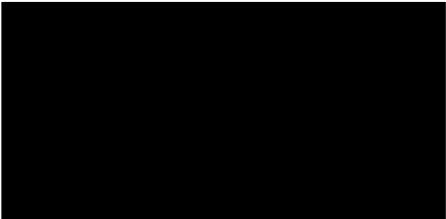


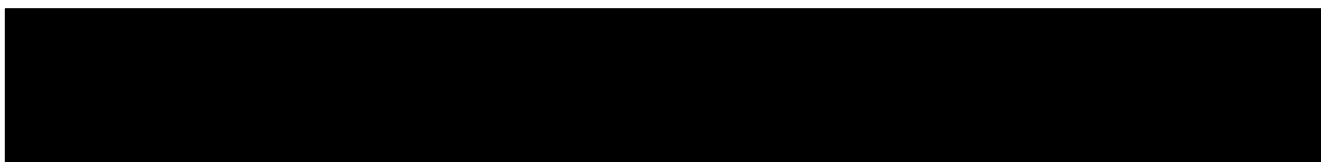
Landeshauptstadt Stuttgart
Hochbauamt
Hauptstätter Straße 66
70178 Stuttgart



03.03.2022
Az 22 146

Geotechnischer Bericht

für die Erweiterung des Geschwister-Scholl-Gymnasiums
in Stuttgart-Sillenbuch



Inhalt	Seite
1 Vorbemerkungen	3
2 Lage, Vorhaben und geologischer Überblick.....	3
3 Durchgeführte Untersuchungen	5
4 Untersuchungsergebnisse	6
4.1 Schichtaufbau des Untergrundes.....	6
4.2 Grundwasserverhältnisse	9
4.3 Einstufung der erschlossenen Schichten nach DIN 18300 und DIN 18301	10
4.4 Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen	13
4.5 Erdbebeneinwirkung nach DIN 4149	14
5 Gründung.....	14
6 Schutz des Gebäudes gegen Grund- und Sickerwasser	18
6.1 Grundwasserwanne, Bemessungswasserspiegel, Sicherheitsdränage.....	18
6.2 Grundwasserumläufigkeit und Schutz gegen Durchfeuchtung oberhalb des Bemessungswasserstandes.....	22
7 Weitere Hinweise zur Planung und Bauausführung	23
7.1 Baugrube, Aushub und Böschungen, Wasserhaltung und Unterfangung.....	23
7.2 Auflagerung der Bodenplatten	26
7.3 Arbeitsraumverfüllungen, Erddruck auf das Bauwerk	27
7.4 Wiederverwertung / Entsorgung von Aushubmaterial	28
7.5 Aufbau von Verkehrsflächen im Außenbereich	29
7.6 Wasserrechtliche Gesichtspunkte.....	31
7.7 Radonbelastung	32
7.8 Kampfmittel im Untergrund	33
8 Schlussbemerkungen	33

Anlagen

1.1	Übersichtslageplan, M. 1:10000
1.2	Lageplan Erkundungspunkte, M. ca. 1:750
2.1 + 2.2	Schichtprofile der Rammkernsondierungen RKS 1/22 bis RKS 6/22
2.3	Schichtprofile vorhandener Baugrundaufschlüsse
2.4	Ausschnitt aus der Hydrogeologischen Karte von Stuttgart, Stand 1966
3	Bodenmechanische Laborergebnisse
4.1 + 4.2	Definitionen der Boden- und Felsklassen nach DIN 18300:2012-09 und DIN 18301:2012-09

1 Vorbemerkungen

Die Stadt Stuttgart plant die Erweiterung des Geschwister-Scholl-Gymnasiums in der Richard-Schmid-Straße 25 in Stuttgart-Sillenbuch. Unser Büro wurde auf der Grundlage unseres Angebotes vom 18.07.2022 mit Schreiben vom 11./24.11.2022 beauftragt, die Untergrund- und Grundwasserverhältnisse am geplanten Standort zu erkunden und einen Geotechnischen Bericht nach DIN 4020/EC 7 für das Bauvorhaben zu erstellen (Baugrund- und Gründungsgutachten).

Zur Ausarbeitung des vorliegenden Berichtes standen uns folgende Pläne zur Verfügung:

- Erweiterungsneubau Geschwister-Scholl-Gymnasium: Grundrisse und Schnitte, M. 1:200, Schürmann + Schürmann Architekten, 08.09.2022
- Pläne der Bestandsbebauung Grundrisse und Schnitte, M. 1:100, Datum: 25.06.1974, Architektenpartnerschaft Diplomingenieure Brunnert Mory Osterwalder Vielmo, Stuttgart

Des Weiteren wurde uns das Gutachten für den Bau des Gymnasiums zur Verfügung gestellt (Nr. III-276/74; Datum: 17.05.1974; Geologisches Landesamt Baden-Württemberg). Daraus konnten insgesamt vier nahegelegene Baugrundaufschlüsse mit in die Auswertung einbezogen werden (vgl. Abschnitt 4.1). Zusätzlich wurden vier weitere Baugrundaufschlüsse von verschiedenen Erkundungen hinzugezogen, die wir recherchiert haben.

Anhand der genannten Unterlagen und der Ergebnisse unserer Gelände- und Laboruntersuchungen (vgl. Abschnitte 3 und 4) wurde der vorliegende Geotechnische Bericht erarbeitet. Die wichtigsten Ergebnisse und Folgerungen der Baugrunderkundung in Bezug auf die Anlegung von Böschungen haben wir bereits in unserer E-Mail vom 28.12.2022 zusammengestellt.

2 Lage, Vorhaben und geologischer Überblick

Der **Standort** des geplanten Bauvorhabens liegt am südöstlichen Ortsrand von Stuttgart-Sillenbuch (Flst.2955; vgl. Übersichtslageplan in Anlage 1.1). Das bestehende Gelände ist überwiegend mit dem aktuellen Schulgebäude bebaut; zusätzlich sollen Teile des südöstlich angrenzenden Schulhofs bebaut werden. Nördlich des Bestands soll ggf. ein Hausmeistergebäude im Bereich des aktuellen Schulgartens errichtet werden. Das Gelände fällt von Nordwesten nach Südosten ab. Während der Bereich nördlich des Bestands vom Schulgarten bis zum Bestandsgebäude über eine Böschung um rund 2 m von 431,7 m NN auf 429,5 m NN

absinkt, fällt das Gelände im Bereich des Schulhofs stufenweise um rund 3 m von 429,5 m NN im nördlichen Teil auf 426,4 m NN im südöstlichen Bereich, wobei das Gelände nördlich des geplanten Neubaus bei ca. 428,5 m NN liegt.

Das Bestandsgebäude soll im Zuge der Erweiterung im nördlichen Teil umgenutzt werden, während der südliche Teil vollständig abgebrochen (inklusive der Bodenplatte und aller Fundamente) und durch einen **Neubau** ersetzt bzw. nach Südosten erweitert werden soll (vgl. Anlage 1.2). Der Neubau schließt dabei direkt an den nördlichen Bestand an (Abmessungen dort ca. 19 m x 26 m). Nach Osten erweitert sich der Neubau mit Abmessungen von ca. 23 m x 54 m. Der Neubau soll vollständig unterkellert werden, wobei verschiedene Kellerniveaus vorgesehen sind. Ein Großteil der Kellerflächen ist mit einem FFB UG 3 = -5,0 m = 424,55 m NN vorgesehen. Dies betrifft einen Kellerraum, der direkt südlich an den zu erhaltenden nördlichen Bestand anschließt sowie den nördlichen und den südlichen Kellerraum des im Osten an den Bestand angrenzenden Neubaus. Diese Keller werden durch einen Keller verbunden, der mit einem Fußbodenniveau von FFB UG 2 = -4,3 m = 425,25 m NN geplant ist. Im südlichen Teil des Anbaus sind zudem kleinere Kellerräume vorgesehen, deren Fußbodenhöhe aufgrund des abfallenden Geländes etwa geländegleich verläuft (FFB UG 1 = -3,6 m = 425,95 m NN). Die unterschiedlichen Kellerniveaus sowie die Tiefenlage der auszuräumenden Bestandskeller sind in der weiteren Planung besonders zu beachten. Wir gehen davon aus, dass der abzureißende Bestand höher als der geplante Neubau liegt und alle Bauteile vollständig ausgeräumt werden.

Uns lagen zum Zeitpunkt der Berichtserstellung seitens des Tragwerksplaner noch keine konkreten **Lasten** vor. Aufgrund unserer Erfahrung schätzen wir die charakteristischen Lasten auf etwa 500 kN bis 2500 kN bzw. kleiner als 350 kN/m.

Der natürliche **Untergrund** besteht hier zuoberst aus bindigen Deckschichten (Hanglehm, Lösslehm, humose Bodenzone). Darunter stehen die Schichten des Unteren Schwarzzuras an (Lias $\alpha 2$ / juAS = Angulatensandstein-Fm.), die zuoberst bindig entfestigt sind und nach unten hin in eine Wechselfolge aus Tonstein, Sandstein und Kalkstein übergehen. Lokal sind geringmächtige Auffüllungen an der Oberfläche vorhanden. Die Baugrubensohle verläuft überwiegend in den stark bis mäßig verwitterten Schichten des Lias $\alpha 2$. Bei den höher gelegenen Kellerbereichen liegt die Baugrubensohle voraussichtlich im Bereich der bindigen Deckschichten bzw. des zersetzten bis vollständig verwitterten Lias $\alpha 2$.

In den neu hergestellten Aufschlüssen wurde kein Grundwasser angetroffen. Aus früheren Aufschlüssen ist jedoch bekannt, dass in einer Tiefe von etwa 1 m bis 3 m unter Gelände Grundwasser in den bindigen Deckschichten angetroffen werden kann, wobei die Ergiebigkeit erfahrungsgemäß gering ist. Die Grundwasseroberfläche fällt mit dem Gelände nach Südosten ab.

3 Durchgeführte Untersuchungen

Aus den in Abschnitt 1 genannten Baugrunduntersuchungen lagen uns bereits grundlegende Erkenntnisse über die örtlichen Baugrundverhältnisse vor. Daraus konnten eine 7,0 m und eine 8,4 m tiefe Kernbohrung (Bez.: KB 1 und B 8), 5 Schürfguben mit Tiefen von bis zu 3,6 m und eine Sondierung für die Beurteilung der Untergrundverhältnisse im Bereich des geplanten Neubaus mit herangezogen werden (vgl. Anlage 2.3).

Zur direkten Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden am 07.09.2022 insgesamt 6 Rammkernsondierungen mit Tiefen von 2,8 m bis 4,6 m rund um den Bestand verteilt niedergebracht (DN 60). Bei Rammkernsondierungen wird ein Stahlrohr, das an einer Seite geschlitzt ist und am unteren Ende eine ringförmige Schneide besitzt, rammend in den Untergrund getrieben. Sobald das Rohr mit Bodenmaterial gefüllt ist, wird es gezogen. Durch den seitlichen Schlitz im Rohr ist der eingedrungene Boden sichtbar und kann beprobt werden. In dicht gelagerten oder felsartig festen Schichten ist kein Eindringen der Sonde möglich. Die Sondierungen wurden in unserem Auftrag von der Firma BGP Boden und Grundwasser Probenahmetechnik, Gruibingen, ausgeführt. Nach Abschluss der Arbeiten wurden die Sondierlöcher mit Tonpellets dicht verschlossen.

Die Ansatzstellen der Baugrundaufschlüsse sind im Lageplan Anlage 1.2 eingetragen und mit RKS 1/22 bis RKS 6/22, SG 1/74 bis SG 4/74, KB 1, B 8, S 3 und SG 18/57 bezeichnet.

Der erschlossene Schichtaufbau in den neu angelegten Baugrundaufschlüssen wurde von der rechts Unterzeichnenden nach DIN EN ISO 14688-1 und 14689-1 geologisch und bodenmechanisch aufgenommen. In den Anlagen 2.1 und 2.2 sind die anhand der neuen Baugrundaufschlüsse angetroffenen Untergrundverhältnisse in Form von Schichtprofilen dargestellt. In der Anlage 2.3 finden sich die Schichtprofile aller älteren Baugrundaufschlüsse. In Anlage 2.3 wurden die Schürfe SG 1/74 bis SG 4/74 gemäß den Schichtenverzeichnissen aufgetragen und hinsichtlich der Verwitterungsstufe von uns interpretiert.

An repräsentativen Bodenproben aus den neu hergestellten Aufschlüssen wurden in unserem Labor folgende bodenmechanische Untersuchungen durchgeführt:

- 15 Bestimmungen des natürlichen Wassergehalts nach DIN EN ISO 17892-1
- 4 Bestimmungen der Fließ- und Ausrollgrenze nach DIN EN ISO 17892-12

Die Ergebnisse (vgl. Anlage 3) dienen zur genaueren Klassifizierung der Böden und zur Festlegung der in Abschnitt 4.4 angegebenen Bodenkennwerte.

Die Einmessung der neuen Rammkernsondierungen nach Lage und Höhe erfolgte durch unser Büro mittels GPS-Gerät (vgl. Lageplan Anlage 1.2), sodass kein externer Vermesser benötigt wurde.

Aus früheren Untersuchungen bezüglich der Kampfmittelfreiheit ist bekannt, dass im westlichen Teil des Geländes ein Kampfmittelverdacht besteht. Für den östlichen Teil gibt es eine Freigabe (vgl. auch Abschnitt 7.8).

4 Untersuchungsergebnisse

4.1 Schichtaufbau des Untergrundes

In den vorhandenen Baugrundaufschlüssen wurden von oben nach unten folgende Schichtglieder erschlossen (vgl. Schichtprofile in den Anlagen 2.1 bis 2.3):

- Künstliche Auffüllungen
- Bindige Deckschichten (Lösslehm, Hanglehm, Verwitterungslehm)
- Schichten des Unteren Schwarzjuras
(Lias $\alpha 2$ / juAS = Angulatensandstein-Fm.):
 - Lias $\alpha 2$, zersetzt bis vollständig verwittert
 - Lias $\alpha 2$, stark bis mäßig verwittert

Zur Veranschaulichung sind im beigefügten Lageplan Anlage 1.2 zu dem jeweiligen Baugrundaufschluss die Ansatzhöhe und die Oberkante des zersetzt bis vollständig verwitterten Lias $\alpha 2$ mit angegeben sowie die vorwiegend felsartig feste Oberfläche des stark bis mäßig verwitterten Lias $\alpha 2$, die zusätzlich durch Höhenlinien verdeutlicht wird.

Die Beschaffenheit und bodenmechanischen Eigenschaften der einzelnen geologischen Schichtglieder werden nachfolgend beschrieben:

Künstliche Auffüllungen

In den Rammkernsondierungen RKS 1/22 bis RKS 3/22 sowie RKS 5/22 sowie in der KB 1 wurden zunächst Auffüllungen von bis zu 0,9 m Mächtigkeit angetroffen. Dabei handelte es sich um Pflastersteine mit einem Tragschichtunterbau (RKS 2/22 und RKS 3/22) bzw. einer

Oberbodenandeckung über bindigen Auffüllungen (Ton, steif und halbfest), die z. T. einen kieseligen Anteil an Fremdmaterialien aufwiesen (RKS 1/22, RKS 5/22 und RKS 6/22). In der Bohrung KB 1 wurde zunächst eine Schotterschicht angetroffen, die von bindigen Auffüllungen unterlagert wurde.

Erfahrungsgemäß sind künstliche Auffüllungen in Bezug auf ihre räumliche Verbreitung und Zusammensetzung sehr heterogen. Es ist daher nicht auszuschließen, dass an anderen Stellen auch Auffüllungen in größerer Dicke (z. B. in Arbeitsräumen) und mit anderer Beschaffenheit angetroffen werden, als in den Aufschlüssen erbohrt. Zu den künstlichen Auffüllungen, die als Aushubmaterial anfallen werden, zählen - neben der Pausenhofbefestigung samt Unterbau - auch die Keller- und Grabenverfüllungen bestehender Bauteile.

Bindige Deckschichten

Unter den Auffüllungen wurden in allen Aufschlüssen außer der Rammkernsondierung RKS 2/22 bindige Deckschichten erschlossen, deren Mächtigkeit zwischen 0,9 m (KB 1) und 3,3 m (B 8) schwankte. Dabei variieren die Ansprachen der bestehenden Aufschlüsse von holozäner Bodenbildung bis zu Hanglehm, Lösslehm und Verwitterungslehm. In einzelnen Aufschlüssen wurde auch der zersetzte bis vollständig verwitterte Lias α_2 zu den bindigen Deckschichten zugerechnet, wodurch eine nachträgliche Differenzierung nicht möglich ist. Die Konsistenz der bindigen Böden war meist steif, z. T. auch weich (RKS 3/22) oder halbfest. Nach DIN 18196 sind die bindigen Deckschichten überwiegend in die Bodengruppen TL und TM¹ einzustufen. Nach den Ergebnissen unserer Laboruntersuchungen variiert der natürliche Wassergehalt w_n in den bindigen Deckschichten stark zwischen 12,5 % (halbfest) und 30,5 % (weich; vgl. auch Anlage 3).

Schichten des Unteren Schwarzjuras (Lias α_2 / juAS = Angulatensandstein-Fm.)

Unterhalb der bindigen Deckschichten setzten die Schichten des Unteren Schwarzjuras ein (Lias α_2 / juAS = Angulatensandstein-Fm.). Im unverwitterten Zustand bestehen die Lias-Schichten aus Tonsteinen sowie Sand- und Kalksteinbänken.

Sie lagen oberflächennach meist noch in zersetzt bis vollständig verwitterter Form vor und bestanden aus mittelplastischem, vereinzelt auch leicht oder ausgeprägt plastischem Ton (Bodengruppen TM, TA und TL² nach DIN 18196; vgl. auch Laborergebnisse in Anlage 3). Die

¹ TL: leicht plastische Tone ($w_L \leq 35$ %)
TM: mittelpastische Tone ($35 \% \leq w_L \leq 50$ %)
² TA: ausgeprägt plastische Tone ($w_L > 50$ %)

Konsistenz war überwiegend steif und steif bis halbfest, teilweise auch weich (vgl. Anlagen 2.1 bis 2.3). Bereichsweise waren sandige Bereiche sowie Sand- und Kalksteinstücke eingeschaltet. Die Rammkernsondierungen sind jeweils auf Hartgesteinsbänken aufgesessen, die den Beginn des nur noch stark bis mäßig verwitterten Lias α_2 darstellen. Die Mächtigkeit des zersetzt bis vollständig verwitterten Lias α_2 variiert im Bereich der Erkundung deutlich zwischen 0,7 m (B 8) und 2,7 m (RKS 2/22). Nach den Ergebnissen unserer Laboruntersuchungen lag der natürliche Wassergehalt w_n in den zersetzten bis vollständig verwitterten Lias α_2 -Schichten zwischen 9,4 % (sandige Bereiche) und 25,6 % (Ton, steif; vgl. Anlage 3).

Zur Tiefe liegen die Lias-Schichten in nur noch stark bis mäßig verwitterter Form vor (Lias α_2 , stark bis mäßig verwittert), wobei diese Schicht nur in den Bohrungen KB 1 und B 8 vollständig erschlossen und in SG 1/74 angeschnitten wurde. Dabei wurde in der Bohrung KB 1 eine Wechselfolge aus vorwiegend harten Kalk-, Sand- und Kalksandsteinen mit Zwischenlagen aus mürben Tonsteinen und halbfestem bis festem Ton angetroffen, die sich bis in größere Tiefe fortsetzt. In der etwas weiter vom Baufeld entfernten Bohrung B 8 wurde bis zur Endtiefe von 7 m (= 424,17 m NN) überwiegend halbfester bis fester Ton angetroffen, in den mehrere Kalksandsteinbänke eingebettet waren. Die Sandstein- und Kalkbänke schwanken in ihrer Mächtigkeit kleinräumig und keilen z. T. vollständig aus. Es ist davon auszugehen, dass sie dickplattig bis mittelbankig ausgebildet sind, was ab mittelbankiger Ausbildung und insgesamt größerer Mächtigkeit ($\geq 0,5$ m) beim Lösen den Einsatz eines Meißels erforderlich machen kann (Bodenklasse 7).

Die Rammkernsondierungen wurden bis zum Aufsitzen vollständig ausgerammt und endeten auf den ersten Festgesteinsbänken des stark bis mäßig verwitterten Lias α_2 . Im Lageplan (vgl. Anlage 1.2) ist mittels Isolinien die Oberkante des stark bis mäßig verwitterten Lias α_2 dargestellt (= Gründungshorizont). Daraus ist ersichtlich, dass diese im Baufeld des Neubaus mit der Neigung des Geländes von Norden nach Süden von 425,5 m NN auf 424 m NN abfällt und im Bereich der Rammkernsondierung RKS 5/22 die felsartig festen Schichten deutlich tiefer einsetzen als in den umliegenden Aufschlüssen. Dies zeigt, dass die Oberfläche des stark bis mäßig verwitterten Lias α_2 nicht gleichmäßig Gelände abfällt, sondern auch Senken und Höhen vorhanden sein können.

Der Verwitterungsgrad der Lias-Schichtfolge nimmt nach unten graduell ab, sodass die hier sowie in der Anlage 2 anhand der Bohrprofile vorgenommene Abgrenzung zwischen „Lias α_2 , zersetzt bis vollständig verwittert“ und „Lias α_2 , stark bis mäßig verwittert“ nur einen Anhalt bietet. Bei dieser Unterscheidung wurde in erster Linie die Gesteinsbeschaffenheit berücksichtigt. Die Tiefenlage der Grenzen zwischen den einzelnen Schichtkomplexen (bzw. Homogenbereichen, vgl. unten) kann lokal stark schwanken. Die neu durchgeführten Rammkernsondierungen endeten im zersetzt bis vollständig verwitterten Lias α_2 , während die Bohrungen KB 1 und B 8 auch noch den stark bis mäßig verwitterten Lias α_2 erschlossen haben. Die Lias-

Schichtfolge setzt sich unterhalb der Bohrendtiefen mit weiter abnehmendem Verwitterungsgrad noch bis in größere Tiefe fort.

4.2 Grundwasserverhältnisse

In den neu hergestellten Rammkernsondierungen wurden keine Wasserzutritte festgestellt. In der Vergangenheit (Schürfe von 1974) wurden jedoch in einer Tiefe zwischen 1,8 m und 2,6 m unter Gelände (= 424,0 m NN bis 427,30 m NN) innerhalb der Festgesteinsbänke des Lias $\alpha 2$ Grundwasserzutritte festgestellt. Da die Felsbänke auskeilen, laufen diese nach einiger Zeit fast leer. Auch außerhalb der Festgesteinsbänke kann es über längere Standzeiten Wasseraustritte aus den Verwitterungstonen des Lias $\alpha 2$ geben; diese sind jedoch ebenfalls gering. Die Schürfgrube SG 18/57 wurde über mehrere Tage offengelassen. Über einen Zeitraum von 6 Tagen stieg dabei der Wasserspiegel von 0,8 m unter Gelände auf 0,6 m unter Gelände (= 426,2 m NN auf 426,4 m NN).

Es ist zu festzustellen, dass der Grundwasserspiegel im Einklang mit der Hydrogeologischen Karte von Stuttgart mit dem Gelände nach Südosten abfällt (vgl. Anlage 2.4). Im Baufeld sind nach den vorliegenden Informationen Grundwasserstände von rund 426 m NN im Norden und 424 m NN anzunehmen. Die Unterkellerungen des geplanten Neubaus reichen im Bereich der tiefen Keller im nördlichen Teil bis unter den Grundwasserspiegel. Im südlichen Teil liegt der Grundwasserspiegel voraussichtlich im Bereich der Baugrubensohle.

Auch oberhalb des geschlossenen Grundwasserspiegels kann in den teilweise gering durchlässigen Böden lokal und zeitweise Sickerwasserführung und Staunässebildung auftreten. Diese Staunässebildung schwankt in ihrer Intensität und Höhenlage je nach Jahreszeit und Witterung.

Eine oberflächennahe Versickerung von Niederschlagswasser ist hier innerhalb der erfahrungsgemäß nur sehr gering durchlässigen Böden nicht oder nur in sehr geringem Umfang möglich.

Der Standort liegt außerhalb von Wasser- und Quellenschutzgebieten.

4.3 Einstufung der erschlossenen Schichten nach DIN 18300 und DIN 18301

Nach den aktuellen Normen DIN 18300:2019-09 (Erdarbeiten) und DIN 18301:2019-09 (Bohrarbeiten) ist der Untergrund in Homogenbereiche mit annähernd gleichartigen Eigenschaften zu untergliedern. Im vorliegenden Fall kann der angetroffene Untergrund entsprechend der oben gegebenen Schichtbeschreibung (vgl. Abschnitt 4.1) nach bodenmechanischen Eigenschaften in die folgenden Homogenbereiche unterteilt werden:

- Homogenbereich 1: **Auffüllung**
- Homogenbereich 2: **Bindige Deckschichten,
Lias α_2 , zersetzt bis vollständig verwittert**
- Homogenbereich 3: **Lias α_2 , stark bis mäßig verwittert**

Für die Ausschreibung sind eventuell enthaltene Schadstoffe bzw. unterschiedliche Einstufungen nach VwV Boden³ und DepV⁴ bei der Festlegung der Homogenbereiche zusätzlich zu berücksichtigen, die eine weitere Unterteilung erforderlich machen können.

Der zu schützende Oberboden ist gesondert abzutragen und einer weiteren Verwendung zuzuführen. Er ist so zu lagern, dass seine ursprünglichen Eigenschaften erhalten bleiben. Die Eigenschaften der Homogenbereiche sind in der folgenden Tabelle beschrieben. Die bodenmechanischen Rechenwerte sind in Abschnitt 4.4 genannt.

³ VwV Boden: Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial vom 14. März 2007 – Az.: 25-8980.08M20 Land/3 –

⁴ DepV: Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung – DepV) vom 27. April 2009, zuletzt geändert durch Artikel 5 Absatz 28 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212)

Tabelle 1: Einstufung in Homogenbereiche nach DIN 18300 und DIN 18301

		Boden	Boden	Fels
Homogenbereich		1	2	4
ortsübliche Bezeichnung		Auffüllungen	Bind. Deckschichten / Lias α_2 , zersetzt bis vollständig verwittert	Lias α_2 , stark bis mäßig verwittert
Benennung von Boden / Fels		Ton, körniges Fremdmaterial	Ton, z. T. sandig	Ton-/Sand-/Kalkstein/Ton-Wechsel-lagerung
Massenanteil an Ton und Schluff sowie Sand und Kies [%]	$\leq 0,063$ mm	0 – 100	40 – 100	–
	$> 0,063 - 2,0$ mm	0 – 100	0 – 60	–
	$> 2,0 - 63$ mm	0 – 100	0 – 30	–
Massenanteil an Steinen und Blöcken [%]	$> 63 - 200$ mm	< 10	< 10	–
	$> 200 - 630$ mm	< 5	< 3	–
	> 630 mm	< 3	0	–
Feuchtwichte γ [kN/m ³]		18 – 22	19 – 21	21 – 25
Kohäsion c' [kN/m ²]		0 – 30	5 – 20	≥ 30
undrän. Scherfestigkeit c_u [kN/m ²]		0 – 400	30 – 400	–
Wassergehalt w_n [%]		5 – 25	10 – 35	–
Plastizitätszahl I_p [%]		15 – 35	15 – 40	–
Konsistenzzahl I_c [–]		0,6 – 1,2	0,7 – 1,2	–
bezogene Lagerungsdichte I_D [%]		20 – 80	–	–
organischer Anteil [%]		< 6	< 6	–
Abrasivität (qualitativ) [–]		schwach	schwach	schwach - abrasiv
Bodengruppe [–]		GW, GT, GI, ST, TL, TM	TL, TM, TA	–
Verwitterung [–]		–	–	mäßig - schwach
Druckfestigkeit [MN/m ²]		–	–	0,5 - 20 (Tonstein) 20 – 100 (Sandstein) 20 - 200 (Kalkstein)
Trennflächenabstand [cm]		–	–	Tonstein: $< 2 - 20$ (Schichtflächen) Kalk- und Sandstein: 5 - 60 (Schichtflächen/Klüfte)
Trennflächenrichtung [–]		–	–	Schichtflächen: $\pm$ horizontal Klüftung: $\pm$ vertikal
Öffnungsweite von Trennflächen [–]		–	–	meist gering
Gesteinskörperform [–]		–	–	Tonstein: plattig, blättrig Kalk-/Sandstein: dickplattig bis bankig, quaderförmig, blockig

Der Übergang innerhalb des Lias $\alpha 2$ ist jeweils ohne scharfe, eindeutig erkennbare Grenzen. Die Tiefenlage der Übergangsbereiche kann im Baufeld lokal stark schwanken und auch höher oder tiefer liegen, als in den Aufschlüssen abgegrenzt. Für eine unstrittige Abgrenzung der Homogenbereiche empfiehlt es sich, diese beim Aushub bzw. nach Fertigstellung der Baugrube in Abstimmung zwischen der Bauüberwachung, den ausführenden Firmen und dem Baugrundgutachter vorzunehmen.

In der nachfolgenden Tabelle haben wir auch nochmals die (verständlichere) Einstufung in Boden- und Felsklassen entsprechend der zuvor gültigen Fassungen (September 2012) der genannten Normen angeführt:

Tabelle 2: Einstufung in Boden- und Felsklassen nach DIN 18300 und DIN 18301 (alt)

Homogenbereich	Schichtglied	Boden- bzw. Felsklasse	
		nach DIN 18300	nach DIN 18301
1	Auffüllungen*	3, 4	BN 1, BN 2, BB 2, BB 3, BS 1
2	Bindige Deckschichten, Lias $\alpha 2$ zersetzt bis vollständig verwittert	4, 5	BB 2, BB 3
3	Lias $\alpha 2$, stark bis mäßig verwittert	6, z. T. 7	FV 1, FV 2, z. T. FV 3, FD 1 bis FD 3

* in der festgestellten Zusammensetzung und Beschaffenheit
ohne Befestigungen, Bauwerksreste und unterirdische Bauteile

Die Definitionen der aktuell nicht mehr gültigen Boden- und Felsklassen nach DIN 18300:2012-09 und DIN 18301:2012-09 sind zur Information als Anlagen 4.1 und 4.2 beigelegt.

Wenn der Bauablauf im Zuge der Ausführungsplanung festgelegt wurde, kann es für die Ausschreibung zweckmäßig sein, die Unterteilung der Homogenbereiche anzupassen. Hierfür stehen wir bei Bedarf gerne zur Verfügung.

Die oben getroffene Einteilung kann ein Aufmaß auf der Baustelle nicht ersetzen. Sollte es zwischen Bauherrschaft und Auftragnehmer zu unterschiedlichen Auffassungen bei der Einstufung des Untergrundes Homogenbereiche kommen, kann der Baugrundgutachter zur Klärung offener Fragen hinzugezogen werden.

4.4 Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen

Aufgrund der Ansprache der Bodenproben im Feld und im Labor, den Ergebnissen der Laborversuche und unserer Erfahrung mit vergleichbaren Böden können dem anstehenden Baugrund folgende bodenmechanische Kennwerte zugeordnet werden:

Tabelle 3: Bodenmechanische Kennwerte

Schichtkomplex	Wichte [kN/m³]		Reibungswinkel [°] φ'	Kohäsion [kN/m²]		Steifemodul [MN/m²] E_s
	γ	γ'		c'	c_u	
Auffüllungen*	19 – 22	10 – 12	30 / 0	0 / 5	0 / ≥ 30	–
Bindige Deckschichten, Lias $\alpha 2$, zersetzt bis vollständig verwittert	20 – 21	10	22,5 – 25,0	5 – 15	30 – 400	5 – 15
Lias $\alpha 2$, stark bis mäßig verwittert **	22 – 24	13	25,0	30 – 50	> 200	≥ 30

* in der festgestellten Zusammensetzung und Beschaffenheit ohne Befestigungen, Bauwerksreste und unterirdische Bauteile

** Die Scherfestigkeitseigenschaften der Festgesteine schwanken je nach Trennflächengefüge, Verwitterungsgrad und Beanspruchungsrichtung in weiten Grenzen. Entlang vorgegebener Trennflächen können die genannten Bodenkennwerte auch unterschritten werden. Für feste Schichten in geschlossenem Schichtverband werden die angegebenen Werte voraussichtlich nicht unterschritten.

Für Erddruckermittlungen bei geböschten Baugruben sind in der Regel die Kennwerte des Verfüllmaterials maßgebend. Für verdichtet eingebautes Fremdmaterial können folgende Kennwerte angesetzt werden:

Tabelle 4: Kennwerte Verfüllmaterial

Material	Reibungswinkel [°] φ'	Wichte [kN/m³] γ
Schottergemische	35	21
Kiesgemische (auch Siebschutt)	32,5	21
Bindige Böden (auch Aushubmaterial)*	25	20

* bei $D_{pr} \geq 97\%$ ist der Ansatz eines Kohäsionswertes von $c' = 5 \text{ kN/m}^2$ möglich

4.5 Erdbebeneinwirkung nach DIN 4149

Nach DIN 4149:2005-04 (Bauten in deutschen Erdbebengebieten – Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten) sind für den untersuchten Standort folgende Einstufungen zugrunde zu legen:

Erdbebenzone:	1
Untergrundklasse:	R
Baugrundklasse:	B

5 Gründung

Der westliche Teil des geplanten Neubaus liegt im Bereich des Bestands welcher im nördlichen Teil umgenutzt und im südlichen Teil abgebrochen werden soll. Dabei müssen im südlichen Teil alle Gebäudereste inklusive der Bodenplatte und Fundamente vollständig ausgeräumt werden. Der östliche Teil des Neubaus ist im Bereich des aktuellen Schulhofs mit Abmessungen von ca. 23 m x 54 m vorgesehen. Der gesamte Neubau soll unterkellert werden, wobei mehrere Kellerniveaus geplant sind (FFB UG 3 = - 5,0 m = 424,55 m NN; FFB UG 2 = -4,3 m = 425,25 m NN und FFB UG 1 = -3,6 m = 425,95 m NN). Das Gelände fällt nach Südosten ab, sodass die hoch liegenden Keller des FFB UG 1 im südlichen Teil des Neubaus nach Aufbringen des Fußbodenaufbaus etwa geländegleich auslaufen.

Die Rohfußbodenhöhe der Untergeschossräume ist in die betreffenden Schichtprofile (Anlagen 2.1 und 2.3) und in den Lageplan (Anlage 1.2) eingetragen. Aus der Darstellung in den Schichtprofilen ist ersichtlich, dass die planmäßige Aushubsohle je nach Kellertiefe noch in zu steifem und halbfestem Ton zersetzten bis vollständig verwitterten Lias $\alpha 2$ -Schichten verlaufen wird. Im großflächigen Bereich der tief reichenden Keller (FFB UG 3 = -5,0 m = 424,55 m NN und FFB UG 2 = -4,3 m = 425,25 m NN) liegt das Fußbodenniveau z. T. unterhalb der erreichten Erkundungstiefe in den neu durchgeführten Rammkernsondierungen und damit im Bereich des felsartig festen, stark bis mäßig verwitterten Lias $\alpha 2$ (vgl. Höhenlinien in Anlage 1.2 = Gründungshorizont).

Die zersetzten bis vollständig verwitterten Lias $\alpha 2$ -Schichten sind nicht für einen ausreichend verformungsarmen Abtrag von höheren Lasten geeignet. Die darunter anstehenden felsartig festen Schichten des stark bis mäßig verwitterten Lias $\alpha 2$ -Schichten können als gut tragfähig eingestuft werden. Hier ist eine wirtschaftliche Gründung mit einheitlichen Setzungen möglich.

Das Grundwasser ist im nördlichen Teil mit rund 426 m NN oberhalb der Baugrubensohle der tiefen Kellerniveaus (424,55 m NN und 425,25 m NN) und im südlichen Teil etwa im Bereich bzw. etwas unter der Baugrubensohle zu erwarten.

Da die tiefen Keller z. T. bereits innerhalb des nur noch stark bis mäßig verwitterten Lias α_2 verlaufen, schlagen wir unter Berücksichtigung von wirtschaftlichen und baubetrieblichen Gesichtspunkten sowie der in Abschnitt 2 genannten Lasten eine einheitliche Gründung auf den felsartig festen Schichten des stark bis mäßig verwitterten Lias α_2 vor. Dies ist notwendig, um gleichmäßige Setzungen zu erreichen. Zudem ist es aufgrund der Anbausituation wichtig, dass der Neubau sich nur sehr wenig setzt. Dies kann ebenfalls durch eine einheitliche Gründung innerhalb der stark bis mäßig verwitterten, felsartig festen Lias α_2 Schichten erreicht werden. Zudem empfehlen wir, im westlichen Teil des Neubaus, in dem dieser an den Bestand angrenzt, die angegebenen Bemessungswerte nicht vollständig auszunutzen, um im Anschlussbereich die Setzungen noch weiter zu reduzieren. Dabei kann in Bereichen, in denen der Abstand zwischen UG-Rohfußboden und dem stark bis mäßig verwitterten Lias α_2 weniger als etwa 0,2 m beträgt, eine **Flachgründung auf Einzel- und Streifenfundamenten** ausgeführt werden. Dabei soll eine Mindesteinbindung von $t \geq 0,8$ m nicht unterschritten werden.

In Bereichen, in denen die Unterkellerungen nicht so tief einschneiden, ist der Abstand zwischen Festgesteinsoberfläche größer und es wird eine **vertiefte Flachgründung mit Einzel- und Streifenfundamenten** empfohlen. Dabei werden voraussichtlich Vertiefungen von bis zu ca. 2 m notwendig. Das genaue Maß der Fundamentvertiefungen wird sich im Zuge des Fundament-aushubs in Abhängigkeit vom Schichtaufbau ergeben. Massen für Unterfüllungen aus unbewehrtem Beton unter den planmäßigen Fundamentsohlen sind in der Ausschreibung großzügig zu veranschlagen.

Der jeweilige **Bemessungswert des Sohlwiderstandes**⁵ nach DIN 1054:2010-12 für die Bemessung der Fundamente kann bei einheitlicher Gründung im felsartig festen Lias (**Ton-, Sand- und Kalkstein, mit ggf. einzelnen Zwischenlagen aus mindestens halbfestem Ton**) den nachfolgenden Tabellen 5 und 6 für vertikal belastete Einzel- und Streifenfundamente für die Bemessungssituation BS-P entnommen werden; diese wurden anhand von uns durchgeführter Grundbruch- und Setzungsberechnungen ermittelt⁶.

⁵ Der Bemessungswert des Sohlwiderstandes nach DIN 1054:2010-12 ist mithilfe des Teilsicherheitsbeiwertes $\gamma = 1,4$ in einen aufnehmbaren Sohl Druck nach DIN 1054:2005-01 umzurechnen.

⁶ Voraussetzung: Fundamente nicht überwiegend dynamisch und vertikal beansprucht ($H_k/V_k = 0$).

Tabelle 5: Bemessungswerte und Setzungen für (vertiefte) Einzelfundamente

Einzelfundament ¹⁾ a x b	Bemessungswert des Sohlwiderstandes ²⁾ $\sigma_{R,d}$	aufnehmbarer Sohldruck ³⁾ σ_{zul}	abtragbare charakteristische Last ⁴⁾ $V_{E,k}$	Setzung unter $V_{E,k}$
[m] x [m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN]	[cm]
1,0 x 1,0	900	642	642	≈ 1,7
1,5 x 1,5	760	542	1 220	≈ 2,0
2,0 x 2,0	600	429	1 714	≈ 2,0
2,5 x 2,5	490	350	2 188	≈ 2,0
3,0 x 3,0	420	300	2 700	≈ 2,0

1) Einbindetiefe $t \geq 0,8$ m

2) nach DIN 1054:2010-12

3) aufnehmbarer Sohldruck nach DIN 1054:2005-01 für die Bemessungssituation BS-P (Teilsicherheitsbeiwert $\gamma = 1,4$)4) $V_{E,k} = a \times b \times \sigma_{zul}$

Tabelle 6: Bemessungswerte und Setzungen für (vertiefte) Streifenfundamente

Streifenfundament ¹⁾ Breite b	Bemessungswert des Sohlwiderstandes ²⁾ $\sigma_{R,d}$	aufnehmbarer Sohldruck ³⁾ σ_{zul}	abtragbare charakteristische Last ⁴⁾ $V_{E,k}$	Setzung unter $V_{E,k}$
[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m]	[cm]
0,4	550	393	157	≈ 1,1
0,6	560	400	240	≈ 1,4
0,8	580	414	331	≈ 1,7
1,0	550	393	393	≈ 2,0
1,2	495	354	424	≈ 2,0

1) Einbindetiefe $t \geq 0,8$ m

2) nach DIN 1054:2010-12

3) aufnehmbarer Sohldruck nach DIN 1054:2005-01 für die Bemessungssituation BS-P (Teilsicherheitsbeiwert $\gamma = 1,4$)4) $V_{E,k} = b \times \sigma_{zul}$

Bei den Angaben in den obigen Tabellen wird jeweils eine Einbindetiefe der Fundamente unter OK Bodenplatte von $t \geq 0,8$ m vorausgesetzt. Der Bemessungswert des Sohlwiderstandes wurde für größere Fundamentabmessungen bzw. höhere Belastungen $V_{E,k}$ derart begrenzt,

sodass bei Ansatz des daraus mit dem Teilsicherheitsbeiwert $\gamma = 1,4$ für die Bemessungssituation BS-P ermittelten aufnehmbaren Sohldrucks die Setzungen auf 2 cm beschränkt werden.

Für die Planung und Ausführung der Gründungsarbeiten gelten die im Folgenden genannten Hinweise und Empfehlungen:

- ▶ Der angegebene Bemessungswert des Sohlwiderstandes gilt nur für annähernd vertikale Lasten. Für exzentrische Belastungen sind die Sohlwiderstände nach den Regeln der DIN 1054 abzumindern. Dem Bemessungswert des Sohlwiderstandes sind die Bemessungswerte der Einwirkungen gegenüberzustellen.
- ▶ Streifenlasten müssen nicht durchgehend tief geführt werden. Bei Ausbildung von balkenartigen Trägern und unter ausreichend steifen Wänden können einzelne Gründungspfeiler (vertiefte Einzelfundamente) angeordnet werden, wobei der Achsabstand $\geq 3 \cdot b$ betragen soll.
- ▶ In den Fundamentgräben und -gruben werden teilweise harte, bankige Sandsteinschichten anstehen, die zum Erreichen des Gründungshorizontes noch durchörtert werden müssen. Für das Lösen bzw. den Aushub in solchen schwer lösbaren Schichten ist ein Hydraulikmeißel vorzuhalten.
- ▶ Bei Fundamenten unterschiedlicher Höhenlage ist ein Abtreppungswinkel von $\beta \leq 45^\circ$ einzuhalten. Auch benachbarte Fundamente sowie Fundamente neben tiefen Leitungsgräben sollen in ihrer Tiefenlage so ausgebildet werden, dass die Verbindungslinie benachbarter Fundamentunterkanten oder zwischen der Fundamentunterkante und dem Fußpunkt einer Grabenböschung nicht steiler als unter dem genannten Winkel gegen die Horizontale geneigt ist.
- ▶ Eine Mindestbreite der Fundamente von $b = 0,4$ m (Streifen) bzw. $1,0$ m (Einzelfundament) soll eingehalten werden. Bei Gründungspfeilern können in Anpassung an die Greifergeometrie flächengleiche Grundrisse mit einer Mindestbreite von $0,8$ m zur Ausführung kommen.
- ▶ Das Gewicht erforderlicher Fundamentvertiefungen braucht beim Nachweis des Sohlwiderstandes nicht berücksichtigt zu werden.
- ▶ Aus baupraktischen Gründen ist für die Kalkulation davon auszugehen, dass die Fundamente etwa $0,5$ m unter den in Anlage 1.2 ausgewiesenen Gründungshorizont reichen.

- ▶ Vor dem Betonieren sind die Sohlen der Fundamentgruben jeweils sorgfältig von Nachfall und aufgelockerten Bereichen zu säubern (Putzen der Sohle mit Greifer mit geraden, unbezahnten Schneiden).
- ▶ Da Grundwasserzutritte zu erwarten sind und die Grubenwände nachfallen sowie die Sohlen aufweichen können, sollen die Fundamentgruben unmittelbar nach dem Aushub mit dem Beton der Fundamentunterfüllungen verfüllt werden bzw. eine Sauberkeitsschicht aufgebracht werden.
- ▶ Tiefe, ungesicherte Fundamentgräben und -gruben dürfen nicht betreten werden (vgl. DIN 4124).
- ▶ Die Fundamentsohlen müssen bis in eine frostsichere Gründungstiefe geführt werden (mindestens 80 cm).
- ▶ Da die Fundamente bzw. Gründungspfeiler in das Grundwasser reichen, ist für deren Herstellung beim Amt für Umweltschutz eine wasserrechtliche Erlaubnis zu beantragen (vgl. Abschnitt 7.6).
- ▶ Zu Beginn der Gründungsarbeiten und in Zweifelsfällen bezüglich der Beschaffenheit von Gründungssohlen soll der Baugrundgutachter zu einer Überprüfung der Verhältnisse und Einweisung des Auftragnehmers hinzugezogen werden.

6 Schutz des Gebäudes gegen Grund- und Sickerwasser

6.1 Grundwasserwanne, Bemessungswasserspiegel, Sicherheitsdränage

Im Abschnitt 4.2 wurden die örtlichen Grundwasserverhältnisse beschrieben. Nach dem Ergebnis der Baugrunderkundung reicht die Unterkellerung des Neubaus im Bereich der tief reichenden Unterkellerungen (424,55 m NN und 425,25 m NN) besonders im nördlichen Teil unter den in den Schürfgruben von 1974 gemessenen Grundwasserspiegel, der etwa von 426 m NN im Norden auf 424 m NN nach Süden abfällt. Höhere Grundwasserstände sind während der Standzeit des Gebäudes nicht auszuschließen.

Um die Bestandssituation zu klären, haben wir Kontakt mit dem Amt für Umweltschutz (AfU) aufgenommen. Uns liegen zum aktuellen Zeitpunkt jedoch noch keine Informationen vor. Wäre am Bestand trotz Einbindung in das Grundwasser nur eine Dränage gegen Bodenfeuchte ausgebildet, könnte eventuell auch beim Neubau auf eine Weiße Wanne verzichtet werden.

Nach dem bisherigen Wissensstand ist – basierend auf den alten Grundwassermessungen und der Hydrogeologischen Karte von Stuttgart – unter Berücksichtigung von witterungsbedingten und saisonalen Schwankungen davon auszugehen, dass ein Großteil der Unterkellerungen in das Grundwasser einbinden, was eine wasserdichte und auftriebssichere Ausbildung notwendig macht.

Üblicherweise werden wasserdichte Wannen heute als sogenannte „Weiße Wannen“, d. h. als wasserdichte Betonkonstruktionen ausgeführt. Dazu werden wasserundurchlässiger Beton und Fugenbänder bzw. -bleche sowie eine die Rissbreiten beschränkende Bewehrung verwendet. Diese Ausbildung hat den Vorteil, dass eventuelle Risse leicht lokalisiert und verpresst werden können. Da Weiße Wannen jedoch nicht diffusionsdicht sind, ist mit dem Zutritt von Wasserdampf zu rechnen. Dies ist bei UG-Räumen mit hochwertiger Nutzung zu beachten; eventuell ist eine zusätzliche Abdichtung nach Art einer „Schwarzen Wanne“ vorzusehen oder eine neuartige sogenannte Frischbetonverbundfolie zu verwenden. Wir empfehlen, dazu gegebenenfalls den Rat eines Bauphysikers einzuholen. Die Vorgaben der neuen Abdichtungsnorm DIN 18533 sind zu beachten.

Für die statisch-konstruktive Durchbildung der Wanne wird ein definierter, höchster Wasserstand benötigt, den sog. Bemessungswasserstand. Da die Keller des Bestandsgebäudes z. T. sogar noch tiefer in den Untergrund einbinden, ist es für die weitere Planung interessant, wie in diesen Bereichen verfahren wird, um den Schutz vor Durchfeuchtung im geplanten Neubau an den Bestand anpassen zu können. Da der Grundwasserspiegel mit dem Gelände nach Südosten abfällt, liegen die Keller im südlichen Teil nicht bzw. weniger im Einflussbereich des Grundwassers als die im nördlichen Teil. Bei der weiteren Planung sollte geprüft werden, ob ein gemeinsamer Bemessungswasserstand oder mehrere Unterteilungen sinnvoll sind. Sollte eine Unterteilung der Bemessungswasserstände vorgesehen werden, können z. B. folgende Werte angenommen werden:

- | | |
|-----------|-------------|
| - Süden: | 425,00 m NN |
| - Westen: | 426,50 m NN |
| - Norden: | 427,00 m NN |

Dabei sind die jeweiligen Keller / Bemessungswasserstände separat zu betrachten und, sofern erforderlich, z. B. durch Grundwassersperrriegel hydraulisch voneinander zu trennen. Bis zu dem Niveau des Bemessungswasserstandes muss das als Wanne ausgebildete Bauwerk druckwasserdicht und auftriebssicher sein. In der Regel wird der Bemessungswasserspiegel für das Gebäude auf einem definierten Niveau festgelegt und ein Anstieg des Grundwasserspiegels über dieses Niveau hinaus durch ein Sicherheitsdränsystem begrenzt. Somit wird sichergestellt, dass über die Sicherheitsdrainage, wenn überhaupt, nur bei außergewöhnlich hohen Grundwasserständen temporär Wasser abgeleitet wird, sofern es nicht zuvor wieder

über die flächige Sohlfilterschicht im Untergrund versickert. Bei einer derartigen, seltenen und kurz andauernden Grundwasserableitung ergeben sich keine nachteiligen Auswirkungen auf den Grundwasserhaushalt und die Umgebung.

Die Dränleitungen des Sicherheitsdränsystems müssen nicht zwingend auf der Höhe des Bemessungswasserstandes liegen. Entscheidend ist aber, dass der Auslauf (Notüberlauf) des Dränsystems auf dem Niveau des Bemessungswasserstandes angeordnet ist. Die Leitungen können z. B. auf der Sohle des Arbeitsraumes verlegt werden, was vorteilhaft u. a. im Hinblick auf eventuelle Ausfällungen und Versinterungen sowie den Anschluss der Sohlfilterschicht ist.

Als Teil der Sicherheitsdränage empfehlen wir, in der Baugrube jeweils eine außen liegende Ringdränage $\varnothing$ 150 mm sowie zusätzliche Dränstränge in der Sohlfilterschicht anzuordnen ($\varnothing$ 100 mm; Abstand: 10 m). Diese erleichtern die Wasserhaltung im Bauzustand (vgl. Abschnitt 7.1) und ermöglichen eine gleichmäßige Unterströmung der Bodenplatte im Endzustand. Zusätzlich sind Spülmöglichkeiten bzw. Kontrollschächte vorzusehen (mit tagwasserdichter Abdeckung).

Die Sicherheitsdränage muss rückstausicher abgeleitet werden. Im Vorfeld ist von den Planern zu prüfen, ob der Notüberlauf des Sicherheitsdränsystems direkt an die öffentliche Kanalisation angeschlossen werden darf.

Zufahrtsrampen, Lichtschächte, außen liegende Treppenabgänge und andere Bauteile, die unter den Bemessungswasserspiegel reichen, müssen in die Wanne integriert werden. Wenn in diesen Bauteilen Oberflächenwasser anfällt, muss dieses in separaten, dichten Leitungen rückstausicher abgeführt werden. Dies gilt auch, wenn die Bauteile oberhalb des Bemessungswasserstandes liegen. Alle Leitungsdurchführungen durch die Sohlplatte und die Wände der Wanne unterhalb des Bemessungswasserstandes müssen druckwasserdicht ausgeführt werden. Entwässerungsleitungen, die unterhalb des Bemessungswasserspiegels verlaufen, müssen gegen Eindringen von Grundwasser dicht und auftriebssicher sein.

Bei der Konzeption der Sicherheitsdränage sind jeweils folgende Punkte zu beachten:

- ▶ Die Sicherheitsdränage wird als horizontale Ringleitung auf der Sohle des Arbeitsraumes geführt. Wir empfehlen, Dränrohre $\varnothing \geq 150$ mm zu verwenden. Sie sollen allseits perforiert sein, eine glatte Innenwandung aufweisen und mit Kies der Körnung 2/32 mm ummantelt werden. Mithilfe eines Filtervlieses an der Grenzfläche zwischen Kies und natürlichem Boden oder bindiger bzw. gemischtkörniger Arbeitsraumverfüllung kann das Einspülen von Feinanteilen in den Kies und das Dränsystem verhindert werden. Die Rohre müssen eine ausreichend hohe Druckfestigkeit besitzen, damit sie beim Einbau der Arbeitsraumverfüllung nicht zerdrückt werden.

- ▶ Unter der Bodenplatte ist eine Sohlfilterschicht anzuordnen. Die Dicke der Sohlfilterschicht soll im eingebauten Zustand mindestens 20 cm betragen. Sie soll aus Kies oder Schotter-Splitt-Gemisch der Körnung 2/32 mm oder 2/45 mm bestehen und mit der Arbeitsraumverfüllung (siehe unten) in hydraulischer Verbindung stehen. An ihrer Oberfläche soll vor dem Aufbringen des Sauberkeitsbetons bzw. vor dem Betonieren der Bodenplatten eine stabile Folie verlegt werden. Wo die Filterschicht durch Befahrung und Baubetrieb verschmutzt wurde, ist sie durch frisches Material zu ersetzen.
- ▶ Im Zusammenhang mit dem Sicherheitsdränsystem und der Umläufigkeit des Gebäudes (vgl. Abschnitt 7.2) ist unterhalb des Bemessungswasserstandes eine gut durchlässige Arbeitsraumverfüllung bzw. der Einbau von Dränmatten vor den Außenwänden erforderlich.
- ▶ In der Sohlfilterschicht sind zusätzliche Dränstränge ($\varnothing$ 100 mm) quer zum Bauwerk anzuordnen, die mit der Außendränage in Verbindung stehen (Flächendränge).
- ▶ Das Dränsystem ist mit Kontrollschächten und Spülöffnungen zu versehen, um die sich einstellenden Wasserstände feststellen und die Leitungen spülen zu können. Die Abdeckungen der Kontrollschächte und Spülöffnungen müssen tagwasserdicht sein.
- ▶ Sämtliche Teile des Sicherheitsdränsystems (Dränleitungen in den Arbeitsräumen und unter der Bodenplatte, Sohlfilterschichte, durchlässige Arbeitsraumverfüllungen etc.) müssen dauerhaft miteinander in hydraulischer Verbindung stehen. Wo kein Arbeitsraum zur Verfügung steht und folglich auch keine Außendränage und keine durchlässige Arbeitsraumverfüllung ausgeführt werden können, muss zwischen der Außenwand und dem Verbau eine druckfeste, betonierdichte Dränmatte angeordnet werden (s. u.), die mit der Sohlfilterschicht unter der Bodenplatte in hydraulischer Verbindung steht. In diesen Bereichen muss die Ringleitung in der Sohlfilterschicht unter der Bodenplatte angeordnet werden.
- ▶ Wegen der Tiefenlage des Grundwassers im Süden und der geringen Ergiebigkeit des Grundwasserleiters wäre es auch denkbar, im Süden den Bemessungswasserstand 10 cm unter der Bodenplatte vorzusehen.
- ▶ Sollte der Bestand aktuell im Bereich der tiefen Keller dräniert sein, was einem Bemessungswasserstand **unter der Bodenplatte** in der Sohlfilterschicht entspräche (-5,3 m), ist es in Absprache mit dem Amt für Umweltschutz ggf. möglich, dieses Vorgehen auf den Neubau auszuweiten und nur eine Dränage zur Entfeuchtung herzustellen. Dazu geben wir, sollte dies der Fall sein, gerne weitere Hinweise.

- ▶ Die Festlegung des Bemessungswasserstandes auf das Niveau des Bemessungswasserstands des Bestands muss mit der zuständigen Genehmigungsbehörde (Amt für Umweltschutz, Stuttgart) final abgestimmt werden und bedarf ebenfalls einer wasserrechtlichen Erlaubnis (vgl. Abschnitt 7.6).

6.2 Grundwasserumläufigkeit und Schutz gegen Durchfeuchtung oberhalb des Bemessungswasserstandes

Für Bauwerke, die unter den Grundwasserspiegel hinabreichen, werden von der Unteren Wasserbehörde Maßnahmen gefordert, um die Grundwasserumläufigkeit und -unterströmbarkeit für das Bauwerk sicherzustellen.

Durch die Anordnung der in Abschnitt 6.1 genannte Filterschicht unter der Bodenplatte, deren Durchlässigkeit wesentlich höher ist als die der natürlich anstehenden Schichten, und die Verfüllung der Arbeitsräume mit durchlässigem Material bzw. die Anordnung von Dränmatten vor den Außenwänden bis zum Bemessungswasserstand, lässt sich die Absperrwirkung des Neubaus kompensieren. Auch die zur Ausbildung des Sicherheitsdränsystems vorgesehenen Dränleitungen verbessern die Umläufigkeit des Gebäudes. Weitere Maßnahmen sind diesbezüglich nicht erforderlich.

Oberhalb des Bemessungswasserstandes sind erdberührte Außenwände gegen Bodenfeuchte und nicht stauendes Sickerwasser zu schützen. Hierzu ist die bis zum Bemessungswasserstand reichende, druckfeste Dränmatte des Sicherheitsdrän- und Umläufigkeitssystems weiter nach oben zu führen. Die Außenwände sind nach der jetzt gültigen DIN 18533-1 (mit DIN 18195) für die Wassereinwirkungsklasse W1.2-E abzudichten. Alternativ können die Wände bis zur Geländeoberfläche aus wasserundurchlässigem Beton hergestellt werden. In diesem Fall sind die Wände jedoch nicht dampfdiffusionsdicht (s. o.).

Um zu verhindern, dass Oberflächenwasser ungehindert in die Arbeitsräume eindringt, soll die vertikale Sickerschicht etwa 1 m unter Gelände enden. Außerdem sollen die Außenflächen ein vom Gebäude weg gerichtetes Gefälle erhalten. Möglicherweise wird in der noch zu erwirkenden wasserrechtlichen Erlaubnis auch ein Lehmschlag gefordert (vgl. Abschnitte 7.1 und 7.5).

Für weitere Beratungen zu diesem Thema sowie den notwendigen Abstimmungen mit den Behörden stehen wir gerne zur Verfügung. Wir schlagen vor, nach der Fixierung der Vorplanung ein anzustrebendes Konzept zu entwerfen und damit auf das Amt für Umweltschutz zuzugehen.

7 Weitere Hinweise zur Planung und Bauausführung

7.1 Baugrube, Aushub und Böschungen, Wasserhaltung und Unterfangung

Nach dem jetzigen Planstand ist für die Herstellung des Neubaus ein Geländeeinschnitt von bis zu ca. 4,5 m erforderlich (im Norden der tiefsten Unterkellerung). Sofern die Platzverhältnisse ausreichen, kann bei einer Böschungshöhe ≤ 5 m eine **geböschte Baugrube** mit den folgenden Regelneigungen nach DIN 4124 ausgeführt werden:

Künstliche Auffüllungen und weiche bindige Böden:	$\beta \leq 45^\circ$
Bindige Deckschichten und Lias $\alpha 2$, zersetzt bis vollständig verwittert (mindestens steife Konsistenz):	$\beta \leq 60^\circ$
Lias $\alpha 2$, stark bis mäßig verwittert (felsartig fest):	$\beta \leq 80^\circ$

Dabei sind die Voraussetzungen nach DIN 4124 zu beachten (vor allem: lastfreier Streifen am Kopf der Böschung, kein Durchströmen der Böschung). Wir empfehlen, die Böschung zum Schutz gegen Witterungseinflüsse mit Folie abzuhängen.

Bei der Planung und Ausführung der Baugrubenherstellung sind die folgenden Hinweise zu beachten:

- ▶ Der Oberboden ist, wo vorhanden, abzuschieben, geschützt zwischenzulagern und einer Wiederverwendung zuzuführen.
- ▶ Für die Planung kann von einer mittleren Böschungsneigung von 60° ausgegangen werden.
- ▶ Beim Aushub der Baugrube für die Unterkellerung werden neben künstlichen Auffüllungen auch bindige Böden (bindige Deckschichten und zersetzt bis vollständig verwitterter Lias $\alpha 2$) angeschnitten (vgl. Einstufung in Abschnitt 4.3). Diese lassen sich mit gewöhnlichem Gerät voraussichtlich problemlos lösen. Gegebenenfalls können ab einer Tiefe von 2,5 m auch dickere Hartgesteinsbänke angetroffen werden. Dadurch kann vereinzelt der Einsatz eines Baggermeißels erforderlich werden.
- ▶ Die Baugrubensohle wird u. a. in Tonböden und Tonstein verlaufen. Diese Böden neigen bei Wasserzutritten zu tief reichender Durchfeuchtung. Niederschlags- und eventuell anfallendes Sickerwasser (auch oberhalb des Grundwasserspiegels) ist deshalb möglichst vollständig mittels Abzugsgräben und Dränleitungen zu fassen und zu Pumpensämpfen abzuleiten.

- ▶ Die an der Baugrubensohle (Erdplanum) anstehenden bindigen Böden und Ton- sowie Sandsteine sind ohne zusätzliche Maßnahmen für Baugeräte nicht befahrbar (z. B. Bagger). Hierzu kommt der Einbau einer Schottertragschicht zur Herstellung einer **Arbeitsebene** in Betracht. Alternativ kann zum Schutz des Untergrunds eine mindestens 0,3 m dicke Schutzschicht belassen werden, damit die Aushubsohle nicht durch Befahrung oder Witterungseinflüsse gestört oder aufgeweicht wird.
- ▶ Zur Vermeidung von Auflockerungen des Untergrundes sind das endgültige Aushubplanum und die Böschungen mit einem Baggerlöffel mit unbezahnter Schneide zu profilieren.
- ▶ Dort, wo Festgesteine anstehen (Sand- oder Kalkstein), ist auf einen schichtparallelen und sorgfältigen Aushub zu achten, um geologischen Mehraushub auf ein Minimum zu beschränken.
- ▶ Bei der Aufstellung von Kränen an der Böschungskrone darf die Standsicherheit der Baugrubenböschungen nicht gefährdet werden.
- ▶ Nach dem Aushub der Baugrube und in allen Zweifelsfällen soll der Baugrundgutachter zur Abnahme der Baugrubensohle hinzugezogen werden.
- ▶ Im Zusammenhang mit dem Schutz des Erdplanums (Aushubsohle) gegen Witterungseinflüsse verweisen wir auch auf Abschnitt 4.4 der ZTV E-StB 17⁷.

Im westlichen Teil des Neubaus schließt der geplante Neubau wieder direkt an den erhaltenen Bestand an. Dabei sind die aneinander angrenzenden Kellerräume z. T. auf demselben Niveau vorgesehen (FFB UG 2); der südwestliche Kellerraum reicht jedoch ca. 2 m tiefer als der nördlich daran angrenzende Kriechkeller. Es ist daher z. B. durch vorauseilende Schürfe zu untersuchen, wo die Gründungsebene des Kriechkellers liegt. Bei einem Abstand von weniger als 4 m zwischen Aushubsohle der Baugrube und Gründungsebene der Nachbargebäude kann hier prinzipiell eine **Unterfangung** nach DIN 4123 ausgeführt werden, wobei mit zunehmender Höhe der Unterfangungswände die Gefahr von Setzungen der Bestandsgebäude zunimmt und auch die Wirtschaftlichkeit von Unterfangungswänden abnimmt.

Zur Ausführung der Unterfangung nach DIN 4123 werden folgende Hinweise gegeben:

⁷ ZTV E-StB 17: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Ausgabe 2017, herausgegeben von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln

- ▶ Die Vorgaben der DIN 4123, insbesondere zu den Aushubgrenzen sowie zur Breite und zur räumlichen und zeitlichen Staffelung der einzelnen Unterfangungs- und Betonierabschnitte, sind sorgfältig zu beachten. Dies gilt auch für die Sicherung der Stichgräben bei der Ausführung der Unterfangung.
- ▶ Die Dicke (Breite) der einzelnen Unterfangungsabschnitte soll maximal 1,25 m betragen, um stärkere Nachbrüche zu verhindern. Die maximale Höhe der Unterfangungswände soll 4 m nicht überschreiten.
- ▶ Während der Unterfangungsarbeiten ist der Baugrundgutachter bei allen Zwischenfällen zu informieren.
- ▶ Die Unterfangung ist im Detail zu planen und in Ausführungs- und Ablaufplänen darzustellen. Dabei muss die Standsicherheit der Unterfangungswände für die einzelnen Aushub- und Bauzustände nachgewiesen werden.
- ▶ Auch bei sorgfältiger Ausführung sind Setzungen des Bestands von etwa 1 cm nicht auszuschließen.

Wie in Abschnitt 4.2 beschrieben, liegt ein zusammenhängender Grundwasserstand im Bereich bzw. etwas höher als die Baugrubensohle. Allerdings ist die zu erwartende Wassermenge in den Tonen des Lias α_2 sehr gering und auch aus den Festgesteinsbänken sind nur für kurze Zeit größere Mengen zu erwarten. Dies lässt sich voraussichtlich mit einer einfachen **offenen Wasserhaltung** beherrschen. Dazu geben wir noch folgende Hinweise:

- ▶ Das in den Teilbaugruben anfallende Wasser (Niederschlagswasser, Sickerwasser, Grundwasser) ist mittels Abzugsgräben und Dränleitungen zu Pumpensümpfen zu leiten (offene Wasserhaltung). Die Anordnung der Pumpensümpfe und Drängräben sollte von der ausführenden Firma planerisch festgelegt werden. Die Pumpensümpfe sind so anzuordnen, dass diese bis zum Erreichen der Auftriebssicherheit der Unterkellerung betrieben werden können.
- ▶ Für die anfallende Grundwassermenge ist aufgrund von Erfahrungen bei ähnlichen Baugruben nur eine grobe Vorabschätzung möglich. Bei trockener Witterung kann dabei von geringen Grundwasserzutritten ausgegangen werden (in der Summe $\leq 1,0 \text{ l/s}$). Unabhängig davon ist vom Unternehmer eine Pumpenleistung vorzuhalten, mit der gleichzeitig auch das Tagwasser abgeführt werden kann.
- ▶ Bis zum Leerlaufen der Hartgesteinsbänke können zu Beginn die o. g. Mengen auch geringfügig überschritten werden.

- ▶ Die Reichweite der erforderlichen Grundwasserabsenkung wird aufgrund der sehr geringen Durchlässigkeit der Lias-Schichten nur wenige Meter betragen. Daher sind nach unserer Einschätzung keine negativen Auswirkungen auf die Umgebung zu erwarten.
- ▶ Das anfallende Wasser ist unter Zwischenschaltung eines Absetzbeckens sowie ggf. einer Neutralisations- und Reinigungsanlage in einen Vorfluter abzuleiten. Für die Einleitung sind die Einleitergrenzwerte zu beachten.
- ▶ Zur Erfassung der Förderrate ist am Ablauf des Absetzbeckens ein Wasserzähler zu installieren (tägliche Protokollierung der geförderten Mengen).

7.2 Auflagerung der Bodenplatten

Die erdberührenden Bodenplatten des Neubaus werden auf sehr unterschiedlichen Höhenniveaus und in sehr unterschiedlichen Böden / Gesteine verlaufen. Sofern keine außergewöhnlich hohen Anforderungen an die Tragfähigkeit und das Verformungsverhalten der Platte gestellt werden, kann sie in natürlichen, mindestens steifen Böden voraussichtlich problemlos unter Zwischenschaltung der oben beschriebenen Sohlfilterschicht auf dem Untergrund aufgelagert werden. Bei hohen Punktlasten kann es zweckmäßig sein, die Dicke der Sohlfilterschicht zu erhöhen oder darunter eine ≥ 20 cm mächtige Tragschicht (0/45 mm) anzuordnen. Im Bereich höher liegender Kellerräume verlaufen die Bodenplatten voraussichtlich innerhalb der bindigen Deckschichten oder sogar noch innerhalb der Auffüllungen. In diesen Bereichen kann **Frost** einwirken (z. B. am Plattenrand). Daher ist eine ausreichende Frostsicherheit erforderlich (frostsicherer Unterbau bis 80 cm Tiefen, Frostschrürzen etc.).

Zudem können die bindigen Böden noch schrumpfgefährdet sein. In solchen Böden kann es durch eine Verringerung des Wassergehalts zu **Schrumpfungen** (Volumenabnahme) kommen. Eine Schrumpfung kann bei trockener Witterung unmittelbar durch direkte Sonneneinstrahlung ausgelöst werden. Sie kann dabei erfahrungsgemäß bis in **Tiefen von ca. 1,5 m** unter Gelände reichen. Durch die Saugwirkung von Pflanzenwurzeln kann dem Boden aber auch ohne direkte Sonneneinstrahlung und bis in wesentlich größere Tiefe Wasser entzogen und eine Schrumpfsetzung ausgelöst werden.

Da die Fundamente bis auf den stark bis mäßig verwitterten Lias α_2 geführt werden, sind diese davon nicht betroffen. Lediglich bei einer auf dem anstehenden Untergrund aufgelagerten Bodenplatte ist eine Schrumpfgefährdung nicht auszuschließen. Wir empfehlen daher folgende Maßnahmen, um Gebäudeschäden infolge von Schrumpfungsvorgängen vorzubeugen:

- ▶ Die direkte Gebäudeumgebung soll frei von größerem Bewuchs gehalten werden, damit keine Wurzeln unter das Gebäude eindringen können (Mindestabstand: ca. 15 m).
- ▶ Die sowieso notwendigen Frostschrüzen (s. o.) sollen bis mindestens 1,5 m unter die Geländeoberfläche geführt werden.
- ▶ Bodenplatten, die weniger als 1,5 m unter Gelände liegen, sollten konstruktiv an die aufgehende Konstruktion angeschlossen werden.

Alternativ wäre eine freitragende Ausbildung der Bodenplatte möglich.

Wo im Aushubplanum Auffüllungen, durchnässte, aufgeweichte, aufgelockerte oder aus sonstigen Gründen nicht tragfähige Böden (auch weiche bindige Böden) angetroffen werden, sind diese Bereiche auszuräumen und durch Material der Sohlfilterschicht zu ersetzen.

7.3 Arbeitsraumverfüllungen, Erddruck auf das Bauwerk

Die Anforderungen an die Verfüllung von Arbeitsräumen hängen maßgeblich davon ab, welche späteren Verformungen (vor allem Eigensetzungen) toleriert werden können. Unter befestigten Außenflächen kommt es auf eine verformungsarme Verfüllung an. Die anstehenden Böden sind für einen verformungsarmen Wiedereinbau ohne vorherige Verbesserung / Aufbereitung nicht geeignet. Hierfür kommen in erster Linie körnige Fremdmaterialien aus gut abgestuften Korngemischen in Frage (z. B. Schottertragschichtmaterial nach TL SoB-StB 20⁸). Es ist auch möglich, vergleichbar abgestuftes Recyclingmaterial zu verwenden, allerdings muss es güteüberwacht, sulfatfrei und raumbeständig sein (Vorlage eines Prüfzeugnisses mit den entsprechenden Bestätigungen). Auch Siebschutt oder andere gemischtkörnige, weitgestufte Materialien mit einem Feinkornanteil (Korngröße < 0,06 mm) von bis zu 15 % sind generell geeignet; sie können aufgrund ihrer bindigen Bestandteile jedoch nicht witterungsunabhängig eingebaut werden. Bei Niederschlägen sind die Arbeiten mit diesem Material daher zu unterbrechen oder mit Gemischen ohne bindige Bestandteile fortzuführen (z. B. Schottertragschichtmaterial, siehe oben).

Das Verfüllmaterial ist lagenweise einzubauen und mit geeignetem Gerät zu verdichten. Wir empfehlen, unter befestigten Flächen über die gesamte Höhe einen Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 100 \%$ vorzugeben.

⁸ TL SoB-StB 20: Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau, Ausgabe 2020, herausgegeben von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln

Wo Setzungen in Kauf genommen werden (z. B. unter Grünflächen), können auch bindige Böden (bindiges Aushubmaterial) eingebaut werden. Dabei soll das Material so gut wie möglich verdichtet werden, um die Setzungen mäßig zu halten. Wir empfehlen, einen Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 95 \%$ einzuhalten, wobei dann noch Setzungen von bis zu 3 % der Verfüllhöhe nicht auszuschließen sind.

Ein Einbau des bindigen Aushubmaterials unter befestigten Flächen ist nur möglich, wenn der Boden zuvor mit hydraulischem Bindemittel stabilisiert wird (lagenweiser Einbau, $D_{Pr} \geq 100 \%$; vgl. Hinweise in Abschnitt 7.5). Dazu ist jedoch eine Zwischenlagerung des Aushubmaterials auf der Baustelle erforderlich und es wird eine Fläche zur Ausbreitung und Stabilisierung des Materials benötigt. Des Weiteren ist insbesondere in diesem Fall auf eine qualifizierte Ausführung und Prüfung zu achten. Hinweise zu einer Bodenstabilisierung sind dem Abschnitt 7.5 zu entnehmen.

Die Arbeitsraumverfüllung soll überall mit einem mäßig wasserdurchlässigen Belag bzw. Lehmschlag abgedeckt werden (vgl. Abschnitt 7.3).

Für die praktische Durchführung und Prüfung sämtlicher Erd- und Verdichtungsarbeiten gelten die Richtlinien der ZTV E-StB 17.

In geböschten Baugrubenbereichen sind zur Ermittlung des **Erddrucks** in der Regel die Kennwerte des Verfüllmaterials (Abschnitt 4.4) maßgebend, wobei zumindest ein erhöhter aktiver Erddruck (mit 50 % Erdruchedruck), der Wasserdruck (nur, falls vorhanden) und zusätzlich ein Verdichtungserddruck zu berücksichtigen sind.

7.4 Wiederverwertung / Entsorgung von Aushubmaterial

Bei der Baugrunderkundung ergaben sich hinsichtlich etwaiger Verunreinigungen des Untergrunds organoleptisch keine Auffälligkeiten. Es kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass Böden Schadstoffe enthalten, obwohl sie sensorisch unauffällig sind. Eine gezielte Erkundung im Hinblick auf eventuelle Altlasten oder Belastungen des Untergrundes war nicht Gegenstand unserer Beauftragung.

Wenn Schadstoffgehalte vorhanden sind, deren Konzentrationen oberhalb des Zuordnungswertes Z0 (Null) der Verwaltungsvorschrift Boden vom 14.03.2007 liegen, ist eine Wiederverwendung des Aushubmaterials oder eine Ablagerung auf Erddeponien unter Umständen eingeschränkt. Neben geogen bedingt erhöhten Schwermetallwerten (Arsen, Zink) treten in den Tonen des Lias immer wieder erhöhte Sulfatwerte innerhalb der pyritreichen Tonsteine auf.

Dabei steigt der Sulfatgehalt stark an, nachdem das Material aus seinem ursprünglichen Verbund entnommen wurde.

Da eine Wiederverwertung des Aushubs nach unserem Kenntnisstand derzeit in der Region schwer zu realisieren ist, empfiehlt es sich, für die zu entsorgenden Aushubmassen von vornherein auch Preise für eine Entsorgung nach der Deponieverordnung zu vereinbaren.

Wir empfehlen, zur Klassifizierung des Aushubes und ggf. zur Abstimmung des Entsorgungsweges von belastetem Aushubmaterial einen Altlastengutachter hinzuzuziehen.

7.5 Aufbau von Verkehrsflächen im Außenbereich

Für die Bemessung und Ausführung von Verkehrsflächen (Straßenbelag, Pflasterflächen) gelten die RStO 12⁹ sowie die ZTV E-StB 17. Die oberflächennah vorhandenen Tonböden sind nach Tabelle 3 der ZTV E-StB 17 in die Frostempfindlichkeitsklasse F 3 einzustufen (sehr frostempfindlich). Der Standort liegt nach Bild 6 der RStO 12 in der Frosteinwirkungszone I bis II. Die erforderliche Mindestdicke des frostsicheren Aufbaus lässt sich hiernach anhand der Tabellen 6 und 7 der RStO 12 unter Berücksichtigung der zugrunde gelegten Belastungsklasse ermitteln. Die Belastungsklasse ist von den Planern festzulegen. Üblicherweise wird für Pkw-Parkflächen gemäß Tabelle 5 der RStO 12 die Belastungsklasse Bk0,3 angesetzt. Diese Belastungsklasse erfüllt auch die Mindestanforderung an Feuerwehrezufahrten. Damit ergibt sich eine Mindestdicke des frostsicheren Aufbaus für Pkw-Parkflächen von 45 cm bis 55 cm. Bei Anlieferungsflächen treten in der Regel höhere Belastungen auf (Belastungsklassen Bk1,0 bis Bk1,8). Hier ist wahrscheinlich eine Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus von 55 cm bis 65 cm erforderlich.

Als Tragschicht-/Frostschutzmaterial empfehlen wir, Schottertragschichtmaterial nach TL SoB-StB 20 zu verwenden.

Für einen Regelaufbau nach RStO 12 ist auf dem Erdplanum (Unterkante Wegebefestigung) allerdings ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ erforderlich. Auf den im Erdplanum anstehenden natürlichen Tonböden lässt sich dieser Wert voraussichtlich nicht nachweisen. Es sind deshalb Bodenverbesserungsmaßnahmen erforderlich. Dafür kommen im vorliegenden Fall folgende Lösungen in Betracht:

⁹ RStO 12: Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen, Ausgabe 2012, herausgegeben von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln

Bodenaustausch

Die gering tragfähigen Böden unterhalb des Planums werden bis zu einem vorgegebenen Niveau ausgeräumt und durch verdichtetes, körniges Fremdmaterial ersetzt. Die Dicke des Bodenaustausches hängt vom Verformungsmodul des Untergrundes und von den Verdichtungseigenschaften des Austauschmaterials ab. Sie soll so bemessen sein, dass auf der Oberkante des Austausches (Planum) der Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ erzielt wird, sodass darauf ein Regelaufbau nach RStO 12 möglich ist. Anhaltswerte für die erforderliche Dicke liefern Bemessungsdiagramme (z. B. nach FLOSS¹⁰ und nach KÖHLER ET AL¹¹). Unter Annahme eines E_{v2} -Wertes auf dem natürlichen Untergrund von 15 MN/m^2 ist hier ein ca. 30 cm dicker Bodenaustausch bzw. eine 30 cm dickere Tragschicht erforderlich.

Stabilisierung mit hydraulischen Bindemitteln (vgl. ZTV E-StB 17, Abschnitt 12)

Durch die hydraulische Stabilisierung werden die Eigenschaften des Bodens verbessert, sodass nach der Verdichtung auf dem Planum der geforderte Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ erzielt werden kann. Die erforderliche Bindemittelzugabe beträgt in der Regel 2 – 4 Gew.-% (bezogen auf die Trockenmasse). Die optimale Zugabemenge kann mit Testfeldern und mit Eignungstests bestimmt werden. Die Zumischung des Bindemittels muss mit einer leistungsfähigen Bodenfräse erfolgen (Frästiefe mindestens 40 cm). Als Stabilisierungsmittel haben sich Kalk-Zement-Gemische als weniger empfindlich gegen Verwehung bewährt. Dies ist im Hinblick auf die mögliche Beeinträchtigung benachbarter Gebäude oder parkender Pkw von Bedeutung. Auch die Verwendung von staubarmen Bindemitteln ist möglich.

Weitere Hinweise zur Bodenverbesserung

Eine Stabilisierung des Erdplanums mit hydraulischem Bindemittel ist erfahrungsgemäß meist wirtschaftlicher als ein Bodenaustausch, zumal es sich empfiehlt, die Baugrubensohle generell zu stabilisieren (vgl. Abschnitt 7.1). Im Übrigen wird noch auf folgende Punkte hingewiesen:

- ▶ Wir empfehlen, den Verformungsmodul des natürlichen Untergrundes mittels Plattendruckversuchen (DIN 18134) zu ermitteln, um anhand der Ergebnisse den Umfang und Ablauf der Bodenverbesserung zu planen.

¹⁰ FLOSS, R.: ZTV E-StB 09, Fassung 1997, Kommentar mit Kompendium Erd- und Felsbau, 2. Aufl., Bonn 1997 (Kirschbaum-Verlag); als Anlage 5 beigelegt

¹¹ KÖHLER, U., HEROLD, A., HERING, A.: Dimensionierung von Oberbauten von Verkehrsflächen und die Einschätzung der Tragkraft des Erdplanums. - Vorträge der Baugrundtagung 1998 in Stuttgart. Hrsg.: Deutsche Gesellschaft für Geotechnik, 1998

- ▶ Bei der Bodenverbesserung muss das hydraulische Bindemittel homogen eingemischt werden. Optimale Resultate werden bei Einsatz einer Bodenfräse erzielt. Die Zumischung mittels einer Raupe mit Reißzähnen oder Scheibeneggen und dgl. liefert dagegen erfahrungsgemäß nicht immer befriedigende Ergebnisse.
- ▶ Es empfiehlt sich, die optimale Zugabemenge und die erforderliche Dicke der Bodenverbesserung mithilfe von Testfeldern zu ermitteln und in Abhängigkeit von den Bodenverhältnissen, den Witterungsbedingungen und den Ergebnissen der Verdichtungskontrollen zu variieren. Ein Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 100 \%$ ist vorzugeben.
- ▶ Die Erdarbeiten zur Bodenverbesserung sind in hohem Maße witterungsabhängig. Bei anhaltend feuchter Witterung sind sie stark behindert oder müssen vollständig eingestellt werden.
- ▶ Die Alternative „Bodenaustausch“ kann auch bei nasser Witterung ausgeführt werden. Gegebenenfalls ist an der Sohle des körnigen Aufbaus ein reißfestes Geotextil zu verlegen (Robustheitsklasse 4), um eine Vermengung des Austausch- bzw. Tragschichtmaterials mit dem Untergrund zu vermeiden.
- ▶ Das unverbesserte Erdplanum bzw. der vorhandene Untergrund sind bei ungünstiger Witterung mit normalen Baufahrzeugen vielfach nicht oder nur schwer befahrbar. Es ist deshalb voraussichtlich erforderlich, eine Arbeitsebene oder Baustraßen auf dem hydraulisch stabilisierten Untergrund anzulegen. Auf ein geotextiles Vlies kann in diesem Fall verzichtet werden.
- ▶ Der erzielte Verformungsmodul bzw. Verdichtungsgrad auf dem Erdplanum sowie auf der ungebundenen Tragschicht ist mittels Plattendruckversuchen nach DIN 18134 und/oder Dichteprüfungen nach DIN 18125 im Rahmen der Eigen- und Fremdüberwachung zu kontrollieren (vgl. ZTV E-StB 17). Wir sind gerne bereit, entsprechende Kontrollen durchzuführen.

7.6 Wasserrechtliche Gesichtspunkte

Maßnahmen und Bauarbeiten, die in grundwasserführende Schichten reichen oder mit dem Grundwasser in Zusammenhang stehen, bedürfen der Zustimmung der Unteren Wasserbehörde. Folgende Punkte sind hier ggf. wasserrechtlich relevant:

- Festlegung eines Bemessungswasserstandes (vgl. Abschnitt 6.1)
- Einbindung von Gebäudeteilen unter den Grundwasserspiegel (vgl. Abschnitte 5 und 6.2)
- Wasserhaltungsarbeiten während der Bauzeit (vgl. Abschnitt 7.1)

Wir empfehlen, die Maßnahmen frühzeitig mit der Behörde abzustimmen und dabei Art und Umfang des Verfahrens sowie die vorzulegenden Antragsunterlagen zu klären. Von Behördenseite können Auflagen erteilt werden, die von den hier gegebenen Empfehlungen abweichen oder darüber hinausgehen. Wir sind gerne bereit, den wasserrechtlichen Antrag auszuarbeiten und im Namen der Bauherrschaft einzureichen.

Für die durchgeführten Erkundungsbohrungen (vgl. Abschnitt 3) hatten wir gemäß § 43 Wasser-gesetz Baden-Württemberg bei der Unteren Wasserbehörde eine wasserrechtliche Genehmigung beantragt. Die Arbeiten wurden unter Beachtung der Auflagen in der wasserrechtlichen Entscheidung vom 08. August 2022 ausgeführt. Entsprechend der Auflagen in der genannten Entscheidung haben wir die Ergebnisse der Baugrunderkundung an die Untere Wasserbehörde übersandt. Zusätzlich wurden die Bohrungen dem Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau beim Regierungspräsidium Freiburg angezeigt und die Ergebnisse übermittelt.

7.7 Radonbelastung

Der Schutz vor Radon ist im Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) und in der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) geregelt. Demnach sind Bauherren bei Neubauten neuerdings verpflichtet, bauliche Maßnahmen zu ergreifen, um den Eintritt von Radon in das Gebäude zu verhindern. Hinsichtlich der zu treffenden Maßnahmen ist jeweils nach Einzelfall zu entscheiden. Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) stellt hierfür auf seiner Homepage (www.bfs.de) neben einem empfehlenswerten Radon-Handbuch verschiedene Karten zur Verfügung, aus denen Aussagen über die wahrscheinliche Radonkonzentration im Boden abgeleitet werden können.

Das Bauvorhaben liegt nach der Karte des Bundesamtes für Strahlenschutz in einem Gebiet, in dem eine Radonkonzentration im Boden von 67 kBq/m³ ermittelt wurde. Der Wert liegt in der vierthöchsten vom Bundesamt für Strahlenschutz ausgewiesenen Kategorie hinsichtlich der Radonkonzentration im Boden (60 – 80 kBq/m³), jedoch außerhalb eines sog. Radonvorsorgegebietes. Für diese Belastung ist das erdberührte Untergeschoss auszulegen, wobei nach Strahlenschutzgesetz und der Strahlenschutzverordnung hierbei die Maßnahmen zum Feuchteschutz (vgl. Abschnitt 6.1) bereits ausreichend wären. Wir weisen jedoch darauf hin,

dass der Aufstieg von Radongas kleinräumig schwanken kann und im Baufeld abweichende Bodengaskonzentrationen auftreten können. Um Sicherheit über den tatsächlich erreichten Radonschutz zu erhalten, empfehlen wir einfach durchzuführende Radonmessungen nach der Fertigstellung des Gebäudes oder eventuell auch schon im Bestand.

7.8 Kampfmittel im Untergrund

Für das Baufeld lag bereits eine multitemporale Luftbildauswertung auf etwaige Kampfmittel des Kampfmittelbeseitigungsdiensts mit Datum vom 15.03.2021 vor. Dabei ergaben sich Hinweise auf Kampfmittel im Untergrund im westlichen Teil des Geländes, sodass bei zukünftigen Baumaßnahmen ggf. weitere Untersuchungen notwendig sind (z. B. Flächensondierung). Wir empfehlen, das weitere Vorgehen frühzeitig mit dem Kampfmittelbeseitigungsdienst Baden-Württemberg zu erörtern.

8 Schlussbemerkungen

Die Baugrundverhältnisse am Standort des geplanten Bauvorhabens wurden auf der Grundlage von sechs Rammkernsondierungen sowie insgesamt weiteren acht Aufschlüssen aus früheren Erkundungen beschrieben und beurteilt. Es wird eine Gründung auf Einzel- und Streifenfundamenten mit lokalen Tieferführungen bis auf den stark bis mäßig verwitterten, felsartig festen Lias α_2 empfohlen.

Da sich aufgrund des Informations- und Planungsstandes die Notwendigkeit einer Weißen Wanne in den tiefen Unterkellerungen nicht ausschließen lässt, besteht noch ein erhöhter Abstimmungs- und Planungsbedarf in Bezug auf das anspruchsvolle (Sicherheits-) Dränsystem, wobei auch auf das Amt für Umweltschutz zugegangen werden muss.

Die Angaben im vorliegenden Bericht beziehen sich auf die Untersuchungsstellen. Abweichungen von den hier beschriebenen Befunden können nicht ausgeschlossen werden. Bei der Bauausführung ist deshalb eine ständige und sorgfältige Kontrolle der Untergrundverhältnisse im Vergleich zu den Folgerungen im Bericht erforderlich. In allen Zweifelsfällen ist der Baugrundgutachter zu verständigen.

Die hier gegebenen Hinweise zur Abgrenzung der Homogenbereiche und Bodenklassen können nicht als Grundlage für verbindliche Massenermittlungen dienen und ein Aufmaß während der Ausführung nicht ersetzen.

Für die Beantwortung von geotechnischen Fragen im Zuge der weiteren Planung und Bauausführung, insbesondere zur (Sicherheit-) Dränage, stehen wir gerne zur Verfügung.

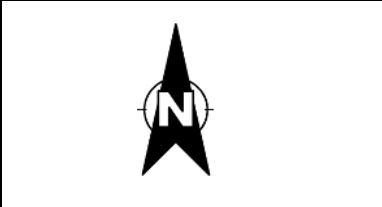
Leinfelden-Echterdingen, 3. März 2023

Dr.-Ing. S. Krieg

T. Post, M.Sc.



Top. Karte 1:25000 Baden-Württemberg (2017), Maßstab 1:10000
 ©Copyright: siehe Hinweis auf dem verwendeten Datenträger (Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung)

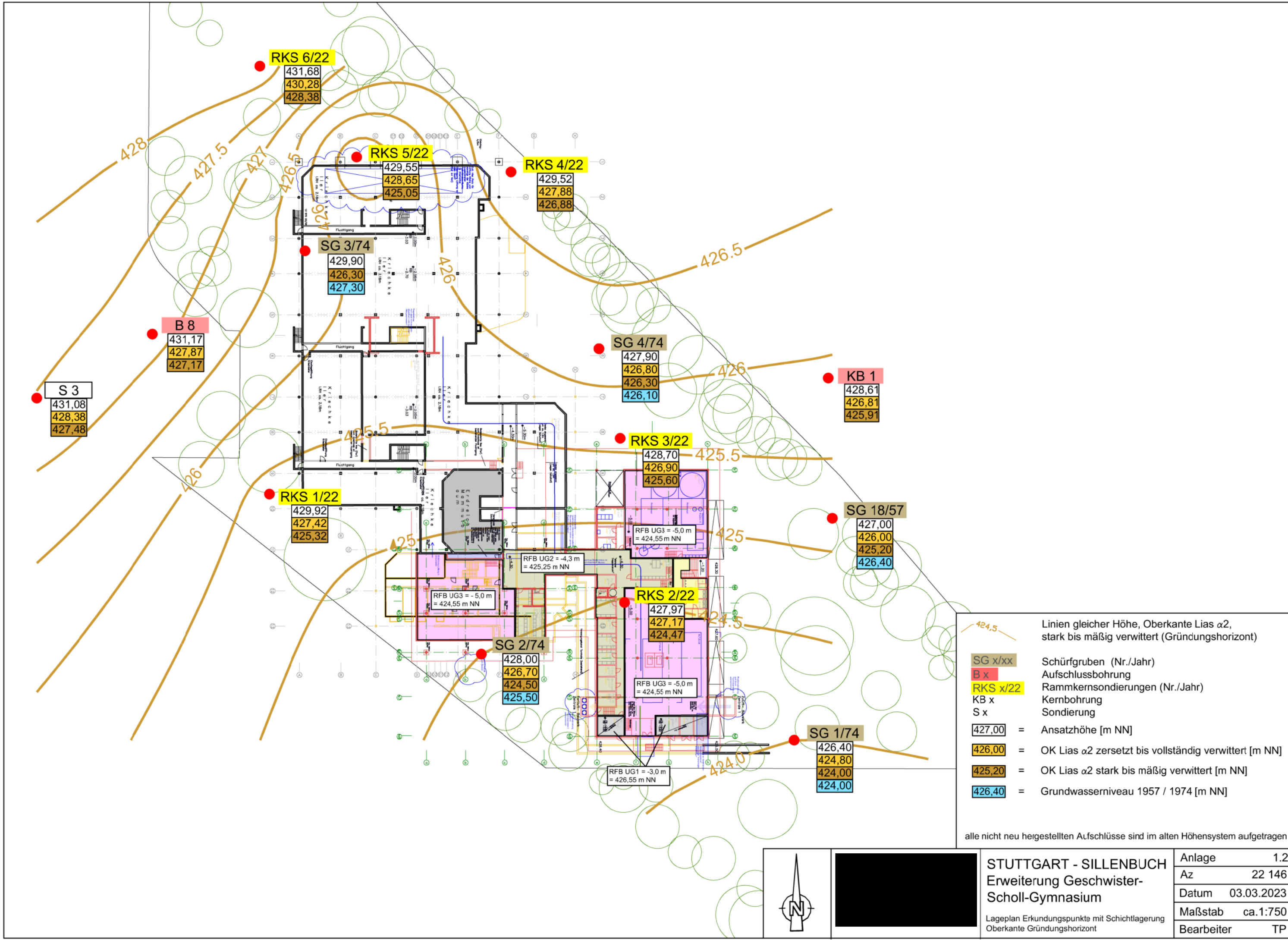


STUTTGART-SILLENBUCH

Erweiterung
 Geschwister-Scholl-Gymnasium

Übersichtslageplan

Anlage	1.1
Az	22 146
Datum	03.03.2023
Maßstab	1:10000
Bearbeiter	TP



Linien gleicher Höhe, Oberkante Lias α2, stark bis mäßig verwittert (Gründungshorizont)

SG x/xx Schürfgruben (Nr./Jahr)
B x Aufschlussbohrung
RKS x/22 Rammkernsondierungen (Nr./Jahr)
KB x Kernbohrung
S x Sondierung

427,00 = Ansatzhöhe [m NN]
426,00 = OK Lias α2 zersetzt bis vollständig verwittert [m NN]
425,20 = OK Lias α2 stark bis mäßig verwittert [m NN]
426,40 = Grundwasserniveau 1957 / 1974 [m NN]

alle nicht neu hergestellten Aufschlüsse sind im alten Höhensystem aufgetragen



STUTTGART - SILLENBUCH
Erweiterung Geschwister-Scholl-Gymnasium

Lageplan Erkundungspunkte mit Schichtlagerung
Oberkante Gründungshorizont

Anlage	1.2
Az	22 146
Datum	03.03.2023
Maßstab	ca.1:750
Bearbeiter	TP

Schichtprofile der Rammkernsondierungen RKS 1/22 bis RKS 6/22

Legende:

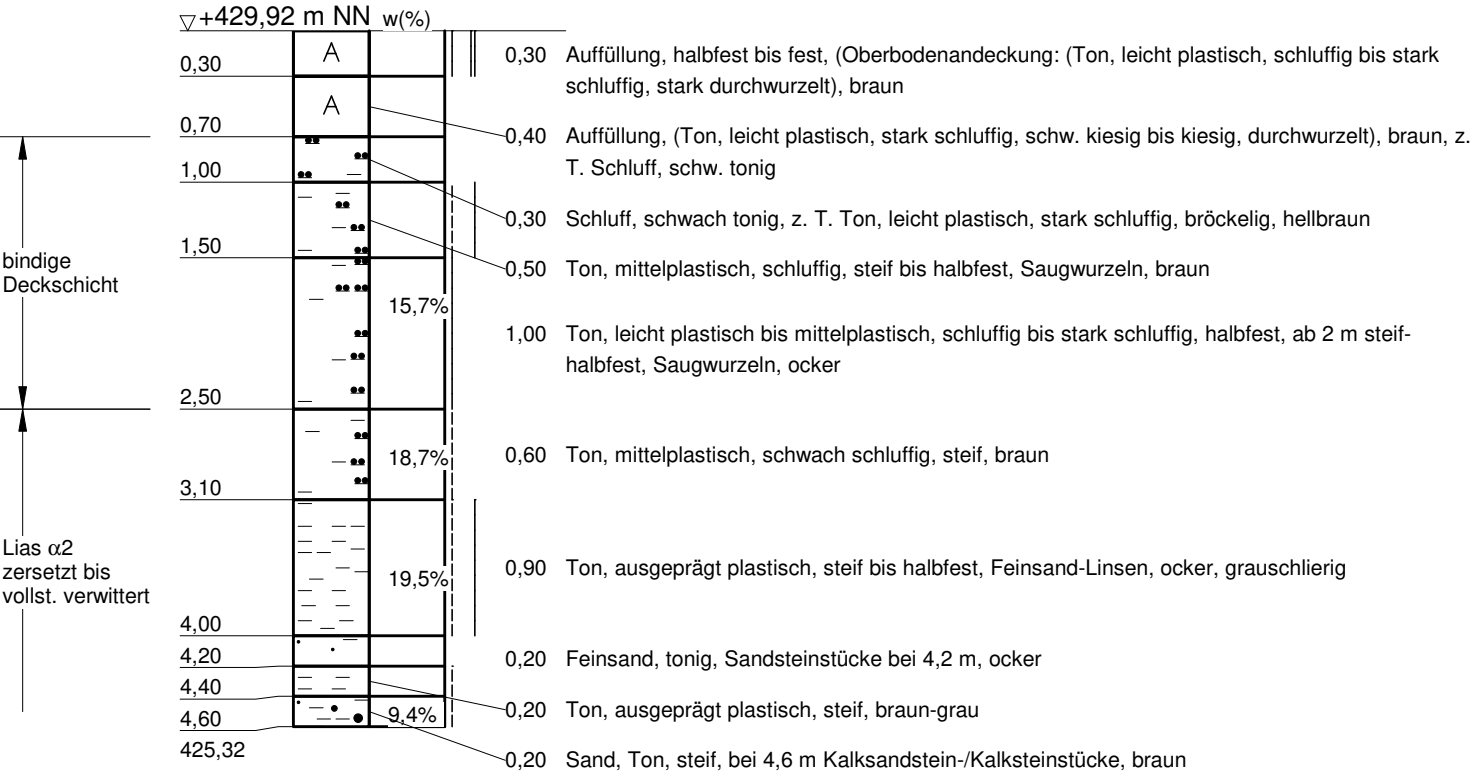
RKS .../22 Rammkernsondierung Nr. /Jahr

Konsistenzen/Beschaffenheit
(Signatur rechts der Profilsäule):

weich steif halbfest fest

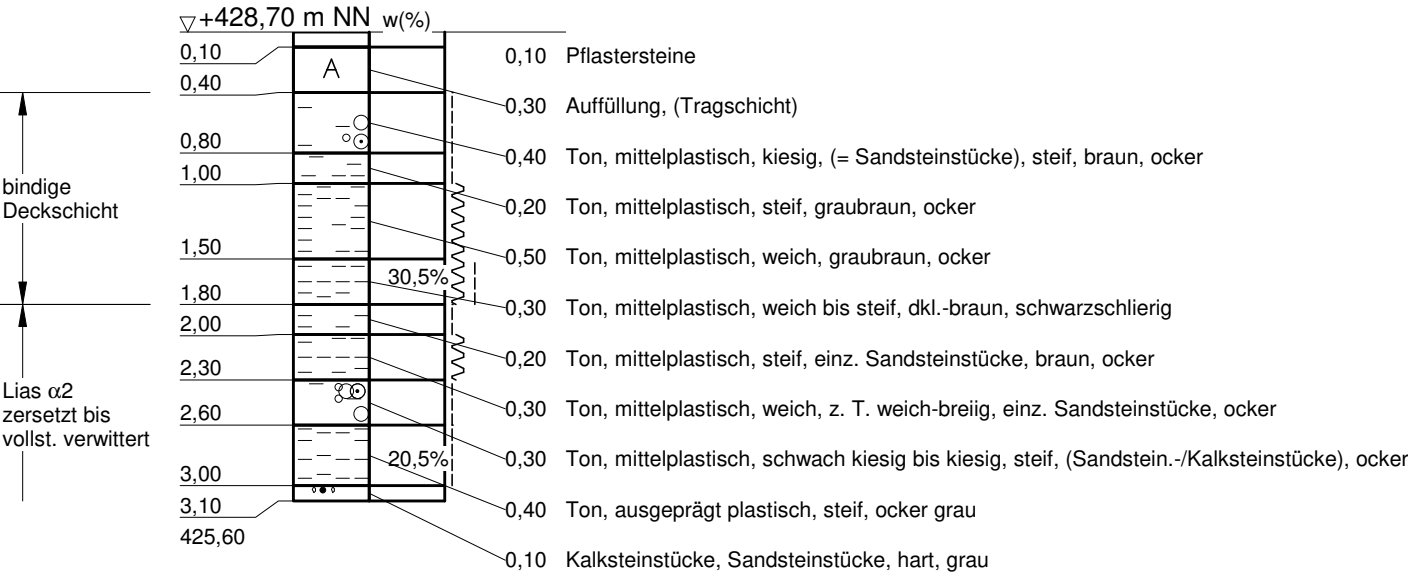


RKS 1/22



Sondierung sitzt auf
kein Grundwasser angetroffen

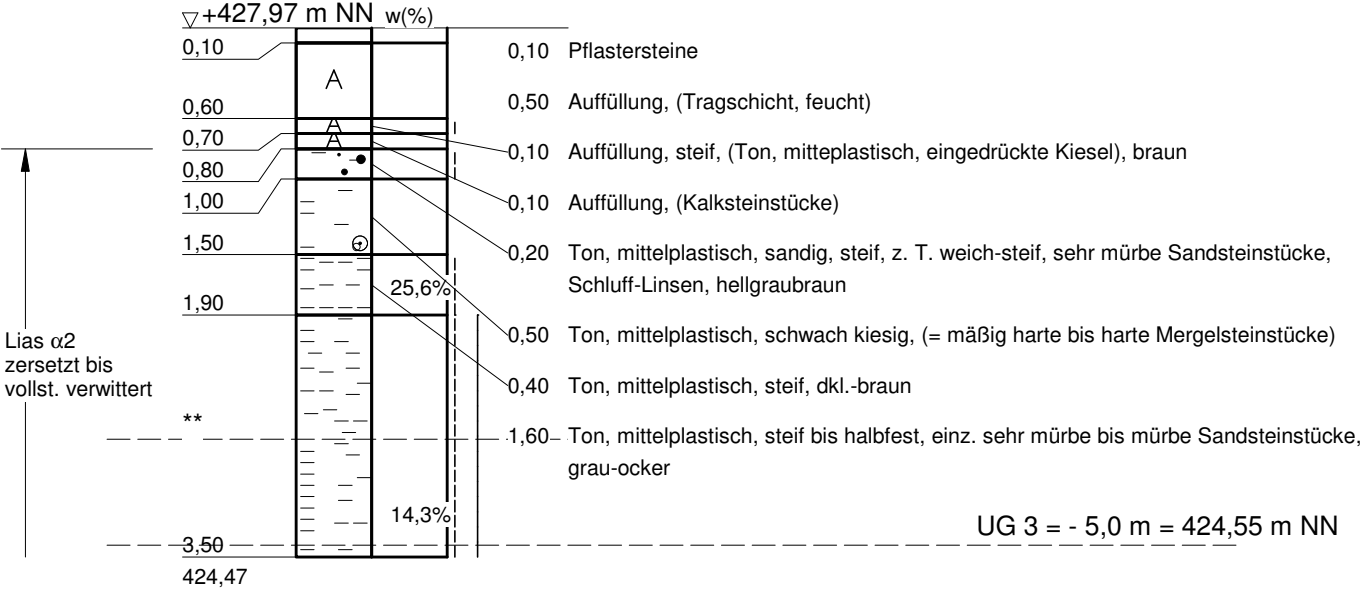
RKS 3/22



Sondierung sitzt auf
kein Grundwasser angetroffen

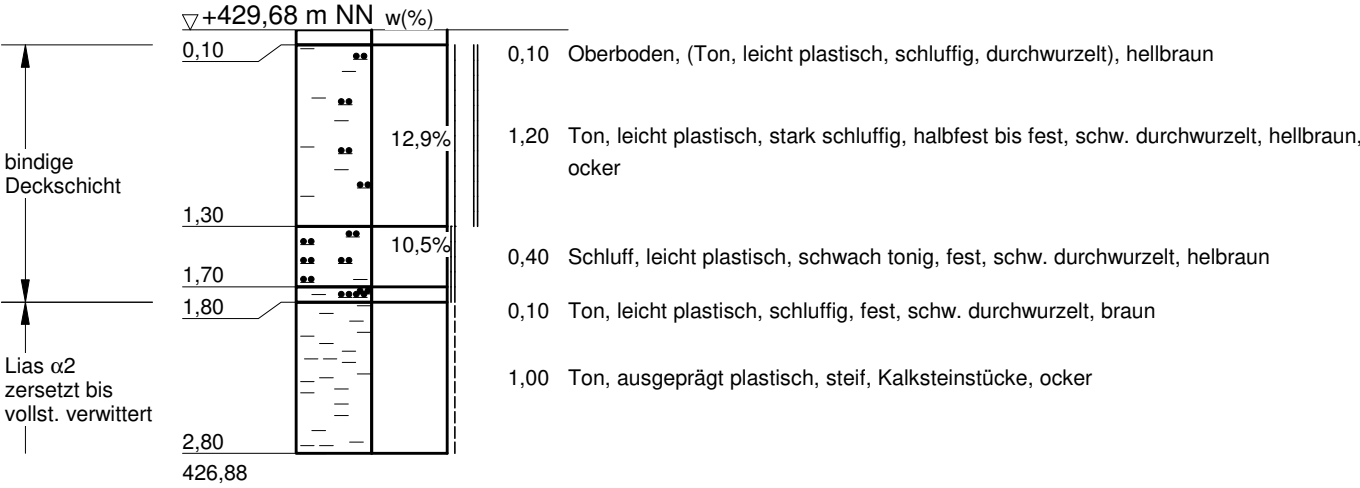
UG 3 = - 5,0 m = 424,55 m NN

RKS 2/22

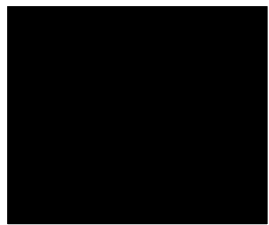


UG 2 = - 4,3 m = 425,25 m NN
Sondierung sitzt auf
kein Grundwasser angetroffen

RKS 4/22



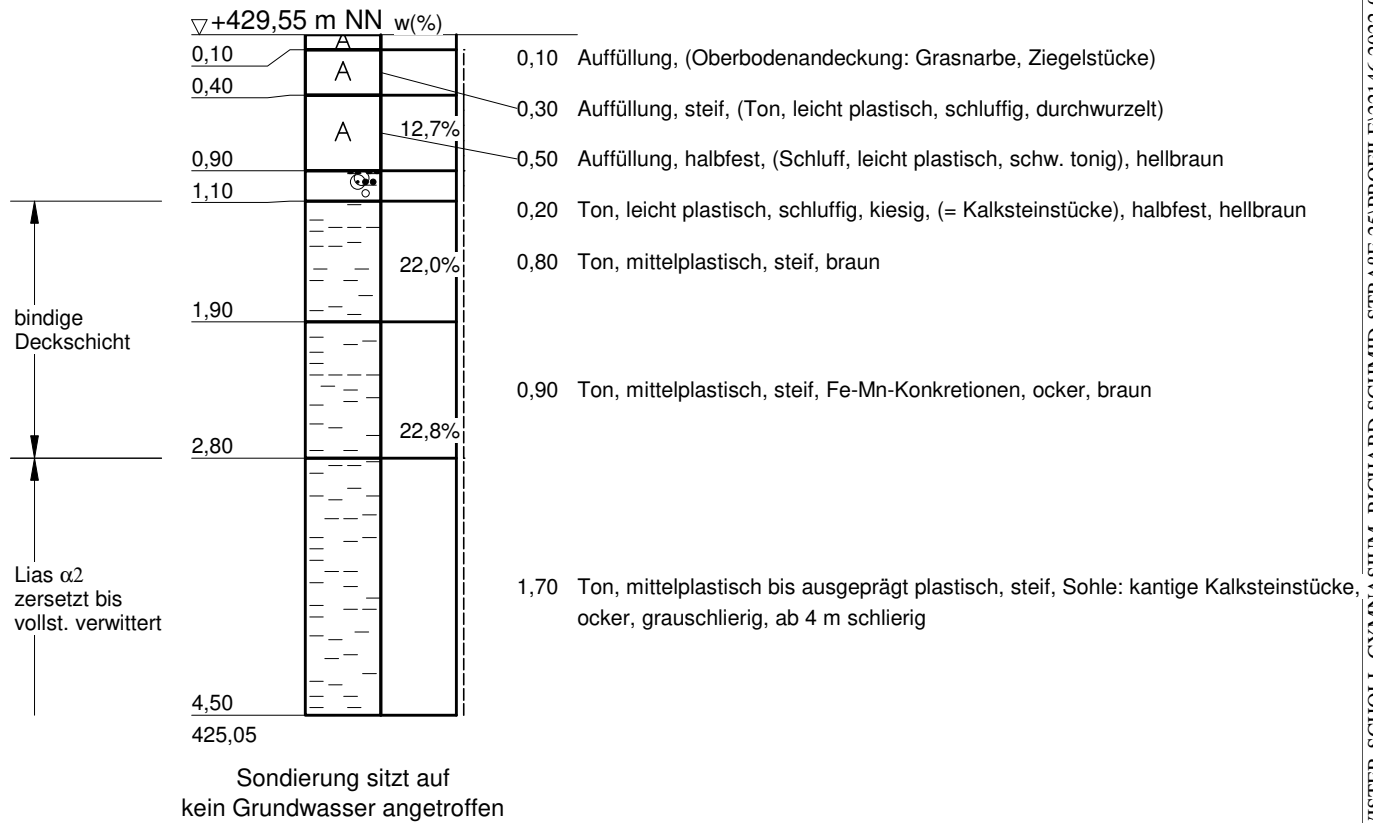
Sondierung sitzt auf
kein Grundwasser angetroffen



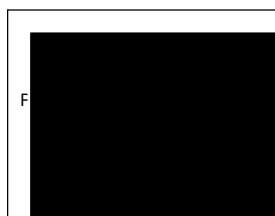
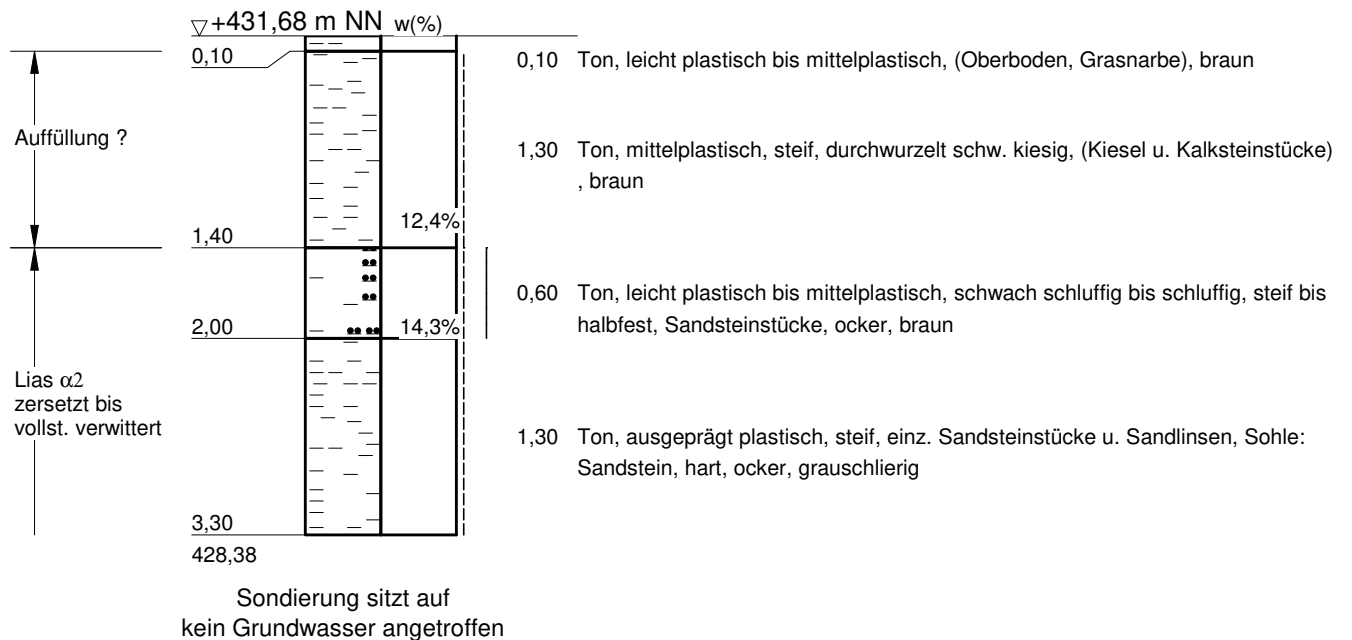
Projekt:
STUTTGART-SILLENBUCH
Erweiterung Geschwister-Scholl-Gymnasium

Anlage	2.1
Az	22 146
Datum	03.03.2023
Maßstab	1 : 50
Bearbeiter	TP

RKS 5/22



RKS 6/22



Projekt:

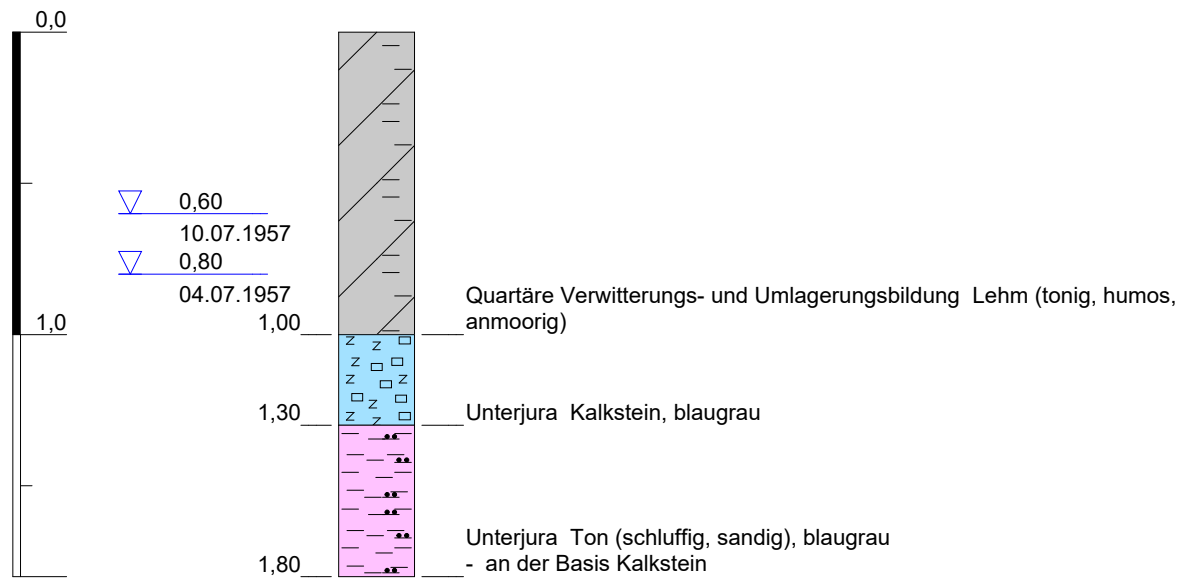
STUTTGART-SILLENBUCH
Erweiterung Geschwister-Scholl-Gymnasium

Anlage	2.2
Az	22 146
Datum	03.03.2023
Maßstab	1 : 50
Bearbeiter	TP

Schichtprofile
vorhandener Baugrundaufschlüsse
SG 18/57, KB 1, B8, SG 1/74 bis SG 4/74, S3

GOK (427,00 m NN)

LGRB-Nr.: 7221-03864



Höhenmaßstab: 1:25

Blatt 1 von 1

Name: Probegrube 18/57 BV Friedhofneuanlage Stuttgart-Sillenbuch		 Baden-Württemberg REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau	
Aufschlusszweck: Baumaßnahme, Baugrunderkundung			
Aufschlussart:	Aufschluss Schürfgrube		Rechtswert: 3516447,82
Bohrdatum:	11.07.1957		Hochwert: 5399995,35
Endtiefe:	1,80 m		Ansatzhöhe: 427,00m
LGRB-Einstufung: Schichtenprofil regionalgeologisch eingeschränkt verwendbar			

NN+m

KB 1

RW: 3516447

HW: 5400024

429,00

428,00

427,00

426,00

425,00

424,00

423,00

422,00

421,00

420,00

▽NN+428,61m

0,40

0,90

1,80

2,70

3,30

4,00

4,60

5,00

5,30

5,40

6,30

6,50

7,00

8,20

8,40

420,21

0,40 Auffüllung (Schotterung Parkplatz, Recyclingmaterial, sandig), grau

0,50 Auffüllung (Ton, Schluff, steinig), halbfest, wenig Ziegelreste, graubraun

0,90 Hanglehm, Ton, schluffig, schwach feucht, halbfest, z.T. kleine Mergelsteingerölle, wenige Pflanzenreste, braun mit z.T. schwarzen Schnitzen und Flasern

0,90 Verwitterungszone Lias, Ton, schluffig, schwach feucht, steif bis halbfest, Kalkkonkretionen, z.T. verwitterte Tonsteine (feinschichtig), laminiert, braun bis dunkelgrau, z.T. gelbliche Flasern

0,60 Kalkstein, trocken, hart, massig, mikritisch, hellgrau

0,70 Tonstein, schluffig, schwach feucht, halbfest, feintagig, braun mit ockerfarbigen Schlieren

0,60 Tonstein, schwach feucht, fest, feintagig bis blättrig, sehr mürbe, nach unten feucht, dunkelgrau

0,40 Kalkstein, hart, mikritisch, grau

0,30 Kalkstein, tonig, mürbe, grau

0,10 Kalkstein, hart, hellgrau

0,90 Kalkstein, tonig, mürbe, z.T. Kernscheiben, grau

0,20 Kalkstein, hart, mikritisch, grau

0,50 Tonstein, schwach feucht, kalkig, feintagig, mürbe, dunkelgrau

1,20 Kalkstein, trocken, hart, zerlegt in 0,3-0,4 m Abständen, einzelne Tonsteinfugen, bei 7,4 bis 7,6 m z.T. wolkige Tonsteinfugen eingelagert, grau

0,20 Kalkstein, tonig, trocken, mürbe und kleinstückig zerfallend, grau

B 1 (2,0) 1,20 (2,5) 1,20

B 2 (2,5) 2,20 (3,5) 2,20

B 3 (4,0) 3,50 3,50

B 4 (4,0) 4,30 4,30

WEHRSTEIN GEOTECHNIK
Altlasten · Hydrogeologie · Baugrund

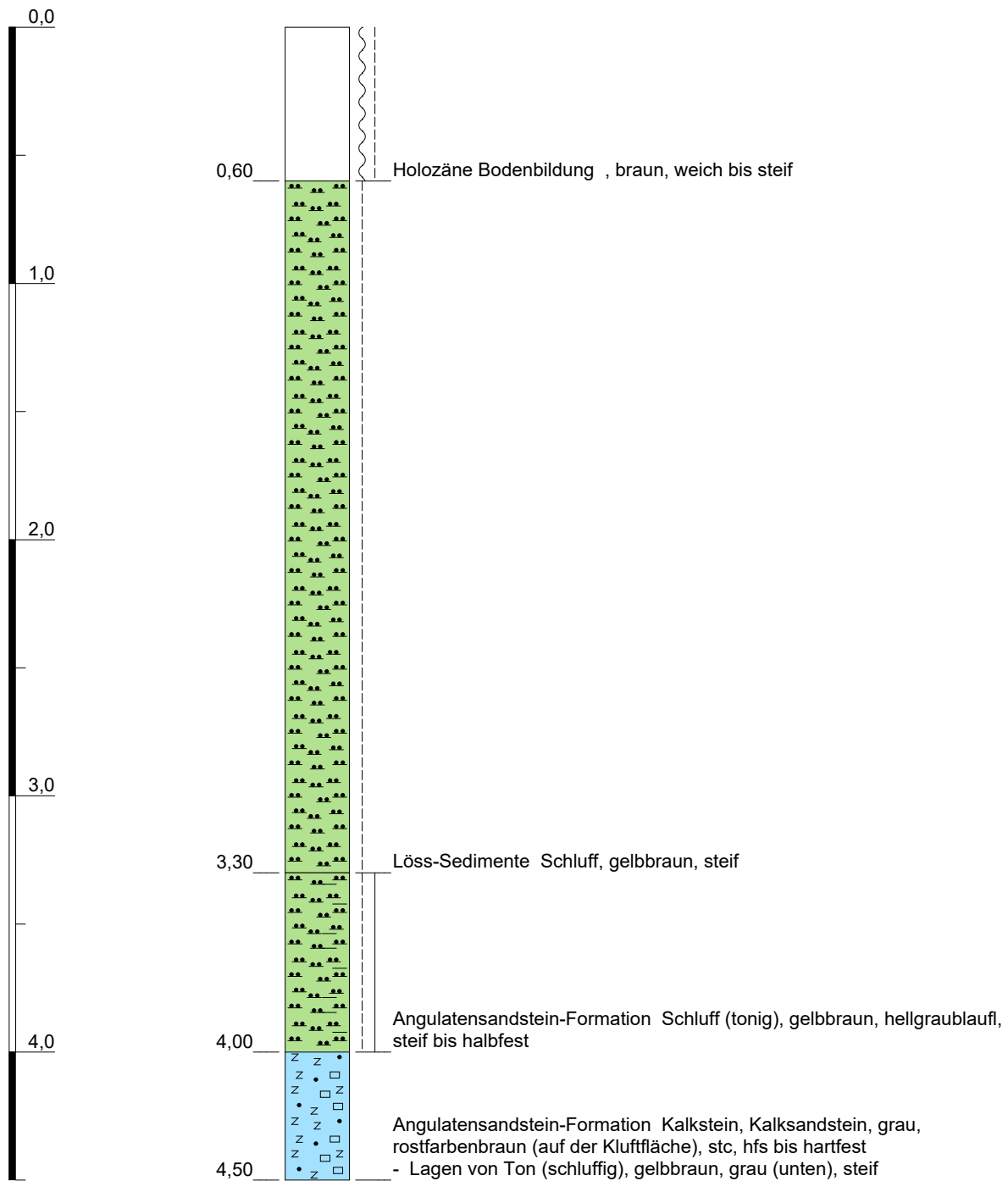
Waldburger Str. 5 · 71394 Kernen · Tel. 07151/94910-0 · Fax 07151/94910-30

Projekt	Kernater Straße (Grundschule Riedenberg) 70619 Stuttgart		
Projektnr.	1152634		
Auftraggeber	Stadt Stuttgart, Hochbauamt Hauptstätter Str. 66 70178 Stuttgart		
Darstellung	Schichtaufnahme der Kernbohrung KB 1		
Maßstab	Bearbeiter	Datum	Anlage
1:50	FM	10.04.2015	3/1

Archiv

STUTTGART

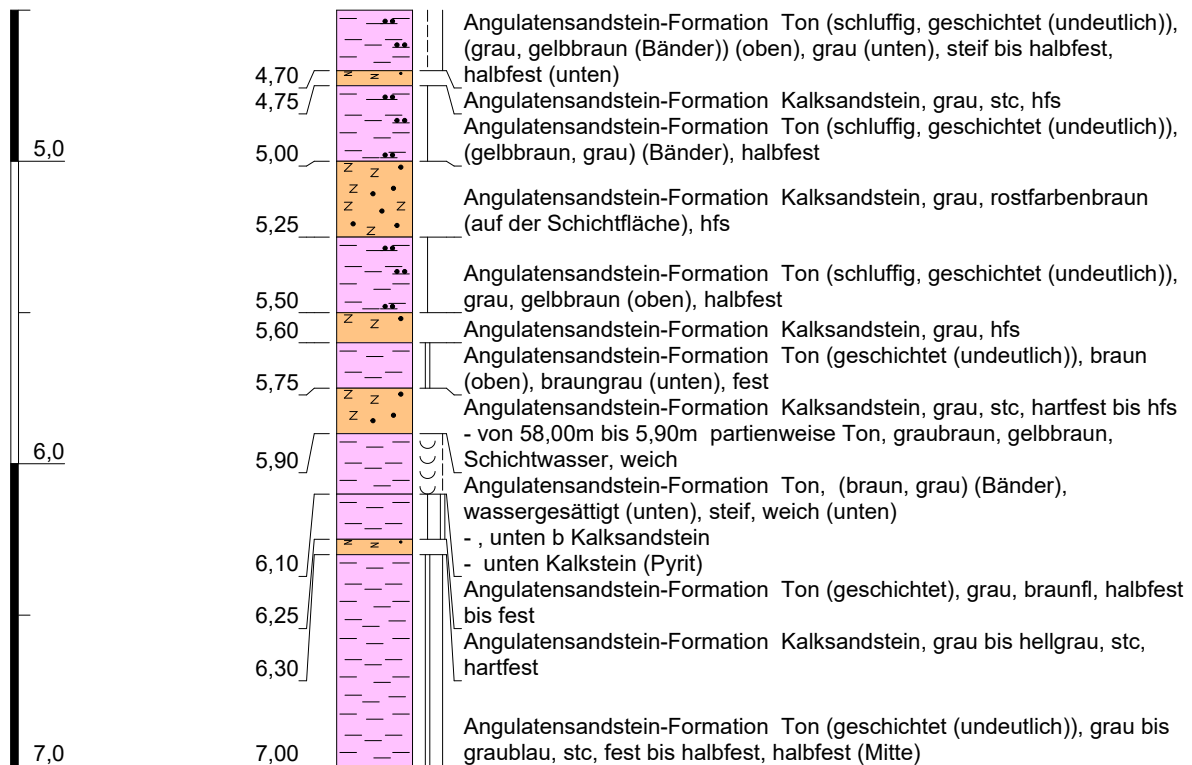
Landesamt für Geologie
Rohstoffe und Bergbau
Baden-Württemberg
Archiv
7221/17338
LGRB



Höhenmaßstab: 1:25

Blatt 1 von 2

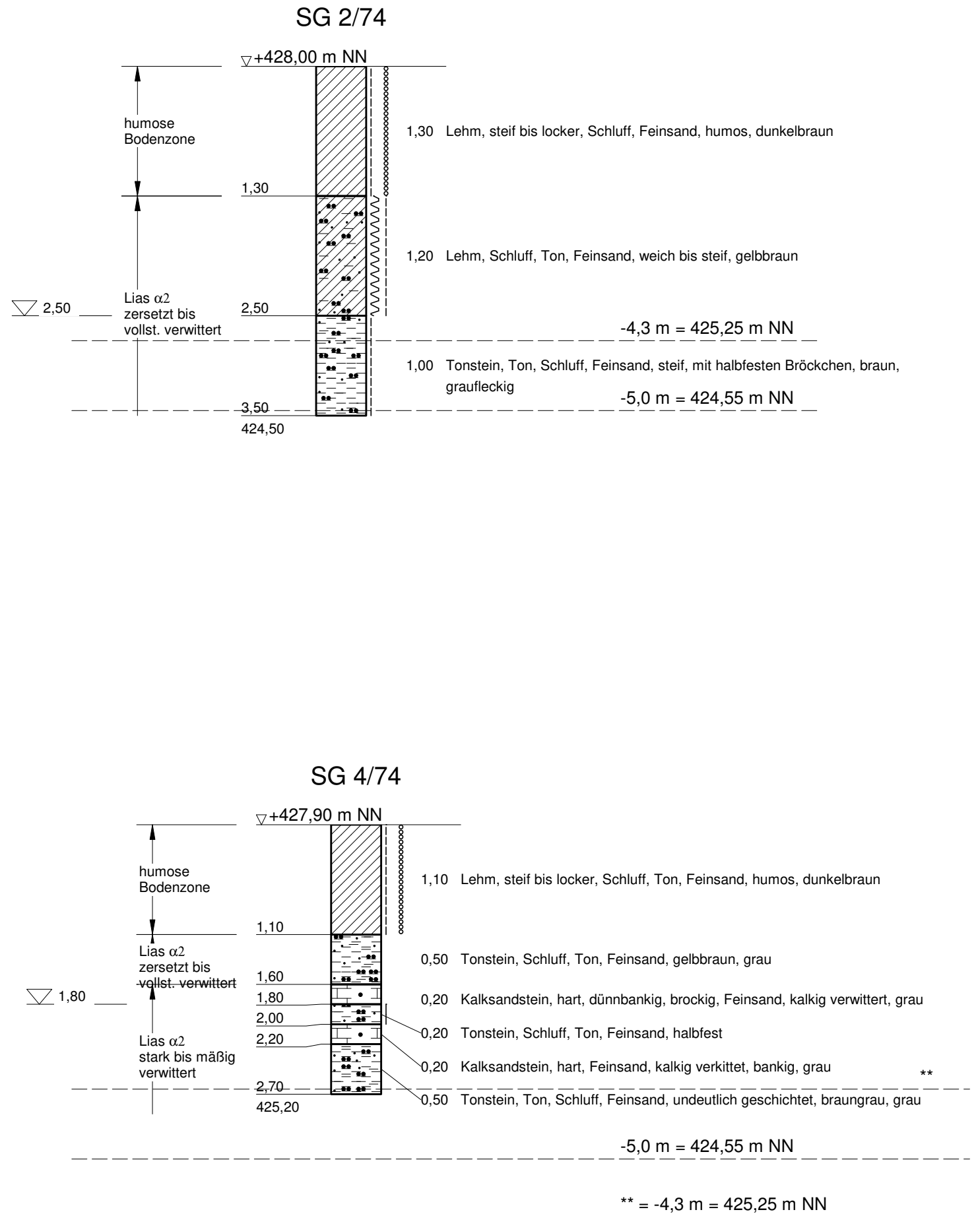
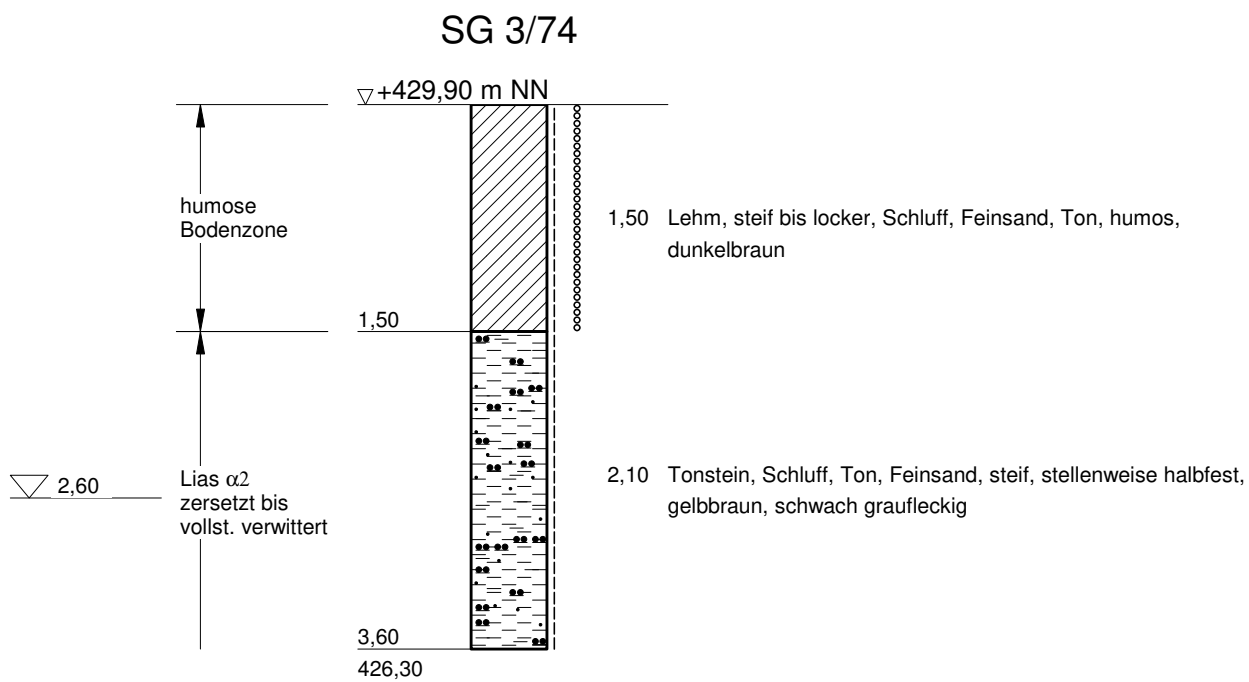
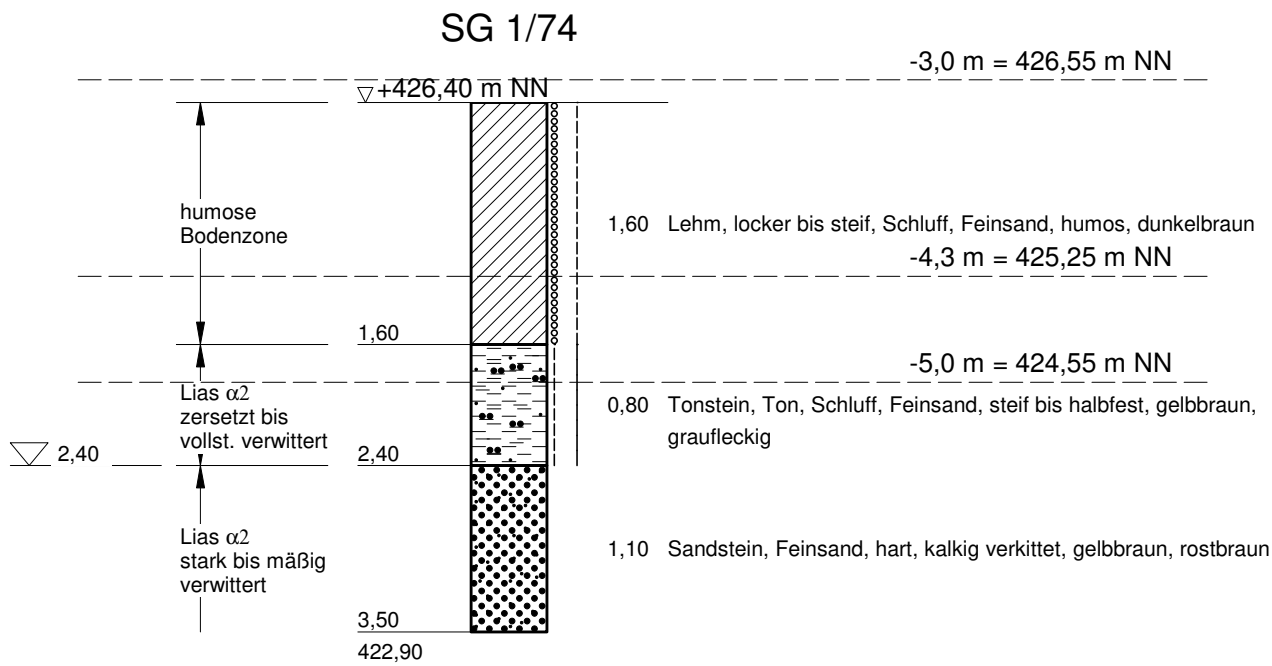
Name: B 8		 Baden-Württemberg REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau	
Aufschlusszweck: Baumaßnahme, Baugrunderkundung			
Aufschlussart:	Bohrung mit Ausbau		Rechtswert: 3516308,70
Bohrdatum:	01.01.1986		Hochwert: 5400032,98
Endtiefe:	7,00 m		Ansatzhöhe: 431,17m
LGRB-Einstufung: Schichtenprofil regionalgeologisch eingeschränkt verwendbar			



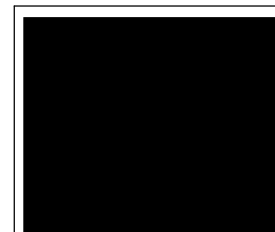
Höhenmaßstab: 1:25

Blatt 2 von 2

Name: B 8		 Baden-Württemberg REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau	
Aufschlusszweck: Baumaßnahme, Baugrunderkundung			
Aufschlussart:	Bohrung mit Ausbau		Rechtswert: 3516308,70
Bohrdatum:	01.01.1986		Hochwert: 5400032,98
Endtiefe:	7,00 m		Ansatzhöhe: 431,17m
LGRB-Einstufung: Schichtenprofil regionalgeologisch eingeschränkt verwendbar			



Darstellung nach den originalen
Schichtenverzeichnissen
Verwitterungsstufen nach Interpretation Veas und Partner

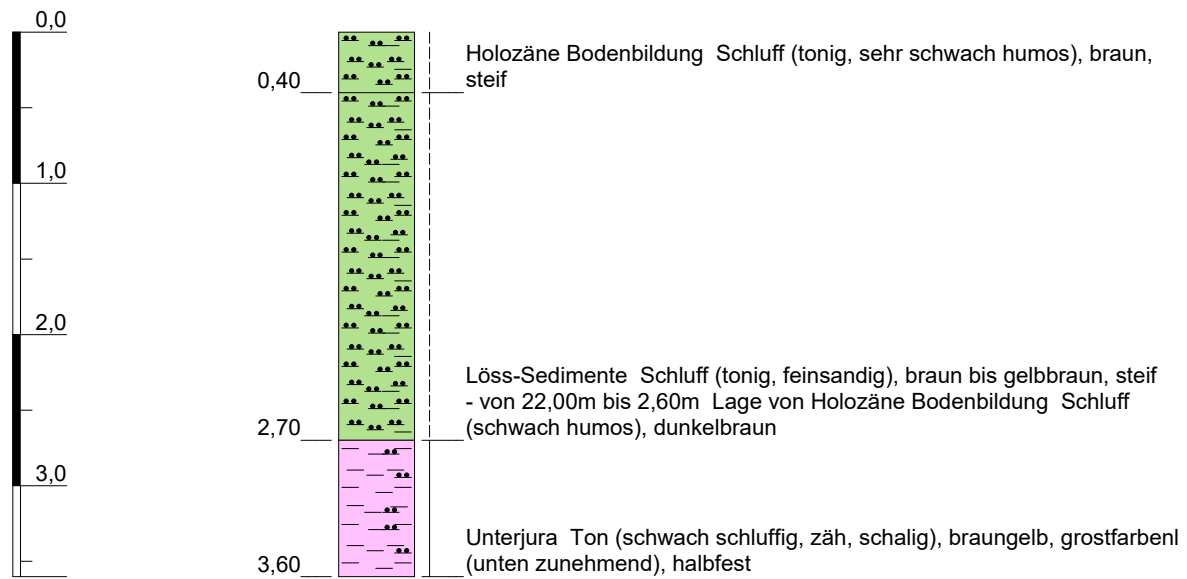


Projekt:
STUTTGART-SILLENBUCH
Erweiterung
Geschwister-Scholl-Gymnasium

Anlage	2.3
Az	22 146
Datum	03.03.2023
Maßstab	1 : 50
Bearbeiter	TP

GOK (431,08 m NN)

LGRB-Nr.: 7221-08627

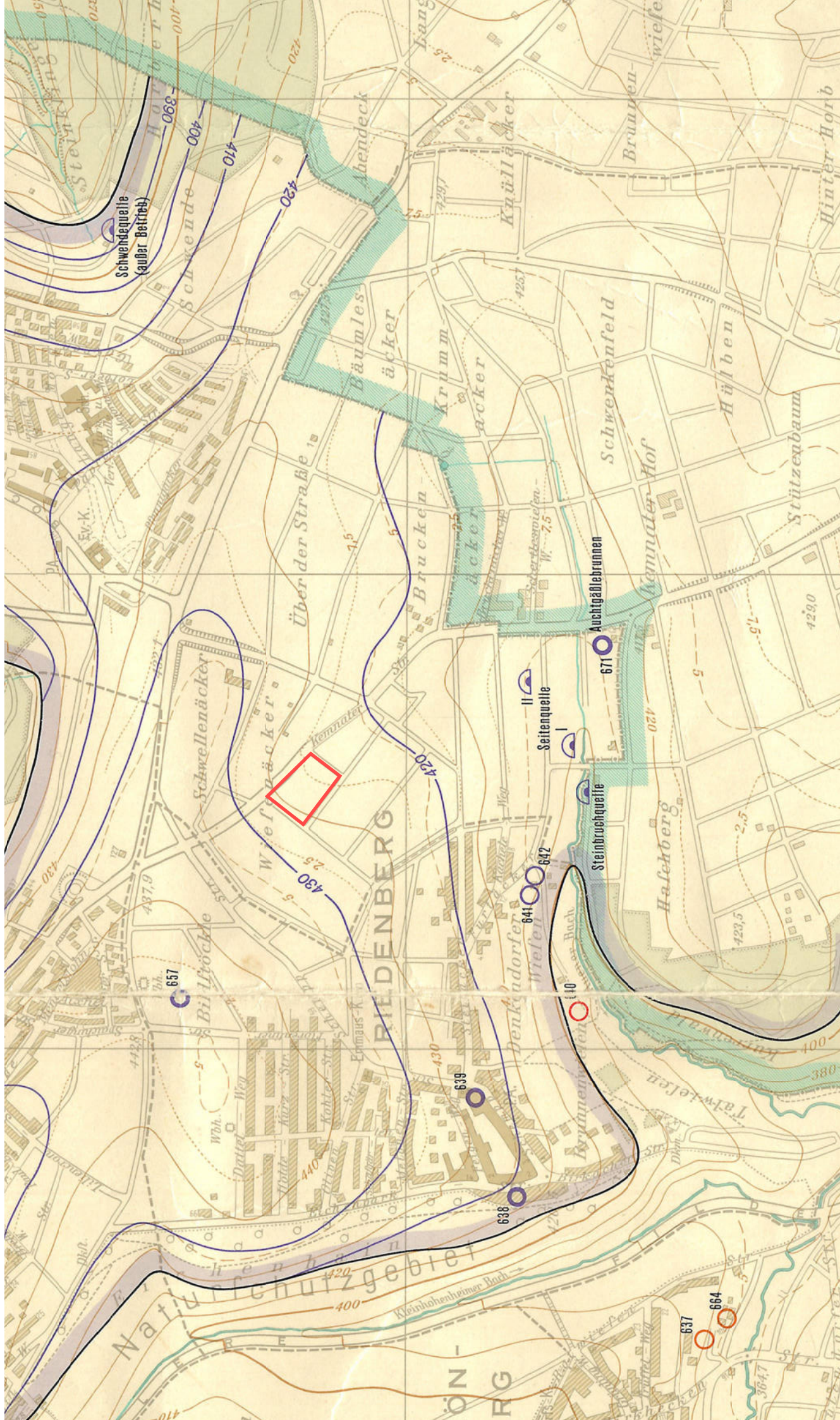


Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Name: S 3		 Baden-Württemberg REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau
Aufschlusszweck: Baumaßnahme, Baugrunderkundung		
Aufschlussart: Bohrung, allgemein	Rechtswert: 3516285,10	
Bohrdatum:	Hochwert: 5400019,90	
Endtiefe: 3,60 m	Ansatzhöhe: 431,08m	
LGRB-Einstufung: Schichtenprofil regionalgeologisch eingeschränkt verwendbar		

Ausschnitt aus der
Hydrogeologischen Karte
von Stuttgart, Stand 1966





Az 22 146

Geotechnischer Bericht vom 03.03.2023

Anlage 3

Stuttgart-Sillenbuch

Erweiterung Geschwister-Scholl-Gymnasium

Richard-Schmid-Straße 25

ZUSAMMENSTELLUNG DER ERMITTELTEN BODENMECHANISCHEN KENNGRÖSSEN

Probenherkunft		Entnahmetiefe t [m]	Probenart: UP = ungestört, g = gestört	Bodenart / geologische Einstufung	Bezeichnung nach DIN EN ISO 14688-1 und DIN EN ISO 14689-1	Korngrößenverteilung siehe Anlage	Anteil der Kornfraktion $\varnothing \leq 0,063$ mm [%]	Natürlicher Wassergehalt w_n [%]	Konsistenzgrenzen		Plastizitätszahl I_p [%]	Konsistenzzahl I_c [-]	Zustandsform	Klassifizierung nach DIN 18196	Kompessionsversuch siehe Anlage
RKS 1/22	1,9	g	Bindige Deckschichten	Ton			15,7								
	2,9	g	Lias α_2 , zersetzt bis vollständig verwittert				18,7								
	3,7	g		Ton, ausgeprägt plastisch			19,5	59,4	20,0	39,4	1,01	hf	TA		
	4,6	g		Sand und Ton			9,4								
RKS 2/22	1,8	g	Lias α_2 , zersetzt bis vollständig verwittert	Ton			25,6								
	3,3	g		Ton, mittelpastisch			14,3	45,2	14,8	30,4	1,02	hf	TM		
RKS 3/22	1,7	g	Bindige Deckschichten	Ton			30,5								
	2,9	g	Lias α_2 , zersetzt bis vollständig verwittert	Ton, ausgeprägt plastisch			20,5	54,9	17,1	37,8	0,91	st	TA		
RKS 4/22	0,8	g	Bindige Deckschichten	Ton			12,9								
	1,5	g	Lias α_2 , zersetzt bis vollständig verwittert	Schluff			10,5								
RKS 5/22	0,7	g	Auffüllung	Schluff, tonig			12,7								
	1,6	g	Bindige Deckschichten	Ton, mittelpastisch			22,0	42,3	15,6	26,7	0,76	st	TM		
	2,7	g		Ton			22,8								
RKS 6/22	1,3	g	Auffüllung	Ton			12,4								
	2,0	g	Lias α_2 , zersetzt bis vollständig verwittert				14,3								

Boden- und Felsklassen nach DIN 18300

Erdarbeiten

Ausgabe September 2012

(ersetzt durch die aktuelle Ausgabe September 2019)

Klasse 1: Oberboden

Oberste Schicht des Bodens, die neben anorganischen Stoffen, z. B. Kies-, Sand-, Schluff- und Tongemischen, auch Humus und Bodenlebewesen enthält.

Klasse 2: Fließende Bodenarten

Bodenarten, die von flüssiger bis breiiger Konsistenz sind und die das Wasser schwer abgeben.

Klasse 3: Leicht lösbare Bodenarten

Sande, Kiese und Sand-Kies-Gemische mit höchstens 15 % Masseanteil an Schluff und Ton mit Korngrößen kleiner 0,063 mm und mit höchstens 30 % Masseanteil an Steinen mit Korngrößen über 63 mm bis 200 mm.

Organische Bodenarten, die nicht von flüssiger bis breiiger Konsistenz sind, und Torfe.

Klasse 4: Mittelschwer lösbare Bodenarten

Gemische von Sand, Kies, Schluff und Ton mit über 15 % Masseanteil der Korngröße kleiner 0,063 mm. Bodenarten von leichter bis mittlerer Plastizität, die je nach Wassergehalt weich bis halbfest sind und höchstens 30 % Masseanteil an Steinen enthalten.

Klasse 5: Schwer lösbare Bodenarten

Bodenarten nach den Klassen 3 und 4, jedoch mit über 30 % Masseanteil an Steinen.

Bodenarten mit höchstens 30 % Masseanteil an Blöcken der Korngröße über 200 mm bis 630 mm.

Ausgeprägt plastische Tone, die je nach Wassergehalt weich bis halbfest sind.

Klasse 6: Leicht lösbarer Fels und vergleichbare Bodenarten

Felsarten, die einen mineralisch gebundenen Zusammenhalt haben, jedoch stark klüftig, brüchig, bröckelig, schiefrig oder verwittert sind, sowie vergleichbare feste oder verfestigte Bodenarten, z. B. durch Austrocknung, Gefrieren, chemische Bindungen.

Bodenarten mit über 30 % Masseanteil an Blöcken.

Klasse 7: Schwer lösbarer Fels

Felsarten, die einen mineralisch gebundenen Zusammenhalt und eine hohe Festigkeit haben und die nur wenig klüftig oder verwittert sind, auch unverwitterter Tonschiefer, Nagelfluhschichten, verfestigte Schlacken und dergleichen.

Haufwerke aus großen Blöcken mit Korngrößen über 630 mm.

Boden- und Felsklassen nach DIN 18301 Bohrarbeiten

Ausgabe September 2012

(ersetzt durch die aktuelle Ausgabe September 2019)

Klasse B: Boden

Klasse BN: Nichtbindige Böden, Hauptbestandteile Sand und Kies, Korngröße bis 63 mm.

Feinkornanteil	Klasse
bis 15 %	BN 1
über 15 %	BN 2

Klasse BB: Bindige Böden, Hauptbestandteile Schluff, Ton oder Sand, Kies mit starkem Einfluss der bindigen Anteile.

Undränirte Scherfestigkeit c_u kN/m ²	Konsistenz	Klasse
bis 20	flüssig bis breiig	BB 1
über 20 bis 200	weich bis steif	BB 2
über 200 bis 600	halbfest	BB 3
über 600	fest bis sehr fest	BB 4

Klasse BO: Organische Böden, Hauptbestandteile Torf, Mudde und Humus.

Hauptbestandteile	Klasse
Mudde, Humus und zersetzte Torfe	BO 1
unzersetzte Torfe	BO 2

Zusatzklasse BS: Steine und Blöcke
Kommen in Lockergesteinen Steine und Blöcke vor, so ist die Zusatzklasse BS ergänzend zu den Klassen BN, BB und BO anzugeben.

Korngröße	Volumenanteil Steine und Blöcke	
	bis 30 %	über 30 %
über 63 mm bis 200 mm (Steine)	BS 1	BS 2
über 200 mm bis 630 mm (Blöcke)	BS 3	BS 4

Blöcke größer als 630 mm sind hinsichtlich ihrer Größe gesondert anzugeben.

Klasse F: Fels

Klasse FV

Verwitterungsgrad	Trennflächenabstand		
	bis 10 cm	über 10 cm bis 30 cm	über 30 cm
zersetzt	in Klasse BB oder BN einzustufen		
entfestigt	FV 1		
angewittert	FV 2		FV 3
unverwittert	FV 4	FV 5	FV 6

Verwitterungsgrad und Trennflächenabstand sind gemäß FGSV 543 anzugeben.

Zusatzklassen FD: Einaxiale Festigkeit
Für die Felsklassen FV 2 bis FV 6 sind die Zusatzklassen FD ergänzend anzugeben.

Einaxiale Festigkeit N/mm ²	Klasse
bis 20	FD 1
über 20 bis 80	FD 2
über 80 bis 200	FD 3
über 200 bis 300	FD 4
über 300	FD 5