



BAUGRUND- UND GRÜNDUNGSGUTACHTEN

Titel: Bebauung Lies Areal in Windsbach, Heilsbronner Straße

Auftraggeber: Beil Baugesellschaft mbH
Nürnberger Straße 38a
91522 Ansbach

Datum: 24. August 2022

Az.: 22 0475 be01 hö/he

Verteiler: Beil Baugesellschaft mbH

3-fach + pdf



INHAL	Seite
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	6
4.3 Bodenmechanische Laboruntersuchungen	7
4.4 Chemische Laboruntersuchungen	7
4.5 Erdbebenzone	8
4.6 Beurteilung möglicher Radonbelastungen	9
4.7 Homogenbereiche nach DIN 18300	9
4.8 Erdstatische Kennwerte	10
5 FOLGERUNG FÜR DIE BAUMASSNAHME	10
5.1 Bauvorhaben	10
5.2 Gründungsempfehlungen	11
5.3 Verkehrsflächen und Tiefgarage	13
5.4 Erdarbeiten und Wiederverwendung von Aushubmaterial	14
5.5 Baugrubengestaltung	16
5.6 Schutz des Bauwerks gegen Durchfeuchtung	16
6 VERSICKERUNG VON OBERFLÄCHENWASSER	18
7 SCHLUSSBEMERKUNGEN	18



ANLAGEN

Anlage 1

Pläne

- Anlage 1.1 Übersichtslageplan M. 1:25.000
- Anlage 1.2 Lageplan mit Untersuchungspunkten M. 1: 500, Variante 1
- Anlage 1.3 Lageplan mit Untersuchungspunkten M. 1.500, Variante 2

Anlage 2

Ergebnisse der örtlichen Erkundung

- Anlage 2.1 – 2.10 Profile der Bohrsondierungen und schweren Rammsondierungen

Anlage 3

Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen

- Anlage 3.1+3.2 Korngrößenverteilungen nach DIN EN ISO 17892-4

Anlage 4

Schnittdarstellungen, M. 1:150/50

- Anlage 4.1 Geologischer Schnitt Nord
- Anlage 4.2 Geologischer Schnitt Mitte
- Anlage 4.3 Geologischer Schnitt Süd

Anlage 5

Erdstatische Berechnungen

- Anlage 5.1 Grundbruch- und Setzung für quadratische Einzelfundamente UG/Tiefgarage

Anlage 6

Umweltanalytik, Prüfberichte 42/10540 und 42/10541

Anlage 7

Auswertung der Sickerversuche



1 VORGANG

Auf dem Grundstück der ehemaligen Gärtnerei Lies an der Heilsbronner Straße in Windsbach (Fl.-Nr. 984 und 984/4) ist der Neubau von mehreren 2 bis 3-geschossigen Mehrfamilienhäusern mit Tiefgaragen geplant. 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 GmbH mit der Untersuchung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse sowie der Beurteilung der Gründung der Bauwerke beauftragt. Grundlage des Auftrags war unser Honorarangebot 22 0475-an01 vom 16.06.2022.

Zur Bearbeitung standen uns folgende Unterlagen zur Verfügung:

- [1] Bebauungspläne Varianten 1 und 2 im M. 1:500 vom 25.06.2021, Beil-Baugesellschaft mbH, Mail vom 18.05.2022
- [2] Orientierende Gebäudeerkundung „Abbruch Gärtnerei Lies, Heilsbronner Straße 16, 91575 Windsbach“, Gutachten 19428 vom 21.11.2019, Geotechnik Aalen
- [3] Orientierende Untersuchung im Bereich der Öltanks „Abbruch Gärtnerei Lies, Heilsbronner Straße 16, 91575 Windsbach“, Aktenvermerk Nr. 01 / 19428, vom 21.11.2019, Geotechnik Aalen

Des Weiteren wurden durch unser Büro im Vorfeld der Außenarbeiten Leitungspläne bei den zuständigen Ver- und Entsorgern erhoben.

2 LAGE UND GEOLOGISCHE SITUATION

Das Planungsgebiet liegt im Nordosten von Windsbach an einem Keuperhang, der zum Tal der Fränkischen Rezat nach Süden abfällt. Im Bereich des ehemals bebauten und derzeit brachliegenden Grundstücks fällt das Gelände um rund 3 m in südliche Richtung ab. An den Erkundungsstellen wurden Ansatzhöhen zwischen ca. 420,6 und 417,3 mNN gemessen.

Nach der geologischen Karte von Bayern M 1:25.000, Blatt 6731 Abensberg stehen im Untergrund die Schichten des Mittleren Sandsteinkeupers (Hasseberge-Formation) an. Bei diesen handelt es sich meist um massige Sandsteine mit Einschaltungen von bunten Ton-, Schluff- oder Tonmergelsteinbänken. Mit den Untersuchungen wurden die Keupersandsteine in der oberen Lage zunächst aufgewittert als locker gelagerte Sande und Kiese aufgeschlossen, die erst zur Tiefe in mürbe Sandsteine übergehen.



3 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN

Zur Beurteilung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse wurden am 02.08.2022 ergänzend zu den bereits bestehenden Untersuchungen BS 1 bis BS 5 [2 + 3] weitere 4 Bohrsondierungen (BS 6 bis BS 9) im Rammkernbohrverfahren und 3 Rammsondierungen (DPH 1 bis DPH 3) abgeteuft. Mit den Bohrungen wurden Tiefen zwischen 1,3 und 3,3 m und mit den Rammsondierungen Tiefen zwischen 1,3 und 3,9 m erreicht. Die Untersuchungen mussten in den genannten Tiefen aufgrund hoher Rammwiderstände abgebrochen werden. Weiterhin wurden am 28.07.2022 zur Überprüfung der Sickerfähigkeit des Untergrundes 2 Baggerschürfe angelegt und in diesen Wassereingießversuche ausgeführt.

Die Untersuchungspunkte wurden von der Geotechnik Aalen nach Lage und Höhe mit GPS eingemessen und können den Lageplänen in Anlage 1.2 (Ausbauvariante 1) und Anlage 1.3 (Ausbauvariante 2) entnommen werden. In diese wurden auch die Ansatzstellen der Untersuchungen BS 1 bis BS 5 aus dem Jahr 2019 mit eingezeichnet.

Die durch die Bohrungen aufgeschlossenen Bodenprofile wurden ingenieur- und umweltgeologisch aufgenommen und schichtenweise beprobt. Eine grafische Darstellung der Schichten- und Rammprofile aller bisher durchgeführten Untersuchungen kann der Anlage 2 entnommen werden. Die Anlage 4 enthält eine zeichnerische Darstellung der Bohrprofile in 3 geologischen Schnitten. Eine Beschreibung der Untergrundverhältnisse findet sich im Kapitel 4.1.

An aus den Bohrungen entnommenen Proben wurden im Hinblick auf eine mögliche Verwertung bzw. Entsorgung der anstehenden Erdstoffe umwelttechnische Untersuchungen veranlasst.

4 UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

4.1 Schichtaufbau des Untergrundes

Oberboden

Im unbebauten Gelände (BS 1, BS 2, BS 4, BS 5 und BS 6) wurde der Mutterboden mit Schichtdicken von 30 cm aufgeschlossen. An den übrigen, im Bereich der ehemaligen Bebauung liegenden Untersuchungsstellen, wurde meist oberhalb von Auffüllungen, keine oder eine nur geringe Oberbodenandeckung von 5 bis 10 cm festgestellt.



Auffüllungen

Im südlichen Grundstücksabschnitt wurden in BS 7 bis BS 9 zunächst Auffüllungen erkundet, die bis in Tiefen von 0,4 und 0,7 m unter GOK reichen. In BS 3, die im Bereich der ehemaligen, unterirdischen Öltanks abgeteufelt wurde [3], stehen aufgefüllte Böden bis in 1,8 m Tiefe an.

Die Auffüllungen in BS 7 bis 9 bestehen aus Kalk- und Sandsteinen mit Beton-, Schlacke- und Ziegelresten. In BS 3 wurden locker gelagerte, schwach bis stark schluffige Sande aufgeschlossen, bei denen es sich vermutlich um die Arbeitsraumverfüllung der ehemals unterirdischen Öltanks handelt.

Verwitterungshorizont Mittlerer Keuper (Hasseberge-Formation)

Im oberflächennahen Verwitterungshorizont liegen die Keupersandsteine als entfestigte, meist schwach schluffige Fein- bis Grobsande vor. Die Sande enthalten unterschiedlich hohe kiesige Anteile oder auch kiesige Zwischenlagen aus kantigen Sandsteinen in Kies Kornfraktion. Mit dem Übergang zu den zunehmend festeren, mürben Sandsteinen ist nach den Untersuchungen etwa ab 416 und 417 mNN zu rechnen. Im Bereich der Untersuchungsstellen BS 5 und BS 7 enthalten die Verwitterungsschichten bindige Zwischenlagen, der Übergang zu den mürben Sandsteinen wurde hier ca. 1,5 m tiefer, zwischen ca. 414,6 und 415,5 mNN erkundet.

Die Rammogramme der Rammsondierungen DPH 1 bis DPH 3 belegen mit Schlagzahlen von $N_{10} < 5$ bis 10 oberflächennah eine meist lockere bis mitteldichte Lagerung und ab Schlägen von $N_{10} > 10$ eine mitteldichte bis dichte Lagerung der sandig-kiesigen Verwitterungsschichten. Schläge von $N_{10} > 30$ lassen auf Verfestigungen bzw. den Übergang zu den mürben Sandsteinen schließen. Schwächezonen mit Schlägen von $N_{10} = < 3$ sind vermutlich meist auf bindige Zwischenlagen zurückzuführen.

4.2 Grundwasserverhältnisse

Hinweise auf Grund- oder Schichtenwasser wurden im Zuge der Feldarbeiten bis zur Endteufe der Erkundungen nicht festgestellt. Nach Bohrungsdaten aus der Umgebung (Onlineangebot Umweltatlas Bayern) ist mit einem durchgehenden Grundwasserhorizont erst in tieferen Lagen, im Kluftsystem des Sandsteinkeupers zu rechnen. Langjährige Pegelmessungen aus der direkten Umgebung, die hierzu genauere Aussagen zulassen würden, liegen uns nicht vor.

Für die weiteren Planungen muss davon ausgegangen werden, dass sich in den Verwitterungsschichten, insbesondere nach längeren Regenperioden temporäre Schichten- bzw. Sickerwasservorkommen ausbilden können, die sich auf schwächer durchlässigen, teils auch bindigen Lagen aufstauen und im Zuge des Baugrubenaushubs angeschnitten werden können.



Das Untersuchungsgebiet befindet sich nach den Angaben des „BayernAtlas“ (Onlineangebot des Bayerischen Staatsministeriums) außerhalb von Überschwemmungsgebieten oder wassersensibler Bereiche.

4.3 Bodenmechanische Laboruntersuchungen

Zur genaueren Klassifizierung der anstehenden Böden wurden bereits im Rahmen der Untersuchungen im Jahr 2019 [3] in unserem bodenmechanischen Labor an repräsentativem Probenmaterial 2 Korngrößenverteilungen nach DIN EN ISO 17892-4 vorgenommen. Aufgrund der insgesamt homogenen Schichtung wurde im Zuge der aktuellen Untersuchungen auf weitere Laborversuche verzichtet. Die Körnungslinien sind mit der Anlage 3 beigelegt. 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
1/2	6,0	86,6	7,4	SU
2/3	26,0	25,1	48,9	GU*

[Tab. 1: Ergebnis Korngrößenverteilungen]

4.4 Chemische Laboruntersuchungen

Zur ersten orientierenden, umwelttechnischen Voruntersuchung der anstehenden Böden wurde eine Probe von den Auffüllungen (MP 01) aus BS 7 und 8 sowie eine Mischprobe der sandigen Verwitterungsschichten (MP 02) aus BS 6, 7, 8 und 9 zusammengestellt und nach LAGA untersucht. Die Analytik wurde durch das akkreditierte Labor BVU Bioverfahrens und Umweltanalytik GmbH, Markt Rettenbach ausgeführt. Die vollständigen Analyseergebnisse können der Anlage 6 entnommen werden.

Auffüllungen MP 01

In den Auffüllungen wurden im Feststoff ein erhöhter Benzo(a)pyrengelhalt von 0,6 mg/kg und ein erhöhter Gesamt-PAK-Gehalt von 6,2 mg/kg gemessen. Die übrigen Analyseparameter erwiesen sich als unauffällig. Aufgrund der erhöhten Feststoffwerte ist die Probe als Z1.2-Material nach der LAGA-Richtlinie einzustufen.

Mit den im Jahr 2019 durchgeführten Untersuchungen [3] wurde das Hinterfüllmaterial der Öltanks aufgrund erhöhter, vermutlich geogenbedingter Schwermetallgehalte von Cadmium im Feststoff und Arsen im Eluat, als Z1.2-Material nach Eckpunktepapier eingestuft.



Verwitterungsschichten MP 02

Bei dieser Probe unterschreiten alle Parameter die Z0-Zuordnungswerte im Feststoff und Eluat, sodass die Probe als Z0-Material nach der LAGA-Richtlinie eingestuft werden kann. Bei einer vergleichenden Bewertung nach dem Verfüll-Leitfaden Bayern (EPP) ergibt sich auf Grundlage der Ergebnisse in der Kategorie „Sand“ ebenfalls eine Einstufung als Z0-Material.

In nachfolgender Tabelle werden die Probenzusammenstellung und Ergebnisse der orientierenden chemischen Untersuchungen zusammengefasst.

Schicht	Bezeichnung (Einzelproben)	Analysenbericht Nr.	Maßgebender Parameter	Auswertung [LAGA / EPP]
Auffüllungen	MP 01: 7/1 + 8/1	42/10540	Benzo(a)pyren PAK-Gesamt	Z1.2 (LAGA)
Verwitterungsschichten	MP 02: 6/1, 7/2, 8/2, 9/2	4210541	-	Z0 (LAGA / EPP)
Auffüllung - Hinterfüllung Öltanks [3]	3/1 + 3/2	442/8549	Cadmium Arsen	Z1.1 (EPP) Z1.2 (EPP)

[Tab. 2: Ergebnis der chemischen Analysen]

Wir weisen darauf hin, dass es sich bei den hier aufgeführten Analyseergebnissen lediglich um orientierende Voruntersuchungen handelt. Für eine Deklarationsanalytik des Bodenaushubs sind im Rahmen der Aushubarbeiten Haufwerke zu bilden und gemäß LAGA PN 98 zu beproben. Generell sollte beim Aushub auffälliges Material (z.B. Auffüllungen mit Fremdmaterial, organische Böden) getrennt abgelagert und beprobt werden. Zeit- und Platzbedarf sind für die Beprobung und Analytik einzuplanen.

4.5 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.

Das hier betrachtete Baufeld bzw. Windsbach liegt in keiner Erdbebenzone.



4.6 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 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.

Außerhalb der Vorsorgegebiete ist nach derzeitiger Fachmeinung zu erwarten, dass zum Feuchteschutz herzustellende Abdichtungen ausreichen (s. Kap. 5.6), um einen übermäßigen Zutritt von Radon in die Gebäude zu verhindern. Zudem können Abdichtungen von Leitungsdurchführungen durch die Bodenplatte den Eintritt von Radongas verringern.

4.7 Homogenbereiche nach DIN 18300

Im vorliegenden Fall werden auf Grundlage der durchgeführten Untersuchungen 3 Homogenbereiche mit möglichen Streuungs- und Schwankungsbreiten für Erdarbeiten gemäß DIN 18300 definiert.

Parameter	Homogenbereich	
	H I	H II
Bodenschicht	Auffüllungen	Keupersande + bindige Zwischenlagen
Korngrößenverteilung	n.b.	s. Anl. 3
Massenanteil Steine, Blöcke, große Blöcke [%]	0 - 20	0 - 5
Undrained Scherfestigkeit [kN/m ²]	n.b.	50 - 250 ¹⁾
Plastizität [%]	n.b.	20 - 50 ¹⁾
Konsistenz I _c	n.b.	0,5 - 1,2 ¹⁾
Lagerungsdichte	locker	locker bis dicht
Organischer Anteil als Glühverlust [%]	0 - 3	0 - 2
Bodengruppen nach DIN 18196	GU, GU*	SE, SI, SU, SU*, (TL, TM, TA) ¹⁾

[Tab. 3: Homogenbereiche Lockergestein] n.b. nicht bestimmt oder bestimmbar ¹⁾ bindig



Parameter	Homogenbereich
	H III ¹⁾
Ortsübliche Bezeichnung	Keupersandsteine
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 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 Erfahrung die nachfolgenden, charakteristischen erdstatischen Kennwerte zugewiesen werden:

Schichtbereich	Wichte [kN/m ³]		Reibungs- winkel [°] φ'_k	Kohäsion [kN/m ²] c'_k	Steifemodul [MN/m ²] $E_{s,k}$
	γ	γ'			
Auffüllungen	20	11	30	0 - 2	6 - 12
Keuper					
Verwitterungsschichten, sandig, teils bindig	20	11	32,5	0 - 6	8 - 30
Sandstein ¹⁾	22	12	35	10	> 100

[Tab. 5: charakteristische erdstatische Kennwerte] ¹⁾ nicht aufgeschlossen. Erfahrungswerte

5 FOLGERUNG FÜR DIE BAUMASSNAHME

5.1 Bauvorhaben

Nach Angaben der Beil Baugesellschaft mbH steht die endgültige zur Bebauung nutzbare Grundstücksfläche noch nicht fest. Im Fall, dass die Variante 1 (Anl. 1.2) zur Ausführung kommt, sollen auf einer Gesamtfläche von ca. 4.700 m² fünf 3-geschossige Mehrfamilienhäuser mit Tiefgaragen errichtet werden. Sofern eine Grundstückserweiterung nach Süden möglich ist, vergrößert sich die bebaubare Fläche auf rund 5.400 m², sodass nach Variante 2 (Anl. 1.3) insgesamt 7 Mehrfamilienhäuser mit Tiefgaragen gebaut werden können.



Da es sich vorliegend um ein Hanggrundstück handelt, sollen nach ersten Vorplanungen die Erdgeschosshöhen der Gebäude voraussichtlich mit einer Höhendifferenz von jeweils 1,5 m abgestuft nach Süden angeordnet werden. Konkrete Angaben zur endgültigen Ausführung liegen bisher nicht vor.

Zur Veranschaulichung der Gründungssituation haben wir die Erdgeschosshöhen sowie die Gründungssohlen (UG/Tiefgarage) der Gebäude abgeschätzt. Dabei sind wir im Norden von einer FFB EG = 420,5 mNN (Anl. 4.1), in der Mitte von einer FFB EG = 419,0 mNN (Anl. 4.2) und im Süden des Grundstücks von einer FFB EG = 417,5 mNN (Anl. 4.3) ausgegangen. Nach Vorliegen der endgültigen Planungen müssen diese Angaben überprüft und ggf. korrigiert werden.

Die angenommenen Erdgeschosshöhen und Gründungssohlen der Gebäude sind in den geologischen Schnitten auf den Anlagen 4 dargestellt und die Schichtverläufe in den Profilen schematisch veranschaulicht. Bei den eingezeichneten Schichtgrenzen handelt es sich um eine Interpretation/Extrapolation anhand der punktwise ermittelten Erkundungsergebnisse.

5.2 Gründungsempfehlungen

Angaben zur geplanten Gründung sowie zu den zu erwartenden Bauwerkslasten liegen derzeit nicht vor. Die oberflächennah erkundeten Auffüllungen sind generell nicht als Gründungshorizont geeignet. Auch die natürlich anstehenden, in der oberen Lage nur sehr locker gelagerten und teils schlämmkornreicher ausgebildeten Verwitterungsschichten sowie ggf. zwischengeschaltete, bindige Zwischenlagen sind nur bedingt tragfähig. Höhere Einzellasten über Fundamente sollten in diese Schichten, aufgrund der zu erwartenden Setzungen und Setzungsdifferenzen nicht abgetragen werden.

Gute Tragfähigkeits- und Scherfestigkeitseigenschaften weisen vorliegend die zur Tiefe mindestens mitteldicht bis dicht gelagerten, sandigen Verwitterungsschichten des Mittleren Keupers auf, die nach den Schlagzahlen der Rammogramme zur Tiefe relativ schnell in gering verwitterte, mürbe Sandsteine übergehen. Mit den Erkundungen liegt der tragfähige Gründungshorizont auf einer Höhe von ca. 417 bis 416 mNN. Im oberen Hangbereich (Schnitt Anl. 4.1) entspricht dies Tiefen von ca. 3,2 – 3,4 m und im mittleren Hangbereich (Schnitt Anl. 4.2) Tiefen von ca. 2,7 m unter GOK. Im südlichen Abschnitt (Schnitt Anl. 4.3) wurde der tragfähige Untergrund bereits ab ca. 1,3 bzw. 1,8 m Tiefe aufgeschlossen.

Allgemein muss im Planungsgebiet jedoch punktuell mit lokalen Schwächezonen gerechnet werden. Die Schlagzahlen des Rammogramms von DPH 1 lassen mit $N_{10} = 2 - 4$ im Tiefenabschnitt zwi-



schen 2,2 und 3,4 m auf bindige Zwischenlagen oder auch nur sehr locker gelagerte bzw. schlämmkornreiche Sande schließen, die nicht als Gründungshorizont geeignet sind. Auch im Bereich der Bohrungen BS 5 und BS 7 wurden geringer tragfähige, verlehnte Sande angetroffen. Der Übergang zu den mürben Sandsteinen taucht hier auf Tiefen von ca. 415,5 und 414,6 mNN ab.

Für eine einheitliche und setzungsarme Gründung des Untergeschosses über Einzel- bzw. Streifenfundamente müssen die Fundamente bis in die mindestens mitteldichten bis dichten sandigen Verwitterungsschichten einbinden. Sofern im Zuge der Aushubarbeiten Schwächezonen mit verlehnten, locker gelagerten Sanden oder bindigen Zwischenlagen festgestellt werden, müssen diese zur Vermeidung von Setzungen und Setzungsdifferenzen durch eine Tieferführung der Fundamente durchteuft werden. Eventuelle Differenzhöhen können in diesen Fällen mittels Magerbeton aufgeholt werden.

Für eine Gründung der Fundamente in den mitteldicht bis dicht gelagerten Sanden des Verwitterungshorizonts wurden mit dem Programm GGU-Footing (Version 9.06/28.01.2021) Berechnungen durchgeführt. Unter der Voraussetzung, die Setzungen auf rund 1,0 bis 2,0 cm zu begrenzen, können für die Bemessung von quadratischen Einzelfundamenten mit einer Breite von b bzw. b' zwischen 1,0 m und 3,0 m, bei einer Mindesteinbindung von 1 m und lotrecht mittiger Belastung folgende Bemessungswerte des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ (EC7) angesetzt werden (vgl. Anlage 5):

Fundamentbreiten 1,0 x 1,0 m	$\sigma_{R,d} = 550 \text{ kN/m}^2$
Fundamentbreiten 2,0 x 2,0 m	$\sigma_{R,d} = 450 \text{ kN/m}^2$
Fundamentbreiten 3,0 x 3,0 m	$\sigma_{R,d} = 350 \text{ kN/m}^2$

Bei der Bemessung von Streifenfundamenten mit Breiten von 0,5 bis 1,5 m und Einbindetiefen von 1,0 m kann unter den genannten Bedingungen ein Bemessungswert des Sohlwiderstandes von $\sigma_{R,d} = 300 \text{ kN/m}^2$ vorgesehen werden. Bei Ausnutzung des genannten Werts ist mit Setzungen von ca. 1 bis 2 cm zu rechnen.

Nach einer Nachverdichtung aushubbedingter Auflockerungen und Einbau eines begrenzten Bodenaustauschs von ca. 40 cm kann die nicht tragende Bodenplatte voraussichtlichen ohne weitere Maßnahmen eingebaut werden. Weitere Bodenaustauschmaßnahmen werden nur erforderlich, sofern in Höhe der Gründungssohle noch schlämmkornreiche Sande oder bindige Zwischenlagen angetroffen werden, die komplett ausgetauscht werden sollten.

Bei Beachtung der vorgeschlagenen Gründungsmaßnahmen und bei fachgerechter Ausführung führen Setzungen in den genannten Größenordnungen nicht zu Schäden an der Konstruktion und

liegen in einem normalen Bereich. Setzungsunterschiede können in relevanter Größenordnung auftreten und sind entsprechend zu berücksichtigen. Leichte, die Standsicherheit nicht beeinträchtigende Risse, insbesondere im Übergang von gering belasteten Bereichen zu hoch beanspruchten Bauteilen sowie in den Sohlplatten, sind mit Sicherheit nicht ganz auszuschließen und üblicherweise mit Rücksicht auf eine wirtschaftliche Fundierung und Konstruktion in Kauf zu nehmen. Die Verträglichkeit der Verformungen ist hinsichtlich der Nutzung planerisch zu prüfen.

Als weitere Gründungsvariante für die Gebäude wäre prinzipiell auch eine Gründung über eine lastverteilende Bodenplatte in Kombination mit einem Bodenaustausch denkbar. Sofern diese Gründungsvariante planerisch in Erwägung gezogen wird, ist nach detaillierten Angaben zur Gründung und Vorlage von Lastenplänen eine entsprechende Abstimmung notwendig. Sofern eine Pflasterung der Tiefgarage erfolgen soll, ist diese Gründungsvariante i.d.R. nicht zielführend/wirtschaftlich.

5.3 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 Frostempfindlichkeitsklasse 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.

Eine Versickerung des Tagwassers in den Untergrund ist bei gepflasterten Tiefgaragen üblicherweise nicht zulässig und hier aus bodenmechanischer Sicht in den tieferen mindestens mitteldicht bis dicht gelagerten Sanden bzw. mürben Sandsteinen auch nicht sicher 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. Gegebenenfalls ist eine Pumpe 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 $Q_k \leq 20$ 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.

Nach den ausgeführten Untersuchungen sind im Planum meist mitteldicht bis dichte, sandige Verwitterungsschichten zu erwarten. Um eine besserer Verdichtbarkeit zu gewährleisten, empfehlen wir, in diesen Böden eine ca. 20 cm dicke Ausgleichsschicht / Bodenaustausch vorzusehen. Im Fall von mürben Sandsteinen kann auf Bodenaustauschmaßnahmen voraussichtlich verzichtet werden. Bei bindigen Böden oder schlämmkornreichen Sanden sollte zur Einhaltung des geforderten Verformungsmoduls ($E_{v2} \geq 45$ MN/m²) eine Stabilisierung des Planums durch einen Bodenaustausch mit einer Dicke von ca. 30 bis 40 cm eingeplant werden. Hinweise zum Bodenaustauschmaterial enthält der folgende Abschnitt 5.4.

5.4 Erdarbeiten und Wiederverwendung von Aushubmaterial

Die Erdarbeiten sind generell unter Berücksichtigung der Vorgaben der ZTV E-StB durchzuführen. Die anstehenden Böden sind teils stark witterungs- und frostempfindlich (F 3) und neigen bei Wasserzutritt in Verbindung mit dem Baubetrieb zum Aufweichen. Ein Aufweichen der Aushub- und vor allem der Gründungssohlen ist in jedem Fall zu verhindern. Ggf. aufgeweichtes Material ist zu entfernen und z.B. durch Beton zu ersetzen. Generell sollten die Erdarbeiten nicht vor einer länger zu erwartenden Regen- oder Frostperiode begonnen werden. Auf gefrorenem Boden darf nicht gegründet werden.



Bei Fundamenten mit unterschiedlichen Gründungsniveaus ist eine Tieferführung bzw. Abtreppung der Fundierung auf das jeweils tiefere Niveau unter einer Neigung von 30° einzuhalten. Ansonsten wäre der Lasteinfluss zu berücksichtigen.

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 Drängraben anzulegen.

Um eine ausreichende Tragfähigkeit zu gewährleisten, ist 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 zu verwenden. 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.

Prinzipiell ist schlämmkornarmes Aushubmaterial der kiesig-sandigen Verwitterungsschichten für bautechnische Zwecke geeignet. Wir weisen jedoch darauf hin, dass insbesondere im Fall der Sande die Einhaltung des optimalen Einbauwassergehalts schwierig ist.

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 ZTV E-StB]



Notwendige Geländeanschüttungen sind geräteabhängig in Lagen von ≤ 30 cm unter ständiger Verdichtung einzubauen. 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.

5.5 Baugrubengestaltung

Bei ausreichenden Platzverhältnissen und nicht durchströmten Böschungen können Baugruben bis in eine Tiefe von 5 m frei geböscht hergestellt werden. Nach DIN 4124 kann in den Verwitterungsschichten 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 und im Fall der Sande auch stark fließempfindliche Böden handelt, sollten die Baugrubenböschungen in jedem Fall vor Oberflächenwasser geschützt werden. Sofern in den Böschungen stärkere Schichtenwässer angeschnitten werden, müssen diese durch Dränkörper gefasst und abgeleitet werden. Eine offene Wasserhaltung ist für Oberflächen- und ggf. anfallendes Schichtenwasser vorzuhalten.

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

Sofern z.B. die Platzverhältnisse für freie Böschungen nicht ausreichen, werden Verbaumaßnahmen erforderlich, die im Einzelnen mit dem Baugrundgutachter abzustimmen sind.

5.6 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 meist sandigen Verwitterungsschichten ist mit Durchlässigkeiten von $\leq 1 \times 10^{-4}$ 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 umlaufend sowie auch unter der Bodenplatte eine dauerhaft rückstaufreie Dränung nach DIN 4095 mit ausreichendem Abstand zur Abdichtungsebene (50 cm) vorgenommen wird, kann eine Abdichtung des Gebäudes 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 Höhe der Dränage anzugeben.

Sofern keine o.g. Dränung installiert wird, ist der Bemessungswasserstand in Höhe GOK festzulegen. Es ist dauerhaft mit drückendem Wasser an den erdberührten Bauteilen zu rechnen und für das UG die Wassereinwirkungsklasse W2.1 (drückendes Wasser ≤ 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.

Die Bauwerksdränage kann z. B. an einen Sickerschacht angeschlossen werden, der wiederum einen dauerhaft rückstaufreien Notüberlauf enthält („Stuttgarter-Modell“). Ab UK Sickerschacht ist eine mindestens 1 m mächtige Sickerpackung als Retentionsraum einzubauen. Die Zulässigkeit einer Dränage ist im Vorfeld mit der Genehmigungsbehörde abzustimmen.

6 VERSICKERUNG VON OBERFLÄCHENWASSER

Als Grenzwerte für die Versickerung von Niederschlagswasser gelten nach dem DWA-Arbeitsblatt A 138 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.

Zur Überprüfung der Sickerfähigkeit der sandigen Verwitterungsschichten wurden am östlichen Grundstücksrand 2 Schürfe angelegt und jeweils Wassereingießversuche durchgeführt. Über die Versickerungszeiträume wurden in den oberflächennah anstehenden, locker gelagerten Sanden, wassergesättigte Durchlässigkeiten von $k_f = 4,6 \times 10^{-5}$ m/s (SCH 1) und $k_f = 4,9 \times 10^{-5}$ m/s (SCH 2) berechnet, sodass eine Versickerung möglich ist (vgl. Anl. 7).

Wir weisen darauf hin, dass die Durchlässigkeit der Sande neben der Korngrößenverteilung auch maßgeblich von ihrer Lagerungsdichte abhängt. Es ist daher davon auszugehen, dass die Sickerfähigkeit der Sande zur Tiefe sowie auch im Fall bindiger Zwischenlagen stark eingeschränkt sein kann. Weiterhin kann auch ein Wasseraufstau auf den zunehmend verfestigten, mürben Sandsteinen nicht ausgeschlossen werden.

Sofern Sickeranlagen installiert werden, empfehlen wir, für ausreichend Speichervolumen zu sorgen. Weiterhin muss sichergestellt sein, dass durch die Einleitung von Oberflächenwasser eine Gefährdung der anliegenden Gebäude ausgeschlossen ist. Da zumindest bereichsweise Probleme mit der Versickerung nicht ausgeschlossen werden können, sollte ein Notüberlauf in einen Regenwasserkanal vorgesehen werden.

Die Entwässerung ist generell mit den zuständigen Behörden abzustimmen.

7 SCHLUSSBEMERKUNGEN

Die Untergrundverhältnisse wurden im Baufeld durch insgesamt 8 Sondierbohrungen und 3 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 Verhältnissen und ein Vergleich zu den Ergebnissen und Folgerungen im Gutachten unerlässlich sind.



Da keine Angaben zu den tatsächlichen Gründungssohlen vorlagen, wurden diese anhand der Baugrunduntersuchungen und der Vorabangaben der Beil Baugesellschaft mbH abgeschätzt. Die auf Grundlage dieser Daten ausgearbeiteten Hinweise und Gründungsempfehlungen müssen nach Vorliegen von Detailplanungen ggf. überarbeitet werden.

Bei Fragestellungen während der Bauausführung, welche auf den geologischen Aufbau des Untergrundes zurückzuführen sind, ist der Baugrundgutachter hinzuzuziehen. Zu Beginn der Gründungsarbeiten wird in jedem Fall eine Sohlabnahme durch den Baugrundgutachter empfohlen.

für die Geotechnik Aalen GmbH & Co. KG

Dipl.-Geol. W. Höffner

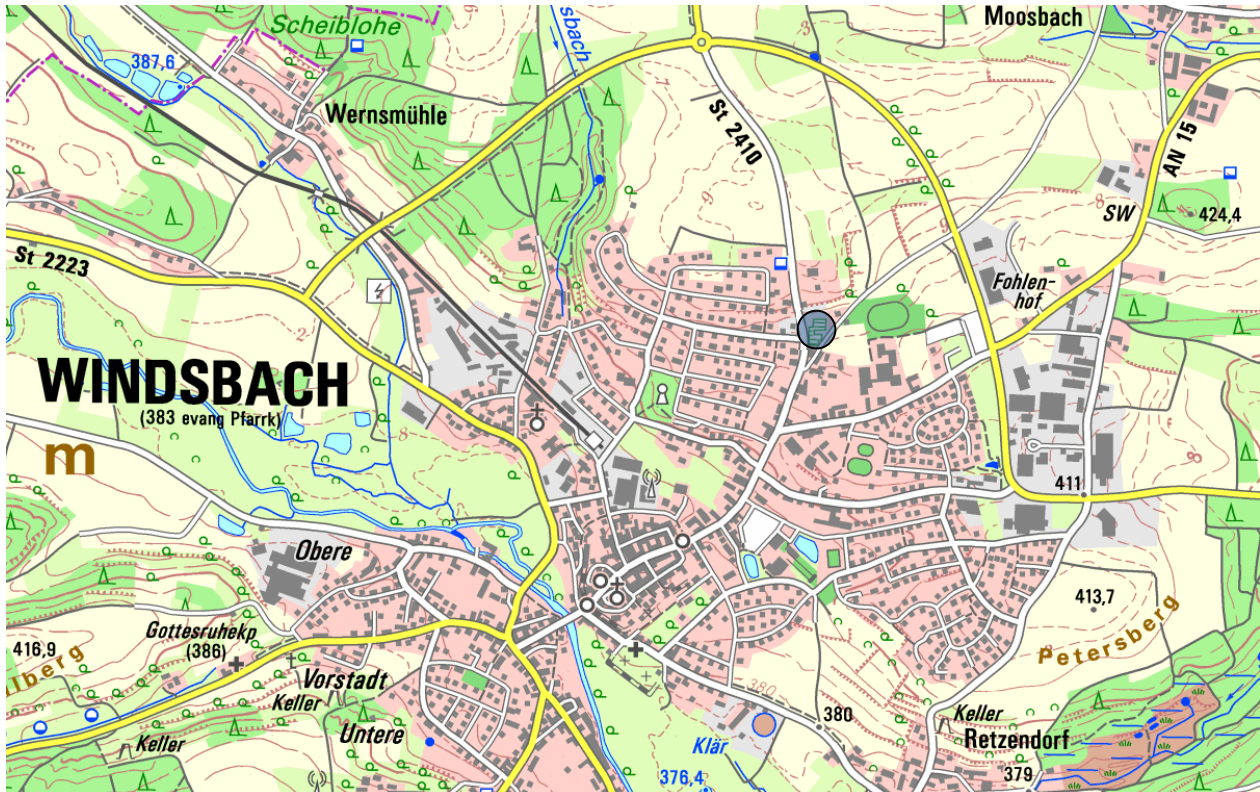
Sachbearbeiter:

Dipl.-Geol. S. Hetzel




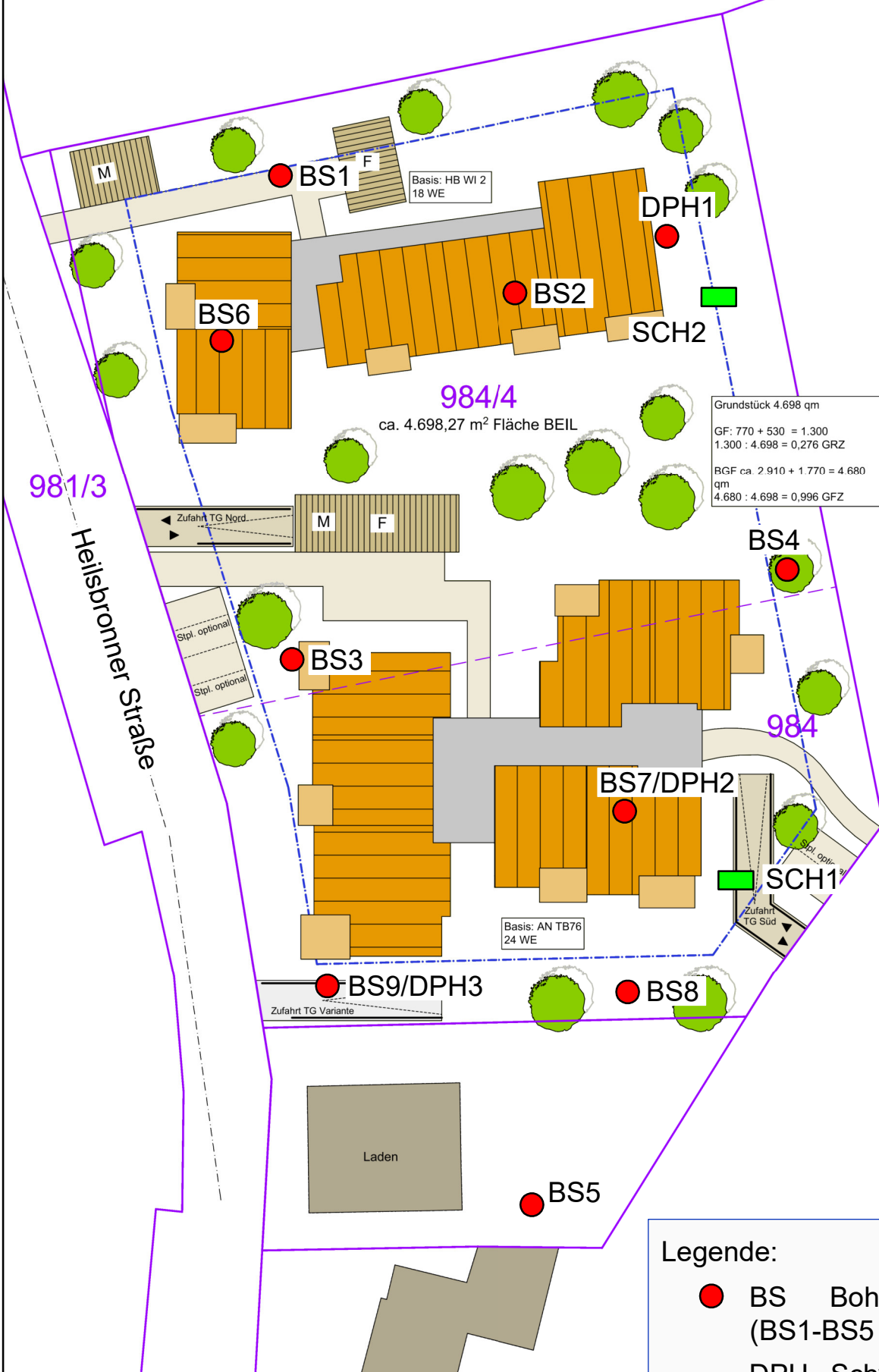
ÜBERSICHTSLAGEPLAN

Plangrundlage: TK 25



Legende:

 Untersuchungsgebiet



Grundstück 4.698 qm
 GF: 770 + 530 = 1.300
 1.300 : 4.698 = 0,276 GRZ
 RGF ca. 2.910 + 1.770 = 4.680 qm
 4.680 : 4.698 = 0,996 GFZ

Legende:

- BS Bohrsondierung (BS1-BS5 aus 19428)
- DPH Schwere Rammsonde
- SCH Schürfgrube

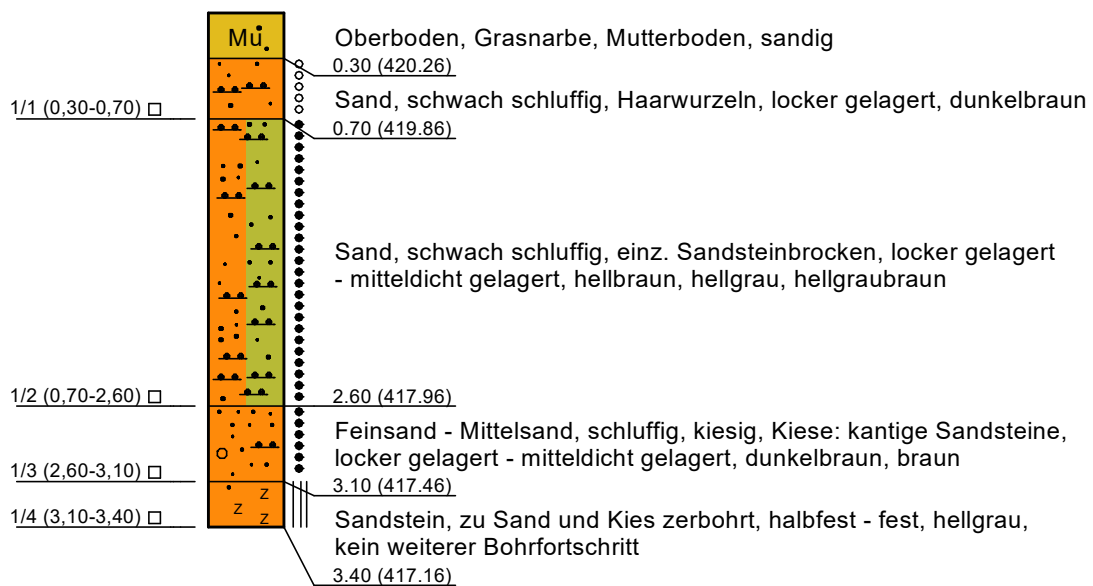


Datei: Z:\22projekte\220475\09Grafik\plaene\220475be01_am1_2ff_130622.dwg 2022-08-24 08:12:16

AZ 19428

BS 1/2019

420,56 m NN

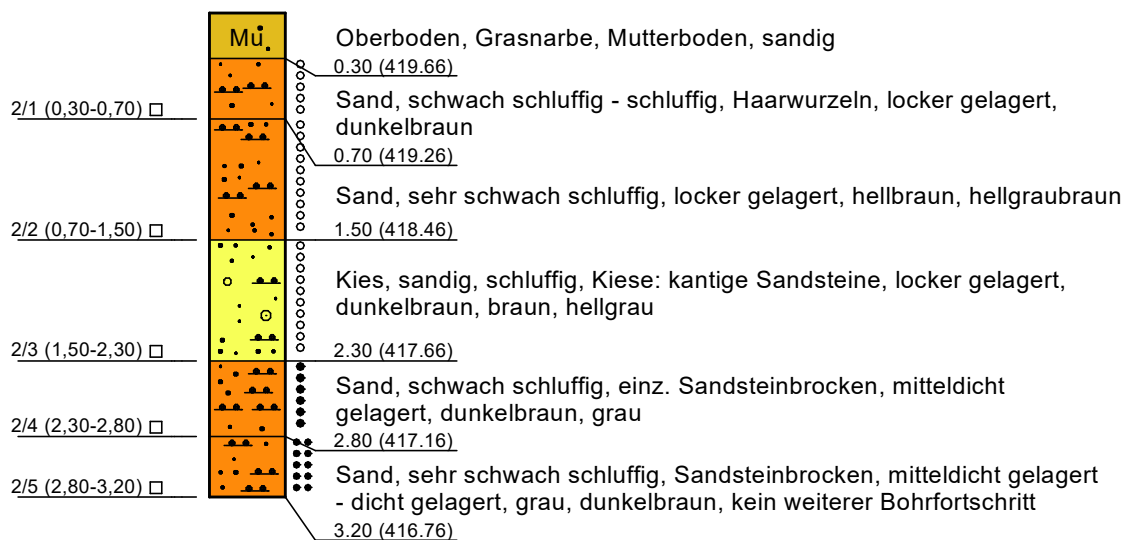


30.10.19/M. Gecek/M 1: 50

AZ 19428

BS 2/2019

419,96 m NN

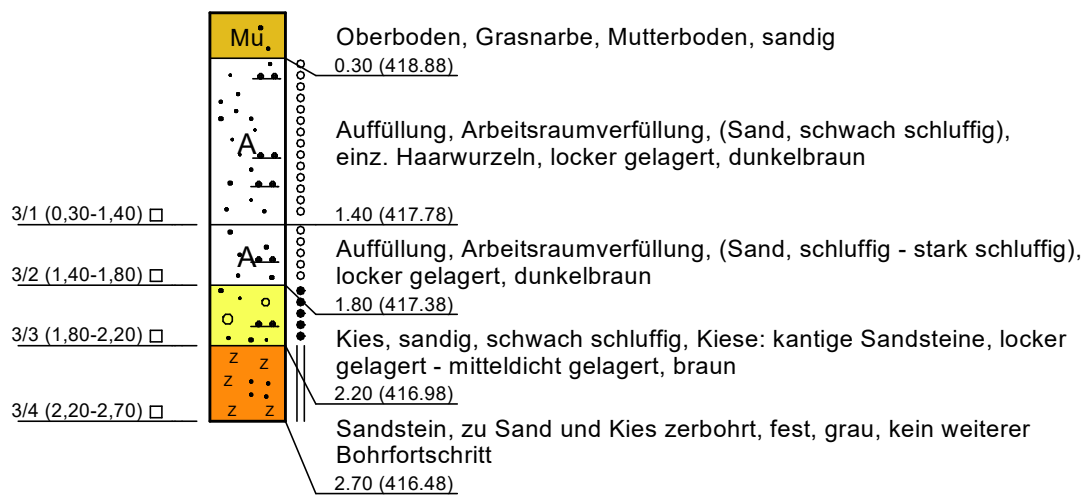


30.10.19/M. Gecek/M 1: 50

AZ 19428

BS 3/2019

419,18 m NN

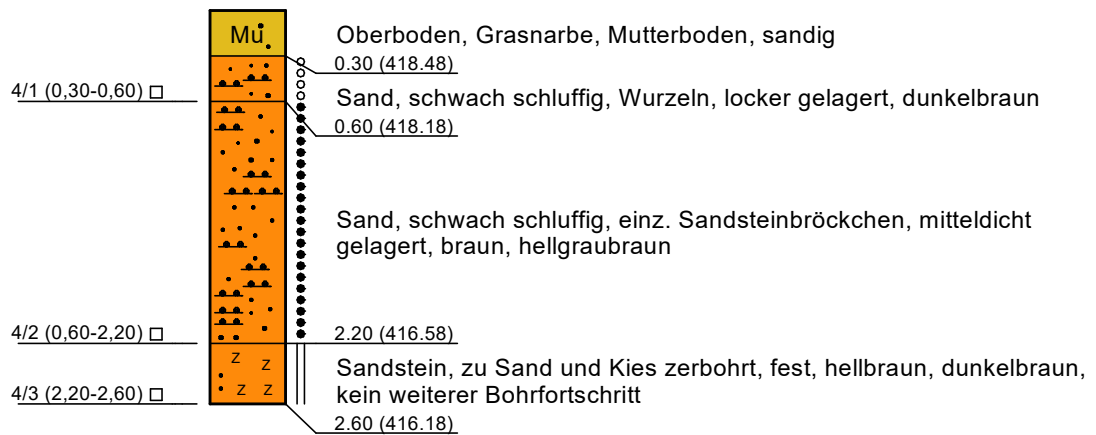


30.10.19/M. Gecek/M 1: 50

AZ 19428

BS 4/2019

418,78 m NN

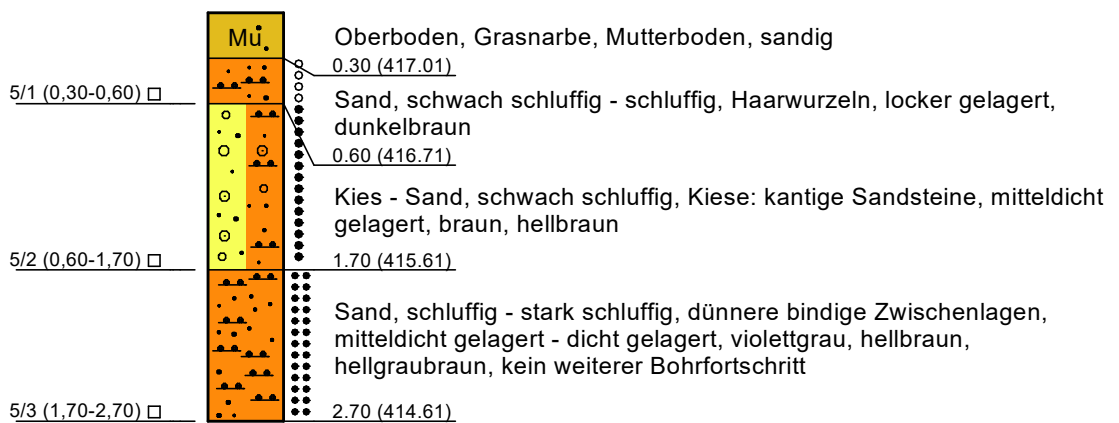


30.10.19/M. Gecek/M 1: 50

AZ 19428

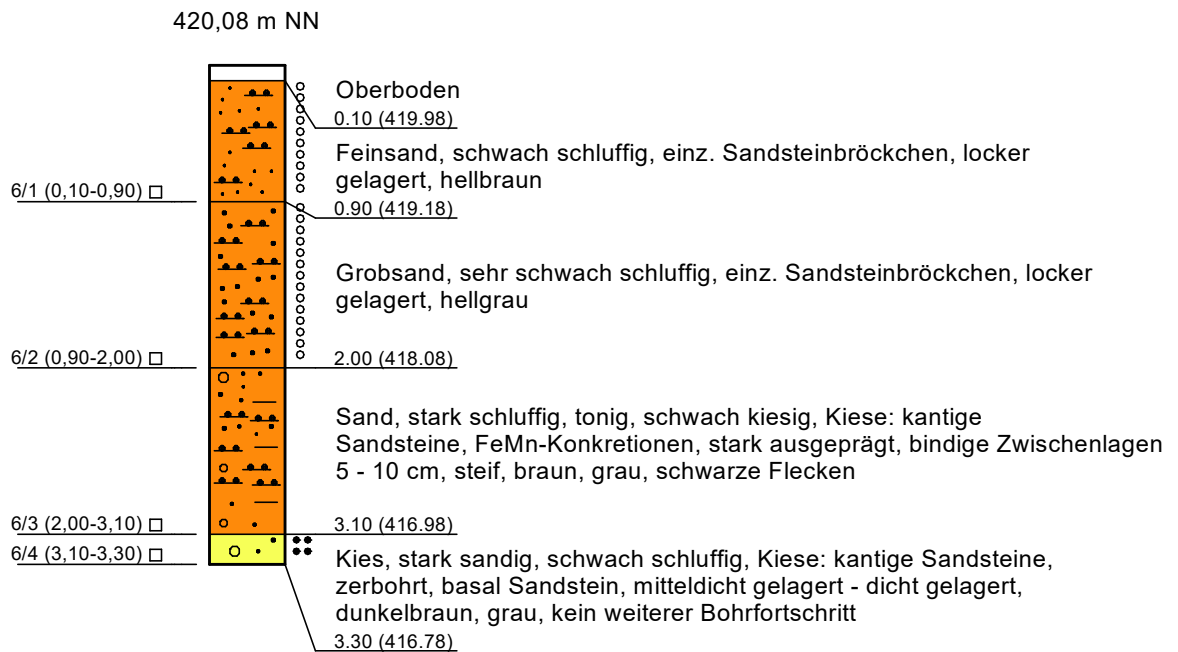
BS 5/2019

417,31 m NN



30.10.19/M. Gecek/M 1: 50

BS 6/2022

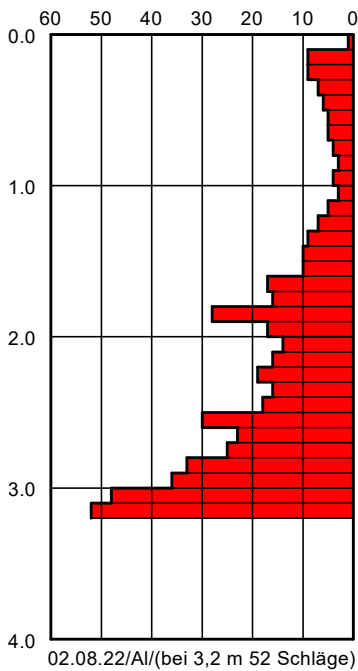


02.08.2022/N. Auzinger/M 1: 50

DPH 2/2022

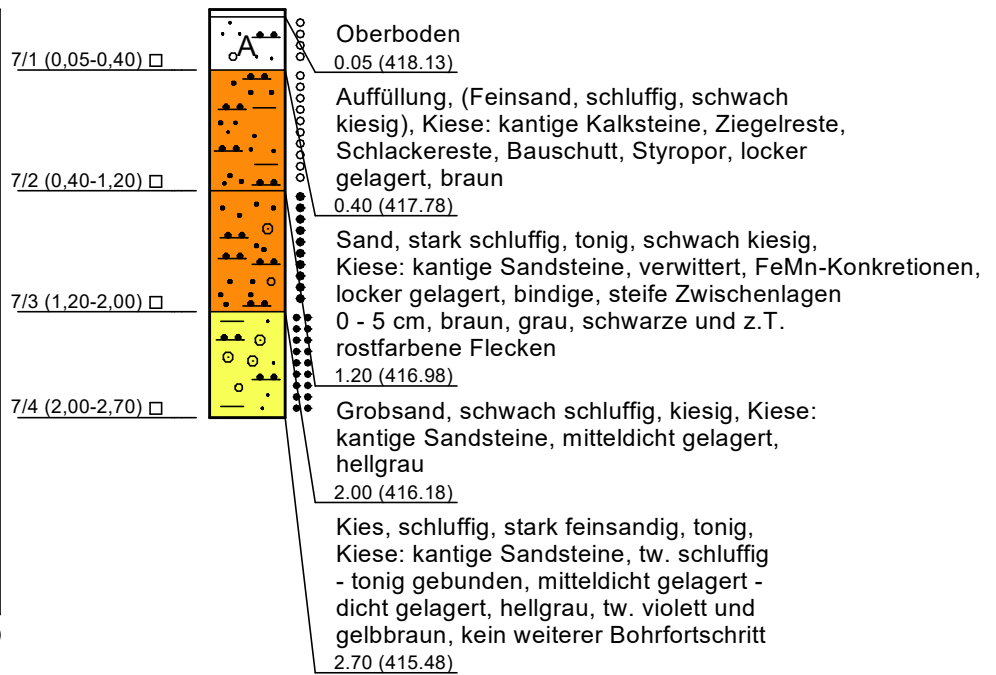
418,18 m NN

Schlagzahlen je 10 cm



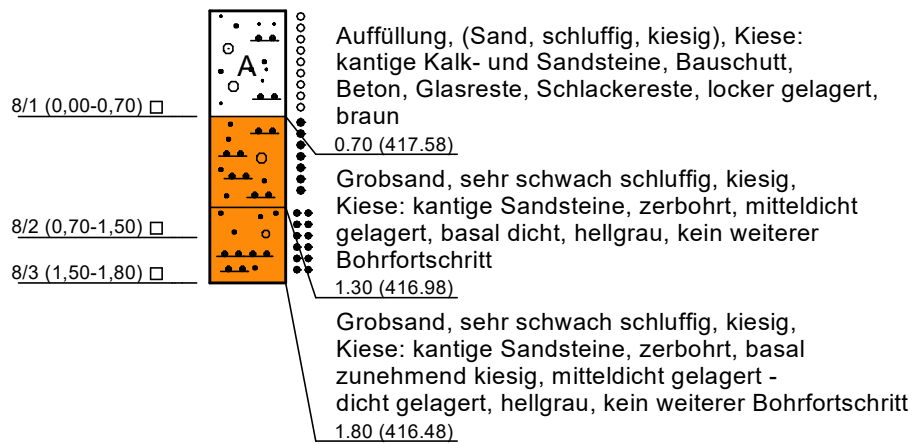
BS 7/2022

418,18 m NN



BS 8/2022

418,28 m NN

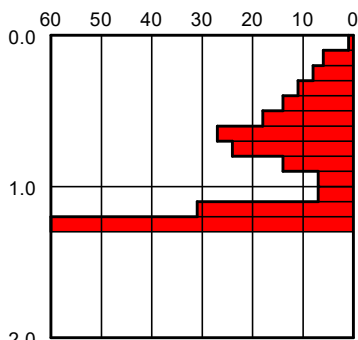


02.08.2022/N. Auzinger/M 1: 50

DPH 3/2022

417,62 m NN

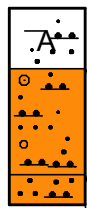
Schlagzahlen je 10 cm



02.08.22/AI/(bei 1,3 m 60 Schläge auf 2 cm)

BS 9/2022

417,62 m NN



9/1 (0,00-0,40) □

9/2 (0,20-1,10) □

9/3 (1,10-1,30) □

Auffüllung, (Sand, schluffig, tonig, kiesig),
Kiese: kantige Kalk- und Sandsteine, Schlackereste,
Bauschutt, locker gelagert, braun

0.40 (417.22)

Sand, schluffig, tonig, schwach kiesig, Kiese:
kantige Sandsteine, verwittert, einz. FeMn-Konkretionen,
locker gelagert, grau, braun, einz. rostfarbene
und schwarze Flecken

1.10 (416.52)

Grobsand, sehr schwach schluffig, kiesig,
Kiese: kantige Sandsteine, zerbohrt, mitteldicht
gelagert, basal dicht, hellgrau, kein weiterer
Bohrfortschritt

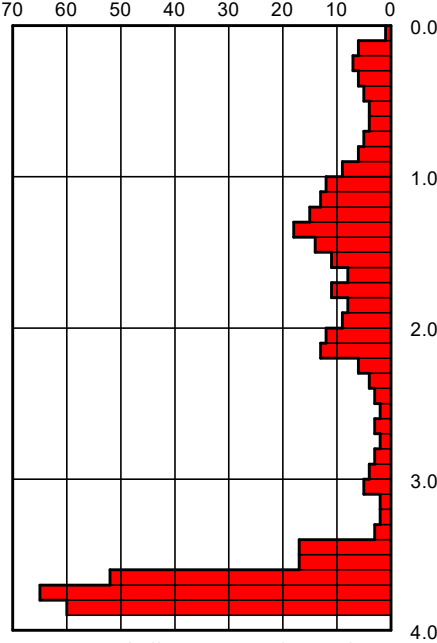
1.30 (416.32)

02.08.2022/N. Auzinger/M 1: 50

DPH 1/2022

419,89 m NN

Schlagzahlen je 10 cm



02.08.22/Al/(bei 3,9 m 60 Schläge)

GEOTECHNIK AALEN

Robert-Bosch-Straße 59
73431 Aalen

Tel.: 07361-94060 Fax: 07361-940610

Bearbeiter: He

Datum: 13.11.2019

Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4

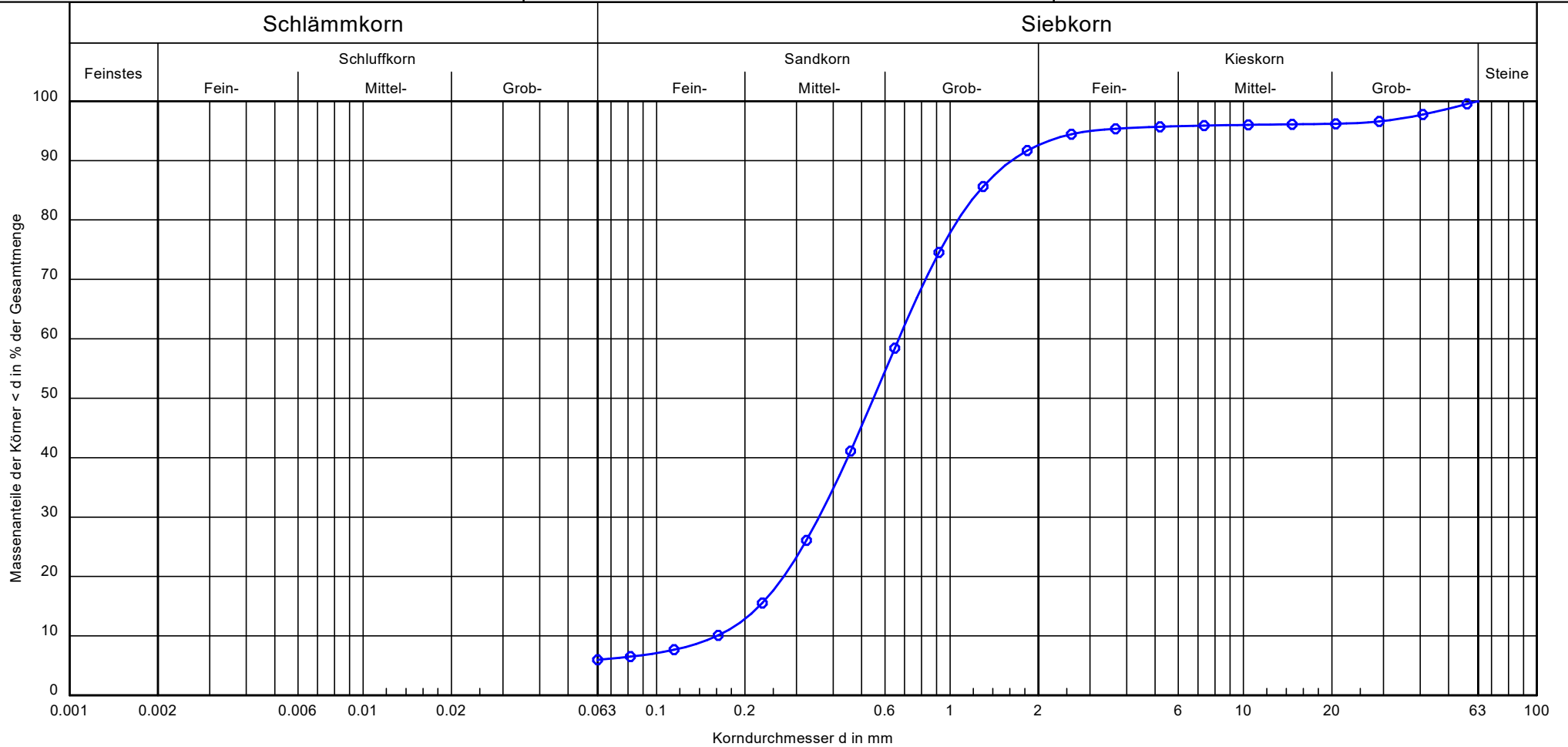
Abbruch Gärtnerei Lies
Heilsbronner Straße 16
in 91575 Windsbach

Prüfungsnummer: 1/2

Probe entnommen am: 30.10.2019 durch Ge

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Komb. Sieb-/Schlamm-analyse



Bezeichnung:	1/2
Bodenart:	mS, gs, u', g', fs'
Tiefe:	0,70 - 2,60 m
k [m/s] (Hazen):	$3.0 \cdot 10^{-4}$
Entnahmestelle:	BS 1
U/Cc	4.2/1.2
Bodengruppe	SU
Anteile	- /6.0/86.6/7.4

Bemerkungen:

Bericht:
220475
Anlage:
3.1

GEOTECHNIK AALEN

Robert-Bosch-Straße 59
73431 Aalen

Tel.: 07361-94060 Fax: 07361-940610

Bearbeiter: He

Datum: 15.11.2019

Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4

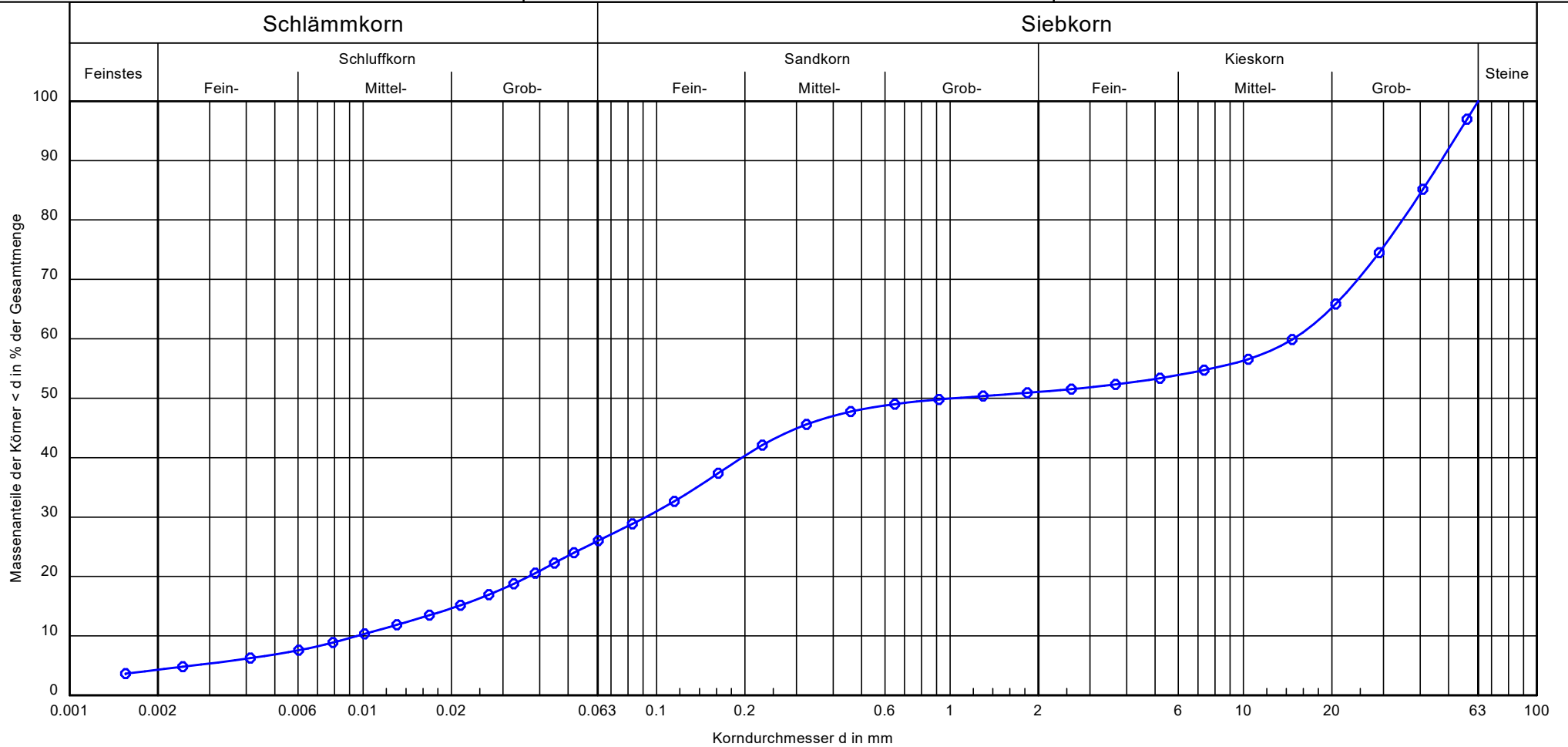
Abbruch Gärtnerei Lies
Heilsbronner Straße 16
in 91575 Windsbach

Prüfungsnummer: 2/3

Probe entnommen am: 30.10.2019 durch Ge

Art der Entnahme: gestört

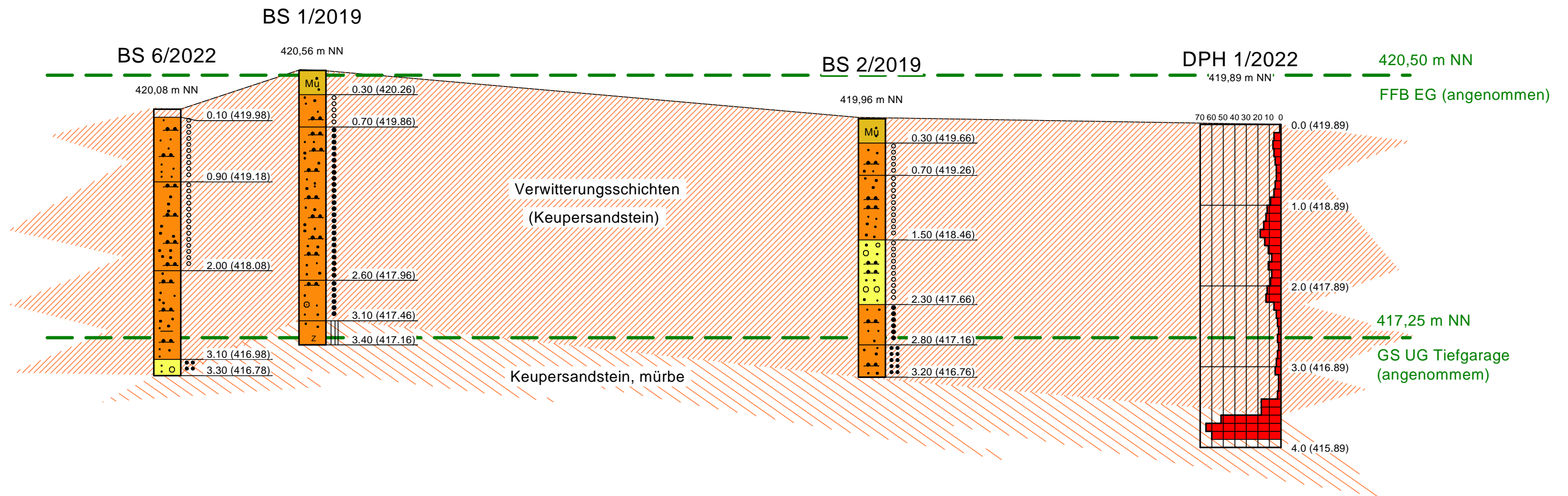
Arbeitsweise: Komb. Sieb-/Schlammnanalyse



Bezeichnung:	2/3
Bodenart:	G, u, fs', ms'
Tiefe:	1,50 - 2,30 m
k [m/s] (USBR):	-
Entnahmestelle:	BS 2
U/Cc	1542.6/0.1
Bodengruppe	GU*
Anteile	4.3/21.7/25.1/48.9

Bemerkungen:

Bericht:
220475
Anlage:
3.2





projiziert

BS 3/2019

419,18 m NN

BS 4/2019

419,00 m NN

DPH 2/2022+BS 7/2022

418,78 m NN

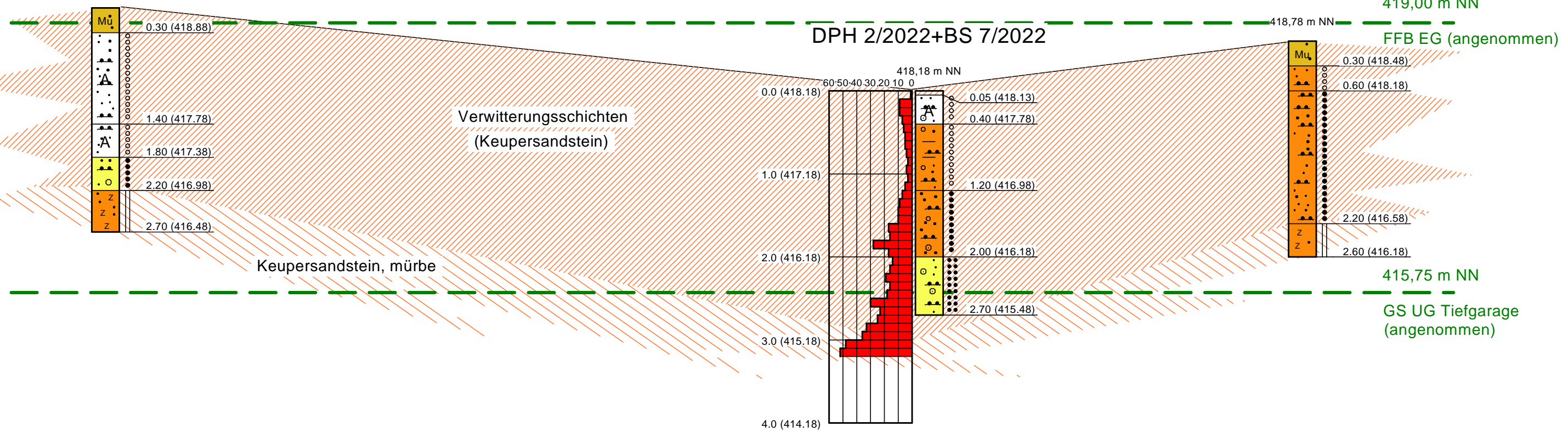
FFB EG (angenommen)

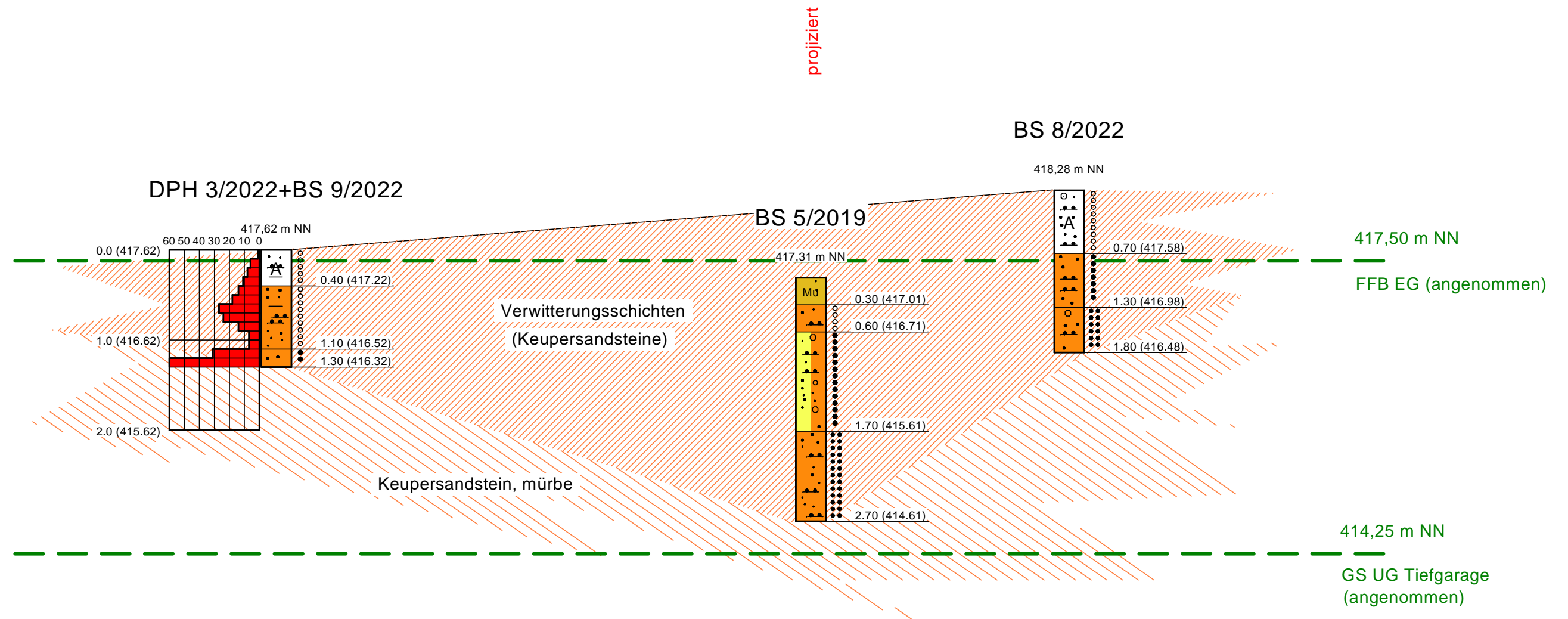
Verwitterungsschichten
(Keupersandstein)

Keupersandstein, mürbe

415,75 m NN

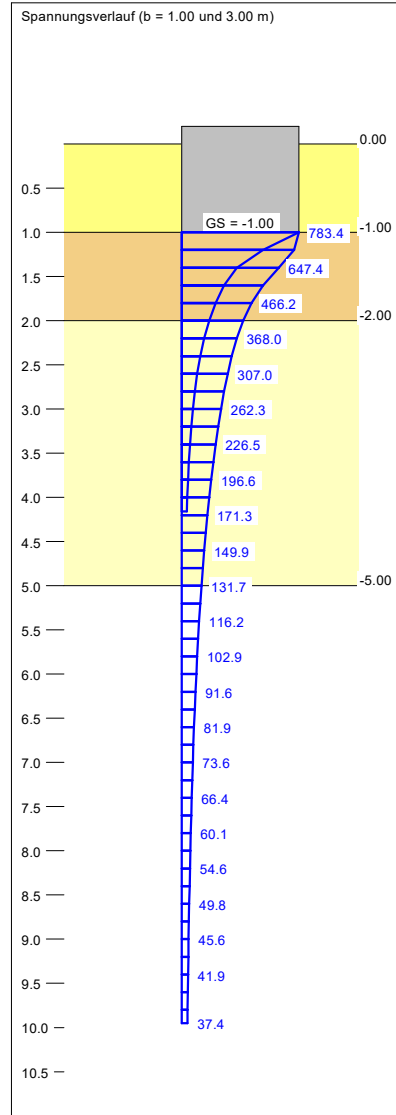
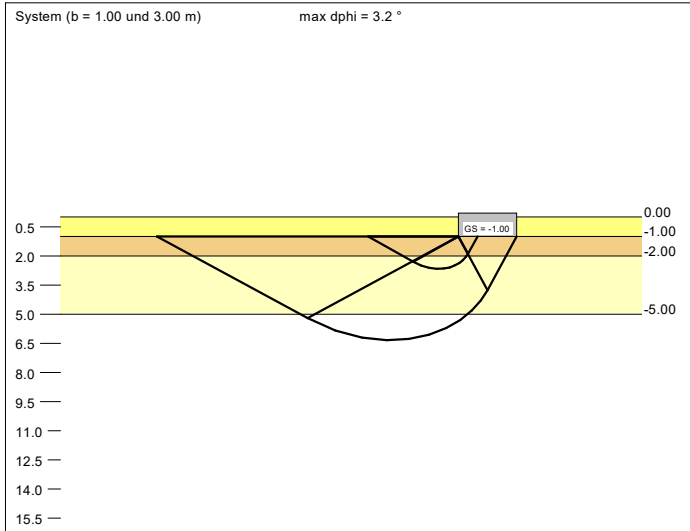
GS UG Tiefgarage
(angenommen)





Grundbruch- und Setzung für quadratische EF UG

Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	20.0	11.0	27.5	0.0	10.0	0.00	Sand, locker
	20.0	10.0	30.0	0.0	15.0	0.00	Sand, mitteldicht
	21.0	11.0	32.5	0.0	30.0	0.00	Sandstein, mürbe
	22.0	12.0	35.0	0.0	150.0	0.00	Sandstein, fest

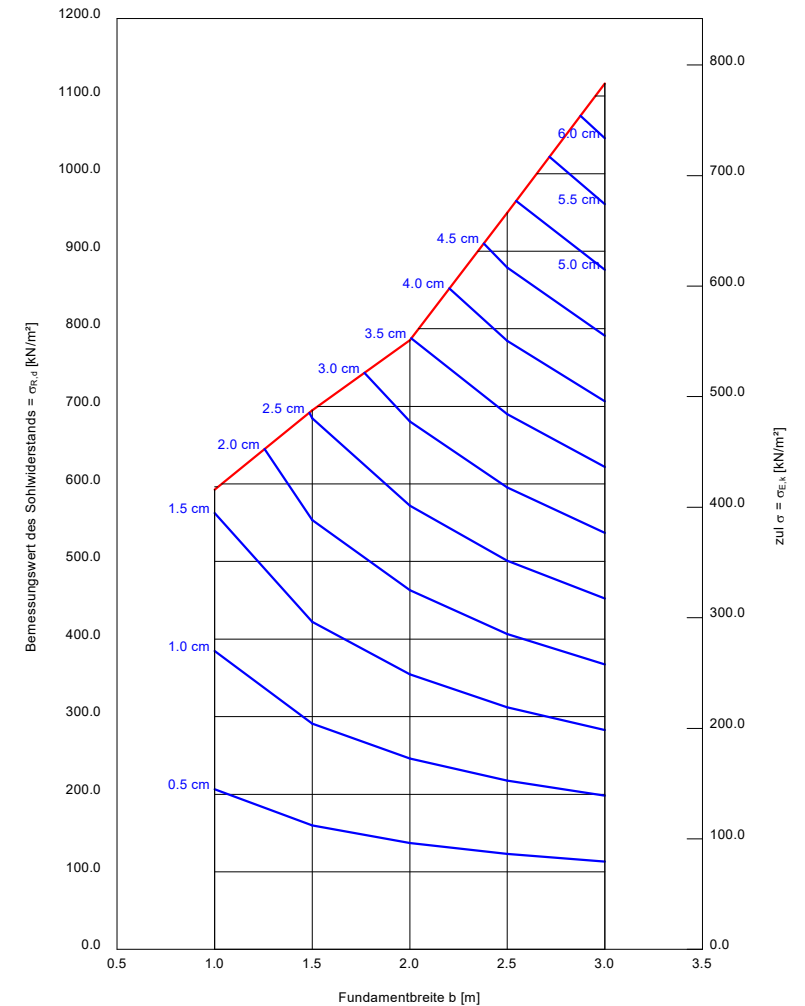


Berechnungsgrundlagen:
Norm: EC 7
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.50

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
Oberkante Gelände = 0.00 m
Gründungssohle = -1.00 m
Grundwasser = -7.00 m
Vorbelastung = 20.0 kN/m²
Grenztiefe mit p = 20.0 %
— Sohldruck
— Setzungen

a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	R _{n,d} [kN]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	V _{E,k} [kN]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	σ_0 [kN/m ²]	t _g [m]	UK LS [m]
1.00	1.00	592.7	592.7	415.9	415.9	1.58 *	31.3	0.00	20.25	20.00	4.16	2.66
1.50	1.50	694.8	1563.3	487.6	1097.0	2.54 *	31.7	0.00	20.46	20.00	5.45	3.53
2.00	2.00	785.3	3141.3	551.1	2204.4	3.48 *	31.9	0.00	20.58	20.00	6.66	4.40
2.50	2.50	949.5	5934.1	666.3	4164.3	4.87 *	32.7	0.00	20.69	20.00	8.26	5.36
3.00	3.00	1116.3	10046.5	783.4	7050.2	6.42 *	33.2	0.00	20.85	20.00	9.95	6.33

* Vorbelastung = 20.0 kN/m²
 $\sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{R,k} / 1.99$ (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.50



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

Analysenbericht Nr.	42/10540	Datum:	17.08.2022
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG
 Projekt : Bebauung Grundstück "Lies"
 Projekt-Nr. : 220475
 Entnahmestelle :
 Art der Probe : Boden
 Probeneingang : 11.08.2022
 Probenbezeich. : 42/10540
 Untersuch.-zeitraum : 11.08.2022 – 17.08.2022

Kostenstelle :
 Art der Probenahme : Mischprobe
 Entnahmedatum : 02.08.2022
 Originalbezeich. : MP 01
 Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers

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	[%]	93,0	-	-	-	-	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]	10	20	30	50	150	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	21	100	200	300	1000	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,2	0,6	1	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	21	50	100	200	600	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	21	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]	0,21	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]	100	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]	0,38					
Anthracen	[mg/kg TS]	0,09					
Fluoranthren	[mg/kg TS]	0,9					
Pyren	[mg/kg TS]	0,7					
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	0,59					
Chrysen	[mg/kg TS]	0,66					
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,92					
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,31					
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	0,6		0,5	1,0		
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	0,13					
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg TS]	0,37					
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	0,45					
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	6,1	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	[-]	8,41		6,5-9	6,5-9	6-12	5,5-12	DIN EN ISO 10523:04-2012
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	82		500	500 ³	1000 ³	1500 ³	DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[µg/l]	9		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 17.08.2022

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele

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

Analysenbericht Nr.	42/10541	Datum:	17.08.2022
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG
 Projekt : Bebauung Grundstück "Lies"
 Projekt-Nr. : 220475
 Entnahmestelle :
 Art der Probe : Boden
 Probeneingang : 11.08.2022
 Probenbezeich. : 42/10541
 Untersuch.-zeitraum : 11.08.2022 – 17.08.2022

Kostenstelle :
 Art der Probenahme : Mischprobe
 Entnahmedatum : 02.08.2022
 Originalbezeich. : MP 02
 Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers

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	[%]	90,8	-	-	-	-	DIN EN 14346 : 2017-09
pH-Wert	[-]	7,5	5,5-8	5,5-8	5-9		DIN ISO 10390:2005-02
Arsen	[mg/kg TS]	4,8	20	30	50	150	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	4,5	100	200	300	1000	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,08	0,6	1	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	12	50	100	200	600	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	3,6	40	100	200	600	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	5	40	100	200	600	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,06	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]	33	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)perylen	[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	[-]	8,11		6,5-9	6,5-9	6-12	5,5-12	DIN EN ISO 10523:04-2012
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	88		500	500 ³	1000 ³	1500 ³	DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[µg/l]	5		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 17.08.2022

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele



Durchführung eines Sickertests bei oberflächiger Versickerung

Antragsteller: Beil Baugesellschaft mbH

Wohnbebauung auf Grundstück Lies in Windsbach Gemarkung: Windsbach

Lage der Schürfgrube: vgl. Lageplan SCH 1

Abmessungen der Schürfgrube: Tiefe 1,4 m, Sohlfläche 1,4 x 1,4 m, ca. 2 m²

wurde Grundwasser erschlossen: ... ja nein

Kurze Beschreibung des Bodens: Sand, schwach schluffig, kiesig

Wasserstand in der Grube zu Beginn der Messung: 0,22 m über Sohle

Ableseung nach	Absenkbetrag	Ableseung nach	Absenkbetrag
15 min	4,9 cm	45 min	4,1 cm
30 min	4,1 cm	60 min	3,7 cm
Mittlere Absenkung über Versuchszeit		4,2 cm / 15 min	
kf-Wert		4,6*10 ⁻⁵ m/s	

Schlussfolgerung: versickerungsrelevanter Bereich nach DWA A 138 (1*10⁻³ und 1*10⁻⁶ m/s)

ja ... nein

Sickertest veranlasst, überwacht und durchgeführt: Geotechnik Aalen GmbH & Co. KG, Robert Bosch Str. 59, 73431 Aalen

Aalen, 16.08.2022

Ort, Datum

Unterschrift



Durchführung eines Sickertests bei oberflächiger Versickerung

Antragsteller: Beil Baugesellschaft mbH

Wohnbebauung auf Grundstück Lies in Windsbach Gemarkung: Windsbach

Lage der Schürfgrube: vgl. Lageplan SCH 2

Abmessungen der Schürfgrube: Tiefe 1,4 m, Sohlfläche 1,5 x 1,5 m, ca. 2,25 m²

wurde Grundwasser erschlossen: ... ja nein

Kurze Beschreibung des Bodens: Sand, schwach schluffig

Wasserstand in der Grube zu Beginn der Messung: 0,28 m über Sohle

Ableseung nach	Absenkbetrag	Ableseung nach	Absenkbetrag
15 min	5,6 cm	45 min	3,9 cm
30 min	4,5 cm	60 min	3,7 cm
Mittlere Absenkung über Versuchszeit		4,4 cm / 15 min	
kf-Wert		4,9*10 ⁻⁵ m/s	

Schlussfolgerung: versickerungsrelevanter Bereich nach DWA A 138 (1*10⁻³ und 1*10⁻⁶ m/s)

ja ... nein

Sickertest veranlasst, überwacht und durchgeführt: Geotechnik Aalen GmbH & Co. KG, Robert Bosch Str. 59, 73431 Aalen

Aalen, 16.08.2022

Ort, Datum

Unterschrift