Dr.-Ing. Lothar Maßmeier

Projekt: 00.674_B01.docx

von der Südwestfälischen Industrie- und Handelskammer (SIHK) zu Hagen öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Bodenmechanik, Erd-und Grundbau, Gründungsschäden / Baugrundbedingte Schäden und Spezialtiefbau mit Zweigniederlassungen in Dortmund und Berlin

geoteam - Brandschachtstraße 2 - 44149 Dortmund

VfL Eintracht Hagen Handball-Förder GmbH Herrn Detlef Spruth Körner Straße 40 58095 Hagen



Brandschachtstraße 2 44149 Dortmund T: 0231.967889-0 F: 0231.967889-29 info@geo-team.info www.geo-team.info

Bearbeiter:

Dr.-Ing. Lothar Maßmeier M.Sc. Caterina Hollenhorst Durchwahl: -17 Mobil: 0175.1674630 c.hollenhorst@geo-team.info

Seite: 1 / 24

Arenahagen

Datum: 24.03.2021

Baugrunduntersuchung und Gründungsberatung

Phase I: Baugrundgutachterliche Beratung für den Grundstücksankauf

Dortmund, 24.03.2021



Inhalt	tsverzeichnis	
1	Vorgang	4
1.1	Beschreibung der Baumaßnahme	4
1.2	Aufgabenstellung	6
1.3	Verwendete Unterlagen	7
2	Beschreibung der Örtlichkeit und topografischer Überblick	7
3	Baugrunduntersuchung	10
3.1	Baugrunderkundungen	10
3.2	Laboruntersuchungen	11
4	Baugrundverhältnisse	12
4.1	Geologischer Überblick	12
4.2	Baugrundaufbau	13
4.3	Grundwasserverhältnisse	14
4.4	Gefährdungspotenziale	15
4.5	Versickerungsfähigkeit des Baugrunds	15
5	Abfall- und umwelttechnische Analytik und Bewertung	15
6	Beurteilung der Baugrundverhältnisse	16
6.1	Allgemeine Baugrundbeurteilung im Hinblick auf die geplante Bebauung	17
6.2	Bodenklassen und Bodengruppen	18
6.3	Geotechnischen Kenngrößen	19
7	Gründungsberatung	20
7.1	Erste Angaben zur Gründung	20
7.2	Bautechnische Hinweise	20
7.2.1	Aushub und Gründungssohle	20



Anlagenverzeichnis

Anlage 1		Lageplan der Baugrundaufschlüsse, Maßstab 1 : 500
Anlage 2		Erkundungsergebnisse
2	2.1	Bohrprofile und Rammdiagramme in Schnittdarstellungen, Maßstab 1 : 50
2	2.2	Schichtenverzeichnisse der Firma ALBO-tec GmbH
Anlage 3	}	Historische Luftbilder der Jahre 1952, 1969, 1990 und 1998, regioplaner.de
Anlage 4		Ergebnisse der chemischen Laboruntersuchungen
2	4.1	Tabellarische Zusammenstellung der Untersuchungen an Bodenproben nach LAGA
4	4.2	Prüfberichte der Firma ALBO-tec GmbH



1 Vorgang

1.1 Beschreibung der Baumaßnahme

Herr Detlef Spruth, Vorsitzender der VfL Eintracht Hagen Handball-Förder GmbH, plant im Zusammenhang mit der Erweiterung des Sportparks Ischeland in Hagen die Errichtung einer Mehrzwecksporthalle (Arenahagen). Diesbezüglich ist es geplant, ein städtisches Grundstück, das sich angrenzend zur Krollmann Arena befindet und derzeit als Sportplatz (Ascheplatz) genutzt wird, anzukaufen und zu bebauen. Ein bereits angrenzend zur Baufläche vorhandener Parkplatz soll in diesem Fall saniert bzw. umgestaltet werden und seine Funktion beibehalten (Hagenplatz). Das Areal wird unter der Gemarkung Hagen (051328), Flur 1, Flurstück 917 geführt. In nachfolgender Abbildung 1 ist ein Luftbild mit Darstellung der örtlichen Situation vorgestellt.



Abbildung 1: Luftbild der Örtlichkeit: Sportplatz (geplante Baufläche) angrenzend zur Krollmann Arena in Hagen; Quelle: Tim-online 2.0, 2021



Mit der architektonischen Planung der Mehrzweckhalle Arenahagen ist das Büro ARCHlprocess aus Dresden beauftragt. Laut vorliegender Planung ([U 1] und [U 2]) soll die Sporthalle u.a. als Wettkampfstätte für die Vereine Eintracht Hagen (Handball) und Phoenix Hagen (Basketball) sowie für Wettkämpfe bzw. Training anderer Ballsportvereine und Veranstaltungen Verwendung finden. Das Bauwerk soll Platz für 3.100 Zuschauer bieten, mit der Option einer Erweiterung auf ca. 5.000 Plätze. Zudem ist es vorgesehen im Untergeschoss der Halle eine Trainingshalle sowie weitere Räumlichkeiten für multifunktionale Nutzungen (Kletterhalle, Sauna, Technikträume, etc.) zu errichten.

Das Bauwerk soll als teileingeschnittener Baukörper in das anstehende Gelände/die Topografie eingebettet werden und zum Parkplatz (Hagenplatz) ebenerdig auslaufen. Richtung Südosten soll die Halle bis etwa 8,0 m ins Gelände einschneiden (Abbildung 2). Höhenbezüge des Baukörpers in mNHN sind geoteam derzeit noch nicht bekannt. Entsprechend der Planung ist als Tragwerk eine Kombination der Werkstoffe Stahl/Stahlbeton zu erwarten.

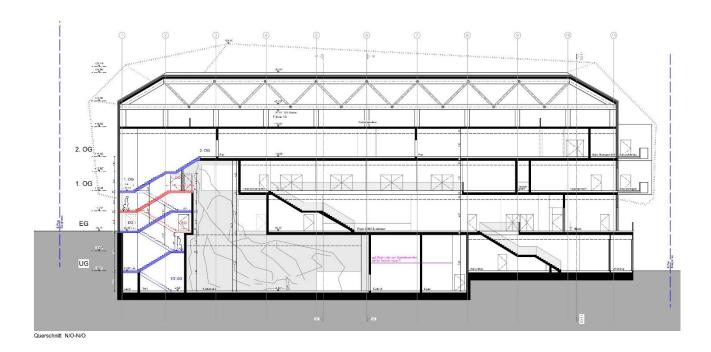


Abbildung 2: Auszug der Vorentwurfsplanung, Querschnitt N/O-N/O; Quelle: [U 2]



1.2 Aufgabenstellung

Im Zusammenhang mit der Errichtung der Mehrzweckhalle wurde die geoteam Ingenieurgesellschaft mbH, Dortmund von der VfL Eintracht Hagen Handball-Förder GmbH und hier Herrn Detlef Spruth im Rahmen der Phase I mit einer baugrundgutachterlichen Beratung für den Grundstückankauf beauftragt. Hierzu soll auf Basis einer im März 2021 stichprobenartig durchgeführten Baugrunderkundung ein Gutachten erstellt werden, das folgendes beinhaltet:

- Auswertung durchgeführter Baugrunduntersuchungen
- Beurteilung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse
- Ermittlung der chemischen Schadstoffbelastung des angetroffenen Bodenmaterials
- Altlastentechnische Beurteilung des angetroffenen Bodenmaterials nach LAGA
- Beurteilung der Baugrundverhältnisse im Hinblick auf die Bebaubarkeit
- Erste Angaben zur Bauwerksgründung
- Benennung von ersten bautechnischen Hinweisen
- Angaben zu weiterem Untersuchungsbedarf

Der vorliegende Bericht behandelt die geotechnische und umwelttechnische Beratung für den Neubau einer Mehrzweckhalle Arenahagen an der Stadionstraße/Am Sportpark in Hagen im Rahmen der Phase I (Grundstücksankauf). Das Bauvorhaben ist nach DIN EN 1997 in die geotechnische Kategorie GK II einzustufen.



1.3 Verwendete Unterlagen

Auf folgende Unterlagen wurde bei Bedarf zurückgegriffen:

- [U 1] Arenahagen Mehrzwecksporthalle im Sportpark Ischeland, Infoveranstaltung Fraktionen, ARCHIprocess, Dresden, 23.11.2020
- [U 2] Arenahagen, Vorentwurfsplanung Längs- und Querschnitte, Maßstab 1 : 200, ARCHIprocess, Dresden, 26.02.2021
- [U 3] Auszug vermessungstechnischer Lageplan, o. A.
- [U 4] Luftbildauswertung Am Sportpark 13 / ARENAHagen, Zeichen: 32/03-21/2021, Stadt Hagen, 10.02.2021
- [U 5] LAGA Länderarbeitsgemeinschaft Abfall, Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen, Technische Regeln, Mitteilung Nr. 20, 1997
- [U 6] LAGA L\u00e4nderarbeitsgemeinschaft Abfall, Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abf\u00e4llen: Teil II: Technische Regeln f\u00fcr die Verwertung von 1.2 Bodenmaterial (TR Boden), 2004
- [U 7] LAGA Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall, Technische Hinweise zur Einstufung von Abfällen nach ihrer Gefährlichkeit, 2018

2 Beschreibung der Örtlichkeit und topografischer Überblick

Nachfolgend werden die örtlichen Gegebenheiten kurz erläutert. Es liegt ein vermessungstechnischer Lageplan [U 3] vor. Des Weiteren wurde im Zusammenhang mit den nachfolgend vorgestellten, stichprobenartigen Baugrunduntersuchungen das Gebiet visuell begutachtet.

Historische Luftbilder der Örtlichkeit aus den Jahren 1952, 1969, 1990 und 1998 des Internetauskunftssystems regioplaner.de sind in Anlage 3 vorgestellt. Aus den Dokumenten geht hervor, dass das Gelände seinerzeit als Ackerfläche genutzt worden ist und dann, nach Errichtung der Krollmann Arena, mit einem Sportplatz bebaut worden ist.



Die zu untersuchende Fläche ist südwestlich der Krollmann Arena gelegen und wird derzeit als Sportplatz genutzt. Der Ascheplatz kann durchaus als "in die Jahre gekommen" beurteilt werden. Dem vermessungstechnischen Lageplan nach liegen die Höhen des Platzes bei ca. +146,0 mNHN im südöstlichen Bereich und fallen Richtung Nordwesten geringfügig auf etwa +145,0 mNHN ab. Richtung Nordwesten bzw. Südwesten ist ein Geländeversprung zu den angrenzenden Parkplatzflächen von ca. 2,0 bis 3,0 m erkennbar. Die Parkplatzflächen besitzen weiter Richtung Stadionstraße eine deutliche Neigung. Südöstlich angrenzend zum Sportplatz befindet sich eine mit Rasen begrünte, relativ flach geneigte Böschung von ca. 6,0 m Höhe (+152,0 mNHN) an deren Böschungskopf ein Rad- und Fußweg verläuft. Der Aufbau des Geländes ist derzeit nicht bekannt und wurde bisher durch geoteam nicht untersucht. Eindrücke der Örtlichkeit sind in nachfolgenden Abbildungen hinterlegt.

Das zur Bebauung vorgesehene Gelände (Gemarkung Hagen, Flur 1, Flurstück 917) ist nach Auskunft des Umweltamtes nicht im Altlastenverdachtsflächenkataster der Stadt Hagen verzeichnet. Eine Kampfmittelauskunft der Stadt Hagen liegt mit Datum vom 10.02.2021 vor [U 4]. Aus dieser geht hervor, dass die gesamte angefragte Fläche einer Bombardierung unterlag und Teilflächen als Stellungsbereiche definiert sind. Zudem sind vier in der Fläche vorhandene Blindgängerverdachtspunkte geräumt, ein weiterer Punkt ist noch als Verdachtspunkt dargestellt. Eine Sondierung der zu bebauenden Fläche ist erforderlich.



Abbildung 3: Sportplatz mit Blickrichtung auf die südöstlich angrenzende Böschung; Quelle: geoteam, 01.03.2021





Abbildung 4: Sportplatz mit Blickrichtung auf die südöstlich angrenzende Böschung und die nördlich gelegene Krollmann Arena; Quelle: geoteam, 01.03.2021



Abbildung 5: Nordwestlich gelegene Parkplatzfläche mit Blickrichtung auf den am Böschungskopf befindlichen Sportplatz, Quelle: geoteam, 01.03.2021





Abbildung 6: Südlich gelegene Parkplatzfläche mit Blickrichtung auf den Sportplatz, Quelle: geoteam, 01.03.2021

3 Baugrunduntersuchung

3.1 Baugrunderkundungen

Im Bereich des geplanten Bauvorhabens ist auftragsgemäß im Auftrag von geoteam eine erste stichprobenartige Baugrunderkundung durch die Bohrunternehmung ALBO-tec GmbH, Mülheim a. d. Ruhr am 01. und 02.03.2021 durchgeführt worden.

Es wurden auf dem derzeitigen Sportplatz fünf Doppelaufschlüsse (Kleinrammbohrungen und Rammsondierungen) bis auf den zur Tiefe hin anstehenden Felshorizont abgeteuft. Die Lage der Erkundungspunkte ist in dem Lageplan der Anlage 1 dargestellt. Zwei Schnittdarstellungen der Bohrprofile und Rammdiagramme sind in Anlage 2.1 und die Schichtenverzeichnisse in Anlage 2.2 hinterlegt.

Insgesamt sind fünf Kleinrammbohrungen (KRB nach DIN EN ISO 22475-1:2006, Durchmesser ≤ 80 mm) sowie ergänzend fünf Sondierungen mit der mittelschweren Rammsonde (DPM nach DIN EN ISO 22476-2:2005) zur Erkundung des Baugrundaufbaus als auch zur Feststellung anstehender Bodenpartien sowie deren Lagerungsdichte bzw. Konsistenz abgeteuft worden. Auf Basis von Vorkenntnissen wurde die Erkundungstiefe mit dem



Erreichen des Festgesteinshorizontes festgesetzt. Die Ansatzstellen wurden zudem in Lage und Höhe eingemessen. Als Höhenbezugspunkt wurde hier ein eingemessener Kanaldeckel [U 3] verwendet.

Die Baugrundschichtung wurde mit vorgestellten Kleinrammbohrungen aufgeschlossen und die Bodenproben bodenmechanisch nach DIN EN ISO 14688-1:2003 beurteilt. An den gewonnenen Einzelproben aus den Bohrungen wurden im Feld die Bodenarten benannt und klassifiziert, wobei die Kurzzeichen der bisher geltenden Norm DIN 4022-1:1987 verwendet werden, da diese weiterhin geläufiger sind.

Bei den Rammsondierungen werden die Schläge je 10 cm Eindringtiefe aufgenommen und als N₁₀ im Rammdiagramm aufgetragen. Je nach dem verwendeten Spitzenquerschnitt und verwendeter Rammenergie können auf Grundlage der DIN 4094-3:2002 Aussagen über Lagerungsdichten und Konsistenzen der anstehenden Böden abgegeben werden.

3.2 Laboruntersuchungen

Augenscheinlich repräsentative Bodenproben wurden für umwelttechnische Laboruntersuchungen als Mischproben zusammenfasst. Insgesamt sind eine Untersuchung nach LAGA M20 Bauschutt (1997) [U 5] und vier Analysen nach LAGA M20, TR Boden (2004) [U 6] jeweils im Feststoff und Eluat durchgeführt worden.

Tabelle 1: Zusammenfassung der umwelttechnischen Laboruntersuchungen

Probenbez.	Entnahmestelle und -tiefe	Bodenart	Laboruntersuchung
MP 1	KRB 1 (0,0 bis 0,3 m u. GOK) KRB 2 (0,0 bis 0,2 m u. GOK) KRB 3 (0,0 bis 0,3 m u. GOK) KRB 4 (0,0 bis 0,3 m u. GOK) KRB 5 (0,0 bis 0,2 m u. GOK)	Auffüllung [Kies, Sand] → Ascheplatz	LAGA M20, Bauschutt (1997) im Feststoff und Eluat, Tab. II.1.4-5 und Tab.II.1.4-6
MP 2	KRB 1 (0,3 bis 0,7 m u. GOK) KRB 2 (0,2 bis 0,4 m u. GOK) KRB 3 (0,3 bis 0,4 m u. GOK)	Auffüllung [Kies, Schluff, Fremdbeimengungen]	LAGA M20, TR Boden (2004) im Feststoff und Eluat, Tab. II.1.2-4 und Tab.II.1.2-5
MP 3	KRB 4 (0,3 bis 0,5 m u. GOK) KRB 5 (0,2 bis 0,4 m u. GOK)	Auffüllung [Kies, Fremd- beimengungen]	LAGA M20, TR Boden (2004) im Feststoff und Eluat, Tab. II.1.2-4 und Tab.II.1.2-5
MP 4	KRB 1 (6,2 bis 7,0 m u. GOK) KRB 2 (0,4 bis 1,4 m u. GOK) KRB 3 (2,8 bis 4,8 m u. GOK) KRB 4 (5,0 bis 7,0 m u. GOK) KRB 5 (0,4 bis 1,2 m u. GOK)	Verwittertes Festgestein (Kies, Sand)	LAGA M20, TR Boden (2004) im Feststoff und Eluat, Tab. II.1.2-4 und Tab.II.1.2-5



Probenbez.	Entnahmestelle und -tiefe	Bodenart	Laboruntersuchung
MP 5	KRB 1 (0,7 bis 6,2 m u. GOK) KRB 3 (0,4 bis 2,8 m u. GOK) KRB 4 (0,5 bis 5,0 m u. GOK)	Hanglehm (Schluff, Ton)	LAGA M20, TR Boden (2004) im Feststoff und Eluat, Tab. II.1.2-4 und Tab.II.1.2-5

4 Baugrundverhältnisse

4.1 Geologischer Überblick

Um Angaben zu den global vorherrschenden geologischen Verhältnissen zu erhalten, ist ein Auszug aus dem digital vorliegenden Kartenwerk der Geologischen Karte NRW, Maßstab 1:100 000, des Geologischen Dienstes Nordrhein-Westfalen, Krefeld in nachfolgender Abbildung 7 mit etwaiger Markierung des Untersuchungsgebietes dargestellt.

Demnach sind im Bereich der geplanten Bebauung quartäre Lössablagerungen verzeichnet, die sich aus schwach tonigen und schwach feinsandigen Schluffen zusammensetzen, die meist oberflächennah entkalkt und örtlich umgelagert ist. Unterlagert werden vorbeschriebene Schichten von den s.g. Hagen-Schichten aus dem Karbon. Dabei handelt es sich um schwach bis stark sandige Schluff- und Tonsteine. Untergeordnet treten mittelbis grobkörnige Sandsteine auf.

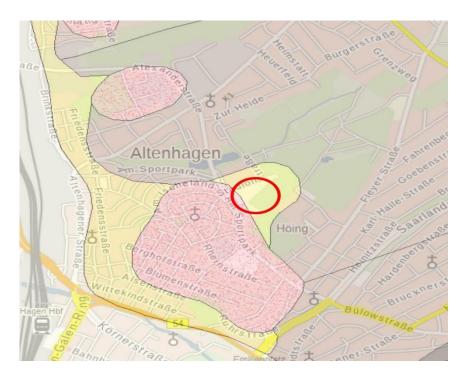


Abbildung 7: Auszug aus der Geologischen Karte NRW, Maßstab 1: 100 000; Quelle: Geologischer Dienst NRW, Krefeld, 2021



4.2 Baugrundaufbau

Mit den fünf auf dem Sportplatzgelände stichprobenartig durchgeführten Doppelaufschlüssen wurde ein der Topografie geschuldeter Baugrundaufbau erschlossen.

Der recht einheitliche Sportplatzaufbau mit seiner charakteristischen Ascheoberfläche (rotbrauner Kies-Sand-Belag) besitzt eine Mächtigkeit von ca. 0,3 m. Darunter stehen bis maximal 0,7 m u. GOK geringmächtige Auffüllungen aus Kies und partiell Schluff mit Nebenanteilen an. Als Fremdbeimengungen wurden z.T. Betonbruch, Schlacke und Glasstücke angetroffen. Unterhalb vorbeschriebener Auffüllungen steht der gewachsene Boden an.

Parallel zum Geländeversprung zur Parkplatzfläche (nordwestliche Sportplatzachse) sind die Erkundungen KRB/DPM 1 und KRB/DPM 4 durchgeführt worden. Hier stehen unterhalb der Auffüllungen überwiegend feinsandige Schluffe (Lössablagerungen) an. Mit der KRB 4 wurden zudem zwischen 0,5 bis 3,3 m u. GOK sandige, kiesige, schluffige Tone aufgeschlossen. Die bindigen Bodenpartien wurden bis in eine Tiefe von 5,0 (KRB 2) bzw. 6,2 m u. GOK (KRB 1) angetroffen. Der Aufschluss KRB/DPM 3 wurde etwa mittig der Sportplatzfläche ausgeführt. Auch hier stehen unterhalb der Auffüllungen feinsandige Schluffe, allerdings in einer geringeren Mächtigkeit, bis 2,8 m u. GOK, an. Die bindigen Bodenpartien weisen eine weiche bis steife Konsistenz auf, was durch die parallel ausgeführten Rammsondierungen mit Schlagzahlen von N₁0 ≤ 10 bestätigt wird.

Mit den Aufschlüssen KRB/DPM 2 und KRB/DPM 5 die entlang der südöstlichen Sportplatzachse, parallel zum begrünten Hang, abgeteuft worden sind, wurden die Lössablagerungen nicht angetroffen. Hier steht, direkt unterhalb der Auffüllungen, der Übergang in die Verwitterungszone des Festgesteins an, der mit den vorbeschriebene Aufschlüssen 1, 3 und 4 erst zur Tiefe hin ansteht. Bodenmechanisch wurde der Verwitterungshorizont des Felses als sandiger, schluffiger Kies bzw. als kiesiger Sand angesprochen. Der unverwitterte Felshorizont dürfte in etwa mit den Endteufen der jeweiligen Aufschlüsse gleichzusetzen sein.

In nachfolgender Tabelle 2 sind die Erkundungsergebnisse zusammenfassend dargestellt. Erkennbar ist/wird hier ein (deutliches) Abtauchen des Felshorizontes von etwa Südosten nach Nordwesten/Westen mit einer überschläglich ermittelten Neigung von ca. 3° bis 6°, was sich auch augenscheinlich in der umliegenden Topografie wiederspiegelt.



Tabelle 2: Zusammenfassung der Erkundungsergebnisse

Aufschluss	GOK [+ mNHN]	Mächtigkeit Auffüllung [m]	Mächtigkeit Löss [m]	OK verw. Fels [+ mNHN][≈ OK schwach verw. Fels [+ mNHN][
KRB/DPM 1	145,25	0,70	5,50	139,05	138,25
KRB/DPM 2	146,17	0,40	-	145,17	144,77
KRB/DPM 3	145,68	0,40	2,40	142,88	140,88
KRB/DPM 4	145,27	0,50	4,50	140,27	138,27
KRB/DPM 5	146,17	0,40	-	145,17	144,97

4.3 Grundwasserverhältnisse

Die Fließrichtung des Grundwassers orientiert sich hier sicherlich an den gegenwärtigen topografischen Verhältnissen. Es ist daher von einer Fließrichtung Richtung Nordwesten/Norden zum Ischelandteich auszugehen.

Mit den durchgeführten Baugrunduntersuchungen wurde kein geschlossener Grundwasserspiegel angetroffen. In der KRB 3 wurden die zur Tiefe hin anstehenden Schluffe partiell als nass angesprochen, was einer aufgestauten Sicker- bzw. Staunässe auf dem Verwitterungshorizont des Festgesteins zugeordnet werden dürfte.

Erfahrungsgemäß ist davon auszugehen, dass die bindigen Bodenpartien (Lössablagerungen) als Grundwasserstauer bzw. als Grundwassernichtleiter einzuschätzen sind. Bei dem zur Tiefe hin anstehenden Festgestein (Hagen-Schichten) handelt es sich um ein Kluftgrundwasserleiter mit geringer bis mäßiger Durchlässigkeit. Hierbei hängt die Ergiebigkeit stark von dem Kluft- und Trennflächensystem des Festgesteins ab.

Um weiter Angaben über vor Ort vorherrschende Grundwasserverhältnisse zu erhalten, wurde eine Recherche über das Internetauskunftssystem ELWAS-Web des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz NRW durchgeführt. Leider liegt im Umfeld der Baumaßnahme keine repräsentative Grundwassermessstelle.

Eine Anfrage an das Umweltamt über ergänzende Informationen zu den vorherrschenden Grundwasserverhältnissen blieb bisher unbeantwortet. Sobald ein Ergebnis dazu vorliegt, wird dieses nachgereicht.

Da eine Beprobung von Grundwasser im Zuge der Felduntersuchungen, aufgrund des Aufschlussverfahrens bzw. des Nichtvorhandenseins von Grundwasser nicht möglich gewesen ist, kann in Phase I keine Beurteilung hinsichtlich Beton- und Stahlaggressivität nach DIN 4030 bzw. DIN 50929 erfolgen.



Erfahrungen anderer im Umfeld durchgeführter Baumaßnahmen (Westfalenbad) zeigen auf, dass das dortige Grundwasser kohlensäurehaltig (betonangreifend) ist. Des Weiteren war im Zuge von Wasserhaltungsmaßnahmen festzustellen, dass das geförderte Grundwasser in Kontakt mit Sauerstoff stark ausflockte, gekennzeichnet durch rotbraune Verfärbungen der Eisen- und Manganausfällungen und eine Behandlung (Absetzbecken) erforderte. Diese Angaben können zunächst für die geplante Sporthalle nicht unmittelbar bestätigt werden, sollten aber in der weiteren Planung berücksichtigt werden.

4.4 Gefährdungspotenziale

Das Untersuchungsgebiet liegt der Kartenwerke der Gefährdungspotenziale des Untergrundes in Nordrhein-Westfalen (Geologischer Dienst NRW, Krefeld und Bezirksregierung Arnsberg) außerhalb von Gefährdungen wie Bergbau, Methanausgasung, Verkarstung/Auslaugung und der deklarierten Erdbebenzonen.

4.5 Versickerungsfähigkeit des Baugrunds

Die anstehenden bindigen Böden sind als nicht versickerungsfähig zu beurteilen. Der Durchlässigkeitsbeiwert kann hier in jedem Fall mit $k_f > 1 * 10^{-6}$ m/s abgeschätzt werden. Die Durchlässigkeit des Festgesteins kann hier nur schwer eingeschätzt werden, da diese stark von dem Kluft- und Trennflächensystem des Gebirges abhängt.

5 Abfall- und umwelttechnische Analytik und Bewertung

Das für eine orientierende abfall- und umwelttechnische Bewertung stichprobenartig an Mischproben durchgeführte chemische Untersuchungsprogramm ist in Kapitel 3.2 bereits vorgestellt. Die für die Untersuchungen von Bodenproben nach LAGA M20 Bauschutt (1997) [U 5] und LAGA M20, TR Boden (2004) [U 6] zusammengestellten Mischproben sind dort in Tabelle 1 dargestellt und mit jeweiligem Untersuchungsprogramm hinterlegt.

In nachfolgender Tabelle 3 sind die Ergebnisse der chemischen Analysen vorgestellt. Die im Labor der Firma ALBO-tec GmbH, Mülheim a. d. Ruhr untersuchten Proben sind mit Labornummern, Herkunft sowie schadstofflicher Belastung zugeordnet. Letztere sind jeweils durch den oder die entsprechend maßgebenden chemischen Untersuchungsparameter und der sich daraus ergebenen Bewertung gemäß LAGA M20 Bauschutt (1997) [U 5] und LAGA M20, TR Boden (2004) [U 6] charakterisiert.



Eine detaillierte tabellarische Ergebnisübersicht ist in Anlage 4.1 hinterlegt, auffällige Schadstoffgehalte sind farblich hervorgehoben. Ergänzend sind die zugehörigen Prüfberichte des chemischen Labors in Anlage 4.2 hinterlegt.

Tabelle 3: Ergebnisse der durchgeführten chemischen Untersuchungen

Probenbez.	Entnahmestelle und -tiefe	Bodenart	Maßgebende Parameter	Laborunter- suchung
MP 1	KRB 1 (0,0 bis 0,3 m u. GOK) KRB 2 (0,0 bis 0,2 m u. GOK) KRB 3 (0,0 bis 0,3 m u. GOK) KRB 4 (0,0 bis 0,3 m u. GOK) KRB 5 (0,0 bis 0,2 m u. GOK)	Auffüllung [Kies, Sand] → Ascheplatz	Cadmium: 0,63 mg/kg	Z 1.1 nach LAGA Bauschutt
MP 2	KRB 1 (0,3 bis 0,7 m u. GOK) KRB 2 (0,2 bis 0,4 m u. GOK) KRB 3 (0,3 bis 0,4 m u. GOK)	Auffüllung [Kies, Schluff, Fremdbeimengungen]	Blei: 830 mg/kg Cadmium: 18 mg/kg PAK: 2200 mg/kg Benzo(a)pyren: 110 mg/kg	> Z 2 nach LAGA Boden
MP 3	KRB 4 (0,3 bis 0,5 m u. GOK) KRB 5 (0,2 bis 0,4 m u. GOK)	Auffüllung [Kies, Fremd- beimengungen]	TOC: 6,2 Masse-% Blei: 990 mg/kg Cadmium: 23 mg/kg Zink: 3000 mg/kg	> Z 2 nach LAGA Boden
MP 4	KRB 1 (6,2 bis 7,0 m u. GOK) KRB 2 (0,4 bis 1,4 m u. GOK) KRB 3 (2,8 bis 4,8 m u. GOK) KRB 4 (5,0 bis 7,0 m u. GOK) KRB 5 (0,4 bis 1,2 m u. GOK)	Verwittertes Festgestein (Kies, Sand)	Elektr. Leitfähigkeit: 327 µS/cm	Z 1.2 nach LAGA Boden
MP 5	KRB 1 (0,7 bis 6,2 m u. GOK) KRB 3 (0,4 bis 2,8 m u. GOK) KRB 4 (0,5 bis 5,0 m u. GOK)	Hanglehm (Schluff, Ton)	-	Z 0 nach LAGA Bo- den

Mit der Mischprobe MP 1 ist der stichprobenartig beprobte Aschebelag des Sportplatzes chemisch untersucht worden. Nach LAGA M20 Bauschutt (1997) [U 5] ist das untersuchte Material in die Zuordnungsklasse Z 1.1 einzuordnen und entsprechend zu verwerten.

Darunter angetroffene Auffüllungspartien, die hier bis in eine Tiefe von ca. 0,7 m u. GOK anstehen und hier stichprobenartig in einer durchschnittlichen Dicke von ca. 0,5 m angetroffen worden sind, wurden orientierend mit den Mischproben MP 2 und MP 3 im chemischen Labor untersucht. Aufgrund von Überschreitungen von Parametern in den untersuchten Schwermetallen und partiell des TOC- sowie PAK-Gehaltes ist eine Einordnung in die Einbauklassen nach LAGA TR Boden (2004) [U 6] hier nicht möglich (> Z 2). Aufgrund der angetroffenen



Schadstoffgehalte erfolgt ergänzend eine Einstufung nach Gefährlichkeit der Abfälle [U 7]. Da die Einzelkonzentrationen der "chronisch gewässergefährdenden Stoffe, Kategorie 1" den Summenschwellenwert von 2.500 mg/kg im Feststoff überschreiten, ist der Abfall nach vorliegendem Kenntnisstand als gefährlich einzustufen. Die Materialien sind demnach einer Deponierung zuzuführen und als gefährlicher Abfall zu entsorgen. Eine Nachuntersuchung hinsichtlich der ergänzenden Parameter der Deponieverordnung DepV 2020 wird empfohlen.

Mit den Mischproben MP 4 und MP 5 sind die gewachsenen, stichprobenartig angetroffenen Böden analysiert worden. Das verwitterte Festgestein (MP 4) ist nach LAGA TR Boden (2004) [U 6] der Einbauklasse Z 1.2 zuzuordnen. Die leicht erhöhten Gehalte des TOC-Gehaltes, der Schwermetalle und der elektrischen Leitfähigkeit sind vermutlich / nach hiesiger Einschätzung auf Eintragungen durch Niederschlag über die überlagernden, hoch verunreinigten Auffüllungspartien zurückzuführen. Die untersuchte Probe des angetroffenen Hanglehms (MP 5) weist keine Auffälligkeiten auf. Das Material ist demnach der Einbauklasse Z 0 zuzuordnen und entsprechend zu verwerten.

6 Beurteilung der Baugrundverhältnisse

6.1 Allgemeine Baugrundbeurteilung im Hinblick auf die geplante Bebauung

Die geringmächtig anstehenden, heterogen zusammengesetzten Auffüllungspartien eignen sich nicht als Gründungshorizont und sind im Zuge der Baufeldfreimachung vollständig zu entfernen.

Anstehende bindige Bodenpartien (Lössablagerungen) können hinsichtlich ihrer Tragfähigkeit im ungestörten Zustand als mittelguter Baugrund und hinsichtlich Verformungen als mäßig guter Baugrund angesehen werden. Bei Zutritt von Wasser bzw. mechanischer/dynamischer Beanspruchung neigen diese Böden dazu leicht in ungünstigere Zustandsformen überzugehen und mit der Aufweichung an Tragfähigkeit zu verlieren. Als weitere besondere Eigenschaft ist dessen starke Witterungs- und Frostempfindlichkeit (Frostempfindlichkeitsklasse F3 – sehr frostempfindlich) herauszustellen.

Das angetroffene Festgestein eignet sich im wenig bis unverwitterten Zustand sehr gut als Gründungshorizont. Die gute bis sehr gute Tragfähigkeit zeichnet sich durch ein vergleichsweise günstiges Setzungsverhalten aus. Lasten können relativ setzungsarm in den Untergrund eingeleitet werden.



6.2 Bodenklassen und Bodengruppen

Nach den vorliegenden Aufschlussergebnissen lassen sich in einer ersten Einschätzung die angetroffenen Boden- und Felsarten gemäß den Bodenklassen nach DIN 18300 (Erdarbeiten) sowie den Bodengruppen nach DIN 18196 klassifizieren.

Hinweis: Mit der Ergänzung 2015 der VOB 2012 werden Homogenbereiche in den Normen der DIN 18300 und DIN 18301 vorgesehen. Diese können (in Zukunft) die beschriebenen Bodenklassen ersetzen. Die Homogenbereiche sind ggfs. als besondere Leistung in der weiteren Planung noch festzulegen. Im vorliegenden Fall werden zunächst noch die in der Baupraxis geläufigen Bezeichnungen der VOB 2012 bzw. DIN 18300 angewendet.

In der DIN 18300 (Erdarbeiten) werden Boden- und Felsarten entsprechend ihrem Zustand beim Lösen für bautechnische Zwecke in Bodenklassen eingestuft. In der DIN 18196 sind die bei Erdarbeiten anfallenden Bodenarten (Lockergesteine) für bautechnische Zwecke in Bodengruppen mit annährend gleichem stofflichem Aufbau und ähnlichen Eigenschaften zusammengefasst. Durch unterschiedliche Lagerungsdichten und Wassergehalte sind jedoch auch bei Böden, die zu einer bestimmten Bodengruppe gehören, stark unterschiedliche bodenmechanische Eigenschaften möglich.

Die aufgefüllten und gewachsenen Boden- und Felsarten werden gemäß DIN 18196 und DIN 18300 zusammenfassend in die Bodengruppen und Bodenklassen der Tabelle 4 klassifiziert. Hierbei ist anzumerken, dass sich die Angaben auf die bisher durchgeführten Erkundungen bzw. Erfahrungswerte beziehen und lediglich als erste Einschätzung zu sehen sind. Die angegebenen Bodenklassen und -gruppen gelten nicht für in den Auffüllungen/ im Untergrund etwaig vorhandene Bauwerksreste oder zusammenhängenden Bauschutt. Diese Partien sind gesondert aufzumessen und zu vergüten.

Tabelle 4: Zusammenfassung der Bodengruppen nach DIN 18196 sowie der Bodenklassen nach DIN 18300

Bodenart	Bodengruppe nach DIN 18196	Bodenklasse nach DIN 18300			
Auffüllungen	Auffüllungen				
Auffüllung, nichtbindig *	A [GW, GE, GI]	3 (ersatzweise)			
Auffüllung, bindig *	A [UL, UM, UA, TL]	4 (ersatzweise)			
Gewachsene Lockergesteinsschichten (Lössablagerungen)					
Schluff und Hanglehm	UL, UM, TM	4			
Hangschutt	SW, SU, SU*, GW	3, 5			
Fels (Ton- und Schluffstein, untergeordnet Sandstein)					
Verwittert (Charakteristika Lockergestein)	GT*, GU*, ST*, SU*, UL, TL	4, 5			



Bodenart	Bodengruppe nach DIN 18196	Bodenklasse nach DIN 18300
Schwach verwittert (Festgestein)	keine Einordnung sinnvoll	5, untergeordnet 6
Unverwittert (Festgestein)	keine Einordnung sinnvoll	6, untergeordnet 7

^{*)} Bauwerksreste, Bauschutt und Asphalt sind gesondert zu erfassen und anzurechnen

6.3 Geotechnischen Kenngrößen

Nach den Ergebnissen der ersten, stichprobenartigen Baugrunderkundung können die nachfolgend in Tabelle 5 angegebenen geotechnischen Kenngrößen in einer ersten Bandbreite angesetzt werden. Die in der Tabelle angegebenen Wichten verstehen sich dabei als mittlere charakteristische Kenngrößen.

Tabelle 5: Charakteristische Bodenkennwerte

Bodenart	Wichte des feuchten Bodens Yk [N/m³]	Wichtes des Bodens unter Auftrieb Y'k [kN/m³]	Reibungswinkel ϕ'_k bzw. ϕ'' [°]	Kohäsion c' _k [kN/m²]	Steifemodul E _s [MN/m ²]		
Auffüllungen							
Auffüllungen in nichtbindiger / bindiger Zusammensetzung bzw. deren Gemische (lockere bis mitteldichte Lagerung bzw. weiche bis steife Konsistenz)	18 / 19	9 / 10	27,5 bis 32,5 *	-	-		
Gewachsene Lockergesteins	Gewachsene Lockergesteinsschichten (Lössablagerungen)						
Schluff und Hanglehm, weich bis steif	19	10	27,5	5	6 - 10		
Hangschutt, mitteldicht bis dicht, zur Tiefe sehr dicht	20	11	32,5	5	30 - 40		
Fels (Ton- und Schluffstein, untergeordnet Sandstein)							
Verwittert (Charakteristika Lockergestein)	20	11	25	10	30 - 40		
Schwach verwittert (Festgestein)	21 bis 22	12	25	20 bis 40	40 - 70		
Unverwittert (Festgestein)	23 bis 24	13	25		≥ 100		

Zeichenerklärung zu vorstehender Tabelle:

 γ_k = Wichte des feuchten Bodens γ'_k = Wichte des Bodens unter Auftrieb

 φ'_k = Reibungswinkel *) φ'' = Ersatzreibungswinkel

 C'_k = Kohäsion E_s = Steifemodul für Erstbelastung



7 Gründungsberatung

7.1 Erste Angaben zur Gründung

Die Auswertung der Baugrunderkundungen im Hinblick auf die Planung zeigt auf, dass die derzeit geplanten Bauwerkssohlen (+/-0,00 m und -2,58 m) voraussichtlich im Festgestein liegen. Richtung Parkplatzfläche (Hagenplatz) können vermutlich partiell noch die Lössablagerungen bzw. der verwitterte Fels in der Gründung anstehen. Die Gründung kann hier dann grundsätzlich als frostfreie Flachgründung (Streifen- und Einzelfundamente, bzw. Plattengründung) erfolgen. In Bereichen von Lockergesteinspartien sollte die Gründung der Fundamente frostfrei tiefer bis auf den Fels geführt werden bzw. unterhalb der Bodenplatte ist bis zum Festgesteinshorizont einen Bodenaustausch vorzunehmen, um größere Setzungen bzw. Setzungsdifferenzen zu hindern.

Die Bemessung der Streifen- und Einzelfundamente kann in einem ersten Schritt unter Ansetzung eines vorsichtig abgeschätzten charakteristischen Sohlwiderstandes $\sigma_{r,k}$ = 600 bis 800 kN/m² (d.h. für Lastfall BS-P $\sigma_{r,d}$ = 430 bis 570 kN/m²) bei einer frostfreien Einbindung (0,8 m u. GOK) bzw. einer Einbindetiefe von 0,5 m in den wenig bis unverwitterten Fels vorgenommen werden. Die Setzungen können dann mit s \leq 1,0 cm abgeschätzt werden. Für eine Bodenplatte kann unter o.g. Randbedingungen für eine erste Vordimensionierung ein Bettungsmodul von $k_{v,s}$ = 10 MN/m³ angenommen werden. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass es sich bei dem Bettungsmodul um einen fiktiven, iterativen Wert handelt.

7.2 Bautechnische Hinweise

7.2.1 Aushub und Gründungssohle

Der Aushub der bindigen Lockergesteinspartien ist wohl als reiner Aushub anzusehen, jedoch ist Umsicht ist bei den Erdarbeiten erforderlich. Die Schluffe und Tone sind sehr frost- und witterungsempfindlich und können unter mechanischer/dynamischer Einwirkung an Tragfähigkeit verlieren.

Der Aushub des Festgesteins kann erfahrungsgemäß voraussichtlich durchgängig mit dem Bagger erfolgen (Bodenklasse 5 und 6). Meißelarbeiten (Bodenklasse 7) sind nicht vollständig auszuschließen, sind aber erfahrungsgemäß eher nicht zu erwarten. Die Herstellung der Gründungssohlen im Festgestein sollte vorsichtig geschehen, um das Herausreißen von größeren Gesteinspartien und um Auflockerungen bei Arbeiten mit Zahnbesatz auf der Baggerschaufel zu vermeiden. Sollte dies trotzdem geschehen, ist ein Rückverfüllen und Nachverdichten der Sohle erforderlich. Die Gründungssohle sollte vorlaufend von losen Felsbruchstücken gereinigt werden.



Weniger tragfähige Schichten im Gründungsniveau sollten bis auf den Felshorizont ausgehoben und durch Magerbeton bzw. einen Bodenaustausch ersetzt werden. Aufgrund der Witterungsempfindlichkeit wird hier empfohlen, nach dem vorsichtigen Freilegen der Felsoberfläche das Gefüge mit Magerbeton oder mit natürlich gebrochenen, nichtbindigen, volumenbeständigen und gut verdichtungsfähigen Bodenersatz (Bodengruppe GW, GI nach DIN 18196, Körnung 0/45 oder 0/32 mm) zu schützen. Die Gründungssohle sollte nach Einbau einen Verdichtungsgrad von $D_{Pr} = 100 \%$ (Verformungsmodul $E_{V2} \ge 80 \text{ MN/m}^2$) nachweislich besitzen.

7.2.2 Baugrube

Bauzeitliche Böschungen können oberhalb des Grundwasserspiegels, sofern die Platzverhältnisse ausreichen, mit einem Böschungswinkel von 45° bei nichtbindigen und weichen bindigen Böden hergestellt werden. Bindige Böden in mindestens steifer Konsistenz können mit einem Winkel von 60° hergestellt werden. Böschungen im Fels dürfen nach DIN 4124 mit einem Winkel von 80° besitzen. Erfahrungsgemäß sind die Schluff- und Tonsteine jedoch als sehr witterungsempfindlich und gebrächig einzuschätzen, sodass hier ein deutlich flacherer Winkel von maximal 60° gewählt werden sollte. Die Böschungsschultern sind auf einer Breite von mindestens 0,6 m lastfrei zuhalten. Es ist zu empfehlen, die Böschungsflanken vor Witterungseinflüssen (Austrocknung und Niederschlag) z.B. mit Baufolie zu schützen. An der Geländeoberfläche zufließendes Wasser ist vor der Baugrube abzufangen und abzuleiten. In der Baugrube anfallendes Wasser (Regenwasser, Staunässe, Grundwasser) ist ebenfalls zu sammeln und abzuleiten.

Entlang der südöstlichen Bauwerkslinie wird voraussichtlich eine ca. 8,0 m hohe Böschung entstehen, die dann zu den senkrechten liegenden Seiten ausläuft – diese Situation ist hier gesondert zu betrachten. Hier sind die Platzverhältnisse für eine geböschte Baugrube zu prüfen und hängen hier insbesondere von der Gebrächigkeit und dem Einfallen der Felsschichten ab, die derzeit noch unbekannt sind. Ggfs. sind während der Bauzeit Sicherungsmaßnahmen, wie z.B. eine Vernagelung und/oder eine Spritzbetonsicherung, erforderlich. Sofern die Platzverhältnisse nicht ausreichen, sind (Teil-)Verbaumaßnahmen, wie z.B. eine (rückverankerte) Bohrwandwand, erforderlich. Standsicherheitsnachweise sind zu führen. Die Angaben der DIN 4124 sind hier zu berücksichtigen.



7.2.3 Wasserzustrom, Auftriebssicherung und Angaben zur Bauwerksabdichtung

Vorgenannte Angaben sollten zwingend den Grundwasserzustrom berücksichtigen. Da derzeit keine hinreichenden Kenntnisse zu den Grundwasserverhältnissen bekannt sind, sind Maßnahmen zunächst nur schwer abzuschätzen. Vermutlich ist mit einem Kluftgrundwasserleiter im Festgestein zu rechnen. Da die Grundwasserfließrichtung voraussichtlich in Richtung Nordwesten liegt, erfolgt damit ein hangseitiger Zustrom aus südöstlicher Richtung auf die Bauwerkslängsseite.

Hangseitig (Richtung Südosten) ist sicherlich mit einem Wasserzustrom bzw. einem Wasseraustritt im Zuge der Baumaßnahme im tiefen Geländeeinschnitt zu rechnen. Des Weiteren ist ein Zustrom von unten nicht auszuschließen. Diese Effekte sind im Zuge der Bauzeit ggfs. mittels punktueller Wasserhaltung (z.B. Pumpensupf oder Flächendrainage) zu beherrschen, die im Zuge der weiteren Planung dann noch zu dimensionieren ist. Im Zusammenhang mit dem Fassen und Abführen von anfallendem Grundwasser im Bauzustand ist darauf hinzuweisen, dass das Wasser zu Ausfällungen neigt (vgl. Kapitel 4.3) neigt und zusätzliche Maßnahmen, wie z.B. Reinigung durch Absetzbecken, erforderlich werden können. Die Vorflutverhältnisse sind abzuklären.

Im Endzustand ist das Bauwerk vermutlich hangseitig gegen Wasserdruck auszulegen, da ein dauerhaftes Fassen und Abführen von Grundwasser hier vermutlich nicht möglich sein wird (Auflagen Umweltamt). Die Druckhöhe sollte auf die fallende Oberkante des Festgesteinshorizontes ausgelegt werden. Eventuell besteht hier zudem die (partielle) Gefahr eines Bauwerksauftriebes, der zusätzliche Maßnahmen, wie z.B. eine Auftriebssicherung erfordert. Erfahrungen im Zusammenhang mit dem Bau des Westfalenbades weisen darauf hin, dass eine Rückverankerung mittels Verpresspfähle nach DIN EN 14199 zur Auftriebssicherung hier aufgrund des kohlensäurehaltigen Grundwassers nicht möglich war. Für Empfehlungen einer Abdichtung werden die Angaben der DIN 18533-1:2017 zu Grunde gelegt. Gegenwärtigen Einschätzungen nach ist das Bauwerk nach der Abdichtungsklasse W2.2-E gegen hohe Einwirkung von drückendem Wasser abzudichten.

7.3 Weiterer Untersuchungsbedarf

Im Zusammenhang mit der weiteren Planung ist u.a. nach DIN 4020 ein weiterer Untersuchungsbedarf erforderlich um ergänzende Angaben zu den Baugrund- und Grundwasserverhältnissen zu gewinnen.

Diesbezüglich wird empfohlen, etwa entlang der südöstlichen Flanke mindestens zwei großkalibrige Bohrungen bis in eine Tiefe von 15,0 m durchzuführen. Um Angaben zu den Grundwasserständen und den Grundwasserchemismus zu gewinnen, sind diese anschließend als Grundwassermessstellen auszubauen. Hier können dann



Grundwasserstandsmessungen vorgenommen, sowie Grundwasserproben entnommen werden. Die Wasserproben sollten in jedem Fall hinsichtlich Beton- und Stahlaggressivität sowie der Gehalte an Kohlensäure, Eisen und Mangan chemisch untersucht werden.

In der weiteren Peripherie des Baufeldes sind ergänzend etwa vier zusätzliche Kleinrammbohrungen/Rammsondierungen zur Ermittlung des Felshorizontes auszuführen. Als sinnvoll erscheint hier auch die Durchführung eines/einiger Baggerschürfe zur Begutachtung/Feststellung des anstehenden Felses, um dessen Qualität und Schichteinfallen bewerten zu können.

8 Weitere Hinweise

Die Erkenntnisse und Ergebnisse des vorliegenden Berichtes geben den letzten Kenntnisstand wieder. Das Gutachten ist als geotechnische Beratung der Phase I zum Grundstücksankauf zu sehen und ist im weiteren Planungsablauf noch fortzuschreiben.

Der Gültigkeitsbereich aller getroffener Aussagen beschränkt sich auf den vorliegenden Standort mit den angegebenen Bearbeitungsgrenzen und der genannten Baumaßnahme. Standortveränderungen, Projektveränderungen und Ergänzungen sind geoteam rechtzeitig mitzuteilen.

Die vorliegenden Erkundungsergebnisse sind punktuelle Aufschlüsse mit denen ein idealisiertes Bild des Baugrundes erstellt werden kann. Chemische Analysen stellen lediglich eine stichprobenartige, orientierende Bewertung angetroffener Auffüllungs- und Bodenpartien dar und geben eine erste Einschätzung von Verunreinigungen wieder. Vorgetragene Angaben und Werte sind als erste Bemessungsgrößen für die weitere Planung anzusehen und sind im Zuge weiterer Baugrunduntersuchungen zu verifizieren.



Für Rücksprachen steht geoteam selbstverständlich zur Verfügung.

M.Sc. Caterina Hollenhorst Dr.-Ing. Lothar Maßmeier

Geschäftsführer

Anlagen: Nach Anlagenverzeichnis

Verteiler: ARCHIprocess GmbH, Dresden Herrn Dipl.-Ing. Sebastian Fest