

Geotechnik Aalen GmbH & Co. KG

Robert-Bosch-Straße 59
73431 Aalen
www.geotechnik-aalen.de
0 73 61 / 94 06 0

NL Stuttgart
Talstraße 41
70188 Stuttgart
07 11 / 28 45 618

NL Coswig (Anhalt)
Pülziger Straße 5
06869 Coswig (Anhalt)
034 923 / 7010



Erd- und Grundbau
Grundbaustatik
Messtechnik
Ingenieurgeologie
Hydrogeologie
Geothermie
Altlasten
Gebäudeschadstoffe
SiGeKo

info@geotechnik-aalen.de

GEOTECHNISCHER BERICHT

Titel: Neubau MVZ und Seniorenwohnen
Baugebiet „Am Kapellenweiher“
in Ornbau, Flurstück 566

Auftraggeber: Stadt Ornbau
Altstadt 7
91737 Ornbau

über

Beil Baugesellschaft mbH
Nürnberger Straße 38a
91522 Ansbach

Datum: 30. August 2024 **Az.:** 24 0388 be01 ca/pe

Verteiler: Beil Baugesellschaft mbH **pdf**

INHALT

	Seite
1 VORBEMERKUNGEN	4
2 LAGE, GEOLOGISCHE UND HYDROGEOLOGISCHE SITUATION	4
3 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN	5
4 UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE	5
4.1 Schichtaufbau des Untergrundes	5
4.2 Grundwasserverhältnisse und Betonaggressivität	7
4.2.1 Grundwasserverhältnisse	7
4.2.2 Betonaggressivität des Grundwassers	7
4.3 Bodenmechanische Laboruntersuchungen	8
4.4 Chemische Laboruntersuchungen	9
4.5 Versickerungsversuch	11
4.6 Erdbebenzone	11
4.7 Beurteilung möglicher Radonbelastungen	12
4.8 Bodengruppen	13
4.9 Homogenbereiche	13
4.10 Erdstatische Kennwerte	14
5 FOLGERUNG FÜR DIE BAUMAßNAHME	15
5.1 Gründung der Bauwerke	15
5.2 Schutz von Bauwerken gegen Durchfeuchtung	17
5.3 Kanal- und Leitungsbau	19
5.4 Verkehrsflächen	20
5.5 Baugrubengestaltung	21
5.6 Erdarbeiten und Wiederverwendung von Aushubmaterial	22
6 VERSICKERUNG VON OBERFLÄCHENWASSER	24
7 SCHLUSSBEMERKUNGEN	25

ANLAGEN

Anlage 1**Pläne**

- Anlage 1.1 Übersichtslageplan
Anlage 1.2 Lageplan mit Untersuchungspunkten, M 1: 750

Anlage 2**Ergebnisse der örtlichen Erkundung**

- Anlage 2.1 - 2.8 Profile der Schürfe

Anlage 3**Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen**

- Anlage 3.1 Natürlicher Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1
Anlage 3.2.1 - 3.2.3 Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12
Anlage 3.3.1 - 3.3.3 Kornverteilung nach DIN EN ISO 17892-4

Anlage 4**Versickerungsversuche**

- Anlage 4.1 Auswertung Sickerversuch VS 1

Anlage 5**Analytik**

- Anlage 5.1 Prüfbericht Nr. 442/16989 (Betonaggressivität Grundwasser)
Anlage 5.2 - 5.4 Prüfberichte Nr. 442/17058 bis 442/17060 (Boden)

1 VORBEMERKUNGEN

Die Stadt Ornbau plant eine Bebauung des Baugebietes „Am Kappelweiher“ in Ornbau mit einem Medizinischen Versorgungszentrum (MVZ) und Seniorenwohnungen. Die Lage der Baumaßnahme kann dem Übersichtslageplan auf der Anlage 1.1 entnommen werden.

Im Zuge der Planung wurde die Geotechnik Aalen von der Stadt Ornbau mit Schreiben vom 11.07.2024 mit der Untersuchung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse sowie mit der Erstellung eines geotechnischen Berichtes zur Bebauung und Erschließungsflächen beauftragt. Grundlage des Auftrags war unser Kostenangebot vom 12.06.2024.

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

- /1/ Luftbild, M 1: 5.00, BayernAtlas, Stand 27.05.2024
- /2/ Gestaltungsplan, M 1: 500, Beil Baugesellschaft mbH, Stand 04.06.2024
- /3/ Fotos des Baufeldes, Beil Baugesellschaft mbH, ohne Datum

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

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

2 LAGE, GEOLOGISCHE UND HYDROGEOLOGISCHE SITUATION

Die Baumaßnahme liegt im Norden von Ornbau auf dem Flurstück 566 der Gemarkung Ornbau. Nördlich des Grundstücks verläuft die Staatsstraße St2411, südlich liegt der Friedhof Ornbau. Das Grundstück ist derzeit unbebaut und wurde landwirtschaftlich genutzt (Acker).

Nach der Geologischen Karte von Bayern im Maßstab 1:25.000, Blatt 6829 Ornbau und dem Kartenviewer UmweltAtlas des bayerischen Landesamtes für Umwelt wird der tiefere Untergrund der Baumaßnahme durch die Schichten des Coburger Sandsteins (kc / kmC) gebildet. Der fein- bis mittelkörnige Sandstein mit eingeschalteten Tonsteinen (Letten) und Tonmergelsteinbänken ist gebankt bis massig, selten plattig. An seiner Oberfläche ist der Coburger Sandstein unterschiedlich stark und tief aufgewittert und entsprechend aus Sand mit Tonlagen aufgebaut.



Im Coburger Sandstein treten Grundwasserführungen entlang von Klüften und Spalten auf, die in der Regel auf den eingeschalteten Letten gestaut werden. Zudem stellt der Übergang zwischen Verwitterungsböden und Festgestein oftmals einen Grundwasserstaubereich dar.

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

3 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN

Zur Beurteilung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse wurden 8 Baggerverschürfe (SCH 1 bis SCH 8) bis max. 3,00 m u. Gel. ausgeführt. Zudem erfolgte an der Ortslage des Schurfes SCH 8 ein Versickerungsversuch (VS 1). Die Untersuchungspunkte wurden durch unser Büro in Lage und Höhe mit GPS eingemessen. Die Lage der Untersuchungspunkte kann dem Lageplan in der Anlage 1.2 entnommen werden.

Der angetroffene Schichtenaufbau wurde ingenieurgeologisch und bodenmechanisch aufgenommen und entsprechend repräsentativ beprobt und dokumentiert. An aus den Schürfen entnommenen Proben fanden im Hinblick auf eine mögliche Verwertung/Entsorgung der anstehenden Erdstoffe orientierende umweltgeologische Untersuchungen statt. An repräsentativen Proben erfolgten zudem bodenmechanische Laboruntersuchungen.

4 UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

4.1 Schichtaufbau des Untergrundes

Grundsätzlich wurden mit den durchgeföhrten Aufschlüssen die im Abschnitt 2 genannten, allgemein zu erwartenden geologischen Schichten angetroffen. Die Ergebnisse der Untersuchungen sind als Profile in den Anlagen 2.1 bis 2.8 dargestellt. Es wurden folgende Baugrundverhältnisse festgestellt:

Im geplanten Baugebiet bildet humoser Oberboden (Ackerboden) das oberste Schichtglied, welches an den Ortslagen der Aufschlüsse in einer Schichtstärke zwischen 0,15 bis 0,30 m erkundet wurde. Unterhalb folgt durchgehend das Verwitterungsprofil des Coburger Sandsteins. Dieses weist vertikal und horizontal eine stark wechselhafte Zusammensetzung auf.

Einerseits treten Sande mit geringem bis mittleren Feinkornanteil (Korngröße $d < 0,063$ mm) auf. Vereinzelt wurden auch stark schluffige Sande und bindige Linsen/Lagen (Schluff/Ton) angetroffen.

In die Sande sind zum Teil Kiese und Steine in Form von Sandsteinen mit unterschiedlichen Festigkeiten eingelagert. Der Anteil der Kies-/Steinfaktion ist stark schwankend.

Andererseits stehen Kies-Steingemische (Sandsteinrelikte) an, die zumeist bindige Zwischenlagen aufweisen. Die Sandsteinbrocken wurden an den Ortslagen der Schürfe mit Durchmessern von bis zu 300 mm erkundet. Die bindigen Lagen besitzen vor allem halbfeste, zum Teil auch steifplastische Zustandsformen.

Über die bindigen Lagen in den vorgenannten Verwitterungsböden hinaus, wurden auch mächtigere bindige Zonen, sog. Zwischenletten, mit erkundeten Mächtigkeiten von bis zu 1,3 m angetroffen. In den sandigen Schluff/Tone treten analog zu den Sanden Kiese und Steine mit wechselhaften Anteilen auf. In bindigen Schichten treten nach der Bestimmung vor Ort überwiegend halbfeste Konsistenzen auf. Lediglich im Bereich des Schurfs SCH 1 wurden infolge von Schichtwasserführungen auch aufgeweichte (Konsistenz: weich- bis steifplastisch) Bereiche aufgeschlossen.

In der Regel sind die Verwitterungsböden mit einem ausreichend dimensionierten Bagger gut lösbar. Lokal sind aber auch schon in höheren Bereichen Sandsteinlagen (vgl. Schurf SCH 4) vorhanden.

Zur Tiefe nimmt der Verwitterungsgrad ab und die Kornbindung zu, so dass die Aufwitterungsböden in Sandstein übergehen. Der fein- bis mittelkörnige Sandstein mit einem eng- bis mittelständigen Trennflächengefüge zeigte bei der Erkundung sehr mürbe bis mäßig harte Festigkeiten. Er ist dann nur noch schwer bzw. mit Stemm- und Meißelarbeiten lösbar.

In folgenden Tiefen muss nach dem Ergebnis der Erkundungen mit einer Erschwernis zum Lösen des Sandsteins gerechnet werden:

Aufschluss	Oberkante schwer lösbarer Sandstein	
	[m u. Gel.]	[m ü. NN]
SCH 1	3,0	419,1
SCH 2	2,9	419,2
SCH 3	2,3	419,9
SCH 4	2,3	419,6
SCH 5	2,0	419,9
SCH 6	2,8	419,20
SCH 7	1,1	420,60

Aufschluss	Oberkante schwer lösbarer Sandstein	
	[m u. Gel.]	[m ü. NN]
SCH 8	1,1	420,26

[Tab. 1: Oberkante schwer lösbarer Sandstein im Baugebiet]

4.2 Grundwasserverhältnisse und Betonaggressivität

4.2.1 Grundwasserverhältnisse

Im Zuge der Untersuchungen im Juli 2024 wurden im Coburger Sandstein lokal Wasserzutritte festgestellt, die über Klüfte erfolgten. Bei der festgestellten Wasserführung im Schurf SCH 1 handelt es sich um Schichtwasser, welches sich entlang des Trennflächengefüges im Sandstein bewegt und jahreszeitlich und witterungsbedingt verstärkt auftreten kann. Ein geschlossener Grundwasserspiegel ist nicht vorhanden. Ein Druckwasserspiegel konnte im Schurf auf Grund der sehr geringen Zuflussmenge nicht ermittelt werden. An den weiteren Erkundungspunkten wurden keine Wasserführungen angetroffen.

Der Wasserzutritt wurden im Schurf in folgender Tiefe beobachtet:

Schurf	im Schurf angetroffen	
	[m] u. Gel	[m] ü. NN
SCH 1	- 2,8	rd. 419,1

[Tab. 2: erkundete Grundwasserstände]

Über die in vorstehender Tabelle aufgeführten Grundwasserstände hinaus, wurde im Schurf SCH 1 zwischen 1,00 bis 1,15 m u. Gel. eine stärker durchfeuchtete Schicht angetroffen, die einen Hinweis auf temporäre Wasserführungen gibt.

Allgemein sind Wasserzutritte zu Kanalgräben, Baugruben etc. möglich. Allerdings sind in Zeiten „normaler“ Niederschläge nur geringe Zuflussmengen zu erwarten.

4.2.2 Betonaggressivität des Grundwassers

Aus dem Schurf SCH 1 wurde eine Grundwasserprobe entnommen und durch das akkreditierte Labor BVU, Markt Rettenbach auf Betonaggressivität nach DIN 4030 untersucht. Der Analyseberichte Nr. 442/16989 ist in der Anlage 5.1 beigefügt.

Die Grundwasserproben stammen aus dem in Klüften des Coburger Sandsteins zirkulierenden Grundwasser.

Die untersuchte Grundwasserprobe ist nach DIN 4030 nicht betonangreifend.

4.3 Bodenmechanische Laboruntersuchungen

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

Natürliche Wassergehalte nach DIN EN ISO 17892-1

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

Die ermittelten natürlichen Wassergehalte der bindigen Zwischenletten des Coburger Sandsteins liegen zwischen $w_n = 18,20\%$ (Probe SCH 6/3) und $26,89\%$ (Probe SCH 1/2). Die Wassergehalte der Zwischenletten werden auch durch die wechselhaften Sand- und Kiesanteile (Verminderung der Wassergehalte) beeinflusst. Es werden unter dieser Voraussetzung die vor Ort ermittelten überwiegend halbfesten Konsistenzen sowie lokalen weich-steifplastischen Konsistenzen bestätigt.

Die Proben der sandigen Verwitterungsböden zeigen natürliche Wassergehalte zwischen $w_n = 10,28\%$ (Probe SCH 4/1) und $12,23\%$ (Probe SCH 5/3), was in einem üblichen Rahmen von erdfeuchten Sanden mit geringem bis mittlerem Feinkoranteil liegt.

Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

An charakteristischen Proben wurden zur Ermittlung der Zustandsform die Atterberg'schen Konsistenzgrenzen (Fließ- und Ausrollgrenze) bestimmt. Die Protokolle sind den Anlagen 3.2 zu entnehmen. Es wurden folgende Zustandsformen und Bodengruppen nach DIN 18196 ermittelt:

Probe	Stratigraphische Einteilung	Konsistenzzahl I_c	Zustandsform	Bodengruppe nach DIN 18196
SCH 2/3	Zwischenletten	1,10	halbfest	TA
SCH 6/2	Zwischenletten	1,15	halbfest	TA/TM
SCH 6/3	Zwischenletten	1,09	halbfest	TM/TA

[Tab. 3: Konsistenzgrenzen]

Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4

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

Probe	Stratigraphische Einteilung	Feinkornanteil in [Gew.-%]	Bodengruppe nach DIN 18196
SCH 3/2	Verwitt. Coburger Sandstein	ca. 11,5	SU
SCH 4/1	Verwitt. Coburger Sandstein	ca. 18	SU*
SCH 5/3	Verwitt. Coburger Sandstein	ca. 11	SU

[Tab. 4: Korngrößenverteilung]

4.4 Chemische Laboruntersuchungen

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

Die zum Zeitpunkt der Feldarbeiten im Südosten des Baufeldes gelagerten Haufwerke mit uns nicht bekannter Herkunft sind nicht Gegenstand des vorliegenden Berichtes. Beprobungen und Analysen fanden an den Haufwerken nicht statt.

Nach den Erkundungsergebnissen stehen im Baufeld keine künstlichen Auffüllungen an. Die aus den natürlich anstehenden Böden entnommenen Proben wurden, zur orientierenden Einschätzung eventueller geogener oder sonstiger Belastungen, zoniert zu Mischproben vereint. Die Mischproben wurden durch das akkreditierte Labor BVU, Markt Rettenbach auf die Materialwerte BM-0 der Verordnung über Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technische Bauwerke (ErsatzbaustoffV) untersucht.

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

Mischprobe	Stratigraphische Einteilung	Verwendete Proben (vgl. Anlagen 2)	Untersuchungs- umfang	Beurteilung mit Grenz- werten BM-0 für
MP 01	Verwitt. Coburger Sandstein inkl. Zwischenletten + Coburger Sandstein	SCH 1/1 + SCH 1/2 + SCH 1/3 + SCH 1/4 + SCH 1/5 + SCH 2/1 + SCH 2/2 + SCH 2/3 + SCH 3/1+ SCH 3/2 + SCH 3/3	BM-0	Lehm/Schluff
MP 02	Verwitt. Coburger Sandstein + Coburger Sandstein	SCH 4/1 + SCH 4/2 + SCH 4/3	BM-0	Sand
MP 03	Verwitt. Coburger Sandstein inkl. Zwischenletten + Coburger Sandstein	SCH 5/1 + SCH 5/2 + SCH 5/3 + SCH 6/1 + SCH 6/2 + SCH 6/3 + SCH 7/1+ SCH 7/2	BM-0	Lehm/Schluff

[Tab. 5: Probenzusammenstellung der Mischproben der natürlichen Böden]

Die Prüfberichte Nr. 442/17058 bis 442/17060 können den Anlagen 5.2 bis 5.4 entnommen werden.

Bei den Mischproben der natürlichen Böden werden keine Materialwerte BM-0 gemäß ErsatzbaustoffV überschritten.

Mischprobe	Stratigraphische Einteilung	Einstufung gemäß ErsatzbaustoffV
MP 01	Verwitt. Coburger Sandstein inkl. Zwischenletten + Coburger Sandstein	BM-0
MP 02	Verwitt. Coburger Sandstein + Coburger Sandstein	BM-0
MP 03	Verwitt. Coburger Sandstein inkl. Zwischenletten + Coburger Sandstein	BM-0

[Tab. 6: Zusammenfassung Einstufung der natürlichen Böden gemäß ErsatzbaustoffV]

Eine eventuelle Direktabfuhr von Aushubmaterial der natürlichen Böden anhand der vorliegenden Analyseergebnisse wäre mit dem Entsorger/Verwerter abzustimmen.

4.5 Versickerungsversuch

Zu Abschätzung einer möglichen Versickerung von Oberflächenwasser erfolgte im Schurf SCH 8 ein Versickerungsversuch (VS 1). Das Versuchs- und Auswertungsprotokoll des Versickerungsversuches liegt in der Anlage 4.1 bei.

Die angetroffenen bindigen Zwischenletten sind nur schwach bis sehr schwach durchlässig und nicht für eine konzentrierte Einleitung von Oberflächenwasser geeignet. Sandige und kiesige Verwitterungsböden können generell für Versickerungszwecke herangezogen werden.

Der Sickerversuch in kiesig /steinigen Verwitterungsböden im Übergang zum Sandstein wurde in einer Tiefe von 1,10 m u. Gel. / rd. 420,3 m ü. NN durchgeführt. Im Schurf wurde ein Wasseraufstau von 0,74 m erzeugt und danach die Absenkrate gemessen. Mit dem Versuch wurde eine mittlere Absenkrate von 6,5 cm / 15 min ermittelt, was über den Versickerungszeitraum einem rechnerischen Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 7,19 \times 10^{-5}$ m/s entspricht.

Wir empfehlen unter Berücksichtigung, dass durch Alterung und Verschlammung bei Versickerungseinrichtungen eine Verringerung der Durchlässigkeit zu erwarten ist, bei der Bemessung von Versickerungseinrichtungen von einem reduzierten Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 3,5 \times 10^{-5}$ m/s auszugehen.

4.6 Erdbebenzone

Nach DIN EN 1998:2010-12 (EC 8, Abs. 3.2.1) „müssen die nationalen Territorien von den nationalen Behörden je nach örtlicher seismischer Gefährdung in Erdbebenzonen unterteilt werden“. Gem. DIN EN 1998-1/NA:2011-01 (Nationaler Anhang zum EC 8) gelten diesbezüglich die im Bild NA.1 dargestellten Erdbebenzonen.

Eine ortsgenaue Zuordnung der Erdbebenzone kann zudem beim Helmholtz-Zentrum (Deutsches GeoForschungszentrum Potsdam) abgefragt werden. Diese Angabe bezieht sich jeweils auf die Ortsmitte, was den Angaben im EC 8 („*Definitionsgemäß wird die Gefährdung innerhalb jeder Zone als konstant angenommen.*“) entspricht.

Das hier betrachtete Baufeld bzw. die Ortsmitte von Ornbau (PLZ: 91737) liegt außerhalb der festgelegten Erdbebenzonen.

4.7 Beurteilung möglicher Radonbelastungen

Radon entsteht durch den radioaktiven Zerfall von Uran und Radium. Die Radonkonzentration in der Bodenluft hängt damit vom Vorkommen dieser Elemente im Boden ab und ist regional unterschiedlich. Das gasförmige Radon kann aus dem Boden durch Risse und Fugen in Gebäude eintreten. Durch den Zerfall des Radons kommt es zur Freisetzung radioaktiver Strahlung. Wie stark sich Radon in Innenräumen ansammelt, hängt neben dem natürlichen Vorkommen im Untergrund. u.a. auch von der Gebäudeabdichtung und -nutzung (Luftaustausch, Sogwirkung) ab und kann deshalb nur im Einzelfall bewertet werden.

Grundsätzlich hat das Bayerische Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz mit der Allgemeinverfügung „Vollzug des Strahlenschutzgesetzes; Festlegung von Gebieten gemäß § 121 Abs. 1 StrlSchG (Radon-Vorsorgegebiete)“ vom 13.01.2021 Radonvorsorgegebiete ausgewiesen, in denen zusätzliche bauliche Anforderungen bei der Errichtung neuer Gebäude gelten können. Das untersuchte Baufeld liegt außerhalb der festgelegten Radonvorsorgegebiete.

Grundsätzlich ist außerhalb der Vorsorgegebiete nach derzeitiger Fachmeinung zu erwarten, dass zum Feuchteschutz herzustellende Abdichtungen ausreichen (vgl. Abschnitt 5.2), um einen übermäßigen Zutritt von Radon in die Gebäude zu verhindern. Zudem können Abdichtungen von Leitungsdurchführungen durch die Bodenplatte den Eintritt von Radongas verringern.

Zur Absicherung könnten im fertiggestellten Gebäude in den Aufenthaltsräumen Dosimeter aufgestellt werden, um die Radonkonzentration in der Raumluft über mindestens ein Jahr zu messen. Der Jahresmittelwert sollte nach der Weltgesundheitsorganisation (WHO) bei maximal 100 Bq/m³ liegen. In Deutschland gilt nach dem Strahlenschutzgesetz ein Referenzwert von 300 Bq/m³.

4.8 Bodengruppen

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

Schichtbereich	Bodengruppe [DIN 18 196]
<u>Coburger Sandstein</u> verwittert Schluff/Ton / Zwischenletten verwittert Sand verwittert Kies, steinig Sandstein	TM/TA SU/SU* GU/GU* --

[Tab. 7: Bodengruppen]

4.9 Homogenbereiche

Folgende Homogenbereiche werden für die erkundeten Schichten gemäß DIN 18300 für Erdarbeiten festgelegt. Wenn keine Laborversuche zur Verfügung stehen, beruhen die Angaben auf Literatur- und Erfahrungswerten sowie den Feldbeobachtungen.

- | | |
|----------------|--|
| Homogenbereich | H 0: humoser Oberboden (ohne Kennwerte) |
| | H I: Lockergestein Coburger Sandstein |
| | H II: Festgestein Coburger Sandstein (Sandstein) |

	H I Lockergestein Coburger Sandstein
Korngrößenverteilung (Feinkornanteil)	10 bis 90 Gew.-%
Massenanteil Steine, Blöcke	0 bis 25 %
Dichte	1,9 bis 2,0 t/m ³
undränierte Scherfestigkeit [c _u]	20 bis 150 kN/m ² in Sanden und Kiesen nicht relevant
Wassergehalt [w _n]	10 bis 25 %
Plastizitätszahl [l _P]	25 bis 35 % in Sanden und Kiesen nicht relevant
Konsistenzzahl [l _c]	0,5 bis 1,25 in Sanden und Kiesen nicht relevant
Bezogene Lagerungsdichte [l _b]	15 - 100 %, in Schluff/Tonen nicht relevant
organischer Anteil	< 3 %

[Tab. 8: Homogenbereich I, Lockergestein]

H II Festgestein Coburger Sandstein	
Benennung von Fels	Sandstein mit tonigen Zwischenletten
Dichte	2,2 t/m³
Farbe	graugrün, rotbraun, grau
Korngröße	fein- bis mittelkörnig
Verwitterung, Veränderlichkeit	stark verwittert bis angewittert, stark veränderlich
Einaxiale Druckfestigkeit [N/mm²]	Sandstein: 0,5 bis 50 Zwischenletten/Tonstein: 0,1 bis 5
Schichtflächenabstand	gebankt bis massig, selten plattig
Kluftabstand	eng- bis mittelständig
Kluftfüllungen	Ton

[Tab. 9: Homogenbereich II Festgestein]

4.10 Erdstatische Kennwerte

Den bautechnisch relevanten Schichten können unter Berücksichtigung der DIN 1055 sowie nach der Erfahrung die nachfolgenden, charakteristischen erdstatischen Kennwerte zugewiesen werden:

Schichtbereich	Wichte [kN/m³]		Reibungs- winkel [°] φ'_k	Kohäsion [kN/m²] c'_k	Steifemodul [MN/m²] $E_{s,k}$
	γ	γ'			
<u>Coburger Sandstein</u>					
verwittert Schluff/Ton, weich bis steif	19	9	20	5	3 - 5
verwittert Schluff/Ton, steif bis halbfest	20	10	20 - 22,5	10 - 15	5 - 12
verwittert Sand, locker bis dicht	19	10	30 - 32,5	0 - 2	15 - 60
verwittert Kies, steinig, mitteldicht bis dicht	20	11	32,5 - 35	0 - 2 ¹⁾	40 - 80
Sandstein	22	12	≥ 30	≥ 25 ²⁾	> 100

[Tab. 10: charakteristische erdstatische Kennwerte]

¹⁾ Ansatz einer Kohäsion nur für Nachweise bei temporärer (Böschungs-) Standsicherheit

²⁾ Schwankt in weiten Bereichen in Abhängigkeit der Klüftung, Schichtung und Beanspruchungsrichtung; die Annahme eines Wertes von $c'_k = 25$ kN/m² liegt auf der sicheren Seite

5 FOLGERUNG FÜR DIE BAUMAßNAHME

5.1 Gründung der Bauwerke

Eine detaillierte Planung wurde zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung noch nicht erstellt. Nach den uns vorliegenden Planunterlagen ist die Errichtung von 4 mehrgeschossigen Gebäude mit jeweils unregelmäßigen rechteckigen Grundrissen geplant. Optional ist die Errichtung von Tiefgaragen vorgesehen, die teilweise nicht überbaut werden. Die exakten Abmessungen und Ausdehnungen der Tiefgaragen sind nicht bekannt. Bei Gebäuden ohne Tiefgarage ist eine nicht unterkellerte Bauweise vorgesehenen. Die geplanten EFH-Höhen wurden nach /2/ mit 423,00 m ü. NN für das nördliche und mit 422,50 m ü. NN für das südliche Baufeld festgelegt.

Erfahrungsgemäß beträgt bei Tiefgaragen der Abstand EFH zu Tiefgaragensohle etwa 3,0 m. Die Annahme ist planerisch zu prüfen. Bei Abweichungen sind die nachfolgenden Angaben ggf. anzupassen. Angaben zu Gebäudelasten liegen derzeit nicht vor. Nach Vorliegen der Planungen können für die Bauwerke Einzelbetrachtungen auf Grundlage der Untersuchungsergebnisse zur Optimierung nachstehender Angaben durchgeführt werden.

Es wird eine Gründung mit Fundamenten für unterkellerte und nicht unterkellerte Bauweisen empfohlen. Die Gründung muss frostfrei, d.h. mind. 1,0 m u. Gel. im Endzustand erfolgen. Die anstehenden bindigen Verwitterungsböden des Coburger Sandsteins sowie Verwitterungsböden mit hohem Feinkornanteil besitzen für Punktlasten ein erhöhtes Setzungspotential. Vermehrt sandige und kiesige Verwitterungsböden sind als günstigere Gründungssohlen anzusehen. Auf Grund der vertikal und horizontal wechselhaften Zusammensetzung des Verwitterungsprofils wird eine einheitliche Tieferführung der Fundamente auf das Festgestein empfohlen. Die eventuelle Differenz zwischen geplanter Fundamenttiefe und tatsächlicher Gründungssohle ist in diesem Fall mit Magerbeton (sog. Betonplomben) auszugleichen. Bei Streifenfundamenten kann, anstatt einer vollflächigen Tieferführung die Fundamenttieferführung auch punktuell erfolgen. In diesem Fall sind die Streifenfundamente als freitragende Balken auszuführen, die auf die einzelnen Betonplomben aufgelegt werden. Die Betonplomben werden hierbei als Einzelfundamente betrachtet.

Die nachfolgenden Angaben zum maximalen Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ (EC7) gelten für Streifenfundamente mit Fundamentbreiten von 0,3 m bis 1,0 m und Einzelfundamenten mit Abmessungen von 0,5 x 0,5 m bis 3,0 x 3,0 m bei folgenden Einbindetiefen sowie einem lotrecht mittigen Lastangriff.

Gründung im Sandstein mit einer Einbindetiefe der Fundamente von mind. 0,5 m:

(unter Berücksichtigung möglicher Zwischenletten im Sandstein)

Einzel- und Streifenfundamente $\sigma_{R,d}$ (EC7) 600 kN/m²

Bei einer alternativ nicht empfohlenen Gründung im Lockergestein mit einer Einbindetiefe der Fundamente von mind. 1,0 m wäre für Einzelfundamente $\sigma_{R,d}$ (EC7) = 300 kN/m² und für Streifenfundamente $\sigma_{R,d}$ (EC7)= 200 kN/m² anzusetzen

Die Setzungen können in Abhängigkeit der Fundamentabmessungen und bei Auflagerung auf dem Sandstein in Größenordnungen von $s \sim 0,5$ cm bis 1,5 cm abgeschätzt werden. Bei Auflagerung auf dem Lockergestein sind höhere Setzungen und Setzungsdifferenzen zu erwarten.

Bei Beachtung der vorgeschlagenen Gründungsmaßnahmen und bei fachgerechter Ausführung führen Setzungen und Setzungsunterschiede in der oben benannten Größenordnung nicht zu Schäden an der Konstruktion und liegen in einem i.d.R. bauwerksverträglichen Bereich. Leichte, die Standsicherheit nicht beeinträchtigende Risse, hier insbesondere im Übergang von gering belasteten Bereichen zu hoch beanspruchten Bauteilen sowie in den Sohlplatten, sind mit Sicherheit nicht ganz auszuschließen. Die Verträglichkeit der Verformungen ist hinsichtlich der Nutzung planerisch zu prüfen.

Zwischen gering und hochbelasteten Bauteilen sowie zwischen den Sohlplatten und Fundamenten sind ggf. Fugen anzuordnen, um eine gegenseitige, ungünstige Beeinflussung durch abweichende Setzungen zu minimieren. Lage und Ausbildung von Fugen sind planerisch festzulegen.

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

Alternativ könnte eine Gründung auf einer lastverteilenden Sohlplatte erfolgen. Die vom Tragwerksplaner für die Bodenplattenberechnung nach dem Bettungsmodulverfahren erforderliche Federsteifigkeit (Bettungsmodul k_s) ist keine Bodenkonstante, sondern hängt von der Belastungsgröße sowie Ausdehnung und der sich daraus ergebenden örtlichen Untergrundsetzung ab. Angaben zu den Gebäudelasten liegen derzeit nicht vor, womit eine Gründung auf einer lastverteilenden Sohlplatte erst nach Vorliegen dieser jeweils objektbezogen beurteilt werden könnte.

Nach Angabe der Beil Baugesellschaft mbH ist vorgesehen Tiefgaragensohlen mit einem ungebundenen Pflasterbelag herzustellen. Für die Bemessung der ungebundenen Tragschichten unterhalb der Pflasterung der Tiefgarage empfehlen wir eine Orientierung an die Richtlinie für Verkehrsflächen

„Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen“ (RStO 12). Hierbei wird eine ausschließliche Befahrung mit PKW und die Belastungsklasse Bk0,3 gemäß RStO 12 vorausgesetzt. Hier ist auf der Tragschicht ein Verformungsmodul von $E_{V2} = 120 \text{ MN/m}^2$ zu erreichen. Dies ist unter der Voraussetzung, dass das Erdplanum gemäß ZTVE-StB ein Verformungsmodul von $E_{V2} = 45 \text{ MN/m}^2$ aufweist mit einer Tragschichtdicke von ca. 40 cm zu erreichen. Im Bereich der Zufahrt muss ein frostsicherer Straßenoberbau hergestellt werden. Hier ist der frostsichere Aufbau auf mind. 60 cm (Pflasterbelag und Frostschutz-/Tragschicht) zu verstärken.

Nach den Untersuchungsergebnissen ist eine Lage der Tiefgaragensohlen auf Niveau des Sandsteins zu erwarten, auf dem die für das Erdplanum erforderlichen Tragfähigkeiten in der Regel deutlich erreicht werden. Bei einem eventuellen Auftreten von bindigen Zwischenletten kann zur Herstellung eines ausreichend tragfähigen Planums ein lokaler Bodenaustausch notwendig werden.

Die Tragfähigkeiten auf Oberkante Tragschicht und Erdplanum sind mit statischen Plattendruckversuchen nach DIN 18 134 zu überprüfen.

Eine Versickerung des Tagwassers in den Untergrund ist bei gepflasterten Tiefgaragen üblicherweise nicht zulässig. Die Pflasterung der Tiefgarage ist daher mit sog. Pressfugen herzustellen. Für das Tagwasser sind z.B. Verdunstungsrischen vorzusehen, die für eine dauerhaft rückstaufreie Entwässerung einen Überlauf zum Kanal besitzen müssen. Gegebenenfalls ist eine Pumpe vorzusehen. Die Ableitung ist genehmigungspflichtig und planerisch festzulegen.

Die Tragschicht weist gegenüber den unterlagernden Böden eine höhere Durchlässigkeit auf, so dass sich einsickerndes Wasser an der Unterkante der Tragschicht staut. Es ist daher eine Entwässerung des Erdplanums vorzunehmen. Das Sickerwasser ist über ein Dränensystem zu fassen. Das Planum muss mit einem Gefälle Richtung Dränage hergestellt werden.

5.2 Schutz von Bauwerken gegen Durchfeuchtung

Der Schutz der Bauwerke gegen Durchfeuchtung ist nach der DIN 18533 zu planen und auszuführen. Hierbei ist unter anderem mögliches Schicht- und Sickerwasser zu berücksichtigen.

Die Gebäude können außerhalb der gepflasterten Tiefgaragen unter Berücksichtigung der Wassereinwirkungsklasse W 1.2-E (Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden mit Dränung) abgedichtet werden. W 1.2-E gilt in Verbindung mit einem

Dränsystem nach DIN 4095, das dauerhaft rückstaufrei an eine geeignete Vorflut angeschlossen ist. Der Bemessungswasserstand ist dabei auf der Höhe der Dränage anzugeben.

Vor erdberührenden Wänden ist eine dauerhaft druckfeste, vertikale Sickerschicht (z. B. Betonfiltersteine) anzubringen. Darunter ist eine Außendränage zu verlegen, die mit Kies (Körnung 2/32 mm oder 4/32 mm) ummantelt wird. Die Rohrummantelung ist gegenüber dem natürlichen Boden oder der Arbeitsraumverfüllung filterstabil zu halten oder durch Filtervlies zu schützen.

Unterhalb der Bodenplatte ist flächig eine mindestens 20 cm dicke kapillarbrechende Tragschicht zum Schutz gegen Bodenfeuchte vorzusehen. Dafür kommen alle raumbeständigen Mineralstoffgemische in Frage, die keine Kornanteile < 2 mm (z. B. 2/45) enthalten, d.h. frei sind von bindigen Anteilen und Sand. Es ist zu beachten, dass vor dem Betonieren der Bodenplatte eine Folie über die Sohlfilterschicht gelegt wird, damit diese nicht mit Betonschlamm verunreinigt wird und ihre Filtereigenschaft verliert. In Streifenfundamenten sind Rohrdurchführungen vorzusehen, um eine hydraulische Verbindung der Sohlfilterschicht mit der Außendränage herzustellen. Dabei muss jedes von Fundamenten umschlossene Feld erfasst werden. Unterhalb der Dränschicht ist, zumindest bei flächig auftretenden bindigen Böden, ein Filtervlies zu verlegen.

Für die nicht überbauten Bereiche des Untergeschosses/Tiefgarage ist die Wassereinwirkungsklasse W3-E (Nicht drückendes Wasser auf erdüberschütteten Decken) nach DIN 18533, Teil 1 relevant.

Die Abdichtungsart ist nach der Wassereinwirkungsklasse in Verbindung mit der planerisch festzulegenden Riss-, Verformungs- und Raumnutzungsklasse nach DIN 18533 zu wählen.

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

Das unmittelbar um die Gebäude liegende Gelände ist mit bauwerksabgewandtem Gefälle auszubilden, um einen oberirdischen Zulauf von Wasser an das Gebäude auszuschließen. Gegebenenfalls sind ergänzend Ablaufrinnen u.ä. mit dauerhaft rückstaufreier Vorflut vorzusehen.

Die Dränage ist genehmigungspflichtig. Erfahrungsgemäß ist dabei ein Sickerschacht „Stuttgarter Modell“ einzuplanen. Sofern die Dränage nicht genehmigungsfähig ist oder eine alternative Abdichtung ausgeführt werden soll, ist dies mit dem Gutachter abzustimmen.

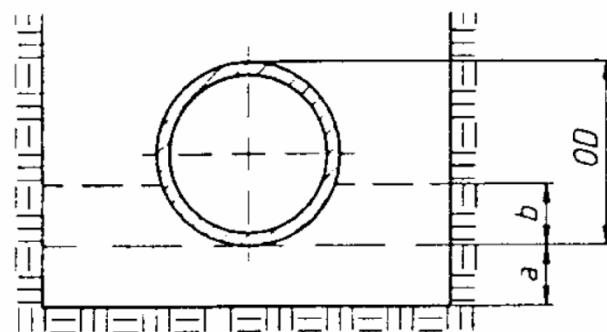
5.3 Kanal- und Leitungsbau

Das Baufeld ist derzeit nicht erschlossen. Zum Kanal- und Leitungsbau liegen uns keine Informationen vor, so dass nachfolgend allgemeine Angeben gemacht werden.

Nach den Untersuchungsergebnissen ist davon auszugehen, dass die Kanalsohlen durch alle auftretenden Schichten verlaufen. Zum Teil werden die Sandsteine des Coburger Sandsteins angeschnitten. Dieser ist nach den Erkundungen im oberen Bereich mit einem ausreichend dimensionierten Bagger lösbar. In tieferen weniger verwitterten Bereichen sind Erschwernisse beim Lösen des Sandsteins zu erwarten (vgl. Abschnitt 5.6 Erdarbeiten). Neben bindigen, sandigen und kiesig/steinigen Lockergesteinen kann leicht bis schwer lösbarer Fels angenommen werden. Weichschichten wurden an den Untersuchungspunkten nur sehr vereinzelt (vgl. Schurf SCH 1) angetroffen.

Wasserzutritte zum Kanalgraben sind, wenn überhaupt, nur in geringem Maße zu erwarten. Entsprechend ist eine lokale Fassung und Ableitung bei Bedarf zu betreiben.

Im Hinblick auf die Auflagerung und Einbettung der Kanalrohre empfehlen wir, die Anwendung der DIN EN 1610 und im vorliegenden Fall entlang der gesamten Kanaltrasse den Einbau einer Schutzschicht bzw. eines Rohrauflagers nach DIN 1610 Typ 1 herzustellen. Die Dicke der unteren Bettungsschicht (a) sollte in den bindigen und relativ steinfreien Böden mind. 10 cm betragen. In den kiesig/steinigen Verwitterungsböden und im Sandstein muss die Bettungsschicht auf mind. 15 cm erhöht werden, wobei wir mind. 20 cm empfehlen. Die Dicke b der oberen Bettungsschicht muss der statischen Berechnung entsprechen.



Gemäß DIN EN 1610 sind Rohrgräben während des Rohreinbaus und des Verdichtens wasserfrei zu halten und die Sohle ist vor Aufweichungen zu schützen. Wir weisen in diesem Zusammenhang darauf hin, dass die angetroffenen bindigen und annähernd bindigen Erdstoffe stark wasserempfindlich sind und bei Wasserzutritt aufweichen und verbreien können. Aufgeweichte Bereiche sind auszubauen und durch die Bettungsschicht oder erdfeuchtes verdichtetes Aushubmaterial zu ersetzen.



Für die Rohrbettung kommen alle grobkörnigen Mineralstoff-Gemische in Frage, die den Anforderungen nach DIN-EN 1610, Abschnitt 5.3 entsprechen und deren Größtkorn 22 mm bei Rohrdurchmessern DN ≤ 200 sowie 40 mm bei Rohrdurchmessern DN > 200 mm bis DN ≤ 600 nicht überschreitet. Eine Auswahl derartiger Baustoffe findet sich in Anhang B der DIN-EN 1610. Die Mindestabdeckungen über den Rohrleitungen sind entsprechend DIN 1610 einzuhalten. Des Weiteren wird auf die Vorgaben des Rohrherstellers verwiesen.

Angaben zum Aushub der Kanal- und Leitungsgräben sowie zur Wiederverfüllung sind den folgenden Abschnitten zu entnehmen.

5.4 Verkehrsflächen

Straßen sind im Allgemeinen auf Boden zu gründen (Planum), der die Anforderungen nach ZTVE-StB erfüllt bzw. der sich auf die entsprechenden Werte (Verdichtungsgrad D_{pr}) verdichten lässt und der die entsprechende Tragfähigkeit (Verformungsmodul E_{v2}) besitzt. Dadurch sollen auftretende Setzungen minimiert werden, so dass keine relevanten Verformungen in der Oberflächenbefestigung verursacht werden und die Funktionsfähigkeit der Straße nicht gefährdet wird.

In Bereichen außerhalb der zukünftigen Kanalgrabenverfüllungen und evtl. notwendigen Geländeaufhöhungen wird das Planum hauptsächlich von rolligen Erdstoffen der Frostempfindlichkeitsklasse F2 bis F3 gebildet wird. Für den Straßenaufbau ist eine ausreichende Frostsicherheit nach ZTVE-StB und RStO 12/24 zu gewährleisten.

In Anlehnung an die ZTVE-StB ist auf dem Erdplanum ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ zu erreichen. Im Bereich von Kanalgräben ist die Einbauqualität des Materials so zu wählen, dass keine zusätzlichen Ertüchtigungen hinsichtlich des Planums erforderlich werden. Gleiches gilt für eventuelle Geländeaufhöhungen. Auf den sandigen und kiesigen Verwitterungsböden wird die erforderliche Tragfähigkeit des Planums erfahrungsgemäß mit einer Nachverdichtung erreicht werden. Im Gegensatz hierzu kann auf den anstehenden bindigen Böden die erforderliche Tragfähigkeit nicht vorausgesetzt werden, womit lokal Maßnahmen zur Herstellung eines ausreichend tragfähigen Planums notwendig werden können. Bei einen Bodenaustausch mit verdichtungswilligem Fremdmaterial muss die Mächtigkeit des Bodenaustausches erfahrungsgemäß mind. 30 cm bis 40 cm betragen.

Angaben zur Belastungsklasse gemäß RStO liegen uns nicht vor. Es wird von der Belastungsklasse BK0,3 ausgegangen. Dies ist planerisch zu prüfen. Bei einer Abweichung sind die nachfolgenden Angaben ggf. anzupassen.

Das Baufeld wird gem. RStO 12/24, Bild 6 der Frosteinwirkungszone II zugewiesen.

Nach der RStO 12/24 und unter Ansatz der Frostempfindlichkeitsklasse F3 (stark frostempfindlich) ist bei der Belastungsklasse BK0,3 ein frostsicherer Gesamtaufbau von 55 cm (50 cm + 5 cm Frosteinwirkungszone II) vorzusehen.

Es wird eine Bauweise mit Asphaltdecke auf kombinierter Frostschutz-/Tragschicht (KFT) gemäß der RStO 12/24 Tafel 1, Zeile 1 empfohlen. Die KFT ist aus einheitlichem Material in 2 Lagen anzurichten. Die Dicke dieser kombinierten Frostschutz-/Tragschicht ergibt sich aus dem Gesamtaufbau abzüglich der Asphaltdeck- und Asphalttragschicht, deren Mächtigkeit bei der Belastungsklasse BK0,3 mit 14 cm (4 + 10 cm) angegeben ist. Auf der Frostschutz-/Tragschicht ist bei der Belastungsklasse BK0,3 ein Verformungsmodul von $E_{v2} = 100 \text{ MN/m}^2$ zu erreichen. Die KFT ist vollständig und vollflächig aufzubauen. Für den ungebundenen Oberbau, d.h. für die Trag- und Frostschutzschicht, ist die ZTV SoB- StB 04 zu beachten.

Die Tragfähigkeiten des Planums und der Frostschutz-/Tragschicht sind mit statischen Plattendruckversuchen nach DIN 18134 lagenweise zu überprüfen.

5.5 Baugrubengestaltung

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

Schicht	maximal zulässige Böschungsneigung (β) nach DIN 4124
<u>Coburger Sandstein</u> verwittert Schluff/Ton/ Zwischenletten, mind. steifplastisch verwittert Sand und Kies sowie Sandstein blockig Sandstein	60° 45° 80°

[Tab. 11: Böschungsneigungen]



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

Bei Baustellenverkehr neben der Baugrubenböschung sind folgende Mindestabstände einzuhalten:

Gesamtgewicht < 12 to: 1,0 m

Gesamtgewicht ≥ 12 - 40 to: 2,0 m

Bei Auftreten von aufgeweichten Bereichen oder Wasserzuritt sind die Böschungen gegebenenfalls abzuflachen oder zu verbauen. Bei länger offenstehenden Baugruben kann mit befestigten Folien/Planen ein Erosionsschutz erreicht werden. Dabei ist sicherzustellen, dass die Abdeckung nicht unterspült werden kann.

Bei Leitungsgräben richtet sich die Mindestgrabenbreite nach der DIN-EN 1610 (siehe dort Abschnitt 6.2) und hängt vom Leitungsdurchmesser und der Böschungsgestaltung ab.

Die Vorgaben der DIN 4123 und der DIN 4124 sind zu beachten.

5.6 Erdarbeiten und Wiederverwendung von Aushubmaterial

Die Erdarbeiten sind generell unter Berücksichtigung der Vorgaben der ZTV E-StB durchzuführen. Nach Tabelle 4 der DIN 18196 sind die angetroffenen Erdstoffe maßgebend stark witterungs- und frostempfindlich und neigen bei Wasserzuritt in Verbindung mit dem Baubetrieb zum Aufweichen und Verbreien. Auf gefrorenem Boden darf nicht gegründet werden. Die Erdarbeiten sollten generell nicht vor einer länger zu erwartenden Regen- oder Frostperiode beginnen.

Aufgelockerte, aufgeweichte oder in anderer Weise entfestigte Zonen in den Endaushubebenen sind sorgfältig zu entfernen und durch Austauschboden, Tragschichten oder ggf. Differenzbeton zu ersetzen. Aushubbedingte Auflockerungen sind ebenfalls sorgfältig zu beseitigen. Bei Bodenaustauschmaßnahmen ist generell ein seitlicher Überstand des Austausches in Schichtstärke über die Außenkanten hinaus zur Berücksichtigung der Lastausbreitung im Boden vorzunehmen. Organischer Oberboden ist in Bereichen mit Lasteinfluss vollständig zu entfernen.

Die Endaushubebenen sind unmittelbar nach dem Aushub mit Sauberkeitsschichten abzudecken.

Bei dem Bauvorhaben ist bei der Herstellung der Kanalgräben und Baugruben mit Erschwernissen (Erfordernis von Stemm-, Meißel-, Fräsaarbeiten etc.) für das Lösen von Sandstein zu rechnen. Durch

das Lösen des Sandsteins kann ein Mehraushub bzw. ein sich daraus ergebendes Überprofil möglich sein. Dabei ist mit einem entsprechend rauen Aushubprofil zu rechnen. Bei Einsatz einer Felsfräse kann gegenüber Meiβelarbeiten in der Regel ein glatteres Aushubprofil hergestellt werden. Die Unebenheiten in der Baugrube sind durch Bettungsmaterial, Sauberkeitsschichten, Magerbeton o.ä. auszugleichen.

Um eine ausreichende Verdichtung zu gewährleisten, kann der Wiedereinbau lagenweise in Anlehnung an die ZTVA-StB 12, Tab. 3, erfolgen. Wir empfehlen dabei unverdichtete Schüttböden aus geeignetem Material von ca. 25 - 30 cm grundsätzlich nicht zu überschreiten. Dies gilt insbesondere für die Verfüllung von Leitungsgräben, bei der nur kleine Verdichtungsgeräte eingesetzt werden können. Der Wiedereinbau muss mit geeigneten Verdichtungsgeräten und mit auf die verwendeten Geräte abgestimmten Schüttböden erfolgen. Weiche oder sehr nasse Materialien dürfen nicht eingebaut werden. Die nächste Schüttlage darf erst dann eingebaut werden, wenn die vorherige vollständig und vollflächig verdichtet wurde. Nach einer Tagesleistung, vor dem Wochenende und vor allem bei Niederschlagsrisiko ist die verdichtete Fläche zu schließen, um sie vor einer Aufweichung und zu starker Durchfeuchtung zu schützen. Bei starken, lang andauernden Niederschlägen empfehlen wir, Erdbau- und Verdichtungsarbeiten generell zu unterbrechen.

Unter ökologischer und wirtschaftlicher Betrachtung sollte eine fachgerechte Wiederverwendung der Aushubmassen angestrebt werden.

Die bindigen Verwitterungsböden des Coburger Sandsteins sind für den Wiedereinbau erfahrungsgemäß nur nach Aufbereitung (Zerkleinerung, Trocknung, Wasserzugabe, Bindemittelbeigabe o.ä.) geeignet.

Der Aushub der Sandsteine sowie der untere Bereich des Verwitterungsprofils fällt, sofern nicht mit einer Felsfräse gearbeitet wird, mit größeren Steinen und Blöcken an und ist damit ohne Zerkleinerung mit einer Brechanlage verdichtungsunwillig. Der Aushub der Sandsteine kann somit ohne Aufbereitung nicht wiederverwendet werden.

Die sandigen und kiesig/steinigen Verwitterungsböden des Coburger Sandsteins eignen sich im erdfreudigen Zustand zum Wiedereinbau. Hier sind größere Steine auszusortieren oder analog zu den Sandsteinen zu brechen. Bei den oberflächennah anstehenden SU*/GU*-Böden ist die Frostempfindlichkeit (F3) zu beachten. Sande und Kiese der Bodengruppen SU*/GU* sind in der Regel bis zu einem Feinkornanteil um etwa 20 Gew.-% noch gut verdichtbar und eignen sich damit zur Wiederfüllung. Sande und Kiese mit höherem Feinkornanteil sind zumeist verdichtungsunwillig und auszusortieren.



In Bereichen, in denen Setzungen und Sackungen in Kauf genommen werden können (z. B. Geländemodellierungen außerhalb von Bauwerkseinflüssen und befestigten Flächen), müssen an das Material und die Verdichtung keine besonderen Anforderungen gestellt werden. In diesen Bereichen kann auch bindiges oder stückiges Aushubmaterial verwendet werden, sofern der Einbau gerätetechnisch möglich ist.

Zum Wiedereinbau vorgesehene Erdstoffe sind bei längerer Zwischenlagerung ggf. durch Abwalzen und Abdecken gegen Witterungseinflüsse zu schützen.

Für Arbeitsraumverfüllungen mit Liefermaterial ist die Qualität des verwendeten Materials und der Verdichtung je nach vorgesehener Nutzung festzulegen. Für Bereiche mit Verformungsbegrenzungen kann ein Material der Bodengruppen SE, SW, SI, GE und GW gem. DIN 18 196 verwendet werden. Es ist eine Proctordichte $D_{pr} \geq 100\%$ im oberen Meter und $D_{pr} \geq 98\%$ für die tiefere Verfüllung nachzuweisen. Der Bodeneinbau ist lagenweise verdichtet vorzunehmen. Die Dicke der einzelnen Lagen, die 30 cm nicht überschreiten soll, ist letztendlich in Abhängigkeit vom eingesetzten Verdichtungsgerät und Material festzulegen. Die erreichte Tragfähigkeit und Verdichtung ist nachzuweisen.

Baustraßen und Baustelleneinrichtungsflächen sollten in Abhängigkeit der Witterungsverhältnisse bei Baudurchführung z.B. mit einer mind. 30 cm dicken Schotter- oder Schroppenlage befestigt werden.

6 VERSICKERUNG VON OBERFLÄCHENWASSER

Eine Versickerung von Niederschlagswasser setzt voraus, dass nach DWA-Arbeitsblatt A 138 der Untergrund, der für eine Versickerung vorgesehen ist, eine Durchlässigkeit zwischen $k_f = 1 \times 10^{-3}$ m/s und $k_f = 1 \times 10^{-6}$ m/s aufweist. Bei k_f -Werten $\geq 1 \times 10^{-3}$ m/s ist eine ausreichende Aufenthaltszeit im Sickerraum nicht gewährleistet, bei Werten von $k_f < 1 \times 10^{-6}$ m/s wird die Versickerungsanlage zu lange eingestaут.

Der oben genannte Durchlässigkeitsbereich ist nach dem durchgeföhrten Versickerungsversuch (vgl. Abschnitt 4.5) in den rolligen Verwitterungsböden gegeben. Nach den Untersuchungsergebnissen können diese für eine Versickerung herangezogen werden. Es ist für ausreichend Speichervolumen und ggf. eine Vorbehandlung des anfallenden Wassers zu sorgen. Es ist eine dauerhaft rückstaufreie Ableitung über einen Notüberlauf (z.B. Kanal, Vorflut) vorzusehen.

Hinsichtlich ggf. notwendiger Vorbehandlungsmaßnahmen zur Versickerung bzw. zum Ableiten der Niederschlagsabflüsse ist generell das ATV-DWK-Regelwerk M 153 „Handlungsempfehlungen zum



Umgang mit Regenwasser“ zu beachten. Die Versickerung ist mit der Genehmigungsbehörde abzustimmen. Die Wasserableitung ist genehmigungspflichtig.

7 SCHLUSSBEMERKUNGEN

Die Untergrundverhältnisse im Baufeld wurden durch 8 Baggerverschürfungen erkundet und unter Hinzuziehung der örtlichen Kenntnisse der geologischen Verhältnisse beschrieben und beurteilt. Wir weisen darauf hin, dass es sich bei den Untersuchungen um punktuelle Aufschlüsse handelt und Abweichungen vom hier beschriebenen Befund nicht ausgeschlossen werden können, womit eine ständige und sorgfältige Kontrolle der bei den Erd- und Gründungsarbeiten angetroffenen Verhältnissen und ein Vergleich zu den Ergebnissen und Folgerungen im Gutachten unerlässlich sind.

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

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

Für die Geotechnik Aalen GmbH & Co. KG

Dipl.-Ing. (FH) J. Caspar

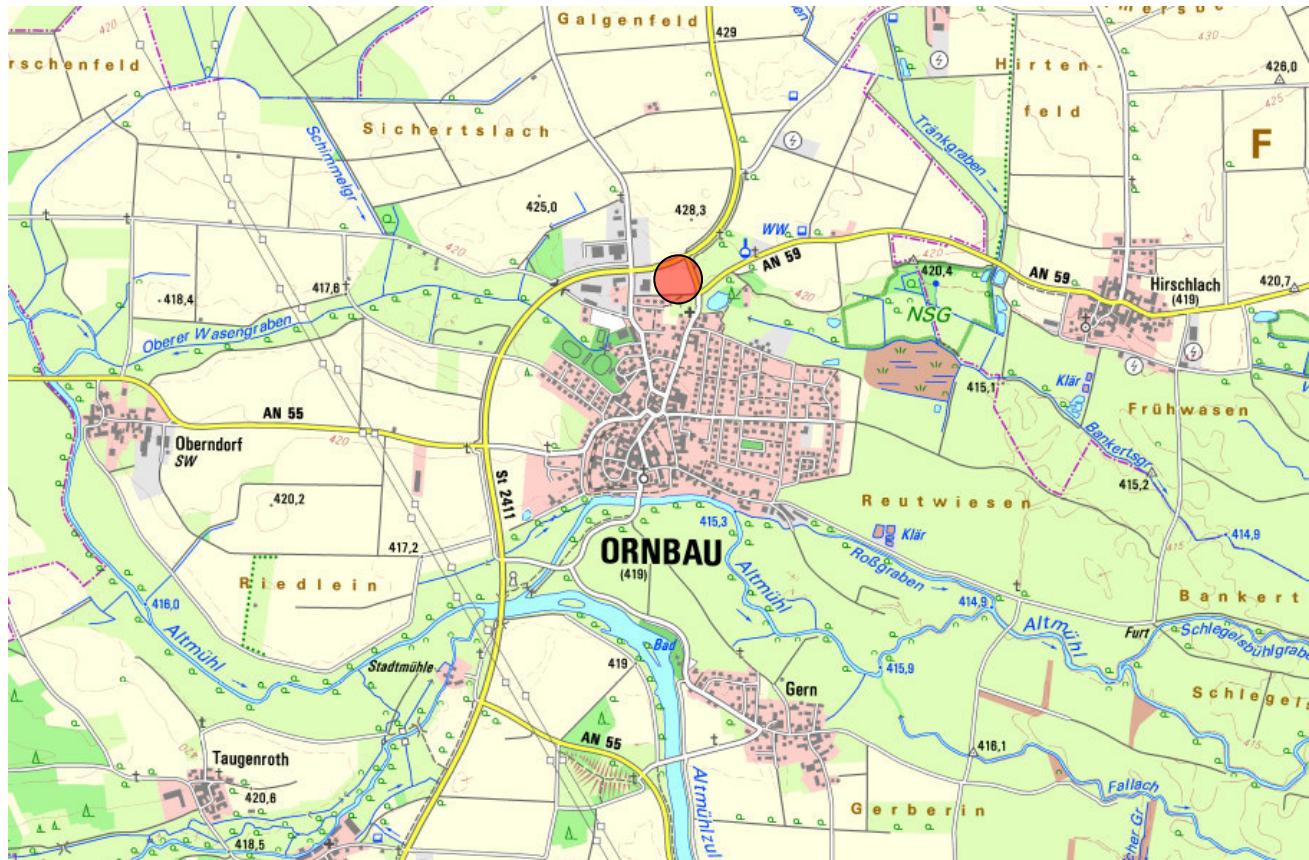
Sachbearbeiter:

Dipl.-Geol. Th. Peter



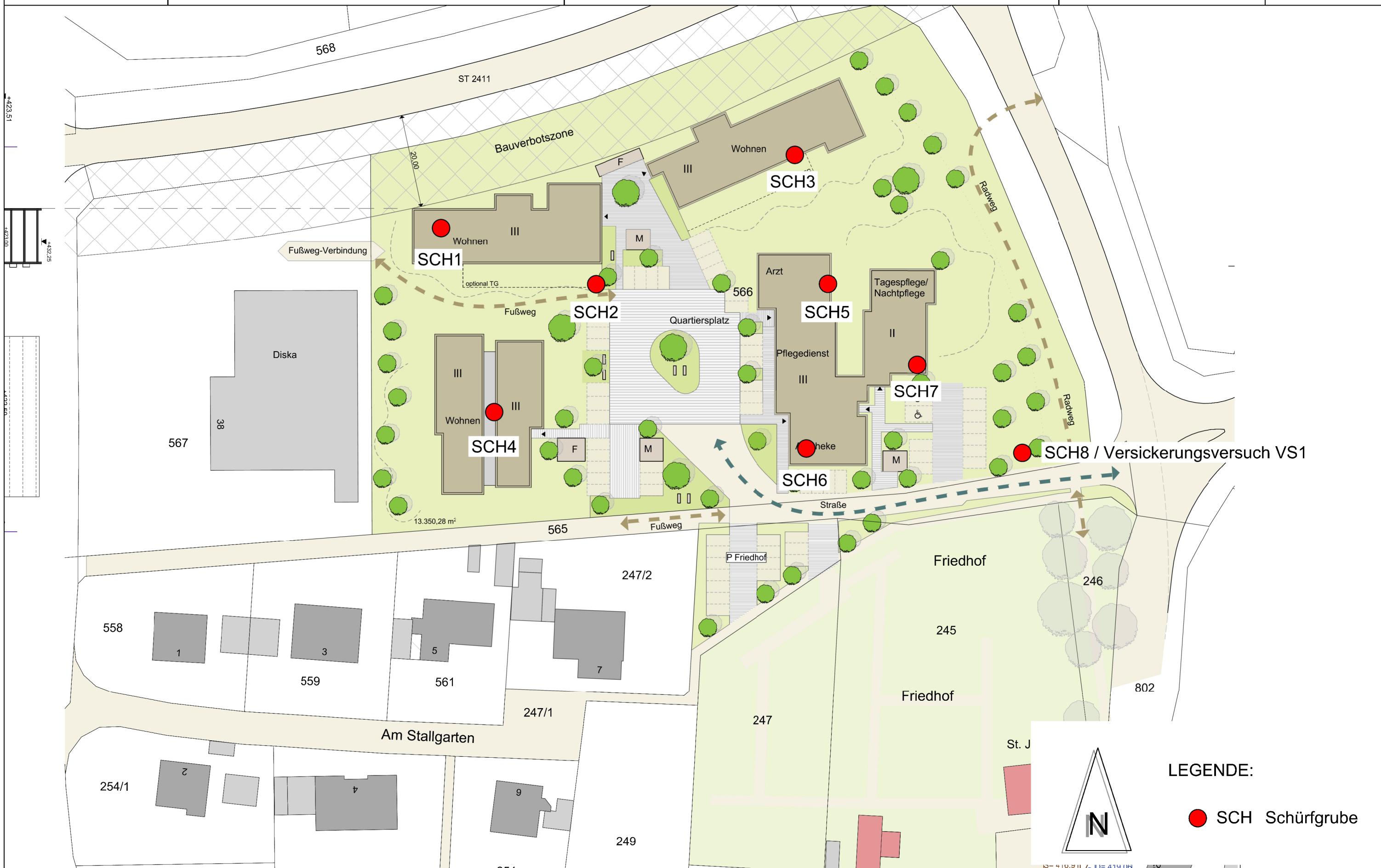
ÜBERSICHTSLAGEPLAN

Plangrundlage: TK 25



Legende:

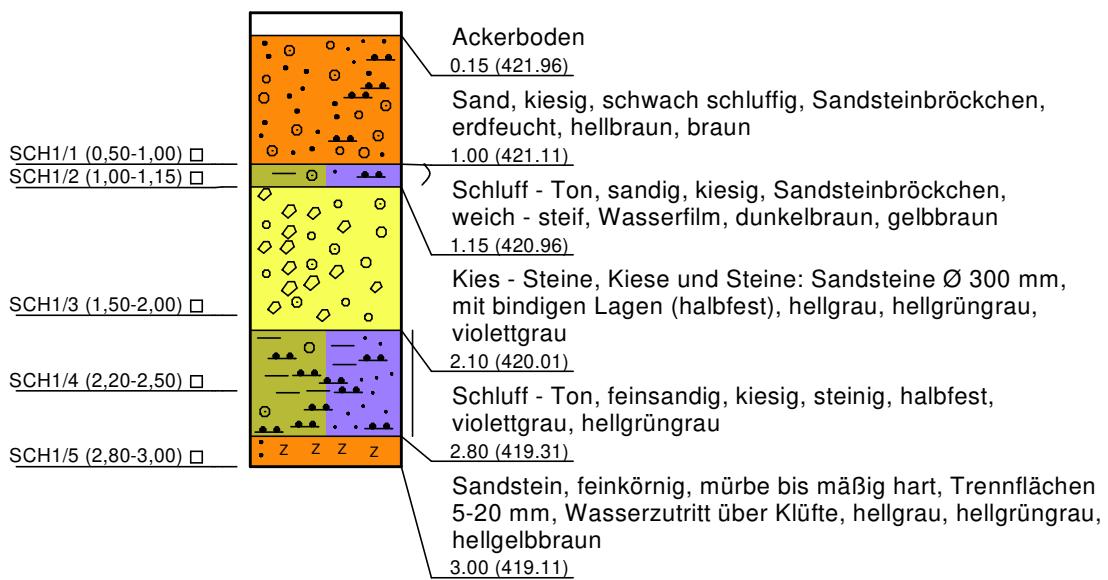
- Untersuchungsgebiet





SCH 1

422,11 m NN



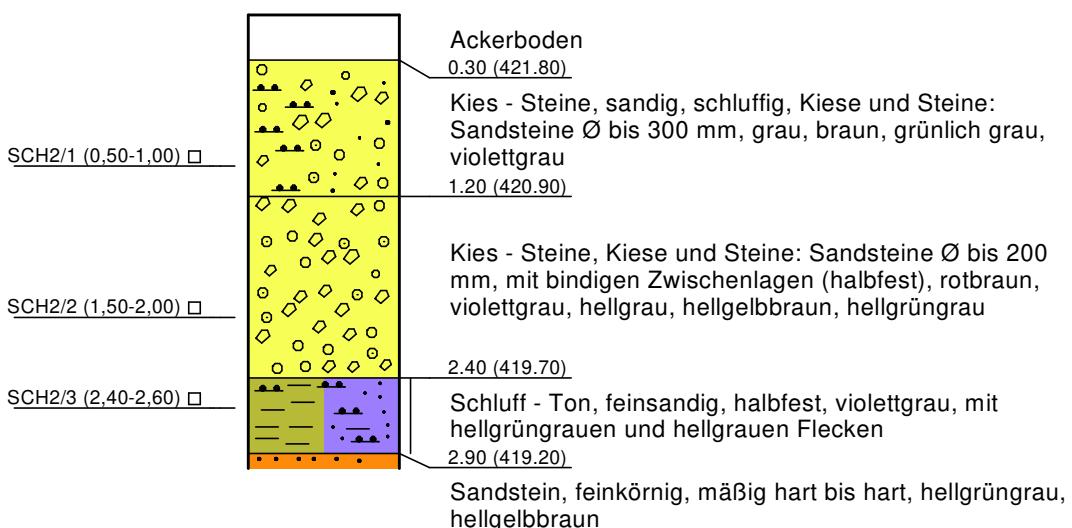
31.07.2024/Th. Peter/M 1: 50





SCH 2

422,10 m NN



31.07.2024/Th. Peter/M 1: 50

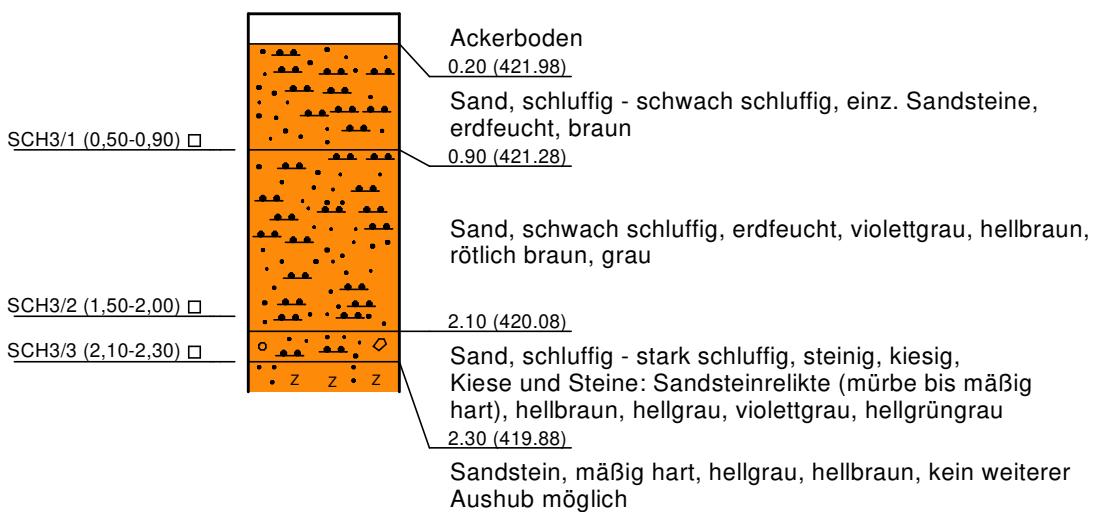
Anmerkung: Wechsel auf Tiefloeffel mit Felszähnen bei 1,5 m





SCH 3

422,18 m NN



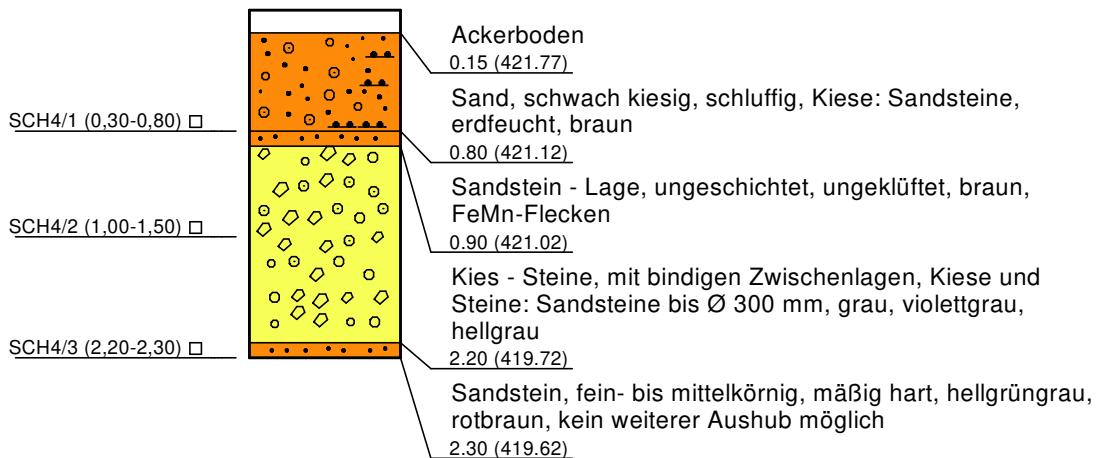
31.07.2024/Th. Peter/M 1: 50





SCH 4

421,92 m NN



31.07.2024/Th. Peter/M 1: 50

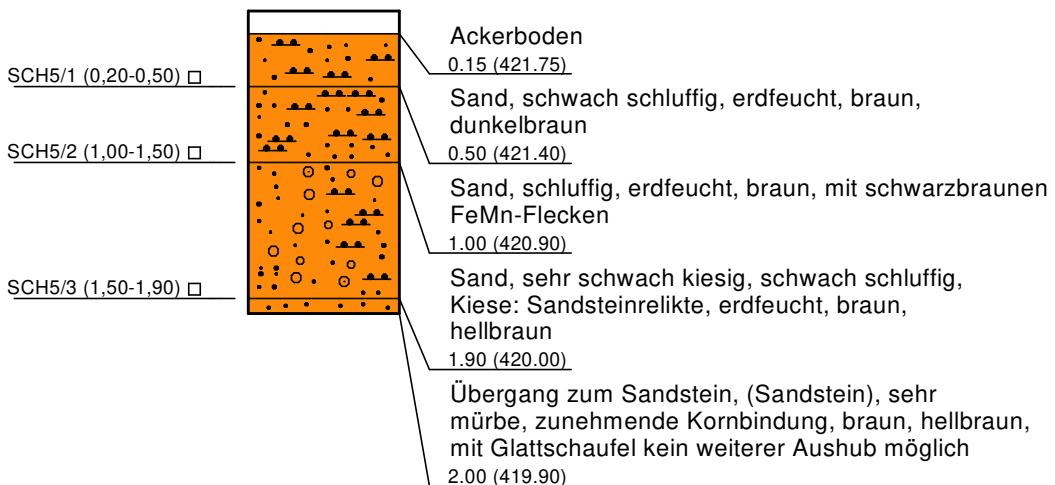
Anmerkung: Wechsel auf Tieflöffel mit Felszähnen bei 0,8 m





SCH 5

421,90 m NN



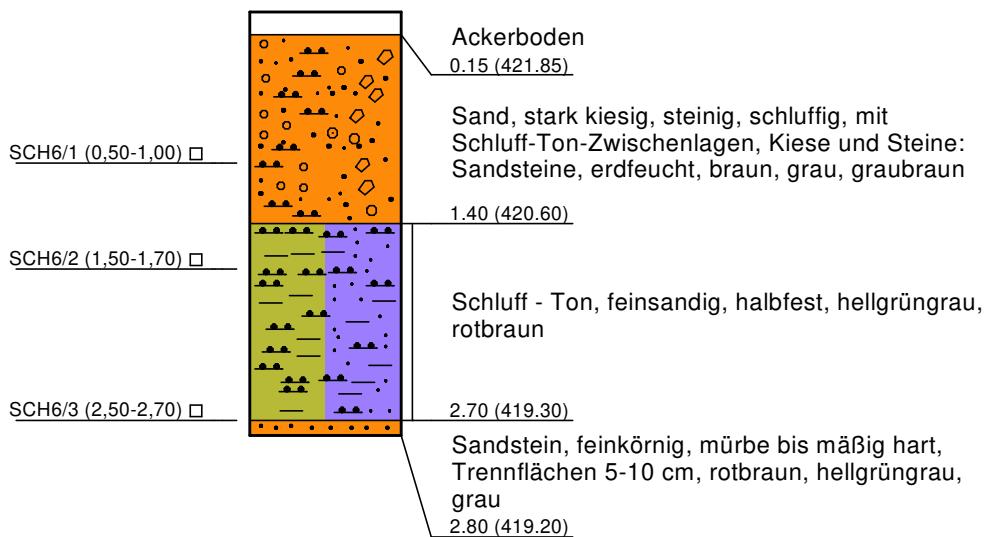
31.07.2024/Th. Peter/M 1: 50





SCH 6

422,00 m NN



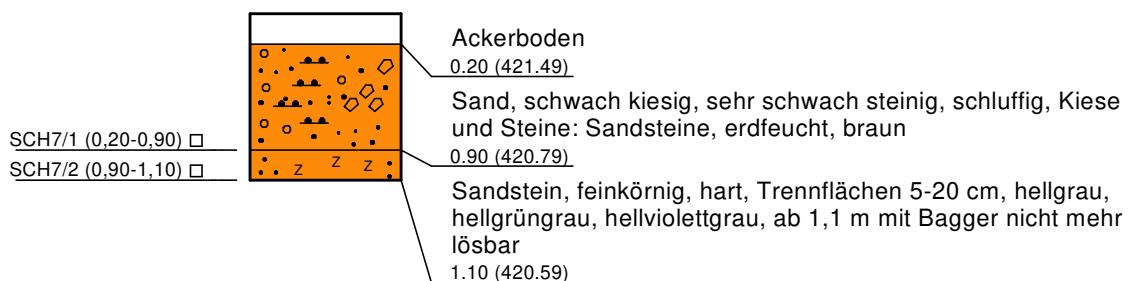
31.07.2024/Th. Peter/M 1: 50





SCH 7

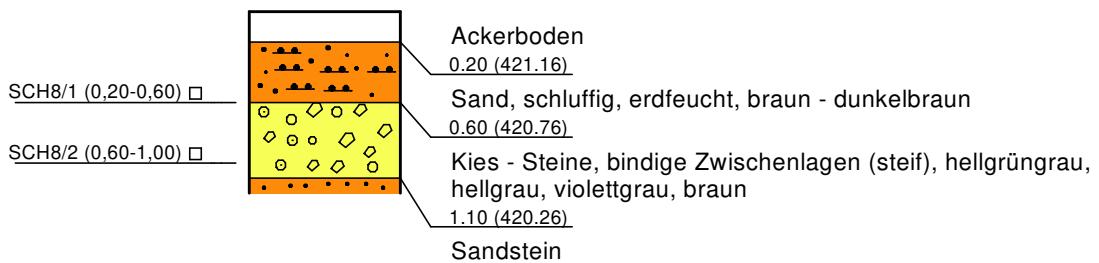
421,69 m NN





SCH 8

421,36 m NN



31.07.2024/Th. Peter/M 1: 50



Geotechnik Aalen GmbH & Co. KG
 Robert-Bosch-Straße 59
 73431 Aalen
 fon 07361 - 9406-0

Bericht: 240388
 Anlage: 3.1

Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1
 Neubau MVZ und Seniorenwohnen
 BG "Am Kapellenweiher"
 in Ornbau, Flurstück 566

Bearbeiter: Ho

Datum: 16.08.2024

Prüfungsnummer: 01
 Entnahmestelle: SCH 1 - SCH 6
 Tiefe: siehe Anlage 2
 Bodenart: siehe Anlage 2
 Entnahmeart: gestört
 Entnahme: 31.07.24 durch Pe

Probenbezeichnung:	SCH1/2	SCH1/4	SCH2/3	SCH3/2
Feuchte Probe + Behälter [g]:	570.70	658.10	308.80	823.70
Trockene Probe + Behälter [g]:	473.90	555.10	275.70	760.50
Behälter [g]:	113.90	101.80	110.00	181.70
Porenwasser [g]:	96.80	103.00	33.10	63.20
Trockene Probe [g]:	360.00	453.30	165.70	578.80
Wassergehalt [%]:	26.89	22.72	19.98	10.92

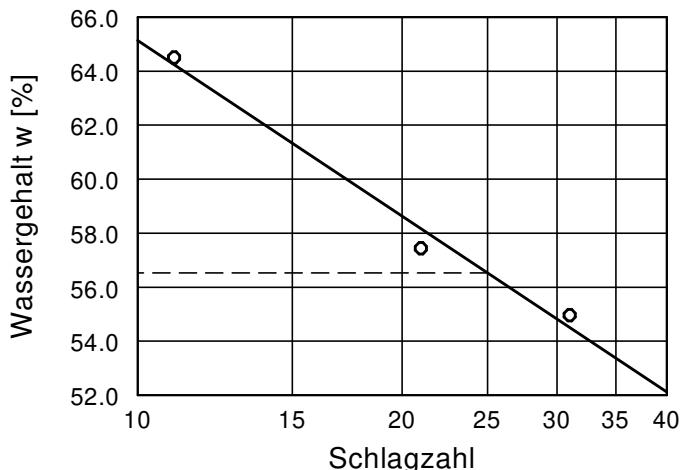
Probenbezeichnung:	SCH4/1	SCH5/3	SCH6/2	SCH6/3
Feuchte Probe + Behälter [g]:	961.50	792.80	464.60	420.30
Trockene Probe + Behälter [g]:	895.20	733.70	406.50	373.20
Behälter [g]:	250.50	250.50	102.00	114.40
Porenwasser [g]:	66.30	59.10	58.10	47.10
Trockene Probe [g]:	644.70	483.20	304.50	258.80
Wassergehalt [%]:	10.28	12.23	19.08	18.20

Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12
 Neubau MVZ und Seniorenwohnen
 BG "Am Kapellenweiher"
 in Ornbau, Flurstück 566

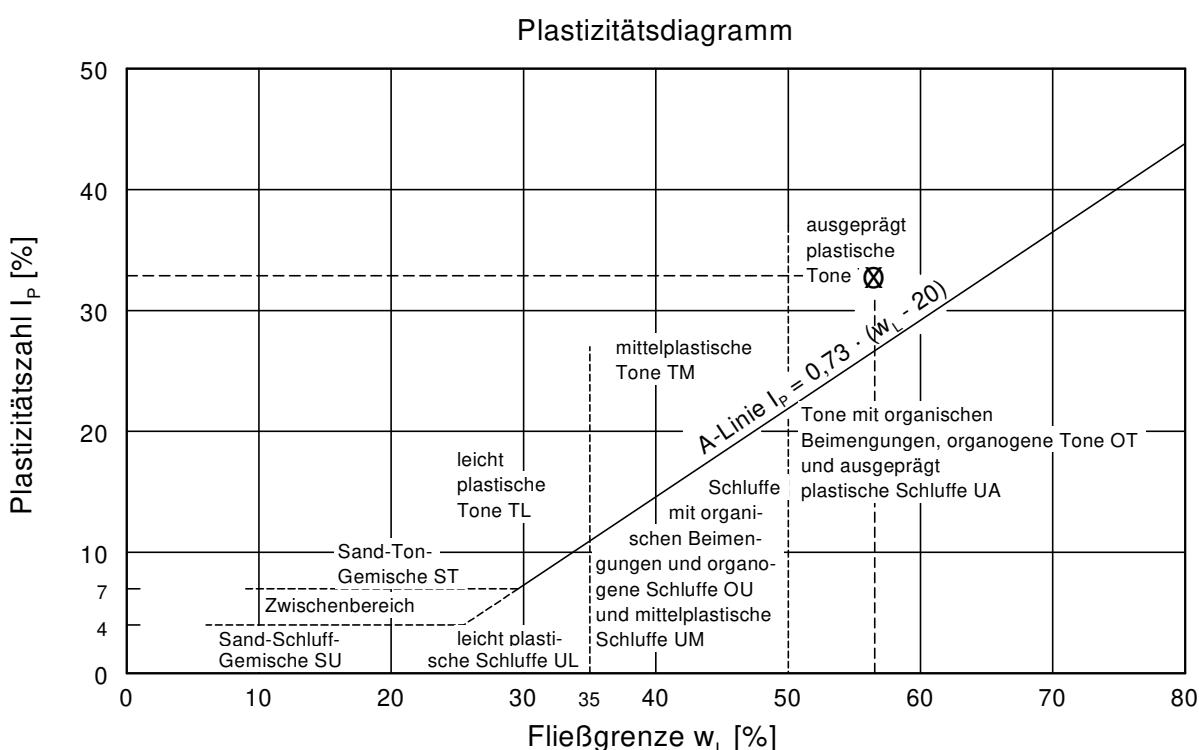
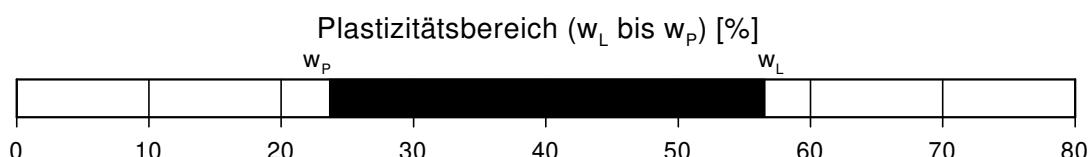
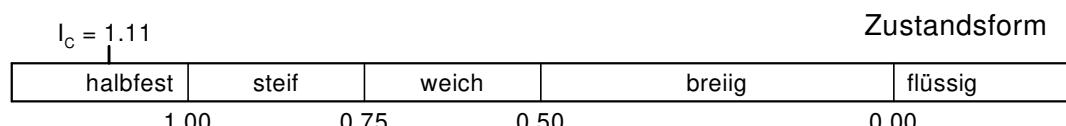
Bearbeiter: Hä/Sc

Datum: 28.08.2024

Prüfungsnummer: SCH2/3
 Entnahmestelle: SCH 2
 Tiefe: 2,40 - 2,60 m
 Art der Entnahme: gestört
 Bodenart: Schluff-Ton, fs (TA)
 Entnahme: 31.07.2024 durch Pe



Wassergehalt $w = 20.0 \%$
 Fließgrenze $w_L = 56.5 \%$
 Ausrollgrenze $w_p = 23.7 \%$
 Plastizitätszahl $I_p = 32.8 \%$
 Konsistenzzahl $I_c = 1.11$

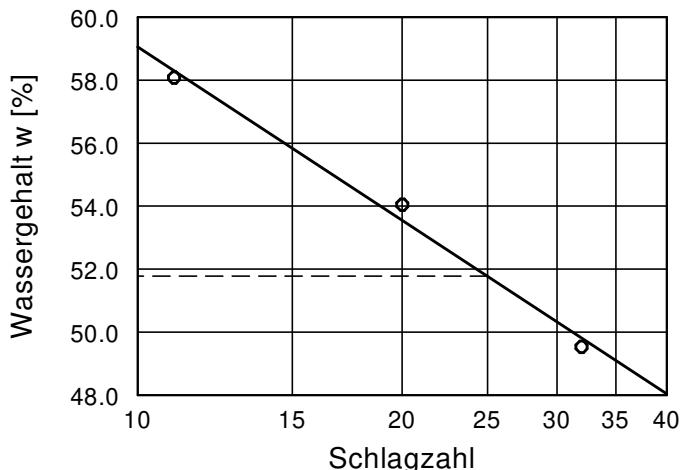


Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12
 Neubau MVZ und Seniorenwohnen
 BG "Am Kapellenweiher"
 in Ornbau, Flurstück 566

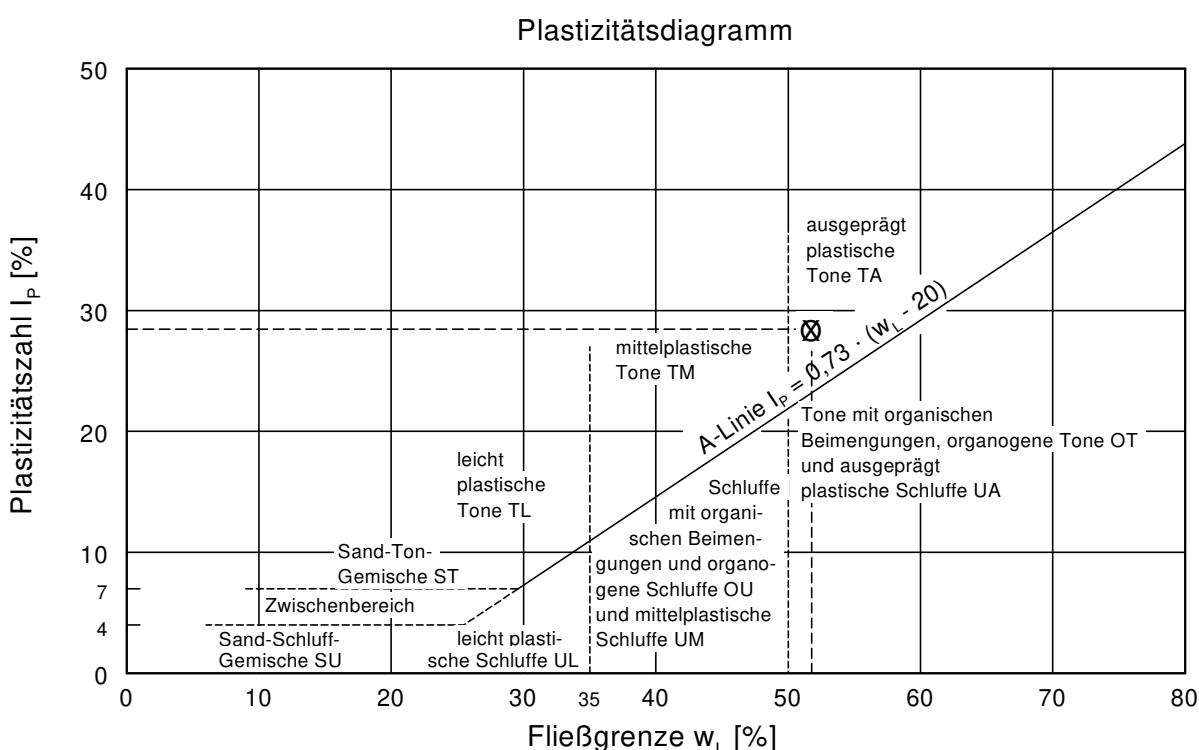
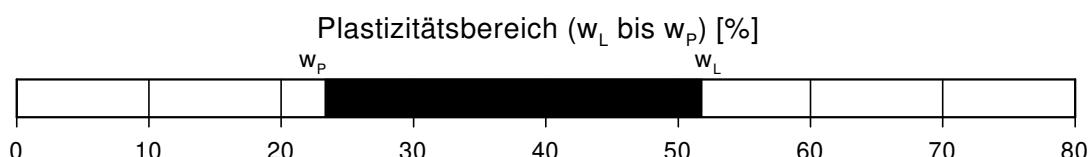
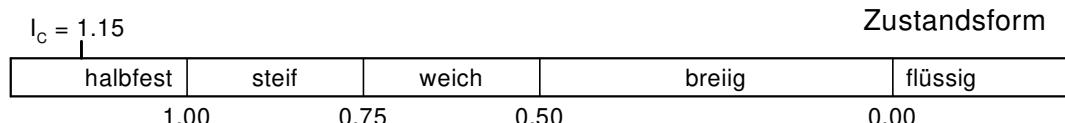
Bearbeiter: Hä

Datum: 28.08.2024

Prüfungsnummer: SCH6/2
 Entnahmestelle: SCH 6
 Tiefe: 1,50 - 1,70 m
 Art der Entnahme: gestört
 Bodenart: Schluff-Ton, fs (TA)
 Entnahme: 31.07.2024 durch Pe



Wassergehalt $w = 19.1 \%$
 Fließgrenze $w_L = 51.8 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 23.3 \%$
 Plastizitätszahl $I_p = 28.5 \%$
 Konsistenzzahl $I_c = 1.15$

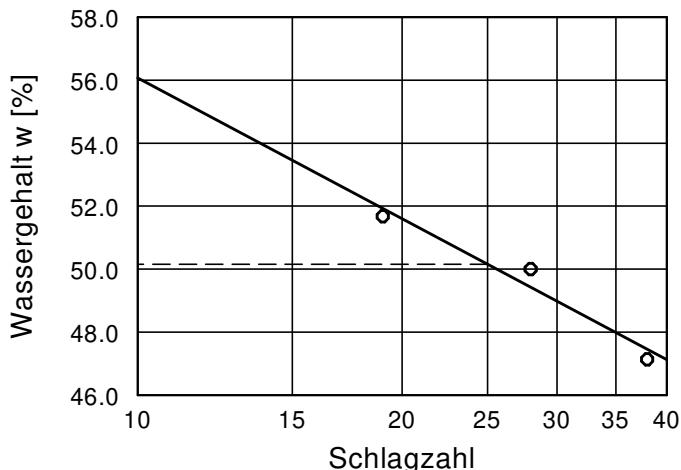


Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12
 Neubau MVZ und Seniorenwohnen
 BG "Am Kapellenweiher"
 in Ornbau, Flurstück 566

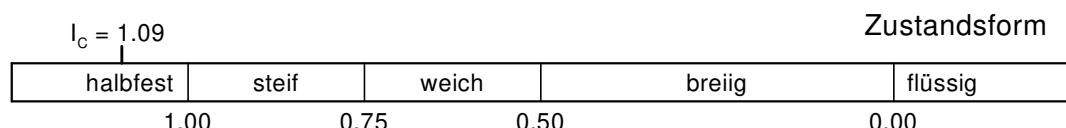
Bearbeiter: Hä

Datum: 28.08.2024

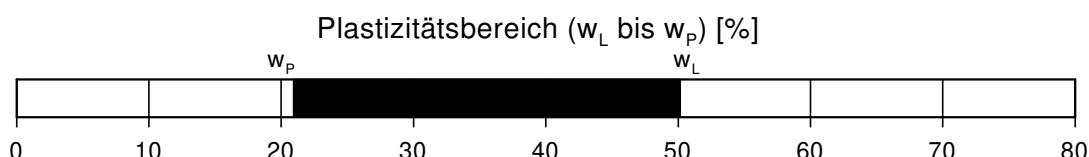
Prüfungsnummer: SCH6/3
 Entnahmestelle: SCH 6
 Tiefe: 2,50 - 2,70 m
 Art der Entnahme: gestört
 Bodenart: Schluff-Ton, fs (TM/TA)
 Entnahme: 31.07.2024 durch Pe



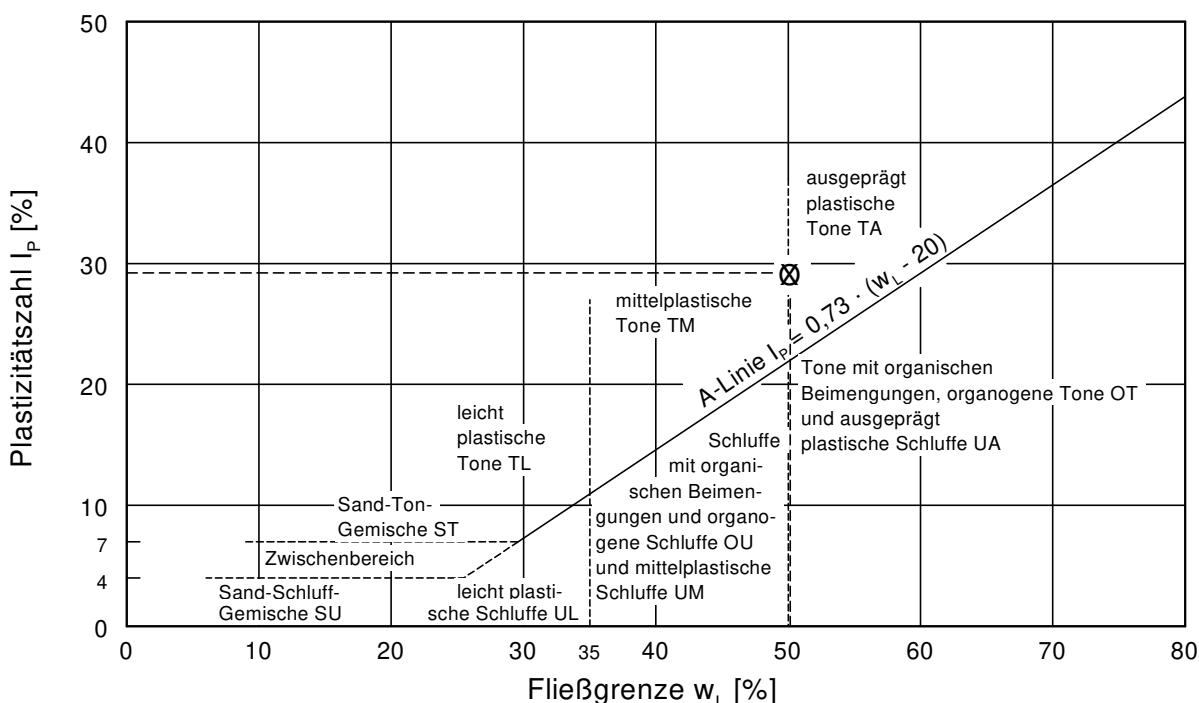
Wassergehalt w = 18.2 %
 Fließgrenze w_L = 50.2 %
 Ausrollgrenze w_P = 20.9 %
 Plastizitätszahl I_P = 29.3 %
 Konsistenzzahl I_C = 1.09



Zustandsform



Plastizitätsdiagramm



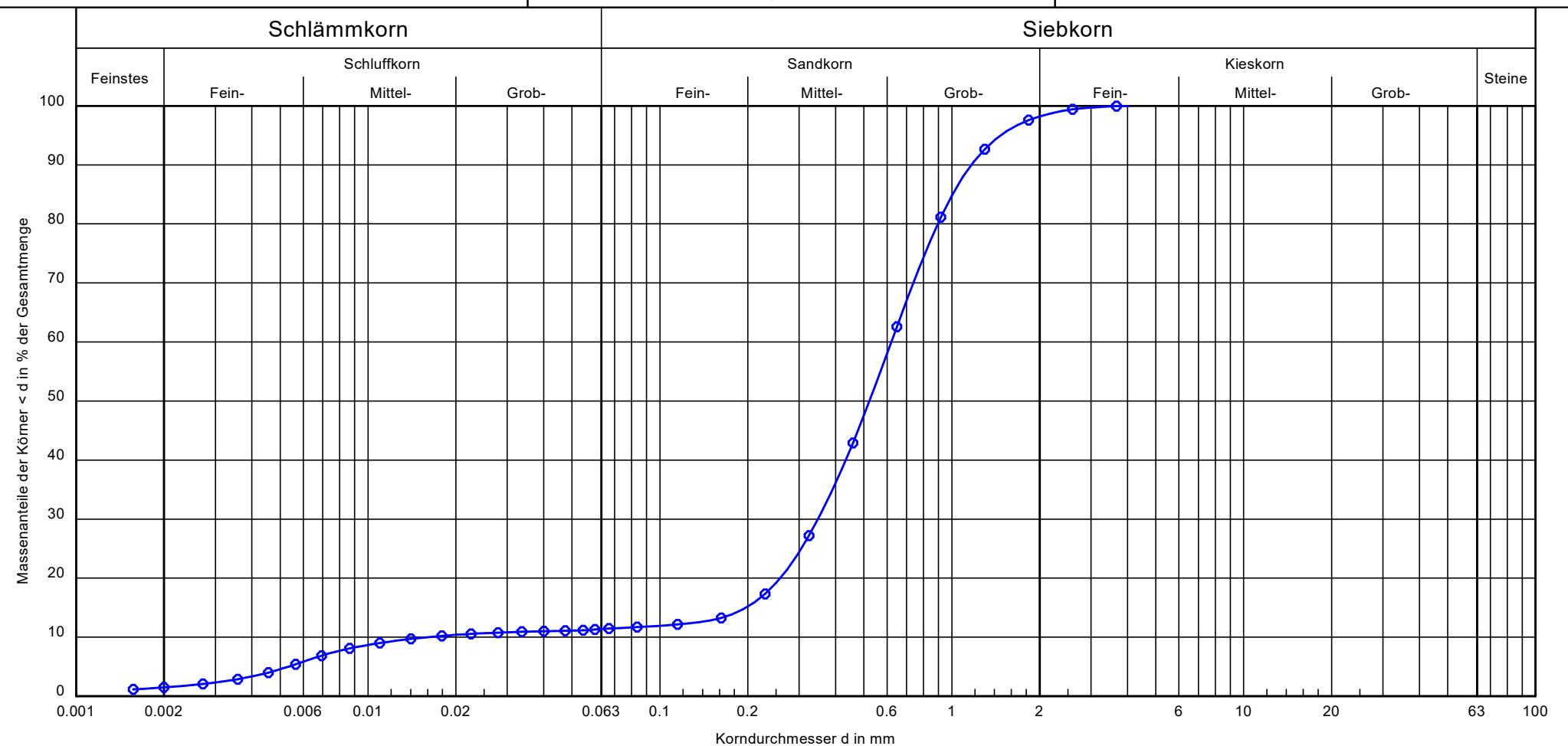
Geotechnik Aalen GmbH & Co. KG
 Robert-Bosch-Straße 59
 73431 Aalen
 fon 07361 - 9406-0

Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4
 Neubau MVZ und Seniorenwohnen
 BG "Am Kapellenweiher"
 in Ornbau, Flurstück 566

Prüfungsnummer: SCH3/2
 Entnahme am: 31.07.2024 durch Pe
 Art der Entnahme: gestört
 Arbeitsweise: Komb. Sieb-/Schlämmanalyse

Bearbeiter: Ho

Datum: 16.08.2024



Bezeichnung:	SCH3/2	Bemerkungen:	Bericht: 240388
Bodenart:	S, u/l'	Anlage:	3.3.1
Tiefe:	1,50 - 2,00 m		
k [m/s]:	$1.3 \cdot 10^{-4}$ Seiler		
Entnahmestelle:	SCH 3		
U/Cc	38.7/12.1		
Anteile	1.5/9.9/86.8/1.8		
Bodengruppe	SU		

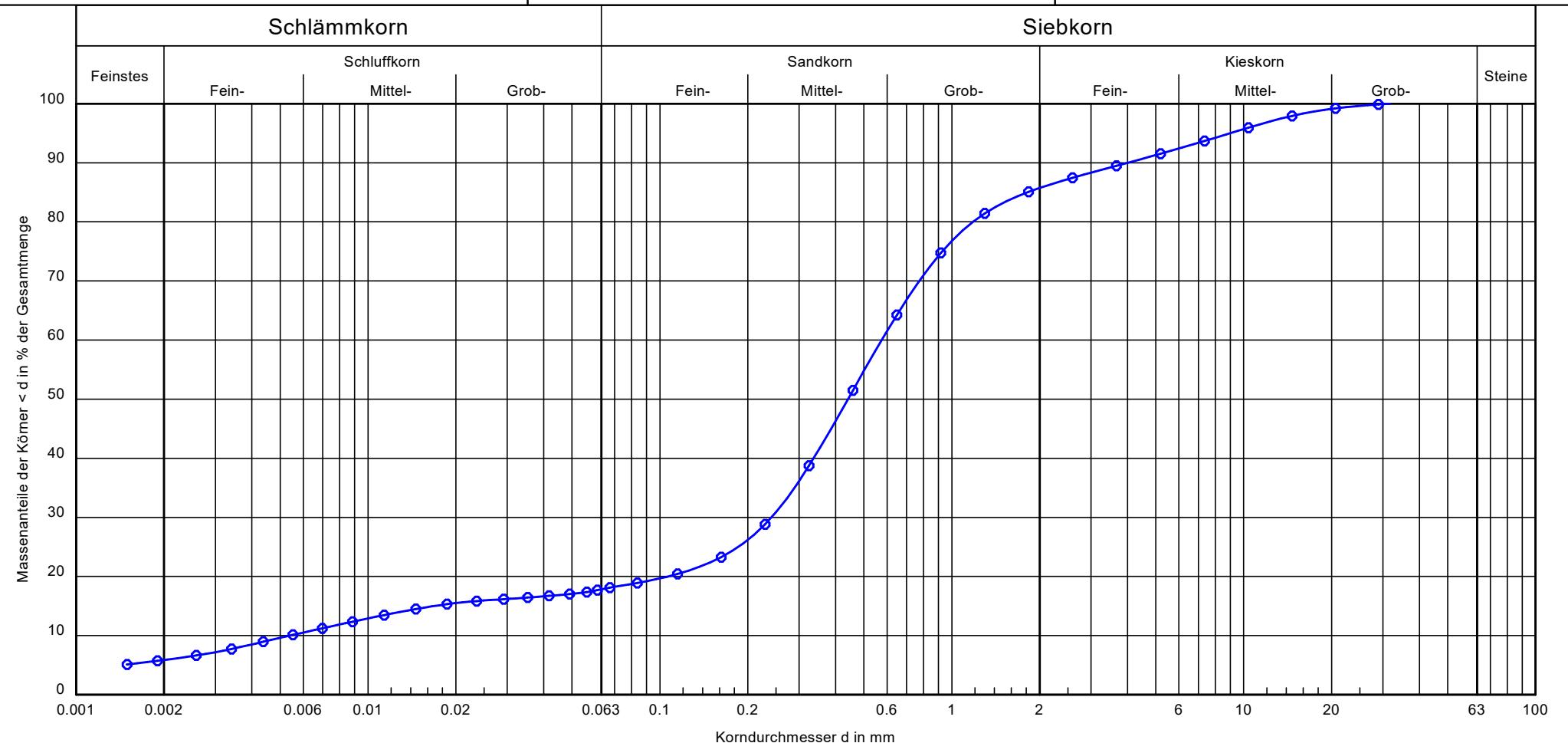
Geotechnik Aalen GmbH & Co. KG
 Robert-Bosch-Straße 59
 73431 Aalen
 fon 07361 - 9406-0

Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4
 Neubau MVZ und Seniorenwohnen
 BG "Am Kapellenweiher"
 in Ornbau, Flurstück 566

Prüfungsnummer: SCH4/1
 Entnahme am: 31.07.2024 durch Pe
 Art der Entnahme: gestört
 Arbeitsweise: Komb. Sieb-/Schlämmanalyse

Bearbeiter: Ho

Datum: 16.08.2024



Bezeichnung:	SCH4/1	Bemerkungen:	Bericht: 240388 Anlage: 3.3.2
Bodenart:	S, fg'-mg', u/t		
Tiefe:	0,30 - 0,80 m		
k [m/s]:	-		
Entnahmestelle:	SCH 4		
U/Cc	106.5/18.7		
Anteile	5.9/12.0/67.9/14.3		
Bodengruppe	SU*		

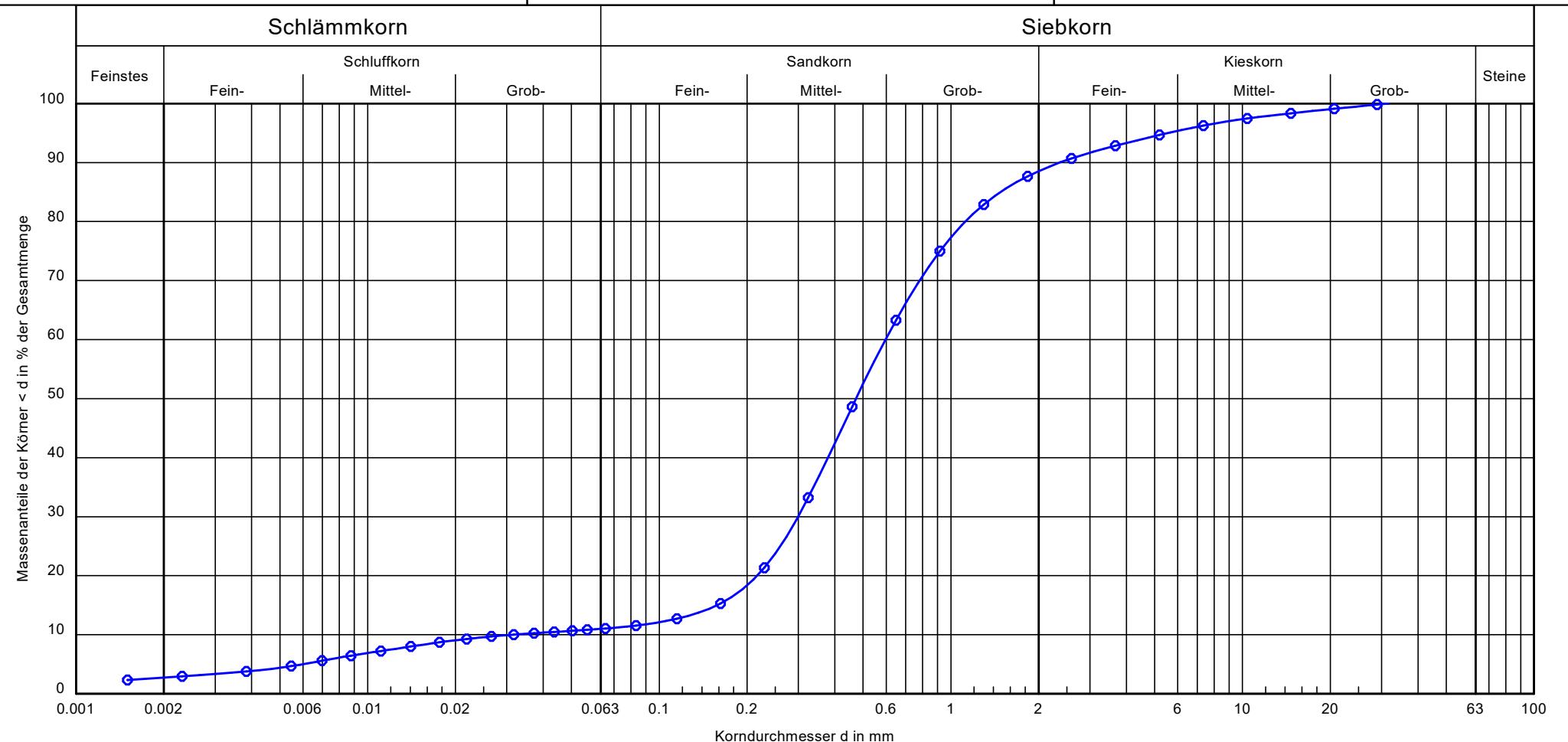
Geotechnik Aalen GmbH & Co. KG
 Robert-Bosch-Straße 59
 73431 Aalen
 fon 07361 - 9406-0

Körnungslinie nach DIN EN ISO 17892-4
 Neubau MVZ und Seniorenwohnen
 BG "Am Kapellenweiher"
 in Ornbau, Flurstück 566

Prüfungsnummer: SCH5/3
 Entnahme am: 31.07.2024 durch Pe
 Art der Entnahme: gestört
 Arbeitsweise: Komb. Sieb-/Schlämmanalyse

Bearbeiter: Ho

Datum: 16.08.2024



Bezeichnung:	SCH5/3	Bemerkungen:	Bericht: 240388
Bodenart:	S, fg'-mg', u/t'	Anlage:	3.3.3
Tiefe:	1,50 - 1,90 m		
k [m/s]:	$6.0 \cdot 10^{-5}$ Seiler		
Entnahmestelle:	SCH 5		
U/Cc	19.0/4.8		
Anteile	2.7/8.3/77.6/11.5		
Bodengruppe	SU		



24 0388 Anlage 4.1

Durchführung eines Sickertests bei oberflächiger Versickerung

Antragsteller: Stadt Ornbau

Bauvorhaben: Neubau MVZ und Seniorenwohnen, BG „Am Kapellenweiher“ in Ornbau

Lage der Schürfgrube: vgl. Lageplan SCH 8

Abmessungen der Schürfgrube (Tiefe, Sohlfläche): 1,1 m, ca. 1,0 m²

wurde Grundwasser erschlossen: nein

Kurze Beschreibung des Bodens: (s. Schichtenprofil Anl. 2.8)

Wasserstand in der Grube zu Beginn der Messung: 0,74 m über Sohle

Ablesung nach	Absenkbetrag	Ablesung nach	Absenkbetrag
15 min	9,1 cm	45 min	5,4 cm
30 min	6,9 cm	60 min	4,5 cm
Mittlere Absenkung über Versuchszeit		6,5 cm / 15 min	
k _r -Wert		7,19*10 ⁻⁵ m/s	

Schlussfolgerung: versickerungsrelevanter Bereich nach DWA A 138 ($1 \cdot 10^{-3}$ und $1 \cdot 10^{-6}$ m/s)

ja ... nein

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

Aalen, 13.08.2024

Ort, Datum

Unterschrift

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

Analysenbericht Nr.:	442/16989	Datum:	13.08.2024
-----------------------------	------------------	---------------	-------------------

1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG
 Projekt – Nr. : 240388
 Art der Probe : Wasser Entnahmestelle :
 Originalbezeichnung : WP Sch 1 Entnahmedatum : 31.07.2024
 Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers Probeneingang : 01.08.2024
 Bearbeitungszeitraum : 01.08.2024 – 12.08.2024 Analysenbericht Nr. 442/16989

2 Untersuchungsergebnisse

Bezeichnung	Einheit	Messwert	Grenzwerte zur Beurteilung nach DIN 4030-1 ^{a)}			Methode
			schwach	stark	sehr stark	
Aussehen	-	farblos				
Geruch (unveränderte Probe)	-	unauffällig				
Geruch (angesäuerte Probe)	-	unauffällig				
pH-Wert	-	7,72	6,5–5,5	5,5–4,5	<4,5	DIN 38 404-5: 2009-07
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	1584	-	-	-	DIN EN 27 888: 1993-11
Säurekapazität (pH 4,3)	mmol/l	4,47	-	-	-	DIN 38409-7: 2005-12
KMnO ₄ -Verbrauch	mg / l	7,2	-	-	-	DIN EN ISO 8467: 1995-05
Härte [CaCO ₃]	meq/l/l	6,18	-	-	-	DIN 38409-6:1986-01
Härtehydrogencarbonat	meq/l/l	4,41	-	-	-	DIN 38409-6:1986-01
Nichtcarbonathärte	meq/l/l	1,77	-	-	-	DIN 38409-6:1986-01
Magnesium	mg / l	28	300-1000	1000-3000	>3000	DIN EN ISO 17294: 2017-01
Ammonium	mg / l	< 0,05	15-30	30-60	>60	DIN 38406-5: 1983-10
Chlorid	mg / l	275	-	-	-	DIN EN ISO 10304-1 :2009-07
Sulfat	mg / l	25	200-600	600-3000	>3000	DIN EN ISO 10304-1 :2009-07
Kalkaggr. Kohlensäure	mg / l	< 10	15-40	40-100	>100	DIN 38404-10:2012-12
Sulfid (S ²⁻)	mg / l	< 0,05	-	-	-	DIN 38405-27:2017-10

a) Für die Beurteilung ist der höchste Angriffsgrad maßgebend, auch wenn er nur von einem der Werte erreicht wird.
 Liegen zwei oder mehr Werte im oberen Viertel eines Bereiches (bei pH im unteren Viertel), so erhöht sich der Angriffsgrad um eine Stufe (ausgenommen Meerwasser und Niederschlagswasser)

5. Beurteilung

Das Wasser ist: nicht schwach stark sehr stark - betonangreifend.

Markt Rettenbach, den 13.08.2024

Onlinedokument ohne Unterschrift

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

(Laborleiter)

Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG

 Robert-Bosch-Str. 59
 73431 Aalen

Analysenbericht Nr.	442/17058	Datum:	26.08.2024
----------------------------	------------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber	:	Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG
Projekt	:	
Projekt-Nr.	:	240388
Entnahmestelle	:	Art der Probenahme : PN98
Art der Probe	:	Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
Entnahmedatum	:	Probeneingang : 19.08.2024
Originalbezeich.	:	MP 01
Probenbezeich.	:	442/17058
Untersuch.-zeitraum	:	19.08.2024 – 26.08.2024

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion (BM-0)

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0 Sand	BM-0 Lehm	BM-0 Ton	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe						DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	85,1	-	-	-	DIN EN 14346 : 2017-09
Fraktion < 2 mm	[Masse %]	46	-	-	-	Siebung

2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Fraktion < 2mm (BM-0)

2.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0 Sand	BM-0 Lehm	BM-0 Ton	Methode
Glühverlust	[Masse %]	2,5	-	-	-	DIN EN 15169 :2007-05
TOC (Σ TOC 400 + ROC)	[Masse %]	0,43	1	1	1	berechnet
TOC 400	[Masse %]	0,29				DIN EN 19539 :2016-12
ROC	[Masse %]	0,14				DIN EN 19539 :2016-12
Arsen	[mg/kg TS]	2,7	10	20	20	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	8,5	40	70	100	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,2	0,4	1	1,5	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	20	30	60	100	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	9	20	40	60	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	9,7	15	50	70	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,02	0,2	0,3	0,3	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	0,5	1	1	EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	83	60	150	200	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser						EN 13657 :2003-01

2.2 Summenparameter, PCB, PAK

Parameter	Einheit	Messwert		BM-0 Sand	BM-0 Lehm	BM-0 Ton	Methode
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5		1	1	1	DIN 38 409-17:2005-12
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 118	[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 (7):	[mg/kg TS]	n.n.		0,05	0,05	0,05	DIN EN 15308:2016-12
<hr/>							
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Phenanthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoranthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Pyren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Chrysene	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(b)fluoranthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(k)fluoranthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04		0,3	0,3	0,3	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(g,h,i)perlylen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	n.n.		3	3	3	DIN ISO 18287:2006-05

3 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat (BM-0)

Parameter	Einheit	Messwert		BM-0 Sand	BM-0 Lehm	BM-0 Ton	Methode
Eluatherstellung – Schüttel eluat [l:s]		2 : 1					DIN 19529:2015-12
pH-Wert	[-]	8,09					DIN EN ISO 10523 04-2012
elektr. Leitfähigkeit	[μ S/cm]	206					DIN EN 27 888:1993
Sulfat	[mg/l]	< 5		250	250	250	EN ISO 10304:2009-07

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.
Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (EBV: 2022-09) werden Messunsicherheiten nicht berücksichtigt. Es handelt sich um absolute Messwerte.

Markt Rettenbach, den 26.08.2024

Onlinedokument ohne Unterschrift

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

Probenbegleitprotokoll (gemäß DIN EN 15002:2015-07)

Nummer der Feldprobe: MP 01

Tag und Uhrzeit der Probenahme: 31.07.2024

Probenahmeprotokoll-Nr: -

Probenvorbehandlung (von der Feldprobe zur Laborprobe)

Nummer der Laborprobe:	442/17058	Tag und Uhrzeit der Anlieferung:	19.08.2024
Probenahmeprotokoll:	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	Ordnungsgemäße Anlieferung:	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Probengefäß:	PE-Eimer	Transportbedingungen:	ungekühlt
Kommentierung:	-		
Größe der Laborprobe:	10 l Masse: [kg]		
separierte Fraktion:	nein	Art der Probe:	Boden

Probenvorbehandlung (von der Feldprobe zur Laborprobe)

Fraktion nicht zerkleinerbarer Abfall: < 1 % Art der Fraktion nicht zerkleinerbarer Abfall

Körnung der Laborprobe [mm]:

Probenvorbereitung (von der Laborprobe zur Prüfprobe)

Sortierung: ja nein separierte Stoffgruppen: keine
Zerkleinerung: ja (Fraktion < 32 mm) nein Teilvolumen [l]: 10

Teilung / Homogenisierung:

fraktionierendes Teilen Kegeln und Vierteln Cross-Riffeling Sonstige:

Zerkleinerungsart für Eluat (Fraktion > 32 mm):

Backenbrecher Bohrmeisel / Meisel Schneidemühle Sonstige:

Zerkleinerungsart für Gesamtgehalte < 2 mm (KW, PAK, PCB, EOX):

Backenbrecher Bohrmeisel / Meisel Schneidemühle Siebung

Zerkleinerungsart für Gesamtgehalte < 0,25 mm (SM, TOC):

Backenbrecher Scheibenschwingmühle Schneidemühle Sonstige:

Abtrennung fester Rückstände nach KöWa-Aufschluss:

Sedimentation Zentrifugation Filtration Sonstige:

Herstellung des Eluats (von der Prüfprobe zur Messprobe)

Art des Eluat Schütteleluat (DIN 19529 :2015-12)

Datum: 19.08.2024 Korngröße der PP: (95 % mm)

Perkolationsprüfung – Beginn: 19.08.2024 Ende: 20.08.2024

Einwaage MG [g]: 389,3 Feuchtegehalt FG (%): 14,9

Dauer der Sättigung: - V – Eluatfraktion: 660

W/F-Verhältnis: 2

Art der Trennung: Sedimentation (1h) Zentrifugation (10 min, 3000g)
 Filtration (P = 4 bar)

Stabilisierung der Eluate:

SM Anionen Phenolindex Cyanide

Volumen des Eluat für Filtration 800 ml Trübung des Eluat: < 10 FAU

19.08.2024
Datum



Jonathan Schwarz
verantwortl. Bearbeiter

BVU GmbH · Gewerbestraße 10 · 87733 Markt Rettenbach

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

Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG

 Robert-Bosch-Str. 59
 73431 Aalen

Analysenbericht Nr.	442/17059	Datum:	26.08.2024
----------------------------	------------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber	:	Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG
Projekt	:	
Projekt-Nr.	:	240388
Entnahmestelle	:	Art der Probenahme : PN98
Art der Probe	: Boden	Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
Entnahmedatum	: 31.07.2024	Probeneingang : 19.08.2024
Originalbezeich.	: MP 02	
Probenbezeich.	: 442/17059	
Untersuch.-zeitraum	: 19.08.2024 – 26.08.2024	

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion (BM-0)

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0 Sand	BM-0 Lehm	BM-0 Ton	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe						DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	91,2	-	-	-	DIN EN 14346 : 2017-09
Fraktion < 2 mm	[Masse %]	71	-	-	-	Siebung

2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Fraktion < 2mm (BM-0)

2.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0 Sand	BM-0 Lehm	BM-0 Ton	Methode
Glühverlust	[Masse %]	1,5	-	-	-	DIN EN 15169 :2007-05
TOC (Σ TOC 400 + ROC)	[Masse %]	0,31	1	1	1	berechnet
TOC 400	[Masse %]	0,23				DIN EN 19539 :2016-12
ROC	[Masse %]	0,08				DIN EN 19539 :2016-12
Arsen	[mg/kg TS]	2	10	20	20	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	7,5	40	70	100	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,1	0,4	1	1,5	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	8,2	30	60	100	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	9,2	20	40	60	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	4,2	15	50	70	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,02	0,2	0,3	0,3	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	0,5	1	1	EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	35	60	150	200	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser						EN 13657 :2003-01

2.2 Summenparameter, PCB, PAK

Parameter	Einheit	Messwert		BM-0 Sand	BM-0 Lehm	BM-0 Ton	Methode
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5		1	1	1	DIN 38 409-17:2005-12
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 118	[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 (7):	[mg/kg TS]	n.n.		0,05	0,05	0,05	DIN EN 15308:2016-12
<hr/>							
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Phenanthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoranthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Pyren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Chrysene	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(b)fluoranthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(k)fluoranthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04		0,3	0,3	0,3	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(g,h,i)perlylen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	n.n.		3	3	3	DIN ISO 18287:2006-05

3 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat (BM-0)

Parameter	Einheit	Messwert		BM-0 Sand	BM-0 Lehm	BM-0 Ton	Methode
Eluatherstellung – Schüttel eluat [l:s]	2 : 1						DIN 19529:2015-12
pH-Wert	[-]	8,04					DIN EN ISO 10523 04-2012
elektr. Leitfähigkeit	[μ S/cm]	212					DIN EN 27 888:1993
Sulfat	[mg/l]	5		250	250	250	EN ISO 10304:2009-07

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.
Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (EBV: 2022-09) werden Messunsicherheiten nicht berücksichtigt. Es handelt sich um absolute Messwerte.

Markt Rettenbach, den 26.08.2024

Onlinedokument ohne Unterschrift

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

Probenbegleitprotokoll (gemäß DIN EN 15002:2015-07)

Nummer der Feldprobe: MP 02

Tag und Uhrzeit der Probenahme: 31.07.2024

Probenahmeprotokoll-Nr: -

Probenvorbehandlung (von der Feldprobe zur Laborprobe)

Nummer der Laborprobe:	442/17059	Tag und Uhrzeit der Anlieferung:	19.08.2024
Probenahmeprotokoll:	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	Ordnungsgemäße Anlieferung:	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Probengefäß:	PE-Eimer	Transportbedingungen:	ungekühlt
Kommentierung:	-		
Größe der Laborprobe:	10 l Masse: [kg]		
separierte Fraktion:	nein	Art der Probe:	Boden

Probenvorbehandlung (von der Feldprobe zur Laborprobe)

Fraktion nicht zerkleinerbarer Abfall: < 1 % Art der Fraktion nicht zerkleinerbarer Abfall

Körnung der Laborprobe [mm]:

Probenvorbereitung (von der Laborprobe zur Prüfprobe)

Sortierung: ja nein separierte Stoffgruppen: keine
Zerkleinerung: ja (Fraktion < 32 mm) nein Teilvolumen [l]: 10

Teilung / Homogenisierung:

fraktionierendes Teilen Kegeln und Vierteln Cross-Riffeling Sonstige:

Zerkleinerungsart für Eluat (Fraktion > 32 mm):

Backenbrecher Bohrmeisel / Meisel Schneidemühle Sonstige:

Zerkleinerungsart für Gesamtgehalte < 2 mm (KW, PAK, PCB, EOX):

Backenbrecher Bohrmeisel / Meisel Schneidemühle Siebung

Zerkleinerungsart für Gesamtgehalte < 0,25 mm (SM, TOC):

Backenbrecher Scheibenschwingmühle Schneidemühle Sonstige:

Abtrennung fester Rückstände nach KöWa-Aufschluss:

Sedimentation Zentrifugation Filtration Sonstige:

Herstellung des Eluats (von der Prüfprobe zur Messprobe)

Art des Eluat Schütteleluat (DIN 19529 :2015-12)

Datum: 19.08.2024 Korngröße der PP: (95 % mm)

Perkolationsprüfung – Beginn: 19.08.2024 Ende: 20.08.2024

Einwaage MG [g]: 400,1 Feuchtegehalt FG (%): 8,8

Dauer der Sättigung: - V – Eluatfraktion: 730

W/F-Verhältnis: 2

Art der Trennung: Sedimentation (1h) Zentrifugation (10 min, 3000g)
 Filtration (P = 4 bar)

Stabilisierung der Eluate:

SM Anionen Phenolindex Cyanide

Volumen des Eluat für Filtration 800 ml Trübung des Eluat: < 10 FAU

19.08.2024

Datum



Jonathan Schwarz
verantwortl. Bearbeiter

BVU GmbH · Gewerbestraße 10 · 87733 Markt Rettenbach

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

Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG

 Robert-Bosch-Str. 59
 73431 Aalen

Analysenbericht Nr.	442/17060	Datum:	26.08.2024
----------------------------	------------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber	:	Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG
Projekt	:	
Projekt-Nr.	:	240388
Entnahmestelle	:	Art der Probenahme : PN98
Art der Probe	: Boden	Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
Entnahmedatum	: 31.07.2024	Probeneingang : 19.08.2024
Originalbezeich.	: MP 03	
Probenbezeich.	: 442/17060	
Untersuch.-zeitraum	: 19.08.2024 – 26.08.2024	

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Ges.-Fraktion (BM-0)

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0 Sand	BM-0 Lehm	BM-0 Ton	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe						DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	91,8	-	-	-	DIN EN 14346 : 2017-09
Fraktion < 2 mm	[Masse %]	76	-	-	-	Siebung

2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Fraktion < 2mm (BM-0)

2.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	BM-0 Sand	BM-0 Lehm	BM-0 Ton	Methode
Glühverlust	[Masse %]	1,9	-	-	-	DIN EN 15169 :2007-05
TOC (Σ TOC 400 + ROC)	[Masse %]	0,49	1	1	1	berechnet
TOC 400	[Masse %]	0,38				DIN EN 19539 :2016-12
ROC	[Masse %]	0,11				DIN EN 19539 :2016-12
Arsen	[mg/kg TS]	3	10	20	20	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	9	40	70	100	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,2	0,4	1	1,5	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	6	30	60	100	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	11	20	40	60	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	4	15	50	70	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,02	0,2	0,3	0,3	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	0,5	1	1	EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	41	60	150	200	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser						EN 13657 :2003-01

2.2 Summenparameter, PCB, PAK

Parameter	Einheit	Messwert		BM-0 Sand	BM-0 Lehm	BM-0 Ton	Methode
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5		1	1	1	DIN 38 409-17:2005-12
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 118	[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 (7):	[mg/kg TS]	n.n.		0,05	0,05	0,05	DIN EN 15308:2016-12
<hr/>							
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Phenanthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoranthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Pyren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Chrysene	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(b)fluoranthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(k)fluoranthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04		0,3	0,3	0,3	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(g,h,i)perlylen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	n.n.		3	3	3	DIN ISO 18287:2006-05

3 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat (BM-0)

Parameter	Einheit	Messwert		BM-0 Sand	BM-0 Lehm	BM-0 Ton	Methode
Eluatherstellung – Schüttel eluat [l:s]		2 : 1					DIN 19529:2015-12
pH-Wert	[-]	7,96					DIN EN ISO 10523 04-2012
elektr. Leitfähigkeit	[μ S/cm]	206					DIN EN 27 888:1993
Sulfat	[mg/l]	< 5		250	250	250	EN ISO 10304:2009-07

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die im Prüfbericht spezifizierten Prüfgegenstände.
Bei der Konformitätsbetrachtung durch Grenzwertgegenüberstellung (EBV: 2022-09) werden Messunsicherheiten nicht berücksichtigt. Es handelt sich um absolute Messwerte.

Markt Rettenbach, den 26.08.2024

Onlinedokument ohne Unterschrift

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

Probenbegleitprotokoll (gemäß DIN EN 15002:2015-07)

Nummer der Feldprobe: MP 03

Tag und Uhrzeit der Probenahme: 31.07.2024

Probenahmeprotokoll-Nr: -

Probenvorbehandlung (von der Feldprobe zur Laborprobe)

Nummer der Laborprobe:	442/17060	Tag und Uhrzeit der Anlieferung:	19.08.2024
Probenahmeprotokoll:	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	Ordnungsgemäße Anlieferung:	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Probengefäß:	PE-Eimer	Transportbedingungen:	ungekühlt
Kommentierung:	-		
Größe der Laborprobe:	10 l Masse: [kg]		
separierte Fraktion:	nein	Art der Probe:	Boden

Probenvorbehandlung (von der Feldprobe zur Laborprobe)

Fraktion nicht zerkleinerbarer Abfall: < 1 % Art der Fraktion nicht zerkleinerbarer Abfall

Körnung der Laborprobe [mm]:

Probenvorbereitung (von der Laborprobe zur Prüfprobe)

Sortierung: ja nein separierte Stoffgruppen: keine
Zerkleinerung: ja (Fraktion < 32 mm) nein Teilvolumen [l]: 10

Teilung / Homogenisierung:

fraktionierendes Teilen Kegeln und Vierteln Cross-Riffeling Sonstige:

Zerkleinerungsart für Eluat (Fraktion > 32 mm):

Backenbrecher Bohrmeisel / Meisel Schneidemühle Sonstige:

Zerkleinerungsart für Gesamtgehalte < 2 mm (KW, PAK, PCB, EOX):

Backenbrecher Bohrmeisel / Meisel Schneidemühle Siebung

Zerkleinerungsart für Gesamtgehalte < 0,25 mm (SM, TOC):

Backenbrecher Scheibenschwingmühle Schneidemühle Sonstige:

Abtrennung fester Rückstände nach KöWa-Aufschluss:

Sedimentation Zentrifugation Filtration Sonstige:

Herstellung des Eluats (von der Prüfprobe zur Messprobe)

Art des Eluat Schütteleluat (DIN 19529 :2015-12)

Datum: 19.08.2024 Korngröße der PP: (95 % mm)

Perkolationsprüfung – Beginn: 19.08.2024 Ende: 20.08.2024

Einwaage MG [g]: 402,0 Feuchtegehalt FG (%): 8,2

Dauer der Sättigung: - V – Eluatfraktion: 740

W/F-Verhältnis: 2

Art der Trennung: Sedimentation (1h) Zentrifugation (10 min, 3000g)
 Filtration (P = 4 bar)

Stabilisierung der Eluate:

SM Anionen Phenolindex Cyanide

Volumen des Eluat für Filtration 800 ml Trübung des Eluat: < 10 FAU

19.08.2024

Datum



Jonathan Schwarz
verantwortl. Bearbeiter