

Gutachten

Nr. 19049

Projekt: Neubau von Wohn-/Geschäftsgebäuden
mit Tiefgarage

Ort: 89134 Blaustein, Rathausumgebung
(Flurstücke Nr. 571/3, 577, 577/5 und 577/6)

Auftraggeber: Alb-Naturenergie GmbH
Wohnbau- und Immobilienservice
89134 Blaustein, Marktplatz 9

Untersuchungsauftrag: Baugrundbeurteilung und
geo-/umwelttechnische Beratung

Ulm, den 22.11.2019

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Vorgang	3
2. Untersuchungsumfang	3
3. Gelände und Bauvorhaben	5
4. Baugrundverhältnisse	6
5. Grundwasserverhältnisse	11
6. Bautechnische Folgerungen	13
6.1 Gründung	13
6.2 Auflagerung der untersten Böden	18
7. Durchfeuchtungsschutz	18
8. Allgemeine Angaben zur Auftriebssicherung	19
9. Hinweise für die Bauausführung	19
9.1 Homogenbereiche	19
9.2 Baugrube	22
9.3 Wasserhaltung	23
9.4 Sonstige Hinweise	24
10. Umwelttechnische Beurteilung	25
10.1 Auffüllungen	25
10.2 Grundwasser	26
11. Schlussbemerkung	32
Anlagen:	
(1.1) Lageplan mit Untersuchungsstellen, Maßstab ca. 1:450	
(1.2) Grundriss EG mit Untersuchungsstellen, Maßstab ca. 1:380	
(2) Schichtprofile / Rammdiagramme, Höhenmaßstab ca. 1:100	
(3) Schichtenverzeichnisse	
(4) Bodenmechanische Laborergebnisse	
(5) Umwelttechnische Laborergebnisse	

1. Vorgang

Im Bereich des Rathauses in Blaustein ist auf den Flurstücken Nr. 571/3, 577, 577/5 und 577/6 der Neubau von Wohn-/Geschäftsgebäuden mit einer gemeinsamen Tiefgarage geplant.

Zur Erkundung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse im betreffenden Areal wurde die SCHIRMER-Ingenieurgesellschaft beauftragt, eine geo-/umwelttechnische Untersuchung durchzuführen und Empfehlungen zur Gründung einschließlich der Bemessungs- und Bodenkennwerte sowie zur Fußbodenauflagerung auszuarbeiten. Ferner sollte auf den Durchfeuchtungsschutz und die Bauausführung (Baugrube / Wasserhaltung) eingegangen werden. Außerdem sollten Angaben zu den Homogenbereichen sowie zum Bemessungswasserstand und zur Baustoffaggressivität des Grundwassers gemacht werden.

Darüber hinaus wurde eine umwelttechnische Untersuchung der angetroffenen Auffüllungen für eine erste Einschätzung im Hinblick auf die Entsorgung durchgeführt und das Grundwasser auf Schadstoffe analysiert.

Für die Ausführung der Geländearbeiten und zur Erstellung des geo-/umwelttechnischen Gutachtens standen u.a. folgende Unterlagen zur Verfügung:

- Lageplan, Maßstab 1:500, vom 13.06.2019
- Grundrisse TG/UG, EG, 1.OG und Regelgeschosse, Maßstab 1:200, vom 13.06.2019
- Fassadenabwicklung Nord, Südwest und Nord-Süd, Maßstab 1:200, vom 13.06.2019

2. Untersuchungsumfang

Zur Erkundung der Untergrund- und Bodenwasserverhältnisse wurden zwischen dem 30.10. und 05.11.2019 drei Erkundungsbohrungen mit Tiefen von 19,8 m (B 1), 23,0 m (B 2) und 17,5 m (B 3) abgeteuft.

Des Weiteren wurden am 17.09.2019 drei Rammkernsondierungen (RKS 1 bis RKS 3) niedergebracht. Die Endtiefen aller Sondierungen resultierten aus dicht gelagerten Schichten, in denen kein weiterer 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 sowie nach DIN 18300 in Homogenbereiche eingeteilt.

Ergänzend zu den o.g. Aufschlüssen wurden am 18.09.2019 zwei schwere Rammsondierungen (DPH A und B) nach DIN EN ISO 22476-2 mit 12,3 m und 12,0 m Tiefe durchgeführt. Darüber hinaus fanden in den Bohrungen insgesamt drei Bohrlochrammsondierungen (BDP) innerhalb der Talkiese statt.

Diese Sondierungen (DPH und BDP) dienten insbesondere zur Verifizierung der Schichtübergänge sowie zur Bestimmung der Lagerungsdichte der rolligen Böden und Abschätzung der Konsistenz der bindigen Böden.

Die Untersuchungsstellen wurden der Lage und Höhe nach eingemessen. Ihre Ansatzpunkte gehen aus der Anlage 1 hervor. Die Höhenmessung bezieht sich auf einen Schachtdeckel am Westrand des Bauareals (siehe Anlage 1.1), der nach den Spartenplänen eine absolute Höhe von 491,95 m ü.NN besitzt. Diese Höhe ist bauseits gegebenenfalls noch zu überprüfen.

Die Ergebnisse der Bodenaufnahmen sind unter Beachtung von DIN 4023 in Form von höhengerecht angeordneten Schichtprofilen in der Anlage 2 enthalten. Darin sind auch die Rammprogramme der DPH sowie die Ergebnisse der BDP dargestellt.

Des Weiteren sind die Ergebnisse der Bohrungen entsprechend den Aufzeichnungen des Bohrmeisters in Original-Schichtenverzeichnisse eingetragen (siehe Anlage 3). Der weiteren Bearbeitung und Bewertung wurden jedoch die von uns korrigierten Schichtprofile der Anlage 2 zugrunde gelegt.

Aus den relevanten Bodenschichten wurden Proben entnommen und zur weiteren Bearbeitung in unser bodenmechanisches Labor gebracht. Dort wurden an zwei Proben aus den Talkiesen (B1.2 aus B 1 und B2.2 aus B 2) die Korngrößenverteilungen nach DIN EN ISO 17892-4 bestimmt. Die bodenmechanischen Laborergebnisse sind in der Anlage 4 aufgeführt.

Außerdem wurden aus den Auffüllungen aller Aufschlüsse sechs Sammelproben (S 1 bis S 3 aus B 1 bis B 3 sowie S R1 bis S R3 aus RKS 1 bis RKS 3) entnommen. Daraus wurden die drei Mischproben M 1 (aus S 1), M 2 (aus S 2) und M 3 (aus S 3 und S R1 bis S R3) erstellt und zur umweltchemischen Analyse auf die Parameter der VwV Baden-Württemberg in das Labor BVU, Markt Rettenbach verschickt. Diese umweltchemischen Analysenberichte sind in der Anlage 5.1 enthalten, eine Bewertung findet sich in Kapitel 10.

Ferner wurde die geschöpfte Grundwasserprobe W 1 aus der Bohrung B 3 nach DIN 4030 auf Baustoffaggressivität untersucht (vgl. Anlage 5.2 und Kapitel 5).

Die Grundwasserprobe W 1 wurde zudem nach den Vorgaben der zuständigen Fachbehörde auf die Parameter BTEX / leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe, LCKW, FCKW, sonstige organische Chlorverbindungen, MKW / aliphatische Kohlenwasserstoffe, PAK, PCB und Schwermetallsalze (auch As- und Se-Verbindungen) analysiert (vgl. Anlage 5.2 und Kapitel 10).

3. Gelände und Bauvorhaben

Das betreffende Neubauareal liegt im Zentrum von Blaustein, direkt nordöstlich der Ehrensteiner Straße und südlich der Boschstraße. Es handelt sich um die Flurstücke Nr. 571/3 und 577/5 sowie um Teilbereiche von Nr. 577/6 und 577. Die Baufläche erstreckt sich über maximal etwa 140 m x 80 m und ist weitgehend eben. Zum Zeitpunkt der Feldarbeiten bestanden darauf gepflasterte Freiflächen (größtenteils Parkplätze) mit einzelnen Grünbereichen (Rabatten).

Im Südteil befand sich darüber hinaus auf einer Fläche von maximal ca. 50 m x 40 m noch das Gebäude eines ehemaligen Lebensmittelmarktes sowie im Nordwesten ein Verwaltungsgebäude mit max. etwa 30 m Länge und 15 m Breite (vgl. Anlage 1.1). Diese Bauwerke sollen im Zuge des Neubaus rückgebaut werden. Gemäß den Vermessungen während der Feldversuche beträgt die maximale Höhendifferenz innerhalb der Baufläche ungefähr 1,8 m.

Nach den uns zur Verfügung gestellten Planunterlagen ist auf dem Bauareal der Neubau eines Komplexes aus Wohn-/Geschäftsgebäuden mit Tiefgarage vorgesehen.

Er besteht aus zwei aufgehenden Bauwerken, die drei- bis sechsgeschossig sind. Das südliche Gebäude ist annähernd dreieckig und besitzt eine maximale Ausdehnung von ca. 70 m x 50 m. In einem Abstand von etwa 20 m folgt nordöstlich davon ein rechteckiges Gebäude mit ungefähr 50 m Länge und 25 m Breite.

Unter und zwischen diesen Bauwerken sowie auf der geplanten Freifläche (Marktplatz) nordwestlich davon ist eine einfache Unterkellerung (vorwiegend Tiefgarage) geplant. Das Keller-/Tiefgaragengeschoss besitzt eine maximale Grundfläche von ca. 130 m x 85 m (vgl. Anlage 1.1).

Angaben zur Höhenlage der EG- und UG-/TG-Fußböden liegen nicht vor. Die EG-Fußböden sind aber voraussichtlich ungefähr auf der derzeitigen Geländehöhe (im Mittel ca. 492 m ü.NN) geplant sowie die UG-/TG-Fußböden erfahrungsgemäß etwa 3 m darunter.

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

4. Baugrundverhältnisse

Das untersuchte Areal befindet sich im Blautal und ist daher von jungen, quartären Talfüllungen geprägt. Hierbei handelt es sich um bindig-organische Böden (Tallehme/„Mudden“, „Kalktuffe“ und Torfe) im höheren sowie um Talkiese und -sande im tieferen Bereich.

Die Kiese werden von Erosionsresten der Unteren Süßwassermolasse (zumeist Mergel oder Mergelsteine) bzw. von Jura-Kalkfels unterlagert. Diese Schichten wurden bis zur Endtiefe der Bohrungen und Sondierungen noch nicht erreicht. Der Fels kann durch Verwitterungseinflüsse örtlich aufgelockert sein. Gemäß unseren Erfahrungen aus der Nachbarschaft sind auch lokal tiefer reichende Karstschlotten mit Lehmfüllungen nicht auszuschließen.

Das Untersuchungsgebiet wurde außerdem im Rahmen von früheren Baumaßnahmen flächig aufgefüllt.

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

Zunächst lag bei B 2 eine 0,3 m dicke **Mutterbodenschicht** (Grasnarbe) vor sowie bei den anderen Aufschlüssen eine ca. 0,2 m mächtige Lage aus **Pflastersteinen** mit Splittbett.

Darunter folgten **Auffüllungen**, die im oberen Bereich aus schwach sandigen bis sandigen, teils schwach bis stark schluffigen Kiesen bestanden. Ab Tiefen zwischen 0,4 m und 1,6 m folgten darunter aufgefüllte schwach kiesige bis kiesige, z.T. schwach tonige bis tonige bzw. schwach sandige bis sandige und vereinzelt steinige Schluffe. Diese besaßen eine weiche bis steife Konsistenz. Die Auffüllungen enthielten stellenweise Ziegelreste und einzelne Asphaltreste. Sie reichten bis in Tiefen zwischen 1,4 m (bei RKS 3) und 2,7 m (bei RKS 1).

Dort wurden sie von bindig-organischen Talfüllungen unterlagert.

Hierbei handelte es sich zum Einen um **Tallehme**, die überwiegend als „Mudden“, d.h. organische bis stark organische, teils schwach bis stark tonige und vereinzelt schwach sandige Schluffe anzusprechen waren. Untergeordnet lagen sie auch als tonige bis stark tonige Schluffe vor.

Die Tallehmschichten besaßen meist eine breiige bis weiche und stellenweise eine steife Konsistenz.

Zum Anderen waren die bindig-organischen Talfüllungen als „**Kalktuffe**“ ausgebildet, d.h. als schwach bis stark schluffige Sande, deren Feinanteile eine breiig-weiche bis weich-steife Konsistenz besaßen.

Des Weiteren lagen die bindig-organischen Talfüllungen als amorphe bis schwach faserige **Torfe** mit Mächtigkeiten zwischen 0,5 m und 1,6 m vor.

Ab Tiefen zwischen 9,0 m (B 3) und 11,0 m (RKS 2) wurden unter den bindig-organischen Talfüllungen **Talkiese** erreicht. Hierbei handelte es sich um schwach bis stark sandige, zumeist schwach bis stark schluffige, z.T. schwach steinige Kiese. Bei B 2 waren sie ab 18,0 m Tiefe als „Kiessande“ (mit Geröllen verschiedener Herkunft) ausgebildet und ansonsten als „Kalkschotter“ (mit Kalksteingeröllen).

Die Talkiese reichten bis zur Endtiefe aller Rammkernsondierungen sowie der Bohrung B 2, in der sie noch nicht durchteuft waren.

Bei B 1 wurden in 19,7 m Tiefe unter den Talkiesen stark kiesige, schwach schluffige **Talsande** erschlossen, die dort bis zur Endtiefe (19,8 m) reichten, in der sie noch nicht durchörtert waren.

Innerhalb der Talkiese wurden drei Bohrlochrammsondierungen (BDP) mit folgenden Ergebnissen durchgeführt:

- | | |
|-----------------------------------|----------------------------|
| - Bohrung B 1 (12,50 m – 12,95 m) | Schlagzahl N_{30} : 27 |
| - Bohrung B 2 (11,70 m – 12,00 m) | Schlagzahl N_{30} : >>50 |
| - Bohrung B 2 (14,80 m – 14,95 m) | Schlagzahl N_{30} : >>50 |

Diese Werte dokumentieren eine dichte bis sehr dichte Lagerung der Talkiese in den untersuchten Tiefen - unter Berücksichtigung des Grundwassereinflusses.

Mit den ergänzend durchgeführten Rammsondierungen wurden die Lagerungsdichte und Konsistenz der angetroffenen Schichten abgeschätzt sowie die Schichtübergänge verifiziert.

Beide Sondierungen zeigten bis in 0,5 m bzw. 1,6 Tiefe noch Schlagzahlen von deutlich über 10 pro 10 cm Eindringtiefe. Darunter wurden nur sehr niedrige Werte von $\ll 10$ erreicht. Ab Tiefen von 11,4 m (DPH A) und 10,9 m (DPH B) kam es zu einem abrupten Anstieg auf Werte von über 10. Bis zu den Endtiefen (12,3 m und 12,0 m) wurden Schlagzahlen >40 erzielt.

Eine Korrelation mit den Bodenprofilen zeigt, dass die erhöhten Schlagzahlen in der obersten Zone vermutlich durch verdichtete Auffüllungen bedingt sind. Die niedrigen Werte, die bei beiden Sondierungen darunter erreicht wurden, lassen auf eine bestenfalls steife, überwiegend aber deutlich ungünstigere Konsistenz bzw. lockere Lagerung der bindig-organischen Talfüllungen schließen. Mit Erreichen der Talkiese steigen auch die Schlagzahlen rasch an. Demnach sind die Kiese - unter Berücksichtigung des Grundwassereinflusses - als sehr dicht gelagert zu beurteilen.

Grundsätzlich sind im untersuchten Areal weitere Wechselhaftigkeiten bezüglich der Ausbildung und dem Zustand der einzelnen Schichten nicht auszuschließen. Insbesondere können Schwankungen im Verlauf der Obergrenze der Talkiese vorkommen.

Die tragfähigen Schichten (Talkiese) stehen nach den Untersuchungsergebnissen etwa ab den nachfolgend in Tabelle 1 aufgeführten absoluten Höhen an.

Tabelle 1: Höhenlage der Talkiese

- B 1	482,2 m ü.NN (Max.)	- RKS 2	480,7 m ü.NN
- B 2	481,8 m ü.NN	- RKS 3	480,6 m ü.NN
- B 3	481,9 m ü.NN	- DPH A	ca. 480,7 m ü.NN
- RKS 1	481,9 m ü.NN	- DPH B	ca. 480,2 m ü.NN (Min.)

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. In kritischen Fällen sollten die jeweils ungünstigsten Werte für die Berechnungen herangezogen 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 $E_{s,k}$	undrain. Kohäsion $c_{u,k}$
	kN/m ³	kN/m ³	°	kN/m ²	MN/m ²	kN/m ²
Auffüllungen (A)						
Kiese [GW/GU/GU*]	20-21	11-12	(30-35)	(0-3)	-	-
Schluffe [UM/UL/TL]	19	10	(20-22,5)	(1-4)	-	≥15
Tallehme (UM/TL/TM/OU)	19	10	20	1 - 4	1 - 5	≥15
„Kalktuffe“ (SU*)	20	11	25	0 - 3	1 - 5	≥20
Torfe (HZ)	13	3	15	0 - 2	<1	≥20
Talsande (SU)	20	11	30	0 - 2	20 - 40	≥50
Talkiese (GW/GU/GU*)	20-21	11-12	35-37,5	0 - 2	80 - 150	-

Die Baufläche liegt in der **Erdbebenzone 0** und im Bereich der Untergrundklasse R. 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

Während der Feldarbeiten wurde in allen Aufschlüssen Grundwasser festgestellt. Die Werte sind in der nachfolgenden Tabelle 3 aufgeführt.

Tabelle 3: Grundwasserstände

Aufschluss	Grundwasser	Grundwasser	
	angetroffen (m u.Gel. / Datum)	nach Aufschlussende (m u.Gel. / Datum)	(m ü.NN)
- B 1	4,30 / 30.10.19	4,30 / 30.10.19	487,88
- B 2	4,50 / 04.11.19	4,50 / 04.11.19	487,47
- B 3	4,50 / 05.11.19	2,78 / 05.11.19	488,10
- RKS 1	-	3,03 / 17.09.19	489,50
- RKS 2	-	2,28 / 17.09.19	489,41
- RKS 3	-	1,48 / 17.09.19	489,28

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.

In jedem Fall ist aber mit einem Anstieg des Grundwassers über die gemessenen Stände, v.a. nach lang anhaltenden Niederschlägen und nach der Schneeschmelze, zu rechnen.

Bei den am 17.09.2019 in den Rammkernsondierungen festgestellten, oberflächennahen Wasserständen handelt es sich um Schicht-/Grundwasser, das sich innerhalb der sandigeren Zonen der den Talkies überlagernden Schichten sammelt. Diese Grundwasserführung (oberer Aquifer) ist erfahrungsgemäß nur regional und temporär vorhanden und nur von geringer Ergiebigkeit.

Recherchen bei den Fachbehörden ergaben, dass im direkten Umfeld des Bauvorhabens keine Grundwassermessstellen liegen, deren Wasserstände kontinuierlich langfristig beobachtet werden. Ergänzende Recherchen im weiteren Bereich lassen die Folgerung zu, dass im Blautal i.d.R. mit einer Grundwasserschwankung von maximal etwa 2 m zu rechnen ist.

Nach unseren Erhebungen lag im Großraum Ulm im September / Oktober / November 2019 eine niedrige Grundwassersituation vor. Wir empfehlen daher, den **Bemessungswasserstand** inklusive eines Sicherheitszuschlags von 0,3 m gemäß DIN 18533-1:2017-07 auf

491,6 m ü.NN

festzulegen.

Ungefähr auf diesem Niveau ist gemäß dem Daten- und Kartendienst der LUBW auch das 100-jährliche Hochwasser (HQ₁₀₀) der Blau im betreffenden Bereich anzunehmen.

Ergänzend weisen wir jedoch darauf hin, dass nach den Erfahrungen durch Naturereignisse der letzten 20 Jahre eine steigende Tendenz der Wasserstände zu beobachten ist, so dass bei anhaltendem Trend in Zukunft auch ein höherer Wert nicht auszuschließen ist.

Nach dem Analysenergebnis einer aus der Bohrung B 3 entnommenen Probe ist das Grundwasser nach DIN 4030 gegenüber Beton als **nicht angreifend** zu bezeichnen (vgl. Anlage 5.2).

6. Bautechnische Folgerungen

6.1 Gründung

Zur besseren Übersicht sind in die Anlage 2 die Oberkanten des EG- und TG-/UG-Fußbodens auf **angenommenen** Höhen von 492 m ü.NN und 489 m ü.NN eingetragen (vgl. Kapitel 3).

Die planmäßige Gründungssohle kann einige Dezimeter unter dem TG-/UG-Boden angenommen werden und liegt nach den Aufschlussergebnissen somit in den bindig-organischen Talfüllungen. Diese Böden sind aufgrund ihrer ungünstigen Konsistenz und ihres organischen Anteils für eine Gründung nicht geeignet. Im Sinne einer einheitlichen, setzungsarmen Gründung wird daher empfohlen, das Bauwerk generell in den Talkiesen zu gründen. Auch der erfahrungsgemäß darunter folgende Kalkfels ist dafür gut geeignet.

Bei der ermittelten Tiefenlage des tragfähigen Baugrunds muss die Gründung über Pfähle, die in die Talkiese einbinden, erfolgen.

Dafür eignen sich insbesondere Bohrpfähle oder eventuell Verpresspfähle, u.a. da diese im Vergleich zu anderen Pfahlarten weitestgehend erschütterungsarm hergestellt werden können.

Bohrpfähle bieten zudem den Vorteil, dass sie als „überschnittene Bohrpfahlwand“ gegebenenfalls auch zum Baugrubenverbau (vgl. Kapitel 9.2) und als Teil der Kellerwand herangezogen werden können.

Die empfohlenen Gründungsarten werden in den nachfolgenden Abschnitten beschrieben.

- Bohrpfähle

Bei Pfahlgründungen gilt, dass gemäß DIN EN 1997-1:2009-09 Verfahren zur Bestimmung des Druckwiderstandes auf der Grundlage von Pfahlprobebelastungen und vergleichbarer Erfahrung entwickelt worden sein müssen.

Nach der ergänzenden DIN 1054:2010-12 dürfen die charakteristischen Werte für den Pfahlsitzendruck und die Pfahlmantelreibung auf der Grundlage von Erfahrungswerten bestimmt werden. Diese Werte sind in der Empfehlung EA-Pfähle 2012 enthalten.

Bei Bohrpfählen erfolgt die Lastabtragung in erster Linie über die Pfahlspitze, untergeordnet aber auch über die Mantelreibung. Letztere kann bei Verwendung einer Stahlverrohrung durch eine Ringraumverpressung noch verbessert werden. In den angetroffenen Böden sollte generell eine Verrohrung vorgesehen werden.

Außerdem kann die ungünstige Konsistenz der bindigen Böden nach dem Ziehen der Verrohrung zu einem Austreten der Zementsuspension in diese Schichten führen. Es wird daher empfohlen, ein zusätzliches Hüllrohr zu verwenden oder einen Mehrverbrauch einzukalkulieren.

Bohrpfähle müssen grundsätzlich mindestens 2,5 m in tragfähige Böden (Talkiese) einbinden.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Baugrundverhältnisse während der Herstellung von Bohrpfählen gemäß DIN EN 1536:2010-12 laufend zu dokumentieren sind.

Für die Talkiese wird aufgrund der o.g. BDP- und DPH-Ergebnisse und unserer Erfahrung ein Wert für den Spitzenwiderstand der Drucksonde von im Mittel $q_c \geq 25 \text{ MN/m}^2$ angenommen.

Für die **Talkiese** können gemäß Tabelle 5.12 der Empfehlung EA-Pfähle die nachfolgenden Pfahlspitzendrücke $q_{b,k}$ angesetzt werden:

Tabelle 4: charakteristische Pfahlspitzendrücke Bohrpfähle

bezogene Pfahl- kopfsetzung s/D_s bzw. s/D_b	Pfahlspitzendruck $q_{b,k}$ [MN/m ²] im unverlehmteten Talkies
0,02	2,10
0,03	2,70
0,10 = s_g	5,00

Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden. Bei Bohrpfählen mit Fußverbreiterung sind die Werte auf 75 % abzumindern.

Für den Bruchwert der Mantelreibung ergibt sich in Anlehnung an Tabelle 5.13 der Empfehlung EA-Pfähle ein Wert von $q_{s,k} = 0,15$ MN/m² in den **Talkiesen**. Für die übrigen Schichten ist keine Mantelreibung anzusetzen.

Gegebenenfalls muss der Einfluss von negativer Mantelreibung entlang der Pfähle, die innerhalb der bindigen Schichten durch deren Zusammendrücken hervorgerufen werden kann, berücksichtigt werden.

Für die Anwendung der aufgeführten Werte wird vorausgesetzt, dass die Mächtigkeit der tragfähigen Schicht unterhalb der Pfahlfußfläche nicht weniger als vier Pfahldurchmesser (für Pfahldurchmesser bis 0,60 m) bzw. nicht weniger als drei Pfahldurchmesser (für Pfahldurchmesser größer 0,60 m), mindestens aber 1,50 m beträgt.

Entsprechende Empfehlungen zur Herstellung und zur Dimensionierung der Pfähle sind in den einschlägigen Vorschriften enthalten.

Eine horizontale Bettung darf in den oberen Bodenschichten bis zum Talkies nicht angesetzt werden. In den Talkiesen kann, sofern es nur auf die hinreichend zutreffende Ermittlung der Schnittgrößen ankommt, der horizontale Bettungsmodul nach der Gleichung

$$k_{s,k} \approx E_{s,k} / D_s$$

gemäß DIN 1054:2010-12 Abschn. 7.7.3 abgeschätzt werden.

Hierin bedeuten: $k_{s,k}$ charakteristischer Wert des Bettungsmoduls
 $E_{s,k}$ charakteristischer Wert des Steifemoduls
 D_s Pfahlschaftdurchmesser ($D \leq 0,7$ m)

Für die Bemessung der Pfähle sind die entsprechenden Teilsicherheitsbeiwerte nach DIN EN 1997-1:2009-09 je nach Lastfall zu berücksichtigen.

- Verpress- / Rammpfähle

Alternativ zu den Bohrpfählen kommen auch verpresste Mikropfähle oder Ramm-
pfähle mit kleinem Durchmesser in Betracht.

Beim o.g. Wert für den Spitzenwiderstand der Drucksonde von $q_c \geq 25$ MN/m² ergibt sich für **verpresste Mikropfähle** (GEWI-Pfähle) in Anlehnung an Tabelle 5.29 der EA-Pfähle ein Wert für die charakteristische Pfahlmantelreibung in den Talkiesen von

$$q_{s1,k} = 0,315 \text{ MN/m}^2.$$

Für die übrigen Böden sollte keine Mantelreibung berücksichtigt werden.

Ein zusätzlicher Pfahlsitzenwiderstand darf nach EA-Pfähle für verpresste Mikropfähle nicht angesetzt werden. Ist mit dem Auftreten von größeren Horizontalkräften zu rechnen, werden außer vertikalen Pfählen auch Schrägpfähle erforderlich.

Die Bemessungswerte aus der Norm bzw. aus den einschlägigen Vorschriften (EA-Pfähle) dürfen erhöht werden, wenn sie über Probelastungen nachgewiesen werden.

Weitere Angaben zur Bemessung und Hinweise zur Ausführung sind in den entsprechenden Normen enthalten. Die Tragfähigkeiten müssen vom Hersteller gewährleistet werden.

Falls **Rohrverpresspfähle** ausgeführt werden sollen, ist unser Büro zur Ausarbeitung der Bemessungswerte heranzuziehen.

Sofern bei der Pfahlherstellung geringe Erschütterungen in Kauf genommen werden können, kommen grundsätzlich auch **duktile Gussrammpfähle** in Frage. Dafür existieren zurzeit keinerlei Richtwerte in der Norm oder in Empfehlungen. Die entsprechenden Bemessungswerte müssen deshalb von der ausführenden Spezialtiefbaufirma vorgegeben werden, die auch für die Tragfähigkeit garantiert. Ist mit dem Auftreten von größeren Horizontalkräften zu rechnen, werden außer vertikalen Pfählen auch hier Schrägpfähle erforderlich.

Da bei der Pfahlherstellung Erschütterungen auftreten können, sind Beweissicherungsverfahren im näheren Umfeld durchzuführen.

Die Setzungen aufgrund der Belastungen dürften nach unseren Erfahrungen bei der genannten Gründung über Pfähle gering und daher für das Bauwerk verträglich sein. Angaben zu den möglichen rechnerischen Setzungen müssen durch die Spezialtiefbaufirma abhängig vom Pfahltyp erfolgen.

Bei Ausschreibungen oder Anfragen sollten auch Sondervorschläge zugelassen werden, da entsprechende Fachfirmen über einen großen Erfahrungsschatz verfügen und daher u.U. preiswerte Alternativen anbieten können.

Es wird grundsätzlich empfohlen, das endgültige Gründungskonzept mit unserem Büro abzustimmen.

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

Die Aushubsohlen sind generell so wenig wie möglich zu stören und nach dem Aushub vor Witterungseinflüssen zu schützen.

6.2 Auflagerung der untersten Böden

Nach den Aufschlussergebnissen (siehe Anlage 2) liegen die tiefsten Fußböden ebenfalls in den bindig-organischen Talfüllungen bzw. noch in den Auffüllungen. Diese Schichten sind auch für eine direkte Fußboden-Auflagerung nicht geeignet. Insbesondere die organischen Schichten neigen langfristig zu erheblichen Setzungen.

Deshalb wird empfohlen, die tiefsten Fußböden punktgestützt freitragend auf die Gründungselemente aufzulagern.

7. Durchfeuchtungsschutz

Wie in Kapitel 5 ausgeführt, wird empfohlen, den Bemessungswasserstand (inkl. Sicherheitszuschlag) auf 491,6 m ü.NN anzusetzen.

Zumindest für die tieferreichenden Teile des Neubaus ist damit eine Abdichtung gegen von außen drückendes Wasser (Klasse W2.2-E nach DIN 18533-1, entsprechend Teil 6 der ehemals gültigen DIN 18195) erforderlich.

Alternativ dazu ist das Untergeschoss druckwasserdicht als "weiße Wanne" auszuführen.

8. Allgemeine Angaben zur Auftriebssicherung

Nach DIN EN 1997-1 (Eurocode 7) ist die Standsicherheit eines Tragwerks gegenüber einem Aufschwimmen dadurch zu prüfen, dass die ständigen stabilisierenden Einwirkungen (z.B. Gewicht und Wandreibung) den ständigen und veränderlichen destabilisierenden Einwirkungen des Grundwassers gegenübergestellt werden.

Die entsprechende Nachweisführung kann der o.g. Norm (Kapitel 10) entnommen werden. Es sind darüber hinaus die maßgebenden Teilsicherheitsbeiwerte nach DIN 1054:2010-12 zu berücksichtigen.

Falls die Auftriebssicherung - v.a. während der Bauphase - durch das Eigengewicht nicht gewährleistet ist, sind zusätzliche Maßnahmen erforderlich. Änderungen in der Höhenlage, z.B. durch Anheben der Bauteile sowie Drainagen mit entsprechenden Ableitungs- oder Flutungsmöglichkeiten dürften hierbei jedoch nicht in Frage kommen. Für eine zusätzliche Auftriebssicherung eignet sich vielmehr eine Erhöhung des Eigengewichtes (z.B. durch Verstärkung der Sohle, Erdauflast, o.ä.).

Eine weitere Möglichkeit stellen Zuganker und Zugpfähle dar. Sofern die Auftriebssicherung damit erreicht werden soll, ist darauf zu achten, dass nur bauaufsichtlich zugelassene Systeme mit einwandfreiem Korrosionsschutz verwendet werden. Außerdem ist deren Tragfähigkeit grundsätzlich durch Probelastungen nachzuweisen.

Während des Bauzustandes kann u.U. auch eine Flutung in Betracht gezogen werden.

9. Hinweise für die Bauausführung

9.1 Homogenbereiche

Gemäß dem Ergänzungsband 2019 der VOB/C wurde die bisher gültige DIN 18300:2012 (Boden- und Felsklassen) durch die neue DIN 18300:2019 ersetzt.

Danach sind die im Baufeld anstehenden Bodenschichten entsprechend ihrer Eigenschaften für die Ausschreibung verschiedener Gewerke in Homogenbereiche einzuteilen.

Ein Homogenbereich ist dabei ein räumlich begrenzter Bereich, bestehend aus einzelnen oder mehreren Bodenschichten, der für die eingesetzten Geräte oder gewerkspezifischen Arbeiten vergleichbare Eigenschaften aufweist.

Der Schwerpunkt der Bestimmung eines Homogenbereichs liegt nach dem Ergänzungsband 2015 auf der Bearbeitbarkeit innerhalb eines Gewerkes mit einem Gerät oder einer bestimmten Arbeitsweise.

Die Homogenbereiche werden durch gewerkspezifisch relevante bodenmechanische Eigenschaften und Kennwerte charakterisiert. Diese sind in Form von Bandbreiten anzugeben. Zum Zeitpunkt der Anfertigung des vorliegenden Gutachtens sind nach aktuellem Stand der Planung als allgemeine technische Vertragsbedingung für die Ausschreibung und Durchführung die DIN 18300:2019-09 „Erdarbeiten“ und die DIN 18301:2019-09 „Bohrarbeiten“ relevant.

Auf Grundlage der o.g. normativen Vorgaben sowie der bei der Bauausführung nach aktueller Planung notwendigen Gewerke und der vorliegenden Untersuchungen wird der Baugrund in die vorläufigen zwei Homogenbereiche laut Tabelle 5 eingeteilt. Grundsätzlich erfolgt die Einteilung der Homogenbereiche gemäß den erkundeten Schichten.

Folgende Homogenbereiche wurden definiert:

- B1: bindig-organische Talfüllungen und schluffige Auffüllungen
- B2: Talkiese, Talsande und kiesige Auffüllungen

Die Eigenschaften der Homogenbereiche können der nachfolgenden Tabelle 5 entnommen werden. Ergänzend sind darin informativ auch noch die Zuordnungen nach der ehemals gültigen DIN 18300:2012 in Bodenklassen sowie nach der DIN 18301:2006 in Bohrklassen enthalten.

Tab. 5: vorläufige Homogenbereiche nach DIN 18300 und DIN 18301 für **Boden**

	DIN 18300	DIN 18301	Homogenbereich B1	Homogenbereich B2
ortsübliche Bezeichnung	x	x	bindig-organische Talfüllungen / schluffige Auffüllungen	Talkiese / Talsande / kiesige Auffüllungen
Korngrößenverteilung mit Körnungsbändern nach DIN 18123	x	x	nicht bestimmt	s. Anlage 4
Massenanteil Steine, Blöcke und große Blöcke nach DIN EN ISO 14688-1	x	x	< 5 % ²⁾	< 5 - 10 % ²⁾
Wassergehalt [%] nach DIN EN ISO 17892-1	x	x	20 bis 50 ²⁾	-
Plastizitätszahl [%] nach DIN 18122-1	x	x	5 bis 30 ²⁾	-
Konsistenzzahl [-] nach DIN 18122-1	x	x	0,2 bis 1,1 ²⁾	-
Lagerungsdichte (Definition nach DIN EN ISO 14688-2, Bestimmung nach DIN 18126)	x	x	-	mitteldicht bis sehr dicht ²⁾
Dichte [g/cm ³] nach DIN EN ISO 17892-2 oder DIN 18125-2	x		1,0 bis 1,9 ²⁾	1,7 bis 2,3 ²⁾
organischer Anteil [%] nach DIN 18128	x		< 5 bis 80 ²⁾	< 5 ²⁾
Bodengruppe nach DIN 18196	x	x	SU*/UM/TL/TM/OU/HZ	GW/GU/GU*/SU
Bodenklasse nach ehem. gültiger DIN 18300:2012			2 / 4	3 / 4
Bohrklasse nach ehem. gültiger DIN 18301:2006			BB 1 / BB 2 und BO 1	BN 1 / BN 2 und BS 1
¹⁾ auf der Grundlage von Laborversuchen (siehe Anlage 4)				
²⁾ auf der Grundlage von Erfahrungswerten				

9.2 Baugrube

Für die Durchführung der Baumaßnahme ist eine Baugrube mit einer **angenommenen** Tiefe von etwa 3 - 4 m erforderlich.

Aufgrund der ungünstigen Konsistenz der im oberen Schichtbereich anstehenden Böden in Verbindung mit dem Grundwassereinfluss muss die Baugrube vermutlich 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 ungünstigen oberen Schichten gegründet wurden, reagieren sie auf Erschütterungen sehr empfindlich. In diesem Fall muss für die Baugrube eine Verbauart gewählt werden, die mit so gering wie möglichen dynamischen Beanspruchungen verbunden ist.

Hierfür bietet sich insbesondere eine erschütterungsarm einvibrierte Spundwand an, die sich auch für einen weitgehend wasserdichten Verbau eignet. Alternativ ist auch eine Bohrpfahlwand möglich, die gegebenenfalls auch zur Gründung mit herangezogen werden kann.

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, in die die Profile einbinden müssen.

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 grundbau-technisch 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.

9.3 Wasserhaltung

Die Baugrubensohle kann bis ca. 3 m unter dem in Kapitel 5 genannten Bemessungswasserstand (ohne Sicherheitszuschlag) **angenommen** werden. Somit kann sich die Notwendigkeit einer Grundwasserabsenkung ergeben, die bis zu diesem Extremwert reichen kann.

Da es sich beim tieferen Aquifer um gespanntes Grundwasser handelt, besteht die Möglichkeit, dass das Wasser erst allmählich durch den Überdruck in der Sohle austritt.

Um ein hydraulisches Aufbrechen/Aufschwimmen der Baugrubensohle infolge des gespannten Grundwassers zu vermeiden, ist die Sohle laufend auf Veränderungen / Aufbrüche zu kontrollieren. Gegebenenfalls sind Entlastungsbrunnen vorzusehen.

Beim oberen Aquifer handelt es sich um Grundwasser, das innerhalb von bindigen Schichten zirkuliert. Daher dürfte hierfür eine offene Wasserhaltung möglich sein. Über die zu erwartenden Wassermengen können anhand der durchgeführten Feldversuche allerdings keine Angaben gemacht werden.

Anfallendes Oberflächenwasser ist in jedem Fall sofort zu fassen und schadlos im Einvernehmen mit den zuständigen Behörden abzuleiten. Alle Wasserhaltungsmaßnahmen und Einleitungen bedürfen grundsätzlich einer behördlichen Genehmigung.

Es wird empfohlen, mit den fachlich Beteiligten zunächst die konkrete Planung für die Bauausführung (Baugrubenverbau) und Wasserhaltung abzustimmen. Auf dieser Grundlage kann dann ein Antrag zur Bauwasserhaltung bei der Fachbehörde eingereicht werden.

9.4 Sonstige Hinweise

Mit Ausnahme der Kiese sind alle angetroffenen Böden empfindlich gegen dynamische Beanspruchungen, z.B. durch Befahren während des Baustellenbetriebs. Durch ein geeignetes Aushubverfahren (rückschreitende Arbeitsweise) ist sicherzustellen, dass die Sohle in diesen Schichten nicht gestört wird. Des Weiteren wird empfohlen, für die Bohrgeräte ein Arbeitsplanum herzustellen. Dafür sollte kantiges Material der Bodengruppen GW oder GU nach DIN 18196 (z.B. Kalkschotter) mit einer Mächtigkeit von mindestens 0,4 m eingebaut und verdichtet werden.

Die oben genannten Böden 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.

10. Umwelttechnische Beurteilung

10.1 Auffüllungen

Aus den Auffüllungen aller Aufschlüsse wurden die drei Mischproben M 1 (aus S 1), M 2 (aus S 2) und M 3 (aus S 3 und S R1 bis S R3) erstellt und zur umweltchemischen Analyse in das Labor BVU, Markt Rettenbach verschickt. Die Proben wurden auf die Parameter der VwV (Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial; in Kraft getreten am 14. März 2007; Gültigkeit verlängert bis zum 31. Dezember 2019) untersucht und ausgewertet.

Bei allen Proben handelte es sich um Auffüllungen, die aus sandig-schluffigen Kiesen bzw. kiesigen, teils tonig-sandigen Schluffen bestanden (siehe Bilder 1 bis 9). Sie enthielten einzelne Asphaltreste und stellenweise Ziegelreste, deren Anteil ca. 10% bis 20% betrug. Bei der Mischprobe M 3 waren keine organoleptische Auffälligkeiten (z.B. Fremdgeruch) wahrnehmbar. Bei M 1 und M 2 wurde hingegen ein starker bzw. leichter Geruch nach PAK festgestellt.

In der nachfolgenden Tabelle 6 sind nur die Parameter enthalten, die für die Bewertung relevant sind. Die vollständigen Analysenberichte sind in der Anlage 5.1 enthalten.

Tabelle 6: Zuordnung der Analyseergebnisse nach VwV

Analyseergebnisse (vgl. Anlage 5.1)					
Probe	PAK** mg/kg	Benzo[a]pyren mg/kg	Blei mg/kg	Zink mg/kg	Bauschutt- anteil %
M 1	18	1,1	21	72	>10
M 2	3,2	0,25	159	3446	>10
M 3	1,9	0,13	65	311	>10
Z0*	3	0,6	140	300	
Z1.1	3	0,9	210	450	>10
Z1.2	9	0,9	210	450	>10
Z2	30	3	700	1500	>10
> Z2	> 30	> 3	> 700	> 1500	>10

** Σ PAK nach EPA

Aufgrund des Gehaltes an Σ PAK in der Probe **M 1** ist diese nach der VwV vorläufig als **Z2** zu bewerten.

Wegen des Zink-Gehaltes in der Probe **M 2** ist dieses Probermaterial vorläufig als **> Z2** nach der VwV zu bewerten.

Ferner ist das Material der Mischprobe **M 3** aufgrund des Gehaltes an Zink vorläufig als **Z1.1** nach der VwV zu bewerten.

Wir weisen allerdings darauf hin, dass die durchgeführten umwelttechnischen Beprobungen und Untersuchungen nur einer ersten Einschätzung dienen können und nicht repräsentativ für die gesamte Fläche sind.

10.2 Grundwasser

Aus der Bohrung B 3 wurde zudem die Grundwasserprobe W 1 als Schöpfprobe entnommen und anschließend in das chemische Labor BVU Markt-Rettenbach verbracht.

Dort wurde die Probe nach den Vorgaben der zuständigen Fachbehörde auf die Parameter BTEX / leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe, LCKW, FCKW, sonstige organische Chlorverbindungen, MKW / aliphatische Kohlenwasserstoffe, PAK, PCB sowie Schwermetallsalze (auch As- und Se-Verbindungen) analysiert (vgl. Anlage 5.2).

Die Auswertung erfolgte anhand der für das Grundwasser bewertungsrelevanten Geringfügigkeitsschwellenwerte (GFS) und der Prüfwerte des Grundwassers in Baden-Württemberg.

Sämtliche analysierten Parameter liegen deutlich unterhalb der GFS- und Prüfwerte. Eine Verunreinigung des Grundwassers kann daher im Bereich von und oberstromig der Bohrung B 3 weitgehend ausgeschlossen werden.



Bild 1: Bodenprofil bei B 1 (0 – 3 m)



Bild 2: Bodenprofil bei B 2 (0 – 3 m)



Bild 3: Bodenprofil bei B 3 (0 – 3 m)



Bild 4: Bodenprofil bei RKS 1 (0 – 1,5 m)

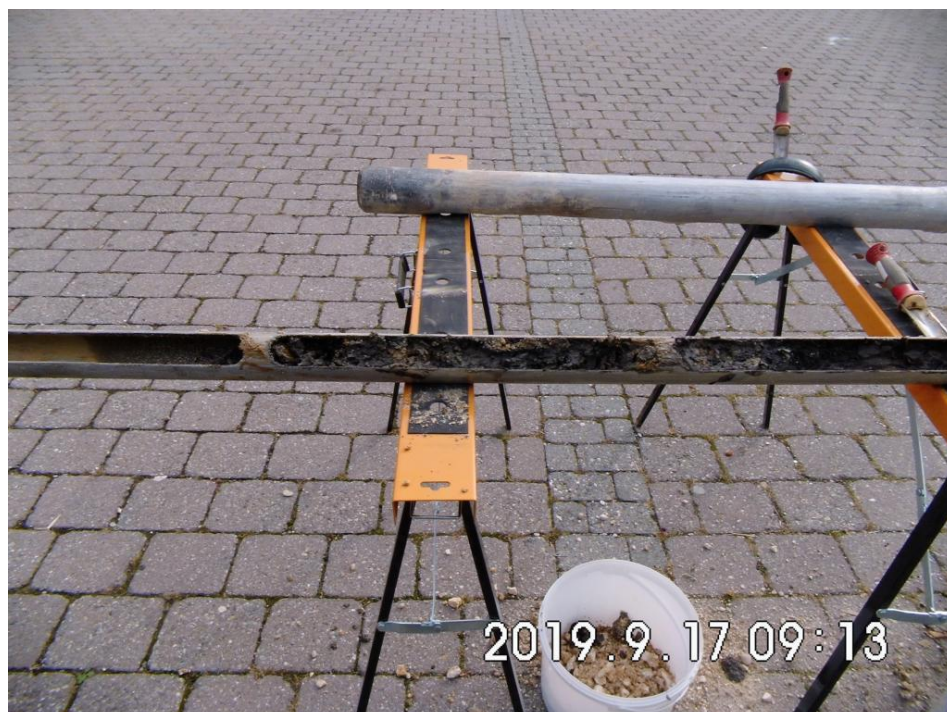


Bild 5: Bodenprofil bei RKS 1 (1,5 – 3,0 m)



Bild 6: Bodenprofil bei RKS 2 (0 – 1,5 m)



Bild 7: Bodenprofil bei RKS 2 (1,5 – 3,0 m)



Bild 8: Bodenprofil bei RKS 3 (0 – 1,5 m)



Bild 9: Bodenprofil bei RKS 3 (1,5 – 3,0 m)

11. Schlussbemerkung

Das vorliegende Gutachten beschreibt die bei den Untersuchungsarbeiten festgestellten Untergrund- und Grundwasserverhältnisse in geo-/umwelttechnischer und grundbautechnischer Hinsicht.

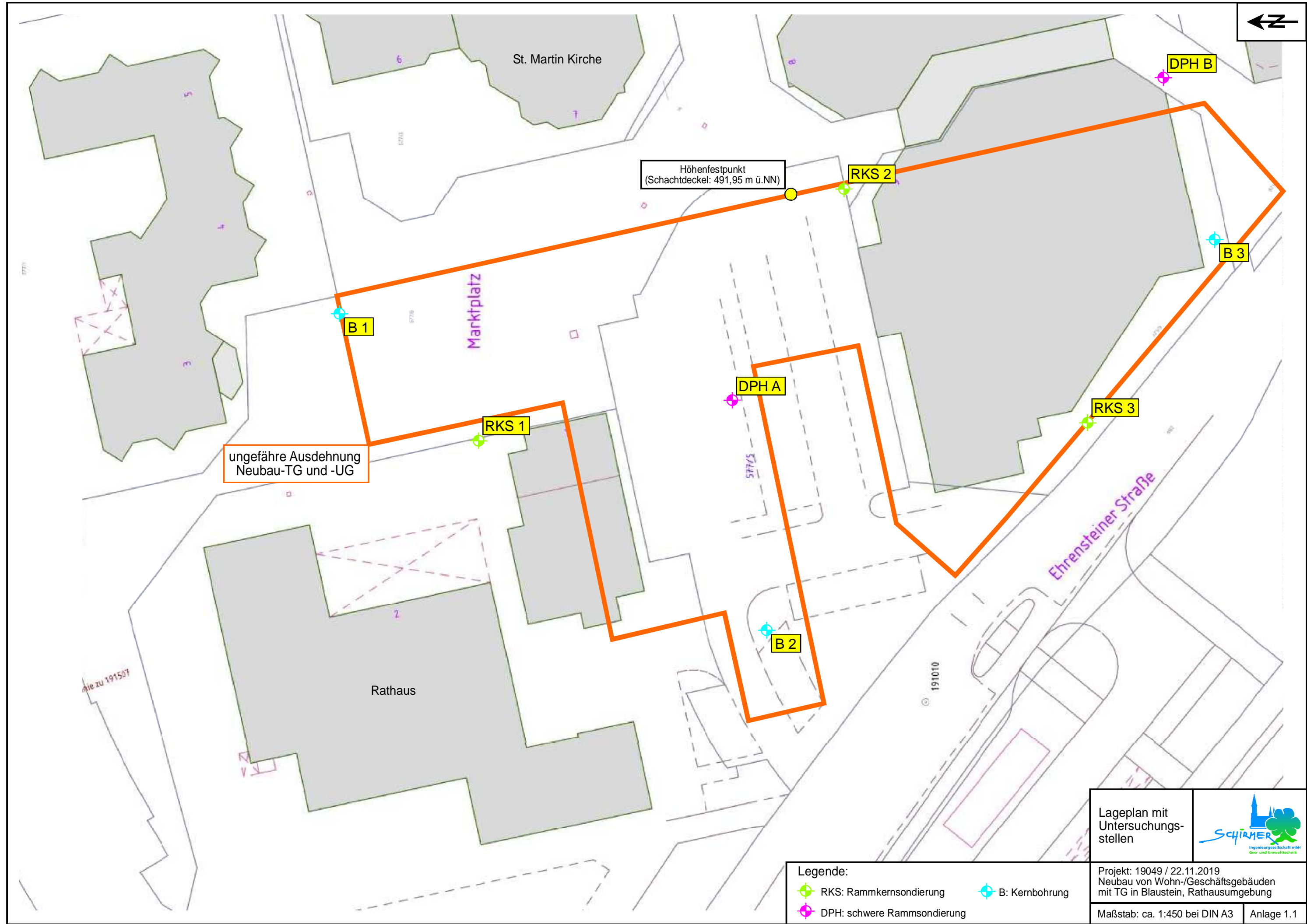
Die fachtechnischen Aussagen beziehen sich auf den uns zum Zeitpunkt der Erstellung des Gutachtens bekannten Stand der Planung.

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

SCHIRMER - Ingenieurgesellschaft mbH

- gez. *D. Schirmer* -

(Dipl.-Ing. D. Schirmer)



ungefähre Ausdehnung
Neubau-TG und -UG

Höhenfestpunkt
(Schachtdeckel: 491,95 m ü.NN)


- Legende:**
- RKS: Rammkernsondierung
 - DPH: schwere Rammsondierung
 - ⊕ B: Kernbohrung

Lageplan mit Untersuchungs- stellen	
---	--

Projekt: 19049 / 22.11.2019 Neubau von Wohn-/Geschäftsgebäuden mit TG in Blaustein, Rathausumgebung	
Maßstab: ca. 1:450 bei DIN A3	Anlage 1.1



Grundriss EG
mit Unter-
suchungsstellen



Projekt: 19049 / 22.11.2019
Neubau von Wohn-/Geschäftsgebäuden
mit TG in Blaustein, Rathausumgebung

Maßstab: ca. 1:380 bei DIN A3 Anlage 1.2

- Legende:**
- ⊕ RKS: Rammkernsondierung
 - ⊕ DPH: schwere Rammsondierung
 - ⊕ B: Kernbohrung

Benennung	Kurzzzeichen		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 = Erkundungsbohrung 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

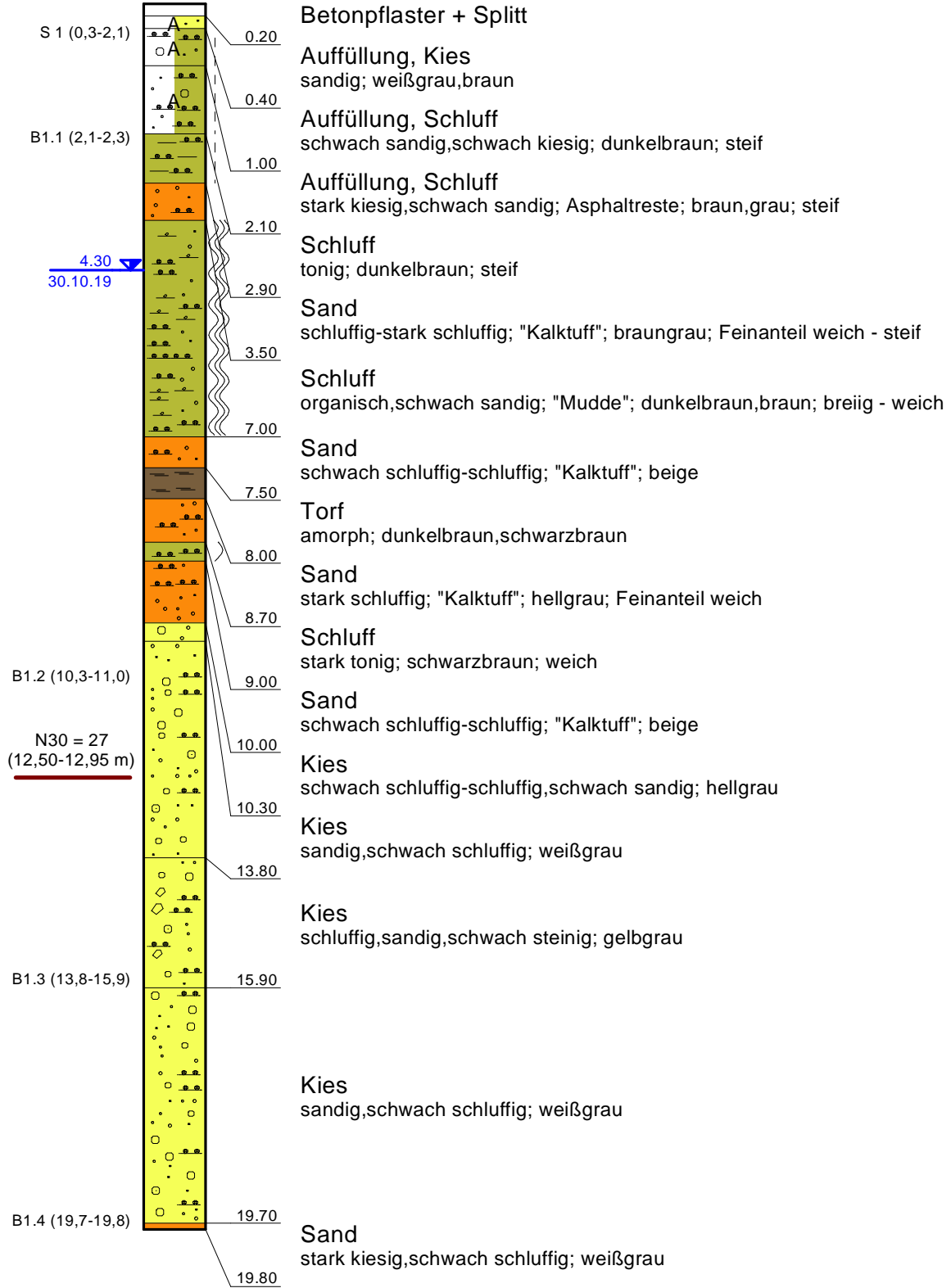
Probenentnahme
S = Sammelprobe B = Bodenprobe M = Mischprobe

Beimengung
Darstellung einer "schwachen" Beimengung durch [.] einer "starken" Beimengung durch [*] hinter dem Kurzzzeichen.

Legende zu den Bodenprofilen nach DIN 18122	
Anlage 2.1	

B 1

492,18 m ü.NN

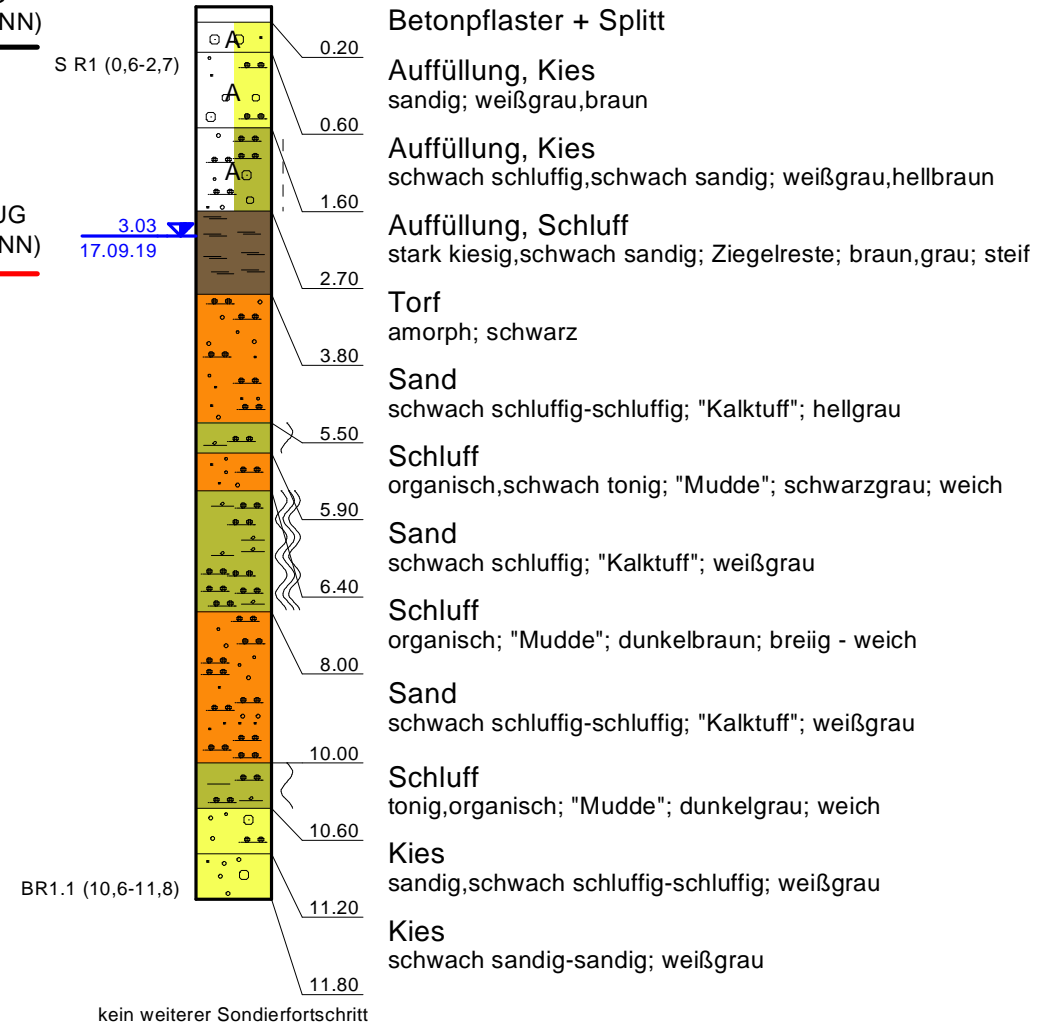


RKS 1

492,53 m ü.NN

Oberkante Fußboden EG (angenommen auf 492 m ü.NN)

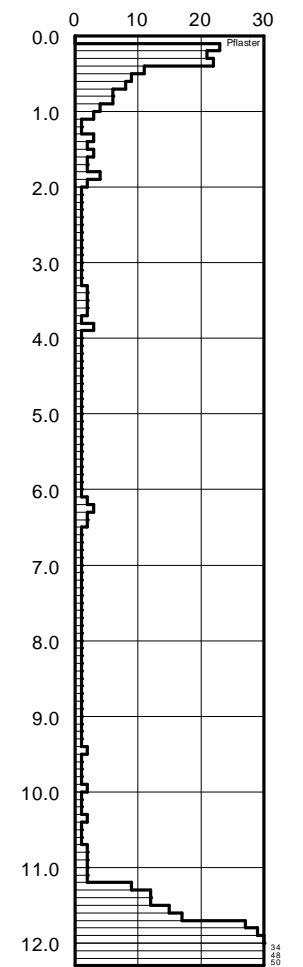
Oberkante Fußboden TG/UG (angenommen auf 489 m ü.NN)



DPH A

491,62 m ü.NN

Schlagzahlen je 10 cm

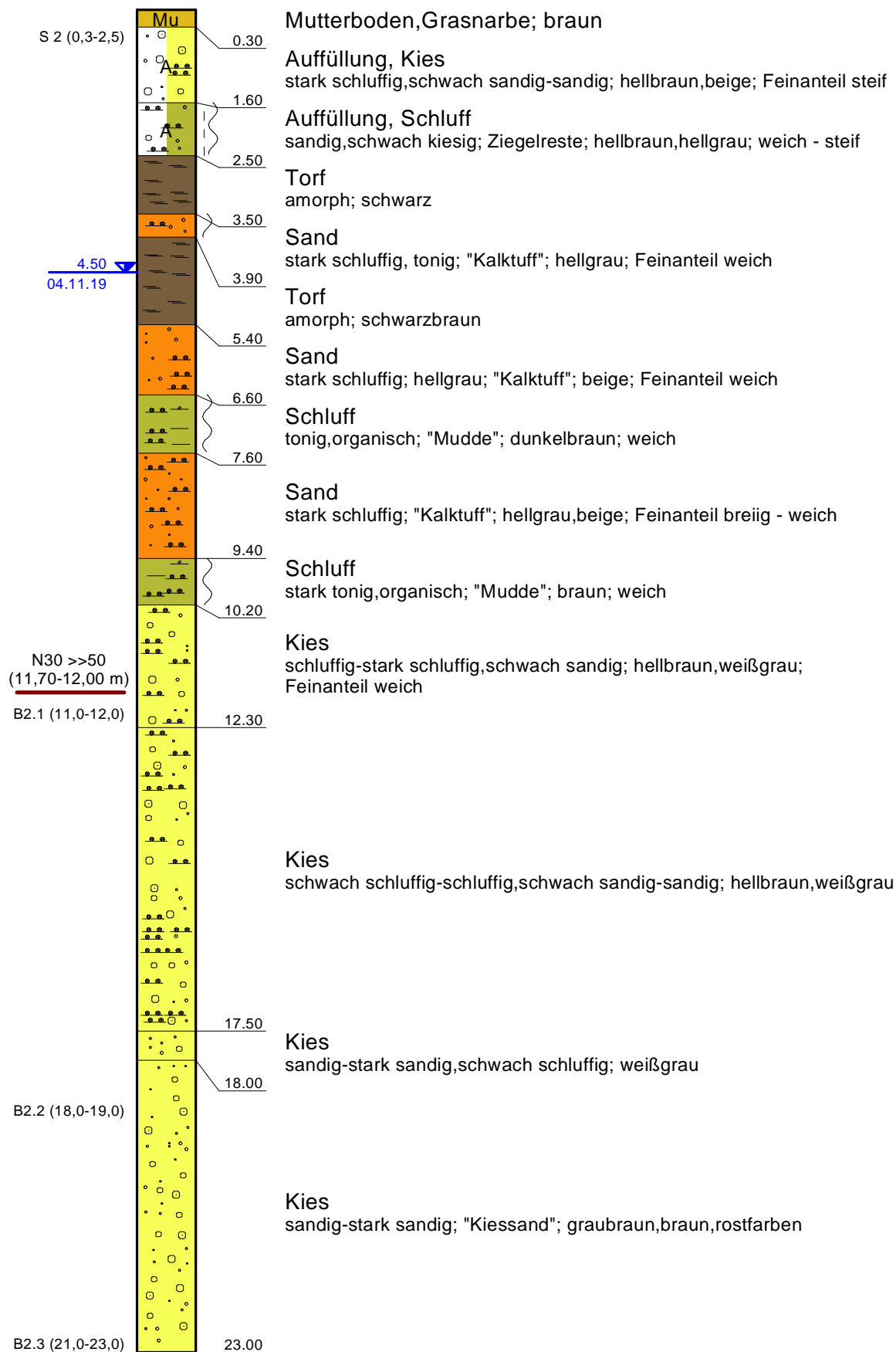


Schichtprofile und Ramm-diagramm	
Projekt: 19049 / 22.11.2019 Neubau von Wohn-/Geschäftsgebäuden mit TG in Blaustein, Rathausumgebung	
Höhenmaßstab ca. 1:100 bei A3	Anlage 2.2

Bohrlochrammsondierung mit N30-Schlagzahl und Tiefe

B 2

491,97 m ü.NN



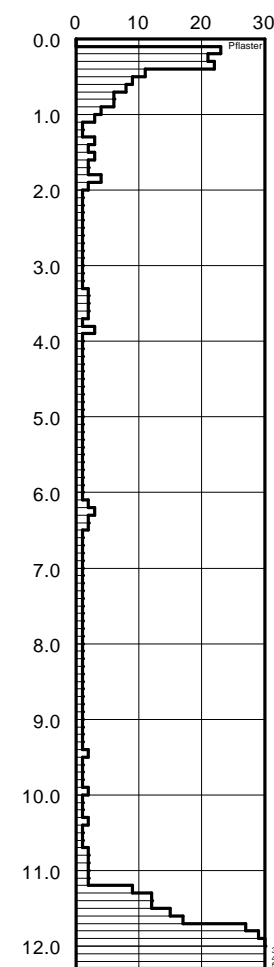
Oberkante Fußboden EG
(angenommen auf 492 m ü.NN)

Oberkante Fußboden TG/UG
(angenommen auf 489 m ü.NN)

DPH A

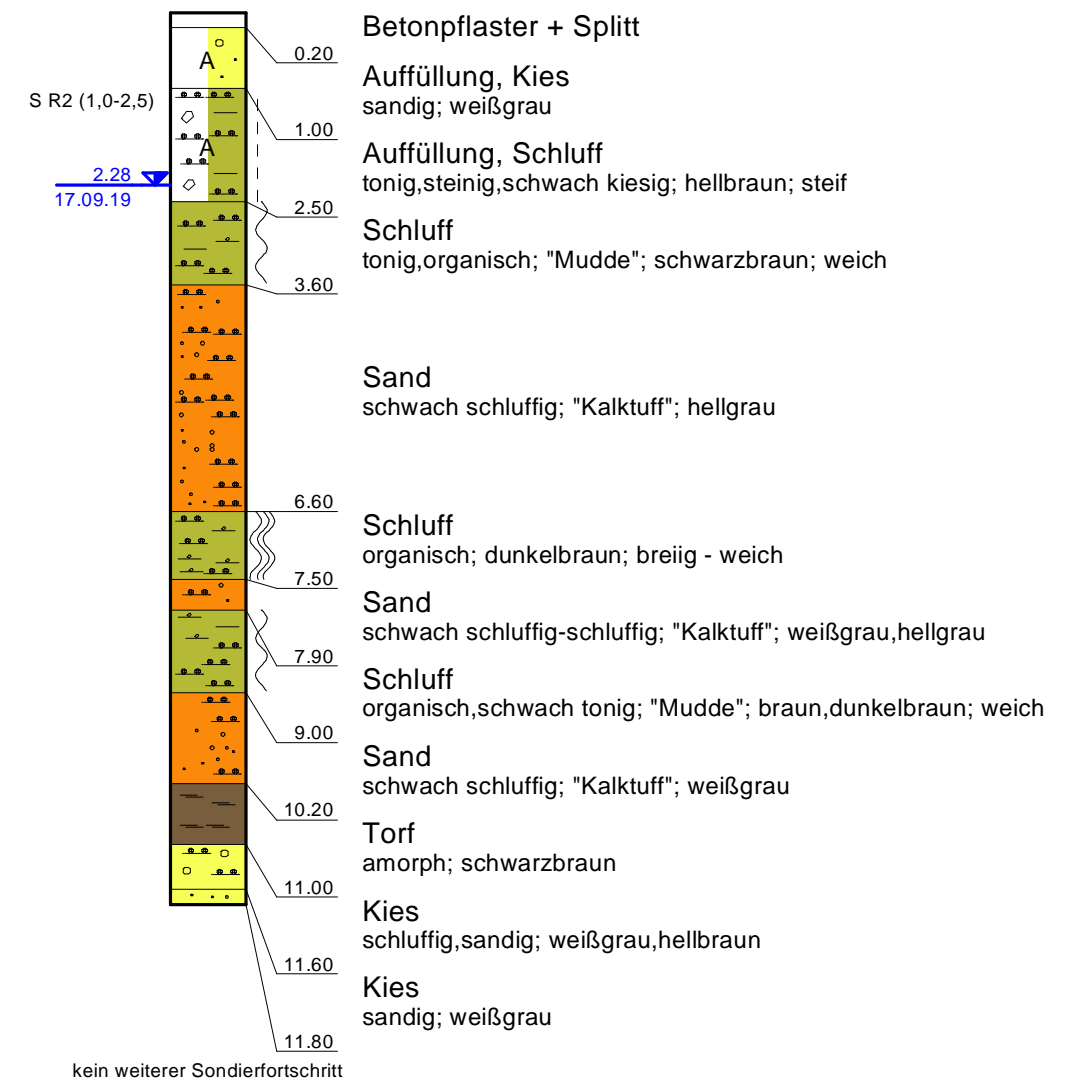
491,62 m ü.NN

Schlagzahlen je 10 cm



RKS 2

491,69 m ü.NN



Bohrlochrammsondierung mit N30-Schlagzahl und Tiefe

Schichtprofile
und Ramm-
diagramm

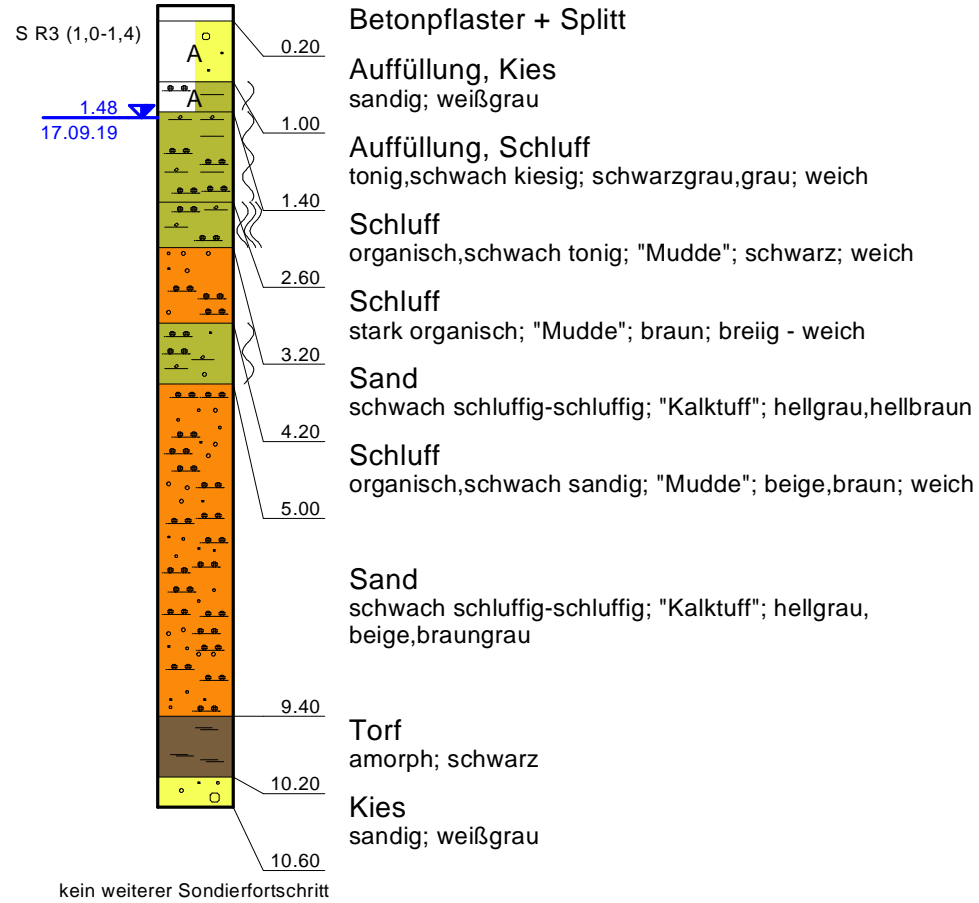


Projekt: 19049 / 22.11.2019
Neubau von Wohn-/Geschäftsgebäuden
mit TG in Blaustein, Rathausumgebung

Höhenmaßstab ca. 1:100 bei A3 | Anlage 2.3

RKS 3

490,76 m ü.NN

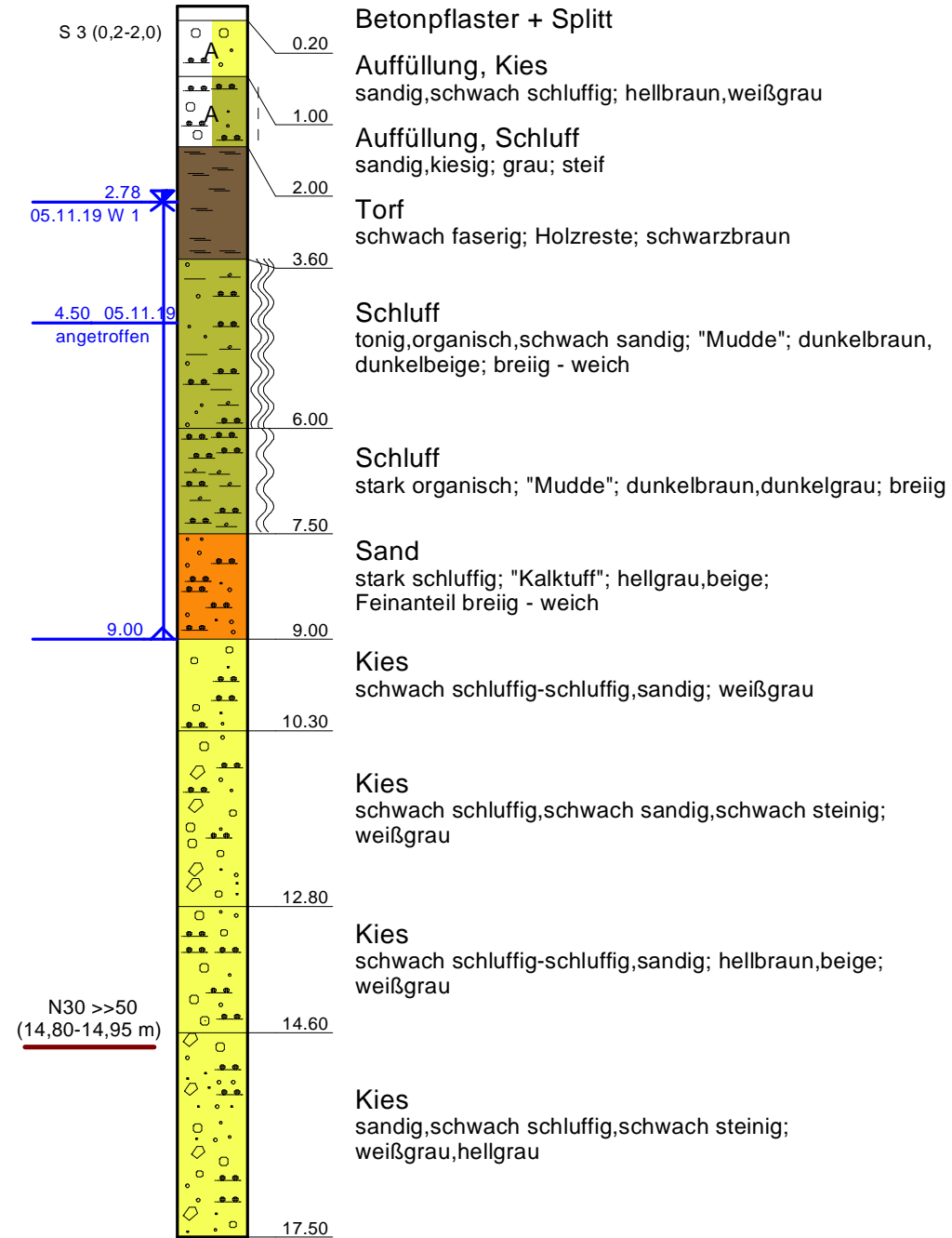


Oberkante Fußboden EG
(angenommen auf 492 m ü.NN)

Oberkante Fußboden TG/UG
(angenommen auf 489 m ü.NN)

B 3

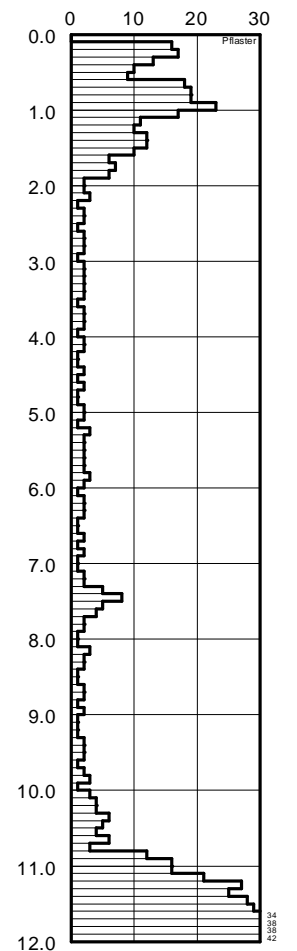
490,88 m ü.NN



DPH B

491,64 m ü.NN

Schlagzahlen je 10 cm



Bohrlochrammsondierung mit N30-Schlagzahl und Tiefe

Schichtprofile
und Ramm-
diagramm



Projekt: 19049 / 22.11.2019
Neubau von Wohn-/Geschäftsgebäuden
mit TG in Blaustein, Rathausumgebung

Höhenmaßstab ca. 1:100 bei A3 | Anlage 2.4

ausführende Firma:

Geo-Bohrtechnik GmbH
Daloser Weg 6
89134 Bermaringen

Schichten-
verzeichnisse
für die Bohrungen
B 1, B 2 und B 3



Projekt: 19049 / 22.11.2019
Neubau von Wohn-/Geschäftsgebäuden
mit TG in Blaustein, Rathausumgebung

Anlage 3



geo-Bohrtechnik GmbH
 Daloser Weg 6
 89134 Blaustein
 + 49 7304 9602-0

Anlage

Bericht:

Az.:

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekemten Proben

Bauvorhaben: **Blaustein, Marktplatz**

Bohrung Nr. B 1

Blatt 3

Datum:

1	2				3	4	5	6
Bism unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0.10	a) Pflasterdecke							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
0.40	a) Schottertragschicht				Rammschappe 220 mm bis Endteufe			
	b)							
	c) verdichtet	d) mäßig schwer zu bohren		e) beige				
	f)	g)	h)	i)				
1.00	a) Schluff, humos							
	b)							
	c) weich	d) leicht zu bohren	e) br					
	f)	g)	h)	i)				
2.20	a) Schluff, steinig, kiesig							
	b)							
	c) halbfest	d) mäßig schwer zu bohren		e) gelbbraun				
	f)	g)	h)	i)				
2.80	a) Schluff, humos							
	b) mit Holzresten							
	c) weich	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun					
	f)	g)	h)	i)				



geo-Bohrtechnik GmbH
 Daloser Weg 6
 89134 Blaustein
 + 49 7304 9602-0

Anlage

Bericht:

Az.:

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekemten Proben

Bauvorhaben: **Blaustein, Marktplatz**

Bohrung Nr. B 1

Blatt 4

Datum:

1	2				3	4	5	6
Bism unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
3.50	a) Kalktuff							
	b)							
	c) locker	d) leicht zu bohren	e) hellgrau					
	f)	g)	h)	i)				
4.30	a) Schluff, humos				Grundwasser 4.30m u. AP 30.10.19			
	b)							
	c) weich bis breiig	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
7.00	a) Torf, schluffig							
	b)							
	c) weich bis breiig	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
7.50	a) Kalktuff							
	b)							
	c) locker	d) mäßig schwer zu bohren	e) grau					
	f)	g)	h)	i)				
9.00	a) Schluff, humos							
	b)							
	c) weich bis breiig	d) leicht zu bohren	e) graubraun					
	f)	g)	h)	i)				



geo-Bohrtechnik GmbH
 Daloser Weg 6
 89134 Blaustein
 + 49 7304 9602-0

Anlage

Bericht:

Az.:

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekemten Proben

Bauvorhaben: **Blaustein, Marktplatz**

Bohrung Nr. B 1

Blatt 5

Datum:

1	2	3	4	5	6
Bism unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkungen c) Beschaffenheit nach Bohrgut d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang e) Farbe f) Übliche Benennung g) Geologische Benennung h) Gruppe i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
			Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
10.00	a) Kalktuff b) c) locker d) leicht zu bohren e) beige f) g) h) i)				
13.90	a) Kies, grobkiesig, mittelkiesig, steinig b) Kalkstein: eckig, Kies: rund c) d) mäßig schwer zu bohren e) gelb f) g) h) i)		SPT 1 7/12/	15	12.50
19.10	a) Kies, grobkiesig, sehr stark schluffig, sandig, steinig b) mit Kalksteinen c) d) mäßig schwer zu bohren e) grau f) g) h) i)				
19.70	a) Kies, feinkiesig, schluffig, sandig b) c) locker d) leicht zu bohren e) hellgrau f) g) h) i)				
19.80 Endtiefe	a) Schluff, kiesig, sandig b) c) halbfest d) leicht zu bohren e) gelb f) g) h) i)				



geo-Bohrtechnik GmbH
 Daloser Weg 6
 89134 Blaustein
 + 49 7304 9602-0

Anlage

Bericht:

Az.:

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekemten Proben

Bauvorhaben: **Blaustein, Marktplatz**

Bohrung Nr. B 2

Blatt 3

Datum:

1	2	3	4	5	6
Bism unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkungen c) Beschaffenheit nach Bohrgut d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang e) Farbe f) Übliche Benennung g) Geologische Benennung h) Gruppe i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
			Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
1.70	a) Schottertragschicht b) c) verdichtet d) mäßig schwer zu bohren e) gelblich f) g) h) i)	Rammschappe 220 mm bis Endteufe			
2.50	a) Kalktuff, schluffig b) c) weich d) leicht zu bohren e) grau f) g) h) i)				
5.40	a) Torf b) mit Holzresten c) weich d) leicht zu bohren e) dunkelbraun f) g) h) i)	Grundwasser 4.50m u. AP 04.11.19			
7.60	a) Kalktuff b) c) weich d) leicht zu bohren e) dunkelgrau f) g) h) i)				
9.80	a) Kalktuff, schluffig b) c) breiig d) leicht zu bohren e) dunkelgrau f) g) h) i)				



geo-Bohrtechnik GmbH
 Daloser Weg 6
 89134 Blaustein
 + 49 7304 9602-0

Anlage

Bericht:

Az.:

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekemten Proben

Bauvorhaben: **Blaustein, Marktplatz**

Bohrung Nr. B 2

Blatt 4

Datum:

1	2	3	4	5	6		
Bism unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen		Entnommene Proben				
	b) Ergänzende Bemerkungen						
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	Tiefe in m (Unter- kante)				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung				Art	Nr
		Bemerkungen					
		Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges					
17.50	a) Kies, grobkiesig bis mittelkiesig, sandig, schwach schluffig						
	b) mit Kalksteinen verbacken						
	c)	d) schwer zu bohren				e) gelb	
	f)	g)				h)	i)
23.00 Endtiefe	a) Kies, mittelkiesig, sandig						
	b) rund						
	c) locker	d) mäßig schwer zu bohren				e) gelb	
	f)	g)				h)	i)



geo-Bohrtechnik GmbH
 Daloser Weg 6
 89134 Blaustein
 + 49 7304 9602-0

Anlage

Bericht:

Az.:

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekemten Proben

Bauvorhaben: **Blaustein, Marktplatz**

Bohrung Nr. B 3

Blatt 3

Datum:

1	2				3	4	5	6
Bism unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen					Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0.10	a) Pflasterdecke							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
2.00	a) Schottertragschicht				Rammschappe 220 mm bis Endteufe			
	b)							
	c) verdichtet	d) mäßig schwer zu bohren	e) gelb					
	f)	g)	h)	i)				
3.50	a) Torf				Wasseranstieg (2) 2.78m u. AP			
	b) mit Holzresten							
	c) weich	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun					
	f)	g)	h)	i)				
7.80	a) Schluff, feinsandig, sehr schwach steinig				Grundwasser (1) 4.50m u. AP 05.11.19			
	b)							
	c) breiig	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h)	i)				
9.00	a) Kalktuff, schluffig				Grundwasser (2) 9.00m u. AP			
	b)							
	c) breiig	d) leicht zu bohren	e) grau					
	f)	g)	h)	i)				



geo-Bohrtechnik GmbH
 Daloser Weg 6
 89134 Blaustein
 + 49 7304 9602-0

Anlage

Bericht:

Az.:

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekemten Proben

Bauvorhaben: **Blaustein, Marktplatz**

Bohrung Nr. B 3

Blatt 4

Datum:

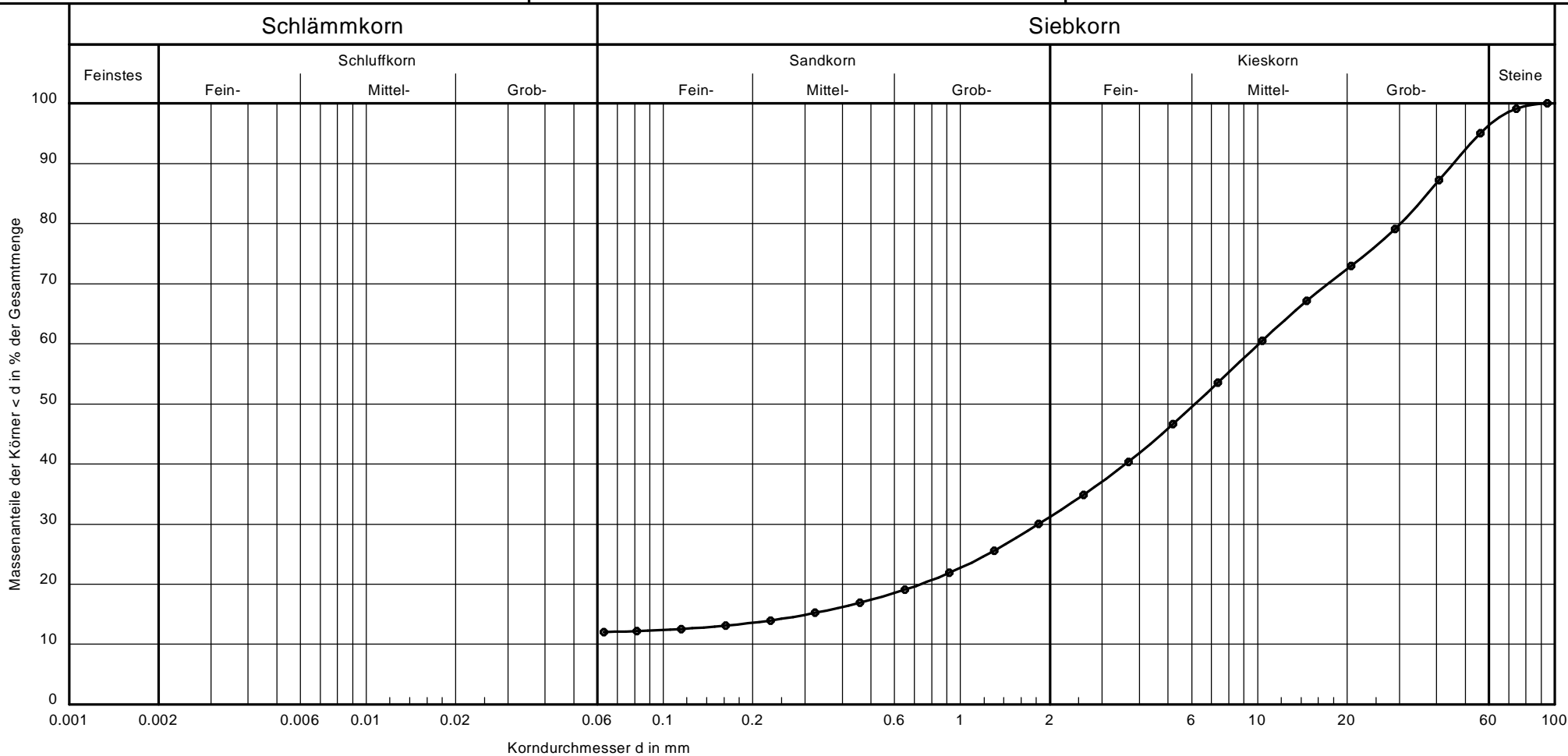
1	2	3	4	5	6		
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen		Bemerkungen Sonderproben Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges		Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung	h) Gruppe	i) Kalkgehalt			
17.50 Endtiefe	a) Kies, steinig, schluffig						
	b) mit Kalksteinen, teilweise verbacken						
	c)	d) mäßig bis schwer zu	e) beige				
	f)	g)	h)	i)			

Schirmer Ingenieurgesellschaft mbH
 Jörg-Syrlin-Str. 65-67
 89081 Ulm
 Tel.: 0731/381509

Bearbeiter: Dipl.-Geol. Lohse Datum: 13.11.2019

Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4
 Neubau Wohn-/Geschäftsgeb. + TG
 in Blaustein, Rathausumgebung

Probenbezeichnung: B1.2
 Probe entnommen am: 30.10.2019
 Art der Entnahme: gestört
 Arbeitsweise: Siebanalyse (Nasssiebung)



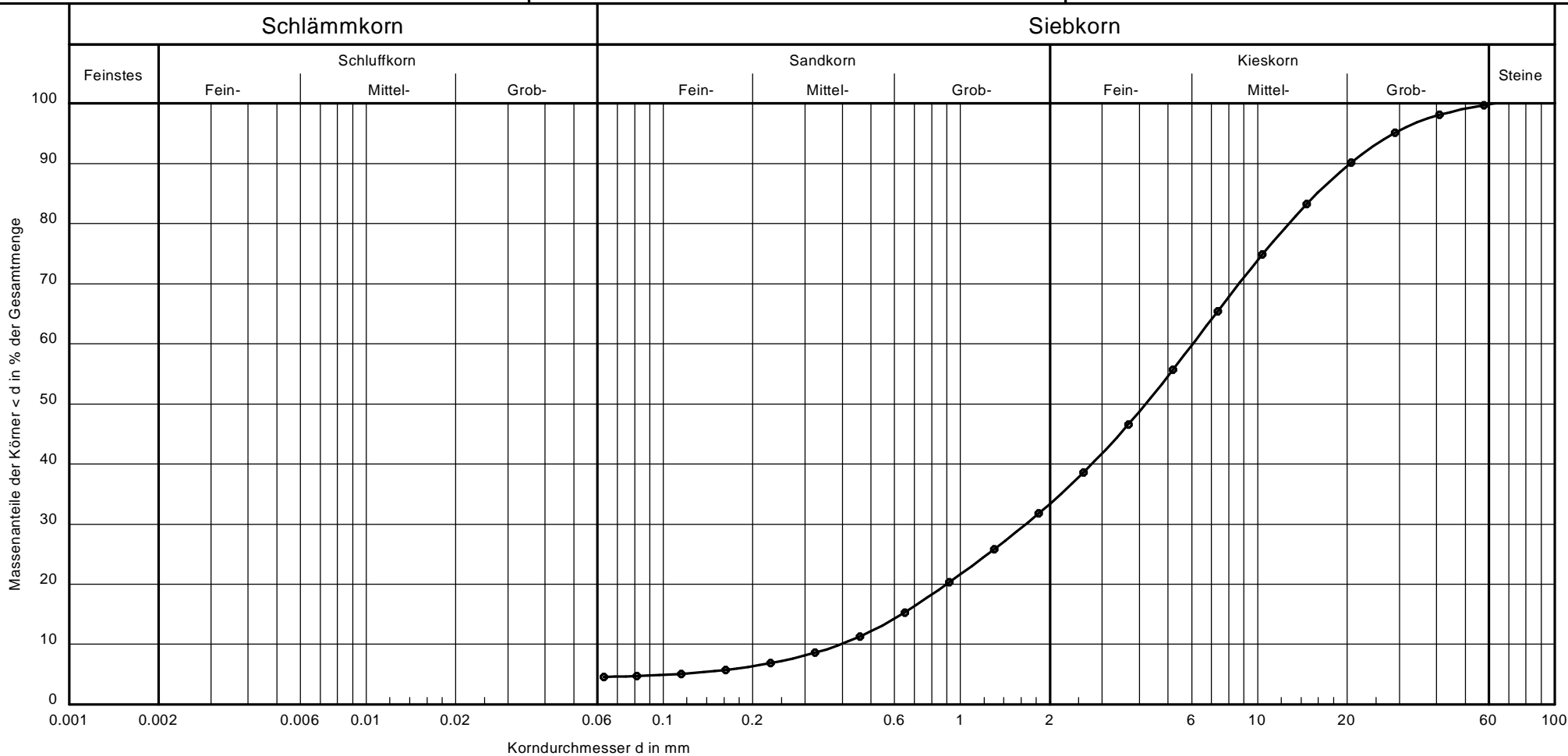
Entnahmestelle:	B 1	Bemerkungen: Vorabzug	Projekt: 19049 / 22.11.2019 Anlage: 4.1
Entnahmetiefe:	10,3 - 11,0 m		
Bodenart:	G, s, u'		
Kornkennziffer:	0127		
Ungleichförmigkeit:	-/-		

Schirmer Ingenieurgesellschaft mbH
 Jörg-Syrlin-Str. 65-67
 89081 Ulm
 Tel.: 0731/381509

Bearbeiter: Dipl.-Geol. Lohse Datum: 13.11.2019

Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4
 Neubau Wohn-/Geschäftsgeb. + TG
 in Blaustein, Rathausumgebung

Probenbezeichnung: B2.2
 Probe entnommen am: 04.11.2019
 Art der Entnahme: gestört
 Arbeitsweise: Siebanalyse (Nasssiebung)



Entnahmestelle:	B 2	Bemerkungen: Vorabzug	Projekt: 19049 / 22.11.2019 Anlage: 4.2
Entnahmetiefe:	18,0 - 19,0 m		
Bodenart:	G, s - s*		
Kornkennziffer:	0037		
Ungleichförmigkeit:	15.3/1.2		

ausführende Firma:

Bioverfahrenstechnik und
Umweltanalytik GmbH
Gewerbestraße 10
87733 Markt Rettenbach

Analysen-
berichte (VwV)
für die Proben
M 1, M 2 und M 3



Projekt: 19049 / 22.11.2019
Neubau von Wohn-/Geschäftsgebäuden
mit TG in Blaustein, Rathausumgebung

Anlage 5.1

Schirmer Ingenieurgesellschaft mbH
Jörg-Syrilin-Straße 65-67
89081 Ulm

Analysenbericht Nr.	532/4571	Datum:	11.11.2019
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Schirmer Ingenieurgesellschaft mbH
 Projekt : Neubau WA mit TG in Blaustein, Rathausumgebung
 Projekt-Nr. : 19049 Entnahmestelle :
 Art der Probenahme : PN 98 Art der Probe : Boden
 Entnahmedatum : 05.11.2019 Probeneingang : 06.11.2019
 Originalbezeich. : M 1 Probenbezeich. : 532/4571
 Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
 Untersuch.-zeitraum : 06.11.2019 – 11.11.2019

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Fraktion < 2mm (VwV)

1.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0					Methode
			(S L/L)	Z 0*	Z 1/2	Z 2		
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe								DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	81,4	-	-	-	-	-	DIN EN 14346 : 2007-03
Fraktion < 2 mm	[Masse %]	44	-	-	-	-	-	Siebung
Arsen	[mg/kg TS]	9,4	10	15	15	45	150	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	21	40	70	140	210	700	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,48	0,4	1	1	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	26	30	60	120	180	600	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	20	20	40	80	120	400	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	21	15	50	100	150	500	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,07	0,1	0,5	1	1,5	5	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	0,4	0,7	0,7	2,1	7	EN ISO 11885 :2009-09
Vanadium	[mg/kg TS]	31						EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	72	60	150	300	450	1500	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser								EN 13657 :2003-01

1.2 Summenparameter, PCB, BTXE, LHKW, PAK

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S L/L)	Z 0*	Z 1/2	Z 2	Methode
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5	1	1	3	10	DIN 38 409 -17 :1984-09
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	HLUG, HB. AL B7,4 : 2000
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	HLUG, HB. AL B7,4 : 2000
Naphthalin	[mg/kg TS]	0,15					
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	0,33					
Fluoren	[mg/kg TS]	0,72					
Phenanthren	[mg/kg TS]	3,3					
Anthracen	[mg/kg TS]	1,3					
Fluoranthren	[mg/kg TS]	2,8					
Pyren	[mg/kg TS]	2,2					
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	1,7					
Chrysen	[mg/kg TS]	1,4					
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,92					
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,5					
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	1,1	0,3	0,6	0,9	3	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	0,21					
Benzo(g,h,i)perylen	[mg/kg TS]	0,48					
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	0,62					
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	18	3	3	3 / 9	30	DIN ISO 18287 :2006-05

2 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

2.1 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	[-]	8,51	6,5-9,5	6,5-9,5	6-12	5,5-12	DIN 38 404 - C5 :2009-07
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	186	250	250	1500	2000	DIN EN 27 888 : 1993
Arsen	[µg/l]	5	14	14	20	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[µg/l]	6	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]	11	12,5	12,5	25	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[µg/l]	5	20	20	60	100	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[µg/l]	12	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	< 1	1	3	10	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Vanadium	[µg/l]	< 4					DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Zink	[µg/l]	39	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]	5	30	30	50	100	EN ISO 10304: 2009-07
Sulfat	[mg/l]	< 5	50	50	100	150	EN ISO 10304 :2009-07

Markt Rettenbach, den 11.11.2019

Onlinedokument ohne Unterschrift

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

Schirmer Ingenieurgesellschaft mbH
Jörg-Syrilin-Straße 65-67
89081 Ulm

Analysenbericht Nr.	532/4572	Datum:	11.11.2019
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Schirmer Ingenieurgesellschaft mbH
 Projekt : Neubau WA mit TG in Blaustein, Rathausumgebung
 Projekt-Nr. : 19049 Entnahmestelle :
 Art der Probenahme : PN 98 Art der Probe : Boden
 Entnahmedatum : 05.11.2019 Probeneingang : 06.11.2019
 Originalbezeich. : M 2 Probenbezeich. : 532/4572
 Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
 Untersuch.-zeitraum : 06.11.2019 – 11.11.2019

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Fraktion < 2mm (VwV)

1.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0					Methode
			(S L/L)	Z 0*	Z 1/2	Z 2		
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe								DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	79,1	-	-	-	-	-	DIN EN 14346 : 2007-03
Fraktion < 2 mm	[Masse %]	47	-	-	-	-	-	Siebung
Arsen	[mg/kg TS]	6,6	10	15	15	45	150	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	159	40	70	140	210	700	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,92	0,4	1	1	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	16	30	60	120	180	600	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	16	20	40	80	120	400	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	10	15	50	100	150	500	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,04	0,1	0,5	1	1,5	5	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	0,4	0,7	0,7	2,1	7	EN ISO 11885 :2009-09
Vanadium	[mg/kg TS]	15						EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	3446	60	150	300	450	1500	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser								EN 13657 :2003-01

1.2 Summenparameter, PCB, BTXE, LHKW, PAK

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S L/L)	Z 0*	Z 1/2	Z 2	Methode
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5	1	1	3	10	DIN 38 409 -17 :1984-09
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]	0,27	-	-	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	HLUG, HB. AL B7,4 : 2000
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	HLUG, HB. AL B7,4 : 2000
Naphthalin	[mg/kg TS]	0,12					
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoren	[mg/kg TS]	0,04					
Phenanthren	[mg/kg TS]	0,39					
Anthracen	[mg/kg TS]	0,13					
Fluoranthren	[mg/kg TS]	0,56					
Pyren	[mg/kg TS]	0,52					
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	0,28					
Chrysen	[mg/kg TS]	0,24					
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,2					
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,11					
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	0,25	0,3	0,6	0,9	3	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	0,04					
Benzo(g,h,i)perylen	[mg/kg TS]	0,17					
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	0,18					
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	3,2	3	3	3 / 9	30	DIN ISO 18287 :2006-05

2 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

2.1 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	[-]	8,70	6,5-9,5	6,5-9,5	6-12	5,5-12	DIN 38 404 - C5 :2009-07
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	121	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]	6	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]	7	12,5	12,5	25	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[µg/l]	< 5	20	20	60	100	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[µg/l]	< 5	15	15	20	70	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[µg/l]	< 0,15	0,5	0,5	1	2	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[µg/l]	< 1	< 1	1	3	10	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Vanadium	[µg/l]	< 4					DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Zink	[µg/l]	84	150	150	200	600	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Phenolindex	[µg/l]	< 10	20	20	40	100	DIN EN ISO 14402:1999-12
Cyanid (gesamt)	[µg/l]	< 5	5	5	10	20	EN ISO 14403 :2012-10
Chlorid	[mg/l]	< 2	30	30	50	100	EN ISO 10304: 2009-07
Sulfat	[mg/l]	5	50	50	100	150	EN ISO 10304 :2009-07

Markt Rettenbach, den 11.11.2019

Onlinedokument ohne Unterschrift

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

Schirmer Ingenieurgesellschaft mbH
Jörg-Syrilin-Straße 65-67
89081 Ulm

Analysenbericht Nr.	532/4573	Datum:	11.11.2019
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Schirmer Ingenieurgesellschaft mbH
 Projekt : Neubau WA mit TG in Blaustein, Rathausumgebung
 Projekt-Nr. : 19049 Entnahmestelle :
 Art der Probenahme : PN 98 Art der Probe : Boden
 Entnahmedatum : 05.11.2019 Probeneingang : 06.11.2019
 Originalbezeich. : M 3 Probenbezeich. : 532/4573
 Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
 Untersuch.-zeitraum : 06.11.2019 – 11.11.2019

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Fraktion < 2mm (VwV)

1.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0					Methode
			(S L/L)	Z 0*	Z 1/2	Z 2		
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe								DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	80,0	-	-	-	-	-	DIN EN 14346 : 2007-03
Fraktion < 2 mm	[Masse %]	48	-	-	-	-	-	Siebung
Arsen	[mg/kg TS]	6,4	10	15	15	45	150	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	65	40	70	140	210	700	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,43	0,4	1	1	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	13	30	60	120	180	600	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	29	20	40	80	120	400	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	14	15	50	100	150	500	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,09	0,1	0,5	1	1,5	5	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	0,4	0,7	0,7	2,1	7	EN ISO 11885 :2009-09
Vanadium	[mg/kg TS]	16						EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	311	60	150	300	450	1500	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser								EN 13657 :2003-01

1.2 Summenparameter, PCB, BTXE, LHKW, PAK

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S L/L)	Z 0*	Z 1/2	Z 2	Methode
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5	1	1	3	10	DIN 38 409 -17 :1984-09
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	62	100	200	300	1000	DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	126	-	400	600	2000	DIN EN 14039 :2005-01
Cyanid (gesamt)	[mg/kg TS]	0,27	-	-	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	HLUG, HB, AL B7,4 : 2000
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	HLUG, HB, AL B7,4 : 2000
Naphthalin	[mg/kg TS]	0,08					
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Phenanthren	[mg/kg TS]	0,22					
Anthracen	[mg/kg TS]	0,05					
Fluoranthren	[mg/kg TS]	0,33					
Pyren	[mg/kg TS]	0,35					
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	0,16					
Chrysen	[mg/kg TS]	0,14					
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,13					
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,07					
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	0,13	0,3	0,6	0,9	3	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg TS]	0,14					
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	0,12					
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	1,9	3	3	3 / 9	30	DIN ISO 18287 :2006-05

2 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

2.1 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	[-]	8,88	6,5-9,5	6,5-9,5	6-12	5,5-12	DIN 38 404 - C5 :2009-07
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	263	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]	14	40	40	80	200	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[µg/l]	< 0,2	1,5	1,5	3	6	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5	12,5	12,5	25	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[µg/l]	6	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	< 1	1	3	10	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Vanadium	[µg/l]	< 4					DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Zink	[µg/l]	94	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]	20	30	30	50	100	EN ISO 10304: 2009-07
Sulfat	[mg/l]	7	50	50	100	150	EN ISO 10304 :2009-07

Markt Rettenbach, den 11.11.2019

Onlinedokument ohne Unterschrift

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

ausführende Firma:

Bioverfahrenstechnik und
Umweltanalytik GmbH
Gewerbestraße 10
87733 Markt Rettenbach

Analysenbericht
(Grundwasser)
für die Probe W 1
aus B 3



Projekt: 19049 / 22.11.2019
Neubau von Wohn-/Geschäftsgebäuden
mit TG in Blaustein, Rathausumgebung

Anlage 5.2

Schirmer Ingenieurgesellschaft mbH
 Jörg-Syrilin-Straße 65-67
 89081 Ulm

Analysenbericht Nr.:	532/4574	Datum:	12.11.2019
-----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Schirmer Ingenieurgesellschaft mbH
 Herkunft der Probe : Neubau WA mit TG in Blaustein, Rathausumgebung
 Art der Probe : Grundwasser
 Projekt : Neubau WA mit TG in Blaustein, Rathausumgebung
 Originalbezeichnung : W 1
 Entnahmestelle :
 Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
 Entnahmedatum : 05.11.2019
 Probeneingang : 06.11.2019
 Bearbeitungszeitraum : 06.11.2019 – 12.11.2019

2 Untersuchungsergebnisse (Betonaggressivität nach DIN 4030)

Bezeichnung	Einheit	Messwert	Betonaggressivität			Methode
			schwach	stark	sehrstark	
pH-Wert	-	7,60	6,5–5,5	5,5–4,5	<4,5	DIN 38 404 - C5: 2009-07
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	696				DIN EN 27 888: 1993-11
Säurekapazität (pH 4,3)	[mmol/l]	7,00				DIN 38409-H 7: 2005-12
NH ₄ -N	[mg / l]	0,30	15-30	30-60	>60	DIN 38406 - E5: 1983-10
Chlorid	[mg / l]	60				EN ISO 10304-1 :2009-07
NO ₃ -N	[mg / l]	4,3				EN ISO 10304-1 :2009-07
Sulfat	[mg / l]	17	200-600	600-3000	>3000	EN ISO 10304-1 :2009-07
Calcium	[mg / l]	110				EN ISO 17294: 2017-01
Magnesium	[mg / l]	8,5	300-1000	1000-3000	>3000	EN ISO 17294: 2017-01
Kalium	[mg / l]	3,7				EN ISO 17294: 2017-01
Natrium	[mg / l]	30				EN ISO 17294: 2017-01
Kalkaggr. Kohlensäure	[mg / l]	6,4	15-40	40-100	>100	DIN 38404-10: 2012-12

3 Untersuchungsergebnisse

Originalbezeichnung	Einheit	Messwert	Methode
elektr. Leitfähigkeit	[μ S/cm]	696	DIN EN 27 888: 1993-11
pH-Wert	[-]	7,60	DIN 38 404-5: 2009-07
DOC	[mg/l]	5,5	DIN EN 1484: 2019-04
MKW (C10 – C22)	[mg/l]	< 0,10	DIN EN ISO 9377-2: 2001-07
MKW (C10 – C40)	[mg/l]	< 0,10	DIN EN ISO 9377-2: 2001-07
AOX	[mg/l]	0,040	DIN EN ISO 9562: 2005-02

3.1 Untersuchung auf Schwermetalle, Untersuchung auf Kationen und Anionen

Originalbezeichnung	Einheit	Messwert	Methode
Arsen	[μ g/l]	< 4	EN ISO 17294: 2017-01
Blei	[μ g/l]	< 5	EN ISO 17294: 2017-01
Bor	[μ g/l]	30	EN ISO 17294: 2017-01
Cadmium	[μ g/l]	< 0,2	EN ISO 17294: 2017-01
Eisen (gelöst)	[μ g/l]	12	EN ISO 17294: 2017-01
Chrom, gesamt	[μ g/l]	< 5	EN ISO 17294: 2017-01
Kupfer	[μ g/l]	< 5	EN ISO 17294: 2017-01
Mangan	[μ g/l]	36	EN ISO 17294: 2017-01
Nickel	[μ g/l]	< 5	EN ISO 17294: 2017-01
Quecksilber	[μ g/l]	< 0,15	DIN EN ISO 12846: 2012-08
Selen	[μ g/l]	< 4	EN ISO 17294: 2017-01
Zink	[μ g/l]	< 10	EN ISO 17294: 2017-01
Phosphor (ges.)	[mg/l]	< 0,04	EN ISO 17294: 2017-01

3.2 Untersuchung auf LHKW

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Vinylchlorid	[μ g/l]	< 1	DIN 38407-43 : 2014-10
Dichlormethan	[μ g/l]	< 1	
1,1-Dichlorethan	[μ g/l]	< 0,5	
1,2-Dichlorethan	[μ g/l]	< 1	
trans-1,2-Dichlorethen	[μ g/l]	< 0,5	
cis-1,2-Dichlorethen	[μ g/l]	< 1	
Trichlormethan	[μ g/l]	< 0,5	
1,1,1-Trichlorethan	[μ g/l]	< 0,5	
Tetrachlormethan	[μ g/l]	< 0,5	
Trichlorethen	[μ g/l]	< 0,5	
Tetrachlorethen	[μ g/l]	< 0,5	
Σ LHKW	[μ g/l]	n.n.	DIN EN ISO 10301 : 1997-08

3.3 Untersuchung auf AKW

Parameter	Einheit	Messwert		Methode
Benzol	[µg/l]	< 0,5		
Toluol	[µg/l]	< 0,5		
Ethylbenzol	[µg/l]	< 1		
m,p-Xylol	[µg/l]	< 0,5		
o-Xylol	[µg/l]	< 0,5		
Iso-Propylbenzol	[µg/l]	< 0,5		
n-Propylbenzol	[µg/l]	< 0,5		
1,3,5-Trimethylbenzol	[µg/l]	< 0,5		
1,2,4-Trimethylbenzol	[µg/l]	< 1		
1,2,3-Trimethylbenzol	[µg/l]	< 2		
1,3-Diethylbenzol	[µg/l]	< 2		
1,4-Diethylbenzol	[µg/l]	< 2		
1,2-Diethylbenzol	[µg/l]	< 2		
m,p-Ethyltoluol	[µg/l]	< 0,5		
o-Ethyltoluol	[µg/l]	< 1		
1,2,4,5-Tetramethylbenzol	[µg/l]	< 2		
1,2,3,5-Tetramethylbenzol	[µg/l]	< 2		
1,2,3,4-Tetramethylbenzol	[µg/l]	< 2		
Σ AKW:	[µg/l]	n.n.		DIN 38407-43 : 2014-10

3.4 Untersuchung auf PAK

Naphthalin	[µg/l]	< 0,005		
Acenaphthen	[µg/l]	< 0,005		
Acenaphthylen	[µg/l]	< 0,005		
Fluoren	[µg/l]	< 0,005		
Phenanthren	[µg/l]	< 0,005		
Anthracen	[µg/l]	< 0,005		
Fluoranthren	[µg/l]	< 0,005		
Pyren	[µg/l]	< 0,005		
Benzo(a)anthracen	[µg/l]	< 0,005		
Chrysen	[µg/l]	< 0,005		
Benzo(b)fluoranthren	[µg/l]	< 0,005		
Benzo(k)fluoranthren	[µg/l]	< 0,005		
Benzo(a)pyren	[µg/l]	< 0,005		
Dibenz(a,h)anthracen	[µg/l]	< 0,005		
Benzo(a,h,i)perylen	[µg/l]	< 0,005		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[µg/l]	< 0,005		
Σ PAK (EPA Liste):	[µg/l]	n.n.		DIN 38407-39: 2011-09

3.5 Untersuchung auf FCKW

Dichlordifluormethan - Frigen 12	[µg/l]	< 0,5		
Chlordifluormethan - Frigen 22	[µg/l]	< 0,5		
Cryofluoran - Frigen 114	[µg/l]	< 0,5		
Dichlorfluormethan - Frigen 21	[µg/l]	< 0,5		
Trichlortrifluoethan - Frigen 113	[µg/l]	< 0,5		
Σ FCKW :	[µg/l]	n.n.		DIN EN ISO 22155:07-2016

3.6 Untersuchung auf PCB

Parameter	Einheit	Messwert		Methode
PCB 28	[µg/l]	< 0,005		
PCB 52	[µg/l]	< 0,005		
PCB 101	[µg/l]	< 0,005		
PCB 138	[µg/l]	< 0,005		
PCB 153	[µg/l]	< 0,005		
PCB 180	[µg/l]	< 0,005		
Σ PCB (6):	[µg/l]	n.n.		DIN 38407-3: 1998-07

Markt Rettenbach, den 12.11.2019

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dr. rer. nat. P. Schmieder
(QMB)
