

GUTACHTEN

 Projekt-Nr.	Ausfertigungs-Nr.	Datum
2301127	--	25.05.2023

Erweiterung Grundschule in Starzach-Bierlingen
– Geotechnischer Bericht –

 Auftraggeber

Gemeinde Starzach
Bürgermeisteramt
Hauptstraße 15
72181 Starzach

gm/bschul

INHALT	Seite
1	Zusammenfassung..... 4
2	Veranlassung und Unterlagen..... 5
3	Angaben zum Bauvorhaben..... 6
3.1	Allgemeine Standortangaben..... 6
3.2	Anmerkung zu den geodätischen Höhen..... 7
3.3	Geplante Baumaßnahme..... 7
3.4	Geologische und hydrogeologische Übersicht..... 7
3.5	Altlasten, Kampfmittel, Leitungen..... 8
4	Untersuchungsumfang..... 8
4.1	Untersuchungskonzept..... 8
4.2	Geländearbeiten..... 8
4.3	Bodenmechanische und -physikalische Laboruntersuchungen..... 9
4.4	Chemische Laboruntersuchungen..... 9
5	Baugrund – Schichtenaufbau des Untergrunds..... 9
6	Deckschichtmächtigkeit..... 11
7	Grundwasser..... 12
7.1	Hydrogeologische Verhältnisse, Bemessungswasserstand, Versickerung..... 12
8	Orientierende abfallrechtliche Untersuchungen..... 13
8.1	Bewertungsgrundlage Bodenaushub..... 13
8.2	Vor-Ort-Befunde, Verdachtsmomente, Untersuchungsumfang..... 13
8.3	Analysenergebnisse, orientierende abfallrechtliche Bewertung..... 14
9	Bautechnische Klassifizierung (Boden/Fels) und Erdbeben..... 15
9.1	Homogenbereiche..... 15
9.2	Bodenmechanische Kennwerte..... 15
9.3	Erdbeben..... 16
9.3.1	DIN 4149:2005-04 (zurückgezogen)..... 16
9.3.2	DIN EN 1998-1/NA:2021-07..... 16
10	Gründung von Bauwerken..... 16
10.1	Allgemeine Angaben..... 16
10.2	Elastisch gebettete Bodenplatte..... 17
10.3	Gründung mit Einzel- und Streifenfundamenten..... 17
10.4	Tragschichtaufbau unter der Bodenplatte..... 18
10.5	Gründungsempfehlung..... 18
11	Baugrubengestaltung..... 19
11.1	Allgemeines und Baugrubenböschungen..... 19
11.2	Aushub, Wiederverwendung und Entsorgung..... 19
11.3	Aushubsohle, Arbeitsplanum und Trockenhaltung der Baugrube..... 20
12	Ergänzende Angaben zum Bauvorhaben..... 21
12.1	Abdichtung/Schutz des Gebäudes vor Durchfeuchtung..... 21
12.2	Bodenverbesserungsmaßnahmen..... 21
12.3	Bestands- und Nachbarbauwerke..... 22
12.4	Angaben zu Parkplatz- und Zufahrtbereichen..... 24

INHALT	Seite
13	Schlussbemerkungen 25

TABELLEN

Tab. 1:	Zusammenstellung der Mischproben 14
Tab. 2:	Orientierende abfallrechtliche Einstufung 14
Tab. 3:	Bodenklassifizierung 15
Tab. 4:	Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen 15

ABBILDUNGEN

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
---------	--

ANLAGEN

1	Planunterlagen
1.1	Übersichtslageplan, Maßstab 1 : 25.000
1.2	Lageplan der Aufschlusspunkte, Maßstab 1 : 500
1.3	Profilschnitte, Maßstab 1 : 200
2	Baugrundaufschlüsse
2.1	Profile Rammkernsondierungen RKS 1 – RKS 3
2.2	Rammdiagramme DPH 1 – DPH 3
3	Bodenmechanische und -physikalische Laboruntersuchungen
3.1	Zusammenfassung der Laborergebnisse
3.2	Konsistenzbestimmung
4	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 $\beta \leq 60^\circ$ in mindestens steifen bindigen Böden angelegt werden. Bei weichen bindigen Böden ist die Böschung auf $\beta \leq 45^\circ$ abzuflachen. An der Nordseite können u. U. Standsicherheitsnachweise für Böschungen ≥ 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, M 1 : 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

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 (BGBl. 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 Tübingen
Lage:	östlich des Ortszentrums Starzach-Bierlingen, (s. Anlagen 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 nördlich 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 unterkellertes 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 Aufschlusssdatenbank 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 nächstgelegene 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 Aufschlusssdatenbank des LGRB [3] (Aufschlüsse 7518/227 und 7518/228), sowie der aktuellen Profilsprachen, den Ergebnissen der bodenmechanischen Laboruntersuchungen und den Ergebnissen der Rammsondierungen lassen sich die Schichten wie folgt beschreiben.

Oberboden

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)

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, $W_N = \text{ca. } 24 - 26 \%$
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 Konsistenz)

Verwitterungslehm

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, $W_N = \text{ca. } 23 - 25 \%$
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 bedingt.

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, bereichsweise mit schwarzen Lagen/Bereichen (verm. Eisen-Mangan-Bildungen), (dunkel)braun, beige, schwach feucht, halbfest Konsistenz
Wassergehalte:	an 3 Proben bestimmt, $W_N = \text{ca. } 24 - 30 \%$
Glühverlust:	4,4 %
Bodenart:	bindiger feinkörniger Boden (TA, TM nach DIN 18196), gemischt-körniger Boden (GU*, SU*, GU, SU), Halbfestgestein (Tst), Felslagen (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 $> \text{ca. } 15 \text{ m u. GOK}$ 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:

Lösslehm	ca. $k = < 10^{-9}$ bis 10^{-7} m/s
Verwitterungslehm	ca. $k = < 10^{-10}$ bis 10^{-8} m/s
Verwitterungszone Erfurt-Formation	ca. $k = > 10^{-9}$ 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 $k \geq 10^{-6}$ 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: 0,3 – 1,0 m 1,0 – 2,0 m	RKS 1: 3,0 – 4,2 m 4,2 – 4,6 m
RKS 2: 0,3 – 1,0 m 1,0 – 2,0 m	RKS 2: 2,0 – 3,0 m 3,0 – 4,9 m
RKS 3: 0,5 – 1,3 m 1,3 – 2,0 m	RKS 3: 4,9 – 5,2 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	Probenbezeichnung	Einstufung nach EBV [12], DepV [7]	AVV Nr. [11] (Empfehlung)	Relevante Parameter (Schadstoffgehalte)
Lösslehm (Schluff mit sandigen und tonigen Nebenbestandteilen)	MP 1	BM-0/[12] DK 0/[7]	17 05 04 ¹	-
Verwitterungslehm, Verwitterungszone Erfurt-Formation (Schluff mit sandigen, tonigen und kiesigen Nebenbestandteilen)	MP 2	BM-0*/[12] DK 0/[7]	17 05 04 ¹	Arsen: 21 mg/kg Chrom: 69 mg/kg Nickel: 53 mg/kg

¹ 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	Frostempfindlichkeitsklasse
Lösslehm	TM	4	BN 1	F 1, F 2
Verwitterungslehm	TM, TA	4 – 5	BB 2, BB 3 BS 1	F 3, F 2
Verwitterungszone 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_k	Wichte γ'_k unter Auftrieb	Reibungswinkel ϕ'_k	Kohäsion c'_k	Steifemodul $E_{s,k}$
	kN/m ³	kN/m ³	°	kN/m ²	MN/m ²
Lösslehm	19	9	22,5	3	5
Verwitterungslehm	19,5	9,5	22,5	5	8
Verwitterungszone Erfurt-Fm.	20 ¹	10 ¹	22,5 ¹	10 ¹	20 ¹

1 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/s²

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. $s = 0,6 \text{ cm}$.

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

Für die Mensa können, bei gleicher Flächenlast, dieselben Bettungsmodulwerte 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

$\sigma_{R,d} = 360 \text{ kN/m}^2$ (Seitenlänge 1,0 – 2,5 m)

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

Streifenfundamente

$\sigma_{R,d} = 260 \text{ kN/m}^2$ (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 $E_{V2} \geq 60$ 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. $E_{V2} \geq 40$ MN/m² erforderlich. In den anstehenden bindigen Böden ist mit einer Ausgangstragfähigkeit von max. ca. $E_{V2} \leq 10 - 30$ MN/m² 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).

Bei Ausbildung von elastisch gebetteten Bodenplatten ist, um gleichmäßige 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 $E_{V2} \geq 60$ MN/m² i. d. R. erreicht. Die obere Lage sollte, als Teil der erforderlichen Maßnahmen zum Schutz vor Durchfeuchtung (vgl. Abschnitt 12.1), als 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 Frostschrüzen 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 $\beta \leq 60^\circ$ in mindestens steifen bindigen Böden angelegt werden. Bei weichen bindigen Böden ist die Böschung auf $\beta \leq 45^\circ$ 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 ($< 0,063 \text{ mm}$) $\leq 15 \%$ 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 $D_{Pr} \geq 100$) in einer

Mächtigkeit von mindestens 30 cm ersetzt werden. Auf der Oberkante des Bodenaustauschs sollte ein Wert von $E_{V2} \geq 40 \text{ MN/m}^2$ 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 Vor-dimensionierung kann von einer Zugabemenge von ca. 2 % bezogen auf die Trockenmasse ausgegangen werden. Dies entspricht ca. 30 kg/m^3 bzw. 12 kg/m^2 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.

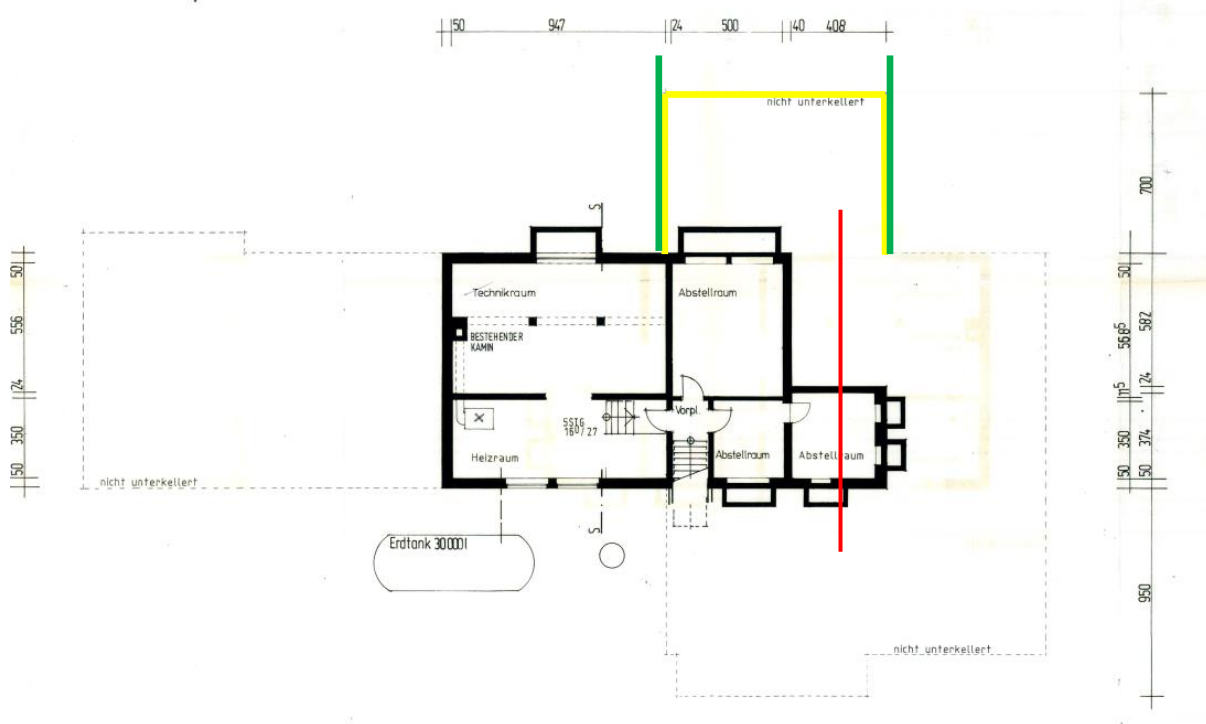


Abb. 1: Situation mit EG-Gebäudeumriss (gestrichelt), Teilunterkellerung (schwarze durchgezogene Linie), geplanter Rückbau (gelb) und Erweiterung (grün, angedeutet), und Schnittlage AA (rot) aus dem Bestandsfundamentplan [5]

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 Lösslehm $E_{V2} < 10 \text{ MN/m}^2$
Anforderung:	Mindesttragfähigkeit auf dem Erdplanum: $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$
Regelbemessung:	Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, 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 Bindemittelzugabe (s. Kapitel 12.2)
Frostsicherer Aufbau:	abhängig von der Belastungsklasse, z. B. bei Bk 0,3 (Pkw-Verkehr, Fahrzeuge des Unterhaltungsdienstes) unter Berücksichtigung von: <ul style="list-style-type: none">• Frostempfindlichkeitsklasse F 3• Frosteinwirkungszone II• Entwässerung der Fahrbahn über Mulden, Gräben bzw. Böschungen ergibt sich eine Mindestdicke des frostsicheren Aufbaus von $d = 55 \text{ cm}$.

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

DocuSigned by:

2A01F9C7C7FB443...
Gabriel Merli
Dipl.-Mineraloge

geprüft

DocuSigned by:

88EDED78FA214E8...
Karsten Eichstädt
Dipl.-Geologe

ANLAGE 1

Planunterlagen

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



Pfad: J:\2023\2301127 - Erweiterung Grundschule Starzach-Bierlingen\04 Zeichnungen\CAD\HPC_2301127_An1_11.dwg



Lage des Standorts



Bauherr/Auftraggeber/Antragsteller:

Gemeinde Starzach
 Bürgermeisteramt
 Hauptstraße 15
 72181 Starzach

Planverfasser:



HPC AG
 Schütte 12 - 16
 72108 Rottenburg
 www.hpc.ag



Projekt:

Erweiterung Grundschule,
 Hauptstraße 53, Starzach-Bierlingen

Darstellung:

Übersichtslageplan

Anlage: 1.1	Projektnummer: 2301127	Planstand: 13.03.2023
Maßstab: 1 : 25.000	Plangröße [mm]: 210x297	gezeichnet: mz
Layout: Anlage 1.1 A4		geprüft: GM
Koordinatensystem: ETRS89/UTM Z32 (EPSG 3044)		Höhensyst.: DHHN16



Plangrundlage:

Projekt				
GSS - Grundschule Starzach - Bierlingen				
Flurst.-Nr. Hauptstraße 53 72181 Starzach-Bierlingen				
Planbezeichnung		Index		
Lageplan Flächenansatz AA		va		
Plannr. / Datei				
GSS_A_P2_GR_LP_220805_va				
LPH	Datum	Maßstab	Format	gez.
P2		M 1:500	Din A2	TPi
± 0.00 = 000.00 üNN = DKFFB EG				
Bauherr		Architekt		
Gemeinde Starzach		K9 ARCHITEKTEN GmbH		
Hauptstraße 15, 72181 Starzach Tel. 07483188-0		ARCHITEKTUR UND STÄDTEBAU BDA DWB Am Karlsplatz 1 79098 Freiburg Tel. 0761-208 542-0		
		 architekten Borgards Lösch Piribauer		

Zeichenerklärung:

- **RKS 1 - 3** Rammkernsondierung vom 03.04.2023
- ⊕ **DPH 1 - 3** Rammsondierung, Typ DPH vom 03.04.2023
- ➔ **1** Schnittlinie



Bauherr/Auftraggeber/Antragsteller:

Gemeinde Starzach
Bürgermeisteramt
Hauptstraße 15
72181 Starzach

Planverfasser:



HPC AG
Schütte 12 - 16
72108 Rottenburg
www.hpc.ag



Projekt:

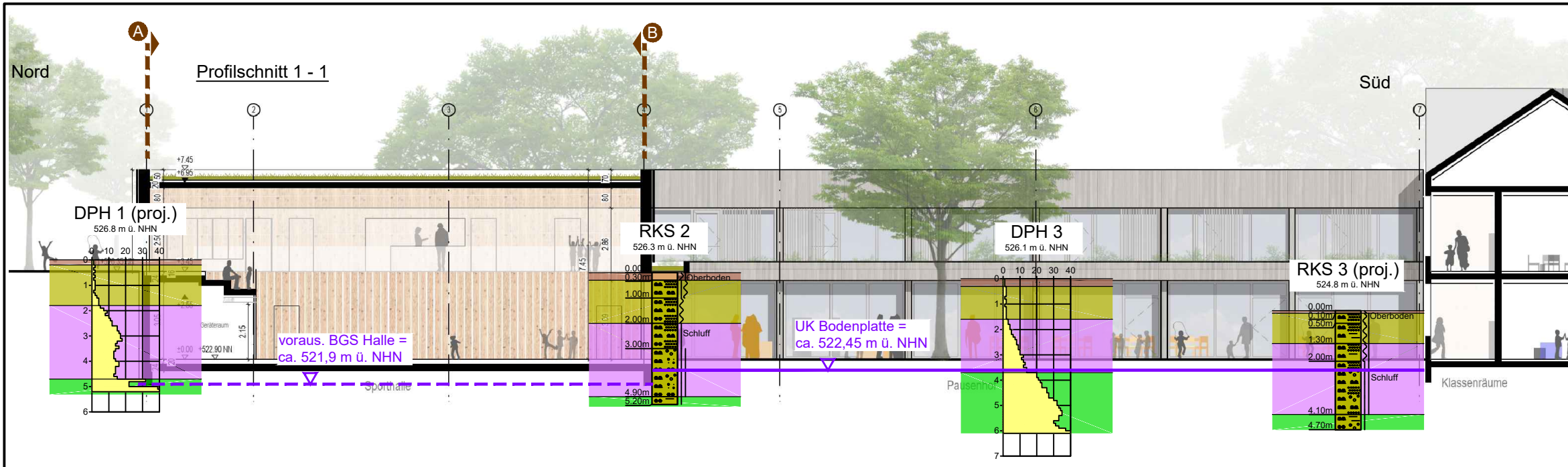
**Erweiterung Grundschule,
Hauptstraße 53, Starzach-Bierlingen**

Darstellung:

Lageplan der Aufschlusspunkte

Anlage: 1.2	Projektnummer: 2301127	Planstand: 17.04.2023
Maßstab: 1 : 500	Plangröße [mm]: 420x297	gezeichnet: mz
Layout: Anlage 1.2 A3		geprüft: GM
Koordinatensystem: ETRS89/UTM Z32 (EPSG 3044)		Höhensyst.: DHN16

Pfad: J:\2023\2301127 - Erweiterung Grundschule Starzach-Bierlingen\04 Zeichnungen\CAD\HPC_2301127_Anl_112.dwg



Plangrundlage:

Projekt
GSS - Grundschule Starzach - Bierlingen
 Flurst.-Nr. _____
 Hauptstraße 53
 72181 Starzach-Bierlingen

Planbezeichnung: **Schnitte Ansichten** Index: **va**

Planv. / Datei:
GSS_A_P2_SC_AN_220805_va

LPN	Datum	Maßstab	Format	gez.
P2		M 1:200	Din A2	TPI

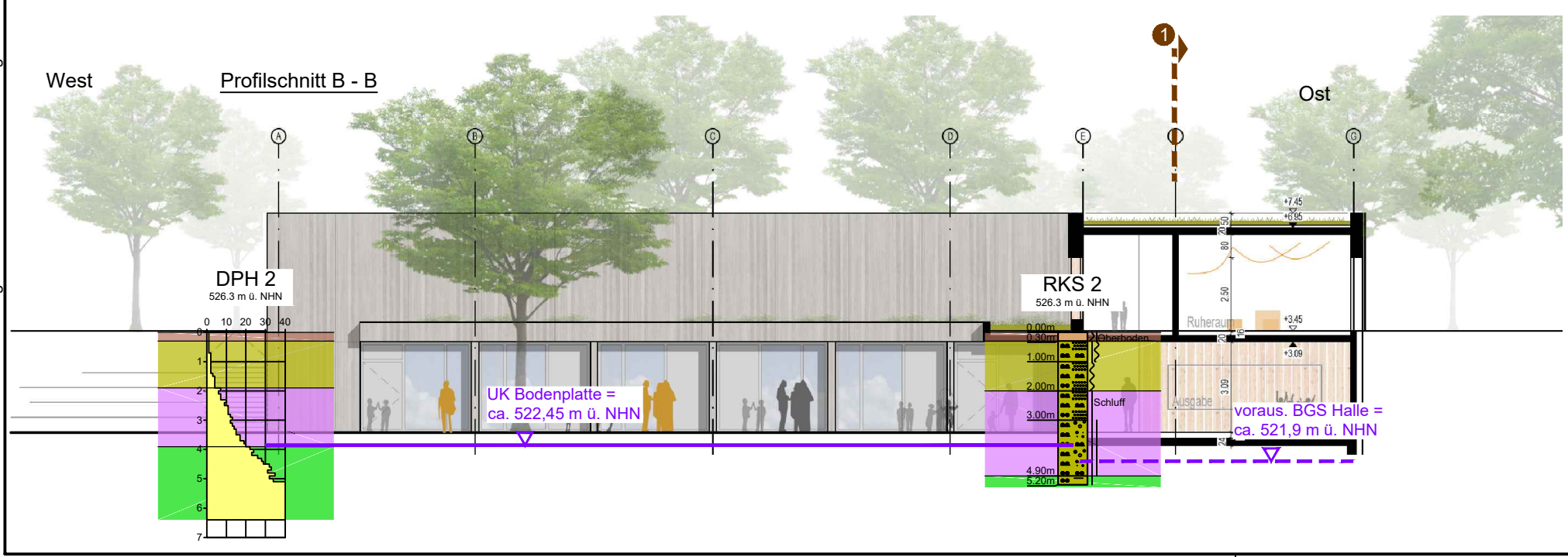
Bauherr: **Gemeinde Starzach** Architekt: **K9 ARCHITEKTEN GmbH**
 ARCHITEKTUR UND STADTEBAU
 BDA DWB
 Am Karlsplatz 1 75098 Freiburg
 Tel. 0761 - 238 542-0

Hauptstraße 15, 72181 Starzach
 Tel. 07483188-0

± 0.00 = 000.00 ÜNN = OKPFB EG



- Oberboden
- Lösslehm
- Verwitterungslehm
- Verwitterungszone Erfurt-Formation



Bauherr/Auftraggeber/Antragsteller: Gemeinde Starzach
 Bürgermeisteramt
 Hauptstraße 15
 72181 Starzach

Planverfasser:
HPC
 HPC AG
 Schütte 12 - 16
 72108 Rottenburg
 www.hpc.ag

Projekt:
 Erweiterung Grundschule,
 Hauptstraße 53, Starzach-Bierlingen

Darstellung:
 Profilschnitte 1 - 1, A - A und B - B

Anlage: 1.3	Projektnummer: 2301127	Planstand: 19.04.2023
Maßstab: 1 : 200	Plangröße [mm]: 420x297	gezeichnet: mz
Layout: Anlage 1.3 A3		geprüft: GM
Koordinatensystem: ETRS89/UTM Z32 (EPSG 3044)		Höhensyst.: DHN16

ANLAGE 2

Baugrundaufschlüsse

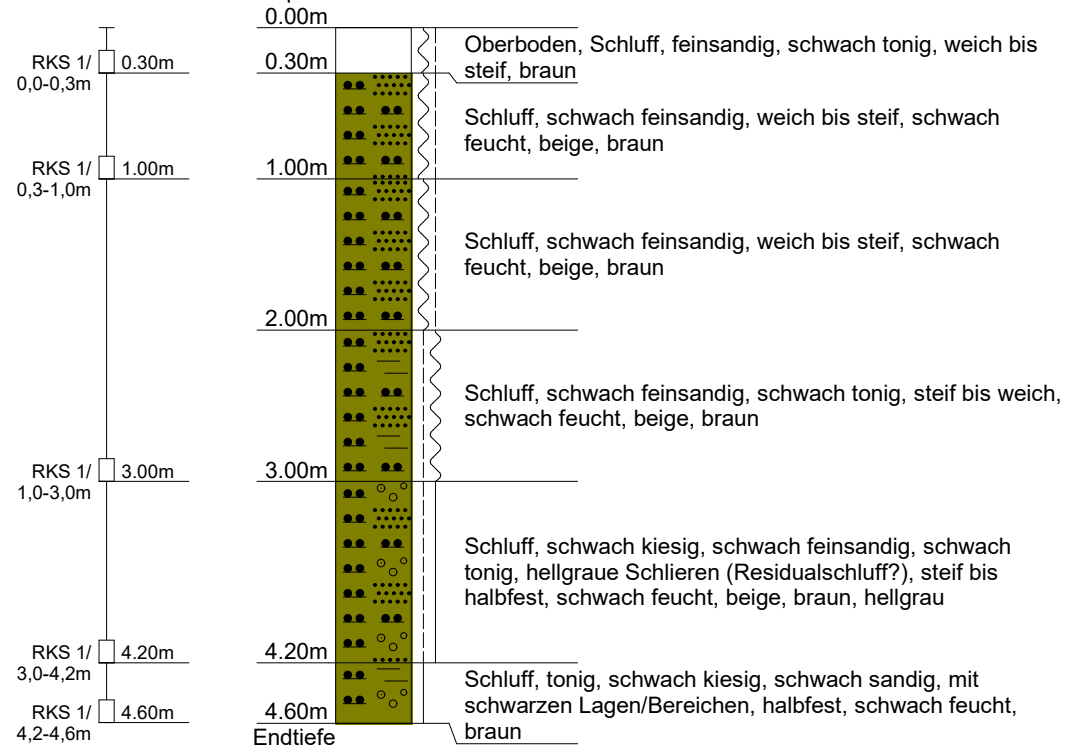
- 2.1 Profile Rammkernsondierungen RKS 1 – RKS 3
- 2.2 Rammdiagramme DPH 1 – DPH 3

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 1

Ansatzpunkt: 526.53 m ü. NHN

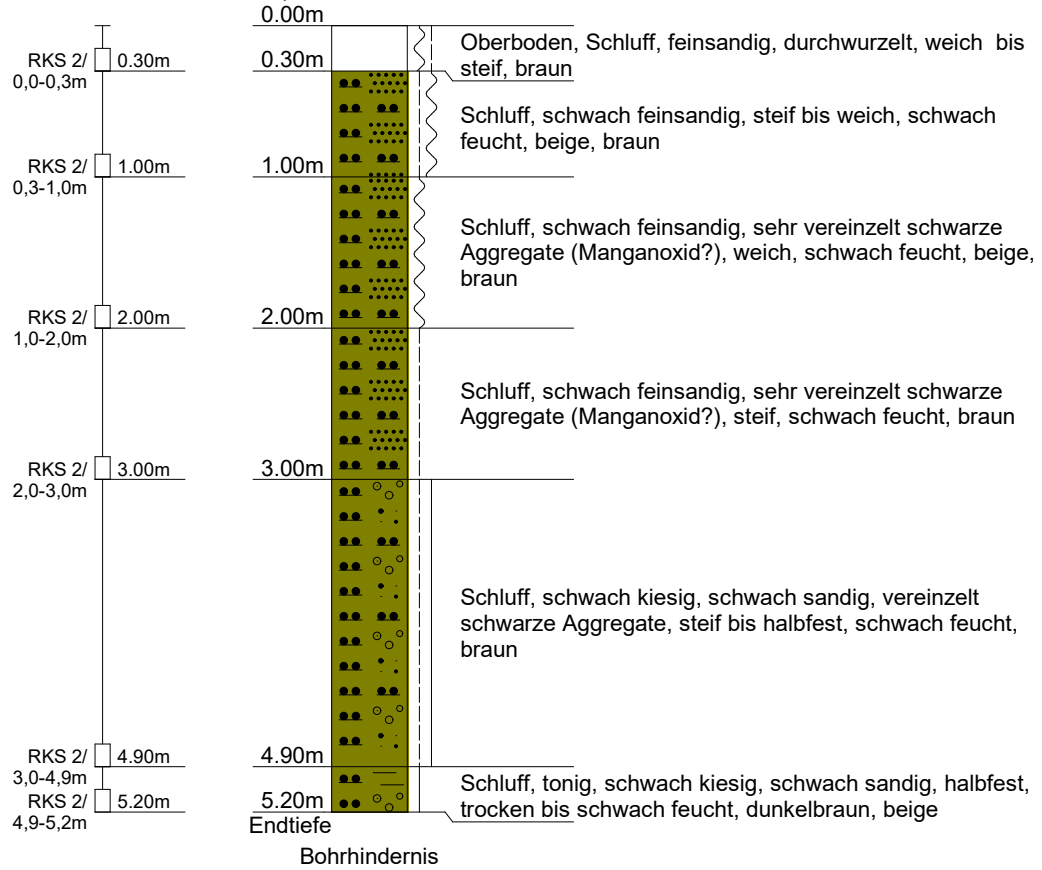


Gutachten-Nr.: 2301127	Anlage: 2.1, Seite 2
Projektname: Erweiterung Grundschule, Hauptstraße 53, Starzach-Bierlingen	
Rechtswert:	Hochwert:
GOK: 526,3 m ü. NHN	POK:
Maßstab: 1: 50	ausgeführt am: 03.04.2023/lubue-kschr
UTM: 32U 486465 5364404	Dateiname: HPC_2301127_An1_2-1.dcb
BOHRPROFIL	



RKS 2

Ansatzpunkt: 526.28 m ü. NHN

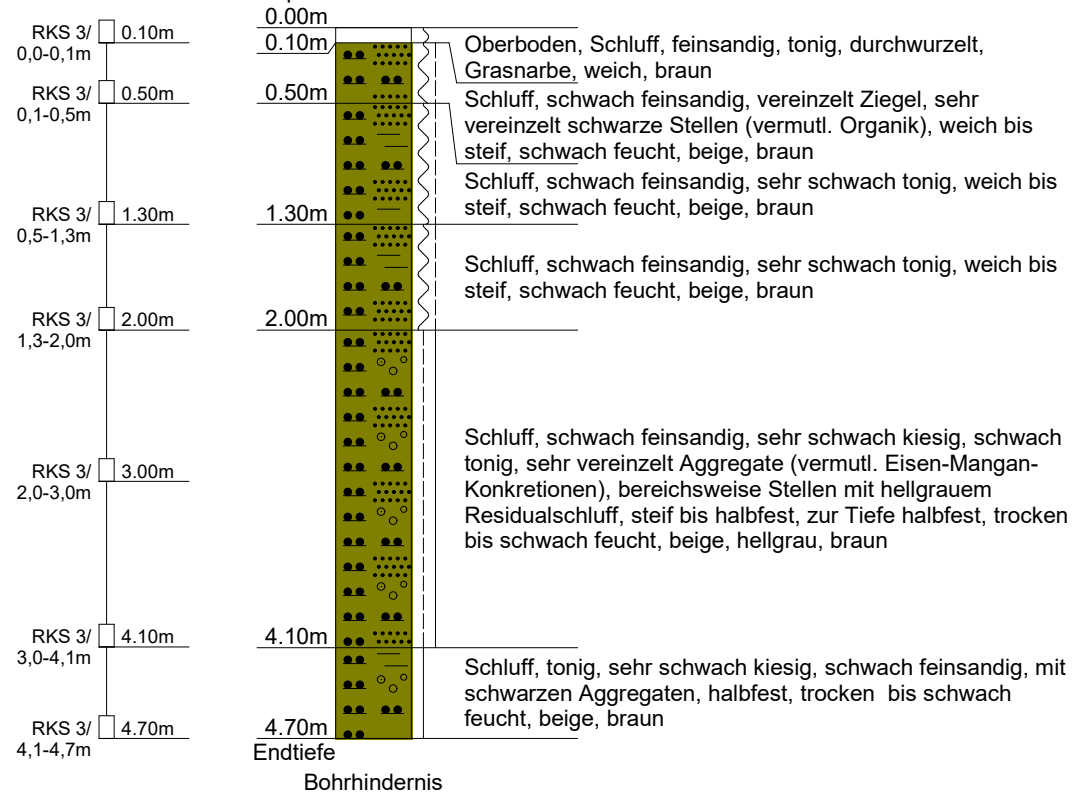


Gutachten-Nr.: 2301127	Anlage: 2.1, Seite 3
Projektname: Erweiterung Grundschule, Hauptstraße 53, Starzach-Bierlingen	
Rechtswert:	Hochwert:
GOK: 524,8 m ü. NHN	POK:
Maßstab: 1: 50	ausgeführt am: 03.04.2023/lubue-kschr
UTM: 32U 486482 5364380	Dateiname: HPC_2301127_Anl_2-1.dcb
BOHRPROFIL	



RKS 3

Ansatzpunkt: 524.85 m ü. NHN

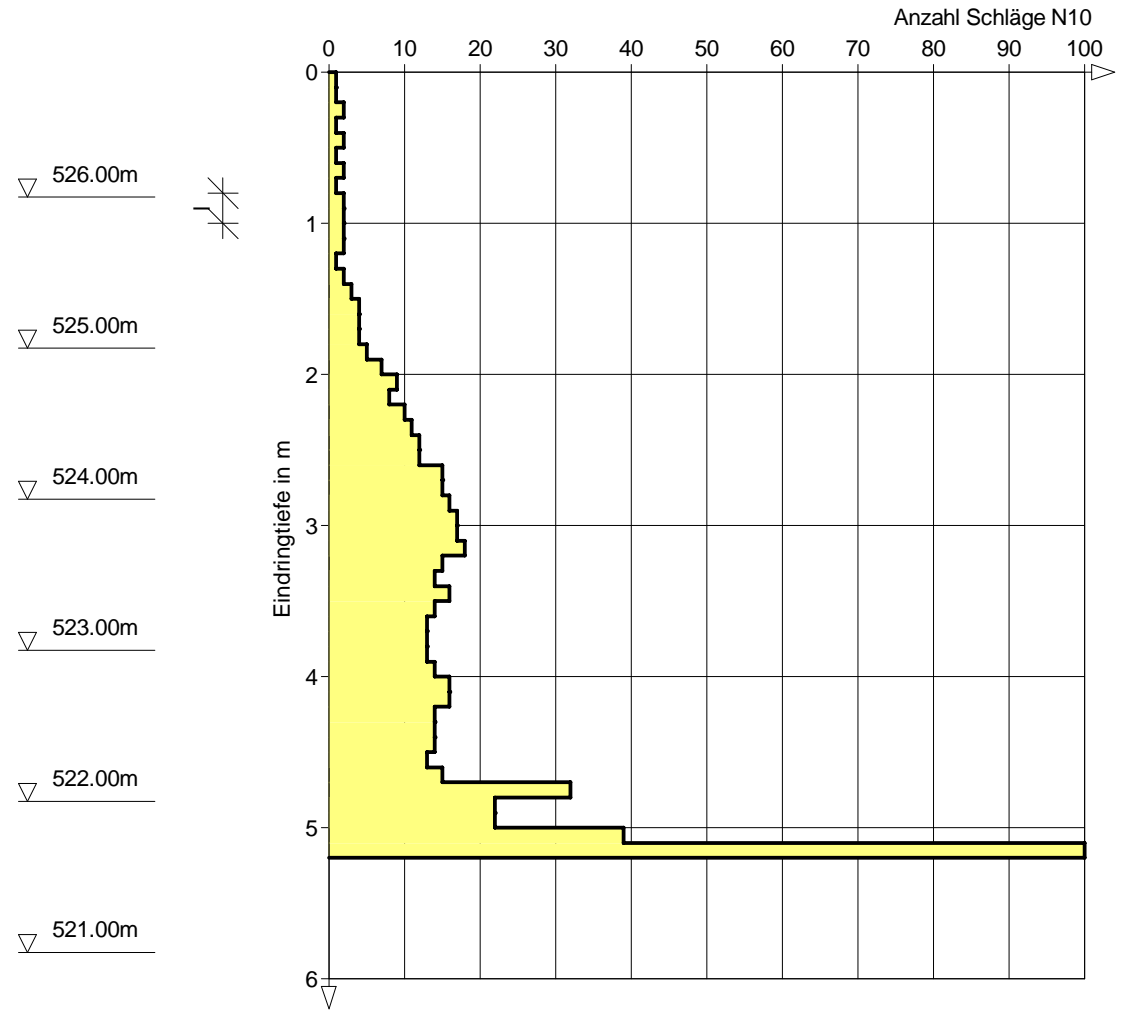


Projekt-Nr.: 2301127	Anlage: 2.2, Seite 1
Projekt: Erweiterung Grundschule, Hauptstraße 53, Starzach-Bierlingen	
Rechtswert:	Hochwert:
GOK: 526,8 m ü. NHN	Typ: DPH
Maßstab: 1: 50	ausgeführt am: 03.04.2023/lubue-kschr
Dateiname: HPC_2301127_An1_2-2.dcr	UTM: 32U 486472 5364427
Rammsondierung DIN 22476 - DPH	



DPH 1

Ansatzpunkt: 526.8 m ü. NHN



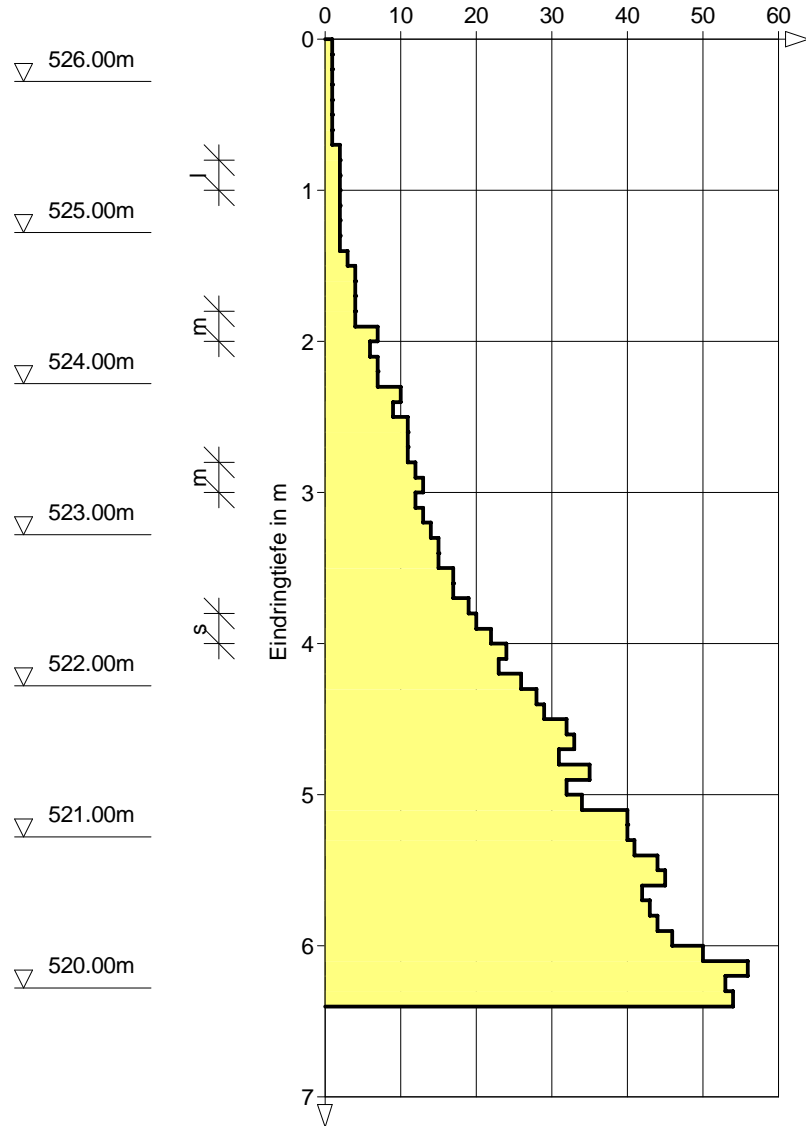
Projekt-Nr.: 2301127	Anlage: 2.2, Seite 2
Projekt: Erweiterung Grundschule, Hauptstraße 53, Starzach-Bierlingen	
Rechtswert:	Hochwert:
GOK: 526,3 m ü. NHN	Typ: DPH
Maßstab: 1: 50	ausgeführt am: 03.04.2023/lubue-kschr
Dateiname: HPC_2301127_An1_2-2.dcr	UTM: 32U 486437 5364400
Rammsondierung DIN 22476 - DPH	



DPH 2

Ansatzpunkt: 526.3 m ü. NHN

Anzahl Schläge N10

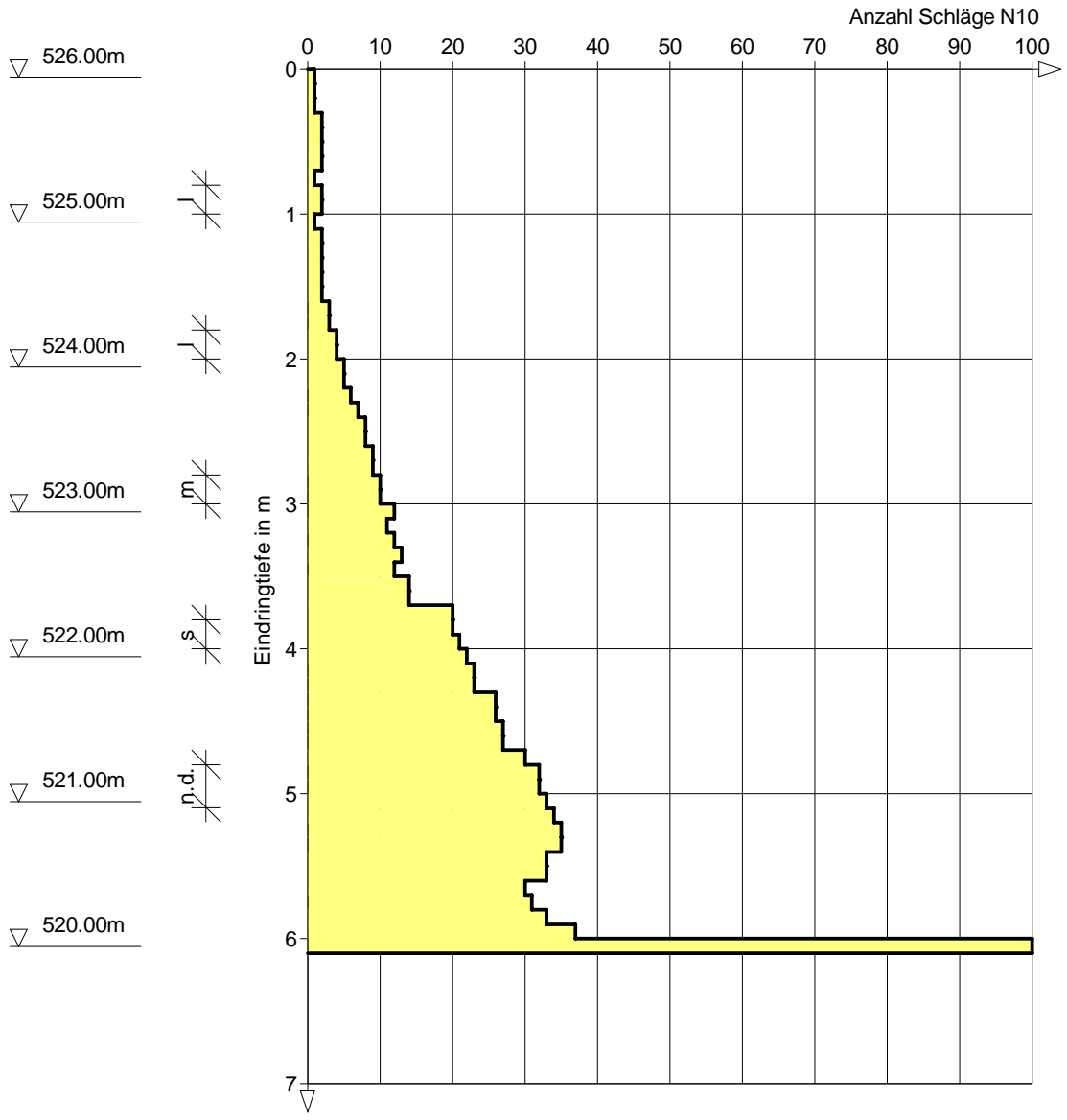


Projekt-Nr.: 2301127	Anlage: 2.2, Seite 3
Projekt: Erweiterung Grundschule, Hauptstraße 53, Starzach-Bierlingen	
Rechtswert:	Hochwert:
GOK: 526,1 m ü. NHN	Typ: DPH
Maßstab: 1: 50	ausgeführt am: 03.04.2023/lubue-kschr
Dateiname: HPC_2301127_An1_2-2.dcr	UTM: 32U 486467 5364389
Rammsondierung DIN 22476 - DPH	



DPH 3

Ansatzpunkt: 526.1 m ü. NHN



ANLAGE 3

Bodenmechanische und -physikalische Laboruntersuchungen

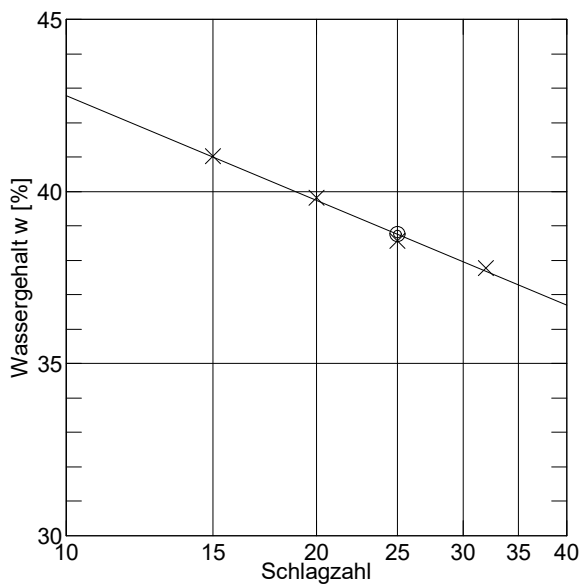
- 3.1 Zusammenfassung der Laborergebnisse
- 3.2 Konsistenzbestimmung

Projekt-Nr.: 2301127	Anlage: 3.3.1
Projekt: BV Erweiterung Grundschule Starzach-Bierlingen	
Schicht: Lößlehm	Probenahmedatum: 03.04.2023
Entnahmestelle: RKS 2	Tiefe: 1,0 - 2,0 m
Art d. Entnahme: GP	ausgeführt durch: HPCRottenburg/hk
	Dateiname: HPC_2301127_An1_3-3.dck

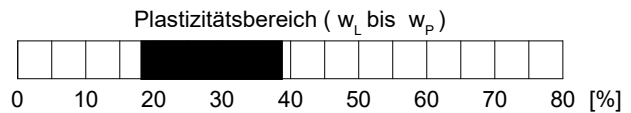


FLIEß- UND AUSROLLGRENZEN DIN EN ISO 17892-12:2018/10

Behälter-Nr.	Fließgrenze				Ausrollgrenze			
	47	50	59	78	24	21a	69	
Zahl der Schläge	15	20	25	32				
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_B$ [g]	40.95	38.82	40.98	39.21	31.71	29.82	33.15	
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_B$ [g]	32.87	31.63	33.09	32.27	28.99	27.32	30.20	
Behälter m_B [g]	13.17	13.57	12.63	13.90	14.01	13.60	13.58	
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]	8.08	7.19	7.89	6.94	2.72	2.50	2.95	
Trockene Probe m_t [g]	19.70	18.06	20.46	18.37	14.98	13.72	16.62	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [%]	41.0	39.8	38.6	37.8	18.2	18.2	17.8	18.0



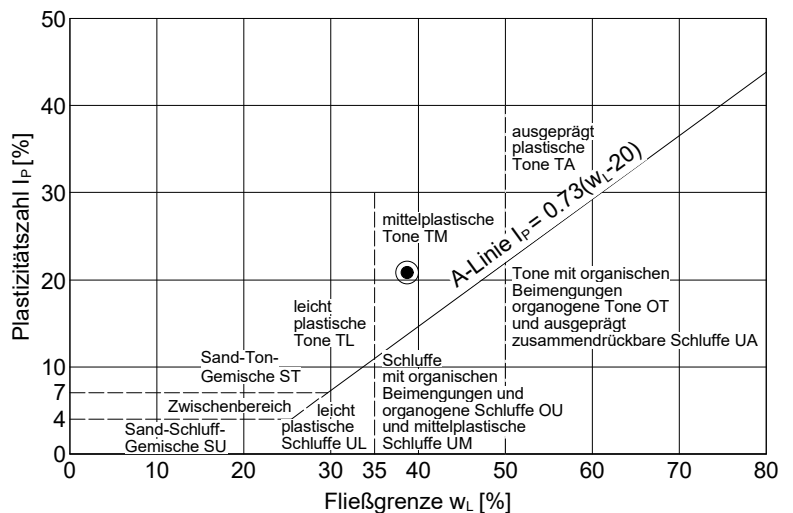
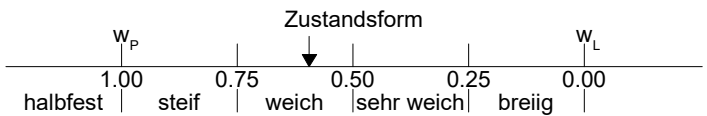
Überkornanteil $\ddot{u} = 3.1 \%$
 Wassergeh. Überkorn $w_u = 4.0 \%$
 Wassergehalt $w_N = 25.7 \%$, $w_{Nu} = 26.4 \%$
 Fließgrenze $w_L = 38.8 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 18.0 \%$




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

Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_{Nu} - w_P}{I_p} = 0.404$

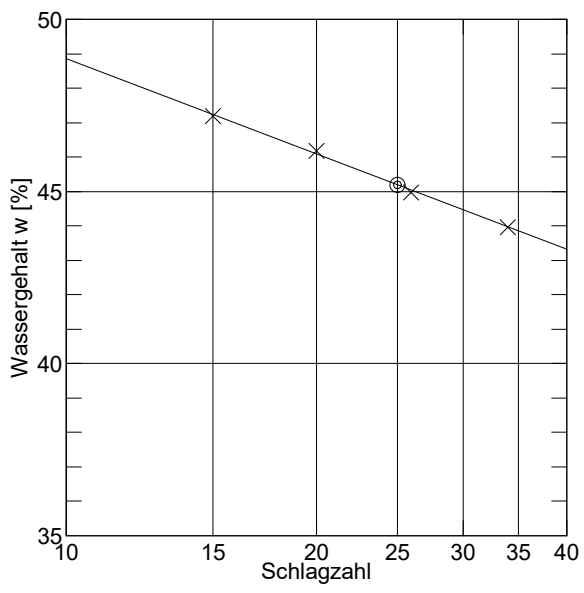
Konsistenzzahl $I_c = \frac{w_L - w_{Nu}}{I_p} = 0.596$



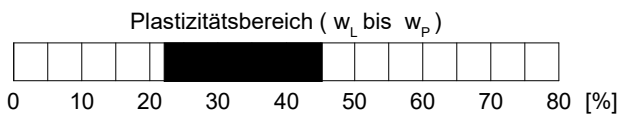
Projekt-Nr.: 2301127	Anlage: 3.3.2	
Projekt: BV Erweiterung Grundschule Starzach-Bierlingen		
Schicht: Verwitterungslehm	Probenahmedatum: 03.04.2023	
Entnahmestelle: RKS 3	Tiefe: 3,0 - 4,1 m	
Art d. Entnahme: GP	ausgeführt durch: HPCRottenburg/hk	
	Dateiname: HPC_2301127_Anl_3-3.dck	

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

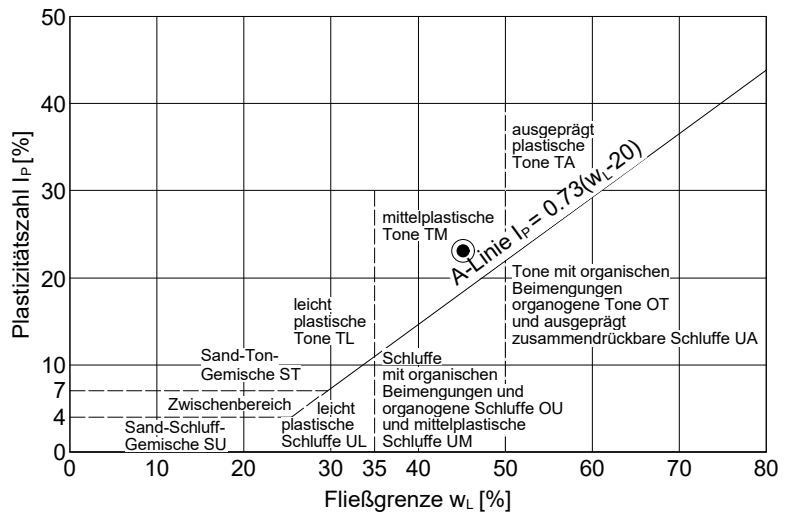
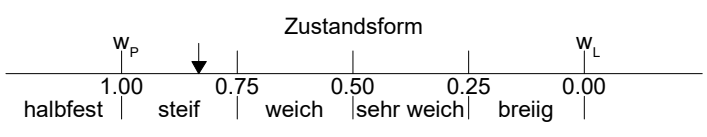
Behälter-Nr.	Fließgrenze				Ausrollgrenze			
	24a	27	94	99	B	34	XIX	
Zahl der Schläge	15	20	34	26				
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_b$ [g]	40.87	39.36	38.67	42.52	32.85	32.18	34.00	
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_b$ [g]	32.13	31.45	31.16	33.52	29.43	28.90	30.29	
Behälter m_b [g]	13.61	14.32	14.08	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_t [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



Überkornanteil $\ddot{u} = 15.1 \%$
 Wassergeh. Überkorn $w_u = 4.0 \%$
 Wassergehalt $w_N = 22.6 \%$, $w_{N\ddot{u}} = 25.9 \%$
 Fließgrenze $w_L = 45.2 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 22.1 \%$



Plastizitätszahl $I_p = w_L - w_P = 23.1 \%$
 Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_{N\ddot{u}} - w_P}{I_p} = 0.165$
 Konsistenzzahl $I_c = \frac{w_L - w_{N\ddot{u}}}{I_p} = 0.835$



ANLAGE 4

Chemische Laboruntersuchungen

- 4.1 Ergebnisdarstellung abfallrechtliche Einstufung (EBV)
- 4.2 Prüfbericht

EBV Anlage 1 Tabelle 3: Materialwerte für Bodenmaterial und Baggergut													Probe Mat.	MP 1	MP 2						
Parameter	F)	Dim.	BM-0 BG-0	2)	Lehm, Schluff	2)	BM-0 BG-0	2)	Ton	2)	BM-0* BG-0*	3)		BM-0* BG-0*	3)	BM-F0* BG-F0*	BM-F1 BG-F1	BM-F2 BG-F2	BM-F3 BG-F3	Ein- stufung	Lehm/Schluff
Mineralische Fremdbestandteile		Vol.-%	bis 10		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)	1	7)	1	7)	5	5	5	5		0,4	0,1
Arsen		mg/kg	10		20		20		20		20		20		40	40	40	150		16	21
Blei		mg/kg	40		70		100		140		140		140		140	140	140	700		20	40
Cadmium		mg/kg	0,4		1		1,5		1	6)	1	6)	1	6)	2	2	2	10		< 0,2	< 0,2
Chrom, gesamt		mg/kg	30		60		100		120		120		120		120	120	120	600		51	69
Kupfer		mg/kg	20		40		60		80		80		80		80	80	80	320		18	29
Nickel		mg/kg	15		50		70		100		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	0,6	5		< 0,1	< 0,1
Thallium		mg/kg	0,5		1		1		1		1		1		2	2	2	7		0,5	0,9
Zink		mg/kg	60		150		200		300		300		300		300	300	300	1200		59	71
Kohlenwasserstoffe C10-C22	8)	mg/kg							300		300		300		300	300	300	1000		< 10	< 10
Kohlenwasserstoffe C10-C40	8)	mg/kg							600		600		600		600	600	600	2000		< 10	< 10
Benzo(a)pyren		mg/kg	0,3		0,3		0,3													< 0,05	< 0,01
PAK-16	10)	mg/kg	3		3		3		6		6		6		6	6	9	30		< BG	< BG
PCB6 und PCB-118		mg/kg	0,05		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	6,5-9,5	6,5-9,6	5,5-12,0			7,2
Elektrische Leitfähigkeit	4)	µS/cm							350		350		350		350	500	500	2000			40
Sulfat		mg/l	250	5)	250	5)	250	5)	250	5)	250	5)	250	5)	250	450	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)	µg/l							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 werterebezogenen 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 werterebezogenen 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 werterebezogenen 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 bodenartsspezifisch 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 Naphthalin und Methylnaphtaline, gesamt, ist maßgeblich, wenn der Feststoffwert für PAK16 nach Spalte 3 bis 5 überschritten wird. Die in Klammern genannten Werte gelten jeweils bei einem TOC-Gehalt von $\geq 0,5\%$.
 - 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 Methylnaphtaline
 - 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]fluoranthren, Benzo[g,h,i]perylene, Benzo- [k]fluoranthren, Chrysen, Dibenzo[a,h]anthracen, Fluoranthren, Fluoren, 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



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 Probennummer 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

BV Erw. Grundschule Starzach-Bierlingen
2301127

Prüfbericht Nr. 6310339
Auftrag Nr. 6577763

Seite 2 von 7
26.04.2023

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Beurteilung
Probe 230394874					
MP1				Probenmatrix Boden	
Eingangsdatum:	19.04.2023	Eingangsart	durch IF-Kurier abgeholt		
Feststoffuntersuchungen :					
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	DIN EN ISO 11885	HE
Blei	mg/kg TR	20	2	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/kg TR	< 0,2	0,2	DIN EN ISO 11885	HE
Chrom	mg/kg TR	51	1	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/kg TR	18	1	DIN EN ISO 11885	HE
Nickel	mg/kg TR	42	1	DIN EN ISO 11885	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	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


 BV Erw. Grundschule Starzach-Bierlingen
2301127

Prüfbericht Nr. 6310339
Auftrag 6577763 Probe 230394874

 Seite 3 von 7
26.04.2023

 Probe MP1
Fortsetzung

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
Fluoranthren	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)fluoranthren	mg/kg TR	< 0,05	0,05	DIN ISO 18287	HE
Benzo(k)fluoranthren	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)perylene	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
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 138	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 180	mg/kg TR	< 0,003	0,003	DIN 38414-20	HE
Summe 6 PCB	mg/kg TR	-	-	DIN 38414-20	HE
Summe 6 PCB (LAGA)	mg/kg TR	-	-	DIN 38414-20	HE
Summe PCB nachgewiesen	mg/kg TR	-	-	-	HE

BV Erw. Grundschule Starzach-Bierlingen
2301127

Prüfbericht Nr. 6310339
Auftrag Nr. 6577763

Seite 4 von 7
26.04.2023

Probe 230394875

MP2

Eingangsdatum: 19.04.2023 Eingangsart: durch IF-Kurier abgeholt

Probenmatrix: Boden

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Beurteilung
-----------	---------	----------	------------------------	---------	-----------------

Feststoffuntersuchungen :

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	DIN EN ISO 11885	HE
Blei	mg/kg TR	40	2	DIN EN ISO 11885	HE
Cadmium	mg/kg TR	< 0,2	0,2	DIN EN ISO 11885	HE
Chrom	mg/kg TR	69	1	DIN EN ISO 11885	HE
Kupfer	mg/kg TR	29	1	DIN EN ISO 11885	HE
Nickel	mg/kg TR	53	1	DIN EN ISO 11885	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
EOX	mg/kg TR	< 0,5	0,5	DIN 38414-17	HE

BV Erw. Grundschule Starzach-Bierlingen
2301127

Prüfbericht Nr. 6310339
Auftrag 6577763 Probe 230394875

Seite 5 von 7
26.04.2023

Probe
Fortsetzung

MP2

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
Fluoranthren	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)fluoranthren	mg/kg TR	< 0,01	0,01	DIN ISO 18287	HE
Benzo(k)fluoranthren	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	-	-	-	HE
Summe 6 PCB (LAGA)	mg/kg TR	-	-	-	HE
Summe PCB nachgewiesen	mg/kg TR	-	-	-	HE

BV Erw. Grundschule Starzach-Bierlingen
2301127

Prüfbericht Nr. 6310339
Auftrag Nr. 6577763

Seite 6 von 7
26.04.2023

Probe 230394875|EL7

MP2

Eingangsdatum: 19.04.2023 Eingangsart

Probenmatrix Boden

durch IF-Kurier abgeholt

Parameter	Einheit	Ergebnis	Bestimmungs- grenze	Methode	Lab Beurteilung
-----------	---------	----------	------------------------	---------	-----------------

Eluatuntersuchungen :

Schütteleluat 2:1 (EL7)				DIN 19529	HE
pH-Wert		7,2		DIN EN ISO 10523	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	DIN EN ISO 11885	HE
Nickel	mg/l	< 0,005	0,005	DIN EN ISO 11885	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
Fluoranthren	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)fluoranthren	µg/l	< 0,002	0,002	DIN 38407-39	HE
Benzo(k)fluoranthren	µg/l	< 0,002	0,002	DIN 38407-39	HE
Benzo(a)pyren	µg/l	< 0,002	0,002	DIN 38407-39	HE
Dibenzo(a,h)anthracen	µg/l	< 0,002	0,002	DIN 38407-39	HE
Benzo(g,h,i)perylene	µg/l	< 0,002	0,002	DIN 38407-39	HE
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	µg/l	< 0,002	0,002	DIN 38407-39	HE
Summe PAK nach EPA	µg/l	0,084			HE

BV Erw. Grundschule Starzach-Bierlingen
2301127

Prüfbericht Nr. 6310339
Auftrag 6577763 Probe 230394875EL7

Seite 7 von 7

26.04.2023

Probe MP2
Fortsetzung

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 nachgewiesen	µg/l	-			HE

Zusammenfassung der verwendeten Prüfmethode(n):

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>.

*** Ende des Berichts ***

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 Haftungsbeschränkung, 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. Jeder Besitzer dieses 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 entbindet 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.

Hinweis: Die Probe(n), auf die sich die hier dargelegten Erkenntnisse (die "Erkenntnisse") beziehen, wurde(n) ggf. durch den Kunden oder durch im Auftrag handelnde Dritte entnommen. In diesem Falle geben die Erkenntnisse keine Garantie für den repräsentativen Charakter der Probe bezüglich irgendwelcher Waren und beziehen sich ausschließlich auf die Probe(n). Die Gesellschaft übernimmt keine Haftung für den Ursprung oder die Quelle, aus der die Probe(n) angeblich/tatsächlich entnommen wurde(n).

ANLAGE 5

Kenndaten für Boden und Fels nach VOB 2019 (ATV)

Kenndaten für Boden und Fels nach VOB 2019 (ATV)



Projekt: 2301127 - Erweiterung Grundschule Starzach-Bierlingen

Anlage: 5

Homogenschicht		S1	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		
Ton (< 0,002 mm)	T	0 - 20	0 - 30		
Schluff (0,002 – 0,06 mm)	U	40 - 90	0 - 70		
Sand (0,06 – 2,0 mm)	S	0 - 40	0 - 80		
Kies (2,0 – 63 mm)	G	0 - 20	0 - 70		
Steine (63 – 200 mm)	X M-[%]	≤ 2	0 - 20		
Blöcke (200 – 630 mm)	Y M-[%]	≤ 1	≤ 10		
große Blöcke (> 630 mm)	M-[%]	-	-		
mineralogische Zusammen- setzung von Steinen und Blöcken		-	u.a. Tonminerale, Karbonate		
Dichte	ρ [t/m ³]	1,8 - 2,1	1,9 - 2,2		
Kohäsion	c' [kN/m ²]	1 - 15	5 - 25		
undrained Scherfestigkeit (bind. Anteile)	c_u [kN/m ²]	20 - 200	50 - 200		
Wassergehalt	w [%]	20 - 30	20 - 35		
Konsistenz (bind. Anteile)		weich - halbfest	halbfest - fest		
Konsistenzzahl (bind. Anteile)	I_C [-]	0,3 - 1,2	> 1,0		
Plastizität (bind. Anteile)		mittel bis ausgeprägt	mittel bis ausgeprägt		
Plastizitätszahl (bind. Anteile)	I_P [-]	15 - 35	15 - 40		
Durchlässigkeitsbeiwert	k [m/s]	10 ⁻⁷ bis 10 ⁻¹⁰	10 ⁻⁴ bis 10 ⁻⁹		
Lagerungsdichte		-	-		
organischer Anteil (Glühverlust)	V_{Gl} [%]	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	σ_u MN/m ²	-	nicht bestimmbar		
Trennflächenrichtung		-	nicht bestimmbar		
Trennflächenabstand		-	nicht bestimmbar		