

# Neubau Feuerwehrrgerätehaus

Haßlocher Straße  
67435 Neustadt

Projekt Nr. G 1611 01

## - Geo- und abfalltechnischer Bericht -

10. Februar 2020

**Auftraggeber:**

Stadtverwaltung Neustadt Weinstraße  
Gebäudemanagment  
Marktplatz 1  
67433 Neustadt an der Weinstraße



- **BODEN • GRUNDWASSER • ALTLASTEN • ABFALL • SCHADSTOFFE**
- **SCHADENSFÄLLE • SANIERUNGSUNTERSUCHUNG • SANIERUNGSBETREUUNG**
- **BAUGRUNDUNTERSUCHUNG • BAUGRUNDGUTACHTEN • GRÜNDUNGSBERATUNG**
- **FLÄCHENRECYCLING • GEBÄUDEUNTERSUCHUNG • RÜCKBAU • AUSHUBUNTERSUCHUNG**
- **KAMPFMITTEL • RAUMLUFT • SCHIMMELPILZE • GEFÄHRSTOFFE**

**BERATUNG • UNTERSUCHUNG • MESSUNGEN • GUTACHTEN • KOORDINATION • ÜBERWACHUNG**

## **INHALTSVERZEICHNIS**

<b>1</b>	<b>VERANLASSUNG - AUFGABENSTELLUNG</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>GRUNDLAGEN</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>UNTERSUCHUNGSPROGRAMM</b>	<b>1</b>
<b>4</b>	<b>STANDORT - GEOLOGIE - HYDROGEOLOGIE - HYDROLOGIE</b>	<b>2</b>
<b>5</b>	<b>BAUGRUNDUNTERSUCHUNG</b>	<b>3</b>
<b>6</b>	<b>BAUGRUNDBEURTEILUNG</b>	<b>4</b>
6.1	Untergrundaufbau	4
6.2	Bodenkenngrößen und Rechenwerte	4
6.2.1	Bodengruppen nach DIN 18196	4
6.2.2	Bodenkennwerte	5
6.2.3	Homogenbereiche nach DIN 18300:2015-08	5
6.2.4	Erdbeben	6
6.2.5	Frostempfindlichkeit	6
6.3	Ausführungshinweise	7
6.3.1	Gründungsniveau	7
6.3.2	Gründung	7
6.3.3	Bemessungswerte - Setzungen	8
6.3.4	Bauwerksabdichtung	9
6.3.5	Erdbau - Aushub	9
6.3.6	Wasserhaltung während der Bauzeit	10
6.3.7	Versickerungsfähigkeit	11
<b>7</b>	<b>ABFALLTECHNISCHE BEWERTUNG - DEKLARATION</b>	<b>12</b>
7.1	Bewertung und Deklaration nach LAGA TR Boden	12
7.2	Bewertung und Deklaration nach DepV	13
7.3	Abfall- und bodenschutzrechtliche Hinweise	13
<b>8</b>	<b>ANMERKUNGEN UND HINWEISE</b>	<b>13</b>

## 1 VERANLASSUNG - AUFGABENSTELLUNG

Für den Neubau eines Feuerwehrgerätehauses auf den Flurstücken Nr. 8908/11 und 8908/13, Haßlocher Straße, 67435 Neustadt, sollen ein Baugrundgutachten erstellt und eine orientierende abfallrechtliche Beurteilung von aushubrelevanten Böden durchgeführt werden.

Die erforderlichen Leistungen wurden von der Bauherrin, Stadtverwaltung Neustadt a.d. Weinstraße, am 12.12.2019 schriftlich beauftragt.

## 2 GRUNDLAGEN

Zur Planung der Baugrunduntersuchungen und für die Gründungsberatung wurden im Wesentlichen folgende Unterlagen und Informationen beigelegt:

- [1]: Friess + Moster, Freie Architekten: Grundrisse Erdgeschoss, Maßstab 1:100, Stand: 2. Dez. 2020
- [2]: Friess + Moster, Freie Architekten: Lageplan, Maßstab 1:500, Stand: 23. Juli 2020
- [3]: Friess + Moster, Freie Architekten: 4 Ansichten und 2 Schnitte, Maßstab 1:100, Stand: 2. Dez. 2020
- [4]: Consulting-Engineers-Göttig: Bericht Kampfmitteldetektion vom 27. Nov. 2018
- [5]: Lageplan Anomalien auf Baumbestand, Maßstab 1:500, Stand: 22. Nov. 2018

## 3 UNTERSUCHUNGSPROGRAMM

Nach den Erfordernissen des Bauvorhabens wurde das Untersuchungsprogramm wie folgt festgelegt:

- 8 Rammkernsondierungen (RKS) bis 4 m unter Geländeoberkante (GOK)
- geologische und organoleptische Ansprache des Sondiergutes, Aufnahme der Schichtenverzeichnisse nach EN ISO 14688-1
- 2 schwere Rammsondierungen (DPH) bis 4 m unter GOK
- Aufnahme des Rammprofils nach DIN EN ISO 22476-2
- Entnahme einer repräsentativen Mischprobe von aushubrelevanten Böden aus den RKS und abfalltechnische Laboruntersuchung der Mischprobe
- Durchführen von 2 Versickerungsversuchen (Open-End-Tests)

Darstellen der Untersuchungsergebnisse, Baugrundbeurteilung einschl. Gründungs- und Ausführungsberatung (geotechnischer Ergebnisbericht)

Bewertung und orientierende abfallrechtliche Deklaration von Aushub als Grundlage für eine geordnete Verwertung/Entsorgung

#### **4 STANDORT - GEOLOGIE - HYDROGEOLOGIE - HYDROLOGIE**

Der Standort liegt im Oberrheingraben, ca. 18 km westlich des Rheins im Bereich quartärer Ablagerungen fluviatiler Bildung (Auen-, Hochflut- und Schwemmfächersedimentation). Ca. 730 m nördlich verläuft der Speyerbach in östlich Richtung, ca. 35 m südwestlich des Grundstücks verläuft der Kanzgraben in südöstliche Richtung.

Das Baufeld liegt in annähernd ebenem Gelände auf eine mittleren Geländehöhe von rd. 121,0 mNN im Zentrum von Lachen-Speyerdorf, Stadtteil von Neustadt an der Weinstraße. Zum Zeitpunkt der Baugrunderkundung war die Fläche unbebaut, mit niedriger Vegetation überzogen und mit solitären Bäumen bestanden.

Das Grundstück liegt außerhalb von fachbehördlich festgesetzten Wasserschutz-, Quellschutz- oder Überschwemmungsgebieten.

Der Untergrund wurde mit RKS bis max. 4 m unter GOK aufgeschlossen. Mit den Sondierungen wurden sowohl anthropogene Auffüllungen als auch anstehende Böden, wie sie aufgrund der Standortgeologie zu erwarten waren, erschlossen. Schichtenfolgen und Bodeneigenschaften sind in Kapitel 6 näher beschrieben.

Mit den Sondierbohrungen wurde weder Stau-, Schichten- noch Grundwasser oder ein Hinweis darauf angetroffen. Die ab ca. 2,5-3,0 m zunehmende Bodenfeuchte deutet jedoch auf das Erreichen des Grundwassersaumes hin.

Nach der hydrogeologischen Karte<sup>1</sup> liegt das mittlere Grundwasserniveau im obersten quartären Grundwasserleiter bei rd. 119,3 mNN; der Flurabstand wird lokal mit > 0 - 3 m angegeben. Saisonal und witterungsbedingt muss mit Schwankungen des Grundwasserspiegels gerechnet werden.

Nach der Ganglinie der etwa 1,1 km nordöstlich gelegenen, amtlichen Grundwassermessstelle "Neustadt an der Weinstraße, Speyerdorf" (O 443017, N 5465223, Beobachtungszeitraum 01.11.1954 bis 28.06.2006) sowie unter Berücksichtigung weiterer im Umfeld gelegenen Messstellen liegt der bisher beobachtete Grundwasserhöchst-

---

<sup>1</sup> Hydrogeologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung Rhein-Neckar-Raum, 3. Bericht, Fortschreibung 1983-1998, Höhengleichen des Oberen Grundwassers am 01. Oktober 1990 und hydrologisches Messnetz, und Grundwasserflurabstand, 1999.

stand (HGW) bei rd. 118,6 mNN. Der Grundwasserfließrichtung entsprechend kann für den Standort ein etwa 2,2 m höherer Grundwasserspiegel angenommen werden. Der **HGW** liegt dementsprechend bei rd. **120,8 mNN**. Bezogen auf die mittlere GOK im Baufeld (rd. 121,0 mNN) beträgt dabei der Flurabstand ca. 0,2 m. Der Bemessungswasserstand (**BWS**) im Bereich des Baufelds wird nach Merkblatt BWK-M8<sup>2</sup> mit **121,0 mNN** angegeben.

Bei einem angenommenen Gründungsniveau von rd. 120,6 mNN können bei HGW sowohl Bodenplatten als auch aufgehende Wände (teilweise) eingestaut werden. Saisonal und witterungsbedingt ist zudem mit Stauwasser in bzw. über bindigen Böden zu rechnen.

## 5 BAUGRUNDUNTERSUCHUNG

Die Baugrunduntersuchungen wurden am 16.01.2020, wie geplant, durchgeführt.

Die Sondieransatzpunkte liegen innerhalb des Gebäudegrundrisses (siehe Anlage 2) und wurden mit Bezug auf den südöstlich des Grundstücks in der Straße gelegenen Kanaldeckel (KD) höhenmäßig eingemessen. Die Kanaldeckelhöhe wird im Kanalplan der Stadt Neustadt mit 121,10 mNN angegeben. Die NN-Höhen der Sondieransatzpunkte sind in den Profilen (Anlagen 3 und 4) angegeben.

Sämtliche Sondierungen wurden bis in die geplante Tiefe von 4 m geführt. Die Sondierprofile nach DIN 4023 sind in Anlage 3, die Rammprofile nach DIN EN ISO 22476-2 in Anlage 4 zusammengestellt.

---

<sup>2</sup> BWK-Regelwerk: Merkblatt BWK-M8 - Ermittlung des Bemessungsgrundwasserstandes für die Bauwerksabdichtung, September 2009

## 6 BAUGRUNDBEURTEILUNG

### 6.1 Untergrundaufbau

Mit den Rammkernsondierungen wurden bis zur max. Endteufe von 4 m unter GOK folgende Bodenschichten angetroffen:

Tiefe [m unter GOK]	Bodenart Lagerungsdichte / Konsistenz
bis max. 1,6	aufgefüllte Sande, kiesig bzw. Schluffe, sandig bzw. Kiese, schluffig <i>Fremdbestandteile &lt; 10 % (Beton-, Glas-, Keramik, Ziegelbruch)</i> locker-mitteldicht bzw. steif
bis max. 2,5 (nur RKS 1)	Schluff, sandig steif
bis max. 3,9 bzw. Endteufe RKS 1-5 und RKS 8	Sand, kiesig, schluffig teilweise stark schluffig mitteldicht bzw. steif
bis Endteufe RKS 7 und 8	Ton, sandig, schluffig steif

Die erschlossenen Erdstoffe wurden im Wesentlichen als erdfeucht, mit zunehmender Tiefe als feucht bzw. vereinzelt als nass angesprochen. Abgesehen von den o. g. Fremdbestandteilen in den Auffüllungen wurden keine weiteren visuellen und/oder geruchlichen Auffälligkeiten festgestellt.

### 6.2 Bodenkenngrößen und Rechenwerte

#### 6.2.1 Bodengruppen nach DIN 18196

Aufgrund der geologischen Ansprache werden die Erdstoffe folgenden Gruppensymbolen zugeordnet:

Auffüllung, Kies, schluffig, sandig:	[GU]
Auffüllung, Sand, kiesig, schluffig:	[SW]
Auffüllung, Schluff, sandig, kiesig:	[UL]
Sand, kiesig, schluffig:	SW
Sand, schwach kiesig:	SE
Sand, schluffig:	SU
Sand, stark schluffig:	SU*
Schluff, sandig:	UL
Ton, stark schluffig:	TL

## 6.2.2 Bodenkennwerte

Bodenbezeichnung	Boden- gruppe nach DIN 18196	Boden- klasse	Homogen- bereich	Konsistenz bzw. Lage- rungs- dichte	Wichte cal $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Reibungs- winkel $\varphi$ [°]	Kohäsion cal $c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Steifemodul Es [MN/m <sup>2</sup> ]	Wasser- durchlässig- keitsbeiwert kr [m/s]
Kies	[GU]	3	A	locker - mit- teldicht	16,0 - 17,0 (8,5 - 9,5) <sup>1)</sup>	30,0 - 32,5	-	35 - 45	10 <sup>-3</sup> - 10 <sup>-5</sup>
Sand	[SW]	3		locker - mit- teldicht	16,5 - 17,5 (8,5 - 10,0) <sup>1)</sup>	30,0 - 32,5	-	35 - 40	10 <sup>-3</sup> - 10 <sup>-4</sup>
Schluff	[UL]	4	B	steif	18,5 (9,5 - 10,0) <sup>1)</sup>	27,5	2	5 - 10	10 <sup>-6</sup> - 10 <sup>-8</sup>
Sand	SW	3	C	mitteldicht	18,0 (10,5) <sup>1)</sup>	32,5	-	45 - 55	10 <sup>-3</sup> - 10 <sup>-4</sup>
Sand	SE	3		mitteldicht	17,0 (9,5) <sup>1)</sup>	32,5	-	35 - 45	10 <sup>-3</sup> - 10 <sup>-4</sup>
Sand	SU	3		mitteldicht	17,5 (9,5) <sup>1)</sup>	32,5	-	40 - 50	10 <sup>-4</sup> - 10 <sup>-5</sup>
Sand	SU*	4	D	steif	18,5 (9,0) <sup>1)</sup>	27,5	2	15 - 25	10 <sup>-5</sup> - 10 <sup>-6</sup>
Schluff	UL	4		steif	18,5 (10,0) <sup>1)</sup>	27,5	2	7 - 12	10 <sup>-6</sup> - 10 <sup>-8</sup>
Ton	TL	4		steif	20,0 (10,0) <sup>1)</sup>	22,5	5	5 - 10	10 <sup>-7</sup> - 10 <sup>-9</sup>

<sup>1)</sup> in Klammern Wichte unter Auftrieb (cal  $\gamma'$ )

<sup>A)</sup> Klassifizierung nach DIN 18300:2010-04 (alt) und DIN 18300:2015-08 (neu), siehe auch Kap. 6.2.3

Die Bodenkennwerte wurden aus der visuellen und taktilen Bodenansprache unter Bezug auf DIN 1055-2:2010-11, Literaturangaben und Erfahrungswerten ermittelt.

## 6.2.3 Homogenbereiche nach DIN 18300:2015-08

Nach DIN 18300:2015-08 ist ein Homogenbereich ein aus einzelnen oder mehreren Boden- oder Felsschichten bestehender, begrenzter Bereich, der für einsetzbare Erdbaugeräte vergleichbare Eigenschaften aufweist. Die Einteilung der erschlossenen Böden in Homogenbereiche erfolgt entsprechend ihrem Zustand vor dem Lösen. Dabei werden die Ergebnisse der (orientierenden) abfallrechtlichen Deklaration für die Auffüllungsböden (vgl. Kap. 7) berücksichtigt. In Hinblick auf Lösen, Laden und Wiedereinbau werden die Böden vor Ort in folgende Homogenbereiche eingeteilt (vgl. Kap. 6.2.2):

### Homogenbereich A: aufgefüllte Schluffe

Diese Schluffe sind von leichter Plastizität / steifer Konsistenz und mit einem Baggerlöffel mit glatter Schneide mittelschwer lösbar. Steine sind im Inventar dieser Böden nach den Ergebnissen der Sondierungen nicht enthalten, in der Fläche aber nicht auszuschließen. Diese Böden sind nur statisch und eingeschränkt verdichtbar sowie eingeschränkt tragfähig. Aufgrund ihrer bodenmechanischen Eigenschaften sind diese Schluffe nicht zur Verfüllung von Gruben und Gräben oder zum Wiedereinbau in zu überbauenden Bereichen geeignet, allenfalls zur Geländemodellierung. Aus abfall-

rechtlichen Gründen sind bei einer erdbaulichen Verwendung die Vorgaben in Kap. 7.1 einzuhalten (Einbauklasse > Z 2: muss entsorgt werden).

**Homogenbereich B:** aufgefüllte, nichtbindige Sande und Kiese

Diese Böden enthalten max. 15% Feinkorn und sind mit einem Baggerlöffel mit glatter Schneide leicht lösbar. Steine sind im Inventar dieser Böden nach den Ergebnissen der Sondierungen nicht enthalten, sind aber in der Fläche nicht auszuschließen. Diese Böden sind in mind. erdfeuchtem Zustand dynamisch gut verdichtbar und im verdichteten Zustand gut tragfähig. Aus bodenmechanischer Sicht können diese Böden bei entsprechender Verdichtung zur Rückverfüllung und Anschüttung verwendet werden. Aus abfallrechtlichen Gründen sind bei einer erdbaulichen Verwendung die Vorgaben in Kap. 7.1 einzuhalten (Einbauklasse > Z 2: muss entsorgt werden).

**Homogenbereich C:** anstehende, nichtbindige Sande und Kiese

Diese Böden enthalten max. 15% Feinkorn. Hinweise auf eine abfallrechtliche Relevanz liegen nicht vor; ansonsten wie Homogenbereich A.

**Homogenbereich D:** anstehende Schluffe und Tone sowie stark schluffige Sande

Diese Böden weisen eine leichte Plastizität und steife Konsistenz auf. Hinweise auf eine abfallrechtliche Relevanz liegen nicht vor; ansonsten wie Homogenbereich B.

#### 6.2.4 Erdbeben

Nach der Datenbank des GFZ (Deutsches Geoforschungszentrum, Potsdam) zur Erdbebenzonenkarte nach DIN EN 1998-1/NA:2011-01 liegt der Standort in der Erdbebenzone I, Untergrundklasse S. Regionalgeologisch bedingt ist nach den Kriterien der DIN EN 1998-1:2010-12 die Baugrundklasse C anzusetzen.

#### 6.2.5 Frostempfindlichkeit

Nach DIN 1054:2010-12, Seite 40, ist für Bauwerke zwar eine frostsichere Gründungstiefe von mind. 80 cm zur Gewährleistung der Frostsicherheit vorzusehen, darüber hinaus sind für eine frostsichere Gründung jedoch weitere Faktoren, wie die örtliche Frosteindringtiefe sowie die geologische Situation, zu berücksichtigen. Entsprechend Bild 6 der RStO 12 sowie dem Kommentar zur ZTVE-StB 94/97 (FLOSS, 2006), Abschn. 2.3.3, liegt der Standort in der Frosteinwirkungszone I/2, in der die Frosteindringtiefe mit 0,95 m anzusetzen ist.

**frostsichere Gründungstiefe: mind. 0,95 m unter GOK**

### **Frostempfindlichkeitsklassen (ZTVE-StB 17):**

Auffüllung, Kies, schluffig, sandig:	F2 (gering-mittel frostempfindlich)
Auffüllung, Sand, kiesig, schluffig:	F1 (nicht frostempfindlich)
Auffüllung, Schluff, sandig, kiesig:	F3 (sehr frostempfindlich)
Sand, kiesig, schluffig:	F1 (nicht frostempfindlich)
Sand, schwach kiesig:	F1 (nicht frostempfindlich)
Sand, schluffig:	F2 (gering-mittel frostempfindlich)
Sand, stark schluffig:	F3 (sehr frostempfindlich)
Schluff, sandig:	F3 (sehr frostempfindlich)
Ton, stark schluffig:	F3 (sehr frostempfindlich)

## **6.3 Ausführungshinweise**

### **6.3.1 Gründungsniveau**

Absolute Höhen oder relative Höhen, z.B. mit Bezug auf das Straßenniveau, sind in [1] bis [3] nicht angegeben. Für die weiteren Betrachtungen wird Oberkante Fertigfußboden (OK FFB) auf Straßenniveau, also auf 121,1 mNN angenommen.

Unterkante Bodenplatte (**UK BP**) wird unter Berücksichtigung von 15 cm Fußbodenaufbau und einer Stärke der Bodenplatte von 35 cm auf rd. **120,6 mNN** angenommen.

Auf diesem Gründungsniveau liegt die Bauwerkssohle in aufgefüllten schluffigen Kiesen, kiesigen Sanden und sandigen Schluffen.

Weicht das Gründungsniveau von den getroffenen Annahmen ab, können sich Änderungen in den Gründungsanforderungen und Bemessungswerten (Kap. 6.3.2 und 6.3.3) ergeben. Die folgenden Aussagen sind dann vom Gutachter prüfen und ggf. anpassen zu lassen.

### **6.3.2 Gründung**

Aufgrund der heterogenen Zusammensetzung der tiefgründigen anthropogenen Auffüllungen sollen sowohl das Feuerwehrgerätehaus als auch der benachbarte Turm mit lastverteilenden Bodenplatten gegründet werden.

Dazu ist zunächst der Oberboden im Baufeld vollständig abzutragen (siehe Kap. 6.3.5). Im Erd-/Rohplanum anstehende bindige Böden sind, falls erforderlich, nur statisch, allenfalls mit einer leichten Rüttelplatte (Dienstgewicht  $\leq 300$  kg), vibrations-/erschütterungsarm in **höchstens erdfeuchtem** Zustand nachzuverdichten. Nichtbindige Böden sind in **mind. erdfeuchtem** Zustand dynamisch nachzuverdichten.

Unter der Bodenplatte ist ein **mind. 30 cm starkes Bettungspolster** zur Herstellung weitgehend einheitlicher Bettungsverhältnisse sowie zur Verringerung von Setzungen und Setzungsdifferenzen einzubauen. Der Überstand über Plattenaußenkante muss mind. der Stärke des Bettungspolsters entsprechen. Für das Bettungspolster ist Material der Bodengruppe GW (DIN 18196), beispielsweise Natursteinschotter der Körnung 0/45, zu verwenden. Aus Gründen des vorsorgenden Grundwasserschutzes darf kein Recyclingmaterial verwendet werden.

Das Bettungspolster ist lagenweise verdichtet aufzubringen, wobei die Lagenstärke auf max. 30 cm zu begrenzen ist. Dabei ist OK Bettungspolster ein  $E_{v2} \geq 60 \text{ MN/m}^2$  bzw. ein  $E_{vd} \geq 30 \text{ MN/m}^2$  einzuhalten und nachzuweisen (vgl. Kap. 7).

Vernässte und aufgeweichte Böden im Rohplanum sind in einer Mindeststärke von 30 cm auszutauschen. Bei tiefgründig aufgeweichten Böden ist die Stärke des Bodenaustausches auf 50 cm zu erhöhen.

Vor Einbau des Bettungspolsters ist auf dem Roh-/Erdplanum ein **Geotextil** der Robustheitsklasse GRK 3 ( $\geq 150 \text{ g/m}^2$ ) auszulegen, sofern keine Beanspruchung durch Baustellenfahrzeuge erfolgt. Ansonsten ist bei rundkörnigem Schüttmaterial ein Geotextil der Robustheitsklasse GRK 4 ( $\geq 250 \text{ g/m}^2$ ), bei scharfkantigem Schüttmaterial ein Geotextil der GRK 5 ( $\geq 300 \text{ g/m}^2$ ) aufzubringen.

Ggf. kann als Einbauhilfe über aufgeweichten Böden eine 5 cm starke Magerbetonschicht (C8/10 bzw. C12/15) auf dem Rohplanum aufgebracht werden. In diesem Fall ist der Einbau eines Geotextils nicht erforderlich.

Zum Schutz vor Schäden durch Frosteinwirkung sind umlaufend betonierete Frostschürzen bis in frostsichere Tiefe ( $\geq 0,95 \text{ m}$ ) herzustellen (bei der statischen Bemessung nicht als lastabtragende Bauwerksteile berücksichtigen). Alternativ kann die Frostsicherheit auch mit einer frostsicheren Bodenversiegelung mit einer Breite von mind. 0,95 m um das Bauwerk oder mit Frostriegeln (F1-Material bis 0,95 m unter GOK in einer Breite von 0,95 m) sichergestellt werden.

### 6.3.3 Bemessungswerte - Setzungen

Für die Bemessung von lastverteilenden, elastisch gebetteten Bodenplatten kann unter den Voraussetzungen in Kap. 6.3.2 bei einer annähernd gleichmäßigen Lastverteilung ein Bettungsmodul  $k_s$  von  $8,5 \text{ MN/m}^3$  angegeben werden.

Bei exemplarisch angenommenen Sohlnormalspannungen von  $125 \text{ kN/m}^2$  (charakteristisch) sind überschlägig Setzungen von rd. 1,5 cm und Setzungsdifferenzen von ca. 1,1 cm, bei  $100 \text{ kN/m}^2$  (charakteristisch) Setzungen von rd. 1,2 cm und Setzungsdifferenzen von ca. 0,9 cm zu erwarten.

Die genannten Setzungen und Setzungsdifferenzen sind bei der Tragwerksplanung auf ihre Bauwerksverträglichkeit zu prüfen. Setzungen sind in nichtbindigen Böden im Wesentlichen unmittelbar bei der Lastaufbringung zu erwarten und sollten damit abgeschlossen sein. In bindigen Böden ist ein Konsolidierungsverzug zu erwarten.

Für das unter Kap. 6.3.2 näher beschriebene Bettungspolster kann ein Steifemodul  $E_s$  von ca. 70 - 80 MN/m<sup>2</sup> angenommen werden. Die Steifemoduln für die unterlagernden Auffüllungen und anstehenden Böden sind in Kap. 6.2.2 zusammengestellt.

#### 6.3.4 Bauwerksabdichtung

Die unterste Abdichtungsebene liegt wenige Dezimeter unter dem HGW. Erdberührte Bauwerksteile sind daher der **Wassereinwirkungsklasse W2.1-E, Situation 2**, nach Tab. 1 zu DIN 18533-1:2017-07 (mäßige Einwirkung von drückendem Wasser bei  $\leq 3$  m Eintauchtiefe) zuzuordnen, Räume mit erdberührten Bauteilen der **Raumnutzungs-klasse RN2-E** ("übliche Anforderung" nach DIN 18533-1:2017-07, Abs. 5.5.3).

Erdberührte Bauteile mit Eintauchtiefen der untersten Abdichtungsebene  $\leq 3$  m sind in wenig durchlässigen Böden nach DIN 18533-1:2017-07, Abs. 8.6.1, abzudichten. Der Bemessungswasserstand ist auf GOK anzusetzen.

Für die Ausführung nach wu-Richtlinie (DAfStB-Richtlinie, Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.) sind die jeweils erforderliche Beanspruchungs- und Nutzungsklasse zugrunde zu legen.

#### 6.3.5 Erdbau - Aushub

Bei der Herstellung von Gruben und Gräben sind die Vorgaben der DIN 4124 einzuhalten. Danach dürfen Gruben- und Grabenwände bis maximal 1,25 m Tiefe senkrecht hergestellt werden, wenn die anschließende Oberfläche bei nichtbindigen Böden nicht stärker als 1:10, bei bindigen Böden nicht stärker als 1:2 geneigt ist. Gruben und Gräben mit Tiefen zwischen 1,25 m und 1,75 m können bis 1,25 m senkrecht ausgeführt werden, zwischen 1,25 m und 1,75 m sind sie mit 45° Neigung anzulegen.

In nichtbindigen Böden darf ohne rechnerischen Nachweis ein Böschungswinkel von 45°, in bindigen Böden mind. steifer Konsistenz ein Böschungswinkel von 60° nicht überschritten werden. Sofern der jeweils zulässige Böschungswinkel nicht eingehalten werden kann, ist die betreffende Grubenwand zu verbauen. Böschungen und Grubensole sind gegen ungünstige Witterungsbedingungen (Austrocknen, Abschwemmen, Frosteinwirkung, mechanische Einwirkungen etc.) zu schützen.

Wegen z.T. bindiger Erdstoffe auf Gründungsniveau dürfen die Erdarbeiten nur bei anhaltend trockener und frostfreier Witterung durchgeführt werden. Durchwurzelter Boden bzw. Oberboden im Baufeld ist abzuschleppen und getrennt vom übrigen Aushub zu verwerten. Nach BauGB<sup>3</sup> ist Oberboden ("Mutterboden") grundsätzlich von sonstigem Aushub/ Abtrag zu separieren, in nutzbarem Zustand zu erhalten und vor Vernichtung oder Vergeudung zu schützen.

Beim Aushub ist ein Baggerlöffel mit glatter Schneide zu verwenden. Ein Auflockern der Sohle ist zu vermeiden. Sofern erforderlich, dürfen bindige Böden nur statisch, allenfalls mit einer leichten Rüttelplatte (Dienstgewicht  $\leq 300$  kg), erschütterungs-/vibrationsarm in höchstens erdfeuchtem Zustand nachverdichtet werden. Das herzustellende Rohplanum in nichtbindigen Böden ist bei trockener und frostfreier Witterung dynamisch im erdfeuchten Zustand nachzuverdichten.

Bindiger Aushub ist wegen seiner ungünstigen bodenmechanischen Eigenschaften und wegen seiner Frostempfindlichkeit nicht zur Anschüttung bzw. zur Verfüllung der Arbeitsräume geeignet. Hierfür ist gut verdichtbares Material (Verdichtbarkeitsklasse V 1 nach ZTV-A-StB 12) zu verwenden, das lagenweise verdichtet in mindestens erdfeuchtem Zustand einzubauen ist.

Der Einbau von Recycling-Material weniger als 1 m über dem HGW ist nach LAGA TR Boden (2004) nicht zulässig.

Bei der Baugrunderkundung wurden Bodenproben für eine orientierende abfalltechnische Untersuchung von auszuhebenden Böden entnommen. Die Ergebnisse der orientierenden Deklaration von Aushub/Abtrag sind in Kap. 7 wiedergegeben.

Bei der Ausführung der Erdarbeiten sind die Vorgaben der Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Erdarbeiten (DIN 18300) sowie die einschlägigen Unfallverhütungsvorschriften der DGUV/BG BAU uneingeschränkt einzuhalten.

### **6.3.6 Wasserhaltung während der Bauzeit**

Eine Wasserhaltung ist unter den Verhältnissen, wie sie bei der Baugrunderkundung angetroffen wurden, nicht erforderlich. Ggf. zutretendes Stauwasser muss sofort gefasst und aus dem Baufeld geleitet werden.

---

<sup>3</sup> BauG: vgl. § 202, Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. September 2004 (BGBl. I S. 2414), zuletzt geändert durch Art. 1 des Gesetzes vom 20. November 2014 (BGBl. I S. 1748)

### 6.3.7 Versickerungsfähigkeit

Der entwässerungstechnisch relevante Versickerungsbereich liegt nach DWA-A 138 (2005) im  $k_f$ -Bereich von  $1 \times 10^{-3}$  bis  $1 \times 10^{-6}$  m/s.

Die Versickerungsfähigkeit der Böden im Bereich des Baufeldes wurde mit zwei Versickerungsversuchen (Open-End-Test) in vollverrohrten Bohrlöchern orientierend ermittelt. Beide Versickerungsversuche wurden in 2 m Tiefe in den gewachsenen nichtbindigen Sanden durchgeführt. Der jeweils maßgebliche Wasserdurchlässigkeitsbeiwert ( $k_f$ ) wurde im ausgebauten Bohrloch mit fallender Druckspiegelhöhe (instationäre Bedingungen) ermittelt. Die Lage der Untersuchungspunkte ist in Anlage 2 dargestellt. Die Versuchsdurchführung sowie sämtliche relevanten Parameter und die Ermittlung des maßgeblichen  $k_f$ -Wertes sind in Anlage 5 wiedergegeben.

Für die beiden potentiellen Versickerungsbereiche können folgende **Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte  $k_f$**  unter Berücksichtigung des Korrekturfaktors (Faktor 2) nach DWA-A 138 (2005) angegeben werden (gerundet):

VV 1 (RKS 5)	<b><math>k_f = 2,44 \times 10^{-4}</math> m/s.</b>
VV 2(RKS 4)	<b><math>k_f = 2,68 \times 10^{-4}</math> m/s.</b>

Die lokal untersuchten Böden sind als **durchlässig** im Sinne der DIN 18130-1, Abschnitt 3.7, einzustufen. Die Durchlässigkeit liegt im entwässerungstechnisch relevanten Bereich nach DWA-A 138 (2005).

Eine gezielte Versickerung in Auffüllungsböden ist aus Gründen des vorsorgenden Grundwasserschutzes nicht zulässig. Zudem ist nach DWA-A 138 (2005) ein Mindestabstand von  $\geq 1,0$  m unter der Sohle einer Versickerungsanlage bis zum mittleren höchsten Grundwasserstand **MHW (120 mNN)** einzuhalten. Dieser Abstand kann auf dem Grundstück nicht eingehalten werden. Eine Versickerung auf dem Grundstück ist daher ohne behördliche Zustimmung nicht zulässig.

## 7 ABFALLTECHNISCHE BEWERTUNG - DEKLARATION

Für die abfalltechnische Untersuchung von zu erwartendem Erdaushub wurden aus den RKS zur Baugrunduntersuchung Einzelproben bis in max. 1,0 m Tiefe entnommen und zu einer repräsentativen Mischprobe "**MP 1**" zusammengeführt.

Die Mischprobe wurde von der DAkKS-akkreditierten EUROFINS Umwelt Südwest GmbH, Karlsruhe, auf die Parameter der LAGA TR Boden<sup>4</sup> sowie auf die ergänzenden Parameter der DepV<sup>5</sup> untersucht.

Die Einzelergebnisse sind im Laborprüfbericht zusammen mit den Bestimmungsmethoden und -grenzen aufgeführt (siehe Anlage 6). Dort ist auch das Probenbegleitprotokoll nach DIN 19747 beigefügt.

### 7.1 Bewertung und Deklaration nach LAGA TR Boden

Für die abfalltechnische Bewertung und Einstufung von Bodenmaterial sind in Rheinland-Pfalz die Infoblätter 25<sup>6</sup> und 26<sup>7</sup> in Verbindung mit den Kriterien der LAGA TR Boden (2004) maßgeblich. Die parameterbezogene Bewertung der Laborergebnisse ist in Anlage 7.1 tabellarisch wiedergegeben. Dabei wurden entsprechend der geologischen Ansprache bei der Probenentnahme die Kriterien für die überwiegende Bodenart "Sand" angewendet.

"**MP 1**" darf wegen **Überschreitung des Zuordnungswertes Z 2** nicht verwertet sondern muss entsorgt werden. Einstufungsrelevant sind der Benzo(a)pyren- und der PAK-Gehalt sowie die Sulfat-Konzentration und die elektrische Leitfähigkeit.

Nach der "Entscheidungshilfe für die Entsorgung von gefährlichem Boden und Bauschutt auf Deponien der Klasse I und II"<sup>8</sup> ist Material > Z 2 als **gefährlicher Abfall** einzustufen und nach AVV<sup>9</sup> der **Abfallschlüsselnummer 17 05 03\*** zuzuordnen.

---

<sup>4</sup> Länderarbeitsgemeinschaft Abfall, Technische Regeln, Teil II, "Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen" (LAGA TR 2004), Stand Nov. 2004

<sup>5</sup> DepV: Verordnung zur Vereinfachung des Deponierechts vom 27. April 2009 und der ersten Verordnung zur Veränderung der Deponieverordnung vom 01.12.2011 (Anhang 3, Tabelle 2).

<sup>6</sup> Infoblatt 25: Anforderungen an das Verfüllmaterial unterhalb einer durchwurzelbaren Bodenschicht bei bodenähnlichen Anwendungen Bodenschutz und Abfallwirtschaft, Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht, Rheinland-Pfalz, Stand: Juli 2007

<sup>7</sup> Infoblatt 26: Anforderungen an die Verwertung von Boden und Bauschutt bei technischen Bauwerken, Bodenschutz und Abfallwirtschaft, Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht, Rheinland-Pfalz, Stand: Juli 2007

<sup>8</sup> Entscheidungshilfe für die Entsorgung von gefährlichem Boden und Bauschutt auf Deponien der Klasse I und II, Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht, Stand: 12. Oktober 2009

<sup>9</sup> AVV: Abfallverzeichnis-Verordnung vom 10. Dezember 2001, zuletzt geändert durch Artikel 5 Absatz 22 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212)

## 7.2 Bewertung und Deklaration nach DepV

Bei der Entsorgung von Aushub ist das Verwertungsgebot nach § 7, Abs. 2 KrWG zu beachten. Für den Fall, dass zum Zeitpunkt der Abfuhr keine geeignete Verwertungsmöglichkeit besteht oder die bodenmechanischen Eigenschaften des Materials eine Verwertung in technischen Bauwerken nicht zulassen und das Material auf eine Deponie verbracht werden soll bzw. muss (Zuordnungsklasse > Z 2), wird das Material auch nach den Kriterien der DepV bewertet und deklariert (siehe Anlage 7.2).

Danach ist Aushub der **Deponieklasse DK I** zuzuordnen. Maßgeblich sind der PAK-Gehalt, die Sulfat-Konzentration sowie der Parameter "Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen".

Das Material darf aufgrund der Überschreitung des Benzo(a)pyren- und des PAK-Gehalts sowie des pH-Wertes und der elektrischen Leitfähigkeit **nicht** in Rekultivierungsschichten eingebaut werden.

## 7.3 Abfall- und bodenschutzrechtliche Hinweise

Ein erster Abgleich der maßgebenden Parameter PAK (162 mg/kg) und Bezo(a)pyren (13 mg/kg) mit den Prüfwerten nach ALEX 02<sup>10</sup> (oPW3) und BBodSchV<sup>11</sup> zeigt, dass sowohl der oPW3 nach ALEX 02 für PAK (100 mg/kg) als auch die parameterbezogene Einstufung "Industrie- und Gewerbegrundstücke" nach BBodSchV für Benzo(a)pyren (12 mg/kg) überschritten werden. Die Parameter elektrische Leitfähigkeit (2.080 µS/cm) und Sulfat (1.300 mg/l) überschreiten ebenfalls den jeweiligen oPW nach ALEX 02.

Dementsprechend sind Abstimmungen mit der SGD Süd als Untere Bodenschutz- und Abfallbehörde zum weiteren Umgang mit verbleibenden relevanten Auffüllungsböden erforderlich.

## 8 ANMERKUNGEN UND HINWEISE

Die Aussagen zur Gründung und zu den Bemessungswerten wurden unter Annahme eines Gründungsniveaus (vgl. Kap. 6.3.1) getroffen und sind nach endgültiger Festlegung des Gründungsniveaus zu überprüfen, da sich Änderungen in den Gründungsanforderungen, bei den Setzungsbeträgen und in den Bemessungswerten ergeben können. Bei Abweichungen von den oben getroffenen Annahmen ist eine Anpassung der hier getroffenen Aussagen durch den Gutachter erforderlich.

<sup>10</sup> Merkblatt ALEX 02, Orientierungswerte für die abfall- und wasserwirtschaftliche Beurteilung, Landesamt für Umweltschutz und Gewerbeaufsicht und Landesamt für Wasserwirtschaft, Juli 1997

<sup>11</sup> BBodSchV: Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999, geänderte Fassung 2009

Die erreichte Verdichtungsleistung und die ausreichende Tragfähigkeit sind mit Kontrollprüfungen in Fremdüberwachung auf Oberkante Bettungspolster im erdfeuchten Zustand zu prüfen bzw. nachzuweisen. Hierfür werden mind. 2 Kontrollprüfungen mit der dynamischen Lastplatte nach TP BF-StB, Teil B 8.3, empfohlen, wobei ein dynamischer Verformungsmodul  $E_{vd} \geq 30 \text{ MN/m}^2$  einzuhalten ist. Die Ergebnisse der Kontrollprüfungen sind zu dokumentieren.

Aussagekräftige Kontrollprüfungen können nicht auf gefrorenem oder vernässtem Planum durchgeführt werden. Das Prüfplanum ist vor Vernässung/Frost zu schützen.

Sofern eine andere als die hier beschriebene Gründungsvariante ausgeführt werden soll, ist dies mit dem Gutachter abzustimmen.

Die Aussagen in diesem Gutachten beruhen auf der Interpolation von punktuellen Aufschlüssen und gelten streng genommen nur für den unmittelbaren Bereich der Sondieransatzpunkte. Unvorhersehbare Unregelmäßigkeiten im Schichtenaufbau und den Bodenverhältnissen sind daher nicht auszuschließen. Werden bei der Durchführung (partiell) andere als die hier beschriebenen Bodenverhältnisse angetroffen, ist unbedingt der Gutachter hinzuzuziehen.

Treten im Verlauf der Gründungsarbeiten bzw. den vorbereitenden Arbeiten hierzu Unregelmäßigkeiten auf, ist der Gutachter sofort zu verständigen.

Änderungen der Gründungshöhe, -art und/oder -ausführung sind vor der Ausführung mit dem Gutachter abzustimmen.

Bei Planungsänderungen und/oder Abweichungen von den im Gutachten getroffenen Annahmen, Aussagen und Empfehlungen ist der Gutachter ebenfalls hinzuzuziehen.

Wir empfehlen, die Gründungssohle durch den Gutachter abnehmen zu lassen.

Das Gutachten darf nur als Gesamtes an Dritte weitergegeben werden. Einzelne Aussagen oder Auszüge aus dem Gutachten, wie z.B. Vorab-Informationen, gelten nur in Verbindung mit der Gesamtheit des Gutachtens.

Schwetzingen, 10. Februar 2020



Dr.-Ing. Harald Fank



i.V.

M.Sc. Nadine Schönau