



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

Titel: Neubebauung SDZ-Areal
Bahnhofstraße 65, Bahnhofstraße 77 und Eisenstraße 6
in Aalen

Auftraggeber: Süddeutscher Zeitungsdienst
Grundstücksverwaltungs- und Beteiligungs GmbH & Co. KG
Bahnhofstraße 65
73430 Aalen

über

Liebel Architekten
Im Lockschuppen
Hirschbachstraße 31
73431 Aalen

Datum: 18. Januar 2022

Az.: 21 673 be01 hö/pe

Verteiler: Liebel Architekten

3-fach + pdf

INHALT

	Seite
1 VORGANG	4
2 LAGE, GEOLOGISCHE UND HYDROGEOLOGISCHE SITUATION	5
3 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN	5
4 UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE	6
4.1 Schichtaufbau des Untergrundes	6
4.2 Grundwasserverhältnisse	9
4.3 Bodenmechanische Laboruntersuchungen	11
4.4 Chemische Laboruntersuchungen	13
4.4.1 Untersuchung gebundener Oberbau auf PAK	13
4.4.2 Künstliche Auffüllungen	13
4.4.3 Böden	14
4.5 Erdbebenzone	16
4.6 Beurteilung möglicher Radonbelastungen	17
4.7 Bodengruppen	18
4.8 Homogenbereiche	18
4.9 Erdstatische Kennwerte	20
5 FOLGERUNG FÜR DIE BAUMAßNAHME	21
5.1 Allgemeines und Baugrundverhältnisse	21
5.1 Gründung der Bauwerke	22
5.2 Geothermische Nutzung der Gründungskörper bei Tiefgründung	25
5.3 Baugrubengestaltung und -sicherung	26
5.4 Erd- und Bohrarbeiten, Wasserhaltung	28
5.5 Schutz der Bauwerke vor Durchfeuchtung	29
6 VERSICKERUNG VON OBERFLÄCHENWASSER	31
7 VERKEHRSFLÄCHEN	31
8 KAMPFMITTEL	32
9 SCHLUSSBEMERKUNGEN	33

ANLAGEN

Anlage 1 Pläne

Anlage 1.1 Übersichtslageplan

Anlage 1.2 Lageplan mit Untersuchungspunkten, M 1:1.000

Anlage 2 Ergebnisse der örtlichen Erkundung

Anlage 2.1 - 2.9 Profile der Bohrsondierungen und schweren Rammsondierungen

Anlage 2.10 - 2.19 Profile der Altbohrungen und schweren Rammsondierungen

Anlage 3 Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen

Anlage 3.1 Natürlicher Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

Anlage 3.2.1 – 3.2.3 Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Anlage 3.3.1 - 3.3.11 Kornverteilung nach DIN EN ISO 17892-4

Anlage 4 Erdstatische Berechnungen

Anlage 4.1 Vorbemessung – temp. Baugrubensicherung zur Bahnhofstraße

Anlage 5 Analytik

Anlage 5.1 - 5.3 Prüfberichte Nr. 442/8667 bis 442/8669 (Asphalt)

Anlage 5.4 - 5.5 Prüfberichte Nr. 442/8670 und 442/8671 (Auffüllung)

Anlage 5.6 - 5.9 Prüfberichte Nr. 442/8672 bis 442/8675 (Boden)

1 VORGANG

Es ist eine Neubebauung des SDZ-Areals an der Bahnhofstraße und Eisenstraße in Aalen geplant. Die Lage der Baumaßnahme kann dem Übersichtslageplan auf der Anlage 1.1 entnommen werden.

Im Zuge der Planung wurde die Geotechnik Aalen von der SDZGB GmbH mit Schreiben vom 20.10.2021 mit der Untersuchung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse sowie der Beurteilung der Gründung der Neubebauung beauftragt. Grundlage des Auftrags war unser Kostenangebot vom 08.10.2021.

Zur Bearbeitung standen uns neben unseren Archivunterlagen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- /1/ Übersichtsplan, ohne Maßstab, Liebel Architekten, übersandt am 30.07.2021
- /2/ Baugrundgutachten „Neubau 1982 – Druckereigebäude, Aalen, Bahnhofstraße 65“, Az.: 83139, Ingenieurbüro Dr.-Ing. Kurt Waschek, Günzburg, vom 23.05.1983
- /3/ Baugrundgutachten „Südd. Zeitungsdienst Aalen, Umbau Druckereigebäude G u. F“, Az.: 88289, Ingenieurbüro Dr.-Ing. Kurt Waschek, Günzburg, vom 28.06.1988
- /4/ Baugrundgutachten „Neubau des Druckereigebäudes K“, Az.: 88394, Ingenieurbüro Dr.-Ing. Kurt Waschek, Günzburg, vom 30.04.1990

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

Zudem wurde eine Luftbildauswertung auf Kampfmittelbelastung eingeholt.

- /5/ „Luftbildauswertung auf Kampfmittelbelastung, Bahnhofstraße 77, Eisenstraße 6, Abbrucharbeiten Aalen“, LBA Luftbildauswertung GmbH vom 11.12.2020

Unter Berücksichtigung dieser Unterlagen und der Untersuchungsergebnisse wurde der vorliegende Bericht erstellt.

2 LAGE, GEOLOGISCHE UND HYDROGEOLOGISCHE SITUATION

Das Bauvorhaben liegt auf den an der Hopfenstraße, Schleifbrückenstraße, Bahnhofstraße und Eisenstraße gelegenen Flurstücken 2943/12, 2943/13, 2943/14, 2944/1, 2944/3 und 2945/2 der Gemarkung Aalen sowie den nördlich der Eisenstraße gelegenen Flurstücken 2920/2 und 2920/3. Im Baufeld befindet sich derzeit diverse Bestandsgebäude, welche im Zuge der Baumaßnahme zum Teil rückgebaut werden. Die bestehenden Außenflächen sind teilweise asphaltiert. Zwischen der Hopfenstraße und dem Baufeld verläuft der Kocher. Dieser wurde begradigt und verlief ehemals mäandrierend im südwestlichen Bereich des Baufeldes.

Das bestehende Gelände im Baufeld ist leicht geneigt und liegt auf einer geodätischen Höhe von rd. 425 bis 427,5 m ü. NN.

Nach der Geologischen Karte von Baden-Württemberg im Maßstab 1:25.000, Blatt 7126 Aalen liegt das Baufeld aus geologischer Sicht im Bereich von Talfüllungen, die sich aus Auelehmen und Kiesen zusammensetzen. Der tiefere Untergrund wird durch dunkelgraue, mürbe bis mäßig harte Tonsteine (Opalinuston), die an ihrer Oberfläche unterschiedlich stark aufgewittert und zu Ton plastifiziert sind, aufgebaut.

Durch die Vornutzung des Baufeldes sind oberflächennah künstliche Auffüllungen in unterschiedlicher Mächtigkeit zu erwarten.

Die Talfüllungen bilden, insbesondere in kiesigen Schichten, einen ausgeprägten Grundwasserleiter. Unter Auelehmböden sind auch gespannte Grundwasserverhältnisse möglich. Die vollständig plastifizierten Aufwitterungsböden des Opalinustones sind sehr gering wasserdurchlässig und wirken wasserstauend. Die Tonsteine des Opalinustones können in Abhängigkeit von Kluftausbildungen Grundwasser in Form von auch druckhaft anstehendem Kluftwasser führen.

Detaillierte Angaben zum Grundwasser, z.B. aus langjährigen Pegelbeobachtungen, stehen nicht zur Verfügung.

3 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN

Zur Beurteilung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse wurden 7 Bohrsondierungen im Rammkernbohrverfahren (BS 1 bis BS 7) bis max. 7,50 m u. Gel. und 4 Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH 1 bis DPH 4) nach DIN EN ISO 22476-2 bis max. 10,30 m u. Gel. ausgeführt. Die Untersuchungspunkte wurden in Lage und Höhe mit GPS eingemessen. Zudem fließen in die

Baugrundbeurteilung die Aufschlüsse aus /2/ bis /4/ mit ein. Die Untersuchungspunkte können dem Lageplan in Anlage 1.2 entnommen werden.

Der angetroffene Schichtenaufbau wurde ingenieurgeologisch und bodenmechanisch aufgenommen und entsprechend repräsentativ beprobt und dokumentiert.

An aus den Bohrungen entnommenen Proben fanden im Hinblick auf eine mögliche Verwertung/Entsorgung orientierende umweltgeologische Untersuchungen statt.

4 UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

4.1 Schichtaufbau des Untergrundes

Die Ergebnisse der Untersuchungen sind als Profile in den Anlagen 2.1 bis 2.19 dargestellt. Es wurden folgende Baugrundverhältnisse festgestellt:

Bis 0,40 m, max. 0,75 m u. Gel. (Bohrungen BS 1, BS 5 und BS 6)

Asphaltdecke und ungebundener Oberbau

An den Ortslagen der Bohrungen BS 1, BS 5 und BS 6 bestehen Verkehrsflächen mit Asphaltdecken in einer Mächtigkeit von rd. 10 bis 15 cm über Frostschutz-/Tragschichten aus gebrochenen Kalksteinen. Im Bereich der Bohrung BS 5 wurde basal zusätzlich eine rd. 20 cm starke Schoppenlage angeordnet.

Bis 0,05 m, max. 0,10 m u. Gel. (Bohrungen BS 2, BS 3 und BS 4)

Humoser Oberboden

Bei den in Grünflächen ausgeführten Bohrungen BS 2 bis BS 4 beträgt die Schichtstärke des humosen Oberbodens rd. 5 bis 10 cm.

Bis 0,20 m u. Gel. (Bohrung BS 7)

Schotter

Im Bereich der Bohrung BS 7 ist eine Schotterfläche aus Kalksteinschotter mit hohen humosen Anteilen vorhanden.

Bis 0,40 m, max. 1,40 m u. Gel.

(bis max. 3,70 m u. Gel. nach Altbohrungen)

Künstliche Auffüllungen

Unterhalb der vorgenannten Oberflächen stehen durchgehend mineralische Auffüllungen in Mächtigkeit an. Die Auffüllungen sind horizontal und vertikal wechselhaft und setzen sich aus Schluff/Tonen, Schluff-Kies-Gemischen, Kiesen und Sanden zusammen. Die Kiesfraktion besteht aus Kalk-, Ton-, und Sandsteinen zusammen. Zudem sind in unterschiedlicher, geringerer Verteilung Beton-, Ziegel-, Metall-, Holzkohle-, Glas-, und Schlackeereste eingelagert. In bindigen und annähernd bindigen Bereichen sind die Konsistenzen nach der Bestimmung vor Ort steifplastisch bis halbfest. Bei den Untersuchungen zu /2/ wurden auch weich bis steifplastische Konsistenzen erkundet. Die Auffüllungen sind wechselhaft braun, dunkelbraun, dunkelgraubraun, schwarzbraun, graubraun, hellgrau, hellbeigegrau weißgrau und ziegelrot gefärbt.

In den Altbohrungen wurden gegenüber den aktuellen Erkundungen auch tieferreichende Auffüllungen (max. bis 3,70 m u. Gel.) erbohrt.

Nach den in unmittelbarer Nähe zu dem Bohransatzpunkt der Bohrungen BS 3 und BS 4 niedergebrachten schweren Rammsondierung DPH 2 und DPH 3 sowie den Rammsondierungen DPH 1, DPH 4 und RS 1 (1983) bis RS 3 (1983) ohne direkten Bezug zu einem Aufschluss zeigen die Auffüllungen Schlagzahlen $n_{10} = 1$ bis 20, wobei Schlagzahlen $n_{10} < 5$ deutlich überwiegen. Analog zu den Feldbeobachtungen kann hierbei auf eine lockere bis mitteldichte Lagerung rolliger Bereiche der Auffüllungen und auf steifplastische bis halbfeste Konsistenzen in bindigen Bereichen der Auffüllungen geschlossen werden.

Bis 1,50 m, max. 2,60 m u. Gel. (nicht in Bohrung BS 5)

Quartär/Talfüllung, Auelehm

Das oberste Schichtglied des natürlich anstehenden Bodens bilden Schluff/Tone, sog. Auelehme. Bereichsweise sind die Auelehme ausgeräumt und durch Auffüllungen ersetzt (vgl. Bohrung BS 5 und Altbohrungen). In die schwach bis stark sandigen Schluff/Tone sind in unregelmäßiger Verteilung kantengerundete Kalksteine und vereinzelt Tonsteine eingeschaltet. Bereichsweise wurden organische Beimengungen aufgeschlossen. Nach dem Feldversuch schwankt die Konsistenz der Auelehme zwischen weichplastisch und halbfest. Die Färbung ist braun, dunkelbraun und dunkelgrau.

Der Auelehm weist in den Rammsondierungen Schlagzahlen $n_{10} \leq 1$ bis 5 auf, was mit der vorge-
nannten Bandbreite von weichplastischen bis halbfesten Konsistenzen verglichen werden kann.

Bis 4,30 m, max. 7,70 m u. Gel. (Bohrendtiefe Bohrungen BS 1, BS 2, BS 5, BS 6 und BS 7)
(bis max. 8,00 m u. Gel. nach Interpretation indirekter Aufschluss)

Quartär/Talfüllung, Kies

Die Auelehme werden von Talkiesen unterlagert. Die Kiese aus hauptsächlich kantengerundeten Kalksteinen, weisen im Übergang von den Auelehmen zumeist einen hohen Feinkornanteil (Korngröße $d < 0,063$ mm) auf und sind dementsprechend „verlehmt“. Zur Tiefe nimmt Feinkornanteil ab und die Kiese sind schwach schluffig/tonig bis schluffig /tonig. Vereinzelt sind in die Kiese geringmächtige Schluff/Tonlagen eingeschaltet, die weichplastische Konsistenzen aufweisen (vgl. Bohrungen BS 1 und BS 5). Die Weichschichten wurden in den Bohrungen mit maximalen Mächtigkeiten von 0,2 m erkundet. Die Farbe der erdfeuchten und im Grundwasser nassen Kiese ist hauptsächlich braun und graubraun.

In den Bohrungen BS 1, BS 2, BS 5, BS 6 und BS 7 konnten die Talkiese auf Grund der hohen Lagerungsdichte nicht durchfahren werden.

Die Kiese sind bei Schlagzahlen $n_{10} = 1$ bis 15 zuoberst locker bis locker/mitteldicht gelagert. Ab Tiefen zwischen 4,60 m bis 6,10 m u. Gel. steigen die Schlagzahlen auf $n_{10} = 9$ bis 28 an und die Kiese sind mitteldicht bis dicht gelagert, wobei hier der Grundwassereinfluss (Abminderung der Schlagzahlen durch Auftrieb) zu berücksichtigen ist. Die in den Bohrungen erkundeten Schluff/Tonlagen werden in den Rammsondierungen, sofern vorhanden, zumeist nicht abgebildet, bzw. sind im indirekten Aufschluss nicht erkennbar. In der Rammsondierung DPH 2 ist zwischen 5,00 m und 5,40 m u. Gel. ein deutlicher Schlagzahlabfall zu beobachten, der auf eine Schluff/Tonlage oder sehr locker gelagerte Kiese hinweist.

Nach den Untersuchungsergebnissen beschränken sich die vorgenannten Schwächezonen auf die nördlichen Aufschlüsse. In der Mitte und im Süden des Bauvorhabens wurden bei der Erkundung und den Altbohrungen keine Weichlagen aufgeschlossen. Ein Auftreten zwischen den Untersuchungspunkten kann dennoch nicht völlig ausgeschlossen werden.

Bis 7,00 m, max. 13,00 m u. Gel. (Bohrendtiefe Bohrungen BS 3, BS 4, B 7 (1983), B 8 (1983), B 1 (1988), B 2 (1988) und B 4 (1988))

Verwitterungsprofil des Opalinustones

Unterhalb der Talfüllungen stehen schluffige Tone mit geringem bis mittlerem Feinsandanteil an. Es handelt sich hierbei um den Aufwitterungshorizont des Opalinustones. Dieser ist zuoberst vollständig plastifiziert und weist halbfeste Konsistenzen auf. Zur Tiefe nimmt erfahrungsgemäß der Verwitterungsgrad ab und der Boden zeigt hier in seiner aufgewitterten Form noch die ursprüngliche Struktur

des Tonsteins. Die Tone weisen dort eine halbfest-feste, zum Teil auch feste Konsistenz auf. Die Farbe ist dunkelgrau.

Der Übergang von den Kiesen zum Verwitterungsprofil des Opalinustones ist in den schweren Rammsondierungen durch einen in der Regel deutlichen Schlagzahlrückgang gekennzeichnet. Der plastifizierte Bereich zeigt sich mit halbfesten Konsistenzen mit Schlagzahlen $n_{10} = 5$ bis 10. Zur Tiefe ist ein relativ stetiger Anstieg der Schlagzahlen zu beobachten. Bei Schlagzahlen $n_{10} = 12$ bis 52 ist der untere Aufwitterungshorizont zumeist durch mind. halbfeste bis feste Konsistenzen und zum Teil auch mürbe Festigkeiten geprägt. Erfahrungsgemäß ist davon auszugehen, dass bei Schlagzahlen $n_{10} > 30$ zumeist mürbe Festigkeiten vorliegen. Die Rammsondierungen wurden auf Grund des hohen Rammwiderstandes in Tiefen zwischen 9,50 m und 10,30 m bei Schlagzahlen $n_{10} > 60$ in dem geringer aufgewitterten Festgestein (Tonstein) beendet.

Nach den Untersuchungsergebnissen liegen felsige und felsähnliche Schichten ab rd. 415,08 m bis 415,94 m ü. NN vor.

In der Bohrung B 6 (1983) aus /2/ wurde der Tonstein bis rd. 406,0 m ü. NN aufgeschlossen und als plattig und hart beschrieben. Nach unseren Erfahrungen weist der Tonstein des Opalinustones in der Regel geringere, maximal mäßig harte und vor allem mürbe Festigkeiten auf.

4.2 Grundwasserverhältnisse

Grundwasser wurde im Zuge der Erkundungen im Dezember 2021 als freies Grundwasser in den Talkiesen sowie als Staunässe in höheren Schichten angetroffen. Nach Beendigung der Bohrarbeiten wurde der Wasserspiegel im Bohrloch eingemessen. Es handelt sich hierbei um eine Momentaufnahme und nicht um einen langfristigen Druckwasserspiegel. Folgende Grundwasserstände wurden erkundet:

Bohrung	angetroffen beim Bohren		im Bohrloch eingemessen	
	[m] u. Gel	[m] ü. NN	[m] u. Gel	[m] ü. NN
BS 1	- 0,55	425,37	- 5,65	420,27
	- 4,95	420,97		
	- 6,90	419,02		
BS 2	- 4,60	420,26	- 4,70	420,16
BS 3	- 5,25	420,19	- 5,15	420,29
BS 4	- 5,50	420,06	¹⁾	--

Bohrung	angetroffen beim Bohren		im Bohrloch eingemessen	
	[m] u. Gel	[m] ü. NN	[m] u. Gel	[m] ü. NN
BS 5	- 4,75	422,91	¹⁾	--
BS 6	kein Wasser angetroffen		--	--
BS 7	kein Wasser angetroffen		--	--

[Tab. 1: erkundete Grundwasserstände in Bohrsondierungen Dezember 2021]

kursiv: Schichtwasser / Staunässe

¹⁾ Bohrloch zugefallen, ein Druckwasserspiegel konnte nicht ermittelt werden

Im Zuge der Altbohrungen wurden im März 1982 und Mai 1988 folgende Grundwasserstände ermittelt:

Bohrung	angetroffen beim Bohren		im Bohrloch eingemessen	
	[m] u. Gel	[m] ü. NN	[m] u. Gel	[m] ü. NN
B 6 (1982)	- 5,00	420,70	- 4,60	421,10
B 7 (1982)	- 4,50	421,25	- 4,30	421,45
B 8 (1982)	- 4,50	421,25	- 4,50	421,25
B 1 (1988)	- 3,70	421,40	- 3,00	422,10
B 2 (1988)	- 4,00	421,20	- 5,90	419,30
B 3 (1988)	- 3,60	421,85	- 4,90	420,55
B 4 (1988)	--	--	- 3,70	422,50

[Tab. 2: erkundete Grundwasserstände in Bohrsondierungen März 1982 und Mai 1988]

Nach der Hochwasserrisikomanagementabfrage beim Karten- und Datendienst der Landesanstalt für Umwelt, Baden-Württemberg werden für das Baufeld Überflutungsflächen mit Überflutungstiefen von rd. 0,1 bis 0,2 m durch den Kocher bei HQ_{extrem} (425,3 bis 427,3 m ü. NN) angegeben. Der HQ₁₀₀ für den Kocher entlang des Grundstücks liegt bei 424,8 bis 425,0 m ü. NN.

Im Hochwasserfall ist mit einem Anstieg der Grundwasserstände zu rechnen. Für den Bemessungswasserstand ist mindestens der HQ₁₀₀ (425,0 m ü. NN) anzuwenden.

Nach /3/ ist das in den quartären Böden zirkulierende Grundwasser gemäß DIN 4030 nicht betonangreifend. Bei in den Schichten des Opalinuston zirkulierendem Grundwasser können erfahrungsgemäß Sulfatgehalte auftreten, die im Bereich schwach betonangreifend gemäß DIN 4030 liegen. Wir empfehlen daher, bei Bauteilen aus Beton, die bis in die Schichten des Opalinuston reichen, vorsorglich Beton der Expositionsklasse XA1 zu verwenden.

4.3 Bodenmechanische Laboruntersuchungen

Zur genaueren Bestimmung repräsentativer Bodenproben wurden in unserem bodenmechanischen Labor klassifizierende Laboruntersuchungen vorgenommen.

Natürliche Wassergehalte nach DIN EN ISO 17892-1

Aus den Bohrungen wurden gestörte Bodenproben entnommen und die natürlichen Wassergehalte der anstehenden Böden bestimmt. Die Ergebnisse der Wassergehaltsbestimmungen sind auf der Anlage 3.1 zusammengestellt.

Die bindigen und annähernd bindigen Auffüllungen zeigen natürliche Wassergehalte von $w_n = 17,84 \%$ (Probe 7/1) bis $23,89 \%$ (Probe 2/1). Die Wassergehalte bilden analog zum Feldversuch steifplastische bis halbfeste Konsistenzen ab.

Die ermittelten natürlichen Wassergehalte der Auelehme liegen zwischen $w_n = 14,59 \%$ (Probe 4/4) und $48,02 \%$ (Probe 2/4). Die Wassergehalte geben analog zu den Feldbeobachtungen einen Hinweis auf weich-/steifplastische bis halbfeste Zustandsformen. Zudem werden bei Wassergehalten $> 40 \%$ (Probe 2/4) die enthaltenen organischen Beimengungen abgebildet.

In den Talkiesen treten oberhalb der wassergesättigten Zone natürliche Wassergehalte in einer Bandbreite von $w_n = 6,85 \%$ (Probe 6/6) bis $16,6 \%$ (Probe 3/4) auf. Der Wassergehalt ist hier stark vom Feinkornanteil abhängig. Proben mit höheren Feinkornanteilen zeigen höhere Wassergehalte.

Die aus den Lehmlagen innerhalb der Talkiese entnommenen Proben weisen natürliche Wassergehalte von $w_n = 14,94 \%$ (Probe 1/9) und $24,91 \%$ (Probe 1/11) auf. Die Wassergehalte liegen niedriger als nach Bestimmung vor Ort (weichplastische Konsistenzen) zu erwarten war. Die ist auf die festgestellten hohen Sandanteile zurückzuführen.

In den Proben des Verwitterungsprofils des Opalinustones wurden natürliche Wassergehalte von $w_n = 15,55 \%$ (Probe 4/9) und $19,93 \%$ (Probe 3/8) gemessen, was mit den im Feldversuch bestimmtem halbfesten Konsistenzen korellierbar ist.

Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Aus charakteristischen Proben der bindigen quartären Böden (Auelehm und Lehmlagen innerhalb der Talkiese) wurden zur Ermittlung der Zustandsform die Atterberg'schen Konsistenzgrenzen (Fließ- und Ausrollgrenze) bestimmt. Hierbei wurden folgende Zustandsformen und Bodengruppen nach DIN 18196 ermittelt:

Probe	Stratigraphische Einteilung	Konsistenzzahl I_c	Zustandsform	Bodengruppe nach DIN 18196
2/3	Quartär (Auelehm)	0,98	steif	TA
4/3	Quartär (Auelehm)	1,51	halbfest	UA
5/6	Quartär (Lehmlage)	0,51	weich	TL/TM

[Tab. 3: Konsistenzgrenzen]

Die Protokolle sind den Anlagen 3.2 zu entnehmen. Nach den Untersuchungsergebnissen handelt es sich bei den bindigen quartären Böden um leicht bis ausgeprägt plastische Tone und Schluffe. Die Aufwitterungsböden des Opalinustones besitzen nach Erfahrung mittelpplastische bis ausgeprägt plastische Eigenschaften.

Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4

An charakteristischen Proben der Kiese der Talfüllung wurde die Korngrößenverteilung mittels Sieblinie ermittelt. Die Körnungslinien sind in den Anlagen 3.3 beigelegt. Hierbei wurden folgende Feinkornanteile (Korngröße $d < 0,063$ mm) und Bodengruppen nach DIN 18196 ermittelt:

Probe	Stratigraphische Einteilung	Feinkornanteil in [Gew.-%]	Bodengruppe nach DIN 18196
1/7	Quartär (Kies)	ca. 18	GU*
1/8	Quartär (Kies)	ca. 12	GU
2/7	Quartär (Kies)	ca. 10	GU
3/4	Quartär (Kies)	ca. 28,5	GU*
3/6	Quartär (Kies)	ca. 12	GU
4/6	Quartär (Kies)	ca. 14,5	GU/GU*
4/7	Quartär (Kies)	ca. 12,5	GU
5/4	Quartär (Kies)	ca. 13	GU
5/7	Quartär (Kies)	ca. 12,5	GU

Probe	Stratigraphische Einteilung	Feinkornanteil in [Gew.-%]	Bodengruppe nach DIN 18196
7/3	Quartär (Kies)	ca. 13	GU
7/4	Quartär (Kies)	ca. 12	GU

[Tab. 4: Korngrößenverteilung]

4.4 Chemische Laboruntersuchungen

Wir weisen darauf hin, dass es sich bei der durchgeführten Analytik um eine orientierende Beprobung und nicht um eine Deklarationsanalytik handelt. Vom Befund abweichende Einstufungen zwischen den Untersuchungspunkten sind nicht auszuschließen. Für das im Zuge der Baumaßnahme anfallende Aushubmaterial sind seitlich oder auf einem Zwischenlager Haufwerke zu bilden. Diese müssen dann nach LAGA PN 98 beprobt werden, um eine geregelte Verwertung bzw. Entsorgung festzulegen. Sofern organoleptisch auffällige Erdstoffe angetroffen werden, ist im Zuge der Baumaßnahme der Aushub gesondert seitlich oder auf einem Zwischenlager zu lagern.

4.4.1 Untersuchung gebundener Oberbau auf PAK

Aus den anstehenden Schwarzdecken wurden Proben entnommen und eine quantitative chemische Untersuchung auf polycyclische, aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) durchgeführt. Die Prüfberichte Nr. 442/8667 bis 442/8669 des akkreditierten Labors BVU, Markt Rettenbach können den Anlagen 5.1 bis 5.3 entnommen werden.

Die ermittelte PAK-Gehalte der Schwarzdecken liegen bei 1,4 und 3,9 mg/kg TS und somit unterhalb der Grenze für Ausbauasphalt von 25 mg/kg gemäß RuVA-StB 01, Fassung 05. Die Schwarzdecken sind dementsprechend „teerfrei“ und können einer entsprechenden Wiederverwertung als bituminöser Straßenaufbruch zugeführt werden oder nach Deponieverordnung (DepV) als DK 0 entsorgt werden.

4.4.2 Künstliche Auffüllungen

Aus Proben der angetroffenen Auffüllungen wurden Mischproben gebildet und diese durch das akkreditierte Labor BVU, Markt Rettenbach auf die Parameter der Verwaltungsvorschrift Tab. 6-1 (VwV-Boden) untersucht. Die bestehenden Frostschutz-/Tragschichten (gebrochener Kalkstein) unter den Asphaltdecken sind organoleptisch, d.h. nach Augenschein und Geruch unauffällig und es ergaben sich keine Hinweise auf eine Verunreinigung mit umweltgefährdenden Stoffen. Daher wurden keine Proben der Frostschutz-/Tragschichten für die Zusammenstellung der Mischproben der Auffüllungen verwendet.

Die Mischproben wurden aus folgenden Proben gebildet und folgende Grenzwerte der VwV-Boden wurden auf Grund der stofflichen Zusammensetzung zur Beurteilung herangezogen:

Mischprobe	Stratigraphische Einteilung	Verwendete Proben (vgl. Anlagen 2)	Beurteilung mit Grenzwerten Z0 für
MP 01	Auffüllung	1/3 + 2/1	Lehm/Schluff
MP 02	Auffüllung	3/2 + 4/1 + 6/3 + 7/1	Lehm/Schluff

[Tab. 5: Probenzusammenstellung der Mischproben Auffüllung]

Die Prüfberichte Nr. 442/8670 und 442/8671 sind in den Anlagen 5.4 und 5.5 beigelegt.

In beiden Mischproben der Auffüllungen wurden erhöhte Arsen-Konzentrationen festgestellt, die jeweils in Verbindung mit den Eluat-Werten in die Zuordnungskategorie Z1.1 der VwV-Boden fallen. Zudem zeigen beide Mischproben erhöhte Kupfergehalte (Zuordnungskategorie Z0* III A). In der Mischprobe MP 01 ist der Arsen-Gehalt im Feststoff der einstufigsrelevante Parameter. Die Mischprobe MP 02 weist darüber hinaus einstufigsrelevante PAK-Konzentrationen (Zuordnungskategorie 1.2) und erhöhte Benzo(a)pyren-Gehalte (Zuordnungskategorie Z0*) auf. Alle weiteren untersuchten Parameter in den Mischproben MP 01 und MP 02 liegen im Bereich Z0 der Zuordnungswerte der VwV-Boden.

Mischprobe	Stratigraphische Einteilung	Einstufung gemäß VwV-Boden
MP 01	Auffüllung	Z1.1
MP 02	Auffüllung	Z1.2

[Tab. 6: Zusammenfassung Einstufung der beprobten Auffüllungen gemäß VwV-Boden]

4.4.3 Böden

Die natürlich anstehenden Böden des Quartärs und des Braunjuras können nach Erfahrung Schwermetallbelastungen natürlichen Ursprungs enthalten. Zur orientierenden Einschätzung eventueller geogener Belastungen wurden mit den aus den Bohrungen entnommen Proben schichtenweise zonierte Mischproben gebildet und diese durch das akkreditierte Labor BVU, Markt Rettenbach auf Schwermetalle im Feststoff und Eluat untersucht.

Folgende Proben wurden für die Zusammenstellung der Mischproben verwendet und folgende Grenzwerte der VwV-Boden wurden auf Grund der stofflichen Zusammensetzung zur Beurteilung herangezogen:

Mischprobe	Stratigraphische Einteilung	Verwendete Proben (vgl. Anlagen 2)	Beurteilung mit Grenzwerten Z0 für
MP 03	Quartär (Auelehm)	$1/4 + 1/5 + 1/6 + 2/2 + 2/3 + 3/3 + 4/3 + 4/4 + 6/4 + 6/5 + 7/2$	Lehm/Schluff
MP 04	Quartär (Kies verlehmt)	$1/7 + 3/4 + 4/5$	Lehm/Schluff
MP 05	Quartär (Kies)	$1/8 + 1/10 + 2/5 + 2/6 + 3/5 + 3/6 + 4/6 + 4/7 + 5/4 + 6/6 + 6/7 + 7/4$	Lehm/Schluff
MP 06	Verwitterungsprofil Opalinuston	$3/8 + 4/9$	Ton

[Tab. 7: Probenzusammenstellung der Mischproben gewachsene Böden]

Die Prüfberichte Nr. 442/8672 bis 442/8675 können den Anlagen 5.6 bis 5.9 entnommen werden.

Bei den Mischproben MP 03 bis MP 05 wurden erhöhte Arsen-Konzentrationen in einer Bandbreite von 24 bis 30 mg/kg TS festgestellt, die jeweils in Verbindung mit den Eluat-Werten in die Zuordnungskategorie Z1.1 der VwV-Boden fallen. Zudem weist die Mischprobe MP 05 erhöhte Zink-Gehalte (Z0*) auf. Alle weiteren untersuchten Parameter im Feststoff und Eluat liegen in den vorgenannten Mischproben im Bereich Z0 der Zuordnungswerte der VwV-Boden. Auf Grund der ermittelten Arsen-Konzentration im Feststoff sind die quartären Böden orientierend als Z1.1-Material einzustufen. Die Arsen-Belastungen sind nach örtlicher Erfahrung natürlichen, geogenen Ursprungs (s.u.).

Bei der Mischprobe MP 06 halten alle untersuchten Parameter die Grenzwerte der Zuordnungswerte Z0 der VwV-Boden ein und das Verwitterungsprofil des Opalinustones ist daher orientierend als Z0-Material gemäß VwV-Boden einzustufen.

Mischprobe	Stratigraphische Einteilung	Einstufung gemäß VwV-Boden
MP 03	Quartär (Auelehm)	Z1.1
MP 04	Quartär (Kies verlehmt)	Z1.1
MP 05	Quartär (Kies)	Z1.1
MP 06	Verwitterungsprofil Opalinuston	Z0

[Tab. 8: Zusammenfassung der Einstufung der Böden gemäß VwV-Boden]

Nach den Untersuchungsergebnissen liegt eine vertikal wechselnde Verteilung der geogen bedingten Arsenbelastungen vor. Für geogene Belastungen besteht in der VwV-Boden eine Öffnungsklausel:

6.3 Öffnungsklausel: *In Gebieten mit naturbedingt (geogen) und / oder großflächig siedlungsbedingt erhöhten Gehalten können unter Berücksichtigung der Sonderregelung des § 9 Abs. 2 und Abs. 3 BBodSchV für entsprechende Parameter höhere Zuordnungswerte (als Ausnahmen von den Vorsorgewerten nach Anhang 2 Nr. 4 BBodSchV) festgelegt werden, soweit die dortigen Voraussetzungen (nämlich: keine nachteiligen Auswirkungen auf die Bodenfunktion infolge erheblicher Freisetzung von Schadstoffen oder zusätzlicher Schadstoffeinträge) erfüllt sind und das Bodenmaterial aus solchen Gebieten stammt.*

Nach der Öffnungsklausel ist eine Wiederverwertung der anstehenden Böden und Gesteine bei erhöhten Arsen-Konzentrationen unabhängig von den Belastungen in Vergleichslage möglich. Sofern eine Verwertung im Sinne der Öffnungsklausel nicht möglich ist, muss eine Wiederverwertung nach den Zuordnungskategorien, wie in der Tabelle 8 aufgeführt, geplant werden.

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. die Ortsmitte von Aalen (PLZ: 73430) liegt in der Erdbebenzone 0. Es sind nach Tab. NA.3 demzufolge Intensitätsintervalle $6 \leq I < 6,5$ zu berücksichtigen. Ein Referenz-Spitzenwert der Bodenbeschleunigung (a_{gR}) ist für diese Erdbebenzone nicht angegeben.

Entsprechend Bild NA.2 ist der Standort der Baumaßnahme der Geologischen Untergrundklasse R zuzuordnen. Nach dem Ergebnis der Untersuchungen kann die Baugrundklasse mit C und zur Tiefe B angegeben werden.

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 Landesamt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) 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 (vgl. Abschnitt 5.5), um einen übermäßigen Zutritt von Radon in die Gebäude zu verhindern. Zudem können Abdichtungen von Leitungsdurchführungen durch die Bodenplatte den Eintritt von Radongas verringern.

Zur Absicherung können im fertiggestellten Gebäude in den Aufenthaltsräumen Dosimeter aufgestellt werden, um die Radonkonzentration in der Raumluft über mindestens ein Jahr zu messen. Der Jahresmittelwert sollte nach der Weltgesundheitsorganisation (WHO) bei maximal 100 Bq/m^3 liegen. In Deutschland gilt nach dem Strahlenschutzgesetz ein Referenzwert von 300 Bq/m^3 .

4.7 Bodengruppen

Auf Grundlage der Feldansprache und der klassifizierenden Laboruntersuchungen werden den anstehenden Böden folgende Bodengruppen nach DIN 18 196 zugeordnet:

Schichtbereich	Bodengruppe [DIN 18 196]
<u>Künstliche Auffüllungen</u> ¹⁾ bestehende Tragschichten kiesig bindig	[GW/GU] [GU/GU*] [TM/TA]
<u>Quartär/Talfüllung, Auelehm</u> Schluff/Ton	TA/UA
<u>Quartär/Talfüllung, Kies</u> Kies, schwach schluffig bis stark schluffig bindige Zwischenlagen	GU/GU* TL/TM
<u>Verwitterungsprofil Opalinuston</u> Ton	TM/TA
<u>Festgestein Opalinuston</u> ²⁾ Tonstein	--

[Tab. 9: Bodengruppen]

¹⁾ in den angetroffenen Zusammensetzungen

4.8 Homogenbereiche

Folgende Homogenbereiche werden für die erkundeten Schichten gemäß DIN 18 300 für Erdarbeiten und DIN 18304 für Ramm- Rüttel- und Pressarbeiten sowie DIN 18 301 für Bohrarbeiten festgelegt. Wenn keine Laborversuche zur Verfügung stehen, beruhen die Angaben auf Literatur- und Erfahrungswerten sowie den Feldbeobachtungen.

Homogenbereich	H I: künstliche Auffüllungen, inkl. Frostschutz-/Tragschichten
	H II: Quartär/Talfüllungen (Auelehm und Kies)
	H III: Verwitterungsprofil Opalinuston
	H IV: Tonstein Opalinuston

	H I ¹⁾ künstliche Auff.	H II Quartär/Talfüll.	H III VP Opalinuston
Korngrößenverteilung (Feinkornanteil)	3 bis 85 Gew.-%	10 bis 90 Gew.-%	> 85 Gew.-%
Massenanteil Steine, Blöcke	< 5 %	< 1 %	0 %
Dichte	1,9 bis 2,0 t/m ³	1,9 bis 2,0 t/m ³	2,0 bis 2,1 t/m ³
undrännierte Scherfestigkeit [c_u]	25 bis 75 kN/m ² bei kiesigen Auff. nicht relevant	15 bis 75 kN/m ² bei Kiesen nicht re- levant	35 bis 250 kN/m ²
Wassergehalt [w_n]	5 bis 30 %	5 bis 50 % unter GW wassergesättigt	15 bis 20 %
Plastizitätszahl [I_p]	20 bis 50 %	15 bis 50 %	20 bis 40 %
Konsistenzzahl [I_c]	0,50 bis 1,25	0,50 bis 1,50	0,75 bis > 1,50
bezogene Lagerungsdichte [I_D]	15 bis 85 % bei bindigen Auff. nicht relevant	15 bis 85 % bei Auelehmen nicht relevant	bei bindigen Böden nicht relevant
organischer Anteil	0 bis 6 %	0 bis 8 %	0 bis 1 %
Abrasivität	nicht abrasiv bis abrasiv	nicht abrasiv bis abrasiv	nicht abrasiv

[Tab. 10: Homogenbereiche I bis III, Lockergestein]

¹⁾ in den angetroffenen Zusammensetzungen

	H IV ¹⁾ Tonstein Opalinuston
Benennung von Fels	Tonstein
Dichte	2,2 t/m ³
Farbe	dunkelgrau
Korngröße	feinkörnig
Kalkgehalt	nicht calzitisch bis schwach calzitisch
Verwitterung und Veränderungen, Veränderlichkeit	stark verwittert bis angewittert, stark veränderlich
Einaxiale Druckfestigkeit [N/mm^2]	bis 0,5 (verwittert/plastifizierte Bereiche) 0,5 bis 5
Schichtflächenabstand	blättrig bis dickplattig
Kluftabstand	dicht- bis engständig
Kluftfüllungen	Ton
Abrasivität	kaum abrasiv

[Tab. 11: Homogenbereich IV Festgestein]

¹⁾ nicht direkt aufgeschlossen, unterhalb der Bohrendtiefe, Kennwerte nach Erfahrung

4.9 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 [°] φ'_k	Kohäsion [kN/m ²] c'_k	Steifemodul [MN/m ²] $E_{s,k}$
	γ	γ'			
<u>Künstliche Auffüllungen</u> ¹⁾					
kiesig	20	10	30 - 35	0	3)
bindig	19	9	17,5 - 20	5	3)
<u>Quartär/Talfüllung Auelehm</u>					
Schluff/Ton, weich bis steif	19	9	17,5 - 20	5	3 - 5
Schluff/Ton, steif bis halbfest	20	10	20	10	5 - 8
<u>Quartär/Talfüllung, Kies</u>					
Kies, locker bis mitteldicht gelagert	20	10	32,5 - 35	0 - 2 ⁴⁾	30 - 60
Kies, mitteldicht bis dicht gelagert	20	11	35	0 - 2 ⁴⁾	60 - 80
<u>Verwitterungsprofil Opalinuston</u>					
Schluff /Ton, halbfest	20	10	22,5	10	10
Schluff /Ton, halbfest-fest	21	11	25	10 - 25	10 - 20
<u>Festgestein Opalinuston</u> ²⁾					
Tonstein	22	12	≥ 25	≥ 25 ⁵⁾	60 - 100

[Tab. 8: charakteristische erdstatische Kennwerte]

¹⁾ in den angetroffenen Zusammensetzungen

²⁾ nicht direkt aufgeschlossen, unterhalb der Bohrendtiefe, Kennwerte nach Erfahrung

³⁾ auf Grund von Inhomogenitäten innerhalb der Auffüllungen kann hier kein Steifemodul angegeben werden

⁴⁾ Ansatz einer Kohäsion nur für Nachweise temporärer Standsicherheit

⁵⁾ schwankt in weiten Bereichen in Abhängigkeit der Klüftung, Schichtung und Beanspruchungsrichtung; die Annahme eines Wertes von $c' = 25 \text{ kN/m}^2$ liegt auf der sicheren Seite

5 FOLGERUNG FÜR DIE BAUMAßNAHME

5.1 Allgemeines und Baugrundverhältnisse

Für die Bebauung wurde noch keine detaillierte Planung erstellt. Daher liegen für die Gebäude derzeit noch keine Informationen über Abmessungen, Höhenlage und Einbindetiefen sowie Bauwerkslasten vor. Es wird von einer Bebauung mit mehrgeschossigen Mehrfamilienwohnhäusern ausgegangen. Nach Angaben des Büros Liebel Architekten ist zur Bahnhofstraße eine Grenzbebauung vorgesehen. Alle weiteren Neubauten sind von den Grundstücksgrenzen abgerückt. Tiefgaragen werden momentan nicht geplant und es ist die Errichtung eines Parkhauses vorgesehen. Hinsichtlich einer Unterkellerung der Bauwerke ist noch keine Entscheidung gefallen. Es ist vorgesehen, die im Südwesten, entlang des Kocher gelegenen Bestandsgebäude nicht rück- sondern umzubauen.

Im Folgenden werden allgemeine Betrachtungen zum Baugrund ausgeführt. Die Gründungsmöglichkeiten werden im Abschnitt 3.2 detaillierter beschrieben. Für die einzelnen Bauwerke sind nach Vorliegen der Planungen Einzelbetrachtungen auf Grundlage der Untersuchungsergebnisse durchzuführen. In Abhängigkeit der tatsächlich auftretenden Bauwerkslasten und Höhenlage der zukünftigen Bauwerke können durch unser Büro bauwerksbezogene Gründungsvorschläge erarbeitet werden. Dafür sind ggf. auch weitere Aufschlüsse (Schürfe, Bohrsondierungen, schwere Rammsondierungen oder Kernbohrungen) vorzusehen.

Die anstehenden Schichten können hinsichtlich ihrer Tragfähigkeit grundsätzlich wie folgt beurteilt werden:

- Künstliche Auffüllungen sind auf Grund von Inhomogenitäten nicht als Lastböden geeignet.
- Die anstehenden bindigen Auelehme sind wegen der teilweise weich- bis steifplastischen Zustandsformen stark kompressibel und für die Aufnahme von Punktlasten in der Regel nicht geeignet.
- Die verlehmtten Kiese besitzen ein Setzungspotential auf einem höheren Niveau. Die nach Erfahrung zu erwartenden Bauwerkslasten können hier in der Regel nicht bauwerksverträglich abgetragen werden.
- Die Kiese mit geringem bis mittleren Feinkornanteil stellen hingegen eine potentielle Gründungssohle dar und bilden für begrenzte Bauwerkslasten einen ja nach Last evtl. ausreichend tragfähigen Baugrund. Auf Grund der im oberen Bereich erkundeten lockeren bis mitteldichten Lagerung und der bereichsweise eingeschalteten Lehmlagen bleibt das Setzungspotential dieser Schicht bei höheren Einzellasten jedoch weiterhin auf einem höheren Niveau. Je nach Höhenlage der Bauwerke sind die nicht verlehmtten Kiese bereichsweise nur mit erhöhtem Aufwand (vertiefte Flachgründung, siehe folgenden Abschnitt) erreichbar.

- Höhere Bauwerkslastenlasten können im Tonstein des Opalinustones mit vergleichsweise geringen Setzungen gut aufgenommen werden. Der Tonstein ist nach den Untersuchungsergebnissen nur mit einer Tiefgründung (Bohr-, Rammpfähle, etc.) zu erreichen.

5.1 Gründung der Bauwerke

Bei einer Gründung der Bauwerke mit Einzel- und Streifenfundamenten muss die Gründung frostfrei, d.h. im Endzustand mind. 1,00 m u. Gel. und auf den nicht verlehmtten Kiesen erfolgen. Nach den Untersuchungsergebnissen stehen die nicht verlehmtten Kiese zwischen rd. 1,4 bis 3,4 m unter derzeitigem Gelände an. Die Gründungssohle liegt damit zwischen etwa 422,0 bis 426,3 m ü. NN.

Die Differenzhöhe zwischen geplanter und tatsächlicher Fundamenttiefe ist mit Magerbeton, sog. Betonplomben auszugleichen. Bei Streifenfundamenten kann, anstatt einer vollflächigen Tieferführung die Fundamenttieferführung auch punktuell erfolgen. In diesem Fall sind die Streifenfundamente als freitragender Balken auszuführen, der auf die einzelnen Betonplomben aufgelegt wird. Die Betonplomben werden hierbei als Einzelfundamente betrachtet. Bei nicht unterkellelter Bauweise können nach den Ergebnissen der Erkundung Tieferführungen bis zu rd. 3,5 m notwendig werden.

Bei einer Gründung mit Fundamenten ist mindestens im Norden des Bauvorhabens ein Einfluss der Schwächezonen / weiche Lehmlagen im Kies (vergleichsweise geringe Tragfähigkeit und erhöhte Zusammendrückbarkeit) auf das Setzungsverhalten der geplanten Bauwerke gegeben.

Es wurde eine rechnerische Abschätzung für eine Flachgründung / vertiefte Flachgründung mittels Einzel- und Streifenfundamenten mit dem Programm GGU-Footing vorgenommen (Berechnungen nicht beigelegt).

Je nach ungünstigeren (Kies mit weichen Lehmlagen) und günstigeren (Kies ohne Lehmlagen) Untergrundverhältnissen können für die Bemessung von Einzelfundamenten mit Fundamentabmessungen von 1,0 m x 1,0 m bis 3,0 m x 3,0 m bei lotrecht mittlerer Belastung folgende maximale Bemessungswerte des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ (EC7) angesetzt werden:

Ungünstige Baugrundverhältnisse $\sigma_{R,d} = 280 \text{ kN/m}^2$

Günstige Baugrundverhältnisse $\sigma_{R,d} = 600 \text{ kN/m}^2$

Die Setzungen können bei voller Ausnutzung der jeweiligen Bemessungswerte in Abhängigkeit der Fundamentabmessungen und Untergrundverhältnisse mit etwa 1 bis 3 cm abgeschätzt werden.

Setzungsunterschiede in gleicher Größenordnung sind zu berücksichtigen. Die Verträglichkeit der Verformungen ist planerisch zu prüfen. Die Setzungen werden auf Grund der wechselhaften Böden unterschiedlich bereits während der Bauzeit bzw. erst über einen längeren Zeitraum abklingen.

Mit Einzelfundamenten können bei den größten oben angegeben Fundamentabmessungen charakteristische Einzellasten bis max. 1.500 kN (ungünstige Baugrundverhältnisse) und max. 3.000 kN (günstige Baugrundverhältnisse) abgetragen werden.

für die Bemessung von Streifenfundamenten mit Fundamentbreiten von 0,6 m bis 1,8 m können bei lotrecht mittiger Belastung folgende maximale Bemessungswerte des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ (EC7) angesetzt werden:

Ungünstige Baugrundverhältnisse $\sigma_{R,d} = 230 \text{ kN/m}^2$

Günstige Baugrundverhältnisse $\sigma_{R,d} = 600 \text{ kN/m}^2$

Setzungen und Setzungsunterschiede bei Streifenfundamenten sind in gleicher Dimension wie bei Einzelfundamenten zu erwarten. Es können charakteristische Streifenlasten bis max. 250 kN/m (ungünstige Baugrundverhältnisse) und max. 600 kN/m (günstige Baugrundverhältnisse) abgetragen werden. Auch hier gelten die Angaben für die größten genannten Fundamentbreiten.

In jedem Fall günstige Gründungsverhältnisse ergeben sich bei einer Gründung in/auf den Tonsteinen mit einer Tiefgründung (Bohr-, Schraub- oder Rammpfähle). Es wird eine Gründung mit duktilen Gussrammpfählen empfohlen. Gegenüber einer Gründung mit Fundamenten und auch anderen Tiefgründungen fällt bei dieser Gründungsvariante kein Aushubmaterial zur Abfuhr an. Die weichen Lehmlagen in den Talkiesen werden durchörtert, so dass das Verfahren hiervon unabhängig im gesamten Baufeld zur Ausführung kommen kann. Ein weiterer Vorteil besteht in einer möglichen geothermischen Aktivierung der Gussrammpfähle (vgl. Abschnitt 5.2).

Duktile Gussrammpfähle stellen eine hochbelastbare Gründungsvariante im tragfähigen Tonstein dar. Bei diesem Gründungssystem werden die Pfähle als Aufstandspfähle bis in den Tonstein eingerammt. Durch den Rammvorgang mit gleichbleibendem Energieeintrag erfolgt während des Einrammens quasi eine Prüfung des Boden-Pfahlwiderstandes, so dass mit dieser Pfahlart während des Bauens auf wechselhafte Baugrundverhältnisse und Aufwitterungstiefen durch tieferes Einrammen problemlos reagiert werden kann.

Die Wirksamkeit als Aufstandspfahl erfordert in der Regel einen Eindringwiderstand im Baugrund, der einem Eindringwiderstand mit der Schweren Rammsonde von $n_{10} \geq 50$ vergleichbar ist. Nach den

Untersuchungsergebnissen ergeben sich in Abhängigkeit der Einbindetiefen der geplanten Bauwerke daraus Pfahllängen mit ca. 10 m bis 13 m von derzeitiger Geländeoberkante.

Das Verfahren ist aufgrund seiner flexiblen Einsatzweise weitgehend unabhängig von Aushubverhältnissen, kommt ohne Großgeräte aus (Herstellung mittels Anbaugerät an Kettenbagger) und erreicht eine hohe Herstellungsleistung.

Die Pfähle sind auf Grund der Untergrundverhältnisse mit Mantelverpressung herzustellen. Der Einfluss einer möglichen negativen Pfahlmantelreibung infolge von organischen Aueböden ist nach derzeitigem Kenntnisstand nicht gegeben bzw. zu Vernachlässigen. Für die bindigen Böden kann, auch im Bereich der weichplastischen Auelehme mit organischen Anteilen, ein $c_{u,k}$ -Wert $> 15 \text{ kN/m}^2$ angenommen werden. Damit kann auf einen Knicksicherheitsnachweis verzichtet werden.

In Abhängigkeit von Durchmesser und Wandstärke können bei Verwendung eines üblichen Verpressmörtels (C 20/25) mit duktilen Gusspfählen als Aufstandspfahl auf/in dem Tonstein Lasten bis etwa 1300 kN abgetragen werden. Nach der „Allgemeine Bauaufsichtliche Zulassung Z34.25-230, Deutsches Institut für Bautechnik, 30. Juni 2017“ können folgende maximale innere Tragfähigkeiten je Pfahl rechnerisch angesetzt werden (es wird im Hinblick auf Setzungen und Setzungsdifferenzen keine volle Auslastung der angegebenen Werte bei der endgültigen Pfahldimensionierung empfohlen):

Gussrohr [mm]	mit Mantelverpressung C20/25
Ø 118 x 7,5	869 kN
Ø 118 x 9,0	1.001 kN
Ø 118 x 10,6	1.139 kN
Ø 170 x 7,5	1.103 kN ¹⁾ (85 % ~ 935 kN)
Ø 170 x 9,0	1.310 kN ¹⁾ (85 % ~ 1.110 kN)
Ø 170 x 10,6	1.520 kN ¹⁾ (85 % ~ 1.290 kN)

[Tab. 9: Bemessungswerte R_d der inneren Tragfähigkeiten Gusspfahl mit Mantelverpressung]

¹⁾ im Falle einer geothermischen Aktivierung des Gusspfahl ist der Ø 170 mm erforderlich und die Ausnutzung auf $< 85 \%$ abzumindern

Zum Abtrag von größeren Lasten können Pfahlgruppen hergestellt werden. Anzahl und Durchmesser der erforderlichen Pfähle sind von der Anzahl der Lastpunkte bzw. den abzutragenden Lasten abhängig, welche durch den Tragwerksplaner festzulegen sind. Es sind Mindestpfahllängen von 5 m erforderlich, um die Pfähle als Aufstandspfähle unter Ausnutzung der in obiger Tabelle angegeben

Bemessungswiderstände zu bemessen, was hier gegeben ist. Sind durch die Pfähle Horizontallasten aufzunehmen, müssen in Zusammenarbeit mit der ausführenden Spezialtiefbaufirma und dem Tragwerksplaner eventuell notwendige Pfahleigungen festgelegt werden. Werden Zugpfähle, z.B. zur Auftriebssicherung erforderlich, so sind GEWI-Stäbe mit einzubauen, was mit der geplanten geothermischen Nutzung abzustimmen wäre.

Die duktilen Gussrohre werden mittels Hydraulikbagger sowie einem an diesen montierten Schnellschlaghammer in den Boden eingerammt. Das Anfangsrohr ist am unteren Ende mit einem Pfahlschuh versehen. Nach dem Anfängerrohr wird jedes weitere Rohr in die Muffe des abgerammten Rohres eingesetzt und der Pfahl in Abhängigkeit vom Eindringwiderstand bis auf die endgültige Tiefe hergestellt.

Bei der Pfahlherstellung entsteht durch den Rammvorgang Lärm, der mit der Arbeit eines Meißelbaggers vergleichbar ist. Bohrgut fällt bei dem Verdrängungssystem nicht an.

Die zu erwartenden Setzungen sind bei Tiefgründungen vom Pfahltyp abhängig und liegen je nach Auslastung in der Regel um 1 cm. Bei Pfahlgruppen sind auch höhere Setzungen möglich.

Bei Beachtung der vorgeschlagenen Gründungsmaßnahme und bei fachgerechter Ausführung führen Setzungen und Setzungsunterschiede in den oben benannten Größenordnungen nicht zu Schäden an der Konstruktion und liegen in einem normalen und in der Regel bauwerksverträglichen Bereich.

5.2 Geothermische Nutzung der Gründungkörper bei Tiefgründung

Das Bauvorhaben sollte nach dem heutigen Stand der Technik nachhaltig und energieeffizient verwirklicht werden.

Bei einer Ausführung der Gründung mit duktilen Gussrammpfählen (vgl. Abschnitt 5.1), können diese thermisch aktiviert werden. Dazu wird ein Durchmesser der Gussrammpfähle von 170 mm benötigt. Nach dem Einrammen des duktilen Gussrammpfahls wird durch das Eindrücken von Einfach-U-Sonden DA 25 (PE100-RC) in die Betonsuspension der Pfahl thermisch aktiviert. Die Rohrleitungen der Einfach-U-Sonde werden über eine Aussparung im Pfahlkopf ausgefädelt und horizontal angebunden.

Ausgehend von einer seitens der Tragwerksplanung vorgegebenen Pfahlfeldgeometrie (Anordnung, Anzahl, Durchmesser und Tiefe) kann über thermische Simulationen die geothermische Ergiebigkeit

und Leistungsfähigkeit der Pfahlanlage ermittelt werden. Eventuell kann sie Anordnung von zusätzliche - nicht statisch erforderlichen - Pfählen notwendig / zweckmäßig werden. Um die horizontale Anbindung kompakter zu gestalten und den Gesamtsolevolumenstrom zu reduzieren, können einzelne Pfahlkreisläufe zusammengefasst werden.

Weitere Angaben können nach Vorliegen von Angaben zur Pfahlfeldgeometrie, zur erforderlichen Heizlast und zum Jahresheizenergiebedarf aus EnEV im Zuge der Planung der Geothermie-Anlage durch unser Büro erarbeitet werden.

5.3 Baugrubengestaltung und -sicherung

Bei ausreichenden Platzverhältnissen, nicht durchströmten Böschungen und keinerlei Beeinflussung der Böschungsstandsicherheit durch Verkehr und/oder Erschütterungen können nach DIN 4124 freie Baugrubenböschungen angelegt werden, wobei die nachfolgend genannten, maximal zulässigen Böschungsneigungen (β) nicht überschritten werden dürfen. Für Baugrubenböschungen mit einer Höhe > 5,0 m ist nach DIN 4124 ein statischer Nachweis der Standsicherheit zu führen oder die Böschungen sind zu sichern.

Schicht	maximal zulässige Böschungsneigung (β) nach DIN 4124
<u>Künstliche Auffüllungen</u>	45°
<u>Quartär/Talfüllung Auelehm</u> Schluff/Ton, mind. steifplastisch	60°
<u>Quartär/Talfüllung Kies</u>	45°

[Tab. 10: Böschungsneigungen]

Böschungskronen sämtlicher Baugrubenböschungen sind auf einer Breite von mindestens 1,0 m von Lasten (Aushub, Container usw.) freizuhalten.

Bei Baustellenverkehr neben der Baugrubenböschung sind folgende Mindestabstände einzuhalten:

Gesamtgewicht < 12 to:	1,0 m
Gesamtgewicht $\geq$ 12 - 40 to:	2,0 m

Bei Auftreten von aufgeweichten Bereichen oder Wasserzuritt sind die Böschungen gegebenenfalls abzuflachen oder zu verbauen.

Nach Angaben des Büros Liebel Architekten ist eine an die Bahnhofstraße angrenzende Bebauung vorgesehen, womit bei unterkellelter Bauweise eine Baugrubensicherung (Verbau) erfolgen muss. Der Umfang der Baugrubensicherung ist planerisch im Rahmen einer Baugrubenplanung festzulegen.

Für die Baugrubensicherung wird eine Vorbemessung für frei auskragende Bohlträger mit Holzausfachung mit dem Programm GGU-RETAIN (Version 10.53 / 28.10.2021) für den temporären Bemessungszustand BS-T nach EC7 erstellt. Die Vorbemessung kann der Anlage 4.1 entnommen werden.

Für das Baugrundmodell wird die Bohrung BS 6 herangezogen. Die Baugrubensohle bei Unterkellerung wird mit 424,00 m ü. NN angenommen.

Folgende Verkehrslasten werden in der Vorbemessung angesetzt: Geh- und Radweg 10 kN/m^2 und auf der Straße spurweise $33,3 \text{ kN/m}^2$ bzw. $16,7 \text{ kN/m}^2$. Diese Annahme ist planerisch vor der Ausführungsplanung zu prüfen.

Nach der Vorbemessung beträgt die erforderliche Profillänge (HEB 360) rd. 7,3 m mit einer Einbinde-tiefe von rd. 4 m. Der Bohlträgerabstand beträgt 1,8 m. Eine Rückverankerung wird hier noch nicht erforderlich, wobei durch rechnerische Kopfverformungen von rd. 2,9 cm Rissbildungen und Sackungen im rückwärtigen Gehweg- und Straßenbereich möglich sind.

Bei einer Grenzbebauung liegt der Verbau im Gehweg, der nach Abschluss der Baumaßnahme zu erneuern ist. Die Zulässigkeit der Lage ist im Vorfeld abzuklären. Für das Einbringen des Verbaus ist die Lage von Leitungen, Einbauten u.ä. im Vorfeld abzuklären. Die Vorgaben der DIN 4123, DIN 4124 und der EAB sind für Planung und Ausführung zu beachten.

Erfahrungsgemäß können die Bohlträger in den Talkiesen nicht eingerammt werden, bzw. beim Einrammen sind deutliche Erschütterungen anzunehmen. Es besteht daher die Notwendigkeit von verrohrt oder vorgebohrten Löchern für die Bohlträger.

Die Angaben der DIN 4123, der DIN 4124 sowie der EAB sind einzuhalten.

5.4 Erd- und Bohrarbeiten, Wasserhaltung

Die Erdarbeiten sind generell unter Berücksichtigung der Vorgaben der ZTV E-StB durchzuführen. Nach Tabelle 4 der DIN 18196 sind die angetroffenen Erdstoffe (bindige Böden und Auffüllungen sowie stärker verlehnte Talkiese) stark witterungs- und frostempfindlich und neigen bei Wasserzutritt in Verbindung mit dem Baubetrieb zum Aufweichen und Verbreiten. Auf gefrorenem Boden darf nicht gegründet werden.

Aufgelockerte, aufgeweichte oder in anderer Weise entfestigte Zonen sowie ggf. organische Beimengungen in der Endaushubebene sind im Hinblick auf den Baubetrieb und die spätere Auflagerung der Bodenplatte zu entfernen und durch Austauschmaterial oder ggf. Differenzbeton zu ersetzen. Aushubbedingte Auflockerungen sind ebenfalls sorgfältig zu beseitigen. Bei Bodenaustauschmaßnahmen ist ein seitlicher Überstand in Schichtstärke zur Berücksichtigung der Lastausbreitung im Boden einzuhalten.

Für Arbeitsraumverfüllungen ist die Qualität des verwendeten Materials und der Verdichtung je nach vorgesehener Nutzung festzulegen. In Bereichen mit Verformungsbeschränkungen ist ein Material der Bodengruppen SW, SI, SU, GE, GW oder GU nach DIN 18196 zu verwenden. Es ist eine Proctordichte $D_{pr} \geq 100 \%$ im oberen Meter und $D_{pr} \geq 98 \%$ für die tiefere Verfüllung nachzuweisen. Der Bodeneinbau ist lagenweise verdichtet vorzunehmen. Die Dicke der einzelnen Lagen, die 30 cm nicht überschreiten soll, ist letztendlich in Abhängigkeit vom eingesetzten Verdichtungsgerät und Material festzulegen. Die erreichte Tragfähigkeit und Verdichtung ist nachzuweisen.

Die bestehenden Frostschutz-/Tragschichten eignen sich im erdfeuchten Zustand sehr gut zur Rückverfüllung, z.B. als Material für Bodenaustausch.

Kiese der Bodengruppe GU* sind in der Regel im erdfeuchten Zustand bis zu einem Feinkornanteil um etwa 20 Gew.-% noch gut verdichtbar und eignen sich damit zur Wiederverfüllung. Der Feinkornanteil muss hierbei eine mind. steifplastische Zustandsform aufweisen. Kiese mit höherem Feinkornanteil (verlehnte Kiese) sind zumeist verdichtungsunwillig und auszusortieren. Gleiches gilt für bindiges Aushubmaterial der Auffüllungen und Auelehme. Bei den GU*-Böden ist die Frostempfindlichkeit (F3) zu beachten.

Die hier anstehenden Erdstoffe in den Endaushubebenen neigen bei Wasserzutritt zu einem Tragfähigkeitsverlust. Zudem wird die Begehrbarkeit und die Verarbeitbarkeit deutlich verschlechtert. Der endgültige Aushub ist daher auf Flächen zu beschränken, die in unmittelbarem Anschluss weiter

bearbeitet und abgedeckt werden können. Die Erdarbeiten sollten grundsätzlich nicht vor einer zu erwartenden Regen- oder Frostperiode beginnen.

Im Vorfeld der Bohrpfahlarbeiten für den Verbau muss ein ausreichend tragfähiges Arbeitsplanum hergestellt werden. Im Bereich der bestehenden asphaltierten Außenanlagen ist dieses bereits gegeben, sofern diese bis zum Ende der Bohrarbeiten in der derzeitigen Form erhalten bleiben. Außerhalb ist eine 40 - 50 cm starke Schicht aus Schottermaterial der Bodengruppen GW, GI bzw. GU einzubauen und mit $D_{pr} \geq 100\%$ zu verdichten. Die Arbeitsebene muss für den Großgeräteinsatz annähernd eben und frei von Höhenversprüngen sein, so dass ggf. im Bereich des Rückbaus eine grobe Geländeprofilierung erfolgen muss.

Die Vorgaben der DIN 4123 und der DIN 4124 sind zu beachten. Zudem sind die Vorschriften und anerkannten Regeln der Technik hinsichtlich der Ausführung der Erd-, Bohr- und Gründungsarbeiten zu berücksichtigen.

Zur Sicherstellung des Bauablaufs ist eine offene Wasserhaltung mit Baustellendrängen und Pumpensäulen - vorrangig zur Ableitung von Niederschlagswasser - vorzusehen und je nach Bedarf zu betreiben. Mit dem Andrang von freiem Grundwasser ist nur im Fall höchster Grundwasserstände zu rechnen. Dann wären ggf. weiterführende Maßnahmen zur Wasserhaltung vorzunehmen. Das anfallende Wasser ist in jedem Fall zu fassen und rückstaufrei abzuleiten. Die Bauwasserhaltung ist grundsätzlich im Vorfeld bei der Genehmigungsbehörde des Landratsamtes zu beantragen.

Vorhandene Kabel, Leitungen, unterirdische Einbauten u.ä. sind im Vorfeld zu erkunden und bei den Erd- und Bohrarbeiten zu beachten.

Es wird empfohlen, insbesondere zu Beginn der Erd- und Gründungsarbeiten, die Baugrundverhältnisse vom Baugrundgutachter vor Ort überprüfen zu lassen.

5.5 Schutz der Bauwerke vor Durchfeuchtung

Bei dem Bauvorhaben ist in Abhängigkeit der Einbindetiefen unterhalb des Bemessungswasserstandes (425,0 m ü. NN, vgl. Abschnitt 4.2) zeitweise und dauerhaft mit drückendem Wasser an den erdberührten Bauteilen zu rechnen. Oberhalb des Bemessungswasserstandes ist grundsätzlich auch eine Abdichtung in Verbindung mit einer Dränage (Wassereinwirkungsklasse W1.2-E nach DIN 18533, Teil 1) möglich. Dies wird auf Grund der Lage im Überflutungsgebiet allerdings nicht empfohlen.



Je nach Einbindung in das zukünftige Gelände die Wassereinwirkungsklasse W2.1-E (Mäßige Einwirkung von drückendem Wasser ≤ 3 m Eintauchtiefe bezogen auf die Abdichtungsebene) oder die Wassereinwirkungsklasse W2.2-E (Hohe Einwirkung von drückendem Wasser > 3 m Eintauchtiefe, bezogen auf die Abdichtungsebene) anzusetzen und die Abdichtung entsprechend auszuführen.

Die letztendliche Abdichtungsart ist unter Berücksichtigung der o.g. Wassereinwirkungsklassen in Verbindung mit der planerisch festzulegenden Rissklasse, Verformungsklasse und Raumnutzungs-klasse nach DIN 18533 zu wählen.

Alternativ kann die Ausführung der Bauteile als sogenannte „Weiße Wanne“ erfolgen. Hierbei ist die WU-Richtlinie des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton zu beachten. Es ist die Beanspruchklasse 1 für ständig und zeitweise drückendes Wasser maßgebend.

Die Ausbildung von UG-Räumen als dichte Baukörper aus sog. wasserundurchlässigem Stahlbeton kann eine Berücksichtigung des besonderen bauphysikalischen Verhaltens des wasserundurchlässigen Betons insbesondere hinsichtlich seiner Wasserdampfdiffusion erfordern. Durch kapillaren Wasserdurchgang der Betonbauteile ist die relative Luftfeuchte der Innenräume beeinflusst. Es können besondere Maßnahmen zur Regelung der Feuchte für Räume mit entsprechender Nutzung notwendig werden (z.B. Be- und Entlüftung oder dampfdichte Beschichtung). Bei der Planung und Ausführung der vorgenannten Stahlbetonbauteile sind zudem die besonderen betontechnologischen Maßnahmen und die Erfordernisse der Bauausführung hinsichtlich der Vermeidung von Rissbildungen und die Gewährleistung von geeigneten Betoneigenschaften zu beachten.

Lichtschächte, Rohrdurchführungen usw. sind in das letztlich gewählte Abdichtungskonzept mit einzubeziehen.

Das unmittelbar um die aufgehenden Bauteile liegende Gelände ist mit bauwerksabgewandtem Gefälle auszubilden, um einen oberirdischen Zulauf von Wasser auszuschließen. Ggf. sind z.B. ergänzend Ablaufrinnen mit dauerhaft rückstaufreier Vorflut vorzusehen.

Die Angaben beinhalten weder Bauzeitlich noch für den Endzustand Maßnahmen zur Hochwassersicherung, was planerisch zu prüfen und ggf. ergänzend festzulegen ist.

6 VERSICKERUNG VON OBERFLÄCHENWASSER

Eine Versickerung von Niederschlagswasser setzt voraus, dass nach DWA-Arbeitsblatt A 138 der Untergrund, der für eine Versickerung vorgesehen ist, eine Durchlässigkeit $k_f > 1 \times 10^{-6}$ m/s aufweist. Nach den Erkundungsergebnissen können Versickerungsanlagen derart angeordnet werden, dass außerhalb von Hochwasserereignissen ein ausreichender Flurabstand zum mittleren höchsten Grundwasserstand von 1 m gegeben ist. Die angetroffenen Auelehme (abgeschätzte Durchlässigkeit $k_f < 1 \times 10^{-9}$ m/s) und verlehmtene Kiese (abgeschätzte Durchlässigkeit $k_f \sim 1 \times 10^{-7}$ m/s) weisen eine für eine Versickerung zu geringe Durchlässigkeit auf. Es muss daher eine Anbindung der Versickerungsanlagen an die nicht verlehmeten Kiese erfolgen. Für diese Kiese wird eine Durchlässigkeit in einer Bandbreite von $k_f \sim 1 \times 10^{-4}$ m/s bis $k_f \sim 1 \times 10^{-5}$ m/s abgeschätzt.

Es wird empfohlen am Ort der Versickerungsanlage(n) entsprechende Versickerungsversuche durchzuführen.

Sofern eine Versickerung aus Platzgründen etc. nicht möglich ist, ist das Wasser entsprechend zu fassen und dauerhaft rückstaufrei abzuleiten. Das letztendliche Vorgehen ist mit der Genehmigungsbehörde abzustimmen. Die Wasserableitung ist genehmigungspflichtig.

7 VERKEHRSFLÄCHEN

Nach Auskunft des Büros Liebel Architekten sind bei dem Bauvorhaben Rettungswege und die Errichtung eines Parkhauses vorgesehen. Darüber hinaus sind keine weiteren Verkehrsflächen geplant. Feuerwehrezufahrten sind nach den Vorgaben der DIN 14090 zu planen und auszuführen. Der Fahrbereich ist nach den Vorgaben der „Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen“ (RStO 12) zu planen und aufzubauen.

Es ist eine ausreichende Frostsicherheit nach ZTVE-StB und RStO 12 zu gewährleisten. Das Baufeld wird gem. RStO 12, Bild 6 der Frosteinwirkungszone II zugewiesen.

Das zukünftige Erdplanum wird nach den Untersuchungsergebnissen von künstlichen Auffüllungen, bestehenden Frostschutz-/Tragschichten und Auelehmen gebildet werden. Das Planum ist den Frostempfindlichkeitsklassen F1 bis F3 zuzuordnen. In Anlehnung an die ZTVE-StB ist auf dem Erdplanum ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45$ MN/m² zu erreichen. Diese Vorgabe wird auf den wechselhaften Erdstoffen nicht durchgehend erreicht und es werden bereichsweise Maßnahmen zur Herstellung eines ausreichend tragfähigen Planums notwendig. Wir empfehlen hierfür einen Bodenaustausch mit verdichtungswilligem Fremdmaterial in einer Schichtstärke von 30 bis 40 cm. Eventuelle

Geländeaufhöhungen im Bereich von Verkehrsflächen sind derart herzustellen, dass keine weitere Ertüchtigung des Planums notwendig wird.

Feuerwehruzufahrten ohne ständige Befahrung fallen in der Regel in die Belastungsklasse BK0,3 gemäß RStO 12, was planerisch zu prüfen ist. Es wird eine Ausführung mit Pflasterbelag und/oder Rasengittersteinen angenommen.

Nach der RStO 12 und unter Ansatz der Frostempfindlichkeitsklasse F3 (stark frostempfindlich) der in Planumshöhe anstehenden Erdstoffe ist bei der Belastungsklasse BK0,3 ein frostsicherer Gesamtaufbau von 55 cm (50 cm + 5cm Frosteinwirkungszone II) vorzusehen. Es wird eine Bauweise auf kombinierter Frostschutz-/Tragschicht (KFT) gemäß der RStO 12 Tafel 3, Zeile 1 empfohlen. Die KFT ist aus einheitlichem Material in 2 Lagen anzuordnen. Die Dicke dieser kombinierten Frostschutz-/Tragschicht ergibt sich aus dem Gesamtaufbau abzüglich der Pflasterdecke. Auf der Frostschutz-/Tragschicht ist bei der Belastungsklassen BK0,3 ein Verformungsmodul von $E_{v2} = 120 \text{ MN/m}^2$ zu erreichen. Die KFT ist vollständig und vollflächig aufzubauen. Für den ungebundenen Oberbau, d.h. für die Trag- und Frostschutzschicht, ist die ZTV SoB- StB 04 zu beachten.

Die Tragfähigkeiten des Planums und der Frostschutz-/Tragschicht sind mit statischen Plattendruckversuchen nach DIN 18 134 lagenweise zu überprüfen.

Die Angaben gelten sinngemäß auch für eine gepflasterte Sohle des vorgesehenen Parkhauses.

8 KAMPFMITTEL

Im gesamten Baufeld liegen Hinweise auf eine erhöhte Belastung durch Kampfmittel vor. Für alle in den Untergrund eingreifenden und Erschütterungen verursachenden Arbeiten ist eine Freigabe im Hinblick auf mögliche Kampfmittel im Baufeld erforderlich. Dies gilt bereits für die für den Rückbau der Bestandsgebäude notwendigen Arbeiten. Nach dem vorliegenden Bericht der LBA Luftbildauswertung GmbH /5/ ist *„Eine nähere Überprüfung [...] für das gesamte Untersuchungsgebiet dringend zu empfehlen. Eingriffe in den Untergrund jeglicher Art und Arbeiten, die Erschütterungen des Untergrundes verursachen, sollten vorher nicht durchgeführt werden.“* Die entsprechenden Maßnahmen sollten unbedingt vor der eigentlichen Baumaßnahme abgestimmt und ggf. auch durchgeführt werden, um den Bauablauf möglichst nicht/wenig zu behindern.

9 SCHLUSSBEMERKUNGEN

Die Untergrundverhältnisse im Baufeld wurden durch 7 Bohrsondierungen und 4 schwere Rammsondierungen erkundet und unter Hinzuziehung der örtlichen Kenntnisse der geologischen Verhältnisse sowie der Ergebnisse aus /2/ bis /4/ beschrieben und beurteilt 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.

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

Seit dem 31.12.2020 gilt in Baden-Württemberg das Landes-Kreislaufwirtschaftsgesetz (LKreiWiG). Informationen hierzu können auf der Internetseite des Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) eingesehen werden (Stand Juli 2021). Der Abfallerzeuger wird darin aufgefordert, im Falle verfahrenspflichtiger Baumaßnahmen gemäß § 3 Absatz 4 LKreiWiG für Bau- und Abbruchabfälle sowie auch für Bodenaushub der Baurechtsbehörde ein Abfallverwertungskonzept vorzulegen, das durch die zuständige Abfallrechtsbehörde geprüft wird. Schwerpunkt des Konzeptes ist die Vermeidung und Verwertung von Bau- / Abbruchabfällen und Bodenaushub. Wir empfehlen daher dem Planer / Bauherrn eine rechtzeitige Abklärung mit der Baurechtsbehörde, ob dies für die vorgesehene Baumaßnahme erforderlich wird. Bei der Erstellung des Abfallverwertungskonzeptes kann, nach Vorlage entsprechender bauseitiger Angaben und ggf. weiterführender Untersuchungen und Analytik, unser Büro unterstützend tätig werden.

Wasserrechtliche Eingriffe (Verbaumaßnahmen, Tiefgründungen, Wasserhaltung usw.) sind genehmigungspflichtig und bei den zuständigen Behörden anzuzeigen.

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

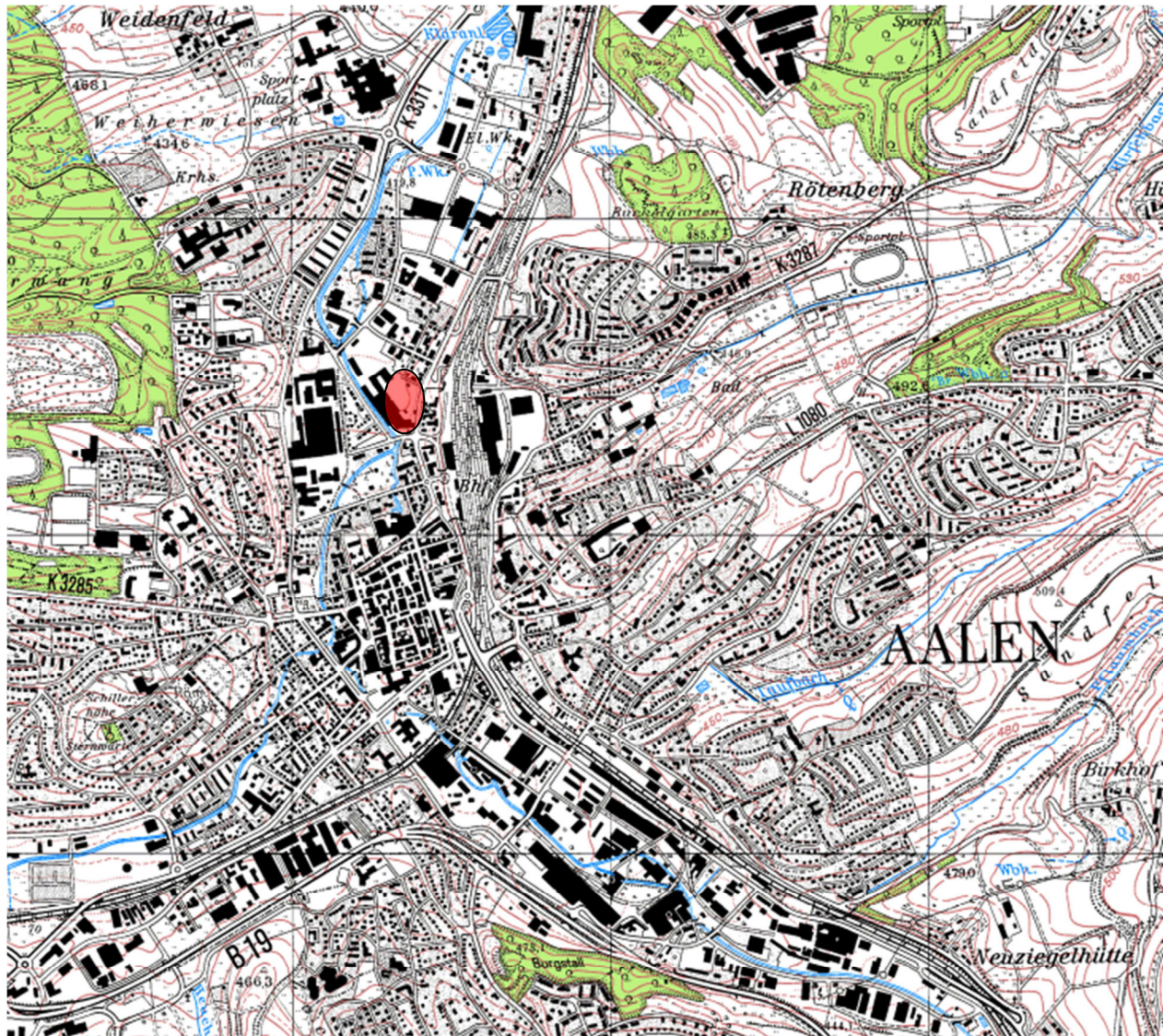
Dipl.- Geol. W. Höfner

Sachbearbeiter

Dipl.-Geol. Th. Peter

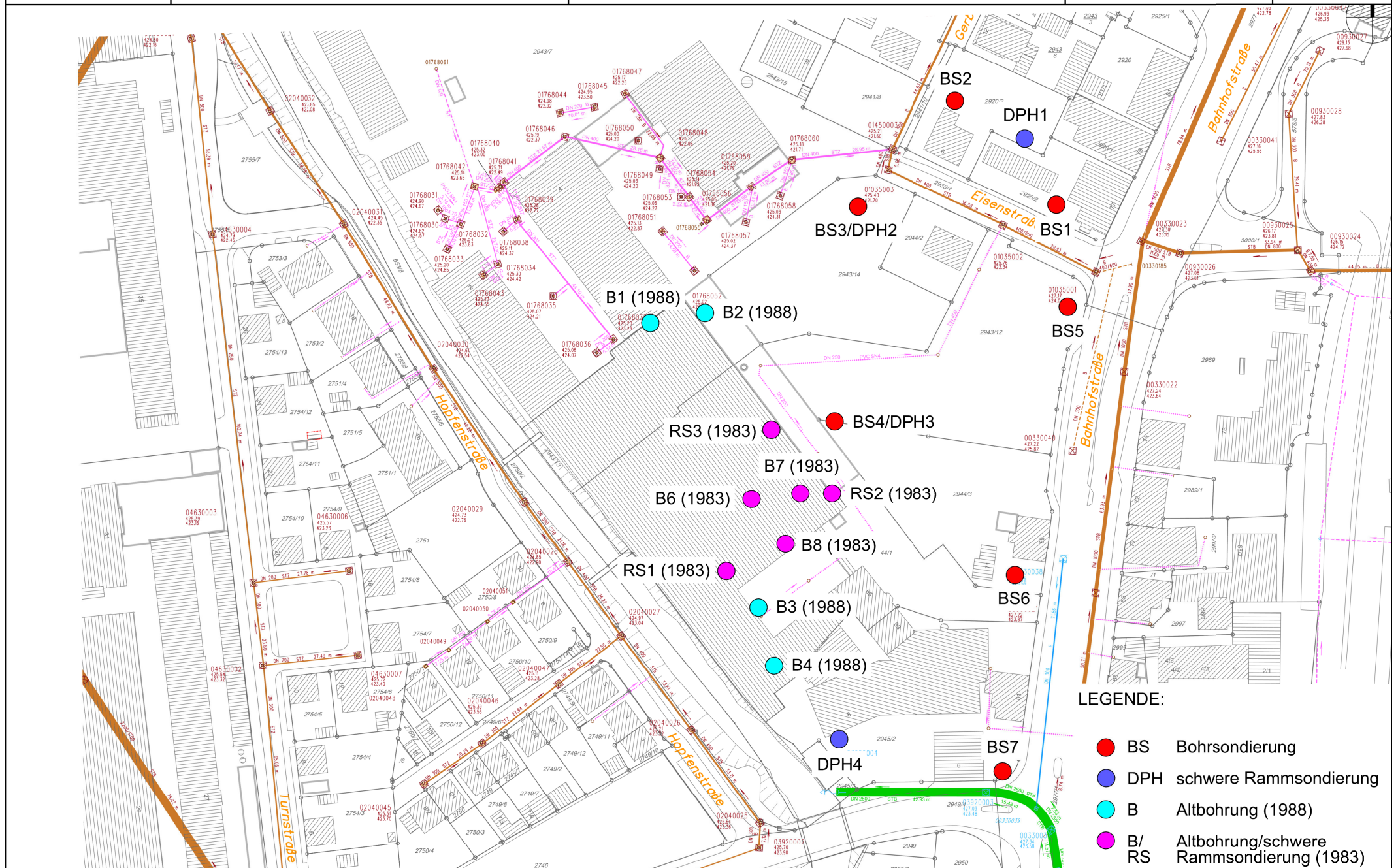
ÜBERSICHTSLAGEPLAN

Plangrundlage: TK 25



Legende:

 Untersuchungsgebiet

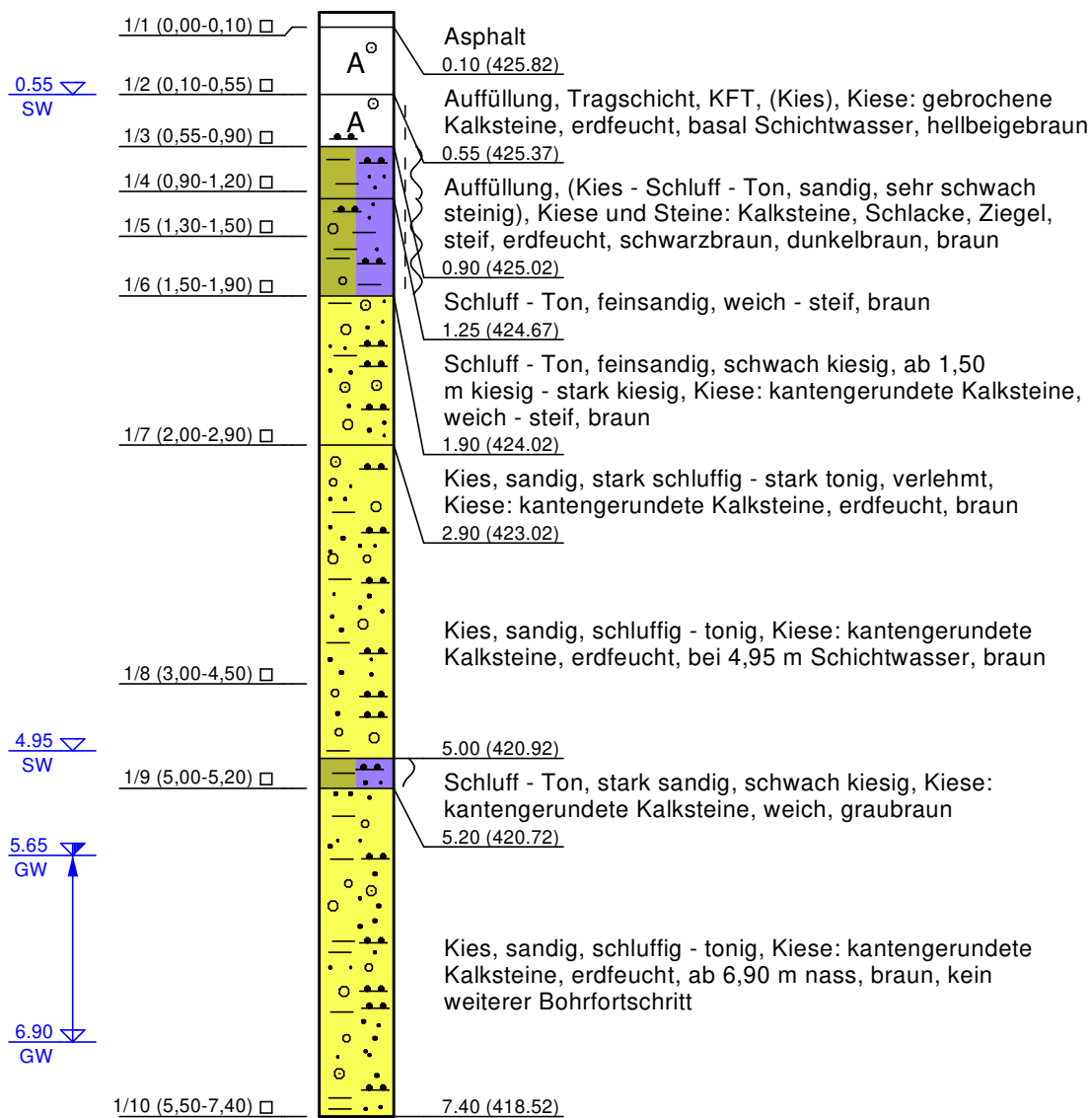


LEGENDE:

- BS Bohrsondierung
- DPH schwere Rammsondierung
- B Altbohrung (1988)
- B/RS Altbohrung/schwere Rammsondierung (1983)

BS 1

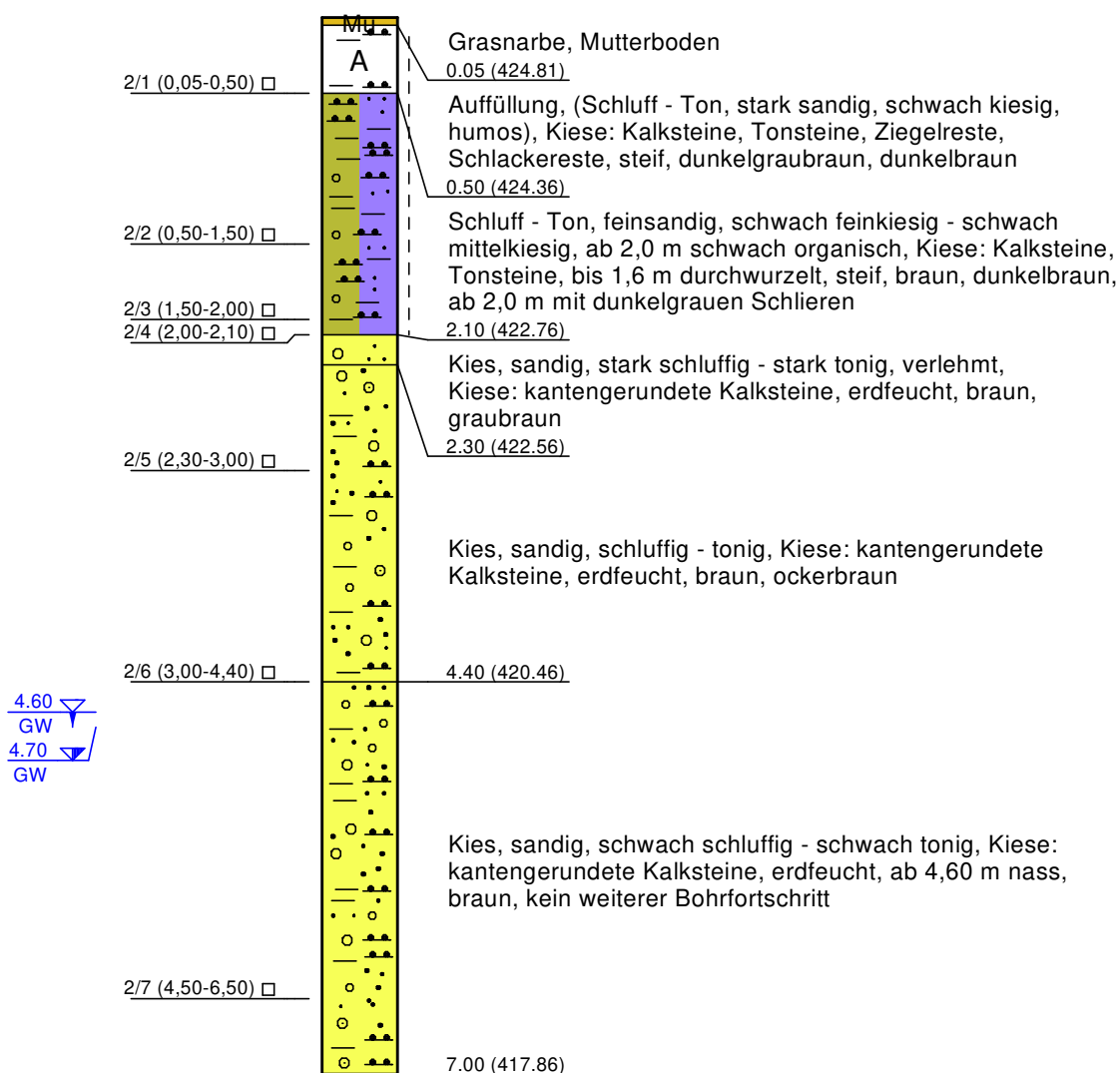
425,92 m NN



01.12.2021/Th.Peter/M 1: 50

BS 2

424,86 m NN

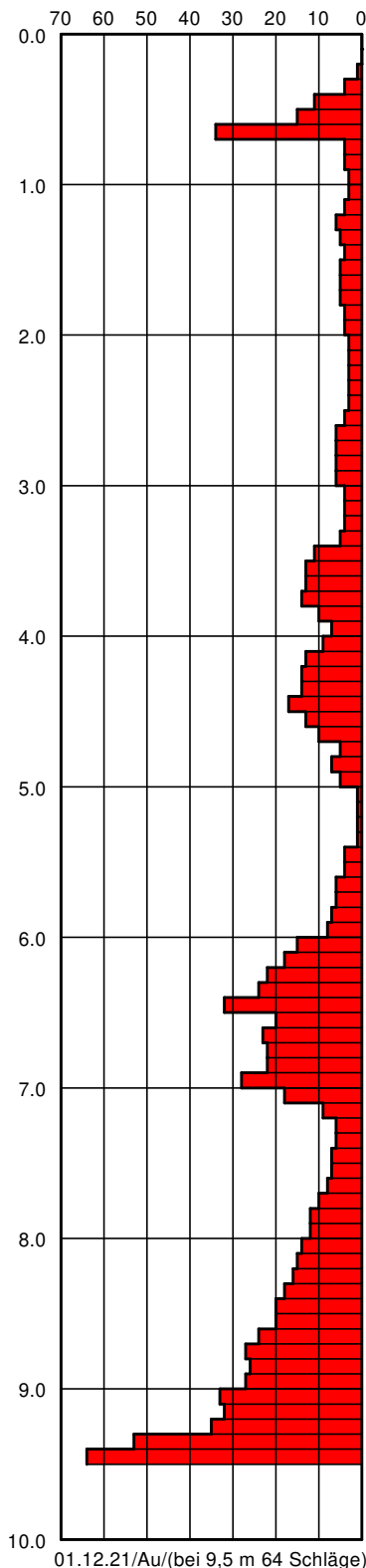


01.12.2021/Th.Peter/M 1: 50

DPH 2

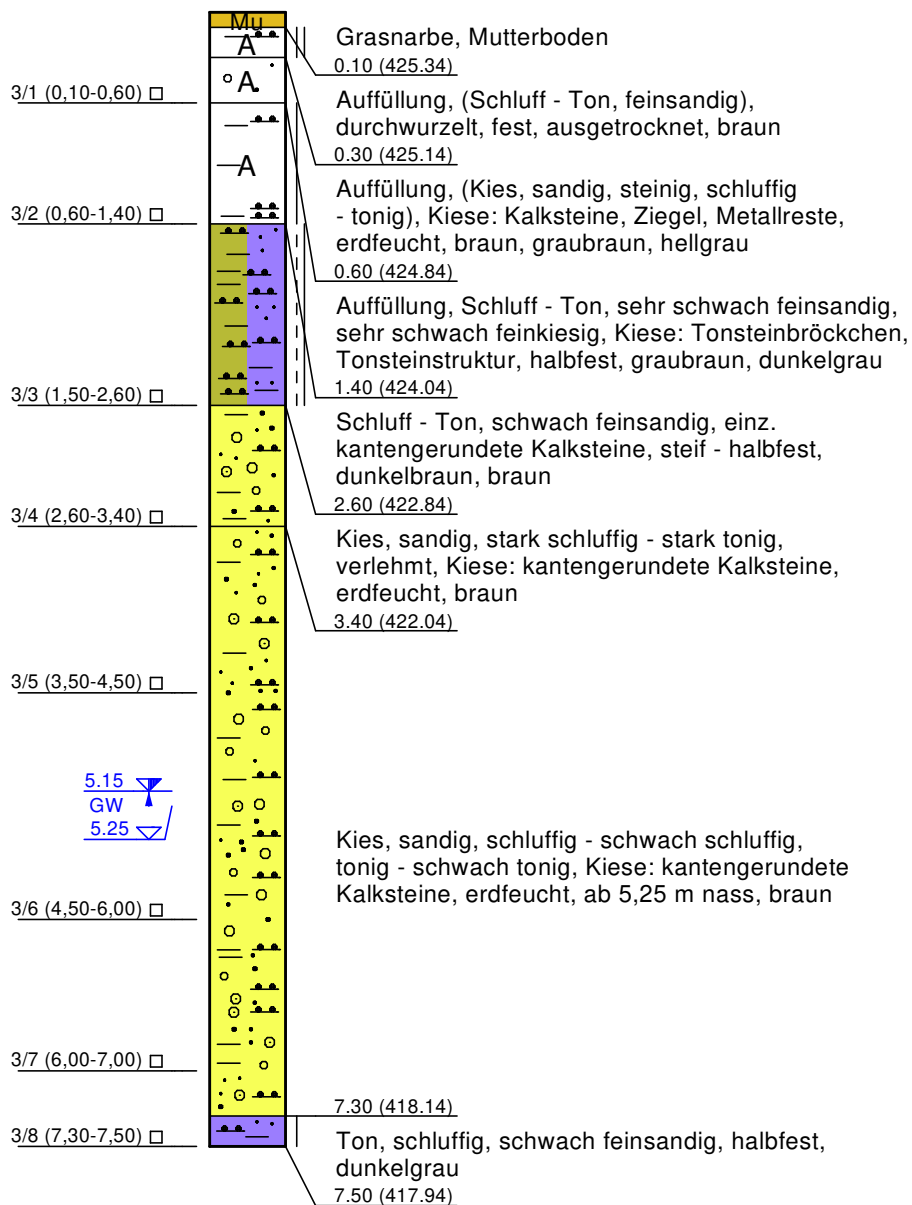
425,44 m NN

Schlagzahlen je 10 cm



BS 3

425,44 m NN

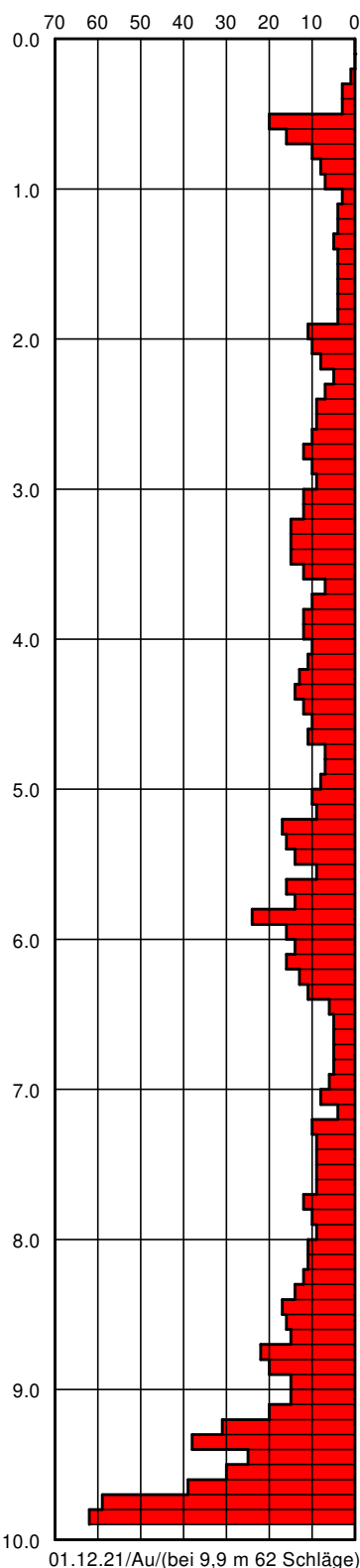


02.12.2021/Th.Peter/M 1: 50

DPH 3

425,56 m NN

Schlagzahlen je 10 cm



01.12.21/Au/(bei 9,9 m 62 Schläge)

BS 4

425,56 m NN

4/1 (0,10-0,55) □

4/2 (0,55-0,75) □

4/3 (1,00-1,50) □

4/4 (1,60-1,90) □

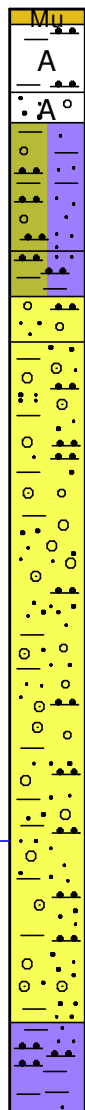
4/5 (1,90-2,20) □

4/6 (2,50-3,00) □

4/7 (3,00-4,50) □

4/8 (4,50-6,00) □

4/9 (6,70-7,30) □



Grasnarbe, Mutterboden

0.10 (425.46)

Auffüllung, (Schluff - Ton, sandig, mit Kieslagen),
Kiese: Kalksteine, Ziegelreste, Glasscherben,
durchwurzelt, steif, ab 0,25 m halbfest,
dunkelgrau

0.55 (425.01)

Auffüllung, Kalksteinsand, (Sand, schwach
feinkiesig, sehr schwach steinig, schwach
schluffig), erdfeucht, hellbeigegrau

0.75 (424.81)

Schluff - Ton, feinsandig, sehr schwach feinkiesig,
Kiese: Kalksteinbröckchen, durchwurzelt,
halbfest, braun, dunkelbraun

1.60 (423.96)

Schluff - Ton, stark feinsandig, Inkohlungsreste,
halbfest, braun, mit hellgrauen Flecken

1.90 (423.66)

Kies, sandig, stark schluffig - stark tonig,
verlehmt, mit Schluff - Ton - Lagen, Kiese:
kantengerundete Kalksteine, erdfeucht, braun,
dunkelbraun

2.20 (423.36)

Kies, sandig, schluffig - tonig, Kiese: kantengerundete
Kalksteine, erdfeucht, ab 5,50 m nass, braun

6.70 (418.86)

Ton, schluffig, feinsandig, halbfest, dunkelgrau,
kein weiterer Bohrfortschritt

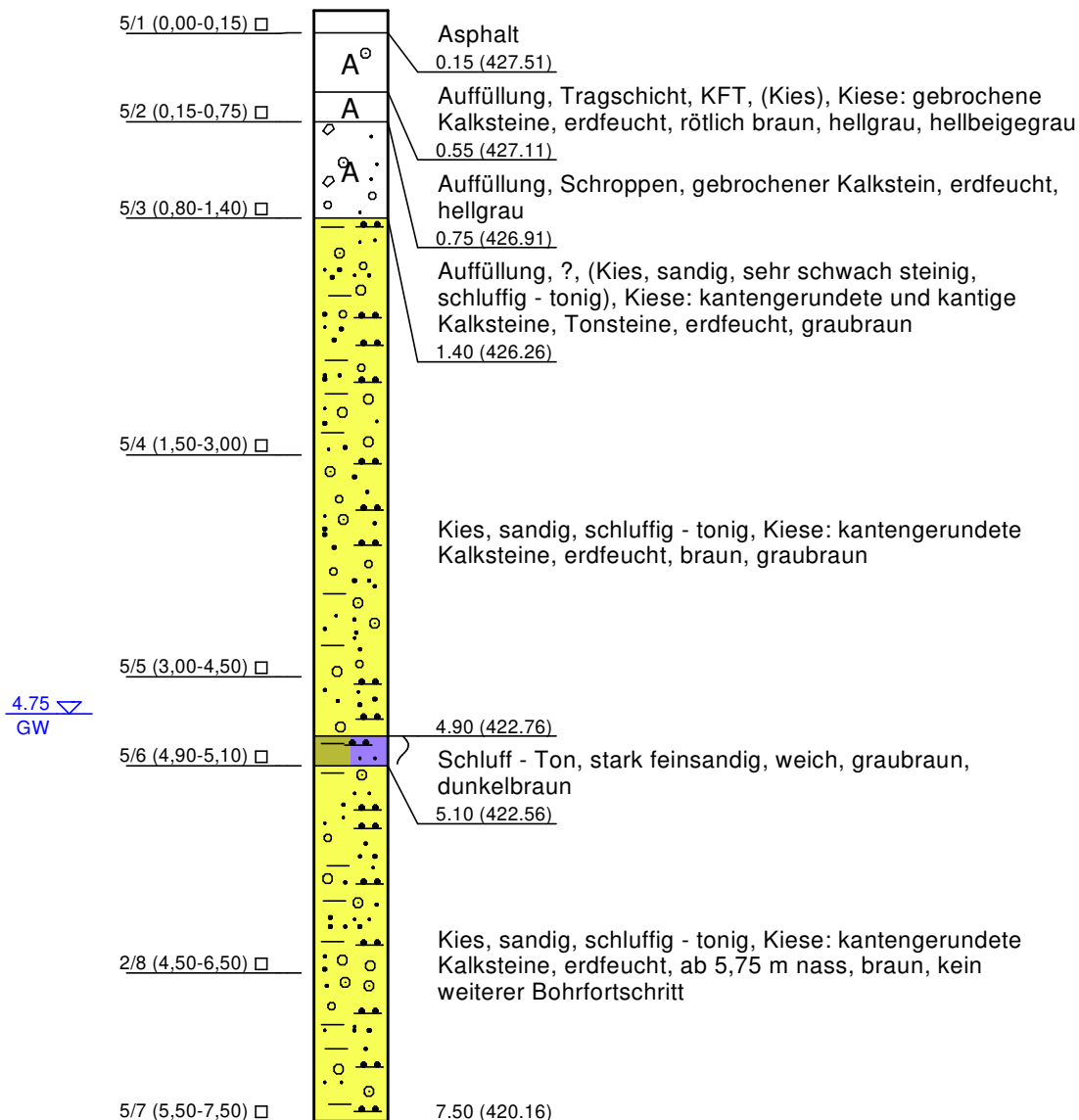
7.30 (418.26)

01.12.2021/Th.Peter/M 1: 50

Wasser einmessen nicht möglich, Bohrloch zugefallen

BS 5

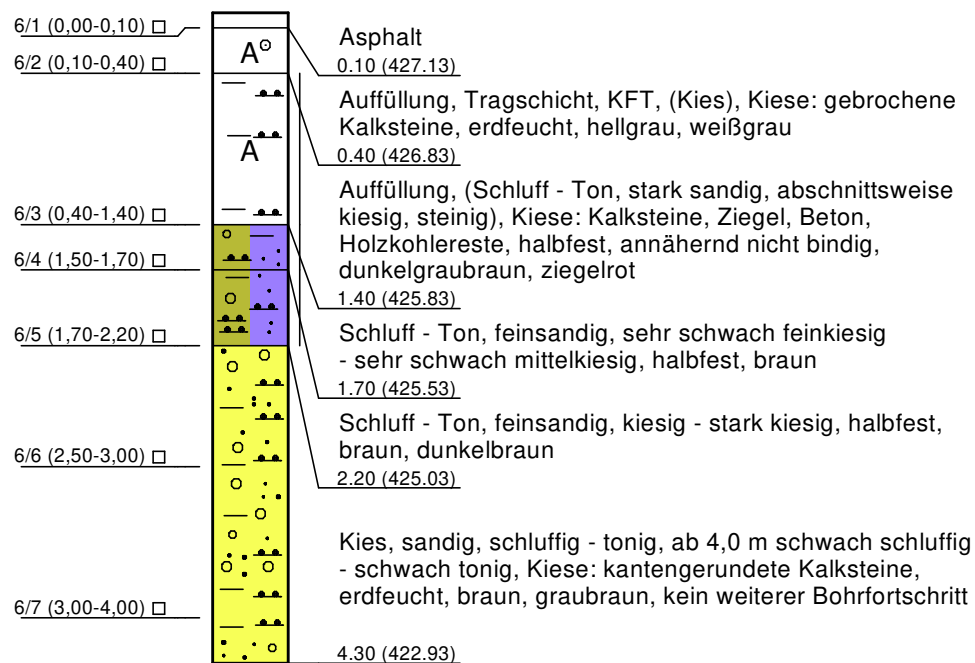
427,66 m NN



Wasser einmessen nicht möglich, Bohrloch zugefallen

BS 6

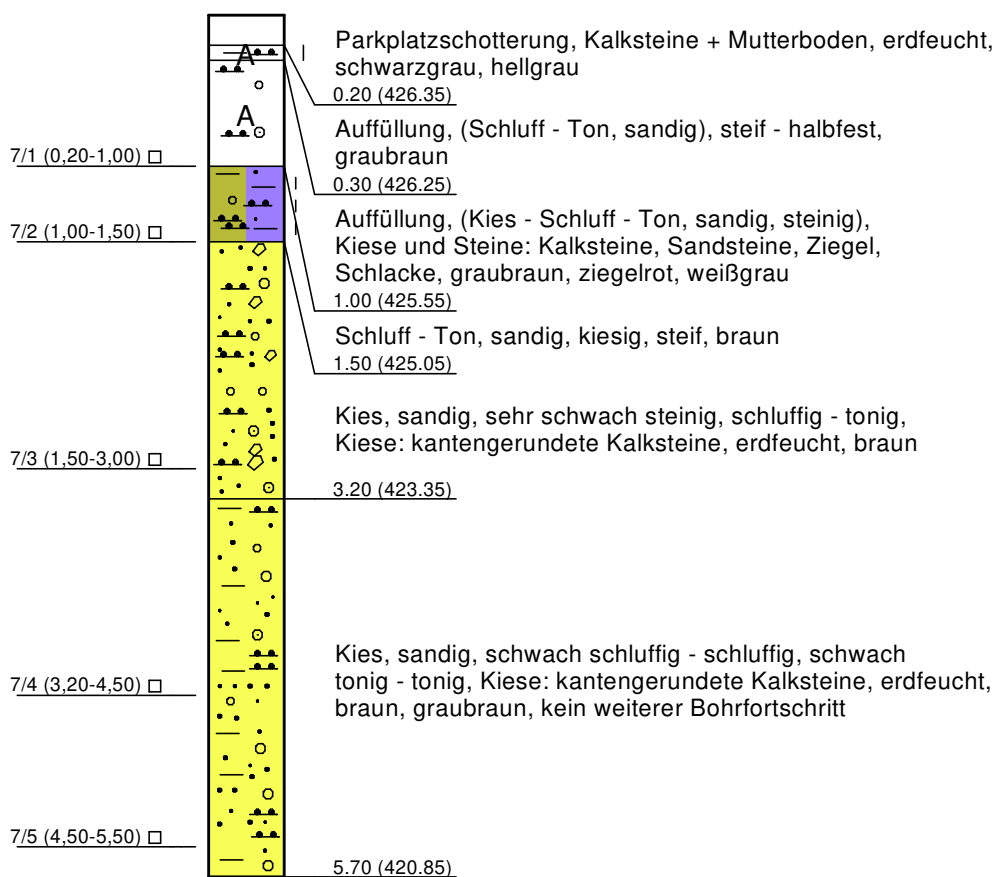
427,23 m NN



01.12.2021/Th.Peter/M 1: 50

BS 7

426,55 m NN

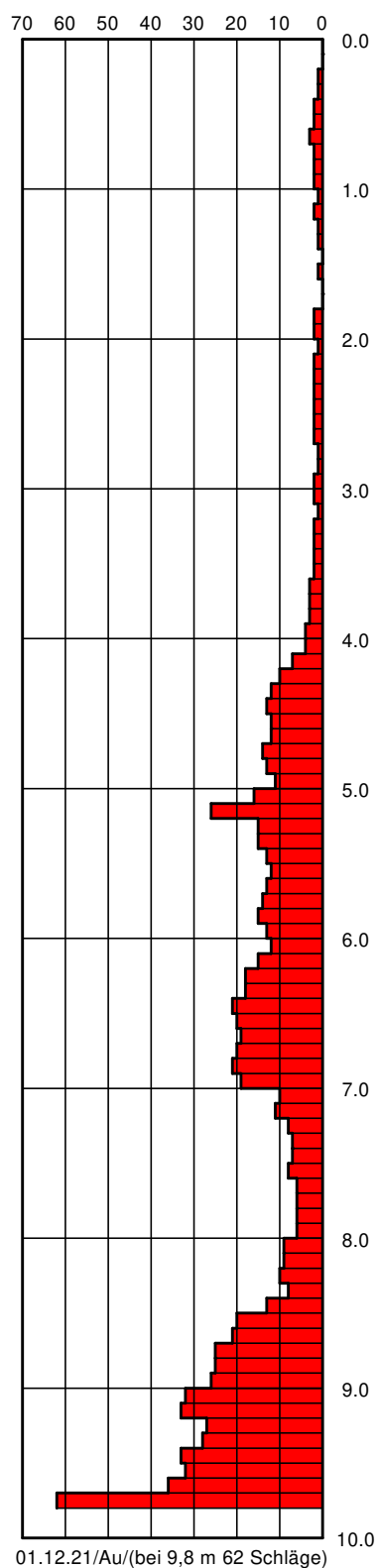


01.12.2021/Th.Peter/M 1: 50

DPH 1

424,88 m NN

Schlagzahlen je 10 cm

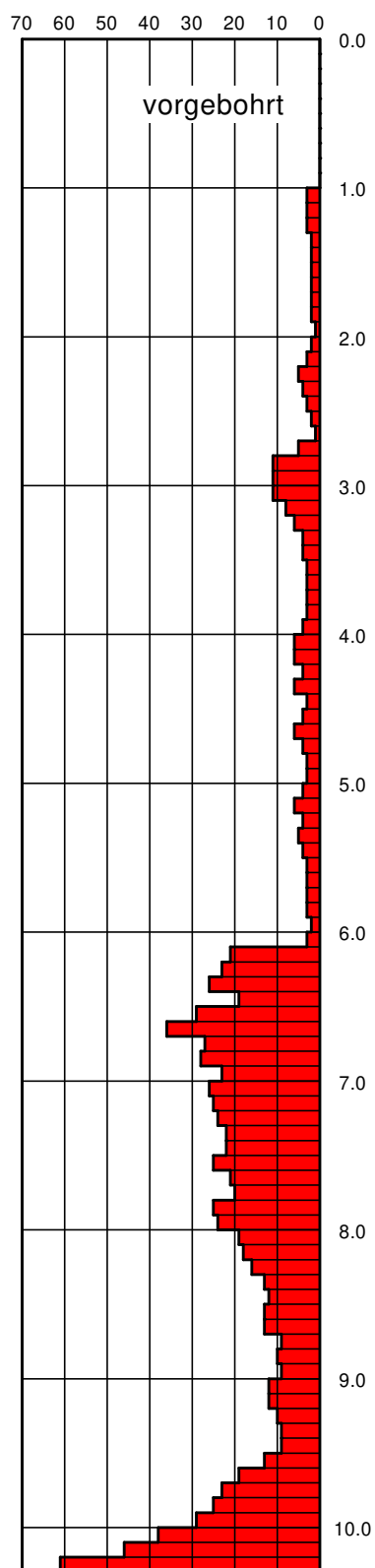


01.12.21/Au/(bei 9,8 m 62 Schläge)

DPH 4

426,19 m NN

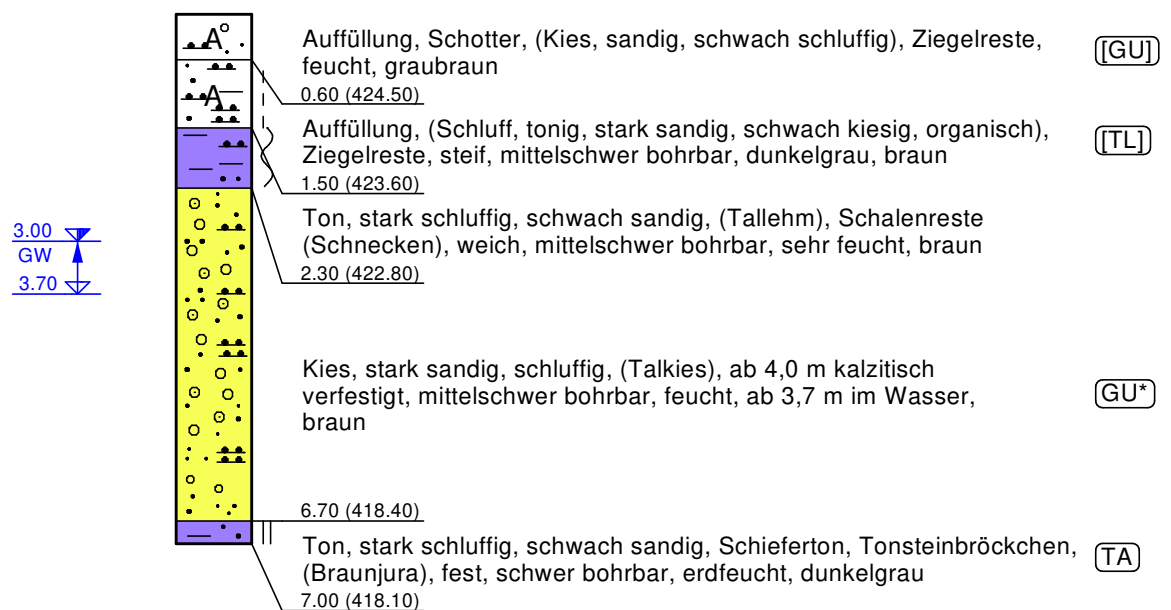
Schlagzahlen je 10 cm



01.12.21/Au/(bei 10,3 m 61 Schläge)

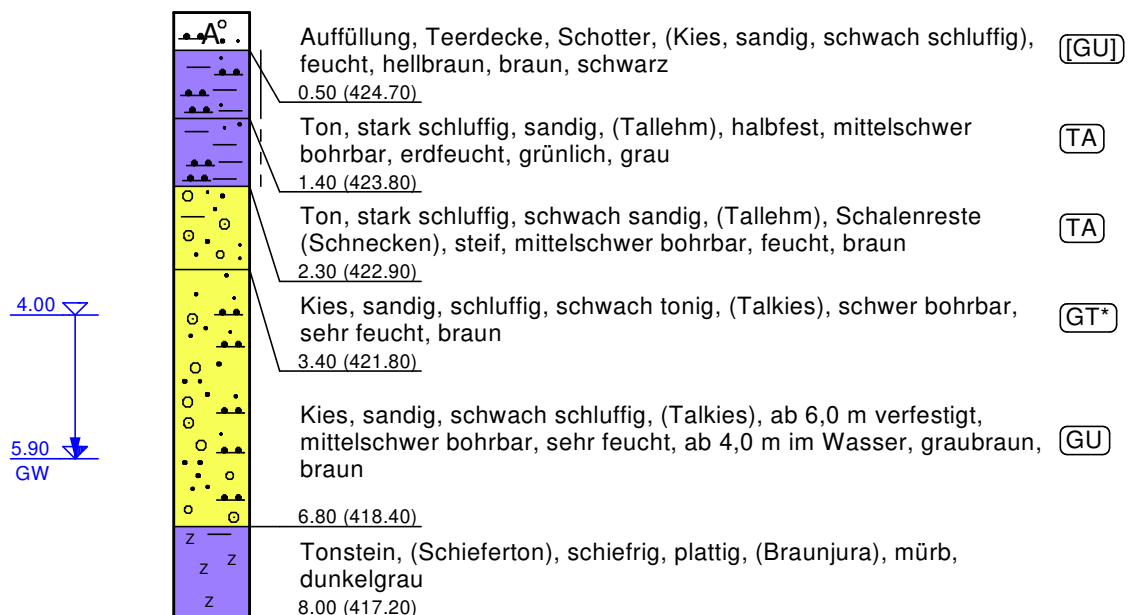
B 1/1988

425,10 m NN



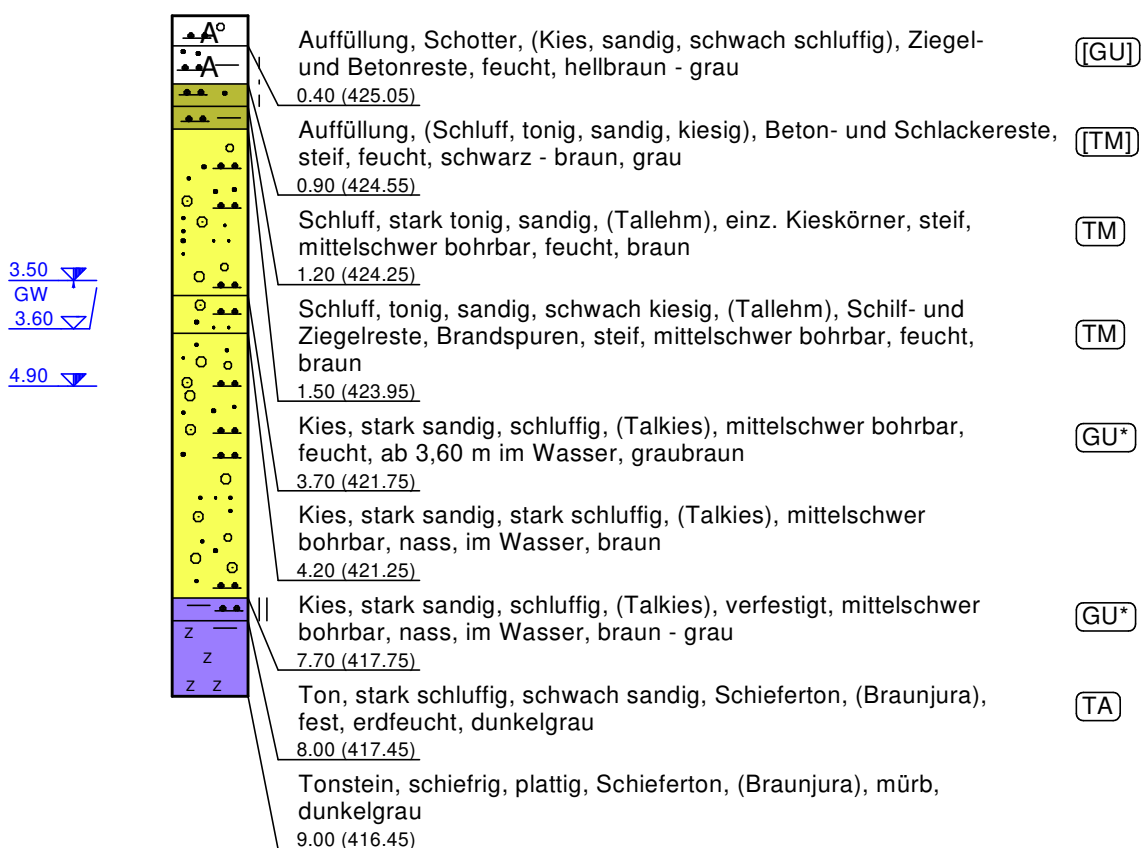
B 2/1988

425,20 m NN



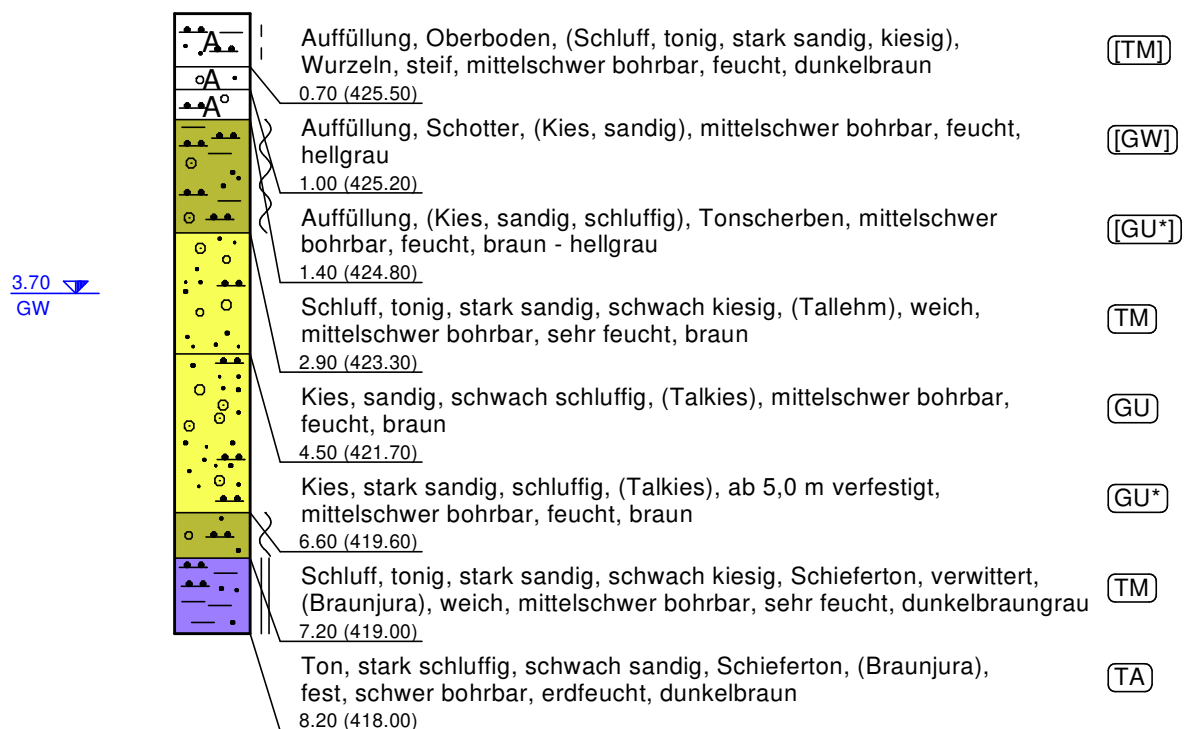
B 3/1988

425,45 m NN



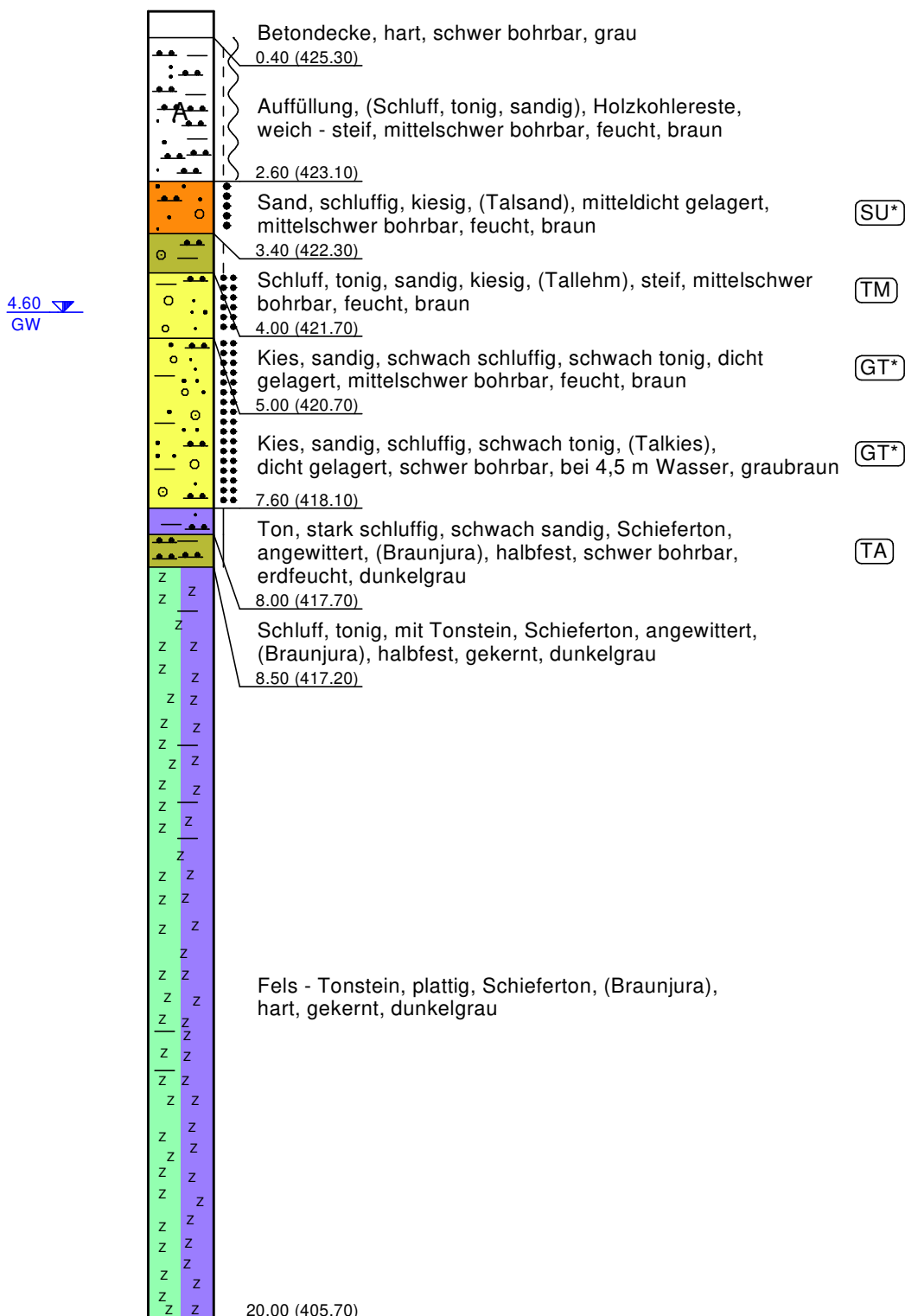
B 4/1988

426,20 m NN



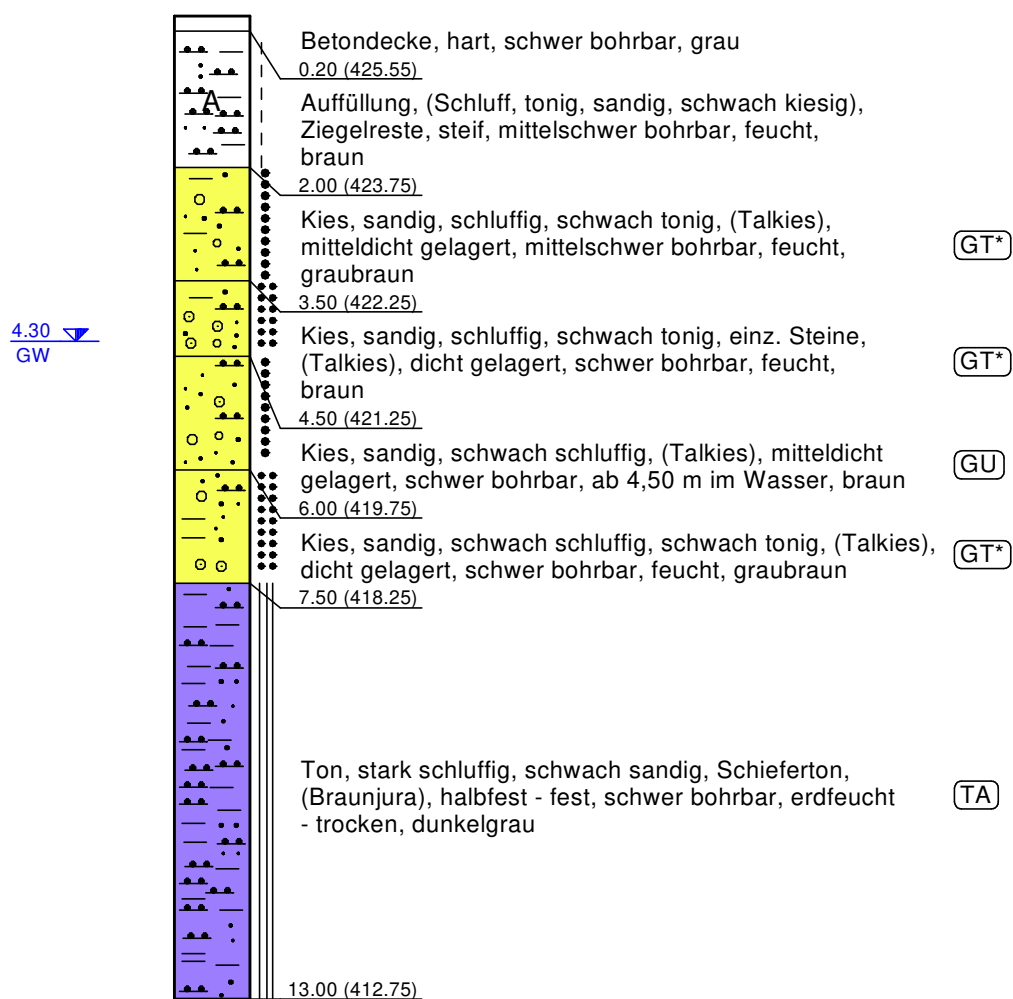
B 6/1983

425,70 m NN



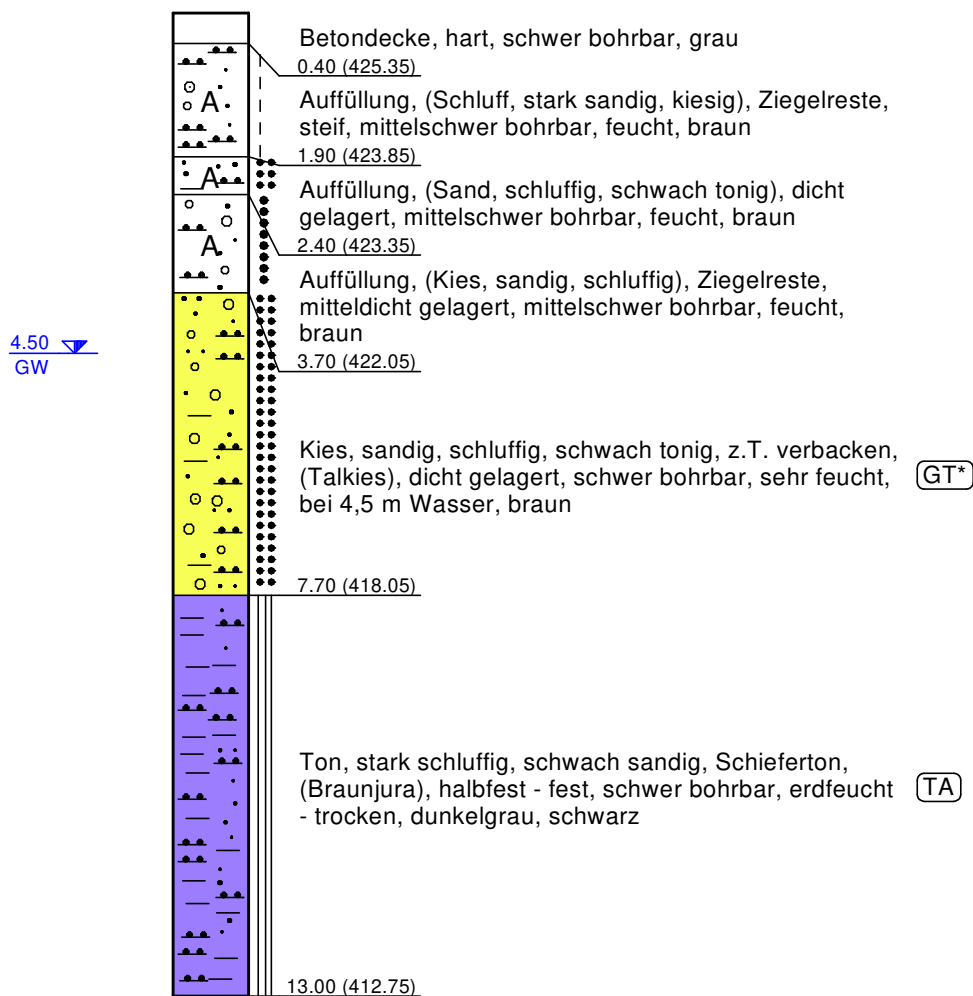
B 7/1983

425,75 m NN



B 8/1983

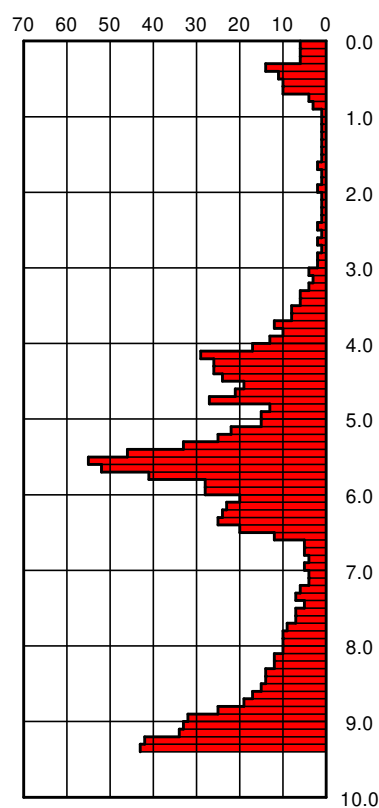
425,75 m NN



RS 1/1983

425,50 m NN

Schlagzahlen je 10 cm

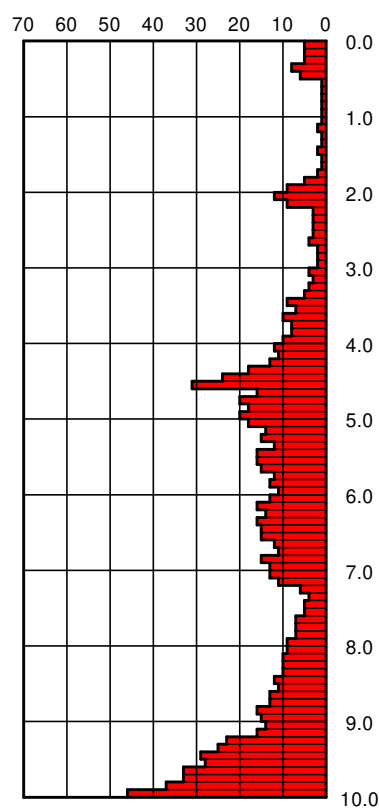


15.03.1983/Dr.-Ing. Kurt Waschek Nachf. Ingenieurbüro GmbH & Co. KG/M 1: 100

RS 2/1983

425,50 m NN

Schlagzahlen je 10 cm

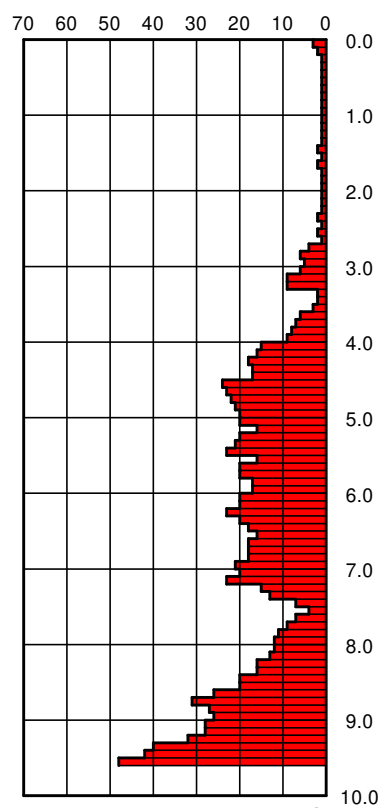


15.03.1983/Dr.-Ing. Kurt Waschek Nachf. Ingenieurbüro GmbH & Co. KG/M 1: 100

RS 3/1983

425,40 m NN

Schlagzahlen je 10 cm



15.03.1983/Dr.-Ing. Kurt Waschek Nachf. Ingenieurbüro GmbH & Co. KG/M 1: 100

Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

Neubebauung SDZ-Areal Bahnhofstraße 65,
Bahnhofstraße 77 und Eisenstraße 6
in Aalen

Bearbeiter: Ho/Hä

Datum: 07.12.2021

Prüfungsnummer: 01

Entnahmestelle: BS 1 - BS 7

Tiefe: siehe Anlage 2

Bodenart: siehe Anlage 2

Art der Entnahme: gestört

Entnahme: 01.12.21 durch Pe

Probenbezeichnung:	1/4	1/5	1/6	1/8	1/9	2/1
Feuchte Probe + Behälter [g]:	455.80	453.10	492.40	1274.70	303.60	478.20
Trockene Probe + Behälter [g]:	358.90	382.40	427.10	1190.30	278.50	407.80
Behälter [g]:	115.20	110.20	114.10	261.30	110.50	113.10
Porenwasser [g]:	96.90	70.70	65.30	84.40	25.10	70.40
Trockene Probe [g]:	243.70	272.20	313.00	929.00	168.00	294.70
Wassergehalt [%]:	39.76	25.97	20.86	9.09	14.94	23.89

Probenbezeichnung:	2/2	2/3	2/4	3/2	3/3	3/4
Feuchte Probe + Behälter [g]:	517.20	289.10	386.50	528.50	525.00	1026.00
Trockene Probe + Behälter [g]:	408.70	242.60	298.10	460.70	439.20	931.10
Behälter [g]:	105.60	110.00	114.00	109.70	113.20	359.30
Porenwasser [g]:	108.50	46.50	88.40	67.80	85.80	94.90
Trockene Probe [g]:	303.10	132.60	184.10	351.00	326.00	571.80
Wassergehalt [%]:	35.80	35.07	48.02	19.32	26.32	16.60

Probenbezeichnung:	3/8	4/1	4/3	4/4	4/6	4/9
Feuchte Probe + Behälter [g]:	239.10	436.30	352.00	414.80	1047.10	324.30
Trockene Probe + Behälter [g]:	217.60	379.50	306.60	376.70	983.70	294.80
Behälter [g]:	109.70	113.90	110.20	115.50	279.40	105.10
Porenwasser [g]:	21.50	56.80	45.40	38.10	63.40	29.50
Trockene Probe [g]:	107.90	265.60	196.40	261.20	704.30	189.70
Wassergehalt [%]:	19.93	21.39	23.12	14.59	9.00	15.55

Probenbezeichnung:	5/4	5/6	6/5	6/6	7/1	7/2
Feuchte Probe + Behälter [g]:	1265.70	288.50	362.70	482.70	424.70	530.00
Trockene Probe + Behälter [g]:	1183.10	255.00	325.40	458.80	376.80	467.40
Behälter [g]:	269.70	120.50	107.10	110.00	108.30	114.50
Porenwasser [g]:	82.60	33.50	37.30	23.90	47.90	62.60
Trockene Probe [g]:	913.40	134.50	218.30	348.80	268.50	352.90
Wassergehalt [%]:	9.04	24.91	17.09	6.85	17.84	17.74

Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Neubebauung SDZ-Areal Bahnhofstraße 65,
Bahnhofstraße 77 und Eisenstraße 6
in Aalen

Bearbeiter: He/Hä

Datum: 21.12.2021

Prüfungsnummer: 2/3

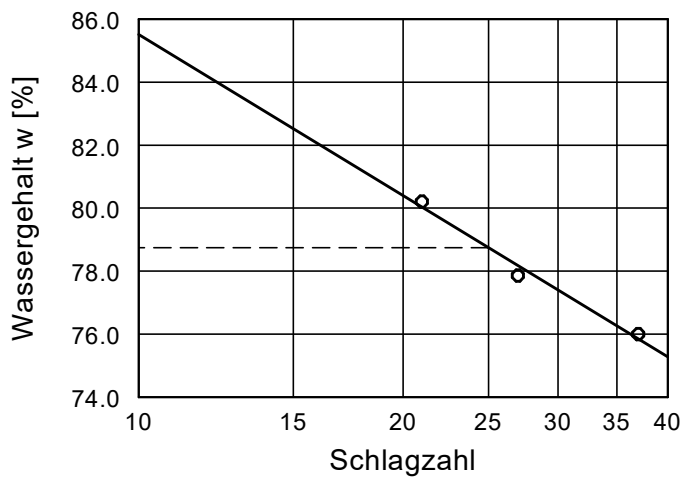
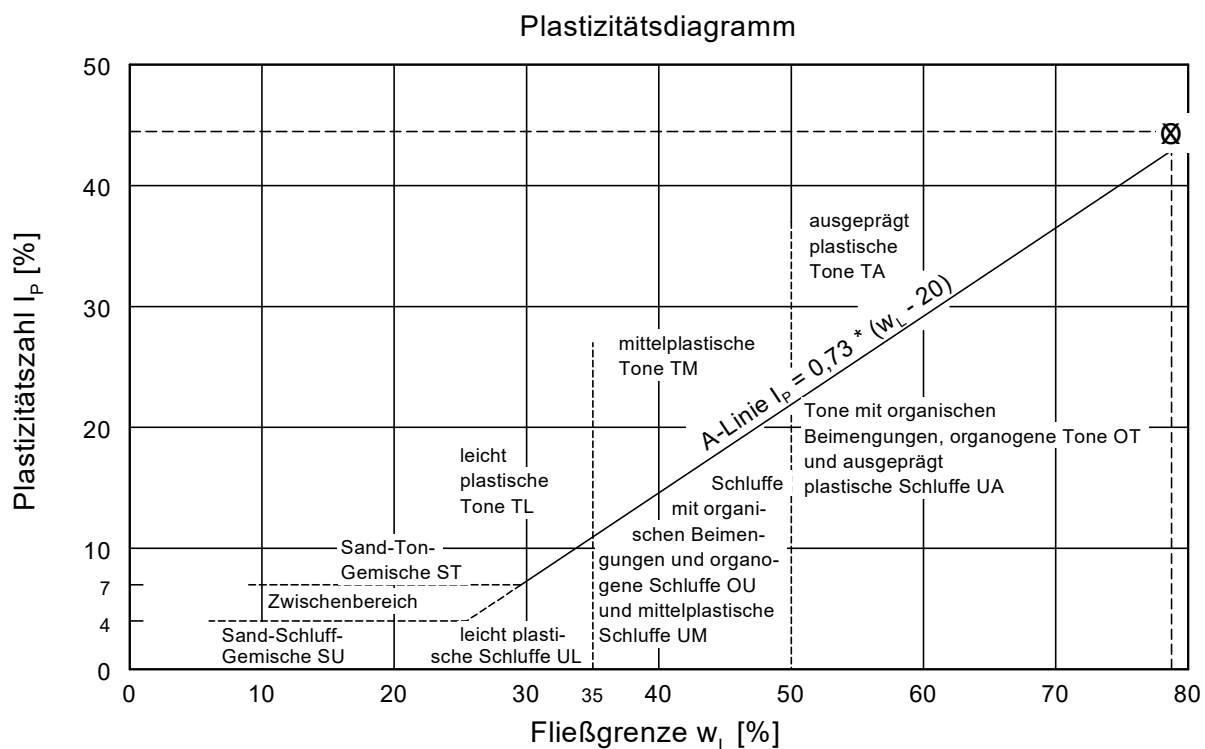
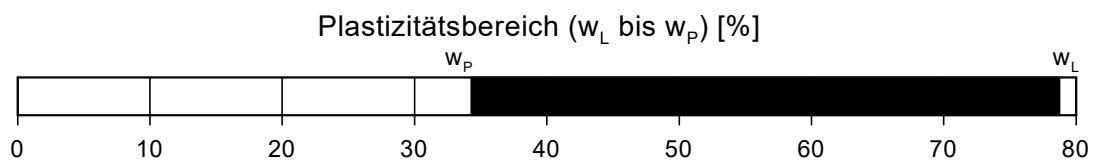
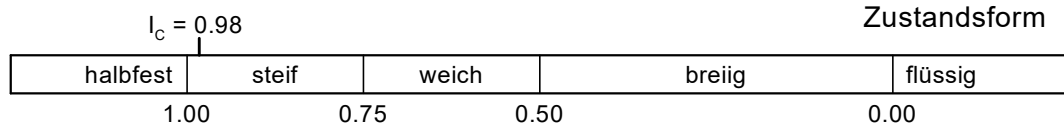
Entnahmestelle: BS 2

Tiefe: 1,50 - 2,00 m

Art der Entnahme: gestört

Bodenart: Schluff-Ton, s, g (TA)

Entnahme: 01.12.2021 durch Pe

Wassergehalt $w = 35.1 \%$ Fließgrenze $w_L = 78.7 \%$ Ausrollgrenze $w_p = 34.3 \%$ Plastizitätszahl $I_p = 44.4 \%$ Konsistenzzahl $I_c = 0.98$ 

Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Neubebauung SDZ-Areal Bahnhofstraße 65,
Bahnhofstraße 77 und Eisenstraße 6
in Aalen

Bearbeiter: He

Datum: 20.12.2021

Prüfungsnummer: 4/3

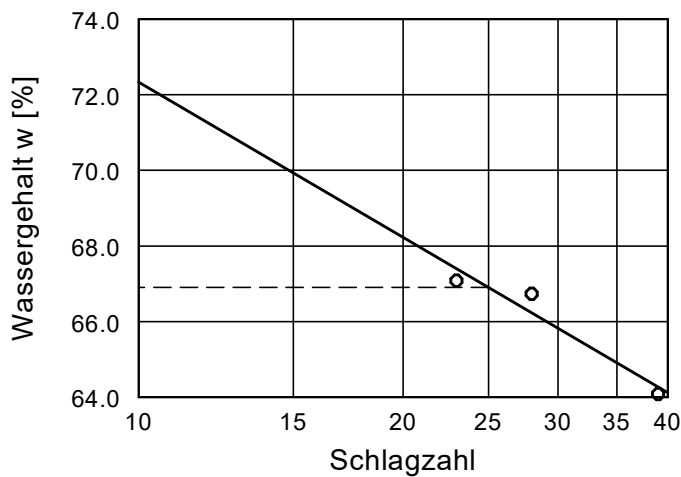
Entnahmestelle: BS 4

Tiefe: 1,00 - 1,50 m

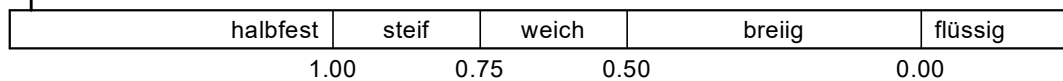
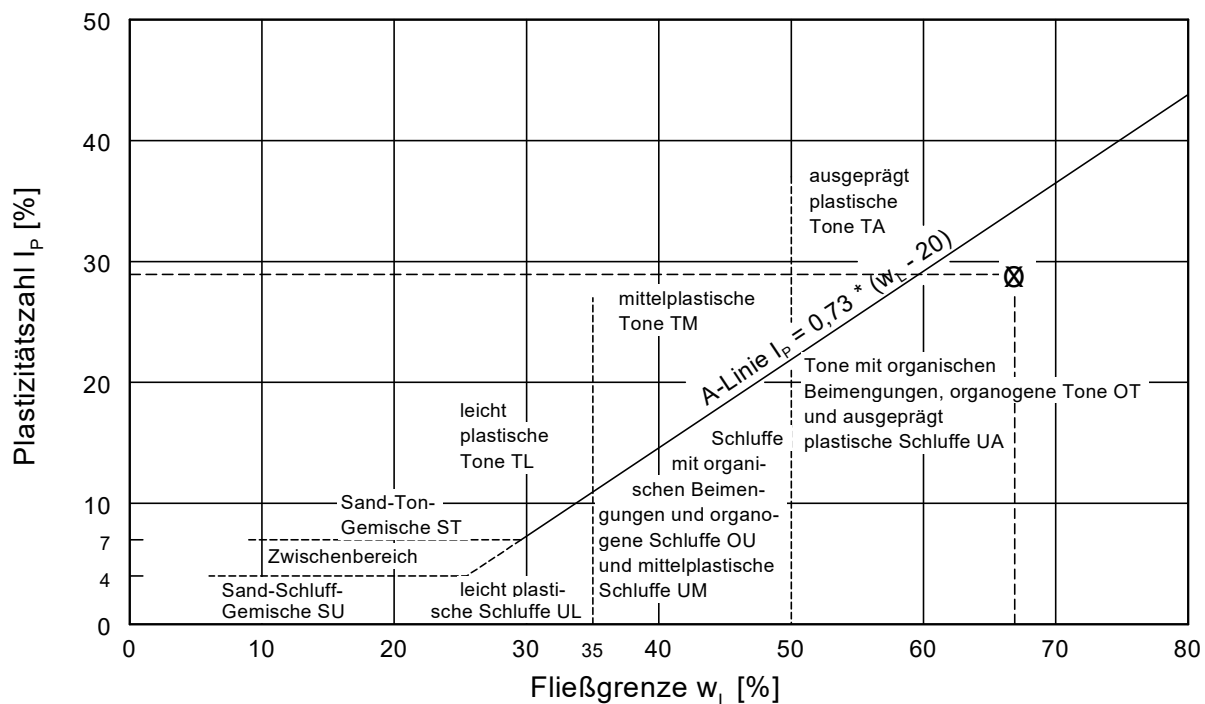
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: Schluff-Ton, s, g (UA)

Entnahme: 01.12.2021 durch Pe

Wassergehalt $w = 23.1 \%$ Fließgrenze $w_L = 66.9 \%$ Ausrollgrenze $w_P = 38.0 \%$ Plastizitätszahl $I_P = 28.9 \%$ Konsistenzzahl $I_C = 1.51$ $I_C = 1.51$

Zustandsform

Plastizitätsbereich (w_L bis w_P) [%]**Plastizitätsdiagramm**

Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Neubebauung SDZ-Areal Bahnhofstraße 65,
Bahnhofstraße 77 und Eisenstraße 6
in Aalen

Bearbeiter: He

Datum: 20.12.2021

Prüfungsnummer: 5/6

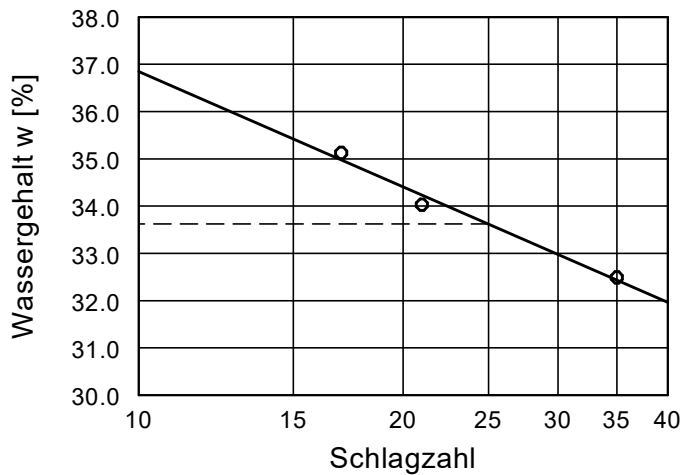
Entnahmestelle: BS 5

Tiefe: 4,90 - 5,10 m

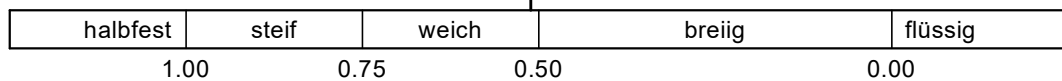
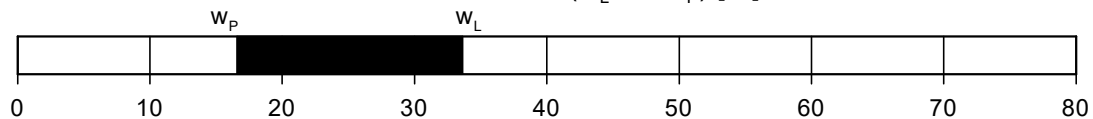
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: Schluff-Ton, s (TL/TM)

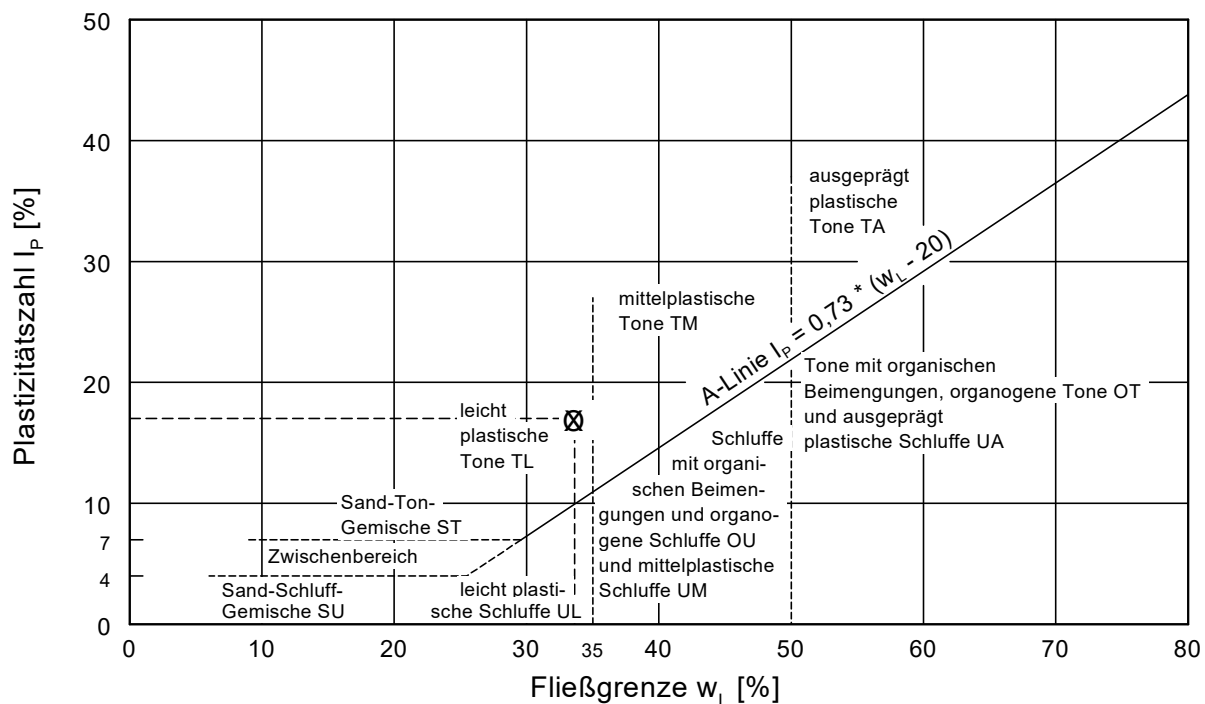
Entnahme: 02.12.2021 durch Pe

Wassergehalt $w = 24.9 \%$ Fließgrenze $w_L = 33.6 \%$ Ausrollgrenze $w_p = 16.6 \%$ Plastizitätszahl $I_p = 17.0 \%$ Konsistenzzahl $I_c = 0.51$

Zustandsform

 $I_c = 0.51$ Plastizitätsbereich (w_L bis w_p) [%]

Plastizitätsdiagramm



Geotechnik Aalen GmbH & Co. KG

Robert-Bosch-Straße 59

73431 Aalen

fon 07361 - 9406-0

Bearbeiter: Ho/Hä

Datum: 07.12.2021

Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4

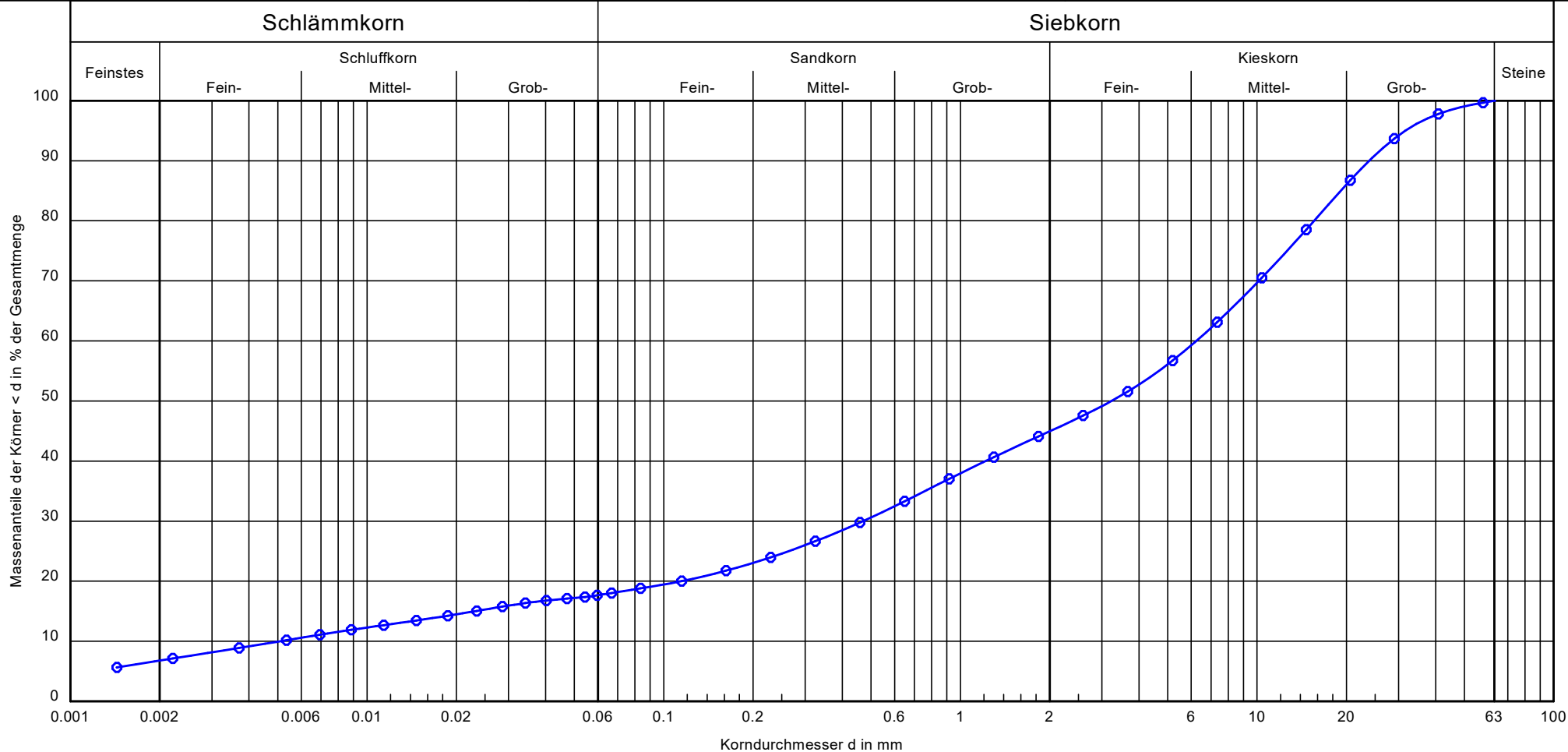
Neubebauung SDZ-Areal Bahnhofstraße 65,
Bahnhofstraße 77 und Eisenstraße 6
in Aalen

Prüfungsnummer: 1/7

Probe entnommen am: 01.12.2021 durch Pe

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Komb. Sieb-/Schlamm-analyse



Bezeichnung:

1/7

Bodenart:

G, s, u/t

Tiefe:

2,00 - 2,90 m

k [m/s] (USBR):

$2.5 \cdot 10^{-5}$

Entnahmestelle:

BS 1

U/Cc

1220.7/6.9

Anteile

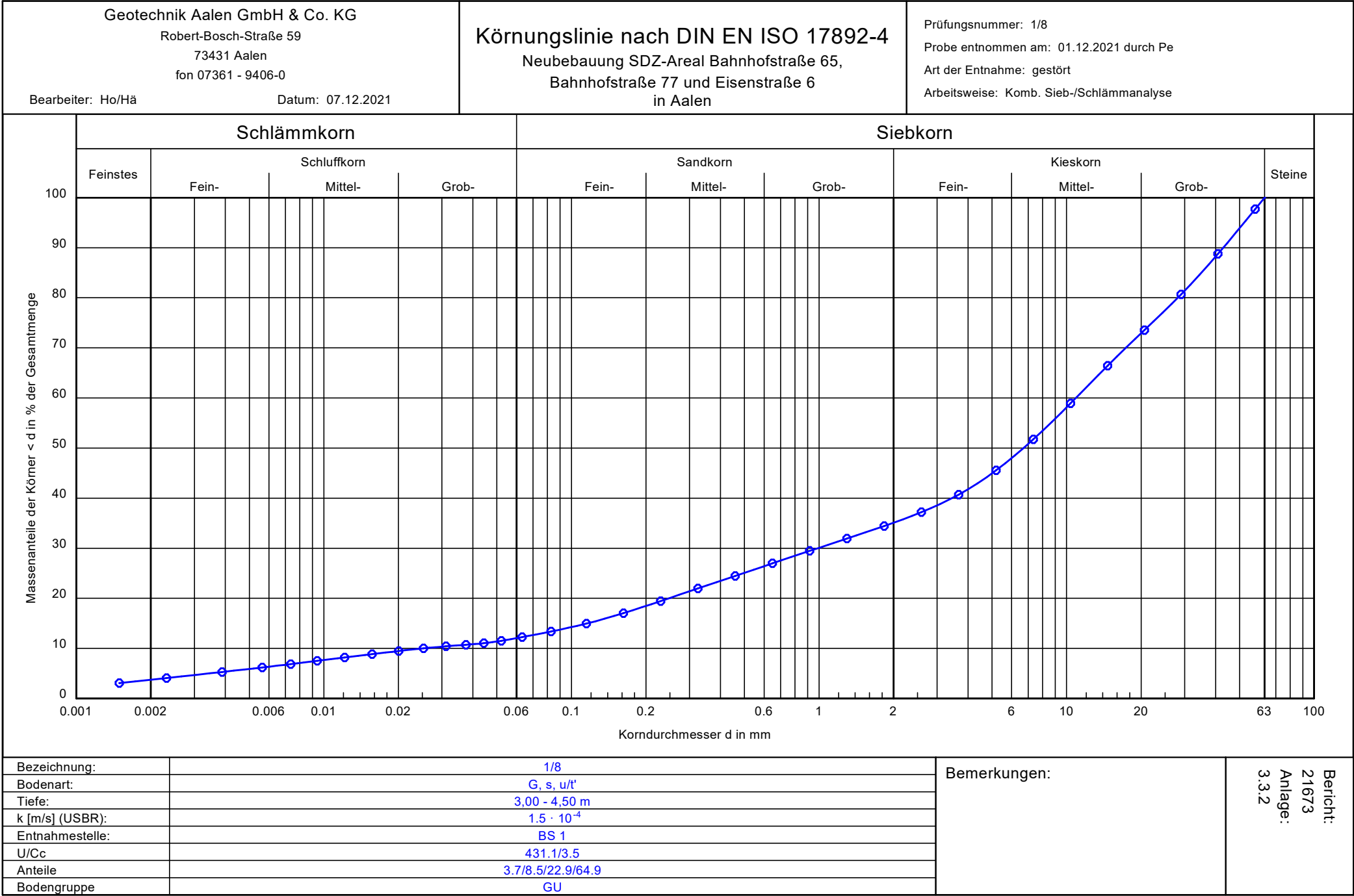
6.8/11.1/27.1/55.0

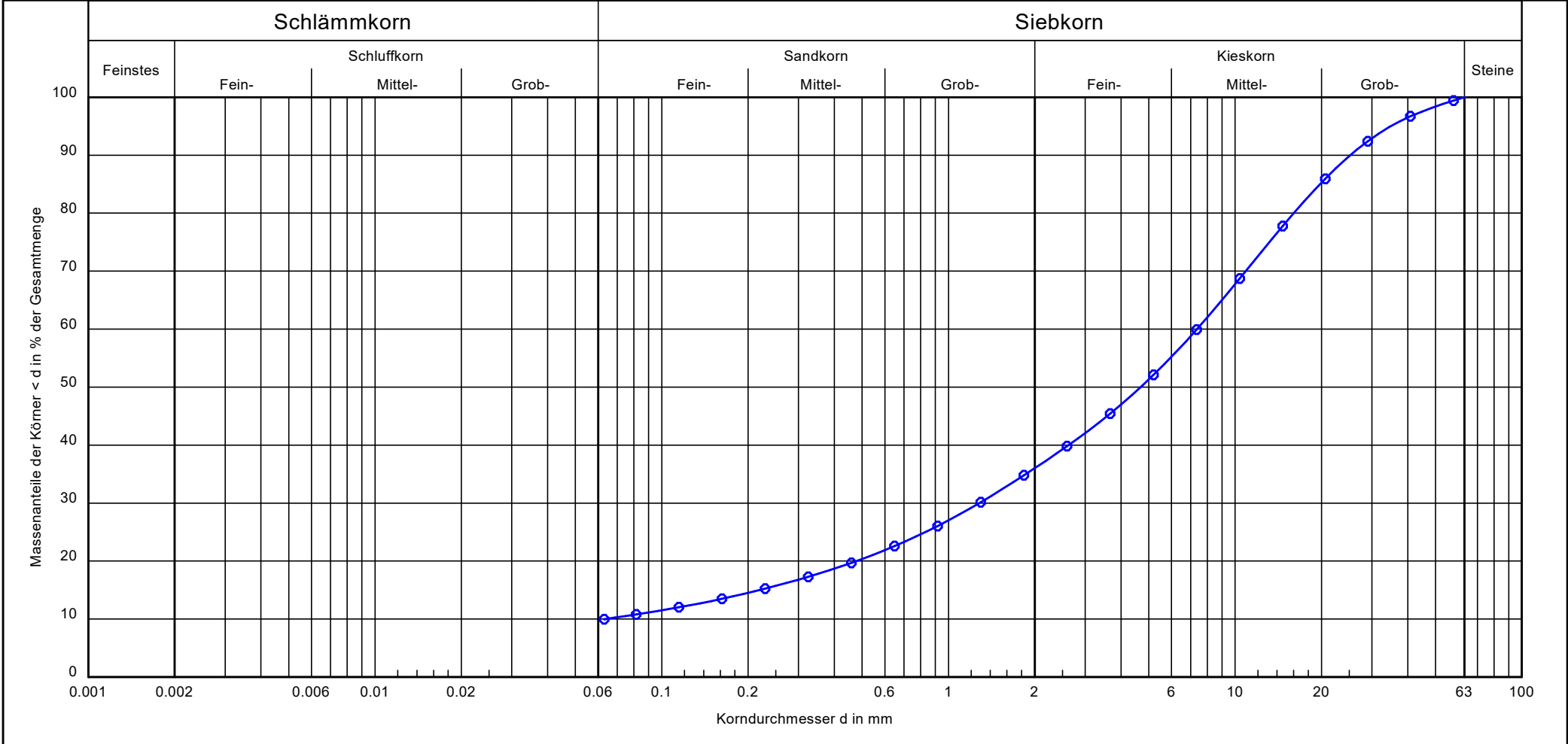
Bodengruppe

GU*

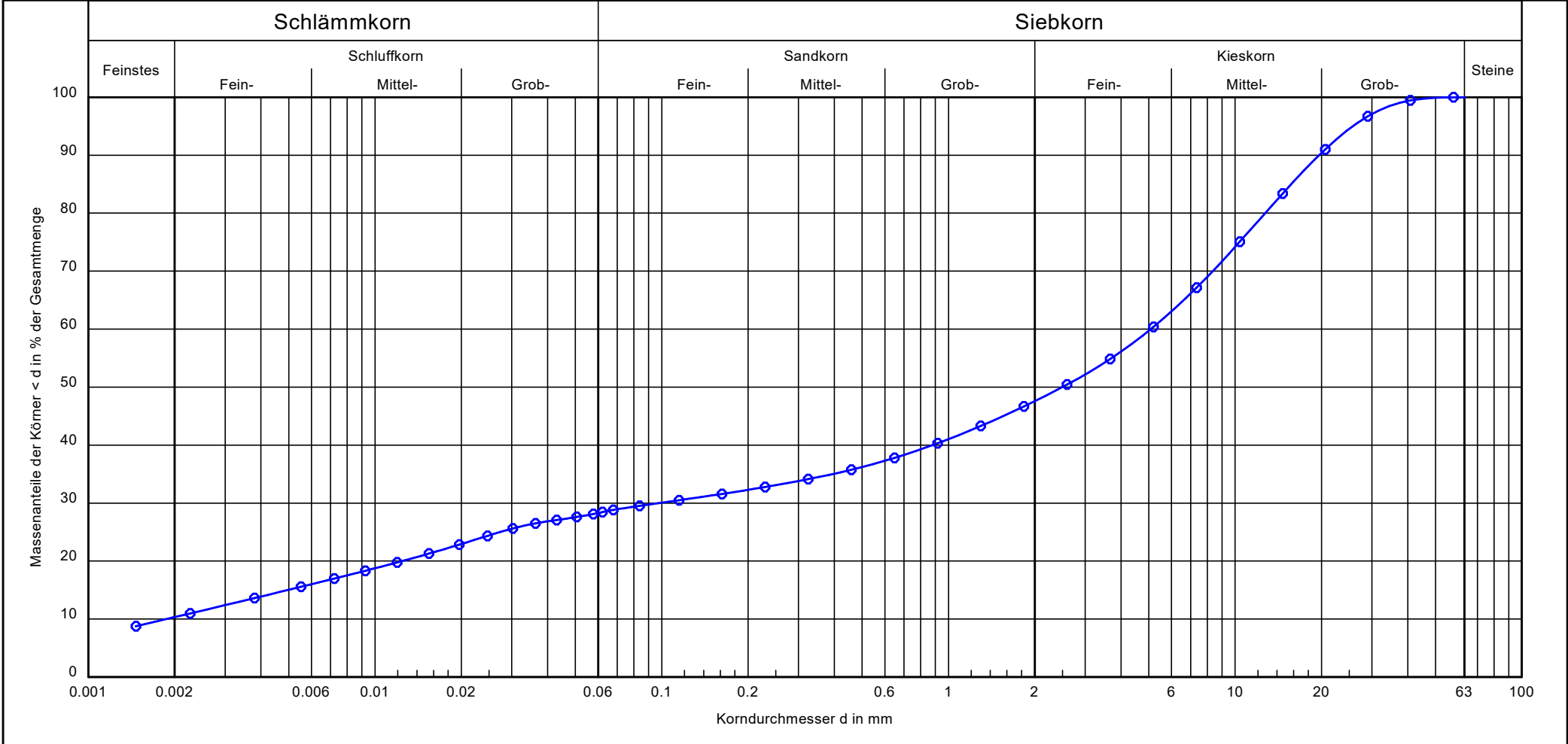
Bemerkungen:

Bericht:
21673
Anlage:
3.3.1





Bezeichnung:	2/7	Bemerkungen:	Bericht: 21673 Anlage: 3.3.3
Bodenart:	G, s, u/t'		
Tiefe:	4,50 - 6,00 m		
k [m/s] (USBR):	6.6 · 10 ⁻⁴		
Entnahmestelle:	BS 2		
U/Cc	115.7/3.5		
Anteile	- /10.0/26.1/64.0		
Bodengruppe	GU		



Bezeichnung:	3/4	Bemerkungen:	Bericht: 21673 Anlage: 3.3.4
Bodenart:	G, s, u/t-u/*		
Tiefe:	2,60 - 3,40 m		
k [m/s] (USBR):	1.5 · 10 ⁻⁷		
Entnahmestelle:	BS 3		
U/Cc	2704.1/1.0		
Anteile	10.3/18.2/19.0/52.4		
Bodengruppe	GU*		

Geotechnik Aalen GmbH & Co. KG

Robert-Bosch-Straße 59

73431 Aalen

fon 07361 - 9406-0

Bearbeiter: Ho/Hä

Datum: 07.12.2021

Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4

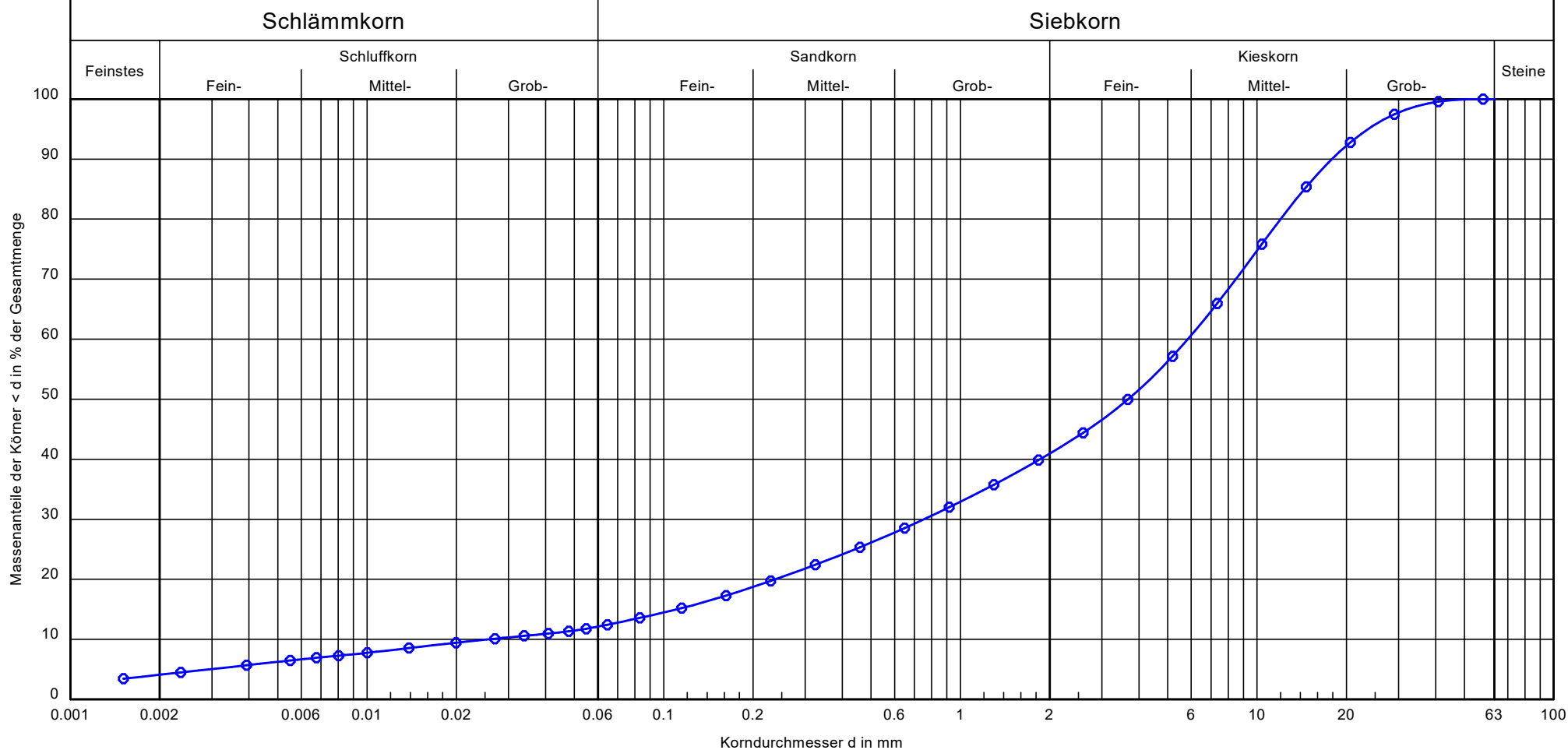
Neubebauung SDZ-Areal Bahnhofstraße 65,
Bahnhofstraße 77 und Eisenstraße 6
in Aalen

Prüfungsnummer: 3/6

Probe entnommen am: 01.12.2021 durch Pe

Art der Entnahme: gestört

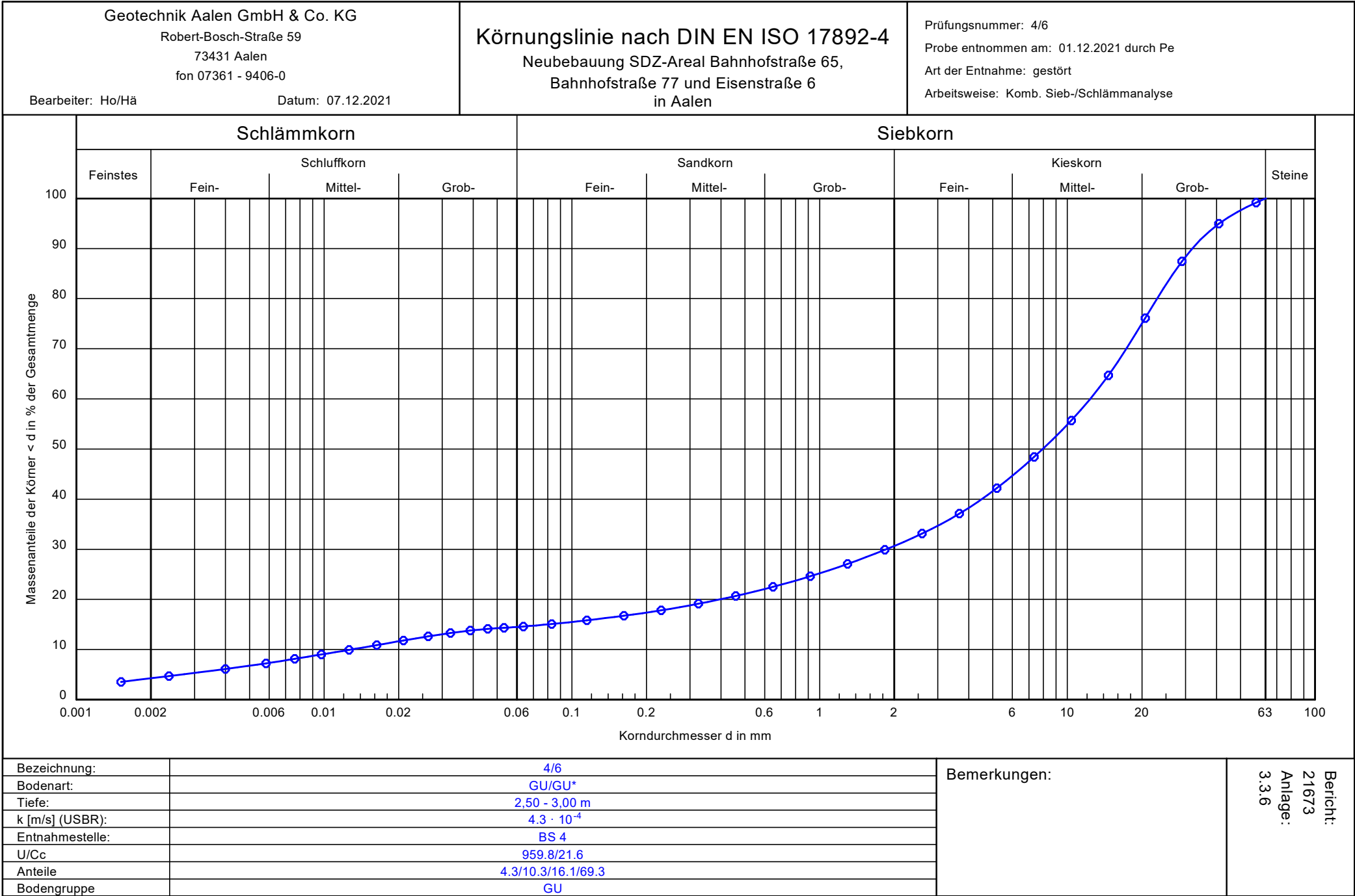
Arbeitsweise: Komb. Sieb-/Schlammnanalyse

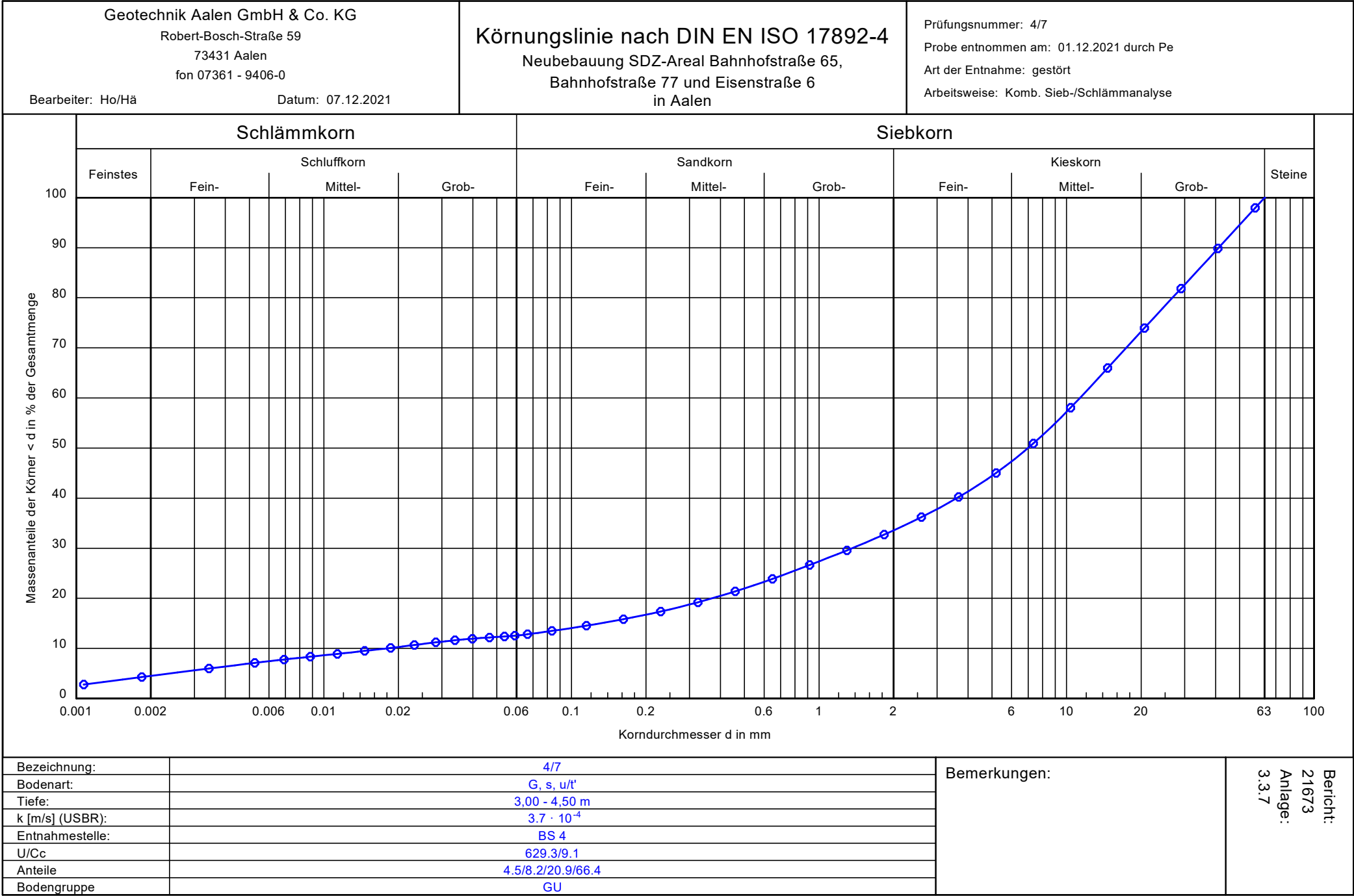


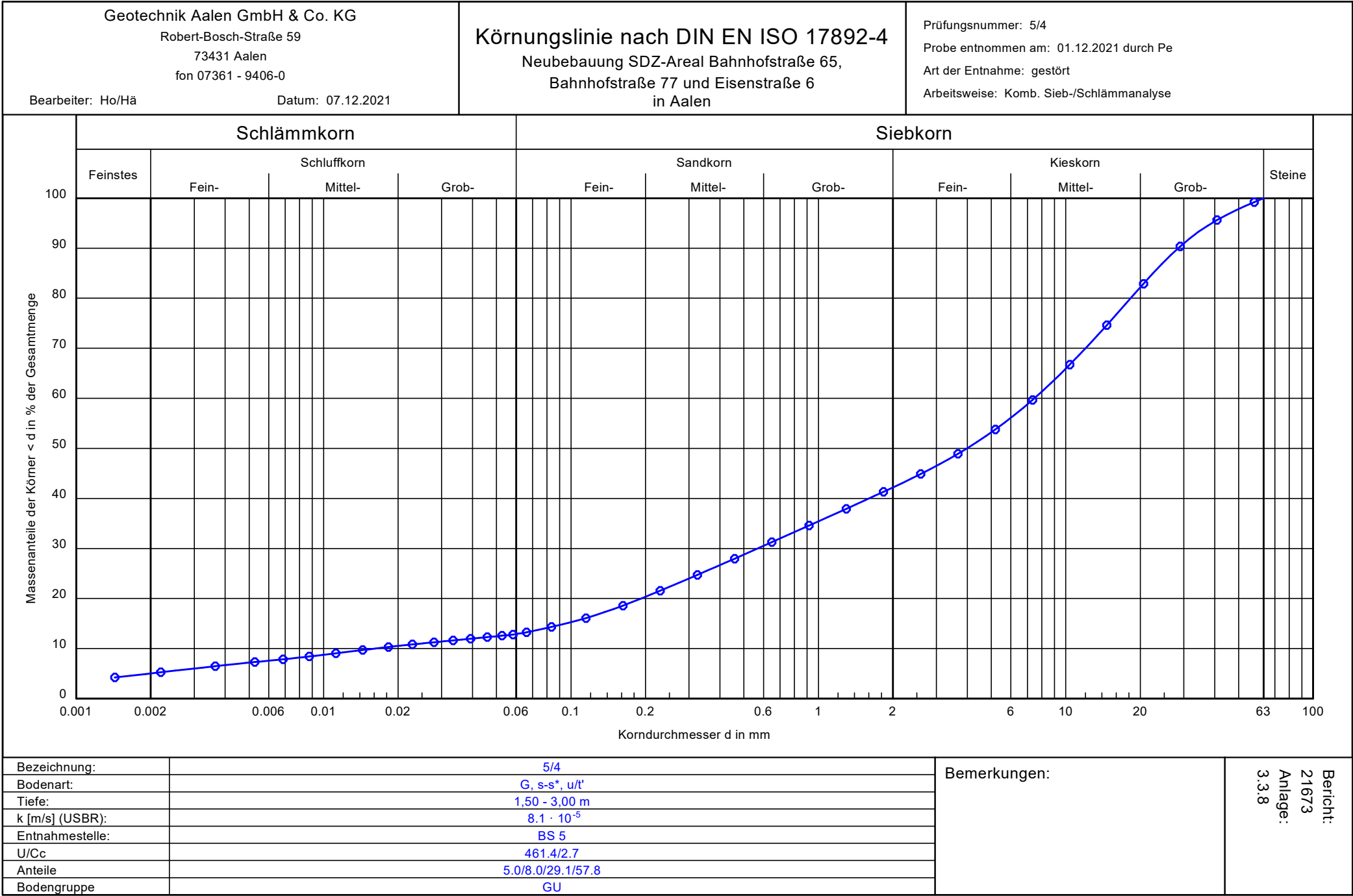
Bezeichnung:	3/6
Bodenart:	G, s-s*, u/t'
Tiefe:	4,50 - 6,00 m
k [m/s] (USBR):	$1.3 \cdot 10^{-4}$
Entnahmestelle:	BS 3
U/Cc	227.5/3.8
Anteile	4.1/8.2/28.6/59.1
Bodengruppe	GU

Bemerkungen:

Bericht:
21673
Anlage:
3.3.5







Geotechnik Aalen GmbH & Co. KG

Robert-Bosch-Straße 59

73431 Aalen

fon 07361 - 9406-0

Bearbeiter: Ho/Hä

Datum: 07.12.2021

Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4

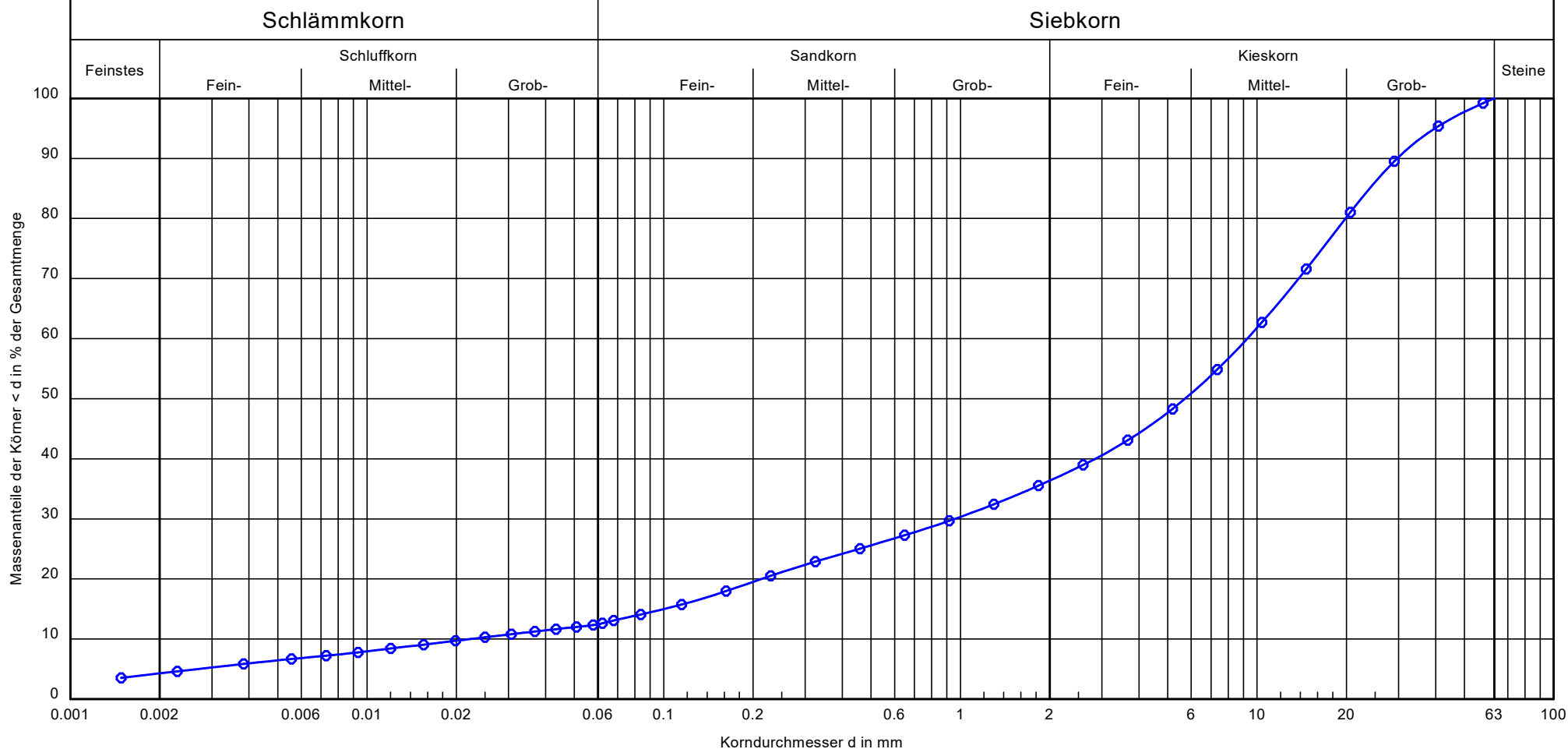
Neubebauung SDZ-Areal Bahnhofstraße 65,
Bahnhofstraße 77 und Eisenstraße 6
in Aalen

Prüfungsnummer: 5/7

Probe entnommen am: 01.12.2021 durch Pe

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Komb. Sieb-/Schlammmanalyse



Bezeichnung:

5/7

Bodenart:

G, s, u/t'

Tiefe:

5,50 - 7,50 m

k [m/s] (USBR):

$1.0 \cdot 10^{-4}$

Entnahmestelle:

BS 5

U/Cc

415.2/4.4

Anteile

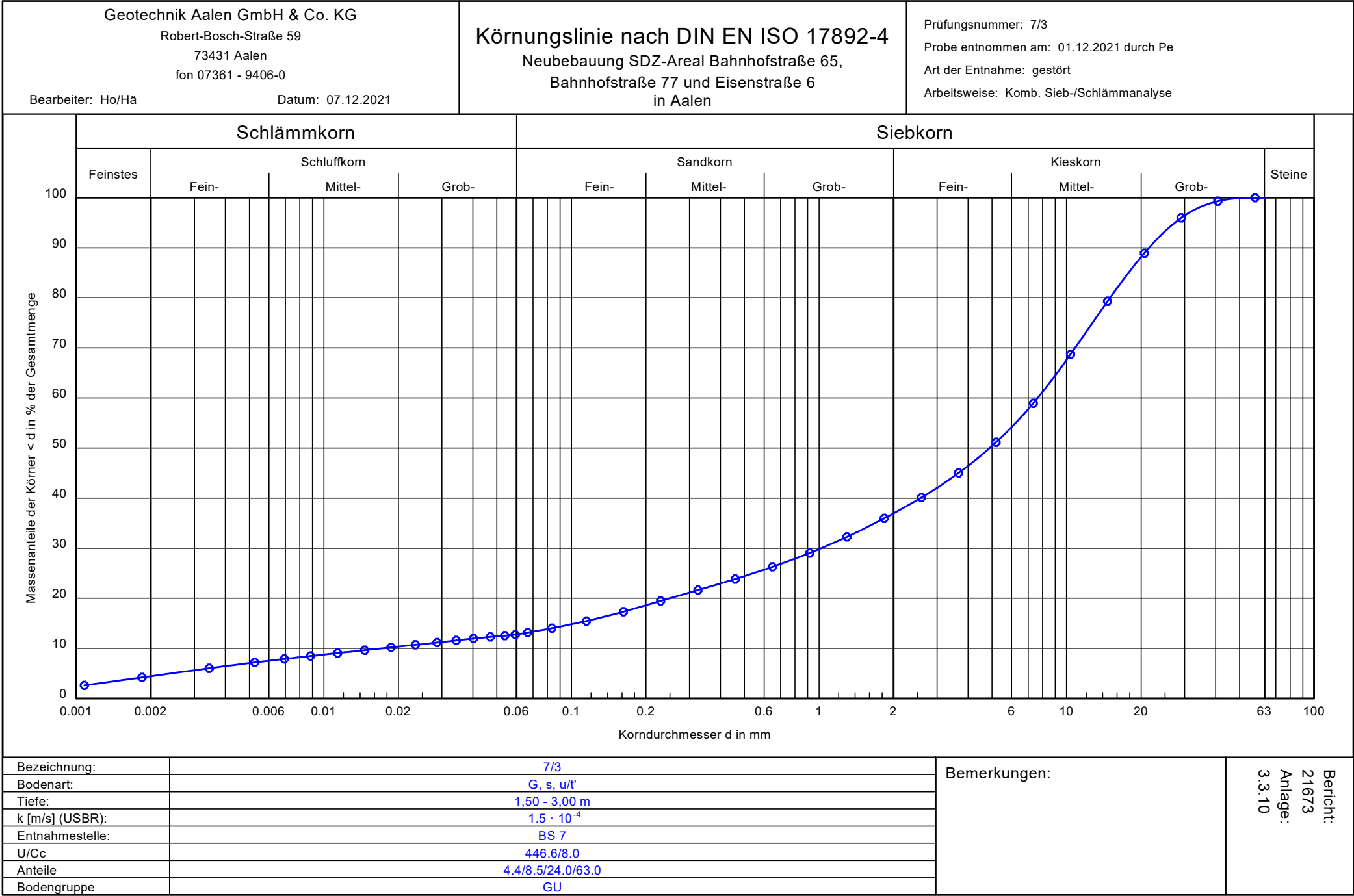
4.3/8.4/23.7/63.6

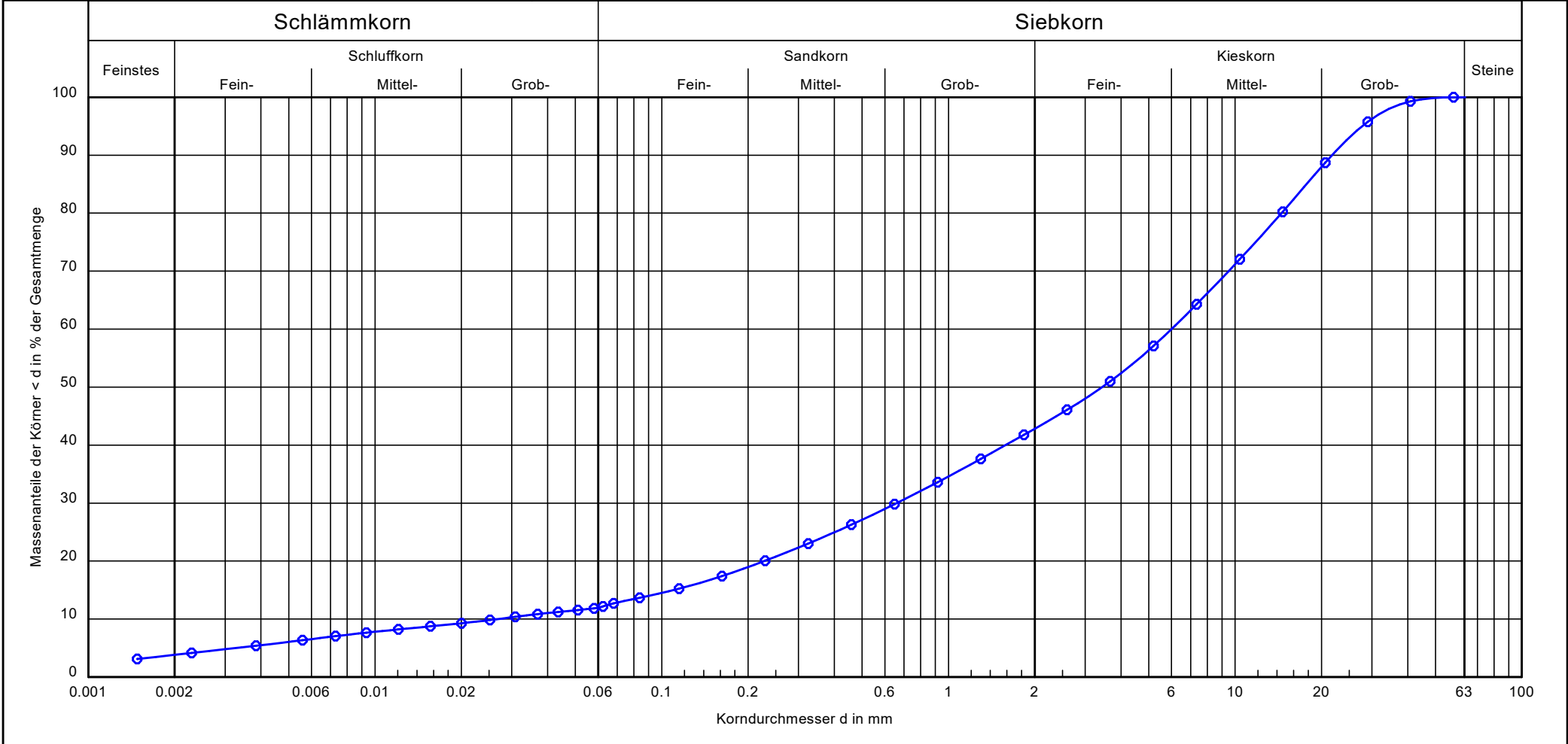
Bodengruppe

GU

Bemerkungen:

Bericht:
21673
Anlage:
3.3.9





Bezeichnung:	7/4	Bemerkungen:	Bericht: 21673 Anlage: 3.3.11
Bodenart:	G, s, u/t'		
Tiefe:	3,20 - 4,50 m		
k [m/s] (USBR):	1.2 · 10 ⁻⁴		
Entnahmestelle:	BS 7		
U/Cc	223.5/2.7		
Anteile	3.8/8.4/30.6/57.2		
Bodengruppe	GU		

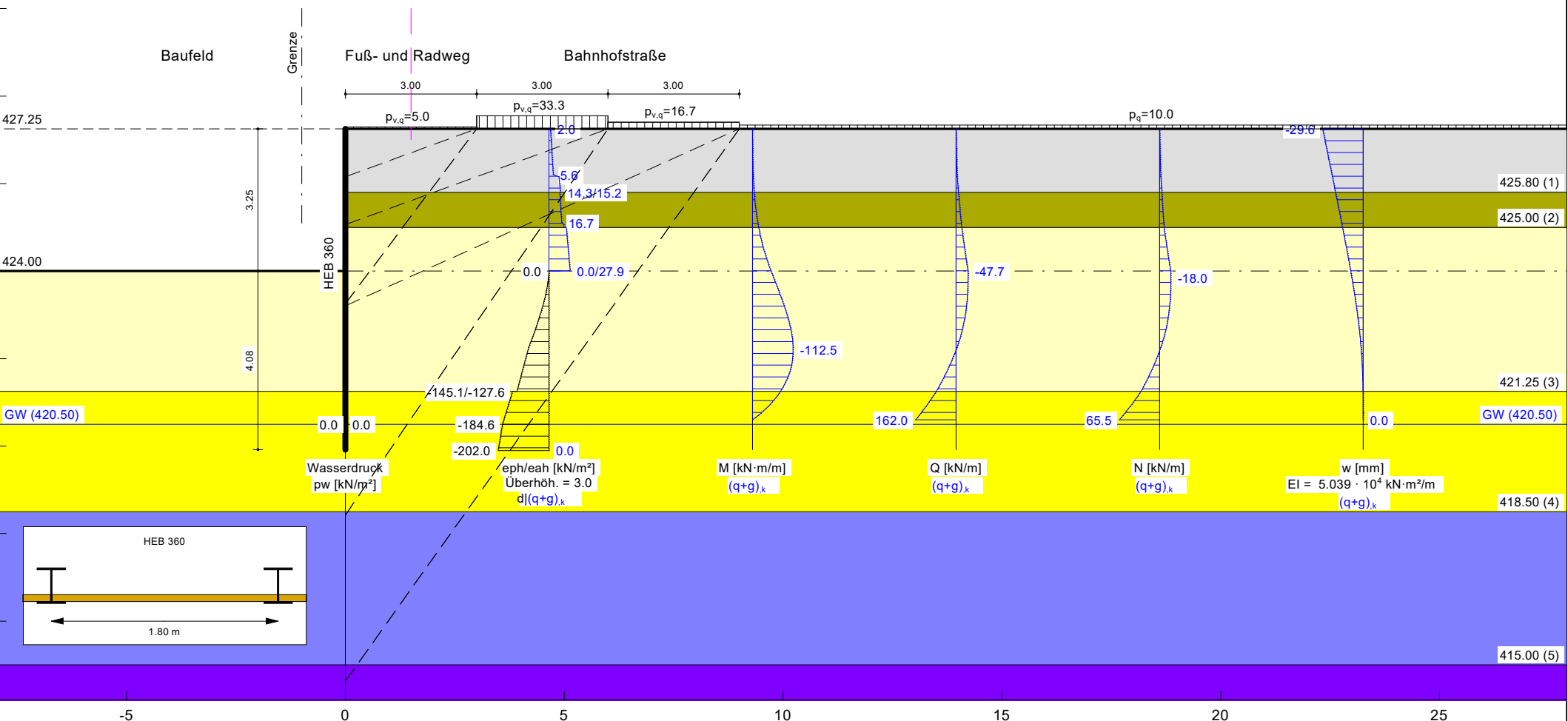
Anpassungsfaktor $E_p = 0.80$
 mob. E_p erfüllt / $\mu = 0.36$
 $\mu(\text{Vert. Tragfähigkeit}) = 0.22$
 Summe H erfüllt / $\mu = 0.44$
 Datei: 21673_Vorbem-Verbau_220112.vrb

Anlage Nr. 4.1

Vorbemessung

Nachweis $M_{p,Rd}$
 $M_{p,Rd} = 630.5 \text{ kN} \cdot \text{m}$
 $\mu = M_{Ed} / M_{p,Rd} = 0.403$
 Knicklänge = 10.260 m
 $N_{cr} = 8504.3 \text{ kN}$
 $N_{Ed} / N_{cr} = 0.000 \leq 0.04$
 -> Kein Knicknachweis
 $\max \mu = 0.403$
 Nachweis der Holz-Ausfachung:
 $\max e_{a,h} = 34.7 \text{ kN/m}^2$
 $\sigma_{r,d} = 1.85 \text{ kN/cm}^2$
 optimale Ausfachungsdicke = 6.8 cm

Boden	γ_k [kN/m ³]	γ'_k [kN/m ³]	φ_k [°]	$c(p)_k$ [kN/m ²]	$c(a)_k$ [kN/m ²]	δ/φ passiv	δ/φ aktiv	q_c [MN/m ²]	$c_{u,k}$ [kN/m ²]	Bezeichnung
	19.0	9.0	20.0	5.0	5.0	-0.667	0.667	0.00	0.00	Auffüllung
	20.0	10.0	20.0	10.0	10.0	-0.667	0.667	0.00	0.00	Auelehm
	20.0	10.0	32.5	0.0	0.0	-0.667	0.667	7.50	0.00	Talkies, l-md
	20.0	11.0	35.0	0.0	0.0	-0.667	0.667	0.00	250.00	Talkies, md-d
	20.0	10.0	22.5	10.0	10.0	-0.667	0.667	0.00	150.00	Verwitterungsprofil
	22.0	12.0	25.0	25.0	25.0	-0.667	0.667	0.00	250.00	TSt



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

Analysenbericht Nr.	442/8667	Datum:	10.12.2021
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG
Projekt :
Projekt-Nr. : 21673
Entnahmestelle : Art der Probenahme : Bohrung
Art der Probe : Asphalt Entnahmedatum : 02.12.2021
Probeneingang : 08.12.2021 Originalbezeich. : 1/1
Probenbezeich. : 442/8667 Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
Untersuchungszeitraum : 08.12.2021 – 10.12.2021

Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe ¹⁾			DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz ¹⁾	[%]	98,8	DIN EN 14346 : 2017-09
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04	
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04	
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04	
Fluoren	[mg/kg TS]	0,05	
Phenanthren	[mg/kg TS]	0,34	
Anthracen	[mg/kg TS]	0,08	
Fluoranthren	[mg/kg TS]	0,36	
Pyren	[mg/kg TS]	0,38	
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	0,16	
Chrysen	[mg/kg TS]	0,17	
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,21	
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,06	
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	0,19	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	0,07	
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg TS]	0,21	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	0,10	
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	2,4	DIN ISO 18287 :2006-05

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

Markt Rettenbach, den 10.12.2021

Onlinedokument ohne Unterschrift

M.Sc. Ruth A. Schindele
(stellv. Laborleiterin)

Probenbegleitprotokoll (gemäß DIN 19747:2009-07-30)**Nummer der Feldprobe:** 1/1**Tag und Uhrzeit der Probenahme:** 02.12.2021**Probenahmeprotokoll-Nr:****Probenvorbehandlung** (von der Feldprobe zur Laborprobe)**Nummer der Laborprobe:** 442/8667.**Tag und Uhrzeit der Anlieferung:** 08.12.2021**Probenahmeprotokoll:** ☒ ja ☐ neinOrdnungsgemäße Probenanlieferung: ☒ Ja ☐ Nein

Probengefäß: PE-Eimer Transportbedingungen (z. B. Kühlung):

separierte Fraktion (z. B. Art, Anteil, separate Teilprobe): ☐ Ja ☒ Nein

Kommentierung:

Größe der Laborprobe: Volumen [l]: 2 oder Masse [kg]:

Probenvorbereitung (von der Laborprobe zur Prüfprobe)Sortierung: ☐ ja ☒ nein separierte Stoffgruppen:

Teilung / Homogenisierung:

☐ fraktionierendes Teilen☒ Kegeln und Vierteln☐ Cross-Riffling☐ Sonstige:

Rückstellprobe:

☒ Ja ☐ Nein:

Herstellung der Prüfprobe

Vorkleinerung: ☒ ja ☐ neinFeinkleinerung: ☒ ja ☐ nein

Teilmassen [1 kg]:

Teilmassen [0,3 kg]

☒ Backenbrecher☒ Kugelmühle☐ Schneidemühle☐ Mörsermühle☐ Bohrmeisel / Meisel☒ Endfeinheit 0,15 mm☐ Sonstige:☐ Endfeinheit ____ mm

Trocknung:

☒ 105° C ☐ Lufttrocknung:

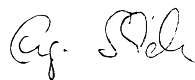
08.12.2021

Datum

Evguenia Drizovskaia

Bearbeiter

Onlineprotokoll ohne Unterschrift

Erklärung der Untersuchungsstelle	
1.	Untersuchungsinstitut: Bioverfahrenstechnik und Umweltanalytik GmbH Anschrift: Gewerbestrasse 10 87733 Markt Rettenbach Ansprechpartner: Herr Engelbert Schindele Telefon/Telefax: 08392/9210 eMail: bvü@bvü-analytik.de
	Prüfbericht – Nr.: 442/8667 Prüfbericht Datum: 10.12.2021 Probenahmeprotokoll nach PN 98 liegt vor: ☒ ja ☐ nein Auftraggeber: Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG Anschrift: Robert-Bosch-Str. 59 73431 Aalen
3.	Sämtliche gemessenen und im Untersuchungsbericht aufgeführten Parameter wurden nach den in Anhang 4 der geltenden DepV vorgegebenen Untersuchungsmethoden durchgeführt ☒ ja ☐ teilweise Gleichwertige Verfahren angewandt ☒ nein ☐ ja Parameter/Normen: ☐ Behördlicher Nachweis über die Gleichwertigkeit der angewandten Methoden liegt bei. Das Untersuchungsinstitut ist für die im Bericht aufgeführten Untersuchungsmethoden nach DIN EN ISO/IEC 17025: 2018-03 akkreditiert ☒ nach dem Fachmodul Abfall von _____ Behörde _____ notifiziert ☐ Es wurden Untersuchungen von einem Fremdlabor durchgeführt ☐ ja ☒ nein Parameter: Untersuchungsinstitut: Anschrift: Akkreditierung DIN EN ISO/IEC 17025 ☐ Notifizierung Fachmodul Abfall ☐
4.	<u>Markt Rettenbach, 10.12.2021</u> Ort, Datum  _____ Unterschrift des Untersuchungsstelle (Laborleiter)

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

Analysenbericht Nr.	442/8668	Datum:	10.12.2021
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG
Projekt :
Projekt-Nr. : 21673
Entnahmestelle : Art der Probenahme : Bohrung
Art der Probe : Asphalt Entnahmedatum : 02.12.2021
Probeneingang : 08.12.2021 Originalbezeich. : 5/1
Probenbezeich. : 442/8668 Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
Untersuchungszeitraum : 08.12.2021 – 10.12.2021

Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe ¹⁾			DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz ¹⁾	[%]	98,8	DIN EN 14346 : 2017-09
Naphthalin	[mg/kg TS]	0,08	
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04	
Acenaphthen	[mg/kg TS]	0,04	
Fluoren	[mg/kg TS]	0,08	
Phenanthren	[mg/kg TS]	0,81	
Anthracen	[mg/kg TS]	0,13	
Fluoranthren	[mg/kg TS]	0,30	
Pyren	[mg/kg TS]	0,45	
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	0,42	
Chrysen	[mg/kg TS]	0,54	
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,27	
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04	
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	0,35	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	0,10	
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg TS]	0,23	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	0,12	
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	3,9	DIN ISO 18287 :2006-05

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

Markt Rettenbach, den 10.12.2021

Onlinedokument ohne Unterschrift

M.Sc. Ruth A. Schindele
(stellv. Laborleiterin)

Probenbegleitprotokoll (gemäß DIN 19747:2009-07-30)**Nummer der Feldprobe:** 5/1**Tag und Uhrzeit der Probenahme:** 02.12.2021**Probenahmeprotokoll-Nr:****Probenvorbehandlung** (von der Feldprobe zur Laborprobe)**Nummer der Laborprobe:** 442/8668.**Tag und Uhrzeit der Anlieferung:** 08.12.2021**Probenahmeprotokoll:** ☒ ja ☐ neinOrdnungsgemäße Probenanlieferung: ☒ Ja ☐ Nein

Probengefäß: PE-Eimer Transportbedingungen (z. B. Kühlung):

separierte Fraktion (z. B. Art, Anteil, separate Teilprobe): ☐ Ja ☒ Nein

Kommentierung:

Größe der Laborprobe: Volumen [l]: 2 oder Masse [kg]:

Probenvorbereitung (von der Laborprobe zur Prüfprobe)Sortierung: ☐ ja ☒ nein separierte Stoffgruppen:

Teilung / Homogenisierung:

☐ fraktionierendes Teilen☒ Kegeln und Vierteln☐ Cross-Riffling☐ Sonstige:

Rückstellprobe:

☒ Ja ☐ Nein:

Herstellung der Prüfprobe

Vorkleinerung: ☒ ja ☐ neinFeinkleinerung: ☒ ja ☐ nein

Teilmassen [1 kg]:

Teilmassen [0,3 kg]

☒ Backenbrecher☒ Kugelmühle☐ Schneidemühle☐ Mörsermühle☐ Bohrmeisel / Meisel☒ Endfeinheit 0,15 mm☐ Sonstige:☐ Endfeinheit ____ mm

Trocknung:

☒ 105° C ☐ Lufttrocknung:

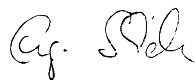
08.12.2021

Datum

Evguenia Drizovskaia

Bearbeiter

Onlineprotokoll ohne Unterschrift

Erklärung der Untersuchungsstelle	
1.	Untersuchungsinstitut: Bioverfahrenstechnik und Umweltanalytik GmbH Anschrift: Gewerbestrasse 10 87733 Markt Rettenbach Ansprechpartner: Herr Engelbert Schindele Telefon/Telefax: 08392/9210 eMail: bvü@bvü-analytik.de
	Prüfbericht – Nr.: 442/8668 Prüfbericht Datum: 10.12.2021 Probenahmeprotokoll nach PN 98 liegt vor: ☒ ja ☐ nein Auftraggeber: Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG Anschrift: Robert-Bosch-Str. 59 73431 Aalen
3.	Sämtliche gemessenen und im Untersuchungsbericht aufgeführten Parameter wurden nach den in Anhang 4 der geltenden DepV vorgegebenen Untersuchungsmethoden durchgeführt ☒ ja ☐ teilweise Gleichwertige Verfahren angewandt ☒ nein ☐ ja Parameter/Normen: ☐ Behördlicher Nachweis über die Gleichwertigkeit der angewandten Methoden liegt bei. Das Untersuchungsinstitut ist für die im Bericht aufgeführten Untersuchungsmethoden nach DIN EN ISO/IEC 17025: 2018-03 akkreditiert ☒ nach dem Fachmodul Abfall von _____ Behörde _____ notifiziert ☐ Es wurden Untersuchungen von einem Fremdlabor durchgeführt ☐ ja ☒ nein Parameter: Untersuchungsinstitut: Anschrift: Akkreditierung DIN EN ISO/IEC 17025 ☐ Notifizierung Fachmodul Abfall ☐
4.	<u>Markt Rettenbach, 10.12.2021</u> Ort, Datum  _____ Unterschrift des Untersuchungsstelle (Laborleiter)

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

Analysenbericht Nr.	442/8669	Datum:	10.12.2021
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG
Projekt :
Projekt-Nr. : 21673
Entnahmestelle : Art der Probenahme : Bohrung
Art der Probe : Asphalt Entnahmedatum : 02.12.2021
Probeneingang : 08.12.2021 Originalbezeich. : 6/1
Probenbezeich. : 442/8669 Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
Untersuchungszeitraum : 08.12.2021 – 10.12.2021

Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe ¹⁾			DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz ¹⁾	[%]	99,3	DIN EN 14346 : 2017-09
Naphthalin	[mg/kg TS]	0,48	
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04	
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04	
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04	
Phenanthren	[mg/kg TS]	0,18	
Anthracen	[mg/kg TS]	0,04	
Fluoranthren	[mg/kg TS]	0,13	
Pyren	[mg/kg TS]	0,12	
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	0,08	
Chrysen	[mg/kg TS]	0,09	
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,10	
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,06	
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	0,07	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04	
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg TS]	0,06	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04	
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	1,4	DIN ISO 18287 :2006-05

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

Markt Rettenbach, den 10.12.2021

Onlinedokument ohne Unterschrift

M.Sc. Ruth A. Schindele
(stellv. Laborleiterin)

Probenbegleitprotokoll (gemäß DIN 19747:2009-07-30)**Nummer der Feldprobe:** 6/1**Tag und Uhrzeit der Probenahme:** 02.12.2021**Probenahmeprotokoll-Nr:****Probenvorbehandlung** (von der Feldprobe zur Laborprobe)**Nummer der Laborprobe:** 442/8669.**Tag und Uhrzeit der Anlieferung:** 08.12.2021**Probenahmeprotokoll:** ☒ ja ☐ neinOrdnungsgemäße Probenanlieferung: ☒ Ja ☐ Nein

Probengefäß: PE-Eimer Transportbedingungen (z. B. Kühlung):

separierte Fraktion (z. B. Art, Anteil, separate Teilprobe): ☐ Ja ☒ Nein

Kommentierung:

Größe der Laborprobe: Volumen [l]: 2 oder Masse [kg]:

Probenvorbereitung (von der Laborprobe zur Prüfprobe)Sortierung: ☐ ja ☒ nein separierte Stoffgruppen:

Teilung / Homogenisierung:

☐ fraktionierendes Teilen☒ Kegeln und Vierteln☐ Cross-Riffling☐ Sonstige:

Rückstellprobe:

☒ Ja ☐ Nein:

Herstellung der Prüfprobe

Vorkleinerung: ☒ ja ☐ neinFeinkleinerung: ☒ ja ☐ nein

Teilmassen [1 kg]:

Teilmassen [0,3 kg]

☒ Backenbrecher☒ Kugelmühle☐ Schneidemühle☐ Mörsermühle☐ Bohrmeisel / Meisel☒ Endfeinheit 0,15 mm☐ Sonstige:☐ Endfeinheit ____ mm

Trocknung:

☒ 105° C ☐ Lufttrocknung:

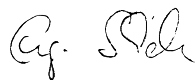
08.12.2021

Datum

Evguenia Drizovskaia

Bearbeiter

Onlineprotokoll ohne Unterschrift

Erklärung der Untersuchungsstelle	
1.	Untersuchungsinstitut: Bioverfahrenstechnik und Umweltanalytik GmbH Anschrift: Gewerbestrasse 10 87733 Markt Rettenbach Ansprechpartner: Herr Engelbert Schindele Telefon/Telefax: 08392/9210 eMail: bvü@bvü-analytik.de
	Prüfbericht – Nr.: 442/8669 Prüfbericht Datum: 10.12.2021 Probenahmeprotokoll nach PN 98 liegt vor: ☒ ja ☐ nein Auftraggeber: Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG Anschrift: Robert-Bosch-Str. 59 73431 Aalen
3.	Sämtliche gemessenen und im Untersuchungsbericht aufgeführten Parameter wurden nach den in Anhang 4 der geltenden DepV vorgegebenen Untersuchungsmethoden durchgeführt ☒ ja ☐ teilweise Gleichwertige Verfahren angewandt ☒ nein ☐ ja Parameter/Normen: ☐ Behördlicher Nachweis über die Gleichwertigkeit der angewandten Methoden liegt bei. Das Untersuchungsinstitut ist für die im Bericht aufgeführten Untersuchungsmethoden nach DIN EN ISO/IEC 17025: 2018-03 akkreditiert ☒ nach dem Fachmodul Abfall von _____ Behörde _____ notifiziert ☐ Es wurden Untersuchungen von einem Fremdlabor durchgeführt ☐ ja ☒ nein Parameter: Untersuchungsinstitut: Anschrift: Akkreditierung DIN EN ISO/IEC 17025 ☐ Notifizierung Fachmodul Abfall ☐
4.	<u>Markt Rettenbach, 10.12.2021</u> Ort, Datum  _____ Unterschrift des Untersuchungsstelle (Laborleiter)

Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG

Robert-Bosch-Str. 59
73431 Aalen

Analysenbericht Nr.	442/8670	Datum:	10.12.2021
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG
 Projekt :
 Projekt-Nr. : 21673
 Entnahmestelle : Art der Probenahme : Mischprobe
 Art der Probe : Boden Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
 Entnahmedatum : 02.12.2021 Probeneingang : 08.12.2021
 Originalbezeich. : MP 01 Probenbezeich. : 442/8670
 Untersuch.-zeitraum : 08.12.2021 – 10.12.2021

2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz (VwV:2007-03)

2.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert		Z 0 (S L/L)		Z 0*	Z 1/2	Z 2	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe									DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	84,5		-	-	-	-		DIN EN 14346 : 2007-03
Arsen	[mg/kg TS]	22		10	15	15	45	150	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	58		40	70	140	210	700	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,05		0,4	1	1	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	27		30	60	120	180	600	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	41		20	40	80	120	400	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	20		15	50	100	150	500	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,43		0,1	0,5	1	1,5	5	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4		0,4	0,7	0,7	2,1	7	EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	96		60	150	300	450	1500	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser									EN 13657 :2003-01

2.2 Summenparameter, PCB, BTXE, LHKW, PAK

Parameter	Einheit	Messwert		Z 0 (S L/L)	Z 0*	Z 1/2	Z 2	Methode
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5		1	1	3	10	DIN 38 409 -17 :2005-12
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30		100	200	300	1000	DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50		100	400	600	2000	DIN EN 14039 :2005-01
Cyanid (gesamt)	[mg/kg TS]	< 0,25		-	-	3	10	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.		0,05	0,1	0,15	0,5	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	1	1	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	1	1	DIN EN ISO 22155: 2016-07
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04						
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04						
Phenanthren	[mg/kg TS]	0,24						
Anthracen	[mg/kg TS]	0,05						
Fluoranthren	[mg/kg TS]	0,31						
Pyren	[mg/kg TS]	0,26						
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	0,16						
Chrysen	[mg/kg TS]	0,14						
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,23						
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,07						
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	0,13		0,3	0,6	0,9	3	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg TS]	0,1						
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	0,1						
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	1,79		3	3	3 /9	30	DIN ISO 18287 :2006-05

3 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

3.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle, Summenparameter, Chlorid, Sulfat

Parameter	Einheit	Messwert		Z0/Z0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
Eluatherstellung								DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[-]	7,53		6,5-9,5	6,5-9,5	6-12	5,5-12	DIN EN ISO 10523 04-2012
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	126		250	250	1500	2000	DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[µg/l]	< 4	-	14	14	20	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[µg/l]	< 5	-	40	40	80	200	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[µg/l]	< 0,2	-	1,5	1,5	3	6	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5	-	12,5	12,5	25	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[µg/l]	< 5	-	20	20	60	100	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[µg/l]	< 5	-	15	15	20	70	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[µg/l]	< 0,15	-	0,5	0,5	1	2	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[µg/l]	< 1						DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Zink	[µg/l]	< 10	-	150	150	200	600	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Phenolindex	[µg/l]	< 10		20	20	40	100	DIN EN ISO 14402:1999-12
Cyanid (gesamt)	[µg/l]	< 5		5	5	10	20	EN ISO 14403 :2012-10
Chlorid	[mg/l]	< 2		30	30	50	100	EN ISO 10304: 2009-07
Sulfat	[mg/l]	< 5		50	50	100	150	EN ISO 10304 :2009-07

Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (VwV:2007-03) werden Messunsicherheiten nicht mitberücksichtigt. Es handelt sich um absolute Messwerte.

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

Markt Rettenbach, den 10.12.2021

Onlinedokument ohne Unterschrift

M.Sc. Ruth A. Schindele
(stellv. Laborleiterin)

Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG

Robert-Bosch-Str. 59
73431 Aalen

Analysenbericht Nr.	442/8671	Datum:	10.12.2021
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG
 Projekt :
 Projekt-Nr. : 21673
 Entnahmestelle : Art der Probenahme : Mischprobe
 Art der Probe : Boden Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
 Entnahmedatum : 02.12.2021 Probeneingang : 08.12.2021
 Originalbezeich. : MP 02 Probenbezeich. : 442/8671
 Untersuch.-zeitraum : 08.12.2021 – 10.12.2021

2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz (VwV:2007-03)

2.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert		Z 0 (S L/L)		Z 0*	Z 1/2	Z 2	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe									DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	86,6		-	-	-	-		DIN EN 14346 : 2007-03
Arsen	[mg/kg TS]	19		10	15	15	45	150	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	64		40	70	140	210	700	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,05		0,4	1	1	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	32		30	60	120	180	600	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	57		20	40	80	120	400	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	26		15	50	100	150	500	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,4		0,1	0,5	1	1,5	5	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4		0,4	0,7	0,7	2,1	7	EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	134		60	150	300	450	1500	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser									EN 13657 :2003-01

2.2 Summenparameter, PCB, BTXE, LHKW, PAK

Parameter	Einheit	Messwert		Z 0 (S L/L)	Z 0*	Z 1/2	Z 2	Methode
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5		1	1	3	10	DIN 38 409 -17 :2005-12
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30		100	200	300	1000	DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50		100	400	600	2000	DIN EN 14039 :2005-01
Cyanid (gesamt)	[mg/kg TS]	< 0,25		-	-	3	10	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.		0,05	0,1	0,15	0,5	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	1	1	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	1	1	DIN EN ISO 22155: 2016-07
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04						
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04						
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04						
Phenanthren	[mg/kg TS]	0,28						
Anthracen	[mg/kg TS]	0,13						
Fluoranthren	[mg/kg TS]	0,81						
Pyren	[mg/kg TS]	0,7						
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	0,47						
Chrysen	[mg/kg TS]	0,38						
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,48						
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,18						
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	0,38		0,3	0,6	0,9	3	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	0,05						
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg TS]	0,22						
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	0,23						
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	4,31		3	3	3 /9	30	DIN ISO 18287 :2006-05

3 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

3.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle, Summenparameter, Chlorid, Sulfat

Parameter	Einheit	Messwert		Z0/Z0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
Eluatherstellung								DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[-]	7,71		6,5-9,5	6,5-9,5	6-12	5,5-12	DIN EN ISO 10523 04-2012
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	151		250	250	1500	2000	DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[µg/l]	< 4	-	14	14	20	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[µg/l]	< 5	-	40	40	80	200	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[µg/l]	< 0,2	-	1,5	1,5	3	6	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5	-	125	12,5	25	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[µg/l]	< 5	-	20	20	60	100	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[µg/l]	< 5	-	15	15	20	70	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[µg/l]	< 0,15	-	0,5	0,5	1	2	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[µg/l]	< 1						DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Zink	[µg/l]	< 10	-	150	150	200	600	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Phenolindex	[µg/l]	< 10		20	20	40	100	DIN EN ISO 14402:1999-12
Cyanid (gesamt)	[µg/l]	< 5		5	5	10	20	EN ISO 14403 :2012-10
Chlorid	[mg/l]	2		30	30	50	100	EN ISO 10304: 2009-07
Sulfat	[mg/l]	7		50	50	100	150	EN ISO 10304 :2009-07

Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (VwV:2007-03) werden Messunsicherheiten nicht mitberücksichtigt. Es handelt sich um absolute Messwerte.

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

Markt Rettenbach, den 10.12.2021

Onlinedokument ohne Unterschrift

M.Sc. Ruth A. Schindele
(stellv. Laborleiterin)

Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG

Robert-Bosch-Str. 59
73431 Aalen

Analysenbericht Nr.	442/8672	Datum:	10.12.2021
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber	: Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG		
Projekt	:		
Projekt-Nr.	: 21673		
Entnahmestelle	:	Art der Probenahme	: Mischprobe
Art der Probe	: Boden	Probenehmer	: von Seiten des Auftraggebers
Entnahmedatum	: 02.12.2021	Probeneingang	: 08.12.2021
Originalbezeich.	: MP 03	Probenbezeich.	: 442/8672
Untersuch.-zeitraum	: 08.12.2021 – 10.12.2021		

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz

Parameter	Einheit	Messwert		Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe				DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	82,1		DIN EN 14346 : 2007-03
Arsen	[mg/kg TS]	24		EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	22		EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,05		EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	50		EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	21		EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	34		EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,04		DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4		EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	109		EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser				EN 13657 :2003-01

2 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

Parameter	Einheit	Messwert		Methode
Eluatherstellung				DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[-]	8,04		DIN 38 404 - C5 :2009-07
elektr. Leitfähigkeit	[μ S/cm]	178		DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[μ g/l]	< 4		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[μ g/l]	< 5		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[μ g/l]	< 0,2		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[μ g/l]	< 5		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[μ g/l]	< 5		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[μ g/l]	< 5		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[μ g/l]	< 0,15		DIN EN ISO 12846 :2012-08
Zink	[μ g/l]	< 10		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01

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

Markt Rettenbach, den 10.12.2021

Onlinedokument ohne Unterschrift

M.Sc. Ruth A. Schindele
(stellv. Laborleiterin)

Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG

Robert-Bosch-Str. 59
73431 Aalen

Analysenbericht Nr.	442/8673	Datum:	10.12.2021
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber	: Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG		
Projekt	:		
Projekt-Nr.	: 21673		
Entnahmestelle	:	Art der Probenahme	: Mischprobe
Art der Probe	: Boden	Probenehmer	: von Seiten des Auftraggebers
Entnahmedatum	: 02.12.2021	Probeneingang	: 08.12.2021
Originalbezeich.	: MP 04	Probenbezeich.	: 442/8673
Untersuch.-zeitraum	: 08.12.2021 – 10.12.2021		

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz

Parameter	Einheit	Messwert		Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe				DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	83,8		DIN EN 14346 : 2007-03
Arsen	[mg/kg TS]	28		EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	17		EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,05		EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	46		EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	15		EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	33		EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,04		DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4		EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	112		EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser				EN 13657 :2003-01

2 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

Parameter	Einheit	Messwert		Methode
Eluatherstellung				DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[-]	8,22		DIN 38 404 - C5 :2009-07
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	126		DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[µg/l]	< 4		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[µg/l]	< 5		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[µg/l]	< 0,2		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[µg/l]	< 5		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[µg/l]	< 5		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[µg/l]	< 0,15		DIN EN ISO 12846 :2012-08
Zink	[µg/l]	< 10		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01

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

Markt Rettenbach, den 10.12.2021

Onlinedokument ohne Unterschrift

M.Sc. Ruth A. Schindele
(stellv. Laborleiterin)

Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG

Robert-Bosch-Str. 59
73431 Aalen

Analysenbericht Nr.	442/8674	Datum:	10.12.2021
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber	: Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG		
Projekt	:		
Projekt-Nr.	: 21673		
Entnahmestelle	:	Art der Probenahme	: Mischprobe
Art der Probe	: Boden	Probenehmer	: von Seiten des Auftraggebers
Entnahmedatum	: 02.12.2021	Probeneingang	: 08.12.2021
Originalbezeich.	: MP 05	Probenbezeich.	: 442/8674
Untersuch.-zeitraum	: 08.12.2021 – 10.12.2021		

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz

Parameter	Einheit	Messwert		Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe				DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	90,1		DIN EN 14346 : 2007-03
Arsen	[mg/kg TS]	30		EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	11		EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,12		EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	26		EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	10		EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	21		EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,02		DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4		EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	70		EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser				EN 13657 :2003-01

2 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

Parameter	Einheit	Messwert		Methode
Eluatherstellung				DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[-]	8,28		DIN 38 404 - C5 :2009-07
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	107		DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[µg/l]	< 4		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[µg/l]	< 5		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[µg/l]	< 0,2		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[µg/l]	< 5		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[µg/l]	< 5		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[µg/l]	< 0,15		DIN EN ISO 12846 :2012-08
Zink	[µg/l]	< 10		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01

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

Markt Rettenbach, den 10.12.2021

Onlinedokument ohne Unterschrift

M.Sc. Ruth A. Schindele
(stellv. Laborleiterin)

Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG

Robert-Bosch-Str. 59
73431 Aalen

Analysenbericht Nr.	442/8675	Datum:	10.12.2021
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG
Projekt :
Projekt-Nr. : 21673
Entnahmestelle : Art der Probenahme : Mischprobe
Art der Probe : Boden Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
Entnahmedatum : 02.12.2021 Probeneingang : 08.12.2021
Originalbezeich. : MP 06 Probenbezeich. : 442/8675
Untersuch.-zeitraum : 08.12.2021 – 10.12.2021

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe			DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	87,4	DIN EN 14346 : 2007-03
Arsen	[mg/kg TS]	15	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	16	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,15	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	44	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	24	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	34	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,03	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	68	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser			EN 13657 :2003-01

2 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

Parameter	Einheit	Messwert		Methode
Eluatherstellung				DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[-]	8,20		DIN 38 404 - C5 :2009-07
elektr. Leitfähigkeit	[μ S/cm]	169		DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[μ g/l]	< 4		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[μ g/l]	< 5		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[μ g/l]	< 0,2		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[μ g/l]	< 5		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[μ g/l]	< 5		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[μ g/l]	< 5		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[μ g/l]	< 0,15		DIN EN ISO 12846 :2012-08
Zink	[μ g/l]	< 10		DIN EN ISO 17294-2 :2017-01

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

Markt Rettenbach, den 10.12.2021

Onlinedokument ohne Unterschrift

M.Sc. Ruth A. Schindele
(stellv. Laborleiterin)