

# **GUTACHTEN**

Projekt-Nr.

Ausfertigungs-Nr.

Datum

2301127

--

25.05.2023

# **Erweiterung Grundschule in Starzach-Bierlingen**

- Geotechnischer Bericht -



Gemeinde Starzach Bürgermeisteramt Hauptstraße 15 72181 Starzach

gm/bschul



E-Mail: rottenburg@hpc.ag

Schütte 12 – 16 72108 Rottenburg a. N.

HPC AG



INHALT		Seite
1	Zusammenfassung	4
2	Veranlassung und Unterlagen	5
3 3.1 3.2 3.3 3.4 3.5	Angaben zum Bauvorhaben Allgemeine Standortangaben Anmerkung zu den geodätischen Höhen Geplante Baumaßnahme Geologische und hydrogeologische Übersicht Altlasten, Kampfmittel, Leitungen	6 7 7
4 4.1 4.2 4.3 4.4	Untersuchungsumfang Untersuchungskonzept Geländearbeiten Bodenmechanische und -physikalische Laboruntersuchungen Chemische Laboruntersuchungen	8 8 9
5	Baugrund – Schichtenaufbau des Untergrunds	9
6	Deckschichtmächtigkeit	11
7 7.1	Grundwasser	
8 8.1 8.2 8.3	Orientierende abfallrechtliche Untersuchungen Bewertungsgrundlage Bodenaushub Vor-Ort-Befunde, Verdachtsmomente, Untersuchungsumfang Analysenergebnisse, orientierende abfallrechtliche Bewertung	13 13
9 9.1 9.2 9.3 9.3.1 9.3.2	Bautechnische Klassifizierung (Boden/Fels) und Erdbeben	15 15 16 16
10 10.1 10.2 10.3 10.4 10.5	Gründung von Bauwerken	16 17 17 18
11 11.1 11.2 11.3	Baugrubengestaltung	19 19
12 12.1 12.2 12.3 12.4	Ergänzende Angaben zum Bauvorhaben	21 21 22



INHAL	Seite
13	Schlussbemerkungen25
TABEL	LEN
Tab. 1:	Zusammenstellung der Mischproben14
Tab. 2:	Orientierende abfallrechtliche Einstufung14
Tab. 3:	Bodenklassifizierung15
Tab. 4:	Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen
ABBILI	DUNGEN
Abb. 1:	Situation mit EG-Gebäudeumriss (gestrichelt), Teilunterkellerung (schwarze durchgezogene Linie), geplanter Rückbau (gelb) und Erweiterung (grün, angedeutet), und Schnittlage AA (rot) aus dem Bestandsfundamentplan [5] 23
ANLAG	EN
	Planunterlagen 1.1 Übersichtslageplan, Maßstab 1 : 25.000 1.2 Lageplan der Aufschlusspunkte, Maßstab 1 : 500 1.3 Profilschnitte, Maßstab 1 : 200
	Baugrundaufschlüsse 2.1 Profile Rammkernsondierungen RKS 1 – RKS 3 2.2 Rammdiagramme DPH 1 – DPH 3
	Bodenmechanische und -physikalische Laboruntersuchungen 3.1 Zusammenfassung der Laborergebnisse 3.2 Konsistenzbestimmung
	Chemische Laboruntersuchungen 4.1 Ergebnisdarstellung abfallrechtliche Einstufung (EBV) 4.2 Prüfbericht
5	Kenndaten für Boden und Fels nach VOB 2019 (ATV)





# 1 Zusammenfassung

Die Gemeinde Starzach plant die Erweiterung der Grundschule in der Hauptstraße 53 in Starzach-Bierlingen. Die HPC AG, Standort Rottenburg am Neckar, wurde mit der Durchführung von Erkundungsarbeiten und der Erstellung eines Geotechnischen Berichts beauftragt.

Die Erweiterung ist als Anbau nördlich der bestehenden Grundschule geplant. Sie umfasst eine nicht unterkellerte Mensa und, daran anschließend, eine Sporthalle. Mit der planmäßigen OK FFB EG bei +522,9 m ü. NHN ist mit Geländeeinschnitten von ca. 2,5 m (Übergangsbereich Bestand/Erweiterung) bis max. ca. 5,0 m (im Norden) zu rechnen.

Im Untergrund stehen bindige Böden aus Oberboden, Lösslehm, Verwitterungslehm und der Verwitterungszone Erfurt-Formation an. In der Verwitterungszone werden im weiteren Tiefenverlauf zusätzlich Halbfestgesteine und felsige Lagen erwartet.

Grundwasser wurde in den Sondierlöchern nicht angetroffen. Die anstehenden Böden sind im Tiefenbereich der Gebäudeeinbindung als überwiegend gering durchlässig einzustufen. Es ist daher mit aufstauendem Sickerwasser zu rechnen. Um das Bauwerk gegen Durchfeuchtung aus dem Untergrund zu schützen, empfehlen wir Drainmaßnahmen nach DIN 4095 und Abdichtungsmaßnahmen nach DIN 18533 (Wassereinwirkungsklasse W1.2-E).

Die Gründung der Sporthalle kann über eine elastisch gebettete Bodenplatte mit Schotterpolster im Verwitterungshorizont der Erfurt-Formation erfolgen.

Die Gründung der Mensa kann als Flachgründung über Einzel- und Streifenfundamente in der Verwitterungszone oder alternativ über eine elastisch gebettete Bodenplatte mit Schotterpolster im Verwitterungslehm/in der Verwitterungszone erfolgen.

Die Baugrubeneinschnitte bis 5 m Höhe können mit Böschungswinkeln  $\beta \le 60^\circ$  in mindestens steifen bindigen Böden angelegt werden. Bei weichen bindigen Böden ist die Böschung auf  $\beta \le 45^\circ$  abzuflachen. An der Nordseite können u. U. Standsicherheitsnachweise für Böschungen  $\ge 5$  m erforderlich werden.

In den untersuchten Mischproben aus den voraussichtlichen Aushubbereichen (Lösslehm) lassen sich keine entsorgungsrelevanten Schadstoffgehalte (Materialkategorie BM-0) nach Ersatzbaustoffverordnung feststellen. Für den Aushubbereich des Verwitterungslehm/Verwitterungszone Erfurt-Formation führen Erhöhungen einzelner Schwermetalle zu der Materialkategorie BM-0\* nach EBV.

Das Bestandsgebäude ist im Bereich des Anschlusses des Neubaus teilweise unterkellert. Bei den Bauarbeiten – insbesondere im Aushubzustand – dürfen die Bestandsfundamente nicht in ihrer Standsicherheit (insbesondere Grundbruch) beeinträchtigt werden.





# 2 Veranlassung und Unterlagen

Die Gemeinde Starzach plant die Erweiterung der Grundschule in der Hauptstraße 53 in Starzach-Bierlingen.

Die HPC AG, Standort Rottenburg am Neckar, wurde am 02.03.2023 auf Basis des Angebots Nr. 1231261 vom 22.02.2023 mit der Baugrunderkundung, orientierenden abfallrechtlichen Untersuchungen und der Erstellung eines Geotechnischen Berichts zu diesem Bauvorhaben beauftragt.

Im vorliegenden Gutachten werden die Baugrundverhältnisse und, im Hinblick auf das geplante Bauvorhaben, die daraus resultierende Tragfähigkeit der anstehenden Bodenschichten sowie die mögliche Gründungsausführung beschrieben und bewertet. Zudem erfolgt eine orientierende abfallrechtliche Beurteilung der analysierten Bodenproben.

Zur Bearbeitung des Gutachtens standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

#### Pläne zum Bauvorhaben, K9 Architekten

- [1] GSS Grundschule Starzach-Bierlingen,
  - Lageplan Flächenansatz AA, GSS\_A\_P2\_GR\_LP\_220805\_va, M 1 : 500, Datum unbekannt
  - Grundriss Erdgeschoss, GSS\_A\_P2\_GR\_00\_220805\_va, M 1 : 200, Datum unbekannt
  - Grundriss Obergeschoss und Dachgeschoss, GSS\_A\_P2\_GR\_01\_220805\_va, M 1 : 200. Datum unbekannt
  - Schnitte, Ansichten, GSS A P2 SC AN 220805 va, M1: 200, Datum unbekannt

#### Unterlagen zu Geologie, Grundwasser, Gelände

- [2] Landesanstalt für Umwelt, Baden-Württemberg (LUBW): Kartendienste (http://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de): Hochwasserrisikomanagement, Schutzgebiete, abgerufen am 11.04.2023
- [3] Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg (LGRB): Kartenviewer zu Geologie, Ingenieurgeologie, Informationssystem für Oberflächennahe Geothermie (ISONG), Archivdaten (http://maps.lgrb-bw.de), Aufschlussnummer 7518/227, 228, abgerufen am 11.04.2023
- [4] Plattform zur Abfrage von gefährdungskonsistenten Antwortspektren (UHS) für beliebige Punkte in Deutschland sowie von nationalen Erdbebengefährdungskarten nach dem Berechnungsmodell von Grünthal et al. (2018). GFZ Helmholtz-Zentrum Potsdam [Hrsg.], Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ. http://www.gfz-potsdam.de oder http://www-app5.gfz-potsdam.de

#### Unterlagen zum Bestand, Vorgutachten

- [5] Ing. Hans Keller, Ing.-Büro für Bauwesen, Baupläne Grundschule, von 1956
- [6] Ing-Büro für Tragwerksplanung Karl Strobel, Baupläne zur Erweiterung, von 1991



Projekt-Nr. 2301127

Erweiterung Grundschule in Starzach-Bierlingen

- Geotechnischer Bericht -



# Grundlagen der Schadstoffbewertung

- [7] Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung DepV) vom 27. April 2009
- [8] Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 12. Juli 1999
- [9] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz BBodSchG) vom 17. März 1998
- [10] Umweltministerium Baden-Württemberg: Vorläufige Hinweise zum Einsatz von Baustoffrecyclingmaterial vom 13.04.2004, zul. ergänzt am 12.10.2004
- [11] Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnisverordnung AVV) vom 10.12.2001 (BGBl. I S. 3379), zul. geändert 17. Juli 2017
- [12] Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung, Artikel 1, vom 09. Juli 2021
- [13] Umweltministerium Baden-Württemberg: Verwaltungsvorschrift für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial vom 14. März 2007 (GABI. Nr. 4, 2007, S. 172), deren Geltungsdauer gemäß Bekanntmachung vom 30. Oktober 2019 (GABI. Nr. 10, 2019, S. 331) bis 31. Dezember 2021 verlängert worden ist, gilt über diesen Zeitpunkt hinaus bis zum Inkrafttreten der Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung (BGBI. 2021 Teil I Nr. 43, S. 2598) am 1. August 2023 (GABI. Nr. 12, S. 516)

## 3 Angaben zum Bauvorhaben

#### 3.1 Allgemeine Standortangaben

Name/Bezeichnung: Erweiterung Grundschule Starzach-Bierlingen

Adresse: Hauptstraße 53, 72181, Starzach-Bierlingen, Landkreis Tü-

bingen

Lage: östlich des Ortszentrums Starzach-Bierlingen, (s. Anla-

gen 1.1 und 1.2)

UTM-Koordinaten: Zone 32U

Ostwert: 486464 Nordwert: 5364400

Lages des Baufelds: Nördlich der bestehenden Grundschule

Geländehöhe: ca. +525,0 bis +527,0 m ü. NHN

Morphologie: Gelände leicht nach Norden ansteigend

Frühere Nutzung: unbekannt

Aktuelle Nutzung: Sportplatz, Grüne Wiese, Streuobst Umfeldnutzung: Wohnsiedlung, Streuobstflächen

Vorfluter: Lochgraben, ca. 1 km nordwestlich, mündet ca. 0,5 km nörd-

lich in den Neckar

Vorbehaltsgebiete: Wasserschutzgebiet "Hirrlinger Mühlen", Zone III und IIIA





# 3.2 Anmerkung zu den geodätischen Höhen

Seit Juli 2017 ist das Deutsche Haupthöhennetz DHHN2016 gültig (m ü. NHN, Meter über Normalhöhennull). Die Abweichungen zwischen den früheren Bezugshöhen und DHHN2016 betragen örtlich bis zu mehreren Zentimetern. Aus den zur Verfügung stehenden Unterlagen kann das zugrunde liegende Bezugssystem nicht abgeleitet werden.

Sämtliche Höhen im Gutachten werden mit der Bezeichnung m ü. NHN angegeben.

Eine Überprüfung der Höhenangaben im Zuge der weiteren Planung wird empfohlen.

# 3.3 Geplante Baumaßnahme

Die Gemeinde Starzach plant die Erweiterung der Grundschule in der Hauptstraße 53 in Starzach-Bierlingen. Hierzu soll, nach den Plänen von K9 Architekten [1], nördlich der bestehenden Grundschule ein zweigeschossiger, nicht unterkellerter Anbau für eine Mensa mit Küche mit einer Grundfläche von ca. 10 x 31 m gebaut werden. Hierzu muss im Bestandsgebäude das nördlich an die Eingangshalle angegliederte Klassenzimmer zunächst rückgebaut werden. An die Mensa/Küche anschließend ist eine nicht unterkellerte Sporthalle mit einer Grundfläche von ca. 37 x 20 m geplant. Darüber hinaus ist die Umgestaltung der Außenanlagen auf einer Gesamtfläche von ca. 3.600 m² vorgesehen.

Die planmäßige OK FFB EG ist an die bestehende OK FFB EG angeglichen und liegt bei +522,9 m ü. NHN. Die geplante UK Bodenplatte liegt bei ca. +522,45 m ü. NHN. Entsprechend dem natürlichen Geländeverlauf im Baufeld sind somit Geländeeinschnitte von ca. 2,5 m (im Übergangsbereich Bestand/Erweiterung) bis max. ca. 5,0 m (im Norden) nötig.

Weitere Angaben (insbesondere zu den abzutragenden Bauwerkslasten) des geplanten Neubaus liegen zur Gutachtenerstellung nicht vor.

Das Bauvorhaben ist in die geotechnische Kategorie 2 nach DIN EN 1997-1 einzuordnen.

#### 3.4 Geologische und hydrogeologische Übersicht

Laut LGRB-Kartenviewer und Altaufschlüssen aus der Aufschlussdatenbank des LGRB [3] besteht der Untergrund aus einer Restmächtigkeit der Erfurt-Formation (früher "Lettenkeuper"), welche von Gesteinen des Oberen Muschelkalks (Meißner-Formation) unterlagert werden. Oberflächennah ist die Erfurt-Formation oftmals stark verwittert und zu Verwitterungslehmen umgewandelt. Bereichsweise können Deckschichten aus Lösslehm vorkommen.

Die Erfurt-Formation als Teil des Unterkeupers ist ein schichtig gegliederter Grundwasserleiter mit mäßiger Durchlässigkeit und Ergiebigkeit.

Der Obere Muschelkalk ist ein Kluft- und Karstgrundwasserleiter hoher bis mäßiger Durchlässigkeit und hoher Ergiebigkeit.

Das Baufeld liegt im Wasserschutzgebiet "Hirrlinger Mühlen", Zone III und IIIA [2].





Der nächstgelege Vorfluter (Lochgraben) verläuft ca. 1 km vom Baufeld entfernt. Das Baufeld liegt gemäß [2] außerhalb von ausgewiesenen Überschwemmungs- bzw. Hochwasserrisikogebieten.

#### 3.5 Altlasten, Kampfmittel, Leitungen

Uns liegen keine Anhaltspunkte für das Vorliegen einer schädlichen Bodenveränderung (SBV)/Altlast gemäß [9] vor. Ein offizieller Auszug aus dem Bodenschutz- und Altlasterkataster (BAK) kann bei Bedarf bei der Bodenschutzbehörde im Landratsamt Tübingen beantragt werden.

Bezüglich eventueller Kampfmittelreste im Untergrund liegen uns und dem Auftraggeber keine Unterlagen vor. Eine entsprechende Luftbildauswertung wurde vom Auftraggeber nicht gewünscht.

Vor Beginn von Erd- und Tiefbauarbeiten wird von den ausführenden Firmen in der Regel eine offizielle Bestätigung gefordert, dass keine weiteren Maßnahmen zur Kampfmittelerkundung erforderlich sind. Es wird empfohlen, frühzeitig vor Baubeginn eine Luftbildauswertung auf mögliche Kampfmittelreste im Untergrund durch ein entsprechend qualifiziertes Büro oder den Kampfmittelbeseitigungsdienst Baden-Württemberg zu veranlassen.

Auf dem Baufeld der geplanten Erweiterung verlaufen keine uns bekannten Leitungen. Im Bereich der geplanten Außenanlagen verläuft eine Nahwärmeleitung. Zeitnah vor der Ausführung von Erdarbeiten sind die aktuellen Leitungen und Kanäle zu erheben.

### 4 Untersuchungsumfang

# 4.1 Untersuchungskonzept

Die geplanten Sondierungen werden bis zur Rammbarkeitsgrenze abgeteuft. Erkundet wird das Niveau des Übergangs von den Deckschichten und aufgewitterten Lockerböden (Verwitterungslehm) zum festen bzw. felsigen Festgestein (Lettenkeuper) und die Beschaffenheit der überlagernden Deckschichten.

Zur Erkundung des Festgesteins waren keine Kernbohrungen vorgesehen, da die Baumaßnahme nicht in das Festgestein einbindet und erfahrungsgemäß unterhalb der Sondierendtiefen die Tragfähigkeit weiter zunimmt.

### 4.2 Geländearbeiten

Am 03.04.2023 wurden folgende Geländearbeiten ausgeführt:

- Abteufen von drei Rammkern- (RKS) und drei Rammsondierungen (DPH) bis zur Oberkante Fels bzw. Erreichen von Sondierhindernissen (erreichte Tiefe zwischen ca. 4,6 bis 6,4 m u. GOK)
- Entnahme von Bodenproben (Stichproben aus den einzelnen Bodenschichten)





Die Lage der Baugrundaufschlüsse ist im Lageplan unter Anlage 1.2 dokumentiert. Die Sondierprofile sind in Anlage 2.1, die Rammdiagramme in Anlage 2.2 dargestellt.

Nach Abschluss der Sondierarbeiten wurden die Sondierlöcher entsprechend den Auflagen der wasserrechtlichen Genehmigung (23.03.2023, per E-Mail) mit Quellton verfüllt.

#### 4.3 Bodenmechanische und -physikalische Laboruntersuchungen

An ausgesuchten Bodenproben wurden folgende Untersuchungen durchgeführt (s. Anlage 3):

- 10 Stück Wassergehalt (DIN EN ISO 17892-1:2015-03)
- 2 Stück Konsistenzgrenzen (DIN EN ISO 17892-12:2018-10)
- 2 Stück Glühverlust (DIN 18128:2002-12)

#### 4.4 Chemische Laboruntersuchungen

Aus Proben aus den vermutlich abzufahrenden Aushubbereichen wurden zur orientierenden Schadstoffuntersuchung hinsichtlich Entsorgungsrelevanz zwei Analysen auf Parameter gemäß Ersatzbaustoffverordnung (EBV), Anl. 1 Tab. 3 – BM0\*, BG-0\* [12] durchgeführt.

Die Ergebnisse sind in Anlage 4.2 beigefügt, die Bewertung erfolgt in Kapitel 8.

#### 5 Baugrund – Schichtenaufbau des Untergrunds

In den Aufschlüssen wurden folgende Bodenschichten angetroffen:

- Oberboden
- Lösslehm
- Verwitterungslehm
- Verwitterungszone Erfurt-Formation

Entsprechend der Fremd- und Altaufschlüsse aus der Aufschlussdatenbank des LGRB [3] (Aufschlüsse 7518/227 und 7518/228), sowie der aktuellen Profilansprachen, den Ergebnissen der bodenmechanischen Laboruntersuchungen und den Ergebnissen der Rammsondierungen lassen sich die Schichten wie folgt beschreiben.

#### <u>Oberboden</u>

Bis ca. 0.1 - 0.3 m u. GOK: Schluff, feinsandig, schwach tonig, weich bis steif, schwach durchwurzelt bis durchwurzelt, braun.

#### Lösslehm

Tiefe: bis ca. 1,3 – 2,0 m u. GOK (Mächtigkeit ca. 1,2 – ca. 1,7 m)



Projekt-Nr. 2301127

Erweiterung Grundschule in Starzach-Bierlingen

- Geotechnischer Bericht -



Bodenansprache: Schluff, schwach feinsandig, sehr schwach tonig, mit schwarzen

Manganoxiden, beige, braun, schwach feucht, weich bis weich -

steif

In der RKS 3 wurden vereinzelt Ziegelstücke im Tiefenbereich von 0,1 – 0,5 m u. GOK angetroffen. Der Lösslehm wurde in diesem

Bereich vermutlich umgelagert.

Wassergehalte: an 3 Proben bestimmt,  $W_N = ca. 24 - 26 \%$ 

Glühverlust: 3,1 %

Konsistenzgrenzen: Probe RKS 2/1,0-2,0: mittel plastischer Ton ( $I_P = 20,8 \%$ ,

 $w_L = 38.8 \%$ ), weich ( $I_C = 0.60$ ).

Bodenart: feinkörniger bindiger Boden (TM nach DIN 18196)

Rammsondierungen: DPH 1 – DPH 3 ca.  $N_{10} = 1 - 4$  (weiche bis weich – steife Konsis-

tenz)

<u>Verwitterungslehm</u>

Tiefe: bis ca. 4,1 – 4,9 m u. GOK

Mächtigkeit: ca. 2,2 – ca. 2,9 m

Bodenansprache: Schluff, schwach feinsandig, schwach tonig, zur Tiefe tonig und

schwach kiesig, bereichsweise mit Eisen-Mangan-Konkretionen und hellgrauem Residualschluffen, braun, beige, schwach feucht, oben weiche – steife und steife Konsistenz, zur Tiefe in halbfeste

Konsistenz übergehend

Wassergehalte: an 4 Proben bestimmt,  $W_N = ca. 23 - 25 \%$ 

Konsistenzgrenzen: Probe RKS 3/3,0-4,1: mittel plastischer Ton ( $I_P = 23,1 \%$ ,

 $W_L = 45.2 \%$ ), steif ( $I_C = 0.84$ ).

Bodenart: bindiger Boden (TM, TA nach DIN 18196)

Rammsondierungen: DPH 1 – DPH 3 ca.  $N_{10} = 5 - 20$  (steife-weiche bis steif/halbfest-

halbfeste Konsistenz)

Der stetige Anstieg der Schlagzahlen im Tiefenverlauf der DPH 2 und DPH 3 ist zum Teil durch eine steigende Mantelreibung be-

dingt.

#### Verwitterungszone Erfurt-Formation

Die Verwitterungszone Erfurt-Formation, wurde in den RKS (nur in geringer Mächtigkeit) und Rammsondierungen, bis zum jeweiligen Erreichen eines Rammhindernisses, erkundet. In den RKS ist sie als (dunkel)braun-beiges, bindig verwittertes, halbfestes Keupermaterial (Schluff, tonig, schwach kiesig, schwach sandig mit schwarzen Lagen/Bereichen) mit beginnender Schichtung ausgebildet. Zur Tiefe wird eine Abfolge aus diesem, zu Boden zersetztem Material, Halbfestgesteinen (mürbe Ton/Tonmergelsteine) und einzelnen festen Dolomit-, und untergeordnet Kalksteinlagen, erwartet.





In den Rammsondierungen ist der Übergang Verwitterungslehm/Verwitterungszone nicht immer eindeutig, was z. T. auf den Einfluss der Mantelreibung (DPH 2 und DPH 3) zurückzuführen ist. In den Rammsondierungen wird der Beginn dieser Schicht daher mit entweder gleichbleibend hohen Schlagzahlen  $N_{10} > 20$  oder abrupt ansteigenden Schlagzahlen (Hinweis auf Felslage) gedeutet. Dies ist in den Rammsondierungen ab Tiefen von ca. 4,0 bis 4,7 m der Fall.

Tiefe: bis ca. 4,1 – 4,9 m u. GOK, in den Rammkernsondierungen reichte

die Verwitterungszone jeweils bis zur Endtiefe (= Bohrhindernis)

Bodenansprache: Schluff, tonig, schwach kiesig, schwach (fein)sandig, bereichs-

weise mit schwarzen Lagen/Bereichen (verm. Eisen-Mangan-Bildungen), (dunkel)braun, beige, schwach feucht, halbfest Konsis-

tenz

Wassergehalte: an 3 Proben bestimmt,  $W_N = ca. 24 - 30 \%$ 

Glühverlust: 4,4 %

Bodenart: bindiger feinkörniger Boden (TA, TM nach DIN 18196), gemischt-

körniger Boden (GU\*, SU\*, GU, SU), Halbfestgestein (Tst), Felsla-

gen (Dst, Kst)

Rammsondierungen: DPH 1 – DPH 3 ca.  $N_{10} = > 20$  (mind. halbfeste Konsistenz)

#### Annahmen zum tieferen Untergrund:

Aus der Aufschlussdatenbank des LGRB wurden die naheliegenden Aufschlüsse Nr. 7518/227 und 7518/228 abgerufen. Ihre Lage ist etwa 50 bzw. 80 m von der geplanten Erweiterung entfernt. Demnach wurden in beiden Aufschlüssen bis in Tiefen von mindestens ca. +516 m ü. NHN (7518/227) bzw. ca. +510 m ü. NHN (7518/228) Gesteine der Erfurt-Formation erschlossen. Sie werden als Abfolge von Ton-/Mergelsteinen, Dolomit und Kalkstein, beschrieben mit lagenweisem Auftreten von Pflanzenresten. Überlagert ist die Erfurt-Formation von Deckschichten aus Lösslehm oder Keuper-Fließerde mit Mächtigkeiten von 6,4 m (7518/227) bzw. 2,8 m (7518/228).

Der Übergang von den Lettenkeuper- zu den Muschelkalkschichten ist im Baufeld somit in Tiefen > ca. 15 m u. GOK zu erwarten.

#### Geologisches Baugrundmodell

Das geologische Baugrundmodell ist unter Anlage 1.3 in repräsentativen Schnitten durch das Baufeld grafisch dargestellt.

### 6 Deckschichtmächtigkeit

Da das Untersuchungsgebiet im Wasserschutzgebiet "Hirrlinger Mühlen", Zone III und IIIA liegt, ist die Bestimmung der Deckschichtmächtigkeit zum Schutz der Trinkwassergüte erforderlich. In diesem Zusammenhang wird die Deckschicht als das Schichtpaket bezeichnet, das oberhalb des Oberen Muschelkalks (Trigonodusdolomit - moD) liegt, wobei hier die Unteren Dolomite der Erfurt-Formation aufgrund ihrer ähnlichen Lithologie noch zum Muschelkalk hinzugerechnet werden.





Nach den Ausführungen in Kapitel 5 wird der Übergang zum Muschelkalk in Tiefen > ca. 15 m u. GOK erwartet. Bezogen auf die geplante Unterkante Bodenplatte der Sporthalle (ca. +522,5 m ü. NHN) beträgt die Deckschichtmächtigkeit somit mindestens ca. 6 m. Die bei Bauvorhaben einzuhaltende Mindestdeckschichtmächtigkeit von 2 m ist somit eingehalten.

#### 7 Grundwasser

#### 7.1 Hydrogeologische Verhältnisse, Bemessungswasserstand, Versickerung

Die anstehenden Böden (Lösslehm, Verwitterungslehm) und die Verwitterungszone Erfurt-Formation sind überwiegend gering durchlässig. In tiefer liegenden Horizonten der Verwitterungszone Erfurt-Formation können, je nach Schicht und Vorhandensein bzw. Ausbildung von Klüftigkeiten und Verkarstungen geringe bis hohe Durchlässigkeiten erreicht werden. Grundwasser, sofern vorhanden, kommt hier i. d. R. als Schichtwasser in klüftigen Dolomit- oder Sandsteinlagen vor und ist durch gering durchlässige Tonsteine in Stockwerken getrennt. Das nächsttiefer liegende größere Grundwasservorkommen befindet sich im Muschelkalkaquifer.

Bei der aktuellen Erkundung wurde bis zu den jeweiligen Endtiefen kein Grundwasser angetroffen.

Für die anstehenden Schichten können auf Basis von Erfahrungswerten folgende Durchlässigkeiten angesetzt werden:

Lösslehmca.  $k = < 10^{-9}$  bis  $10^{-7}$  m/sVerwitterungslehmca.  $k = < 10^{-10}$  bis  $10^{-8}$  m/sVerwitterungszone Erfurt-Formationca.  $k = > 10^{-9}$  bis  $10^{-4}$  m/s

Bei Durchlässigkeiten von  $k < 10^{-4}$  m/s kann nicht ausgeschlossen werden, dass sich Sickerwasser kurzzeitig bis zur Geländeoberkante anstaut. Durch die Anordnung einer Drainage kann dieses gefasst und abgeführt werden. Drainagemaßnahmen müssen sowohl mit dem Netzbetreiber (Stadtentwässerung, Tiefbauamt o. Ä.) als auch mit der Wasserrechtsbehörde abgestimmt werden (Näheres vgl. Kapitel 12.1).

Eine Versickerung von Niederschlagswasser über Mulden- oder Rigolensysteme ist unseres Wissens nicht vorgesehen.

Der entwässerungstechnisch wirksame Durchlässigkeitsbereich für eine Versickerung von Niederschlagswasser liegt nach dem Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 138 bei Durchlässigkeiten  $k \ge 10^{-6}$  m/s. Diese Voraussetzung wäre hier somit im Lösslehm und Verwitterungslehm nicht erfüllt.

Der hydraulische Anschluss einer Versickerungsanlage an höher durchlässige, klüftige Bereiche in der verwitterten Erfurt-Formation kann aufgrund der Lage im Wasserschutzgebiet, Zone III besonderen Anforderungen unterliegen.





## 8 Orientierende abfallrechtliche Untersuchungen

# 8.1 Bewertungsgrundlage Bodenaushub

Die VwV Bodenverwertung BW [13] definiert Verwertungsmöglichkeiten bzw. Einbauklassen für als Abfall eingestuftes Bodenmaterial.

Mit der Ersatzbaustoffverordnung (EBV) [12], die am 1. August 2023 in Kraft treten wird, sollen bundeseinheitliche und rechtsverbindliche Anforderungen an die Herstellung und den Einbau mineralischer Ersatzbaustoffe festgelegt werden. Mineralische Ersatzbaustoffe im Anwendungsbereich der Verordnung sind unter anderem Bodenmaterial und Recycling-Baustoffe aus Bau- und Abbruchabfällen.

Im Analysenumfang der Ersatzbaustoffverordnung sind Labor-Methoden sowie abfallrechtliche/bodenschutzrechtliche Bewertungen enthalten, die aufgrund neuer Regelwerke ab dem 01.08.2023 für die Entsorgung/Wiederverwertung mineralischer Abfälle und Boden verpflichtend werden. Zu den neuen Anforderungen gehören auch neue Aufschlussverfahren (DIN EN 19528/19529 WF 2:1) sowie ein geänderter Analysenumfang auf organische Schadstoffe und Schwermetalle im Feststoff und im Eluat.

Da zum Zeitpunkt des Baubeginns bereits die neuen Regelungen zur Anwendung kommen werden, werden im vorliegenden Fall die Analysenergebnisse den Materialwerten der Ersatzbaustoffverordnung für Bodenmaterial (BM-0 bis BM-F3) gegenübergestellt und orientierend abfallrechtlich voreingestuft. Die Probenahme erfolgt in-situ im Sinne von § 14 (2) der ErsatzbaustoffV [12].

Überschreiten die Schadstoffgehalte die Zuordnungswerte nach VwV Boden BW [13] bzw. die Materialwerte nach EBV [12], so werden in der Deponieverordnung [7] bzw. Handlungshilfe organische Schadstoffe auf Deponien [7] Zuordnungswerte für eine deponietechnische Entsorgung (Deponieklassen 0 bis IV) aufgeführt.

Bezüglich der Entsorgung von Bodenaushub sowie der abfallrechtlichen Voreinstufungen ist § 3 des LKreiWiG zu beachten (Vermeidung und Verwertung von Bau- und Abbruchabfällen, soweit dies technisch möglich und wirtschaftlich zumutbar ist).

#### 8.2 Vor-Ort-Befunde, Verdachtsmomente, Untersuchungsumfang

Künstliche Auffüllungen wurden im Baufeld nicht festgestellt.

Die Böden aus den vorgesehenen Aushubbereichen wurden schichtweise beprobt. Die Einzelproben wurden aus zwei Tiefenbereichen zu zwei Mischproben – "MP 1" und "MP 2" zusammengestellt.

Die MP 1 ist eine Mischprobe aus den anstehenden natürlichen Böden der obersten ca. 2 m, bestehend aus Lösslehm (Schluff mit sandigen und tonigen Nebenbestandteilen).

Die MP 2 ist eine Zusammenstellung der anstehenden natürlichen Böden aus Tiefen zwischen ca. 2 bis 5 m (Verwitterungslehm und Böden der Verwitterungszone, Schluff mit sandigen, tonigen und kiesigen Nebenbestandteilen).





Für die Bewertung der Materialklasse BM-0 wurden die Materialwerte für Lehm/Schluff herangezogen.

Tab. 1: Zusammenstellung der Mischproben

MP 1	MP 2
RKS 1:	RKS 1:
0,3 – 1,0 m	3,0 – 4,2 m
1,0 – 2,0 m	4,2 – 4,6 m
RKS 2:	RKS 2:
0,3 – 1,0 m	2,0 – 3,0 m
1,0 – 2,0 m	3,0 – 4,9 m
RKS 3:	4,9 – 5,2 m
0,5 – 1,3 m	RKS 3:
1,3 – 2,0 m	2,0 – 3,0 m
	3,0 – 4,1 m
	4,1 – 4,7 m

## 8.3 Analysenergebnisse, orientierende abfallrechtliche Bewertung

Der Laborbericht zu dem Analysenergebnis liegt unter Anlage 4.2 bei. In Anlage 4.1 sind die Analysenergebnisse vom Bodenmaterial den Klassen der Ersatzbaustoffverordnung [12] gegenübergestellt.

Tab. 2: Orientierende abfallrechtliche Einstufung

Bodenschicht	Proben- bezeichnung	Einstufung nach EBV [12], DepV [7]	AVV Nr. [11] (Empfehlung)	Relevante Parameter (Schadstoffgehalte)
Lösslehm (Schluff mit sandigen und tonigen Neben- bestandteilen)	MP 1	BM-0/[12] DK 0/[7]	17 05 04 <sup>1</sup>	-
Verwitterungslehm, Verwitterungszone Erfurt-Formation (Schluff mit sandi- gen, tonigen und kie- sigen Nebenbestand- teilen)	MP 2	BM-0*/[12] DK 0/[7]	17 05 04 <sup>1</sup>	Arsen: 21 mg/kg Chrom: 69 mg/kg Nickel: 53 mg/kg

<sup>1</sup> Boden und Steine ohne gefährliche Stoffe

Für die Mischprobe MP 1 konnten keine Erhöhungen der untersuchten Schadstoffparameter festgestellt werden. Vorbehaltlich des nicht untersuchten Parameters Sulfat im Eluat ist die Mischprobe der Materialklasse BM-0 nach EBV [12] zuzuordnen.

Aufgrund der erhöhten Schwermetallgehalte von Arsen, Chrom und Nickel ist die analysierte Mischprobe "MP 2" der Materialklasse BM-0\* nach EBV [12] zuzuordnen.





# 9 Bautechnische Klassifizierung (Boden/Fels) und Erdbeben

# 9.1 Homogenbereiche

Der anstehende Baugrund wird auf Basis der Untersuchungsergebnisse nach DIN 4020 und DIN EN 1997-2 in Homogenbereiche eingeteilt. Die nach VOB 2019 erforderlichen Kennwertangaben für Erdarbeiten nach DIN 18300-2019 und Bohrarbeiten nach DIN 18301-2019 sind in Anlage 5 aufgelistet.

Für die Ausschreibung von Bauleistungen nach VOB 2019 (ATV) kann diese Einteilung als Grundlage genommen werden. Im Zuge der weiteren Planung ist diese Einteilung durch den Objekt-/Tragwerksplaner in Abstimmung mit dem Baugrundsachverständigen zu überprüfen. In Abhängigkeit der Objektplanung und insbesondere bei Erweiterung auf weitere Gewerke können ergänzende Untersuchungen erforderlich werden.

Orientierend können für den Zustand beim Lösen folgende Boden- und Felsklassen für Erdarbeiten nach DIN 18300-2012 und Bohrarbeiten nach DIN 18301-2012 angesetzt werden:

Tab. 3: Bodenklassifizierung

Schichteinheit	Bodengruppe nach DIN 18196	Bodenklasse nach DIN 18300-2012	Klasse nach DIN 18301-2012	Frostempfind- lichkeitsklasse
Lösslehm	TM	4	BN 1	F 1, F 2
Verwitterungs- lehm	TM, TA	4 – 5	BB 2, BB 3 BS 1	F 3, F 2
Verwitterungs- zone Erfurt-Fm.	TM, TA, GU, GU*, SU, SU* Fels (Dst, TMst, Kst)	4 – 7	(BB 2) BB 3 BN 1, BN 2 BS 1, BS 2, BS 3 FV 1, FV 2, FV 3 FD 1, FD 2, FD 3	F 1, F 2, F 3

#### 9.2 Bodenmechanische Kennwerte

Für erdstatische Berechnungen können folgende charakteristische Bodenkennwerte angesetzt werden:

**Tab. 4:** Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen

Schichteinheit	Wichte γ <sub>k</sub>	Wichte γ'κ unter Auf- trieb	Reibungs- winkel φ' <sub>k</sub>	Kohäsion C'k	Steifemodul E <sub>s,k</sub>
	kN/m³	kN/m³	0	kN/m²	MN/m²
Lösslehm	19	9	22,5	3	5
Verwitterungslehm	19,5	9,5	22,5	5	8
Verwitterungszone Erfurt-Fm.	20 <sup>1</sup>	10 <sup>1</sup>	22,5 <sup>1</sup>	10 <sup>1</sup>	20 <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Angenommene Mindestwerte der unterlagernden Schichten für erdstatische Berechnungen





#### 9.3 Erdbeben

Da neu erstellte Bauwerke zum Zeitpunkt der Abnahme den eingeführten Regeln der Technik entsprechen sollten, wird empfohlen zwischen Bauherrschaft und Tragwerksplanung abzustimmen, nach welcher der folgenden Regelungen bemessen werden soll.

#### 9.3.1 DIN 4149:2005-04 (zurückgezogen)

Nach DIN 4149:2005-04 "Bauten in deutschen Erdbebengebieten" sind für einen rechnerischen Nachweis der Erdbebensicherheit am Standort folgende Angaben zu berücksichtigen:

Erdbebenzone: 2 Untergrundklasse: R Baugrundklasse: B

#### 9.3.2 DIN EN 1998-1/NA:2021-07

Das Deutsche GeoForschungsZentrum (GFZ) hat im Auftrag des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) aktualisierte Gefährdungskarten erstellt, welche Bestandteil des neuen nationalen Anhangs der DIN EN 1998-1 sind.

Anhand der neuen Gefährdungskarten werden direkt für das Baufeld die spektralen Antwortbeschleunigungen ( $S_{ap,R}$ ) für eine 10%ige Überschreitungswahrscheinlichkeit innerhalb der Standzeit von 50 Jahren ( $T_{RP}$  = 475 Jahr,  $P_{RP}$  10 %) ermittelt [4]. Für den Standort ergeben sich gemäß [4] folgende Angaben:

 $S_{ap,R}$ : 2,5407 m/s<sup>2</sup>

#### 10 Gründung von Bauwerken

#### 10.1 Allgemeine Angaben

Laut vorliegender Planung [1] soll die Erweiterung an das Erdgeschoss des Bestandsgebäudes angeglichen werden. Die planmäßige Unterkante Bodenplatte der Sporthalle kommt somit bei ca. +522,45 m ü. NHN und die voraussichtliche Baugrubensohle (BGS), bei Herstellung einer Trag- und Ausgleichsschicht, etwa 50 cm tiefer bei ca. +521,9 m ü. NHN zu liegen. Die BGS kommt damit bereits überwiegend in der Verwitterungszone Erfurt-Formation zu liegen (Bereich RKS 1, DPH 1, DPH 2). Lediglich im Bereich RKS 2 steht steifer Verwitterungslehm an.

Die Bodenplatte der Mensa zwischen Bestandsgebäude und geplanter Sporthalle kommt überwiegend in steifen Verwitterungslehmen und, untergeordnet, in der Verwitterungszone Erfurt-Formation (DPH 3) zu liegen. Im Bereich der RKS 2 und RKS 3 wird die Verwitterungszone Erfurt-Formation in Tiefen von ca. 1,0 bzw. 1,7 m unter der Bodenplatte erwartet.

Die überwiegend steifen Verwitterungslehme weisen eine eingeschränkte, die Verwitterungszone Erfurt-Formation eine gute/ausreichende Tragfähigkeit auf. Zur Tiefe nimmt die Tragfähigkeit der Verwitterungszone Erfurt-Formation weiter zu.





Nach Angaben der BDE GmbH soll die Außenwand der Sporthalle als Stützwand gegen den anfallenden Erddruck der Anschüttung/Arbeitsraumverfüllung ausgebildet werden. Die gegenwärtige Planung sieht vor, die betreffende Außenwand in eine elastisch gebettete Bodenplatte einzubinden.

### 10.2 Elastisch gebettete Bodenplatte

Bei einer Gründung der Sporthalle über eine elastisch gebettete Bodenplatte mit einer angenommenen Dicke von 30 cm und einer 50 cm dicken Trag- und Ausgleichsschicht liegt das Gründungsniveau bei ca. +521,90 m ü. NHN und überwiegend in der halbfesten Verwitterungszone Erfurt-Formation (bis auf RKS 2).

Die Dimensionierung der Bodenplatte erfolgt mittels Bettungsmodul, welcher mithilfe von Setzungsberechnungen speziell für das geplante Bauwerk berechnet wird.

Bei einer Grundfläche von ca. 37 x 20 m und unter Ansatz einer angenommenen gleichmäßigen Flächenlast von  $q = 30 \text{ kN/m}^2$  liegen die rechnerischen Setzungen bei ca. s = 0.6 cm.

Darauf basierend kann zur Vordimensionierung der elastisch gebetteten Bodenplatte ein Bettungsmodul von ca.  $\mathbf{k} = 5 \, \mathbf{MN/m^3}$  in der Fläche und  $\mathbf{k} = 7,5 \, \mathbf{MN/m^3}$  auf einem ca. 1 m breiten Randstreifen unter den Außenwänden angesetzt werden.

Für die Mensa können, bei gleicher Flächenlast, dieselben Bettungsmodule angesetzt werden.

Mit der Spannungsverteilung, die sich bei Ansatz der genannten Bettungsmodulwerte unter den Gründungsplatten ergibt, sollen erneute Setzungsberechnung durchgeführt werden. Falls die Spannungsverteilung von der von uns abgeschätzten Verteilung abweicht, muss danach der Bettungsmodul bereichsweise angepasst und die Berechnung wiederholt werden (iteratives Vorgehen).

### 10.3 Gründung mit Einzel- und Streifenfundamenten

Bei einer Gründung über Einzel- und Streifenfundamente sollte, um Setzungsdifferenzen zu vermeiden, der Lastabtrag in einheitlich tragfähige Schichten erfolgen.

Nach überschlägigen Grundbruch- und Setzungsberechnungen können für Einzel- und Streifenfundamente, bei einheitlicher Gründung in der Verwitterungszone Erfurt-Formation, folgende Bemessungswerte des Sohlwiderstands ( $\sigma_{R,d}$ ) nach DIN EN 1997-1 angesetzt werden:

### **Einzelfundamente**

 $\sigma_{\text{R,d.}}$ = 360 kN/m² (Seitenlänge 1,0 – 2,5 m)  $\sigma_{\text{R,d.}}$  = 270 kN/m² (Seitenlänge > 2,5 – 4,0 m)

#### Streifenfundamente

 $\sigma_{R,d}$  = 260 kN/m<sup>2</sup> (Fundamentbreite 0,5 – 1,6 m)





Diese Angaben beruhen auf dem Ansatz einer frostsicheren Mindesteinbindetiefe von 1 m (u. GOK bzw. OK Bodenplatte) und maximal zulässigen Setzungen von s  $\leq$  2 cm. Bei diesen Berechnungen werden keine exzentrischen Lasten und gegenseitigen Lastbeeinflussungen benachbarter Fundamente berücksichtigt. Eine Überprüfung auf Grundlage der konkreten Lasten und Lastverteilung wird empfohlen.

Zur Überprüfung der Gründungssohlen (insbesondere am Anfang der Gründungsarbeiten), zur Festlegung eventuell notwendiger Fundamentvertiefungen sowie in Zweifelsfällen soll der Baugrundgutachter hinzugezogen werden.

#### 10.4 Tragschichtaufbau unter der Bodenplatte

Für (nicht tragende) Bodenplatten wird eine mindestens 20 cm dicke Tragschicht (z. B. Schotter 0/45 mm) empfohlen.

Unter Bodenplatten sollte auf der Oberkante der Tragschicht in der Regel eine Mindesttragfähigkeit mit einem Verformungsmodul von etwa  $E_{V2} \ge 60$  MN/m² erreicht werden. Für nicht tragende Bodenplatten können die Anforderungen, in Abstimmung mit dem Tragwerksplaner, gegebenenfalls verringert werden.

Zur Erreichung der o. g. Mindesttragfähigkeit auf OK Tragschicht ist auf dem Erdplanum eine Mindesttragfähigkeit von ca.  $E_{V2} \ge 40 \text{ MN/m}^2$  erforderlich. In den anstehenden bindigen Böden ist mit einer Ausgangstragfähigkeit von max. ca.  $E_{V2} \le 10 - 30 \text{ MN/m}^2$  zu rechnen.

Je nach den tatsächlichen Anforderungen werden Zusatzmaßnahmen wie Bodenaustausch oder Bodenverbesserung durch Bindemittelzugabe zur Schaffung eines ausreichend tragfähigen Erdplanums erforderlich (s. Kapitel 12.2).

Ausbilduna von elastisch aebetteten Bodenplatten ist. um Bettungsverhältnisse und die Frostsicherheit zu gewährleisten, eine Trag- und Ausgleichsschicht mit einer Mächtigkeit von 0,5 m herzustellen. Diese Schicht soll nach Möglichkeit einen allseitigen Überstand gegenüber der Platte aufweisen, der ihrer Dicke entspricht. Bei der Herstellung der Trag- und Ausgleichsschicht in der empfohlenen Mächtigkeit von 0,5 m wird ein Verformungsmodul  $E_{V2} \ge 60 \text{ MN/m}^2 \text{ i. d. R. erreicht.}$  Die obere Lage sollte, als Teil der erforderlichen Maßnahmen zum Schutz vor Durchfeuchtung (vgl. Abschnitt 12.1), kapillarbrechende Sohlfilterschicht (Körnung 2/45 mm) in einer Mächtigkeit von 20 cm ausgebildet werden. Darunter kann die Trag- und Ausgleichsschicht aus körnigem Material oder mit Bindemittel verbessertem bindigem Boden bestehen. Sollte die Bodenverbesserung durch Bindemittelzugabe erfolgen, so sind außenliegende Bereiche der Bodenplatte (Südseite der Halle) durch Frostschürzen bis in eine Tiefe von 1,0 m u. OK Bodenplatte frostsicher herzustellen.

#### 10.5 Gründungsempfehlung

Unter technischen Gesichtspunkten kann die geplante Gründung der Sporthalle über eine elastisch gebettete Bodenplatte ausgeführt werden.

Die Mensa kann sowohl über eine elastisch gebettete Bodenplatte als auch über eine Flachgründung mit Einzel- und Streifenfundamenten in der mindestens halbfesten Verwitterungszone Erfurt-Formation gegründet werden.





# 11 Baugrubengestaltung

### 11.1 Allgemeines und Baugrubenböschungen

Die Oberkante Bodenplatte des Erdgeschosses ist bei +522,7 m ü. NHN vorgesehen.

Die größten Einbindetiefen der Erweiterung liegen im Bereich der Sporthalle. Die Geländehöhen liegen hier bei ca. +526,3 bis +526,8 m ü. NHN. Bei einer planmäßigen Gründung über eine elastisch gebettete Bodenplatte liegt die Baugrubensohle, ausgehend von einer ca. 0,3 m mächtigen Bodenplatte, einer 5 cm mächtigen Sauberkeitsschicht und einem 0,5 m mächtigen Schotterpolster ca. 0,85 m tiefer bei ca. +521,9 m ü. NHN. Somit sind im Bereich der Sporthalle Geländeeinschnitte von bis zu ca. 5 m notwendig.

Im Bereich der Mensa liegen die Geländehöhen bei ca. +524,9 bis +526,3 m ü. NHN. Bei einer voraussichtlichen Baugrubensohle bei ca. +522,2 m ü. NHN ist hier mit Geländeeinschnitten zwischen ca. 2,7 bis ca. 4 m zu rechnen.

Baugruben können bei ausreichenden Platzverhältnissen mit Böschungswinkeln  $\beta \le 60^\circ$  in mindestens steifen bindigen Böden angelegt werden. Bei weichen bindigen Böden ist die Böschung auf  $\beta \le 45^\circ$  abzuflachen. Entlang der Böschungsoberkante ist ein 2 m breiter lastfreier Streifen einzuhalten. Ab einer Böschungshöhe von 5 m ist die Standsicherheit rechnerisch nachzuweisen.

In den Böschungen stehen witterungsempfindliche bindige Böden an. Die Böschungen sind durch Folienabdeckung vor Witterungseinflüssen zu schützen.

Tieferreichende oder umfangreiche Abgrabungen unmittelbar vor dem Böschungsfuß (z. B. für Streifenfundamente o. Ä.) sind zu vermeiden bzw. abschnittsweise auszuführen.

#### 11.2 Aushub, Wiederverwendung und Entsorgung

Oberboden ist vor Beginn der Erdarbeiten zu schützen oder abzutragen und entsprechend den bodenschutzrechtlichen Vorgaben zwischenzulagern bzw. zu verwerten.

Für die Erweiterung müssen erhebliche Erdmassen ausgehoben bzw. umgelagert werden. Der Aushub besteht überwiegend aus den bindigen Löss- und Verwitterungslehmen und ggf. geringfügig aus den Lagen der Verwitterungszone Erfurt-Formation. Nach den vorliegenden Analysen bestehen Hinweise auf entsorgungsrelevante Stoffinhalte (einzelne Schwermetalle bis BM-0\*, s. Kapitel 8.3).

Eine mögliche Wiederverwendung von Aushubmassen vor Ort ist insbesondere abhängig von deren geotechnischen Eigenschaften (u. a. Kornverteilung, Wassergehalt, Konsistenz u. Ä.) und den Anforderungen an den zu erreichenden Verdichtungsgrad bzw. die erforderliche Mindesttragfähigkeit. Bodenschutzrechtlich ist ein Wiedereinbau am Herkunftsort grundsätzlich möglich, solange sich keine Hinweise auf eine schädliche Bodenveränderung (SBV)/Altlast nach [8] ergeben.

Nichtbindige Böden mit einem Feinkornanteil (< 0,063 mm) ≤ 15 % sind ggf. nur bei einer Tieferführung von Fundamenten in die verwitterte Erfurt-Formation zu erwarten. Steiniges Material wie Dolomit-/Kalkstein ist ohne Zusatzmaßnahmen für eine Geländeauffüllung mit





definiertem Verdichtungsgrad ungeeignet. Eingeschränkt geeignet sind sehr mürbe bis mürbe Tonsteine.

Bei bindigen Böden ist die Verdichtbarkeit insbesondere vom Wassergehalt abhängig und kann bei Bedarf durch eine Bindemittelzugabe verbessert werden (s. Kapitel 12.2).

Vor einem Wiedereinbau sind die Anforderungen an den zu erreichenden Verdichtungsgrad und die erforderliche Tragfähigkeit von Planungsseite, unter Berücksichtigung der zukünftigen Nutzung, festzulegen.

Beim Aushub sollten nicht bindige und bindige Böden, soweit erdbautechnisch möglich, getrennt ausgehoben und behandelt werden.

Bei einer Entsorgung außerhalb der Baustelle ist neben den geotechnischen Eigenschaften auch die chemische Zusammensetzung maßgebend.

Für abzufahrende Aushubmassen wird empfohlen, im Vorfeld der Bauausführung mit der annehmenden Stelle abzuklären, ob die vorliegenden Informationen für eine Anlieferung ausreichen oder zusätzliche Deklarationsanalysen erforderlich werden.

Dabei kann es notwendig werden, die Aushubmassen zur Deklaration auf Haufwerken bereit zu stellen. Für die Deklarationsanalytik ist je Analyseschritt ein Zeitbedarf von mindestens fünf Werktagen einzuplanen, in denen das Material auf einem entsprechenden Zwischenlagerplatz bereitzustellen ist. Eine fachgutachterliche Baubegleitung hinsichtlich der Entsorgung von Aushubmassen wird empfohlen.

#### 11.3 Aushubsohle, Arbeitsplanum und Trockenhaltung der Baugrube

Die Aushubsohle liegt in den bindigen Böden des Verwitterungslehms bzw. überwiegend bindigen Böden der Verwitterungszone Erfurt-Formation. In der Verwitterungszone Erfurt-Formation können in der Aushubsohle bereichsweise (DPH 1) auch nicht bindige Halbfestgesteine (verwitterter Tonstein) oder Felslagen (Dolomit-/Kalkstein) angetroffen werden.

Nichtbindige Böden können bei einer Mindestdicke > 30 cm und durch Nachverdichtung für ein Arbeitsplanum oder das zukünftige Erdplanum unter der Tragschicht ausreichend tragfähig gemacht werden. Bei sorgfältiger Ausführung ist vermutlich eine Ausgangstragfähigkeit mit einem  $E_{V2}$ -Wert > 40 MN/m² zu erwarten. Die tatsächlich erreichbare Tragfähigkeit ist baubegleitend zu überprüfen.

Die anstehenden bindigen Böden sind eingeschränkt tragfähig und frost- bzw. witterungsempfindlich. Bei feuchter Witterung oder mechanischer Beanspruchung weichen die Böden sehr stark auf und sind dann nur mit großem Aufwand befahr- oder bearbeitbar. Für die Zeit des Baubetriebs wird daher empfohlen eine Schutzschicht von 0,4 m auf dem Erdplanum vorzusehen und eine Arbeitsebene aus körnigem Material einzubringen.

In den bindigen Schichten ist eine geringe Ausgangstragfähigkeit mit Werten  $E_{V2}$  < 10 – 30 MN/m² zu erwarten.

Zur Verbesserung der Tragfähigkeit ist ein zusätzlicher Bodenaustausch vorzusehen. Alternativ können diese Böden durch Bindemittelzugabe verbessert werden (s. Kapitel 12.2).





Niederschlagswasser muss ohne Rückstau vom Planum abgeleitet werden. Bei wasserempfindlichen und gering durchlässigen Böden sollte das Planum mit einem Gefälle von mindestens 4 % profiliert und für die Tiefpunkte eine Wasserableitung vorgesehen werden.

Die Baugrubensohle liegt oberhalb des geschlossenen Grundwasserspiegels.

In Abhängigkeit von der Witterung und vom jahreszeitlichen Niederschlagsgeschehen ist mit temporärem Oberflächenwasser, Niederschlagswasser und seitlich in die Baugrube zutretender Staunässe und Sickerwasser zu rechnen. Die zutretenden Wassermengen sind jedoch als gering einzuschätzen.

Das in die Baugrube zutretende Wasser muss in Abzugsgräben und Drainleitungen gefasst, in einem Pumpensumpf gesammelt und mittels einer ausreichend dimensionierten Pumpe abgeleitet werden (sog. offene Wasserhaltung).

Bei den Aushubarbeiten sind die Untergrundverhältnisse zu überprüfen; bei Abweichungen von den hier beschriebenen Verhältnissen ist die Bauüberwachung zu verständigen

#### 12 Ergänzende Angaben zum Bauvorhaben

#### 12.1 Abdichtung/Schutz des Gebäudes vor Durchfeuchtung

Das geplante Bauwerk liegt nicht im Grundwasser. Die anstehenden Böden haben eine Durchlässigkeit  $k < 10^{-4}$  m/s – es ist zumindest zeitweise mit aufstauendem Sickerwasser zu rechnen.

Im vorliegenden Fall ist zu beachten, dass das geplante Gebäude an seiner Nordseite ca. 4 m tief in den Untergrund einbindet, das Erdgeschoss aber an der Südseite der Sporthalle (zum Pausenhof hin) und der Erweiterung etwa auf Geländehöhe zu liegen kommt.

In dieser Situation stellen Drainmaßnahmen nach DIN 4095 und Abdichtungsmaßnahmen nach DIN 18533 (Wassereinwirkungsklasse W1.2-E) eine angemessene Lösung dar, um das Bauwerk gegen Durchfeuchtung aus dem Untergrund zu schützen.

Der Einbau von Drainagen und der Anschluss an eine freie Vorflut sind genehmigungspflichtig. Die Genehmigungsfähigkeit und die damit verbundenen Auflagen sind im Zuge der Planung mit den zuständigen Behörden abzustimmen.

Gerne geben wir nähere Hinweise zur Planung und Ausführung einer solchen Drainage.

#### 12.2 Bodenverbesserungsmaßnahmen

Die bindigen Böden sind größtenteils ohne Zusatzmaßnahmen weder optimal verdichtbar noch für ein Erdplanum unter der Bodenplatte oder befestigten Freiflächen ausreichend tragfähig.

Wird ein Bodenaustausch vorgesehen, sollte der anstehende Boden durch verdichtbares und tragfähiges Material (z. B. Tragschichtmaterial 0/45, Verdichtungsgrad  $D_{Pr} \ge 100$ ) in einer





Mächtigkeit von mindestens 30 cm ersetzt werden. Auf der Oberkante des Bodenaustauschs sollte ein Wert von  $E_{V2} \ge 40 \text{ MN/m}^2$  erreicht werden.

Bei der Verwendung von Recyclingmaterial (RC-Material) im Erdbau sollte im Vorfeld festgelegt werden, welche chemischen, bautechnischen und abfallrechtlichen Mindestanforderungen einzuhalten sind und geprüft werden, ob diese von den dafür vorgesehenen Baustoffen erfüllt werden.

Wird zur Verbesserung der Tragfähigkeit unter dem Erdplanum eine Bodenverbesserung mit Bindemittel vorgesehen, sollte dies mit einem Mischbindemittel (Kalk-Zement-Verhältnis 30:70) in einer Mindestdicke von 40 cm (= ca. Mächtigkeit einer Fräslage) erfolgen. Zur Vordimensionierung kann von einer Zugabemenge von ca. 2 % bezogen auf die Trockenmasse ausgegangen werden. Dies entspricht ca. 30 kg/m³ bzw. 12 kg/m² bei einer Schichtdicke von 0,4 m. Bei ausgeprägt plastischen Tonen, wie sie bei den Verwitterungslehmen zur Tiefe auftreten können, ist ein erhöhter Aufwand beim Fräsen des Materials zu beachten, es sollten mindestens zwei Übergänge vorgesehen werden.

Die tatsächlich erforderlichen Mengen sind baubegleitend in Abhängigkeit der Witterungsverhältnisse bzw. des Wassergehalts in den Aushubmassen festzulegen. Bei trockener Witterung ist ggf. eine zusätzliche Bewässerung vorzusehen.

Baubegleitend sollten die erforderlichen Maßnahmen den Witterungsbedingungen bei der Bauausführung angepasst werden. Bei Bedarf kann der Einsatz von Bindemittel durch entsprechende bodenmechanische Laborversuche (Ermittlung von Proctordichte und -wassergehalt mit und ohne Bindemittelzugabe, CBR-Versuch zur erreichbaren Tragfähigkeit usw.) optimiert werden.

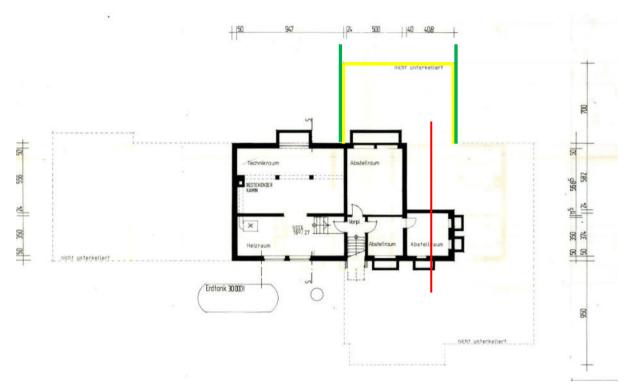
Eine lagenweise Kontrolle der beim Einbau erreichten Verdichtung und Tragfähigkeit im Zuge einer Eigen- und Fremdüberwachung wird empfohlen.

#### 12.3 Bestands- und Nachbarbauwerke

Die geplante Erweiterung (Mensa) grenzt im Süden direkt an das Bestandsgebäude an. Der nördlich auskragende Teil des Bestandsgebäudes (Klassenzimmer) soll zunächst rückgebaut werden. Nach Angaben von K9 Architekten betrifft dies auch die bestehende Bodenplatte und die darunterliegenden Fundamente.







**Abb. 1:** Situation mit EG-Gebäudeumriss (gestrichelt), Teilunterkellerung (schwarze durchgezogene Linie), geplanter Rückbau (gelb) und Erweiterung (grün, angedeutet), und Schnittlage AA (rot) aus dem Bestandsfundamentplan [5]

Beim Anschluss des Neubaus an den Bestand – insbesondere im Aushubzustand – dürfen die Bestandsfundamente nicht in ihrer Standsicherheit (insbesondere Grundbruch) beeinträchtigt werden. Dies betrifft vor allem den nicht unterkellerten Bereich.

Nach den Bauplänen [5] ist der nicht unterkellerte Bestand mit Einzel-/Streifenfundamenten mit Tiefen von 0,65 bis 1,0 m unter einer 15 cm dicken Bodenplatte gegründet. Ausgehend von einer EG-Fertigfußbodenhöhe (FFH) bei ca. +522,90 m ü. NHN liegt die Fundamentunterkante demnach bei ca. +521,6 bis +521,9 m ü. NHN und in den Schichten des Verwitterungslehms.

Die OK Bodenplatte des Bestandskellers liegt im Bereich der Erweiterung bei 2,65 m, die der Fundamentunterkanten bei 3,2 m (ca. +519,7 m ü. NHN) unter der FFH EG. Die Fundamente gründen somit bereits in den Schichten der Verwitterungszone Erfurt-Formation.

Sollte die Mensa über Einzel- und Streifenfundamente gegründet werden, sind die Fundamente im Übergangsbereich zum Bestand abgetreppt an die Fundamenttiefen des Bestands anzupassen. Da die Streifenfundamente des Bestands in diesem Bereich im Verwitterungslehm gründen, sind hier bei neu herzustellenden Fundamenten geringere Bemessungswerte des Sohlwiderstands als die in Kapitel 10.3 angegebenen Werte anzusetzen. Bei einer tieferen Einbindung der neuen Fundamente am Übergang zum Bestand, sind die Bestandsfundamente zuvor bis in die gleiche Tiefe nach DIN 4123 zu unterfangen. Bei einer Unterfangung können trotz sachgemäßer Ausführung Verformungen am unterfangenen Gebäude auftreten. Falls dies erforderlich wird, geben wir gerne nähere Hinweise.





Die tatsächlich ausgeführte Gründung (insbesondere die Einbindetiefen der Bestandsfundamente) im nicht unterkellerten Bereich ist im Vorfeld durch Fundamentaufgrabungen (Suchschlitze senkrecht zur Außenwand) zu überprüfen.

Wird die Mensa über eine elastisch gebettet Bodenplatte über einem ausgleichenden Schotterpolster gegründet, so sind bis zu einer Aushubsohle von 0,8 m u. OK Bestandsbodenplatte Untergrabungen der bestehenden Fundamente nicht zu erwarten. Beim Anschluss des Neubaus an den Bestand ist darauf zu achten, dass die Bestandsdrainage (sofern vorhanden) nicht beschädigt wird, sondern erhalten und funktionstüchtig bleibt.

## 12.4 Angaben zu Parkplatz- und Zufahrtsbereichen

Tragfähigkeit Planum: Ausgangstragfähigkeit auf dem bestehenden bindigen Löss-

lehm  $E_{V2}$  < 10 MN/m<sup>2</sup>

Anforderung: Mindesttragfähigkeit auf dem Erdplanum: E<sub>V2</sub> ≥ 45 MN/m²

Regelbemessung: Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflä-

chen, Ausgabe 2012 (RStO 12);

Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für

Erdarbeiten im Straßenbau (ZTV E-StB 17)

Zusatzmaßnahmen: Austausch mit verdichtbarem Material oder Bodenverbesserung

durch Bindemittezugabe (s. Kapitel 12.2)

Frostsicherer Aufbau: abhängig von der Belastungsklasse, z. B. bei Bk 0,3 (Pkw-Verkehr,

Fahrzeuge des Unterhaltungsdienstes) unter Berücksichtigung von:

Frostempfindlichkeitsklasse F 3

• Frosteinwirkungszone II

• Entwässerung der Fahrbahn über Mulden, Gräben bzw.

Böschungen

ergibt sich eine Mindestdicke des frostsicheren Aufbaus von

d = 55 cm.

Grundsätzlich sollten zur Qualitätssicherung die notwendigen Eignungsprüfungen aller zum Einbau vorgesehenen Materialien und eine sorgfältige Fremd- und Eigenüberwachung aller Erdbaumaßnahmen durchgeführt werden. Die Überwachungsarbeiten sollten analog den Vorgaben der ZTV E-StB 17 erfolgen.





# 13 Schlussbemerkungen

Die im Gutachten enthaltenen Angaben beziehen sich auf die Untersuchungsstellen. Für Schichtverläufe wurde eine lineare Interpolation zwischen den Aufschlusspunkten angesetzt. Abweichungen von den im Gutachten aufgeführten Angaben können aufgrund der natürlichen Heterogenität des Untergrunds sowie der Vornutzung des Geländes nicht ausgeschlossen werden. Es ist eine sorgfältige Überwachung der Erdarbeiten und eine laufende Überprüfung der angetroffenen Bodenverhältnisse im Vergleich zu den Untersuchungsergebnissen und Folgerungen im Gutachten erforderlich.

Das Gutachten ist nur in seiner Gesamtheit inkl. aller Anlagen gültig. Die Weitergabe oder Verwendung von Teilen bzw. Auszügen bedürfen der Genehmigung der HPC AG. Es wird empfohlen, bei Erdbauarbeiten sowie bei der geotechnischen Überwachung der geplanten Auffüllungen als auch zur Abnahme des Erdplanums und der Gründungssohlen die HPC AG einzubeziehen.

Wenn sich die Konstruktion, Lasten oder Fußbodenhöhen gegenüber dem jetzigen Planungsstand maßgeblich ändern, ist zu prüfen, inwieweit die Angaben im vorliegenden Geotechnischen Bericht weiterhin gültig sind.

Für ergänzende Leistungen wie

- Modellierungen und Bestimmung des Bettungsmoduls nach Vorliegen des Lastenplans bzw. der Sohlspannungsverteilung,
- fachgutachterliche Betreuung von Erdbauarbeiten,
- Einbau- und Verdichtungskontrollen,
- Abnahme der Gründungssohlen,
- Deklarationsanalysen zur Verwertung/Entsorgung von Aushubmassen

sowie zur Klärung der im Verlauf der weiteren Planung und Ausführung noch offenen Fragen stehen wir gerne zur Verfügung.

**HPC AG** 

Projektleiter

6 Me/ -2A01F9C7C7FB443...

DocuSigned by:

Gabriel Merli Dipl.-Mineraloge geprüft

- DocuSigned by:

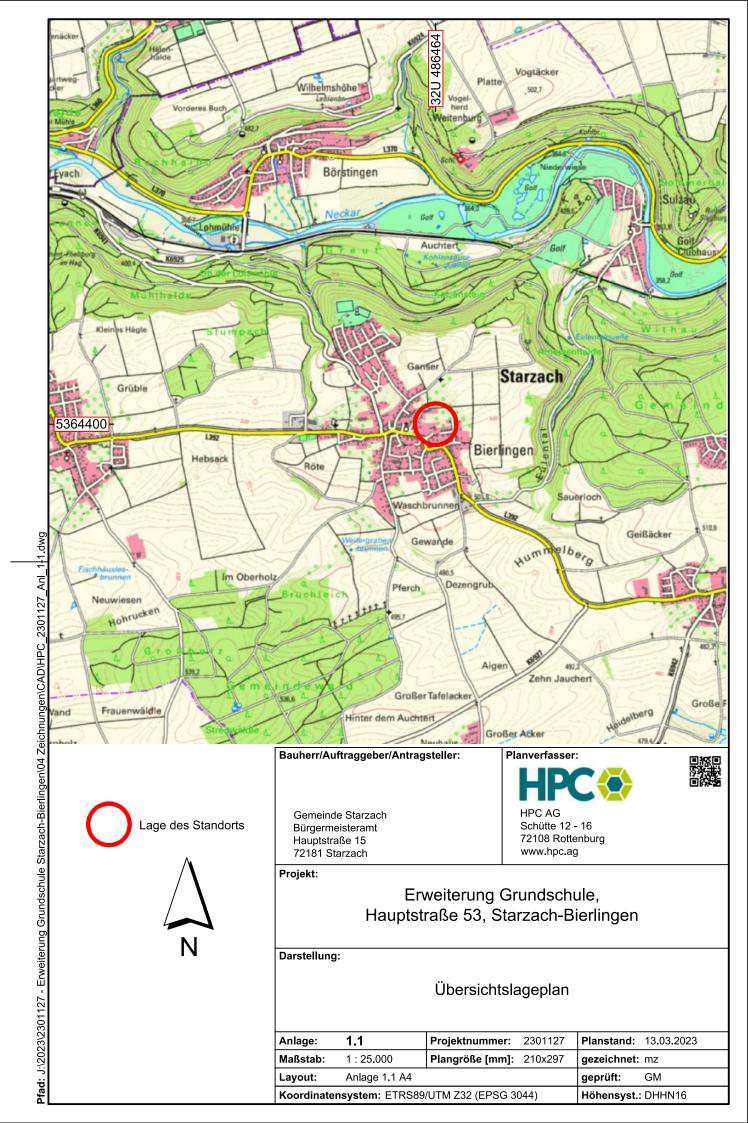
Karsten Eichstädt Dipl.-Geologe

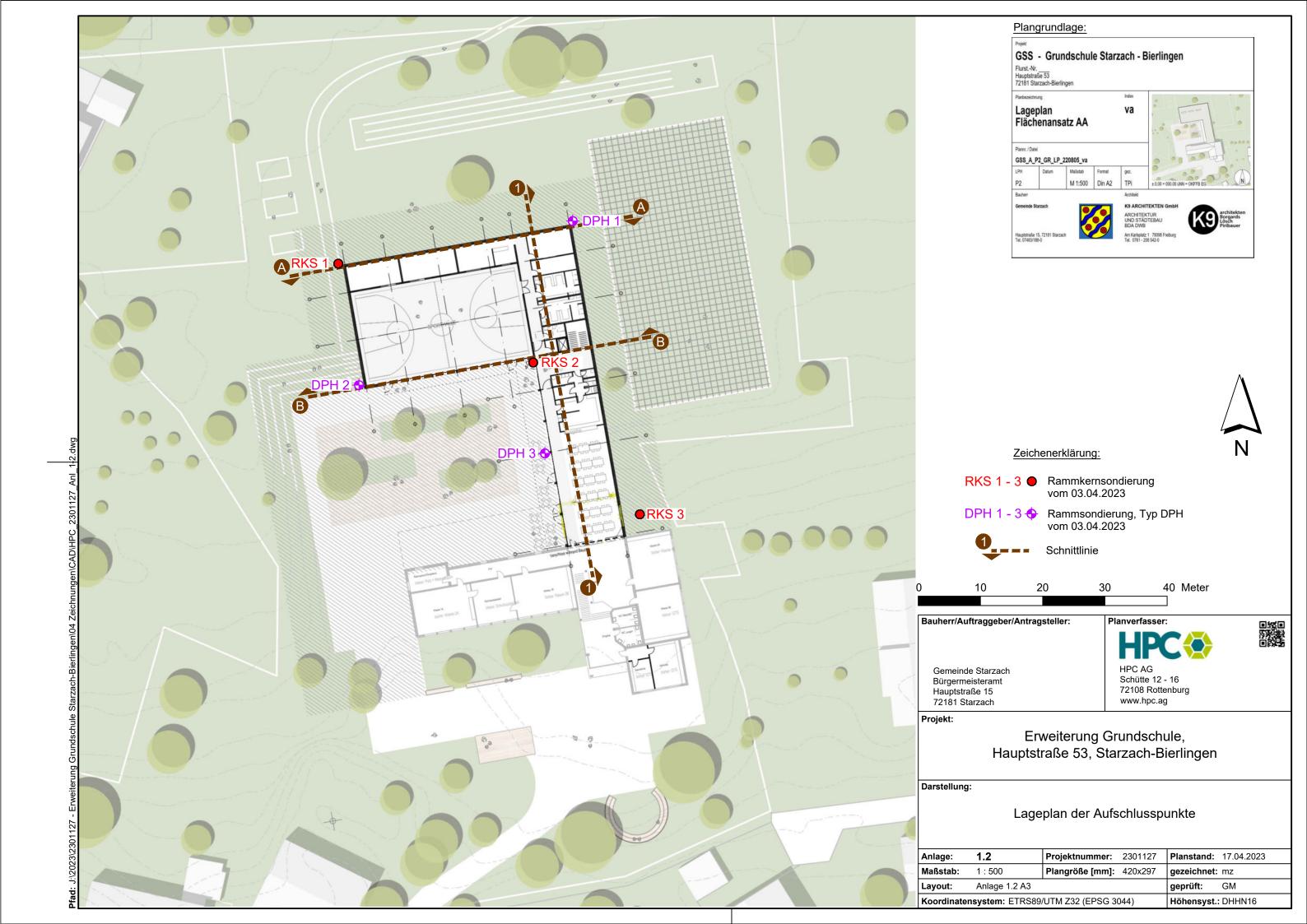


# **ANLAGE 1**

# Planunterlagen

- 1.1
- Übersichtslageplan, Maßstab 1 : 25.000 Lageplan der Aufschlusspunkte, Maßstab 1 : 500 Profilschnitte, Maßstab 1 : 200 1.2
- 1.3







# **ANLAGE 2**

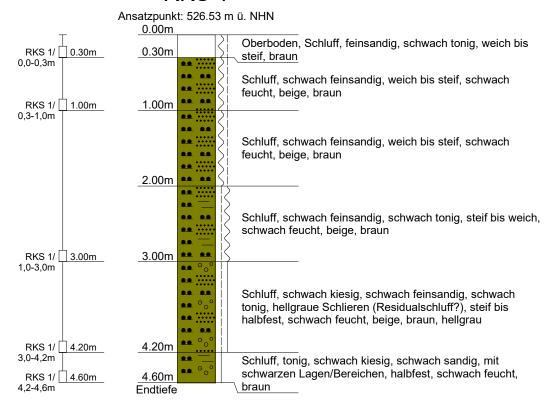
# Baugrundaufschlüsse

- Profile Rammkernsondierungen RKS 1 RKS 3 Rammdiagramme DPH 1 DPH 3 2.1
- 2.2

Gutachten-Nr.:	2301127	Anlage:	2.1, Seite 1
Projektname:	Erweiterung Grundschule,	Hauptstraße 53,	Starzach-Bierlingen
Rechtswert:		Hochwert:	
GOK:	526,5 m ü. NHN	POK:	
Maßstab:	1: 50	ausgeführt am:	03.04.2023/lubue-kschr
UTM:	32U 486434 5364420	Dateiname:	HPC_2301127_Anl_2-1.dcb
BOHRPROFIL			



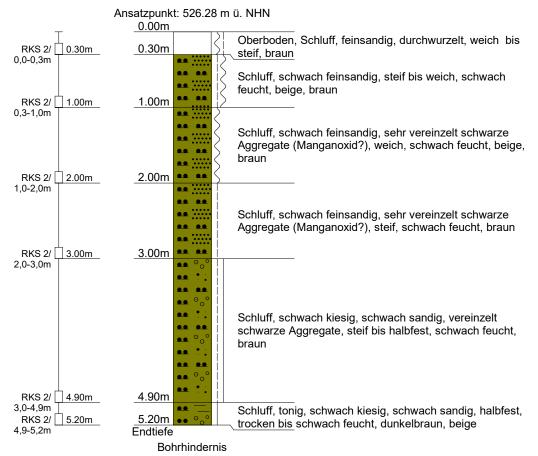
# RKS<sub>1</sub>



Gutachten-Nr.:	2301127	Anlage:	2.1, Seite 2
Projektname:	Erweiterung Grundschule,	Hauptstraße 53,	Starzach-Bierlingen
Rechtswert:		Hochwert:	
GOK:	526,3 m ü. NHN	POK:	
Maßstab:	1: 50	ausgeführt am:	03.04.2023/lubue-kschr
UTM:	32U 486465 5364404	Dateiname:	HPC_2301127_Anl_2-1.dcb
BOHRPROFIL			



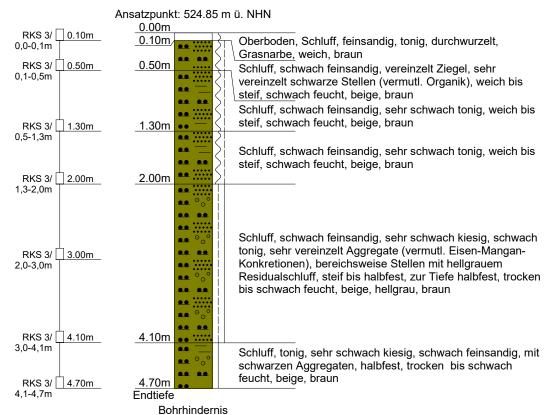
# RKS<sub>2</sub>



Gutachten-Nr.:	2301127	Anlage:	2.1, Seite 3
Projektname:	Erweiterung Grundschule,	Hauptstraße 53,	Starzach-Bierlingen
Rechtswert:		Hochwert:	
GOK:	524,8 m ü. NHN	POK:	
Maßstab:	1: 50	ausgeführt am:	03.04.2023/lubue-kschr
UTM:	32U 486482 5364380	Dateiname:	HPC_2301127_Anl_2-1.dcb
BOHRPROFIL			



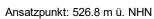
# RKS 3

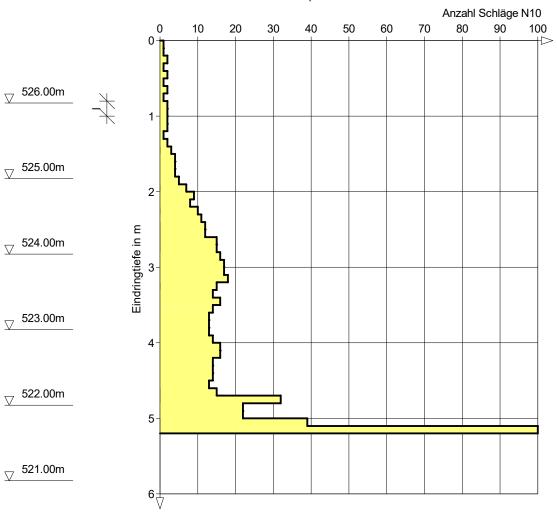


Projekt-Nr.:	2301127	Anlage:	2.2, Seite 1
Projekt:	Erweiterung Grundschule, Ha	auptstraße 53, S	Starzach-Bierlingen
Rechtswert:		Hochwert:	
GOK:	526,8 m ü. NHN	Тур:	DPH
Maßstab:	1: 50	ausgeführt am:	03.04.2023/lubue-kschr
Dateiname:	HPC_2301127_Anl_2-2.dcr	UTM:	32U 486472 5364427
Rammsondierung DIN 22476 - DPH			



# DPH 1

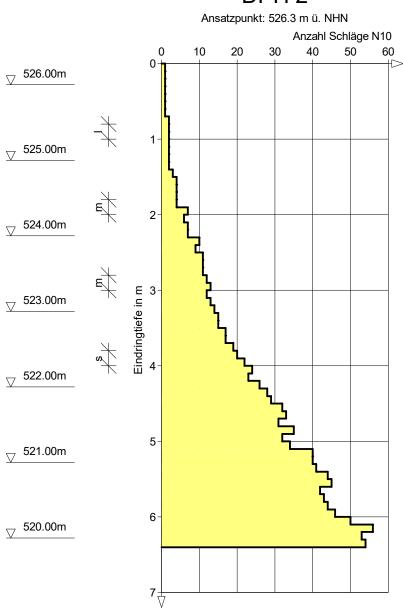




Projekt-Nr.:	2301127	Anlage:	2.2, Seite 2
Projekt:	Erweiterung Grundschule, Ha	auptstraße 53, S	Starzach-Bierlingen
Rechtswert:		Hochwert:	
GOK:	526,3 m ü. NHN	Тур:	DPH
Maßstab:	1: 50	ausgeführt am:	03.04.2023/lubue-kschr
Dateiname:	HPC_2301127_Anl_2-2.dcr	UTM:	32U 486437 5364400
Rammsondierung DIN 22476 - DPH			



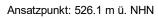
# DPH 2

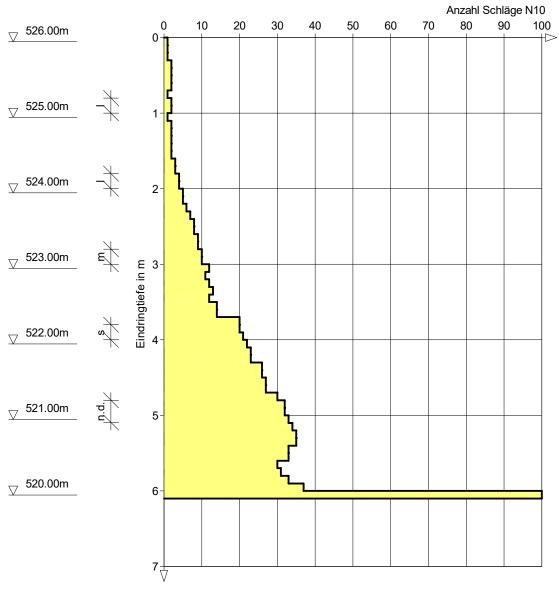


Projekt-Nr.:	2301127	Anlage:	2.2, Seite 3
Projekt:	Erweiterung Grundschule, Ha	auptstraße 53, S	Starzach-Bierlingen
Rechtswert:		Hochwert:	
GOK:	526,1 m ü. NHN	Тур:	DPH
Maßstab:	1: 50	ausgeführt am:	03.04.2023/lubue-kschr
Dateiname:	HPC_2301127_Anl_2-2.dcr	UTM:	32U 486467 5364389
Rammsondierung DIN 22476 - DPH			



# DPH 3





## **ANLAGE 3**

Bodenmechanische und -physikalische Laboruntersuchungen

- Zusammenfassung der Laborergebnisse Konsistenzbestimmung 3.1
- 3.2



# Zusammenfassung der bodenmechanischen und -physikalischen Laborergebnisse

Probenahmedatum

Projekt-Ni

2301127

Projekt:

BV Erweiterung Grundschule Starzach-Bierlingen

03.04.2023

Anlage 3.1

		V.	Projekt-	-INI	230112	21		Projekt: BV Erweiterung Grundschule Starzach-Bierlingen					03.04.2023							
			1	Z	Zustands	sgrenzen ²				Korngrö	ößenvei	teilung ³		4	5	6	7	•	8	
Probe		Geologie	$W_N$	$W_L$	W <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>	Ic	Т.	Körnur U	igsziffer S	G	Anteil < 0,063 mm	kf-Wert	GV	V <sub>ca</sub>	Es	$\sigma_{\rm u}$	V	BK	Bemerkungen
Aufschluss	[m u.GOK]		%		<u>%</u>		-	<del>- '</del> -		<u> </u>		10,000 11111	m/s	%	%	MN/m²	MN/m²	<b>∀</b> ′	DIX	
RKS 1	0,3-1,0	Lößlehm	24,4																	
	3,0-4,2	Verwitterungslehm	24,4																	
	4,2-4,6	Verwitterungszone kuE	24,2											4,4						
RKS 2	1,0-2,0	Lößlehm	25,7	38,8	18,0	20,8	0,60							3,1					TM	
	3,0-4,9	Verwitterungslehm	22,9	<u> </u>	, , , , , , , , , , , , , , , , , , ,															
	4,9-5,2	Verwitterungszone kuE	23,7																	
RKS 3	0,5-1,3	Lößlehm	25,5	<u> </u>																
	2,0-3,0	Verwitterungslehm	24,6																	
	3,0-4,1	Verwitterungslehm	22,6	45,2	22,1	23,1	0,84												TM	
	4,1-4,7	Verwitterungszone kuE	30,4		,		,													
				<del> </del>																
				<u> </u>																
				<u> </u>																
				-																
				$\vdash$				<u> </u>								-				

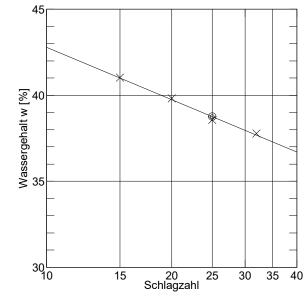
Projekt-Nr.:	2301127	Anlage:	3.3.1
Projekt:	BV Erweiterung Grund	schule Starzach-Bier	rlingen
Schicht:	Lößlehm	Probenahmedatum:	03.04.2023
Entnahmestelle:	RKS 2	Tiefe:	1,0 - 2,0 m
Art d. Entnahme:	GP	ausgeführt durch:	HPCRottenburg/hk

Dateiname:

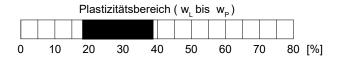


#### FLIEß- UND AUSROLLGRENZEN DIN EN ISO 17892-12:2018/10

		F	ließgrenz	e	Ausrollgrenze					
	47	50	59	78		24	21a	69		
	15	20	25	32						
$m_f + m_B [g]$	40.95	38.82	40.98	39.21		31.71	29.82	33.15		
$m_t + m_B [g]$	32.87	31.63	33.09	32.27		28.99	27.32	30.20		
m <sub>B</sub> [g]	13.17	13.57	12.63	13.90		14.01	13.60	13.58		
$m_f - m_t = m_w [g]$	8.08	7.19	7.89	6.94		2.72	2.50	2.95		
m <sub>t</sub> [g]	19.70	18.06	20.46	18.37		14.98	13.72	16.62	Mittel	
[%]	41.0	39.8	38.6	37.8		18.2	18.2	17.8	18.0	
	$m_{t} + m_{B}$ [g] $m_{B}$ [g] $m_{f} - m_{t} = m_{w}$ [g] $m_{t}$ [g]	$m_{f} + m_{B} [g] 40.95$ $m_{t} + m_{B} [g] 32.87$ $m_{B} [g] 13.17$ $m_{f} - m_{t} = m_{w} [g] 8.08$ $m_{t} [g] 19.70$	$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	47       50       59       78       24       21a       69         15       20       25       32



HPC\_2301127\_Anl\_3-3.dck

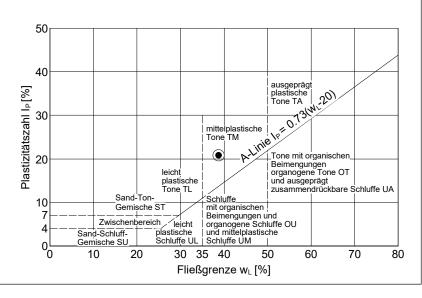


Plastizitätszahl  $I_p = w_L - w_P = 20.8 \%$ 

Liquiditätsindex  $I_L = \frac{W_{N\ddot{u}} - W_P}{I_P} = 0.404$ 

Konsistenzzahl  $I_{c} = \frac{W_{L} - W_{N\bar{u}}}{I_{p}} = 0.596$ 



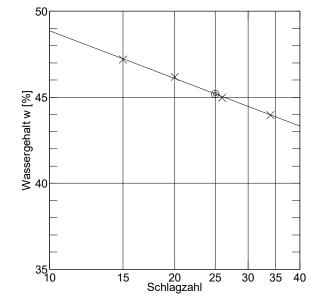


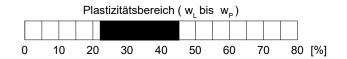
Projekt-Nr.:	2301127	Anlage:	3.3.2
Projekt:	BV Erweiterung Grund	schule Starzach-Bie	rlingen
Schicht:	Verwitterungslehm	Probenahmedatum:	03.04.2023
Entnahmestelle:	RKS 3	Tiefe:	3,0 - 4,1 m
Art d. Entnahme:	GP	ausgeführt durch:	HPCRottenburg/hk
		Dateiname:	HPC_2301127_Anl_3-3.dck



#### FLIEß- UND AUSROLLGRENZEN DIN EN ISO 17892-12:2018/10

			F	ließgrenz	ze		Ausrollgrenze					
Behälter-Nr.		24a	27	94	99		В	34	XIX			
Zahl der Schläge		15	20	34	26							
Feuchte Probe + Behälter	m <sub>f</sub> + m <sub>B</sub> [g]	40.87	39.36	38.67	42.52		32.85	32.18	34.00			
Trockene Probe + Behälter	m <sub>t</sub> + m <sub>B</sub> [g]	32.13	31.45	31.16	33.52		29.43	28.90	30.29			
Behälter	m <sub>B</sub> [g]	13.61	14.32	14.08	13.51		14.05	13.91	13.60			
Wasser	$m_f - m_t = m_w [g]$	8.74	7.91	7.51	9.00		3.42	3.28	3.71			
Trockene Probe	m <sub>t</sub> [g]	18.52	17.13	17.08	20.01		15.38	14.99	16.69	Mittel		
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t}$ = w [%]		47.2	46.2	44.0	45.0		22.2	21.9	22.2	22.1		



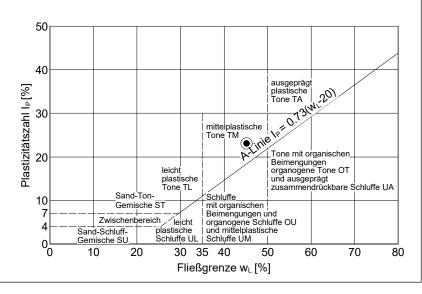


Plastizitätszahl  $I_p = w_L - w_P = 23.1 \%$ 

Liquiditätsindex  $I_L = \frac{W_{N\bar{u}} - W_P}{I_P} = 0.165$ 

Konsistenzzahl  $I_C = \frac{W_L - W_{N\ddot{u}}}{I_D} = 0.835$ 





### **ANLAGE 4**

Chemische Laboruntersuchungen

- Ergebnisdarstellung abfallrechtliche Einstufung (EBV) Prüfbericht 4.1
- 4.2



											_					ı		lie Umwelt. Für di
EBV Anlage 1 Tabelle 3:			ВМ-0		BM-0		BM-0		BM-0*	BM-0*		BM-F0*	BM-F1	BM-F2	BM-F3	Probe	MP 1	MP 2
Materialwerte für Bodenmaterial			BG-0		BG-0		BG-0		BG-0*	BG-0*	3)	BG-F0*		BG-F2		Mat.	Lehm/Schluff	Lehm/Schlu
und Baggergut																	Zoriiri, Coriidii	Edini, Gdine
Parameter	F)	Dim.	Sand	2)	Lehm, Schluff	2)	Ton	2)	TOC <0,5%	TOC ≥ 0,5%	6					Ein- stufung	BM-0	BM-0*
Mineralische Fremdbestandteile		Vol%	bis 10	)	bis 10		bis 10		bis 10	bis 10		bis 50	bis 50	bis 50	bis 50		< 1%	< 1%
Feststoffwerte		•			•											•		
TOC		M%	1	7)	1	7)	1	7)	1 7	<u>')</u> 1	7)	5	5	5	5		0,4	0,1
Arsen		mg/kg	10	)	20		20		20	20		40	40	40	150		16	21
Blei		mg/kg	40	)	70		100		140	140		140	140	140	700		20	40
Cadmium		mg/kg	0,4		1		1,5		1 6	5) 1 (	6)	2	2	2	10		< 0,2	< 0,2
Chrom, gesamt		mg/kg	30		60		100		120	120		120	120	120	600		51	69
Kupfer		mg/kg	20		40		60		80	80		80	80	80	320		18	29
Nickel		mg/kg	15		50		70		100	100		100	100	100	350		42	53
Quecksilber		mg/kg	0,2		0,3		0,3		0,6	0,6		0,6	0,6	0,6	5		< 0,1	< 0,1
Thallium		mg/kg	0,5		1		1		1	1		2	2	2	7		0,5	0,9
Zink		mg/kg	60	)	150		200		300	300		300	300	300	1200		59	71
Kohlenwasserstoffe C10-C22	8)	mg/kg							300	300		300	300	300	1000		< 10	< 10
Kohlenwasserstoffe C10-C40	8)	mg/kg							600	600		600	600	600	2000		< 10	< 10
Benzo(a)pyren		mg/kg	0,3	3	0,3		0,3										< 0,05	< 0,01
PAK-16	10)	mg/kg	3		3		3		6	6		6	6	9	30		< BG	< BG
PCB6 und PCB-118		mg/kg	0,05	5	0,05		0,05		0,1	0,1							< BG	< BG
EOX	11)	mg/kg	1		1		1		1	1								
Eluatwerte																		
pH Wert	4)											6,5-9,5			5,5-12,0			7,2
Elektrische Leitfähigkeit	4)	μS/cm							350	350		350	500	500	2000			40
Sulfat		mg/l	250	5)	250	5)	250	5)	250 5		5)	250 5)		450	1000			8
Arsen		μg/l							8	13		12	20	85	100			< 5
Blei		μg/l							23	43		35	90	250	470			< 5
Cadmium		μg/l							2	4		3	3	10	15			< 1
Chrom, gesamt		μg/l							10	19		15	150	290	530			< 5
Kupfer		μg/l							20	41		30	110	170	320			< 5
Nickel		μg/l							20	31		30	30	150	280			< 5
Quecksilber	12)	μg/l							0,1	0,1								
Thallium	12)								0,2	0,3								< 0,5
Zink		μg/l							100	210		150	160	840	1600			< 10
PAK-15	9)	μg/l							0,2	0,2		0,3	1,5	3,8	20			0,084
Naphthalin u. Methylnaphth. ges.		µg/l							2	2		,	, ,	, ,				0,052
PCB6 und PCB-118		μg/l							0,01	0,01		0,02	0,02	0,02	0,04			< BG





#### Fußnoten F):

- 1) Die Materialwerte gelten für Bodenmaterial und Baggergut mit bis zu 10 Volumenprozent (BM und BG) oder bis zu 50 Volumenprozent (BM-F und BG-F) mineralischer Fremdbestandteile im Sinne von § 2 Nummer 8 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung mit nur vernachlässigbaren Anteilen an Störstoffen im Sinne von § 2 Nummer 9 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung. Bodenmaterial der Klasse BM-0 und Baggergut der Klasse BG-0 erfüllen die wertebezogenen Anforderungen an das Auf- oder Einbringen gemäß § 7 Absatz 3 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung. Bodenmaterial der Klasse BM-0 und Baggergut der Klasse BG-0 Sand erfüllen die wertebezogenen Anforderungen an das Auf- oder Einbringen gemäß § 8 Absatz 2 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung; Bodenmaterial der Klasse BM-0\* und Baggergut der Klasse BG-0\* erfüllen die wertebezogenen Anforderungen an das Auf- oder Einbringen gemäß § 8 Absatz 3 Nummer 1 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung.
- 2) Bodenarten-Hauptgruppen gemäß Bodenkundlicher Kartieranleitung, 5. Auflage, Hannover 2009 (KA 5); stark schluffige Sande, lehmig-schluffige Sande und stark lehmige Sande sowie Materialien, die nicht bodenartspezifisch zugeordnet werden können, sind entsprechend der Bodenart Lehm, Schluff zu bewerten.
- 3) Die Eluatwerte in Spalte 6 sind mit Ausnahme des Eluatwertes für Sulfat nur maßgeblich, wenn für den betreffenden Stoff der jeweilige Feststoffwert nach Spalte 3 bis 5 überschritten wird. Der Eluatwert für PAK15 und Napthalin und Methylnaphtaline, gesamt, ist maßgeblich, wenn der Feststoffwert für PAK16 nach Spalte 3 bis 5 überschritten wird. Die in Klammern genannten Werte gelten ieweils bei einem TOC-Gehalt von ≥ 0.5%.
- 4) Stoffspezifischer Orientierungswert; bei Abweichungen ist die Ursache zu prüfen.
- 5) Bei Überschreitung des Wertes ist die Ursache zu prüfen. Handelt es sich um naturbedingt erhöhte Sulfatkonzentrationen, ist eine Verwertung innerhalb der betroffenen Gebiete möglich. Außerhalb dieser Gebiete ist über die Verwertungseignung im Einzelfall zu entscheiden.
- 6) Der Wert 1 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm, Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 1,5 mg/kg.
- 7) Bodenmaterialspezifischer Orientierungswert. Der TOC-Gehalt muss nur bei Hinweisen auf erhöhte Gehalte nach den Untersuchungsverfahren in Anlage 5 bestimmt werden. § 6 Absatz 11 Satz 2 und 3 der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung ist entsprechend anzuwenden. Beim Einbau sind Volumenbeständigkeit und Setzungsprozesse zu berücksichtigen.
- 8) Die angegebenen Werte gelten für Kohlenwasserstoffverbindungen mit einer Kettenlänge von C10 bis C22. Der Gesamtgehalt bestimmt nach der DIN EN 14039, "Charakterisierung von Abfällen Bestimmung des Gehalts an Kohlenwasserstoffen von C10 bis C40 mittels Gaschromatographie", Ausgabe Januar 2005 darf insgesamt den in Klammern genannten Wert nicht überschreiten.
- 9) PAK15: PAK16 ohne Naphthalin und Methylnaphthaline
- **10)** PAK16: stellvertretend für die Gruppe der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) werden nach der Liste der US-amerikanischen Umweltbehörde, Environmental Protection Agency (EPA), 16 ausgewählte PAK untersucht: Acenaphthen, Acenaphthylen, Anthracen, Benzo[a]anthracen, Benzo[a]pyren, Benzo[b]fluoranthen, Benzo[g,h,i]perylen, Benzo- [k]fluoranthen, Chrysen, Dibenzo[a,h]anthracen, Fluoranthen, Fluoranthen, Fluoranthen, Indeno[1,2,3-cd]pyren, Naphthalin, Phenanthren und Pyren.
- 11) Bei Überschreitung der Werte sind die Materialien auf fallspezifische Belastungen zu untersuchen.
- 12) Bei Quecksilber und Thallium ist für die Klassifizierung in die Materialklassen BM-F0\*/BG-F0\*, BM-F1/ BG-F-1, BM-F2/BG-F-2, BM-F-3/BG-F3 der angegebene Gesamtgehalt maßgeblich. Der Eluatwert der Materialklasse BM-0\*/BG-0\* ist einzuhalten.

Kursiv: Werte übernommen aus EBV Anlage 1 Tabelle 4

< BG: kleiner Bestimmungsrenze, unter Nachweisgrenze







SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH Güttinger Straße 37 D-78315 Radolfzell

HPC AG Schütte 12-16 72108 Rottenburg Prüfbericht 6310339 Auftrags Nr. 6577763 Kunden Nr. 10021952

Peter Breig Telefon +49 7732/94162-30 Fax +49 89/12504064090-90 peter.breig@sgs.com

Industries & Environment

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH Güttinger Straße 37 D-78315 Radolfzell DAKKS

Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-14115-02-02
D-PL-14115-02-06
D-PL-14115-02-06
D-PL-14115-02-08
D-PL-14115-02-08
D-PL-14115-02-08

Radolfzell, den 26.04.2023

Ihr Auftrag/Projekt: BV Erw. Grundschule Starzach-Bierlingen

Ihr Bestellzeichen: 2301127 Ihr Bestelldatum: 12.04.2023

Prüfzeitraum von 19.04.2023 bis 26.04.2023 erste laufende Probenummer 230394874 Probeneingang am 19.04.2023

Die Probenvorbereitung erfolgte nach DIN 19747. Die Feststoffparameter wurden in der Fraktion kleiner 2 mm untersucht. Die Eluatparameter wurden in der Gesamtfraktion analysiert.

SGS INSTITUT FRESENIUS GmbH

i.V. Peter Breig Projektleiter i.A. Melanie Schubert Group leader Customer Service

Seite 1 von 7



**Probe** 



BV Erw. Grundschule Starzach-Bierlingen 2301127

230394874

Prüfbericht Nr. 6310339 Auftrag Nr. 6577763

Boden

Seite 2 von 7 26.04.2023

MP1					
Eingangsdatum:	19.04.2023	Eingangsart	durch IF-Kurier	abgeholt	
5 5		0 0		Ü	
Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs-	Methode	

Parameter	Einheit Ergebnis		Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Beurteilung
Feststoffuntersuchung	en:				
Trockensubstanz	Masse-%	81,0	0,1	DIN EN 14346	HE
Trockensubstanz LTR	Masse-%	83,1	0,1	DIN ISO 11465	HE
Anteil < 2mm	Masse-%	98,8	0,1	DIN ISO 11464	HE
Anteil > 2mm	Masse-%	1,2	0,1	DIN ISO 11464	HE
Metalle :					
Königswasseraufschluß				DIN EN 13657	HE
Arsen	mg/kg TR	16	2	<b>DIN EN ISO 11885</b>	HE
Blei	mg/kg TR	20	2	<b>DIN EN ISO 11885</b>	HE
Cadmium	mg/kg TR	< 0,2	0,2	<b>DIN EN ISO 11885</b>	HE
Chrom	mg/kg TR	51	1	<b>DIN EN ISO 11885</b>	HE
Kupfer	mg/kg TR	18	1	<b>DIN EN ISO 11885</b>	HE
Nickel	mg/kg TR	42	1	<b>DIN EN ISO 11885</b>	HE
Quecksilber	mg/kg TR	< 0,1	0,1	DIN EN 1483	HE
Thallium	mg/kg TR	0,5	0,2	DIN EN ISO 17294-2	HE
Zink	mg/kg TR	59	1	<b>DIN EN ISO 11885</b>	HE
KW-Index C10-C40	mg/kg TR	< 10	10	DIN EN 14039	HE
KW-Index C10-C22	mg/kg TR	< 10	10	DIN EN 14039	HE

Probenmatrix





BV Erw. Grundschule Starzach-Bierlingen 2301127

Prüfbericht Nr. 6310339 Auftrag 6577763 Probe 230394874 Seite 3 von 7 26.04.2023

Probe Fortsetzung		MP1			
Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Beurteilung
PAK (EPA) :					
Naphthalin	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthylen	mg/kg TR	< 0,1	0,1	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Phenanthren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Anthracen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Fluoranthen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Pyren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benz(a)anthracen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Chrysen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(a)pyren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(g,h,i)perylen	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Summe PAK nach EPA	mg/kg TR	-		DIN ISO 18287	HE
Summe PAK n. BBodSchV	mg/kg TR	-		DIN ISO 18287	HE
PCB:					
PCB 28	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
505.50	·				

PCB 52

PCB 101

PCB 118

PCB 138

PCB 153

PCB 180

Summe 6 PCB

Summe PCB

nachgewiesen

Summe 6 PCB (LAGA)

mg/kg TR

< 0,003

< 0,003

< 0,003

< 0,003

< 0,003

< 0,003

0,003

0,003

0,003

0,003

0,003

0,003

DIN 38414-20

ΗE

ΗE

ΗE

ΗE

ΗE

ΗE

ΗE

ΗE

ΗE



**Probe** 

230394875

mg/kg TR

< 0,5



BV Erw. Grundschule Starzach-Bierlingen 2301127

Prüfbericht Nr. 6310339 Auftrag Nr. 6577763

Boden

Seite 4 von 7 26.04.2023

MP2 Eingangsdatum:	19.04.2023	Eingangsart	durch IF-Kurier	abgeholt				
Parameter	rameter Einheit		Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Beurteilung			
Feststoffuntersuchung	en:		· ·					
Trockensubstanz	Masse-%	80,3	0,1	DIN EN 14346	HE			
Trockensubstanz LTR	Masse-%	81,8	0,1	DIN ISO 11465	HE			
Anteil < 2mm	Masse-%	99,2	0,1	DIN ISO 11464	HE			
Anteil > 2mm	Masse-%	0,8	0,1	DIN ISO 11464	HE			
TOC	%-LTR	0,1	0,1	ISO 10694	HE			
Metalle :								
Königswasseraufschluß				DIN EN 13657	HE			
Arsen	mg/kg TR	21	2	<b>DIN EN ISO 11885</b>	HE			
Blei	mg/kg TR	40	2	<b>DIN EN ISO 11885</b>	HE			
Cadmium	mg/kg TR	< 0,2	0,2	<b>DIN EN ISO 11885</b>	HE			
Chrom	mg/kg TR	69	1	<b>DIN EN ISO 11885</b>	HE			
Kupfer	mg/kg TR	29	1	<b>DIN EN ISO 11885</b>	HE			
Nickel	mg/kg TR	53	1	<b>DIN EN ISO 11885</b>	HE			
Quecksilber	mg/kg TR	< 0,1	0,1	DIN EN 1483	HE			
Thallium	mg/kg TR	0,9	0,2	DIN EN ISO 17294-2	HE			
Zink	mg/kg TR	71	1	DIN EN ISO 11885	HE			
KW-Index C10-C40	mg/kg TR	< 10	10	DIN EN 14039	HE			
KW-Index C10-C22	mg/kg TR	< 10	10	DIN EN 14039	HE			

0,5

DIN 38414-17

ΗE

Probenmatrix





BV Erw. Grundschule Starzach-Bierlingen 2301127

Prüfbericht Nr. 6310339 Auftrag 6577763 Probe 230394875 Seite 5 von 7 26.04.2023

Probe MP2

Fortsetzung

J					
Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Beurteilung
PAK (EPA) :					
Naphthalin	mg/kg TR	< 0,01	0,01	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthylen	mg/kg TR	< 0,01	0,01	DIN ISO 18287	HE
1-Methylnaphthalin	mg/kg TR	< 0,01	0,01	DIN ISO 18287	HE
2-Methylnaphthalin	mg/kg TR	< 0,01	0,01	DIN ISO 18287	HE
Acenaphthen	mg/kg TR	< 0,01	0,01	DIN ISO 18287	HE
Fluoren	mg/kg TR	< 0,01	0,01	DIN ISO 18287	HE
Phenanthren	mg/kg TR	< 0,01	0,01	DIN ISO 18287	HE
Anthracen	mg/kg TR	< 0,01	0,01	DIN ISO 18287	HE
Fluoranthen	mg/kg TR	< 0,01	0,01	DIN ISO 18287	HE
Pyren	mg/kg TR	< 0,01	0,01	DIN ISO 18287	HE
Benz(a)anthracen	mg/kg TR	< 0,01	0,01	DIN ISO 18287	HE
Chrysen	mg/kg TR	< 0,01	0,01	DIN ISO 18287	HE
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg TR	< 0,01	0,01	DIN ISO 18287	HE
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg TR	< 0,01	0,01	DIN ISO 18287	HE
Benzo(a)pyren	mg/kg TR	< 0,01	0,01	DIN ISO 18287	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/kg TR	< 0,01	0,01	DIN ISO 18287	HE
Benzo(g,h,i)perylen	mg/kg TR	< 0,01	0,01	DIN ISO 18287	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	mg/kg TR	< 0,01	0,01	DIN ISO 18287	HE
Summe PAK nach EPA	mg/kg TR	-		DIN ISO 18287	HE
Summe PAK n. BBodSchV	mg/kg TR	-		DIN ISO 18287	HE
PCB:					
PCB 28	mg/kg TR	< 0.003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 52	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 101	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 118	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 153	mg/kg TR	< 0.003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 138	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
PCB 180	mg/kg TR	< 0.003	0,003	DIN 38414-20	HE
Summe 6 PCB (DIN)	mg/kg TR	- 0,003	0,000	DII 00-17-20	HE
Summe 6 PCB (LAGA)	mg/kg TR	-			HE
Summe PCB	mg/kg TR	_			HE
nachdewiesen	ing/ing in	-			· · · ·

nachgewiesen



**Probe** 

MP2



BV Erw. Grundschule Starzach-Bierlingen 2301127

230394875|EL7

Prüfbericht Nr. 6310339 Auftrag Nr. 6577763

Boden

Seite 6 von 7 26.04.2023

Eingangsdatum:	19.04.2023	Eingangsart	durch IF-Kurier abgeholt		
Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Beurteilung
Eluatuntersuchungen :					
Schütteleluat 2:1 (EL7) pH-Wert		7,2		DIN 19529 DIN EN ISO 10523	HE HE
Elektr.Leitfähigkeit (25°C)	μS/cm	40	1	DIN EN 27888	HE
Sulfat	mg/l	8	1	DIN EN ISO 10304-1	HE
Metalle im Eluat :					
Antimon	mg/l	< 0.001	0,001	DIN EN ISO 17294-2	HE
Arsen	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Blei	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/l	< 0,001	0,001	DIN EN ISO 11885	HE
Chrom	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/l	< 0,005	0,005	<b>DIN EN ISO 11885</b>	HE
Nickel	mg/l	< 0,005	0,005	<b>DIN EN ISO 11885</b>	HE
Thallium	mg/l	< 0,0005	0,0005	DIN EN ISO 17294-2	HE
Zink	mg/l	< 0,01	0,01	DIN EN ISO 11885	HE
PAK im Eluat :					
Naphthalin	μg/l	0,028	0,002	DIN 38407-39	HE
1-Methylnaphthalin	μg/l	0,014	0,002	DIN 38407-39	HE
2-Methylnaphthalin	μg/l	0,010	0,002	DIN 38407-39	HE
Acenaphthylen	μg/l	< 0,050	0,05	DIN 38407-39	HE
Acenaphthen	μg/l	0,005	0,002	DIN 38407-39	HE
Fluoren	μg/l	0,019	0,002	DIN 38407-39	HE
Phenanthren	μg/l	0,021	0,002	DIN 38407-39	HE
Anthracen	μg/l	< 0,002	0,002	DIN 38407-39	HE
Fluoranthen	μg/l	0,008	0,002	DIN 38407-39	HE
Pyren	μg/l	0,003	0,002	DIN 38407-39	HE
Benzo(a)anthracen	μg/l	< 0,002	0,002	DIN 38407-39	HE
Chrysen	μg/l	< 0,002	0,002	DIN 38407-39	HE
Benzo(b)fluoranthen	μg/l	< 0,002	0,002	DIN 38407-39	HE
Benzo(k)fluoranthen	μg/l	< 0,002	0,002	DIN 38407-39	HE
Benzo(a)pyren	μg/l	< 0,002	0,002	DIN 38407-39	HE

Probenmatrix

Dibenzo(a,h)anthracen

Indeno(1,2,3-c,d)pyren

Summe PAK nach EPA

Benzo(g,h,i)perylen

μg/l

μg/l

μg/l

< 0,002

< 0,002

< 0,002

0,084

0,002

0,002

0,002

DIN 38407-39

DIN 38407-39

DIN 38407-39

ΗE

ΗE

ΗE

ΗE





BV Erw. Grundschule Starzach-Bierlingen 2301127

**Prüfbericht Nr. 6310339** Seite 7 von 7 **Auftrag 6577763 Probe 230394875EL7** 26.04.2023

Probe MP2

Fortsetzung

nachgewiesen

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Beurteilung
PCB im Eluat :					
PCB 28	μg/l	< 0,001	0,001	DIN 38407-2	HE
PCB 52	μg/l	< 0,001	0,001	DIN 38407-2	HE
PCB 101	μg/l	< 0,001	0,001	DIN 38407-2	HE
PCB 118	μg/l	< 0,001	0,001	DIN 38407-2	HE
PCB 138	μg/l	< 0,001	0,001	DIN 38407-2	HE
PCB 153	μg/l	< 0,001	0,001	DIN 38407-2	HE
PCB 180	μg/l	< 0,001	0,001	DIN 38407-2	HE
Summe 6 PCB	μg/l	-			HE
Summe PCB (LAGA)	μg/l	-			HE
Summe PCB	μg/l	-			HE

#### Zusammenfassung der verwendeten Prüfmethoden:

DIN 19529	2009-01
DIN 38407-2	1993-02
DIN 38407-39	2011-09
DIN 38414-17	2017-01
DIN 38414-20	1996-01
DIN EN 13657	2003-01
DIN EN 14039	2005-01
DIN EN 14346	2007-03
DIN EN 1483	2007-07
DIN EN 27888	1993-11
DIN EN ISO 10304-1	2009-07
DIN EN ISO 10523	2012-04
DIN EN ISO 11885	2009-09
DIN EN ISO 17294-2	2017-01
DIN ISO 11464	1996-12
DIN ISO 11465	1996-12
DIN ISO 18287	2006-05
ISO 10694	1995-03

Die Laborstandorte mit den entsprechenden Akkreditierungsverfahrensnummern der SGS-Gruppe Deutschland und Schweiz gemäß den oben genannten Kürzeln sind aufgeführt unter

http://www.institut-fresenius.de/filestore/89/laborstandortkuerzelsgs.pdf.

Dieses Dokument wurde von der Gesellschaft im Rahmen ihrer Allgemeinen Geschäftsbedingungen für Dienstleistungen erstellt, die unter www.sgsgroup.de/agb zugänglich sind. Es wird ausdrücklich auf die darin enthaltenen Regelungen zur Haftungsbegrenzung, Freistellung und zum Gerichtsstand hingewiesen. Dieses Dokument ist ein Original. Wenn das Dokument digital übermittelt wird, ist es als Original im Sinne der UCP 600 zu behandeln. Jedeses Dokuments wird darauf hingewiesen, dass die darin enthaltenen Angaben ausschließlich die im Zeitpunkt der Dienstleistung von der Gesellschaft festgestellten Tatsachen im Rahmen der Vorgaben des Kunden, sofern überhaupt vorhanden, wiedergeben. Die Gesellschaft ist allein dem Kunden gegenüber verantwortlich. Dieses Dokument bindet die Parteien von Rechtsgeschäften nicht von ihren insoweit bestehenden Rechten und Pflichten. Jede nicht genehmigte Änderung, Fälschung oder Verzerrung des Inhalts oder des äußeren Erscheinungsbildes dieses Dokuments ist rechtswidrig. Ein Verstoß kann rechtlich geahndet werden.

gealindet wer

<sup>\*\*\*</sup> Ende des Berichts \*\*

# **ANLAGE 5**

Kenndaten für Boden und Fels nach VOB 2019 (ATV)

# Kenndaten für Boden und Fels nach VOB 2019 (ATV)



Anlage:

Projekt: 2301127 - Erweiterung Grundschule Starzach-Bierlingen

Homogenschicht			<b>S1</b>	S2	
ortsübliche Bezeichnung			Lößlehm, Verwitterungslehm	Verwitterungszone Erfurt- Formation	
Bodengruppe nach DIN 18196			TM, TA	TM, TA, GU*, SU*, GU, SU, zusätzlich Halbfestgesteine, felsige Lagen	
Körnungszahl T/U/S/G (auf 10 M-% gerundet)				für TM, TA, GU*, SU*, GU, SU:	
obere Grenze			20/70/10/0	30/40/20/10	
untere Grenze			0/60/20/20	0/60/20/20	
Tan (< 0.002 mm)	Т		0 - 20	0 - 30	
Ton (< 0,002 mm)	U		40 - 90	0 - 30	
Schluff (0,002 – 0,06 mm) Sand (0,06 – 2,0 mm)	s		0 - 40	0 - 70	
Kies (2,0 – 63 mm)	G G		0 - 40	0 - 80	
Steine (63 – 200 mm)	X	M-[%]	0 - 20 ≤ 2	0 - 70	
Blöcke (200 – 630 mm)	^ Y	M-[%]	<u>≤ 2</u>	0 - 20 ≤ 10	
große Blöcke (> 630 mm)	1		<u>-</u>	-	
		M-[%]	<u>-</u>	-	
mineralogische Zusammen- setzung von Steinen und Blöcken			-	u.a. Tonminerale, Karbonate	
Dichte	ρ	[t/m³]	1,8 - 2,1	1,9 - 2,2	
Kohäsion	c'	[kN/m²]	1 - 15	5 - 25	
undränierte Scherfestigkeit (bind. Anteile)	Cu	[kN/m²]	20 - 200	50 - 200	
Wassergehalt	w	[%]	20 - 30	20 - 35	
Konsistenz (bind. Anteile)			weich - halbfest	halbfest - fest	
Konsistenzzahl (bind. Anteile)	I <sub>C</sub>	[-]	0,3 - 1,2	> 1,0	
Plastizität (bind. Anteile)			mittel bis ausgeprägt	mittel bis ausgeprägt	
Plastizitätszahl (bind. Anteile)	Ι <sub>P</sub>	[-]	15 - 35	15 - 40	
Durchlässigkeitsbeiwert	k	[m/s]	10 <sup>-7</sup> bis 10 <sup>-10</sup>	10 <sup>-4</sup> bis 10 <sup>-9</sup>	
Lagerungsdichte			-	-	
organischer Anteil (Glühverlust)	V <sub>GI</sub>	[%]	2 - 6	1 - 8	
Abrasivität nach Cerchar			nicht bis kaum abrasiv	schwach abrasiv	
Benennung von Fels			-	Tonstein, Dolomitstein, Kalkstein	
Verwitterung			-	i.d.R.: 'Tst: entfestigt bis zersetzt, Dst: wenig entf. bis entfestigt	
Veränderungen			-	nicht bestimmbar	
Veränderlichkeit			-	i.d.R.: Dst,Kst nicht veränd., Tst stark veränd.	
Druckfestigkeit	$\sigma_{\text{u}}$	MN/m²]	-	nicht bestimmbar	
Trennflächenrichtung			-	nicht bestimmbar	
Trennflächenabstand			-	nicht bestimmbar	