

## BAUGRUNDGUTACHTEN (GEOTECHNISCHER BERICHT)

Bauvorhaben : **Anbau an Sporthalle Löwenpark**  
**Friedrich-Ebert-Straße**  
**Erfurt**

Auftrags-Nr. : B21-205  
Projekt-Nr. : 2535

Auftraggeber : Basketball Löwen e.V.  
Leipziger Straße 71  
99085 Erfurt

über : Lehrmann & Partner GbR  
Architektur- und Ingenieurbüro  
Waltershäuser Landstraße  
99880 Waltershausen OT Schmerbach



Geschäftsführer  
*Dipl.-Geol. Wedekind, U.*



Bearbeiter  
*Dipl.-Geol. Bsteh, R.*  
Durchwahl 21 69 65 2

Erfurt, den 9. Juli 2021

## Inhaltsverzeichnis

|          |                                                                    |           |
|----------|--------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>ALLGEMEINES .....</b>                                           | <b>3</b>  |
| 1.1      | VORGANG .....                                                      | 3         |
| 1.2      | STANDORT & BAUBESCHREIBUNG .....                                   | 4         |
| <b>2</b> | <b>FESTSTELLUNG .....</b>                                          | <b>5</b>  |
| 2.1      | ALLGEMEINES .....                                                  | 5         |
| 2.2      | GEOLOGISCHE SITUATION .....                                        | 5         |
| 2.3      | BAUGRUNDVERHÄLTNISSE .....                                         | 8         |
| 2.4      | HYDROLOGISCHE VERHÄLTNISSE .....                                   | 12        |
| 2.5      | VORHANDENE GRÜNDUNG .....                                          | 13        |
| <b>3</b> | <b>GRÜNDUNGSTECHNISCHE SCHLUSSFOLGERUNGEN .....</b>                | <b>14</b> |
| 3.1      | BAUGRUNDEIGNUNG .....                                              | 14        |
| 3.2      | EINTEILUNG DER ERDSTOFFE IN HOMOGENBEREICHE GEMÄß VOB/C 2019 ..... | 17        |
| 3.3      | EMPFEHLUNGEN ZUR GRÜNDUNG .....                                    | 18        |
| 3.4      | WASSERHALTUNGSMAßNAHMEN UND BAUWERKSABDICHTUNG .....               | 21        |
| 3.5      | TECHNISCHE HINWEISE ZUR BAUAUSFÜHRUNG .....                        | 22        |
| <b>4</b> | <b>BERATUNG/BAUBEGLEITUNG/BAUÜBERWACHUNG .....</b>                 | <b>25</b> |
| <b>5</b> | <b>BERECHNUNGSKENNWERTE .....</b>                                  | <b>26</b> |
| <b>6</b> | <b>BERECHNUNG .....</b>                                            | <b>27</b> |
| <b>7</b> | <b>SCHLUSSBEMERKUNGEN .....</b>                                    | <b>29</b> |

## Anlagenverzeichnis

|     |                                             |
|-----|---------------------------------------------|
| A 1 | Aufschlussplan                              |
| A 2 | Aufschlussprofile                           |
| A 3 | Ergebnis Zustandsgrenzen zzgl. Wassergehalt |
| A 4 | Einteilung der Erdstoffe in Homogenbereiche |

## 1 Allgemeines

### 1.1 Vorgang

Im Mai 2021 wurde dem INGENIEURBÜRO FÜR BAUGRUND JACOBI der Auftrag für Baugrunduntersuchungen in Erfurt, Friedrich-Ebert-Straße, erteilt. Dabei sollten ein Gutachten erstellt und Laboruntersuchungen durchgeführt werden.

Grundlage des Auftrags war das Angebot K21-318 vom 12.04.2021 mit dem darin enthaltenen Leistungsumfang.

Auf die Bohrungen im Gebäudeinneren wurde in Rücksprache mit dem Planungsbüro sowie Statiker vorerst verzichtet.

Neben den einschlägigen Vorschriften und Richtlinien standen für die Ausarbeitung des Gutachtens folgende Unterlagen zur Verfügung:

- U 1 Auftrag vom Mai 2020
- U 2 Lageplan vom 24.03.2021
- U 3 7 Schichtenverzeichnisse der am 22.06.2021 abgeteufte Rammkernsondierungen
- U 4 2 Verzeichnisse der Baggerschürfe vom 22.06.2021
- U 5 Geologische Karte (GK25), Maßstab 1:25.000
- U 6 Ingenieurgeologische Karte der Auslaugungserscheinungen, Maßstab 1:100.000
- U 7 Hydrologische Karte Deutschlands, Maßstab 1:200.000 (HÜK 200) bzw. das landesweite Strömungsmodell im Maßstab 1:50.000 (HK 50)
- U 8 Hintergrundwerte im Grundwasser von Deutschland (HGW) (BGR, 2014-2020)
- U 9 Thüringer Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft (2020) Geoproxy Kartenauszug (GDI-Th): Orthofoto, Liegenschaftskarte, DGM, Schutzgebietskarte, URL: [http://www.geoproxy.geoportal-th.de/geoclient/start\\_geoproxy.jsp](http://www.geoproxy.geoportal-th.de/geoclient/start_geoproxy.jsp)
- U 10 Bundesamtes für Strahlenschutz Karte "Radon-Konzentration im Boden" des Bundesamtes für Strahlenschutz, URL: <https://www.imis.bfs.de/geoportal/>

Der Plan [U2] war Grundlage unseres Kostenangebotes und der Festlegung der Bohr- und Bohrpunkte und Baggerschürfe.

## 1.2 Standort & Baubeschreibung

In Erfurt ist der Anbau an eine bestehende Sporthalle geplant. Der Standort befindet sich im südlichen Stadtgebiet, am Südpark. Das Gelände ist im Baufeld eben und von Gras bewachsen

Der Anbau wird ohne Keller errichtet. Die Grundfläche des Bestandsgebäudes beträgt ca. 48 x 26 m. An der gesamten östlichen Giebelseite ist ein Erweiterungsbau von rd. 15 m Länge geplant.

Die genauen Abmessungen liegen uns noch nicht vor.

Weitere bautechnische Angaben waren zum Bearbeitungszeitpunkt nicht verfügbar.

Das Bauvorhaben wird, aufgrund der ungünstigen Baugrundverhältnisse, der Geotechnischen Kategorie 2 (GK2, mittlerer Schwierigkeitsgrad) zugeordnet.

Maßgebend für die Einstufung ist der quell- und schrumpfungsempfindliche Boden sowie die erforderliche Unterfangung (DIN 4123) des Bestandsgebäudes.



Abbildung 1: Lageübersicht des Untersuchungsgebietes (eingenordet, ohne Maßstab; ©GDI-Th).

## 2 Feststellung

### 2.1 Allgemeines

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse wurden am 22.06.2021 7 Rammkernsondierungen (RKS) für den Anbau durchgeführt. Dabei wurden die RKS im Kleinrammbohrverfahren mit einem Durchmesser von  $d = 80$  bis  $36$  mm nach DIN EN ISO 22475-1 bis in Tiefen von  $3,1$  bis  $4,6$  m unter Oberkante (OK) vorhandenes Gelände abgeteuft. Die aufgeschlossenen Bodenschichten wurden in Anlehnung an die DIN EN ISO 14688-1 und DIN EN ISO 14689 ingenieurgeologisch angesprochen. Es sind gestörte Bodenproben entnommen worden.

Des Weiteren wurden an der nördlichen sowie südlichen Gebäudeseite 2 Baggerschürfe (SCH) zur Erkundung der Bestandsfundamente angelegt.

Die Aufschlusstiefe der Rammkernsondierungen wurde durch die Dichte/Festigkeit des Untergrundes begrenzt. Die Geräteauslastung wurde erreicht.

Die Ansatzpunkte der Sondierungen sind im Aufschlussplan Anlage A 1 dargestellt.

Als lokaler Höhenbezugspunkt gilt die Oberkante (OK) Wasserzähler mit  $+10,00$  m als fiktive Höhe.

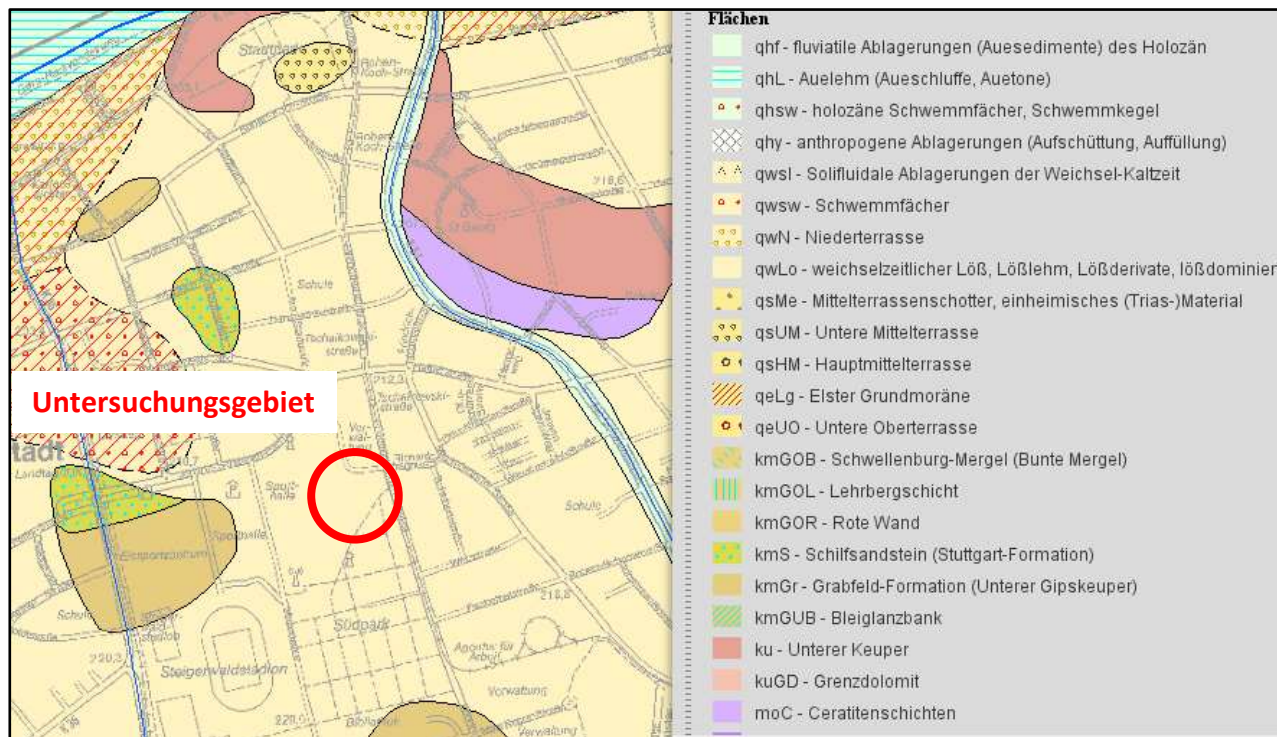
Die Höhenkoten dienen ausschließlich dem höhenmäßigen Vergleich der Aufschlüsse untereinander und sind nicht im Sinne einer Ingenieurvermessung, z.B. für Planungszwecke, zu verwenden.

### 2.2 Geologische Situation

Der Standort befindet sich im zentralen Teil des Thüringer Beckens. Dieses wird von einer weitspannigen Keupermulde gebildet. Im Bereich der Stadt Erfurt wird diese von einer langgestreckten Störungszone (Erfurter Störungszone) durchlaufen, die von Nordwest nach Südost streicht. Das Untersuchungsgebiet befindet sich südwestlich dieser Störung. Im Ortsteil Löbervorstadt sind durch die Hanglage, des südlich befindlichen Steigers verschiedene triassische Gesteine exponiert.

Die Bergkuppe wird von den Kalksteinen der Ceratitenschichten (moC) gebildet. Talabwärts schließen Tonschluffsteine und Mergelsteine des Unteren Keupers (ku), der Dolomitstein des Grenzdolomit (kuGD), Tonmergelsteine und Tonschluffsteine der Grabfeldformation (kmGr)

sowie Sandsteinen des Schilfsandsteins (kmS) an. Die Festgesteine werden durch quartäre Mittelterrassenschotter (qsMe), Auesedimente (qhf) und Lößderivate (qwLo) überlagert. Speziell im Bereich von Hängen und Nebentälern sind lößdominierte Fließerden anzutreffen.



**Abbildung 2: Übersicht Geologie (eingeordnet, ohne Maßstab; ©TLUBN-Kartendienst)**

### Erdfall-/Senkungsgefährdung

Die Ingenieurgeologische Karte weist das Gebiet als B-a-I aus. Die Gefahr von Untergrundschwächen besteht nicht.

### Erdbebeneinwirkung

Das Baugelände befindet sich nach der DIN EN 1998-1/NA:2011-01 Bild NA.1 in keiner Erdbebenzone.

### Radon-Konzentration im Boden

Das Baugelände befindet sich, nach der Karte "Radon-222 Konzentration im Boden" des Bundesamtes für Strahlenschutz, im Gebiet mit einer Konzentration von geschätzten 40.000 bis 100.000 Bq/m<sup>3</sup>. Demnach liegt ein erhöhtes Radonpotenzial im Untergrund vor.

Die o.g. genannten Werte geben eine Orientierung darüber, wie Radon in der Bodenluft einen Meter unter der Erdoberfläche regional verteilt ist. Aussagen zu Einzelgebäuden können ausschließlich nur durch individuelle Messungen getroffen werden.

Entsprechende Maßnahmen zum Umgang mit Radon in Bezug auf die Gebäudeabdichtung können dem Radon-Handbuch Deutschland (Hrsg. Bundesamt für Strahlenschutz) entnommen werden.

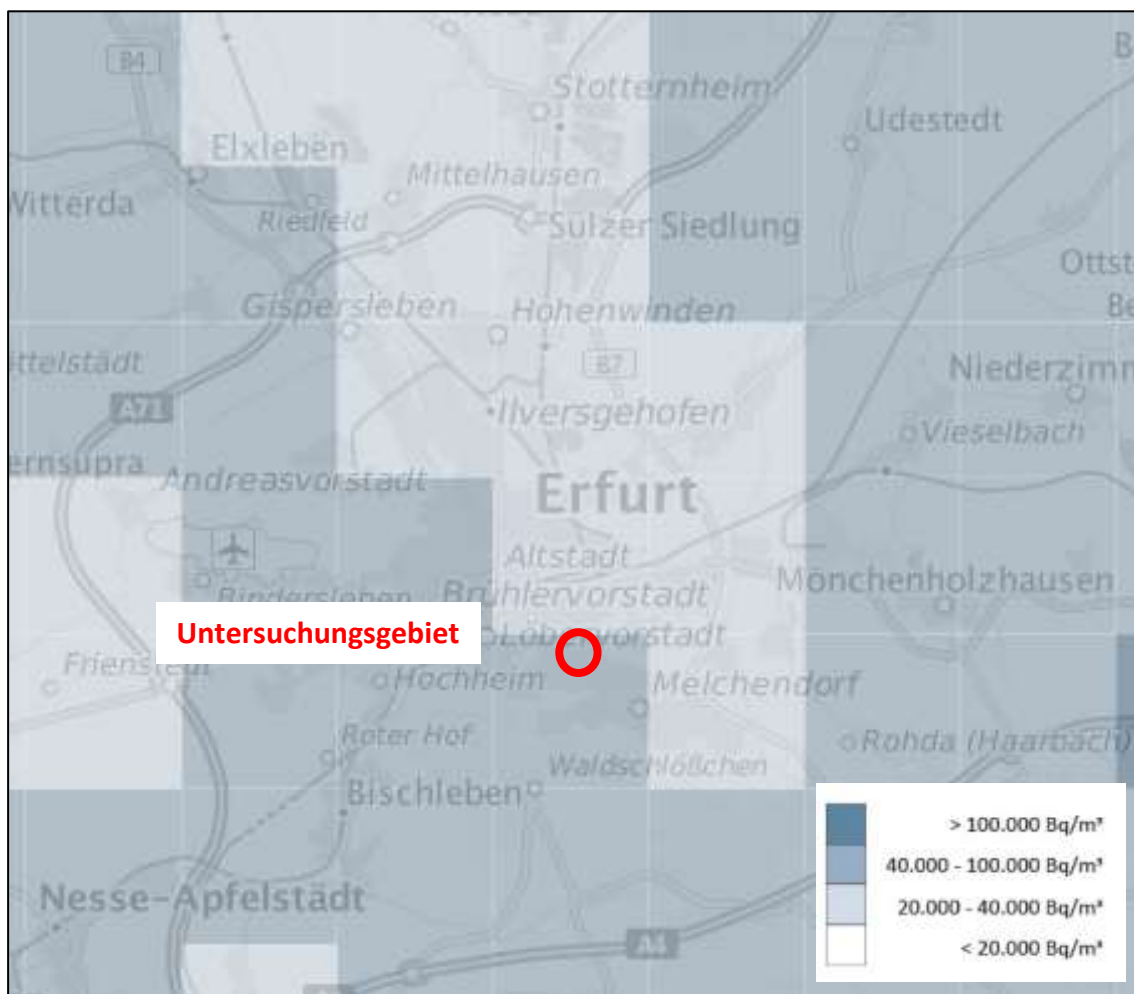


Abbildung 3: Karte "Radon-Konzentration im Boden" des Bundesamtes für Strahlenschutz (eingenordet, ohne Maßstab, ©BfS-Kartendienst).

## 2.3 Baugrundverhältnisse

Der Baugrund lässt sich im Aufschlussbereich zusammenfassend als ein 4-Schichtsystem beschreiben.

**Tabelle 1: Übersicht der Schichten.**

| Schicht | Bodenart                             | Schichtuntergrenze<br>[m u. GOK] | Aufschluss      |
|---------|--------------------------------------|----------------------------------|-----------------|
| 1       | Oberboden                            | 0,1 bis 0,3                      | RKS 1 bis RKS 7 |
| 2       | Auffüllung                           | 0,9 bis 1,4                      | RKS 1 bis RKS 7 |
| 3       | Lößderivat                           | 2,7 bis $\geq 3,4$               | RKS 1 bis RKS 7 |
| 4       | Mergelstein, zersetzt bis verwittert | $\geq 3,1$ bis $\geq 4,6$        | RKS 1, 2, 3, 5  |

Bedingt durch das Aufschlussverfahren können die tatsächlichen Tiefen von den gemessenen Tiefen abweichen. Naturbedingt kann der Schichtverlauf im Untergrund Schwankungen unterworfen sein. Grundsätzlich gilt nach DIN 4020:2010-12 Abschn. 2.1.1: „Aufschlüsse in Boden und Fels sind als Stichproben zu bewerten. Sie lassen für zwischenliegende Bereiche nur Wahrscheinlichkeitsaussagen zu [...].“

Detaillierte Angaben zur Bodenhauptart, Baugrundsichtung, Beimengungen, Beschaffenheit und Farbe können den Bohrprofilen in Anlage A 2 entnommen werden.

Für die Einteilung und Bewertung der Erdstoffe wurden die Zustandsgrenzen nach DIN 18122 herangezogen. Die genauen Ergebnisse sind der Anlage A 3 zu entnehmen.

Eine chemische Beurteilung der Erdstoffe der Schichten 2 und 3 erfolgt in dem Bericht zur Abfallcharakterisierung S21-090.

## Schicht 1: Oberboden

Als Geländedeckschicht steht bei RKS 8 ein ca. 0,1 bis 0,3 m mächtiger durchwurzelter, aufgefüllter **Oberboden** an.

**Tabelle 2: Geotechnische Klassifizierung der Schicht 1: Oberboden.**

| Parameter                                  | Klassifizierung                                                                                         |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bodenart                                   | <b>Oberboden</b> (aufgefüllt)<br>Schluff, sandig, schwach tonig, sehr schwach kiesig, org. Beimengungen |
| Bodengruppen (DIN 18196)                   | [OU]                                                                                                    |
| Färbung                                    | braun                                                                                                   |
| Plastizität                                | leichtplastisch                                                                                         |
| Lagerungsdichte (anhand Bohrfortschritt)   | locker                                                                                                  |
| Konsistenz                                 | steif                                                                                                   |
| Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit    | groß                                                                                                    |
| Frostempfindlichkeitsklasse (ZTV E-StB 17) | F 3                                                                                                     |
| Verdichtbarkeitsklasse (ZTV A-StB 12)      | -                                                                                                       |
| Bodengruppen (ATV-DVWK-A 127)              | -                                                                                                       |
| Durchlässigkeitsbeiwert $k_f^A$            | $\leq 10^{-5}$ m/s                                                                                      |

<sup>A</sup> Kann in Abhängigkeit von der Lagerungsdichte, Kornverzahnung und dem Feinkornanteil weiter variieren.

## Schicht 2: Auffüllung

Als Deckschicht steht eine **Auffüllung** mit Dicken von 0,9 bis 1,1 m an.

Als Fremdbestandteile wurden Ziegel- und Betonbruch angetroffen. Die Kornzusammensetzung ist dabei über die Baufeldfläche erheblichen Schwankungen unterworfen.

Es ist nicht auszuschließen, dass Bauwerksreste, Betonbruch oder ähnliches in den aufgefüllten Bereichen vorliegen. In den Baggerschürfen wurden teils blockige Betonreste angetroffen.

Örtlich sind durchaus tiefer aufgefüllte Bereiche und kleine Hohlräume innerhalb der Auffüllung möglich. Im Bereich von Leitungen oder Kanälen sind tiefer aufgefüllte Bereiche zu erwarten.

Die Auffüllungen sind als nicht tragfähig zu charakterisieren.

**Tabelle 3: Geotechnische Klassifizierung der Schicht 2: Auffüllung.**

| Parameter                                  | Klassifizierung                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bodenart                                   | <b>Auffüllung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kies, schwach schluffig bis schluffig, sandig</li> <li>- Schluff, stark sandig, schwach kiesig bis stark kiesig, sehr schwach steinig</li> <li>- Sand, schluffig, kiesig</li> </ul> Fremdbestandteile: Ziegel-, Betonreste |
| Bodengruppen (DIN 18196)                   | [TL-TM, SU*, GU, GU*]                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Färbung                                    | braun, dunkelbraun, bunt                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Plastizität                                | leicht- bis mittelpastisch                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Lagerungsdichte (anhand Bohrfortschritt)   | locker bis mitteldicht                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Konsistenz                                 | steif bis halbfest (TL-TM)                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit    | groß                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Frostempfindlichkeitsklasse (ZTV E-StB 17) | F 3                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Verdichtbarkeitsklasse (ZTV A-StB 12)      | V 2 (SU*, GU, GU*) bis V 3 (TL-TM)                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Bodengruppen (ATV-DVWK-A 127)              | G 2 bis G 4                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Durchlässigkeitsbeiwert $k_f^A$            | $5 \cdot 10^{-8}$ m/s bis $10^{-5}$ m/s                                                                                                                                                                                                                                               |

<sup>A</sup> Kann in Abhängigkeit von der Lagerungsdichte, Kornverzahnung und dem Feinkornanteil weiter variieren.

### Schicht 3: Lößderivat

Unterhalb setzt der natürlich gewachsene Boden in Form von **Lößderivat** ein. Der leicht- bis mittelpastische Löß wurde mit allen Sondierungen angeschnitten.

Der erkundete Löß ist aufgrund der Korngrößenzusammensetzung als sehr bewegungs- und wasserempfindlich einzustufen. Insbesondere bei Wasserzutritt unter dynamischer Beanspruchung (Befahren, Rammen, Verdichten) kann dieser seinen Zustand ungünstig verändern und zum Ausfließen neigen.

**Tabelle 4: Geotechnische Klassifizierung der Schicht 3: Lößderivat.**

| Parameter                                  | Klassifizierung                                                                               |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bodenart                                   | <b>Lößderivat</b><br>Schluff, sandig, sehr schwach tonig bis tonig, teils sehr schwach kiesig |
| Bodengruppen (DIN 18196)                   | TL-TM                                                                                         |
| Färbung                                    | braun                                                                                         |
| Plastizität                                | leicht- bis mittelplastisch                                                                   |
| Lagerungsdichte (anhand Bohrfortschritt)   | -                                                                                             |
| Konsistenz                                 | steif bis halbfest                                                                            |
| Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit    | groß                                                                                          |
| Frostempfindlichkeitsklasse (ZTV E-StB 17) | F 3                                                                                           |
| Verdichtbarkeitsklasse (ZTV A-StB 12)      | V 3                                                                                           |
| Bodengruppen (ATV-DVWK-A 127)              | G 4                                                                                           |
| Durchlässigkeitsbeiwert $k_f$ <sup>A</sup> | $10^{-9}$ m/s bis $10^{-6}$ m/s                                                               |

<sup>A</sup> Kann in Abhängigkeit von der Lagerungsdichte, Kornverzahnung und dem Feinkornanteil weiter variieren.

#### **Schicht 4: Mergelstein, zersetzt bis verwittert**

Die Festgesteine des Mittleren Keupers, in Form von **Mergelstein**, wurden in 4 Bohrungen angeschnitten.

Bedingt durch das Aufschlussverfahren sind Bestandteile/Körner mit einem Durchmesser > 36 mm bzw. > 60 mm (Rammkernsondierung) nicht erfasst.

Oberhalb liegen sie in einem zersetzten bis verwitterten Zustand vor. Nach unten nimmt der Grad der Verwitterung rasch ab.

Infolge seiner Dichte und Körnung ist das Sedimentgestein im Regelfall nur sehr schwach wasserdurchlässig ( $k_f < 1 \cdot 10^{-8}$  m/s). D.h. der Mergelstein fungiert als Wasserstauer. Wasser kann nur bis in geringe Tiefen eindringen.

**Tabelle 5: Geotechnische Klassifizierung der Schicht 4: Mergelstein, zersetzt bis verwittert.**

| Parameter                                                    | Klassifizierung                                 |
|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Bodenart                                                     | <b>Mergelgestein</b> , zersetzt bis verwittert  |
| Kurzform (DIN 4023:2006-02); Bodengruppe (DIN 18196:2011-05) | Mst, TM                                         |
| Färbung                                                      | hellbraun                                       |
| Lagerungsdichte (anhand Bohrfortschritt)                     | -                                               |
| Konsistenz                                                   | steif bis fest, überwiegend halbfest            |
| Plastizität                                                  | mittelplastisch                                 |
| Witterungs- und Erosionsempfindlichkeit                      | groß                                            |
| Frostempfindlichkeitsklasse (ZTV E-StB 17)                   | F 2 bis F 3                                     |
| Verdichtbarkeitsklasse (ZTV A-StB 12)                        | V 2 <sup>B</sup>                                |
| Bodengruppen (ATV-DVWK-A 127)                                | G 2 bis G 4 <sup>B</sup>                        |
| Veränderlichkeit in Wasser (DIN EN 14689-1)                  | veränderlich - stark veränderlich, Grad 3 - 4   |
| Durchlässigkeitsbeiwert $k_f$ <sup>A</sup>                   | $5 \cdot 10^{-9}$ m/s bis $5 \cdot 10^{-4}$ m/s |

<sup>A</sup> Kann in Abhängigkeit von der Lagerungsdichte, Kornverzahnung und dem Feinkornanteil weiter variieren.

<sup>B</sup> Auf entsprechende Korngrößenverteilung und ggf. notwendige Brechung des Materials ist zu achten.

## 2.4 Hydrologische Verhältnisse

### 2.4.1 Hydrogeologie

Wasser wurde bei keinem der durchgeführten Aufschlüsse angeschnitten.

Die Hydrogeologische Übersichtskarte (HÜK 200) bzw. das landesweite Strömungsmodell im Maßstab 1:50.000 (HÜK 50) gibt einen berechneten Mittleren Grundwasserflurabstand von < 2 m an. Des Weiteren kann der Grundwasserflurabstand erheblichen jahreszeitlichen Schwankungen unterliegen.

Der Bemessungsgrundwasserstand ist anhand der vorliegenden Informationen auf etwa 2 m unter GOK anzusetzen. Dieser tritt als Stau- und Schichtenwasser über dem Festgestein und im Lößderivat auf.

Im Hinblick auf die geplante Bebauung bedeutet die Wassersituation, dass z.B. in Baugruben oder verfüllten Arbeitsräumen im Bereich gering bis schlecht durchlässiger Erdstoffe die Böden wie „Badewannen“ wirken können, in denen sich zulaufendes Schicht- und Sickerwasser anstauen kann. Das heißt es kann sich auch ein höherer Wasserstand als der Bemessungsgrundwasserstand einstellen.

Der Bereich liegt außerhalb eines Trinkwassereinzugsgebietes. Das Grundwasser ist am Standort als „Gewässer mit normalen Schutzbedürfnissen“ einzuordnen.

#### **2.4.2 Versickerungsfähigkeit**

Die Wasseraufnahme- bzw. Versickerungsfähigkeit des Bodens ist stark eingeschränkt. Ursache der schlechten Durchlässigkeit ist das Lößderivat und der Mergelstein, welcher als Wassergeringleiter fungiert und in einem unbekannten Maße dazu führt, dass eine Versickerung komplett verhindert werden kann.

#### **2.4.3 Beton- und Stahlaggressivität**

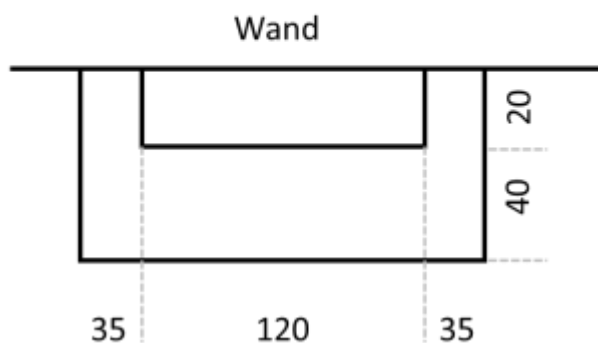
Anhand der Hydrologischen Karte von Deutschland 1:200.000 für Hintergrundwerte (HÜK200 HGW) sind am Standort Sulfatkonzentrationen von 89,3 mg/l (50 Perzentil) bis 583 mg/l (95 Perzentil) möglich. Dies entspricht der Expositionsklasse für Betonaggressivität XA1. Das bedeutet, das Grundwasser ist nicht bis schwach Beton angreifend.

### **2.5 Vorhandene Gründung**

Die Gründung des Bestandes wurde an der Nord- und Südseite erkundet. Die Lasten werden an den Stützen über Einzelfundamente sowie über Streifenfundamente zwischen den Stützen in den Untergrund abgetragen. Die Gründung erfolgte einheitlich auf dem Lößderivat in Tiefen von 0,8 bis 0,9 m unter Geländeoberkannte (GOK). Die Gründung ist nicht ausreichend frostsicher. In der Frostzone 2 hat die frostsichere Einbindtiefe 1,0 m zu betragen. Wir empfehlen diese im Zuge der Baumaßnahme durch Anschüttung wieder herzustellen.

Die Streifenfundamente sind teils mit Sauberkeitsschicht und mit Schalung ausgeführt worden. Ihre Stärke beträgt ohne Sauberkeitsschicht 0,8 m

Schurf 1: Draufsicht



Schurf 1: Seitenansicht

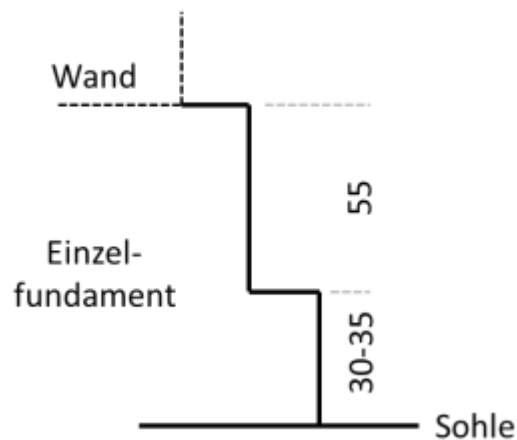


Abbildung 4: Schematische Darstellung Schurf 1 (Nordseite); Angaben in Zentimeter.

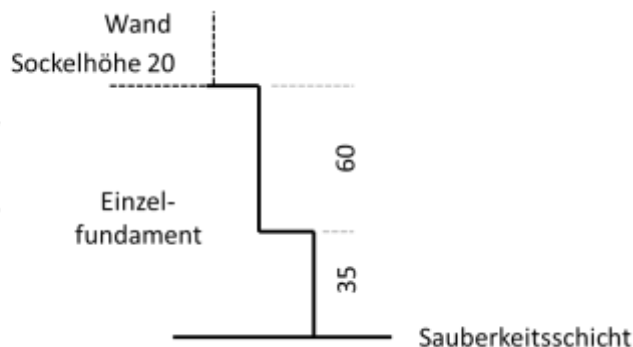
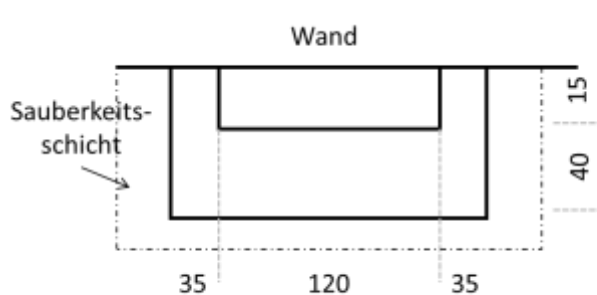


Abbildung 5: Schematische Darstellung Schurf 2 (Südseite); Angaben in Zentimeter.

Laut DIN 4123 darf ein Bauwerk nicht ohne ausreichende Sicherungsmaßnahmen bis zu seiner Fundamentunterkante oder tiefer freigeschachtet werden. Des Weiteren liegt ein Untergraben (Grundbruchgefahr) des Bestandsfundamentes vor, sobald die Bodenaushubgrenze 0,5 m über Unterkante Bestandsfundament liegt.

### 3 Gründungstechnische Schlussfolgerungen

#### 3.1 Baugrundeignung

##### 3.1.1 Eignung als Standort

Der Standort ist für die vorgesehene Bebauung aus baugrundtechnischer Sicht unter Berücksichtigung folgender erschwerender Bedingungen geeignet:

- mögliche Bauwerksreste aufgrund der Altbebauung
- Anschnitt von Schicht- oder Stauwasser möglich (witterungsabhängig)
- Ggf. Unterfangung der Nachbebauung
- Ggf. benötigter Verbau
- Gründungen neben dem Bestand
  - DIN 4123 berücksichtigen
  - erschütterungsarme Bauweise (Lösen, Verbau, Verdichtung etc.) wählen

### 3.1.2 Eignung der Baugrundsichten zur Gründung

**Tabelle 6: Eignung der Baugrundsichten zur Gründung.**

| Schicht | Bodenart                             | Eignung als Gründungsschicht                                                                           |
|---------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1       | Oberboden                            | nicht geeignet                                                                                         |
| 2       | Auffüllung                           | nicht geeignet                                                                                         |
| 3       | Lößderivat                           | <u>geeignet</u> bzw. bei geringen Konsistenzen ggf. nur nach einer zusätzlichen Baugrundstabilisierung |
| 4       | Mergelstein, zersetzt bis verwittert | <u>geeignet</u>                                                                                        |

### 3.1.3 Lösbarkeit und Verwendbarkeit des Aushubes

#### Lösbarkeit

Für die Kalkulation der Erdarbeiten erfolgt neben der Einteilung in Homogenbereiche gemäß Abschnitt 3.2 die Einteilung der Erdstoffe und deren Lösbarkeit gemäß DIN 18300:2012-09.

**Tabelle 7: Übersicht zu Boden-/Felsklassen nach DIN 18300:2012-09.**

| Schicht | Bodenart                             | Boden-/Felsklasse<br>(DIN 18300:2012-09) |
|---------|--------------------------------------|------------------------------------------|
| 1       | Oberboden                            | Bk. 1                                    |
| 2       | Auffüllung                           | Bk. 3-4 <sup>A,B</sup>                   |
| 3       | Lößderivat                           | Bk. 4                                    |
| 4       | Mergelstein, zersetzt bis verwittert | Bk. 6 <sup>B,C</sup>                     |

<sup>A</sup> Bauwerksreste u.a. in der Auffüllung sind getrennt nach Aufmaß abzurechnen.

<sup>B</sup> Bodenarten nach den Klassen 3 und 4, jedoch mit über 30 % Masseanteil an Steinen sowie Bodenarten mit höchstens 30 % Masseanteil an Blöcken der Korngröße über 200 bis 630 mm sind der Bodenklasse 5 nach Abstimmung mit dem Baugrundgutachter und nach Aufmaß zuzuordnen. Bodenarten mit über 30 % Masseanteil an Blöcken sind der Boden-/Felsklasse 6 nach Abstimmung mit dem Baugrundgutachter und nach Aufmaß zuzuordnen.

<sup>C</sup> Der (stark) zersetzte Mergelstein weist Lockergesteinseigenschaften auf und ist demnach den Bodenklassen 4 bis 5 zuzuordnen. Die Felsklasse 6 beschreibt für das verwitterte Festgestein den Regelfall. Neben dieser kann in Horizonten, die eine erhöhte Festigkeit und einer Platten-/ Bankstärke von  $\geq 0,3$  m aufweisen, eine Einstufung in die Bk. 7 erforderlich werden. Die Einstufung hat in Abstimmung mit dem Baugrundgutachter zu geschehen.

#### Verwendbarkeit des Aushubs

- Der oberhalb anstehende **Oberboden** (Schicht 1) kann als Kulturboden wiederverwendet werden und ist ansonsten nur zur Geländeregulierung von unbelasteten Flächen geeignet. Die Vorgaben der BBodSchV sind zu beachten.
- Die **Auffüllung** (Schicht 2), das **Lößderivat** (Schicht 3) und der **zersetzte bis verwitterte Mergelstein** (Schicht 4) sind im erdfeuchten steifen bis halbfesten bzw. zersetzten bis verwitterten Zustand zum Wiedereinbau im Bereich der Grabenhauptverfüllzone und als Bauwerkshinterfüllung geeignet. Aufgrund des teilweise hohen Feinkornanteils sind dünne Lagenstärken und knetend wirkende Verdichtungsgeräte (z.B. Schafffußwalze) für einen ausreichend dichten Einbau notwendig. Bei der Auffüllung sind die Vorgaben der BBodSchV zu beachten.

Bei einer Verwendung des Materials als Bauwerkshinterfüllung sind eventuell auftretende Steine oder Blöcke (Durchmesser > 63 mm) in dem Erdstoff im Vorfeld auszusortieren.

Bei einer Zwischenlagerung ist in jedem Fall darauf zu achten, dass die Erdstoffe ordnungsgemäß vor Witterungseinflüssen geschützt werden. Um die Erdstoffe ordnungsgemäß einbauen zu können, empfehlen wir eine getrennte Lagerung voneinander.

Für einen fachgerechten Einbau sollten die Erdstoffe einen optimalen Wassergehalt besitzen. Um diesen zu erreichen, muss dem Aushub ggf. Wasser hinzugegeben bzw. entzogen werden.

### **3.2 Einteilung der Erdstoffe in Homogenbereiche gemäß VOB/C 2019**

Für die Einteilung in Homogenbereiche wurden die aus unserer Sicht erforderlichen Laborversuche und Felduntersuchungen (durchgeführt (gemäß Eurocode 7 und der Länderanpassung durch die DIN 4020 sowie in Anlehnung an die aktuelle VOB/C). Weiterhin haben wir Erfahrungswerte sowie Kennwerte aus umliegenden Baumaßnahmen herangezogen.

Da der Massenanteil an Steinen und Blöcken wurde für die Bauwerkshinterfüllung mittels Baggerschurf ermittelt wurde. Für die übrigen Schichten beruht die Angabe lediglich auf Erfahrungswerten.

Die Erdstoffe wurden anhand Ihrer Eigenschaften in folgende Homogenbereiche i.A.a. DIN 18300:2019-09 (Erdarbeiten) und DIN 18320:2019-09 (Landschaftsbauarbeiten) eingeteilt:

**Tabelle 8: Übersicht zur Einteilung der Homogenbereiche.**

| Schicht | Bodenart                                   | Homogenbereich<br>DIN 18300<br>(Erdarbeiten) <sup>A</sup> |                                            | Homogenbereich<br>DIN 18320<br>(Landschafts-<br>bauarbeiten) <sup>A</sup> |
|---------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
|         |                                            | Lösen<br>und<br>Laden                                     | Einbauen<br>und<br>Verdichten <sup>B</sup> |                                                                           |
| 1       | Oberboden                                  | -                                                         | -                                          | LA 1                                                                      |
| 2       | Auffüllung                                 | EA <sub>LL</sub> 1                                        | EA <sub>EV</sub> 1 <sup>C</sup>            | -                                                                         |
| 3       | Lößderivat                                 | EA <sub>LL</sub> 2                                        | EA <sub>EV</sub> 2                         | -                                                                         |
| 4       | Mergelstein,<br>zersetzt bis<br>verwittert | EA <sub>LL</sub> 3                                        | EA <sub>EV</sub> 3                         | -                                                                         |

<sup>A</sup> Homogenbereiche sind nach Festlegung der einzusetzenden Erdbaugeräte durch den Planer zu verifizieren.

<sup>B</sup> Die Wiedereinbaufähigkeit ist abhängig von der Zuordnung nach LAGA M 20 im Hinblick auf den vorsorgenden Boden- und Grundwasserschutz.

<sup>C</sup> Organische Böden bzw. Böden mit org. Beimengungen sind für einen Wiedereinbau in technischen Bauwerken nicht geeignet.

Die detaillierte Einteilung der Homogenbereiche mit Angabe der Eigenschaften und Kennwerte sowie der sich ergebenden Bandbreiten sind der Anlage A 4 zu entnehmen.

### 3.3 Empfehlungen zur Gründung

#### 3.3.1 Gründungsart & Gründungstiefe

Die OK FFB wird auf die Fußbodenhöhe des Bestandes angepasst.

Bei der Gründung des nicht unterkellerten Gebäudes ist darauf zu achten, dass diese auf einem Erdstoff mit annähernd gleichen Tragfähigkeitseigenschaften zu erfolgen hat. Nach den beschriebenen Baugrundverhältnissen wäre dies das **Lößderivat (Schicht 3)**, was somit eine Gründungstiefe von mindestens 1,1 bis 1,4 m unter Oberfläche aktuelles Gelände ergibt.

Die Gründung ist auf dem Gründungsniveau der Bestandsgründung, jedoch min. auf der o. g. **Schicht 3** abzusetzen. Die DIN 4123 ist zu berücksichtigen.

## Gründung Halle

Die Bauwerkslasten werden über **Einzelfundamente** mit aufliegender Balkensystem oder **Streifenfundamenten** in den Untergrund eingetragen.

Die Gründung erfolgt einheitlich auf dem Lößderivat. Dabei ist zu beachten, dass die Fundamente die Schicht sauber (mind. 0,2 m) anschneiden. Dies entspricht Gründungstiefen von mind. 1,3 bis 1,6 m unter OK aktuelles Gelände. Der Oberboden und die Auffüllungen sind vollständig zu durchstoßen.

Eine frostsichere Einbindung der Gründung von mindestens 1,0 m unter Oberfläche endgültigem Gelände (Frosteinwirkungszone II) ist zu gewährleisten.

Die Auffüllungen sind nur bedingt standsicher, so dass örtlich mit erhöhten Nachfall bzw. Einschalungsarbeiten zu rechnen ist.

Ab OK Gelände sind Einschalungsarbeiten erforderlich.

Örtlicher Nachfall ist möglich und unmittelbar vor dem Betonieren herauszunehmen, ggf. sind stellenweise Einschalungsarbeiten erforderlich.

Die Gründungssohle sollte durch einen Baugrundsachverständigen abgenommen werden. Sie ist auf ihre Gleichmäßigkeit und mögliche Schwachstellen zu prüfen, ggf. werden Tiefergründungen (Magerbeton) notwendig.

Da sich die Gründungstiefen unterscheiden können, sind beim Einbau der Streifenfundamente Stufen einzuplanen, welche eine Höhe von maximal 0,50 m nicht überschreiten dürfen.

## Hallenfußboden

Die nicht freitragende Fußbodenplatte (zwischen den Streifenfundamenten) ist separat auf einem 15 cm mächtigen kapillarbrechenden Kies (z.B. 4/16) zu gründen. Darunter ist ein mind. 30 cm dicker, gut verdichtungsfähiger lastverteilernder Kies oder Schotter (0/45) einzubringen. Als Variante kann eine freitragende Fußbodenplatte (als Decke ausgebildet) ausgeführt werden. Dann kann auf den Einbau des stabilisierenden Polsters verzichtet werden.

Vor dem Schottereinbau ist die Schicht 1 vollständig zu durchstoßen bzw. der obere Horizont bis mind. 0,30 m abzuschleifen. Wird für das Polster ein Schotter bzw. Kies mit Frostschutzqualität und einer Wasserdurchlässigkeit von  $k_f \geq 1 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$  verwendet, so kann auf die

kapillARBrechende Kiesschicht verzichtet werden. Zwischen Schotterpolster und der tonigen Schachtsohle ist ein trennendes Geovlies einzubauen.

Die Schacht- und Betonierarbeiten haben eine Einheit zu bilden und sind unmittelbar nacheinander auszuführen. Die Gründungssohle ist gegen Witterungseinflüsse zu schützen, z.B. durch den sofortigen Einbau der Gründung.

### **3.3.2 Böschungen, Verbau und Arbeitsraumbreiten**

Alle Arbeiten an Böschungen, Verbau und Arbeitsräumen müssen gemäß DIN 4124 ausgeführt werden.

Bis in eine Tiefe von 1,25 m können Baugrubenwände senkrecht gestaltet werden. Bei der Ausführung von temporären Baugrubenböschungen ist ein Böschungswinkel von  $\beta \leq 45^\circ$  für Auffüllungen und nichtbindige Böden sowie  $\beta \leq 60^\circ$  für min. steife bindige Böden gemäß DIN 4124 einzuhalten.

Werden lockere bis sehr lockere (z.B. Bauschuttnester), aufgeweichte Bereiche oder Rutschflächen angeschnitten, so ist der Böschungswinkel in Abstimmung mit dem Baugrundgutachter und Bauleiter zu verringern. Ab einer Böschungshöhe von mehr als 5,0 m ist die Standsicherheit nachzuweisen.

Baugeräte und Fahrzeuge bis 12 t Gesamtgewicht müssen einen Abstand von mindestens 1,0 m, Baugeräte und Fahrzeuge mit 12 – 40 t von mindestens 2,0 m zwischen der Außenkante der Aufstandsfläche und der Böschungskante einhalten. Zudem ist an den Böschungsoberkanten ein mindestens 1,0 m breiter Streifen lastfrei zu halten. Die Böschungsoberfläche ist vor Erosion zu schützen.

Zum Schutz vor Witterungseinflüssen sind Böschungen bei länger offenstehenden Baugruben mit einer über die Bauzeit UV-beständigen Folie abzuhängen. Die Folie ist an der Böschungskrone und am Böschungsfuß zu befestigen. An der Böschungskrone ist eine Wassersperre zur Vermeidung des Oberflächenwasserabflusses über die Böschung anzuordnen.

In Bereichen, wo die Baufreiheit eingeschränkt ist oder eine zusätzliche Belastung auf die Böschung ausgeübt wird oder ein Abböschchen nicht präferiert wird, ist nach DIN 4124 ein Verbau auszuführen. Das Einrammen von Verbauteilen ist zur Vermeidung von Erschütterungen nicht

empfehlenswert. Verbauträger bzw. -elemente sind in vorgebohrte Öffnungen zu stellen.

Erschütterungsmessungen nach DIN 4150-3 sollten zur Überwachung der Verbaumaßnahmen durchgeführt werden.

### **3.3.3 Unterfangung**

Bei der Planung und Ausführung von Unterfangungsarbeiten ist die DIN 4123 maßgebend.

Die Gründung des Neubaus ist mindestens bis zur Unterkante der Bestandsgründung anzusetzen.

Bei Tiefergründungen werden Unterfangungen notwendig. Die Bestandsgründung ist in Kapitel 2.5 beschrieben.

Wir empfehlen vor Beginn der Maßnahme ein Bausicherungsverfahren (Beweissicherung) durchführen zu lassen (s. DIN 4123 5.5 und DIN EN ISO 18674-1).

Laut DIN 4123 darf ein Bauwerk nicht ohne ausreichende Sicherungsmaßnahmen bis zu seiner Fundamentunterkante oder tiefer freigeschachtet werden. Des Weiteren liegt ein Untergraben (Grundbruchgefahr) des Bestandsfundamentes vor, sobald die Bodenaushubgrenze 0,5 m über Unterkante Bestandsfundament liegt.

## **3.4 Wasserhaltungsmaßnahmen und Bauwerksabdichtung**

### **3.4.1 Wasserhaltungsmaßnahmen**

Bei der geplanten Baumaßnahme ist nicht mit dem Anschnitt von Grundwasser zu rechnen. Die Gründungsarbeiten sind möglichst zu Zeiten geringer Grundwasserstände und Niederschlagswahrscheinlichkeit (z.B. Spätsommer oder Herbst) auszuführen. So können aufwendige bauzeitliche Wasserhaltungsmaßnahmen in der Regel vermieden bzw. verringert werden.

Zu Zeiten ungünstiger Wasserstände ist aufgrund anfallenden Oberflächen- und/ oder Schichtenwassers durchaus mit Wasserhaltungsmaßnahmen zu rechnen. Anfallendes Wasser ist dann mittels Pumpensumpf über eine offene Wasserhaltung abzuführen. Stärkere Wasseraustritte aus der Böschung oder aus der Sohle sind separat zu fassen und abzuleiten bzw. abzapfen.

### 3.4.2 Bauwerksabdichtung

Die Wahl der Abdichtung muss nach DIN 18533-1, in Abhängigkeit der örtlichen hydrologischen Situation (siehe Abschnitt 2.4) sowie der anstehenden Böden (siehe Abschnitt 2.3), gewählt werden.

Die möglichen Vorgehensweisen zur Abdichtung bestehender Gebäude sind im WTA-Merkblatt 4-6 „Nachträgliches Abdichten erdberührter Bauteile“ geregelt.

Sofern es seitens des Fachplaners keine Einwände gibt, kann bei Bodenplatten ohne Unterkellerung auf stark wasserdurchlässigem Baugrund oder Bodenaustausch ( $k > 10^{-4}$  m/s) und Gewährleistung, dass der Schicht- bzw. Stauwassereinfluss maximal 0,5 m unter der Abdichtungsebene liegt, auf die Wassereinwirkungsklasse W 1.1-E reduziert werden.

Die maßgebende Wassereinwirkungsklasse, Abdichtungsbauart sowie die Rissklasse, Rissüberbrückungsklasse, Raumnutzungsklasse und Zuverlässigkeitsanforderungen nach DIN 18533-1 sind vom Fachplaner festzulegen.

Alternativ zu einer Abdichtung nach DIN 18533-1 kann auch eine Abdichtung nach der **WU-Richtlinie** des DAfStB (wasserundurchlässigen Beton mit Rissweitenbeschränkung) erfolgen. Hierbei ist jedoch die Wasserdampfdiffusion durch den WU-Beton zu beachten.

Es ist rechtzeitig für eine fachgerechte Ableitung anfallender Wässer zu sorgen. Spätestens bei Herstellung der Dachfläche ist das anfallende Wasser auch im Rohbauzustand fachgerecht vom Baukörper abzuleiten.

### 3.5 Technische Hinweise zur Bauausführung

- Bei unterschiedlichen Gründungstiefen der Gründungskörper sind diese unter einem Winkel von  $\beta \leq 30^\circ$  abzutreten.
- Zwischen Neubau und Bestand ist eine Setzungsfuge anzuordnen.
- Wir empfehlen vor Beginn der Maßnahme ein Bausicherungsverfahren (Beweissicherung) durchführen zu lassen.
- Zur Vermeidung von niederschlagsbedingten Erdstoffdurchnässungen im Gründungsbereich sind die Erd- und Betonierarbeiten zügig durchzuführen. Dies gilt besonders, wenn die Erdarbeiten in ungünstigen Jahreszeiten wie Frühjahr und Winter

ausgeführt werden. Die Baugrubensohle ist schnell zu überdecken oder zu schützen. Aufgeweichte Bereiche unter der Gründungssohle sind grundsätzlich zu entfernen.

- Die Lösegeräte sind zur Freilegung der Schacht- und Gründungssohlen mit ungezahnten Löffeln bzw. Körben auszurüsten, da schachtungsbedingte Auflockerungen nur bedingt durch Verdichtungsmaßnahmen zu beseitigen sind. Es sind im Bereich der bindigen Materialien ausschließlich statisch wirkende Verdichtungsgeräte zu verwenden. Es ist rückschreitend auszuheben und eine dynamische Beanspruchung bei der Verdichtung auszuschließen.
- Auf Grund der Vorbebauung, muss mit Aushuberschwernissen durch im Untergrund verbliebene Bauwerksreste, Betonbruch oder ähnliches gerechnet werden. Dies sollte bei der Ausschreibung wie auch Bauausführung berücksichtigt werden.
- Werden Erdstoffpolster (z.B. zum Bodenaustausch unter Verkehrsflächen bzw. unterhalb von Gründungen) eingebaut, so sind diese mit einem klassifizierten, hoch ungleichförmigen und weit abgestuften Material (möglichst Schotter oder Betonrecycling 0/45) durchzuführen. Der maximale Korndurchmesser des Austauschmaterials sollte  $\frac{2}{3}$  der jeweiligen Schütthöhe nicht übersteigen. Vor dem Auftrag ist die Schachtsohle zu verdichten. Der Einbau hat lagenweise unter Erreichung von  $\geq 100\%$  der Proctordichte zu erfolgen. Die Verdichtung und Tragfähigkeit ist i.A.a. die ZTV-E StB (z.B. statische oder dynamische Plattendruckversuche) zu überprüfen. Der Erdstoff muss eine günstige Einbaufeuchte besitzen und ist in Lagen von 0,20 m bis 0,30 m einzubauen. Die Lagen sind mit auf den Erdstoff abgestimmten Maschinen zu verdichten.
- Ein Befahren des fertigen Planums der Gründung bzw. der Verkehrsflächen (außer zum Verdichten) ist zu vermeiden. Nicht überschüttete Geotextilen dürfen auf keinen Fall befahren werden (Vorkopfschüttung).
- Für die Deponierung (Zwischenlagerung) von Erdstoffen ist ein Verdichtungsgrad von etwa 92 % bis 95 % der Proctordichte einzuhalten. Zur Entwässerung der Erdstoffdeponie sind die einzelnen Lagen mit einem leichten Gefälle einzubauen, welches ca. 4% betragen sollte. Die Stärke der eingebauten Lagen richtet sich nach dem Verdichtungsgerät, darf jedoch nie größer als die maximale Einflusstiefe desselben sein.

- Hinter- und Verfüllungen haben mit gemischtkörnigen Materialien (z.B. Aushub Schicht 2 und 3, Vorabsieb etc.) mit einem  $k_f$ -Wert  $\leq 1 \cdot 10^{-6}$  m/s zu erfolgen, um das konzentrierte Einsickern von Oberflächenwassern zu verhindern. Hierbei ist ein Verdichtungsgrad von  $D_{pr} \geq 97 \%$  einzuhalten. In Bereichen, in denen eine Oberflächenbefestigung auf der Hinter-/Verfüllung vorgesehen ist (Fußböden, Terrassen, Verkehrsflächen), ist auf UK Tragschicht (= Erdplanum Verkehrsflächenaufbau) ein  $E_{v2} \geq 45$  MN/m<sup>2</sup> unter Erreichung von  $D_{pr} \geq 98 \%$  zu erzielen. Wird diese nicht erfüllt, kann nach Rücksprache mit dem Gutachter/Planer ein zusätzlicher Einbau von Schotter-, Kies- oder Betonrecyclingmaterial erfolgen.
- Werden während der Schachtarbeiten örtlich abweichende Untergrundverhältnisse gegenüber den (punktuellen) Baugrunderkundungen festgestellt, so ist unser Büro umgehend zwecks Abstimmung und ggf. Anpassung der Baugrundempfehlungen zu benachrichtigen.
- Gemäß DIN EN 1997-2:2010-10 (EC 7-2) Abschnitt 2.5 ist eine Inspektion der Baugrubensohle durchzuführen.
- Für die erforderlichen Baugrundabnahmen bzw. Dichteprüfungen sowie fortlaufende Überwachung der Erd- und Gründungsarbeiten stehen wir Ihnen nach Absprache zur Verfügung.

## 4 Beratung/Baubegleitung/Bauüberwachung

### Bauberatungen

Zu Beginn der Maßnahme empfehlen wir eine Bauanlaufberatung mit Bauherren, Planungsbüro, Tiefbaufirma und Baugrundgutachter durchzuführen, um den Ablauf und die Koordination abzustimmen. Somit können auf Probleme und Schwierigkeiten bei den Arbeiten früh eingegangen und grundlegend vermieden werden.

### Gründungssohle

Eine Überwachung und Abnahme der Gründungssohlen ist zu empfehlen, um die Tragfähigkeit und die angenommenen Berechnungskennwerte, siehe Abschnitt 5 und 6, zu bestätigen.

### Schotterpolster Bodenplatte

Der Einbau des Schotterpolsters unterhalb der Bodenplatte (Hallenfußboden) sollte mittels Plattendruckversuchen im Raster geprüft werden. Wir empfehlen das Anlegen von Probefeldern zur Überprüfung des verwendeten Schotters und der geplanten Schichtdicke.

Forderung: Oberkante Schotterpolster  $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$ .

Unser Büro steht Ihnen gerne für Tragfähigkeits- und Dichteprüfungen zur Verfügung.

## 5 Berechnungskennwerte

Aufgrund der Erkundungs- und Laborergebnisse werden den maßgeblichen Baugrundsichten in sinnvoller Verallgemeinerung folgende charakteristischen Bodenkennwerte zugeordnet. Zu beachten ist die Zuordnung der Tabellenwerte zu bestimmten Lagerungsdichten und Konsistenzen.

**Tabelle 9: Übersicht der Bodenkennwerte.**

| Schicht | Bodenart                                  | Zustand/<br>Lagerung      | natürliche<br>Rohwichte<br>$\gamma_k (\gamma)$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | Wichte<br>unter<br>Auftrieb<br>$\gamma_k' (\gamma')$<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | wirksamer<br>Reibungs-<br>winkel<br>$\varphi_k' (\varphi')$<br>[°] | wirksame<br>Kohäsion<br>$c_k' (c')$<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Steife-<br>modul<br>$E_{s,k} (E_s)$<br>[MN/m <sup>2</sup> ] |
|---------|-------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 1       | Oberboden                                 | locker                    | <b>17</b><br>(16-18)                                                   | <b>7</b><br>(6-8)                                                            | <b>17,5</b><br>(15-18)                                             | <b>4</b><br>(3-5)                                           | -                                                           |
| 2       | Auffüllung                                | steif bis<br>halbfest     | <b>18</b><br>(17-19)                                                   | <b>8</b><br>(6-8)                                                            | <b>24</b><br>(20-26)                                               | <b>6</b><br>(4-8)                                           | <b>8</b><br>(6-10)                                          |
|         |                                           | locker bis<br>mitteldicht | <b>19</b><br>(19-20)                                                   | <b>9</b><br>(9-10)                                                           | <b>28</b><br>(27-30)                                               | <b>2</b><br>(0-3)                                           | <b>12</b><br>(10-15)                                        |
| 3       | Lößderivat                                | steif                     | <b>18</b><br>(17-19)                                                   | <b>8</b><br>(6-8)                                                            | <b>24</b><br>(20-26)                                               | <b>6</b><br>(4-8)                                           | <b>12</b><br>(8-15)                                         |
|         |                                           | halbfest                  | <b>19</b><br>(18-20)                                                   | <b>10</b><br>(9-10)                                                          | <b>26</b><br>(24-28)                                               | <b>8</b><br>(6-10)                                          | <b>18</b><br>(15-25)                                        |
| 4       | Mergelstein<br>zersetzt bis<br>verwittert | steif                     | <b>20</b><br>(19-21)                                                   | <b>11</b><br>(10-12)                                                         | <b>24</b><br>(20-26)                                               | <b>15</b><br>(12-18)                                        | <b>15</b><br>(12-18)                                        |
|         |                                           | halbfest<br>bis fest      | <b>20</b><br>(19-21)                                                   | <b>11</b><br>(10-12)                                                         | <b>24</b><br>(20-26)                                               | <b>15</b><br>(12-18)                                        | <b>30</b><br>(20-40)                                        |
|         | Schotterpolster                           | dicht                     | <b>21</b>                                                              | <b>11</b>                                                                    | <b>34</b>                                                          | <b>0</b>                                                    | <b>40</b>                                                   |

( ) Schwankungsbereich der Bodenkennwerte (z. B. für Grenzwertbetrachtungen sowie abhängig von Lagerung/Konsistenz, Erdstoffart und Tiefenlage)

## 6 Berechnung

### Gründungsvariante: Einzel-/Streifenfundamente

Die in Tabelle 12 aufgeführten Bemessungswerte des Sohlwiderstands  $\sigma_{R,d}^A$  für Streifenfundamente wurden mittels erdstatischer Berechnungsverfahren bei Gründung auf dem mindestens steifen **Lößderivat (Schicht 3)** berechnet. Dabei wurden neben der Schichtenfolge, dem Bemessungsgrundwasserstand und o. g. Bodenkennwerten (Tabelle 9) folgende Berechnungsgrundlagen festgesetzt:

**Tabelle 100: Berechnungsgrundlagen Einzelfundamente.**

| Parameter            |                | Wert                                                                 |
|----------------------|----------------|----------------------------------------------------------------------|
| Normen               |                | EC 7, DIN 1054, DIN 4017:2006                                        |
| Grundbruchsicherheit | $\gamma_{R,v}$ | 1,4 (Teilsicherheitskonzept EC 7, BS-P ständige Bemessungssituation) |
| Setzungsbegrenzung   | s              | 2,0 cm                                                               |
| Fundamentlänge       | a              | b                                                                    |
| Grenztiefe           | p              | 20 %                                                                 |
| Vorbelastung         |                | 0 kN/m <sup>2</sup>                                                  |
| Auflast (Grundbruch) |                | 0 kN/m <sup>2</sup>                                                  |
| Fundamenteigenlast   |                | 0 kN/m <sup>2</sup> (nicht berücksichtigt)                           |

**Tabelle 11: Zulässige Sohlspannungen für Einzelfundamente.**

|       |         | zul. $\sigma_0$ [kN/m <sup>2</sup> ] / s [cm] |             |               |
|-------|---------|-----------------------------------------------|-------------|---------------|
| d [m] | a*b [m] | 1,00 x 1,00                                   | 1,50 x 1,50 | ≥ 2,00 x 2,00 |
|       | ≥ 1,2   | 340                                           | 260         | 190           |

(a – Fundamentlänge; b – Fundamentbreite; d – Einbindetiefe, kursiv - setzungsbeschränkt)

<sup>A</sup> Bemessungswert des Sohlwiderstands  $\sigma_{R,d} = \sqrt{2} \cdot \text{charakt. zulässige Sohlspannung } \sigma_0$

**Tabelle 11: Berechnungsgrundlagen Streifenfundamente.**

| Parameter            |                | Wert                                                                 |
|----------------------|----------------|----------------------------------------------------------------------|
| Normen               |                | EC 7, DIN 1054, DIN 4017:2006                                        |
| Grundbruchsicherheit | $\gamma_{R,v}$ | 1,4 (Teilsicherheitskonzept EC 7, BS-P ständige Bemessungssituation) |
| Setzungsbegrenzung   | s              | 2,0 cm                                                               |
| Fundamentlänge       | a              | 10 m                                                                 |
| Grenztiefe           | p              | 20 %                                                                 |
| Vorbelastung         |                | 0 kN/m <sup>2</sup>                                                  |
| Auflast (Grundbruch) |                | 0 kN/m <sup>2</sup>                                                  |
| Fundamenteigenlast   |                | 0 kN/m <sup>2</sup> (nicht berücksichtigt)                           |

**Tabelle 12: Bemessungswert des Sohlwiderstands  $\sigma_{R,d}$  für Streifenfundamente.**

|       |       | $\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ] |     |       |
|-------|-------|-------------------------------------|-----|-------|
| d [m] | b [m] | 0,5                                 | 0,8 | ≥ 1,2 |
|       | ≥ 1,2 | 250                                 | 230 | 190   |

(a – Fundamentlänge; b – Fundamentbreite; d – Einbindetiefe; Bei kursiv geschriebenen Werten ist die Setzungsbeschränkung von 2,0 cm maßgebend.)

Zwischenwerte können geradlinig interpoliert werden. Bei außermittiger Belastung gelten die angegebenen Bemessungswerte des Sohlwiderstands für die mittig belastete Ersatzfläche gemäß DIN 4017, Blatt 2.

## **7 Schlussbemerkungen**

Insbesondere unter Berücksichtigung der geologischen Gesamtsituation ist darauf hinzuweisen, dass es sich bei den realisierten Erkundungen um Punktaufschlüsse handelt, weshalb Abweichungen von der erkundeten Bodenschichtung möglich sind. Sollten beim Erdaushub abweichende Bodenverhältnisse festgestellt werden, ist der Gutachter vor dem Fortgang der Arbeiten zu informieren.

Generell ist bei Baumaßnahmen auf innerstädtischen Flächen darauf zu achten, dass Nester mit Verunreinigungen oder auffällige Anschüttungen, die durch eine stichprobenartige Untersuchung nicht zu erfassen sind, erst bei den Erdarbeiten angetroffen werden können. Beim Antreffen derartiger Verunreinigungen ist der Gutachter unverzüglich zur Klärung der weiteren Vorgehensweise einzuschalten.

Der Gutachter ist zu einer ergänzenden Stellungnahme aufzufordern, wenn sich Fragen ergeben, die im vorliegenden Gutachten nicht erörtert wurden.

Die im vorliegenden Gutachten getroffenen Aussagen beziehen sich nur auf die Einstufung des Bodens bezüglich seiner Eignung als Baugrund. Eine Beurteilung eventuell auftretender umweltrelevanter Verschmutzungen wurde für die Auffüllungen (Schicht 2) sowie für die natürlichen Erdstoffe (Schicht 3) in dem Bericht zur Abfallcharakterisierung S21-090 vorgenommen.

**Für Rückfragen stehen wir Ihnen jederzeit gern zur Verfügung.**