

Hauptsitz Düsseldorf

Benrodestraße 125 Tel. 0211 / 979 46-3
40597 Düsseldorf Fax 0211 / 979 46-46

Büro Mülheim / Ruhr

Richard Wagner Str. 18 Tel. 0208 / 47 53 43
45478 Mülheim / Ruhr Fax 0208 / 4 44 45 46

Büro Köln

Stolberger Straße 2 Tel. 0221 / 955 98 35
50933 Köln

info@geo-RheinRuhr.de
www.geo-RheinRuhr.de

Dipl.-Geol. R. Link

Dipl.-Geol. H. v. Seggern VBI

Handelsregister Düsseldorf HRB 29879

Steuer-Nr.: 106 / 5702 / 3230

Maßnahme:	Boden- und Baugrunduntersuchung Sportanlage Am Förkelsgraben Am Förkelsgraben 55 47259 Duisburg (40 Seiten, 7 Abbildungen, 23 Tabellen, 31 Anlagen)
Auftraggeber:	DuisburgSport Margaretenstraße 11 47055 Duisburg
Planung:	Geo3 GmbH
Projektnummer:	22 0323
Bericht:	22 0323 - 01
Datum:	24.02.2023
Projektleiter:	Dipl.-Geologe Helge von Seggern

Inhaltsverzeichnis

1	Bauvorhaben und Aufgabenstellung	7
2	Geologischer Überblick	8
3	Durchgeführte Untersuchungen	10
3.1	Geländearbeiten	10
3.2	Laborversuche	10
3.3	Chemische Untersuchungen	10
4	Ergebnisse der Untersuchungen Wettkampfanlage	11
4.1	Boden- und Wasserverhältnisse	12
4.2	Bodenmechanische Laborversuche	13
4.3	Chemische Untersuchungen	15
4.4	Zusammenfassung der Ergebnisse	17
5	Ergebnisse der Untersuchungen Naturrasenspielfeld	18
5.1	Boden- und Wasserverhältnisse	19
5.2	Bodenmechanische Laborversuche	19
5.3	Chemische Untersuchungen	20
5.4	Zusammenfassung der Ergebnisse	21
6	Ergebnisse der Untersuchungen Tennenspielfeld	22
6.1	Boden- und Wasserverhältnisse	23
6.2	Bodenmechanische Laborversuche	24
6.3	Chemische Untersuchungen	26
6.4	Zusammenfassung der Ergebnisse	27
7	Ergebnisse der Untersuchungen Gebäude	28
7.1	Boden- und Wasserverhältnisse	29
7.2	Bodenmechanische Laborversuche	29
7.3	Chemische Untersuchungen	30
7.4	Gründungstechnische Beurteilung	31
7.5	Zusammenfassung der Ergebnisse	32

8	Ergebnisse der Untersuchungen Zufahrt	33
8.1	Boden- und Wasserverhältnisse	34
8.2	Bodenmechanische Laborversuche	34
8.3	Chemische Untersuchungen	35
8.4	Zusammenfassung der Ergebnisse	35
9	Beurteilung der Versickerungsmöglichkeiten	36
10	Homogenbereiche	37
11	Umweltgeologische Schlussfolgerungen	39
12	Entsorgungswege	39
13	Hinweise zu den Erdarbeiten	39
14	Ergänzende Hinweise	40

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Untersuchungsprogramm Bodenmechanik Wettkampfanlage
Tabelle 2:	Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche Wettkampfanlage
Tabelle 3:	Probenplan und Untersuchungsprogramm Wettkampfanlage
Tabelle 4:	Ergebnisse der chemischen Untersuchungen Wettkampfanlage
Tabelle 5:	Untersuchungsprogramm Bodenmechanik Naturrasenspielfeld
Tabelle 6:	Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche Naturrasenspielfeld
Tabelle 7:	Probenplan und Untersuchungsprogramm Naturrasenspielfeld
Tabelle 8:	Ergebnisse der chemischen Untersuchungen Naturrasenspielfeld
Tabelle 9:	Untersuchungsprogramm Bodenmechanik Tennenspielfeld
Tabelle 10:	Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche Tennenspielfeld
Tabelle 11:	Probenplan und Untersuchungsprogramm Tennenspielfeld
Tabelle 12:	Ergebnisse der chemischen Untersuchungen Tennenspielfeld
Tabelle 13:	Untersuchungsprogramm Bodenmechanik Gebäude
Tabelle 14:	Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche Gebäude
Tabelle 15:	Probenplan und Untersuchungsprogramm Gebäude
Tabelle 16:	Ergebnisse der chemischen Untersuchungen Gebäude
Tabelle 17:	Untersuchungsprogramm Bodenmechanik Zufahrt
Tabelle 18:	Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche Zufahrt
Tabelle 19:	Probenplan und Untersuchungsprogramm Zufahrt
Tabelle 20:	Ergebnisse der chemischen Untersuchungen Zufahrt
Tabelle 21:	Verbreitung und Oberkanten der rolligen Böden
Tabelle 22:	Homogenbereiche Auffüllungen
Tabelle 23:	Homogenbereiche Boden

Anlagenverzeichnis

- 1 Übersichtsplan
- 2 Lageplan mit Eintragung der Untersuchungsstellen
- 3 Wettkampfanlage
 - 3.1 Lageplan
 - 3.2 Bohrprofile und Schichtenverzeichnisse
 - 3.3 Schurfprofile
 - 3.4 Höhengerechte Zusammenstellung der Profile
 - 3.5 Kornsummenkurven
 - 3.6 Laborberichte Laboratorien Dr. Döring GmbH
- 4 Naturrasenspielfeld
 - 4.1 Lageplan
 - 4.2 Bohrprofile und Schichtenverzeichnisse
 - 4.3 Schurfprofile
 - 4.4 Höhengerechte Zusammenstellung der Profile
 - 4.5 Kornsummenkurven
 - 4.6 Laborberichte Laboratorien Dr. Döring GmbH
- 5 Tennenspielfeld
 - 5.1 Lageplan
 - 5.2 Bohrprofile und Schichtenverzeichnisse
 - 5.3 Schurfprofile
 - 5.4 Höhengerechte Zusammenstellung der Profile
 - 5.5 Kornsummenkurven
 - 5.6 Laborberichte Laboratorien Dr. Döring GmbH
- 6 Gebäude
 - 6.1 Lageplan
 - 6.2 Bohrprofile und Schichtenverzeichnisse
 - 6.3 Rammdiagramme
 - 6.4 Höhengerechte Zusammenstellung der Profile
 - 6.5 Kornsummenkurven
 - 6.6 Laborberichte Laboratorien Dr. Döring GmbH

7 Zufahrt

7.1 Lageplan

7.2 Bohrprofile und Schichtenverzeichnisse

7.3 Höhengerechte Zusammenstellung der Profile

7.4 Kornsummenkurven

7.5 Laborberichte Laboratorien Dr. Döring GmbH

Abkürzungsverzeichnis

BBodSchV	Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung; 12.07.1999
DIN 4149	Bauten in deutschen Erdbebengebieten – Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten
DIN EN ISO 22475-1: 2022-02	Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Probeentnahmeverfahren und Grundwassermessungen – Teil 1: Technische Grundlagen für die Probenentnahme von Boden, Fels und Grundwasser
DIN EN ISO 22476-2: 2012-03	Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Felduntersuchungen – Teil 2: Rammsondierungen
DWA A-138	DWA-Regelwerk - Arbeitsblatt DWA-A 138, Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser
ELWAS	Elektronisches wasserwirtschaftliches Verbundsystem für die Wasserwirtschaftsverwaltung in NRW (www.elwasweb.nrw.de)
GK 25	Geologische Karte 1:25.000
IS GK 100	Informationssystem Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen 1:100.000
LAGA „Bauschutt“ (1997)	Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 20: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen / Abfällen – Technische Regeln
LAGA TR Boden (2004)	Länderarbeitsgemeinschaft Abfall: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen: Teil II: Technische Regeln für die Verwertung 1.2 Bodenmaterial (TR Boden)
Placzek (1985)	Placzek, D. (1985): Vergleichende Untersuchungen beim Einsatz statischer und dynamischer Sonden. - Geotechnik, 8, 68-75, 13 Bilder, 3 Tab.; Essen (DGEG)
TOC	total organic carbon (Gesamtgehalt an organischem Kohlenstoff)
PAK	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
KW	Kohlenwasserstoffe
Pb, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Zn	Schwermetalle: Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Quecksilber, Nickel, Zink

1 Bauvorhaben und Aufgabenstellung

Die Sportanlage Am Förkelsgraben in Duisburg soll modernisiert werden. Als Grundlage für die Planung der Umgestaltung der Außenanlagen und Spielflächen sind Boden- und Baugrunduntersuchungen erforderlich.

Die BG RheinRuhr GmbH wurde mit den entsprechenden Leistungen auf Grundlage der Ausschreibung beauftragt. Das Untersuchungsprogramm wurde basierend auf dem nachträglich aktualisierten Anforderungsprofil in Abstimmung mit der Planungsgesellschaft entsprechend erweitert. Im Einzelnen waren folgende Flächen zu untersuchen.

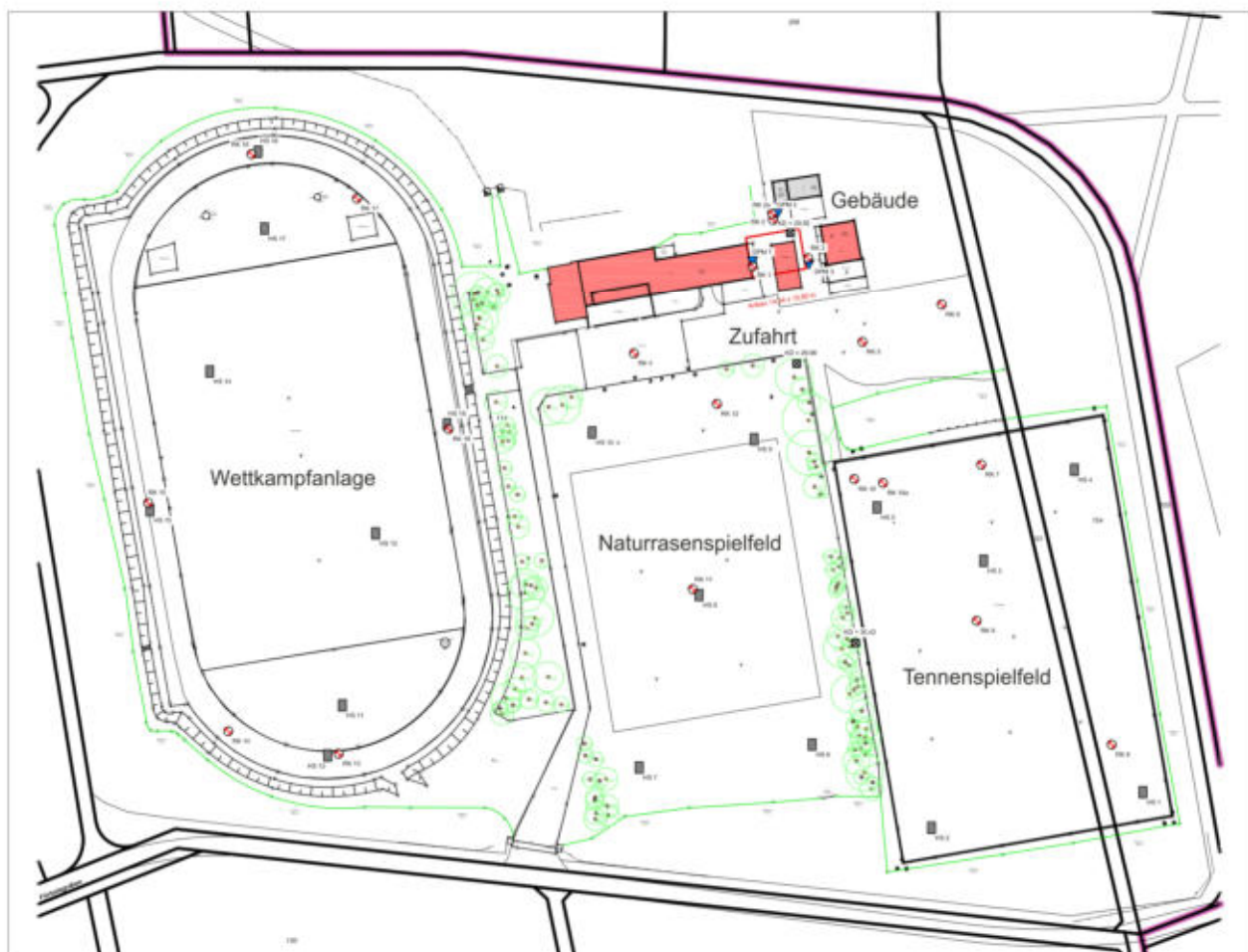


Abb. 1: Untersuchungsbereiche

Nähere Angaben zu der technischen Umsetzung der geplanten Baumaßnahmen liegen hier noch nicht vor.

Ergänzend zu den geotechnischen Arbeiten wurden auch die maßgeblichen Grundwasserstände beim Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) angefragt.

2 Geologischer Überblick

Das Untersuchungsgebiet liegt in Duisburg-Hüttenheim. Nach den einschlägigen Kartenwerken (IS GK 100 und GK 25 Blatt Kaiserswerth 4606; alt: 2648) liegen hier quartäre Hochflutbildungen und Bachsedimente der Niederterrasse auf.

Dieser generelle Aufbau wurde durch die durchgeführten geotechnischen Untersuchungen bestätigt. Demnach wird der tiefere Untergrund durch die Ablagerungen der quartären Niederterrasse des Rheins gebildet. Diese bestehen aus Sanden und Kies-Sand-Gemengen, wobei der kiesige Anteil mit zunehmender Tiefe tendenziell zunimmt. Dies ist für den gesamten Untersuchungsbereich und alle Teilflächen zutreffend. Darüber sind bindige Böden vorhanden (Schluff-Ton-Sand-Gemenge). Aufliegend wurden an allen Untersuchungsstellen Auffüllungen angetroffen.



Abbildung 1: Geologische Karte, Maßstab ca. 1:25.000 mit Eintragung des Untersuchungsgebietes

Das Grundstück liegt nach DIN 4149 in der Erdbebenzone 0, Untergrundklasse T.

Hydrogeologisch gesehen gehört das Untersuchungsgebiet gemäß ELWAS-WEB (elektronisches wasserwirtschaftliches Verbundsystem - elwasweb.nrw.de) zum Flussgebiet des Rheins. Das zugehörige verdichtete Einzugsgebiet ist die Anger in einer Entfernung von ca. 500 m in östliche Richtung.

Der Grundwasserkörper ist hier als Porengrundwasserleiter mit einer hohen Durchlässigkeit ausgeprägt. Das Untersuchungsgebiet liegt bei einem hundertjährigen Hochwasser und bei Versagen der Schutzeinrichtungen in einem überschwemmungsgefährdeten Bereich.

Nach Auskunft des LANUV sind folgende maßgebliche Wasserstände anzusetzen:

Höchster bisher gemessener Grundwasserstand (HGW):	~ 26,2 mNHN
Mittlerer höchster Grundwasserstand (MHGW):	~ 24,0 mNHN
Mittlerer Grundwasserstand (MGW):	~ 23,0 mNHN
Niedrigste Grundwasserstand:	~ 20,0 mNHN

Das Grundstück liegt nicht in einer festgesetzten oder geplanten Trinkwasserschutzzone.

Es liegen keine Informationen zu Kampfmitteln auf der zu untersuchenden Fläche vor.

3 Durchgeführte Untersuchungen

3.1 Geländearbeiten

Die geotechnischen Untersuchungen wurden in der 4. und 5. KW 2023 durchgeführt.

Für die Erfassung der Boden- und Baugrunduntersuchungen wurden insgesamt 18 Rammkernsondierungen (DIN 4021 / DIN EN ISO 22475-1, \varnothing 36-60 mm) abgeteuft. An 18 Untersuchungsstellen wurde der technische Aufbau durch Schürfungen erfasst. Zusätzlich wurden im Bereich der geplanten Hochbaumaßnahme drei Rammsondierungen mit der Mittelschweren Rammsonde abgeteuft.

Bodenproben wurden pro laufendem Meter und / oder Schichtwechsel entnommen. Die Entnahmetiefen sind in den Anlagen angegeben. Die Rückstellproben werden für 6 Monate fachgerecht aufbewahrt, sofern zwischenzeitlich keine andere Weisung erfolgt.

Die Aufschlusspunkte wurden nach Höhe und Lage eingemessen. Das Höhenaufmaß erfolgte bezogen auf Kanalschachtdeckel auf dem Gelände mit in den vorliegenden Unterlagen angegebenen Höhen.

Die Lage der Untersuchungsstellen ist den Plänen in den Anlagen 2 und 3.1 bis 7.1 dargestellt. Die verwendeten Höhenbezugspunkte sind zusätzlich eingetragen. Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in den Anlagen dargestellt. Die gemessenen Höhen sind über den Profilen in der Anlage angegeben.

3.2 Laborversuche

Es wurden von insgesamt 20 Misch- und Einzelproben im Erdbaulabor der BG RheinRuhr GmbH die Kornsummenkurven ermittelt. Die Wasserdurchlässigkeitswerte wurden durch die Auswertung der Kornsummenkurven abgeleitet.

3.3 Chemische Untersuchungen

Es wurden 16 Misch- und Einzelproben der Laboratorien Dr. Döring GmbH für die Analysen übergeben.

4 Ergebnisse der Untersuchungen Wettkampfanlage

Im Bereich der Wettkampfanlage wurden die Rammkernsondierungen RK 13 bis RK 18 abgeteuft und die Schürfe HS 11 bis HS 18 angelegt. Ein Lageplan ist als Anlage 3.1 beigefügt. Die Ergebnisse sind in den Anlagen 3.2 bis 3.4 dokumentiert.

Nach dem durchgeführten Nivellement liegen die Geländehöhen zwischen 29,41 mNHN und 29,71 mNHN.



Foto 1: Wettkampfanlage

4.1 Boden- und Wasserverhältnisse

Die Spielfläche ist als Rasenplatz ausgebildet und wurde durch die Schürfe HS 12 und HS 14 erfasst. Demnach folgt unter der 0,15 m starken Rasendeckschicht bis zur Endtiefe der Schürfe von 0,50 m aufgefüllter / umgelagerter Lehm.

An den Segmenten (Schürfe HS 11 und HS 17) bestehen die Deckschichten aus Tennenmaterial, welches an dem Aufschluss HS 11 mit einer gering mächtigen Mischschicht (0,04 m) aus Oberbodenmaterial und Tennenmaterial abgedeckt ist. Unter den Tennenschichten folgten Schlacken, die bis in Tiefen zwischen 0,20 m und 0,40 m angetroffen wurden. Unterlagert wurden die Schlacken von Kiessanden, die am Schurf HS 11 ca. 20 % Schlacken enthielten. An dem Aufschluss HS 11 reichten die rolligen Materialien bis 0,40 m. Darunter folgten noch bindige Materialien. An Schurf HS 17 reichten die Sande dagegen bis zur Endteufe von 0,50 m.

Die Deckschichten der Laufbahn werden durch Tennenmaterialien auf Schlacken gebildet. Unterlagert wurden diese Materialien von teils bindigen, teils rolligen Auffüllungen, die bis in Tiefen zwischen 0,45 m und 1,40 m erbohrt wurden. Darunter lagen bindige Sedimente, die dann von den rolligen Böden der Niederterrasse unterlagert wurden. Diese Schichtgrenze lag zwischen 2,60 m und 4,00 m.

Für die Laufbahn und Segmente ist zu berücksichtigen, dass die Deckschichten teils/meist stark mit Oberboden- und Erdmaterialien „vermengt/verunreinigt“ sind. Die ehemals vorhandenen Tennenschichten sind so nicht mehr vorhanden. Vielmehr handelt es sich mindestens in Teilbereichen um Mischgüter, was eine entsprechende Wiederverwertung einschränkt.

Grundwasser wurde nicht angetroffen.

4.2 Bodenmechanische Laborversuche

Es wurden im Erdbaulabor der BG RheinRuhr GmbH von ausgewählten Materialien die Kornsummenkurven bestimmt und die Wasserdurchlässigkeit daraus abgeleitet. Die Kornsummenkurven sind als Anlage 3.5 beigelegt.

Tabelle 1: Untersuchungsprogramm Bodenmechanik Wettkampfanlage

Probe	Einzelproben	Entnahmetiefe [m uGOK]	Material Schichtenansprache
BMP 3.1	HS 13/1 + 2	0,00 – 0,05	Tennendeckschichten, Laufbahn
	HS 15/1	0,00 – 0,07	
	HS 17/1	0,00 – 0,08	
	HS 16/1 + 2	0,00 – 0,08	
	HS 18/1 + 2	0,00 – 0,08	
BMP 3.2	HS 13/3	0,05 – 0,20	Schlacketragschichten, Laufbahn
	HS 15/2	0,07 – 0,20	
	HS 16/3	0,08 – 0,20	
	HS 17/2	0,08 – 0,22	
	HS 18/3	0,08 – 0,30	
BMP 3.3	HS 13/4	0,20 – 0,50	Schlacketragschichten, Laufbahn
	HS 16/4	0,20 – 0,50	
	HS 17/3	0,22 – 0,40	
BMP 3.4	RK 14/9 + 10	4,00 – 5,00	Quartär: Sand / Kies
	RK 15/6	2,70 – 3,00	
BMP 3.5	RK 13/4 + 5	0,45 – 1,60	Quartär: Decklehm
	RK 14/6 – 8	1,00 – 4,00	
	RK 15/3	0,80 – 1,30	
BMP 3.6	RK 13/ 6 + 7	1,60 – 3,00	Quartär: Decklehm
	RK 15/4 + 5	1,30 – 2,70	
BMP 3.7	RK 16/8	2,70 – 3,00	Quartär: Sand / Kies
	RK 17/8 – 10	2,60 – 5,00	
	RK 18/7	2,70 – 3,00	
BMP 3.8	RK 16/6 + 7	1,10 – 2,70	Quartär: Decklehm
	RK 17/6 + 7	1,00 – 2,60	
	RK 18/5 + 6	2,00 – 2,70	

Für die Beurteilung und Planung einer Versickerung wäre gemäß DWA A-138 ein Korrekturfaktor von 0,2 anzusetzen. Die entsprechend korrigierten Werte sind zusätzlich angegeben.

Tabelle 2: Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche Wettkampfanlage

Probe	Bodenart	T/U/S/G [%]	K _r -Wert [m/s]	K _r -Wert _{korrigiert} [m/s]
BMP 3.1	S, fg, u', mg'	- / 13,6 / 61,3 / 25,1	$2,2 \times 10^{-5}$	$4,4 \times 10^{-6}$
BMP 3.2	G, gs, u', fs', ms'	- / 5,4 / 37,4 / 57,2	$5,0 \times 10^{-4}$	$1,0 \times 10^{-4}$
BMP 3.3	G, gs, fs', ms'	- / 4,8 / 38,7 / 56,5	$2,7 \times 10^{-4}$	$5,4 \times 10^{-5}$
BMP 3.4	G, gs, ms'	- / 2,0 / 36,9 / 61,1	$8,0 \times 10^{-4}$	$1,6 \times 10^{-4}$
BMP 3.5	S, t, u, g	17,3 / 29,1 / 29,8 / 23,8	$1,1 \times 10^{-8}$	$2,2 \times 10^{-9}$
BMP 3.6	S, t, u	19,3 / 24,3 / 56,2 / 0,2	$1,3 \times 10^{-8}$	$2,6 \times 10^{-9}$
BMP 3.7	G, s	- / 0,2 / 34,4 / 63,6	$6,3 \times 10^{-4}$	$1,3 \times 10^{-4}$
BMP 3.8	U, t, fs	17,3 / 54,9 / 27,6 / 0,2	$4,8 \times 10^{-9}$	$9,6 \times 10^{-10}$

4.3 Chemische Untersuchungen

Für die Festlegung der Entsorgungswege wurden folgende Analysen veranlasst. Der Laborbericht befindet sich in Anlage 3.6.

Tabelle 3: Probenplan und Untersuchungsprogramm Wettkampfanlage

Probe	Einzelproben	Entnahmetiefe (m)	Horizont / Material	Parameter
MP 3.1	HS 12/1 HS 14/1	0,00 – 0,15 0,00 – 0,15	Oberboden	Vorsorgewerte BBodSchV
MP 3.2	HS 11/2 HS 13/1 + 2 HS 15/1 HS 17/1 HS 16/1 + 2 HS 18/1 + 2	0,04 – 0,08 0,00 – 0,05 0,00 – 0,07 0,00 – 0,08 0,00 – 0,08 0,00 – 0,08	Tennenschichten	LAGA M20 „Bauschutt“ *
MP 3.3	HS 11/3 HS 13/3 HS 15/2 HS 16/3 HS 17/2 HS 18/3 HS 13/4 HS 16/4 HS 17/3	0,08 – 0,20 0,05 – 0,20 0,07 – 0,20 0,08 – 0,20 0,08 – 0,22 0,08 – 0,30 0,20 – 0,50 0,20 – 0,50 0,22 – 0,40	Schlackeschichten	LAGA M20 „Bauschutt“ *
MP 3.4	RK 14/4 + 5 RK 16/4 + 5 RK 17/4 + 5 RK 18/3	0,25 – 1,00 0,50 – 1,10 0,16 – 1,00 0,25 – 1,00	Auffüllungen / Erdmaterialien	LAGA TR Boden (2004)
MP 3.5	HS 12/2 HS 14/2	0,15 – 0,50 0,15 – 0,50	Lehm / Oberbodenmaterial	Vorsorgewerte BBodSchV LAGA TR Boden (2004)

* die Proben MP 3.2 und MP 3.3 wurden irrtümlich auf die Parameter LAGA TR Boden (2004) untersucht. Maßgeblich ist aber wegen des Anteils an Fremdbeimengungen > 10 % die LAGA M20 „Bauschutt“.

Die Untersuchungen ergaben folgende Einstufungen und Zuordnungen

Tabelle 4: Ergebnisse der chemischen Untersuchungen Wettkampfanlage

Probe	Einzelproben	Entnahmetiefe (m)	Horizont / Material	Zuordnung
MP 3.1	HS 12/1 HS 14/1	0,00 – 0,15 0,00 – 0,15	Oberboden	Vorsorgewerte BBodSchV werden eingehalten
MP 3.2	HS 11/2 HS 13/1 + 2 HS 15/1 HS 17/1 HS 16/1 + 2 HS 18/1 + 2	0,04 – 0,08 0,00 – 0,05 0,00 – 0,07 0,00 – 0,08 0,00 – 0,08 0,00 – 0,08	Tennenschichten	LAGA M20 „Bauschutt“ Z 1.1 (wegen Cd, Zn)
MP 3.3	HS 11/3 HS 13/3 HS 15/2 HS 16/3 HS 17/2 HS 18/3 HS 13/4 HS 16/4 HS 17/3	0,08 – 0,20 0,05 – 0,20 0,07 – 0,20 0,08 – 0,20 0,08 – 0,22 0,08 – 0,30 0,20 – 0,50 0,20 – 0,50 0,22 – 0,40	Schlackeschichten	LAGA M20 „Bauschutt“ Z 1.1 (wegen Cd)
MP 3.4	RK 14/4 + 5 RK 16/4 + 5 RK 17/4 + 5 RK 18/3 + 4	0,25 – 1,00 0,50 – 1,10 0,26 – 1,00 0,30 – 1,40	Auffüllungen / Erd- materialien	LAGA TR Boden (2004) Z 0
MP 3.5	HS 12/2 HS 14/2	0,15 – 0,50 0,15 – 0,50	Lehm / Oberboden- material	Vorsorgewerte BBodSchV werden überschritten LAGA TR Boden (2004) Z 1 (wegen TOC)

4.4 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Untersuchungen ergaben demnach keine relevant erhöhten Schadstoffgehalte.

Die Vorsorgewerte werden für die Oberbodenmaterialien der Deckschicht eingehalten. Die Materialien können ohne Einschränkung der Verwertung zugeführt werden. Die unterlagernden Böden sind schwach humos und können entsprechend der Zuordnungsklasse Z 1 der Verwertung zugeführt werden.

Die bindigen Auffüllungen unter der Deckschicht der Spielfläche und in Teilbereichen auch der Laufbahn weisen nur eine sehr geringe Wasserdurchlässigkeit und eingeschränkte Tragfähigkeit auf. Entsprechende Maßnahmen zur Baugrundverbesserung sind auf die weitere Planung abzustimmen. Derzeit ist aber davon auszugehen, dass der vorhandene Aufbau nicht ohne weitere Maßnahmen für die Folgenutzung geeignet ist.

Ansonsten ist der Aufbau als heterogen zu werten, so dass vorläufig nicht davon auszugehen ist, dass der vorhandene Aufbau für die Umgestaltung geeignet ist.

Eine Versickerung wäre nach den Ergebnissen ab Tiefen von drei bis vier Metern möglich.

5 Ergebnisse der Untersuchungen Naturrasenspielfeld

Auf dem Naturrasenspielfeld wurden die Rammkernsondierungen RK 11 und RK 12 abgeteuft und die Schürfe HS 6 bis HS 10 angelegt. Ein Lageplan ist als Anlage 4.1 beigefügt. Die Ergebnisse sind in den Anlagen 4.2 bis 4.4 dokumentiert.

Nach dem durchgeführten Nivellement liegen die Geländehöhen zwischen 29,81 mNHN und 30,19 mNHN.



Foto 2: Naturrasenspielfeld

5.1 Boden- und Wasserverhältnisse

Die Stärke der Rasendeckschicht betrug an den Untersuchungsstellen zwischen 0,13 m und 0,20 m. Unterlagert wurde die Deckschicht von aufgefülltem / umgelagertem Lehm, der an den Rammkernsondierungen bis in eine Tiefe von 1,00 m bzw. 1,10 m angetroffen wurde.

Der gewachsene Boden wurde erst durch feinkörnige Materialien gebildet (Decklehm: Schluff-Ton-Feinsand-Gemenge bzw. Schluff-Feinsand-Gemenge). Die rolligen Böden wurden nur an der Rammkernsondierung RK 12 ab 3,20 m erbohrt.

Grundwasser wurde nicht angetroffen.

5.2 Bodenmechanische Laborversuche

Es wurden im Erdbaulabor der BG RheinRuhr GmbH von ausgewählten Materialien die Kornsummenkurven bestimmt und die Wasserdurchlässigkeit daraus abgeleitet. Die Kornsummenkurven sind als Anlage 4.5 beigefügt.

Tabelle 5: Untersuchungsprogramm Bodenmechanik Naturrasenspielfeld

Probe	Einzelproben	Entnahmetiefe [m uGOK]	Material Schichtenansprache
BMP 4.1	HS 6/2	0,13 – 0,50	Auffüllungen: Lehm
	HS 7/2	0,15 – 0,50	
	HS 8/2	0,15 – 0,50	
	HS 9/2	0,15 – 0,50	
	HS 10/2	0,14 – 0,50	
BMP 4.2	RK 11/5	2,60 – 3,00	Quartär: Decklehm
	RK 12/3 – 5	1,10 – 3,20	
BMP 4.3	RK 12/6 + 7	3,20 – 5,00	Quartär: Sand / Kies

Für die Beurteilung und Planung einer Versickerung wäre gemäß DWA A-138 ein Korrekturfaktor von 0,2 anzusetzen. Die entsprechend korrigierten Werte sind zusätzlich angegeben.

Tabelle 6: Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche Naturrasenspielfeld

Probe	Bodenart	T/U/S/G [%]	K _f -Wert [m/s]	K _f -Wert korrigiert [m/s]
BMP 4.1	U, t, fs, ms'	23,9 / 41,5 / 34,1 / 0,5	$7,1 \times 10^{-10}$	$1,4 \times 10^{-10}$
BMP 4.2	U, fs, t'	10,0 / 60,3 / 29,2 / 0,5	$1,5 \times 10^{-5}$	$3,0 \times 10^{-6}$
BMP 4.3	G / S	- / 4,6 / 40,9 / 54,5	$1,9 \times 10^{-4}$	$3,8 \times 10^{-5}$

5.3 Chemische Untersuchungen

Für die Festlegung der Entsorgungswege wurden folgende Analysen veranlasst. Der Laborbericht befindet sich in Anlage 4.6.

Tabelle 7: Probenplan und Untersuchungsprogramm Naturrasenspielfeld

Probe	Einzelproben	Entnahmetiefe (m)	Horizont / Material	Parameter
MP 4.1	HS 6/2	0,00 – 0,13	Oberboden	Vorsorgewerte BBodSchV
	HS 7/2	0,00 – 0,15		
	HS 8/2	0,00 – 0,15		
	HS 9/2	0,00 – 0,15		
	HS 10/2	0,00 – 0,14		
MP 4.2	HS 6/2	0,13 – 0,50	Auffüllungen: Lehm	LAGA TR Boden (2004)
	HS 7/2	0,15 – 0,50		
	HS 8/2	0,15 – 0,50		
	HS 9/2	0,15 – 0,50		
	HS 10/2	0,14 – 0,50		

Die Untersuchungen ergaben folgende Einstufungen und Zuordnungen

Tabelle 8: Ergebnisse der chemischen Untersuchungen Naturrasenspielfeld

Probe	Einzelproben	Entnahmetiefe (m)	Horizont / Material	Zuordnung
MP 4.1	HS 6/2	0,00 – 0,13	Oberboden	Vorsorgewerte BBodSchV werden überschritten (durch Pb, Cd)
	HS 7/2	0,00 – 0,15		
	HS 8/2	0,00 – 0,15		
	HS 9/2	0,00 – 0,15		
	HS 10/2	0,00 – 0,14		
MP 4.2	HS 6/2	0,13 – 0,50	Auffüllungen: Lehm	LAGA TR Boden (2004) Z 1 (wegen TOC, Cd)
	HS 7/2	0,15 – 0,50		
	HS 8/2	0,15 – 0,50		
	HS 9/2	0,15 – 0,50		
	HS 10/2	0,14 – 0,50		

5.4 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Untersuchungen ergaben demnach keine relevant erhöhten Schadstoffgehalte.

Die Vorsorgewerte werden für die Oberbodenmaterialien überschritten. Eine Verwertung an Ort und Stelle ist dennoch in Einklang mit dem Bundesbodenschutzgesetz bzw. der Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung möglich. Die anzustrebende Verwertung an anderer Stelle macht eine gesonderte Prüfung erforderlich, wobei die Nutzung der entsprechenden Fläche wie auch Hintergrundbelastungen zu berücksichtigen wären.

Die bindigen Auffüllungen unter der Deckschicht weisen nur eine sehr geringe Wasserdurchlässigkeit und eingeschränkte Tragfähigkeit auf. Entsprechende Maßnahmen zur Baugrundverbesserung sind auf die weitere Planung abzustimmen. Derzeit ist aber davon auszugehen, dass der vorhandene Aufbau nicht ohne weitere Maßnahmen für die Folgenutzung geeignet ist.

Eine Versickerung wäre nach den Ergebnissen nur lokal (RK 12) und dann ab einer Tiefe von drei Metern möglich. Als Grundlage für die weitere Planung sollten ergänzende Sondierungen veranlasst werden.

6 Ergebnisse der Untersuchungen Tennenspielfeld

Auf dem Tennenspielfeld wurden die Rammkernsondierungen RK 7 bis RK 10 abgeteuft und die Schürfe HS 1 bis HS 5 angelegt. Die Rammkernsondierung RK 10 musste wegen Rammhindernissen in einer Tiefe von 0,80 m aufgegeben und neu angesetzt werden (bezeichnet als RK 10a). Ein Lageplan ist als Anlage 5.1 beigefügt. Die Ergebnisse sind in den Anlagen 5.2 bis 5.4 dokumentiert.

Nach dem durchgeführten Nivellement liegen die Geländehöhen zwischen 30,38 mNHN und 30,60 mNHN.



Foto 3: Tennenspielfeld

6.1 Boden- und Wasserverhältnisse

Die Tennenschicht wurde mit Schichtstärken zwischen 0,01 m und 0,03 m aufgenommen. Die dynamische Schicht reichte bis 0,05 m und 0,08 m, wobei diese an der Untersuchungsstelle RK 7 nicht angetroffen oder identifizierbar war (ggf. überbohrt oder vermischt).

Die Tragschichten bestanden einheitlich aus Schlacken. Diese Materialien waren vergleichsweise homogen, auch wenn die Anteile an Natursteinbruch- / Ziegelbruchstücken und Sand schwankten. Die Tragschichten wurden bis in Tiefen zwischen 0,70 m und 0,90 m erbohrt. Darunter folgten umgelagerte / aufgefüllte bindige Materialien, die bis in Tiefen von maximal 1,40 m nachgewiesen wurden.

Der gewachsene Boden bestand dann aus schluffigen Feinsanden (RK 9 und RK 10a) bzw. gleichförmigen Sanden an der Rammkernsondierung RK 8. An der Untersuchungsstelle RK 7 wurden unter den Auffüllungen direkt die rolligen Böden angetroffen, die ansonsten nur an der Sondierung RK 9 ab 2,40 m erbohrt wurden.

Grundwasser wurde nicht angetroffen.

6.2 Bodenmechanische Laborversuche

Es wurden im Erdbaulabor der BG RheinRuhr GmbH von ausgewählten Materialien die Kornsummenkurven bestimmt und die Wasserdurchlässigkeit daraus abgeleitet. Die Kornsummenkurven sind als Anlage 5.5 beigelegt.

Tabelle 9: Untersuchungsprogramm Bodenmechanik Tennenspielfeld

Probe	Einzelproben	Entnahmetiefe [m uGOK]	Material Schichtenansprache
BMP 5.1	HS 1/2	0,02 – 0,07	dynamische Schicht
	HS 2/2	0,02 – 0,05	
	HS 3/2	0,03 – 0,06	
	HS 4/2	0,01 – 0,05	
	HS 5/2	0,02 – 0,06	
BMP 5.2	HS 1/3	0,07 – 0,50	Schlacketragschicht
	HS 2/3	0,05 – 0,50	
	HS 3/3	0,06 – 0,50	
	HS 4/3	0,05 – 0,40	
	HS 5/3	0,06 – 0,50	
BMP 5.3	RK 7/4 + 5	1,40 – 3,10	Quartär: Sand / Kies
BMP 5.4	RK 8/5 + 6	1,10 – 3,00	Quartär: Sand
BMP 5.5	RK 9/7	2,40 – 3,00	Quartär: Sand / Kies
BMP 5.6	RK 9/5 + 6	1,20 – 2,40	Quartär: Lehm
	RK 7/6 + 7	3,10 – 5,00	
	RK 10a/5 + 6	1,40 – 3,00	

Für die Beurteilung und Planung einer Versickerung wäre gemäß DWA A-138 ein Korrekturfaktor von 0,2 anzusetzen. Die entsprechend korrigierten Werte sind zusätzlich angegeben.

Tabelle 10: Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche Tennenspielfeld

Probe	Bodenart	T/U/S/G [%]	K _f -Wert [m/s]	K _f -Wert korrigiert [m/s]
BMP 5.1	G, gs, fs', ms'	- / 2,4 / 31,6 / 66,0	$1,2 \times 10^{-3}$	$2,4 \times 10^{-4}$
BMP 5.2	G, gs, fs', ms'	- / 4,8 / 32,9 / 62,3	$1,4 \times 10^{-3}$	$2,8 \times 10^{-4}$
BMP 5.3	S, mg, fg'	- / 4,6 / 62,4 / 33,0	$4,3 \times 10^{-5}$	$8,6 \times 10^{-6}$
BMP 5.4	mS, fs, gs'	- / 2,7 / 94,9 / 2,4	$1,1 \times 10^{-4}$	$2,2 \times 10^{-5}$
BMP 5.5	mS, fs, gs'	- / 1,3 / 49,0 / 49,7	$5,8 \times 10^{-4}$	$1,2 \times 10^{-4}$
BMP 5.6	S, ü, t	18,8 / 34,7 / 46,0 / 0,4	$2,6 \times 10^{-9}$	$5,2 \times 10^{-10}$

6.3 Chemische Untersuchungen

Für die Festlegung der Entsorgungswege wurden folgende Analysen veranlasst. Der Laborbericht befindet sich in Anlage 5.6.

Tabelle 11: Probenplan und Untersuchungsprogramm Tennenspielfeld

Probe	Einzelproben	Entnahmetiefe (m)	Horizont / Material	Parameter
MP 5.1	HS 1/1	0,00 – 0,02	Tennenschicht	LAGA M20 „Bauschutt“
	HS 2/1	0,00 – 0,02		
	HS 3/1	0,00 – 0,03		
	HS 4/1	0,00 – 0,01		
	HS 5/1	0,02 – 0,02		
MP 5.2	HS 1/2	0,02 – 0,07	dynamische Schicht	LAGA M20 „Bauschutt“
	HS 2/2	0,02 – 0,05		
	HS 3/2	0,03 – 0,06		
	HS 4/2	0,01 – 0,05		
	HS 5/2	0,02 – 0,06		
MP 5.3	HS 1/3	0,07 – 0,50	Schlacketragschicht	LAGA M20 „Bauschutt“
	HS 2/3	0,05 – 0,50		
	HS 3/3	0,06 – 0,50		
	HS 4/3	0,05 – 0,40		
	HS 5/3	0,06 – 0,50		
MP 5.4	RK 7/3	0,90 – 1,40	Erdmaterialien	LAGA TR Boden (2004)
	RK 8/4	0,80 – 1,10		
	RK 9/4	0,70 – 1,20		
	RK 10a/4	0,90 – 1,40		

Die Untersuchungen ergaben folgende Einstufungen und Zuordnungen

Tabelle 12: Ergebnisse der chemischen Untersuchungen Tennenspielfeld

Probe	Einzelproben	Entnahmetiefe (m)	Horizont / Material	Zuordnung
MP 5.1	HS 1/1	0,00 – 0,02	Tennenschicht	LAGA M20 „Bauschutt“ Z 0
	HS 2/1	0,00 – 0,02		
	HS 3/1	0,00 – 0,03		
	HS 4/1	0,00 – 0,01		
	HS 5/1	0,02 – 0,02		
MP 5.2	HS 1/2	0,02 – 0,07	dynamische Schicht	LAGA M20 „Bauschutt“ Z 1.1 (wegen Pb, Cu, Ni)
	HS 2/2	0,02 – 0,05		
	HS 3/2	0,03 – 0,06		
	HS 4/2	0,01 – 0,05		
	HS 5/2	0,02 – 0,06		
MP 5.3	HS 1/3	0,07 – 0,50	Schlacketragschicht	LAGA M20 „Bauschutt“ Z 1.1 (wegen PAK)
	HS 2/3	0,05 – 0,50		
	HS 3/3	0,06 – 0,50		
	HS 4/3	0,05 – 0,40		
	HS 5/3	0,06 – 0,50		
MP 5.4	RK 7/3	0,90 – 1,40	Erdmaterialien	LAGA TR Boden (2004) Z 1 (wegen TOC)
	RK 8/4	0,80 – 1,10		
	RK 9/4	0,70 – 1,20		

6.4 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Untersuchungen ergaben demnach keine relevant erhöhten Schadstoffgehalte.

Die Schlacketragschichten weisen eine hohe Wasserdurchlässigkeit sowie ausreichende Tragfähigkeit auf und sind in einer ausreichenden Schichtstärke vorhanden, sofern die Höhenlage des Spielfeldes nicht entscheidend verändert wird. Der vorhandene Aufbau ist dann für eine weitere Nutzung geeignet.

Eine Versickerung ist nur in den rolligen Böden möglich. Das Auftreten ist allerdings sowohl in Hinblick auf die vertikale wie auch horizontale Ausbreitung sehr unterschiedlich, so dass nach den bisherigen Ergebnissen eine Ausführungsplanung in Hinblick auf die Lage und Dimensionierung entsprechender Versickerungsanlagen nicht gesichert möglich ist.

7 Ergebnisse der Untersuchungen Gebäude

Für die Baugrundbeurteilung der geplanten Neubaumaßnahme wurden die Rammkernsondierungen RK 1 bis RK 3 abgeteuft (die Sondierung RK 2 musste in einer Tiefe von 0,70 m abgebrochen und neu angesetzt werden, bezeichnet als RK 2a). Zusätzlich wurden drei Sondierungen mit der Mittelschweren Rammsonde (DPM 1 bis DPM 3) durchgeführt, wobei die Baugrundaufschlüsse als Doppelaufschlüsse umgesetzt wurden.

Ein Lageplan ist als Anlage 6.1 beigelegt. Die Ergebnisse sind in den Anlagen 6.2 bis 6.4 dokumentiert.

Nach dem durchgeführten Nivellement liegen die Geländehöhen zwischen 30,25 mNHN und 29,91 mNHN.



Foto 4: Baufeld

7.1 Boden- und Wasserverhältnisse

Die Deckschichten bestanden aus Schlacken (im unterschiedlichen Maße mit Sand und teils Natursteinbruch vermengt) in Schichtstärken von 0,20 m bzw. 0,30 m. Unterlagert wurden die Deckschichten von sandigen Auffüllungen, die überwiegend schluffig (= Lehm) ausgebildet waren. Diese Auffüllungen wiesen nur im geringen Maße anthropogene Fremd Beimengungen in Form von Bauschutt oder Schlacken auf. Die Auffüllungen reichten bis in Tiefen zwischen 0,85 m und 1,20 m. Unterlagert wurden die Auffüllungen von bindigen Böden, die bis in Tiefen zwischen 4,00 m und 4,70 m erbohrt wurden. Darunter folgten dann die sandigen, kiesigen Sedimente der Niederterrasse. Grundwasser wurde nicht angetroffen.

Die Auswertung der Schlagzahl N_{10} der Rammsondierungen zur Lagerungsdichte bzw. Konsistenz erfolgt in Anlehnung an Plazcek (1985). Demnach ergibt sich für den Auffüllungskörper mit Ausnahme des obersten hoch verdichteten Abschnitts eine lockere Lagerung. Die darunter folgenden bindigen Böden weisen eine nur weiche Konsistenz auf. Demgegenüber sind die rolligen Böden mitteldicht bis dicht gelagert.

7.2 Bodenmechanische Laborversuche

Es wurden im Erdbaulabor der BG RheinRuhr GmbH von ausgewählten Materialien die Kornsummenkurven bestimmt und die Wasserdurchlässigkeit daraus abgeleitet. Die Kornsummenkurven sind als Anlage 6.5 beigefügt.

Tabelle 13: Untersuchungsprogramm Bodenmechanik Gebäude

Probe	Einzelproben	Entnahmetiefe [m uGOK]	Material Schichtenansprache
BMP 6.1	RK 1/4 + 5 RK 3/4 + 5	0,85 – 3,10 1,10 – 3,00	Quartär: Decklehm
BMP 6.2	RK 2a/4 + 5	1,20 – 3,00	Quartär: Decklehm

Für die Beurteilung und Planung einer Versickerung wäre gemäß DWA A-138 ein Korrekturfaktor von 0,2 anzusetzen. Die entsprechend korrigierten Werte sind zusätzlich angegeben.

Tabelle 14: Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche Gebäude

Probe	Bodenart	T/U/S/G [%]	K_f -Wert [m/s]	K_f -Wert korrigiert [m/s]
BMP 6.1	U, \bar{i} , fs	32,9 / 41,5 / 25,6 / -	$1,1 \times 10^{-10}$	$2,2 \times 10^{-11}$
BMP 6.2	T, u	48,5 / 48,03 / 3,4 / -	$1,2 \times 10^{-11}$	$2,4 \times 10^{-12}$

7.3 Chemische Untersuchungen

Für die Festlegung der Entsorgungswege wurden folgende Analysen veranlasst. Der Laborbericht befindet sich in Anlage 6.6.

Tabelle 15: Probenplan und Untersuchungsprogramm Gebäude

Probe	Einzelproben	Entnahmetiefe (m)	Horizont / Material	Parameter
MP 6.1	RK 1/1 + 2	0,00 – 0,30	Schlackedeckschicht	LAGA M20 „Bauschutt“
	RK 2a/1	0,00 – 0,20		
	RK 3/1	0,00 – 0,30		
MP 6.2	RK 1/3	0,30 – 0,85	Auffüllungen / Erdmaterialien	LAGA TR Boden (2004)
	RK2a/2 + 3	0,20 – 1,20		
	RK 3/2 + 3	0,30 – 1,10		

Die Untersuchungen ergaben folgende Einstufungen und Zuordnungen

Tabelle 16: Ergebnisse der chemischen Untersuchungen Gebäude

Probe	Einzelproben	Entnahmetiefe (m)	Horizont / Material	Zuordnung
MP 6.1	RK 1/1 + 2	0,00 – 0,30	Schlackedeckschicht	LAGA M20 „Bauschutt“ Z 1.1 (wegen KW, Cr, Hg, PAK) *
	RK 2a/1	0,00 – 0,20		
	RK 3/1	0,00 – 0,30		
MP 6.2	RK 1/3	0,30 – 0,85	Auffüllungen / Erdmaterialien	LAGA TR Boden (2004) Z 2 (wegen TOC)
	RK2a/2 + 3	0,20 – 1,20		
	RK 3/2 + 3	0,30 – 1,10		

* Für eine bodenähnliche Verwertung wie Rekultivierungszwecke, Geländeauffüllungen sind für Schwermetalle die Zuordnungswerte der LAGA TR Boden (2004) maßgeblich. Aufgrund der Zuordnung > Z 2 (Cr) wäre eine entsprechende Verwertung nicht möglich.

7.4 Gründungstechnische Beurteilung

Die abschließende geotechnische Beurteilung ist auf die Wechselwirkung „Boden → Bauwerk“ abzustimmen. Dabei sind neben den Angaben zum Gründungssystem und Lastzuordnungen auch die Höhenlagen der Gründungssohlen entscheidend. Entsprechende Angaben liegen hier noch nicht vor, so dass für die ersten Setzungs- und Grundbruchberechnungen im Rahmen der gründungstechnischen Beurteilung folgende Annahmen zu Grunde gelegt werden:

- Ausgehend von einer Höhenlage, die sich an den bestehenden Gebäuden orientiert, wird eine Erdgeschossfertigfußbodenhöhe von 30,00 mNHN angenommen.
- Die Sohlspannungen liegen in einer Größenordnung von 200 kN/m² als charakteristische zulässige Bodenpressungen. Dies entspricht einem Bemessungswert des Sohlwiderstandes von 280 kN/m².

Die gründungstechnischen Maßnahmen müssen auf die Gründung der angrenzenden Bestandsbebauung abgestimmt werden. Über Art und Ausführung liegen hier keine weiteren Angaben vor. Sofern nicht bereits geschehen, ist die örtliche Erkundung durch Schürfungen zu veranlassen.

Derzeit wird von einer Gründung mit Streifenfundamenten ausgegangen, so dass die Gründung des Anbaus in analoger Tiefe erfolgen muss.

Bei der Lastabtragung durch Streifenfundamente ist von einer Gründungstiefe von mindestens 0,80 m auszugehen. Die Gründung würde demnach in den Auffüllungen bzw. dem weichen Boden erfolgen. Beide diagenetische Einheiten sind nicht für die schadlose Abtragung der Bauwerkslasten geeignet. Es sind daher Maßnahmen zur Baugrundverbesserung erforderlich, welche hier durch einen Teilbodenaustausch erfolgen sollten. Die Bodenaustauschstärke ergibt sich zu 0,50 m.

Bei einer Gründung mittels elastisch gebetteter Bodenplatte und einem angenommenen Gesamtaufbau der Bodenplatte, Fußbodenbelag, Dämmung etc. von 0,40 m, lägen die Abtragsflächen in den Auffüllungen.

Unter der Bodenplatte wäre eine Tragschicht von mindestens 0,40 m anzuordnen. Für die Dimensionierung der Bodenplatte kann ein Bettungsmodul $K_s = 7,5 - 12,5 \text{ MN/m}^3$ angesetzt werden.

Tragschichten sind im gesamten Lastausbreitungsbereich der Gründungselemente zuzüglich eines Überstandes von 0,10 m einzubauen. Als Material (0/45) kann Natursteinschotter oder auch güteüberwachtes RCL-Material (RC I gem. Rd.Erl. NRW / RCL 1 gem. StB Gestein 09) eingebaut werden. Für den Einbau von RCL-Material ist eine Wasserrechtliche Erlaubnis erforderlich. Die Materialien sind auf eine Mindesttragfähigkeit von $E_{v2} \geq 60 \text{ MN/m}^2$ bei einem Verdichtungsverhältnis $\leq 2,5$ zu verdichten. Die ausreichende Verdichtung ist nachzuweisen.

7.5 Zusammenfassung der Ergebnisse

In den aufliegenden Schlackematerialien wurden stark erhöhte Chromgehalte nachgewiesen. Die Untersuchungen ergaben ansonsten keine relevant erhöhten Schadstoffgehalte.

Die Gründung des Neubaus kann in Verbindung mit einem Bodenaustausch erfolgen. Für die bautechnische Umsetzung sind die Hinweise zu den Erdarbeiten in Kapitel 13 vollumfänglich zu beachten und gewissenhaft umzusetzen.

8 Ergebnisse der Untersuchungen Zufahrt

Im Bereich der Zufahrt ist der Bau einer dezentralen Versickerungsanlage geplant. Für die Beurteilung der Versickerungsmöglichkeiten wurden die Rammkernsondierungen RK 4 bis RK 6 abgeteuft.

Ein Lageplan ist als Anlage 7.1 beigelegt. Die Ergebnisse sind in den Anlagen 7.2 bis 7.4 dokumentiert.

Nach dem durchgeführten Nivellement liegen die Geländehöhen zwischen 29,84 mNHN und 30,04 mNHN.



Foto 5: Zufahrt

8.1 Boden- und Wasserverhältnisse

An der Sondierung RK 4 war die Oberfläche mit Schwarzdecke befestigt (Stärke 0,03 m). Ansonsten bestanden die Deckschichten aus Schlacken (im unterschiedlichen Maße mit Sand und Natursteinbruch vermengt). Die Schichtstärken betrugen 0,20 m bzw. 0,30 m. Unterlagert wurden die Deckschichten an den Sondierungen RK 4 und RK 5 bis 0,20 m bzw. 0,90 m von Auffüllungen, die aus Natursteinbruchstücken, Schlacken und Sand bestanden. An der Sondierung RK 4 folgten bis zum Ende der Auffüllungen von 0,90 m reine Sande. An der Rammkernsondierung RK 6 wurde der ebenfalls bis 0,90 m reichende untere Teil der Auffüllungen aus lehmigen Auffüllungen (Sand, schluffig) gebildet, die anthropogene Fremd Beimengungen enthielten (Schlacke: 20 %, Bauschutt: 20 %). Unter den Auffüllungen lagen die bindigen Böden (Schluff-Sand-Ton-Gemenge), die bis in Tiefen zwischen 3,10 m und 3,80 m erbohrt wurden. Darunter folgten dann die sandigen, kiesigen Sedimente der Niederterrasse. Grundwasser wurde nicht angetroffen.

8.2 Bodenmechanische Laborversuche

Es wurden im Erdbaulabor der BG RheinRuhr GmbH von ausgewählten Materialien die Kornsummenkurven bestimmt und die Wasserdurchlässigkeit daraus abgeleitet. Die Kornsummenkurven sind als Anlage 7.5 beigelegt.

Tabelle 17: Untersuchungsprogramm Bodenmechanik Zufahrt

Probe	Einzelproben	Entnahmetiefe [m uGOK]	Material Schichtenansprache
BMP 7.1	RK 4/6 + 7	3,10 – 5,00	Quartär: Kies, Sand
	RK 5/6	3,80 – 5,00	
	RK 6/6	3,40 – 5,00	
BMP 7.2	RK 4/4 + 5	0,90 – 3,10	Quartär: Decklehm
	RK 5/3 – 5	0,90 – 3,80	
	RK 6/3 – 5	0,90 – 3,40	

Für die Beurteilung und Planung einer Versickerung wäre gemäß DWA A-138 ein Korrekturfaktor von 0,2 anzusetzen. Die entsprechend korrigierten Werte sind zusätzlich angegeben.

Tabelle 18: Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche Zufahrt

Probe	Bodenart	T/U/S/G [%]	K _f -Wert [m/s]	K _f -Wert korrigiert [m/s]
BMP 7.1	G, gs, fs', ms'	- / 2,6 / 36,4 / 61,0	5,5 x 10 ⁻⁴	1,1 x 10 ⁻⁴
BMP 7.2	U, t, fs, ms'	27,2 / 38,5 / 34,1 / 0,2	3,8 x 10 ⁻¹⁰	7,6 x 10 ⁻¹¹

8.3 Chemische Untersuchungen

Für die Festlegung der Entsorgungswege wurden folgende Analysen veranlasst. Der Laborbericht befindet sich in Anlage 6.6.

Tabelle 19: Probenplan und Untersuchungsprogramm Zufahrt

Probe	Einzelproben	Entnahmetiefe (m)	Horizont / Material	Parameter
MP 7.1	RK 4/2	0,03 – 0,20	Schlackedeckschicht	LAGA M20 „Bauschutt“ *
	RK 5/1	0,00 – 0,20		
	RK 6/1	0,00 – 0,30		
MP 7.2	RK 4/3	0,20 – 0,90	Auffüllungen / Erdmaterialien	LAGA TR Boden (2004)
	RK 5/2	0,20 – 0,90		
	RK 6/2	0,30 – 0,90		
	RK 4/1	0,00 – 0,03	Schwarzdecke	PAK

* die Probe MP 7.1 wurde irrtümlich auf die Parameter LAGA TR Boden (2004) untersucht. Maßgeblich ist aber wegen des Anteils an Fremdbeimengungen > 10 % die LAGA M20 „Bauschutt“.

Die Untersuchungen ergaben folgende Einstufungen und Zuordnungen.

Tabelle 20: Ergebnisse der chemischen Untersuchungen Zufahrt

Probe	Einzelproben	Entnahmetiefe (m)	Horizont / Material	Zuordnung
MP 7.1	RK 4/2	0,03 – 0,20	Schlackedeckschicht	LAGA M20 „Bauschutt“ Z 2 (wegen KW) *
	RK 5/1	0,00 – 0,20		
	RK 6/1	0,00 – 0,30		
MP 7.2	RK 4/3	0,20 – 0,90	Auffüllungen / Erdmaterialien	LAGA TR Boden (2004) Z 2 (wegen TOC)
	RK 5/2	0,20 – 0,90		
	RK 6/2	0,30 – 0,90		
	RK 4/1	0,00 – 0,03	Schwarzdecke	„teerfrei“

* Für eine bodenähnliche Verwertung wie Rekultivierungszwecke, Geländeauffüllungen sind für Schwermetalle die Zuordnungswerte der LAGA TR Boden (2004) maßgeblich. Aufgrund der Zuordnung > Z 2 (Cr) wäre eine entsprechende Verwertung nicht möglich.

8.4 Zusammenfassung der Ergebnisse

In den aufliegenden Schlackematerialien wurden stark erhöhte Chromgehalte nachgewiesen.

Die Versickerung ist in den rolligen Sedimenten möglich. Die Oberkante liegt hier vergleichsweise einheitlich zwischen 3,10 m und 3,80 m.

9 Beurteilung der Versickerungsmöglichkeiten

Zu beachten ist der geforderte Mindestabstand zum Mittleren Höchsten Grundwasserstand von einem Meter. Dieser maßgebliche Wasserstand liegt nach Aktenlage bei 24,0 mNHN. Die zulässige Unterkante einer Versickerungsanlage ergibt sich demnach zu 25,0 mNHN.

Nachfolgend sind die Oberkanten der für die Versickerung geeigneten rolligen Böden zusammengestellt. Demnach wird der Mindestabstand zum maßgeblichen Grundwasserstand durchgehend eingehalten.

Tabelle 21: Verbreitung und Oberkanten der rolligen Böden

RK	Ansatzstelle (mNHN)	Oberkante Sand/Kies (m)	Oberkante Sand/Kies (mNHN)	Anmerkungen
1	30,24	4,70	25,54	
2a	29,93	4,00	25,93	
3	30,10	4,00	26,10	
4	30,00	3,10	26,90	
5	30,04	3,80	26,24	
6	29,84	3,40	26,44	
7	30,42	1,40	29,02	unter Auffüllungen
8	30,47	1,10	29,37	unter Auffüllungen
9	30,56	2,40	28,16	
10a	30,42	1,40	29,02	unter Auffüllungen
11	30,10	> 3,00	< 27,10	nicht erreicht
12	29,90	3,20	26,70	
13	29,44	> 3,00	< 26,44	nicht erreicht
14	29,46	4,00	25,46	
15	29,42	2,70	26,72	
16	29,41	2,70	26,71	
17	29,48	2,60	26,88	
18	29,54	2,70	26,84	

An den Untersuchungsstellen RK 7, RK 8 und RK 10a folgten die rolligen Böden direkt unter den Auffüllungen. Die diagenetische Oberkante kann somit auch höher liegen. An den Untersuchungsstellen RK 11 und RK 13 wurden die rolligen Böden nicht erreicht.

10 Homogenbereiche

Die angetroffenen Erdmaterialien und Böden unterhalb der humosen Deckschichten sind nachfolgend in Homogenbereiche eingestuft. Die Einstufung erfolgt auf Basis der Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen sowie anhand von Erfahrungswerten.

Zu beachten ist, dass einige Angaben bei dem gewählten Aufschlussverfahren (Rammkernsondierung) nicht bzw. nicht gesichert zu ermitteln sind. Nur in geringen Mengen auftretende Materialien werden als Mindermengen nicht berücksichtigt, da sie wahrscheinlich bautechnisch nicht getrennt / separiert werden können. Es ist zu beachten, dass diese Materialien trotzdem auftreten können.

Tabelle 22: Homogenbereiche Auffüllungen

Homogenbereich	A1	A2
Horizont	Auffüllungen Fremdbeimengungen > 10 %	Auffüllungen Fremdbeimengungen < 10 %
Bodengruppe DIN 18 196	A	A
Kornverteilung (%)		
Ton	0 – 5	0 – 15
Schluff	0 – 15	0 – 80
Sand	15 – 75	5 – 85
Kies	10 – 50	0 – 35
Steine	0 – 30	0 – 25
Wassergehalt	5 – 20	10 – 20
Organischer Anteil (%)	< 10	< 5
Lagerungsdichte	locker – dicht	locker – mitteldicht
Konsistenz	---	weich – steif
Wichte, feucht (KN/m³)	20 – 22	18 – 20
Wichte unter Auftrieb (KN/m³)	11 – 13	9 – 11
Reibungswinkel (°)	32,5 – 37,5	25,0 – 32,5
Steifemodul (MN/m²)	30 – 80	5 – 50
Kohäsion (KN/m²)	0	0
Bodenklasse	3 – 5	3 / 4

Tabelle 23: Homogenbereiche Boden

Homogenbereich	B1	B2
Horizont	Quartär bindig	Quartär rollig
Bodengruppe DIN 18 196	UL, UM, TL, TM, SU+, SU	SE, SW, SI, GW, GI
Kornverteilung (%)		
Ton	5 – 50	< 5
Schluff	25 – 75	0 – 15
Sand	5 – 50	60 – 90
Kies	0 – 10	0 – 70
Steine	< 5	< 10
Wassergehalt	10 – 20	5 – 15
Organischer Anteil (%)	< 10	< 2
Lagerungsdichte	---	mitteldicht – dicht
Konsistenz	weich - steif	---
Wichte, feucht (KN/m³)	17 – 19	20 – 22
Wichte unter Auftrieb (KN/m³)	8 – 10	11 – 13
Reibungswinkel (°)	22,5 – 30,0	35,0 – 37,5
Steifemodul (MN/m²)	2 – 15	40 – 100
Kohäsion (KN/m²)	5 – 50	0
Bodenklasse	4 – 5	3

11 Umweltgeologische Schlussfolgerungen

Es wurden nur in den Untersuchungsbereichen „Gebäude“ und „Zufahrt“ Materialien angetroffen, für die aufgrund der erhöhten Chromgehalte eine Gefährdung von Schutzgütern nicht gesichert ausgeschlossen werden kann.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Ergebnisse einer „LAGA-Untersuchung“ nicht bzw. nur orientierend für die Beurteilung einer Gefährdung verwendbar sind. Dies begründet sich in der unterschiedlichen Probenaufbereitung. Davon unabhängig wird der entsprechende Prüfwert für Chrom von 1.000 mg/kg in den Proben MP 6.1 und MP 7.1 deutlich überschritten.

Sollten entsprechende Materialien an der Oberfläche verbleiben, wäre eine ergänzende Untersuchung auf die Prüfwerte der Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung, Gefährdungspfad Boden → Mensch, direkter Kontakt zu veranlassen.

Eine Gefährdung des Schutzgutes „Grundwasser“ ist dagegen mit hinreichender Sicherheit auszuschließen. Dies begründet sich an der geringen Eluierbarkeit, dem hohen Flurabstand und der natürlichen Schutzfunktion der aufliegenden binden Sedimente, die neben der geringen Wasserdurchlässigkeit auch ein hohes Schadstoffrückhaltevermögen aufweisen.

12 Entsorgungswege

Die Materialien können gemäß der vorliegenden Analytik der Wiederverwertung zugeführt werden. Oberbodenmaterialien dürfen dabei nur gemäß ihrer Bestimmung verwertet werden. Eine Vergeudung ist auszuschließen.

13 Hinweise zu den Erdarbeiten

Die Erdmaterialien, die einen erhöhten bindigen Anteil aufweisen, sind stark wasser- und frostempfindlich. Bei Vernässungen des ungestörten bindigen Bodens, z.B. in offenen Bau- / Kanalgruben, wird der Wassergehalt des Bodens stark erhöht, so dass bei statischer Belastung ein Porenwasserüberdruck und bei dynamischer Belastung eine Konsistenzänderung eintritt.

Die entsprechenden Schutzmaßnahmen gemäß VOB Teil C sind vollumfänglich zu beachten und umzusetzen.

Für alle Abtragsflächen ist eine Mindesttragfähigkeit von $E_{v2} > 45 \text{ MN/m}^2$ zu fordern.

Generell dürfen die Materialien, die erhöhte feinkörnige / bindige Anteile aufweisen, bei einem ungünstigen Wassergehalt nicht dynamisch beansprucht werden. Arbeitsabläufe und Arbeitsgeräte sind darauf abzustimmen. Verdichtungsarbeiten sind so auszuführen, dass der bindige Boden nicht unzulässig dynamisch beansprucht wird.

Alle Erdarbeiten sind auf die Witterungsbedingungen abzustimmen und erforderliche Bodenschutzmaßnahmen zu ergreifen. Baugrubensohlen sind bei ungünstigen Bedingungen umgehend zu schützen, indem Trag- und Ausgleichsschichten abschnittsweise parallel zum Aushub eingebracht werden. Abtragsflächen sind abzunehmen und verantwortlich für alle weiteren Tätigkeiten freizugeben.

Die Böschungswinkel nach DIN 4124 sind zu beachten, die hier maximal 45° betragen dürfen. Böschungen sind durch das vollflächige Abplanen vor Witterungseinflüssen zu schützen.

14 Ergänzende Hinweise

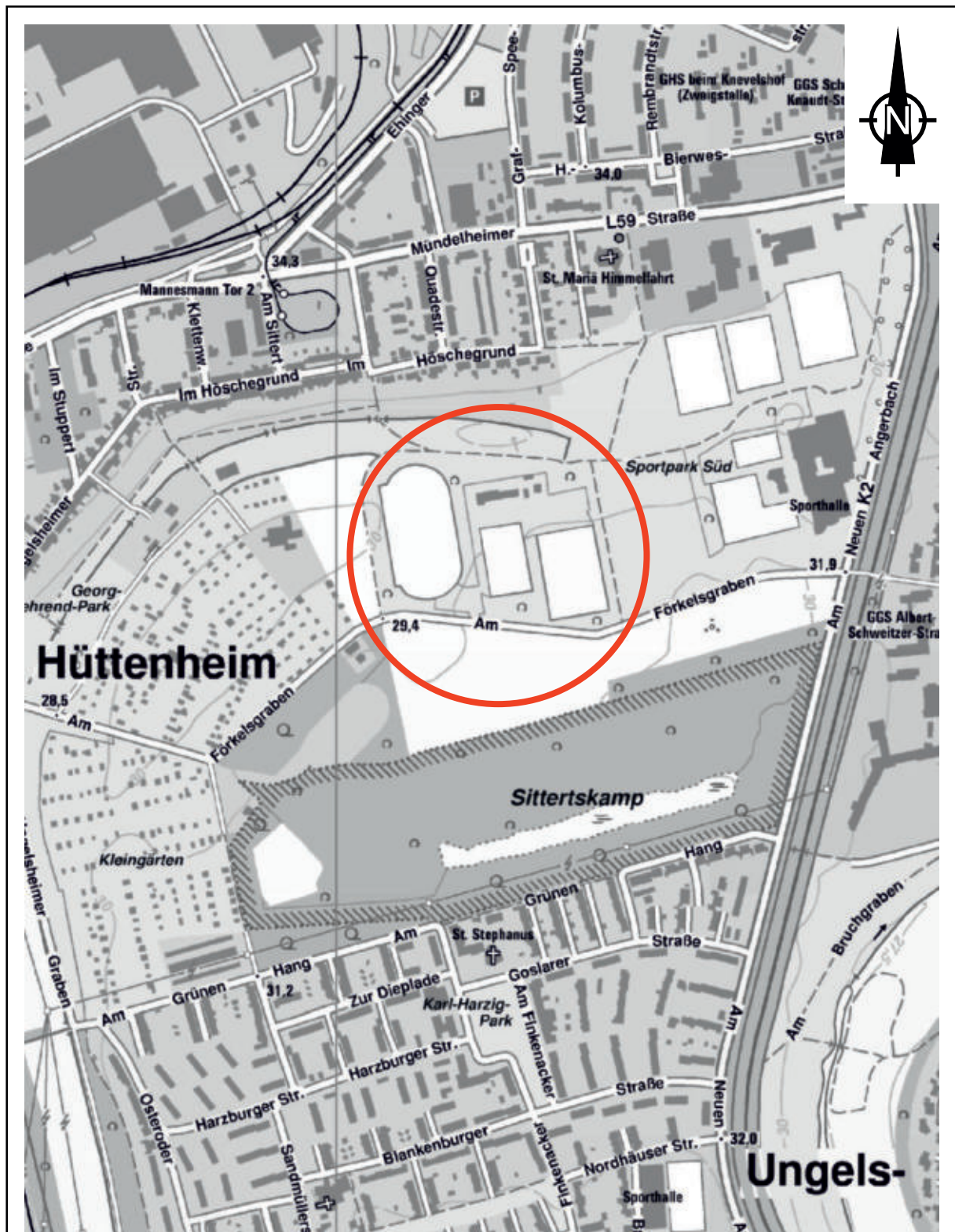
Die hier vorliegenden Auswertungen und angegebenen Kennwerte beziehen sich nur auf die dokumentierten Ergebnisse und den im vorliegenden Bericht zu Grunde gelegten Planungsstand.



Düsseldorf, 24.02.2023

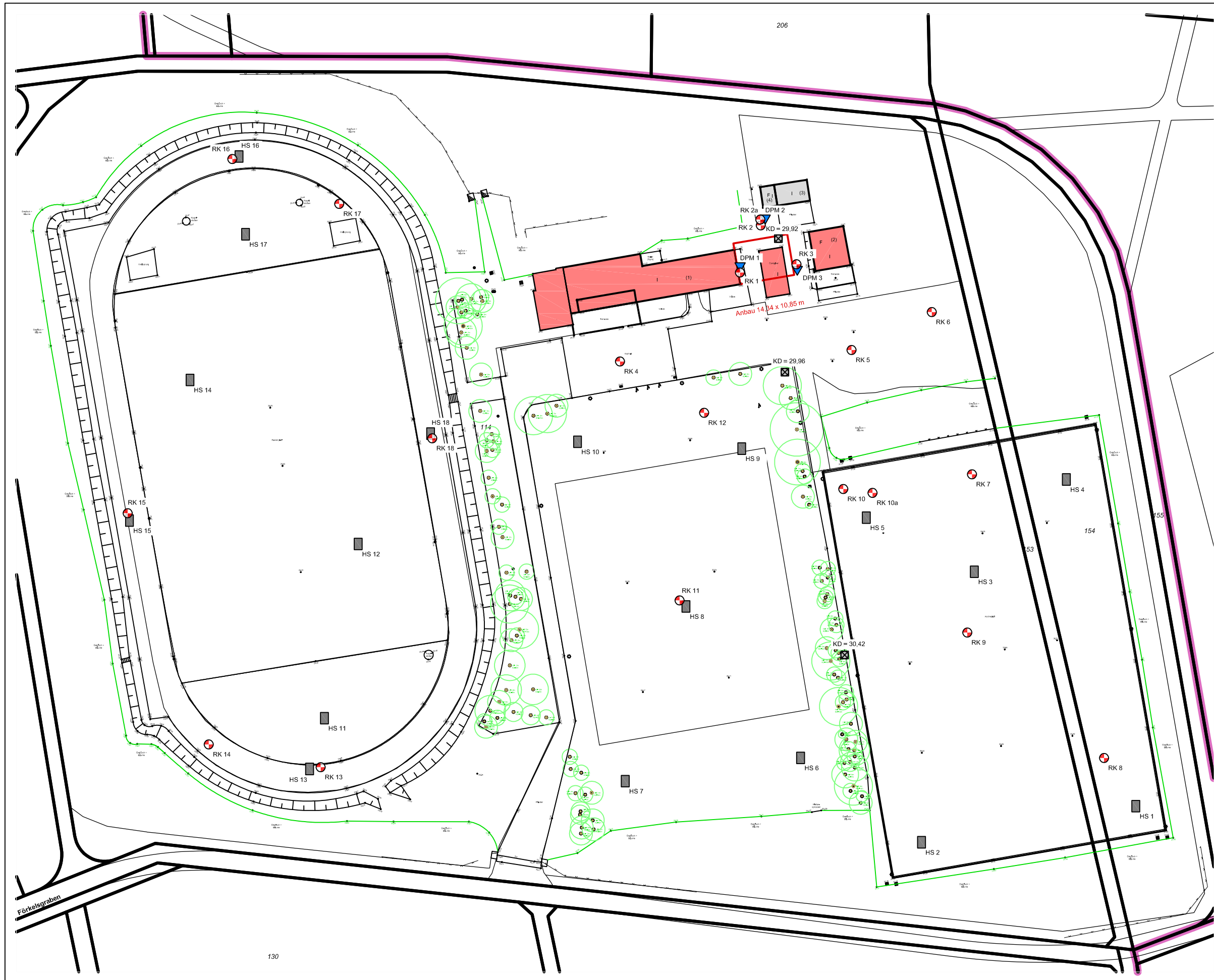
**Beratende
Geowissenschaftler
BG RheinRuhr GmbH**



Helge von Seggern



			Übersichtsplan		Maßnahme: Bodenuntersuchung Sportanlage Am Förkelsgraben Duisburg
gez.	Datum 17.02.2023	Name Ru	Projekt-Nr.:	22 0323	Auftraggeber: DuisburgSport Margaretenstraße 11 47055 Duisburg
			Maßstab:	1:7.500	
Zeichenerklärung:  Lage des Untersuchungsbereichs			Plangrundlage: © Land NRW (2023)		Anlage: 1 Blattgröße: 210 x 297 mm



Lageplan

Maßnahme:
Bodenuntersuchung
Sportanlage Am Förkelsgraben
Duisburg

Auftraggeber:
DuisburgSport
Margaretenstraße 11
47055 Duisburg

Projekt-Nr.: 22 0323


Maßstab: 1:1.000

Anlage: 2

Blattgröße: 420 x 297 mm

	Datum	Name
gez.	17.02.2023	Ru

Plangrundlage:
Übersicht Probenentnahmepunkte BGA
von Geo3 (1120-10-0-1
Bodengutachten.dwg per E-Mail vom
30.01.2023)

- Zeichenerklärung:
-  Rammkernsondierung
 -  Rammsondierung
 -  Handschurf
 -  Höhenbezugspunkt

