



GEOTECHNISCHES GUTACHTEN

Titel: Baugrund- und Gründungsverhältnisse
für die Projektentwicklung „Real Markt“
in Frankenthal-Studernheim

Auftraggeber: Real Life Residence GmbH
Real Life Moderate GmbH
Mellenseestraße 21
15806 Zossen

Datum: 29.08.2022

Az.: 22 435-BE01 hö/däu

Verteiler: Real Life Residence GmbH
Real Life Moderate GmbH

2-fach + pdf

2-fach + pdf



INHALT		Seite
1.	VORBEMERKUNGEN	4
2.	LAGE UND GEOLOGISCHER ÜBERBLICK	4
3.	DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN	5
4.	UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE	6
4.1	Schichtaufbau des Untergrundes	6
4.2	Grundwasserverhältnisse	8
4.3	Bodenmechanische Laborergebnisse	9
4.4	Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen	10
4.5	Einstufung des erschlossenen Untergrundes in Homogenbereiche nach DIN 18 300	12
5.	FOLGERUNGEN FÜR DIE GEPLANTE BAUMASSNAHME	13
5.1	Beurteilung des Untergrundes hinsichtlich seiner Tragfähigkeit	13
5.2	Auflagerung der Bodenplatte	14
5.3	Baugrubengestaltung und Wasserhaltung	14
5.4	Schutz des Bauwerks vor Durchfeuchtung aus dem Untergrund	15
5.5	Arbeitsraumverfüllung	17
5.6	Hinweise zum Aufbau von Verkehrsflächen	18
6.	ALTLASTEN, GEOGENE BELASTUNGEN	21
7.	KAMPFMITTEL	22
8.	BEWEISSICHERUNG	22
9.	SCHLUSSBEMERKUNGEN	22



ANLAGEN

- Anlage 1.1: Übersichtslageplan, Maßstab 1 : 25.0000 (Auszug aus dem Geoportal RP)
- Anlage 1.2: Lageplan im Maßstab 1 : 2.000
- Anlage 1.3: Planausschnitt Grundwassermessstellen Rheinland-Pfalz (Auszug aus dem Geoportal RP), Maßstab 1 : 25.000.
-
- Anlage 2.1 - 2.21: Schichtprofile und Rammsondierdiagramme
-
- Anlage 3.1: Ergebnisse Wassergehaltsbestimmungen
- Anlage 3.2: Ergebnisse Bestimmungen der Konsistenzgrenzen
- Anlage 3.3: Kornverteilungskurven
-
- Anlage 4.1: Ergebnisse der Schadstoffanalysen Boden
- Anlage 4.2: Ergebnisse der PAK-Analysen Asphalt
-
- Anlage 5: Grundbruchberechnungen



1. VORBEMERKUNGEN

Die Real Life Residence GmbH entwickelt derzeit das Projekt „Bebauung ehemaliger Real Markt“ in Frankenthal-Studernheim. Von der Real Life Residence GmbH erhielten wir den Auftrag für dieses Bauvorhaben die Untergrundverhältnisse zu erkunden und ein Geotechnisches Gutachten über die Baugrund- und Gründungsverhältnisse sowie die Altlastensituation zu erstellen. Der Auftrag umfasst auch die Untersuchung und Beurteilung des Abbruchs des bestehenden Marktgebäudes. Diese Untersuchungen und Ergebnisse sind in einem gesonderten Gutachten dokumentiert.

Zur Bearbeitung des Auftrags standen uns folgende Unterlagen zur Verfügung:

- Planunterlagen der vorhandenen Leichtbauhalle Grundrisse und Schnitt, Bewehrungspläne etc. teils mit Datum 1987 und teils mit Datum 1994,
- Baubeschreibung Möbelmarkt mit Supermarkt in Studernheim der Südema von 1974,
- Baubeschreibung Real-SB-Warenhaus von 1993,
- Pläne Errichtung Schnitte Südema Möbelzentrum mit Supermarkt von 1974,
- Grundriss EG im Maßstab 1 : 200 Real-SB-Warenhaus von 2005,
- Lageplan im Maßstab 1 : 500 Real-SB-Warenhaus von 1997,
- Schreiben der Regionalstelle Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft, Bodenschutz der Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd von Rheinland-Pfalz vom 22.05.2015 zur Anfrage nach Altstandorten im Bereich des ehemaligen Real-SB-Marktes,
- verschiedene von der Geotechnik Aalen erhobene Luftbilder des Geoportals von Rheinland-Pfalz,
- verschiedene von der Geotechnik Aalen erhobene Grundleitungspläne.

Unter Berücksichtigung dieser Unterlagen und mit unseren Untersuchungsergebnissen wurde das vorliegende Gutachten erstellt.

2. LAGE UND GEOLOGISCHER ÜBERBLICK

Der Standort des Bauvorhabens liegt am nordwestlichen Rand des Frankenthaler Teilortes Studernheim unmittelbar an der Bundesstraße B9 und der Frankenthaler Straße. Frankenthal-Studernheim liegt im westlichen Bereich des Rheintals ca. 5 km nordwestlich des Siedlungszentrums Mannheim-Ludwigsburg und ca. 5 km westlich des Rheins. Ca. 400 m nördlich des geplanten Baustandorts fließt die Isenach von West nach Ost dem Rhein zu.



Aufgrund der Lage im Rheintal wird der Untergrund am Standort des Bauprojekts von ca. 200 m mächtigen quartären und eiszeitlichen Ablagerungen des Rheintales gebildet. Es handelt sich hierbei um Kies-, Sand-, Schluff-Ton- und Mergelablagerungen, die in einem Ablagerungsmilieu mäandrierender Flüsse (Rhein und Zuflüsse) abgelagert wurden. Im Bereich des untersuchten Standortes waren oberflächennah mehrere Meter mächtige Sande mit Auelehmüberdeckung zu erwarten.

Das südliche Drittel des untersuchten Grundstücks wird von Grünflächen eingenommen, auf denen Gras und Büsche wachsen. Nach Nordosten schließt sich das ehemalige Marktgebäude und nach Nordwesten der dazu gehörende Parkplatz an (jeweils etwa ein Drittel). Im Norden befindet sich noch eine Waschstraße in Betrieb und in der nordöstlichen Grundstücksecke ist ein Autohändler ansässig (beide mit Asphalt befestigte Flächen, wie der Parkplatzbereich).

3. DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN

Zur direkten Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden von unserem Büro am 27. und 28.04.2021 einundzwanzig Rammkernbohrungen mit Tiefen von 1,5 m bis 4,5 m abgeteuft. Weiterhin wurden zur Verdichtung des Untersuchungsrasters und zur Abschätzung der Rammbarkeit des Untergrundes noch 6 Sondierungen mit der schweren Rammsonde ausgeführt. Die Aufschluss-Ansatzstellen wurden von uns nach Lage und Höhe eingemessen. Die Untersuchungsstellen sind in ihrer Lage auf dem beigefügten Lageplan (Anlage 1.2) verzeichnet. Die Schichtprofile und Rammsondier-Diagramme sind in den Anlagen 2.1 bis 2.21 grafisch dargestellt.

Zur Abschätzung der Grundwasserverhältnisse wurden Recherchen über das Internet bei Geoportal Rheinland-Pfalz und dem Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz durchgeführt. Hierzu wurden Grundwassermessdaten einer dem Bauvorhaben benachbarten Grundwassermessstelle erhoben, deren Lage in Anlage 1.3 dargestellt ist.

An repräsentativen Bodenproben wurden in unserem Labor bodenmechanische Versuche unter anderem zur Abschätzung der in Abschnitt 4.4 angegebenen bodenmechanischen Kennwerte und zur näheren Einstufung der Böden nach DIN 18196 durchgeführt. Die Ergebnisse sind in den Anlagen 3.1 bis 3.3 zusammengestellt.

Weiterhin wurden an verschiedenen exponierten Stellen Proben zur Untersuchung möglicher Schadstoffe im Boden sowie Asphaltproben zur Untersuchung auf teerhaltige Inhaltsstoffe entnom-



men. Charakteristische Proben wurden auf Schadstoffe nach LAGA und auf PAK untersucht. Die Untersuchungsergebnisse sind in den Anlagen 4.1 (LAGA-Untersuchungen) und 4.2 (PAK-Analysen) einsehbar.

4. UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

4.1 Schichtaufbau des Untergrundes

Mit den Bohrungen wurde ein einheitlicher Schichtaufbau festgestellt, der sich von oben nach unten wie folgt gliedert:

- Hofbefestigung / Oberboden
- künstliche Auffüllungen
- Auelehm
- Flusssand und Flusskies (Flusskies wurde in den Bohrungen nicht erschlossen, kann jedoch aus den Rammdiagrammen interpretiert werden).

Mit Ausnahme der beiden südlichen Grundstücke Flurstück-Nr. 1501/3 und 1501/4 waren die restlichen Flächen des Untersuchungsbereichs befestigt. In den überwiegenden Bereichen um den Markt herum bestand die oberste Schicht aus einer 3 cm bis 5 cm dünnen Asphaltsschicht als **Parkplatzbefestigung**. Darunter fand sich eine kombinierte Frostschutz-Tragschicht zumeist aus gebrochenen magmatischen Gesteinen, die der Kornverteilung nach als Kies, schwach sandig, schwach schluffig anzusprechen ist. Vereinzelt fand sich unter der Tragschicht aus gebrochenem Material eine zusätzliche Frostschutzschicht aus sandigem Kies (Rundkorn). Bei den Bohrungen BS 21 und BS 22, die im südlichen Bereich der ehemaligen Tankstelle und unmittelbar südlich der noch in Betrieb befindlichen Waschstraße liegen, bestand die Oberflächenbefestigung aus gebrochenem Kalkstein (Kalksteinschotter).

Im Bereich der Grünflächen (Flurstück-Nr. 1501/3 und 1501/4) lagert zuoberst ein 20 cm dicker **Oberboden** aus feinsandigem, schwach tonigem, humosem Schluff.

Sonstige **künstliche Auffüllungen** wurden in BS 5 und BS 8 unter dem Oberboden, in BS 14, BS 15, BS 16 und BS 18 unter der asphaltierten Hofbefestigung und in BS 20 und BS 21 unter der Lage aus Kalksteinschotter erfasst. Bei den Auffüllungen in BS 5 handelt es sich um einen humosen, stark sandigen Schluff mit einzelnen Feldspatkristallen und in BS 8 enthielt der tonig-sandige



Schluff Mörtelreste, Kiesgerölle und Ziegelstückchen. In BS 14 und BS 15, nahe am Gebäude, bestanden die künstlichen Auffüllungen aus Sand mit unterschiedlichen bindigen Beimengungen, wobei es sich wahrscheinlich um Arbeitsraumverfüllungen am Gebäude handelt (Fundamentgruben etc.). Die künstlichen Auffüllungen in den Bohrungen BS 16, BS 18, BS 20 und BS 21 bestanden teilweise aus reinen Sandlagen (Sandbett) oder aus kiesigen und bindigen Böden mit wechselnden Sandanteilen.

Bei den meisten Bohrungen wurden unter dem Oberboden, den Parkplatzbefestigungen und den künstlichen Auffüllungen **Auelehmböden** erschlossen, die aus tonigen Schluffen mit wechselnden kiesigen und sandigen Anteilen bestehen und zumeist eine halbfeste im Bereich unter den Parkplatzflächen z. T. auch steife Konsistenz aufweisen. Die halbfeste Konsistenz ist vermutlich durch Austrocknung bedingt, da die Böden oberflächennah der Witterung ausgesetzt sind. In den Rammsondierungen weisen die Auelehmböden Schlagzahlen von $N_{10}^1 = 1$ bis 4 auf.

In den Bohrungen folgen auf die oben beschriebenen Böden **Flusssande**, die zumeist feinkörnig bis mittelkörnig ausgebildet sind und eine mitteldichte Lagerung aufweisen. Aufgrund des Rammvorgangs erfolgte während des Bohrfortschritts eine Verdichtung, die ein tieferes Eindringen als bis ca. 4,5 m u. Gel. verhinderte. Die Bohrungen endeten somit meist zwischen 3,5 m u. Gel. und 4,5 m u. Gel. In den Rammsondierungen zeichnen sich die Sande durch Schlagzahlen von $N_{10} = 5$ bis 15 ab. In der Bohrung BS 9 enthielt der Sand hohe kiesige Anteile.

In Tiefenabschnitten der Rammsondierungen, wo die Schlagzahlen $N_{10} > 15$ liegen, ist erfahrungsgemäß mit **Kieslagen** zu rechnen. Häufig gehen die Schlagzahlen wieder unter 15, was auf zwischengelagerte Sandhorizonte schließen lässt. Die Kiesschichten weisen den Schlagzahlen zufolge mitteldichte Lagerung auf. Dort wo mit den Rammsondierungen N_{10} -Werte > 20 festgestellt wurden, ist von dichter Lagerung bzw. im Bereich der Sonderendtiefen ($N_{10} > 60$) von sehr dichter Lagerung auszugehen.

¹ N_{10} = Schlagzahlen je 10 cm Eindringtiefe mit der Rammsonde.

4.2 Grundwasserverhältnisse

Während der Bohrarbeiten und in den Rammsondierlöchern konnten keine Grundwasserführung festgestellt werden. Auch das Gestänge der Rammsondierungen war in keinem Fall nass.

Nach allgemeinem Kenntnisstand liegt der betrachtete Standort am östlichen Rand der Frankenthaler Terrasse im Übergang zur Rheinniederung, wo die Flurabstände des Grundwassers verhältnismäßig klein sein können (< 3 m). Eine Recherche ergab, dass in der Nähe des Bauvorhabens eine Grundwassermessstelle vorhanden ist, die über mehrere Jahre beobachtet wurde und deren Messergebnisse im Internet über das Geoportal Rheinland-Pfalz und das Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz abgerufen werden können. Die Grundwassermessstelle liegt ca. 1,75 km nordöstlich des untersuchten Standortes. Während dem Beobachtungszeitraum vom September 1981 bis Februar 2021 wurden folgende Extrem- und Durchschnittswerte festgestellt:

GW _{max}	89,55 m NN	am 26.03.2001	Flurabstand 0,50 m
GW _{min}	87,63 m NN	am 28.09.1981	Flurabstand 2,42 m
Mittelwert	88,49 m NN		Flurabstand 1,56 m.

Aufgrund der Höhenverhältnisse ist davon auszugehen, dass die Grundwassermessstelle (Geländeneiveau an der Messstelle 90,05 m NN) im Bereich der Rheinniederung mit geringen Flurabständen des Grundwasser liegt, während der Untersuchungsstandort bereits im Bereich der Frankenthaler Terrasse liegt, da die Geländehöhe um den ehemaligen Discount-Markt bei ca. 93,3 m NN bis 94,8 m NN liegt und somit auch der Flurabstand zum Grundwasser höher ist (> 3,5 m).

Anhand der Grundwasserrecherchen schlagen wir zunächst einen **Bemessungswasserstand** auf dem höchsten Grundwasserspiegel vor, der im vorliegenden Fall mit **ca. 89,5 m NN** anzunehmen ist. Es handelt sich hierbei nicht um einen gemessenen Wert, sondern um einen theoretisch ermittelten technischen Wert, der dazu dient, Gebäude- und Bauwerksteile, die über dieses Niveau hinaus zur Tiefe reichen, entsprechend statisch ausgebildet werden, so dass sie wasserdicht und auftriebssicher sind (vgl. hierzu auch Abschnitt 5.4 unten). Falls der Grundwasserspiegel und mögliche Grundwasservorkommen im Untergrund näher zu beurteilen sind, werden ergänzende Untersuchungen in Form von 3 bis 4 tieferen Bohrungen mit Tiefen von ca. 15 m bis 20 m vorgeschlagen, die zu Grundwasserbeobachtungsmessstellen ausgebaut und regelmäßig über einen noch zu definierenden Zeitraum gemessen werden (manuell oder mit Druckmesssonden).

Direkte Versickerungsversuche oder Durchlässigkeitsversuche an Bodenproben wurden bisher nicht durchgeführt. Anhand der Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche kann die



Durchlässigkeit der direkt erschlossenen Böden (Tragschicht, Auffüllungen, bindige Deckschichten und Flusssand) ungefähr wie in der nachfolgenden Tabelle angegeben, abgeschätzt werden:

Schichtglied	Zusammensetzung	abgeschätzter Durchlässigkeitsbeiwert k_f (m/s)
Tragschicht	Kies, sandig, schwach schluffig Bodengruppen nach DIN 18196 GU und GI*	1×10^{-3} bis 1×10^{-4} (5×10^{-5})*
Auffüllung	Schluff, sandig, kiesige und Sand, kiesig schluffig	1×10^{-4} bis 1×10^{-7}
Auelehm	Schluff, tonig bis schwach tonig, schwach sandig bis stark sandig	1×10^{-5} bis 1×10^{-7}
Flusssand	Feinsand, Grob- und Mittelsand, schwach bis stark kiesig, schwach schluffig	5×10^{-4} bis 1×10^{-5}

* Die Durchlässigkeit wurde anhand der Kornverteilung abgeschätzt. Da das Material beim Einbau verdichtet wurde, ist davon auszugehen, dass die Durchlässigkeit etwas geringer ist (siehe k_f -Wert in Klammern)

Durch „open-end-tests“ in den oben erwähnten Grundwassermessstellen oder durch die Anlage von Versickerungsprobegruben können die Durchlässigkeitsbeiwerte genauer und zuverlässiger ermittelt werden.

Unabhängig davon ist davon auszugehen, dass einsickerndes Niederschlagswasser nur zögerlich im Untergrund versickert und sich in besser durchlässigen Bereichen zeitweilig ansammeln (Leitungsverfüllungen, Arbeitsraumverfüllungen) und erst mit zeitlicher Verzögerung zur Tiefe weiter versickern kann, da die oberflächennah anstehenden Feinsande und Auelehmböden eine schlechte Durchlässigkeit aufweisen.

4.3 Bodenmechanische Laborversuche

Zur näheren Einstufung der erschlossenen Böden nach DIN 18196 und zur Festlegung bodenmechanischer Kennwerte sowie zur Abschätzung der Verformbarkeit der Schichten wurden in unserem Labor bodenmechanischen Versuche durchgeführt.

Zur Beurteilung der Auelehmböden wurden Wassergehaltsbestimmungen durchgeführt, die ein indirektes Maß für die Setzungskapazität eines Bodens darstellen. Es wurden hierbei natürliche Wassergehalte zwischen 8 % und 27 % festgestellt. Die großen Unterschiede liegen häufig in der Lage zur Geländeoberfläche. Dort wo die Auelehmböden direkt unter dem Oberboden anstehen, sind sie



durch die Witterung stärker ausgetrocknet und zeigen dann Werte von unter 15 %. Dort wo sie vor Austrocknung etwas geschützter sind, liegen die Wassergehalte zwischen 15 % und 20 %. Eine Ausnahme bildet hierbei die Probe aus BS 6 bei der ein außergewöhnlich hoher Wassergehalt von 26,5 % festgestellt wurde.

Bei den Auelehmböden handelt es sich um mittel bis gering plastische Schluffböden, die zumeist als feinsandige, tonige Schluffe halbfester, selten steifer Konsistenz vorliegen. Nach DIN 18196 gehören sie den Bodengruppe TL (leicht plastischer Ton), ST (gering plastisches Sand-Ton-Gemisch) und UM (mittelplastischer Schluff) an.

Die quartären Sandschichten wurden Kornverteilungsanalysen unterzogen. Aufgrund der Ergebnisse der Kornverteilung handelt es sich bei den Sanden um enggestufte mittelkörnige Sande mit geringen Feinsand- und Grobsandbeimengungen (Bodengruppe SE nach DIN 18196). In einem Fall (BS 9 - 3,5 m bis 4,0 m) enthält der Sand einen erhöhten Feinkiesanteil (< 30 %).

Zur Beurteilung der in weiten Flächen vorhandenen Tragschichten und Frostschutzschichten unter den Schwarzdecken wurden ebenfalls Kornverteilungsanalysen durchgeführt. Demnach handelt es sich den Kornfraktionen zufolge um mittel bis gut abgestufte Kiesgemische mit Sandanteilen um 15 % und Feinanteilen von 4 % bis 7 %. Mineralogisch handelt es sich um gebrochenes Erguss- und Erstarrungsgestein (vulkanischen und plutonischen Ursprungs).

4.4 Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen

Schichtglied	Wichte (kN/m ³)		Reibungs- Winkel φ'	Kohäsion (kN/m ²) c'	Steifemodul (MN/m ²) E_s
	γ	γ'			
Künstliche Auffüllung*					
Trag-Frostschutz-Schichten	21	13	35°	0	40
sandig-schluffige Auffüllungen	19	9	27,5°	0 - 5	-
Auelehm	20	10	27,5°	2 - 10	4 - 8
Flusssand	18	8	30°	0 - 2	10 - 20
Flusskies**	20	12	32,5°	0 - 2	30 - 60

* In der in den Bohrungen festgestellten Zusammensetzung.

** Unterhalb der Bohrendtiefen.



Für verdichtet eingebautes Fremdmaterial können folgende Ansätze für bodenmechanische Kennwerte angesetzt werden:

Materialart	Wichte (kN/m ²)	Reibungswinkel
	γ	φ'
Schotter, Splitt, Schotter-Splitt-Gemische und Recyclingmaterial nach TL Gestein-StB 04	21	35°
Kies, Sand, Kies-Sand-Gemische sowie Siebschutt	20	32,5°
Bindiger Boden auch Aushubmaterial	20	25°

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 Baugrundstück liegt demnach in der Erdbebenzone 1. Es können nach Tab. NA.3 demzufolge Intensitätsintervalle $6,5 \leq I < 7,0$ auftreten. Der Referenz-Spitzenwert der Bodenbeschleunigung beträgt in dieser Erdbebenzone $a_{gR} = 0,4 \text{ m/s}^2$. Entsprechend Bild NA.2 ist der Standort der Baumaßnahme der Geologischen Untergrundklasse S und nach Abschnitt NDP zu 3.1.2(1) der Baugrundklasse C zuzuordnen.

4.5 Einstufung der erschlossenen Schichten in Homogenbereiche nach nach DIN 18300 (Erdarbeiten) und 18320 (Landschaftsbauarbeiten)

Gemäß DIN 18320 (Landschaftsbauarbeiten) ist der Oberboden unabhängig von seinem Zustand vor dem Lösen ein eigener Homogenbereich. Aufgrund der Ergebnisse der Untersuchungen können dem Homogenbereich HB-O die nachfolgend tabellierten Kennwerte zugeordnet werden.

Kennwerte	Homogenbereich Oberboden HB-O
Bodengruppe nach DIN 18196	TL, SU*
Bodengruppenbezeichnung nach DIN 18915	6 – 9
Massenanteil an Steinen > 63 mm bis 200 mm	bis 10 %
Massenanteil an Steinen > 200 mm – 630 mm	0 %

Homogenbereiche sind nach DIN 18300 begrenzte Bereiche, die aus einzelnen oder mehreren Bodenschichten bestehen, die für einsetzbare Erdbaugeräte vergleichbare Eigenschaften aufweisen. Die Einteilung von Homogenbereichen entspricht dem Zustand des Bodens vor dem Lösen. Im vorliegenden Fall ergeben sich folgende drei Homogenbereiche, deren Untergrenzen der Tabelle auf Seite 7 entnommen werden können:

- HB-01: grobkörnige künstliche Auffüllungen (Tragschichten und sandige Auffüllungen)
- HB-02: Auelehmböden und bindige künstliche Auffüllungen
- HB-03: Quartäre Flusssand- und Flusskiesschichten

Tabelle Homogenbereich Erdarbeiten (DIN 18300)

Eigenschaften / Kennwerte	HB-01 grobkörnige Auffüllungen, Tragschichten	HB-02 Auelehm und bindige Auffüllungen	HB-03 Flusssand- und Flusskiesschichten
Bodenklasse nach alter DIN 18300 (2012)	„Bodenklasse 3“	„Bodenklasse 4“	„Bodenklasse 3“
Ortsübliche Bezeichnung	Auffüllung / Tragschicht	Auffüllungen, Auelehm	Quartäre Talfüllung
Farbe	grau, braun	hellbraun, mittelbraun	hellbraun, ockerbraun
Bodengruppe nach DIN 18196	GU, GI	TL, ST, UM	SE, SI, SU
Korngrößenverteilung Feinkornanteil	< 7 %	> 40 %	< 10 %
Massenanteil an Steinen >63mm bis 200 mm	0 bis 10 %	0 %	0 %
Massenanteil Steine >	0 %	0 %	0 %



Eigenschaften /Kennwerte	HB-01 grobkörnige Auffüllungen, Tragschichten	HB-02 Auelehm und bindige Auffüllungen	HB-03 Flusssand- und Flusskieschichten
200 mm–630 mm			
Kohäsion c	0 - 2 kN/m ²	2 - 10 kN/m ²	0 - 2 kN/m ²
Dichte	1,9 – 2,1 t/m ³	1,8 - 2,0 t/m ³	1,7 – 1,9 t/m ³
Wassergehalt	nicht untersucht	8 % bis 26%	nicht untersucht
Undrained Scherfestigkeit cu der bindigen Schichten	nicht bindig	> 100 kN/m ²	nicht bindig
Konsistenz des bindigen Anteils	nicht bindig	steif und halbfest	nicht bindig
Plastizität	nicht bindig	bindige Schichten: gering bis mittel plastisch (I _p = 10 – 12 %)	nicht bindig
Lagerungsdichte	0,3 – 0,7	bindiger Boden	0,3 - 0,7
Organischer Anteil	<10 %	< 5 %	< 5 %

5. FOLGERUNGEN FÜR DIE GEPLANTE BAUMASSNAHME

5.1 Beurteilung des Untergrundes hinsichtlich seiner Tragfähigkeit

Bei den künstlichen Auffüllungen handelt es sich um sehr heterogen beschaffene und ungleichmäßig verteilte Ablagerungen, die daher nicht zur Lastabtragung herangezogen werden sollten.

Aufgrund der sehr unterschiedlichen Wassergehalte der Auelehmböden, die bei gleicher Belastung zu unterschiedlichen Setzungen führen sowie ihrer inhomogenen Verteilung, ist es ratsam, anhand des konkreten Bauprojektes, die zu erwartenden Setzungen abzuschätzen.

Bei den Flusssanden und Flusskiesen handelt es sich um grobkörnige Böden, die nur geringe bindige Anteile enthalten und somit mäßig kompressibel sind, wobei auch die Konsolidationszeit nach der Lastaufbringung nicht sehr lange dauert. Diese Böden sind daher zur Lastabtragung geeignet. Die Belastungshöhe hängt maßgeblich von der Grundbruchsicherheit und der Setzungsempfindlichkeit der Gebäude ab.

Zur Festlegung eines Bemessungswertes des Sohlwiderstands des Bodens nach DIN 1997-1:2009-09 mit Verweis auf DIN 1054:2012-12 (Anhang 6) sind, um die zulässigen Verformungen und die Grundbruchsicherheit nachzuweisen, Angaben zu den Gebäudelasten notwendig. Diese liegen uns derzeit nicht vor. Ebenso liegt uns zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung keine Planung vor, so dass auch keine ungefähren Lasten orientierend abgeschätzt werden können. Wir sind daher hergegangen und haben anhand von Grundbruchberechnungen eine Variation von Setzungsbreiten



und Bemessungswerte des Sohlwiderstandes zur Setzungsabschätzung jeweils für Streifen- und Einzelfundament durchgeführt. Die Ergebnisse sind grafisch in den Anlagen 5.1 (Streifenfundamente) und 5.2 (Einzelfundamente) dargestellt. Hieraus ist ersichtlich, dass man je nach Fundamentbreite und zugelassenen Setzungen, Bemessungswerte des Sohlwiderstandes für sandig-kiesigen Ablagerungen in der Größenordnung von 300 kN/m² bis 400 kN/m² für Streifenfundamente und von 350 kN/m² bis 400 kN/m² für Einzelfundamente zunächst für planerische Zwecke anwenden kann.

Die oben getroffenen Aussagen können jedoch einen Nachweis der Setzungen und der Grundbruchsicherheit für konkrete Bauvorhaben nicht ersetzen.

5.2 Auflagerung der Bodenplatte

Da die Sande aufgrund ihrer Korngrößen einen kapillaren Aufstieg von Bodenfeuchte nicht verhindern können, ist direkt unter der Bodenplatte zum Schutz vor Bodenfeuchte eine mindestens 20 cm dicke kapillARBrechende Sohlfilterschicht anzuordnen. Als Material kommen hierzu alle raumbeständigen Mineralstoff-Gemische in Frage die keine Kornanteile < 2 mm besitzen (ohne Sandanteile und ohne bindige Beimengungen). Insbesondere kommen hierzu Schotter-Splitt-Gemisch (z.B. 2/45 mm oder 2/56 mm) und Kiesgemische (z.B. 2/32 mm) in Frage. Vor dem Einbringen der Sohlfilterschicht soll auf der Baugrubensohle ein reißfestes Filtervlies (GRK 4) verlegt werden, um einen filterstabilen Übergang zum anstehenden bindigen Boden zu gewährleisten. Vor dem Betonieren der Bodenplatte muss die Sohlfilterschicht mit einer Folie abgedeckt werden, um sie vor einem Zusetzen mit Betonschlämme zu schützen.

5.3 Baugrubengestaltung und Wasserhaltung

Da noch keine Planung, insbesondere Angaben über Untergeschosse vorliegen, ist noch keine Aussage über die Gestaltung von Böschungen möglich. Nach DIN 4124 können Böschungen frei und ohne rechnerischen Nachweis geböscht werden, wenn sie nicht durchströmt sind und ihre Standhöhe weniger als 5 m beträgt. Dies trifft im vorliegenden Fall voraussichtlich für einfach unterkellerte Gebäude zu. Bei den voraussichtlich in der Baugrube anstehenden Böden, kann in Anlehnung an die DIN 4124 Böschungsneigungen von maximal 45° vorgesehen werden. Unter Umständen ist aufgrund fehlender Kohäsion der Sandböden auch nur ein flacherer Böschungswinkel möglich. Die endgültige Böschungsgestaltung ist anhand des konkreten Bauvorhabens zu präzisieren.



Wir weisen darauf hin, dass die in der Baugrubensohle anstehenden Böden bei nasser Witterung rasch aufweichen und dann ihre Tragfähigkeit verlieren. Außerdem sind sie dann nur schwer begehbar und mit schweren Baustellengeräten nicht mehr befahrbar. Es empfiehlt sich daher, die oben beschriebene Sohlfilterschicht unmittelbar nach dem Aushub einzubringen und so die Baugrubensohle vor Witterungseinflüssen zu schützen.

Aufgrund der Ergebnisse der bisherigen Baugrunderkundung kann zunächst davon ausgegangen werden, dass bei Baugruben, die nicht tiefer als 3 m in den Untergrund einbinden, die Wasserhaltung auf die Ableitung von Niederschlagswasser beschränkt werden kann.

5.4 Schutz des Bauwerks vor Durchfeuchtung aus dem Untergrund

Da bei den Baugrunderkundungen keine Grundwasserzutritte festgestellt wurden (vgl. Abschnitt 4.2), weder in den z. T. bis 4,5 m u. Gel. reichenden Bohrungen noch in den tiefer reichenden Rammsondierungen. Auch unter Berücksichtigung der Ergebnisse von Grundwasserrecherchen in der näheren Umgebung, kann zunächst nur eine allgemeine Aussage zum Schutz von Gebäudeteilen, die bis unter das Gelände hinabreichen gemacht werden. Die Festlegung eines vorläufigen Bemessungswasserstandes wird in Abschnitt 4.2 erläutert (**Bemessungswasserstand ca. 89,5 m NN**) und liegt > 4,5 m u. Gel. Die erforderlichen Maßnahmen zum Feuchteschutz von Bauwerken hängen von der Einbindetiefe der Bauwerke in den Untergrund ab. Objektbezogene Angaben sind daher erst nach Vorliegen einer konkreten Entwurfsplanung möglich. In diesem Zusammenhang halten wir es für zweckmäßig, je nach Umfang der Untergeschosse 3 bis 4 Grundwassermessstellen zur Erkundung der Grundwasserverhältnisse einzurichten und vor Baubeginn und hinsichtlich der Genehmigungsplanung regelmäßig zu beobachten (vgl. auch Abschnitt 4.2).

Die nachfolgenden Angaben haben daher zunächst nur einen orientierenden Charakter und müssen dem konkreten Bauvorhaben angepasst werden.

Wenn die Untergeschosse nicht tiefer als 4 m in den Untergrund einbinden, reicht es voraussichtlich, die erdberührenden Untergeschosswände vor Bodenfeuchte (Kapillar- und Haftwasser) und nicht stauendem Sickerwasser mit einem Dränsystem nach DIN 4095 in Verbindung mit einer Bauwerksabdichtung nach der Wassereinwirkungsklasse W 1.2-E (Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser) gemäß DIN 18533-1 zu schützen. Hierzu werden die nachfolgenden Hinweise gegeben:

- Erdberührte Wände sind gegen Bodenfeuchte und nichtstauendes Sickerwasser abzudichten (nach DIN 18533-1 – W 1.2-E). Davor ist eine dauerhaft druckfeste, vertikale Sickerschicht (z. B. Betonfiltersteine oder Dränmatten) anzuordnen. Darunter ist eine Außendränä-



ge zu verlegen, die mit Kies (Körnung 2/32 mm oder 4/32 mm) ummantelt wird. Die Rohrummantelung lässt sich durch eine Umhüllung mit einem Filtervlies gegenüber dem natürlichen Boden oder einer Arbeitsraumverfüllung aus bindigem oder gemischtkörnigem Material filterstabil halten.

- Die Dränleitungen sollen aus allseits perforierten oder geschlitzten Rohren (\varnothing 100 mm) bestehen. Sie müssen eine ausreichende Scheiteldruckfestigkeit besitzen, damit sie durch die Überdeckung der Arbeitsraumverfüllung nicht zusammengedrückt werden.
- Es empfiehlt sich, Dränrohre mit glatter Innenwandung zu verwenden. Dadurch wird die Kalkausfällung und Verkrustung verringert.
- Es sind in ausreichender Zahl Spülmöglichkeiten bzw. Kontrollschächte vorzusehen (mit tagwasserdichter Abdeckung), um das System regelmäßig kontrollieren und gegebenenfalls spülen zu können.
- Unter den erdberührenden Bodenplatten ist eine mindestens 20 cm dicke Sohlfilterschicht (vgl. auch Abschnitt 5.2) aus Kies oder einem Schotter-Splitt-Gemisch anzuordnen. In den Streifenfundamenten sind Durchflussöffnungen vorzusehen, um eine hydraulische Verbindung der Sohlfilterschicht mit der Außendränage herzustellen. Dabei muss jedes von Fundamenten umschlossene Feld erfasst werden.
- Die Filterschicht soll durch eine stabile Folie und/oder einen trockenen Unterbeton abgedeckt werden, damit sie nicht beim Betonieren der Sohlplatte zugeschlämmt wird.
- Falls Bauteile unter das Dränniveau hinabreichen (z. B. Schächte, Aufzugstempel oder dgl.), sind sie druckwasserdicht und auftriebssicher auszubilden.
- Auf eine ausreichende Tiefenlage der Dränrohre ist zu achten (OK Dränrohr mindestens 5 cm unter UK-Bodenplatte). An Höhengsprüngen des Gebäudes ist auf dem tieferen Niveau ein eigener Dränstrang zu verlegen.
- Das fertige Außengelände soll mit einem Gefälle angelegt werden, das vom Gebäude weg gerichtet ist, um Oberflächenwasser vom Gebäude und den Arbeitsräumen fernzuhalten. Befestigte Außenflächen sollen mit einer separaten Oberflächenentwässerung versehen werden.
- Die rückstaufreie Ableitung des Dränwassers muss jederzeit gewährleistet sein. Falls dies nicht mit freiem Gefälle möglich ist, muss eine Hebeanlage dazwischen geschaltet werden.

Im Übrigen verweisen wir auf die genannte DIN 4095.



Falls auf ein Dränsystem nach DIN 4095 verzichtet werden soll oder ein höherer Grundwasserspiegel, wie bisher angenommen nachgewiesen wird oder aber auch, wenn Gebäude tiefer als 3 m in den Untergrund einbinden, ist bei den vorliegenden Baugrundverhältnissen eine Abdichtung der erdberührenden Wände und der Bodenplatte nach DIN 18533-1 unter Berücksichtigung der Einwirkungsklasse W 2.2-E erforderlich (Eintauchtiefe > 3 m). Hierbei ist die Auftriebssicherheit des Untergeschosses, insbesondere die, der Bodenplatte sicherzustellen. Wenn keine Sicherheitsdränage angeordnet wird, ist der hierzu heranzuziehende Bemessungswasserstand mit dem fertigen Gelände gleich zu setzen. Es ist auch denkbar, auf einem tieferen Niveau eine ständig rückstaufreie Sicherheitsdränage anzuordnen, bis zu deren Niveau die Auftriebssicherheit nachzuweisen ist.

5.5 Arbeitsraumverfüllung

Bei Untergeschossen mit Arbeitsraum richtet sich die Art und Qualität der Verfüllung nach der späteren Nutzung der Oberflächen über den ehemaligen Arbeitsräumen. Unter befestigten Flächen (unterhalb Bodenplatten, Zugängen, Zufahrten etc.) kommt es auf eine möglichst verformungsarme Verfüllung der Arbeitsräume an.

Hierzu eignen sich alle grob- und gemischtkörnigen, verwitterungsbeständigen Mineralstoffgemische, die ausreichend weit gestuft sind (z. B. Bodengruppen nach DIN 18196: SW, SI, SU, GW, GI, GU) und deren Feinkornanteil (bindiger Anteile = Kornfraktion < 0,063 mm) unter 15 Gew.-% liegt. Insbesondere kommen hierzu Schotter-Splitt-Gemische nach ZTV SoB-StB 04² (so genanntes Schotter-Tragschicht-Material), Kies-Sand-Gemische und Siebschutt mit weniger als 15 % bindigen Anteilen in Frage. Es können auch Recycling-Baustoffe verwendet werden, wenn sie den Anforderungen nach TL SoB-StB 04³ entsprechen. Unter Umständen kann auch bindiger Boden verwendet werden, wenn er in einem verdichtungswilligen Zustand vorliegt (halbfeste Konsistenz, eventuell mit einem Bindemittel verbessert). Man muss hierbei berücksichtigen, dass bei gleichem Verdichtungsgrad, die Setzungen eines bindigen Bodens immer größer sind als bei einem grob- oder gemischtkörnigen Boden. Wir empfehlen für die Arbeitsraumverfüllung unter befestigten Flächen einen Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 100 \%$ vorzuschreiben.

² ZTV SoB-StB 04

Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau, Ausgabe 2004, Fassung 2007, aufgestellt von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln.

³ TL SoB-StB 04

Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau, Ausgabe 2004/Fassung 2007,



In Bereichen, in denen Setzungen und Sackungen in Kauf genommen werden können (z. B. Grünflächen), braucht man an das Material und die Verdichtung keine besonderen Anforderungen stellen. Es kann zur Verfüllung der Arbeitsräume in diesen Bereichen auch Aushubmaterial verwendet werden.

5.6 Hinweise zum Aufbau von Verkehrsflächen

Der Aufbau von Verkehrsflächen richtet sich nach der Verkehrsbelastung und den Untergrundverhältnissen (Tragfähigkeit und Frostsicherheit der anstehenden Böden). In der Regel erfolgt eine Bemessung des erforderlichen Aufbaus anhand der „Richtlinien zur Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen“ (RStO12, Ausgabe 2012). Demnach halten wir eine Einstufung der Verkehrsflächen im betrachteten Bereich nach Tabelle 5: „Abstellflächen und zugeordnete Belastungsklasse“ in die Belastungsklasse Bk1,8 (nicht ständig von Schwerverkehr genutzte Flächen) für vertretbar. Diese Belastungsklasse deckt auch im Falle einer Wohnbebauung die dörfliche Hauptstraßen, Quartiersstraßen, Sammel- und Wohnstraßen nach Tabelle 2 der RStO12 ab.

Die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus für die einzelnen Belastungsklassen kann der Tabelle 6 der RStO12 entnommen werden und richtet sich nach der Frostempfindlichkeitsklasse der Böden. Je nach Lage der Gradienten der Verkehrsflächen stehen an der Unterkante des frostsicheren Oberbaus unterschiedliche Böden an. Bei einer Geländeerhöhung würde das Aushubplanum möglicherweise in den vorhandenen Tragschichtmaterialien verlaufen (Frostempfindlichkeitsklasse F1). Bei etwa geländegleichem Verlauf der geplanten Verkehrsflächen liegt das Aushubplanum bzw. die Unterkante des Oberbaus teilweise in bindigen oder gemischtkörnigen Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F2 und F3 und teilweise in den steifen und halbfesten Auelehmböden der Frostempfindlichkeitsklasse F3 oder auch bereichsweise in den Flusssanden (Frostempfindlichkeitsklasse F1 bis F3). Dabei ist zu berücksichtigen, dass Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F3, die mit einem Bindemittel zur Erhöhung der Tragfähigkeit konditioniert sind, in die Frostempfindlichkeitsklasse F2 eingestuft werden können. Da in weiten Bereichen mit der Frostempfindlichkeitsklasse 3 zu rechnen ist, werden zunächst nachfolgend diese Verhältnisse berücksichtigt. In diesem Fall beträgt der erforderliche **frostsichere Oberbau bei der Belastungsklasse Bk1,8 nach Tabelle 6 der RStO12 60 cm.**

Der erforderliche frostsichere Gesamtaufbau ergibt sich aus Tabelle 7 der RStO 12 (Mehr- oder Minderdicken aufgrund örtlicher Verhältnisse) wie folgt:



Örtliche Verhältnisse	Gewerbestraße
Frostsicherer Aufbau nach Tabelle 6	0,60 m
wegen Frosteinwirkungszone I (vgl. Bild 6 RStO 12)	± 0,00 m
kleinräumiges Klima ohne besondere Einflüsse	± 0,00 m
Grundwasserverhältnisse > 1,5 m u. Planum	± 0,00 m
Lage der Gradiente geländegleich	± 0,00 m
Fahrbahntwässerung angenommen	- 0,05 m
frostsicherer Gesamtaufbau	0,55 m

Bei einer Bauweise mit Asphaltdeckschicht sind nach der Tafel 1 der RStO 12 verschiedene Kombinationen von ungebundener Tragschicht und Frostschutzschicht möglich. Die einfachste Bauweise ist die, indem unter der bituminös gebundenen Tragschicht eine kombinierte Frostschutz-Tragschicht aus einheitlichem Material anordnet wird. Die Dicke dieser kombinierten Frostschutz-Tragschicht ergibt sich aus dem frostsicheren Oberbau abzüglich der bituminös gebundenen Schichten (Deckschicht und Tragschicht zusammen 20 cm bei Bk1,8) und beträgt im vorliegenden Fall 35 cm. Mit dieser Tragschichtmächtigkeit kann in der Regel der erforderliche E_{V2} -Wert von 120 MN/m² auf der Oberkante der Frostschutzschicht problemlos erzielt werden, wenn auf dem Erdplanum der geforderte E_{V2} -Wert von 45 MN/m² vorhanden ist. Die oben getroffene Bemessung stellt ein Beispiel dar und kann je nach Bedarf an die Planung angepasst werden.

Die Verkehrsflächenplanung, insbesondere ihre Höhenlage liegt noch nicht vor. Ausgehend von einer in etwa geländegleichen Höhenlage der Straßen, verläuft das voraussichtliche Erdplanum unter Berücksichtigung eines frostsicheren Gesamtaufbaus von 55 cm in wechselnden Böden. Teils handelt es sich um steife und halbfeste Auelehmböden und teilweise um Flusssande mit unterschiedlich bindigen Anteilen sowie vereinzelt auch um künstliche Auffüllungen. Auf diesen Böden kann erfahrungsgemäß kein E_{V2} -Wert von 45 MN/m² ohne weiteres nachgewiesen werden. Es sind daher Maßnahmen zur Verbesserung der Tragfähigkeit des Planums erforderlich. Da in der Regel eine Stabilisierung des Untergrundes mit einem Kombinationsbindemittel wirtschaftlicher ist als ein Bodenaustausch, wird im Folgenden näher auf die Bodenverbesserung mit Bindemittel eingegangen.

Man kann aufgrund der vorliegenden Erkundungsergebnisse davon ausgehen, dass eine einlagige Bodenstabilisierung mit einer Dicke von ca. 40 cm ausreicht. In der Regel sind zur Erhöhung der Tragfähigkeit kombinierte Bindemittel (z. B. 30 % Weißfeinkalk und 70 % Zement oder 50 % Weißfeinkalk und 50 % Zement) geeigneter als die Verwendung von reinem Weißfeinkalk. Es ist zu beachten, dass bei Wind eine Verwehung von Bindemittel erfolgt. Um die Staubentwicklung in unmittelbarer Nähe von Wohnbebauungen zu minimieren, können staubreduzierte Kombinationsbinde-



mittel verwendet. In der nachfolgenden Tabelle sind ungefähre Anhaltswerte für den Bindemittelbedarf angegeben. Sie beruhen auf Anhaltswerten.

Bindemittelzugabemenge in Gew.-%	Bindemittelzugabemenge in kg/m ³	Bindemittelzugabemenge bei 40 cm Frästiefe in kg/m ²
1,5 %	ca. 22,5, - 27,5	ca. 10 - 12
2,5 %	ca. 37,5 – 45,0	ca. 15 – 18
3,5 %	ca. 50,0 – 62,5	ca. 20 – 25

Da bereits bei der Baugrunderkundung festgestellt wurde, dass die Böden nur noch einen verhältnismäßig geringen Wassergehalt von < 20 % aufweisen, und auch in Zukunft eher mit trockenen Böden gerechnet werden muss, kann es erforderlich werden, dass das Boden-Bindemittelgemisch vor der Verdichtung befeuchtet werden muss.

Die tatsächlich erforderliche Bindemittelmenge und ob eine einlagige Verbesserung reicht, sollte auf einem Testfeld mit anstehenden, repräsentativen Böden ermittelt werden. Gegebenenfalls muss die dort ermittelte, erforderliche Bindemittelmenge den Witterungsverhältnissen angepasst werden.

Bei der Bodenverbesserung ist darauf zu achten, dass nach dem Ausstreuen des Bindemittels der Boden mindestens zweimal gefräst wird. Der Boden muss als feinkrümeliges Boden-Bindemittelgemisch mit homogener Färbung vorliegen. Die Fräse muss in der Lage sein, eine Schicht von 40 cm problemlos zu fräsen. Nach der Verdichtung mit der Schafffußwalze, muss die Fläche glatt gewalzt werden, so dass keine Vertiefungen mehr vorhanden sind, in die Wasser eindringen kann. In diesem Zusammenhang ist darauf zu achten, dass Oberflächenwasser zügig ablaufen kann (entsprechende Gefälle vorsehen).

Bei einem Bodenaustausch statt einer Bindemittelkonditionierung muss man ebenfalls von einer Austauschdicke von 40 cm ausgehen.

Der erforderliche E_{v2} -Wert von 45 MN/m² ist mittels statischer Plattendruckversuche nachzuweisen (vgl. hierzu ZTVE-StB 94, Abschnitt 14).

6. ALTLASTEN, GEOGENE BELASTUNGEN

Geogene Belastungen sind innerhalb der quartären und pleistozänen Talfüllungen des Rheintales nicht bekannt. Bei den Bohrungen selbst wurden organoleptisch keine Hinweise auf Schadstoffe im Untergrund festgestellt.

Unabhängig davon wurde erhoben, dass es sich bei dem südlichen Teilgrundstück 1501/3 um einen ehemaligen Ablagerungsplatz handelt. Daher wurden in diesem Bereich die Bohrungen (BS 1 bis BS 6) etwas enger gesetzt. Nachdem festgestellt wurde, dass nur in wenigen Bohrungen künstliche Auffüllungen nachgewiesen werden konnten, wurden die Bohrungen auf 1,5 m Bohrtiefe beschränkt, wenn keine Auffüllungen nachweisbar waren. Letztendlich wurde nur in der Bohrung BS 5 unter dem Oberboden eine Schicht aus anthropogen verunreinigtem Boden (Ziegelstückchen und Fremdminerale) festgestellt. Aus dieser Schicht wurde eine Mischprobe hergestellt, die nach LAGA auf Schadstoffe untersucht wurde. Hierbei ergab sich, dass mit Ausnahme des Parameters PAK keine grenzwertüberschreitenden Konzentrationen an Schadstoffen festgestellt wurden. Aufgrund der PAK-Konzentration von 2,6 mg/kg muss der untersuchte Boden der Einbaukonfiguration Z1.1 zugeordnet werden.

Aufgrund der Tatsache, dass Nahe dem Haupteingang des ehemaligen Real-Marktes eine Wäscherei angeordnet war und dass im Bereich der ehemaligen Tankstelle noch ein Ölabscheider (nördlich der Waschanlage) vorhanden sein soll, wurden auch die Bohrungen BS 14 und BS 15 (Eingangsbereich Real-Markt) sowie BS 20 und BS 21 (nördlich bestehender Waschstraße) entsprechend beprobt und ebenfalls nach LAGA untersucht. Bei keiner der 4 Proben konnte eine Überschreitung der Werte für die Einbaukonfiguration Z0 festgestellt werden.

Die Analyseergebnisse können der Anlage 4.1 im Einzelnen entnommen werden.

Weiterhin wurden den befestigten Flächen Asphaltproben entnommen (insgesamt 10 Untersuchungen) und auf teerhaltige Inhaltsstoffe (PAK) analysiert. Die Konzentrationen lagen bei 0,06 mg/kg bis 0,89 mg/kg und sind somit teerfrei.

Aufgrund der Ergebnisse der Schadstoffanalysen bestehen aus umweltgeologischer Sicht keine Bedenken gegen eine Wohnbebauung auf dem untersuchten Gelände.



7. KAMPFMITTEL

Im Hinblick auf den Aushub, möglicherweise Verbaumaßnahmen und die Gründungsmaßnahmen sollte für das Baugebiet Kampfmittelfreiheit vorliegen, da Kriegseinwirkungen, insbesondere Bombardierungen, während des zweiten Weltkrieges für das betrachtete Gelände, unserer Kenntnis nach noch nicht ausgeschlossen werden können. Im Hinblick auf Verbau- und Gründungsarbeiten wird vor dem Einsatz von Bohrgeräten von den Spezialtiefbauunternehmen erfahrungsgemäß eine Bescheinigung über Kampfmittelfreiheit verlangt.

Die übliche Vorgehensweise zur Erkundung von Kampfmittel wird auf der Internetseite des Landes Rheinland-Pfalz beschrieben (<https://gubd.de/geo/luftbildauswertung/kampfmittel/regelungen-bundeslaender/erkundung-rheinland-pfalz>). Dabei ist zunächst an eine Luftbildauswertung zu denken. Diese kann auch von autorisierten Privatfirmen durchgeführt werden. Adressen hierzu finden sich ebenfalls im Internet auf der nachfolgend in Klammer angegebenen Web-Seite. (https://add.rlp.de/fileadmin/add/Abteilung_2/Referat_23/KMRD/Liste_privater_Fachfirmen_in_der_Kampfmittelbeseitigung.pdf).

8. BEWEISSICHERUNG

Durch Baumaßnahmen, insbesondere bei Verdichtungs- und Abbrucharbeiten entstehen Erschütterungen, die von Personen individuell wahrgenommen werden. Wir empfehlen daher, zu Beginn der Baumaßnahme eine Beweissicherung an den unmittelbar angrenzenden Gebäuden durchführen zu lassen. Die Bauherrschaft und auch der Auftragnehmer sind dann vor ungerechtfertigten Schadensersatzansprüchen geschützt.

9. SCHLUSSBEMERKUNGEN

Der Untergrund am Standort des Bauvorhabens wurde auf der Grundlage von 21 Kernbohrungen und 6 Rammsondierungen beschrieben und beurteilt. Abweichungen zwischen den Aufschlüssen vom hier beschriebenen Befund können nicht ausgeschlossen werden, so dass eine ständige und sorgfältige Kontrolle der bei den Erd- und Gründungsarbeiten angetroffenen Verhältnisse und ein Vergleich zu den Ergebnissen und Folgerungen im Gutachten unerlässlich sind. In Zweifelsfällen ist der Baugrundgutachter zu verständigen.



Bei den Baugrunderkundungen handelte es sich um eine grundstücksorientierte Untersuchung, da noch keine Planung der vorgesehenen Bebauung vorlag. Es ist daher unter Umständen erforderlich, wenn die konkrete Entwurfsplanung vorliegt, die Baugrunderkundungen auf die Planung abstimmen und gegebenenfalls zu ergänzen. Für den Fall, dass Untergeschosse vorgesehen sind, schlagen die Anordnung von 2 bis 4 Grundwassermessstellen zu Erhebung des Grundwasserspiegels vor.

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

Für die Geotechnik Aalen GmbH & Co. KG



Dipl.- Geol. W. Höffner

Dipl.-Geol. G. Däumling

ÜBERSICHTSLAGEPLAN

Plangrundlage: GeoPortal 1: 25.000



Legende:



Untersuchungsgebiet



● Bohrsondierung (BS)/Schwere Rammsondierung (DPH)

Themen

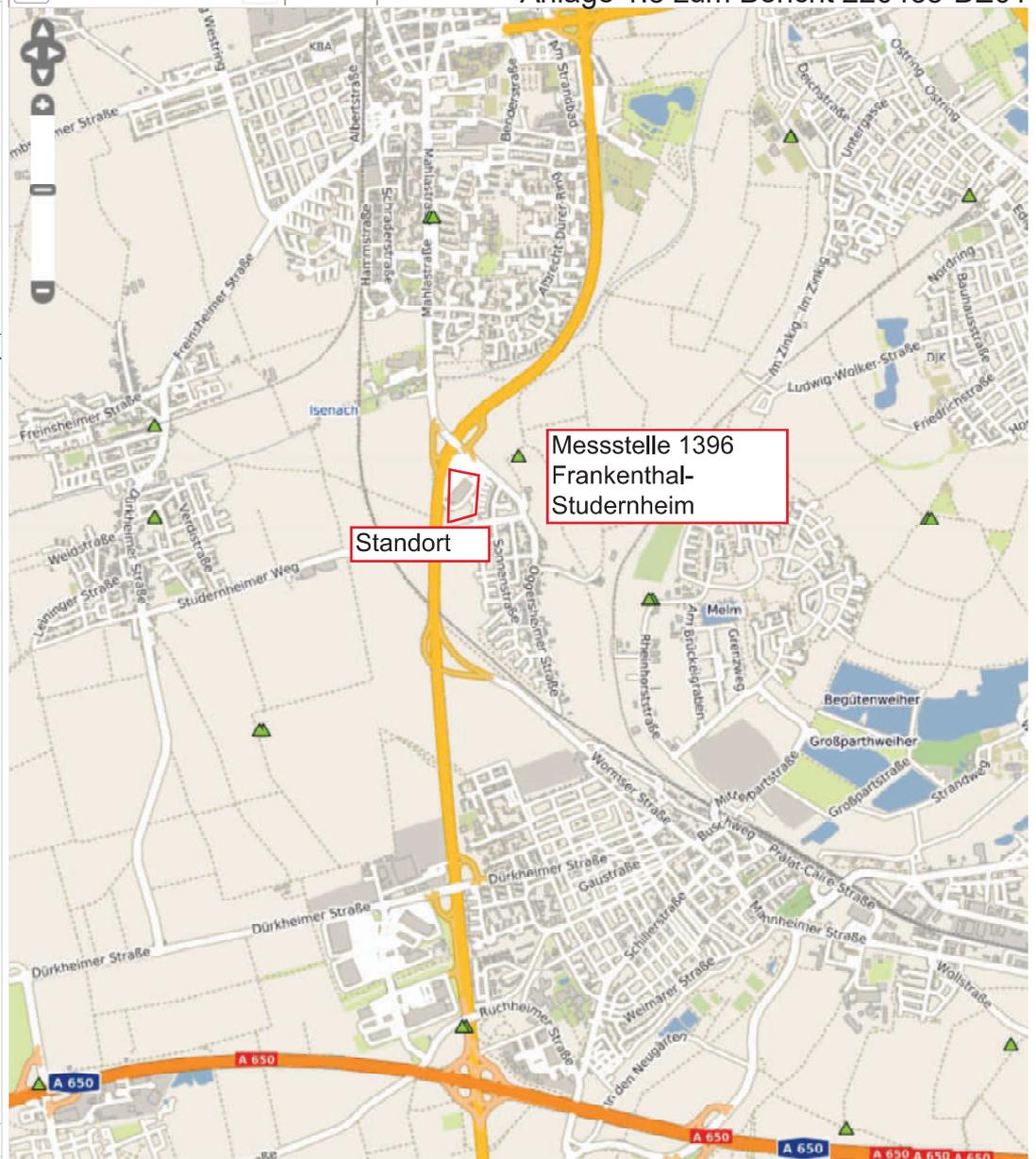
- Grundwassermessstellen
 - Grundwassermessstellen
 - Grundwassermessstellen quantitativ
- ▲ Rohre und Brunnen
- Quellen
- Grundwassermessstellen qualitativ
- Anlagen
- Gewässer
- Wasserschutzgebiete
- Naturschutz
- Grundwasser und Geologie
- Geobasiskarten
- ALKIS

Gemeinden

- Verbandsgemeinden
- Landkreise
- Landesgrenze
- Bundesländer
- Rheinland-Pfalz (OSM)
- Luftbild Rheinland-Pfalz
- Schummerung RLP (DHM, Graustufen)

Aktive Themen

Übersichtskarte



Maßstab 1: 25,000

BS 1

94,87 m NN

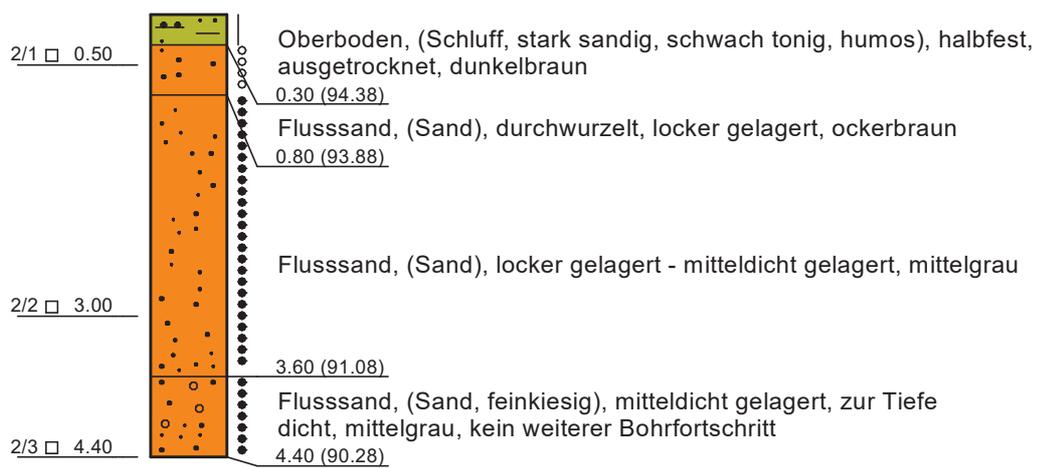


27.04.21/G. Däumling/M 1: 75

(SE)

BS 2

94,68 m NN

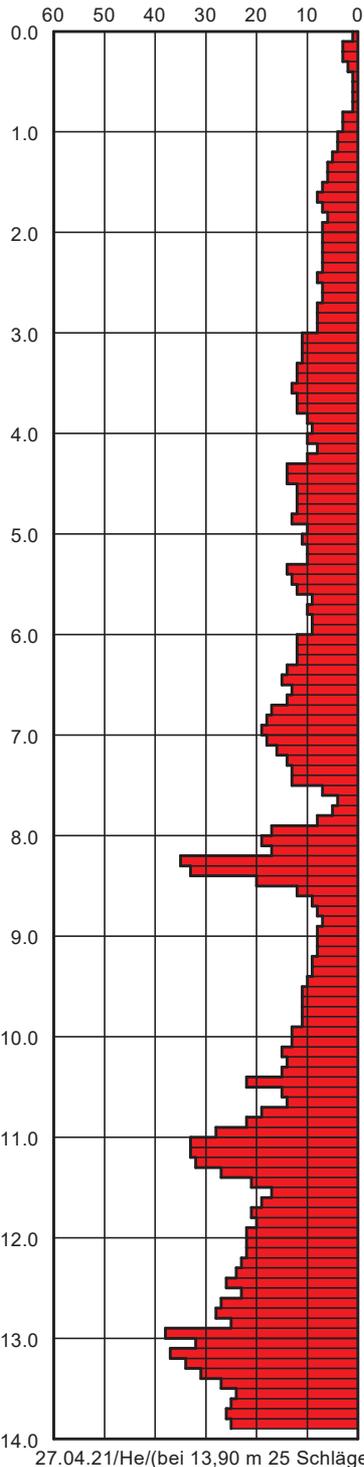


27.04.21/G. Däumling/M 1: 75

DPH 1

94,78 m NN

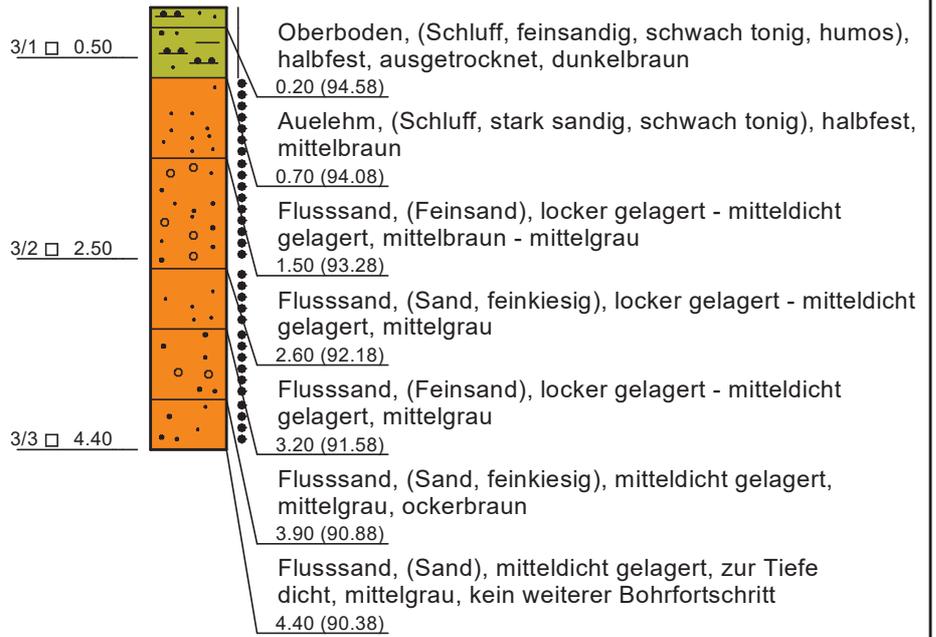
Schlagzahlen je 10 cm



27.04.21/He/(bei 13,90 m 25 Schläge)

BS 3

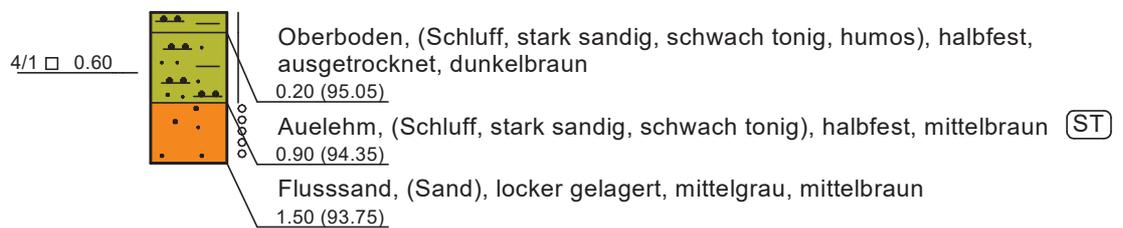
94,78 m NN



27.04.21/G. Däumling/M 1: 75

BS 4

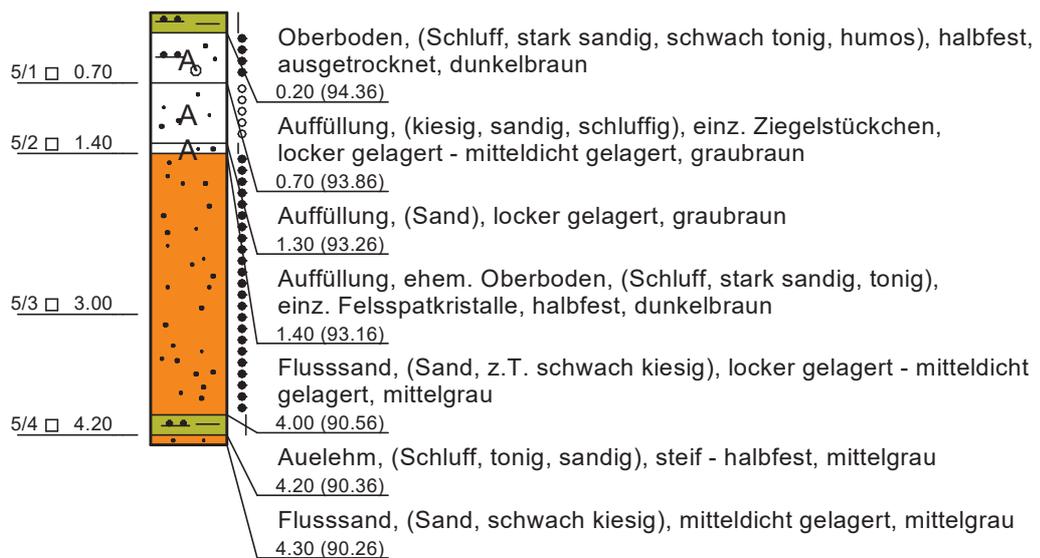
95,25 m NN



27.04.21/G. Däumling/M 1: 75

BS 5

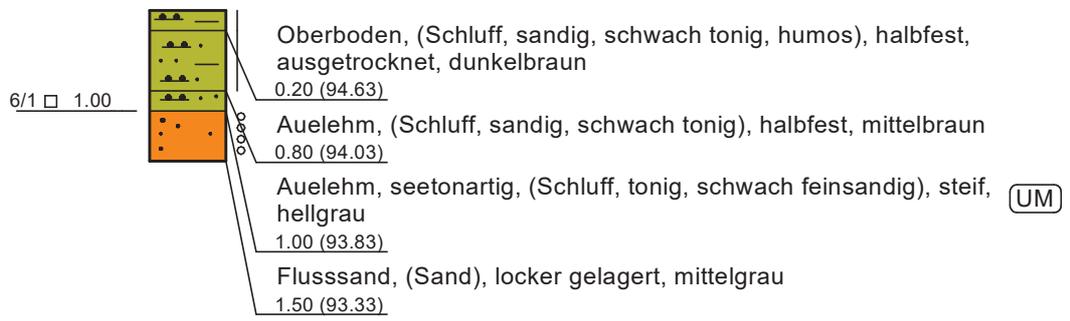
94,56 m NN



27.04.21/G. Däumling/M 1: 75

BS 6

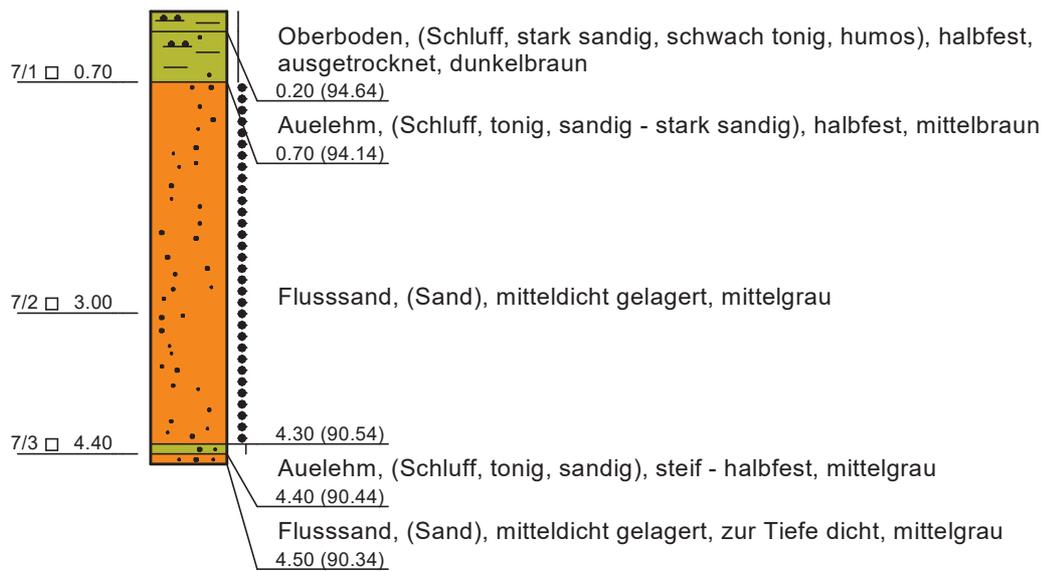
94,83 m NN



27.04.21/G. Däumling/M 1: 75

BS 7

94,84 m NN

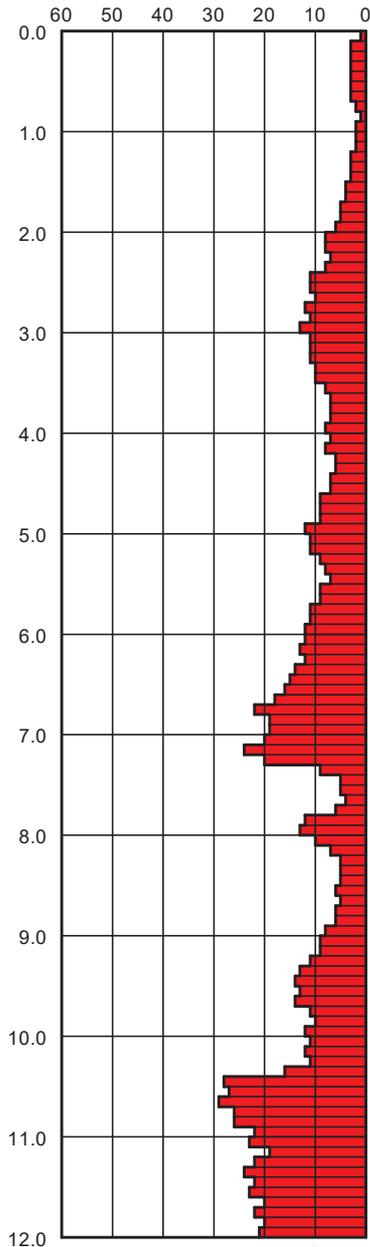


27.04.21/G. Däumling/M 1: 75

DPH 2

94,84 m NN

Schlagzahlen je 10 cm



27.04.21/He/(bei 12,00 m 21 Schläge)

BS 8

94,84 m NN

8/1 □ 0.50

8/2 □ 0.70

8/3 □ 1.50



Oberboden, (Schluff, feinsandig, schwach tonig, humos), halbfest, ausgetrocknet, dunkelgraubraun

0.20 (94.64)

Auffüllung, (Schluff, tonig, feinsandig, schwach humos), Ziegelstückchen, Mörtelstückchen, Kiesgerölle, halbfest - steif, dunkelbraun

0.70 (94.14)

Auelehm, (Schluff, tonig, schwach sandig), steif - halbfest, mittelbraun

1.00 (93.84)

Auelehm, seetonartig, (Schluff, tonig, schwach feinsandig), kalkig, mergelig, halbfest, hellgrau - braun

2.00 (92.84)

Flusssand, (Sand), stark nachbrüchig, locker gelagert, mittelgrau, kein weiterer Bohrfortschritt

2.20 (92.64)

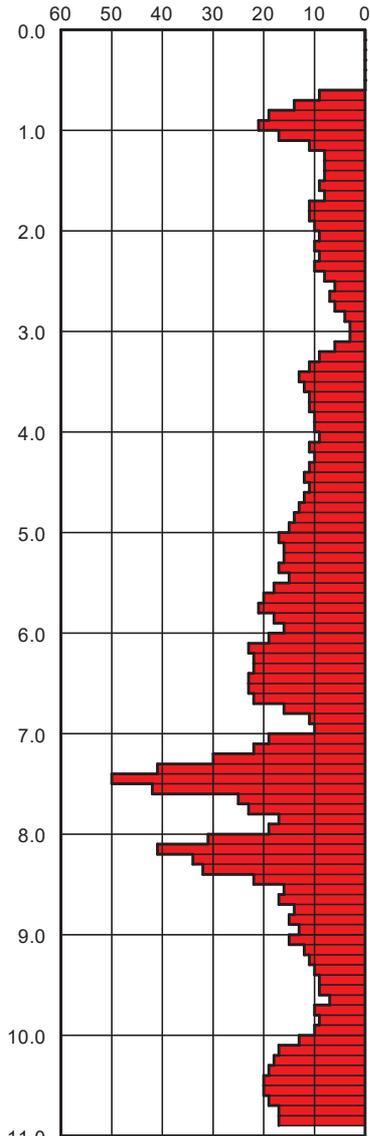
TL

27.04.21/G. Däumling/M 1: 75

DPH 3

94,29 m NN

Schlagzahlen je 10 cm



27.04.21/He/(bei 10,90 m 17 Schläge)

BS 9

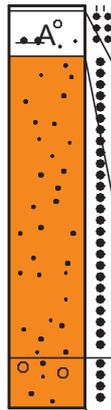
94,29 m NN

9/1 □ 0.05

9/2 □ 0.40

9/3 □ 1.50

9/4 □ 4.00



Schwarzdecke, Asphalt, fest, schwarz
0.05 (94.24)

Auffüllung, Frostschuttschicht-Tragschicht,
(Kies, sandig, schwach schluffig), Kiese:
gebrochenes magmatisches Material, mitteldicht
gelagert - dicht gelagert, graubraun
0.50 (93.79)

Flusssand, (Sand), locker gelagert - mitteldicht
gelagert, mittelgrau
3.50 (90.79)

Flusssand, (Sand, stark kiesig), mitteldicht
gelagert, zur Tiefe dicht, mittelgrau
4.00 (90.29)

27.04.21/G. Däumling/M 1: 75

BS 10

93,39 m NN

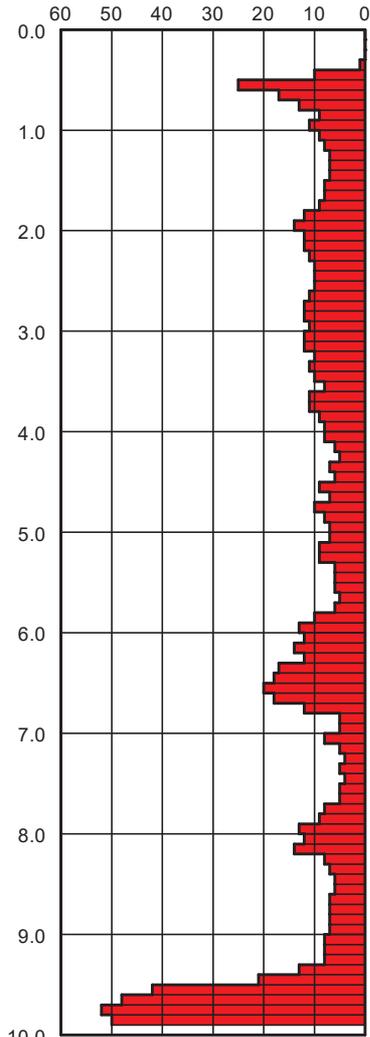


27.04.21/G. Däumling/M 1: 75

DPH 4

94,36 m NN

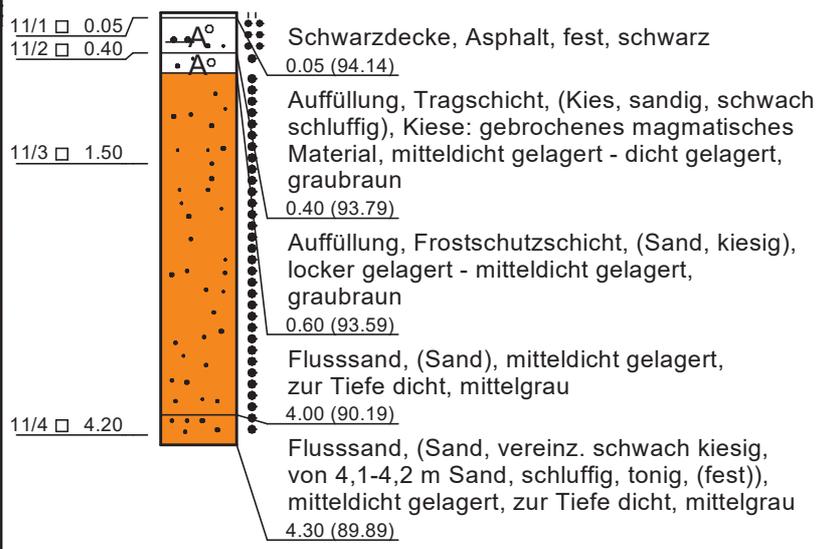
Schlagzahlen je 10 cm



27.04.21/He/(bei 9,90 m 50 Schläge)

BS 11

94,19 m NN

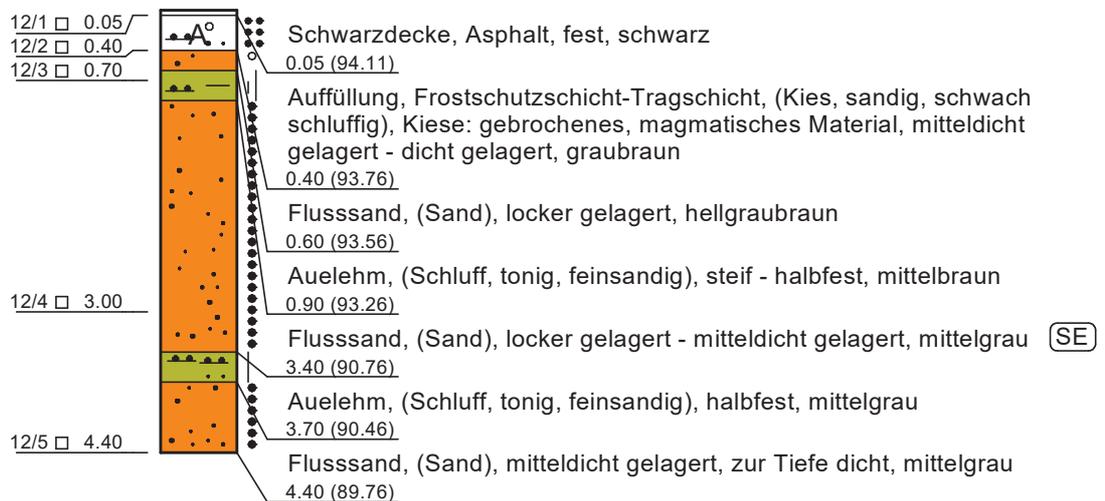


27.04.21/G. Däumling/M 1: 75

SE

BS 12

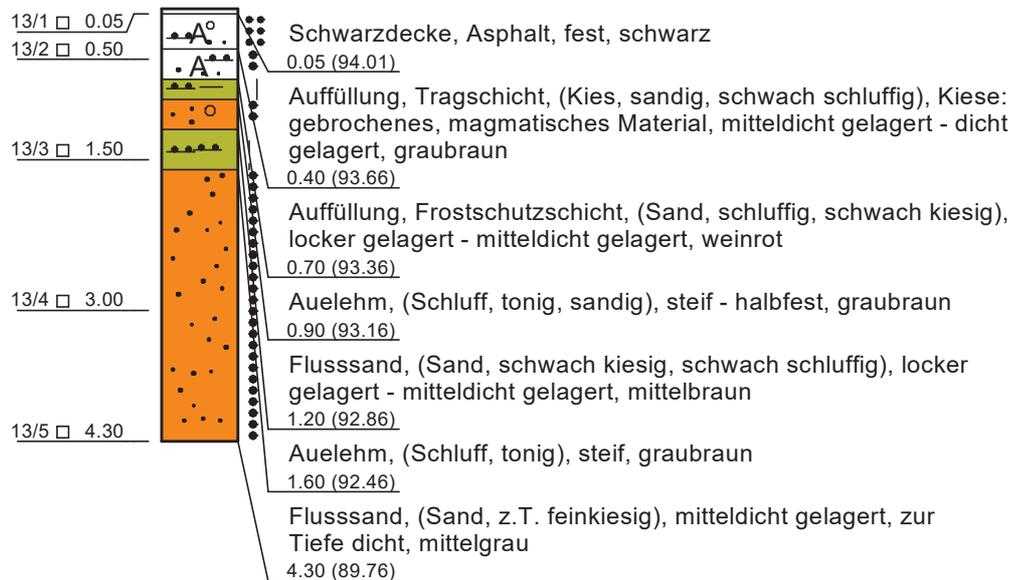
94,16 m NN



27.04.21/G. Däumling/M 1: 75

BS 13

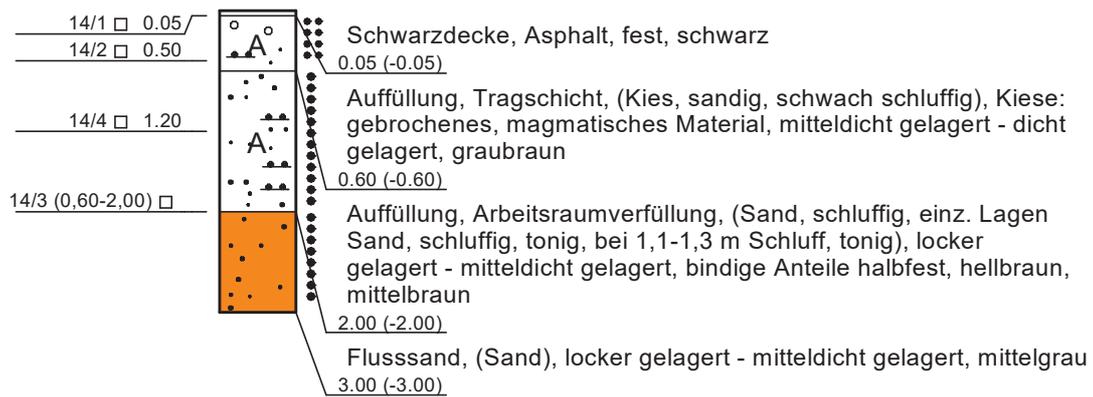
94,06 m NN



28.04.21/G. Däumling/M 1: 75

BS 14

GOK = EFH Marktgebäude



28.04.21/G. Däumling/M 1: 75

BS 15

GOK = EFH Marktgebäude



28.04.21/G. Däumling/M 1: 75

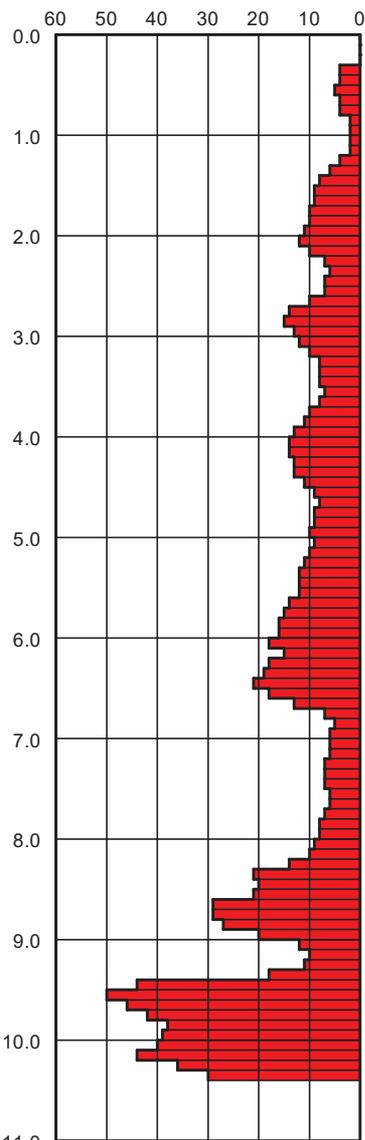
DPH 5

94,04 m NN

Schlagzahlen je 10 cm

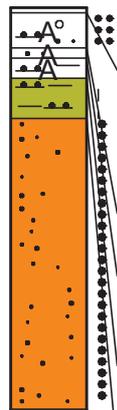
BS 16

94,04 m NN



28.04.21/He/(bei 10,40 m 30 Schläge)

16/1 □ 0.05/
16/2 □ 0.40
16/3 □ 1.00
16/4 □ 3.00

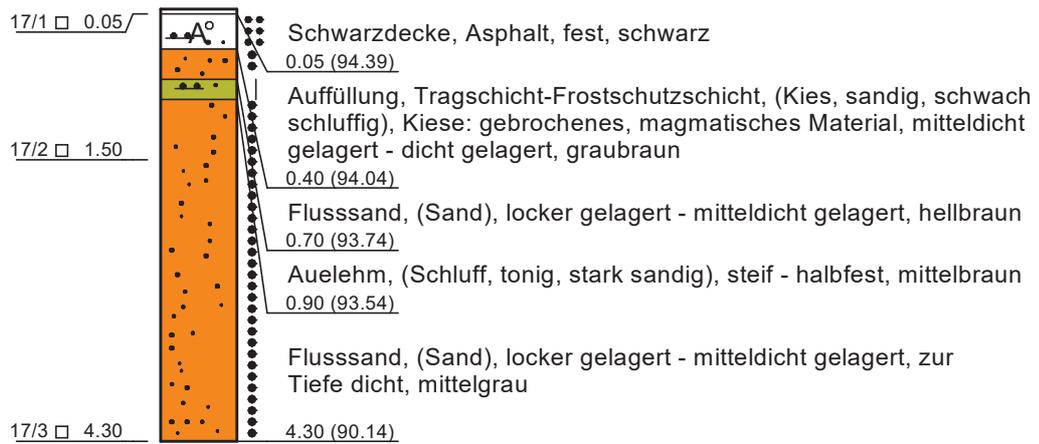


- Schwarzdecke, Asphalt, fest, schwarz
0.05 (93.99)
- Auffüllung, Tragschicht-Frostschuttschicht,
(Kies, sandig, schwach schluffig), Kiese:
gebrochenes magmatisches Material, mitteldicht
gelagert - dicht gelagert, graubraun
0.40 (93.64)
- Auffüllung, (Sand), locker gelagert, mittelgrau
0.50 (93.54)
- Auffüllung, (Schluff, tonig, feinsandig),
steif, mittelgrau
0.70 (93.34)
- Auelehm, (Schluff, tonig, sandig), steif,
mittelbraun
1.10 (92.94)
- Flusssand, (Sand), locker gelagert - mitteldicht
gelagert, zur Tiefe dicht, mittelgrau (SE)
4.00 (90.04)

28.04.21/G. Däumling/M 1: 75

BS 17

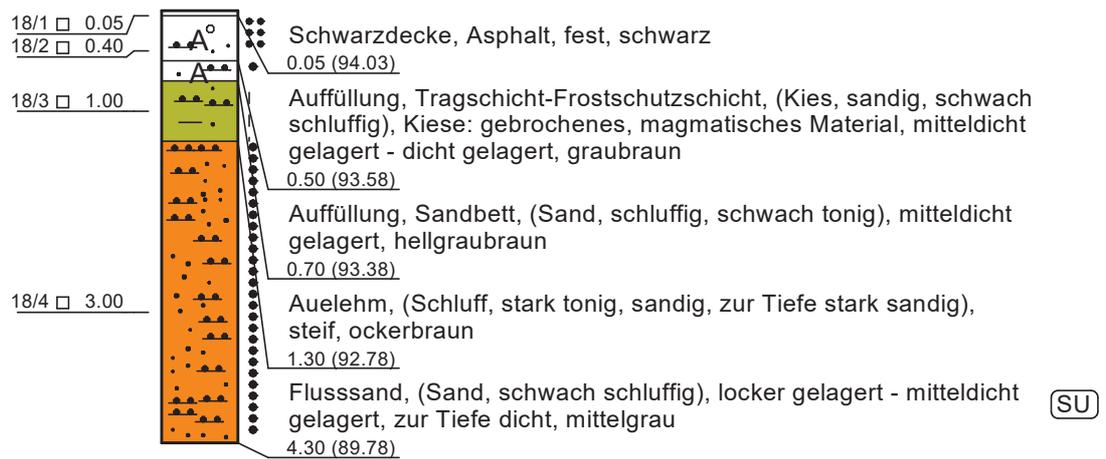
94,44 m NN



28.04.21/G. Däumling/M 1: 75

BS 18

94,08 m NN

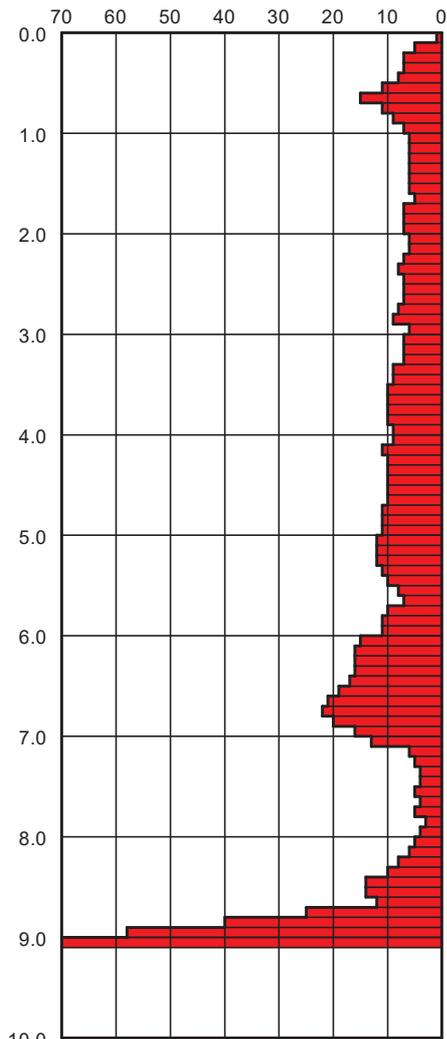


28.04.21/G. Däumling/M 1: 75

DPH 6

94,35 m NN

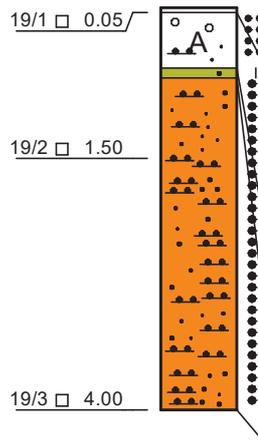
Schlagzahlen je 10 cm



28.04.21/He/(bei 9,10 m 70 Schläge)

BS 19

94,35 m NN



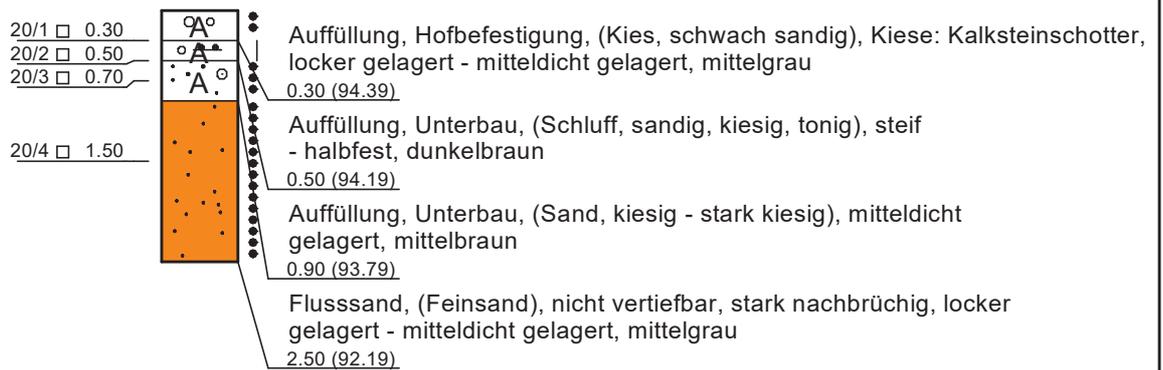
- 19/1 □ 0.05 / Schwarzdecke, Asphalt, fest, schwarz
0.05 (94.30)
- 19/2 □ 1.50 / Auffüllung, Tragschicht-Frostschutzschicht,
(Kies, sandig, schwach schluffig),
Kiese: gebrochenes magmatisches
Material, mitteldicht gelagert
- dicht gelagert, graubraun
0.60 (93.75)
- 0.70 (93.65) / Auelehm, (Schluff, tonig, stark
sandig), steif - halbfest, mittelbraun
- 19/3 □ 4.00 / Flusssand, (Sand, schwach schluffig),
locker gelagert - mitteldicht
gelagert, zur Tiefe dicht, mittelgrau
4.00 (90.35)

28.04.21/G. Däumling/M 1: 75

(SU)

BS 20

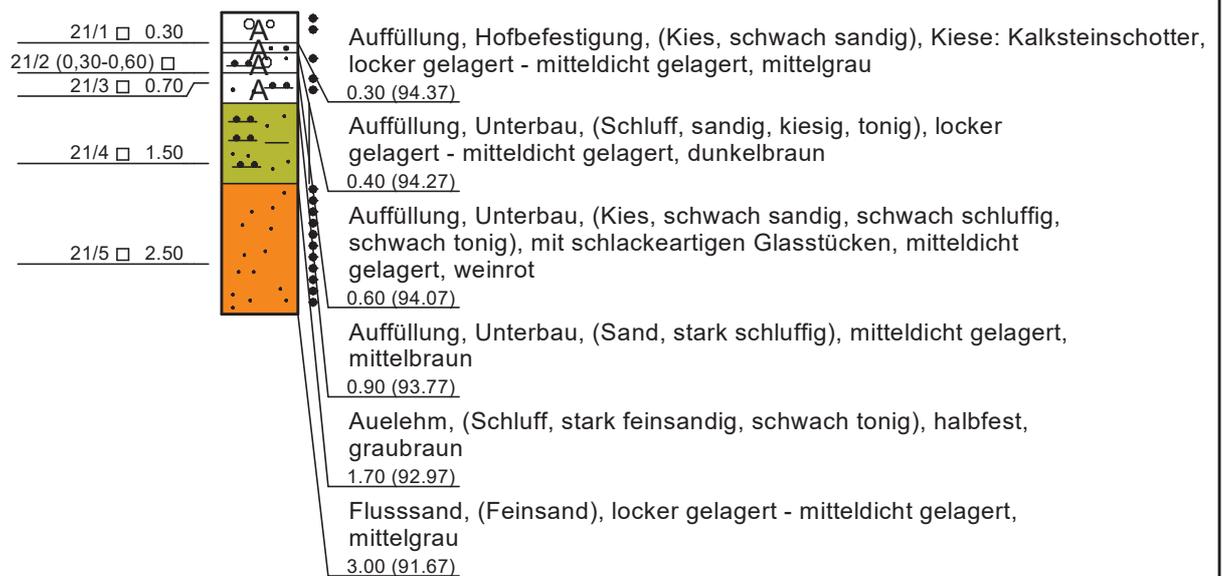
94,69 m NN



28.04.21/G. Däumling/M 1: 75

BS 21

94,67 m NN



28.04.21/G. Däumling/M 1: 75

Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

Entwicklungsprojekt
ehem. Real-Markt in Studernheim

Bearbeiter: Ho

Datum: 07.05.2021

Prüfungsnummer: 220435-kg01-kg09
Entnahmestelle: BS 3 - BS 21
Tiefe: siehe Anlage 2
Bodenart: siehe Anlage 2
Art der Entnahme: gestört
Entnahme: 27./28.04.2021 durch Däu

Probenbezeichnung:	3/1	4/1	6/1
Feuchte Probe + Behälter [g]:	511.50	662.30	516.00
Trockene Probe + Behälter [g]:	479.80	603.90	430.80
Behälter [g]:	110.00	113.20	109.80
Porenwasser [g]:	31.70	58.40	85.20
Trockene Probe [g]:	369.80	490.70	321.00
Wassergehalt [%]:	8.57	11.90	26.54

Probenbezeichnung:	7/1	8/2	13/3
Feuchte Probe + Behälter [g]:	629.90	540.20	701.00
Trockene Probe + Behälter [g]:	579.40	477.40	631.00
Behälter [g]:	115.10	124.00	113.80
Porenwasser [g]:	50.50	62.80	70.00
Trockene Probe [g]:	464.30	353.40	517.20
Wassergehalt [%]:	10.88	17.77	13.53

Probenbezeichnung:	15/5	18/3	21/4
Feuchte Probe + Behälter [g]:	812.40	781.10	632.10
Trockene Probe + Behälter [g]:	753.70	707.30	559.40
Behälter [g]:	110.80	114.40	105.00
Porenwasser [g]:	58.70	73.80	72.70
Trockene Probe [g]:	642.90	592.90	454.40
Wassergehalt [%]:	9.13	12.45	16.00

Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Entwicklungsprojekt
 ehem. Real-Markt in Studernheim

Bearbeiter: He

Datum: 18.05.2021

Prüfungsnummer: 220435-kg01

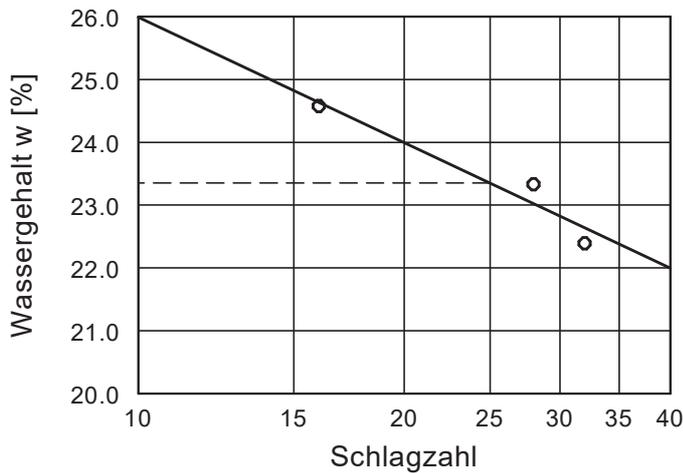
Entnahmestelle: BS 4

Tiefe: 0,60 m

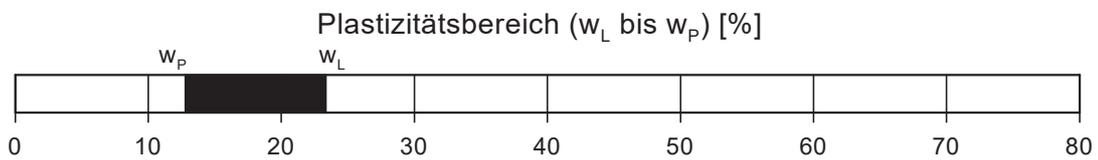
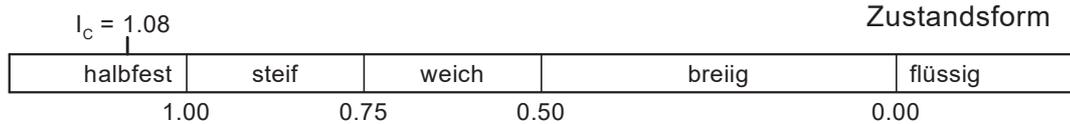
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: Auelehm (ST)

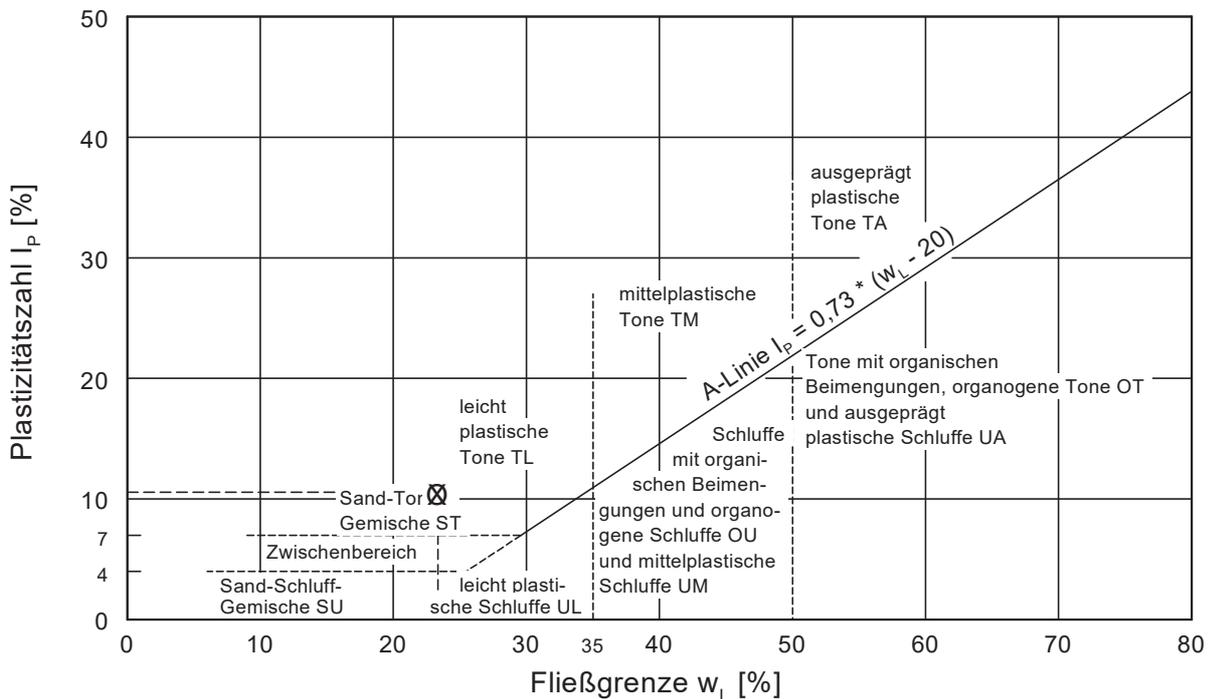
Entnahme: 27.04.2021 durch Däu



Wassergehalt w =	11.9 %
Fließgrenze w_L =	23.4 %
Ausrollgrenze w_P =	12.8 %
Plastizitätszahl I_P =	10.6 %
Konsistenzzahl I_C =	1.08



Plastizitätsdiagramm



Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Entwicklungsprojekt
 ehem. Real-Markt in Studernheim

Bearbeiter: He

Datum: 12.05.2021

Prüfungsnummer: 220435-kg02

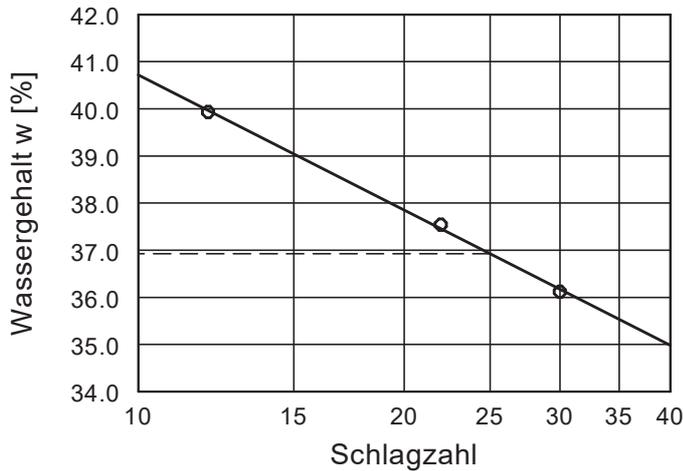
Entnahmestelle: BS 6

Tiefe: 1,00 m

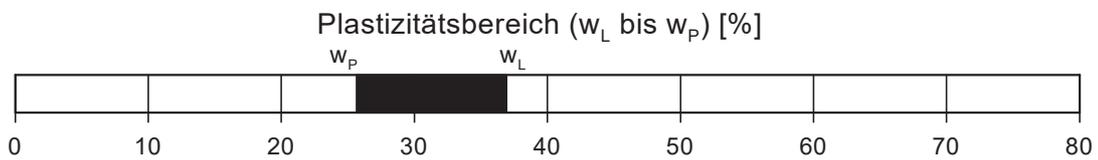
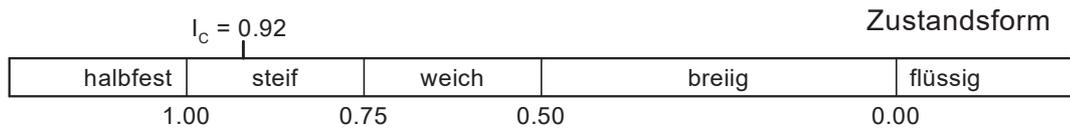
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: Auelehm (UM)

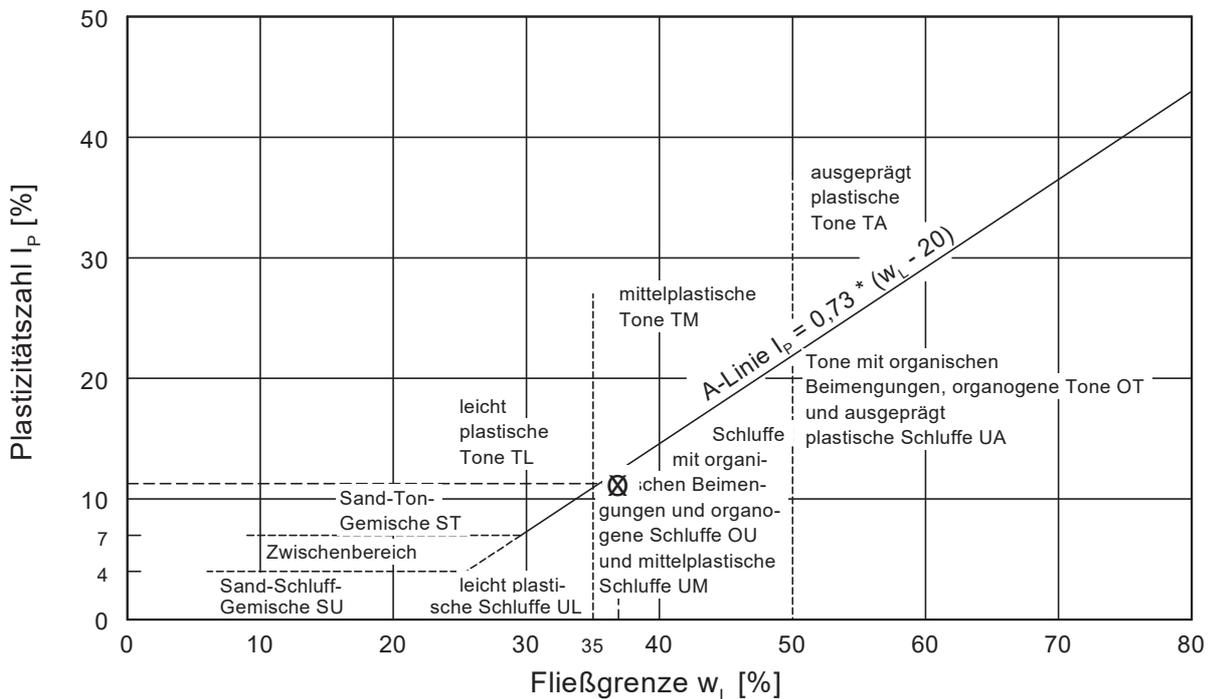
Entnahme: 27.04.2021 durch Däu



Wassergehalt $w = 26.5 \%$
 Fließgrenze $w_L = 36.9 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 25.6 \%$
 Plastizitätszahl $I_P = 11.3 \%$
 Konsistenzzahl $I_C = 0.92$



Plastizitätsdiagramm



Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Entwicklungsprojekt
 ehem. Real-Markt in Studernheim

Bearbeiter: He

Datum: 18.05.2021

Prüfungsnummer: 220435-kg03

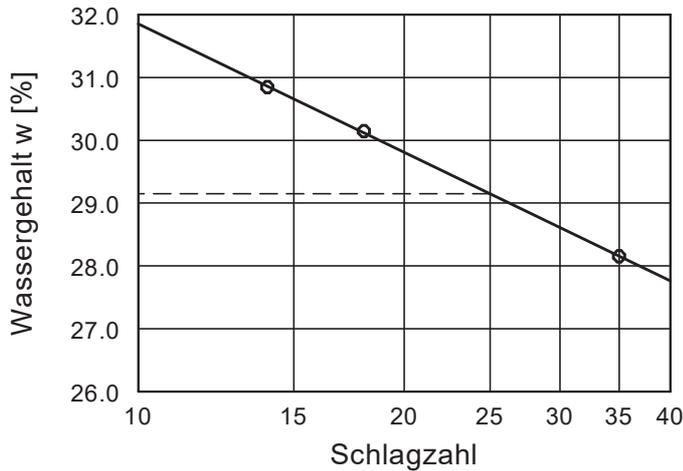
Entnahmestelle: BS 8

Tiefe: 1,50 m

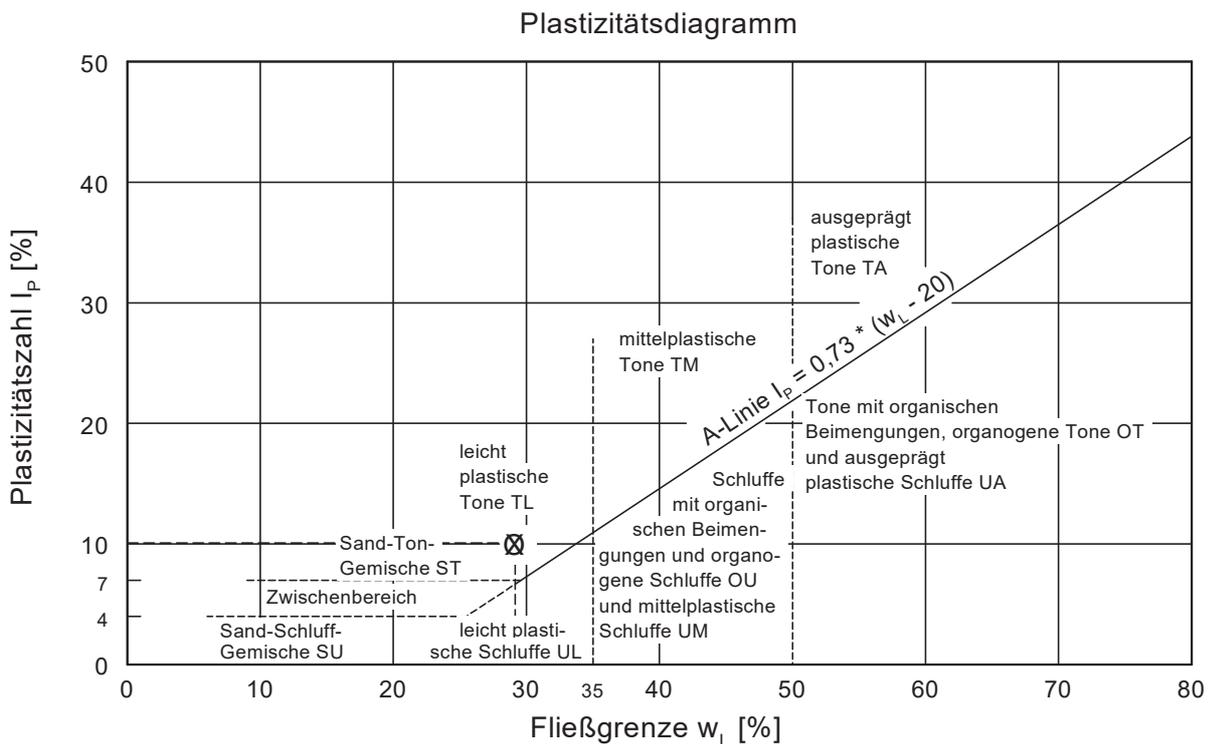
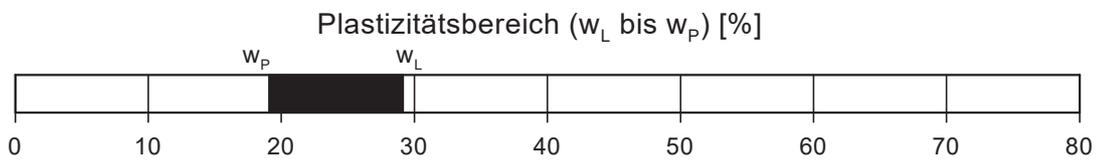
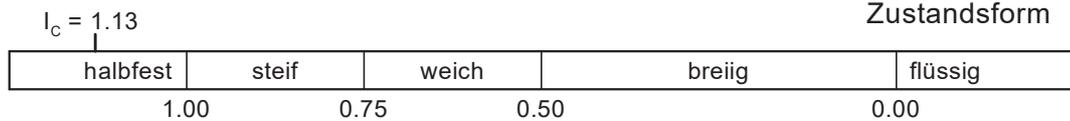
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: Auelehm (TL)

Entnahme: 27.04.2021 durch Däu



Wassergehalt $w = 17.8 \%$
 Fließgrenze $w_L = 29.2 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 19.1 \%$
 Plastizitätszahl $I_P = 10.1 \%$
 Konsistenzzahl $I_C = 1.13$



Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Entwicklungsprojekt
 ehem. Real-Markt in Studernheim

Bearbeiter: He

Datum: 18.05.2021

Prüfungsnummer: 220435-kg04

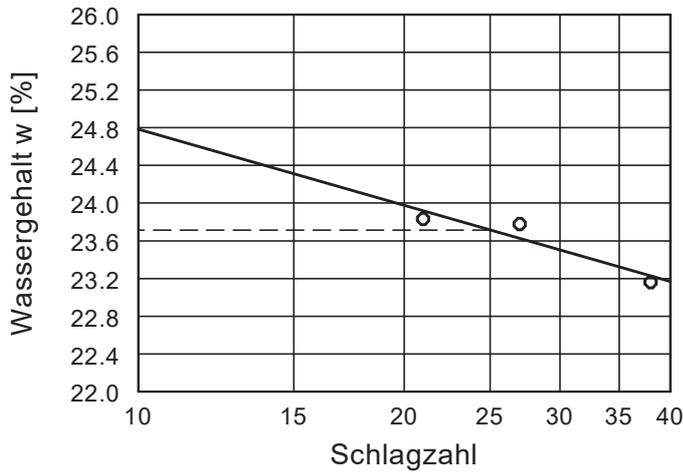
Entnahmestelle: BS 13

Tiefe: 1,50 m

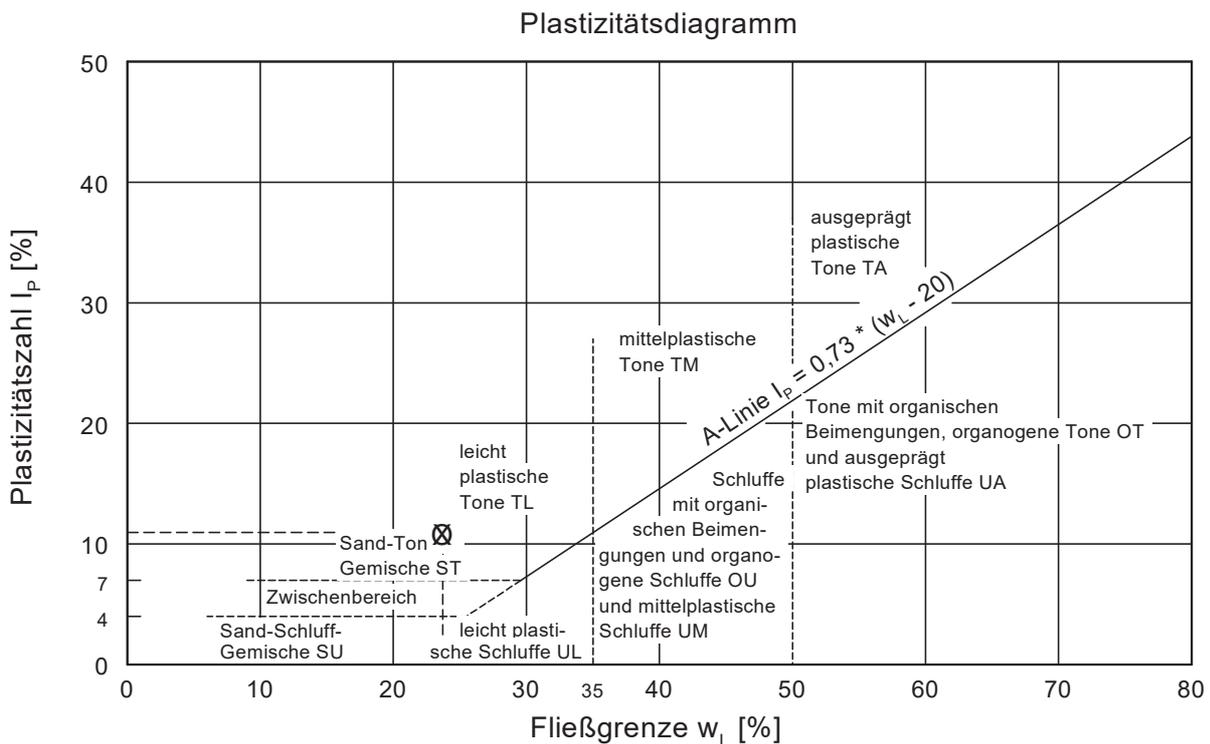
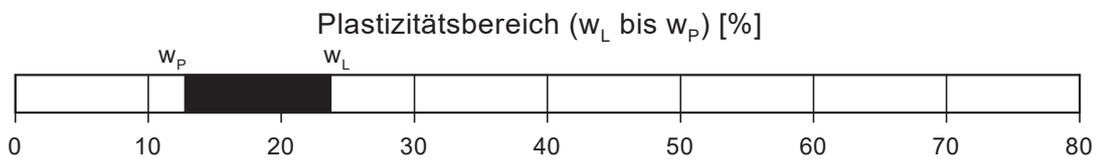
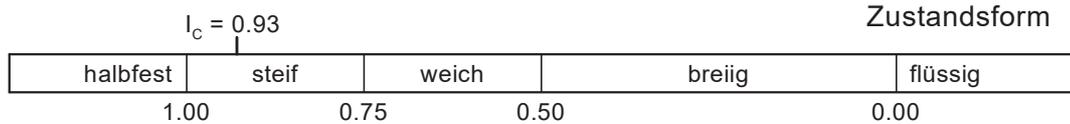
Art der Entnahme: gestört

Bodenart: Auelehm (ST)

Entnahme: 28.04.2021 durch Däu



Wassergehalt $w = 13.5 \%$
 Fließgrenze $w_L = 23.7 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 12.8 \%$
 Plastizitätszahl $I_P = 10.9 \%$
 Konsistenzzahl $I_C = 0.93$



Geotechnik Aalen GmbH & Co. KG

Robert-Bosch-Straße 59
73431 Aalen
fon 07361 - 9406-0

Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4

Entwicklungsprojekt
ehem. Real-Markt in Studernheim

Prüfungsnummer: 220435-kv01-kv04

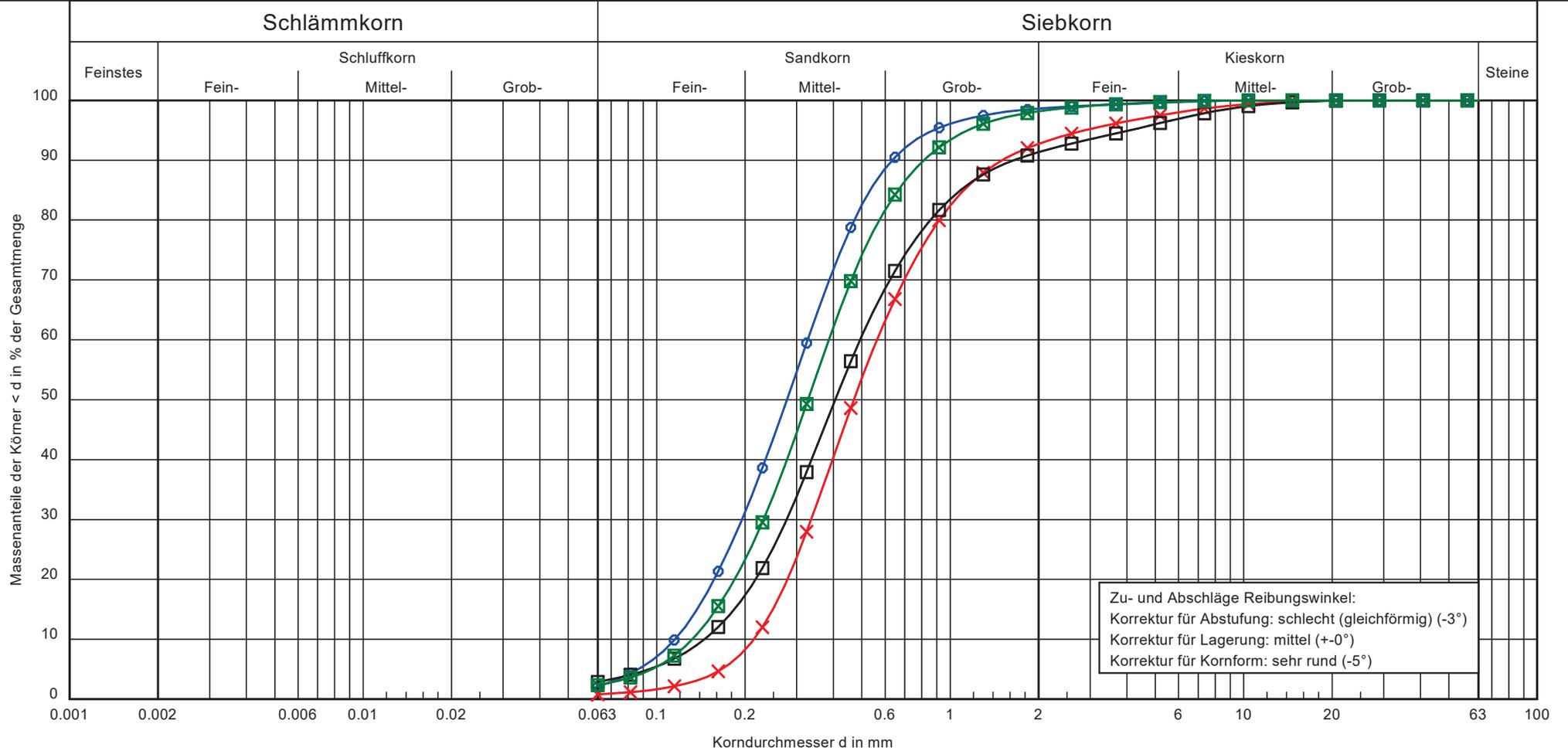
Probe entnommen am: 27.04.2021 durch Däu

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Siebanalyse

Bearbeiter: Ho/St

Datum: 07.05.2021



Signatur:				
Bodenart:	mS, fs, gs'	mS, fs', gs'	mS, fs, gs'	mS, fs, gs'
Tiefe:	1,50 m	3,00 m	3,00 m	4,30 m
k [m/s] (Hazen):	$1.5 \cdot 10^{-4}$	$5.3 \cdot 10^{-4}$	$2.4 \cdot 10^{-4}$	$2.0 \cdot 10^{-4}$
Entnahmestelle:	BS 1	BS 7	BS 12	BS 13
U/Cc	2.8/1.0	2.6/0.9	3.4/1.1	2.9/1.0
Reibungswinkel nach Lang/Huder	29.9	31.4	30.8	30.4
Schichtglied:	Flusssand	Flusssand	Flusssand	Flusssand
Bodengruppe	SE	SE	SE	SE

Bemerkungen:

Bericht: 220435-BE01
 Anlage: 3.3.1

Geotechnik Aalen GmbH & Co. KG

Robert-Bosch-Straße 59
73431 Aalen
fon 07361 - 9406-0

Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4

Entwicklungsprojekt
ehem. Real-Markt in Studernheim

Prüfungsnummer: 220435-kv05-kv07

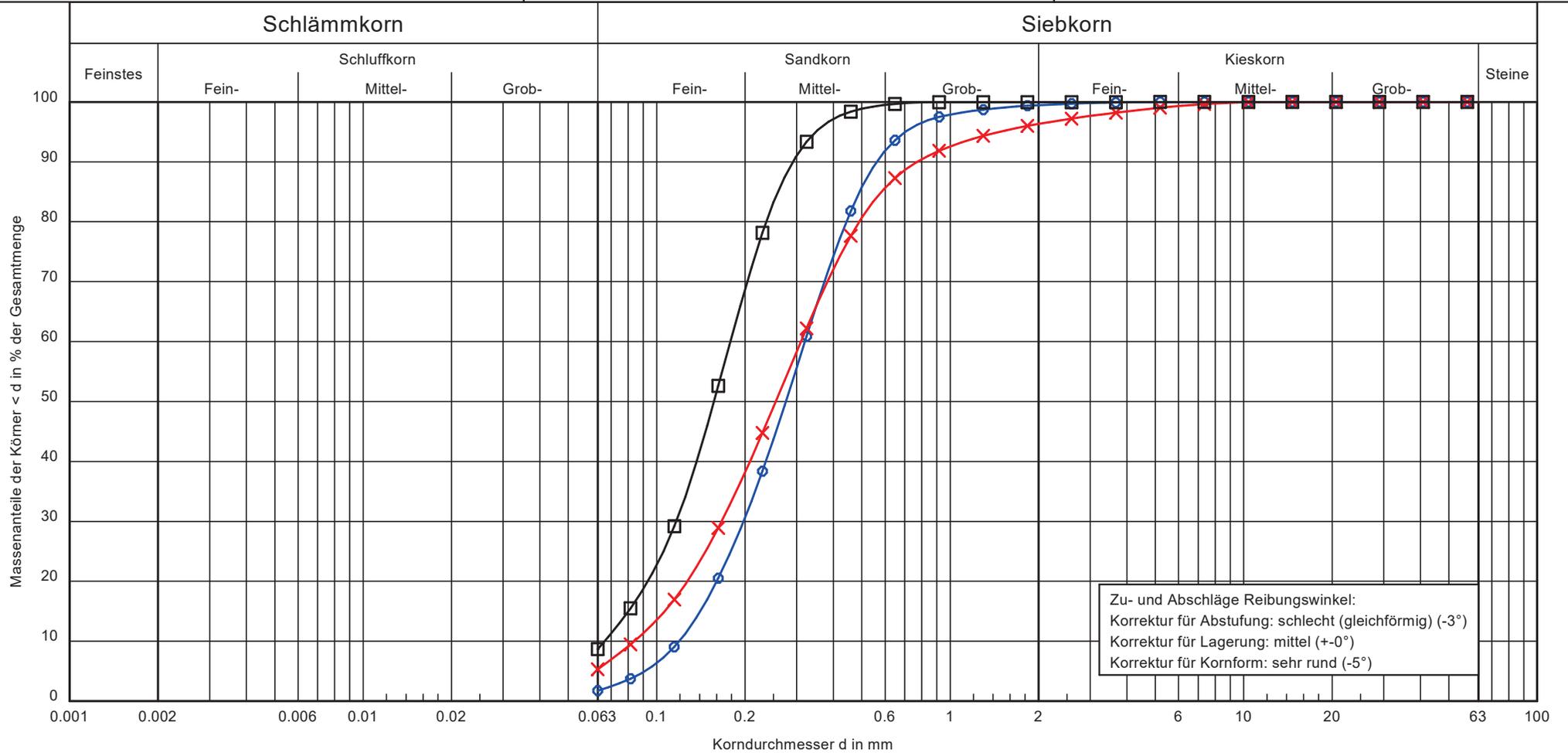
Probe entnommen am: 27.04.2021 durch Däu

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Siebanalyse

Bearbeiter: Ho/St

Datum: 07.05.2021



Signatur:			
Bodenart:	mS, fs*, gs'	S, u'	S, u'
Tiefe:	3,00 m	3,00 m	3,00 m
k [m/s] (Hazen):	$1.6 \cdot 10^{-4}$	$8.2 \cdot 10^{-5}$	$5.1 \cdot 10^{-5}$
Entnahmestelle:	BS 16	BS 18	BS 19
U/Cc	2.7/1.0	3.7/1.1	2.7/1.1
Reibungswinkel nach Lang/Huder	30.0	29.5	27.4
Schichtglied:	Flusssand	Flusssand	Flusssand
Bodengruppe	SE	SU	SU

Bemerkungen:

Bericht: 220435-BE01
 Anlage: 3.3.2

Geotechnik Aalen GmbH & Co. KG

Robert-Bosch-Straße 59
73431 Aalen
fon 07361 - 9406-0

Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4

Entwicklungsprojekt
ehem. Real-Markt in Studernheim

Prüfungsnummer: 220435-kv08-kv09

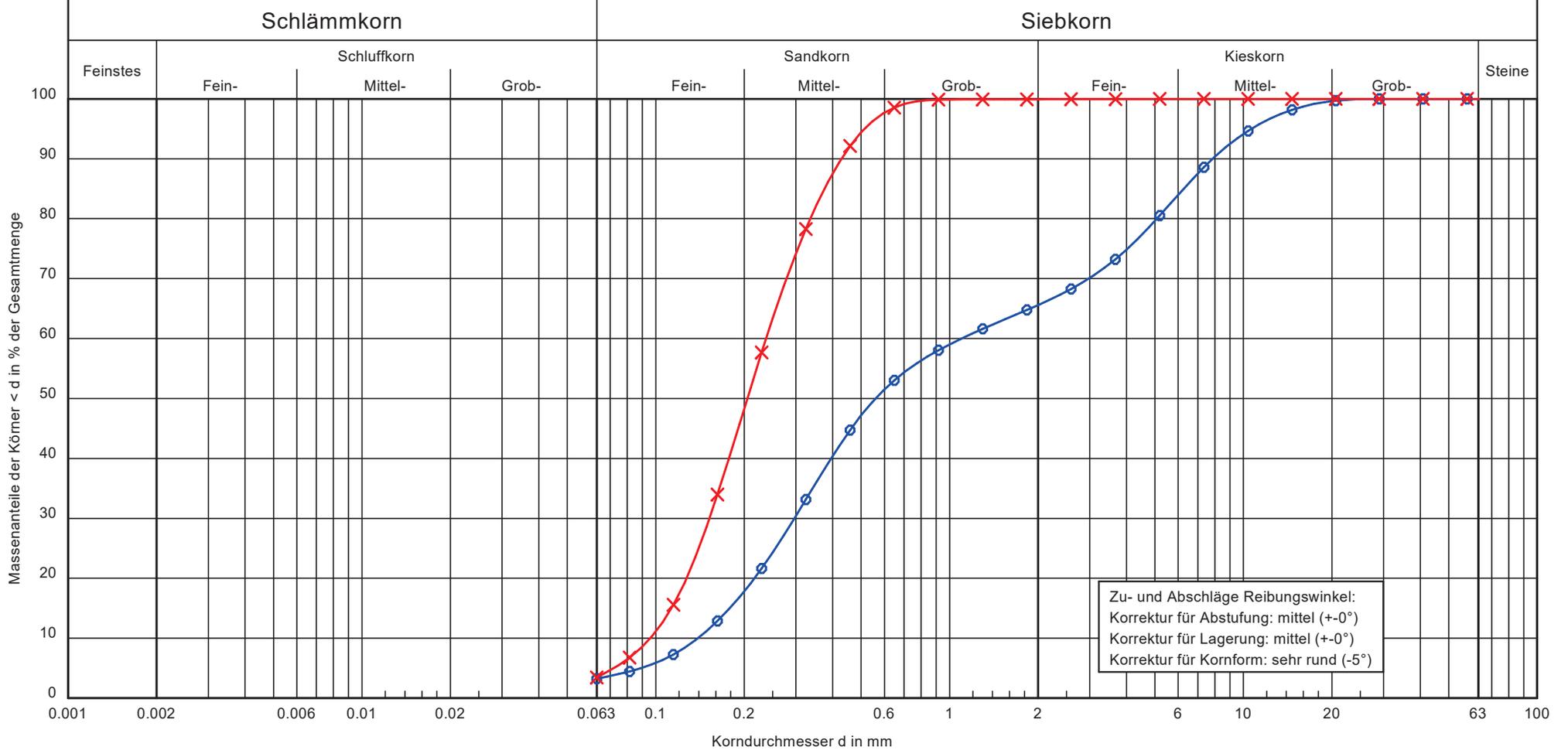
Probe entnommen am: 27.04.2021 durch Däu

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Siebanalyse

Bearbeiter: Ho/St

Datum: 07.05.2021



Zu- und Abschläge Reibungswinkel:
 Korrektur für Abstufung: mittel (+0°)
 Korrektur für Lagerung: mittel (+0°)
 Korrektur für Kornform: sehr rund (-5°)

Signatur:		
Bodenart:	S, q*	mS, fs*
Tiefe:	4,00 m	1,50 m
k [m/s] (Hazen):	2.2 · 10 ⁻⁴	1.1 · 10 ⁻⁴
Entnahmestelle:	BS 9	BS 11
U/Cc:	7.9/0.6	2.5/1.0
Reibungswinkel nach Lang/Huder	33.8	31.8
Schichtglied:	Flusssand	Flusssand
Bodengruppe	SI	SE

Bemerkungen:

Bericht: 220435-BE01
 Anlage: 3.3.3

Geotechnik Aalen GmbH & Co. KG

Robert-Bosch-Straße 59
73431 Aalen
fon 07361 - 9406-0

Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4

Entwicklungsprojekt
ehem. Real-Markt in Studernheim

Prüfungsnummer: 220435-kv10-kv12

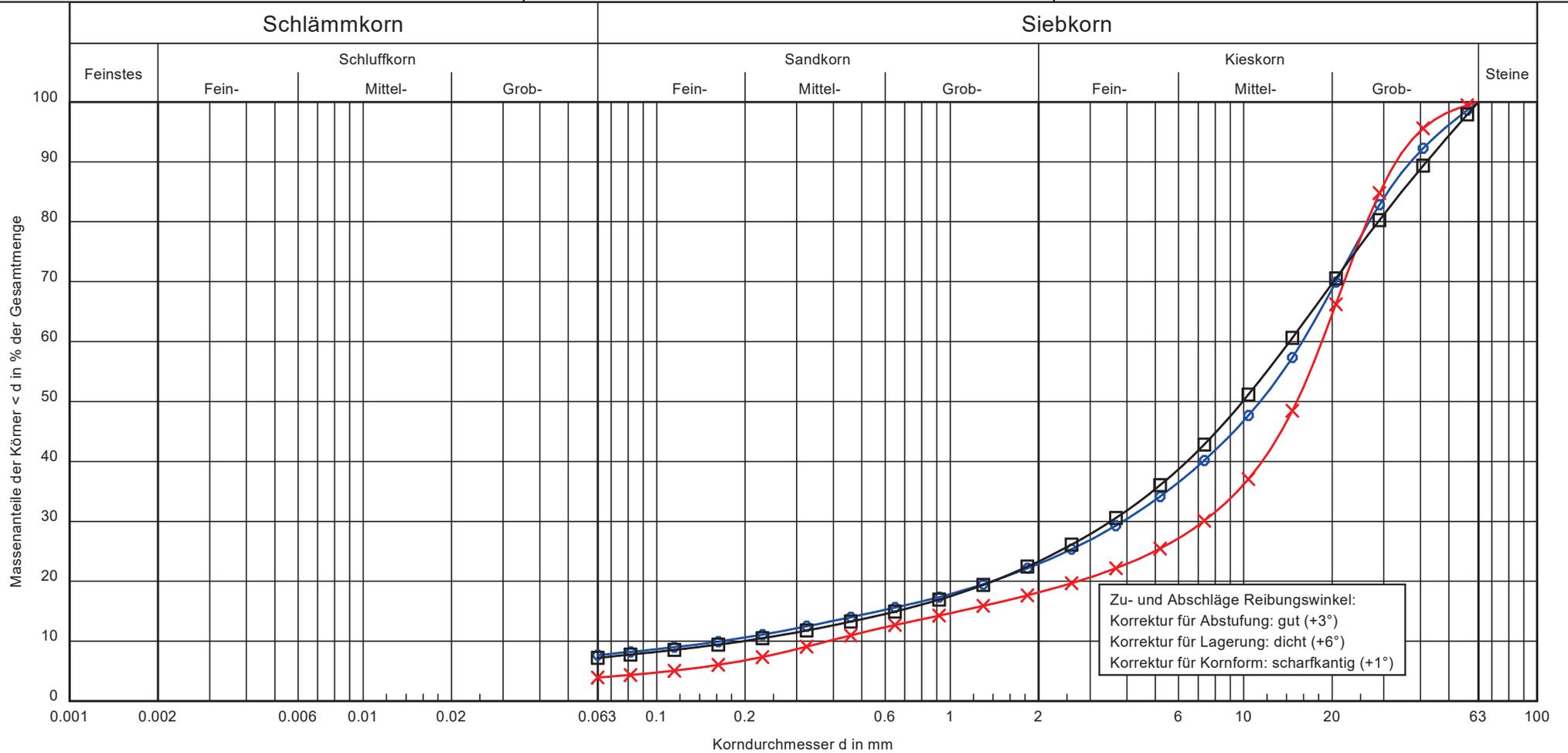
Probe entnommen am: 27.04.2021 durch Däu

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Siebanalyse

Bearbeiter: Ho/St

Datum: 07.05.2021



Signatur:			
Bodenart:	G, s, u'	G, s	G, s, u'
Tiefe:	0,40 m	0,40 m	0,40 m
k [m/s] (Hazen):	$3.2 \cdot 10^{-4}$	$1.7 \cdot 10^{-3}$	$4.5 \cdot 10^{-4}$
Entnahmestelle:	BS 9	BS 12	BS 18
U/Cc	95.8/5.7	48.2/7.5	73.0/4.4
Reibungswinkel nach Lang/Huder	49.3	49.5	49.3
Schichtglied:	Trag-Frostschutz-Schicht	Trag-Frostschutz-Schicht	Trag-Frostschutz-Schicht
Bodengruppe	GU	GI	GU

Bemerkungen:

Bericht:
220435-BE01
Anlage:
3.3.4

1.1 PCB, BTXE, LHKW, PAK

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
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	0,5	1,0	DIN EN 15308 :2016-12
Benzol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Toluol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Ethylbenzol	[mg/kg TS]	< 0,05					
m,p-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05					
o-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Σ BTXE:	[mg/kg TS]	n.n.	< 1	1	3	5	DIN EN ISO 22155: 2016-07
Vinylchlorid	[mg/kg TS]	< 0,01					
Dichlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
1-2-Dichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
cis 1,2 Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
trans-Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Chloroform	[mg/kg TS]	< 0,01					
1.1.1- Trichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
Tetrachlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
Trichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Tetrachlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Σ LHKW:	[mg/kg TS]	n.n.	< 1	1	3	5	DIN EN ISO 22155: 2016-07
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04		0,5	1,0		
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Phenanthren	[mg/kg TS]	0,18					
Anthracen	[mg/kg TS]	0,13					
Fluoranthen	[mg/kg TS]	0,41					
Pyren	[mg/kg TS]	0,3					
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	0,3					
Chrysen	[mg/kg TS]	0,24					
Benzo(b)fluoranthen	[mg/kg TS]	0,34					
Benzo(k)fluoranthen	[mg/kg TS]	0,11					
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	0,23		0,5	1,0		
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	0,07					
Benzo(g,h,i)perylen	[mg/kg TS]	0,13					
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	0,13					
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	2,57	1	5	15	20	DIN ISO 18287 :2006-05

2 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

2.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle, Summenparameter, Chlorid, Sulfat

Parameter	Einheit	Messwert		Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
Eluatherstellung								DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[-]	9,18		6,5-9	6,5-9	6-12	5,5-12	DIN EN ISO 10523:04-2012
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	46		500	500	1000	1500	DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[µg/l]	8		10	10	40	60	DIN EN ISO 17294-2:2017-01
Blei	[µg/l]	< 5		20	25	100	200	DIN EN ISO 17294-2:2017-01
Cadmium	[µg/l]	< 0,2		2	2	5	10	DIN EN ISO 17294-2:2017-01
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5		15	30	75	150	DIN EN ISO 17294-2:2017-01
Kupfer	[µg/l]	< 5		50	50	150	300	DIN EN ISO 17294-2:2017-01
Nickel	[µg/l]	< 5		40	50	150	200	DIN EN ISO 17294-2:2017-01
Quecksilber	[µg/l]	< 0,15		0,2	0,2	1	2	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[µg/l]	< 1		< 1	1	3	10	DIN EN ISO 17294-2:2017-01
Zink	[µg/l]	18		100	100	300	600	DIN EN ISO 17294-2:2017-01
Phenolindex	[µg/l]	< 10		< 10	10	50	100	DIN EN ISO 14402:1999-12
Cyanid (gesamt)	[µg/l]	< 5		< 10	10	50	100	EN ISO 14403 :2012-10
Chlorid	[mg/l]	< 2		10	10	20	30	EN ISO 10304: 2009-07
Sulfat	[mg/l]	< 5		50	50	100	150	EN ISO 10304 :2009-07

Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (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 14.05.2021

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele

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

Analysenbericht Nr.	442/6844	Datum:	14.05.2021
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG
 Projekt :
 Projekt-Nr. : 21282 Kostenstelle :
 Entnahmestelle : Art der Probenahme : Mischprobe
 Art der Probe : Boden Entnahmedatum : 28.04.2021
 Probeneingang : 10.05.2021 Originalbezeich. : MP 14/3+14/4
 Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
 Probenbezeich. : 442/6844 Untersuch.-zeitraum : 10.05.2021 – 14.05.2021

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion (LAGA)

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe							
Trockensubstanz	[%]	92,8	-	-	-	-	DIN EN 14346 : 2007-03
pH-Wert	[-]	8,0	5,5-8	5,5-8	5-9		DIN ISO 10390:2005-02
Arsen	[mg/kg TS]	7,5	20	30	50	150	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	8	100	200	300	1000	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,1	0,6	1	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	16	50	100	200	600	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	7,2	40	100	200	600	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	12	40	100	200	600	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,02	0,3	1	3	10	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	0,5	1	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	28	120	300	500	1500	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser							
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5	1	3	10	15	DIN 38 409 -17 :1984-09
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30					DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50	100	300	500	1000	DIN EN 14039 :2005-01
Cyanid (gesamt)	[mg/kg TS]	< 0,25	1	10	30	100	DIN EN ISO 17380:2013-10

1.1 PCB, BTXE, LHKW, PAK

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
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	0,5	1,0	DIN EN 15308 :2016-12
Benzol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Toluol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Ethylbenzol	[mg/kg TS]	< 0,05					
m,p-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05					
o-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Σ BTXE:	[mg/kg TS]	n.n.	< 1	1	3	5	DIN EN ISO 22155: 2016-07
Vinylchlorid	[mg/kg TS]	< 0,01					
Dichlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
1-2-Dichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
cis 1,2 Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
trans-Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Chloroform	[mg/kg TS]	< 0,01					
1.1.1- Trichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
Tetrachlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
Trichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Tetrachlorethen	[mg/kg TS]	0,02					
Σ LHKW:	[mg/kg TS]	0,02	< 1	1	3	5	DIN EN ISO 22155: 2016-07
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04		0,5	1,0		
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Phenanthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoranthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Pyren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Chrysen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(b)fluoranthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(k)fluoranthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04		0,5	1,0		
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(g,h,i)perylen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	n.n.	1	5	15	20	DIN ISO 18287 :2006-05

2 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

2.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle, Summenparameter, Chlorid, Sulfat

Parameter	Einheit	Messwert		Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
Eluatherstellung								DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[-]	8,58		6,5-9	6,5-9	6-12	5,5-12	DIN EN ISO 10523:04-2012
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	100		500	500	1000	1500	DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[µg/l]	6		10	10	40	60	DIN EN ISO 17294-2:2017-01
Blei	[µg/l]	< 5		20	25	100	200	DIN EN ISO 17294-2:2017-01
Cadmium	[µg/l]	< 0,2		2	2	5	10	DIN EN ISO 17294-2:2017-01
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5		15	30	75	150	DIN EN ISO 17294-2:2017-01
Kupfer	[µg/l]	< 5		50	50	150	300	DIN EN ISO 17294-2:2017-01
Nickel	[µg/l]	< 5		40	50	150	200	DIN EN ISO 17294-2:2017-01
Quecksilber	[µg/l]	< 0,15		0,2	0,2	1	2	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[µg/l]	< 1		< 1	1	3	10	DIN EN ISO 17294-2:2017-01
Zink	[µg/l]	< 10		100	100	300	600	DIN EN ISO 17294-2:2017-01
Phenolindex	[µg/l]	< 10		< 10	10	50	100	DIN EN ISO 14402:1999-12
Cyanid (gesamt)	[µg/l]	< 5		< 10	10	50	100	EN ISO 14403 :2012-10
Chlorid	[mg/l]	< 2		10	10	20	30	EN ISO 10304: 2009-07
Sulfat	[mg/l]	< 5		50	50	100	150	EN ISO 10304 :2009-07

Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (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 14.05.2021

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele

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

Analysenbericht Nr.	442/6845	Datum:	14.05.2021
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber	: Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG		
Projekt	:		
Projekt-Nr.	: 21282	Kostenstelle	:
Entnahmestelle	:	Art der Probenahme	: Mischprobe
Art der Probe	: Boden	Entnahmedatum	: 28.04.2021
Probeneingang	: 10.05.2021	Originalbezeich.	: MP 15/3+15/4
Probenehmer	: von Seiten des Auftraggebers		
Probenbezeich.	: 442/6845	Untersuch.-zeitraum	: 10.05.2021 – 14.05.2021

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion (LAGA)

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe							
							DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	96,3	-	-	-	-	DIN EN 14346 : 2007-03
pH-Wert	[-]	8,1	5,5-8	5,5-8	5-9		DIN ISO 10390:2005-02
Arsen	[mg/kg TS]	3,3	20	30	50	150	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	4,5	100	200	300	1000	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	< 0,05	0,6	1	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	7,9	50	100	200	600	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	2,8	40	100	200	600	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	6,5	40	100	200	600	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,02	0,3	1	3	10	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	0,5	1	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	11	120	300	500	1500	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser							
							EN 13657 :2003-01
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5	1	3	10	15	DIN 38 409 -17 :1984-09
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30					DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50	100	300	500	1000	DIN EN 14039 :2005-01
Cyanid (gesamt)	[mg/kg TS]	< 0,25	1	10	30	100	DIN EN ISO 17380:2013-10

1.1 PCB, BTXE, LHKW, PAK

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
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	0,5	1,0	DIN EN 15308 :2016-12
Benzol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Toluol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Ethylbenzol	[mg/kg TS]	< 0,05					
m,p-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05					
o-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Σ BTXE:	[mg/kg TS]	n.n.	< 1	1	3	5	DIN EN ISO 22155: 2016-07
Vinylchlorid	[mg/kg TS]	< 0,01					
Dichlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
1-2-Dichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
cis 1,2 Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
trans-Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Chloroform	[mg/kg TS]	< 0,01					
1.1.1- Trichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
Tetrachlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
Trichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Tetrachlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Σ LHKW:	[mg/kg TS]	n.n.	< 1	1	3	5	DIN EN ISO 22155: 2016-07
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04		0,5	1,0		
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Phenanthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoranthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Pyren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Chrysen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(b)fluoranthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(k)fluoranthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04		0,5	1,0		
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(g,h,i)perylen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	n.n.	1	5	15	20	DIN ISO 18287 :2006-05

2 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

2.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle, Summenparameter, Chlorid, Sulfat

Parameter	Einheit	Messwert		Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
Eluatherstellung								DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[-]	8,90		6,5-9	6,5-9	6-12	5,5-12	DIN EN ISO 10523:04-2012
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	105		500	500	1000	1500	DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[µg/l]	< 4		10	10	40	60	DIN EN ISO 17294-2:2017-01
Blei	[µg/l]	< 5		20	25	100	200	DIN EN ISO 17294-2:2017-01
Cadmium	[µg/l]	< 0,2		2	2	5	10	DIN EN ISO 17294-2:2017-01
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5		15	30	75	150	DIN EN ISO 17294-2:2017-01
Kupfer	[µg/l]	< 5		50	50	150	300	DIN EN ISO 17294-2:2017-01
Nickel	[µg/l]	< 5		40	50	150	200	DIN EN ISO 17294-2:2017-01
Quecksilber	[µg/l]	< 0,15		0,2	0,2	1	2	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[µg/l]	< 1		< 1	1	3	10	DIN EN ISO 17294-2:2017-01
Zink	[µg/l]	< 10		100	100	300	600	DIN EN ISO 17294-2:2017-01
Phenolindex	[µg/l]	< 10		< 10	10	50	100	DIN EN ISO 14402:1999-12
Cyanid (gesamt)	[µg/l]	< 5		< 10	10	50	100	EN ISO 14403 :2012-10
Chlorid	[mg/l]	10		10	10	20	30	EN ISO 10304: 2009-07
Sulfat	[mg/l]	9		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 14.05.2021

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele

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

Analysenbericht Nr.	442/6846	Datum:	14.05.2021
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber	: Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG		
Projekt	:		
Projekt-Nr.	: 21282	Kostenstelle	:
Entnahmestelle	:	Art der Probenahme	: Mischprobe
Art der Probe	: Boden	Entnahmedatum	: 28.04.2021
Probeneingang	: 10.05.2021	Originalbezeich.	: MP 20/2+20/3
Probenehmer	: von Seiten des Auftraggebers		
Probenbezeich.	: 442/6846	Untersuch.-zeitraum	: 10.05.2021 – 14.05.2021

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion (LAGA)

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe							
Trockensubstanz	[%]	94,4	-	-	-	-	DIN EN 14346 :2007-03
pH-Wert	[-]	8,1	5,5-8	5,5-8	5-9		DIN ISO 10390:2005-02
Arsen	[mg/kg TS]	4,7	20	30	50	150	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	11	100	200	300	1000	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,08	0,6	1	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	12	50	100	200	600	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	7,1	40	100	200	600	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	11	40	100	200	600	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,02	0,3	1	3	10	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	0,5	1	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	32	120	300	500	1500	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser							
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5	1	3	10	15	DIN 38 409 -17 :1984-09
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30					DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50	100	300	500	1000	DIN EN 14039 :2005-01
Cyanid (gesamt)	[mg/kg TS]	< 0,25	1	10	30	100	DIN EN ISO 17380:2013-10

1.1 PCB, BTXE, LHKW, PAK

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
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	0,5	1,0	DIN EN 15308 :2016-12
Benzol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Toluol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Ethylbenzol	[mg/kg TS]	< 0,05					
m,p-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05					
o-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Σ BTXE:	[mg/kg TS]	n.n.	< 1	1	3	5	DIN EN ISO 22155: 2016-07
Vinylchlorid	[mg/kg TS]	< 0,01					
Dichlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
1-2-Dichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
cis 1,2 Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
trans-Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Chloroform	[mg/kg TS]	< 0,01					
1.1.1- Trichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
Tetrachlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
Trichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Tetrachlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Σ LHKW:	[mg/kg TS]	n.n.	< 1	1	3	5	DIN EN ISO 22155: 2016-07
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04		0,5	1,0		
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Phenanthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoranthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Pyren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Chrysen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(b)fluoranthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(k)fluoranthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04		0,5	1,0		
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(g,h,i)perylen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	n.n.	1	5	15	20	DIN ISO 18287 :2006-05

2 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

2.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle, Summenparameter, Chlorid, Sulfat

Parameter	Einheit	Messwert		Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
Eluatherstellung								DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[-]	8,74		6,5-9	6,5-9	6-12	5,5-12	DIN EN ISO 10523:04-2012
elektr. Leitfähigkeit	[μ S/cm]	60		500	500	1000	1500	DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[μ g/l]	5		10	10	40	60	DIN EN ISO 17294-2:2017-01
Blei	[μ g/l]	< 5		20	25	100	200	DIN EN ISO 17294-2:2017-01
Cadmium	[μ g/l]	< 0,2		2	2	5	10	DIN EN ISO 17294-2:2017-01
Chrom (gesamt)	[μ g/l]	< 5		15	30	75	150	DIN EN ISO 17294-2:2017-01
Kupfer	[μ g/l]	< 5		50	50	150	300	DIN EN ISO 17294-2:2017-01
Nickel	[μ g/l]	< 5		40	50	150	200	DIN EN ISO 17294-2:2017-01
Quecksilber	[μ g/l]	< 0,15		0,2	0,2	1	2	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[μ g/l]	< 1		< 1	1	3	10	DIN EN ISO 17294-2:2017-01
Zink	[μ g/l]	14		100	100	300	600	DIN EN ISO 17294-2:2017-01
Phenolindex	[μ g/l]	< 10		< 10	10	50	100	DIN EN ISO 14402:1999-12
Cyanid (gesamt)	[μ g/l]	< 5		< 10	10	50	100	EN ISO 14403 :2012-10
Chlorid	[mg/l]	< 2		10	10	20	30	EN ISO 10304: 2009-07
Sulfat	[mg/l]	5		50	50	100	150	EN ISO 10304 :2009-07

Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (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 14.05.2021

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele

1.1 PCB, BTXE, LHKW, PAK

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
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	0,5	1,0	DIN EN 15308 :2016-12
Benzol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Toluol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Ethylbenzol	[mg/kg TS]	< 0,05					
m,p-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05					
o-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Σ BTXE:	[mg/kg TS]	n.n.	< 1	1	3	5	DIN EN ISO 22155: 2016-07
Vinylchlorid	[mg/kg TS]	< 0,01					
Dichlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
1-2-Dichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
cis 1,2 Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
trans-Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Chloroform	[mg/kg TS]	< 0,01					
1.1.1- Trichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
Tetrachlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
Trichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Tetrachlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Σ LHKW:	[mg/kg TS]	n.n.	< 1	1	3	5	DIN EN ISO 22155: 2016-07
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04		0,5	1,0		
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Phenanthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoranthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Pyren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Chrysen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(b)fluoranthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(k)fluoranthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04		0,5	1,0		
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(g,h,i)perylen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	n.n.	1	5	15	20	DIN ISO 18287 :2006-05

2 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

2.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle, Summenparameter, Chlorid, Sulfat

Parameter	Einheit	Messwert		Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode
Eluatherstellung								DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[-]	8,99		6,5-9	6,5-9	6-12	5,5-12	DIN EN ISO 10523:04-2012
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	56		500	500	1000	1500	DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[µg/l]	6		10	10	40	60	DIN EN ISO 17294-2:2017-01
Blei	[µg/l]	< 5		20	25	100	200	DIN EN ISO 17294-2:2017-01
Cadmium	[µg/l]	< 0,2		2	2	5	10	DIN EN ISO 17294-2:2017-01
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5		15	30	75	150	DIN EN ISO 17294-2:2017-01
Kupfer	[µg/l]	< 5		50	50	150	300	DIN EN ISO 17294-2:2017-01
Nickel	[µg/l]	< 5		40	50	150	200	DIN EN ISO 17294-2:2017-01
Quecksilber	[µg/l]	< 0,15		0,2	0,2	1	2	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[µg/l]	< 1		< 1	1	3	10	DIN EN ISO 17294-2:2017-01
Zink	[µg/l]	< 10		100	100	300	600	DIN EN ISO 17294-2:2017-01
Phenolindex	[µg/l]	< 10		< 10	10	50	100	DIN EN ISO 14402:1999-12
Cyanid (gesamt)	[µg/l]	< 5		< 10	10	50	100	EN ISO 14403 :2012-10
Chlorid	[mg/l]	< 2		10	10	20	30	EN ISO 10304: 2009-07
Sulfat	[mg/l]	< 5		50	50	100	150	EN ISO 10304 :2009-07

Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (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 14.05.2021

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele

BVU GmbH · Gewerbestraße 10 · 87733 Markt Rettenbach

Gewerbestraße 10
87733 Markt Rettenbach
Tel. 08392/921-0
Fax 08392/921-30
bv@bv-analytik.de

Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG

Robert-Bosch-Str. 59

73431 Aalen

Analysenbericht Nr.	442/6850	Datum:	14.05.2021
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG
Projekt :
Projekt-Nr. : 21282 Kostenstelle :
Entnahmestelle : Art der Probenahme : Mischprobe
Art der Probe : Asphalt Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
Entnahmedatum : 28.04.2021 Probeneingang : 10.05.2021
Originalbezeich. : 11/1
Probenbezeich. : 442/6850 Untersuchungszeitraum : 10.05.2021 – 14.05.2021

2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe			DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	99,8	DIN EN 14346 : 2007-03
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04	
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04	
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04	
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04	
Phenanthren	[mg/kg TS]	< 0,04	
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04	
Fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04	
Pyren	[mg/kg TS]	< 0,04	
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04	
Chrysen	[mg/kg TS]	< 0,04	
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,07	
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04	
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	0,06	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04	
Benzo(a,h,i)perylene	[mg/kg TS]	0,05	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	0,05	
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	0,23	DIN ISO 18287 :2006-05

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

Markt Rettenbach, den 14.05.2021

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele
(Laborleiter)

BVU GmbH · Gewerbestraße 10 · 87733 Markt Rettenbach

Gewerbestraße 10
87733 Markt Rettenbach
Tel. 083 92/921-0
Fax 083 92/921-30
bv@bv-analytik.de

Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG

Robert-Bosch-Str. 59

73431 Aalen

Analysenbericht Nr.	442/6852	Datum:	14.05.2021
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG
Projekt :
Projekt-Nr. : 21282 Kostenstelle :
Entnahmestelle : Art der Probenahme : Mischprobe
Art der Probe : Asphalt Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
Entnahmedatum : 28.04.2021 Probeneingang : 10.05.2021
Originalbezeich. : 13/1
Probenbezeich. : 442/6852 Untersuchungszeitraum : 10.05.2021 – 14.05.2021

2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe			DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	100,0	DIN EN 14346 : 2007-03
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04	
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04	
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04	
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04	
Phenanthren	[mg/kg TS]	< 0,04	
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04	
Fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04	
Pyren	[mg/kg TS]	< 0,04	
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04	
Chrysen	[mg/kg TS]	< 0,04	
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,06	
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04	
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04	
Benzo(a,h,i)perylene	[mg/kg TS]	< 0,04	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04	
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	0,06	DIN ISO 18287 :2006-05

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

Markt Rettenbach, den 14.05.2021

Onlinedokument ohne UnterschriftDipl.-Ing. (FH) E. Schindele
(Laborleiter)

BVU GmbH · Gewerbestraße 10 · 87733 Markt Rettenbach

Gewerbestraße 10
87733 Markt Rettenbach
Tel. 0 83 92/9 21-0
Fax 0 83 92/9 21-30
bv@bv-analytik.de

Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG

Robert-Bosch-Str. 59

73431 Aalen

Analysenbericht Nr.	442/6853	Datum:	14.05.2021
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber	: Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG		
Projekt	:		
Projekt-Nr.	: 21282	Kostenstelle	:
Entnahmestelle	:	Art der Probenahme	: Mischprobe
Art der Probe	: Asphalt	Probenehmer	: von Seiten des Auftraggebers
Entnahmedatum	: 28.04.2021	Probeneingang	: 10.05.2021
Originalbezeich.	: 15/1		
Probenbezeich.	: 442/6853	Untersuchungszeitraum	: 10.05.2021 – 14.05.2021

2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe			DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	99,9	DIN EN 14346 : 2007-03
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04	
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04	
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04	
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04	
Phenanthren	[mg/kg TS]	0,09	
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04	
Fluoranthren	[mg/kg TS]	0,05	
Pyren	[mg/kg TS]	0,05	
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04	
Chrysen	[mg/kg TS]	0,05	
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,06	
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04	
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	0,04	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04	
Benzo(a,h,i)perylene	[mg/kg TS]	0,07	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04	
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	0,41	DIN ISO 18287 :2006-05

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

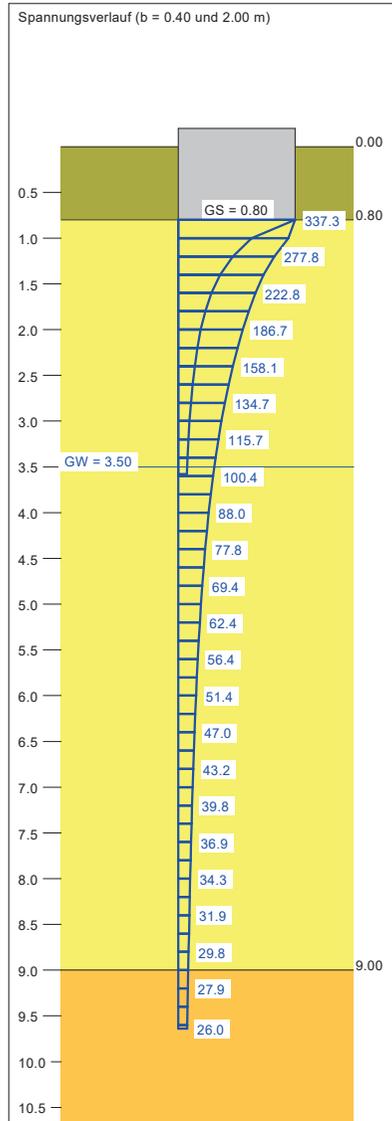
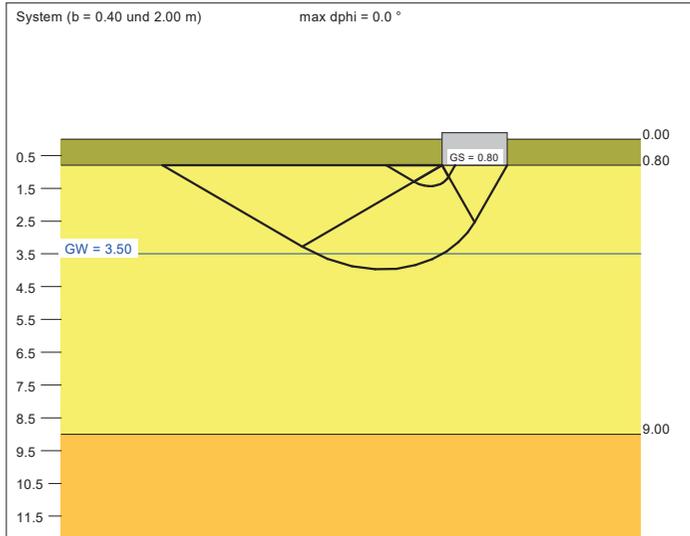
Markt Rettenbach, den 14.05.2021

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Ing. (FH) E. Schindele
(Laborleiter)

Belastungsabhängige Setzungen Streifenfundamente

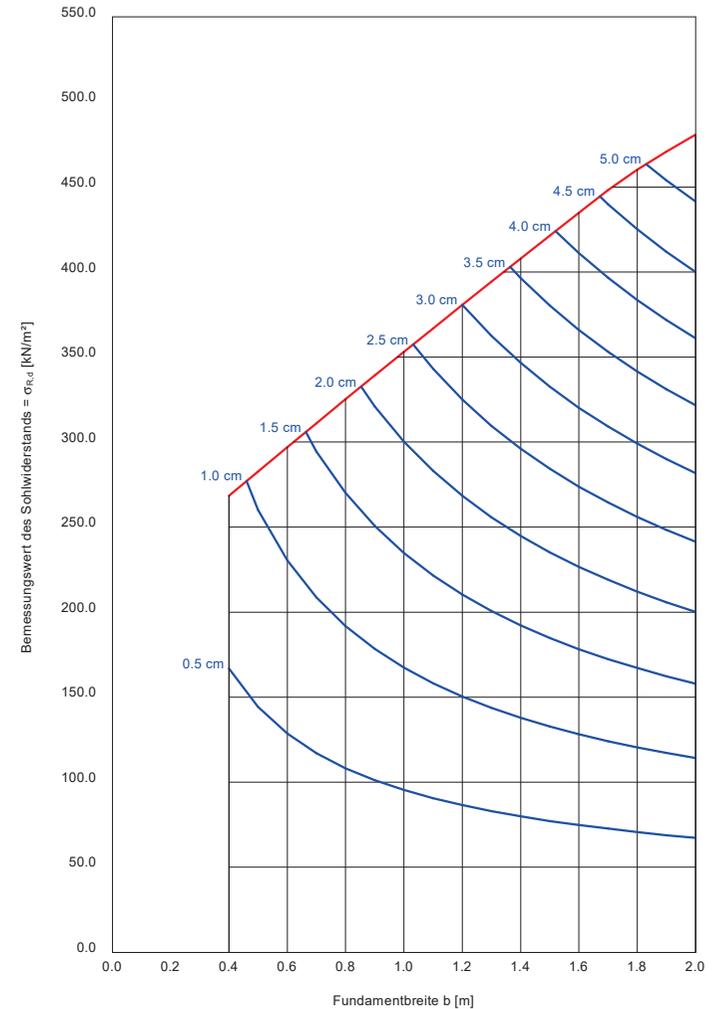
Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	20.0	10.0	27.5	5.0	8.0	0.00	Auelehm
	19.0	10.0	30.0	0.0	15.0	0.00	Sand
	20.0	12.0	32.5	0.0	40.0	0.00	Kies



Berechnungsgrundlagen:
 Norm: EC 7
 BS: DIN 1054: BS-P
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Streifenfundament (a = 10.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 Gründungssohle = 0.80 m
 Grundwasser = 3.50 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenzflächen spannungsvariabel bestimmt

— Sohldruck
 — Setzungen

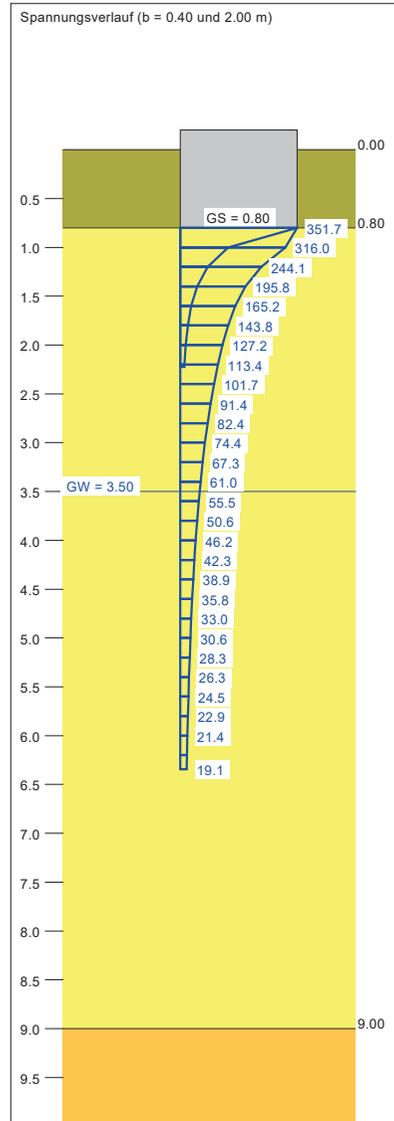
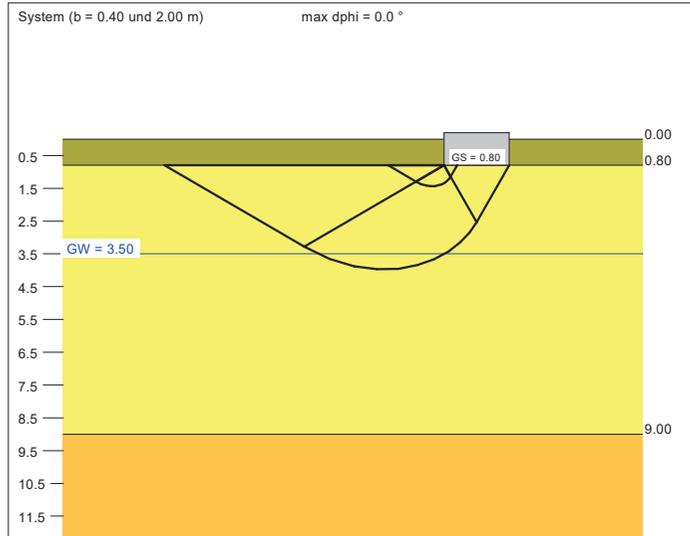


a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	R _{n,d} [kN/m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal ϕ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	σ_U [kN/m²]	t _g [m]	UK LS [m]
10.00	0.40	268.4	107.4	188.3	0.87	30.0	0.00	19.00	16.00	3.58	1.43
10.00	0.50	282.7	141.4	198.4	1.10	30.0	0.00	19.00	16.00	4.06	1.59
10.00	0.60	296.9	178.2	208.4	1.35	30.0	0.00	19.00	16.00	4.52	1.75
10.00	0.70	311.1	217.8	218.3	1.60	30.0	0.00	19.00	16.00	4.96	1.91
10.00	0.80	325.2	260.1	228.2	1.86	30.0	0.00	19.00	16.00	5.39	2.07
10.00	0.90	339.2	305.2	238.0	2.13	30.0	0.00	19.00	16.00	5.80	2.23
10.00	1.00	353.1	353.1	247.8	2.41	30.0	0.00	19.00	16.00	6.20	2.39
10.00	1.10	366.9	403.6	257.5	2.70	30.0	0.00	19.00	16.00	6.59	2.54
10.00	1.20	380.6	456.8	267.1	3.00	30.0	0.00	19.00	16.00	6.97	2.70
10.00	1.30	394.3	512.6	276.7	3.30	30.0	0.00	19.00	16.00	7.35	2.86
10.00	1.40	407.9	571.0	286.2	3.62	30.0	0.00	19.00	16.00	7.71	3.02
10.00	1.50	421.4	632.1	295.7	3.94	30.0	0.00	19.00	16.00	8.07	3.18
10.00	1.60	434.8	695.7	305.1	4.26	30.0	0.00	19.00	16.00	8.42	3.34
10.00	1.70	448.1	761.8	314.5	4.60	30.0	0.00	19.00	16.00	8.76	3.49
10.00	1.80	460.0	828.1	322.8	4.91	30.0	0.00	18.89	16.00	9.08	3.65
10.00	1.90	470.7	894.3	330.3	5.19	30.0	0.00	18.70	16.00	9.36	3.81
10.00	2.00	480.7	961.4	337.3	5.47	30.0	0.00	18.49	16.00	9.64	3.97

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

Belastungsabhängige Setzungen Einzelfundamente

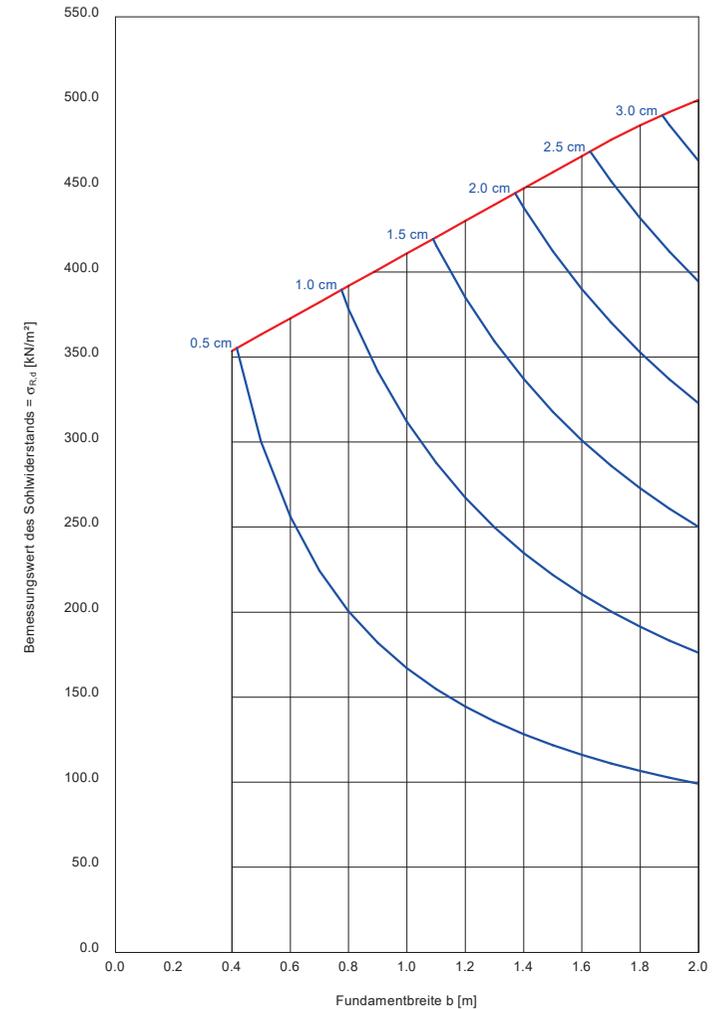
Boden	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	E _s [MN/m ²]	v [-]	Bezeichnung
	20.0	10.0	27.5	5.0	8.0	0.00	Auelehm
	19.0	10.0	30.0	0.0	15.0	0.00	Sand
	20.0	12.0	32.5	0.0	40.0	0.00	Kies



Berechnungsgrundlagen:
 Norm: EC 7
 BS: DIN 1054: BS-P
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 Einzelfundament (a/b = 1.00)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.500

$\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 Gründungssohle = 0.80 m
 Grundwasser = 3.50 m
 Grenztiefe mit p = 20.0 %
 Grenziefen spannungsvariabel bestimmt

— Sohldruck
 — Setzungen



a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m ²]	R _{n,d} [kN]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m ²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m ²]	γ_2 [kN/m ³]	$\sigma_{\text{Ü}}$ [kN/m ²]	t _g [m]	UK LS [m]
0.40	0.40	353.6	56.6	248.2	0.48	30.0	0.00	19.00	16.00	2.22	1.43
0.50	0.50	363.2	90.8	254.9	0.61	30.0	0.00	19.00	16.00	2.50	1.59
0.60	0.60	372.7	134.2	261.6	0.75	30.0	0.00	19.00	16.00	2.76	1.75
0.70	0.70	382.3	187.3	268.3	0.89	30.0	0.00	19.00	16.00	3.01	1.91
0.80	0.80	391.8	250.8	274.9	1.04	30.0	0.00	19.00	16.00	3.25	2.07
0.90	0.90	401.3	325.1	281.6	1.19	30.0	0.00	19.00	16.00	3.49	2.23
1.00	1.00	410.9	410.9	288.3	1.35	30.0	0.00	19.00	16.00	3.76	2.39
1.10	1.10	420.4	508.7	295.0	1.52	30.0	0.00	19.00	16.00	4.03	2.54
1.20	1.20	430.0	619.2	301.7	1.69	30.0	0.00	19.00	16.00	4.29	2.70
1.30	1.30	439.5	742.8	308.4	1.87	30.0	0.00	19.00	16.00	4.56	2.86
1.40	1.40	449.1	880.2	315.1	2.06	30.0	0.00	19.00	16.00	4.82	3.02
1.50	1.50	458.6	1031.9	321.8	2.25	30.0	0.00	19.00	16.00	5.08	3.18
1.60	1.60	468.2	1198.5	328.5	2.44	30.0	0.00	19.00	16.00	5.34	3.34
1.70	1.70	477.7	1380.6	335.2	2.65	30.0	0.00	19.00	16.00	5.60	3.49
1.80	1.80	486.2	1575.4	341.2	2.85	30.0	0.00	18.89	16.00	5.85	3.65
1.90	1.90	493.9	1783.1	346.6	3.05	30.0	0.00	18.70	16.00	6.10	3.81
2.00	2.00	501.2	2004.7	351.7	3.25	30.0	0.00	18.49	16.00	6.34	3.97

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