



Erd- und Grundbau
Ingenieurgeologie
Hydrogeologie
Altlastenerkundung

Robert-Bosch-Str. 59
73431 Aalen
fon: 0 73 61 / 94 06 0
fax: 0 73 61 / 94 06 10
info@geotechnik-aalen.de
www.geotechnik-aalen.de

BAUGRUND- UND GRÜNDUNGSGUTACHTEN

Wohnbebauung zwischen Königsbergstraße und Herderstraße, Schwabach

Auftraggeber: Beil Baugesellschaft mbH
Chemnitzer Straße 21
91564 Neuendettelsau

Datum: 27. Juni 2022

Az.: 22 0294 be01 hö/he

Verteiler: Beil Baugesellschaft mbH

3-fach + pdf



INHALT

1	VORGANG	4
2	LAGE UND GEOLOGISCHE SITUATION	4
3	DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN	5
4	UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE	5
4.1	Schichtaufbau des Untergrundes	5
4.2	Grundwasserverhältnisse	7
4.3	Bodenmechanische Laboruntersuchungen	7
4.4	Chemische Laboruntersuchungen	8
4.5	Beurteilung möglicher Radonbelastungen	9
4.6	Erdbebenzone	10
4.7	Homogenbereiche nach DIN 18300	10
4.8	Erdstatische Kennwerte	11
5	FOLGERUNG FÜR DIE BAUMASSNAHME	12
5.1	Bauvorhaben	12
5.2	Gründung der Kettenhäuser	12
5.2.1	Wohnhäuser	12
5.2.2	Garagen	13
5.3	Gründung des Mehrfamilienhauses	14
5.4	Gebäudegründungen im Bereich des bestehenden Kanals	15
5.5	Verkehrsflächen und Tiefgarage	16
5.6	Erdarbeiten und Wiederverwendung von Aushubmaterial	17
5.7	Baugrubengestaltung	19
5.8	Schutz des Bauwerks gegen Durchfeuchtung	19
6	VERSICKERUNG VON OBERFLÄCHENWASSER	20
7	SCHLUSSBEMERKUNGEN	21



ANLAGEN

Anlage 1

Pläne

Anlage 1.1

Übersichtslageplan

Anlage 1.2

Lageplan mit Untersuchungspunkten, M 1:500

Anlage 2

Ergebnisse der örtlichen Erkundung

Anlage 2.1 - 2.9

Profile der Bohr- und Rammsondierungen

Anlage 3

Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen

Anlage 3.1

Natürliche Wassergehalte nach DIN EN ISO 17892-1

Anlage 3.2

Korngrößenverteilungen nach DIN EN ISO 17892-4

Anlage 4

Schnittdarstellungen

Anlage 4.1

Geologischer Schnitt West 1, M 1:150/100

Anlage 4.2

Geologischer Schnitt Ost, M 1:100

Anlage 5

Erdstatische Berechnungen

Anlage 5.1

Grundbruch- und Setzung für Streifenfundamente

Anlage 5.2

Grundbruch- und Setzung für quadratische Einzelfundamente

Anlage 6

Umwelttechnische Analysen Prüfberichte Nr. 442/10085 und 442/10086

1 VORGANG

Die Beil Baugesellschaft mbH plant am südöstlichen Ortsrand von Schwabach auf dem Grundstück mit der Flurnummer 1401 den Neubau von 5 Kettenhäusern und einem Mehrfamilienhaus mit Tiefgarage. Die Lage der Maßnahme kann dem Übersichtslageplan auf der Anlage 1.1 entnommen werden.

Im Zuge der Planung wurde die Geotechnik Aalen von der Beil Baugesellschaft mbH mit der Untersuchung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse sowie der Beurteilung der Gründung der Bauwerke beauftragt. Grundlage des Auftrags war unser Honorarangebot 22 0294an01 vom 30.03.2022.

Zur Bearbeitung des Gutachtens wurden uns durch die Beil Baugesellschaft mbH folgende Unterlagen zur Verfügung gestellt:

- [1] Lageplan Bebauungsvorschlag MFH V2, M 1:500 vom 15.03.2022
- [2] Schnitte V2, M 1:500 vom 11.03.2022
- [3] Luftbild, M 1:1000 vom 03.05.2019
- [4] Spartenpläne (Gas, Wasser, Strom, Entwässerung), M 1:500

Darüber hinaus wurden von uns im Vorfeld der Außenarbeiten zusätzlich weitere Leitungspläne (Vodafone, Telekom) eingeholt.

2 LAGE UND GEOLOGISCHE SITUATION

Das Baugrundstück befindet sich zwischen der Herderstraße und der Königsbergstraße. Es handelt sich um ein rund 4000 m² großes Hanggrundstück, das derzeit landwirtschaftlich genutzt wird. Das Gelände fällt um ca. 3 m in nördliche Richtung ab. An den Erkundungsstellen wurden max. Höhendifferenzen von 2,2 m gemessen (427,6 bis 429,8 mNN).

Nach der geologischen Karte von Bayern M 1:25.000 Blatt 6632 Schwabach stehen im Untergrund quartäre Terrassensande an, die von den Schichten des Mittleren Keupers (Blasensandstein) unterlagert werden. Diese liegen oberflächennah noch aufgelockert, in einem Verwitterungshorizont vor und gehen zur Tiefe in mürbe bis kompakte Sandsteine über.

3 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN

Zur Beurteilung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse wurden am 31.05.2022 insgesamt 6 Bohrsondierungen im Rammkernbohrverfahren (BS 1 bis BS 6) mit Tiefen von 1,0 bis 6,0 m unter GOK unter GOK ausgeführt. Die geplante Bohrtiefe von 6 m wurde aufgrund der schweren Rammbarkeit des Untergrunds nur mit BS 4 erreicht.

Zur Ermittlung der Tragfähigkeit des Untergrundes wurden zusätzlich 5 schwere Rammsondierungen (DPH 1 bis DPH 5) abgeteuft. Diese mussten abhängig von der Lagerungsdichte des Untergrunds in Tiefen zwischen 0,9 und 6,5 m abgebrochen werden.

Die Untersuchungspunkte wurden mittels GPS nach Lage und Höhe eingemessen und können dem Lageplan in Anlage 1.2 entnommen werden.

Der angetroffene Schichtenaufbau wurde ingenieurgeologisch und bodenmechanisch aufgenommen und schichtenweise beprobt. Eine grafische Darstellung der Bohr- und Rammprofile enthält die Anlage 2. Eine Beschreibung der Untergrundverhältnisse findet sich im Kapitel 4.1.

An charakteristischen Bodenproben wurden in unserem bodenmechanischen Labor die natürlichen Wassergehalte und die Korngrößenverteilungen bestimmt. Die Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche sind in der Anlage 3 zusammengestellt und im Kapitel 4.3 beschrieben.

Des Weiteren wurden Mischproben der anstehenden Böden zur chemischen Analyse an ein externes chemisches Labor übergeben. Die Analyseberichte sind mit der Anlage 6 beigelegt und im Kapitel 4.4 beschrieben und bewertet.

4 UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

4.1 Schichtaufbau des Untergrundes

Mit den Untersuchungen wurde eine Wechsellagerung aus unterschiedlich gefärbten, schwach schluffig bis schluffig ausgebildeten Fein- bis Grobsanden mit teils bindigen Zwischenlagen aufgeschlossen. Die inhomogene Abfolge dieser Schichten ist möglicherweise auf fluviatile Umlagerungen (Abschwemmungen) der hier in Hanglage anstehenden Böden zurückzuführen.

Eine Abgrenzung der in der Regel sehr schlämmkornarmen Terrassensande von den unterlagernden Verwitterungsschichten konnte nicht eindeutig vorgenommen werden, sodass die anstehenden Böden im Folgenden als Verwitterungsschichten des Mittleren Keupers zusammengefasst werden.

Oberboden

Bei dem Baugrundstück handelt es sich um bewirtschaftetes Ackerland. Die Dicke des Oberbodens wurde an den Untersuchungsstellen mit 20 bis 35 cm festgestellt.

Auffüllungen

Am nordöstlichen Rand des Baugrundstücks wurden in BS 6 in 4 m Tiefe Betonreste festgestellt, sodass davon ausgegangen werden muss, dass der Untergrund hier bis in mind. diese Tiefe aufgefüllt wurde. Bei den Auffüllungen handelt es sich vermutlich um die Grabenverfüllung des am nördlichen Grundstücksrand verlaufenden Kanals, der nach dem vorliegenden Kanalplan [4] in einer Tiefe von ca. 8 m unter GOK (319,1 mNN) verlegt wurde. Nach der Feldansprache ist davon auszugehen, dass der Bodenaushub für den Kanal als Verfüllmaterial wiederverwendet wurde, sodass die Auffüllungen (bindige Deckschichten und Sande) im Folgenden mit den natürlich anstehenden Böden zusammengefasst werden.

Deckschichten / bindige Auffüllungen

Bereichsweise wurden unterhalb des Mutterbodens bindige Deckschichten in Form von sandigen bis stark sandigen Ton-/Schluff-Gemischen mit durchweg halbfesten Konsistenzen erkundet. In BS 2 und BS 3 reichen diese Böden bis 0,6 m unter GOK. In BS 6 wurden bindige Auffüllungen bis 1,4 m unter GOK aufgeschlossen.

Verwitterungsschichten (Blasensandstein)

Unterhalb des Mutterbodens bzw. unterhalb der Deckschichten folgen zur Tiefe die Verwitterungsschichten des Mittleren Keupers (Blasensandstein). Es handelt sich bei diesen Schichten um eine unregelmäßige Wechselfolge von meist schwach schluffigen bis schluffigen Fein- bis Grobsanden, die teils schwach kiesige Beimengungen oder sandsteinartige Verfestigungen enthalten. Untergeordnet sind den Sanden geringmächtige bindige Lagen oder kleine Lehm-linsen zwischengeschaltet. Die überwiegend sandigen Böden weisen unterschiedliche Färbungen von hell- bis dunkelbraun, hellbeige, teils gefleckt oder rötlichbraun auf.

Anhand der Rammogramme von DPH 1 bis DPH 3 sind die Verwitterungsschichten im oberen Teilbereich mit Schlagzahlen von $N_{10} = 4 - 8$ meist mitteldicht gelagert. Ab ca. 0,4 bis 1,0 m Tiefe ist bei diesen Rammsondierungen mit Schlagzahlen von $N_{10} = 8$ bis > 10 von einer dichten Lagerung der Sande auszugehen. Ab Tiefen zwischen 0,6 (DPH 3) und rund 2,0 m (DPH 1 und 2) zeigen die Schlagzahlen bei diesen Rammsondierungen mit $N_{10} > 20 - 80$ eine sehr dichten Lagerung bzw. Verfestigungen im Übergang zu den Blasensandsteinen an.



Im Bereich der Rammsondierung DPH 4 liegt offensichtlich eine Schwächezone vor. Anhand der Schlagzahlen des Rammdiagramms sind die Sande hier zunächst nur locker bis mitteldicht und erst ab einer Tiefe von ca. 2 m mitteldicht bis dicht gelagert. Eine sehr dichte Lagerung der Sande bzw. der Übergang zu den Blasensandsteinen ist hier erst ab > 6 m Tiefe zu erwarten.

4.2 Grundwasserverhältnisse

Hinweise auf Grund- oder Schichtenwasser wurden im Zuge der Feldarbeiten bis zur Endteufe der Erkundungen nicht festgestellt. Die sandigen Böden weisen abhängig von ihrem Schlämmkorngehalt unterschiedlich hohe Wasserdurchlässigkeiten auf. Aufgrund ihrer mitteldichten bis dichten Lagerung sind die Verwitterungsschichten jedoch insgesamt als nur gering durchlässig einzuschätzen. Dicht bis sehr dicht oder verfestigte Lagen wirken grundwasserstauend.

Ein durchgehender Grundwasserleiter ist voraussichtlich erst in tieferen Lagen, im Kluftsystem der Blasensandsteine zu erwarten. Detaillierte Aussagen zum Grundwasser oder möglicher Grundwasserhochstände sind nur über langjährige Pegelmessungen aus der näheren Umgebung möglich. Diese liegen uns jedoch nicht vor.

Schichten- bzw. Sickerwässer, die sich witterungsbedingt und insbesondere nach längeren Regenperioden ausbilden, können jedoch auch oberflächennah in allen Lagen nicht ausgeschlossen werden.

4.3 Bodenmechanische Laboruntersuchungen

Natürliche Wassergehalte nach DIN EN ISO 17892-1

Aus den Bohrungen wurden gestörte Bodenproben entnommen und die natürlichen Wassergehalte an 2 Probe der bindigen Böden (Deckschichten und bindige Zwischenlagen) und 4 Proben der sandigen Verwitterungsschichten bestimmt. Die Ergebnisse der Wassergehaltsbestimmungen sind auf der Anlage 3.1 zusammengestellt.

In den Deckschichten bei BS 2 wurde, entsprechend der halbfesten Konsistenz, ein geringer natürlicher Wassergehalt von 13,5 % gemessen. Die bindige Zwischenlage in BS 4 hat mit einem Wassergehalt von 17,6 % eine steife Konsistenz.

In den schlämmkornarmen Sanden wurden Wassergehalte von 6,5 und 9,7 % bestimmt. In den schlämmkornreicheren Lagen liegen höhere Wassergehalte von 13,1 % vor.

Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4

An 3 Proben der sandigen Verwitterungsschichten wurden die Kornverteilungen ermittelt. Die Körnungslinien sind mit der Anlage 3.2 beigefügt. In der folgenden Tabelle sind die wesentlichen Versuchsergebnisse zusammengefasst.

Probe	Feinkornanteil < 0,063 mm [M.-%]	Sandfraktion 0,063 – 2 mm [M.-%]	Kiesfraktion 2 – 63 mm [M.-%]	Bodengruppe nach DIN 18196
BS 3/2	17,7	81,9	0,4	SU*
BS 4/2	3,7	91,5	4,8	SE
BS 6/6	32,3	62,3	5,3	SU*

[Tab. 1: Ergebnis der Korngrößenverteilungen]

4.4 Chemische Laboruntersuchungen

Zur ersten orientierenden, umwelttechnischen Voruntersuchung der anstehenden Böden wurde 1 Probe der bindigen und sandigen Auffüllungen aus BS 6 (MP 01) und eine Probe aus den natürlich anstehenden, sandigen Verwitterungsschichten (MP 02) zusammengestellt und hinsichtlich ihrer Wiederverwertbarkeit nach der LAGA-Richtlinie Bayern untersucht. Da es sich bei den untersuchten Böden um Sande und Schluff-Ton-Gemische mit einer Kornfraktion < 2 mm handelt, ist auch eine Auswertung der Analyseergebnisse hinsichtlich einer Entsorgung nach Eckpunktepapier Bayern (Verfüll-Leitfaden) möglich.

Die Analysen wurden durch das akkreditierte Labor BVU GmbH, Markt Rettenbach durchgeführt. Die Originalergebnisse dieser Untersuchungen können den Prüfberichten in Anlage 6 entnommen werden.

Ergebnis der Untersuchungen

Die mit MP 01 untersuchten Auffüllungen und mit MP 02 untersuchten, sandigen Verwitterungsschichten weisen keine Überschreitungen der Z0-Zuordnungswerte auf, sodass die Proben als Z0-Material nach der LAGA-Richtlinie eingestuft werden können.

Bei einer vergleichenden Bewertung nach Eckpunktepapier Bayern (Verfüll-Leitfaden) unterschreiten sämtliche Analyseparameter die Z0-Zuordnungswerte in der Kategorie „Sand“, sodass die Proben auch nach Eckpunktepapier als Z0-Material eingestuft werden können.

In nachfolgender Tabelle werden die Probenzusammenstellung und Ergebnisse zusammengefasst.

Schicht	Bezeichnung (Einzelproben)	Analysenbericht Nr.	Maßgebender Parameter	Verwertung [LAGA / EPP]
Auffüllungen BS 6	MP 01 (6/1, 6/2, 6/3, 6/4)	442/10085	-	Z0
Verwitterungssande	MP 02 (1/1, 3/3, 4/1)	442/10086	-	Z0

[Tab. 2: Ergebnis der chemischen Analysen]

Zur Bestimmung der Verwertung bzw. Entsorgung sind beim Aushub entsprechende Haufwerke zu bilden und gemäß LAGA bzw. EPP (Verfüll-Leitfaden Bayern) zu untersuchen. Beim Aushub anfallendes, auffälliges Material (z.B. Auffüllungen mit Fremdmaterial, organische Böden) sollte generell auf der Baustelle oder einer anderen geeigneten Fläche zwischengelagert und getrennt abfallcharakterisierend untersucht werden.

4.5 Beurteilung möglicher Radonbelastungen

Radon entsteht durch den radioaktiven Zerfall von Uran und Radium. Die Radonkonzentration in der Bodenluft hängt damit vom Vorkommen dieser Elemente im Boden ab und ist regional unterschiedlich. Das gasförmige Radon kann aus dem Boden durch z.B. Risse und Fugen in Gebäude eintreten. Durch den Zerfall des Radons kommt es zur Freisetzung radioaktiver Strahlung. Wie stark sich Radon in Innenräumen ansammelt, hängt neben dem natürlichen Vorkommen im Untergrund u.a. auch von der Gebäudeabdichtung und -nutzung (Luftaustausch, Sogwirkung) ab und kann deshalb nur im Einzelfall bewertet werden.

Grundsätzlich hat das bayrische Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV) Radonvorsorgegebiete ausgewiesen, in denen zusätzliche bauliche Anforderungen bei der Errichtung neuer Gebäude gelten können. Das untersuchte Baufeld liegt außerhalb der festgelegten Radonvorsorgegebiete.

Grundsätzlich ist außerhalb der Vorsorgegebiete nach derzeitiger Fachmeinung zu erwarten, dass zum Feuchteschutz herzustellende Abdichtungen ausreichen (s. Kap. 5.5), um einen übermäßigen Zutritt von Radon in Gebäude zu verhindern. Zudem können Abdichtungen von Leitungsdurchführungen durch die Bodenplatte den Eintritt von Radongas verringern.

4.6 Erdbebenzone

Nach DIN EN 1998:2010-12 (EC 8, Abs. 3.2.1) „müssen die nationalen Territorien von den nationalen Behörden je nach örtlicher seismischer Gefährdung in Erdbebenzonen unterteilt werden“. Gem. DIN EN 1998-1/NA:2011-01 (Nationaler Anhang zum EC 8) gelten diesbezüglich die im Bild NA.1 dargestellten Erdbebenzonen.

Eine ortsgenaue Zuordnung der Erdbebenzone kann zudem beim Helmholtz-Zentrum (Deutsches GeoForschungszentrum Potsdam) abgefragt werden. Diese Angabe bezieht sich jeweils auf die Ortsmitte, was den Angaben im EC 8 („Definitionsgemäß wird die Gefährdung innerhalb jeder Zone als konstant angenommen.“) entspricht.

Schwabach (PLZ 91126) gehört zu keiner Erdbebenzone.

4.7 Homogenbereiche nach DIN 18300

Im vorliegenden Fall werden auf Grundlage der durchgeführten Untersuchungen 3 Homogenbereiche für Lockerböden mit möglichen Streuungs- und Schwankungsbreiten für die Geotechnische Kategorie GK 1 definiert.

Parameter	Homogenbereich	
	H I	H II
Bodenschicht	Deckschichten + bindige Auffüllungen (BS 6)	Verwitterungsschichten (Sand) + sandige Auffüllungen (BS 6)
Korngrößenverteilung	n.b.	s. Anl. 3.3
Massenanteil Steine, Blöcke, große Blöcke [%]	0 – 5	0 - 10
Undränierete Scherfestigkeit [kN/m ²]	50 - 250	n.b.
Plastizität	leicht - ausgeprägt	n.b.
Konsistenz	weich - halbfest	n.b.
Lagerungsdichte I_D	n.b.	locker bis sehr dicht
Organischer Anteil als Glühverlust [%]	0 – 3	0 - 3
Bodengruppen nach DIN 18196	TL, TM, TA	SE, SU, SU*, (TM, TA)

[Tab. 3: Homogenbereiche Lockergestein]
n.b. nicht bestimmt oder bestimmbar

Parameter	Homogenbereich
	H III ¹⁾
Ortsübliche Bezeichnung	Blasensandstein, Mittelkeuper
Benennung	genetische Einheit: Sedimentgestein geologische Textur: geschichtet, Korngröße: 0,032m – 2 mm Mineralische Zusammensetzung: Quarz, Dolomit, Calcit, Tonminerale Poren und Hohlraumanteil: keine ausgeprägten Hohlräume
Dichte	2,0 – 2,5 g/cm ³
Verwitterung, Veränderung und Veränderlichkeit	frisch bis angewittert wenig bis veränderlich
Einaxiale Druckfestigkeit des Gesteins	20 – 80 MN/m ²
Trennflächenabstand nach	dünn- bis dickbankig, 10 – 60 cm
Trennflächenrichtung, Gesteinskörperform	Trennflächenrichtung: annähernd horizontal Gesteinskörperform: prismatisch mit bindige Zwischenletten

[Tab. 4: Homogenbereich Festgestein] ¹⁾ nicht aufgeschlossen, Erfahrungswerte

4.8 Erdstatische Kennwerte

Den bautechnisch relevanten Schichten können unter Berücksichtigung der DIN 1055 sowie nach der Erfahrung die nachfolgenden, charakteristischen erdstatischen Kennwerte zugewiesen werden:

Schichtbereich	Wichte [kN/m ³]		Reibungs- winkel [°]	Kohäsion [kN/m ²]	Steifemodul [MN/m ²]
	γ	γ'	φ'_k	c'_k	$E_{s,k}$
<u>Deckschichten + bindige Auffüllungen</u>					
bindig, halbfest	19	9	22,5	2 - 6	3 - 6
<u>Verwitterungsschichten</u>					
bindige Zwischenlagen steif - halbfest	19	9	25	10 - 12	10
Sand, mitteldicht bis dicht	20	11	32,5	0 - 10	40 - 60
Blasensandstein*	21	11	35	10	80 > 100

[Tab. 5: charakteristische erdstatische Kennwerte] * nicht aufgeschlossen, Erfahrungswerte

5 FOLGERUNG FÜR DIE BAUMASSNAHME

5.1 Bauvorhaben

Nach den vorliegenden Unterlagen und Angaben des Planers ist im westlichen Grundstücksabschnitt der Neubau von 5 unterkellerten, 2-geschossigen Kettenhäusern geplant, die durch nicht unterkellerte Garagengebäude verbunden sind. Die Häuser und zwischengeschalteten Garagen werden auf Grundflächen von ca. 14 x 7 m und ca. 6 x 5 m errichtet. Weitere Detailpläne liegen uns hierzu nicht vor.

Auf dem östlichen Grundstücksabschnitt soll ein 4-geschossiges Mehrfamilienhaus mit Tiefgarage auf einer Fläche von ca. 40 x 22 m errichtet werden. Nach den vorliegenden Geländeschnitten [2] bindet die Tiefgarage auf der Südseite komplett und auf der Nordseite nur teilweise in den Hang ein. Detailpläne mit Angaben über die geplanten Gründungssohlen sowie die zu erwartenden Lasten liegen uns derzeit nicht vor.

Wir weisen darauf hin, dass parallel zum Nordrand des gesamten Grundstücks ein tiefliegender Entwässerungskanal (DN 1500) verläuft, der hinsichtlich der geplanten Gebäudegründungen berücksichtigt werden muss und voraussichtlich besondere Maßnahmen erfordert (s. Kap. 5.4).

In den geologischen Profilen in Anlage 4 ist die angenommene Tiefenlage der Gebäude im Baugrund dargestellt. Dabei wurden die Gründungssohlen der unterkellerten Kettenhäuser mit 2,5 m und die Gründungssohle (Tiefgarage) mit ca. 3,0 m unter GOK abgeschätzt. Die Schichtverläufe sind in den Profilen schematisch veranschaulicht. Bei den eingezeichneten Schichtgrenzen handelt es sich um eine Interpretation/Extrapolation anhand der punktwise ermittelten Erkundungsergebnisse.

5.2 Gründung der Kettenhäuser

5.2.1 Wohnhäuser

Mit einer angenommenen Gründungssohle der unterkellerten Wohngebäude in einer Tiefe von ca. 2,5 m unter GOK ist davon auszugehen, dass die Gebäude bereits in die mind. mitteldicht gelagerten Sande der Verwitterungsschichten einbinden. Für die Gebäude kann in diesem Fall eine Gründung über Streifenfundamente oder eine Flächengründung auf einer lastverteilenden Bodenplatte in Kombination mit einem geringmächtigen Bodenaustausch vorgesehen werden.

Für eine Gründung der Fundamente in den mind. mitteldicht gelagerten Sanden wurden mit dem Programm GGU-Footing (Version 9.06/28.01.2021) Berechnungen durchgeführt. Für die Bemess-



sung von Streifenfundamenten mit einer Breite von b bzw. b' zwischen 0,5 m und 1,0 m und lotrecht mittiger Belastung kann ein Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ (EC7) von 450 kN/m² angesetzt werden (s. Anl. 5.1). Bei Ausnutzung des genannten Werts ist mit Setzungen von ca. 0,5 bis 1,5 cm zu rechnen. Sofern in Höhe der Gründungssohlen bindige Zwischenlagen freigelegt werden, sind diese durch einen Bodenaustausch zu ersetzen.

Bei einer Plattengründung der unterkellerten Wohngebäude sollte zur Vergleichmäßigung der Auflagerung und für die zur Abdichtung erforderlichen Schichten (s. Kap. 5.8) unterhalb der Bodenplatte ein Bodenaustausch von mind. 30 cm vorgesehen werden. Werden bindige Zwischenlagen in Höhe der Gründungssohlen freigelegt, sind diese durch einen Bodenaustausch zu ersetzen.

Die Festlegung des Bettungsmoduls für die Bodenplatte erfolgt durch Setzungsberechnungen auf Grundlage der unter der Gründungsplatte vorliegenden Sohlspannungen. Da für die unterkellerten Wohnhäuser keine Lastangaben vorliegen, wird für eine erste Abschätzung eine durchschnittliche charakteristische Flächenlast von rund 60 kN/m² angenommen. Rechnerisch ergeben sich in diesem Fall Setzungen von ca. 0,5 cm. Für die Vorbemessung der Sohlplatte kann unter den genannten Bedingungen ein Bettungsmodul von $k_s = 10 \text{ MN/m}^3$ angesetzt werden. Dieser kann in einem Randstreifen um die Platte umlaufend auf 16 MN/m³ erhöht werden.

5.2.2 Garagen

Zwischen den Wohngebäuden werden nicht unterkellerte Garagen angeordnet, die direkt an die unterkellerten Wohngebäude angrenzen. Die Garagen können analog der unterkellerten Wohnhäuser unter Ansatz der o.g. Bemessungswerte als Flachgründungen auf Streifenfundamenten oder auf einer Bodenplatte in Kombination mit einem ca. 30 cm mächtigen Bodenaustausch gegründet werden. Die Frostsicherheit ist in jedem Fall durch eine umlaufende Frostschräge mit einer Mindesteinbindetiefe von 1,0 m zu gewährleisten.

Bei den genannten Flachgründungen muss der Lasteinfluss zu den unterkellerten Gebäudeteilen berücksichtigt werden. Andernfalls muss eine Tieferführung der Fundamente bis auf die Gründungsebene der unterkellerten Wohngebäude vorgenommen werden.

5.3 Gründung des Mehrfamilienhauses

Angaben über die genauen Abmessungen der Tiefgarage sowie die geplante Fußbodenhöhe liegen uns noch nicht vor. Davon ausgehend, dass die Tiefgarage im nördlichen Grundstücksabschnitt bei einer Geländehöhe von ca. 328,5 mNN vollständig in den Hang einbindet [2], gehen wir im Folgenden von einer Gründungssohle von ca. 3 m unter GOK, bei 325,5 mNN aus. Auf der Nordseite ist in diesem Fall mit einer Einbindung der Tiefgarage von rund 2 m zu rechnen. Die nachfolgenden Aussagen beziehen sich auf dieses Höhenniveau und sind ggf. entsprechend der tatsächlichen Planung zu überarbeiten.

Nach den Erkundungen liegt die Gründungssohle bereits in den mind. mitteldicht gelagerten Verwitterungsschichten oder bereits im Übergangsbereich zu den mürben Blasensandsteinen. Nach einer intensiven Nachverdichtung der Gründungssohle kann in den Verwitterungssanden eine Gründung der Fundamente mit Ausnahme einer Sauberkeitsschicht ohne weitere Maßnahmen erfolgen. Bodenaustauschmaßnahmen von ca. 30 cm werden nur erforderlich, sofern in Höhe der Gründungssohle noch schlämmkornreiche Sande angetroffen werden. Etwaige bindige Zwischenlagen sollten komplett ausgetauscht werden.

Für eine Gründung über Einzel- und Streifenfundamenten in den sandigen Verwitterungsschichten wurden mit dem Programm GGU-Footing (Version 9.06/28.01.2021) Berechnungen durchgeführt. Für die Bemessung von quadratischen Einzelfundamenten mit Abmessungen von 1,0 x 1,0 m bis 3,0 x 3,0 m kann bei einer Mindesteinbindung von 1 m und bei lotrecht mittiger Belastung ein Bemessungswert des Sohlwiderstandes von $\sigma_{R,d} = 600 \text{ kN/m}^2$ (EC7) angesetzt werden (s Anlage 5.2). Bei Ausnutzung dieses Werts sind Setzungen in einer Größenordnung von 1 bis 2 cm zu erwarten.

Bei der Bemessung von Streifenfundamenten mit einer Breite von 0,5 bis 1,5 m kann unter den genannten Bedingungen mit einer lotrecht mittigen Belastung ein Bemessungswert des Sohlwiderstandes von $\sigma_{R,d} = 450 \text{ kN/m}^2$ angesetzt werden. Bei Ausnutzung des genannten Werts ist mit Setzungen von 1 bis 1,5 cm zu rechnen.

Alternativ kann das Gebäude auch mit einer Plattengründung über eine lastverteilende Bodenplatte gegründet werden. Zur Vergleichmäßigung der Auflagerung und als Arbeitsplanum ist in diesem Fall unterhalb der Bodenplatte der Einbau eines Bodenaustauschs von mind. 40 cm vorzusehen.

Für die Prüfung dieser Variante sind konkrete Angaben zu den Gebäudelasten erforderlich. Sofern diese Gründungsvariante gewählt wird, ist nach Vorlage von Lastenplänen eine entsprechende Abstimmung notwendig.

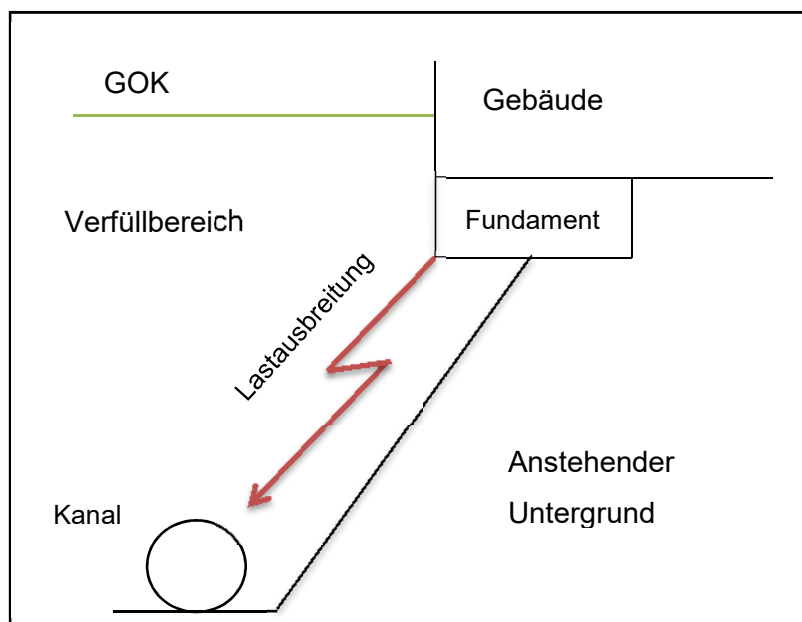
Die vorstehenden Lastabschätzungen (Kap. 5.2 und 5.3) und daraus resultierenden Angaben zur Bettung und Setzung sind nach Vorlage von Lastenplänen zu überprüfen und ggf. anzupassen.

Zwischen geringer und höher belasteten Bauteilen und zwischen den Sohlplatten und Fundamenten sind ggf. Fugen anzuordnen, um eine gegenseitige Beeinflussung durch abweichende Setzungen zu minimieren.

Bei fachgerechter Ausführung der genannten Gründungsmaßnahmen führen Setzungen in der oben genannten Größenordnung nicht zu Schäden an der Konstruktion und liegen in einem normalen Bereich. Leichte, die Standsicherheit nicht beeinträchtigende Risse, hier insbesondere im Übergang von gering belasteten Bereichen zu hoch beanspruchten Bauteilen sowie in den Sohlplatten, sind mit Sicherheit nicht ganz auszuschließen. Die Verträglichkeit der Verformungen ist hinsichtlich der Nutzung planerisch zu prüfen.

5.4 Gebäudegründungen im Bereich des bestehenden Kanals

Parallel zum Nordrand des Grundstücks verläuft ein Entwässerungskanal (DN 1500), der im Bereich des Baugrundstücks mit Sohltiefen zwischen ca. 7,5 und 8,0 m verlegt wurde. Der Abstand zu den geplanten Gebäuden beträgt ca. 0 (nördliches Kettenhaus) bis 3 m (Nordrand Tiefgarage), sodass eine Gefährdung des bestehenden Kanals durch den Lasteinfluss der neuen Gebäude nicht ausgeschlossen werden kann. Die Sachlage ist in der folgenden Prinzipskizze zeichnerisch dargestellt:



[Bild 1: Prinzipskizze Nordrand des Baufeldes]

Weiterhin ist davon auszugehen, dass die hier positionierten Gründungssohlen der nördlichen Gebäudeteile im Verfüllbereich des Kanals liegen. Dieser ist nicht als Gründungshorizont geeignet, sodass in jedem Fall eine Tieferführung der Fundamente bis in den natürlich anstehenden Untergrund durchzuführen ist. Um einen Lasteinfluss auf den Kanal ausschließen zu können, wäre eine Tieferführung der Fundamente bis zur Gründungssohle des Kanals in ca. 7 bis 8 m Tiefe vorzusehen.

Wir empfehlen, im Vorfeld der weiteren Planungen, zunächst eine Abstimmung zu den erforderlichen Schutzmaßnahmen für den Kanal mit dem Betreiber (Stadt Schwabach) abzustimmen, um dann auf dieser Grundlage die genau erforderlichen Gründungsmaßnahmen für die nördlichen Gebäudeteile festlegen zu können.

5.5 Verkehrsflächen und Tiefgarage

Verkehrsflächen wie die Tiefgaragenzufahrt sind entsprechend den Vorgaben der RStO 2012 (Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen) frostsicher aufzubauen. Unter Annahme der Belastungsklasse Bk0,3 ist, unter Berücksichtigung der Frosteinwirkungszone II und der Frostepfindlichkeitsklasse F 3, für den frostsicheren Oberbau eine Dicke von mindestens 55 cm vorzusehen. Auf dem Planum unterhalb des frostsicheren Oberbaus ist ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ erforderlich. Bei Belastungsklasse Bk0,3 ist auf OK Frostschutzschicht ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$ bei einem Verhältniswert von $E_{v2} / E_{v1} \leq 2,5$ einzuhalten.

Zur Ausbildung der Tiefgaragensohle liegen derzeit keine Angaben vor. Sie kann über eine Bodenplatte oder mit einem Pflasterbelag hergestellt werden (s. auch Feuchteschutz). Bei einem Pflasterbelag ist auf dem Planum ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ zu erreichen. Auf OK Tragschicht muss bei Pflasterbauweise ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ bei einem Verhältniswert $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,2$ eingehalten werden.

Nach den ausgeführten Untersuchungen sind im Planum mind. mitteldicht gelagerte Sande ggf. auch bindige Zwischenlagen zu erwarten. Aufgrund der unterschiedlichen Ausbildung der Sande und ihrer hohen Witterungsempfindlichkeit, verbunden mit einer schweren Verdichtbarkeit, sollte zur Einhaltung des geforderten Verformungsmoduls ($E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$) eine Stabilisierung des Planums durch ca. 20 cm mächtige Bodenaustauschmaßnahmen vorgesehen werden. Erfahrungsgemäß ist im Fall von steifen bindigen Böden unter dem Planum ein Bodenaustausch von ca. 30 bis 40 cm vorzusehen, bei halbfesten bis festen Böden kann die Bodenaustauschdicke ggf. reduziert werden (zum Material s. Abschnitt 5.6).

Eine Versickerung des Tagwassers in den Untergrund ist bei gepflasterten Tiefgaragen üblicherweise nicht zulässig und hier aus bodenmechanischer Sicht voraussichtlich auch nicht möglich. Die Pflasterung der Tiefgarage ist daher i.d.R. mit Pressfugen herzustellen. Für das Tagwasser sind z.B. Verdunstungsrinnen dauerhaft rückstaufrei mit einem Überlauf zum Kanal vorzusehen. Die Ableitung ist genehmigungspflichtig.

Bei alternativer Ausbildung einer Betonsohle ist für die Dimensionierung der unterlagernden Tragschicht die maximale Einzellast maßgebend, die bei der Nutzung des Betonbodens wirksam wird. Die maßgebende Einzellast ist im vorliegenden Fall voraussichtlich die Radlast der PKW und liegt üblicherweise bei $Q_k \leq 20 \text{ kN}$ (planerisch zu prüfen). In Anlehnung an *Lohmeyer/Ebeling* „Betonböden für Produktions- und Lagerhallen“ ergeben sich an den Oberbau der Bodenplatte somit folgende Anforderungen.

	Verformungsmodul E_{v2} [MN/m ³]	Verdichtungsverhältnis E_{v2}/E_{v1}
OK Planum	45	2,5
OK Tragschicht	100	2,2

[Tab. 6: Anforderungen an den Oberbau der Bodenplatte nach Lohmeyer/Ebeling]

Die Tragschicht unterhalb der Bodenplatte ist aus einem hierfür geeigneten frostsicherem Schotter- oder Kiesmaterial der Körnung 0/45 oder 0/56 (GW, GI) gemäß TL SoB-Stb mit einer Mindestdicke von ca. 40 cm einzubauen und 2-lagig zu verdichten. Das Einhalten der oben genannten Anforderungen ist durch statische Plattendruckversuche nachzuweisen.

5.6 Erdarbeiten und Wiederverwendung von Aushubmaterial

Die Erdarbeiten sind generell unter Berücksichtigung der Vorgaben der ZTV E-StB durchzuführen. Die anstehenden Böden sind meist stark witterungs- und frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F 3) und neigen bei Wasserzutritt in Verbindung mit dem Baubetrieb zum Aufweichen bzw. Ausfließen. Ein Aufweichen der Aushub- und vor allem der Gründungssohle ist in jedem Fall zu verhindern. Generell sollten die Erdarbeiten nicht vor einer länger zu erwartenden Regen- oder Frostperiode begonnen werden. Auf gefrorenem Boden darf nicht gegründet werden.

Dem Baufeld zuströmendes Schichten-, Oberflächen- und Sickerwasser muss über eine offene Wasserhaltung gefasst und rückstaufrei abgeleitet werden. Hierzu sollte das Planum mit ausreichender Querneigung gemäß ZTV E-StB 17 angelegt werden. Bei Bedarf ist umlaufend bzw. im Tiefpunkt ein Drängaben anzulegen. Wasserhaltungsmaßnahmen sind grundsätzlich im Rahmen eines Wasserrechtsgesuches bei den zuständigen Behörden zu beantragen.

Um eine ausreichende Tragfähigkeit zu gewährleisten, sollte als Bodenaustausch- oder Anschüttmaterial unterhalb von Gebäuden und Verkehrsflächen ein gut verdichtbares Ersatzmaterial, wie z.B. Kiessand oder Schotter der Bodengruppen GW, GI nach DIN 18196 verwendet werden. In nicht frostgefährdeten Bereichen kann auch Material der Bodengruppe GU eingebaut werden. Es sollte in Lagen von nicht über 30 cm Dicke eingebracht und mit einem Verdichtungsgrad von 100 % Proctordichte ($D_{pr} \geq 100 \%$) verdichtet werden. Zur Sicherstellung einer ausreichenden Lastausbreitung ist generell eine Verbreiterung des Austauschmaterials mit zunehmender Tiefe unter einem Winkel von 45° vorzunehmen.

Bindige Deckschichten mit einer mindestens steifen Konsistenz können prinzipiell, z.B. als Verfüllmaterial wiederverwendet werden. Ebenso sind schlämmkornarme Sande, sofern der optimale Einbauwassergehalt eingehalten werden kann, für einen fachgerechten Wiedereinbau geeignet. Geringer als steif konsistente bindige Böden oder vernässte Sande sind ohne eine Bindemittelverbesserung nur für untergeordnete Zwecke (z.B. Geländemodellierung unter nicht bebauten Flächen) geeignet oder müssen entsorgt werden. Eine Bindemittelverbesserung kann aufgrund der naheliegenden Bebauung nicht empfohlen werden.

Für Arbeitsraumverfüllungen ist die Qualität des verwendeten Materials und der Verdichtung je nach vorgesehener Nutzung festzulegen. Für Bereiche mit Verformungsbegrenzungen kann ein Material der Bodengruppen SE, SW, SI, GE und GW gem. DIN 18 196 verwendet werden. Bei entsprechender Eignung kann auch ein Recyclingmaterial genutzt werden.

Für weitere Anschüttungen gelten generell die Anforderungen der ZTV E-StB 17. Die darin u.a. enthaltenen Verdichtungsanforderungen sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Bodenart	Verdichtungsgrad
bindige und gemischtkörnige Böden [TL, TM, TA, UL, UM, UA, GT*, GU*, ST*, SU*]	$D_{pr} \geq 97\%$
nicht bindige Böden [ST, SU, SE, SI, SW, GT, GU, GE, GI, GW]	≥ 1 m unter Planum $D_{pr} \geq 98 \%$ < 1 m unter Planum $D_{pr} \geq 100 \%$

[Tab. 7: Verdichtungsanforderungen nach ZTVE-StB]

Sofern im Bereich von unbebauten Flächen Setzungen in Kauf genommen werden können, empfehlen wir, zur Vermeidung größerer Sackungen, Material mit einem Verdichtungsgrad von mind. $D_{pr} \geq 95 \%$ einzubauen.

5.7 Baugrubengestaltung

Im Zuge der Baumaßnahme sind Baugrubentiefen von ≥ 3 m Tiefe zu erwarten. Bei ausreichenden Platzverhältnissen und nicht durchströmten Böschungen können die Baugruben frei geböscht hergestellt werden. Nach DIN 4124 kann in den Deckschichten sowie in den unterlagernden Sanden eine Böschungsneigung von $\beta \leq 45^\circ$ vorgesehen werden. Die DIN 4124 schreibt generell geringere Böschungsneigungen vor, wenn besondere Einflüsse, wie z.B. Verkehrslasten, Bauwerkslasten, Erschütterungen, Wasserzutritte, Störungen des Bodengefüges usw., die Standsicherheit gefährden.

Da es sich um sehr witterungsempfindliche Böden handelt, sollten die Baugrubenböschungen in jedem Fall vor Oberflächenwasser geschützt werden. Insbesondere die Sande neigen unter Wassereinfluss zum Ausfließen. Sofern in den Böschungen stärkere Schichtenwässer angeschnitten werden, müssen diese durch Dränkörper gefasst und abgeleitet werden. Die Böschungsschultern sind auf einer Breite von mindestens 1,0 m von jeglichen Lasten durch z.B. Aushubmaterial, Schalungsteile, Container, Rohre usw. freizuhalten. Die Vorgaben der DIN 4124 und DIN 4123 sind einzuhalten. Folgende Mindestabstände von Verkehrslasten zur Böschungsschulter sind zudem einzuhalten:

bis 12 t	≥ 1 m
12 bis 40 t	≥ 2 m

Eine offene Wasserhaltung ist für Oberflächen- und ggf. anfallendes Schichtenwasser vorzuhalten.

5.8 Schutz des Bauwerks gegen Durchfeuchtung

Gemäß DIN 18533-1 müssen Einwirkungsklassen für die Wassereinwirkungen festgelegt werden. Dabei sind der Bemessungsgrundwasserstand bzw. der Bemessungshochwasserstand zu beachten. Darüber hinaus ist der Durchlässigkeitsbeiwert der anstehenden Böden zu berücksichtigen. Es wird in stark durchlässigen Baugrund ($k > 1 \times 10^{-4}$ m/s) und wenig durchlässigen Baugrund ($k \leq 1 \times 10^{-4}$ m/s) unterschieden. In den unterschiedlich ausgebildeten Sanden ist insgesamt von schwachen Durchlässigkeiten von $\leq 5 \times 10^{-5}$ m/s zu rechnen. Ausgeprägte Schichtenwasservorkommen wurden bei der Baugrunderkundung nicht angetroffen, können aber nicht ausgeschlossen werden.

Unter der Voraussetzung, dass vor erdberührten Wänden eine dauerhaft druckfeste, vertikale Sickerschicht (z. B. Betonfiltersteine) angeordnet wird und auch unter der Bodenplatte eine dauerhaft funktionstüchtige Dränung nach DIN 4095 mit ausreichendem Abstand zur Abdichtungsebene (50 cm) vorgenommen wird, kann eine Abdichtung der Gebäude unter Berücksichtigung der Wassereinwirkungsklasse W1.2-E (Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser bei Bodenplatten und



erdberührten Wänden mit Dränung) erfolgen. Der Bemessungswasserstand ist dann auf der Höhe der Dränage anzugeben.

Sofern keine ausreichende Dränung installiert wird, ist der Bemessungswasserstand in Höhe GOK festzulegen. Es ist dauerhaft mit drückendem Wasser an die erdberührten Bauteile zu rechnen und die Wassereinwirkungsklasse W2.1 bzw. W2.2 (drückendes Wasser ≤ 3 bzw. > 3 m Eintauchtiefe) anzusetzen. Alternativ kann eine Ausführung als sog. „Weiße Wanne“ in WU-Beton erfolgen. Hier ist die WU-Richtlinie des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton zu beachten. Es ist die Beanspruchungsklasse 1 für ständig und zeitweise drückendes Wasser maßgebend.

Die Abdichtungsart ist nach der Wassereinwirkungsklasse in Verbindung mit der planerisch festzulegenden Riss-, Verformungs- und Raumnutzungsklasse nach DIN 18533 zu wählen. Lichtschächte, Rohrdurchführungen usw. sind in das letztlich gewählte Abdichtungskonzept mit einzubeziehen.

Das umliegende Gelände ist mit bauwerksabgewandten Gefälle auszuführen, um einen oberirdischen Andrang von Wasser zu verhindern. Ggf. sind ergänzend Ablaufrinnen usw. zu installieren.

6 VERSICKERUNG VON OBERFLÄCHENWASSER

Als Grenzwerte für die Versickerung von Niederschlagswasser gelten nach dem DWA-Arbeitsblatt A 138 vom April 2005 Durchlässigkeitsbeiwerte von $k_f = 1 \times 10^{-3}$ m/s und $k_f = 1 \times 10^{-6}$ m/s. Bei k_f -Werten $\geq 1 \times 10^{-3}$ m/s ist eine ausreichende Aufenthaltszeit im Sickerraum nicht gewährleistet, bei Werten von $k_f < 1 \times 10^{-6}$ m/s wird die Versickerungsanlage zu lange eingestaut.

Nach Erfahrungen mit vergleichbaren Böden sind die Sande durch schlämmkornreichere Zwischenlagen sowie ihre vergleichsweise hohe Lagerungsdichte voraussichtlich nur sehr eingeschränkt sickerkfähig. Eine konzentrierte Einleitung von Oberflächenwasser ist somit, auch im Hinblick auf eine Gefährdung der Unterlieger, als kritisch anzusehen.

Im Zweifelsfall sollte die tatsächliche Sickerfähigkeit des Untergrundes durch In-Situ Sickerversuche überprüft werden.

7 SCHLUSSBEMERKUNGEN

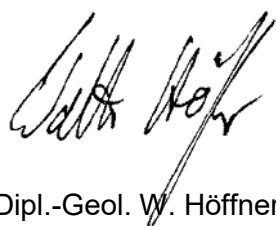
Die Untergrundverhältnisse im Baufeld wurden durch 6 Kleinrammbohrungen und 4 schwere Rammsondierungen erkundet und unter Hinzuziehung der örtlichen Kenntnisse der geologischen Verhältnisse beschrieben und beurteilt. Wir weisen darauf hin, dass es sich bei den Untersuchungen um punktuelle Aufschlüsse handelt und Abweichungen vom hier beschriebenen Befund nicht ausgeschlossen werden können, womit eine ständige und sorgfältige Kontrolle der bei den Erd- und Gründungsarbeiten angetroffenen Verhältnisse und ein Vergleich zu den Ergebnissen und Folgerungen im Gutachten unerlässlich sind.

Insgesamt ist nach den Untersuchungen davon auszugehen, dass auf dem gesamten Grundstück weitgehend homogene Untergrundverhältnisse vorliegen. Im Zuge der weiteren Planungen müssen jedoch die notwendigen Maßnahmen bzgl. des im nördlichen Bauabschnitt verlaufenden Kanals mit dem Betreiber abgestimmt werden.

Nach EC7 ist spätestens bei Baubeginn vom Baugrundsachverständigen die Übereinstimmung der tatsächlichen Baugrundverhältnisse mit den Angaben des Gutachtens im Rahmen einer Sohlabnahme zu prüfen.

Für Rückfragen und die Beantwortung geotechnischer Fragen bei der weiteren Planung und Ausführung stehen wir auf Wunsch gerne zur Verfügung.

für die Geotechnik Aalen GmbH & Co. KG



Dipl.-Geol. W. Höffner

Sachbearbeiter:



Dipl.-Geol. S. Hetzel

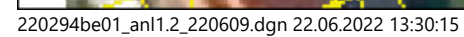
ÜBERSICHTSLAGEPLAN

Plangrundlage: TK 25



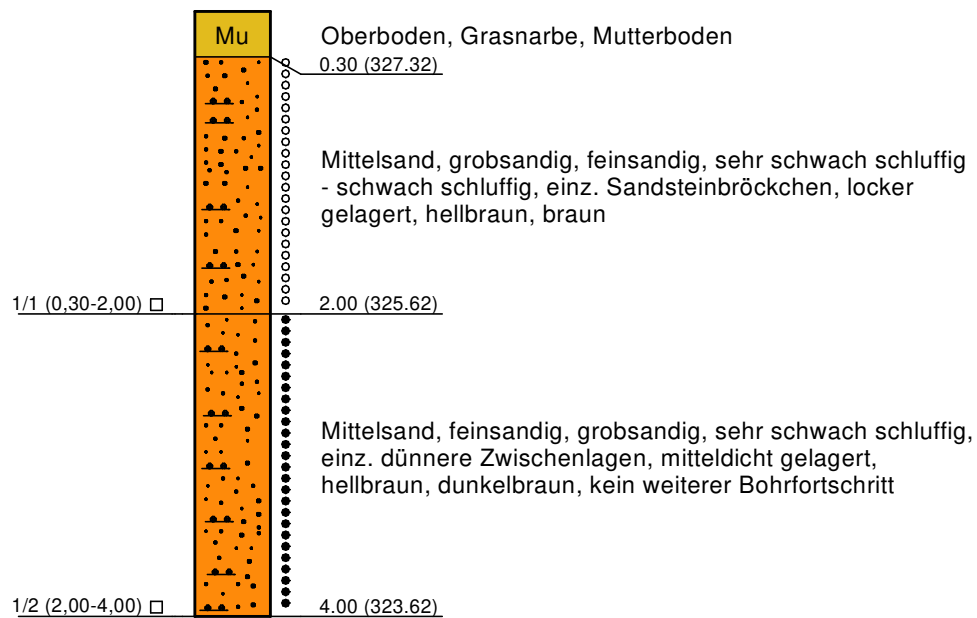
Legende:

 Untersuchungsgebiet



BS 1

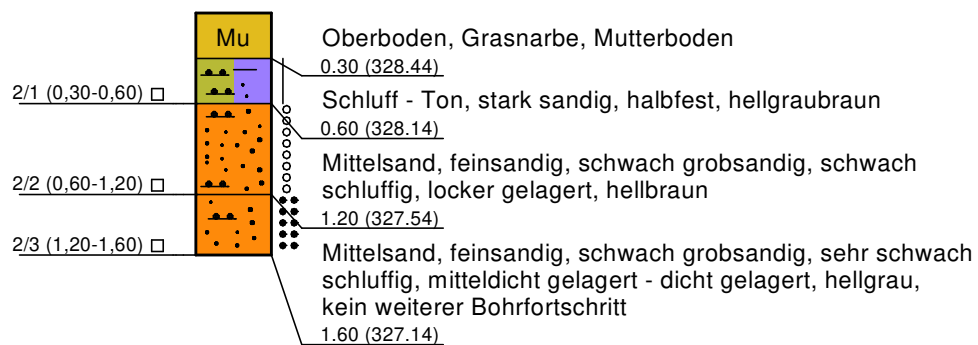
327,62 m NN



31.05.2022/M. Gecek/M 1: 50

BS 2

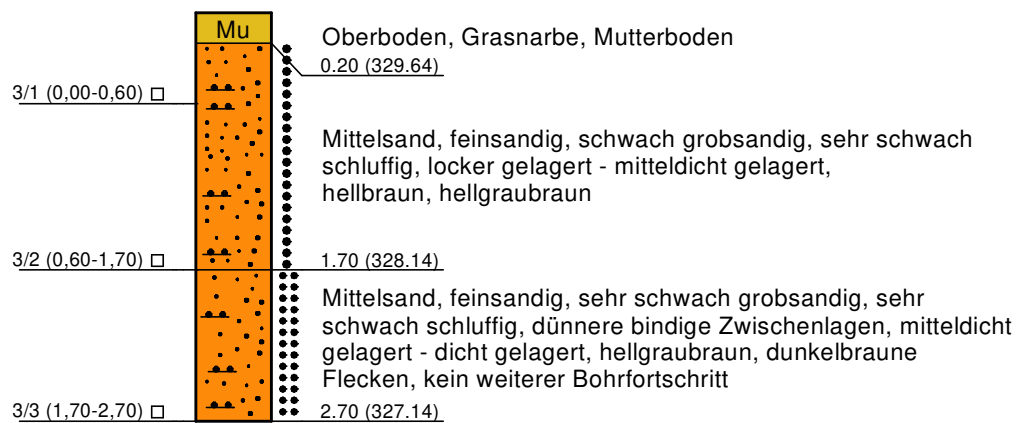
328,74 m NN



31.05.2022/M. Gecek/M 1: 50

BS 3

329,84 m NN

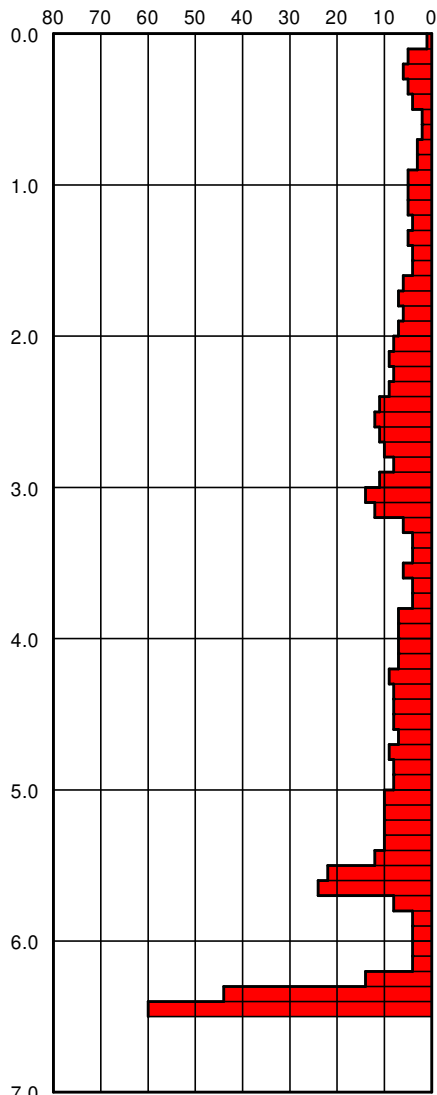


31.05.2022/M. Gecek/M 1: 50

DPH 4

328,85 m NN

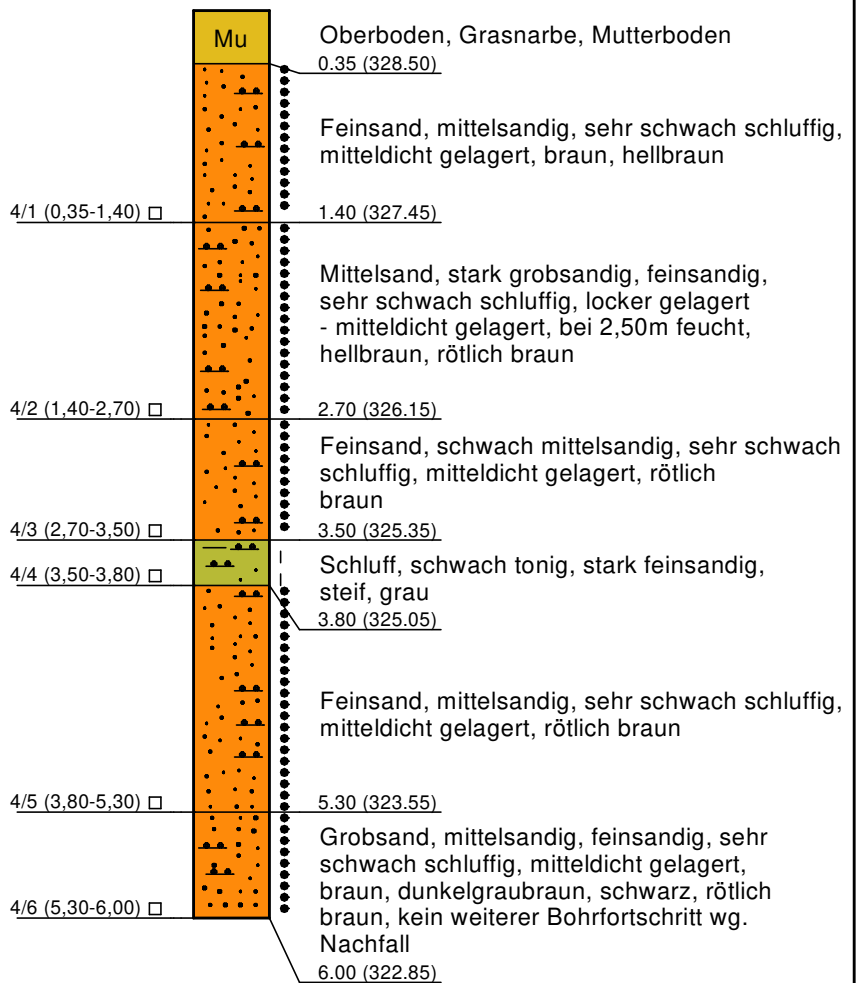
Schlagzahlen je 10 cm



31.05.22/We/Ge/(bei 6,50 m 60 Schläge auf 5 cm)

BS 4

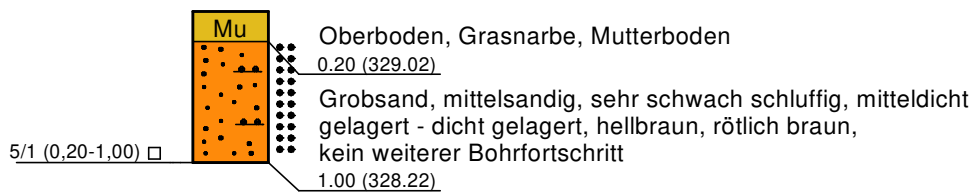
328,85 m NN



31.05.2022/M. Gecek/M 1: 50

BS 5

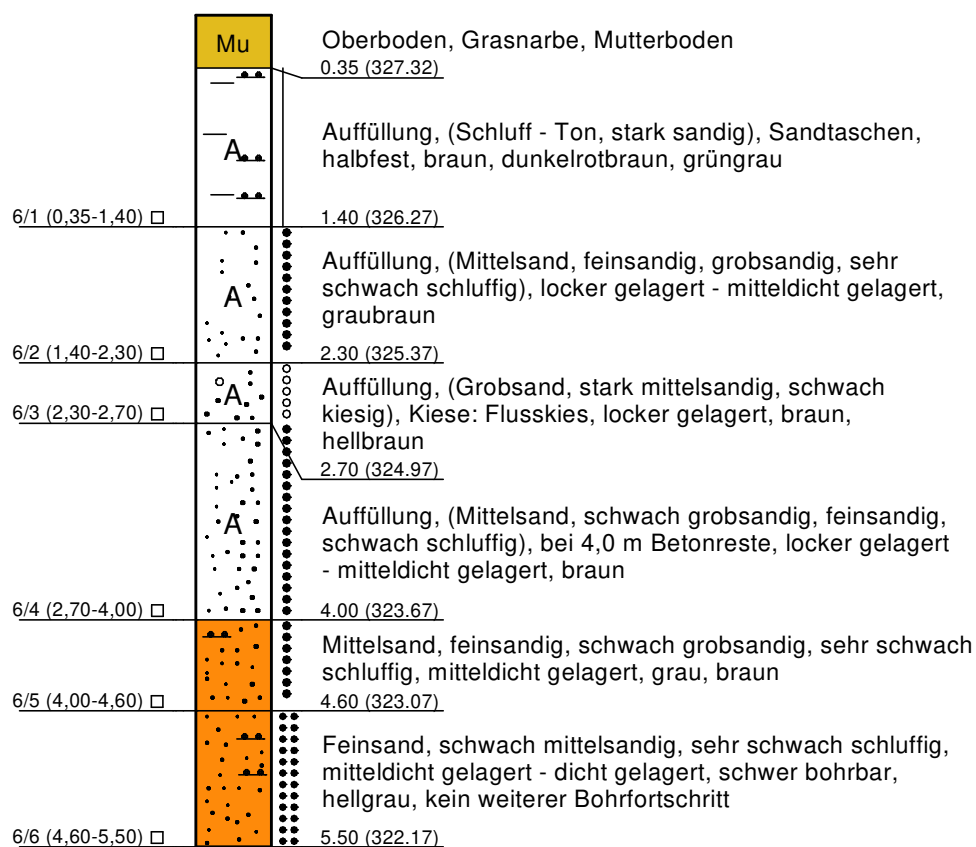
329,22 m NN



31.05.2022/M. Gecek/M 1: 50

BS 6

327,67 m NN

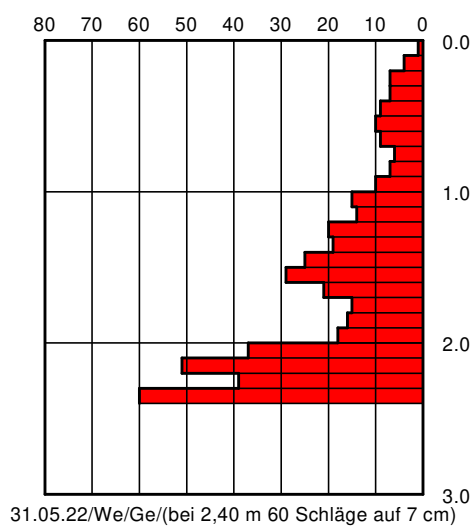


31.05.2022/M. Gecek/M 1: 50

DPH 1

328,20 m NN

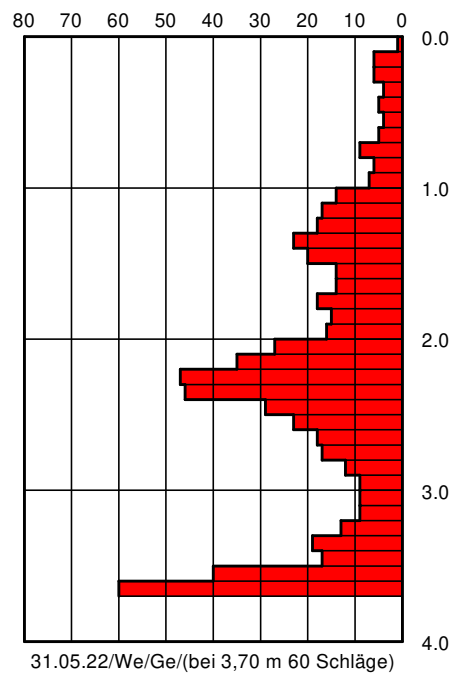
Schlagzahlen je 10 cm



DPH 2

329,43 m NN

Schlagzahlen je 10 cm

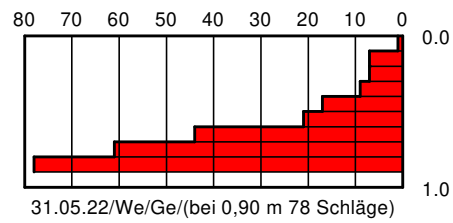


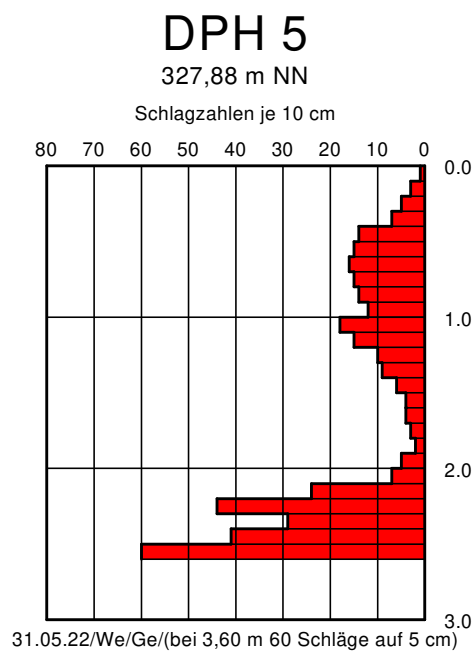
31.05.22/We/Ge/(bei 3,70 m 60 Schläge)

DPH 3

329,58 m NN

Schlagzahlen je 10 cm





Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1
**Wohnbebauung zwischen
Königsbergstraße und Herderstraße
in Schwabach**

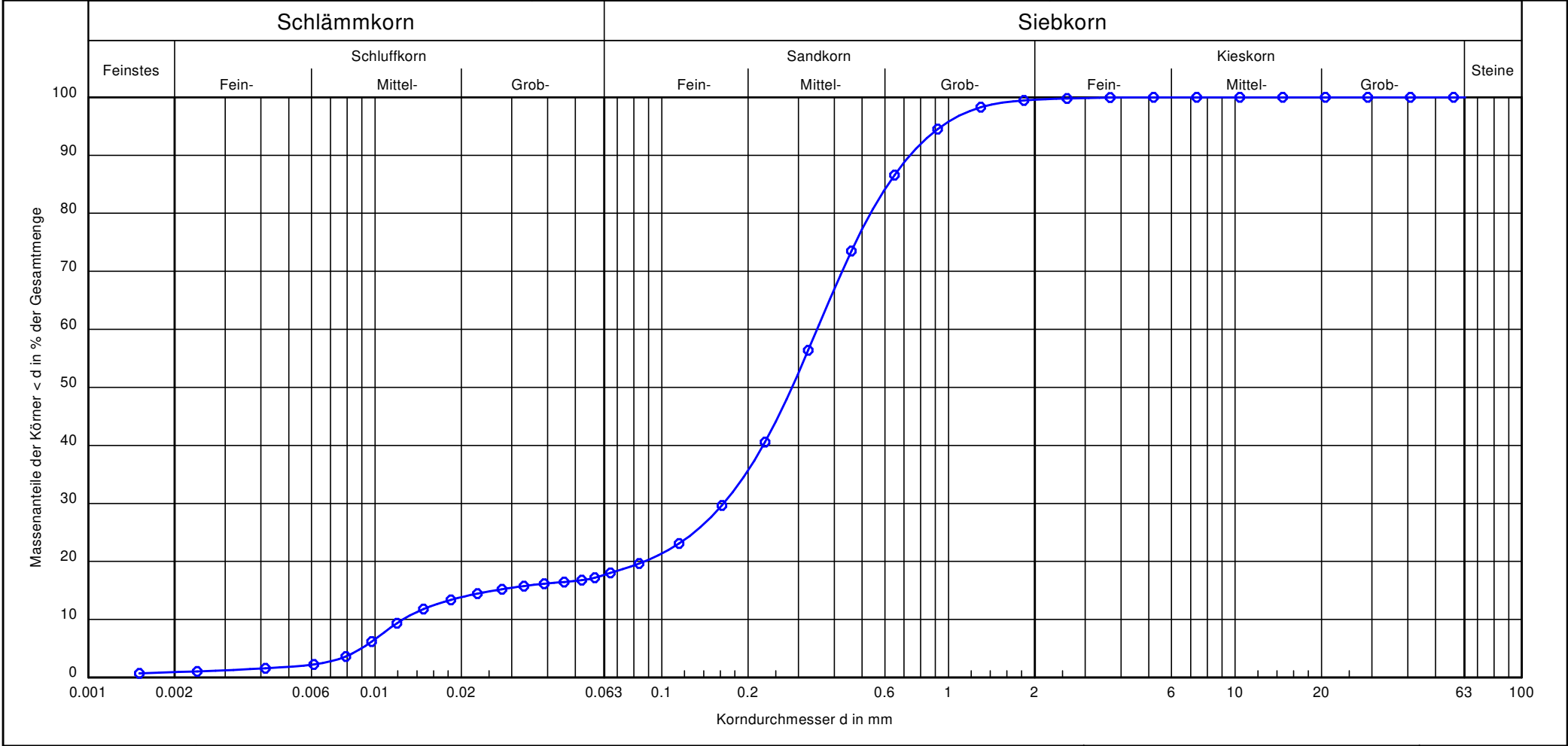
Bearbeiter: He

Datum: 10.06.2022

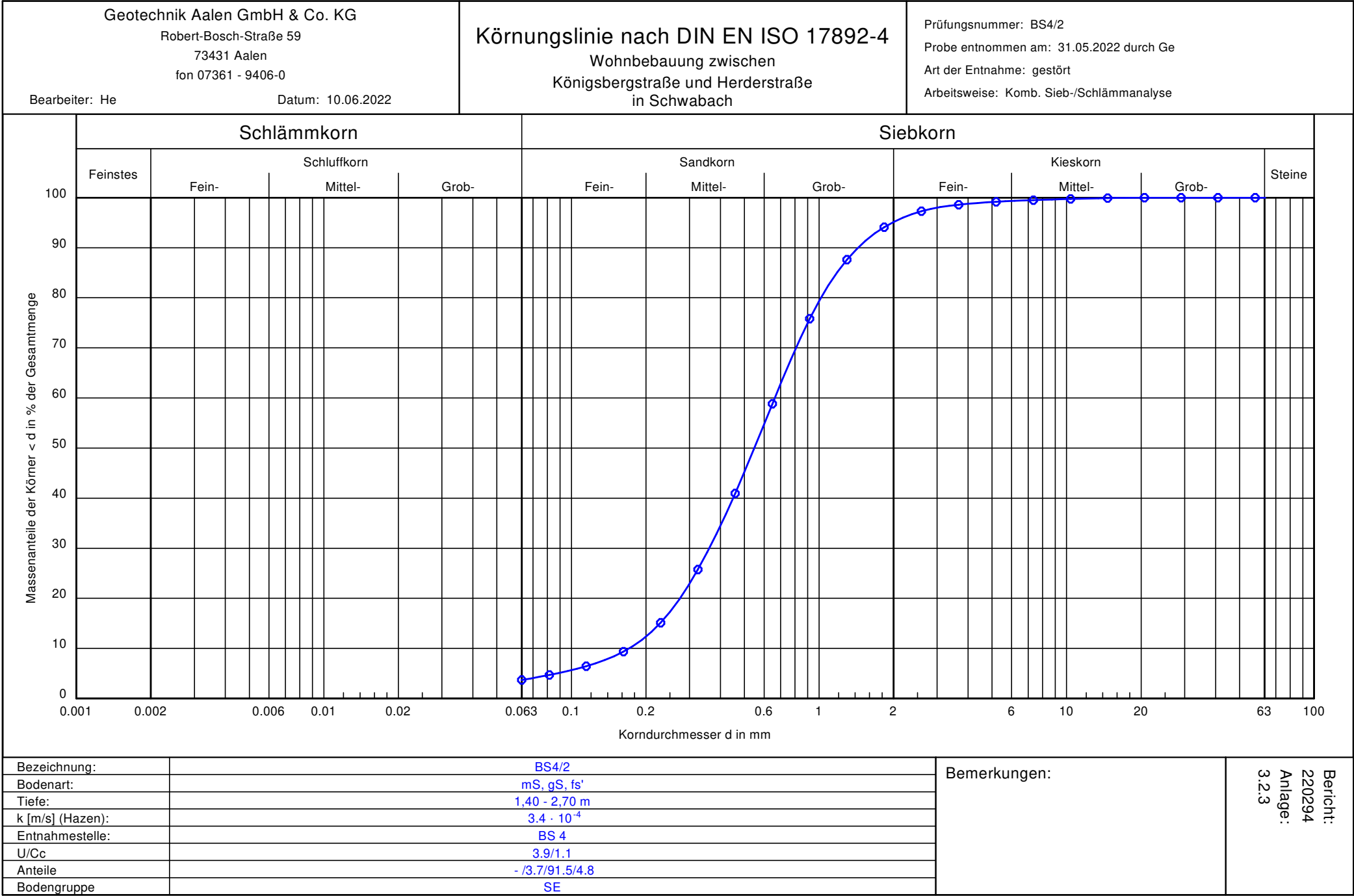
Prüfungsnummer: 01
Entnahmestelle: BS 1 - BS 6
Tiefe: siehe Anlage 2
Bodenart: siehe Anlage 2
Art der Entnahme: gestört
Entnahme: 31.05.2022 durch Ge

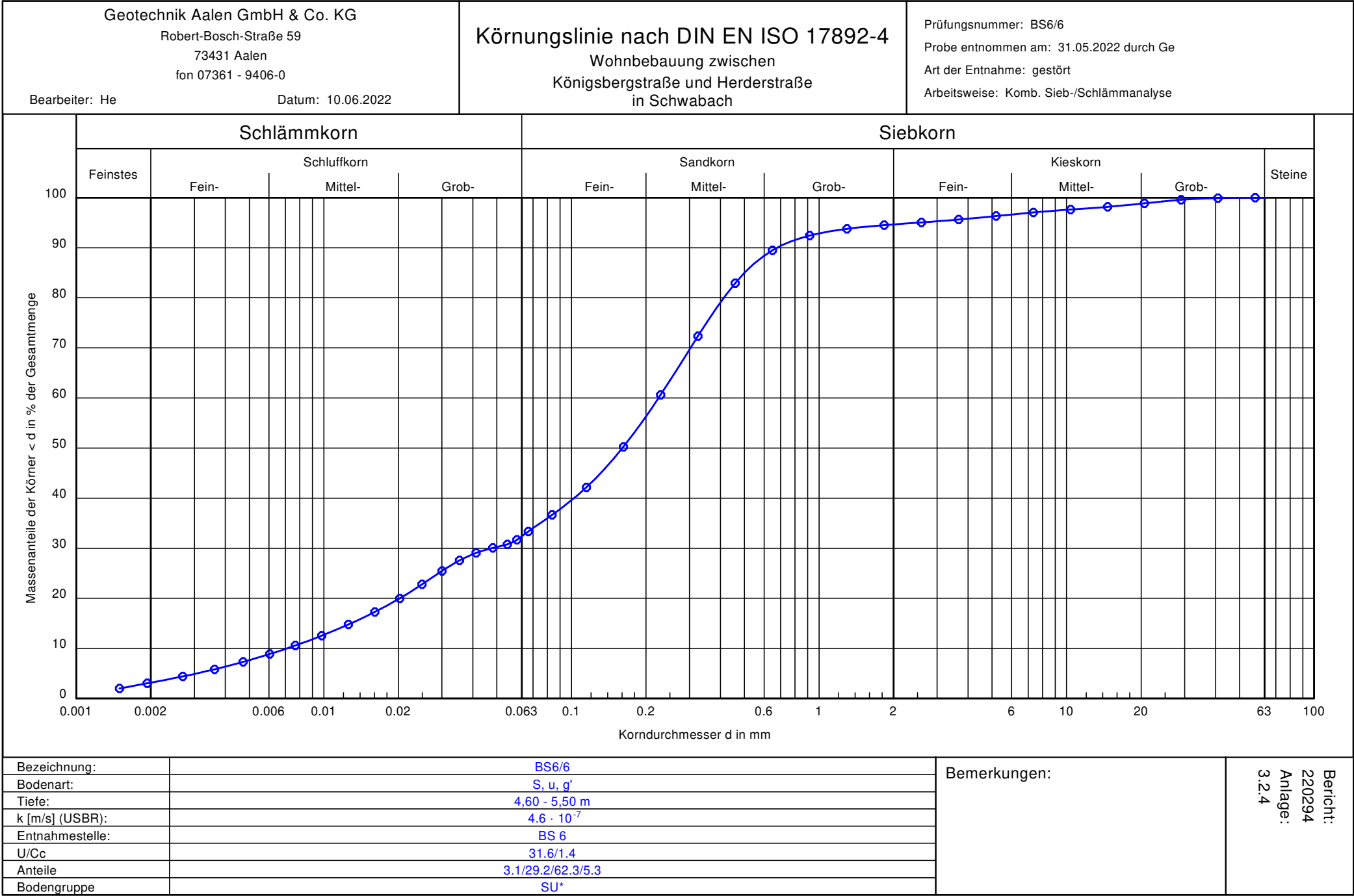
Probenbezeichnung:	BS1/2	BS2/1	BS3/2
Feuchte Probe + Behälter [g]:	1132.30	551.60	785.00
Trockene Probe + Behälter [g]:	1054.20	499.40	714.40
Behälter [g]:	250.40	112.90	176.40
Porenwasser [g]:	78.10	52.20	70.60
Trockene Probe [g]:	803.80	386.50	538.00
Wassergehalt [%]:	9.72	13.51	13.12

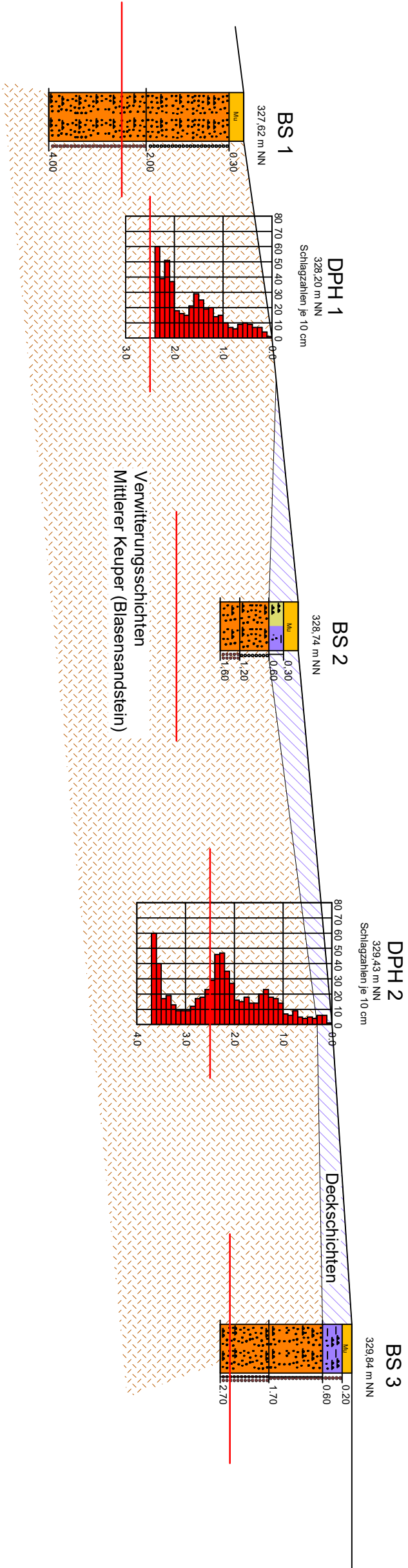
Probenbezeichnung:	BS4/2	BS4/4	BS6/6
Feuchte Probe + Behälter [g]:	822.80	515.30	916.90
Trockene Probe + Behälter [g]:	788.50	454.30	837.20
Behälter [g]:	261.50	107.30	227.00
Porenwasser [g]:	34.30	61.00	79.70
Trockene Probe [g]:	527.00	347.00	610.20
Wassergehalt [%]:	6.51	17.58	13.06

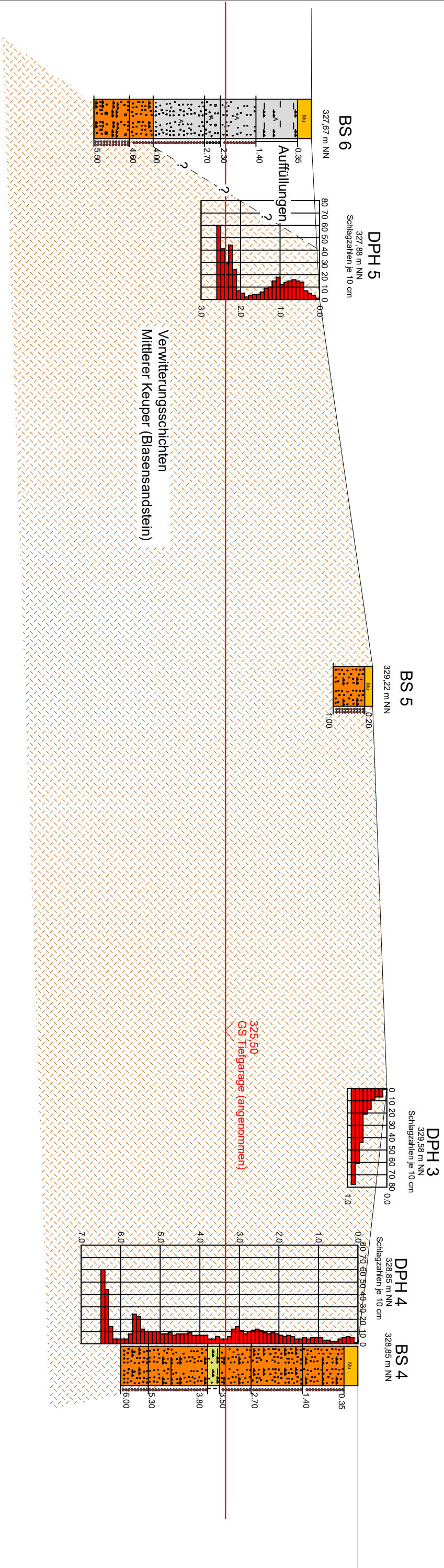


Bezeichnung:	BS3/2	Bemerkungen:	Bericht: 220294 Anlage: 3.2.2
Bodenart:	mS, u, fs, gs		
Tiefe:	0,60 - 1,70 m		
k [m/s] (USBR):	-		
Entnahmestelle:	BS 3		
U/Cc	27.8/6.2		
Anteile	0.9/16.8/81.9/0.4		
Bodengruppe	SU*		









Böden	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Bezeichnung
	20.0	10.0	32.5	0.0	40.0	0.00	Sand, mitteldicht
	21.0	11.0	32.5	0.0	60.0	0.00	Sand, dicht

Geotechnik Aalen
Robert-Bosch Str. 59
73431 Aalen
Tel.: 07361-9406-0

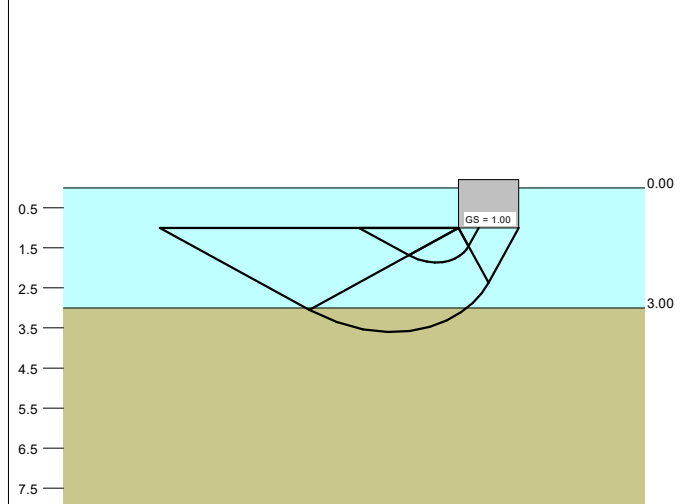
Kettenhäuser Schwabach
Herderstraße

Projekt Nr. AZ 220294

Anlage Nr. 5.1

Grundbruch und Setzung für Streifenfundamente

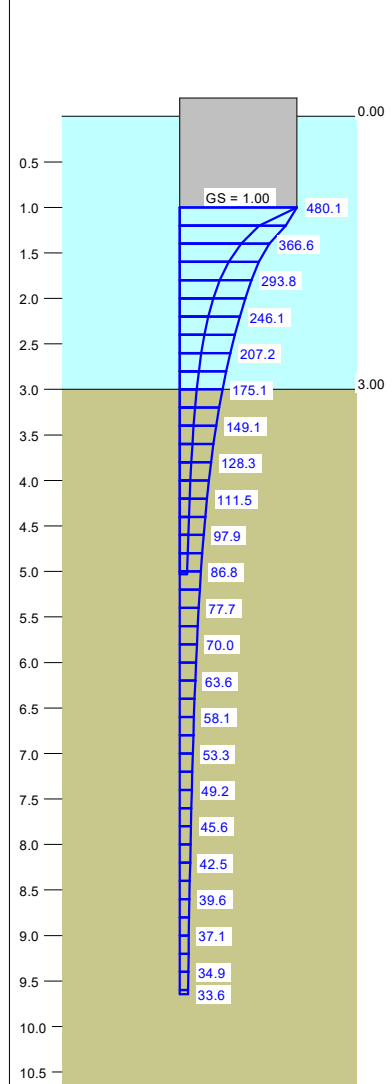
System (b = 0.50 und 1.50 m)



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN/m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	$V_{E,k}$ [kN/m]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	σ_U [kN/m²]	t_g [m]	UK LS [m]
15.00	0.50	463.7	231.9	325.4	162.7	0.69	32.5	0.00	20.00	20.00	5.03	1.87
15.00	1.00	574.1	574.1	402.9	402.9	1.42	32.5	0.00	20.00	20.00	7.30	2.73
15.00	1.50	684.1	1026.1	480.1	720.1	2.27	32.5	0.00	20.11	20.00	9.64	3.60

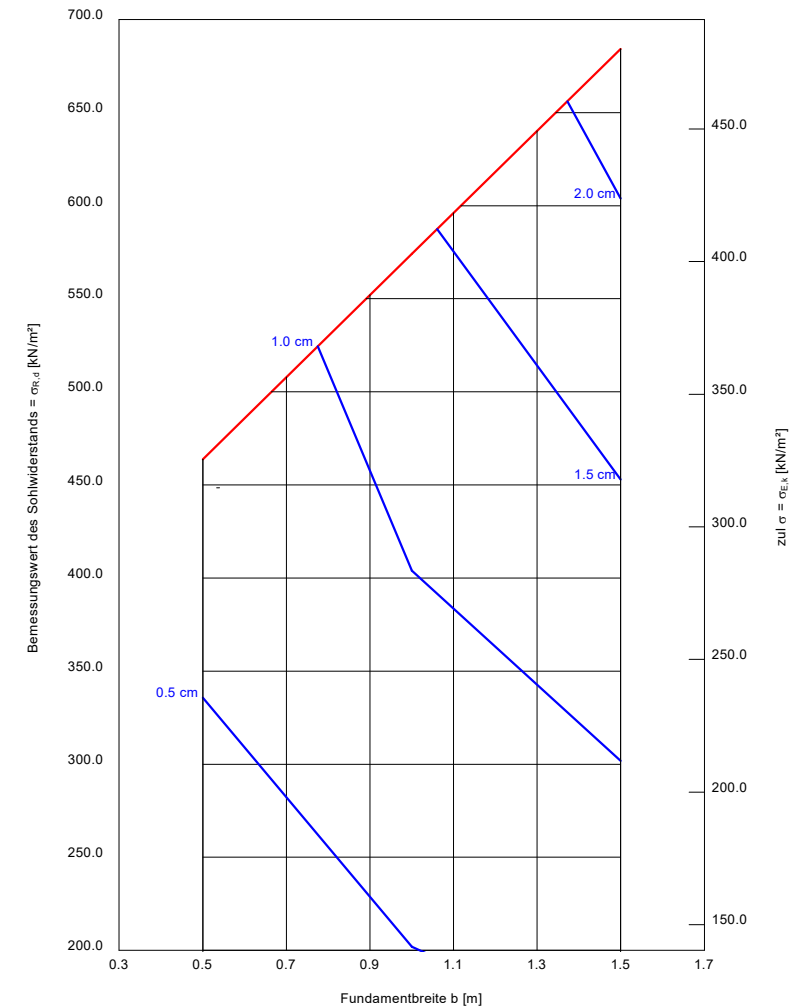
$\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,k} \cdot \gamma_{G,Q}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{R,k} / 1.99$ (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50

Spannungsverlauf (b = 0.50 und 1.50 m)



Berechnungsgrundlagen:
Norm: EC 7
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Streifenfundament (a = 15.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
Gründungssohle = 1.00 m
Grundwasser = 6.50 m
Grenztiefe mit p = 20.0 %
— Sohldruck
— Setzungen



Boden	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Bezeichnung
	20.0	10.0	32.5	0.0	40.0	0.00	Sand, mitteldicht
	21.0	11.0	32.5	0.0	60.0	0.00	Sand, dicht

Geotechnik Aalen
Robert-Bosch Str. 59
73431 Aalen
Tel.: 07361-9406-0

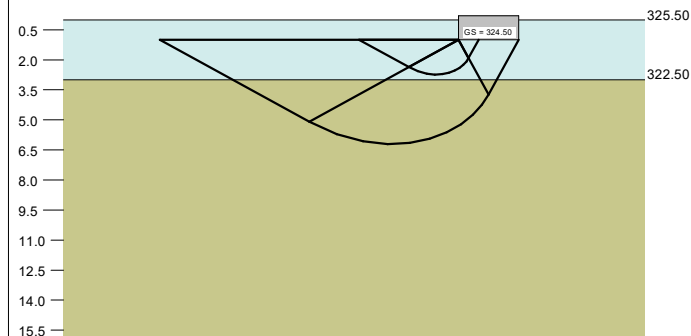
Mehrfamilienhaus Schwabach
Königsberger Straße

Projekt Nr. AZ 220294

Anlage Nr. 5.2

Grundbruch und Setzung für quadratische Einzelfundamente

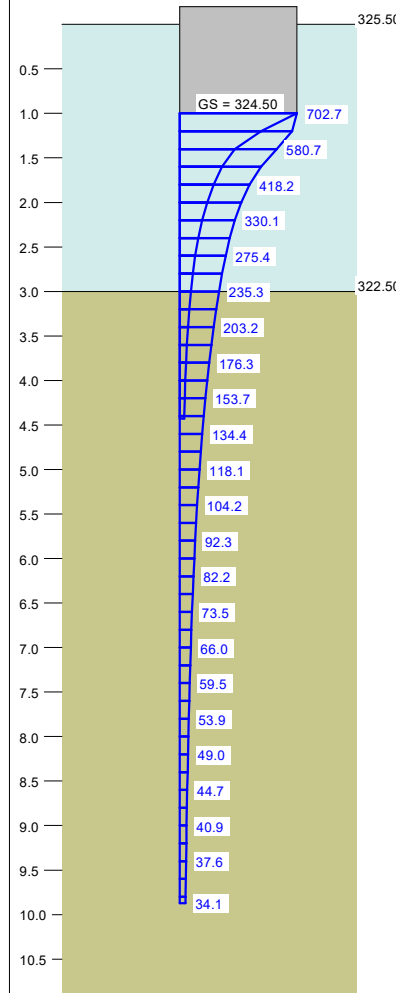
System (b = 1.00 und 3.00 m) max dphi = 0.0 °



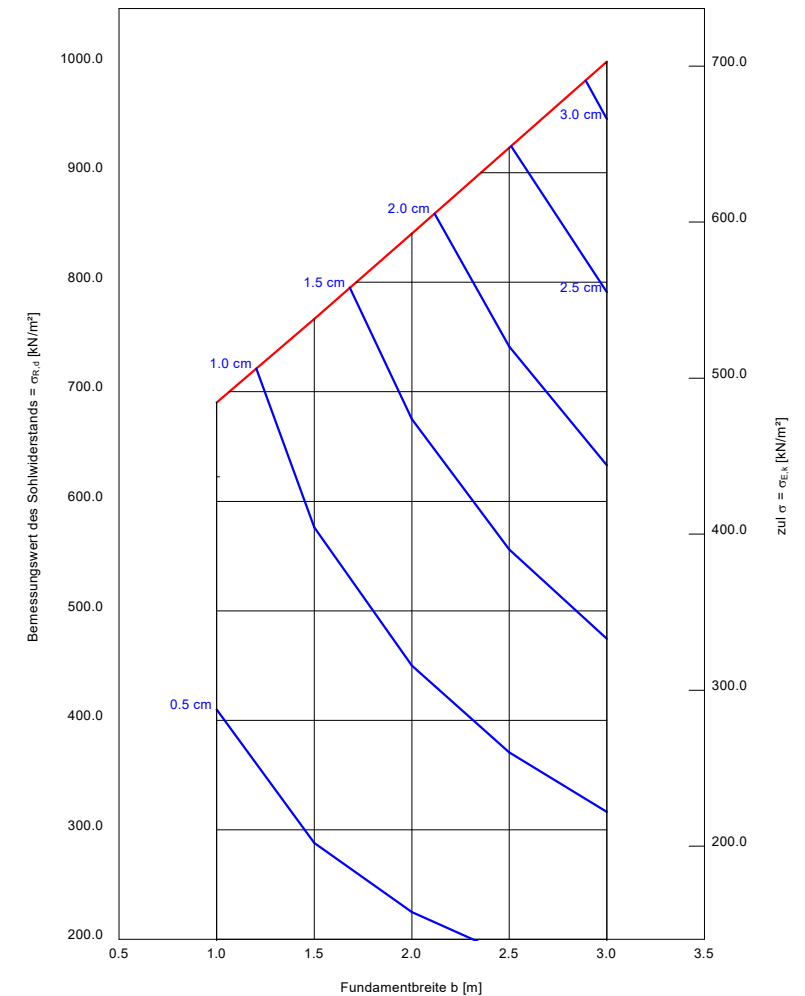
a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	$V_{E,k}$ [kN]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	σ_0 [kN/m²]	t_g [m]	UK LS [m]
1.00	1.00	690.2	690.2	484.3	484.3	0.84	32.5	0.00	20.00	20.00	4.43	2.73
1.50	1.50	766.5	1724.7	537.9	1210.3	1.33	32.5	0.00	20.11	20.00	5.72	3.60
2.00	2.00	844.5	3377.9	592.6	2370.4	1.88	32.5	0.00	20.27	20.00	7.02	4.47
2.50	2.50	922.8	5767.5	647.6	4047.4	2.49	32.5	0.00	20.39	20.00	8.45	5.34
3.00	3.00	1001.3	9011.9	702.7	6324.1	3.16	32.5	0.00	20.47	20.00	9.87	6.20

$\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,k} \cdot \gamma_{G,Q}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{R,k} / 1.99$ (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50

Spannungsverlauf (b = 1.00 und 3.00 m)



Berechnungsgrundlagen:
Norm: EC 7
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
Oberkante Gelände = 325.50 m
Gründungssohle = 324.50 m
Grundwasser = 319.00 m
Grenztiefe mit p = 20.0 %
— Sohldruck
— Setzungen



Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG
Robert-Bosch-Str. 59
73431 Aalen

Analysenbericht Nr.	442/10085	Datum:	20.06.2022
----------------------------	------------------	---------------	-------------------

1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG
Projekt : Wohnbebauung zwischen Königsbergstraße und Herderstraße, Schwabach
Projekt-Nr. : 220294 Kostenstelle :
Entnahmestelle : Art der Probenahme : Mischprobe
Art der Probe : Boden Entnahmedatum : 31.05.2022
Probeneingang : 14.06.2022 Originalbezeich. : MP 01
Probenbezeich. : 442/10085 Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
Untersuch.-zeitraum : 14.06.2022 – 20.06.2022

2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion (LAGA M20)

Parameter	Einheit	Messwert		Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe								DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	91,9		-	-	-	-	DIN EN 14346 : 2017-09
pH-Wert	[-]	7,4		5,5-8	5,5-8	5-9		DIN ISO 10390:2005-02
Arsen	[mg/kg TS]	7		20	30	50	150	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	7,2		100	200	300	1000	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,1		0,6	1	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	17		50	100	200	600	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	9,1		40	100	200	600	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	11		40	100	200	600	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	< 0,02		0,3	1	3	10	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4		0,5	1	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	42		120	300	500	1500	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser								EN 13657 :2003-01

2.1 Summenparameter, PCB, BTXE, LHKW, PAK

Parameter	Einheit	Messwert		Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5		1	3	10	15	DIN 38 409-17 :2005-12
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30						DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50		100	300	500	1000	DIN EN 14039 :2005-01
Cyanid (gesamt)	[mg/kg TS]	< 0,25		1	10	30	100	DIN EN ISO 17380 :2013-10
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01						
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01						
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01						
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01						
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01						
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01						
Σ PCB (6):	[mg/kg TS]	n.n.		0,02	0,1	0,5	1,0	DIN EN 15308 :2016-12
Benzol	[mg/kg TS]	< 0,05						
Toluol	[mg/kg TS]	< 0,05						
Ethylbenzol	[mg/kg TS]	< 0,05						
m,p-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05						
o-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05						
Σ BTXE:	[mg/kg TS]	n.n.		< 1	1	3	5	DIN EN ISO 22155: 2016-07
Vinylchlorid	[mg/kg TS]	< 0,01						
Dichlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01						
1-2-Dichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01						
cis 1,2 Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01						
trans-Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01						
Chloroform	[mg/kg TS]	< 0,01						
1.1.1- Trichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01						
Tetrachlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01						
Trichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01						
Tetrachlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01						
Σ LHKW:	[mg/kg TS]	n.n.		< 1	1	3	5	DIN EN ISO 22155: 2016-07
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04			0,5	1,0		
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04						
Phenanthren	[mg/kg TS]	< 0,04						
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04						
Pyren	[mg/kg TS]	< 0,04						
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Chrysen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04						
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04						
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04			0,5	1,0		
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg TS]	< 0,04						
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04						
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	n.n.		1	5	15	20	DIN ISO 18287 :2006-05

3 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

3.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle, Summenparameter, Chlorid, Sulfat

Parameter	Einheit	Messwert		Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
Eluatherstellung								
pH-Wert	[-]	8,72		6,5-9	6,5-9	6-12	5,5-12	DIN EN ISO 10523 04-2012
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	59		500	500 ⁹	1000 ⁹	1500 ⁹	DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[µg/l]	< 4		10	10	40	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[µg/l]	< 5		20	25	100	200	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[µg/l]	< 0,2		2	2	5	10	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5		15	30 ²	75	150	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[µg/l]	< 5		50	50	150	300	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[µg/l]	< 5		40	50	150	200	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[µg/l]	< 0,15		0,2	0,2 ²	1	2	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[µg/l]	< 1		< 1	1	3	10	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Zink	[µg/l]	< 10		100	100	300	600	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Phenolindex	[µg/l]	< 10		< 10	10	50	100	DIN EN ISO 14402:1999-12
Cyanid (gesamt)	[µg/l]	< 5		< 10	10	50	100	EN ISO 14403 :2012-10
Chlorid	[mg/l]	< 2		10	10	20	30	EN ISO 10304: 2009-07
Sulfat	[mg/l]	< 5		50	50	100	150	EN ISO 10304 :2009-07

Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (LAGA M20:1997) werden Messunsicherheiten nicht mitberücksichtigt. Es handelt sich um absolute Messwerte.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 20.06.2022

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele

Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG
Robert-Bosch-Str. 59
73431 Aalen

Analysenbericht Nr.	442/10086	Datum:	20.06.2022
----------------------------	------------------	---------------	-------------------

1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG
Projekt : Wohnbebauung zwischen Königsbergstraße und Herderstraße, Schwabach
Projekt-Nr. : 220294 Kostenstelle :
Entnahmestelle : Art der Probenahme : Mischprobe
Art der Probe : Boden Entnahmedatum : 31.05.2022
Probeneingang : 14.06.2022 Originalbezeich. : MP 02
Probenbezeich. : 442/10086 Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
Untersuch.-zeitraum : 14.06.2022 – 20.06.2022

2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion (LAGA M20)

Parameter	Einheit	Messwert		Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe								DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	91,3		-	-	-	-	DIN EN 14346 : 2017-09
pH-Wert	[-]	7,1		5,5-8	5,5-8	5-9		DIN ISO 10390:2005-02
Arsen	[mg/kg TS]	4,9		20	30	50	150	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	6		100	200	300	1000	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	< 0,05		0,6	1	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	7,6		50	100	200	600	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	8,2		40	100	200	600	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	5,4		40	100	200	600	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	< 0,02		0,3	1	3	10	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4		0,5	1	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	19		120	300	500	1500	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser								EN 13657 :2003-01

2.1 Summenparameter, PCB, BTXE, LHKW, PAK

Parameter	Einheit	Messwert		Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5		1	3	10	15	DIN 38 409-17 :2005-12
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30						DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50		100	300	500	1000	DIN EN 14039 :2005-01
Cyanid (gesamt)	[mg/kg TS]	< 0,25		1	10	30	100	DIN EN ISO 17380 :2013-10
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01						
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01						
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01						
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01						
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01						
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01						
Σ PCB (6):	[mg/kg TS]	n.n.		0,02	0,1	0,5	1,0	DIN EN 15308 :2016-12
Benzol	[mg/kg TS]	< 0,05						
Toluol	[mg/kg TS]	< 0,05						
Ethylbenzol	[mg/kg TS]	< 0,05						
m,p-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05						
o-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05						
Σ BTXE:	[mg/kg TS]	n.n.		< 1	1	3	5	DIN EN ISO 22155: 2016-07
Vinylchlorid	[mg/kg TS]	< 0,01						
Dichlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01						
1-2-Dichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01						
cis 1,2 Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01						
trans-Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01						
Chloroform	[mg/kg TS]	< 0,01						
1.1.1- Trichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01						
Tetrachlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01						
Trichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01						
Tetrachlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01						
Σ LHKW:	[mg/kg TS]	n.n.		< 1	1	3	5	DIN EN ISO 22155: 2016-07
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04			0,5	1,0		
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04						
Phenanthren	[mg/kg TS]	< 0,04						
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04						
Pyren	[mg/kg TS]	< 0,04						
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Chrysen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04						
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04						
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04			0,5	1,0		
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg TS]	< 0,04						
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04						
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	n.n.		1	5	15	20	DIN ISO 18287 :2006-05

3 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

3.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle, Summenparameter, Chlorid, Sulfat

Parameter	Einheit	Messwert		Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
Eluatherstellung								
pH-Wert	[-]	8,44		6,5-9	6,5-9	6-12	5,5-12	DIN EN ISO 10523 04-2012
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	64		500	500 ⁹	1000 ⁹	1500 ⁹	DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[µg/l]	4		10	10	40	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[µg/l]	< 5		20	25	100	200	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[µg/l]	< 0,2		2	2	5	10	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5		15	30 ²	75	150	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[µg/l]	< 5		50	50	150	300	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[µg/l]	< 5		40	50	150	200	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[µg/l]	< 0,15		0,2	0,2 ²	1	2	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[µg/l]	< 1		< 1	1	3	10	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Zink	[µg/l]	< 10		100	100	300	600	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Phenolindex	[µg/l]	< 10		< 10	10	50	100	DIN EN ISO 14402:1999-12
Cyanid (gesamt)	[µg/l]	< 5		< 10	10	50	100	EN ISO 14403 :2012-10
Chlorid	[mg/l]	< 2		10	10	20	30	EN ISO 10304: 2009-07
Sulfat	[mg/l]	< 5		50	50	100	150	EN ISO 10304 :2009-07

Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (LAGA M20:1997) werden Messunsicherheiten nicht mitberücksichtigt. Es handelt sich um absolute Messwerte.

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.

Markt Rettenbach, den 20.06.2022

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele