



**Projekt Nr. 20150121**

**Geotechnischer +  
Umwelttechnischer Bericht**

**Entwicklungsmaßnahme Quartier am**

**Ostpark**

**Rüsselsheim**

**Auftraggeber:**

**Terramag GmbH**

**Entwicklungsmaßnahme**

**"Quartier am Ostpark"**

**Westbahnhofstraße 36**

**63450 Hanau**

**Bearbeitung:**

**Dipl.- Ing. Stefan Brill**

**Datum: 10. Mai 2019**



## INHALTSVERZEICHNIS

1	ANLASS .....	7
2	BAUVORHABEN .....	7
3	BEARBEITUNGSUNTERLAGEN .....	8
4	UMFANG DER GEOTECHNISCHEN UNTERSUCHUNGEN .....	10
4.1	BAUGRUNDERKUNDUNGEN .....	10
4.1.1	ALLGEMEINES.....	10
4.1.2	DIREKTE BAUGRUNDAUFSCHLÜSSE.....	11
4.1.3	INDIREKTE BAUGRUNDAUFSCHLÜSSE .....	11
4.1.4	VERSICKERUNGSVERSUCHE .....	11
4.2	BODENMECHANISCHE LABORVERSUCHE .....	12
4.3	CHEMISCHE LABORVERSUCHE ZUR VORABDEKLARATION .....	13
4.3.1	PROBENAHMEN .....	13
4.3.2	ANSTEHENDER BAUGRUND .....	13
4.3.3	PFLASTERSTEINE.....	15
5	BESCHREIBUNGEN DER GEOTECHNISCHEN UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE	16
5.1	BAUGRUNDERKUNDUNGEN .....	16
5.1.1	ÖRTLICHE MORPHOLOGISCHE UND GEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE.....	16
5.1.2	HYDROLOGISCHE VERHÄLTNISSE.....	16
5.1.3	EINMESSUNG DER UNTERSUCHUNGSSTELLEN .....	16
5.1.4	ERGEBNISSE DER DIREKTEN UND INDIREKTEN BAUGRUNDAUFSCHLÜSSE .	17
5.2	BODENMECHANISCHE LABORVERSUCHE .....	17
6	BEWERTUNG DER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE.....	18
6.1	BAUGRUND .....	18
6.1.1	BODENMECHANISCHE KENNGRÖSSEN.....	18
6.2	VORABDEKLARATION .....	19
6.2.1	ALLGEMEINES.....	19
6.2.2	ANSTEHENDER BAUGRUND .....	20
6.2.3	PFLASTERSTEINE.....	24
6.3	ERGEBNISSE VERSICKERUNGSVERSUCHE.....	25
6.4	HOMOGENBEREICHE .....	25
6.4.1	ATV DIN 18300 „ERDARBEITEN“ .....	25
6.5	GRUNDWASSER.....	27
6.6	ERDBEBENZONE.....	27
6.7	STANDORTBEURTEILUNG ERDWÄRME .....	28



7	HINWEISE UND EMPFEHLUNGEN.....	28
7.1	ALLGEMEINES.....	28
7.2	ALLGEMEINES HINWEISE UND EMPFEHLUNGEN ZUR GRÜNDUNG.....	28
7.3	VERBAU / BÖSCHUNGEN.....	29
7.4	WASSERHALTUNG .....	29
7.5	VERSICKERUNG.....	30
7.6	STRASSENBAU .....	30
7.7	KANALBAU.....	30
7.8	RÜCKVERFÜLLUNG DER BAUGRUBEN.....	31
7.9.1	WASSEREINWIRKUNGSKLASSE W1.2-E – BODENFEUCHTE UND NICHT DRÜCKENDES WASSER BEI BODENPLATTEN UND ERDBERÜHRTEN WÄNDEN MIT DRÄNUNG.....	32
7.9.2	WASSEREINWIRKUNGSKLASSE W2.1-E – MÄSSIGE EINWIRKUNG VON DRÜCKENDEM WASSER.....	33
8	ABSCHLIESSENDES.....	33

## TABELLENVERZEICHNIS

<b>Tabelle 1:</b>	Untersuchungsumfang bodenmechanisches Laborprogramm	12
<b>Tabelle 2:</b>	Untersuchungsumfang chemisches Laborprogramm an Baugrund	14
<b>Tabelle 3:</b>	Untersuchungsumfang chemisches Laborprogramm an Pflastersteinen	15
<b>Tabelle 4:</b>	Charakteristische Werte für Bodenkenngrößen (Erfahrungswerte)	19
<b>Tabelle 5:</b>	Ergebnisse der chemischen Vorabdeklarationsanalyse des anstehenden Baugrundes	20
<b>Tabelle 6:</b>	Ergebnisse der chemischen Vorabdeklarationsanalysen Bauschutt / Beton	24
<b>Tabelle 7:</b>	Homogenbereiche für Erdarbeiten vor dem Lösen	25



## ANLAGENVERZEICHNIS

<b>Anlagen 1</b>	<b>Lagepläne</b>
<b>Anlage 1.1</b>	Übersichtslageplan
<b>Anlage 1.2</b>	Lageplan der Bohr- und Sondieransatzstellen
<b>Anlagen 2</b>	<b>Bohrprofile</b>
<b>Anlage 2.0</b>	Legende zu den Bodenprofilen
<b>Anlage 2.1</b>	Bohrsondierung BS 1
<b>Anlage 2.2</b>	Bohrsondierung BS 2
<b>Anlage 2.3</b>	Bohrsondierung BS 3
<b>Anlage 2.4</b>	Bohrsondierung BS 4
<b>Anlage 2.5</b>	Bohrsondierung BS 5
<b>Anlage 2.6</b>	Bohrsondierung BS 6
<b>Anlage 2.7</b>	Bohrsondierung BS 7
<b>Anlage 2.8</b>	Bohrsondierung BS 8 / V1
<b>Anlage 2.9</b>	Bohrsondierung BS 9
<b>Anlage 2.10</b>	Bohrsondierung BS 10 / V2
<b>Anlage 2.11</b>	Bohrsondierung BS 11
<b>Anlage 2.12</b>	Bohrsondierung BS 12 / V3
<b>Anlage 2.13</b>	Bohrsondierung BS 13
<b>Anlage 2.14</b>	Bohrsondierung BS 14
<b>Anlage 2.15</b>	Bohrsondierung BS 15
<b>Anlage 2.16</b>	Bohrsondierung BS 16
<b>Anlage 2.17</b>	Bohrsondierung BS 17
<b>Anlage 2.18</b>	Bohrsondierung BS 18
<b>Anlage 2.19</b>	Bohrsondierung BS 19
<b>Anlage 2.20</b>	Bohrsondierung BS 20
<b>Anlage 2.21</b>	Bohrsondierung BS 21
<b>Anlage 2.22</b>	Bohrsondierung BS 22
<b>Anlage 2.23</b>	Bohrsondierung BS 23



### **Anlagen 3    Sondierprofile**

- Anlage 3.1**    Schwere Rammsondierung DPH 1
- Anlage 3.2**    Schwere Rammsondierung DPH 2
- Anlage 3.3**    Schwere Rammsondierung DPH 3
- Anlage 3.4**    Schwere Rammsondierung DPH 4
- Anlage 3.5**    Schwere Rammsondierung DPH 5
- Anlage 3.6**    Schwere Rammsondierung DPH 6
- Anlage 3.7**    Schwere Rammsondierung DPH 7
- Anlage 3.8**    Schwere Rammsondierung DPH 8
- Anlage 3.9**    Schwere Rammsondierung DPH 9
- Anlage 3.10**    Schwere Rammsondierung DPH 10
- Anlage 3.11**    Schwere Rammsondierung DPH 11
- Anlage 3.12**    Schwere Rammsondierung DPH 12
- Anlage 3.13**    Schwere Rammsondierung DPH 13
- Anlage 3.14**    Schwere Rammsondierung DPH 14
- Anlage 3.15**    Schwere Rammsondierung DPH 15
- Anlage 3.16**    Schwere Rammsondierung DPH 16
- Anlage 3.17**    Schwere Rammsondierung DPH 17
- Anlage 3.18**    Schwere Rammsondierung DPH 18

### **Anlagen 4    Baugrundschnitte**

- Anlage 4.1**    Schnitte I-I – VI - VI

### **Anlagen 5    Probenahmeprotokolle nach PN98**

- Anlage 5.1**    Protokoll vom 12.04.2019
- Anlage 5.2**    Protokoll vom 15.04.2019

### **Anlagen 6    Ergebnisse von Versickerungsversuchen**

- Anlage 6.1**    Versickerungsversuche V1 (3 Seiten)
- Anlage 6.2**    Versickerungsversuche V2 (3 Seiten)
- Anlage 6.3**    Versickerungsversuche V3 (3 Seiten)



## ANHANGVERZEICHNIS

- Anhang 1    Ergebnisse chemischer Laborversuche**
- Anhang 1.1**    Wessling Laboratorien, Weiterstadt;  
Prüfbericht Nr. CRM19-003859-1 (27 Seiten) mit Datum vom  
18.04.2019
- Anhang 1.2**    Wessling Laboratorien, Weiterstadt;  
Prüfbericht Nr. CRM19-003867-1 (4 Seiten) mit Datum vom  
18.04.2019
- Anhang 2    Ergebnisse bodenmechanischer Laborversuche**
- Anhang 2.1**    GeoService, Bensheim;  
Untersuchungsbericht an Laborproben (15 Seiten) mit Datum  
vom 29.04.2019

## 1 ANLASS

In Rüsselsheim ist die Ausweisung des Quartiers am Ostpark als Bebauungsgebiet vorgesehen. Hierzu wurde zunächst die Planung SC Opel Gelände - Variante 12 - mit Stand vom August 2015 entwickelt. Auf Grundlage dieser Planung wurde von uns ein Angebot für die geotechnische Erkundung der Erschließungsstraßen und Kanäle entwickelt. Um die Baugrund- und Grundwasserverhältnisse vorab zu klären, wurde mein Büro mit der Durchführung der Baugrunderkundungen, bodenmechanischen und chemischen Laborarbeiten sowie mit der Erstellung eines geotechnischen und umwelttechnischen Berichtes beauftragt.

Nachdem bereits erste Erkundungsarbeiten von uns im Oktober 2016 ausgeführt waren, wurden wir davon in Kenntnis gesetzt, dass das Vorhaben zurückgestellt wurde und eine Neuplanung erfolgen soll. Im Februar 2019 wurden wir darüber informiert, dass es eine neue Planung gibt und die Arbeiten nunmehr fortgesetzt und beendet werden können.

Aufgrund der Tatsache, dass es zu einer wesentlichen Umplanung gekommen ist, erhöhte sich der erforderliche Erkundungsumfang für die Feld- und Laborarbeiten sowie die Ingenieurleistungen. Es ist jetzt geplant, eine mehrgeschossige Bauweise auf Tiefgaragen zu realisieren. Daher war es erforderlich, den Untersuchungsumfang an die neue Planung dahingehend anzupassen, dass erste Erkenntnisse über die Gründungsmöglichkeiten für die geplanten Tiefgaragen erhalten wurden.

## 2 BAUVORHABEN

Nach derzeitigem Stand der Kenntnisse ist es geplant, im Bereich des B-Planes 4 Blöcke mit mehrgeschossigen Gebäuden auf Tiefgaragen herzustellen sowie im Südosten eine KiTa neu zu errichten.

Die geplanten Grundrisse und die geplanten Lagen der Bauwerke können dem Lageplan in Anlage 1.2 entnommen werden. Die Bauwerke können zunächst, vorbehaltlich nachfolgender Erkenntnisse, in die Geotechnische Kategorie GK 2 eingestuft werden.



Das Gelände wurde genutzt als Feldzeuglager der US Armee und ist als Altstandort in ALTIS erfasst.

Im vorliegenden geotechnischen Bericht werden die Ergebnisse der Baugrunderkundungen sowie der bodenmechanischen und chemischen Laborarbeiten normgerecht zeichnerisch dargestellt sowie ausgewertet und bewertet. Ergänzend werden erste Hinweise und Empfehlungen zur Gründung der geplanten Bauvorhaben gegeben.

### 3 BEARBEITUNGSUNTERLAGEN

Neben den Ergebnissen der Aufschlussarbeiten standen zur Ausarbeitung des vorliegenden Geotechnischen Berichtes folgende Unterlagen zur Verfügung:

- [1]            **Stadt Rüsselsheim am Main, Fachbereich Umwelt und Planung;**  
Planung SC Opel Gelände - Variante 12 - M 1:1000, Stand August 2015
- [2]            **A-Z Architekten, DLA Die Landschaftsplaner;**
- [2.1]         Plan Nr. 01 M 1:1000 mit Datum vom 03.09.2018
- [2.2]         Zeichnerische Festsetzungen M 1:1000 mit Datum vom 15.01.2019
- [3]            **Tauber Explosive Management GmbH & Co. KG, Weiterstadt;**  
Bericht zur Verifizierung der Ergebnisse der Flächendetektion mit Datum vom 06.12.2018
- [4]            **Vermessungsbüro Müller, Hanau;**  
Höhen- und Bestandsplan M 1:250 mit Datum vom 01.08.2018
- [5]            **CEG Göttig, Worms;**  
Abschlussbericht über Kampfmitteldetektion mit Datum vom 16.04.2019
- [6]            **Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden;**  
Geologische Karte (GK 25), Blatt 6016 Groß-Gerau  
mit Erläuterungen, Stand 1974
- [7]            **Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie HLUG, Wiesbaden;**
- [7.1]         Grundwasserhöhengleichen hessische Rhein- und Mainebene 1957  
(Hochwasserstand)
- [7.2]         Grundwasserhöhengleichen hessische Rhein- und Mainebene 1988  
(Hochwasserstand)
- [7.3]         Grundwasserhöhengleichen hessische Rhein- und Mainebene 2001  
(Hochwasserstand)





- [8]        **DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef;**  
DWA-A 138 Regelwerk; Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, erschienen Januar 2005
- [9]        **Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln;**  
Zusätzliche technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, ZTVE-StB 09/06
- [10]      **Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln;**  
Zusätzliche technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen; ZTVA-StB 12
- [11]      **Regierungspräsidien Darmstadt, Gießen, Kassel;**  
Merkblatt "Entsorgung von Bauabfällen", Stand 01.09.2018
- [12]      **Ländergemeinschaft Abfall (LAGA), Mitteilung M20;**  
Technische Regeln „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen“  
-Technische Regeln-  
5. Erweiterte Auflage 2004
- [13]      **Deponieverordnung (DepV);**  
Verordnungen über Deponien und Langzeitlager  
vom 27.04.2009
- [14]      **Forschungsgesellschaft für das Straßen- und Verkehrswesen, Köln;**  
Richtlinien für die umweltverträgliche Verwertung von Ausbaustoffen mit teer-/pechtypischen Bestandteilen sowie für die Verwertung von Ausbauasphalt im Straßenbau, Ausgabe 2001, Fassung 2005
- [15]      **Wessling Laboratorien, Weiterstadt;**  
Prüfbericht Nr. CRM19-003859-1 (27 Seiten) mit Datum vom 18.04.2019  
- dem Geotechnischen Bericht als Anhang 1.1 beigefügt -
- [16]      **Wessling Laboratorien, Weiterstadt;**  
Prüfbericht Nr. CRM19-003867-1 (4 Seiten) mit Datum vom 18.04.2019  
- dem Geotechnischen Bericht als Anhang 1.2 beigefügt -
- [17]      **GeoService, Bensheim;**  
Untersuchungsbericht an Laborproben (15 Seiten) mit Datum vom 29.04.2019  
- dem Geotechnischen Bericht als Anhang 2.1 beigefügt -

## **4    UMFANG DER GEOTECHNISCHEN UNTERSUCHUNGEN**

### **4.1    BAUGRUNDERKUNDUNGEN**

#### **4.1.1    ALLGEMEINES**

Zur Erkundung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse wurden insgesamt 23 Bohrsondierungen (BS) mit der Rammkernsonde nach DIN EN ISO 22475 zur Baugrundförderung und Entnahme von gestörten Bodenproben (GP) als direkte Baugrunderkundungen und 18 Schwere Rammsondierungen (DPH) nach DIN EN ISO 22476-2 zur Ermittlung des Eindringwiderstandes als indirektes Baugrunderkundungsverfahren im Bereich der vorgesehenen Baumaßnahme abgeteuft.

Die Baugrunderkundungsarbeiten wurden im Oktober 2016 begonnen und im Zeitraum vom 27.03. bis 17.04.2019 durch die Feldkolonne unseres Büros beendet. Eine Übersicht über das Projektgebiet kann der Anlage 1.1 entnommen werden. Die Lage der vor Ort tatsächlich ausgeführten Untersuchungsstellen ist in dem Lageplan der Anlage 1.2 dokumentiert.

Vor der Durchführung der Baugrunderkundungen wurden die Leitungspläne bei den verschiedenen Ver- und Entsorgungsunternehmen im Oktober 2016 und im Februar 2019 eingeholt. Die Auswahl der Bohr- und Sondieransatzstellen erfolgte unter Berücksichtigung der Leitungspläne so, dass eine Beschädigung der Leitungen vermieden werden konnte.

Durch die Firma Tauber erfolgte eine kampfmitteltechnische Prüfung des Areals. Die Untersuchungsstellen wurden unter Beachtung der Ergebnisse dieser Untersuchungen ausgeführt. Ergänzend war es im westlichen Bereich zusätzlich erforderlich, an den geplanten Untersuchungsstellen Kampfmittelprüfungen zur Freimessung durchzuführen. Diese Untersuchungen wurden in unserem Unterauftrag von der Firma CEG Göttig, Worms ausgeführt.



#### **4.1.2 DIREKTE BAUGRUNDAUFSCHLÜSSE**

An den Ansatzstellen BS 1 bis BS 23 (vgl. Anlage 1.2) wurde der mittels Bohrsondierung geförderte Baugrund vor Ort in bergfrischem Zustand angesprochen und die angetroffenen Bodenschichten wurden in Schichtenverzeichnissen protokolliert. Die Ergebnisse der durchgeführten Bohrsondierungen sind in den Anlagen 2 gemäß DIN 4023 zeichnerisch nach den vor Ort erfolgten Benennungen und Beschreibungen der angetroffenen Bodenschichten dargestellt. Die zugehörige Legende kann der Anlage 2.0 entnommen werden. Die Bohrungen wurden bis in Tiefen von maximal 6,00 m (BS 19 und 22) unter die derzeitige Geländeoberfläche (GOF) abgeteuft.

Aus dem Bohrgut wurden gestörte Bodenproben entnommen. In den Anlagen 2 wurden die Proben normgerecht, d. h. die Entnahmetiefe bezogen auf die Unterkante der Probe, an die Bohrprofile angetragen.

#### **4.1.3 INDIREKTE BAUGRUNDAUFSCHLÜSSE**

Die ergänzend zu den direkten Baugrundaufschlüssen an den Ansatzstellen DPH 1 bis DPH 18 (vgl. Anlage 1.2) ausgeführten Rammsondierungen mit der Schweren Rammsonde wurden bis ebenfalls maximal 6,00 m (DPH 6, DPH 7, DPH 10, DPH 14 und DPH 15) unter die derzeitige Geländeoberfläche niedergebracht. Die Ergebnisse der Rammsondierungen sind in den Anlagen 3 in Form von Widerstandsprofilen normgerecht grafisch dokumentiert.

#### **4.1.4 VERSICKERUNGSVERSUCHE**

Zur Ermittlung der Wasserdurchlässigkeit der anstehenden Böden wurden in den Bohrlöchern der Ansatzstellen BS 8, BS 10 und BS 12 Versickerungsversuche V1 bis V3) ausgeführt. Die Bohrlöcher wurden zu temporären Pegeln für die Durchführung sogenannter Open End Test ausgebaut. Nach dem Ausbau als Pegel erfolgte zunächst eine Sättigung des Bodens an der jeweiligen Versuchsstelle durch einleiten von Wasser in den Pegel. Danach wurden die eigentlichen Versuche zur Ermittlung des Wasserdurchlässigkeitskoeffizienten  $k$  durchgeführt, wobei je Standort 3

Versuchsreihen durchgeführt wurden. Die Ergebnisse dieser Versuche sind als Anlagen 6 dem Bericht beigelegt.

## 4.2 BODENMECHANISCHE LABORVERSUCHE

Aus den entnommenen Bodenproben wurden die in der nachfolgenden Tabelle 1 zusammengestellten Proben für bodenmechanische Laborversuche zur Klassifizierung der Böden ausgewählt und daran das aufgeführte Laborprogramm ausgeführt. Die zur Untersuchung ausgewählten Bodenproben sind in den Anlagen 2 durch ein Kreuz markiert.

**Tabelle 1:** Untersuchungsumfang bodenmechanisches Laborprogramm

Bohrung Nr.	Probe *) Art Nr.	Unterkante Entnahmetiefe	Untersuchungsumfang
BS 6	GP 6/4	1,60 m	Probenansprache nach DIN 4022 Kornverteilung nach DIN 18 123
BS 7	GP 7/8	3,00 m	Probenansprache nach DIN 4022 Kornverteilung nach DIN 18 123
BS 8	GP 8/3 + GP 8/4	1,00 m 1,40 m	Probenansprache nach DIN 4022 Kornverteilung nach DIN 18 123
BS 8	GP 8/7	3,00 m	Probenansprache nach DIN 4022 Kornverteilung nach DIN 18 123
BS 9	GP 9/6	2,00 m	Probenansprache nach DIN 4022 Kornverteilung nach DIN 18 123
BS 9	GP 9/8	3,00 m	Probenansprache nach DIN 4022 Kornverteilung nach DIN 18 123
BS 11	GP 11/4	3,00 m	Probenansprache nach DIN 4022 Kornverteilung nach DIN 18 123
BS 12	GP 12/7	3,00 m	Probenansprache nach DIN 4022 Kornverteilung nach DIN 18 123



<b>Bohrung Nr.</b>	<b>Probe *) Art Nr.</b>	<b>Unterkante Entnahmetiefe</b>	<b>Untersuchungsumfang</b>
BS 14	GP 14/5	3,00 m	Probenansprache nach DIN 4022 Kornverteilung nach DIN 18 123
BS 16	GP 16/3	1,20 m	Probenansprache nach DIN 4022 Wassergehalt nach DIN 18 121 Atterberg nach DIN 18 122
BS 16	GP 16/6	3,20 m	Probenansprache nach DIN 4022 Kornverteilung nach DIN 18 123
BS 17	GP 17/2 + GP 17/3	1,00 m 1,30 m	Probenansprache nach DIN 4022 Kornverteilung nach DIN 18 123

\*) GP = gestörte Probe; UP = ungestörte Probe; SP = Sonderprobe

Die Ergebnisse der Laborversuche sind dem Gutachten als Anhang 2 beigelegt.

## **4.3 CHEMISCHE LABORVERSUCHE ZUR VORABDEKLARATION**

### **4.3.1 PROBENAHEME**

Die Probenahme für die chemischen Laborversuche erfolgte im Zuge der Feldarbeiten. Die Probenahmeprotokolle sind als Anlagen 5 beigelegt. Die für die chemischen Analysen ausgewählten Proben sind in den Anlagen 2 speziell durch einen schwarzen Kreis markiert. Die Proben wurden von uns ins Labor verbracht.

### **4.3.2 ANSTEHENDER BAUGRUND**

Aus den entnommenen Bodenproben wurden für einen flächigen Eindruck über ggf. zu erwartende Kontaminationen des zu erwartenden Aushubmaterials Proben ausgewählt und diese ins chemische Labor verbracht. In der nachfolgenden Tabelle 2 sind die für chemische Untersuchungen ausgewählten Proben aus dem anstehenden Baugrund sowie der daran ausgeführte Untersuchungsumfang zusammengestellt.



**Tabelle 2:** Untersuchungsumfang chemisches Laborprogramm an Baugrund

Probenahmestelle	Probenbezeichnung	Material	Entnahmetiefe von ... bis ...	Untersuchungsumfang
BS 4	GP 4/3	Schluff	0,50 m - 1,70 m	LAGA M20 Boden
BS 4	GP 4/4	Sand/Kies	1,70 m - 3,00 m	LAGA M20 Boden
BS 5	GP 5/2	Sand	0,20 m - 1,00 m	LAGA M20 Boden
BS 5	GP 5/3	Sand	1,00 m - 2,00 m	LAGA M20 Boden
BS 7	GP 7/3	Sand	0,40 m 0,90 m	LAGA M20 Boden
BS 8	GP 8/1	Sand/Kies	0,03 m - 0,40 m	LAGA M20 Boden
BS 11	Mischprobe MP aus: GP 11/2 + GP 11/3	Sand	0,20 m - 2,10 m	LAGA M20 Boden
BS 12	Mischprobe MP aus: GP 12/4 + GP 12/5	Schluff	0,30 m - 1,40 m	LAGA M20 Boden
BS 13	GP 13/5	Sand	1,30 m - 3,00 m	LAGA M20 Boden
BS 14	Mischprobe MP aus: GP 14/3 + GP 14/4	Sand	0,60 m - 2,10 m	LAGA M20 Boden
BS 15	Mischprobe MP aus: GP 15/2 + GP 15/3	Sand	2,10 m - 3,00 m	LAGA M20 Boden
BS 16	GP 16/4	Schluff	1,20 m - 1,70 m	LAGA M20 Boden
BS 17	Mischprobe MP 1 aus: GP 17/6 + GP 18/7	Sand	2,20 m - 3,00 m	LAGA M20 Boden

Probenahmestelle	Probenbezeichnung	Material	Entnahmetiefe von ... bis ...	Untersuchungsumfang
BS 18	Mischprobe MP aus: GP 18/2 + GP 18/3 + GP 18/4 + GP 18/5 + GP 18/6	Sand	0,30 m - 3,00 m	LAGA M20 Boden

GP = gestörte Probe, MP = Mischprobe

Die Untersuchungsergebnisse der chemischen Analysen sind dem Bericht als Anhang 1.1 beigelegt.

### 4.3.3 PFLASTERSTEINE

Im westlichen Bereich des Geländes befindet sich derzeit eine gepflasterte Parkplatzfläche. Im Wesentlichen handelt es sich um Knochensteinen, welche zur Befestigung eingesetzt wurden. Aus den Pflastersteinen wurden Proben entnommen und diese ins chemische Labor zur Untersuchung verbracht.

In der nachfolgenden Tabelle 3 sind die für chemische Untersuchungen ausgewählten Proben aus den Materialproben sowie der daran ausgeführte Untersuchungsumfang zusammengestellt.

**Tabelle 3:** Untersuchungsumfang chemisches Laborprogramm an Pflastersteinen

Probenahmestelle	Probenbezeichnung	Material	Entnahmetiefe von ... bis ...	Untersuchungsumfang
Parkplatzfläche im westlichen Geländebereich	Pflasterstein 1	Beton	0,00 m - 0,10 m	LAGA M20 Bauschutt

GP = gestörte Probe, MP = Mischprobe

Die Untersuchungsergebnisse der chemischen Analysen sind dem Bericht als Anhang 1.2 beigelegt.



## **5    BESCHREIBUNGEN DER GEOTECHNISCHEN UNTERSUCHUNGS- ERGEBNISSE**

### **5.1    BAUGRUNDERKUNDUNGEN**

#### **5.1.1    ÖRTLICHE MORPHOLOGISCHE UND GEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE**

Das Gelände befindet sich nordöstlich der L3040 (Adam-Opel-Straße), nördlich der Max-von-Laue-Straße und westlich der Georg-Jung-Straße in Rüsselsheim.

Nach [6] wird der Untergrund im Bereich der geplanten Baumaßnahme geprägt von quartären Ablagerungen des Mains (jüngere mittelpleistozäne Flußschotter), welche von Schlickern bedeckt sein können.

#### **5.1.2    HYDROLOGISCHE VERHÄLTNISSE**

Nach Abschluss der Bohr- und Sondierarbeiten wurden Wasserstandmessungen mittels Lichtlot ausgeführt. Hierbei wurde lediglich in BS 15 Grundwasser angetroffen, wobei es sich an dieser Stelle erfahrungsgemäß um Stauwasser handelte.

Die Grundwasserstände unterliegen jahreszeitlichen und klimatischen Schwankungen. Maximale Grundwasserstände werden generell zu Beginn der Vegetationsperiode im April/Mai gemessen. Gegen Ende der Vegetationsperiode fallen diese ab und erreichen im Oktober/November die Tiefstwerte. Jährliche Unterschiede werden durch langjährige Schwankungen überlagert.

#### **5.1.3    EINMESSUNG DER UNTERSUCHUNGSSTELLEN**

Die vor Ort ausgeführten Untersuchungsstellen wurden nach Lage und Höhe eingemessen. Als Höhenbezugspunkt wurde ein Kanaldeckel (KD) nordwestlich des Geländes und nordöstlich der Adam-Opel-Straße verwendet. Gemäß Unterlage [4] hat der Kanaldeckel eine Höhe von NN + 89,64 m, welche ggf. bauseits geprüft werden sollte.

Alle nachfolgenden Höhen beziehen sich auf vorstehende Bezugshöhe. Die Lage des verwendeten Höhenbezugspunktes kann der Anlage 1.2 entnommen werden.



## 5.1.4 ERGEBNISSE DER DIREKTEN UND INDIREKTEN BAUGRUND-AUFSCHLÜSSE

In den Anlagen 2 und 3 sind die Ergebnisse der Baugrunderkundungen normgerecht zeichnerisch dokumentiert. Zusammenfassend wurden die Ergebnisse der Baugrunduntersuchungen in den Anlagen 4 in sechs etwa lage- und höhengerechten Baugrundschnitten dargestellt. In den Schnitten erfolgte eine Unterteilung des Baugrundes in die Baugrundsichten 1 bis 2. Nachfolgend werden diese Schichten kurz beschrieben.

Die örtlich angetroffenen Auffüllungen in Form von Knochensteinen und Kunstrasen wurden ebenso wie der angetroffene Mutterboden nicht als eigene Schicht ausgewiesen.

- **Schicht 1:    Wechselfolge aus Sanden und Schluffen**

Im Bereich des Geländes wurden Schluffe örtlich als Wechselfolge mit Sanden teilweise unterhalb von Mutterboden erbohrt. Nach der vor Ort erfolgten Ansprache des Bohrgutes standen die Schluffe in weicher, weicher bis steifer, steifer bis halbfester sowie halbfester bis fester Konsistenz an.

- **Schicht 2:    kiesige, schluffige Sande (quartäre Sande)**

Unterhalb der Blöden der Schicht 1 bzw. unterhalb von Mutterboden wurden bis zur jeweiligen Endteufe kiesige, teils schluffige Sande erbohrt. Nach den Schlagzahlen der Schweren Rammsondierungen stehen diese Böden in mitteldichter bis dichter Lagerung an.

## 5.2 BODENMECHANISCHE LABORVERSUCHE

Nach den vorliegenden Ergebnissen der Bestimmungen der Korngrößenverteilungen enthielt das untersuchte Probenmaterial zwischen 2,4 % (GP 16/6) und 16,2 % (GP 9/6) Feinkornanteile (Anteil an Körnern  $\leq 0,063$  m). Der Anteil an Körnern  $\geq 2$  mm lag zwischen 38,2 % (GP 16/6) und 99,7 % GP 9/6).

Nach DI 18196 lässt sich das untersuchte Probenmaterial in die Bodengruppen SE, SW, GW, GE, SU, ST sowie SU\* und ST\* einstufen.



Das Ergebnis der Fließ- und Ausrollgrenzenbestimmungen an der Probe GP 16/3 ergab, dass diese einen Wassergehalt an der Fließgrenze  $w_L$  von 39,5 % und an der Ausrollgrenze  $w_P$  von 17,7 % aufwies. Der natürliche Wassergehalt  $w$  wurde zu 22 % ermittelt. Aus den Versuchsergebnissen wurde die Plastizitätszahl  $I_p$  zu 21,8 und die Konsistenzzahl  $I_c$  zu 0,693 berechnet. Das Material hatte somit eine weiche Konsistenz. Nach DIN 18196 handelt es sich bei dem Probenmaterial um einen mittelplastischen Ton der Bodengruppe TM.

## **6      BEWERTUNG DER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE**

### **6.1    BAUGRUND**

#### **6.1.1 BODENMECHANISCHE KENNGRÖSSEN**

Nach den Erkenntnissen der durchgeführten Baugrunduntersuchungen wurden im Untersuchungsgebiet Mutterboden/Oberboden sowie örtlich aufgefüllte Böden erkundet. Die Böden der Schicht 1 bilden einen mäßig tragfähigen Baugrund. Den gut tragfähigen Baugrund bilden die Böden der Schicht 2.

Aus der nachfolgenden Tabelle 4 können die bodenmechanischen Kenngrößen für erdstatische Berechnungen für die in den Anlagen 4 konstruierten Baugrundsichten ersehen werden.

**Tabelle 4:** Charakteristische Werte für Bodenkenngrößen (Erfahrungswerte)

Benennung / Bodenart	Lagerungs- dichte / Zustandsform	Wichte		Reibungs- winkel	Kohäsion		Steife- modul
		Über Wasser	Unter Wasser		$c'_k$	$c_{u,k}$	
		$\gamma_k$	$\gamma'_k$	$\varphi'_k$	$c'_k$	$c_{u,k}$	$E_{s,k}$
		[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[MN/m <sup>2</sup> ]
Schicht 1 *) (Wechselfolge Schluffe/Sande)	weich - steif	19 - 19,5	9 - 9,5	25	0 - 5	20 - 60	2 - 6
	steif - halbfest	19,5 - 20	9,5 - 10		5 - 10	60 - 200	6 - 15
	halbfest - fest	20 - 20,5	10 - 10,5		10 - 15	200	15 - 25
Schicht 2 (kiesige, schluffige Sande)	midi - dicht	19 - 20	11 - 12	32,5 - 35	-	-	50 - 80

\*) Gültig für das Schichtpaket.

## 6.2 VORABDEKLARATION

### 6.2.1 ALLGEMEINES

Es wird darauf hingewiesen, dass es sich bei den Aufschlüssen um stichprobenartige Untersuchungen handelt. Werden bei der Bauausführung, beispielsweise aufgrund organoleptischer Auffälligkeiten, Bereiche festgestellt, die auf höhere oder anderweitige Belastungen schließen lassen, ist das Material zu separieren, erneut zu beproben und chemisch zu untersuchen. Es ist zu beachten, dass bei einer Verwertung des Aushubmaterials in einem anderen Bundesland außerhalb Hessen, sich die abfalltechnische Einstufung sowie der Abfallschlüssel ändern können. Der Zulassungsbescheid der für die Verwertung vorgesehenen Anlage ist zu prüfen und zu beachten.

## 6.2.2 ANSTEHENDER BAUGRUND

In der nachfolgenden Tabelle 5 sind die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen nach LAGA M20 Boden zusammengestellt und es erfolgt eine abfalltechnische Einstufung. Bei einer Einstufung in die LAGA-Kategorie  $\geq$  Z 1.2 wird auch eine Deponieklasse ausgewiesen.

**Tabelle 5:** Ergebnisse der chemischen Vorabdeklarationsanalyse des anstehenden Baugrundes

Labor-Nr.	Probenbezeichnung	Material	einstufungsrelevante / auffällige Parameter	abfalltechnische Einstufung
19-061687-01	GP 4/3	Schluff	<u>Feststoff:</u> Chrom, ges. 35 mg/kg Nickel 26 mg/kg <u>Eluat:</u> unauffällig <u>Abschließende</u> <u>Einstufung:</u>	Z 1 Z 1 Z 0 Z 1 AVV-Nr. 17 05 04
19-061687-02	GP 4/4	Sand/Kies	<u>Feststoff:</u> unauffällig <u>Eluat:</u> unauffällig <u>Abschließende</u> <u>Einstufung:</u>	Z 0 Z 0 Z 0 AVV-Nr. 17 05 04
19-061687-05	GP 5/2	Sand	<u>Feststoff:</u> Nickel 19 mg/kg Quecksilber 0,27 mg/kg <u>Eluat:</u> unauffällig <u>Abschließende</u> <u>Einstufung:</u>	Z 1 Z 1 Z 0 Z 1 AVV-Nr. 17 05 04
19-061687-04	GP 5/3	Sand	<u>Feststoff:</u> Nickel 19 mg/kg Quecksilber 0,27 mg/kg <u>Eluat:</u> Quecksilber 0,39 µg/l <u>Abschließende</u> <u>Einstufung:</u>	Z 1 Z 1 Z 1.2 Z 1.2 AVV-Nr. 17 05 04 vorläufig DK I



Labor-Nr.	Probenbezeichnung	Material	einstufungsrelevante / auffällige Parameter	abfalltechnische Einstufung
19-061687-06	GP 7/3	Sand	<u>Feststoff:</u> unauffällig <u>Eluat:</u> unauffällig <u>Abschließende</u> <u>Einstufung:</u>	Z 0 Z 0 Z 0 AVV-Nr. 17 05 04
19-061687-03	GP 8/1	Sand/Kies	<u>Feststoff:</u> Kupfer 31 mg/kg Nickel 40 mg/kg Zink 130 mg/kg <u>Eluat:</u> unauffällig <u>Abschließende</u> <u>Einstufung:</u>	Z 1 Z 1 Z 1 Z 0 Z 1 AVV-Nr. 17 05 04
19-061687-09	Mischprobe MP aus: GP 11/2 + GP 11/3	Sand	<u>Feststoff:</u> Quecksilber 0,27 mg/kg <u>Eluat:</u> Quecksilber 0,32 µg/l <u>Abschließende</u> <u>Einstufung:</u>	Z 1 Z 1.2 Z 1.2 AVV-Nr. 17 05 04 vorläufig DK I
19-061687-11	Mischprobe MP aus: GP 12/4 + GP 12/5	Schluff	<u>Feststoff:</u> Chrom, ges. 38 mg/kg Nickel 29 mg/kg <u>Eluat:</u> unauffällig <u>Abschließende</u> <u>Einstufung:</u>	Z 1 Z 1 Z 0 Z 1 AVV-Nr. 17 05 04
19-061687-12	GP 13/5	Sand	<u>Feststoff:</u> unauffällig <u>Eluat:</u> unauffällig <u>Abschließende</u> <u>Einstufung:</u>	Z 0 Z 0 Z 0 AVV-Nr. 17 05 04
19-061687-13	Mischprobe MP aus: GP 14/3 + GP 14/4	Sand	<u>Feststoff:</u> Chrom, ges. 35 mg/kg Nickel 21 mg/kg <u>Eluat:</u> unauffällig <u>Abschließende</u> <u>Einstufung:</u>	Z 1 Z 1 Z 0 Z 1 AVV-Nr. 17 05 04



Labor-Nr.	Probenbezeichnung	Material	einstufungsrelevante / auffällige Parameter	abfalltechnische Einstufung
19-061687-14	Mischprobe MP aus: GP 15/2 + GP 15/3 GP 15/4	Sand	<u>Feststoff:</u> unauffällig <u>Eluat:</u> unauffällig <u>Abschließende</u> <u>Einstufung:</u>	Z 0 Z 0 Z 0 AVV-Nr. 17 05 04
19-061687-07	GP 16/4	Schluff	<u>Feststoff:</u> Nickel 19 mg/kg <u>Eluat:</u> unauffällig <u>Abschließende</u> <u>Einstufung:</u>	Z 1 Z 0 Z 1 AVV-Nr. 17 05 04
19-061687-08	Mischprobe MP aus: GP 17/6 + GP 18/7	Sand	<u>Feststoff:</u> unauffällig <u>Eluat:</u> unauffällig <u>Abschließende</u> <u>Einstufung:</u>	Z 0 Z 0 Z 0 AVV-Nr. 17 05 04
19-061687-10	Mischprobe MP aus: GP 18/2 + GP 18/3 + GP 18/4 + GP 18/5 + GP 18/6	Sand	<u>Feststoff:</u> Nickel 16 mg/kg <u>Eluat:</u> unauffällig <u>Abschließende</u> <u>Einstufung:</u>	Z 1 Z 0 Z 1 AVV-Nr. 17 05 04

Die abfalltechnische Voruntersuchung der Böden der Proben GP 4/3, GP 8/1, GP 7/3, GP 17/6, GP 18/7, GP 13/5, GP 15/2, GP 15/3 und GP 15/4 ergaben, dass diese in die LAGA-Kategorie Z 0 einzustufen sind. Der Boden ist somit in die Einbauklasse 0 einzustufen und kann einem uneingeschränkten Einbau zugeführt werden. Das Material kann somit vor Ort einem Einbau zugeführt werden.

Es wird folgender Abfallschlüssel vorgeschlagen:

**AVV 17 05 04 Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03 fallen.**



Die abfalltechnische Voruntersuchung der Böden der Proben GP 4/4, GP 5/2, GP 16/4, GP 12/4, GP 12/5, GP 18/2, GP 18/3, GP 18/4, GP 18/5, GP 18/6, GP 14/3 und GP 14/4 ergaben, dass diese in die LAGA-Kategorie Z 1 und die Einbauklasse 1 einzustufen sind. Der Boden kann somit einem eingeschränkten Einbau in offener Bauweise bei hydrogeologisch ungünstigen Standortbedingungen zugeführt werden.

Es wird folgender Abfallschlüssel vorgeschlagen:

**AVV 17 05 04 Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03 fallen.**

Die abfalltechnische Voruntersuchung der Böden der Proben GP 5/3, GP 11/2 und GP 11/3 ergaben, dass diese in die LAGA-Kategorie Z 1.2 und die Einbauklasse 1 einzustufen sind. Der Boden kann somit einem eingeschränkten offenen Einbau in wasserdurchlässiger Bauweise bei hydrologisch günstigen Standortbedingungen zugeführt werden. Bei einer Deponierung ergibt sich vorläufig die Deponieklasse DK I.

Es wird folgender Abfallschlüssel vorgeschlagen:

**AVV 17 05 04 Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03 fallen.**

### 6.2.3 PFLASTERSTEINE

In der nachfolgenden Tabelle 6 **Tabelle 6** sind die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen nach LAGA M20 Bauschutt zusammengestellt und es erfolgt eine abfalltechnische Einstufung. Bei einer Einstufung in die LAGA-Kategorie  $\geq$  Z 1.2 wird auch eine Deponieklasse ausgewiesen.

**Tabelle 6:** Ergebnisse der chemischen Vorabdeklarationsanalysen Bauschutt / Beton

Labor-Nr.	Probenbezeichnung	Material	einstufungsrelevante / auffällige Parameter	abfalltechnische Einstufung
19-061436-01	Pflasterstein 1	Beton	<u>Feststoff:</u> unauffällig <u>Eluat:</u> el. Leitfähigkeit 6710 $\mu$ S/cm <u>Abschließende</u> <u>Einstufung:</u>	Z 0 >Z 2 *) Z 0 AVV-Nr. 17 01 01

\*) Tritt bei der Eluatanalyse von Bauschutt mit hohem Betonanteil ein hoher pH-Wert und/oder ein hoher Wert für die elektrische Leitfähigkeit auf, ohne dass gleichzeitig erhöhte Werte für Chlorid und Sulfat vorliegen, kann davon ausgegangen werden, dass der hohe pH- und/oder Leitfähigkeitswert auf den Calciumhydroxidgehalt des Betons, der beim Brechen freigesetzt wird, zurückgeht. Aufgrund der geringen Umweltrelevanz des Calciumhydroxids kann in diesen Fällen der erhöhte pH-Wert und/oder der erhöhte Leitfähigkeitswert bei der Einstufung des Bauschutts in die Z - Klassen vernachlässigt werden.

Die abfalltechnischen Voruntersuchungen des Betons der Pflastersteine ergaben, dass diese in die LAGA-Kategorie Z 0 einzustufen sind. Der Beton kann somit in technischen Bauwerken der Einbauklassen 1 und 2, als Deponieersatzbaustoff sowie bei der Herstellung von Recyclingbaustoffen verwendet werden. Die Vorschriften bei der Verfüllung von Abgrabungen richten sich nach der Richtlinie für die Verwertung von Bodenmaterial, Bauschutt und Straßenaufbruch in Tagebauen und im Rahmen sonstiger Abgrabungen.

Es wird folgender Abfallschlüssel vorgeschlagen:

**AVV 17 01 01 Beton**



### 6.3 ERGEBNISSE VERSICKERUNGSVERSUCHE

Die Ergebnisse der Versickerungsversuche an den 3 geprüften Stellen sind als Anlagen 6 beigefügt. An der Versuchsstelle BS 8 / V1 wurde ein mittlerer k-Wert von  $3,23 \cdot 10^{-4}$  m/s ermittelt, an der Stelle BS 10 / V2 wurde ein k-Wert von im Mittel  $2,43 \cdot 10^{-5}$  m/s aus den Ergebnissen berechnet und an der Stelle BS 12 / V3 ergab sich ein k-Wert von im Mittel  $8,43 \cdot 10^{-5}$  m/s.

Es wird empfohlen, den weiteren Planungen ein k-Wert von  $5 \cdot 10^{-5}$  m/s den weiteren Planungen zugrunde zu legen.

### 6.4 HOMOGENBEREICHE

#### 6.4.1 ATV DIN 18300 „ERDARBEITEN“

In nachfolgender Tabelle 7 sind die Kennwerte und Eigenschaften zur Beschreibung des Zustandes der erkundeten Böden vor dem Lösen für Erdarbeiten zusammengestellt.

**Tabelle 7:** Homogenbereiche für Erdarbeiten vor dem Lösen

		Einheit	Schicht 1	Schicht 2
<b>Homogenbereich</b>			E1	E2
<b>Ortsübliche Bezeichnung</b>		-	Schluffe	Sande
<b>Korngrößen- verteilung</b>	≤ 0,06 mm	%	20 - 80	2 - 20
	> 0,06 - 2,0 mm	%	20 - 30	55 - > 60
	> 2,0 - 63 mm	%	≥ 40	< 40
<b>Masseanteil an Steinen/Blöcken</b>	> 63 - 200 mm	%	-	-
	> 200 - 630 mm	%	-	-
	> 630 mm	%	-	-



	Einheit	Schicht 1	Schicht 2
<b>Homogenbereich</b>		E1	E2
<b>Ortsübliche Bezeichnung</b>	-	Schluffe	Sande
<b>Dichte</b>	g/cm <sup>3</sup>	1,7 - 2,1	1,8 - 2,0
<b>Undrainierte Scherfestigkeit c<sub>u</sub></b>	kN/m <sup>2</sup>	20 - 200	-
<b>Wassergehalt w</b>	%	15 - 30	5 - 15
<b>Plastizitätszahl I<sub>p</sub></b>	%	3 - 40	-
<b>Konsistenzzahl I<sub>c</sub></b>	-	0,5 - > 1	-
<b>bezogene Lagerungsdichte I<sub>D</sub></b>	%	-	40 - 80
<b>Organischer Anteil</b>	%	-	-
<b>Bodengruppe</b>	-	TL/TM UL/UM	SE/SW GE/GW SU/ST SU*/ST*
<b>Frostempfindlichkeitsklasse</b>	-	F3	F1- F3
<b>Verdichtbarkeitsklasse</b>	-	V3	V1 - V3

Bei starkem Wasserzutritt durch Niederschlagsereignisse kann Schluff, u.a. auch wenn diese auf einer Halde gelagert werden, auch in eine breiige Konsistenz übergehen. Die Böden sind, insbesondere im Bereich von Aushubsohlen, daher vor Zutritt von Niederschlagswasser zu schützen.

Der im Baugelände angetroffene Mutterboden ist nach DIN 18 320 und gemäß den gesetzlichen Bestimmungen schonend zu behandeln.



Ergänzende Hinweise:

Bodengruppen der Verdichtbarkeitsklasse V1 sind insgesamt leichter verdichtbar als die Böden der Verdichtbarkeitsklassen V2 und V3. Bei Böden der Verdichtbarkeitsklasse V3 muss für eine gute Verdichtbarkeit der Einbauwassergehalt etwa dem optimalen Wassergehalt  $w_{opt}$  des Proctorversuchs entsprechen.

Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F1 sind allgemein als nicht frostempfindlich, Böden der Klasse F2 als gering bis mittel frostempfindlich und Böden der Klasse F3 als sehr frostempfindlich einzustufen.

## 6.5 GRUNDWASSER

Gemäß den Angaben über die Wasserstände im Untersuchungsgebiet des HLUG (vgl. Unterlage [7]) befindet sich der Grundwasserspiegel zu Zeiten hoher Wasserstände im Westen des Gebietes etwa auf einem Niveau von NN + 84,50 m und im Osten etwa auf einem Niveau von NN + 85 m. Die Geländehöhen reichen im Westen etwa bis auf ein Niveau von NN + 90 m und im Osten etwa bis auf ein Niveau von NN + 88,60 m. Der Wasserspiegel liegt somit zu Zeiten hoher Wasserstände zwischen etwa 5,50 m im Westen und 3,60 m im Osten unter der derzeitigen Geländeoberfläche. Langzeitlichen Betrachtungen sind die genannten Wasserstände zugrunde zu legen.

Aufgrund der festgestellten Wasserdurchlässigkeiten des Baugrundes kann es kurzzeitig zu einem Aufstau von Niederschlagswasser bis auf Höhe der Geländeoberfläche kommen. Dies ist bei den Planungen zu beachten.

Das Gelände befindet sich in einem Wasserschutzgebiet der Zone III A.

## 6.6 ERDBEBENZONE

Das Baugelände befindet sich innerhalb der Erdbebenzone 1 und der geologischen Untergrundklasse S gemäß DIN 4149:2005-04 und der Planungskarte zur DIN des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (Stand 2007). Der Baugrund lässt sich in die Baugrundklasse C einstufen.



## **6.7    STANDORTBEURTEILUNG ERDWÄRME**

Hinsichtlich einer möglichen Nutzung von Erdwärme im Gebiet wurde von uns eine Recherche durchgeführt. Danach ist das Gebiet aus hydrogeologischer Sicht als günstig beurteilt, jedoch aus wasserwirtschaftlicher Sicht als unzulässig eingestuft. Eine Nutzung von Erdwärme ist daher nicht gegeben.

## **7        HINWEISE UND EMPFEHLUNGEN**

### **7.1    ALLGEMEINES**

Im Zuge der weiteren Planungen sind die bisherigen Erkundungen, angepasst an die Erfordernisse der geplanten Bauwerke, noch zu ergänzen. Die nachfolgenden Hinweise und Empfehlungen ersetzen keine objektbezogenen detaillierten geotechnischen Gründungsangaben. Hier sind ergänzend auf Grundlage von Lastplänen der Bauwerke noch genaue Angaben zu treffen.

### **7.2    ALLGEMEINES HINWEISE UND EMPFEHLUNGEN ZUR GRÜNDUNG**

Nach derzeitigem Stand der Kenntnisse kommen die Sohlen der Tiefgaragen etwa 1,50 m unter der Geländeoberfläche zu liegen. In Teilbereichen kommen die Gründungssohlen somit in bzw. über den nur mäßig tragfähigen Böden der Schicht 1 zu liegen. Abhängig von den Bauwerkslasten kann es in diesen Bereichen zur Vermeidung unzulässiger Setzungen bzw. Setzungsdifferenzen erforderlich werden, einen teilweisen oder gar vollständigen Austausch der Böden der Schicht 1 vorzunehmen. Als Bodenaustauschmaterial ist dann ein gut verdichtbares (beispielsweise Bodengruppe GW/GI – Lieferkörnung 0/32), lagenweise gut verdichtetes ( $D_{pr} \geq 100\%$ ) Bodenmaterial zu verwenden. Vor einem Einsatz von Recycling-Material ist es mit den zuständigen Behörden zu klären, ob derartiges Material zum Einbau verwendet werden darf.

Aus geotechnischer Sicht können die geplanten Bauwerke auf biegesteifen Bodenplatten gegründet werden.

Im Bereich der KiTa ist keine Tiefgarage geplant. In diesem Bereich wurden die Böden der Schicht 1 örtlich bis in eine Tiefe von rund 1,80 m unter die Geländeoberfläche erkundet. Auch für dieses Gebäude sollte ggf. ein Bodenaustausch wie vorbeschrieben durchgeführt werden.

Die KiTa kann dann ggf. auf Einzel- und Streifenfundamenten oder alternativ auf einer Bodenplatte gegründet werden.

### **7.3 VERBAU / BÖSCHUNGEN**

Generell sind Baugrube nach den Regeln der Technik, insbesondere der DIN 4124 (Baugruben und Gräben - Böschung, Verbau, Arbeitsraumbreiten), DIN 4084 (Baugrund - Böschung und Geländebruch), DIN 4123 (Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude) und der Hinweise und Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben (EAB), zu planen und herzustellen.

Bei ausreichenden Platzverhältnissen kann die Baugrube voraussichtlich geböscht hergestellt werden. Ohne Grundwassereinfluss und bei lastfreigehaltener Böschungsschulter darf dabei bis zu einer Aushubtiefe von 3 m unter die derzeitige Geländeoberfläche ein Böschungswinkel von 50° gegen die Horizontale hergestellt werden. Die Böschungen sind beispielsweise mit Folien gegen Suffusion und Erosion zu schützen.

Für die Bereiche, in denen eine Böschung nicht hergestellt werden kann, sind die entstehenden Geländesprünge dann mittels Verbau zu sichern. Aus geotechnischer Sicht kann hierzu ein Trägerbohlverbau hergestellt werden. Für die statischen Bemessungen dürfen die Bodenkenngößen der Tabelle 1 unter Beachtung der Schichten gemäß den Anlagen 2, 3 und 4 verwendet werden.

### **7.4 WASSERHALTUNG**

Nach derzeitigem Stand der Kenntnisse werden voraussichtlich keine Maßnahmen zur Absenkung eines Wasserspiegels erforderlich. Niederschlagswasser ist zu fassen und schadlos abzuleiten.



## 7.5 VERSICKERUNG

Für Versickerungsmaßnahmen nach DWA A138 sind die Böden der Schicht 2 gut geeignet. Für die Vordimensionierung von Versickerungsanlagen darf ein mittlerer  $k$ -Wert des Untergrundes von  $5 \cdot 10^{-5}$  m/s angesetzt werden. Grundsätzlich sind die Versickerungsmaßnahmen unter Beachtung der Hinweise und Empfehlungen der DWA A138 zu planen und herzustellen sowie im Vorfeld mit den Behörden abzustimmen und von diesen zu genehmigen.

## 7.6 STRASSENBAU

Die Straßenbaumaßnahmen sind gemäß den jeweils gültigen Vorschriften und Empfehlungen zu planen und auszuführen. Die Einstufungen der Böden in die zur Dimensionierung des Unterbaus notwendigen Frostempfindlichkeitsklassen gemäß ZTVE-StB 09/06 können der Tabelle 7 in Abschnitt 6.4.1 entnommen werden. Es wird empfohlen, für die Planungen von einem Planum auf Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F2 auszugehen, was bei der Planung der Aufbaumächtigkeit zu berücksichtigen ist. In den Bereichen, in denen die Straßen über Arbeitsraumverfüllungen zu liegen kommen richtet sich die Frostempfindlichkeitsklasse nach dem zur Verfüllung verwendeten Material.

## 7.7 KANALBAU

Für die Herstellung von Baugruben für Kanalbauwerke bis etwa 3 m Tiefe sind insbesondere die DIN 4124 „Baugruben und Gräben, Böschungen, Arbeitsraumarbeiten, Verbau“, die Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V. (EAB) und ggf. die DIN 4123 zu beachten. Die beim Aushub entstehenden Geländesprünge können voraussichtlich beispielsweise mittels senkrechtem Grabenverbau (Kanalrielen) bzw. Verbauplatten (Grabenverbaugerät) gesichert werden. Es wird empfohlen, das Einstellverfahren zum Einbringen von Verbaugeräten nicht auszuführen. Der Verbau bzw. die Baugrube ist im Absenkverfahren nach DIN 4124 herzustellen. Vorhandene Leitungen und Kabel sind zu sichern.

## - Grabensohle und Rohrbettung

Der Kanal ist gemäß den jeweils gültigen Vorschriften und Empfehlungen, insbesondere „setzungsfrei“ zu verlegen. Die statische Bemessung der Kanalrohre sollte unter Beachtung der ATV-A 127 erfolgen.

Nach den Ergebnissen der Baugrunderkundungen stehen in Aushubsohlen von Kanälen bei den Aushubtiefen von mehr als 2 m gut tragfähigen Sande der Schicht 2 an.

Grabensohlen sind zur Vermeidung von Auflockerungen schonend, beispielsweise durch Einsatz eines Glattlöffels, auszuheben und gegen Niederschlag und Frost zu schützen. Die Aushubsohle ist in den Sanden ausreichend nachzuverdichten. Die Tragfähigkeit der Grabensohlen sollten baubegleitend durch dynamische Plattendruckversuche nach TP BF -StB Teil B 8.3 geprüft werden. Hierbei ist ein Zielwert  $E_{VD} \geq 22,5 \text{ MN/m}^2$  nachzuweisen.

## 7.8 RÜCKVERFÜLLUNG DER BAUGRUBEN

Beim Aushub von Baugruben werden im Wesentlichen Sande der Schicht 2 anfallen. Die Sande der Schicht 2 sind in die Verdichtbarkeitsklassen V1 (sehr gut verdichtbar), eingestuft und somit für eine Wiederverfüllung als geeignet einzustufen. Die Schluffe und Sande der Schicht 1 sind für Rückverfüllungen nicht geeignet.

Eine Durchfeuchtung und ein Aufweichen der Böden, beispielsweise durch Zutritt von Niederschlagswasser, sind zu verhindern. Zum Wiedereinbau vorgesehener Erdaushub ist bei einer Zwischenlagerung vor Durchnässung zu schützen.

Im Bereich von Kanalbauwerken ist das Einbauen und Verdichten des Füllbodens ist auf den verwendeten Verbau abzustimmen. Hierbei ist darauf zu achten, dass Füllboden und Grabenwand dicht und setzungsfrei aneinanderschließen. Die Verbauteile dürfen daher nur lagen- bzw. abschnittsweise entfernt werden. Die Dicke einer Lage sollte im eingebauten Zustand 0,3 m nicht überschreiten. Der Füllboden ist unverzüglich in den rückgebauten Abschnitt lagenweise einzubringen und zu verdichten. Die Verdichtung der Schüttlage muss gegen den anstehenden Boden und

nicht gegen den Verbau erfolgen. Die Verdichtung hat beiderseits des Kanals gleichzeitig nach den Regeln der Technik (beispielsweise unter Beachtung der ZTVE-StB 09, ZTVA-StB 12) zu erfolgen.

### **7.9.1 WASSEREINWIRKUNGSKLASSE W1.2-E – BODENFEUCHTE UND NICHT DRÜCKENDES WASSER BEI BODENPLATTEN UND ERDBERÜHRTEN WÄNDEN MIT DRÄNUNG**

Nach den vorliegenden Erkenntnissen über die derzeit im Untersuchungsgebiet herrschenden Grundwasserverhältnisse, kommt das Bauwerk nicht im direkten Grundwassereinflussbereich zu liegen. Die im Untersuchungsgebiet anstehenden Böden besitzen erfahrungsgemäß sowie unter Beachtung der vorliegenden Ergebnisse der durchgeführten bodenmechanischen Laborversuche und der Versickerungsversuche vor Ort eine Wasserdurchlässigkeit von im Mittel etwa  $k = 5 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ . Die Böden können somit nach DIN 18 130 als wenig durchlässig eingestuft werden. Besonders nach starken Niederschlägen ist daher mit kurzzeitig aufstauendem Sickerwasser zu rechnen. Erdberührte Wände und Bodenplatten sind der Wassereinwirkungsklasse W1.2-E zuzuordnen, wenn bei wenig wasserdurchlässigem Baugrund durch eine auf Dauer funktionsfähige Dränung nach DIN 4095 Stauwasser zuverlässig vermieden wird. Die unterste Abdichtungsebene liegt nach derzeitigem Kenntnisstand mindestens 0,50 m oberhalb des Bemessungswasserstands. Bei Herstellung einer sachgerechten Dränung nach DIN 4095 mit filterfesten Dränschichten vor den zu schützenden Bauteilen, funktionsfähige, fluchtgerecht verlegte formstabile Dränleitungen, Spül- und Kontrollvorrichtungen und einer rückstausicheren Ableitung des anfallenden Wassers in eine zuverlässige Vorflut kann die Wassereinwirkungsklasse W1.2 den weiteren Planungen zugrunde gelegt werden.

Wird ein Boden mit  $k \leq 10^{-4} \text{ m/s}$  nicht gedrängt, wirkt aufstauendes Wasser auf die Abdichtung als drückendes Wasser ein. In diesem Fall liegt die Wassereinwirkungsklasse W2.1-E (mäßige Einwirkung von drückendem Wasser) oder W2.2-E (hohe Einwirkung von drückendem Wasser) vor.





## 7.9.2 WASSEREINWIRKUNGSKLASSE W2.1-E – MÄSSIGE EINWIRKUNG VON DRÜCKENDEM WASSER

Die unterste Abdichtungsebene liegt nach derzeitigem Planungsstand bis zu 3 m unter GOK und oberhalb des Bemessungswasserstandes. Die erdberührten Bauteile befinden sich ohne Dränung nach DIN 4095 in wenig durchlässigen Böden, so dass Stauwasser bis auf Höhe der Geländeoberfläche zu erwarten ist. Der Bemessungswasserstand ist in diesem Fall auf Höhe der Geländeoberfläche anzusetzen. Als Wassereinwirkungsklasse ergibt sich W2.1E (ohne Dränung, Situation 1 gemäß DIN 18533-1).

## 8 ABSCHLIESSENDES

Der geotechnische Bericht darf nur ungekürzt wiedergegeben werden. Eine auszugsweise Wiedergabe bedarf der Genehmigung. Gegenüber Dritten besteht Haftungsausschluss.

Im vorliegenden Bericht werden die Ergebnisse von Feld- und Laborarbeiten beschrieben, normgerecht grafisch dokumentiert sowie ausgewertet und ingenieurmäßig bewertet. Der Bericht enthält alle erforderlichen Kenngrößen für erdstatische Berechnungen sowie erste Hinweise und Empfehlungen zur Gründung, zur Herstellung der Baugruben und zu Wasserhaltungsmaßnahmen.

Das Antreffen von Abweichungen der erkundeten Baugrundverhältnisse kann nicht ausgeschlossen werden. Dies ist dann beim Aushub entsprechend zu berücksichtigen.

Der vorliegende Bericht kann als Grundlage für die weiteren Planungen verwendet werden und ist im Zuge dieser Planungen objektbezogen fortzuschreiben.

(Dipl.-Ing. Stefan Brill)