

Diplomingenieure (TU), Beratende Ingenieure

01099 Dresden, Tannenstraße 2

Landeshauptstadt Dresden
Amt für Hochbau und Immobilienverwaltung
Abt. Hochbau II
PF 12 00 20

01001 Dresden

- Geotechnische Untersuchungen nach DIN 4020
- Baugrundgutachten Baugrundabnahmen
- Gründungsberatung Beurteilung von Schadensfällen
- Standsicherheitsnachweise
- Qualitätsnachweise im Erdbau
- Altlastenuntersuchung Sanierungsbegleitung
- Versickerung/Dränung Untersuchung Planung/Bemessung

Auftrag vom:
28.01./17.02.2020

Ihre Vertrags-Nr.:
HI.4010511.AP.91.B20074N

Unser Zeichen:
neu / ko

Datum:
19.03.2020

Geotechnisches Gutachten
zur Hauptuntersuchung des Baugrundes,
zur hydrogeologischen Erkundung der Sickerfähigkeit
sowie zur orientierenden Schadstoffuntersuchung von Böden und Bauwerksteilen

Geotechnische Kategorie GK 2

Vorhaben: 51. Grundschule „An den Platanen“
TO 1: Neubau erweiterte Einfeldsporthalle
TO 2: Umbau und Modernisierung Bestandsschulsporthalle
TO 3: Schulgebäude

Standort: 01309 Dresden, Gemarkung Striesen
Rosa-Menzer-Straße 24

Auftr.-Nr.: **0010Z20**

INHALTSVERZEICHNIS

- 1 Zusammenfassung
- 2 Aufgabenstellung und Untersuchungsgebiet
- 3 Bearbeitungsunterlagen
- 4 Standort und geplantes Bauvorhaben
- 5 Baugrund- und Grundwasserverhältnisse
- 6 Orientierende Schadstoffuntersuchung der Böden
- 7 Charakteristische Bodenkenngrößen, Bodenklassen und Homogenbereiche
- 8 Gründungsempfehlungen
- 9 Hinweise für die Bauausführung

ANLAGENVERZEICHNIS

- | | |
|---------------------|--|
| Anlage 1 | - Übersichtsplan |
| Anlage 2.1 | - Freianlagenplan mit den Ansatzpunkten der Kleinrammbohrungen KRB 1 bis KRB 6, der Sickertests SiT 1 und SiT 2 sowie der Schürfe Sch 1 und Sch 2 |
| Anlage 2.2 | - Freiflächenplan Bestand mit abzubrechenden Betonbauteilen |
| Anlage 3 | - Detailgrundriss Aufzug Schulgebäude mit den Ansatzpunkten der Kleinrammbohrung KRB 7 und der Schürfe Sch 3 und Sch 4 |
| Anlage 4 | - Schichtenprofil der Kleinrammbohrungen KRB 1, KRB 1a |
| Anlage 5 | - Schichtenprofile der Kleinrammbohrungen KRB 2, KRB 2a, Ausbauskizze Sickertest SiT 2 |
| Anlage 6 | - Schichtenprofil der Kleinrammbohrungen KRB 3, KRB 6, Ausbauskizze SiT 1 |
| Anlage 7 | - Schichtenprofil der Kleinrammbohrung KRB 4 |
| Anlage 8 | - Schichtenprofile der Kleinrammbohrungen KRB 5, KRB 7 |
| Anlage 9 | - Schichtenprofil des Schurfes Sch 1 mit Darstellung der Fundamentgeometrie |
| Anlage 10 | - Schichtenprofil des Schurfes Sch 2 mit Darstellung der Fundamentgeometrie |
| Anlage 11 | - Schichtenprofil des Schurfes Sch 3 mit Darstellung der Fundamentgeometrie |
| Anlage 12 | - Schichtenprofil des Schurfes Sch 4 mit Darstellung der Fundamentgeometrie |
| Anlagen 13.1, 13.2 | - Protokolle der Sickertests SiT 1 und SiT 2 |
| Anlage 14 | - Körnungslinien |
| Anlagen 15.1 - 15.5 | - Entnahmeprotokolle der Bodenproben |
| Anlage 16 | - Entnahmeprotokoll der Bauteilproben |
| Anlagen 17.1, 17.2 | - Ergebnisübersichten der chemischen Untersuchungen der Bodenprobe BP 4/1 sowie der Bodenmischproben BMP 1 bis BMP 3 in der Trockensubstanz und im Eluat |
-

-
- | | |
|----------------------|--|
| Anlage 18 | - Ergebnisübersicht der chemischen Untersuchungen der Bauwerks-Mischproben BW-MP 1 und BW-MP 2 |
| Anlagen 19.1 - 19.10 | - Prüfbericht Nr. CDR20-001071-1 der WESSLING GmbH, Dresden, vom 05.03.2020 zur chemischen Untersuchung der Bodenprobe BP 4/1 sowie der Bodenmischproben BMP 1 bis BMP 3 |
| Anlagen 20.1 - 20.4 | - Prüfbericht Nr. CDR20-1285-1 der WESSLING GmbH, Dresden, vom 13.03.2020 zur chemischen Untersuchung der Bauwerks-Mischproben BWP 1, BWP 2 |
| Anlage 21 | - Fotodokumentation |
| Anlagen 22.1 - 22.2 | - Grundbruch- und Setzungsberechnungen von Einzel- und Streifenfundamenten der geplanten Sporthalle (TO 1) |
-

1 Zusammenfassung

Im Ergebnis der Baugrunduntersuchung mit Kleinrammbohrungen, die Tiefen bis 6,0 m erreichten, stehen im Untergrund zunächst aufgefüllte Böden im Bereich der Pausenhoffläche vorwiegend als Trümmerschutt der kriegszerstörten bzw. abgebrochenen früheren Wohnbebauung bis mindestens 2,50 m Tiefe bzw. im Schulgelände als Tragschichten und umgelagerte Sande an. Darunter folgen weichselkaltzeitliche Tallehne bis 1,9...3,8 m Tiefe. Unterhalb der Auffüllungen und Tallehne folgen weichselkaltzeitliche Talsande und Talkiese bis ca. 10 m Tiefe, darunter saale- und elsterkaltzeitliche Flusssande und -kiese. Das Liegende bildet der regional als Pläner bezeichnete Tonstein der Oberen Kreide bei ca. 94 m ü NHN.

Der Grundwasserspiegel wurde in den Baugrundaufschlüssen im Februar 2020 bis 7,0 m Tiefe nicht erreicht. Im Ergebnis der Auswertung von Grundwassermeßstellen haben wir einen Bemessungswasserspiegel $HW_{\text{Bem}} = 109,50$ m ü NHN eingeschätzt. Zu beachten ist lokal und niederschlagsabhängig auftretendes Stau- und Schichtenwasser in den Auffüllungen sowie im/auf dem Tallehm.

Im Ergebnis einer orientierenden Schadstoffuntersuchung haben wir für die bauschutthaltigen Böden der Auffüllung die Verwertungsklassen W 2 bzw. W 1.1 gemäß SMUL-Erlass und praktisch bauschuttfreien Böden der Auffüllungen die Zuordnungswerte LAGA Z 1.1 bzw. Z 0. Damit könnten die praktisch unbelasteten Böden bei Bedarf und Eignung auch am Standort wieder eingebaut werden.

Für die im Bereich der Einfeldsporthalle abzubrechenden Betonbauteile ergaben sich Verwertungsklassen W 1.2 bzw. W 2 gemäß SMUL-Erlass.

Für die Gründung der Einfeldsporthalle weisen der nachverdichtete Trümmerschutt bzw. der Tallehm in Verbindung mit einem Gründungspolster mit 1,0 m Dicke eine ausreichende Tragfähigkeit auf. Im Gründungsbereich neuer Gründungen der umzubauenden Bestandssporthalle bzw. des Aufzuges sind dagegen die hoch tragfähigen Talsande und -kiese zu erwarten. Weitere Gründungsempfehlungen enthält der Abschnitt 8.1. Angaben zur Bemessung der Flächengründungen enthält der Abschnitt 8.2.

Für Räume oberhalb des Grundwasserspiegels ist unter der Voraussetzung, dass unter den Fußböden und in der Hinterfüllung ausreichend wasserdurchlässige Böden mit mindestens 0,50 m Dicke eingebaut werden, eine Abdichtung entsprechend Wassereinwirkungsklasse W 1.1-E gemäß DIN 18533-1:2017-07 zu empfehlen. Für unterhalb des Bemessungsspiegels gelegene Bauteile haben wir eine Abdichtung gegen drückendes Wasser, z. B. in Form einer "Weißen Wanne", empfohlen. Weitere Empfehlungen zu den Wasserschutzmaßnahmen enthält der Abschn. 8.3.

Empfehlungen zur Herstellung der Baugrube und zu den Erdarbeiten enthält der Abschnitt 9. Alle Böden sind vor dem Überbauen nachzuverdichten.

2 Aufgabenstellung und Untersuchungsgebiet

Mit Vertrag Nr. HI.4010511.AP.91.B20074N vom 28.01.2020 sowie 1. Nachtrag zum Vertrag vom 17.02.2020 beauftragte uns das Amt für Hochbau und Immobilienverwaltung der Landeshauptstadt Dresden mit der Hauptuntersuchung des Baugrundes, der hydrogeologischen Erkundung der Sickerfähigkeit der Böden sowie der orientierenden Schadstoffuntersuchung von Böden und Bauwerksteilen bei der geplanten Sanierung der 51. Grundschule „An den Platanen“ in 01309 Dresden, Rosa-Menzer-Straße 24.

Das Untersuchungsgebiet sind die geplanten Freiflächen im Bereich der neu zu errichtenden Einfeldsporthalle (TO 1), die umzubauende Bestandssporthalle (TO 2) sowie der geplante Aufzugsanbau an der Südostseite des Schulgebäudes (TO 3) entsprechend der Darstellungen der Anlagen 2 und 3.

Die Planung hat die TRANSLOCAL ARCHITECTURE GmbH, Dresden, die Freianlagenplanung das Landschaftsarchitekturbüro Petzold und die Tragwerksplanung die Kröning und Schröter Ingenieur Partnergesellschaft (KUS) übernommen.

3 Bearbeitungsunterlagen

Für die Bearbeitung standen uns folgende Unterlagen zur Verfügung:

- Lageplan Freifläche mit Vorschlag von Aufschlussansatzpunkten, Grundriss TO 2 Umnutzung Bestand-Sporthalle und Foto abzubrechender Bauteile in der Freifläche, übergeben mit der Aufgabenstellung per E-Mail am 27.11.2019 von Frau Christine Spielvogel, Landeshauptstadt Dresden
 - Konkretisierung der Aufgabenstellung, E-Mail von Herrn Dutschke, KUS, vom 20.12.2019
 - Lageplan Freianlagen, Stand Vorplanung, übergeben von Frau Träger, TRANSLOCAL, per E-Mail am 25.02.2020
 - Geotechnische Stellungnahme des IBZ Ingenieurbüro Zimmermann, Dresden, zum Ersatzneubau einer Einfeld-Sporthalle, erarbeitet mit Datum vom 11.01.2016, sowie Bauschadens- und Feuchtegutachten von Herrn Dipl.-Ing. Siegfried Göbel, Hänichen, vom 15.01.2016, übergeben von Frau Spielvogel per E-Mail am 17.12.2019 und 06.07.2019
 - Schachtscheine der Medienbetreiber, u. a. DREWAG NETZ GmbH, Stadtentwässerung, TELEKOM, PYUR, DVB, Landeshauptstadt Dresden, Abt. Stadtbeleuchtung und Lichtsignalanlagen, eingeholt durch unser Büro im Januar 2020
 - Ausführung und Verschluss der Schürfe Sch 1 bis Sch 4 durch die Firma Keil, Dresden, am 17. - 19.02.2020
 - Entnahme der Bauwerksproben an den Bauwerksteilen Freifläche, Bereich geplante Sporthalle durch Mitarbeiter der Fa. Keil am 02.03.2020
 - Ausführung der Kleinrammbohrungen am 18.02.2020 durch die Fa. Mundt Universalbau
 - Angabe der Bohransatzpunkte, Überwachung der Aufschlussarbeiten, Ausführung von Sickertests, Einmessung Aufschlussansatzpunkte und Schurfabnahme durch Mitarbeiter unseres Ingenieurbüros am 17. und 18.02.2020
 - Einsichtnahme in den Internetauftritt des Themenstadtplan Dresden, Grundwassermessstellen, vom 10.03.2020
 - Auszug aus Google Maps vom 13.02.2020
 - Eigene Laborversuche (Körnungslinien) vom Februar 2020
 - Lageplan der Altbebauung, vermutlich Stand 1942
 - Prüfberichte der WESSLING GmbH, siehe Anlagenverzeichnis
 - Geologisches Kartenmaterial
-

4 Standort und geplantes Bauvorhaben

4.1 Vorhandene und ehemalige Bebauung

Das Untersuchungsgebiet der 51. Grundschule „An den Platanen“ befindet sich in 01309 Dresden, Gemarkung Striesen, Rosa-Menzer-Straße 24. Dabei handelt es sich um ein 3-geschossiges und unterkellertes Schulgebäude sowie westlich davon eine Sporthalle. Nordwestlich der Rosa-Menzer-Straße befindet sich eine zur Schule gehörende Freifläche, die von der Wartburgstraße im Südwesten und der Wittenberger Straße im Nordwesten begrenzt wird. Die Fläche wird als Sportfläche, Schulgarten und Freifläche für den Hort genutzt und war bis zur Kriegszerstörung im Jahr 1945 mit Wohnhäusern bebaut. Die Bebauung wurde später vollständig eingeebnet, wobei im Regelfall verbliebene Kellerdecken durchschlagen und die Keller mit Trümmerschutt verfüllt wurden. Im Untergrund ist mit Bauwerksresten als Kellerwände und Fundamente und dem Trümmerschutt der Altbebauung zu rechnen. Der Verbleib von Kampfmitteln im Untergrund ist nicht auszuschließen.

Die Geländeoberfläche des Standortes ist annähernd eben und schwankt zwischen 112,4...112,9 m ü NHN.

Das ca. 100 Jahre alte Schulgebäude sowie die Sporthalle wurden in traditioneller Ziegelbauweise mit Gründung auf Streifenfundamenten errichtet. Die südwestliche Außenwand der Sporthalle wurde annehmbar auf einer älteren Kelleraußenwand abgesetzt. Die in den Schürfen ermittelten Gründungssohlen sind in der nachfolgenden Tabelle 1 zusammengefasst:

Tabelle 1:

Aufschluss	Bauteil	Ansatzpunkt m ü NHN	Unterfläche Fundament	
			m unter Gelände	m ü NHN
Sch 1	TO 2 Bestands- sporthalle	112,93	≥ 2,35	≤ 110,58
Sch 2		112,54	1,10	111,44
Sch 3	TO 3 Treppe	112,49	1,00	111,49
Sch 4	TO 3 Außenwand	112,55	2,44	110,11

Eventuelle Unterkellerungen der Bestandssporthalle sind uns nicht bekannt. Eine diesbezügliche Untersuchung wird für die Bauphase empfohlen.

4.2 Geplantes Bauvorhaben

Am Standort der 51. Grundschule sind folgende 3 Teilvorhaben geplant:

TO 1: Neubau erweiterte Einfeldsporthalle

Die Sporthalle soll auf einem außen umlaufenden Streifenfundament (Frostschürze) und im Feld auf einer Gründungsplatte abgesetzt werden

TO 2: Umbau und Modernisierung Bestandsschulsporthalle

Im Rahmen von Umbaumaßnahmen ist der Einbau neuer Wände mit Gründung auf vorhandenen bzw. neuen Streifenfundamenten geplant.

TO 3: Schulgebäude, hier Anbau eines Aufzuges an der Hofseite

Geplant ist der Anbau eines Aufzuges mit ca. 1 m Abstand vor der Fassade. Die Unterfläche der Bodenplatte Aufzugsschacht ist in 3,10 m Tiefe unter Oberfläche Gelände = 109,45 m ü NHN geplant.

5 Baugrund- und Grundwasserverhältnisse

5.1 Regional-Geologische Situation

Der Standort liegt in der weichselkaltzeitlichen Niederterrasse der Elbe, wo unterhalb der im Rahmen der früheren Bebauung entstandenen holozän/anthropogenen Auffüllungen noch Reste von weichselkaltzeitlichem Tallehm anstehen. Darunter bzw. in Wechsellagerung mit Tallehm folgen weichselkaltzeitliche Talsande und -kiese bis ca. 10 m Tiefe, tiefer saale- und elsterkaltzeitliche Flusssande und -kiese. Das Liegende bildet der regional als Pläner bezeichnete Tonstein der Oberen Kreide bei ca. 94 m ü NHN.

5.2 Baugrundaufschlüsse

Zur Hauptuntersuchung des Baugrundes haben wir die Kleinrammbohrungen KRB 1 bis KRB 7 mit Tiefen zwischen von 1,8...2,7 m im Bereich der Freiflächen und 5,0...6,0 m im Bereich der Hochbauten TO 2 und TO 3 ausgeführt. Gerammt wurden Kernrohre mit \varnothing 60 mm im Bereich aufgefüllter Böden, darunter mit \varnothing 50...40 mm.

Das gewonnene Probenmaterial aller Aufschlüsse wurde durch den Ingenieur für Geotechnik vor Ort bzw. im unserem Labor bodenmechanisch spezifiziert. Außerdem wurden gestörte Bodenproben für bodenmechanische und chemische Untersuchungen entnommen und in dicht schließende PE-Becher gefüllt.

Zur Erkundung der Gründungssohlen der Bestandsgebäude TO 2 und TO 3 wurden durch eine Tiefbaufirma 4 Stück Schürfgruben mit Tiefen zwischen 1,05 m bis 2,46 m unter Geländeoberfläche hergestellt, welche z. T., durch den Bearbeiter mittels Schlitzsondierung \varnothing 22 mm vertieft wurden. Die ermittelten Gründungssohlen sind der Tabelle 1 bzw. in den Anlagen 9 bis 12 zusammengefasst bzw. dargestellt. Eine Fotodokumentation der Schürfgruben enthält die Anlage 21.

Die Schichtenprofile der Aufschlüsse sind gemäß DIN EN ISO 14688-1 und 4023 in den Anlagen 4 bis 12 zeichnerisch dargestellt. Die verwendeten Gruppensymbole der Böden entsprechen der DIN 18196.

5.3 Baugrundsichten und Baugrundeigenschaften

Die in den Aufschlüssen angetroffenen Böden können wie folgt beschrieben und nach der Bodenaufnahme vor Ort durch den Ingenieur für Geotechnik zu Schichten wie folgt zusammengefasst werden:

Schicht 1: Auffüllung

Unterhalb der jeweiligen Oberflächenbefestigungen aus Pflaster und Mineralstoffgemisch bzw. einer dünnen Grasnarbe wurden in den KRB 1 bis KRB 4 sowie KRB 6 bis 1,0...> 2,50 m Tiefe aufgefüllte Böden vorwiegend als Trümmerschutt der abgebrochenen Bebauung und nur untergeordnet als aufgefüllter bauschutthaltiger Sand angetroffen. Im Bereich der Altbebauung ist mit dem Vorhandensein von Trümmerschutt bis ca. 3 m Tiefe zu rechnen. Der Trümmerschutt ist durch einen hohen Anteil von Steinen und Blöcken gekennzeichnet. Mit teils massiven Bauwerksresten der Grundmauern und Fundamente im Untergrund ist zu rechnen. Im Trümmerschutt ist das Vorhandensein von Hohlräumen nicht auszuschließen.

In der KRB 5 wurden umgelagerte Sande als Auffüllung in mitteldichter Lagerung angetroffen.

Die Böden der Auffüllung weisen eine geringe Tragfähigkeit und starke Zusammendrückbarkeit auf. Sie sind damit für eine Überbauung durch Gebäude nicht geeignet.

Schicht 2: weichselkaltzeitlicher Tallehm

Böden dieser Schicht wurden in KRB 3 zwischen 1,0...2,5 m Tiefe sowie in KRB 5 zwischen 0,40...1,90 m Tiefe als stark sandiger und schluffiger leicht plastischer Ton in steifer Konsistenz angetroffen. Es handelt sich um einen frostempfindlichen Boden, der bei Wasserzutritt stark aufweicungsgefährdet ist. Der Tallehm wirkt wasserstauend. Der Tallehm weist eine mittlere Tragfähigkeit und Zusammendrückbarkeit auf.

Schicht 3: weichselkaltzeitlicher Talsand (3a) bis Talkies (3b)

Unterhalb der Auffüllungen und des Tallehms folgen bis ca. 3,1...4,7 m Tiefe Talsande (Schicht 3a) in der Kornfraktion eng bis intermittierend gestufter bzw. schluffiger Mittel- bis Grobsande in mitteldichter Lagerung. Bis zur Endteufe folgen Talsande bis Talkiese als stark kiesige Sande bzw. Fein- bis Mittelkiese in mitteldichter bis dichter Lagerung. Bei den Böden der Schicht 3 handelt sich um einen Boden von hoher Tragfähigkeit und geringer bis mittlerer Zusammendrückbarkeit.

Die Böden sind vorwiegend als durchlässig sowie als gering bis nicht frostempfindlich zu bezeichnen.

Die unterlagernden Flusskiese sowie der Pläner wurden in den ausgeführten Aufschlüssen nicht erreicht.

5.4 Durchführung und Auswertung der Labor- und Felduntersuchungen

5.4.1 Körnungslinien

Aus den Kleinrammbohrungen haben wir insgesamt 5 gestörte Bodenproben entnommen, an denen wir in unserem Labor Körnungslinien als Nass-Trocken-Siebung bzw. als Schlämmanalyse erstellt haben. Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle 2 zusammengefasst. Der Durchlässigkeitsbeiwert wurde korrelativ nach BEYER ermittelt (s. Tabelle 2). Die Körnungslinien sind dem Gutachten als Anlage 14 beigelegt.

Tabelle 2:

KRB	Tiefe [m]	Feinkornanteil ($d \leq 0,063$ mm) [%]	Ungleichförmig- keitszahl U [-]	Gruppen- symbol
2	0,20 - 1,00	15,8	-	SÜ
3	1,00 - 2,50	55,2	-	TL
5	0,40 - 1,90	68,6	-	TL
5	2,40 - 4,70	6,1	12,7	SU
7	3,00 - 6,00	1,0	5,9	SE

Damit handelt es sich bei den Böden aus KRB 2, 3 und 5, Tiefe 0,40 - 1,90 m um sehr frostempfindliche und schwach durchlässige Böden gemäß DIN 18300. Die Böden aus KRB 5, Tiefe 2,40 - 4,70 m sowie aus KRB 7 sind dagegen nur gering bzw. nicht frostempfindlich und als durchlässige zu bezeichnen.

5.4.2 Durchführung und Auswertung von Sickertests

Zur Ermittlung des maßgebenden Durchlässigkeitsbeiwertes k_f wurden 2 Feldversuche ausgeführt. Dazu wurden die Kleinrammbohrungen temporär mit teils vollem teils geschlitztem Rohr DN 35 mm ausgebaut. Zur Vermeidung von Kolmationen wurde an der Unterseite des Rohres ein Geotextil eingebaut.

In die Rohre wurde nach der Sättigung des Bodens Wasser zur Ausführung des Sickertests mit konstantem Wasserspiegel eingefüllt und über die Zeit protokolliert. Die Protokolle der Sickertests sind dem Geotechnischen Gutachten als Anlagen 13.1, 13.2 beigelegt.

Die Auswertung der Sickertests erfolgte nach der Literatur von LANGGUTH/VOIGT, der Hochschule Rapperswil sowie nach der Kornverteilung. Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle 3 zusammengefasst:

Tabelle 3:

Aufschluss-Nr. Sickertest-Nr.	Tiefe unter Oberfläche Gelände [m]	Durchlässigkeitsbeiwerte k_f [m/s]				
		Sickerversuch		Hochschule Rapperswil	Literatur/ Kornverteilung	Maß- gebend
		mit konstan- tem Wasser- spiegel	mit fallendem Wasserspiegel			
KRB 3 / SiT 1	1,50 - 2,50	$1,3 \cdot 10^{-6}$	$(1,0 \cdot 10^{-4})$	$1,5 \cdot 10^{-6}$	$5 \cdot 10^{-7}$	$8 \cdot 10^{-7}$
KRB 2 / SiT 1	0,00 - 1,0	$3,2 \cdot 10^{-4}$	$4,3 \cdot 10^{-4}$	$3,2 \cdot 10^{-4}$	$5,8 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-5}$

Damit sind der Tallehm KRB 3 als schwach und die Auffüllung in KRB 2 als mäßig wasserdurchlässig zu bezeichnen.

5.5 Grundwasserverhältnisse

In den Aufschlüssen vom Februar 2020 wurde bis zur max. Endteufe der Aufschlüsse von 6,0 m kein Bodenwasser angetroffen. In der folgenden Tabelle 4 sind Messwerte benachbarter Grundwassermessstellen (GWM) des städtischen Grundwassernetzes zusammengefasst. In der Tabelle sind außerdem die Maxima des Grundwasserspiegels an den Messstellen eingetragen.

Tabelle 4:

Grundwasser- messstelle	Grundwasserspiegel							
	10.03.2020		Maximum 18./21.08.2002		Mittleres Hochwasser		Mittlerer	
	m u OF Gel.	m ü NHN	m u OF Gel.	m ü NHN	m u OF Gel.	m ü NHN	m u OF Gel.	m ü NHN
GWM 3524 (Pohlandplatz)	6,22	106,33	3,74	108,81	5,12	107,43	5,48	107,07
GWM 5504 (Haydnstraße)	7,04	106,28	3,71	109,61	5,41	107,91	5,81	107,52

Beim Hoch-Grundwasserereignis im Juni 2013 wurden in den genannten Grundwassermessstellen geringere Wasserspiegel beobachtet, als 2002. Das Grundwasser fließt in den Talsanden und -kiesen bzw. Flusssanden und -kiesen in nordwestlicher Richtung der Elbe zu. Im Untersuchungszeitraum herrschten niedrige bis mittlere Grundwasserstände.

Als **Bemessungswasserspiegel** für Abdichtungen und die Bemessung der Auftriebssicherheit empfehlen wir in Anlehnung an das Hochwasserereignis vom August 2002 die Ordinate:

$$HW_{\text{Bem}} = 109,5 \text{ m ü NHN.}$$

Diese Hochwasserordinate hat eine statistische Wiederkehrwahrscheinlichkeit in der Größenordnung von 100 - 150 Jahren.

Für die Bemessung von Versickerungsanlagen empfehlen wir den Ansatz eines mittleren Hochgrundwasserspiegels $HW_{\text{Sick}} = MHW = 107,7 \text{ m ü NHN}$. Der niedrigste Wasserspiegel am Baustandort ist in der Ordinate 105,9 m ü NHN anzunehmen.

Mit dem zeitweiligen Aufstau von Stau- und Schichtenwasser ist in den teils wasserstauend wirkenden Auffüllungen, schluffigen und tonigen Talsanden sowie im Tallehm zu rechnen.

Der Standort liegt im überschwemmungsgefährdeten Gebiet der Elbe, in dem bei extremen Hochwasserereignissen Überflutungen auftreten können. Der Standort liegt außerhalb festgesetzter Trinkwasser-Schutzzonen.

6 Orientierende Schadstoffuntersuchung der Böden und Bauwerksteile

6.1 Untersuchungsprogramm

- Entnahme von Bodenproben aus den Kleinrammbohrungen und Schürfgruben, Zusammenstellung von Bodenmischproben, Auswahl einer Einzelprobe
- Abstemmen von Bauwerksteilen von Betonteilen in der Freifläche
- Ausführung eines Laborprogramms zur chemischen Untersuchung von Bodenproben auf die Zuordnungswerte gemäß LAGA Länderarbeitsgemeinschaft Abfall, Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen, Teil II Technische Regeln für die Verwertung 1.2 Bodenmaterial, vom 05.11.2004, im folgenden LAGA TR Boden genannt
- Ausführung eines Laborprogramms zur chemischen Untersuchung von Bauwerksproben auf die Parameter der „Vorläufigen Hinweise zum Einsatz von Baustoffrecyclingmaterial“ des LfULG (SMUL-Erlass), nachfolgend W-Werte genannt, gültig bis zum 31.12.2021

6.2 Probennahme und Probenzusammenstellung

Aus allen Kleinrammbohrungen und Schürfen wurden Bodenproben der Auffüllung und des gewachsenen Bodens entnommen. Die Probenahmeprotokolle der Böden sind als Anlagen 15.1 bis 15.5 und des Bauschuttes als Anlage 16 dem Gutachten beigelegt. Die Bodenproben wurden in dicht schließende 1l-PE-Behälter abgefüllt und werden für ½ Jahr in unserem Labor gelagert. Die Bodenproben wurden im eigenen Labor homogenisiert und zu den Bodenmischproben BMP 1 bis BMP 3 zusammengefasst, nachdem sie auf rund 20° C temperiert waren. Diese bestehen aus jeweils gleichen Volumenanteilen der genommenen Einzelproben. Außerdem wurde die Bodenprobe BP 4/1 zur Analyse ausgewählt.

Die Zusammenstellung der Mischproben ist in der nachfolgenden Tabelle **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** 5 dargestellt.

Tabelle 5:

(Misch)- Probe	KRB/Sch	Tiefe [m]	Proben- bezeichnung	Sensorik	Bodenart	Gehalt an Fremdbestandteilen [Vol-%] (geschätzt)
BP 4/1	KRB 4	0,20 - 1,30	PBK 4/1	unauffällig	Auffüllung	20
BMP 1	KRB 1	0,20 - 1,30	BPK 1/1	unauffällig	Auffüllung	50
	KRB 2	0,20 - 1,00	BPK 2/1	unauffällig	Auffüllung	50
	KRB 6	0,30 - 1,10	BPK 6/1	unauffällig	Auffüllung	< 10
BMP 2	KRB 3	0,00 - 0,70	BPK 3/1	unauffällig	Auffüllung	< 10
	KRB 3	0,70 - 1,00	BPK 3/2	unauffällig	Auffüllung	< 10
BMP 3	Sch 2	0,25 - 0,90	BPSch 2/1	unauffällig	Auffüllung	< 10
	Sch 3	0,60 - 0,95	BPSch 3/1	unauffällig	Auffüllung	< 10
	Sch 4	0,55 - 2,10	BPSch 4/1	unauffällig	Auffüllung	< 10
	KRB 5	0,20 - 0,40	BPK 5/2	unauffällig	Auffüllung	10
	KRB 5	0,40 - 1,90	BPK 5/3	unauffällig	Tallehm	0
	KRB 7	1,00 - 3,10	BPK 7/3	unauffällig	Talsand	0

Die Übergabe der Proben erfolgte am 26.02.2020 an die WESSLING GmbH, Dresden, zur chemischen Untersuchung.

Der Bauschutt der Bauteile in der Freifläche wurde bereits vor Ort zu den Mischproben BMP 1 und BMP 2 zusammengestellt, in 10-l-PE-Eimern abgefüllt und dem o. g. Chemielabor am 02.03.2020 übergeben.

6.3 Ergebnisse der chemischen Untersuchungen an den Bodenproben

Die Beurteilung der Laborergebnisse nach LAGA TR Boden und ergänzend für die bauschutthaltigen Bodenproben BP 4/1 bzw. BMP 1 nach den „Vorläufigen Hinweisen zum Einsatz von Baustoffrecyclingmaterial“ des LfULG, nachfolgend W-Werte genannt, ergab die folgenden maßgebenden Zuordnungswerte:

BMP 1: **LAGA > Z 2, damit keine Entsorgung nach LAGA TR Boden möglich, bzw. W 2**

Die Überschreitung des Zuordnungswertes Z 2 ergibt sich aufgrund des hohen PAK-Gehaltes (Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe) von 36,9 mg/kg und des Benzo-a-pyren-Gehaltes von 3,2 mg/kg, die den Zuordnungswert LAGA Z 2 in Höhe von 30 mg/kg bzw. 3 mg/kg deutlich überschreiten. Weitere Parameter von Arsen und Schwermetallen in der Trockensubstanz sind im Bereich LAGA Z 1 erhöht.

Unter Bezug auf die W-Werte ergibt sich aufgrund des erhöhten PAK-Gehaltes die Einbaukonfiguration W 2.

BP 4/1, BMP 2: **LAGA Z 1.1 bzw. W 1.1 für die BP 4/1**

aufgrund gering erhöhter Arsen- und Bleigehalte sowie erhöhten TOC-Gehaltes bei BMP 2 in der Trockensubstanz.

BMP 3: **LAGA Z 0**

Alle untersuchten Parameter sind unauffällig.

Im Vergleich der Ergebnisse mit den Prüfwerten nach Bundes-Bodenschutz-Verordnung (BBodSchV) für Kinderspielflächen ergibt sich für die Bodenmischprobe BMP 1 eine Überschreitungen des Benzo-a-pyren-gehaltes in Höhe von 2 mg/kg für Kinderspielflächen. Insofern besteht für die beurteilten Böden des erfassten Bereiches der Verdacht einer schädlichen Bodenverunreinigung oder Altlast.

Die tabellarische Auswertung der Laborergebnisse ist in den Anlagen 17.1 und 17.2 eingetragen. Der Prüfbericht ist in den Anlagen 19.1 bis 19.10 enthalten.

6.4 Ergebnisse der chemischen Untersuchungen an den Bauwerksproben

Die Beurteilung der Laborergebnisse nach „Vorläufigen Hinweise zum Einsatz von Baustoffrecyclingmaterial“ des LfULG, nachfolgend W-Werte genannt, ergab die folgenden maßgebenden Zuordnungswerte:

BWP 2: **W 2**

aufgrund erhöhter MKW-(Mineralöl)-Gehalte in Höhe von 650 mg/kg, die den Wert W 1.2 in Höhe von 500 mg/kg Trockensubstanz überschreiten.

BWP 1: W 1.2

aufgrund erhöhter MKW-(Mineralöl)-Gehalte in Höhe von 340 mg/kg, die den Wert W 1.1 in Höhe von 300 mg/kg Trockensubstanz überschreiten.

Nicht einstuftungsrelevant, da durch frisch gebrochenen Beton zu begründen sind die erhöhten pH-Werte und Leitfähigkeiten der Proben.

6.5 Schlussfolgerungen und Empfehlungen für die Verwertung/ Entsorgung

Für die Böden der Bodenmischprobe BMP 1 empfehlen wir die Deklaration als bauschutthaltiger Sand und dementsprechend eine Verwertung/Entsorgung in Anlehnung an die Einbaukonfiguration W 2 der „Vorläufigen Hinweise zum Einsatz von Baustoffrecyclingmaterial“.

Im Bereich der BMP 1 (KRB 1, KRB 2 und KRB 6) empfehlen wir aufgrund des Verdachtes einer schädlichen Bodenverunreinigung oder Altlast eine flächenhafte Untersuchung der Böden der aktuell untersuchten Fläche im Horizont 0...35 cm auf die Parameter der BBodSchV oder alternativ die Abdeckung mit einer mind. 30 cm dicken Schicht aus nachweislich unbelastetem Mutterboden.

Die Böden aus dem Bereich der Bodenprobe BP 4/1 und BMP 2 können entsprechend Einbauklasse 1 (LAGA Z 1.1) und die Böden aus dem Bereich der BMP 3 entsprechend Einbauklasse 0 der LAGA verwertet werden.

Für die bauschutthaltigen Böden der Bodenprobe BP 4/1 ist außerdem die Verwertung entsprechend der Einbaukonfiguration W 1.1 möglich.

Für diese Böden wäre auch der Wiedereinbau am Standort, jedoch aufgrund der anthropogenen Vorbelastung unterhalb befestigter Wege oder Mutterbodenabdeckungen mit mind. 0,30 m Dicke empfohlen werden.

Der Bauschutt der abzubrechenden Bauwerksteile im Bereich der künftigen Sporthalle kann entsprechend der vorliegenden Analytik entsprechend der Einbaukonfigurationen W 1.2 bzw. W 2 verwertet bzw. entsorgt werden.

Sofern beim Aushub über die genannten Feststellungen hinaus Böden mit auffälliger Verfärbung oder Geruch vorgefunden werden, sind entsprechend Bundes-Bodenschutzgesetz bzw. Sächsischem Abfallwirtschafts- und Bodenschutzgesetz eine Untersuchung des Bodens sowie eine Information an das zuständige Umweltamt erforderlich.

7 Charakteristische Bodenkenngößen, Bodenklassen und Homogenbereiche

Nach der Bodenaufnahme vor Ort durch den Ingenieur für Geotechnik, nach korrelativer Auswertung der Laborergebnisse sowie regionalen Erfahrungswerten können den anstehenden Böden die in der nachfolgenden Tabelle 6 genannten charakteristischen Werte von Bodenkenngößen gem. DIN EN 1997-1:2009-09 (EC7-1), DIN EN 1997-1/NA2010-12 und DIN 1054:2010-12 zugeordnet werden.

Tabelle 6:

Homogenbereich	Einheit	Formelzeichen	E 1.1/E 1.2/E1.3			E 2				
			Z 0/Z 1.1/W 2	Z 0	Z 0	Z 0	Z 0	Z 0		
Einordnung nach W-Werten bzw. nach LAGA										
1 Schicht-Nr.			1	2	3.1					3.2
2 Bodenart nach DIN 18196			A, [SU, SÜ, GI]			SE, SU, SI				GI, GU
3 Geologische Bezeichnung			anthropogene Auffüllung	pleistozäner Tallehm	pleistozäner Talsand					pleist. Talkies, Gründungs- polster
4 Konsistenzzahl		I_c	0,75... 1,00	0,75...1,00	-					-
5 bezogene Lagerungsdichte		I_b	0,20... 0,30	-	0,40...0,55					0,60...0,65
6 frostveränderlich frostunveränderlich		x o	x - o	x	x - o					o (F1)
7 Wasserempfindlichkeit 1=hoch, 2=mittel, 3=schwach, 4=keine			2 - 3	1 - 2	3 - 4					4
8 Bodenklassen lt. DIN 18300			3...5 *	4	3					3
9 Reibungswinkel		φ'	30...28**	28	35					36
10 Kohäsion		c'	0...2**	5	0					0
11 natürliche Rohwichte		γ	16 - 18	20	17,0					18,0
12 Rohwichte unter Auftrieb		γ'	10	11	10,5					10,0
13 Steifemodul Tiefenbereich	bis 4,0		-	10	30					40
	>4,0		-	-	60					80
	bis		-	-	-					-
14 Durchlässigkeitswert ca.		k_f	$10^{-4} \dots 10^{-6}$	$10^{-5} \dots 10^{-7}$	$10^{-4} \dots 10^{-5}$					$10^{-3} \dots 10^{-4}$
Klassifikation/Bodenphysikalische Eigenschaften			Charakteristische Bodenkenngößen							

* ... Steingehalte > 30 %

** ... nur für Böschungs- und Erddruckberechnungen

Die Werte gelten zum Nachweis der Grenzzustände:

- GEO: Versagen oder sehr große Verformung des Baugrundes, wobei die Festigkeit der Locker- und Festgesteine für den Widerstand entscheidend ist
- GEO-2: Gleitsicherheit, Grundbruchsicherheit
- GEO-3: Böschungs- oder Geländebruch
- SLS: Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit, z. B. Setzungen

Mit den Berechnungskennwerten sind die Nachweise der Grundbruchsicherheit, der Standsicherheit von Böschungen, Berechnungen von Setzungen sowie des Erddruckes möglich. Für Erddruckberechnungen in Hinterfüllbereichen, z. B. von Schächten, sind die Scherparameter je nach Verdichtungsgrad einzusetzen. Im Extremfall gilt als Obergrenze der Verdichtungserddruck.

Die Bodenkenngößen gelten für den Baugrund zum Zeitpunkt der Baugrunduntersuchung. Sollten zum Zeitpunkt der Bauausführung, z. B. infolge Auflockerungen oder Wassereinfluss, andere Verhältnisse vorgefunden werden, ist der Bearbeiter zur Empfehlung von Maßnahmen zur Herstellung des ursprünglichen Zustandes oder zur Festlegung neuer Berechnungskennwerte hinzuzuziehen.

In der Tabelle 6 sind auch die Bodenklassen und Homogenbereiche der verschiedenen Bodenarten enthalten. Bis zur Endteufe unserer Aufschlüsse schätzen wir die Böden des Standortes als baggerfähig ein.

8 Gründungsempfehlungen

8.1 Gründungssituation, Gründungsvorschlag

Die am Standort angetroffenen Böden des pleistozänen Tallehmes (Schicht 2) in mind. steifer Konsistenz sowie als nachverdichtbar eingeschätzte Böden der Auffüllung (Schicht 1) sind in Verbindung mit einem tragfähigkeitserhöhend und setzungsmindernd wirkenden Gründungspolster mit mind. 0,50...1,0 m Dicke als Gründungsschicht für Hochbauten geeignet. Dabei ist die Dicke des Bodenaustausches von mind. 1,00 m bei verbleibenden Auffüllungen erforderlich. Humose Böden dürfen nicht, aufgefüllte Böden nicht ohne tragfähigkeitserhöhende Maßnahmen überbaut werden. Diese Böden sind unterhalb der Gründungen vollständig zu entfernen.

Eine deutlich höhere Tragfähigkeit weisen der Talsand (Schicht 3a) bzw. der Talkies (Schicht 3b) auf. Diese können ohne tragfähigkeitserhöhende Maßnahmen überbaut werden.

Unter Ansatz der annehmbaren bzw. in Abschnitt 4.2 genannten Gründungstiefen liegt die Gründungssohle des TO 1 (Neubau Sporthalle) wechselnd in Auffüllungen und dem Tallem, so dass wir die Anwendung eines Gründungspolsters mit mind. 1,0 m Dicke auf Geogitter für Flächengründungen empfehlen. Die verbleibende Dicke des Trümmerschuttes hängt dabei von der Einwirkungstiefe des verwendeten Verdichtungsgerätes ab und ist vorab mit 0,5 m einzuschätzen. Die endgültige Festlegung der Dicke des Bodenaustausches sollte im Rahmen einer Baugrundabnahme erfolgen, welche hiermit zum fachlichen Bestandteil des Gutachtens erklärt wird.

Die Gründungen der umzubauenden Bestandssporthalle liegen dagegen einheitlich im Talsand (Schicht 3a), der eine mittlere bis hohe Tragfähigkeit und eine mittlere Zusammendrückbarkeit aufweist. Evtl. Neugründungen von Wänden sollen in dieser Schicht erfolgen. Die Setzungen der neuen Gründungen werden als Differenzsetzung zum Bestand erfolgen. Daher sind entweder Setzungsfugen auszubilden oder die neuen Bauteile kraftschlüssig mit dem Bestand zu verbinden.

Die Gründungssohle des Aufzuges (TO 3) liegt in den hoch tragfähigen Talsanden bis Talkiesen (Schichten 3a - 3b). Unmittelbar nebeneinander liegende vorhandene und neue Gründungen sollten in einer Ebene erfolgen, um gegenseitige horizontale Lasteintragungen auszuschließen. Daher wird eine bereichsweise Unterfangung des Bestandsgebäudes erforderlich.

Für alle Gründungen ist eine frostsichere Gründungstiefe/ Überdeckung von mindestens 1,00 m einzuhalten. Bei Gründungen mit Bodenplatte kann die Frostsicherheit durch umlaufende Frostschrägen realisiert werden.

Unter den genannten Voraussetzungen empfehlen wir Flächengründungen als Streifen- und Einzelfundamente bzw. Bodenplatte. Die Ausführung von Tiefgründungen ist aus geotechnischer Sicht nicht erforderlich.

8.2 Angaben zur Bemessung von Flächengründungen

TO 1: Neubau erweiterte Einfeldsporthalle

Die Bemessung von Streifen- und Einzelfundamenten, die entsprechend Abschnitt 8.1 auf einem Gründungspolster mit 1,0 m Dicke im Tallem bzw. nachverdichteten Trümmerschutt abgesetzt werden, kann für die in der Tabelle 7 genannten Bemessungswerte des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ der DIN 1054:2010-12 erfolgen.

Diese Bemessungswerte stellen die Ergebnisse von Grundbruch- und Setzungsberechnungen dar, die wir mit der Software ggu footing 8, Version 8.10, unter folgenden Voraussetzungen ausgeführt haben:

- Dicke des Gründungspolsters 1,0 m
- Grundwasserspiegel 2,0 m unter Gründungssohle
- Verhältnis Horizontal/Vertikallasten H/V = 0,15

Tabelle 7:

Gründungsart	Fundamentgeometrie [m]			Bemessungswert		Setzung s [cm]
	l	b	d	Normalkraft $R_{n,d}$ [kN]	Sohldruck $\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	
Einzel- fundamente	0,6	0,6	1,0	126	350	0,3
	1,0	1,0	1,0	350	350	0,7
	1,4	1,4	1,0	686	350	1,0
	1,8	1,8	1,0	1109	342	1,3
Streifen- fundamente	15,0	0,5	1,0	2.625	350	1,0
		0,7	1,0	3.675	350	1,3
		1,0	1,0	4.620	308	1,5
		1,2	1,0	5.835	324	1,8

l: Länge b: Breite d: Einbautiefe

Die Ergebnisse der Grundbruch- und Setzungsberechnungen sind in den Anlagen 22.1, 22.2 enthalten und können diesen detailliert entnommen werden.

Der Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ ist im Rahmen der Gründungsbemessung gemäß EC 7-1 dem Bemessungswert der Sohldruckbeanspruchung $\sigma_{E,d}$ wie folgt gegenüberzustellen:

$$\sigma_{E,d} \leq \sigma_{R,d} \leq 300 \text{ kN/m}^2$$

TO 2: (Umbau und Modernisierung Bestandsschulsporthalle)

TO 3: (Anbau Aufzug)

Die Bemessung von Streifen- und Einzelfundamenten, die entsprechend Abschnitt 8.1 im Talsand oder Talkies (Schichten 3a, 3b) abgesetzt werden, kann unter Berücksichtigung des Verformungsverhaltens für den in Tabelle A 6.2 der DIN 1054:2010-12 angegebenen Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ erfolgen.

Der Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ ist im Rahmen der Gründungsbemessung gemäß EC 7-1 dem Bemessungswert der Sohldruckbeanspruchung $\sigma_{E,d}$ wie folgt gegenüberzustellen:

$$\sigma_{E,d} \leq \sigma_{R,d}$$

Für die TO 1 bis TO 3 gilt:

Bei der Fundamentbemessung ist die Forderung des Abschnitts A 6.10.1, A (1) der DIN 1054:2010-12 hinsichtlich der Neigung der Resultierenden einzuhalten. Zur Ermittlung des charakteristischen Sohldruckes bei ausmittiger Lage der resultierenden Beanspruchung gilt Abschnitt A 6.10.1, A (4). Die in Abschnitt A 6.10.2.3 der o. g. DIN genannten Forderungen zur Abminderung des Sohlwiderstandes bei Grundwasserspiegeln in Höhe der Gründungssohle sind zu beachten.

Die zu erwartenden Setzungsbeträge von Einzel- und Streifenfundamenten werden im Bereich $s = 1...2$ cm liegen. Aus geotechnischer Sicht sind Setzungsbeträge bis $s = 3,0$ cm und Winkelverdrehungen $\tan \alpha = \Delta s/l = 0,002$ unbedenklich.

Der zulässige Abtreppungswinkel zwischen unterschiedlich tief liegenden Fundamenten darf in den Böden des Standortes Schicht 3 bzw. im Gründungspolster max. $\beta = 35^\circ$ betragen, wenn die Lasten von höher liegenden auf tiefer liegende Fundamente/Wände unberücksichtigt bleiben sollen. Dabei sollten die Höhensprünge nicht größer als 0,50 m gewählt und im Boden ausgeführt werden.

8.3 Trockenhaltung des erdberührten Fußbodens

Für oberhalb des Bemessungswasserspiegels liegende Fußböden ist eine Abdichtung gegen Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser (Klasse W 1.1-E) gemäß DIN 18533-1:2017-07 unter der Voraussetzung zu empfehlen, dass unterhalb des Fußbodens und in der Bauwerkshinterfüllung stark wasserdurchlässige Böden (Tragschicht) mit mind. 0,50 m Dicke eingebaut werden bzw. vorhanden sind, die mit stark wasserdurchlässigen Böden im Untergrund hydraulisch in Verbindung stehen.

Stark wasserdurchlässig sind Böden mit einem Durchlässigkeitsbeiwert $k_f \geq 1 \cdot 10^{-4}$ m/s. Die genannte Forderung kann durch das Gründungspolster der neuen Sporthalle erfüllt werden. Im Talsand ist die Einhaltung der genannten Forderung durch baubegleitend ausgeführte Sickertests durch unser Büro zu bestätigen.

Alternativ wären Abdichtungen der Klasse W 1.2-E (Abdichtung gegen Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser in Verbindung mit Dränung) bzw. W 2.1-E (Abdichtung gegen von Außen drückendes Wasser) auszuführen.

Für unterhalb des Bemessungswasserstandes HW_{Bem} liegende Räume, z. B. die Aufzugsunterfahrt, empfehlen wir eine Abdichtung gegen drückendes Wasser gemäß Klasse W2-E entsprechend DIN 18533-1:2017-07. Endgültig ist die Klasse der Abdichtung unter Berücksichtigung der Eintauchtiefe (≤ 3 m bzw. > 3 m) festzulegen. Alternativ können die v. g. Räume im Sinne einer „Weiße Wanne“ aus entsprechend bewehrtem Stahlbeton ausgeführt werden.

8.4 Empfehlungen für die Bemessung der Verkehrsflächen

Geplant sind eine Zuwegung für Pkw-Parkplätze sowie Wege eines Pausenhofes. Für die Zufahrt/Pkw-Parkplätze gehen wir von der Belastungsklasse BK 1,0 und für Fußwege von der Belastungsklasse BK 0,3 gemäß den Richtlinien zur Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen RStO 12 aus.

Den im Bereich der Verkehrsflächen im Bereich der ausgeführten Kleinrammbohrungen KRB 1 bis KRB 4 oberflächennah anstehenden Böden ist für die Bemessung von Verkehrsanlagen überwiegend die Frostempfindlichkeit F 2 (gering bis mittel frostempfindlich) gemäß den Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau (ZTVE-StB 09, Ausgabe 2009) zuzuordnen.

Die Dicke des frostsicheren Aufbaus wurde nach RStO-12 mit 55 cm für die Zufahrt und mit 45 cm für die Fußwege ermittelt.

Dabei wurde zusätzlich zu den in Tabelle 6 angegebenen Ausgangswerten von 50 bzw. 40 cm noch gemäß Tabelle 7 folgende Zu- und Abschläge infolge örtlicher Verhältnisse berücksichtigt.

- | | |
|---|--------|
| - Frosteinwirkung Zone II | + 5 cm |
| - keine kleinräumigen Klimaeinflüsse | ± 0 cm |
| - kein Grund- oder Schichtenwasser bis 1,5 m unter Planum | ± 0 cm |
-

Weitere Einflüsse auf die Mindestdicke des frostsicheren Aufbaus aus der Lage der Gradienten und der Entwässerung der Fahrbahn bzw. der Randbereiche sind vom Planer zu berücksichtigen.

Nach Abschn. 4.5.2 der ZTVE-StB 17 ist auf dem Untergrundplanum ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ erforderlich. Wir erwarten, daß diese Forderung nach intensiver Nachverdichtung der Böden allgemein erfüllt wird. Für lokale Bereiche mit Lehm, sollte für 10 - 20% der Flächen ein Bodenaustausch mit 15 cm Dicke eingeplant werden.

Die erforderliche Dicke des Bodenaustausches sollte rechtzeitig auf Probeflächen von ca. 5 x 5 m ermittelt werden. Sofern der Bodenaustausch in Verkehrsflächen mit Frostschutzmaterial erfolgt, kann die Dicke dieses Bodenaustausches beim Nachweis des erforderlichen frostsicheren Aufbaus berücksichtigt werden.

Auf eine Planumsentwässerung kann aufgrund der allgemein wasserdurchlässigen Böden des Trümmerschuttes verzichtet werden.

Für die konzentrierte Versickerung von Niederschlagswasser sind nur die Talsande und -kiese der Schicht 3 geeignet. Der Bemessung kann vorab ein Durchlässigkeitsbeiwert $k_f = 1 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ zu Grunde gelegt werden.

9 Hinweise für die Bauausführung

Nicht verbaute Baugruben und Gräben mit Tiefen größer als 1,00 m sind gemäß DIN 4124 mit abgeböschten Wänden herzustellen. Ohne rechnerischen Nachweis darf bis zu einer Aushubtiefe von 4,00 m ein Böschungswinkel $\beta = 45^\circ$ nicht überschritten werden. Zur Vermeidung von Austrocknung/Erosion der Böschungen empfehlen wir die bauzeitliche Abdeckung mit Folien.

Die Standsicherheit der Bestandsgebäude ist bauzeitlich und dauerhaft zu gewährleisten. Beim Bodenaushub am Bestandsgebäude sind die Bodenaushubgrenzen der DIN 4123:2013-04 zu beachten. Bei geplantem Aushub ab 0,5 m über der Gründungssohle von Einzel- und Streifenfundamenten bis zur Gründungssohle ist deren Grundbruchwiderstand nachzuweisen. Ohne Nachweis ist die Freilegung der Bestandsfundamente bis zu ihrer Sohle auf 2,5 m Länge zu beschränken. Unterfangungen sind gemäß DIN 4123:2013-04 in alternierenden Abschnitten von max. 1,25 m Länge in Beton herzustellen. Dabei sind verfahrensbedingte Setzungen des Bestandsgebäudes bis $s = 1 \text{ cm}$ zu erwarten.

Unterfangungen dürfen nur in entwässerten Böden ausgeführt werden. Daher kann bei extremen Grund-Hochwasserereignissen der Einsatz einer geschlossenen Grundwasserabsenkungsanlage, z. B. mit Vakuumpflanzen, erforderlich werden. Zu empfehlen wäre jedoch der Aufschiebung der Gründungsarbeiten außerhalb des Zeitraumes des Extremhochwassers.

Für die bauzeitliche Wasserhaltung zur Ableitung evtl. aufspiegelnder Stau- und Schichtenwässer empfehlen wir bedarfsweise filterfest ausgebaute Dränggräben und Pumpensümpfe außerhalb der Gründungen des geplanten Gebäudes.

Der Zeitraum zwischen Baugrubenaushub, Nachverdichten der Aushubsohle und Einbau des Gründungspolsters bzw. Betonieren der Gründungen sollte zur Vermeidung von Aufweichungen/Auflockerungen der Böden möglichst kurz sein.

Die gemäß DIN 4124:2012-01 erforderlichen Abstände für Lasten neben der Böschungsschulter sind zu beachten. Für Baugrubenböschungen mit Höhen > 3 m bzw. für Kran- und Stapellasten im Böschungsbereich sind gesonderte Standsicherheitsnachweise notwendig.

Weiche und durchfrorene Böden sind aus den Aushubsohlen vollständig zu entfernen. Die Aushubflächen sind werktätlich mit dem Boden des Gründungspolsters zu überdecken und damit gegen Aufweichungen zu schützen.

Talsande und -kiese sind vor dem Überbauen mit Vibrationsverdichtungsgeräten nachzuverdichten.

Das Gründungspolster und Tragschichten unter dem Fußboden sollten mit gebrochen körnigem und zertifiziertem Brechkornmisch (GKG) der Körnung 0/45 mm, geeignetem Betonrecycling-Material oder Kiessand mit Schluff- und Tongehalten (Korndurchmesser 0,063 mm) < 2 % hergestellt werden.

Als Trennfilter zu feinkörnigem Boden im Planum (Tallehm) empfehlen wir den Einbau eines Geotextils der geotextilen Robustheitsklasse GRK 3, das an der Baugrubenböschung bis zur Oberfläche des Gründungspolsters hochzuführen ist. Darauf ist das tragfähigkeitserhöhende Geogitter mit mindestens 30 kN/m biaxialer Zugkraft faltenfrei aufzulegen. Möglich ist auch die Verwendung von Kombimaterial. Gründungspolster sind zur Gewährleistung einer gleichmäßigen Lastverteilung im Winkel von 60° zwischen Unterkante Fundament und Böschungsfuß der Baugrube, gemessen zur Horizontalen, zu verbreitern. Beim Antreffen weicher Böden ist zunächst Grobschlag 20/100 mm einzuwalzen, welcher mit Mineralstoffgemisch abzugleichen ist, bevor Geogitter und Geotextil verlegt werden.

Das Bodenaustauschmaterial ist lagenweise einzubauen und mit Vibrationsplatten oder -walzen zu verdichten. Der erforderliche und z. B. mittels Plattendruckversuchen nachzuweisende Verdichtungsgrad beträgt für Gründungspolster $D_{Pr} \geq 98 \%$ bzw. $E_{v,2} = 80 \text{ MN/m}^2$.

Die empfohlene frostsichere Überdeckungshöhe der Gründungen von Hochbauten von mind. 1,00 m muss sowohl im Bau- als auch im Nutzungszustand gewährleistet werden. Im Winterbau empfehlen wir wärmedämmenden Abdeckungen der Aushubflächen und eine baldige Hinterfüllung der Gründungen.

Für alle Erdarbeiten gelten allgemein die Forderungen der DIN 18300.

Nach entsprechender Beauftragung steht unser Ingenieurbüro gern zu planungs- und baubegleitenden Beratungen sowie für baubegleitende Leistungen, z. B. zu Baugrundabnahmen, Verdichtungskontrollen bzw. Sickertests zur Verfügung.

Büro für Geotechnik Nasdal & Neumann PartGmbH

Dipl.-Ing. Bodo Neumann
Ingenieur für Geotechnik
