

**BV Grundschule Weststraße 19  
in Chemnitz, Anbau an Schulgebäude und  
Neubau einer Turnhalle**

**Baugrunderkundung und Gründungsempfehlungen**

Auftraggeber: KommunalBau Chemnitz GmbH  
Clausstraße 10/12  
09126 Chemnitz

Auftragnehmer: BIUG GmbH  
Weisbachstraße 6  
09599 Freiberg

BIUG-Auftragsnummer: 13576-09-19

Bearbeiter: Dipl.-Ing. R. Dietze  
Dipl.-Ing. J. Zander  
Dipl.-Geol. U. Hoffmann

Freiberg, 12.06.2020



Dipl.-Ing. J. Seiffert

Geschäftsführer

vom Sächsischen Oberbergamt  
anerkannter Sachverständiger  
für Geotechnik



Dipl.-Ing. R. Dietze

Prokurist

bei der Ingenieurkammer ö.b.u.v. Sachverständiger  
für Erdbau, Grundbau, Felsbau

## Inhaltsverzeichnis

		Seite
1	Veranlassung	5
2	Arbeitsunterlagen	5
3	Lage des Baugeländes	6
4	Bauvorhaben	8
5	Gründungssituation des Bestandsgebäudes	8
6	Beschreibung der Baugrundverhältnisse	10
6.1	Geologie	10
6.2	Aufschlüsse	10
6.3	Baugrundaufbau	12
6.4	Hydrogeologische Situation	12
7	Bodenmechanische Kennwerte	13
7.1	Bodenmechanische Laborversuche	13
7.2	Bodenmechanische Feldversuche	13
7.3	Berechnungskennwerte	14
7.4	Einteilung in Homogenbereiche	15
8	Baugrundbeurteilung	16
8.1	Tragfähigkeit	16
8.2	Frostgefährdung	16
8.3	Aufweichungsgefahr	16
8.4	Erdbebenzone	16
9	Bewertung des Untergrundes im Hinblick auf mögliche Schadstoffbelastungen	16
9.1	Ziel der Untersuchungen	16
9.2	Entnahme und umweltgeotechnische Charakterisierung der Proben	17
9.3	Bewertung der Untersuchungsergebnisse	19
10	Gründungsempfehlungen	20
11	Hinweise zur Herstellung und Sicherung der Baugrube	23
12	Trockenhaltung, Abdichtung	23
12.1	In der Bauphase	23

12.2	Im Endzustand	23
13	Versickerungsfähigkeit	24
14	Zusammenfassung	24

## Anlagenverzeichnis

13576-09-19/01	Territoriale Einordnung
13576-09-19/02	Lageplan mit Aufschlüssen M 1 : 250
13576-09-19/03	Profile der Ramm- und Rammkernsondierungen Bl. 1 RKS 7, DPH 3, RKS 5, RKS 1 Bl. 2 RKS 6, RKS 4 / DPH 2, DPH 1 Bl. 3 RKS 3, RKS 2 Bl. 4 RKS 8, RKS 9 / DPH 4, RKS 10 Bl. 5 RKS 12, DPH 5, RKS 11 Bl. 6 RKS 13, RKS 14 / DPH 6, RKS 15
13576-09-19/04	Protokoll der Rammsondierungen
13576-09-19/05	Bestimmung der Steifezahl $E_s$ aus schweren Rammsondierungen (DPH)
13576-09-19/06	Schnittdarstellungen Bl. 1 Schnitt A-A (Anbau an das Schulgebäude) Bl. 2 Schnitt B-B (Neubau Turnhalle) Bl. 3 Schnitt C-C (Schurf)
13576-09-19/07	Konsistenzgrenzen
13576-09-19/08	Bestimmung der Wassergehalte
13576-09-19/09	Prüfbericht GBA Nr. 2019P44273 / 1 (Boden)
13576-09-19/10	Koordinatenliste der Aufschlüsse
13576-09-19/11	Ergebnisse der an den Bodenmischproben durchgeführten chemischen Untersuchungen im Vergleich mit Bewertungskriterien

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Luftbild der Flurstücke 1851/7 und 1851/6 mit bereits abgerissener Turnhalle (grün markiert) (Quelle: geoportal Sachsenatlas).....	7
---	---

## Fotoverzeichnis

Foto 1: Blick auf den Bereich der geplanten Turnhalle in Richtung NO.....	7
Foto 2: Lage des neuen Kellerzugangs am Bestandsgebäude .....	9
Foto 3: Herstellung des Schurfes unterhalb der Kellertüraussparung in der Baugrubensohle.....	9
Foto 4: Sondierarbeiten am Aufschlusspunkt RKS 6.....	11
Foto 5: Erkundungsarbeiten am Aufschlusspunkt RKS 7 .....	11

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ergebnisse der an Bodenproben durchgeführten bodenmechanischen Laborversuche.....	13
Tabelle 2: Charakteristische Bodenkennwerte .....	14
Tabelle 3: Kennwerte für die Homogenbereich A und B.....	15
Tabelle 4: Beschreibung der für die chemischen Analysen ausgewählten Einzelproben .....	17
Tabelle 5: Setzungen bei angenommenen Bodenpressungen und Fundamentgeometrien .....	21
Tabelle 6: Setzungen bei angenommenen Bodenpressungen und Fundamentgeometrien .....	22

## 1 Veranlassung

Mit dem Schreiben vom 27.09.2019 wurde die BIUG GmbH vom KommunalBau Chemnitz GmbH (KBC) gemäß Angebot vom 23.09.2019 beauftragt, für den Grundschulstandort Weststraße 19, Flurstück 1851/7 in Chemnitz die Baugrunduntersuchungen durchzuführen und ein Baugrundgutachten zu erarbeiten.

## 2 Arbeitsunterlagen

- [U1] Geologische Karte von Sachsen, Sektion Chemnitz Nr. 96, M 1 : 25000, 1906
- [U2] Topographischer Stadtplan Chemnitz, M-33-38-D-b-1 Chemnitz Süd, M 1 : 10 000, Ausgabe 1992, Stand 1989
- [U3] Aufgabenstellung Baugrunduntersuchung von IPRO consult
- [U4] Favorisierter Vorentwurf, Zusammenfassung nach Vorgesprächen, 12.09.2019
- [U5] Konzept Baukörper, Vogelperspektive, ARGE IPRO consult/ raumfeld architekten, 18.09.2019
- [U6] Schachtschein der Medienträger Telekom und inetz
- [U7] Lage- und Höhenplan mit Grenzen, make-int Vermessungsgesellschaft GmbH, Stand Mai 2019
- [U8] Schichtenverzeichnisse und 65 gestörte Bodenproben von 15 Rammkernsondierungen bis in 3,0 m bzw. 6,0 m Tiefe, Protokolle von 8 schweren Rammsondierungen bis in Tiefen zwischen 6,0 m und 7,0 m, im Zeitraum 07.10.2019 bis 09.10.2019, Fa. Jens Geißler Halsbrücke
- [U9] Auskunft aus der Bohrdatenbank des LfULG, 30.10.2019
- [U10] DIN 1054 (2010) – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau
- [U11] DIN 4019 (2015) – Setzungsberechnungen
- [U12] DIN 4020 (2010) – Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke
- [U13] DIN 4030 (2008) – Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase
- [U14] DIN 4123 (2013) – Ausschachtung, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude
- [U15] DIN 4124 (2012) – Baugruben und Gräben - Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten
- [U16] DIN 18195 (2017) – Bauwerksabdichtungen
- [U17] DIN 18196 (2011) – Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke
- [U18] DIN 50930 (2013) – Korrosion metallischer Werkstoffe im Inneren von Rohrleitungen und Apparaten bei Korrosionsbelastung durch Wässer
- [U19] DIN EN 1997 (2014) – Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik
- [U20] DIN EN 1998 (2010) – Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben

- [U21] DIN EN ISO 14688 (2018) – Benennung, Beschreibung und Klassifikation von Boden
- [U22] DIN EN ISO 17892 (2015) - Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Laborversuche an Bodenprobe
- [U23] DIN EN ISO 22475 (2007) – Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Probenentnahmeverfahren
- [U24] DIN EN ISO 22476 (2013) – Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Felduntersuchungen
- [U25] Mitteilung 20 der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA), Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen, Teil II: Technische Regeln für die Verwertung, 1.2 Bodenmaterial, 05.11.2004
- [U26] Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung – DepV). BGBl. I, S. 900, 27.04.2009; zuletzt geändert durch Art. 2 V v. 27.09.2017 | 3465

### **3      Lage des Baugeländes**

Der vorgesehene Grundschulstandort befindet sich auf der Weststraße 19 in Chemnitz, Ortsteil Kaßberg. Der geplante Erweiterungsbau an das Bestandsgebäude und der Neubau der Turnhalle sollen auf den Flurstücken 1851/7 und 1851/6 errichtet werden. Nördlich an das Baugelände grenzt die Weststraße und in östlicher Richtung wird das Gelände von der Reichsstraße begrenzt. (siehe Anlage 13576-09-19/01 und Abb. 1).

Auf dem Flurstück 1851/7 stand neben dem alten Gebäude der Berufsschule für Wirtschaft eine Turnhalle. Diese wurde bereits abgerissen. Auf dem Gelände der Schule (Flurstück 1851/7) sind noch einzelne Erdlager vorhanden, welche bis zum Zeitpunkt der Baugrunderkundung noch nicht beseitigt worden waren. Einzelne Sondierungen wurden auf Grund der Erdlager um einige Meter vor Ort verschoben, was jedoch keine Beeinträchtigung der Ergebnisse nach sich zieht.





Abbildung 1: Luftbild der Flurstücke 1851/7 und 1851/6 mit bereits abgerissener Turnhalle (grün markiert) (Quelle: geoportal Sachsenatlas)



Foto 1: Blick auf den Bereich der neu geplanten Turnhalle in Richtung NO

## **4 Bauvorhaben**

Für das Grundschulprojekt sollen, neben dem Bestandsflurstück 1851/7 zusätzlich noch die Flurstücke 1851/6 und 1851/4 genutzt werden. Es ist geplant, an das Bestandsgebäude einen massiven 3-geschossigen Erweiterungsbau ohne Unterkellerung mittels eines Bindegliedes (Treppenhaus) anzuschließen. Im Bestandsgebäude sollen nicht nur das Erdgeschoß und das 1. Obergeschoss genutzt werden, sondern auch der vorhandene Keller in die Neunutzung integriert werden.

Neben dem Erweiterungsbau ist vorgesehen, im Bereich der Freifläche eine neue eingeschossige Turnhalle als Einfeldhalle zu errichten. Die Einfeldhalle soll mittels Flachgründung gegründet werden.

## **5 Gründungssituation des Bestandsgebäudes**

Im Rahmen der Erkundungsarbeiten auf dem Gelände der ehemaligen Berufsschule für Wirtschaft wurde die Gründungssituation des Bestandsgebäudes erkundet. Dazu wurde im Bereich des geplanten Anbaus an das Schulgebäude ein Schurf bis zur Gründungssohle hergestellt.

Bereits vor den Erkundungsarbeiten durch die BIUG wurden augenscheinlich Modernisierungsarbeiten am Bestandsgebäude durchgeführt. Dazu wurde ein neuer Zugang zum Keller mittels Steintreppen hergestellt. Dieser war zum Zeitpunkt der Baugrunderkundungsarbeiten noch nicht fertiggestellt, sodass die Sohle der Baugrube für den Kellerzugang noch nicht verschlossen war. Der Schurf zur Erkundung der Bestandsgründung wurde deshalb in der Sohle der Baugrube, unterhalb der neu hergestellten Kellertüraussparung hergestellt. Die Lage des Schurfes ist in Anlage 1376-09-19/02 dargestellt und eine Schnittdarstellung ist in Anlage 13576-09-19/06 Blatt 03 ersichtlich.





Foto 2: Lage des neuen Kellerzugangs am Bestandsgebäude



Foto 3: Herstellung des Schurfes unterhalb der Kellertüraussparung in der Baugrubensohle

Mit Hilfe des durchgeführten Schurfs im Niveau des Bestandskellers konnte festgestellt werden, dass die Schule mittels Flachgründung aus Natursteinmauerwerk im Rotliegenden abgesetzt worden ist. Die Unterkante der Bestandsgründung liegt ungefähr bei 321,55 m HN.

## **6 Beschreibung der Baugrundverhältnisse**

### **6.1 Geologie**

Das Baugelände befindet sich im nordöstlichen Teil des erzgebirgischen Beckens. Der Bereich ist gekennzeichnet durch mächtige Ablagerungen aus der Formation des Rotliegenden (Leukersdorf-Formation).

Im Baugelände stehen Sedimente aus dem Unterrotliegenden an, die im Wesentlichen aus zersetzten Schluffstein bis Zersetzter Tonstein (glimmerreich) mit geringmächtigen Sandstein und Konglomerathorizonten bestehen. Das anstehende Rotliegende wird von einer Schicht aus Lößlehm überlagert.

### **6.2 Aufschlüsse**

Im Zeitraum vom 07.10.2019 bis 10.10.2019 wurden nach Vorgabe der BIUG GmbH von der Fa. Jens Geißler insgesamt 15 Rammkernsondierungen bis in Tiefen zwischen 3,0 m und 6,0 m sowie 6 Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH) bis in 7,0 m Tiefe niedergebracht.

Nach dem Vorliegen der Sondierergebnisse wurde eingeschätzt, dass eine weitere Erkundung mit tiefen Kernbohrungen nicht erforderlich ist.





Foto 4: Sondierarbeiten am Aufschlusspunkt RKS 6



Foto 5: Erkundungsarbeiten am Aufschlusspunkt RKS 7

Die Bezeichnung und Lage der Aufschlüsse ist aus Anlage 13576-09-19/02 ersichtlich. Die Höhen der Ansatzpunkte wurden in Bezug zur OK Betonstufe am Seiteneingang des Bestandsgebäudes (323,65 m HN) eingemessen.

### 6.3 Baugrundaufbau

Die Profile der schweren Rammsondierungen (DPH) und der Rammkernsondierungen sind in Anlage 13576-09-19/03 enthalten.

Im Baugelände für den geplanten Anbau an die Grundschule wurde folgende Bodenschichtung festgestellt:

- Schicht 1: Mutterboden/Auffüllung (Schluff, Sand, schwach kiesig, Ziegelreste, Bauschutt, org. Substanzen) bis in Tiefen zwischen 0,2 m bis ca. 2,4 m;
- Schicht 2: Lößlehm (Schluff, feinsandig) in steifer bis halbfester Konsistenz, bis in Tiefen zwischen 1,0 m und 1,1 m;
- Schicht 3: Rotliegendes (zersetzter Tonstein und örtlich Sandsteinersatz zwischengelagert) bis zur Sondierendtiefe.

Im Bereich der neugeplanten Turnhalle wurde folgende Bodenschichtung durch die Baugrundaufschlüsse festgestellt:

- Schicht 1a: Mutterboden bis in eine Tiefe von ca. 0,4 m;
- Schicht 1b: Auffüllung in RKS 8 (Sand, schluffig, schwach kiesig, vereinzelte Ziegelreste) bis in 2,0m Tiefe,
- Schicht 2: Lößlehm (Schluff, feinsandig) in steifer bis halbfester Konsistenz, bis in Tiefen zwischen 1,0 m und 1,7 m;
- Schicht 3: Rotliegendes (zersetzter Tonstein und örtlich Sandsteinersatz zwischengelagert) bis zur Sondierendtiefe.

### 6.4 Hydrogeologische Situation

Es wurde in den Sondierungen weder Schichten- noch Grundwasser angetroffen. Das Grundwasser ist in Form von Kluftwasser in größeren Tiefen im Rotliegenden zu erwarten.

Aus der Bohrpunktkarte Deutschland wurde ein Altaufschluss aus dem Jahre 2013 recherchiert, welcher sich in unmittelbaren Umgebung (Reichsstraße) der geplanten Baumaßnahme befindet. Bei dem Altaufschluss handelt es sich um eine Brunnenbohrung. Die Bohrtiefe des Brunnens für das Bürogebäude auf der Reichsstraße beläuft sich auf 35 m unter GOK. Die Ausbaudaten dieses Brunnens sind beim Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie gespeichert. In den Ausbaudaten des Brunnens ist vermerkt, dass in einer Teufenlage von 22,0 m bis 34,0 m ein Filterstrang eingebaut worden ist. Das Grundwasser wurde in einer Tiefe von 18,0 m ca. 304,0 m HN) gemessen. Es sind mit Schwankungen des Grundwasserspiegels



von  $\pm 1$  bis 2 m zu rechnen. Der Grundwasserstand im Baugelände liegt unterhalb der geplanten Gründung.

## 7 Bodenmechanische Kennwerte

### 7.1 Bodenmechanische Laborversuche

Im Bereich des geplanten Erweiterungsbaus an das Schulgebäude wurde eine Mischprobe des anstehenden Lößlehms erstellt und im bodenmechanischen Labor auf die Konsistenzgrenzen hin untersucht. Zusätzlich wurde für den Standort des Erweiterungsbaus und der Turnhalle jeweils eine Probe des Rotliegenden auf dessen Konsistenzgrenzen untersucht.

Tabelle 1: Ergebnisse der an Bodenproben durchgeführten bodenmechanischen Laborversuche

Bodenprobe	MP 1	P 2	P 3
Aufschluss	RKS 4, RKS 5, RKS 6, RKS 7 (Schulstandort)	RKS 1 / B2 (Schulstandort)	RKS 12 / B3 (Turnhalle)
Schicht	Lößlehm	zersetzter Tonstein (Rotliegendes)	zersetzter Tonstein (Rotliegendes)
Tiefe (m)	0,2 – 1,1	2,0 – 4,0	1,4 – 3,0
Wassergehalt $w$ (%)	15,25	15,91	21,33
Fließgrenze $w_L$ (%)	35,96	50,62	50,83
Ausrollgrenze $w_p$ (%)	23,31	30,52	30,57
Plastizitätszahl $I_p$ (%)	12,65	20,11	20,26
Konsistenzzahl $I_c$	1,64	1,73	1,46
Konsistenz	fest	fest	fest
Bodenklassifizierung nach DIN 18196	mittelplastischer Ton (TM)	Schluff-Ton, ausge- prägt plastisch (UA-TA)	Schluff-Ton, ausgeprägt plastisch (UA-TA)

### 7.2 Bodenmechanische Feldversuche

Mit der durchgeführten schweren Rammsondierung (DPH) wurde die Lagerungsdichte bis in 7,0 m Tiefe erkundet.

Mit den in der Rammsondierung (DPH) ermittelten Schlagzahlen pro 10 cm Eindringtiefe können Lagerungsdichte und Tragfähigkeit des Untergrundes abgeschätzt bzw. beurteilt werden.



Nach DIN 4094 kann aus Rammsondierungen für bestimmte Bodenarten (enggestufter Sand und leicht- bis mittelplastischer Ton) in Abhängigkeit von der Auflast und der Tiefenlage die Steifezahl  $E_s$  als Ausdruck der Tragfähigkeit abgeleitet werden.

Der Lößlehm und das Rotliegende (zersetzter Tonstein) sind dem leicht- bis mittelplastischen Ton zuzuordnen.

Das Protokoll der Rammsondierung ist in Anlage 13576-09-19/04 enthalten.

In Anlage 13576-09-19/05 sind die aus den Schlagzahlen der Rammsondierung abgeleiteten Steifezahlen  $E_s$  dargestellt worden.

### 7.3 Berechnungskennwerte

Für die einzelnen angetroffenen Bodenschichten, lassen sich anhand von einschlägiger Fachliteratur und Erfahrungswerten die Bodenkennwerte abschätzen. In der nachfolgenden Tabelle 2 wurden für die jeweiligen Schichten die Kennwerte zusammengestellt.

Tabelle 2: Charakteristische Bodenkennwerte

Boden- gruppe	Bo- den- klasse (DIN 18300)	Homo- genbe- reich (DIN 18300- 2015)	cal $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	cal $\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	cal $\phi'$ [°]	cal $c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	cal $E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	cal $k_f$ [m/s]
Schicht 1: Auffüllung (Sand, Schluff, kiesig, vereinzelt Ziegelreste)	3-4	A	19	10	27..35	0...5	10..40	$10^{-4} \dots^{-8}$
Schicht 2: Lößlehm (Schluff, feinsandig)	3-4	A	19	9	27,5	5...15	5...10	$10^{-8} \dots^{-10}$
Schicht 3: Rotliegendes (zersetzter Tonstein und Sandsteinersatz)	3-5	B	21	11	30	5..15	15...45	$10^{-8} \dots^{-10}$

Es bedeuten:

- $\gamma$  = Wichte in kN/m<sup>3</sup>
- $\gamma'$  = Wichte unter Auftrieb in kN/m<sup>3</sup>
- $\phi'$  = wirksamer Winkel der inneren Reibung in °
- $c'$  = wirksame Kohäsion in kN/m<sup>2</sup>

$E_s$  = Steifemodul in MN/m<sup>2</sup>  
 $k_f$  = Durchlässigkeitsbeiwert in m/s

## 7.4 Einteilung in Homogenbereiche

Nach der DIN 18300 (2015) - Erdarbeiten werden die einzelnen Bodenklassen in Homogenbereiche untergliedert. In der nachfolgenden Tabelle 3 werden den Homogenbereichen A und B die erforderlichen Kennwerte zugeordnet.

Tabelle 3: Kennwerte für die Homogenbereich A und B

		Einheit	Boden A	Boden B
Homogenbereich			A	B
Ortsübliche Bezeichnung		-	Auffüllung, Lößlehm	Rotliegendes (zersetzer Tonstein)
Korngrößenverteilung	≤ 0,06 mm	%	10...50	40...60
	> 0,06-2,0 mm	%	30...80	30...45
	> 2,0 – 63 mm	%	10...50	5...10
Massenanteile an Steinen/Blöcken	> 63 – 200 mm	%	≤ 5	-
	>200 – 630 mm	%	≤ 5	-
	> 630 mm	%	-	-
Dichte, feucht		g/cm <sup>3</sup>	1,9	2,1
undräßierte Scherfestigkeit		kN/m <sup>3</sup>	75-600	300-600
Wassergehalt		%	15,25*	15,91*; 21,33*
Plastizitätszahl		%	12,65*	20,11*; 20,26*
Konsistenzzahl		-	1,64*	1,73*; 1,46*
bezog. Lagerungsdichte $I_D$		%	-	-
Organischer Anteil		%	< 5	< 2
Bodengruppe nach DIN 18196		-	A [S, U, g', Ziegelreste], TM*	Schluff-Ton, ausgeprägt plastisch (UA-TA)

\* - aus Laborversuchen ermittelt

## **8 Baugrundbeurteilung**

### **8.1 Tragfähigkeit**

Der anstehende Lößlehm in steifer bis halbfester, örtlich fester Konsistenz ist nur eingeschränkt tragfähig. Das im Gründungsniveau anstehende Rotliegendensediment (zersetzter Tonstein und Sandsteinersatz) in halbfester bis fester Konsistenz ist hingegen gut tragfähig und schersfest und für eine Flachgründung gut geeignet.

### **8.2 Frostgefährdung**

Der bindige Lößlehm und das Rotliegende (Zersetzter Tonstein und Sandstein) sind gemäß ZTVE-StB als sehr frostempfindlich mit F3 einzustufen. Ausgehend von der geographischen Lage ist mit einer Frosteindringtiefe von  $t = 1,0$  m zu rechnen. Gemäß RStO 12 befindet sich das Untersuchungsgebiet im Bereich der Frosteinwirkungszone II.

### **8.3 Aufweichungsgefahr**

Der bindige Anteil der Auffüllung, der Lößlehm und das Rotliegende sind sehr wasserempfindlich und neigen zur Aufweichung. Die aufgeweichten Schichten sind als Gründungsniveau bzw. als Arbeitsebene ungeeignet. Bei feuchten Witterungsverhältnissen während der Bauphase ist die Gründungsebene vor Aufweichung mit geeigneten Maßnahmen zu schützen.

### **8.4 Erdbebenzone**

Das Baugelände befindet sich ausgehend von DIN 4149 in der Erdbebenzone 0 und ist der Untergrundklasse R zuzuordnen. Es sind auf Grundlage der Din 4149 keine Besonderheiten beim Entwurf von baulichen Anlagen zu beachten.

## **9 Bewertung des Untergrundes im Hinblick auf mögliche Schadstoffbelastungen**

### **9.1 Ziel der Untersuchungen**

Das Bauvorhaben erfolgt im Stadtgebiet von Chemnitz an einem Standort mit bestehender Bebauung. Bei Bauvorhaben innerhalb von Siedlungsgebieten ist davon aus-

zugehen, dass die obere(n) Schicht(en) aus Auffüllung bzw. anthropogen umgelager-tem Lockergestein bestehen und Fremdbestandteile enthalten sein können.

In Vorbereitung der Auswahl von rechtssicheren Wegen für die Verwertung oder ggf. Entsorgung der bei der Baumaßnahme voraussichtlich anfallenden Lockergesteins-massen wurden Bodenproben aus dem Untergrund entnommen und bezüglich mög-licher Schadstoffbelastungen untersucht und bewertet.

## 9.2 Entnahme und umweltgeotechnische Charakterisierung der Proben

Zur Erkundung des Baugrundes wurden im Zeitraum 07.10.2019 bis 10.10.2019 u. a. 15 Rammkernsondierungen (RKS) bis in max. 6 m Tiefe durchgeführt. Die Lage die-ser Aufschlusspunkte ist in der Anlage 13576-09-19/02 dargestellt, die Bohrprofile und Schichtenverzeichnisse sind in der Anlagen 13576-09-19/03 enthalten.

Die den RKS schichtbezogenen entnommenen Einzelproben wurden zunächst im bodenmechanischen Labor der BIUG GmbH durch einen für die Bewertung zustän-digen Mitarbeiter der Abteilung Boden/Geologie/Altlasten hinsichtlich ihrer erkennba-ren Bestandteile sowie organoleptischen Eigenschaften untersucht.

Aus den Einzelproben wurden insgesamt vier Mischproben vom Standort des geplan-ten Erweiterungsbaus (Proben 13576 – MP 1 und – MP 2) und vom Bereich der künf-tigen Turnhalle (Proben 13576 – MP 3 und – MP 4) für die Durchführung chemischer Untersuchungen hergestellt. Die Eigenschaften der Einzelproben sind in der Tabelle 4 beschrieben.

Die Proben wurden am 16.10.2019 dem akkreditierten Labor GBA mbH, Standort Freiberg, zur Durchführung von Untersuchungen übergeben. Der Prüfbericht mit der Nummer 2019P44273 / 1 ist als Anlage 13576-09-19/09 beigelegt.

Tabelle 4: Beschreibung der für die chemischen Analysen ausgewählten Einzelproben

Auf-schluss	Tiefe unt. GOK [m]	Material	organolepti-sche Auffällig-keiten
Probe 13576 – MP 1 (Auffüllung im Bereich Erweiterungsbau)			
RKS 1	0,00 ... 2,00	Schluff, sandig, kiesig, rötlichbraun; überwiegend Rotliegend-Zersatz, enthält Schotter, vereinzelt Stückchen von Ziegel und Beton, Wurzeln und Blattreste	leicht modriger Geruch
RKS 2	0,00 ... 2,40	Sand, stark kiesig, schluffig, graubraun; enthält Schluffklumpen, Ziegelreste bis min. d=6 cm, Stü-cke von Beton, vereinzelt schwarze Schlacke, Wurzeln und Pflanzenreste; Anteil der Fremdbestandteile > 10 %	einzelne Klum-pen mit ste-chend aromati-schem Geruch
RKS 3	0,00 ... 1,50	Schluff, stark sandig, stark kiesig, grauschwarz; enthält Ziegelreste bis min. d=6 cm, Schotter, As-phalt, Wurzeln, evtl. Ascheanteile (Farbe)	Asphalt mit teerartigem Ge-ruch

Aufschluss	Tiefe unt. GOK [m]	Material	organoleptische Auffälligkeiten
RKS 4	0,00 ... 0,70	Sand, kiesig, schwach schluffig, bräunlichgrau; enthält Ziegelreste, Mörtelstückchen, Dachschiefer, Schotter, Wurzelreste	deutlicher aromatischer Geruch
RKS 5	0,00 ... 0,60	Schluff, sandig, vereinzelt Kies, schwarzbraun; enthält vereinzelt Ziegelsplitter, häufig Pflanzenreste (Wurzeln, Blätter)	Geruch erdig
RKS 6	0,00 ... 0,20	Kies, stark sandig, schwach schluffig, schwarzbraun; enthält vereinzelt Ziegelsplitter, ein Stück Beton, häufig Pflanzenreste (Wurzeln, Blätter)	Geruch erdig
RKS 7	0,00 ... 0,60	Schluff, vereinzelt kiesig, braun bis grau, z. T. schwarz; enthält Ziegelsplitter, evtl. Anteile von Asche oder Kohle (Farbe)	ohne
<b>Probe 13576 – MP 2 (Lehm im Bereich Erweiterungsbau)</b>			
RKS 4	0,70 ... 1,10	Schluff, feinsandig, graubraun; enthält vereinzelt Kies bis d=3 cm	Geruch erdig
RKS 5	0,60 ... 1,10	Schluff, feinsandig, graubraun, vereinzelt Kies, häufig Wurzeln	Geruch erdig
RKS 6	0,20 ... 1,00	Schluff, z. T. stark grobsandig, glimmerreich, grau bis braun; enthält Wurzeln	ohne
RKS 7	0,60 ... 1,00	Schluff, feinsandig, braun bis rötlichbraun; enthält Wurzeln	ohne
<b>Probe 13576 – MP 3 (Auffüllung im Bereich Turnhalle)</b>			
RKS 8	0,00 ... 2,00	Schluff, schwach sandig, vereinzelt Kies, graubraun; enthält Ziegelstückchen, Wurzeln	ohne
<b>Probe 13576 – MP 4 (Lehm im Bereich Turnhalle)</b>			
RKS 9	0,30 ... 1,00	Schluff, schwach sandig, ockerbraun bis rotbraun	ohne
RKS 10	0,40 ... 1,00	Schluff, schwach sandig, grau bis rötlichbraun	ohne
RKS 11	0,20 ... 1,20	Schluff, schwach bis stark sandig, graubraun bis grau; durchwurzelt	ohne
RKS 12	0,20 ... 1,40	Schluff, schwach sandig, vereinzelt Feinkies, braun bis rötlichbraun	ohne
RKS 13	0,20 ... 1,00	Schluff, schwach sandig, braun bis rötlichbraun	ohne
RKS 14	0,30 ... 1,10	Schluff, schwach sandig, z. T. schwach kiesig, grau bis rötlichbraun	ohne

Bei den Auffüllungen waren in Teilproben der Mischprobe 13576 - MP 1 organoleptische Auffälligkeiten (teerähnlicher, aromatischer Geruch und dunkle Bodenfarben) festzustellen.



### 9.3 Bewertung der Untersuchungsergebnisse

Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen an den Bodenmischproben werden in der Anlage 13576-09-19/11 den Zuordnungswerten der TR Boden [U25] und der Deponieverordnung [U26] gegenübergestellt.

#### Auffüllungen

In der, aus den Auffüllungen im geplanten Bereich des Erweiterungsbaus hergestellten Mischprobe 13576 – MP 1 überschreiten die Gehalte der Parameter Arsen, Blei und Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) in der Originalsubstanz die Grenzwerte für den Geltungsbereich der TR Boden. Der Aushub der Auffüllungen ist somit nicht für eine Verwertung geeignet und muss entsorgt werden. Aufgrund des TOC-Gehalts muss die Entsorgung voraussichtlich auf eine Deponie der Deponieklasse DK II erfolgen.

Die im Bereich des geplanten Turnhallengebäudes entnommene Auffüllung (Probe 13576 – MP 3) weist nur leicht erhöhte Gehalte der Parameter Arsen (im Feststoff) und Sulfat (im Eluat) auf. Der Sulfatgehalt bedingt die Zuordnung der Aushubmaterialien in die Verwertungsklasse Z 1.2 der TR Boden. Eine Wiederverwertung des Aushubes dieser Auffüllung ist aus umweltgeochemischer Sicht unterhalb der durchwurzelbaren Bodenschicht möglich. Kann die Wiederverwertung am Standort aufgrund der bodenmechanischen Eigenschaften des Materials oder anderer Gegebenheiten nicht durchgeführt werden, sollte eine Verwertung entsprechend der Einbauklasse 1 (nach LAGA TR Boden) an einem anderen Standort erfolgen.

#### Lehm (natürlicher Lockergesteinsuntergrund)

Im Bereich des Erweiterungsbaus weist der ab einer Tiefe von 0,2 m angetroffene Lehm (Probe 13576 – MP 2) keine Gehalte der untersuchten Parameter auf, welche die Zuordnungswerte für die Einbauklasse 0 überschreiten. Der Aushub des Lehms kann somit uneingeschränkt in bodenähnlichen Anwendungen verwertet werden.

Der Lehmboden aus dem Baugelände für das Turnhallengebäude weist lediglich einen vergleichsweise geringen pH-Wert auf, welcher dem Zuordnungswert Z 2 entspricht. Der Wiedereinbau am Standort ist möglich. Eine Verwertung außerhalb des Standorts müsste nach Einbauklasse 2 (eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen) erfolgen. Durch eine Erhöhung des pH-Werts (Kalkung des Bodens) kann eine uneingeschränkte Verwertbarkeit erreicht werden.

## 10 Gründungsempfehlungen

### Anbau an das Bestandsgebäude

Das Bestandsgebäude ist unterkellert. Aufgrund der Unterkellerung liegt das Gründungsniveau des Bestandsgebäudes bei ca. 321,55 m HN.

Die Gründungssohle des Anbaus soll bei 319,51 m NHN liegen, d.h. ca. 4,0 m unter Gelände. In dieser Tiefe steht zersetzter Tonstein (Rotliegendes) in mindestens halbfester Konsistenz an.

Bei einer Plattengründung im zersetzten Tonstein in halbfester Konsistenz kann eine zulässige Sohlpressung (charakteristisch) von  $\sigma_{zul} = 250 \text{ kN/m}^2$  und eine Bettungszahl von  $k_s = 20 \text{ MN/m}^3$  angesetzt werden. Die Setzungen liegen dabei bei  $s \leq 1,0 \text{ cm}$ . Ein Gründungspolster ist im zersetzten Tonstein aus statischen Gründen nicht erforderlich (nur zum Schutz der Baugrubensohle).

Ein nicht unterkellertes Teil des Schulanbaus kann auf einer Bodenplatte oder auf Streifenfundamenten gegründet werden. Aufgrund der Frosteinwirkungszone ist bei einer Gründung mit Bodenplatte die Anordnung von Frostschrägen in Form von Streifenfundamenten bis mind. 1,0 m unter Gelände erforderlich.

Der neue Gebäudeanbau ist aufgrund der möglichst geringen Differenzsetzungen zum Altbestand bevorzugt auf Streifenfundamenten im tragfähigen Rotliegenden bzw. ab 1,7 m Tiefe in der Auffüllung zu gründen. Unter einer Bodenplatte ist die Anordnung eines Gründungspolsters (ca. 0,8 m Dicke) erforderlich. Im Rahmen einer Baugrundabnahme ist zu prüfen, ob in der Gründungssohle anstehende Schichten der Auffüllung tragfähig sind. Ansonsten ist ein Bodenaustausch mit gut verdichtbaren Material vorzusehen. Die Aushubsohle unter dem Gründungspolster ist zu verdichten.

Für den Anbau sollten die Fundamentgruben möglichst nicht tiefer als die Fundamente des Bestandes ausgehoben werden. Bei größeren Aushubtiefen wäre im Kontaktbereich Altbestand/ Neubau u.U. eine Unterfangung erforderlich.

Der aufnehmbare Sohldruck (zul. Bodenpressung) ist keine bodenspezifische Kenngröße, sondern eine Funktion der Grundbruchsicherheit der Fundamente und des Verformungsverhaltens (Setzungen).

In der Tabelle 5 wurden die nach DIN 4019, Teil 1, berechneten wahrscheinlichen Setzungen in Abhängigkeit von Fundamentgeometrie, Gründungstiefe und Bodenpressung aufgeführt.

Tabelle 5: Setzungen bei angenommenen Bodenpressungen und Fundamentgeometrien

Fundament	mittlere Boden- pressung [kN/m <sup>2</sup> ]	wahrscheinli- che Setzung [cm]	Bettungszahl $k_s$ [MN/m <sup>3</sup> ]
Bodenplatte EG auf 0,8 m Grün- dungspolster	150	2,7	5,55
Bodenplatte UG (ca. – 4,0 m)	200	< 1,0	20
Streifenfundamente $b = 0,5$ m in 1,5 m Tiefe	200	1,2	16,66
Streifenfundamente $b = 0,5$ m in 1,5 m Tiefe	250	1,4	17,85

Bei einer Gründung auf Streifenfundamenten ( $b > 0,5$  m) in einer frostsicheren Einbindetiefe kann nach DIN 1054 (2010) ein aufnehmbarer Sohldruck (zulässige Bodenpressung) von  $\sigma_{zul} = 250$  kN/m<sup>2</sup> angesetzt werden. Dies entspricht nach DIN 1054 (2010) einem Bemessungswert des Sohlwiderstandes von  $\sigma_{R,d} = 350$  kN/m<sup>2</sup>. Ausgehend von den ermittelten Gesamtsetzungen ist bei einer Flachgründung des Schulanbaus im nicht unterkellerten Teil mittels Bodenplatte auf einem 0,8 m dicken Gründungspolster eine Bettungszahl von  $k_s \approx 5,55$  MN/m<sup>3</sup> anzusetzen. Der Großteil der zu erwartenden Setzungen ( $\approx 60$  %) stellen sich bereits in der Bauphase ein.

### Unterfangung Bestandsgebäude

Für die Unterfangung wird eingeschätzt, dass es u.U. im Rotliegenden mit HDI zu Problemen kommen kann. In diesem Fall ist eine klassische Unterfangung, abschnittsweise (auch tiefenbezogen in Aushubabschnitten) mit Beton vorzusehen. Alternativ dazu wäre eine rückverankerte Bohrpfehlwand (auch abschnittsweise herzustellen) unmittelbar neben dem Bestandsgebäude denkbar. Bei dieser Variante könnte der Neubau aber erst hinter der Bohrpfehlwand angeordnet werden, d.h. in einem gewissen Abstand zum Bestandsgebäude.

Zwischen Alt- und Neubau ist eine Bewegungsfuge anzuordnen.

### Neubau Turnhalle

Die geplante Turnhalle kann unter Berücksichtigung der frostsicheren Einbindetiefe mittels Flachgründung vorzugsweise auf Streifenfundamenten in mind. 1,2 m Tiefe im Rotliegenden gegründet werden. Mögliche Reste der Auffüllung bzw. des Lößlehms sind zu entfernen und mit tragfähigen Material auszutauschen. Bei Gründung auf einer Bodenplatte in Höhe GOK ist darunter die Anordnung eines mind. 0,8 m starken Gründungspolsters erforderlich. Aufgrund der Frosteinwirkungszone ist die Anord-

nung von Frostschrüzen in Form von Streifenfundamenten bis mind. 1,0 m unter Gelände vorzusehen.

Der aufnehmbare Sohldruck (zul. Bodenpressung) ist keine bodenspezifische Kenngröße, sondern eine Funktion der Grundbruchsicherheit der Fundamente und des Verformungsverhaltens (Setzungen).

In der Tabelle 6 wurden die nach DIN 4019, Teil 1, berechneten wahrscheinlichen Setzungen für den Turnhallenneubau in Abhängigkeit von Fundamentgeometrie, Gründungstiefe und Bodenpressung aufgeführt.

Tabelle 6: Setzungen bei angenommenen Bodenpressungen und Fundamentgeometrien

Fundament	mittlere Bodenpressung [kN/m <sup>2</sup> ]	wahrscheinliche Setzung [cm]	Bettungszahl $k_s$ [MN/m <sup>3</sup> ]
Bodenplatte auf 0,8 m Gründungspolster	100	2,0	5,0
Bodenplatte auf 0,8 m Gründungspolster	150	3,0	5,0
Bodenplatte UG (ab ca. – 2,0 m)	200	< 1,0	20
Streifenfundamente $b = 0,5$ m in 1,5 m Tiefe	150	0,7	21,43
Streifenfundamente $b = 0,5$ m in 1,5 m Tiefe	250	1,3	19,23
Stützenfundamente $b = 1,0$ m in 1,5 m Tiefe	200	0,9	22,22
Stützenfundamente $b = 1,0$ m in 1,5 m Tiefe	300	1,4	21,43

Bei einer Gründung auf Streifenfundamenten ( $b > 0,5$  m) in einer frostsicheren Einbindetiefe kann nach DIN 1054 (2010) ein aufnehmbarer Sohldruck (zulässige Bodenpressung) von  $\sigma_{zul} = 250$  kN/m<sup>2</sup> angesetzt werden. Dies entspricht nach DIN 1054 (2010) einem Bemessungswert des Sohlwiderstandes von  $\sigma_{R,d} = 350$  kN/m<sup>2</sup>. Bei einer Flachgründung auf einer Bodenplatte in Höhe GOK über einem 0,8 m dicken Gründungspolster ist eine zulässige Sohlpressung von 100 kN/m<sup>2</sup> anzusetzen, bei Gründungstiefen ab 2 m eine mittlere zulässige Sohlpressung von 200 kN/m<sup>2</sup>. Der Großteil der zu erwartenden Setzungen ( $\approx 60$  %) stellen sich bereits in der Bauphase ein.

Bei einem Gründungsniveau im zersetzten Tonstein unterhalb 322 m NHN ist kein Gründungspolster erforderlich.

## **11 Hinweise zur Herstellung und Sicherung der Baugrube**

Bei Herstellung von Baugruben ist DIN 4124 zu beachten. Die Böschungsneigung in der Bauphase richtet sich nach den bodenmechanischen Eigenschaften der Lockergesteine unter Berücksichtigung der Offenhaltungszeit der Baugrube und der äußeren Einflüsse. Bei den geringen Aushubtiefen kann die Böschung bis in 1,25 m Tiefe senkrecht hergestellt werden.

Bei größeren Aushubtiefen in mindestens steifen bindigen Böden ist ein Böschungswinkel von  $\beta \leq 60^\circ$  anzusetzen. Bei Tiefen  $> 3$  m ist in der Böschung eine mindestens 0,5 m breite Zwischenberme anzuordnen.

Wenn diese Böschungswinkel für die Baugruben nicht eingehalten werden können, so ist ein Baugrubenverbau vorzusehen.

## **12 Trockenhaltung, Abdichtung**

### **12.1 In der Bauphase**

In der Bauphase sind keine Grundwasserabsenkungsmaßnahmen erforderlich. Zufließende Oberflächen- oder Schichtenwasser sind in einer offenen Wasserhaltung mittels Pumpensumpf aus der Baugrube zu entfernen.

### **12.2 Im Endzustand**

Bei einer Anordnung der Bodenplatte (Anbau an des Bestandgebäude und Turnhalle) in Höhe Geländeoberkante (OK Bodenplatte über GOK) ist keine Abdichtung erforderlich. Es ist jedoch eine kapillarbrechende Schicht von 20 cm Mächtigkeit unter der Bodenplatte vorzusehen (bei Anordnung eines Gründungspolsters aus frostsicherem Material ist dies gegeben).

Für die Abdichtung unterkellelter Bereiche ist die DIN 18533-1 (Juli 2017) Abdichtung von erdberührten Bauteilen anzuwenden. Da die im UG-Bereich anstehenden Bodenschichten des Rotliegenden (Schieferton) nur sehr gering wasserdurchlässig sind, ist entweder die Klasse W1.2-E (Abdichtung gegen Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden mit Dränung) oder die Klasse W2-E (Abdichtung gegen Stauwasser ohne Dränung) zu berücksichtigen. Ohne Dränung muss ein Stauwasserstand bis in Höhe GOK angesetzt werden.



## 13 Versickerungsfähigkeit

Ausgehend von den Bohrprofilen der durchgeführten Rammkernsondierungen lässt sich die Durchlässigkeit der Bodenschichten ableiten. Demnach sind der Lößlehm und das darunter anstehende Rotliegende nicht für eine Versickerung nicht geeignet.

## 14 Zusammenfassung

Der Baugrundaufbau wurde im Zeitraum vom 07.10 bis 10.10.2019 mit insgesamt 15 Rammkernsondierungen bis in Tiefen zwischen 3,0 m und 6,0 m sowie 6 Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH) bis in 7,0 m Tiefe erkundet. Im Bereich des geplanten Schulanbaus wurde folgende Bodenschichtung angetroffen:

- Schicht 1: Mutterboden/Auffüllung (Schluff, Sand, schwach kiesig, Ziegelreste, Bauschutt, org. Substanzen) bis in Tiefen zwischen 0,2 m bis ca. 2,4 m;
- Schicht 2: Lößlehm (Schluff, feinsandig) in steifer bis halbfester Konsistenz, bis in Tiefen zwischen 1,0 m und 1,1 m;
- Schicht 3: Rotliegendes (zersetzter Tonstein und örtlich Sandsteinzersatz zwischengelagert) bis zur Sondierendtiefe.

Im Bereich der neugeplanten Turnhalle wurde folgende Bodenschichtung durch die Baugrundaufschlüsse festgestellt:

- Schicht 1a: Mutterboden bis in eine Tiefe von ca. 0,4 m;
- Schicht 1b: Auffüllung in RKS 8 (Sand, schluffig, schwach kiesig, vereinzelte Ziegelreste) bis in 2,0m Tiefe,
- Schicht 2: Lößlehm (Schluff, feinsandig) in steifer bis halbfester Konsistenz, bis in Tiefen zwischen 1,0 m und 1,7 m;
- Schicht 3: Rotliegendes (zersetzter Tonstein und örtlich Sandsteinzersatz zwischengelagert) bis zur Sondierendtiefe.

In den Sondierungen wurde kein Schichten- oder Grundwasser angetroffen. Das Grundwasser ist in Form von Kluftwasser in größeren Tiefen im Rotliegenden zu erwarten.

Der anstehende Lößlehm in steifer bis fester Konsistenz ist nur eingeschränkt tragfähig. Das im Gründungsniveau anstehende Rotliegendesediment (zersetzter Tonstein und Sandsteinzersatz) in halbfester bis fester Konsistenz ist hingegen gut tragfähig und scherfest und für eine Flachgründung gut geeignet.

Der bindige Lößlehm und das Rotliegende (zersetzter Tonstein und Sandsteinzersatz) sind gemäß ZTVE-StB als sehr frostempfindlich mit F3 einzustufen. Ausgehend von der geographischen Lage ist mit einer Frosteindringtiefe von  $t = 1,0$  m zu rech-

nen. Gemäß RStO 12 befindet sich das Untersuchungsgebiet im Bereich der Frosteinwirkungszone II.

Aus den Einzelproben wurden insgesamt vier Mischproben vom Standort des geplanten Erweiterungsbaus (Proben 13576 – MP 1 und – MP 2) und vom Bereich der künftigen Turnhalle (Proben 13576 – MP 3 und – MP 4) für die Durchführung chemischer Untersuchungen hergestellt.

In der, aus den Auffüllungen im geplanten Bereich des Erweiterungsbaus hergestellten Mischprobe 13576 – MP 1 überschreiten die Gehalte der Parameter Arsen, Blei und Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) in der Originalsubstanz die Grenzwerte für den Geltungsbereich der TR Boden. Der Aushub der Auffüllungen ist somit nicht für eine Verwertung geeignet und muss entsorgt werden. Aufgrund des TOC-Gehalts muss die Entsorgung voraussichtlich auf eine Deponie der Deponieklasse DK II erfolgen.

Die im Bereich des geplanten Turnhallengebäudes entnommene Auffüllung (Probe 13576 – MP 3) weist nur leicht erhöhte Gehalte der Parameter Arsen (im Feststoff) und Sulfat (im Eluat) auf. Der Sulfatgehalt bedingt die Zuordnung der Aushubmaterialien in die Verwertungsklasse Z 1.2 der TR Boden. Eine Wiederverwertung des Aushubes dieser Auffüllung ist aus umweltgeochemischer Sicht unterhalb der durchwurzelbaren Bodenschicht möglich. Kann die Wiederverwertung am Standort aufgrund der bodenmechanischen Eigenschaften des Materials oder anderer Gegebenheiten nicht durchgeführt werden, sollte eine Verwertung entsprechend der Einbauklasse 1 (nach LAGA TR Boden) an einem anderen Standort erfolgen.

Im Bereich des Erweiterungsbaus weist der ab einer Tiefe von 0,2 m angetroffene Lehm (Probe 13576 – MP 2) keine Gehalte der untersuchten Parameter auf, welche die Zuordnungswerte für die Einbauklasse 0 überschreiten. Der Aushub des Lehms kann somit uneingeschränkt in bodenähnlichen Anwendungen verwertet werden.

Der Lehm Boden aus dem Baubereich für die Turnhalle weist lediglich einen vergleichsweise geringen pH-Wert auf, welcher dem Zuordnungswert Z 2 entspricht. Der Wiedereinbau am Standort ist möglich. Eine Verwertung außerhalb des Standorts müsste nach Einbauklasse 2 (eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen) erfolgen.

Das Bestandsgebäude ist unterkellert. Aufgrund der Unterkellerung liegt das Gründungsniveau des Bestandsgebäudes bei ca. 321,55 m HN. Die Gründungssohle des Anbaus soll im Anschlußbereich bei 319,51 m NHN liegen, d.h. ca. 4,0 m unter Gelände. In dieser Tiefe steht zersetzter Tonstein (Rotliegendes) in mindestens halbfester Konsistenz an.

Bei einer Plattengründung im zersetzten Tonstein in halbfester Konsistenz kann eine zulässige Sohlpressung (charakteristisch) von  $\sigma_{zul} = 250 \text{ kN/m}^2$  und eine Bettungszahl von  $k_s = 20 \text{ MN/m}^3$  angesetzt werden. Die Setzungen liegen dabei bei  $s \leq 1,0$

cm. Ein Gründungspolster ist im zersetzten Tonstein aus statischen Gründen nicht erforderlich (nur zum Schutz der Baugrubensohle).

Der nicht unterkellerte Schulanbau kann auf einer Bodenplatte oder auf Streifenfundamenten gegründet werden. Aufgrund der Frosteinwirkungszone ist bei einer Gründung mit Bodenplatte die Anordnung von Frostschrägen in Form von Streifenfundamenten bis mind. 1,0 m unter Gelände erforderlich.

Die geplante Turnhalle kann unter Berücksichtigung der frostsicheren Einbindetiefe mittels Flachgründung vorzugsweise auf Streifenfundamenten in mind. 1,2 m Tiefe im Rotliegenden gegründet werden. Mögliche Reste der Auffüllung bzw. des Lößlehms sind zu entfernen und mit tragfähigen Material auszutauschen. Bei Gründung auf einer Bodenplatte in Höhe GOK ist darunter die Anordnung eines mind. 0,8 m starken Gründungspolsters erforderlich. Aufgrund der Frosteinwirkungszone ist die Anordnung von Frostschrägen in Form von Streifenfundamenten bis mind. 1,0 m unter Gelände vorzusehen. Bei einem Gründungsniveau im zersetzten Tonstein unterhalb 322 m NHN ist kein Gründungspolster erforderlich.