2}$
Summe PAK (16)	0,75	mg/kg TM	38	DIN ISO 18287: 2006-05^{a} $_{2}$
Arsen	4,0	mg/kg TM	16	DIN EN 16171: 2017-01^{a} $_{91}$
Blei	4,0	mg/kg TM	22	DIN EN 16171: 2017-01^{a} $_{91}$
Cadmium	0,40	mg/kg TM	31	DIN EN 16171: 2017-01^{a} $_{91}$
Chrom ges.	4,0	mg/kg TM	16	DIN EN 16171: 2017-01^{a} $_{91}$
Kupfer	4,0	mg/kg TM	17	DIN EN 16171: 2017-01^{a} $_{91}$
Nickel	4,0	mg/kg TM	24	DIN EN 16171: 2017-01^{a} $_{91}$
Quecksilber	0,10	mg/kg TM	16	DIN EN 16171: 2017-01^{a} $_{91}$
Thallium	0,40	mg/kg TM		DIN EN 16171: 2017-01^{a} $_{91}$
Zink	4,0	mg/kg TM	20	DIN EN 16171: 2017-01^{a} $_{91}$

Die Messunsicherheit (MU) wurde berechnet nach DIN ISO 11352:2013-03 als erweiterte, kombinierte Unsicherheit mit k=2 (95 %), Probenahme nicht inbegriffen.

Die mit ^{a} gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren des ausführenden Untersuchungslabors. Die Bestimmungsgrenzen (BG) können matrixbedingt variieren.

Untersuchungslabor: $_{2}$GBA Gelsenkirchen (D-PL-14170-01) $_{91}$Geotaix (D-PL-14570-01)

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar ngw. = nachgewiesen

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Bericht beschriebenen Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Validität der Ergebnisse übernommen, sofern vom Kunden bereitgestellte Daten oder Informationen diese beeinflussen können. Vom Kunden bereitgestellte Daten sind gekennzeichnet. Das Laboratorium übernimmt keine Verantwortung für die Probenahme, sofern diese nicht durch Probenehmer eines zur GBA Group gehörenden Unternehmens oder in dessen Auftrag durchgeführt wurde. In diesem Fall gelten die Ergebnisse für die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung des ausstellenden Unternehmens darf der Prüfbericht weder veröffentlicht noch auszugsweise vervielfältigt werden. Bei einer etwaigen Konformitätsbewertung werden Messunsicherheiten nicht berücksichtigt.

[redacted]

Anlage 4

Prüfberichte Bodenluft

[redacted]

Prüfbericht-Nr.: 2025P224619 / 1

Auftraggeber	agus GmbH
Eingangsdatum	siehe Tabelle
Projekt	Abenteuerspielplatz Tempoli
Material	Bodenluft
Auftrag	Analytik gem. Vorgabe des Auftraggebers
Verpackung	Aktivkohleröhrchen
Probenmenge	
unsere Auftragsnummer	25211952
Probenahme	durch den Auftraggeber
Probentransport	
Labor	GBA Gesellschaft für Bioanalytik mbH
Analysenbeginn / -ende	26.06.2025 - 03.07.2025
Probenaufbewahrung	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben bis zwei Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt.
Bemerkung	keine

[redacted]

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Bericht beschriebenen Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Validität der Ergebnisse übernommen, sofern vom Kunden bereitgestellte Daten oder Informationen diese beeinflussen können. Vom Kunden bereitgestellte Daten sind gekennzeichnet. Das Laboratorium übernimmt keine Verantwortung für die Probenahme, sofern diese nicht durch Probenehmer eines zur GBA Group gehörenden Unternehmens oder in dessen Auftrag durchgeführt wurde. In diesem Fall gelten die Ergebnisse für die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung des ausstellenden Unternehmens darf der Prüfbericht weder veröffentlicht noch auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln sind in den AGB (www.gba-group.com/agb) einzusehen.

[redacted]

[redacted]

Prüfbericht-Nr.: 2025P224619 / 1

Abenteuerspielplatz Tempoli

unsere Auftragsnummer		25211952	25211952	25211952	25211952
Probe-Nummer		001	002	003	004
Material		Bodenluft	Bodenluft	Bodenluft	Bodenluft
Probenbezeichnung		**BL-2025-1**	**BL-2025-2**	**BL-2025-3**	**BL-2025-4**
Probeneingang		26.06.2025	26.06.2025	26.06.2025	26.06.2025
Analysenergebnisse	***Einheit***				
Probenahmevolumen	L	20,0	20,0	20,0	20,0
Summe BTEX	mg/m³	0,751	0,565	1,01	0,85
Benzol	mg/m³	0,031	<0,025	<0,025	<0,025
Toluol	mg/m³	0,36	0,28	0,50	0,44
Ethylbenzol	mg/m³	0,090	0,070	0,13	0,11
m-/p-Xylol	mg/m³	0,16	0,13	0,23	0,18
o-Xylol	mg/m³	0,11	0,085	0,15	0,12
Styrol	mg/m³	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13
Cumol	mg/m³	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
1,2,4-Trimethylbenzol	mg/m³	0,19	0,16	0,22	0,16
1,3,5-Trimethylbenzol	mg/m³	0,046	0,038	0,055	0,042
Naphthalin	mg/m³	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
1-Chlorbenzol	mg/m³	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Summe LCKW	mg/m³	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Vinylchlorid	mg/m³	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Trichlorfluormethan (F-11)	mg/m³	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
1,1-Dichlorethen	mg/m³	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Dichlormethan	mg/m³	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
trans-1,2-Dichlorethen	mg/m³	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
1,1-Dichlorethan	mg/m³	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
cis-1,2-Dichlorethen	mg/m³	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Trichlormethan	mg/m³	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
1,1,1-Trichlorethan	mg/m³	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Tetrachlormethan	mg/m³	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
1,2-Dichlorethan	mg/m³	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Trichlorethen	mg/m³	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
1,1,2-Trichlorethan	mg/m³	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Tetrachlorethen	mg/m³	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
1,1,1,2-Tetrachlorethan	mg/m³	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
1,1,2,2-Tetrachlorethan	mg/m³	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar ngw. = nachgewiesen

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Bericht beschriebenen Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Validität der Ergebnisse übernommen, sofern vom Kunden bereitgestellte Daten oder Informationen diese beeinflussen können. Vom Kunden bereitgestellte Daten sind gekennzeichnet. Das Laboratorium übernimmt keine Verantwortung für die Probenahme, sofern diese nicht durch Probenehmer eines zur GBA Group gehörenden Unternehmens oder in dessen Auftrag durchgeführt wurde. In diesem Fall gelten die Ergebnisse für die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung des ausstellenden Unternehmens darf der Prüfbericht weder veröffentlicht noch auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln sind in den AGB (www.gba-group.com/agb) einzusehen.

[redacted]

Prüfbericht-Nr.: 2025P224619 / 1

Abenteuerspielplatz Tempoli

Angewandte Verfahren

Parameter	BG	Einheit	MU %	Methode
Probenahmevolumen		L		Volumenmessung 2
Summe BTEX		mg/m³	9	berechnet 2
Benzol		mg/m³	30	VDI 3865-3: 1998-06ª 2
Toluol		mg/m³	26	VDI 3865-3: 1998-06ª 2
Ethylbenzol		mg/m³	30	VDI 3865-3: 1998-06ª 2
m-/p-Xylol		mg/m³	30	VDI 3865-3: 1998-06ª 2
o-Xylol		mg/m³	30	VDI 3865-3: 1998-06ª 2
Styrol		mg/m³	30	VDI 3865-3: 1998-06ª 2
Cumol		mg/m³		VDI 3865-3: 1998-06ª 2
1,2,4-Trimethylbenzol		mg/m³	30	VDI 3865-3: 1998-06ª 2
1,3,5-Trimethylbenzol		mg/m³	30	VDI 3865-3: 1998-06ª 2
Naphthalin		mg/m³		VDI 3865-3: 1998-06ª 2
1-Chlorbenzol		mg/m³		VDI 3865-3: 1998-06ª 2
Summe LCKW		mg/m³		berechnet 2
Vinylchlorid		mg/m³	30	VDI 3865-3: 1998-06ª 2
Trichlorfluormethan (F-11)		mg/m³	20	VDI 3865-3: 1998-06ª 2
1,1-Dichlorethen		mg/m³	30	VDI 3865-3: 1998-06ª 2
Dichlormethan		mg/m³	25	VDI 3865-3: 1998-06ª 2
trans-1,2-Dichlorethen		mg/m³	30	VDI 3865-3: 1998-06ª 2
1,1-Dichlorethan		mg/m³	30	VDI 3865-3: 1998-06ª 2
cis-1,2-Dichlorethen		mg/m³	30	VDI 3865-3: 1998-06ª 2
Trichlormethan		mg/m³	30	VDI 3865-3: 1998-06ª 2
1,1,1-Trichlorethan		mg/m³	30	VDI 3865-3: 1998-06ª 2
Tetrachlormethan		mg/m³	30	VDI 3865-3: 1998-06ª 2
1,2-Dichlorethan		mg/m³	30	VDI 3865-3: 1998-06ª 2
Trichlorethen		mg/m³	30	VDI 3865-3: 1998-06ª 2
1,1,2-Trichlorethan		mg/m³	30	VDI 3865-3: 1998-06ª 2
Tetrachlorethen		mg/m³	30	VDI 3865-3: 1998-06ª 2
1,1,1,2-Tetrachlorethan		mg/m³	30	VDI 3865-3: 1998-06ª 2
1,1,2,2-Tetrachlorethan		mg/m³	30	VDI 3865-3: 1998-06ª 2

Die Messunsicherheit (MU) wurde berechnet nach DIN ISO 11352:2013-03 als erweiterte, kombinierte Unsicherheit mit k=2 (95 %), Probenahme nicht inbegriffen.

Die mit ª gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren des ausführenden Untersuchungslabors. Die Bestimmungsgrenzen (BG) können matrixbedingt variieren.

[redacted]

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar ngw. = nachgewiesen

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Bericht beschriebenen Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Validität der Ergebnisse übernommen, sofern vom Kunden bereitgestellte Daten oder Informationen diese beeinflussen können. Vom Kunden bereitgestellte Daten sind gekennzeichnet. Das Laboratorium übernimmt keine Verantwortung für die Probenahme, sofern diese nicht durch Probenehmer eines zur GBA Group gehörenden Unternehmens oder in dessen Auftrag durchgeführt wurde. In diesem Fall gelten die Ergebnisse für die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung des ausstellenden Unternehmens darf der Prüfbericht weder veröffentlicht noch auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln sind in den AGB (www.gba-group.com/agb) einzusehen.