



## **Machbarkeitsstudie Ratsweg**

**Bauvorhaben:** **Neubau Europäische Schule am Ratsweg (Gelände Dippemess), 60386 Frankfurt/Main**

**Gegenstand:** **Geotechnischer Bericht zur Standorteinschätzung und allgemeinen Bebaubarkeit**

**Auftraggeber:** **Der Magistrat der Stadt Frankfurt  
Amt für Bauen und Immobilien  
Solmsstraße 27-37  
60486 Frankfurt/Main**

**Datum:** **18. Juni 2025**

**Textseiten:** **40**

**Anlagen:** **10**

**Projektnummer:** **5818-801/542-19909 (bei Schriftwechsel bitte angeben)**

Erd- und Grundbau  
Spezialtiefbau  
Fels- und Tunnelbau  
Deponie- und Dammbau  
Straßenbau  
Geothermie  
Umwelttechnik  
Altlastensanierung  
Gebäuderückbau

Bodenmechanisches Labor  
Baugrunduntersuchungen  
Grundwasseruntersuchungen  
Geotechnische Messungen  
Altlastenerkundung  
Geotechnische Beratung  
Statische Berechnungen  
Objektplanung  
Bauüberwachung  
Bauschadensanalysen



## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>Vorgang</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Unterlagen</b>	<b>4</b>
2.1	Geologische Unterlagen	4
2.2	Literatur	4
2.3	Gesetzliche Regelwerke und Verwaltungsvorschriften	6
2.4	Archivunterlagen	7
2.5	Unterlagen BFM	7
2.6	Sonstige Unterlagen	7
<b>3</b>	<b>Bauvorhaben und örtliche Verhältnisse</b>	<b>8</b>
3.1	Örtliche Verhältnisse	8
3.2	Ergebnis der historischen Recherche	8
3.3	Geplante Baumaßnahme	11
3.3.1	Bebauung gemäß Planungsgesellschaft Wentz (Variante 1)	12
3.3.2	Variante 2: Großflächige Vollunterkellerung	13
<b>4</b>	<b>Durchgeführte Untersuchungen</b>	<b>14</b>
<b>5</b>	<b>Baugrund- und Grundwasserverhältnisse</b>	<b>17</b>
5.1	Geologie und Hydrogeologie, Allgemeines	17
5.2	Baugrundsichtung, Sondierergebnisse	18
5.2.1	Auffüllungen, Schicht 1	18
5.2.2	Quartäre Deckschichten, Schicht 2a und Schicht 2b	19
5.2.3	Mainterrassen, Schicht 3	21
5.2.4	Tertiäre Schichtenfolge, Schicht 4	22
<b>6</b>	<b>Grundwasser, Wasserbeanspruchung des Bauwerkes</b>	<b>23</b>
6.1	Grundwasserstand	23
6.2	Durchlässigkeit	25
6.3	Grundwasseranalytik	25
<b>7</b>	<b>Bodenmechanische Laborversuche</b>	<b>26</b>
<b>8</b>	<b>Bodenklassifikation und erdstatische Rechenwerte</b>	<b>27</b>
<b>9</b>	<b>Berücksichtigung von Erdbebeneinwirkungen:</b>	<b>29</b>
<b>10</b>	<b>Versickerung von Niederschlagswasser</b>	<b>30</b>
<b>11</b>	<b>Gründung</b>	<b>30</b>
<b>12</b>	<b>Bauwerksabdichtung</b>	<b>34</b>
<b>13</b>	<b>Baugrube</b>	<b>34</b>
13.1	Baugrubenumschließung	34
13.2	Trockenhaltung der Baugrube	36
<b>14</b>	<b>Massen- und Kostenschätzung</b>	<b>37</b>
<b>15</b>	<b>Empfehlung BFM</b>	<b>39</b>



## **ANLAGENVERZEICHNIS**

<b>Anlage 1</b>	<b>Lagepläne</b>
<b>Anlage 1.1</b>	<b>Übersichtslageplan</b>
<b>Anlage 1.2</b>	<b>Lageplan mit Bohr- und Sondieransatzpunkten</b>
<b>Anlage 1.3</b>	<b>B-Plan Nr. 145/NO22 vom 27.04.1964</b>
<b>Anlage 2</b>	<b>Sondierergebnisse</b>
<b>Anlage 2.1</b>	<b>Bohr- und Sondierergebnisse Schnitt A-A</b>
<b>Anlage 2.2</b>	<b>Bohr- und Sondierergebnisse Schnitt B-B</b>
<b>Anlage 2.3</b>	<b>Bohr- und Sondierergebnisse Schnitt C-C</b>
<b>Anlage 2.4</b>	<b>Bohr- und Sondierergebnisse Schnitt 1-1 und Schnitt 2-2</b>
<b>Anlage 3</b>	<b>Bohrprofile Schürfe</b>
<b>Anlage 4</b>	<b>Fotodokumentation</b>
<b>Anlage 4.1</b>	<b>Fotodokumentation BK 1 bis BK 16</b>
<b>Anlage 4.2</b>	<b>Fotodokumentation Schürfe</b>
<b>Anlage 5</b>	<b>Ergebnisse der Kampfmitteluntersuchungen</b>
<b>Anlage 5.1</b>	<b>Kampfmittel Becker</b>
<b>Anlage 5.2</b>	<b>WST GmbH</b>
<b>Anlage 6</b>	<b>Bodenmechanische Laborprotokolle</b>
<b>Anlage 7</b>	<b>CAL-Untersuchungsberichte</b>
<b>Anlage 7.1</b>	<b>Nr. 202504047 DIN 4030</b>
<b>Anlage 7.2</b>	<b>Nr. 202504047-A GWS-VwV</b>
<b>Anlage 8</b>	<b>Tabelle Ergebnisse umwelttechnischer Analysen</b>
<b>Anlage 9</b>	<b>Konzepte Baugrubensicherung</b>
<b>Anlage 9.1</b>	<b>Konzept Baugrubensicherung, Variante 1</b>
<b>Anlage 9.2</b>	<b>Konzept Baugrubensicherung, Variante 2</b>
<b>Anlage 10</b>	<b>Analytik Grundwassermessstellen</b>



## 1 Vorgang

Das Amt für Bauen und Immobilien (ABI) der Stadt Frankfurt/Main hat aufgrund einer Verwaltungsvereinbarung zwischen der Stadt Frankfurt am Main und dem Land Hessen sowie der Europäischen Zentralbank ein geeignetes Grundstück für den Neubau der Europäischen Schule Frankfurt zur Verfügung zu stellen. Hierfür ist zunächst eine geo- und umwelttechnische Standorteinschätzung für das Grundstück "Festplatz" in 60386 Frankfurt/Main erforderlich.

Zu o. g. Sachverhalt wurde die Baugrundinstitut Franke-Meißner und Partner GmbH (BFM) mit einer orientierenden Baugrunderkundung und einer umwelttechnischen Untersuchung zur Standorteinschätzung zur allgemeinen Bebaubarkeit beauftragt, über die nachfolgend berichtet wird. Die Dokumentation der umwelttechnischen Untersuchung erfolgt in einem gesonderten Bericht.

## 2 Unterlagen

### 2.1 Geologische Unterlagen

- [1] Geologische Karte von Hessen, Blatt 5818 Frankfurt/Main-Ost, sowie die zugehörigen Beiblätter und Erläuterungen.
- [2] Gerhard Solle Geologie Palimorphologie und Hydrogeologie der Mainebene östlich von Frankfurt/Main einschl. der Karten 1 bis 3.
- [3] Archivunterlagen BFM mit alten Karten mit Eintrag von Wasserrinnen und Moorläufen im Stadtgebiet von Frankfurt.

### 2.2 Literatur

- [4] Die einschlägigen Deutschen Normen bzw. die betreffenden Eurocodes für den Bereich Geotechnik.
- [5] DIN EN 1998-1:2010-12 – Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben, Teil 1, in Verbindung mit DIN EN 1998-1/NA2023-11-Nationaler Anhang – national festgelegte Parameter – Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben, Teil 1: Grundlagen Erdbebeneinwirkung und Regeln für Hochbauten.



- [6] Grundbautaschenbuch, Teil 1 bis 3, 8. Auflage, Verlag Ernst & Sohn, Ausgabe 2017/2018.
- [7] DIN 4030: Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gas, Ausgabe Juni 2008.
- [8] W. HERTH, E. ARNDTS: Theorie und Praxis der Grundwasserabsenkung, 3. Auflage, Verlag Ernst & Sohn, Ausgabe 1984.
- [9] FRITZ WEYRAUCH UND GEORG SCHÖFFEL: Dimensionierung von Grundwasserabsenkungen – Probleme und Lösungen, Bautechnik 81 (2004), Heft 7.
- [10] W. MUTH: Schadenfreies Bauen, Band 17, Fraunhofer IRB Verlag, 2. überarbeitete Auflage, Ausgabe 2003.
- [11] JOACHIM HETTLER und CHRISTIAN Stoll: Nachweis des Aufbruchs der Baugrubensohle nach der neuen DIN 1054; 2003-01, Bautechnik 81 (2004), Heft 7.
- [12] EBERHARD BRAUN: BWA-Richtlinien für Bauwerksabdichtungen, Technische Regeln für die Planung und Ausführung von Abdichtungen, Bundesfachabteilung Bauwerksabdichtung im Hauptverband der Deutschen Bauindustrie e. V., Otto Elsner Verlagsgesellschaft, 2004.
- [13] U. WIENS UND CH. ALFES: Feuchttransport in Bauteilen aus wasserundurchlässigem Beton, Grundlagen und Praxisbetrachtungen, Beton- und Stahlbetonbau, Heft 6 aus 2007, Seite 380 ff.
- [14] VICTOR RIZKALLAH: Bauschäden im Hoch- und Tiefbau, Band 1: Tiefbau. Institut für Bauforschung e.V., Ausgabe 2007, Fraunhofer IRB Verlag.
- [15] BWK, Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau e. V., Ermittlung des Bemessungswasserstands für Bauwerksabdichtungen, Ausgabe 09/2009.
- [16] M. ACHMUS, J. KAISER, F. TOM WÖRDEN: Bauwerkserschütterungen durch Tiefbauarbeiten; Grundlagen – Messergebnisse – Prognosen, IFB Institut für Bauforschung e. V., Hannover, Informationsreihe Bericht 20.
- [17] Mitteilungen des Instituts und der Versuchsanstalt für Geotechnik der Technischen Universität Darmstadt, Heft Nr. 94, 2015, 189 – 198, Vorträge zum 22. Darmstädter Geotechnik-Kolloquium am 12.03.2015: Aus den Bodenklassen wird der Homogenbereich – Veränderungen in der ATV der VOB C und ihre Auswirkungen in technischer und rechtlicher Hinsicht, vorgetragen von DR. B. FUCHS UND DIPL.-ING. H.-G. HAUGWITZ.
- [18] PROF. DR. B. FUCHS UND DIPL.-ING. H.-G. HAUGWITZ: Homogenbereiche aus Bodenklassen werden Homogenbereiche – technische und rechtliche Auswirkungen auf die VOB, Teil C, 2016, Bundesanzeiger Verlag / Fraunhofer IRB Verlag.
- [19] Empfehlungen des Arbeitskreises "Baugruben", EAB. Deutsche Gesellschaft für Geotechnik (DGGT), 5. Auflage, Verlag Ernst & Sohn, 2012.
- [20] Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e. V. (DGGT), EA-Pfähle: Empfehlungen des Arbeitskreises Pfähle, Verlag Ernst & Sohn, 2012.



- [21] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswegen e. V., Köln, Arbeitsgruppe Infrastrukturmanagement: Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, Ausgabe 2012, RStO 12, 20.12.2012.
- [22] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V., Köln, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen für Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, ZTVE-StB 17, 26.09.2017.

### **2.3 Gesetzliche Regelwerke und Verwaltungsvorschriften**

- [23] BBodSchG – Bundes-Bodenschutzgesetz, Gesetz zum Schutz des Bodens vom 17.03.1998, BGBl. I, G 5702, Nr. 16 vom 24.03.1998, S. 502-510: Artikel 1: Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz – BBodSchG) ergänzt durch: Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 12.07.1999, Bundesgesetzblatt Jahrgang 1999 Teil I Nr. 36, S. 1554 – 1582.
- [24] Regierungspräsidium Darmstadt, Gießen, Kassel, Abt. Staatliche Umweltämter, Merkblatt "Entsorgung von Bauabfällen", Stand 01.09.2018 / 05.03.2025.
- [25] Bundesgesetzblatt Jahrgang 2006, Teil I, Nr. 59, ausgegeben zu Bonn am 16.12.2006: Verordnung zur Umsetzung der Ratsentscheidung vom 19.12.2002 zur Festlegung von Kriterien und Verfahren für die Annahme von Abfällen auf Abfalldeponien (in der aktuellen Fassung).
- [26] Hessisches Gesetz zur Ausführung des Bundes-Bodenschutzgesetzes und zur Altlastensanierung (Hessisches Altlasten- und Bodenschutzgesetz HAltBodSchG) vom 28.09.2007.
- [27] Bundesgesetzblatt Jahrgang 2009, Teil I, Nr. 22, ausgegeben zu Bonn am 29.04.2009, Verordnung zur Vereinfachung des Deponierechts vom 27.04.2009 (in der aktuellen Fassung).
- [28] MantelVO - Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung (EBV), zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung vom 09.07.2021, BGBl 2021, Teil I Nr. 43 vom 16. Juli 2021.
- [29] DepV – Deponieverordnung; Verordnung über Deponien und Langzeitlager; Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 27.04.2009, BGBl 2009, Teil I Nr. 22 vom 29. April 2009, zul. geä. 09.07.2021.
- [30] Verwaltungsvorschrift zur Erfassung, Bewertung und Sanierung von Grundwasserverunreinigungen (GWS-VwV) Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz; vom 18.07.2021 (StAnz.Nr.32 vom 09.08.2021, S. 1046ff).



- [31] Richtwertliste für die Einleitung von Grundwasser in die Schmutz- oder Mischwasserkanalisation im Stadtgebiete Frankfurt am Main, Ausgabe 16.05.2024.

## 2.4 Archivunterlagen

- [32] Ergebnis der Anfrage bei der Bauaufsicht vom 03.04.2025 mit Unterlagen zur Bebauung der Fläche "Dippemess" ab 1977.
- [33] Plan Bebauungsplan Änderung Nr. 145/NO22 vom 27.04.1964.
- [34] Auszüge aus dem Institut für Stadtgeschichte Frankfurt/Main zur Trümmerverwertungsgesellschaft.
- [35] Ergebnis der Internetrecherche zum Standort zur Nutzung als Stadion, Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/riederwaldstadion> vom 02.04.2025
- [36] Auskunft aus der Altflächendatei des Landes Hessen (FIS AG) –(Altis-Anfrage) mit Antwortschreiben vom 15.05.2025.
- [37] Ergebnis der Anfrage bei dem Institut für Stadtgeschichte Frankfurt am Main vom 28.05.2025.

## 2.5 Unterlagen BFM

- [38] Archivunterlagen von Baumaßnahmen im Umfeld (Familienbad, Ostpark etc.).

## 2.6 Sonstige Unterlagen

- [39] Auszüge aus der Machbarkeitsstudie Standort Ratsweg, Wentz Planungsgesellschaft Architekturprojektsteuerung Städtebau, Frankfurt/Main, vom 10.10.2022.
- [40] CAL-Untersuchungsberichte Grundwasser 202504047 und 202504047-A vom 23.05.2025.
- [41] CAL-Untersuchungsberichte Boden 202502481, 202502482, 202502483, 202502484, 202502485, 202502486, 202502487, 202502488, 202502489, 202502490 vom 26. und 27.03.2025



### **3 Bauvorhaben und örtliche Verhältnisse**

#### **3.1 Örtliche Verhältnisse**

Der angedachte Projektstandort für die Europäische Schule liegt praktisch unmittelbar südlich der Eissporthalle auf dem Festplatzgelände der sog. Dippemess in Frankfurt/Main. Nach dem vorliegenden Auszug aus dem Geoportal liegt das Baufeld in der Gemeinde Frankfurt, Ortsbezirk 4, Stadtteil Bornheim, Flur 458. Das unmittelbar östlich angrenzende rd. 92 m breite Gelände der Schrebergartenanlage gehört mit zum Projektgebiet.

Nach den Planunterlagen hat das Projektgebiet Abmessungen von rd. 390 m x rd. 140 m und umfasst eine Fläche von rd. 54.000 m<sup>2</sup>.

Aktuell wird der östliche Teil des Geländes als Schrebergartenanlage genutzt und der überwiegende Teil als Festplatz zeitweilig für die sog. Dippemess.

Das Baufeld wird im Süden vom Ratsweg, im Westen von der Straße Am Bornheimer Hang, im Norden von einer inneren Erschließungsstraße der Eissporthalle und des Festplatzgeländes und im Osten von der Straße Am Riederbruch begrenzt (siehe Anlage 1.1).

Das Baufeld des Messplatzes liegt auf einer Höhe von 103,0 m in der Südwestecke und fällt in Richtung Nordosten auf eine Höhe von rd. 99,6 m NHN. Das Gelände der Schrebergartenanlage liegt auf einer Höhe von ca. 97,6 m NHN bis 97,9 m NHN. Westlich des Festplatzgeländes bzw. der Straße Am Bornheimer Hang steigt das Gelände mit einer leichten Neigung mehrere Meter an.

Nach den vorliegenden Archivunterlagen lag das Gelände des Messplatzes früher rd. 3 m bis 5 m tiefer als zum heutigen Zeitpunkt.

#### **3.2 Ergebnis der historischen Recherche**

Zur Beurteilung des Baufeldes hinsichtlich der möglichen Vornutzung wurde eine Anfrage zur Auskunft aus der Altflächendatei des Landes Hessen (FIS AG) gestellt. Das Ergebnis hierzu liegt mit der E-Mail vom 15.05.2025 [36] vor. Demnach liegt außer den derzeit noch

bestehenden Trafostationen und der Tankstelle im Südosten keine umweltrelevante Vornutzung des angedachten Baufeldes vor.

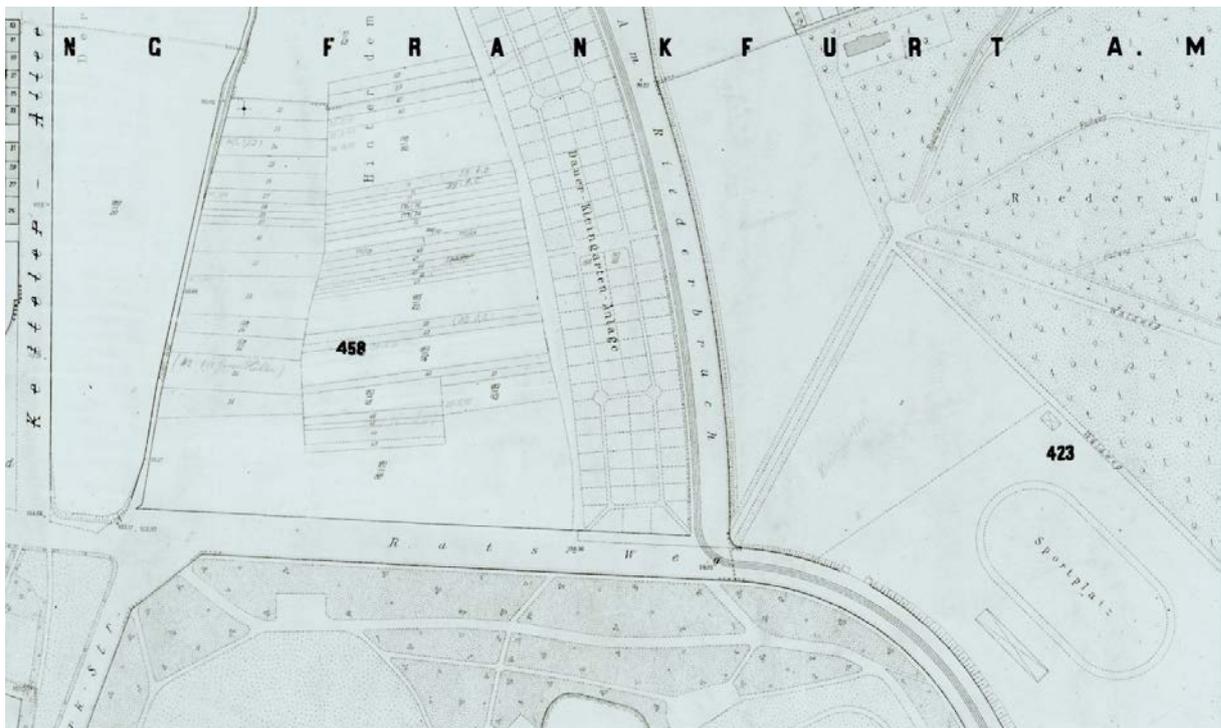
Weiterhin liegen Kartenauszüge aus dem Stadtgebiet von Frankfurt aus dem Institut für Stadtgeschichte vor [37].

Nachfolgend werden in Kurzform die Ergebnisse der historischen Recherche zur generellen Nutzung (u. a. [32] bis [38]) des Baufeldes zusammengestellt:

### **Weimarer Republik (1919 – 1933)**

Das Baufeld war ungenutzt bzw. als Schrebergartenanlage genutzt.

Südöstlich der Schrebergartenanlage wurde das Stadion Am Riederwald der TUS Eintracht Frankfurt errichtet. Die Eröffnung erfolgte am 05.09.1920. Das Stadion war zum damaligen Zeitpunkt die größte vereinseigene Sportanlage Deutschlands. Dort hatten 37.000 Zuschauer Platz. Die Gesamtanlage beinhaltete neben dem Fußballfeld eine 400 m Laufbahn, eine 120 m Gerade, drei Tennisplätze, ein Schlagballfeld, ein Hockeyfeld sowie ein Fußballübungsfeld und ein Turn- und Faustballplatz.



**Bild 1:** Auszug aus der Stadtkarte, Stand etwa 1929 aus [37]

### Drittes Reich (1933 – 1945)

Das Baufeld war weiterhin unbebaut bzw. wurde als Schrebergartenanlage genutzt.

Das Gelände südöstlich wurde weiterhin als Sportanlage genutzt. In der Nacht vom 18. zum 19.07.1936 brannte die Tribüne des Stadions Am Riederwald bis auf die Grundmauern ab, teilweise auch das angrenzende Verwaltungs- und Hausmeistergebäude. Die Sportanlage/ Tribüne wurde wiedererrichtet und das ehemalige Haus blieb unbewohnbar und wurde nicht instandgesetzt. Die o. g. Sanierung / Wiederaufbau war im September 1937 abgeschlossen.

Ab September 1942 wurden Zwangsarbeiter auf dem Gelände des Stadions untergebracht.

Durch einen Bombenangriff im Oktober 1943 wurde die frisch errichtete Tribüne wieder zerstört. Ab November 1943 wurde das Stadiongelande sowie das Baufeld/ der heutige Festplatz als Zwischenlager für Trümmer des zerstörten Industriegeländes entlang der Hanner Landstraße genutzt. Ab dem 21.11.1943 war die Sportanlage nicht mehr als solches nutzbar. Im Bereich der Schrebergartenanlage wurde nach den vorliegenden Karten kein Kriegsschutt zwischengelagert.



**Bild 2:** Auszug aus der Stadtkarte, Stand etwa 1953 aus [37]



### **Nachkriegszeit (1945 – heute)**

Nach dem Ende des 2. Weltkrieges wurde weiterhin Trümmerschutt auf das Baufeld und das ehemalige Sportgelände transportiert. Im Zeitraum 1949 bis 1964 wurde auf dem Gelände des von den Straßen Ratsweg, Am Riederbusch und Riederspiesstraße begrenzt wird, eine Aufbereitungs- und Verwertungsanlage für Trümmerschutt (Trümmerverwertungsgesellschaft mbH (TVG)) betrieben.

Ab 1947 wurde über eine Brech- und Siebanlage der Trümmerschutt in Zuschlagsstoffe aufgearbeitet. Diese wurden für die Herstellung von Betonziegeln genutzt. Für eine Verwertung des Feinschutts wurde eine Sinteranlage errichtet und der sog. Sinterbims produziert. Aus den produzierten neuen Rohstoffen wurden vor Ort Hohlblocksteine hergestellt. Durch die Produktion der Ziegelbetonsteine wurde ein rascher Wiederaufbau von Wohn- und Geschäftshäusern in Frankfurt realisiert.

Die Anlage wurde 1964 stillgelegt und vollständig abgerissen. Bis dahin wurden etwa 19 Millionen Kubikmeter Trümmerschutt aufbereitet und abtransportiert.

Drei Jahre nach dem Abriss der Produktionsstätte wurde 1968 erstmals die Frankfurter Dippemess auf dem Gelände des ehemaligen Trümmerbergs eröffnet. Weiterhin stehen auf dem Areal des ehemaligen Trümmerbergs die heutige Eissporthalle, das Familienbad, ein Autohaus sowie der Metro-Großmarkt.

Der Bebauungsplan Nr. 145/NO22 mit Datum 27.04.1964 enthält die Darstellung des Trümmerbergs zum damaligen Zeitpunkt etwa im Bereich des heutigen Baufeldes (vergleiche Anlage 1.3).

### **3.3 Geplante Baumaßnahme**

Eine detaillierte Planung für das Gelände bzw. die neue europäische Schule lag zum Zeitpunkt der Erstellung der hier vorliegenden Machbarkeitsstudie nicht vor. Allerdings liegt der Planungsgesellschaft Wentz Frankfurt, eine erste vorläufige eine Machbarkeitsstudie, Standort Ratsweg zur Europäischen Schule mit Datum vom 10.10.2022 vor. Demnach ist auf dem ca.

54.000 m<sup>2</sup> großen Gelände eine Bebauung aus mehreren Gebäuden für verschiedenartige Nutzungen geplant. Zwischen den einzelnen Gebäuden sind großzügige Freiflächen mit Begrünung vorgesehen. Die Gebäude sind mit annähernd quadratischen und rechteckigen Abmessungen sowie in L-Form vorgesehen. Die Gebäude sind überwiegend einfach unterkellert. In der Machbarkeitsstudie mit enthalten ist eine Tiefgarage, die am nördlichen Grundstücksrand angeordnet ist. Die Tiefgarage hat eine Länge von rd. 280 m und eine Breite von rd. 38 m. In der Machbarkeitsstudie ist diese Tiefgarage nur punktuell überbaut.

Nach vorangegangenen Vorabstimmungen mit dem ABl werden hier im Folgenden als Variante 1 die Machbarkeitsstudie der Planungsgesellschaft Wenz und als Variante 2 eine Vollunterkellerung der Fläche mit einem Untergeschoss bei einer Baugrubentiefe bis maximal Oberkante des mittleren Grundwasserspiegels und einer punktuellen Überbauung zur Aufzeigung von Zwangspunkten zur weiteren "Findung" betrachtet.

### 3.3.1 Bebauung gemäß Planungsgesellschaft Wenz (Variante 1)

Die nachfolgende Abbildung zeigt die geplante Unterkellerung.



M 1:1000 (A3)

**Bild 3:** Auszug aus [39], Untergeschoss



Für die weitere Beurteilung "der Gründungsoptionen" werden die folgenden von BFM aufgrund von Erfahrungen definierten Höhen zugrunde gelegt:

Gebäudenull:	$\pm 0,00$ entspricht der derzeitigen mittleren Geländeoberkante in den einzelnen Baufeldern
Oberkante Fußboden EG:	$\pm 0,00$ m
Oberkante Fußboden KG:	- 3,20 m
Baugrubensohle/Gründungsebene:	- 4,20 m $\pm 0,3$ m

Somit wird die Dicke der Gründungskonstruktion einschl. Dämmung und Sauberkeitsschicht vorläufig auf rd. 1 m  $\pm 0,3$  m abgeschätzt. Maßnahmen zur Bodenverbesserung, Bodenaustausch etc. sind hier nicht berücksichtigt.

Entsprechend der vorhandenen Geländehöhen und Höhendifferenzen von ca. 3 m bis 4 m von West nach Ost werden die einzelnen Gebäude mit abgetreppten Bezugshöhen geplant.

### **3.3.2 Variante 2: Großflächige Vollunterkellerung**

Bei dieser Betrachtungsvariante wird gemäß der Vorgaben des ABI eine großflächige Gebäudegrundfläche des Untergeschosses von rd. 40.000 m<sup>2</sup> berücksichtigt.

Bei dieser Variante wird die Vollunterkellerung mit einzelnen Punkthäusern/ riegelartigen Gebäuden überbaut. Gegebenenfalls erforderliche Bauminselformen als Aussparungen innerhalb des Kellergrundrisses werden zunächst nicht berücksichtigt.

Die Tiefe der Baugrube wird wie bei Variante 1 auch bei 4,2 m unter GOK angesetzt. Zusätzliche Maßnahmen wie Bodenaustausch etc. sind bei dieser Tiefenlage nicht berücksichtigt.

Für die weitere Beurteilung der "Gründungsoptionen" werden die folgenden von BFM aufgrund von Erfahrungen definierten Höhen zugrunde gelegt:



Gebäudenull:	$\pm 0,00$ entspricht der derzeitigen mittleren Geländeoberkante in den einzelnen Baufeldern
Oberkante Fußboden EG:	$\pm 0,00$ m
Oberkante Fußboden KG:	- 3,20 m
Baugrubensohle/Gründungsebene:	- 4,20 m / $\pm 0,3$ m

#### 4 Durchgeführte Untersuchungen

Aufgrund der Lage des Grundstückes in einem potentiellen Bombenabwurfgebiet mussten alle Ansatzpunkte der Baugrunderkundung im Vorfeld auf das Vorhandensein von Kampfmitteln überprüft werden.

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse wurde ein etwa flächendeckendes Raster an Aufschlussbohrungen, kleinkalibrigen Rammkernsondierungen sowie Sondierungen mit der schweren Rammsonde über das Baufeld gelegt. Mit Beginn der Feldarbeiten wurden zunächst am 20.01.2025 entlang der äußeren Grundstücksgrenze die Bohr- und Sondieransatzpunkte auf Kampfmittel überprüft. Von den 13 überprüften Ansatzpunkten konnte allerdings nur ein Punkt für weitere Arbeiten freigegeben werden! Bei den übrigen Ansatzpunkten waren deutliche Hinweise auf metallische Gegenstände/ ggf. Kampfmittel im Untergrund. Die Arbeiten wurden nach gemeinsamer Abstimmung dem ABI noch am gleichen Tag abgebrochen. Aufgrund der festgestellten und weiterhin zu erwartenden Störstoffe im Untergrund musste das Erkundungskonzept vollständig überarbeitet werden.

Unter Berücksichtigung der zu vermutenden groben Einlagerungen im Baufeldbereich (Kriegstrümmerschutt) sowie der vorhandenen Störstoffe, wurde die Ausführung von kleinkalibrigen Rammkernsondierungen im Bereich des Festplatzgeländes vollständig aufgegeben. Stattdessen wurden in einem etwa gleichmäßigen Raster auf dem Baufeld verteilt Kampfmittelbohrungen ausgeführt, um so die Tiefenlage der auffälligen Bodenverhältnisse zu erkunden. Danach wurde bis in die Tiefe der festgestellten Anomalien mittels Baggerschurf mit einem sprenggeschützten Bagger unter Begleitung eines Kampfmittelbefähigungsscheininhabers auf mögliche Kampfmittel überprüft. Die Schurfarbeiten wurden außerdem durch BFM umwelt- und geotechnisch begleitet und es wurden umwelttechnische Proben für chemische Analysen entnommen.



Nach dem Rückverfüllen der Schürfe wurde an jedem Ansatzpunkt eine Sondierung mit der schweren Rammsonde sowie eine großkalibrige Aufschlussbohrung ausgeführt.

Die Arbeiten zur Kampfmittelfreimessung gemäß dem überarbeiteten Erkundungskonzeptes erfolgten am 20.02., 21.02. und 25.02.2025. Die Baggerschürfen wurden im Zeitraum zwischen dem 24. und 28.02.2025, die Arbeiten zur Ausführung der schweren Rammsondierungen und die Aufschlussbohrungen wurden im Zeitraum zwischen dem 25.02. und 28.03.2025 ausgeführt.

Das geotechnische Untersuchungsprogramm umfasste im Weiteren dann folgenden Detailumfang:

Es wurden im Bereich der Schrebergartenanlage 3 Stück Bohrungen bis 20 m Tiefe, 6 Stück RKS bis 7 m Tiefe sowie 6 Stück DPH bis max. 10 m Tiefe ausgeführt.

Im Bereich des Festplatzgeländes wurden insgesamt 13 Stück Bohrungen bis 20 m Tiefe, 13 Stück DPH bis 10 m Tiefe sowie 12 Baggerschürfe bis max. 5,2 m Tiefe ausgeführt.

Die Lage der ausgeführten Aufschlüsse wurde final mit GPS nach Lage und Höhe aufgenommen und sind in dem beigefügten Lageplan der Anlage 1.1 eingetragen.

Die Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse sind als Längsschnitte höhengerecht dargestellt und sind diesem Bericht als Anlage 2 beigefügt. Die Anlage 3 enthält die Bodenprofile der ausgeführten Baggerschürfe.

Die Anlage 4 zeigt eine Fotodokumentation der Aufschlussbohrungen (Kernkisten) sowie eine Fotodokumentation der ausgeführten Baggerschürfe.

Die Ergebnisse der Kampfmittelüberprüfung sind in der Anlage 5 beigefügt. Die Anlage 5.1 dokumentiert die Ergebnisse der ersten Kampfmittelüberprüfung (Fa. Becker), die Anlage 5.2 die Ergebnisse der Überprüfung der Ansatzpunkte aus dem überarbeiteten Erkundungskonzept (Fa. WST).



## **Bodenmechanische Laboruntersuchungen**

Zur Klassifizierung und Bestätigung der manuellen Bodenansprache wurden ausgesuchte, repräsentative Proben des mit den Bohrungen gewonnenen Bodenmaterials im institutseigenen Labor des BFM hinsichtlich der Konsistenzgrenzen und der Kornverteilung untersucht. Die Zusammenstellung der Untersuchungsergebnisse liegt mit der Anlage 6 dem Gutachten bei.

## **Umwelttechnische Untersuchungen**

Im Sinne einer orientierenden umwelttechnischen Untersuchung zum Zwecke einer vorläufigen abfalltechnischen Einstufung wurden im Bereich der Kleingartenanlage aus den Rammkernsondierungen schichtbezogenen Bodenproben und aus den angelegten Baggerschürfen repräsentativ in Anlehnung an die PN 98 Mischproben entnommen.

Im Bereich des Schrebergartens wurden insgesamt 22 Bodenproben in Glasbehältern entnommen. Aus den Proben der aufgefüllten Böden wurden zwei Mischproben gebildet und umwelttechnisch untersucht. Aus den aufgefüllten Böden, die mit den Baggerschürfen abgeschlossen wurden, wurden nach der Materialzusammensetzung und der räumlichen Ausdehnung, insgesamt 10 Mischproben gebildet und umwelttechnisch untersucht. Zur umwelttechnischen Untersuchung der gewachsenen Böden (hier Schluffe, gewachsene Kiessande und tertiäre Tone), wurden je Schicht eine Mischprobe gebildet.

Die Ergebnisse der umwelttechnischen Untersuchungen werden in einem gesonderten Bericht dokumentiert. Dieser enthält eine Beschreibung der Probennahme und der durchgeführten chemischen Untersuchungen. Weiterhin werden die Ergebnisse der einzelnen Untersuchungen fachtechnisch bewertet. Der Bericht enthält die Analyseberichte der chemischen Untersuchungen.

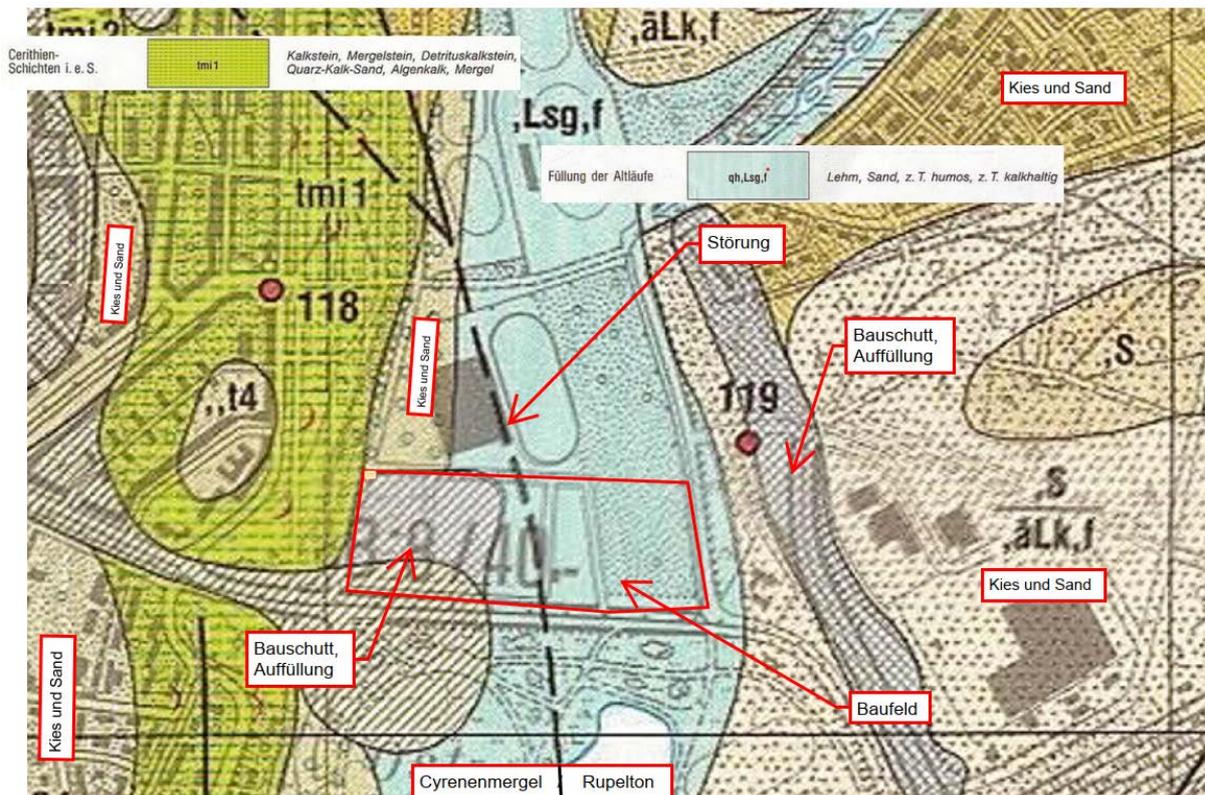
Da jedoch die Ergebnisse der umwelttechnischen Untersuchungen bereits bei der Standort einschätzung hinsichtlich der Bebaubarkeit eine Rolle spielen, werden hier die Ergebnisse vorab zunächst nachrichtlich dargestellt.

Die Anlage 8 enthält dementsprechend eine tabellarische Zusammenstellung mit der Zuordnung der Einzelproben zu den Mischproben sowie mit den Analyseergebnissen.

## 5 Baugrund- und Grundwasserverhältnisse

### 5.1 Geologie und Hydrogeologie, Allgemeines

Entsprechend der Geologischen Karte [1] ist auf dem Baugrundstück unterhalb der bis zu 8 m mächtige, aufgefüllten Böden mit einer bindigen Deckschicht zu rechnen. Bei den bindigen Deckschichten handelt es sich um quartäre Lehme (Schluffe) sowie um organische Schluffe, die sich aus den Altläufen des Mains gebildet haben. Insbesondere im Bereich der Schrebergartenanlage sind die organischen Böden anzutreffen. Die Schrebergartenanlage liegt in etwa deckungsgleich mit dem Grundriss des sog. Riederbruchs / Königsbruch (vergleiche Bild 4).



**Bild 4:** Auszug aus geologischer Karte (kommentiert von BFM)

Unterhalb der quartären Lehme folgen quartäre Kiessande in unterschiedlicher Schichtstärke und Zusammensetzung.

Im Liegenden werden die quartären Sedimente im Westen durch tertiäre Cyrenenmergelgruppen und im Osten durch die tertiären Rupeltone unterlagert. Im Projektgebiet werden die



Cyrenenmergelgruppen aus kalkhaltigem Ton, Schluff und Sand und der hier anstehende Untere Rupelton aus monotonen schluffigen, stark kalkhaltigen Tonen gebildet.

Etwa mittig des Festplatzes wird eine von Nord-Nordwest nach Süd-Südost verlaufende Störung vermutet [1].

Nach der Geologischen Karte [1] befindet sich das quartäre Grundwasser innerhalb der Mainterrassen bei etwa 96 m NN.

## **5.2 Baugrundsichtung, Sondierergebnisse**

Bei der nachfolgenden Beschreibung der Untergrundverhältnisse werden sowohl die Ergebnisse aus den Schürfen, den Bohrungen, den Sondierungen als auch aus Archivunterlagen von BFM berücksichtigt. Dabei konnte insbesondere die Zusammensetzung der aufgefüllten Böden, im Bereich des Festplatzes anhand der Schürfe sehr gut beurteilt werden.

### **5.2.1 Auffüllungen, Schicht 1**

Im gesamten Baufeld liegen zuoberst künstliche Auffüllungen vor. Diese bestehen nach den Bohrerergebnissen granulometrisch i. W. aus einem schwach schluffigen bis schluffigen, stark sandigen, zum Teil auch schwach steinigem Kies. Lokal sind eingeschaltete schluffige Sande als auch reine dünne Schluffpartien möglich.

Nach den Ergebnissen der historischen Recherchen und der Ansprache der aufgefüllten Böden anhand der Baggerschürfe stammen die Auffüllungen im Bereich des Festplatzes zumindest weitaus überwiegend aus der Ablagerung der Kriegstrümmerschutts. Diese Auffüllungen setzen sich aus rd. 60 % bis 80 % Bauschutt und kiesigen Sanden mit unterschiedlichen Schluffanteilen zusammen. Der Bauschutt besteht überwiegend aus Ziegeln, Sandsteinen und untergeordnet Beton. An anthropogenen Fremd Beimengungen wurden Schlacke-, Asphalt-, Glas-, Schotter-, Kohle-, Metall- und Kunststoffreste in unterschiedlicher Größenordnung angetroffen. Je nach der damaligen Ablagerung sind Bauschuttanteile mit mehreren Dezimetern Kantenlänge vorhanden.

Im Bereich der Schrebergartenanlage wurden ebenfalls aufgefüllte Böden angetroffen. Inwieweit diese durch die Kriegsschuttablagerungen beeinflusst sind, konnte anhand der alten



Kartenwerke nicht eindeutig abgegrenzt werden. Innerhalb der Auffüllungen im Bereich der Schrebergartenanlage wurden an anthropogenen Fremdbeimengungen Schlacke-, Steingut-, Glas- und Schotterreste festgestellt.

Insbesondere bei den Schürfen Sch 10 und Sch 11 wurden im unteren Teil der aufgefüllten Böden, eine etwas feinkörnigere Zusammensetzung mit einer deutlich dunkleren Färbung angetroffen. Vermutlich handelt es sich hier um eine verstärkte Ablagerung von Brandschutt. Als Fremdbestandteile wurden darin Pflanzen- und Wurzelreste, Ziegel-, Schlacke-, Asphalt- und Betonbruch, Glas, Schotter, Kohle, Metall und Kunststoff vorgefunden.

Die Mächtigkeit der Auffüllung beträgt im Bereich der Schrebergartenanlage rd. 3,0 m bis 4,2 m. Die Unterkante dieser Schicht liegt somit auf einer Höhe zwischen rd. 93,22 m NHN und 93,72 m NHN. Anhand der Baggerschürfe auf dem Festplatzgelände, wurde die Auffüllungsmächtigkeit mit minimal rd. 2,8 m (BK 14) bis maximal 8,0 m (BK 13) festgestellt. Die Schichtunterkante liegt demnach auf einer Höhe von 92,3 m NHN (BK 16) und 97,7 m NHN (BK 6).

Die Sondierwiderstände zeigen im Bereich der Auffüllungen erwartungsgemäß stark unterschiedlich verteilte Schlagzahlen, die durch die Bauschutteinlagerungen beeinflusst sind. Weiterhin ist zu beachten, dass im Bereich des Festplatzgeländes bei den Aufschlüssen BK 1 bis BK 12, die Sondierungen mit der schweren Rammsonde nach der Wiederverfüllung der Schürfgruben ausgeführt wurden. Die Rammprofile bei den Aufschlüssen BK 13 bis BK 15 sowie die Sondierprofile DPH 15 bis DPH 21 repräsentieren die tatsächliche Lagerungsdichte der vorhandenen aufgefüllten Böden. Demnach liegt die Lagerungsdichte der aufgefüllten Böden zwischen sehr locker und dicht, wobei auch hier die inhomogene Zusammensetzung und das Vorhandensein von grobem Bauschutt zu berücksichtigen sind.

### 5.2.2 Quartäre Deckschichten, Schicht 2a und Schicht 2b

Generell folgen unter den aufgefüllten Böden die quartäre bindige Ablagerungen in Form von schwach feinsandigen bis feindsandigen Schluffen mit unterschiedlichen Schichtdicken.

Im Bereich des Festplatzgeländes stehen die **bindigen Deckschichten (Schicht 2a)** mit unterschiedlicher Mächtigkeit von bis zu 4,2 m (BK 8; zwischen ca. 4,6 m und ca. 8,0 m unter GOK) an. Lokal sind nur wenige Dezimeter Schichtdicke vorhanden. Der organische Anteil



nimmt in Richtung Westen deutlich ab. Nach der Bohrgutansprache sind die quartären bindigen Böden mit einer etwa steifen Konsistenz anzusprechen und den Bodengruppen UM bis SU, SU\* zuzuordnen.

Nach den Ergebnissen der bodenmechanischen Laborversuche sind die Untersuchten Böden formal in die Bodengruppen TL, TM und ST\* einzuordnen.

Die Sondierwiderstände verlaufen annähernd konstant mit der Tiefe und erreichen Schlagzahlen zwischen  $N_{10} = 2$  und  $N_{10} = 8$ ; im Mittel  $N_{10} = 4$ . Die bindigen Deckschichten weisen somit vorwiegend eine steife bis halbfeste Konsistenz auf.

Bei den Aufschlüssen die weiter im Osten sowie im Bereich der Kleingartenanlage liegen, fehlen die feinsandigen Schluffe nahezu vollständig. Hier folgen unter den aufgefüllten Böden zunächst stark organische, z. T. feinsandige Schluffe mit einer weichen bzw. weichen bis steifen Konsistenz. Es sind überwiegend schwarzbraune bis schwarze stark faserige **Torfe und Moorablagerungen** mit sehr hohen Wassergehalten (**Schicht 2b**). Die organischen Böden sowie die organischen Schluffe sind den Altläufen, dem Riederbruch/ Königsbruch zuzuordnen. Die Altläufe verlaufen in südliche Richtung zum Main, der in rd. 1,8 km Entfernung fließt

Nach den Ergebnissen der bodenmechanischen Laborversuche wurden an den untersuchten Proben Wassergehalte zwischen ca. 105 % und 256 % festgestellt. Die ermittelten Glühverluste liegen zwischen ca. 17,8 % (mäßig organisch) bis ca. 51 % (stark organisch). Je nach Ablagerungsort sind organischen Stoffe sind höhere als auch niedrigere Massenanteile möglich.

Die Schlagzahlen der schweren Rammsonde liegen im Bereich der organischen Böden zwischen rd. 1 Schlag und je nach der Zersetzungsgrad auch bei bis zu 8 Schlägen je 10 cm Eindringtiefe.

Bei der geotechnischen Ansprache sind die bindigen Deckschichten mit organischen Anteilen den Bodengruppen OU und HZ zuzuordnen.



### 5.2.3 Mainterrassen, Schicht 3

Unterhalb der quartären Deckschichten wurden im gesamten Projektgebiet Mainkiese und -sande festgestellt. Bedingt durch die geologischen Randbedingungen mit Störungen und im Osten einer Moorrinne wurden die quartären Kiese und Sande mit stark unterschiedlichen Schichtstärken festgestellt.

Die quartären Kiese und Sande wurden nach der Bohrgutansprache granulometrisch überwiegend als sandige bis stark sandige Kiese angesprochen. Bei größeren Mächtigkeiten sind die quartären Kiese und Sande "schlecht" sortiert und sind z. T. als steinige Kiese anzusprechen. Grobe Einlagerungen in Form von Kiesen, Quarziten und Sandsteinblöcken sowie Kalksteinstücken mit Kantenlängen bis zu mehreren Dezimetern sind möglich. Die Kalksteine sind vermutlich tertiären Alters (umgelagert).

Nach den Ergebnissen der bodenmechanischen Laborversuche bestätigen die Ansprache des Bohrgut in den Kernkisten.

Die Schichtunterkante der quartären Kiessande wurde mit allen Aufschlussbohrungen erreicht, sie liegt demnach in einer Tiefe zwischen ca. 6,7 m und ca. 15,2 m unter GOK respektive in der Tiefenlage ca. 92,4 m NHN (BK 5) und ca. 86,5 m NHN (BK 12). Die Schichtdicke schwankt zwischen rd. 0,8 m (BK 13) und max. 8,4 m (BK 12).

Bei der geotechnischen Ansprache wurde das Terrassenmaterial den Bodengruppen GW, GI, GU und untergeordnet auch GU\* zugeordnet.

Die Lagerungsdichte der quartären Kiessande ist nach den vorliegenden Sondierwiderständen und unter Berücksichtigung des Grundwassers als mitteldicht und an der Basis des Schichtgliedes auch als dicht bis sehr dicht einzustufen.

Die Schlagzahlen zeigen generell mit der Tiefe eine zunehmende Tendenz (durchschnittlich  $N_{10} = 10$ ), was erfahrungsgemäß auf eine mit der Tiefe zunehmende Korngröße schließen lässt.



#### 5.2.4 Tertiäre Schichtenfolge, Schicht 4

Die tertiären Böden werden für die hier vorliegende Machbarkeitsstudie zunächst vereinfachen nicht in die im Westen anstehenden Cyrenenmergel aus dem Oligozän und den im Osten anstehenden Rupeltonen untergliedert, d. h. auch bodenmechanisch werden die beiden v. g. Schichten gleichgesetzt.

Die tertiären Böden wurden unterhalb der Mainterrassen bzw. dort, wo sie nicht vorhanden sind, direkt im Liegenden der quartären Deckschichten in allen maschinellen Aufschlussbohrungen angetroffen. Die aufgeschlossene Schichtdicke im Baufeld liegt zwischen 9,0 m und 11,6 m (BK 1).

Bei den aufgeschlossenen tertiären Schichten handelt es sich granulometrisch um einen schluffigen, bereichsweise auch schwach sandigen bis sandigen Ton, der graugrüne Farbe und einen hohen Kalkgehalt aufweist. Die Tone besitzen eine steife bis halbfeste Konsistenz.

Nach den Ergebnissen der bodenmechanischen Laborversuche liegt der Rohtonanteil zwischen rd. 40 % und rd. 60 %. Die Bestimmung der Konsistenzgrenzen der beiden untersuchten Proben belegen eine halbfeste Konsistenz ( $I_c=1,06$  und  $1,14$ ).

Die Bestimmung der Kornverteilung an einer Bodenprobe aus dem Tertiär bestätigt die geotechnische Ansprache (siehe Anlage 5), d. h. es handelt sich bei dem Ton i. d. R. um die Bodengruppe TA.

Bei den Bohrungen BK 5 und BK 9 wurden in den Tiefenlagen ca. 17,1 m bis 17,4 (BK 5) bzw. bei BK 9 zwischen 12,6 m und 12,8 m eine harte (zerbohrte) Kalksteinbank mit Wasserführung angetroffen. Diese Kalksteine sind der Cyrenenmergelgruppe zuzuordnen.

Die Oberkante des Tons liegt, bedingt durch deren wellige Ausbildung, auf einer Höhe von rd. 86, m NHN bis rd. 92,4 m NHN.



Die ausgeführten maximal 12 m tiefen Sondierungen mit der schweren Rammsonde reichen bei 8 von 16 Bohrungen bis in die tertiären Schichten hinein. Der Sondierverlauf ist dort dann jeweils mit der Tiefe rasch zunehmend und erreicht Schlagzahlen von  $N_{10} > 50$  Schläge je 10 cm Eindringtiefe. Mit den festgestellten Schlagzahlen wird die Feldansprache der Konsistenz der bindigen Böden bestätigt.

Die Schichtunterkante der tiefgründig anstehenden tertiären Böden wurden mit den maximal 20 m tiefen Bohrungen erwartungsgemäß nicht erreicht.

## **6 Grundwasser, Wasserbeanspruchung des Bauwerkes**

### **6.1 Grundwasserstand**

Das obere Grundwasserstockwerk besteht aus den gut durchlässigen Sanden und Kiesen der Mainterrassen, in denen der Grundwasserspiegel aufgrund der darüber liegenden quartären Deckschichten z. T. gespannt vorliegt. Das untere Grundwasserstockwerk liegt innerhalb der tertiären Schichten und dort, wo vorhanden, innerhalb von sandigen Partien und/oder den klüftigen Kalksteinlagen. Die Druckhöhe des tertiären Grundwassers ist dem oberen Grundwasserstockwerk etwa gleichzusetzen.

#### **Hinweis:**

Die Trümmerschuttablagerungen binden in weiten Bereichen in den oberen/ersten GW-Leiter ein!

In den 16 durchgeführten Aufschlussbohrungen und 5 Sondierungen wurde im Zeitraum 27.01. bis 26.03.2025 das Grundwasser in einer Tiefe zwischen 90,9 m NN und 95,6 m NN (ca. 4,8 m bis 6,6 m unter GOK) angetroffen und teileingespiegelt. Die Grundwasserfließrichtung ist in Richtung SSE, in Richtung Main.

Gemäß dem Beiblatt 3 zur Geologischen Karte von Hessen [1] ist im Bereich des Untersuchungsareals für den Stichtag 30.03.1951 (hohe Wasserstände) ein Grundwasserstand von ca. 96 m NN angegeben. Der Grundwasserflurabstand im Untersuchungsareal liegt demnach – je nach Geländehöhe – überwiegend bei weniger als 5 m.



Im Rahmen der Baugrunderkundung wurden die Aufschlussbohrungen BK 10, BK 13, BK 15 und BK 16 zu 3" Grundwassermessstellen ausgebaut. Der Messstellenausbau ist mit den Bodenprofilen in der Anlage 2 dargestellt. Die Filterstrecken der Grundwassermessstellen liegen innerhalb der quartären Kiese und Sande.

Zur Stichtagsmessung am 07.05.2025 wurden die folgenden Grundwasserstände festgestellt:

Aufschluss	Grundwasserstand		OK Pegel [m NHN]
	[m u. GOK]	[m NHN]	
BK 10	7,49	95,34	102,83
BK 13	4,85	95,46	102,31
BK 15	4,13	95,25	99,28
BK 16	1,98	95,65	97,63

Unter Berücksichtigung der vor Ort festgestellten Grundwasserstände sowie der Informationen aus den Geologischen Kartenwerken wird für die Bauzeit ein mittleres Grundwasserstand mit

$$\mathbf{GW_{Bau} = 96,00 \text{ m NN } \pm 0,5 \text{ m.}}$$

vorgeschlagen. Jahreszeitlich bedingte Schwankungen sind zusätzlich zu berücksichtigen. Als Bemessungswasserstand für alle Nachweise im Endzustand und zur Festlegung von Abdichtungsmaßnahmen von erdberührten Bauteilen, wird ein Bemessungswasserstand mit

$$\mathbf{GW_{Bem} = 97,50 \text{ m NN.}}$$

empfohlen.

Außerdem wird vorsorglich darauf hingewiesen, dass bei den hier nachgewiesenen Baugrundverhältnissen Schicht- und Stauwasserhorizonte auch oberhalb von 97,50 m NN vorkommen können, sofern nicht durch konstruktive Maßnahmen dauerhaft sichergestellt wird, dass sich kein Schicht- und Sickerwasser einstaut (z. B. im Bereich von Arbeitsraumverfüllung usw.). Da dies hier jedoch bautechnisch kaum umzusetzen sein dürfte, wird empfohlen, vorsorglich davon auszugehen, dass Schichtwasser bzw. Staunässe bis praktisch zur GOK vorkommen kann.



## 6.2 Durchlässigkeit

Die Durchlässigkeit der verschiedenen Böden unterscheidet sich sehr stark. So ergaben Pumpversuche im Stadtgebiet von Frankfurt/Main für das obere Grundwasserstockwerk meist Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte in der Größenordnung von  $k_f = 5 \times 10^{-5}$  m/s bis  $1 \times 10^{-3}$  m/s, was für die hier vorhandenen Porengrundwasserleiter erfahrungsgemäß die obere und untere Grenze der Bandbreite für die Wasserdurchlässigkeit gut beschreibt. Je nach der Kornzusammensetzung können insbesondere bei Rinnenbildung innerhalb der quartären Schichten auch deutlich durchlässigere Partien (sog. Packlagen ausgroben und/ der feinkörnigen Ablagerungen) vorhanden sein.

Nach den Ergebnissen der bodenmechanischen Laborversuche zur Bestimmung der Korngrößenverteilung an den quartären Sanden und Kiesen der Mainterrasse können die Durchlässigkeitsbeiwerte nach dem Verfahren von Bayer mit  $k_f$  ca.  $1-3 \times 10^{-4}$  m/s angegeben werden (vergl. Anlagen 6.2, 6.3 und 6.7)

Innerhalb der tertiären Schichten können nur die Kalkstein- bzw. Dolomitsteinbänke (Kluftwasserleiter) und die Hydrobiensande (Porenwasserleiter, hier im Projektgebiet sind das die pliozänen Feinsande) als sog. grundwasserführende Schichten beurteilt werden. Die Durchlässigkeit der tertiären Tone ist dagegen mit  $k \leq 1 \times 10^{-10}$  m/s sehr gering (technisch dicht). Nennenswerte Wassermengen sind deshalb nur aus den Kalkstein- bzw. Dolomitsteinbänken bzw. nachrangig dazu den Hydrobiensanden zu erwarten. Die Durchlässigkeit dieser Schichten wurde beispielsweise im Zuge eigener Untersuchungen mittels Pumpversuchen in der Frankfurter Innenstadt zu  $k = 5 \times 10^{-5}$  m/s bis  $1 \times 10^{-4}$  m/s bestimmt, wobei diese Werte als Mittelwerte für ein Schichtpaket anzusehen sind.

## 6.3 Grundwasseranalytik

Im Auftrag von BFM wurde durch die CAL GmbH, Darmstadt, am 07.05.2025 aus den vier hergestellten Grundwassermessstellen jeweils eine Grundwasserprobe für analytische Untersuchungen nach der DIN 4030 sowie nach der GWS-VwV entnommen.



Nach den **Analyseergebnissen gemäß DIN 4030**, die mit der Anlage 7 beigelegt sind, ist das aus den quartären Schichten entnommene Grundwasser in die Expositionsklasse XA1 einzustufen. Der Analysebericht ist als Anlage 7.1 beigelegt.

Weiterhin wurden die entnommenen Grundwasserproben nach der Verwaltungsvorschrift zur Erfassung, Bewertung und Sanierung von Grundwasserunreinigungen (GWS-VwV, [30]) untersucht. In den Proben der Messstellen BK 10-GWM, BK 13-GWM und BK 15-GWM überschreiten verschiedene Parameter die Geringfügigkeitsschwellenwerte gemäß GWS-VwV. Der Analysebericht ist als Anlage 7.2 beigelegt. Eine weitere Bewertung der Analyseergebnisse erfolgt gesondert im umwelttechnischen Gutachten.

Die Ergebnisse der Grundwasseranalysen nach der GWS-VwV wurden hinsichtlich einer möglichen Einleitung von Förderwasser aus einer ggf. erforderlichen temporären Grundwasserhaltung in den Schmutz- oder Mischwasserkanal im Stadtgebiet Frankfurt am Main überprüft. Nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen liegt mit Ausnahme der Parameter Selen sowie Sulfat in der Wasserprobe aus der BK 10-GWM keine Überschreitung der Parameter aus der o. g. Richtwertliste vor.

Die Tabelle in Anlage 10 enthält die Gegenüberstellung der Geringfügigkeitsschwellenwerte (GFS) sowie der Richtwertliste für die Einleitung von Grundwasser in die Schmutz- oder Mischwasserkanalisation im Stadtgebiet Frankfurt am Main und der Analyseergebnisse.

Im Rahmen der weiteren Untersuchungen sind insbesondere am Grundwasser aus den Pegeln BK 10-GWM, BK 13-GWM und BK 15-GWM weitere chemische Analysen zur Verifizierung der Analyseergebnisse vorzusehen.

## **7 Bodenmechanische Laborversuche**

Wie im Kapitel 5 bereits erläutert, wurden im Zuge der Baugrunderkundung die folgenden bodenmechanischen Laborversuche durchgeführt:

- 8 Stück Bestimmung der Kornverteilungskurven nach DIN EN ISO 17892-4
- 5 Stück Bestimmung der Fließ- (nach Casagrande) und Ausrollgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12



- 5 Stück Bestimmung des Wassergehaltes nach DIN EN ISO 178892-1
- 3 Stück Bestimmung des Glühverlustes nach DIN EN ISO 17685

Die entsprechenden Einzelversuchsergebnisse sind in der Anlage 6 dokumentiert. Die dabei gewonnenen Ergebnisse wurden sowohl bei der zeichnerischen Darstellung der Aufschluss-ergebnisse – Anlage 2, als auch bei der Festlegung der erdstatischen Rechenwerte im nachfolgenden Kapitel 8 berücksichtigt.

## 8 Bodenklassifikation und erdstatische Rechenwerte

Aus den aktuellen Erkundungsmaßnahmen und den Ergebnissen der bodenmechanischen Laborversuche, eigenen Erfahrungswerten aus Projekten in vergleichbaren Baugrundverhältnissen in Frankfurt/Main sowie entsprechenden Angaben in der Fachliteratur werden die für das Design und die Bemessung der temporären Verbaumaßnahmen sowie für die Festlegung der Art und die Bemessung der Gründung erforderlichen charakteristischen Kennwerte wie folgt abgeleitet:

### Auffüllung (Schicht 1)

Bodengruppe nach DIN 18196	A [GW], [GU], [SW], [SU], [GI] und [SI]
Bodenklasse nach DIN 18300 (VOB/C, Stand 2012) bei Steinen und Blöcken	3 – 5 6 – 7
Feuchtwichte	$\gamma$ = 18 – 22 kN/m <sup>3</sup>
Wichte unter Auftrieb	$\gamma'$ = 10 – 12 kN/m <sup>3</sup>
Ersatzreibungswinkel	$\varphi'_{E,k}$ = 30 °- 35°

### Quartäre Deckschichten (Schicht 2a)

Bodengruppe nach DIN 18196	UL, UM, SU, SU*
Feuchtwichte	$\gamma$ = 19 kN/m <sup>3</sup>
Wichte unter Auftrieb	$\gamma'$ = 9 kN/m <sup>3</sup>
Reibungswinkel	$\varphi'_k$ = 25°
Kohäsion	$c'_k$ = 5 kN/m <sup>2</sup>
Steifemodul	$E_{s,k}$ = 3 – 8 MN/m <sup>2</sup>



### Quartäre organische Deckschichten (Schicht 2b)

Bodengruppe nach DIN 18196	OU, OH, HZ
Bodenklasse nach DIN 18300 (VOB/C, Stand 2012)	5
Feuchtwichte	$\gamma = 11 - 16 \text{ kN/m}^3$
Wichte unter Auftrieb	$\gamma' = 1 - 6 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel	$\varphi'_k = 15^\circ - 25^\circ$
Kohäsion (z. T. sog. Fräskohäsion)	$c'_k = 1 - 5 \text{ kN/m}^2$
Steifemodul	$E_{s,k} = 1 - 3 \text{ MN/m}^2$

### Mainterrassen (Schicht 3)

Bodengruppe nach DIN 18196	GE, GI, GW, GU/GU*, SE, SI, SW und SU/SU*
Bodenklasse nach DIN 18300 (VOB/C, Stand 2012) bei Geröllen und Blöcken	3 bis 5 6 bis 7
Feuchtwichte	$\gamma = 20 - 21 \text{ kN/m}^3$
Wichte unter Auftrieb	$\gamma' = 10 - 11 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel	$\varphi'_k = 32,5^\circ - 37,5^\circ$
Steifemodul	$E_{s,k} = 60 - 100 \text{ MN/m}^2$
Abrasivität ("Schätzwert")	sehr hoch

### Tertiäre Böden (Schicht 4)

Bodengruppe nach DIN 18196	TM, TA, ST, ST*
Bodenklasse nach DIN 18300 (VOB/C, Stand 2012)	4 bis 5
Feuchtwichte	$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$
Wichte unter Auftrieb	$\gamma' = 10 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel	$\varphi'_k = 20^\circ$
Kohäsion	$c'_k = 10 - 20 \text{ kN/m}^2$
Steifemodul	$E_{s,k} = 30 - 50 \text{ MN/m}^2$

**Hinweis:** Der "Ton" neigt beim Bohren zum Verkleben.



## Frostempfindlichkeitsklassen

Einstufung der im gründungsrelevanten Tiefenbereich anstehenden Böden in die Frostempfindlichkeitsklassen gemäß ZTVE-StB 17:

- Auffüllungen → F1 bis F3
- Quartäre Deckschichten → F3
- Quartäre Kiessande der Mainterrasse → F1 und untergeordnet F2
- Tertiäre Böden → F3

## Homogenbereiche

Für zukünftige Erdarbeiten werden die dabei anfallenden Auffüllungen und Böden folgenden Homogenbereichen zugeordnet:

- Auffüllungen → Homogenbereich E1
- quartäre Deckschichten → Homogenbereich E2
- quartäre organische Deckschichten → Homogenbereich E3
- quartäre Kiessande der Mainterrasse → Homogenbereich E4
- tertiäre Böden → Homogenbereich E5

Nach der Vorlage konkreter Unterlagen zur Neubauplanung sind dann im Rahmen der geotechnischen Hauptuntersuchung bei Bedarf weitere Homogenbereiche zu definieren.

## 9 Berücksichtigung von Erdbebeneinwirkungen:

Nach DIN EN 1998 in der aktuell bauaufsichtlich eingeführten Fassung liegt das Projektgebiet in der Erdbebenzone 0. Die Festlegung der sog. Untergrundklassen erfolgt in Hessen üblicherweise unter Anwendung einer Planungskarte, die vom HLNUG herausgegeben wurde (2007).

Für den Projektstandort ergeben sich somit folgende Einstufungen:

- Geologische Untergrundklasse: T,
- Baugrundklasse: C.

Mit Stand von November 2023 liegt ein aktueller nationaler Anhang zur DIN EN 1998-1 vor (DIN EN 1998-1/NA:2023-11). Dieser Normenstand ist zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung in Hessen aber noch nicht bauaufsichtlich eingeführt.



Vorab, d. h. im Zuge der weiteren Planung, sollte deshalb von Seiten der Beteiligten (Bauherr, Tragwerksplaner, Prüflingenieur) geklärt werden, nach welchem Regelwerk Erdbebennachweise geführt werden sollen bzw. geführt werden müssen.

## **10 Versickerung von Niederschlagswasser**

Die planmäßige / gezielte Versickerung von Niederschlagswasser scheidet im vorliegenden Fall aus, weil hier im Projektgebiet großflächig und mit Mächtigkeiten von mehreren Metern künstliche Auffüllungen anstehen, die gemäß Kapitel 14 z. T. relevante Kontaminationen aufweisen. Letzteres stellt hier ein entsprechendes Ausschlusskriterium hinsichtlich der planmäßigen / gezielten Versickerung von Niederschlagswasser da!

## **11 Gründung**

Das Baufeld ist geprägt durch die bis zu 8 m mächtige Schicht aus aufgefüllten Böden mit einer groben und inhomogenen Zusammensetzung und der darunter anstehenden gering tragfähigen bindigen und z. T. stark organischen Böden mit Schichtdicken von bis zu ca. 4,2 m. Unterhalb der beiden vorgenannten Schichten folgen die gewachsenen gut tragfähigen Kies-sande, die mit Schichtdicken zwischen rd. 0,8 m und maximal 8,4 m anstehen. Das Liegende wird von "gut" tragfähigen tertiären Böden gebildet.

Hinsichtlich einer geplanten Bebauung des gesamten Grundstücks liegen hier inhomogene Gründungsverhältnisse vor.

Da zum Zeitpunkt der Erstellung der Machbarkeitsstudie noch keine konkrete Planung vorlag, wird zunächst eine idealisierte Höhe für Bauwerksnull unter Berücksichtigung des Gefälles im Gelände sowie der angrenzenden Infrastruktur angesetzt.

Auf der Westseite wurde für das Bauwerksnull eine Höhe von 102,0 m NHN und im Osten am äußeren Rand der Schrebergartenanlage eine Höhe von 98,0 m NHN angesetzt. Die Bauwerksnullhöhen bleiben im Norden und im Süden auf gleichem Niveau.



Weiterhin wird bei der idealisierten Betrachtung von einer Baugrubentiefe von 4,2 m ausgegangen. Die 4,2 m Tiefe m beinhalten die Dicke der Decke über dem Untergeschoss, eine Bodenplatte im Untergeschoss sowie eine Dämmung und die Sauberkeitsschicht.

Zusätzliche Maßnahmen für eine Bodenverbesserung / Bodenaustausch oder vergleichbar sind darin zunächst nicht enthalten.

Bei dieser idealisierten Betrachtung liegen die Aushubsohlen noch überwiegend innerhalb der aufgefüllten Böden, die dann mit Restmächtigkeiten von wenigen Zentimetern bis zu ca. 1 m bzw. im Bereich der BK 13 bis zu 4 m anstehen. Der Abstand zwischen der idealisierten Baugrubensohle und den gut tragfähigen Kiessanden, also die Schichtdicke der quartären zum Teil stark organischen Lehme, variiert dabei ebenfalls stark und liegt zwischen wenigen Dezimetern und maximal ca. 4 m.

In der Anlage 2 sind in den geologischen Profilschnitten die idealisierten Höhen für Bauwerknull und die Baugrubensohle als idealisierte Linie eingetragen.

Eine Flachgründung von einzelnen einfach unterkellerten Gebäuden, bei einer etwa gleichmäßigen Belastung, ist nur mit Zusatzmaßnahmen möglich. Hierfür kommen flächige Bodenverbesserungsmaßnahmen wie Vollbodenaustausch oder auch eine Verdichtung des Untergrundes mit z. B. Schotterstopfsäulen mit einem darüber angeordneten Ausgleichspolster in Frage. Aufgrund der vorherrschenden Grundwasserverhältnisse und der festgestellten Belastungen innerhalb der aufgefüllten Böden, wird voraussichtlich eine Bodenverbesserungsmaßnahme mit säulenartigen Elementen die kostengünstigere Variante sein. Mit den pfahlartigen Elementen können auch die stark wechselnden geologischen Verhältnisse mit den unterschiedlich tief anstehenden tragfähigen Böden gut berücksichtigt werden. Die pfahlartigen Elemente werden nur so tief in den Untergrund eingebunden, bis sie gut tragfähigen Boden erreichen. In Oberkante der Bodenverbesserung sind dann auf einem Ausgleichspolster gleichmäßige Gründungsverhältnisse geschaffen. Eine solche Maßnahme erfordert aber zumindest in größeren Bereichen Zusatzmaßnahmen im Bereich des Trümmerschutts inkl. einer intensiven kampfmitteltechnischen Begleitung!



Die flächige Bodenverbesserung kann auch bei der Planung von großen Unterkellerungen mit punktartigen Überbauungen geplant werden. Hier ist jedoch eine gesonderte Betrachtung des Verformungsverhaltens des großen Kellerkastens mit der punktartigen Überbauung erforderlich. Anhand von Setzungsberechnungen können die Erfordernisse von Bauwerksfugen detailliert betrachtet werden.

Sofern schlanke hohe Gebäude mit hohen punktuellen Lasten geplant werden sollen, empfiehlt sich bei den vorherrschenden Baugrundverhältnissen dagegen dann die Ausführung einer Tiefgründung.

### **Generelle Entscheidung Keller ja/nein**

Aufgrund der festgestellten Belastungen im Untergrund wäre im Vorfeld mit den zuständigen Behörden zu klären, inwieweit aufgefüllte – kontaminierte – Böden und Trümmerschutt überhaupt unterhalb der geplanten Bebauung verbleiben können.

Sofern aufgefüllte, kontaminierte Böden unterhalb der Bebauung verbleiben können, wäre zur Reduzierung der "Baukosten" durchaus zu überlegen, inwieweit auf Kellergeschosse verzichtet werden kann. Im Bereich der Freianlagen wird dagegen je nach Nutzung in jedem Fall ein Aushub von belasteten aufgefüllten Böden mit einer entsprechenden Entsorgung erforderlich.

Die Gründung von nicht unterkellerten Gebäuden kann theoretisch auch mit einer flächigen Bodenverbesserung erfolgen. Hierfür können jedoch aufgrund der groben und inhomogenen Zusammensetzung der aufgefüllten Böden keine Schottersäulen, bzw. nur mit Vorbohrungen verwendet werden. Hier wäre deshalb dann den gebohrten Verfahren, wie z. B. Schneckenortbetonpfähle, mit einem darüber liegenden Ausgleichspolster der Vorzug zu geben. Alternativ sind die Gebäude mit Bohrpfählen tief zu gründen. Die komplexen und schwierigen Kampf-mittelfreimessungen sind hier mit einem deutlich erhöhten Aufwand zu berücksichtigen!



## Flächige Baugrundverbesserung

Bei einer flächigen Baugrundverbesserung z. B. über Rüttelstopfverdichtung mit (teilweise) vermörtelten Schottersäulen und/oder pfahlähnlichen Systemen wie z. B. CMC-Säulen, wird zwischen Oberkante Säule und Bodenplatte ein mind. 40 cm dickes Bodenpolster (Ausgleichspolster), das gleichzeitig die Arbeitsebene zur Herstellung der Säulen dient, angeordnet. Die Gründung darauf erfolgt dann als Flachgründung und kann zur Vordimensionierung mit einem mittleren Bettungsmodul von

$$k_{s,k} = 5 \text{ MN/m}^3$$

berechnet werden.

Zur Herstellung des Ausgleichspolsters ist ein Naturschotter der Körnung 0/45 mm und/oder 0/56 mm mit einem Feinkornanteil ( $\leq 0,063 \text{ mm}$ )  $< 5 \text{ Gew.-%}$  und einer Ungleichförmigkeitszahl von  $U \geq 7$  zu verwenden. Ein güteüberwachtes Betonrecyclingmaterial kann hier formal nur bei entsprechendem Abstand zum maximalen Grundwasserstand, also nur bei einer Bauweise ohne Unterkellerung, verwendet werden.

Die Erdstoffe zur Herstellung des Bodenpolsters sind mit maximalen Schüttlagen von  $d \leq 0,35 \text{ m}$  Dicke lagenweise qualifiziert verdichtet einzubauen. Der Verdichtungserfolg ist durch statische Plattendruckversuche gemäß DIN 18134, Plattendurchmesser 30 cm, zu überprüfen. Das Material ist dann ausreichend verdichtet, wenn in Oberkante des Polsters ein Verformungsmodul von  $E_{V2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$  und ein Verhältniswert von  $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,3 [-]$  nachgewiesen wird.

## Tiefgründung mittels Bohrpfählen

Als Vordimensionierung einer Bohrpfahlgründung, können die nachfolgend aufgeführten mittlere charakteristische Kennwerte angesetzt werden:

- |  |             |                            |
|--|-------------|----------------------------|
| - aufgefüllten Böden, Schicht 1              | $q_{s,k} =$ | 30 kN/m <sup>2</sup>       |
| - quartäre bindigen Böden, Schicht 2a und 2b | $q_{s,k} =$ | 30 kN/m <sup>2</sup>       |
| - quartäre Kiessande, Schicht 3              | $q_{s,k} =$ | 120 kN/m <sup>2</sup>      |
| - tertiäre Tone, Schicht 4                   | $q_{s,k} =$ | 80 - 100 kN/m <sup>2</sup> |

Der charakteristische Spitzendruck für die Schichten 3 und 4 kann bei einer Mindesteinbindung von  $\geq 3$  m, mit  $q_{b,k} = 2.500 \text{ kN/m}^2$  bzw.  $1.500 \text{ kN/m}^2$  angesetzt werden.

## 12 Bauwerksabdichtung

Bei den hier nachgewiesenen geologischen und hydrogeologischen Verhältnissen wird für die erdberührten Bauteile eine Abdichtung erforderlich.

Nach der DIN 18533 liegt eine Wassereinwirkungsklasse W2.1-E vor. Bei einem Neubau mit hochwertiger Nutzung wird alternativ / ergänzend zu den Anforderungen der DIN 18533 die Ausbildung der erdeinbindenden Bauteile als sog. "Weiße Wanne" nach den WU-Richtlinien empfohlen.

Das Prinzip der "Weißen Wanne" schließt dann mit ein, dass z. B. auch die Kellerschächte als "Weiße Wanne" ausgebildet und druckwasserdicht an das Gebäude angeschlossen und die Kellerschachtentwässerung an die Hausentwässerung angeschlossen wird. Weiterhin ist darauf zu achten, dass die Wand- und Bodendurchbrüche für die Ver- und Entsorgungsleitungen druckwasserdicht ausgebildet werden. Bei ausreichender Belüftung entstehen so normal trockene Räume. Undichtigkeiten sind nachverpressbar. Bei höheren Anforderungen ist ein Sonderfachmann (Bauphysiker) hinzuziehen.

Weitere Details regeln die DIN 18533 und 18534. Die Abdichtung ist zu Planen.

## 13 Baugrube

### 13.1 Baugrubenumschließung

Es gilt grundsätzlich die DIN 4124 in der jeweils aktuellen Fassung. Darüber hinaus sind die Vorgaben der Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben (EAB) zu beachten.



Bei ausreichenden Platzverhältnissen und oberhalb des Grundwasserspiegels sind die Baugruben innerhalb der aufgefüllten Böden mit Böschungsneigungen von ca.  $\beta \leq 45^\circ$  realisierbar. Liegen die Baugruben in den Randbereichen zu den öffentlichen Straßen und/oder auch den vorhandenen Ver- und Entsorgungsleitungen bzw. den zu erhaltenden Bäumen, wird ein Verbau erforderlich.

Bei der Lage der Baugrubensohle oberhalb des mittleren Grundwasserstandes kann ein klassischer Trägerbohlverbau mit Holzausfachung geplant werden. Je nach Tiefenlage der Baugrubensohle sowie der Verkehrslasten in Höhe der GOK kann eine Verankerung des Verbaus erforderlich werden. Die Ankerverpressstrecken liegen vorzugsweise in den quartären Kiesanden bzw. in den tertiären Böden, die jeweils für den Lastabtrag geeignet sind. Die aufgefüllten Böden sowie die quartären bindigen Schichten und/oder organisch sind dagegen hier zur Aufnahme von Ankerlasten nicht geeignet!

Liegen die Baugrubensohlen für eine geplante einfache Unterkellerung unterhalb des mittleren bauzeitlichen Wasserstandes, wird zum einen eine temporäre Grundwasserabsenkung als auch eine entsprechend ausgelegte Baugrubensicherung erforderlich. Hierzu sollte im Vorfeld mit den zuständigen Behörden geklärt werden, inwieweit eine wasserdichte Baugrubenumschließung gefordert wird. Bei der Konzeption der Baugrubenumschließung sind mögliche Grundwasserbelastungen zu berücksichtigen.

Bei einer zweifachen Unterkellerung wird vorbehaltlich der Abstimmung mit den Behörden eine wasserdichte Baugrubenumschließung z. B. aus einer überschnittenen Bohrpfahlwand erforderlich.

Die Anlage 9.1 enthält eine Darstellung einer möglichen Baugrubenausbildung für den mit der Machbarkeitsstudie der Wentz Planungsgesellschaft vorgestellten Entwurfs. Die Anlage 9.2 enthält die Darstellung einer Baugrube bei einer vollständigen Unterkellerung des Baufeldes.

Bei beiden Varianten wird davon ausgegangen, dass die aktuell im Baufeld befindliche Tankstelle sowie die Trafostation vollständig vor Baubeginn entfernt werden. Weiterhin ist im Südwesten des Baufeldes, als Zufahrt in das Baufeld von der Straße Am Bornheimer Hang, im



Eckbereich ein Verbau vorgesehen. Bei Entfall dieser verbauten Baugrubenecke wird aus Sicht von BFM die Zufahrt in das Baufeld ansonsten stark eingeschränkt.

Entlang der Straße Ratsweg liegen derzeit eine Vielzahl von unterschiedlichen Leitungen im Untergrund. Weiterhin stehen entlang der südlichen Grundstücksgrenze eine Vielzahl großer Bäume. Daher wurde entlang der südlichen Grundstücksgrenze ein rückverankerter Trägerbohlverbau vorgesehen. Je nach der tatsächlichen Lage der geplanten Untergeschosse und dem Abstand zu den bestehenden Leitungen / Bäumen kann dieser Verbau ggf. entfallen.

Bei einem Entfall der Unterkellerung der jeweiligen Gebäude werden nur Vertiefungen für Bodenplatten und/oder Fundamente erforderlich. Diese können geböscht unter Berücksichtigung der DIN 4124 ohne weitere konstruktive Maßnahmen angelegt werden.

Zur Arbeitsraumverfüllung sind die in den Aushub fallenden Böden aus geotechnischer und umwelttechnischer Sicht nicht geeignet. Es ist hier gut wasserwegsamere Kiessand vorzusehen ( $k_f > 1,0 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ ).

### **13.2 Trockenhaltung der Baugrube**

Liegt die Baugrubensohle oberhalb des mittleren bauzeitlichen Wasserstandes, wird neben einer Tagwasserhaltung keine weitere Grundwasserhaltung erforderlich. Für die Tagwasserhaltung sind für das nicht im Untergrund versickernde Wasser entsprechende Drainagegräben und Pumpensümpfe einzuplanen.

Bei der Lage der Aushubsohle unterhalb des bauzeitlichen Grundwasserstandes wird eine temporäre Grundwasserabsenkung vorzugsweise mit Pumpbrunnen, unterstützt von Drainagegräben und Pumpensümpfen erforderlich. Die Wasserhaltungsmaßnahmen sind gem. Hessischem Wasserhaushaltgesetz genehmigungspflichtig und dementsprechend zu planen. Erforderliche Bodenmaßnahmen sind hierbei zu berücksichtigen.



## 15 Empfehlung BFM

Neben bisher weitgehend noch offenen Fragen zum Bebauungskonzept, d. h. Art und Umfang der neuen Schule in baulicher Hinsicht, ist hier die Problematik der quasi flächendeckend vorhandenen Auffüllungen, deren Mächtigkeit von bis zu rd. 8 m und insbesondere auch die Kampfmittelthematik aus fachgutachterlicher Sicht entscheidend hinsichtlich der Wahl des Gründungskonzeptes einerseits und der Entscheidung bezüglich einer Unterkellerung ja oder nein.

Es ist sicherlich zunächst naheliegend im Sinne einer Arbeitshypothese davon auszugehen, dass bei einem Verzicht auf eine Unterkellerung die Baukosten, d. h. also hier insbesondere die Kosten für die Entsorgung der kontaminierten Auffüllungen in einem wahrscheinlich erheblichem Umfang reduziert werden können. Gleichzeitig haben aber die Erfahrungen bei der Realisierung des nahegelegenen und in praktisch vergleichbaren Untergrundverhältnissen gegründeten Familienbades Bornheim gezeigt, dass, wie auch hier schon während der Baugrunderkundung der Fall, die Kampfmittelproblematik ein in monetärer und terminlicher Hinsicht ebenfalls wesentlicher und erheblicher Faktor darstellt. Bei der genannten Baumaßnahme war es, vergleichbar wie hier im Zuge der Baugrunderkundung, nicht möglich, die Kampfmittelfreiheit des Baufelds, ohne umfangreiche erdbautechnische Eingriffe in die Auffüllung sicherzustellen. Es ist aus heutiger Sicht davon auszugehen, dass vergleichbare Aufwendungen auch im Zuge der hier geplanten Neubaumaßnahme erforderlich werden, auch wenn, wie wiederum Bereich der Baumaßnahme Familienbad Bornheim der Fall, im Wesentlichen auf eine Unterkellerung verzichtet wird. Wir sind deshalb der Auffassung, dass in der summarischen Betrachtung aller Faktoren und der damit verbundenen Kosten, die Variante der Unterkellerung sowohl in baubetrieblicher und bauzeitlicher Hinsicht als auch quasi unter dem Strich die wirtschaftlich günstigere Lösung darstellt. Darüber hinaus verbleibt dann auch unterhalb der Gründungsebene deutlich weniger setzungsempfindliches / komprimierbares Material einerseits und es wird die Gesamtzahl der Laufmeter sowohl bei einer Baugrundverbesserung mittels Rüttelstopfverdichtung usw. als auch bei einer klassischen Pfahlgründung deutlich reduziert.

**Hinweis:**

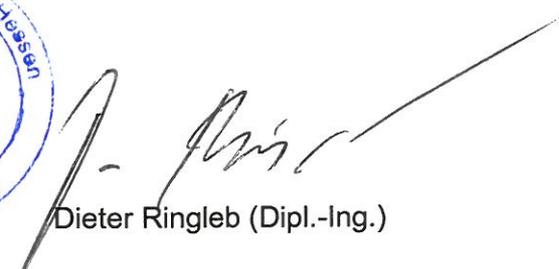
Zu vernachlässigen ist bei dieser Art der Betrachtung ohnehin nicht der Sachverhalt, wonach bei einer Baumaßnahme dieser Größenordnung, selbst bei einem formalen Verzicht auf eine Unterkellerung, immer noch eine große Anzahl von Ver- und Entsorgungsleitungen verlegt werden müssen und erfahrungsgemäß großvolumige Technikkanäle usw. benötigt werden, d. h. es ist faktisch ohnehin nicht zulässig, hier im Sinne einer Schwarz-Weiß-Betrachtung zu argumentieren.

Zusammenfassend kommen wir deshalb zu der Empfehlung, unter Würdigung aller hier relevanten Sachverhalte die Variante mit einer vollgeschossigen ein- oder teilweise auch zweigeschossigen Unterkellerung planerisch zu favorisieren.

ppa.

  
Ulrich Schäfer (Dipl.-Ing.)



  
Dieter Ringleb (Dipl.-Ing.)