

Gutachten

Nr. 22264

Projekt: Neubau Wohn- und Geschäftshaus

Ort: 89073 Ulm, Heigeleshof 2 / Wengengasse 27
(vorwiegend Flurstücke Nr. 62/1 und 62/2)

Auftraggeber: Munk Bauen & Wohnen GmbH
89073 Ulm, Adolph-Kolping-Platz 1

Untersuchungsauftrag: Baugrundbeurteilung und
geo- / umwelttechnische Beratung

Ulm, den 06.07.2022

Inhaltsverzeichnis

| | Seite |
|---|-------|
| 1. Vorgang | 3 |
| 2. Untersuchungsumfang | 3 |
| 3. Gelände und Bauvorhaben | 5 |
| 4. Baugrundverhältnisse | 7 |
| 5. Grundwasserverhältnisse | 11 |
| 6. Bautechnische Folgerungen | 11 |
| 6.1 Gründung | 11 |
| 6.2 Auflagerung der untersten Böden | 15 |
| 7. Durchfeuchtungsschutz | 16 |
| 8. Hinweise für die Bauausführung | 17 |
| 8.1 Baugrube | 17 |
| 8.2 Unterfangung | 18 |
| 8.3 Sonstige Hinweise | 19 |
| 9. Umwelttechnische Beurteilung der Böden | 19 |
| 10. Schlussbemerkung | 20 |
| | |
| Anlagen: | |
| (1) Lageplan mit Untersuchungsstellen, Maßstab ca. 1:300 | |
| (2) Bodenprofile und Rammdiagramme, Höhenmaßstab ca. 1:50 | |
| (3) Bodenmechanische Laborergebnisse | |
| (4) Umweltchemische Laborergebnisse | |

1. Vorgang

In der Ulmer Innenstadt ist der Rückbau der Gebäude Heigeleshof Nr. 2 und Wengengasse Nr. 27 geplant. Auf den dadurch frei werdenden Flächen ist der Neubau eines Wohn- und Geschäftshauses mit Tiefgarage vorgesehen.

Zur Erkundung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse im betreffenden Areal wurde die SCHIRMER-Ingenieurgesellschaft beauftragt, eine geotechnische Untersuchung durchzuführen und Empfehlungen zur Gründung einschließlich der Bemessungs- und Bodenkennwerte sowie zur Fußbodenauflagerung auszuarbeiten. Ferner sollte zum Durchfeuchtungsschutz sowie zur Bauausführung (Baugrube, Sicherung der Bestandsgebäude) Stellung genommen werden. Darüber hinaus wurde eine umwelttechnische Untersuchung der angetroffenen Böden für eine erste Einschätzung im Hinblick auf die Entsorgung durchgeführt.

Für eine Geländebegehung fand am 13.06.2022 ein Ortstermin mit Herrn Bosco von der Firma Munk und Herrn Wespel vom Ingenieurbüro Schirmer statt.

Für die Geländearbeiten und zur Erstellung des Gutachtens standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- Lageplan, ohne Maßstab, vom 16.03.2022
- Grundrisse UG und EG, Maßstab 1:200, vom 10.05.2022
- Schnitt längs, Maßstab 1:200, vom 12.04.2022
- Ansicht Süd, Maßstab 1:250, vom 02.02.2022

2. Untersuchungsumfang

Zur Erkundung des Baugrundes wurden am 23.06.2022 auf der Neubaufäche vier Rammkernsondierungen (RKS 1, 2b, 3 und 4b) mit Tiefen von 6,0 m bis 8,0 m niedergebracht. Außerdem waren bei RKS 2a und 4a Zusatzaufstellungen erforderlich, da dort in 3,2 m bzw. 0,9 m Tiefe aufgrund von Rammhindernissen kein Sondierfortschritt mehr möglich war.

Im Zuge der Aufschlussarbeiten erfolgte durch unseren Sachbearbeiter eine Ansprache der angetroffenen Bodenarten. Die Böden wurden nach DIN EN ISO 14688-1 beschrieben und nach DIN 18196 eingestuft.

Des Weiteren wurden am 23.06.2022 zwei schwere Rammsondierungen (DPH A und B) nach DIN EN ISO 22476-2 bis in Tiefen von 4,5 m und 5,2 m durchgeführt. Die Rammsondierungen dienten insbesondere zur Verifizierung der Schichtübergänge sowie zur Bestimmung der Konsistenz der bindigen und Lagerungsdichte der rolligen Böden.

Die Untersuchungsstellen wurden der Lage nach eingemessen. Ihre Ansatzpunkte gehen aus der Anlage 1 hervor. Die ungefähren Ansatzhöhen der Sondierungen wurden den Grundrissen und Spartenplänen entnommen.

Die Ergebnisse der Schichtaufnahme sind unter Beachtung von DIN 4023 in Form von höhengerecht angeordneten Bodenprofilen in der Anlage 2 dargestellt. Die Rammdiagramme sind dort ebenfalls enthalten.

Aus den relevanten Bodenschichten wurden Proben entnommen und zur weiteren Bearbeitung in unser bodenmechanisches Labor gebracht. Dort erfolgte an der Probe B1.1 aus RKS 1 aus den Talkiesen eine Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4 (vgl. Anlage 3).

Darüber hinaus wurden aus den angetroffenen Auffüllungen die fünf Mischproben MP 1, MP 2a, MP 2b, MP 3 und MP 4 entnommen (siehe Anlage 2). Daraus wurden die Mischproben MP A (aus MP 1, MP 2a und MP 2b) sowie MP B (aus MP 3 und MP 4) erstellt und zur umweltchemischen Analyse auf die Parameter der VwV (Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial) in das Labor BVU, Markt Rettenbach verschickt. Die Analysenberichte sind in der Anlage 4 enthalten, eine Bewertung findet sich in Kapitel 9.

3. Gelände und Bauvorhaben

Das betreffende Gelände umfasst vorwiegend die Flurstücke Nr. 62/1 und 62/2 sowie Randbereiche weiterer Flurstücke. Es liegt im Ulmer Zentrum, direkt westlich der Wengengasse und nördlich der Straße Heigeleshof sowie südlich der Keltergasse.

Die Neubaufäche erstreckt sich über maximal etwa 65 m x 30 m. Zum Zeitpunkt der Aufschlussarbeiten bestanden darauf noch die Gebäude Heigeleshof Nr. 2 und Wengengasse Nr. 27 mit einem asphaltierten bzw. betonierte und bereichsweise gepflasterten Innenhof (vgl. Bilder 1 bis 3). Der gesamte Gebäudebestand soll im Zuge der Neubaumaßnahmen rückgebaut werden.

Der Innenhof ist weitgehend eben und liegt ungefähr auf Höhe der Straße Heigeleshof. Gemäß dem Planunterlagen beträgt die maximale Höhendifferenz der Freiflächen innerhalb des Baufensters ca. 0,7 m.

Nach den uns zur Verfügung gestellten Planunterlagen ist auf dem Bauareal der Neubau eines vier- bis fünfgeschossigen Wohn- und Geschäftshauses mit ausgebautem Dachgeschoss vorgesehen. Es soll einfach unterkellert und das UG vorwiegend als Tiefgarage genutzt werden. Insgesamt nimmt das Bauwerk nahezu die gesamte Fläche der beiden Flurstücke Nr. 62/1 und 62/2 sowie auch Teilbereiche der angrenzenden Straßen ein (vgl. Anlage 1).

Gemäß den Grundrissen liegt der EG-Fußboden im Ostteil auf einer Höhe von 477,50 m ü.NN (= ±0,00 m) und somit ungefähr auf derzeitiger Geländehöhe. Der Fußboden des UG ist auf zwei unterschiedlichen Niveaus von 474,45 m ü.NN (Tiefgarage) und 474,10 m ü.NN (Kellerräume) geplant.

Weitere Angaben zur Bauausführung sowie im Speziellen zur Gründung und zu den Bauwerkslasten liegen nicht vor.



Bild 1: Bauareal (Osteil) am 23.06.22 / Blickrichtung Osten



Bild 2: Bauareal (Innenhof) am 23.06.22 / Blickrichtung Osten



Bild 3: Bauareal (Westrand) am 23.06.22 / Blickrichtung Süden

4. Baugrundverhältnisse

Das untersuchte Areal befindet sich am Übergang vom Blau- ins Donautal und ist daher von jungen, quartären Talfüllungen geprägt. Hierbei handelt es sich um Tallehne und Talsande in der höheren sowie um Talkiese in der tieferen Zone.

Darunter folgen bereichsweise Erosionsreste der Unteren Süßwassermolasse (Mergel und Sande mit Felslagen), die wiederum von harten Jura-Felsschichten unterlagert werden. Diese Schichten wurden in der Endtiefe der Sondierungen jedoch noch nicht erreicht.

Das Untersuchungsgebiet wurde außerdem im Rahmen der früheren Nutzung flächig und meist in großer Mächtigkeit aufgefüllt.

Im Einzelnen ergibt sich nach den Ergebnissen der Felduntersuchungen der nachfolgend beschriebene Schichtenaufbau (siehe Anlage 2).

Zunächst stand bei RKS 4a ein 0,15 m dickes **Pflaster** mit Splittbett an sowie bei den anderen Sondierungen eine **Schwarz- / Betondecke** mit 0,07 m bis 0,18 m Mächtigkeit.

Darunter folgten bei allen Aufschlüssen **Auffüllungen**. Hierbei handelte es sich einerseits um sandige bis stark sandige, teils tonige, teils schwach kiesige bis kiesige Schluffe mit einer weich-steifen bis steifen Konsistenz. Andererseits lagen die Auffüllungen als schwach bis stark sandige, teils steinige, teils schwach schluffige Kiese vor. Die aufgefüllten Böden enthielten bereichsweise Ziegel-, Beton- oder Schwarzdeckenreste und reichten bis in Tiefen zwischen 1,7 m (RKS 2b) und 3,2 m (RKS 2a).

Bei RKS 4a und 2a war jeweils in der Endtiefe kein weiterer Sondierfortschritt mehr möglich. Die Auffüllungen waren hier noch nicht durchteuft.

Bei RKS 2b wurden die Auffüllungen noch von stark schluffigen **Talsanden** („Kalktuffen“) mit einer Mächtigkeit von 1,4 m unterlagert.

Darunter folgten **Tallehme**, die bei RKS 1, 3 und 4b direkt unter den aufgefüllten Böden anstanden. Bodenmechanisch waren die Lehme als schwach tonige bis tonige, z.T. schwach sandige bis sandige, vereinzelt schwach kiesige Schluffe anzusprechen. Die Tallehme besaßen eine weiche bis steife Konsistenz und lagen bis in Tiefen von 3,1 m bis 3,7 m vor.

Unter den Tallehmen wurden **Talkiese** erreicht. Diese waren bei RKS 1, 2b und 3 im oberen, 0,6 m bis 0,8 m mächtigen Bereich noch verlehmt, d.h. als schluffige bis stark schluffige und schwach sandige bis sandige Kiese ausgebildet, deren Feinanteile eine steife Konsistenz besaßen. Ab Tiefen zwischen 3,7 m und 4,2 m (vgl. Tabelle 1) standen schließlich unverlehnte Talkiese in Form von sandigen bis stark sandigen, vereinzelt schwach steinigen Kiesen an. Diese reichten bis zur Endtiefe der Sondierungen RKS 1, 2b, 3 und 4, in der sie noch nicht durchteuft waren.

Die ergänzend durchgeführten **Rammsondierungen** zeigten zunächst Schlagzahlen von großteils deutlich unter 10 pro 10 cm Eindringtiefe. In Tiefen von 4,0 m (DPH A) bzw. 3,4 m (DPH B) kam es zu einem abrupten Anstieg auf Zahlen von über 10, die bis zu den Endtiefen Werte von teils >50 erreichten.

Eine Korrelation mit den Schichtprofilen zeigt, dass die Schlagzahlen innerhalb der Auffüllungen, Talsande und Tallehme meist niedrig sind, was auf eine überwiegend weiche bis steife Konsistenz bzw. lockere Lagerung dieser Schichten hindeutet. Auch innerhalb der verlehmtten Talkiese sind die Schlagzahlen noch relativ niedrig. Erst mit Erreichen der unverlehmtten Talkiese ist bei allen Sondierungen ein deutlicher Anstieg der Werte zu verzeichnen. Den Schlagwerten nach zu urteilen dürften die Kiese eine dichte bis sehr dichte Lagerung besitzen.

Grundsätzlich sind weitere Wechselhaftigkeiten bezüglich der Zusammensetzung und der Beschaffenheit der einzelnen Schichten nicht auszuschließen. Insbesondere können Schwankungen im Verlauf der Obergrenze der unverlehmtten Talkiesschichten vorkommen.

Die unverlehmtten Talkiese stehen nach den Untersuchungsergebnissen etwa ab den nachfolgend in Tabelle 1 aufgeführten Höhen an.

Tabelle 1: Höhenlage der Oberkante der unverlehmtten Talkiese

| | m unter Gelände | m ü.NN |
|-----------|-----------------|------------------|
| - RKS 1: | 4,2 | ca. 474,0 |
| - RKS 2b: | 4,2 | ca. 473,8 (Min.) |
| - RKS 3: | 3,9 | ca. 474,1 |
| - RKS 4b: | 3,7 | ca. 474,2 |
| - DPH A: | ca. 4,0 | ca. 474,2 |
| - DPH B: | ca. 3,3 | ca. 474,7 (Max.) |

In der folgenden Tabelle 2 werden für die vorbeschriebenen Bodenschichten charakteristische Bodenkennwerte (Rechenwerte) angegeben. Dabei wurden neben den aktuellen auch frühere Untersuchungen an vergleichbaren Böden zugrunde gelegt.

Die Werte gelten für ungestörte Lagerungsverhältnisse ohne baubedingte Auflockerungen oder Vernässungen. Im Regelfall kann mit den jeweiligen Mittelwerten gerechnet werden. Um einen Überblick über die Schwankungsbreite der wahrscheinlichen Setzungen und über mögliche Setzungsunterschiede zu erlangen, sollten Setzungsberechnungen grundsätzlich mit beiden angegebenen Grenzwerten durchgeführt werden.

Tabelle 2: charakteristische Bodenkennwerte

| ortsübliche Schichtbezeichnung (Bodengruppe nach DIN 18196) | Wichte des feuchten Bodens γ_k | Wichte des Bodens unter Auftrieb γ'_k | Reibungswinkel ϕ'_k | Kohäsion c'_k | Steifemodul $E_{s,k}$ |
|---|--|---|-----------------------------|--------------------|--------------------------|
| | kN/m ³ | kN/m ³ | ° | kN/m ² | MN/m ² |
| Auffüllungen (A) | | | | | |
| Schluffe [UL/UM/TL] | 19 | 10 | (22,5 - 25) | (4 - 8) | k.A. |
| Kiese [GW/GE/GU] | 21 | 12 | (35 - 37,5) | (0) | k.A. |
| Talsande (SU*) | 19 | 10 | 25 - 27,5 | 1 - 3 | 4 - 8 |
| Tallehme (UL/UM/TL) | 19 | 10 | 22,5 - 25 | 3 - 6 | 5 - 8 |
| Talkiese | | | | | |
| verlehmt (GU*) | 20 | 11 | 32,5 | 0 - 2 | 50 - 70 |
| unverlehmt (GW) | 21 | 12 | 37,5 | 0 | 100 - 150 |

Die Baufläche liegt in der **Erdbebenzone 0** und im Bereich der Untergrundklasse R. Darüber hinaus sind die Talkiese der Baugrundklasse C zuzuordnen. Diese Einteilung stützt sich auf den Nationalen Anhang der DIN EN 1998-1 „Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben“ vom Januar 2011 sowie die Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg, herausgegeben vom Innenministerium BW, 1. Auflage 2005.

5. Grundwasserverhältnisse

In den Rammkernsondierungen vom 23.06.2022 wurde während der Feldarbeiten kein Grundwasser angetroffen. Bei RKS 2b war das Sondierloch bis 7,8 m Tiefe offen und darin mittels Lichtlot kein Wasser feststellbar. Dies entspricht einer absoluten Höhe von ca. 470,2 m ü.NN.

Nach unseren Erfahrungen aus Bauvorhaben in der unmittelbaren Nachbarschaft steht das Grundwasser im Baufeldbereich bei einer Tiefe von etwa 8 m bis 9 m unter Gelände an.

Die Angaben zum Grundwasser gelten nur für den Zeitpunkt der Aufschlussarbeiten bzw. der Messungen. Über die längerfristigen Schwankungen sowie über die jahreszeitlich bedingten Änderungen des Wasserspiegels können aufgrund dieser Feldbeobachtungen keine Aussagen gemacht werden.

6. Bautechnische Folgerungen

6.1 Gründung

Zur besseren Übersicht sind in die Anlage 2 der planmäßige EG-Fußboden auf einer Höhe von 477,50 m ü.NN sowie die UG-Fußböden auf 474,45 m ü.NN (Tiefgarage) und 474,10 m ü.NN (Kellerräume) eingetragen (vgl. Kapitel 3).

Die planmäßigen Gründungssohlen können jeweils ca. 0,5 m unter den Kellerbodenniveaus angenommen werden. Sie liegen nach den Untersuchungsergebnissen damit großteils bereits in den unverlehmtten Talkiesen, in denen eine Gründung sowohl über Fundamente als auch über eine tragende Bodenplatte problemlos möglich ist.

Lediglich bei RKS 2b befindet sich das Gründungsniveau der Tiefgarage noch ungefähr 0,2 m oberhalb der unverlehmtten Kiese in den verlehmtten Talkiesen. Diese Böden sind zwar für den Abtrag von Bauwerkslasten geeignet, aber bei einer Mischgründung sind vor allem bei Lastunterschieden langfristig Setzungsdifferenzen nicht ganz auszuschließen.

Im Sinne einer einheitlichen, setzungsarmen Gründung wird daher empfohlen, durchwegs in den gut tragfähigen, unverlehmtten Talkiesen zu gründen.

In den folgenden Abschnitten wird auf diese beiden Gründungsarten eingegangen.

- Gründung über Fundamente

Um die unverlehmtten Talkiese erreichen zu können, wird bei RKS 2b eine geringfügige Fundamentvertiefung erforderlich. Dabei werden die Fundamente mittels Unterbetonsockel („Magerbeton“) bis auf die Kiese vertieft. Die zusätzliche Vertiefung beträgt maximal etwa 0,2 m und kann nach den Ergebnissen der Feldversuche ohne stützende Schalung gegen den gewachsenen Grund betoniert werden. Dafür ist abschnittsweise zu arbeiten. Die Länge dieser Abschnitte richtet sich nach den örtlichen Gegebenheiten und den Erfahrungen auf der Baustelle.

Für die Dimensionierung von Streifenfundamenten können bei einer einheitlichen Gründung in den unverlehmtten Talkiesen nach DIN 1054:2010-12 „Ergänzenden Regelungen zu DIN EN 1997-1 (Eurocode 7)“ die in der folgenden Tabelle 3 aufgeführten Bemessungswerte des Sohlwiderstandes angesetzt werden.

Tabelle 3: Bemessungswerte des Sohlwiderstandes

| kleinste Einbindetiefe des Fundaments | Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstandes bei <u>Streifenfundamenten</u> mit Breiten b bzw. b' von | |
|---|---|-----------------------|
| | 0,5 m | $\geq 1,0$ m |
| 0,5 m | 550 kN/m ² | 700 kN/m ² |
| $\geq 1,0$ m | 650 kN/m ² | 800 kN/m ² |

Zwischenwerte der Tabelle 3 können geradlinig interpoliert werden.

Der Unterbetonsockel für die Vertiefung braucht nicht als zusätzliche Last angesetzt zu werden.

Fundamentbreiten und Einbindetiefen unter 0,5 m sind nicht vorzusehen. Bei dem Frost ausgesetzten Fundamenten ist eine frostfreie Einbindung von mindestens 1 m einzuhalten, was eventuell bei der Tiefgarageneinfahrt zum Tragen kommt.

Bei Rechteckfundamenten mit einem Seitenverhältnis $b_L / b_B < 2$ bzw. $b_L' / b_B' < 2$ und bei Kreisfundamenten dürfen die in Tabelle 3 genannten Sohlwiderstandswerte um 20 % erhöht werden.

Die angegebenen Bemessungswerte des Sohlwiderstandes gelten für Fundamente mit lotrechtem und mittigem Lastangriff. Bei außermittigem Lastangriff ist die Fundamentfläche auf eine Teilfläche A' zu verkleinern, deren Schwerpunkt der Lastangriffspunkt ist. Der Wert ist dann auf diese reduzierte Fläche zu beziehen und nach der entsprechenden Norm zu verringern.

- Gründung über tragende Bodenplatte

Alternativ zu Fundamenten ist auch eine Gründung über eine tragende Bodenplatte in den unverlehmteten Talkiesen möglich. Dafür wird bei RKS 2b ein vollständiger Bodenaustausch von wenigen Dezimetern erforderlich. Dabei werden die anstehenden verlehmteten Talkiese ausgehoben und vollständig durch gut verdichtbares Austauschmaterial ersetzt.

Das Bodenaustausch-Material muss der Bodengruppe GW nach DIN 18196 (Kiessand, Kalkschotter, Beton-Recycling-Baustoff o.ä.) entsprechen und darf keine Steine mit Durchmesser über 100 mm aufweisen. Dafür können gegebenenfalls auch die ausgehobenen unverlehmteten Talkiese wiederverwendet werden. Der Einbau der Austauschschicht hat mit geeignetem Gerät in Lagen von maximal 0,3 m verdichtet zu erfolgen.

Lastangaben zur Berechnung des Bettungsmoduls k_s für diese Gründungsart liegen nicht vor. Beim Bettungsmodul handelt es sich grundsätzlich um keinen Bodenkennwert, da er nicht nur von den Eigenschaften des Bodens, sondern auch von den Abmessungen und der Biegesteifigkeit des Fundaments sowie der Größe und Verteilung der Lasteinwirkungen abhängt.

Allerdings kann für eine Vordimensionierung bei der beschriebenen Gründung in den unverlehmteten Talkiesen ein Bettungsmodul von

$$\text{cal } k_s \approx 50 - 60 \text{ MN/m}^3$$

angesetzt werden.

Aufgrund der Konzentration von Sohlspannungen in den Rand- und Eckbereichen von relativ starren Fundamenten ist dort von höheren Werten für den Bettungsmodul auszugehen. Der oben angegebene Bettungsmodul darf deshalb nach Graßhoff/Kany im Randbereich der Platten auf einer Breite von 10 % der Plattenbreite (kürzere Seite maßgebend) um 100 % - entsprechend $2 \times k_s$ - erhöht werden.

- Ergänzende Angaben zur Gründung

Die Setzungen aufgrund der Belastungen dürften nach unseren Erfahrungen bei den beschriebenen Gründungen über Fundamente oder eine tragende Bodenplatte sehr gering sein. Eine Stellungnahme zur Frage der Setzungen und Setzungsdifferenzen ist jedoch erst möglich, wenn Pläne mit Lastangaben vorliegen.

Zwischen unterschiedlich belasteten Bauteilen sowie Bauteilen, bei denen Lasten zu unterschiedlichen Zeiten im Bauablauf aufgebracht werden, müssen Fugen vorgesehen werden.

Die Gründungssohlen sind generell so wenig wie möglich zu stören und nach dem Aushub, sofern bautechnisch möglich, sorgfältig nachzuverdichten.

Bei Unklarheiten während des Aushubs wird empfohlen, die Gründungssohle abschließend beurteilen zu lassen.

6.2 Auflagerung der untersten Böden

Die Unterkante der untersten Böden liegt nach den Aufschlussresultaten überwiegend ebenfalls bereits in den unverlehnten Talkiesen sowie bei RKS 1 und 2b noch in den verlehnten (vgl. Anlage 2). Auf diesen Schichten können sie unter Berücksichtigung eines entsprechenden Durchfeuchtungsschutzes ohne Zusatzmaßnahmen direkt abgesetzt werden.

Im Tiefgaragenbereich ist allerdings ein Unterbau nach den einschlägigen Vorschriften auszuführen. Es sollte dabei von einer frostfreien Dicke (einschließlich der gebundenen Schichten bzw. des Pflasterbelags) von mindestens **0,4 m** ausgegangen werden. Innerhalb der unverlehnten Talkiese ist eine Reduzierung möglich, da diese ohnehin frostsicher sind.

Des Weiteren ist im Arbeitsraum zwischen Bereichen mit unterschiedlichen Sohlniveaus eine sorgfältige Verfüllung und Verdichtung oder eine freitragende Ausbildung des höhergelegenen Fußbodens erforderlich. Gemäß den zusätzlichen technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau (ZTVE-StB 17) gilt für die Hinterfüllbereiche von Bauwerken eine Anforderung des Verdichtungsgrades von $D_{Pr} \geq 100\%$.

Generell ist darauf zu achten, dass keine Änderung der Beschaffenheit (z.B. durch Wasserzutritt, Frost oder Befahren) der anstehenden Böden auftritt. Die Talkiese sind auch hier nach Möglichkeit sorgfältig nachzuverdichten.

7. Durchfeuchtungsschutz

Wie in Kapitel 5 ausgeführt, liegt das Grundwasserniveau im Baufeld deutlich unterhalb der planmäßig tiefsten Fußböden.

Daher ist eine Abdichtung gegen Bodenfeuchtigkeit (Klasse W1.1-E nach DIN 18533-1, entsprechend Teil 4 der ehemals gültigen DIN 18195) ausreichend, sofern sich in den Arbeitsräumen kein Oberflächenwasser (Niederschläge) oder Sickerwasser aufstauen kann. Um dies zu vermeiden, müssen die Arbeitsräume mit durchlässigem Material (GW nach DIN 18196) verfüllt werden. Zum Schutz gegen eindringendes Oberflächenwasser (Niederschläge) können diese zusätzlich oben versiegelt werden.

Die durchlässigen Arbeitsraumverfüllungen müssen außerdem bis auf die unverlehnten Talkiese geführt werden, in denen das Wasser nach den Ergebnissen des Laborversuchs (vgl. Anlage 3) versickern kann.

8. Hinweise für die Bauausführung

8.1 Baugrube

Für die Durchführung der Baumaßnahme ist eine Baugrube mit einer Tiefe von voraussichtlich etwa 4 m erforderlich.

Aufgrund der eingeschränkten Platzverhältnisse muss die Baugrube vollständig verbaut werden. Verbauarten, die mit einer erheblichen dynamischen Beanspruchung der umgebenden Bausubstanz verbunden sind, müssen vorab auf ihre Verträglichkeit geprüft werden, kommen aber wahrscheinlich nicht in Frage. Insbesondere, wenn angrenzende Gebäude in den oberen lehmigen Schichten gegründet wurden, reagieren sie auf Erschütterungen empfindlich.

Daher sollte für die Baugrube eine Verbauart gewählt werden, die mit so gering wie möglichen dynamischen Beanspruchungen verbunden ist. Hierfür bietet sich sowohl eine erschütterungsarm einvibrierte Spundwand als auch eine Trägerbohlwand („Berliner Verbau“) an. Bei der letztgenannten Variante werden Stahlträger vertikal in den Untergrund eingebracht und mit Holzbohlen oder bewehrtem Spritzbeton ausgefacht.

Alternativ ist auch eine Bohrpfahlwand möglich, die gegebenenfalls ebenso zur Unterfangung der Nachbargebäude mit herangezogen werden kann (vgl. Kapitel 8.2).

Der Verbau ist kraftschlüssig gegen den Untergrund einzubauen, um Absackungen und Setzungen an der Geländeoberfläche auszuschließen.

Die Einbindetiefe der Verbauelemente dürfte von der Obergrenze der Talkiese bestimmt werden. Nach den Aufschlussergebnissen sind diese dicht gelagert, weshalb wahrscheinlich ein Vorbohren erforderlich wird.

Es ist außerdem zu prüfen, ob eine Rückverankerung oder eine innere Aussteifung über Stützen notwendig ist. Die Anker müssen bis in die Talkiese reichen.

Dort, wo der Verbau unmittelbar an bestehende Bauwerke bzw. Verkehrsflächen, in denen Versorgungsleitungen verlegt sind, grenzt, ist er weitgehend unverschieblich mit erhöhtem aktiven Erddruck zu bemessen. In nicht bebauten Abschnitten, bei denen geringe Verschiebungen tolerierbar sein dürften, kann der aktive Erddruck angesetzt werden.

Für die Bemessung des Verbaus können die in Tabelle 2 angegebenen Bodenkennwerte herangezogen werden.

Abstände, Profilbemessung, Ausfachung, Sicherheiten, etc. sind grundbautechnisch zu bewerten und statisch nachzuweisen. Die rechnerischen Ansätze sind erforderlichenfalls mit dem Gutachter abzustimmen.

Generell werden Beweissicherungsverfahren am Bestand in der angrenzenden Umgebung vor Beginn der Bauarbeiten empfohlen.

Ergänzend ist auf die Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“, die von der Deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau herausgegeben wurden sowie auf die Sicherheitsvorschriften der Tiefbau-Berufsgenossenschaft hinzuweisen.

8.2 Unterfangung

Im Norden grenzt das neue Bauwerk direkt an die Bestandsgebäude Wengengasse Nr. 29 und Keltergasse Nr. 3 an (vgl. Anlage 1). Falls die Gründungssohlen dieser Bauwerke in anderen Tiefen und Bodenverhältnissen wie der Neubau liegen, sind dort Unterfangungs- / Nachgründungsmaßnahmen nach DIN 4123 notwendig.

Es bietet sich an, diese Maßnahmen mit dem Baugrubenverbau zu erbringen, wofür sich insbesondere eine Bohrpfahlwand eignet (vgl. Kapitel 8.1). Falls diese Variante gewählt wird, ist unser Büro zur Ausarbeitung von Bemessungswerten für die Bohrpfähle zu kontaktieren.

8.3 Sonstige Hinweise

Die erschlossenen Tallehme, Talsande und die schluffigen Auffüllungen sind empfindlich gegen dynamische Beanspruchungen, z.B. durch Befahren während des Baustellenbetriebs. Durch ein geeignetes Aushubverfahren (rückschreitende Arbeitsweise) ist sicherzustellen, dass die Sohle darin nicht gestört wird.

Diese Schichten sind zudem witterungsempfindlich und müssen daher vor Frost und Niederschlägen geschützt werden. Falls eine entsprechende Witterung zu erwarten ist, sind Maßnahmen vorzusehen, die die fertiggestellten Bauteile entsprechend schützen (Abdecken, Überschütten). Wenn dennoch Bereiche durchweicht sind, müssen diese gegen verdichtungsfähiges Bodenmaterial ausgetauscht werden.

9. Umwelttechnische Beurteilung der Böden

Aus den angetroffenen Auffüllungen wurden die fünf Mischproben MP 1, MP 2a, MP 2b, MP 3 und MP 4 entnommen und daraus die Mischproben MP A (aus MP 1, MP 2a und MP 2b) sowie MP B (aus MP 3 und MP 4) erstellt.

Diese beiden Proben wurden zur umweltchemischen Analyse in das Labor BVU, Markt Rettenbach verschickt und auf die Parameter der VwV B.-W. (Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial) untersucht und ausgewertet. Die vollständigen Analysenberichte sind in der Anlage 4 enthalten.

Bei den Mischproben handelte es sich um aufgefüllte Böden, die zum Einen aus Schluffen mit wechselnden Anteilen an Sand sowie teils Ton und Kies bestanden. Zum Anderen handelte es sich um sandige, teils steinige bzw. schluffige Kiese. Die Auffüllungen reichten bis in Tiefen zwischen 1,7 m und 3,2 m und enthielten Ziegel-, Beton- oder Schwarzdeckenreste. Bereichsweise war ein Geruch nach PAK (Teer) wahrnehmbar.

Unter den aufgefüllten Böden folgten natürlich gewachsene Schichten in Form von Tallehmen, Talsanden und Talkiesen. Organoleptische Auffälligkeiten, wie Verfärbungen, Fremdbestandteile und Fremdgeruch waren daran nicht feststellbar.

Nach den Analysenergebnissen ist die Probe **MP A** wegen des Gehaltes an Σ PAK vorläufig gerade noch als **Z 2** nach der VwV zu beurteilen.

Die Probe **MP B** ist hingegen aufgrund ihres Gehaltes an Σ PAK gemäß VwV vorläufig als **> Z 2** zu bewerten.

Bei einem Bauschuttanteil von über 10% sind die Auffüllungen generell mindestens als Z 1.1 einzustufen. Dies kann aber nur in einem großräumigen Aufschluss oder anhand eines Haufwerks beurteilt werden.

Wir weisen allerdings darauf hin, dass die durchgeführten umwelttechnischen Beprobungen und Untersuchungen nur einer ersten Einschätzung dienen können und nicht repräsentativ für den gesamten Neubaubereich sein müssen.

10. Schlussbemerkung

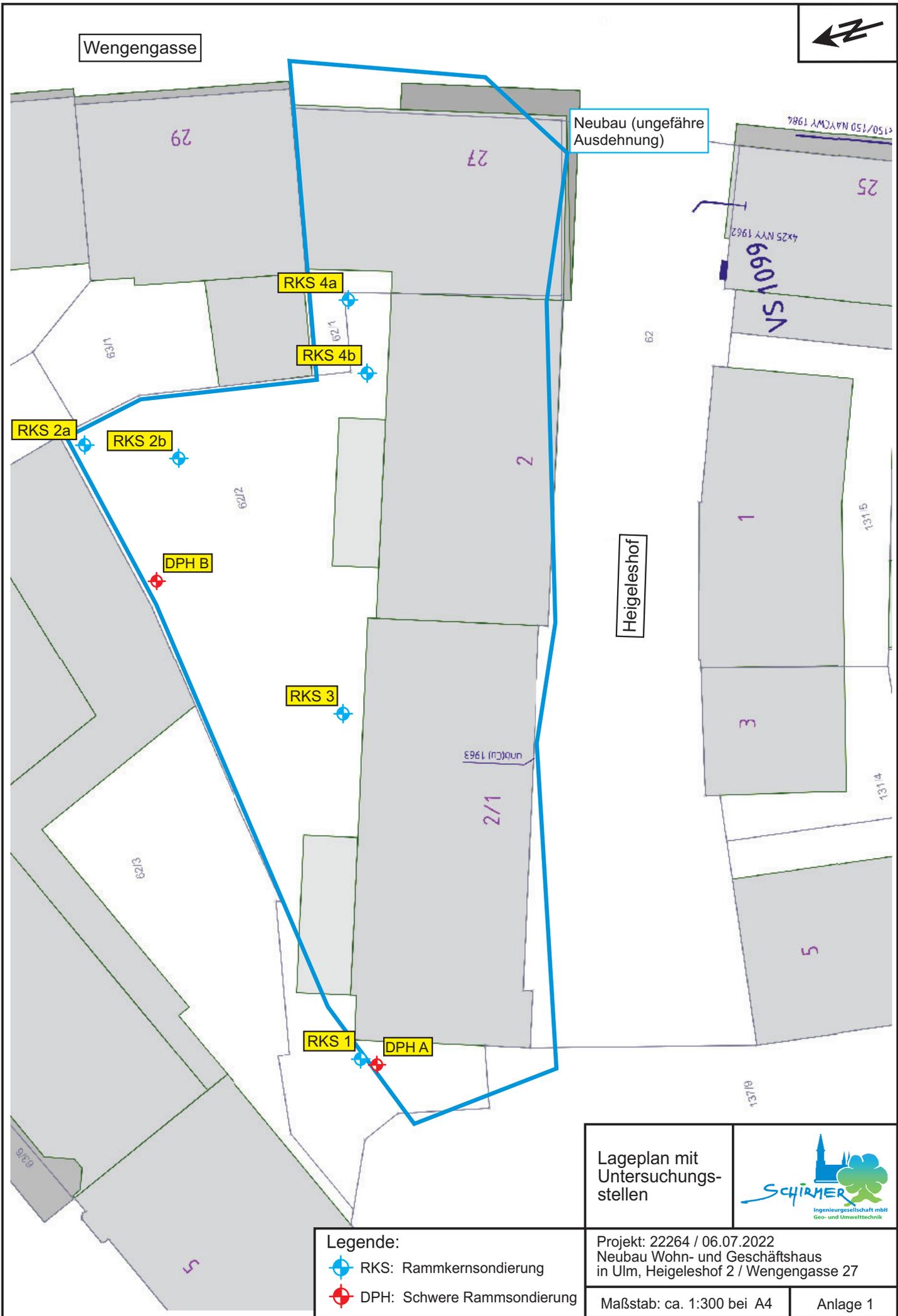
Das vorliegende Gutachten beschreibt die bei den Untersuchungsarbeiten festgestellten Untergrund- und Grundwasserverhältnisse in geo-, umwelt- und grundbautechnischer Hinsicht. Die fachtechnischen Aussagen beziehen sich auf den uns zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung bekannten Planungsstand.

Falls sich im Zuge der weiteren Planung oder Bauausführung noch fachtechnische Fragen ergeben, bitten wir unser Büro beratend einzuschalten.

SCHIRMER - Ingenieurgesellschaft mbH

- gez. D. Schirmer -

(Dipl.-Ing. D. Schirmer)



Wengengasse



Neubau (ungefähre Ausdehnung)

Heigeleshof

Lageplan mit
Untersuchungs-
stellen



- Legende:**
-  RKS: Rammkernsondierung
 -  DPH: Schwere Rammsondierung

Projekt: 22264 / 06.07.2022
Neubau Wohn- und Geschäftshaus
in Ulm, Heigeleshof 2 / Wengengasse 27

Maßstab: ca. 1:300 bei A4

Anlage 1

| Benennung | Kurzzeichen | | Signatur |
|-----------------------|-------------|------------|----------|
| | Bodenart | Beimengung | |
| Auffüllung | A | - | A |
| Mutterboden | Mu | - | Mu |
| Kies | G | g | |
| Sand | S | s | |
| Schluff | U | u | |
| Ton | T | t | |
| Steine | X | x | |
| Blöcke | Y | y | |
| organische Beimengung | - | o | |
| Fels, verwittert | Zv | - | Zv |
| Fels, allgemein | Z | - | Z |
| Sandstein | Sst | - | Z• |
| Schluffstein | Ust | - | Z△ |
| Tonstein | Tst | - | Z- |
| Mergelstein | Mst | - | Z-I |
| Kalkstein | Kst | - | ZI |
| Kalktuffstein | Ktst | - | ZII |
| Torf, Humus | H | h | |
| Faulschlamm | F | - | |

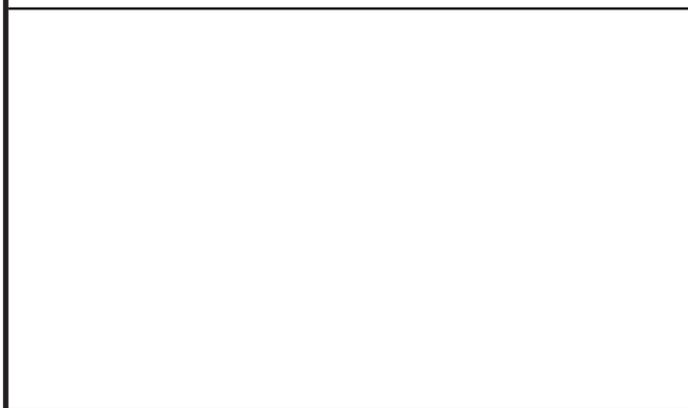
| Künstlicher Aufschluss |
|---|
| SCH = Schürfgrube B = Bohrung RKS = Rammkernsondierung GWM = Grundwassermessstelle DPH = schwere Rammsond. n. DIN EN ISO 22476-2 |

| Konsistenz |
|---|
| = breiig = nass = weich = steif = halbfest = fest |

| Grundwasserspiegel |
|---|
| Grundwasser angetroffen Grundwasser nach Beendigung des Aufschlusses Ruhewasserstand in einer Grundwassermessstelle |

| Probenentnahme |
|--|
| B: Bodenprobe F: Feststoffprobe S: Sammelprobe MP: Mischprobe |

| Beimengung |
|--|
| Darstellung einer "schwachen" durch [·] einer "starken" Beimengung durch [*] hinter dem Kurzzeichen. |



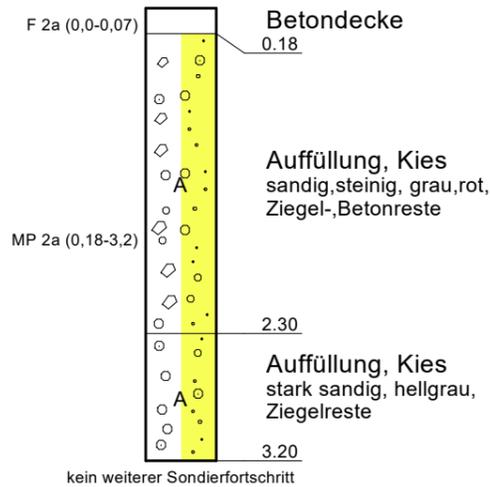
Legende zu den Bodenprofilen nach DIN 4023



Projekt: 22264 / 06.07.2022
Neubau Wohn- und Geschäftshaus in Ulm, Heigeleshof 2 / Wengengasse 27

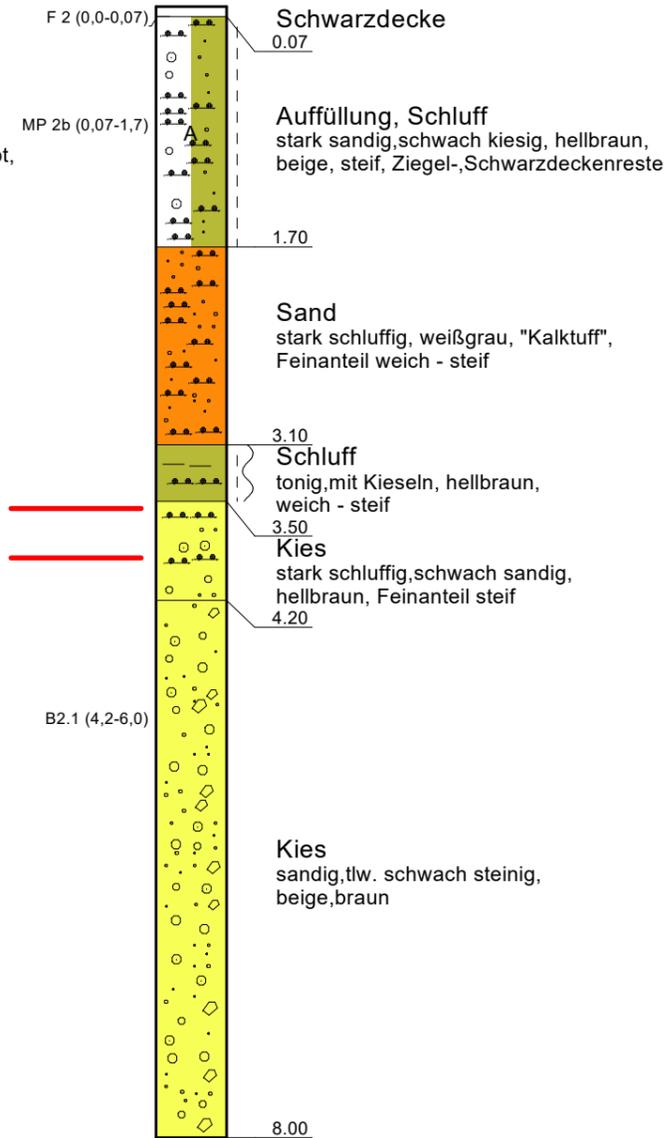
RKS 2a

ca. 478,2 m ü.NN



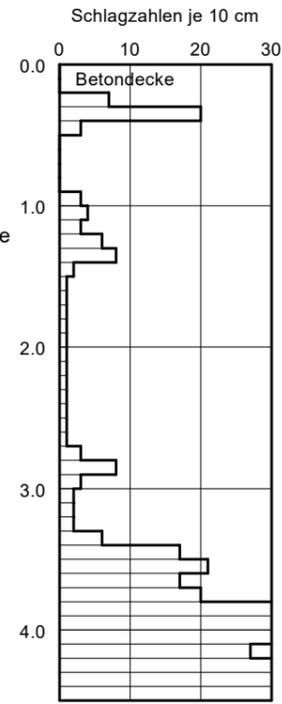
RKS 2b

ca. 478,0 m ü.NN



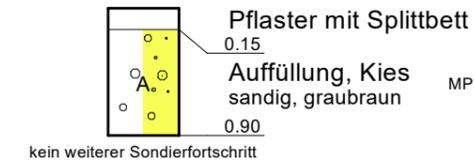
DPH B

ca. 478,1 m ü.NN



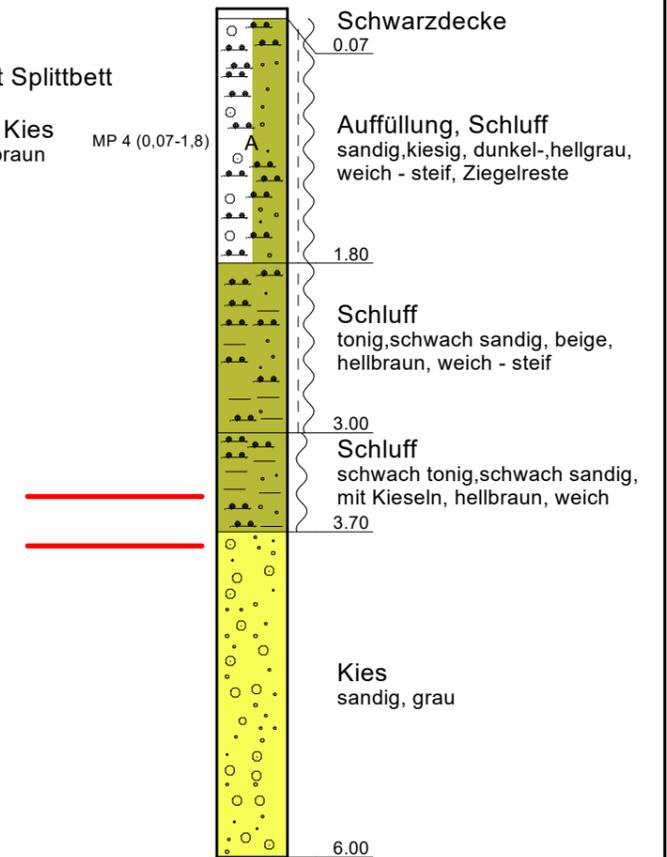
RKS 4a

ca. 477,5 m ü.NN



RKS 4b

ca. 477,9 m ü.NN



Bodenprofile
und Ramm-
diagramm

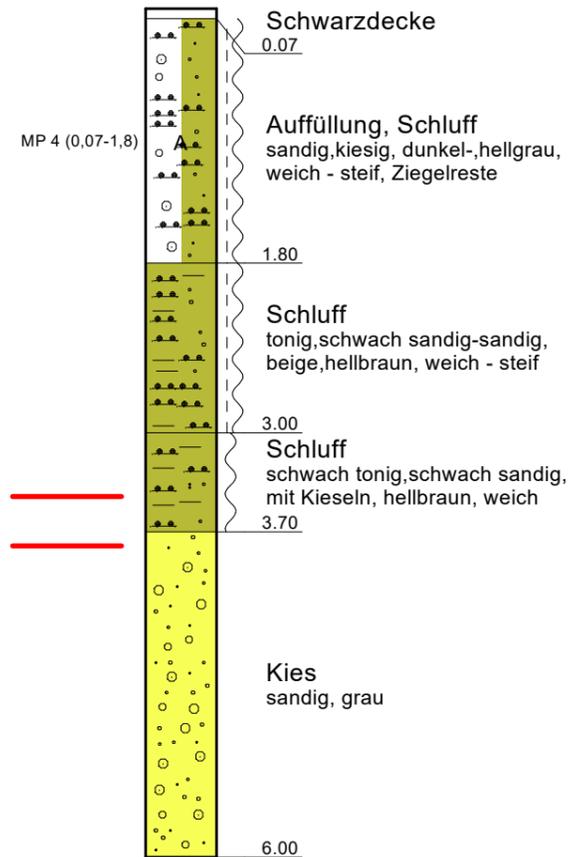


Projekt: 22264 / 06.07.2022
Neubau Wohn- und Geschäftshaus
in Ulm, Heigeleshof 2 / Wengengasse 27

Höhenmaßstab ca. 1:50 bei A3 | Anlage 2.2

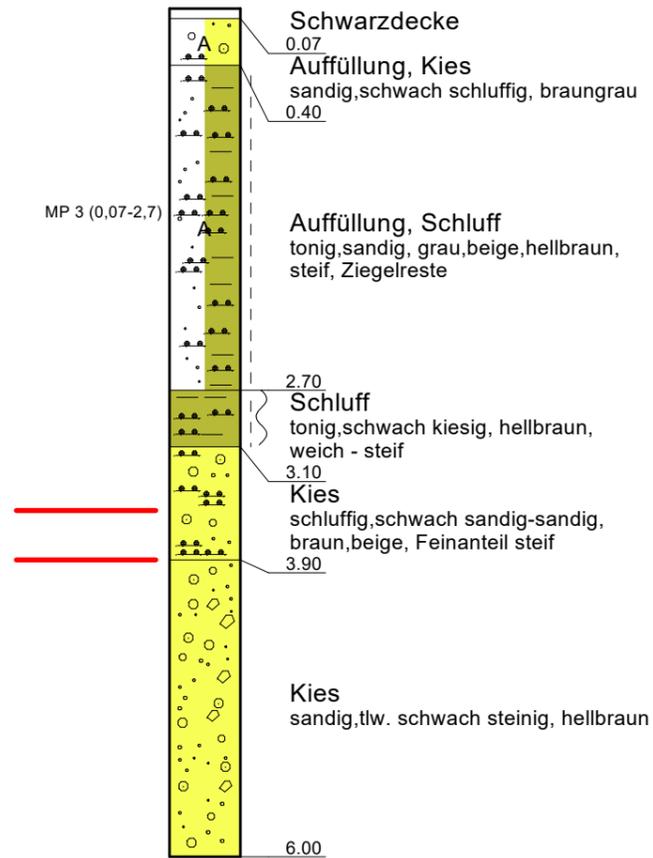
RKS 4b

ca. 477,9 m ü.NN



RKS 3

ca. 478,0 m ü.NN



EG-Fußboden
(+/-0,00 m / 477,50 m ü.NN)

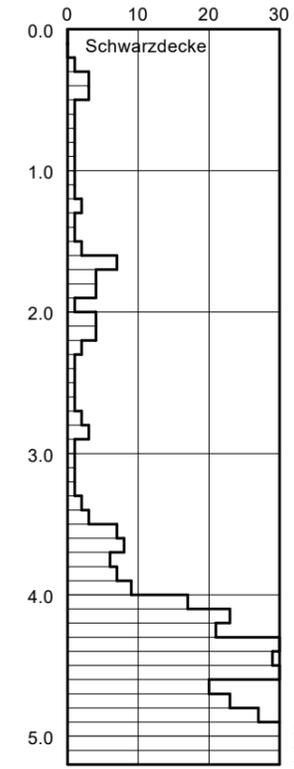
UG-Fußboden (Tiefgarage)
(-3,05 m / 474,45 m ü.NN)

UG-Fußboden (Kellerräume)
(-3,40 m / 474,10 m ü.NN)

DPH A

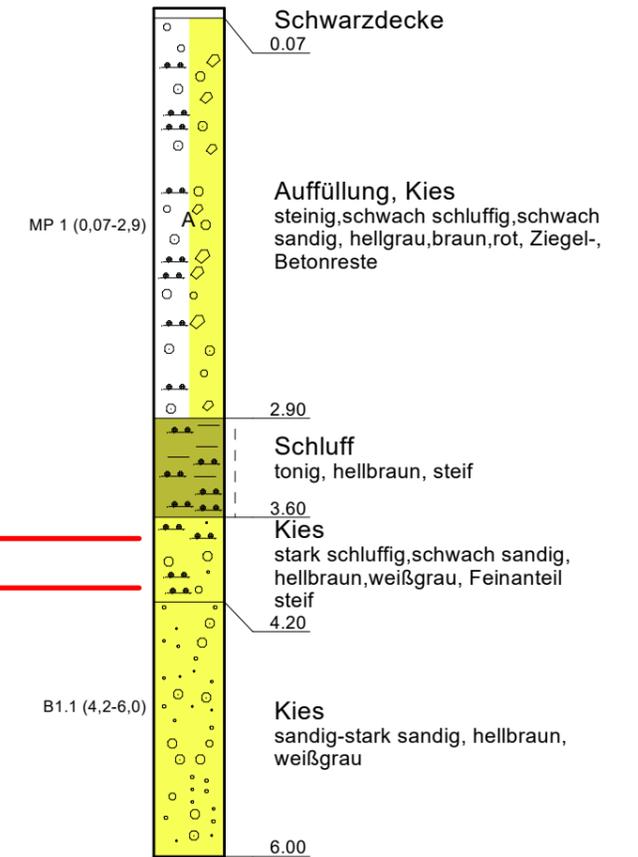
ca. 478,2 m ü.NN

Schlagzahlen je 10 cm



RKS 1

ca. 478,2 m ü.NN



Bodenprofile
und Ramm-
diagramm



Projekt: 22264 / 06.07.2022
Neubau Wohn- und Geschäftshaus
in Ulm, Heigeleshof 2 / Wengengasse 27

Höhenmaßstab ca. 1:50 bei A3 | Anlage 2.3

Schirmer Ingenieurgesellschaft mbH

Jörg-Syrlin-Str. 65-67

89081 Ulm

Tel.: 0731/3886424-0

Bearbeiter: Dipl.-Geol. Lohse

Datum: 29.06.2021

Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4

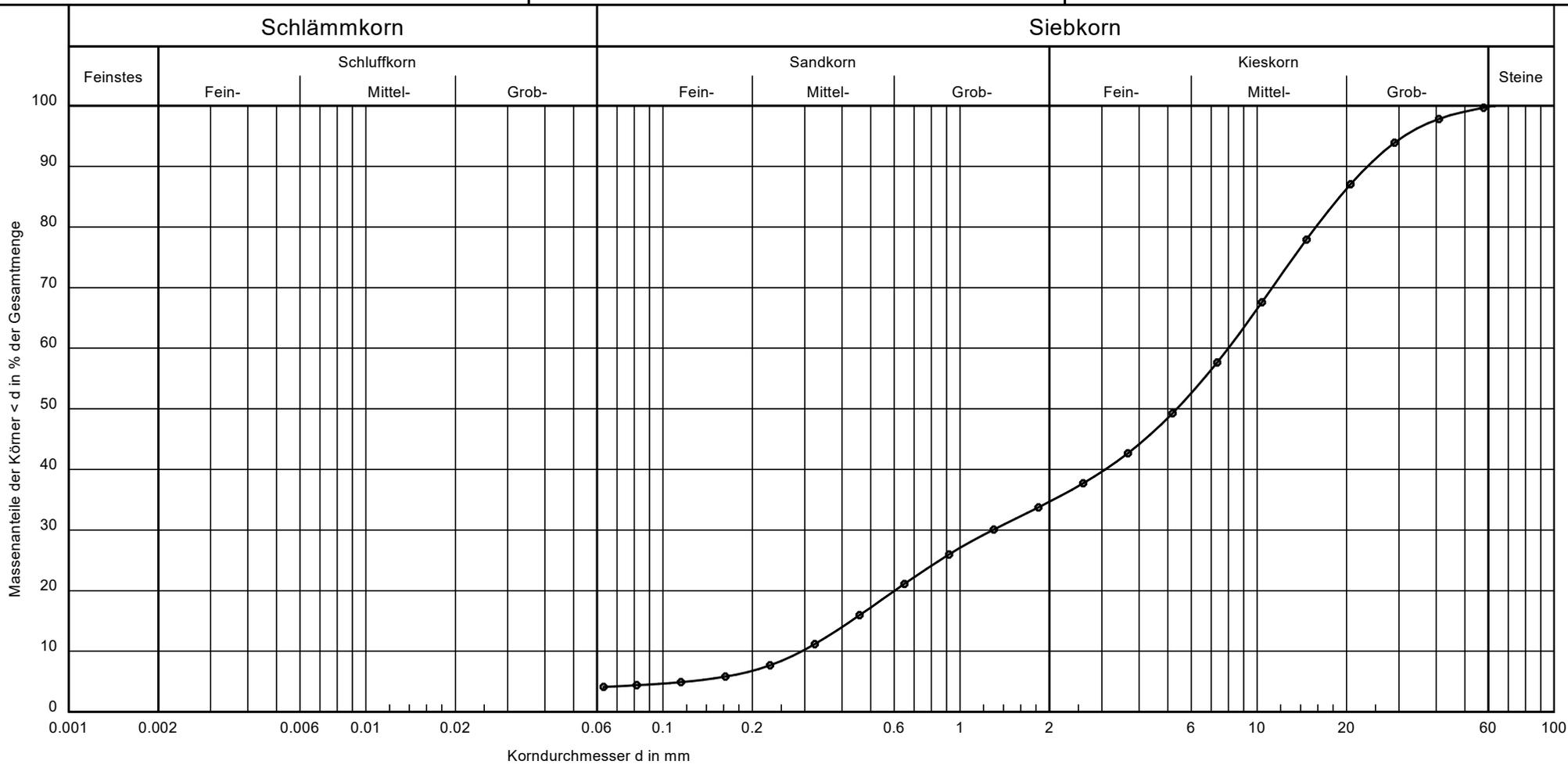
Neubau Wohn-/Geschäftshs. in Ulm
Heigeleshof 2 / Wengengasse 27

Probenbezeichnung: B1.1

Probe entnommen am: 23.06.2022

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Siebanalyse (Nasssiebung)



Entnahmestelle:

RKS 1

Entnahmetiefe:

4,2 - 6,0 m

Bodenart:

G, s - s*

Kornkennziffer:

0037

Ungleichförmigkeit:

27.3/0.7

Bemerkungen:

3

Anlage:

22264 / 06.07.2022

Projekt:

ausführende Firma:

Bioverfahrenstechnik und
Umweltanalytik GmbH
Gewerbestraße 10
87733 Markt Rettenbach

Analysen-
berichte (VwV)
für die Proben
MP A und MP B



Projekt: 22264 / 06.07.2022
Neubau Wohn- und Geschäftshaus
in Ulm, Heigeleshof 2 / Wengengasse 27

Anlage 4

| Parameter | Einheit | Messwert | Z 0 (S L/L) | Z 0* | Z 1.1/2 | Z 2 | Methode |
|---------------------------|------------|-------------|------------------|------|---------|------|---------------------------|
| EOX | [mg/kg TS] | < 0,5 | 1 | 1 | 3 | 10 | DIN 38 409 -17 :2005-12 |
| MKW (C10 – C22) | [mg/kg TS] | < 30 | 100 | 200 | 300 | 1000 | DIN EN 14039 :2005-01 |
| MKW (C10 – C40) | [mg/kg TS] | 50 | - | 400 | 600 | 2000 | DIN EN 14039 :2005-01 |
| Cyanid (gesamt) | [mg/kg TS] | < 0,25 | - | - | 3 | 10 | DIN EN ISO 17380 :2013-10 |
| PCB 28 | [mg/kg TS] | < 0,01 | | | | | |
| PCB 52 | [mg/kg TS] | < 0,01 | | | | | |
| PCB 101 | [mg/kg TS] | < 0,01 | | | | | |
| PCB 138 | [mg/kg TS] | < 0,01 | | | | | |
| PCB 153 | [mg/kg TS] | < 0,01 | | | | | |
| PCB 180 | [mg/kg TS] | < 0,01 | | | | | |
| Σ PCB (6): | [mg/kg TS] | n.n. | 0,05 | 0,1 | 0,15 | 0,5 | DIN EN 15308 :2016-12 |
| Benzol | [mg/kg TS] | < 0,05 | | | | | |
| Toluol | [mg/kg TS] | < 0,05 | | | | | |
| Ethylbenzol | [mg/kg TS] | < 0,05 | | | | | |
| m,p-Xylol | [mg/kg TS] | < 0,05 | | | | | |
| o-Xylol | [mg/kg TS] | < 0,05 | | | | | |
| Σ BTXE: | [mg/kg TS] | n.n. | 1 | 1 | 1 | 1 | DIN EN ISO 22155: 2016-07 |
| Vinylchlorid | [mg/kg TS] | < 0,01 | | | | | |
| Dichlormethan | [mg/kg TS] | < 0,01 | | | | | |
| 1-2-Dichlorethan | [mg/kg TS] | < 0,01 | | | | | |
| cis 1,2 Dichlorethen | [mg/kg TS] | < 0,01 | | | | | |
| trans-Dichlorethen | [mg/kg TS] | < 0,01 | | | | | |
| Chloroform | [mg/kg TS] | < 0,01 | | | | | |
| 1.1.1- Trichlorethan | [mg/kg TS] | < 0,01 | | | | | |
| Tetrachlormethan | [mg/kg TS] | < 0,01 | | | | | |
| Trichlorethen | [mg/kg TS] | < 0,01 | | | | | |
| Tetrachlorethen | [mg/kg TS] | < 0,01 | | | | | |
| Σ LHKW: | [mg/kg TS] | n.n. | 1 | 1 | 1 | 1 | DIN EN ISO 22155: 2016-07 |
| Naphthalin | [mg/kg TS] | 0,4 | | | | | |
| Acenaphthen | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Acenaphthylen | [mg/kg TS] | < 0,04 | | | | | |
| Fluoren | [mg/kg TS] | 0,21 | | | | | |
| Phenanthren | [mg/kg TS] | 2,1 | | | | | |
| Anthracen | [mg/kg TS] | 0,98 | | | | | |
| Fluoranthren | [mg/kg TS] | 5,6 | | | | | |
| Pyren | [mg/kg TS] | 3,8 | | | | | |
| Benzo(a)anthracen | [mg/kg TS] | 3,6 | | | | | |
| Chrysen | [mg/kg TS] | 2,4 | | | | | |
| Benzo(b)fluoranthren | [mg/kg TS] | 3,5 | | | | | |
| Benzo(k)fluoranthren | [mg/kg TS] | 1,3 | | | | | |
| Benzo(a)pyren | [mg/kg TS] | 2,3 | 0,3 | 0,6 | 0,9 | 3 | |
| Dibenz(a,h)anthracen | [mg/kg TS] | 0,56 | | | | | |
| Benzo(g,h,i)perylene | [mg/kg TS] | 1,2 | | | | | |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren | [mg/kg TS] | 1,2 | | | | | |
| Σ PAK (EPA Liste): | [mg/kg TS] | 29,2 | 3 | 3 | 3 /9 | 30 | DIN ISO 18287 :2006-05 |

3 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

3.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle, Summenparameter, Chlorid, Sulfat

| Parameter | Einheit | Messwert | | Z0/Z0* | Z 1.1 | Z 1.2 | Z 2 | Methode |
|-----------------------|---------|----------|--|---------|---------|-------|--------|----------------------------|
| Eluatherstellung | | | | | | | | DIN EN 12457-4 : 2003-01 |
| pH-Wert | [-] | 10,50 | | 6,5-9,5 | 6,5-9,5 | 6-12 | 5,5-12 | DIN EN ISO 10523 04-2012 |
| elektr. Leitfähigkeit | [µS/cm] | 246 | | 250 | 250 | 1500 | 2000 | DIN EN 27 888 : 1993 |
| Arsen | [µg/l] | < 4 | | - 14 | 14 | 20 | 60 | DIN EN ISO 17294-2:2017-01 |
| Blei | [µg/l] | < 5 | | - 40 | 40 | 80 | 200 | DIN EN ISO 17294-2:2017-01 |
| Cadmium | [µg/l] | < 0,2 | | - 1,5 | 1,5 | 3 | 6 | DIN EN ISO 17294-2:2017-01 |
| Chrom (gesamt) | [µg/l] | < 5 | | - 125 | 12,5 | 25 | 60 | DIN EN ISO 17294-2:2017-01 |
| Kupfer | [µg/l] | < 5 | | - 20 | 20 | 60 | 100 | DIN EN ISO 17294-2:2017-01 |
| Nickel | [µg/l] | < 5 | | - 15 | 15 | 20 | 70 | DIN EN ISO 17294-2:2017-01 |
| Quecksilber | [µg/l] | < 0,15 | | - 0,5 | 0,5 | 1 | 2 | DIN EN ISO 12846:2012-08 |
| Thallium | [µg/l] | < 1 | | | | | | DIN EN ISO 17294-2:2017-01 |
| Zink | [µg/l] | < 10 | | - 150 | 150 | 200 | 600 | DIN EN ISO 17294-2:2017-01 |
| Phenolindex | [µg/l] | < 10 | | 20 | 20 | 40 | 100 | DIN EN ISO 14402:1999-12 |
| Cyanid (gesamt) | [µg/l] | < 5 | | 5 | 5 | 10 | 20 | EN ISO 14403:2012-10 |
| Chlorid | [mg/l] | 6 | | 30 | 30 | 50 | 100 | EN ISO 10304:2009-07 |
| Sulfat | [mg/l] | 13 | | 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 01.07.2022

Onlinedokument ohne Unterschrift

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

| Parameter | Einheit | Messwert | Z 0 (S L/L) | Z 0* | Z 1.1/2 | Z 2 | Methode |
|---------------------------|------------|-------------|------------------|------|---------|------|---------------------------|
| EOX | [mg/kg TS] | < 0,5 | 1 | 1 | 3 | 10 | DIN 38 409 -17 :2005-12 |
| MKW (C10 – C22) | [mg/kg TS] | < 30 | 100 | 200 | 300 | 1000 | DIN EN 14039 :2005-01 |
| MKW (C10 – C40) | [mg/kg TS] | < 50 | - | 400 | 600 | 2000 | DIN EN 14039 :2005-01 |
| Cyanid (gesamt) | [mg/kg TS] | < 0,25 | - | - | 3 | 10 | DIN EN ISO 17380 :2013-10 |
| PCB 28 | [mg/kg TS] | < 0,01 | | | | | |
| PCB 52 | [mg/kg TS] | < 0,01 | | | | | |
| PCB 101 | [mg/kg TS] | < 0,01 | | | | | |
| PCB 138 | [mg/kg TS] | < 0,01 | | | | | |
| PCB 153 | [mg/kg TS] | < 0,01 | | | | | |
| PCB 180 | [mg/kg TS] | < 0,01 | | | | | |
| Σ PCB (6): | [mg/kg TS] | n.n. | 0,05 | 0,1 | 0,15 | 0,5 | DIN EN 15308 :2016-12 |
| Benzol | [mg/kg TS] | < 0,05 | | | | | |
| Toluol | [mg/kg TS] | < 0,05 | | | | | |
| Ethylbenzol | [mg/kg TS] | < 0,05 | | | | | |
| m,p-Xylol | [mg/kg TS] | < 0,05 | | | | | |
| o-Xylol | [mg/kg TS] | < 0,05 | | | | | |
| Σ BTXE: | [mg/kg TS] | n.n. | 1 | 1 | 1 | 1 | DIN EN ISO 22155: 2016-07 |
| Vinylchlorid | [mg/kg TS] | < 0,01 | | | | | |
| Dichlormethan | [mg/kg TS] | < 0,01 | | | | | |
| 1-2-Dichlorethan | [mg/kg TS] | < 0,01 | | | | | |
| cis 1,2 Dichlorethen | [mg/kg TS] | < 0,01 | | | | | |
| trans-Dichlorethen | [mg/kg TS] | < 0,01 | | | | | |
| Chloroform | [mg/kg TS] | < 0,01 | | | | | |
| 1.1.1- Trichlorethan | [mg/kg TS] | < 0,01 | | | | | |
| Tetrachlormethan | [mg/kg TS] | < 0,01 | | | | | |
| Trichlorethen | [mg/kg TS] | < 0,01 | | | | | |
| Tetrachlorethen | [mg/kg TS] | < 0,01 | | | | | |
| Σ LHKW: | [mg/kg TS] | n.n. | 1 | 1 | 1 | 1 | DIN EN ISO 22155: 2016-07 |
| Naphthalin | [mg/kg TS] | 0,71 | | | | | |
| Acenaphthen | [mg/kg TS] | 0,18 | | | | | |
| Acenaphthylen | [mg/kg TS] | 0,66 | | | | | |
| Fluoren | [mg/kg TS] | 1,5 | | | | | |
| Phenanthren | [mg/kg TS] | 11 | | | | | |
| Anthracen | [mg/kg TS] | 2,9 | | | | | |
| Fluoranthren | [mg/kg TS] | 12 | | | | | |
| Pyren | [mg/kg TS] | 9,2 | | | | | |
| Benzo(a)anthracen | [mg/kg TS] | 5,4 | | | | | |
| Chrysen | [mg/kg TS] | 3,6 | | | | | |
| Benzo(b)fluoranthren | [mg/kg TS] | 5,5 | | | | | |
| Benzo(k)fluoranthren | [mg/kg TS] | 2 | | | | | |
| Benzo(a)pyren | [mg/kg TS] | 4,1 | 0,3 | 0,6 | 0,9 | 3 | |
| Dibenz(a,h)anthracen | [mg/kg TS] | 0,73 | | | | | |
| Benzo(g,h,i)perylene | [mg/kg TS] | 2,2 | | | | | |
| Indeno(1,2,3-cd)pyren | [mg/kg TS] | 2,2 | | | | | |
| Σ PAK (EPA Liste): | [mg/kg TS] | 63,9 | 3 | 3 | 3 /9 | 30 | DIN ISO 18287 :2006-05 |

3 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

3.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle, Summenparameter, Chlorid, Sulfat

| Parameter | Einheit | Messwert | | Z0/Z0* | Z 1.1 | Z 1.2 | Z 2 | Methode |
|-----------------------|---------|----------|--|---------|---------|-------|--------|-----------------------------|
| Eluatherstellung | | | | | | | | DIN EN 12457-4 : 2003-01 |
| pH-Wert | [-] | 9,85 | | 6,5-9,5 | 6,5-9,5 | 6-12 | 5,5-12 | DIN EN ISO 10523 04-2012 |
| elektr. Leitfähigkeit | [µS/cm] | 111 | | 250 | 250 | 1500 | 2000 | DIN EN 27 888 : 1993 |
| Arsen | [µg/l] | 9 | | - 14 | 14 | 20 | 60 | DIN EN ISO 17294-2 :2017-01 |
| Blei | [µg/l] | < 5 | | - 40 | 40 | 80 | 200 | DIN EN ISO 17294-2 :2017-01 |
| Cadmium | [µg/l] | < 0,2 | | - 1,5 | 1,5 | 3 | 6 | DIN EN ISO 17294-2 :2017-01 |
| Chrom (gesamt) | [µg/l] | < 5 | | - 125 | 12,5 | 25 | 60 | DIN EN ISO 17294-2 :2017-01 |
| Kupfer | [µg/l] | < 5 | | - 20 | 20 | 60 | 100 | DIN EN ISO 17294-2 :2017-01 |
| Nickel | [µg/l] | < 5 | | - 15 | 15 | 20 | 70 | DIN EN ISO 17294-2 :2017-01 |
| Quecksilber | [µg/l] | < 0,15 | | - 0,5 | 0,5 | 1 | 2 | DIN EN ISO 12846 :2012-08 |
| Thallium | [µg/l] | < 1 | | | | | | DIN EN ISO 17294-2 :2017-01 |
| Zink | [µg/l] | < 10 | | - 150 | 150 | 200 | 600 | DIN EN ISO 17294-2 :2017-01 |
| Phenolindex | [µg/l] | < 10 | | 20 | 20 | 40 | 100 | DIN EN ISO 14402:1999-12 |
| Cyanid (gesamt) | [µg/l] | < 5 | | 5 | 5 | 10 | 20 | EN ISO 14403 :2012-10 |
| Chlorid | [mg/l] | < 2 | | 30 | 30 | 50 | 100 | EN ISO 10304: 2009-07 |
| Sulfat | [mg/l] | 6 | | 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 01.07.2022

Onlinedokument ohne Unterschrift

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