



GEOTECHNISCHER BERICHT

Titel: Erschließung Baugebiet „Langwiesen“
in Schwäbisch Hall -Tüngental

Auftraggeber: Haller Grundstücks- und Erschließungsgesellschaft
Am Markt 7/8
74523 Schwäbisch Hall

über

kp engineering GbR
Kolpingstraße 11/6
74523 Schwäbisch Hall

Datum: 11. Oktober 2022

Az.: 22 0412 be01 hö/pe

Verteiler: kp engineering GbR

3-fach + pdf



INHALT

	Seite
1 VORGANG	4
2 LAGE, GEOLOGISCHE UND HYDROGEOLOGISCHE SITUATION	5
3 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN	5
4 UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE	6
4.1 Schichtaufbau des Untergrundes	6
4.2 Grundwasserverhältnisse	9
4.3 Bodenmechanische Laboruntersuchungen	9
4.4 Chemische Laboruntersuchungen	11
4.4.1 Untersuchung gebundener Oberbau auf PAK	11
4.4.2 Untersuchung Boden	12
4.4.3 Beurteilung der Korrosionsbelastung	13
4.4.4 Untersuchung Böden auf Sulfat im Feststoff	13
4.5 Erdbebenzone	14
4.6 Bodengruppen	14
4.7 Homogenbereiche	15
4.8 Erdstatische Kennwerte	16
4.9 Frostempfindlichkeit	17
5 FOLGERUNG FÜR DIE BAUMAßNAHME	18
5.1 Kanalbau	18
5.1.1 Allgemeines	18
5.1.2 Böschungsneigung für Baugruben und Kanalgräben	18
5.1.3 Rohraufleger	20
5.1.4 Wasserhaltung während der Bauzeit	20
5.1.5 Verfüllung der Kanalgräben	21
6 VERKEHRSFLÄCHEN	21
7 ERDARBEITEN UND WIEDERVERWENDUNG VON AUSHUBMATERIAL	23
8 REGENRÜCKHALTEBECKEN	24
9 KAMPFMITTEL	25
10 SCHLUSSBEMERKUNGEN	25

ANLAGEN

Anlage 1

Pläne

- Anlage 1.1 Übersichtslageplan
- Anlage 1.2 Lageplan mit Untersuchungspunkten, M 1: 1.000

Anlage 2

Ergebnisse der örtlichen Erkundung

- Anlage 2.1 - 2.6 Profile der Bohrsondierungen und Kernbohrungen

Anlage 3

Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen

- Anlage 3.1 Natürlicher Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1
- Anlage 3.2 Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12
- Anlage 3.3 Punktlastversuch

Anlage 4

Schnittdarstellungen

- Anlage 4.1 Kanallängsschnitt SW01 - SW14 mit Untersuchungsprofilen, M 1:500
- Anlage 4.2 Kanallängsschnitt SW07 - 2-1/151 mit Untersuchungsprofilen, M 1:500
- Anlage 4.2 Kanallängsschnitt RW08 - RW10.3 mit Untersuchungsprofilen, M 1:500

Anlage 5

Analytik

- Anlage 5.1 - 5.2 Prüfberichte Nr. 42/11110 und 42/11111 (Asphalt)
- Anlage 5.3 - 5.4 Prüfberichte Nr. 42/11107 und 42/11108 (Boden)
- Anlage 5.5 Prüfbericht Nr. 42/11109 (Korrosionsbelastung)
- Anlage 5.6 - 5.7 Prüfberichte Nr. 42/11107-2 und 42/11108-2 (Sulfat im Boden)

Anlage 6

externe Berichte

- Anlage 6.1 Luftbilddauswertung auf Kampfmittelbelastung



1 VORGANG

Die Haller Grundstücks- und Erschließungsgesellschaft plant die Erschließung des Baugebietes „Langwiesen“ in Schwäbisch Hall / Tübingen. Die Lage der Erschließung kann dem Übersichtslageplan auf der Anlage 1.1 entnommen werden.

Im Zuge der Planung wurde die Geotechnik Aalen von der Haller Grundstücks- und Erschließungsgesellschaft mit der Untersuchung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse sowie mit der Erstellung eines geotechnischen Erschließungsgutachtens beauftragt. Grundlage des Auftrags war unser Kostenangebot vom 18.05.2022.

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

- /1/ Lageplan – Entwässerung Variante 3, M 1: 500, kp engineering, Stand 21.03.2022
- /2/ Bericht Luftbildauswertung, Gutachten-ID: 212205200845, UXO PRO consult vom 18.07.2022
- /3/ Lageplan – Entwässerung Variante 3, M 1: 500, kp engineering, Stand 26.08.2022
- /4/ Kanallängsschnitt - RW01-1 bis EINL04 und RW02-1 bis EINL04, M 1: 500/100, kp engineering, Stand 14.03.2022
- /5/ Kanallängsschnitt - RW03-1 bis RRB01-AUSL, M 1: 500/100, kp engineering, Stand 27.07.2022
- /6/ Kanallängsschnitt - Regenwasserkanal RRB02, M 1: 500/100, kp engineering, Stand 31.08.2022
- /7/ Kanallängsschnitt - RW07 bis 2-1/204, M 1: 500/100, kp engineering, Stand 30.08.2022
- /8/ Kanallängsschnitt - RW13 bis RW16, M 1: 500/100, kp engineering, Stand 30.08.2022
- /9/ Kanallängsschnitt - RW07-1 bis RW07 / RW09-1 bis RW09 / RW11-1 bis RW11 / RW13-1 bis RW13, M 1: 500/100, kp engineering, Stand 27.07.2022
- /10/ Kanallängsschnitt - SW01 bis SW14, M 1: 500/100, kp engineering, Stand 18.03.2022
- /11/ Kanallängsschnitt - SW06 bis SW15, M 1: 500/100, kp engineering, Stand 18.03.2022
- /12/ Kanallängsschnitt - SW01-1 bis SW01 / SW02-1 bis SW02 / SW03-1 bis SW03, M 1: 500/100, kp engineering, Stand 18.03.2022
- /13/ Kanallängsschnitt - SW07 bis 2-1/30, M 1: 500/100, kp engineering, Stand 18.03.2022
- /14/ Kanallängsschnitt - SW07-1 bis SW07 / SW09-1 bis SW09 / SW11-1 bis SW11 / SW13-1 bis SW13, kp engineering, Stand 18.03.2022

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

Das geplante Baugebiet „Langwiesen“ liegt im Norden des Schwäbisch Haller Stadtteils Tüngental. Das Baugebiet mit einem Anschluss an die Ramsbacher Straße umfasst die Flurstücke 791, 792, 838/26 und 842/3 der Gemarkung Tüngental. Die Grundstücke sind derzeit unbebaut und werden landwirtschaftlich genutzt.

Nach den geologischen Karten von Baden-Württemberg im Maßstab 1:25.000 Blatt 6824 Schwäbisch Hall wird der tiefere Untergrund aus den Schichten des Lettenkeupers (ku, unterer Keuper) gebildet, die aus einem Wechsel von Dolomitbänken mit Ton- und Sandsteinen bestehen. An seiner Oberfläche ist der Lettenkeuper unterschiedlich tief zu zumeist bindigen Lockergesteinen verwittert und von Deck- und Lösslehmen überdeckt.

Die Deck- und Lösslehme sowie die Verwitterungsböden sind hydrogeologisch von untergeordneter Bedeutung. Jahreszeitlich und witterungsbedingt können Stau- und Sickerwasserführungen auftreten. Die Festgesteine des Lettenkeupers können in Abhängigkeit von Kluftausbildungen Grundwasser in Form von Kluftwasser führen.

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

3 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN

Zur Beurteilung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse wurden 3 Kernbohrungen (KB 1, KB 2 und KB 6) bis max. 6,20 m u. Gel. und 6 Bohrsondierungen im Rammkernbohrverfahren (BS 1 bis BS 6) bis max. 3,30 m u. Gel. ausgeführt. Die Untersuchungspunkte wurden in Lage und Höhe mit GPS eingemessen. Die Lage der Untersuchungspunkte kann dem Lageplan in Anlage 1.2 entnommen werden.

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



An Proben aus der bestehenden Schwarzdecke der Ramsbacher Straße wurden Untersuchungen auf polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) durchgeführt. Zudem fanden an Mischproben der anstehenden Böden im Hinblick auf eine mögliche Verwertung/Entsorgung orientierende umweltgeologische Untersuchungen statt. An repräsentativen Proben erfolgten bodenmechanische Laboruntersuchungen.

4 UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

4.1 Schichtaufbau des Untergrundes

Grundsätzlich wurden mit den durchgeführten 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 2.6 dargestellt. Es wurden folgende Baugrundverhältnisse festgestellt:

Bereich Ramsbacher Straße (Bohrung BS 4)

An der Ortslage der Bohrung BS 4 besitzt der gebundene Oberbau (Asphalt) eine Mächtigkeit von 30 cm. Der ungebundene Oberbau (Schicht 1) besteht aus gebrochenen Kalksteinen mit mittlerem Feinkornanteil (Korngröße $d < 0,063$ mm) und reicht bis 0,45 m u. Gelände. Nach den Untersuchungsergebnissen ist kein normgerechter, ausreichend frostsicherer Straßenaufbau vorhanden. Zur Tiefe folgt der natürlich anstehende Untergrund mit Schluff /Tonen, die Deck- und Lösslehmen zuzuordnen sind. Nach dem Feldversuch besitzen die bindigen Deck- und Lösslehme Konsistenzen in einer Bandbreite von steifplastisch bis halbfest. Die Färbung der Decklehme ist hellgraubraun.

Ab 1,40 m u. Gel. werden die Deck- und Lösslehme von tonigen Verwitterungsböden des Lettenkeupers unterlagert. Die dunkel- bis schwarzgrauen Tone weisen eine halbfeste Konsistenz auf.

Auf Grund des hohen Bohrwiderstandes musste die im Rammkernverfahren abgeteufte Bohrsondierung in einer Tiefe von 1,50 u. Gel. in den halbfesten Verwitterungsböden beendet werden.

Auf Grund relativ einheitlicher geotechnischer Eigenschaften werden die Deck- / Lösslehme und bindigen Verwitterungsböden gemeinsam als Schicht 2 betrachtet.

Bereich Baugebiet (Bohrungen BS 1 bis BS 3, BS 5 bis BS 6 sowie KB 1, KB 2 und KB 6)

Außerhalb der Bestandsstraße bildet in den Äckern und Wiesen humoser Oberboden das oberste Schichtglied. Dieser weist eine Mächtigkeit von rd. 20 bis 40 cm auf. Unterhalb wurde an den Ortslagen der Bohrungen im geplanten Baugebiet durchgehend natürlich gewachsener Boden



aufgeschlossen. Zum Teil wurde der natürliche Boden in der Pflugzone umgearbeitet, womit teilweise vereinzelte Fremdbestandteile in Form von Ziegelresten (Korngröße Fein- bis Mittelkieskies) enthalten sind.

Der natürlich anstehende Boden beginnt, analog zum Bereich Straße, mit Deck- / Lösslehme und bindigen Verwitterungsböden (Schluff/Ton und Ton), Schicht 2. Die wechselhaft feinsandigen Schluff/Tone und Tone enthalten in unterschiedlicher horizontaler und vertikaler Verteilung Kiese in Form von Kalksteinen, Tonsteinen und Tonmergelsteinen. Nach den Feldbeobachtungen besitzen die bindigen Erdstoffe steif-halbfeste bis halbfest-feste Konsistenzen, wobei halbfeste Konsistenzen deutlich überwiegen. Zur Tiefe zeigen die Aufwitterungsböden teilweise die Struktur des ursprünglichen Festgesteins. Die bindigen Erdstoffe reichen in den Erkundungsbereichen zwischen 1,2 m bis 3,80 m u. Gel. sowie in den Bohrsondierungen BS 2, BS 3 und BS 5 bis über die Bohrendtiefen (max. 3,60 m u. Gel.) hinaus. Die Farbe der bindigen Lockergesteine ist graubraun, braun, grünlich grau, grüngrau, hellbraun, ockerbraun und dunkelbraun.

In den Bohrungen BS 2, BS 3 und BS 5 konnten die halbfesten bis festen Verwitterungsböden, analog zum Bereich Straße, nicht durchfahren werden.

An der Ortslage der Bohrungen KB 6 wurden die bindigen Verwitterungsböden durchteuft und im Übergang zum unterlagernden Festgestein kiesige Verwitterungsböden (Schicht 3) erbohrt. Nach Erfahrung können diese auch einen Steinanteil aufweisen. Die maximalen Abmessungen von Steinen/Blöcken kann bei Bohrungen nicht bestimmt werden.

An den Ortstagen der weiteren Aufschlüsse wurden die Verwitterungsböden durchteuft und unterhalb Festgesteinsschichten des Lettenkeupers (Schicht 4) erbohrt. Das Festgestein besteht aus einer Wechsellagerung von Tonmergelsteinen, Tonsteinen und Kalksteinen.

Die Verteilung der Tonmergelsteine, Tonsteine und Kalksteine wechselt in vertikaler und horizontaler Richtung. Die Tonmergelsteine und Tonsteine weisen meistens ein eng- bis mittelständiges Trennflächengefüge auf. Bereichsweise treten auch plattige und blättrige Schichtungen auf. Die Festigkeiten schwanken zwischen sehr mürbe bis mäßig mürbe. In Tonsteinen können auch plastifizierte Zonen auftreten, die den Aufwitterungsböden entsprechen. Die eingeschalteten Kalksteine mit Schichtmächtigkeiten im Dezimeterbereich besitzen harte Festigkeiten. Das Festgestein zeigt Anwitterungserscheinungen mit zum Teil Verfärbungen an den Trennflächen. Karstanlösungen in Kalksteinen konnten nicht beobachtet werden. Die Farbe der Tonmergelsteine ist überwiegend ockerbraun, grau und graubraun, während die Tonsteine eine dunkel- bis schwarzgraue Färbung aufweisen. Die Kalksteine sind grau gefärbt.

Die Bohrsondierungen BS 1 und BS 6 mussten auf Grund des hohen Bohrwiderstandes nach wenigen Dezimetern im Festgestein beendet werden. Die Kernbohrungen wurden in einer Tiefe von max. 6,20 m u. Gel. planmäßig beendet.

Zusammenfassung der Schichtgrenzen

Die Schichtgrenzen unterhalb des humosen Oberbodens bzw. der Asphaltsschichten können folgendermaßen zusammengefasst werden (vgl. hierzu auch Anlagen 4.1 bis 4.3):

Aufschluss	Schichtoberkante [m ü. NN]	Schichtunterkante [m ü. NN]	Mittlere Schichtmächtigkeit
BS 4	ca. 385,5	ca. 385,4	ca. 0,1 m

[Tab. 1: Schicht 1, künstliche Auffüllungen]

Aufschluss	Schichtoberkante [m ü. NN]	Schichtunterkante [m ü. NN]	Mittlere Schichtmächtigkeit
BS 1	ca. 392,7	ca. 391,3	1,4 m
BS 2	ca. 393,2	ca. 389,9 ¹⁾	> 3,3 m
BS 3	ca. 389,3	ca. 387,5 ¹⁾	> 1,8 m
BS 4	ca. 385,4	ca. 384,3 ¹⁾	> 1,1 m
BS 5	ca. 395,3	ca. 392,4 ¹⁾	> 2,9 m
BS 6	ca. 390,3	ca. 389,4	ca. 0,9 m
KB 1	ca. 392,8	ca. 391,2	ca. 1,6 m
KB 2	ca. 393,1	ca. 389,7	ca. 3,4 m
KB 6	ca. 390,3	ca. 389,7	ca. 0,6 m

[Tab. 2: Schicht 2, Deck- / Lösslehme und bindige Verwitterungsböden]

¹⁾ Bohrendtiefe, entspricht nicht der Schichtunterkante

Aufschluss	Schichtoberkante [m ü. NN]	Schichtunterkante [m ü. NN]	Mittlere Schichtmächtigkeit
KB 6	ca. 389,7	ca. 389,5	ca. 0,2 m

[Tab. 3: Schicht 3, kiesig/steinige Verwitterungsböden]

Aufschluss	Schichtoberkante [m ü. NN]	Bohrendtiefe [m ü. NN]
BS 1	ca. 391,3	ca. 391,2
BS 2	unterhalb Bohrendtiefe	--
BS 3	unterhalb Bohrendtiefe	--
BS 4	unterhalb Bohrendtiefe	--
BS 5	unterhalb Bohrendtiefe	--
BS 6	ca. 389,4	ca. 389,0
KB 1	ca. 391,2	ca. 387,0
KB 2	ca. 389,7	ca. 387,5
KB 6	ca. 389,5	ca. 384,5

[Tab. 4: Schicht 4, Festgestein / Tonmergelstein, Tonstein und Kalkstein]

¹⁾ Bohrendtiefe, entspricht nicht der Schichtunterkante

4.2 Grundwasserverhältnisse

Grundwasser wurde im Zuge der Erkundungen im Juli und August 2022, auch in Form von Sicker- oder Staunässe nicht angetroffen.

Die anstehenden bindigen Erdstoffe sind sehr gering wasserdurchlässig und wirken defacto wassers-tauend, womit hauptsächlich ein oberflächlicher Abfluss von Niederschlagswasser stattfindet. Den-noch können jahreszeitlich und witterungsbedingte Wasserführungen im Untergrund nicht ausge-schlossen werden.

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 bindigen Böden (Deck- / Lösslehme und bindige Verwitterungsböden, Schicht 2) und der Festgesteine (Schicht 4) bestimmt. Die Ergebnisse der Wassergehaltsbestimmungen sind auf der Anlage 3.1 zusammengestellt.



Die angetroffenen bindigen Lockergesteine zeigen natürliche Wassergehalte von $w_n = 15,40\%$ (Probe KB2/1) bis $21,00\%$ (Probe KB2/4). Die Wassergehalte sind mit den im Feldversuch überwiegend halbfesten Konsistenzen korrelierbar.

In den Festgesteinen wurden natürliche Wassergehalte zwischen $w_n = 8,55\%$ (Probe KB1/6) und $w_n = 15,95\%$ (Probe KB6/7) gemessen. Es werden nach Erfahrung hierdurch einerseits die mind. mürben Festigkeiten der Tonmergelsteine bestätigt, andererseits zeigen erhöhte Wassergehalte auch lokal beginnende Übergänge zu aufgewittertem Tonstein.

Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

An einer charakteristischen Probe der Verwitterungsböden, Schicht 2 wurde zur Ermittlung der Zustandsform die Atterberg'schen Konsistenzgrenzen (Fließ- und Ausrollgrenze) bestimmt. Hierbei wurde folgende Zustandsform und Bodengruppe nach DIN 18196 ermittelt. Das Protokoll ist der Anlage 3.2 zu entnehmen.

Probe	Stratigraphische Einteilung	Konsistenzzahl I_c	Zustandsform	Bodengruppe nach DIN 18196
KB2/3	bindige Verwitterungsböden, (Schicht 2)	1,04	halbfest	TA

[Tab.5: Konsistenzgrenzen]

Punktlastversuche

An repräsentativen Bohrkernen wurden Untersuchungen mittels Punkt-Last-Versuch nach den Empfehlungen Nr. 5 der DGGT (Deutsche Gesellschaft für Geotechnik) durchgeführt. Die Anlage 3.3 zeigt in tabellarischer Zusammenstellung die Versuchsergebnisse. Aus den Ergebnissen der Punkt-Last-Versuche kann durch entsprechende Korrektur nach *Brook* die einaxiale Druckfestigkeit über Umrechnungsfaktoren für bestimmte (Halb-)Festgesteine abgeleitet werden. In der Anlage sind - unter Berücksichtigung des jeweils beprobten Materials - die maßgebenden Ergebnisse farblich markiert. Hierbei kann für die Tonmergelsteine annäherungsweise der Umrechnungsfaktor für Röt-Tonsteine herangezogen werden. Für die Kalksteine wird in der Literatur kein Umrechnungsfaktor angegeben. Hier wird sich am Umrechnungsfaktor für Quarzphyllit orientiert.

Die Ergebnisse der Druck- und Punktlastversuche zeigen analog zur Bestimmung vor Ort, dass die Probe KB6/5 der Tonmergelsteine abgeleitete Druckfestigkeiten von $2,7 < q_{u,k} < 3,7 \text{ N/mm}^2$ aufweist, was mürben Festigkeiten entspricht.



Für den Kalkstein (Probe KB1/3) wurde mit $q_{u,k} \sim 32$ bis 59 N/mm^2 mäßig harte bis harte Festigkeiten ermittelt.

4.4 Chemische Laboruntersuchungen

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

4.4.1 Untersuchung gebundener Oberbau auf PAK

Aus der anstehenden Schwarzdecke der Ramsbacher Straße wurden Proben entnommen und quantitative chemische Untersuchungen auf polycyclische, aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) und Phenole durchgeführt. Die Prüfberichte Nr. 42/11110 und 42/11111 des akkreditierten Labors BVU, Markt Rettenbach können den Anlagen 5.1 und 5.2 entnommen werden. Die Bewertung der Analyseergebnisse erfolgt für den gebundenen Oberbau anhand der RuVA-StB 01, Fassung 05 und der Deponieverordnung (DepV). Zudem wird eine Bewertung nach der „Einstufung von Abfällen nach ihrer Gefährlichkeit“ des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg vom 14.06.2019. Hiernach ist Aufbruchmaterial der Schwarzdecken bei PAK-Konzentrationen $> 200 \text{ mg/kg}$ als gefährlicher Abfall anzusehen.

Probe	Bereich	PAK-Gehalt	Einstufung RuVA-StB 01	Einstufung Deponieklasse	Einstufung gefährlicher Abfall
4/1	0 - 15 cm	3,85 mg/kg TS	teerfrei	DK 0	nein
4/2	15 - 30 cm	1890 mg/kg TS	teerhaltig	> DK II	ja

[Tab. 6: Asphaltkern BS 4, Ramsbacher Straße, Gesamtdicke 30 cm]

Die Ergebnisse der Untersuchung der Asphaltproben lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

In der oberen Asphaltsschicht der Ramsbacher Straße liegt der ermittelte PAK-Gehalt unterhalb der Grenze für Ausbauasphalt von 25 mg/kg gemäß RuVA-StB 01. Die Schwarzdecke ist hier dementsprechend „teerfrei“ und kann einer entsprechenden Wiederverwertung als bituminöser



Straßenaufbruch zugeführt werden oder entsprechend DepV als DK 0 entsorgt werden sofern eine Trennung (z.B. durch Fräsen) von der unteren Asphalttschicht bautechnisch möglich ist.

In der unteren Asphalttschicht wurden in der Asphaltprobe teer-/pechtypische Bestandteile festgestellt, die als gefährlicher Abfall einzustufen sind. Eine Wiederverwertung ist nur unter den in der RuVA-StB 01 genannten Voraussetzungen möglich. Hinsichtlich einer Entsorgung ist die untere Asphalttschicht der Ramsbacher Straße orientierend als > DK II-Material nach DepV einzustufen, womit eine Ablagerung im Monobereich einer Deponie erfolgen muss.

4.4.2 Untersuchung Boden

Aus Proben der natürlich anstehenden Böden und Festgesteine wurden Mischproben gebildet und diese durch das akkreditierte Labor BVU, Markt Rettenbach auf die Parameter der Verwaltungsvorschrift Tab. 6-1 (VwV-Boden) untersucht. Die Prüfberichte Nr. 42/11107 und 42/11108 können den Anlagen 5.3 und 5.4 entnommen werden.

In der folgenden Tabelle sind die für die Zusammenstellung der Mischproben verwendeten Proben, die stoffliche Zusammensetzung und die für die Beurteilung der Analyseergebnisse verwendeten Grenzwerte der Zuordnungswerte Z0 nach VwV-Boden aufgeführt.

Mischprobe	Stratigraphische Einteilung	verwendete Proben (vgl. Anlagen 2)	Stoffliche Zusammensetzung	Grenzwerte nach VwV-Boden für
MP 01	Deck- und Lösslehme (Schicht 2)	KB1/1 + KB2/1 + KB2/2 + KB 6/1	bindig	Lehm/Schluff
MP 02	Verwitterungsböden und Festgestein (Schicht 2 und 4)	2/1 + 2/2	bindig + Tonmergelstein	Ton

[Tab. 7: Probenzusammenstellung der Mischproben MP 01 und MP 02]

In allen Mischproben liegen alle untersuchten Parameter in Feststoff und Eluat im Bereich Z0 der Zuordnungswerte der VwV-Boden. Die natürlich anstehenden Böden und Festgesteine sind in ihrer Gesamtheit orientierend als Z0-Material gemäß VwV-Boden einzustufen.



Mischprobe	Stratigraphische Einteilung	Einstufung gemäß VwV-Boden
MP 01	Deck- und Lösslehme (Schicht 2)	Z0
MP 02	Verwitterungsböden und Festgestein (Schicht 2 und 4)	Z0

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

Eine mögliche Direktabfuhr der natürlich anstehenden Böden anhand der vorliegenden Analytik ist mit dem jeweiligen Verwerter abzustimmen.

4.4.3 Beurteilung der Korrosionsbelastung

Aus Festgesteinsproben der Schicht 3 wurde eine Mischprobe (MP 03) gebildet und diese zur Beurteilung der Korrosionsbelastung auf die Parameter der DIN 4030 (Betonaggressivität) und DIN 50929, Teil 3 (Rohrleitungen und Bauteile in Böden und Wässern) untersucht. Der Prüfbericht Nr. 42/11109 ist der Anlage 5.5 zu entnehmen.

Mischprobe	Stratigraphische Einteilung	verwendete Proben (vgl. Anlagen 2)
MP 03	Festgestein (Schicht3)	KB1/5 + KB2/7 + KB6/4

[Tab. 9: Probenzusammenstellung der Mischproben MP 01 und MP 02]

Die Ergebnisse der Untersuchung sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

Mischprobe	Betonaggressivität des Bodens	Korrosionswahrscheinlichkeit
MP 03	nicht betonangreifend	sehr gering

[Tab. 10: Betonaggressivität und Korrosionswahrscheinlichkeit der anstehenden Böden]

4.4.4 Untersuchung Böden auf Sulfat im Feststoff

Bei einer Bodenverbesserung mit hydraulischen Mischbindemitteln (vgl. Abschnitt 5.4) besteht gemäß Literaturangaben bei Sulfatgehalten von > 3000 mg/kg ein erhöhtes Risiko für Ettringittreiben. Zur Einschätzung des Risikos eines möglichen Ettringittreibens im Rahmen einer Bodenverbesserung wurden die Mischproben der natürlich anstehenden bindigen Böden MP 01 und MP 02



(Probenzusammenstellung vgl. Tabelle 7) auf Sulfat im Feststoff untersucht. Die Prüfberichte Nr. 42/11107-2 und 42/11108-2 sind in den Anlagen 5.6 und 5.7 beigelegt.

Bei der Analytik wurden in den beiden untersuchten Mischproben Sulfatgehalte von 1092 mg/kg und 1351 mg/kg festgestellt. Ein erhöhtes Risiko von Ettringittreiben ist gemäß der Analytik somit nicht gegeben.

Sofern eine Bodenverbesserung geplant wird, empfehlen wir, die Sulfatgehalte der zu verbessernden Böden mit einer Rasterbeprobung detaillierter zu erkunden, um eventuelle Abweichungen vom derzeitigen Befund zwischen den bisherigen Untersuchungspunkten feststellen zu können.

4.5 Erdbebenzone

Nach DIN EN 1998:2010-12 (EC 8, Abs. 3.2.1) „müssen die nationalen Territorien von den nationalen Behörden je nach örtlicher seismischer Gefährdung in Erdbebenzonen unterteilt werden“. Gem. DIN EN 1998-1/NA:2011-01 (Nationaler Anhang zum EC 8) gelten diesbezüglich die im Bild NA.1 dargestellten Erdbebenzonen. Eine ortsgenaue Zuordnung der Erdbebenzone kann zudem beim Helmholtz-Zentrum (Deutsches GeoForschungszentrum Potsdam) abgefragt werden. Diese Angabe bezieht sich jeweils auf die Ortsmitte, was den Angaben im EC 8 („Definitionsgemäß wird die Gefährdung innerhalb jeder Zone als konstant angenommen.“) entspricht.

Das hier betrachtete Baufeld bzw. die Ortsmitte von Tüngental (PLZ: 74523) gehören zu keiner Erdbebenzone.

4.6 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>Schicht 1</u> : künstliche Auffüllungen ¹⁾ bestehende Frostschutz-/Tragschichten	[GW/GU]
<u>Schicht 2</u> : Deck- / Lösslehme und bindige Verwitterungsböden Schluff/Ton und Ton	TM/TA
<u>Schicht 3</u> : kiesige Verwitterungsböden Kies (steinig ²⁾)	GW/GU/GU*



Schichtbereich	Bodengruppe [DIN 18 196]
<u>Schicht 4:</u> Festgestein Tonmergelstein, Tonstein und Kalkstein	--

[Tab. 11: Bodengruppen]

¹⁾ in der angetroffenen Zusammensetzung

²⁾ nicht aufgeschlossen, nach Erfahrung vorhanden

4.7 Homogenbereiche

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

- Homogenbereich H 0: Oberboden (ohne Kennwerte)
 H I: bestehende Frostschutz / Tragschichten (Schicht 1)
 H II: Deck- / Lösslehme bindige Verwitterungsböden und
 kiesige Verwitterungsböden (Schicht 2 und 3)
 H III: Festgestein (Schicht 4)

	H I ¹⁾ Schicht 1	H II Schicht 2 und 3
Korngrößenverteilung (Feinkornanteil)	< 10 Gew.-%	≤ 35-% (kiesige Böden) > 60 Gew.-% (bindige Böden)
Massenanteil Steine, Blöcke	< 1 %	²⁾
Dichte	2,0 t/m ³	2,0 t/m ³
undrännierte Scherfestigkeit [c _u]	bei nicht bindigen Auffüllungen nicht relevant	60 bis 200 kN/m ² bei nicht bindigen Böden nicht relevant
Wassergehalt [w _n]	< 10 %	10 bis 25 %
Plastizitätszahl [I _p]	bei nicht bindigen Auffüllungen nicht relevant	20 bis 40 % bei nicht bindigen Böden nicht relevant
Konsistenzzahl [I _c]	bei nicht bindigen Auffüllungen nicht relevant	0,75 bis 1,50 bei nicht bindigen Böden nicht relevant

	H I ¹⁾ Schicht 1	H II Schicht 2 und 3
bezogene Lagerungsdichte [I_D]	35 bis 85 %	15 bis 85 % bei bindigen Böden nicht relevant
organischer Anteil	0 bis 1 %	0 bis 3 % ³⁾

[Tab. 12: Homogenbereiche H I und H II, Lockergestein]

- ¹⁾ in der angetroffenen Zusammensetzung. Aufgrund von Inhomogenitäten können die Verhältnisse von den angegebenen Werten stark abweichen.
- ²⁾ Mit Steinen ist nach Erfahrungen lokal zu rechnen. Es kann kein Anteil abgeschätzt werden.
- ³⁾ In der Wurzelzone (bis rd. 1 m u. Gel.) kann auch ein höherer organischer Anteil auftreten.

	H III Schicht 4
Benennung von Fels	Tonmergelstein / Tonstein/ Kalkstein
Dichte	2,1 bis 2,3 t/m ³
Farbe	ockerbraun, graubraun, dunkelgrau, schwarzgrau, grau
Korngröße	feinkörnig
Kalkgehalt	nicht calzitisch bis stark calzitisch
Verwitterung und Veränderungen, Veränderlichkeit	angewittert, stark veränderlich bis wenig veränderlich
Einaxiale Druckfestigkeit [N/mm ²]	0,5 bis > 50
Schichtflächenabstand	blättrig bis banking
Kluftabstand	eng- bis mittelständig
Kluffüllungen	Ton

[Tab. 13: Homogenbereich III, Festgestein]

4.8 Erdstatische Kennwerte

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

Schichtbereich	Wichte [kN/m ³]		Reibungs- winkel [°] ϕ'_k	Kohäsion [kN/m ²] c'_k	Steifemodul [MN/m ²] $E_{s,k}$
	γ	γ'			
<u>Schicht 1</u> : künstliche Auffüllungen ¹⁾ bestehende Frostschutz-/Tragschichten	20	10	35	0	²⁾



Schichtbereich	Wichte [kN/m ³]		Reibungs- winkel [°] ϕ'_k	Kohäsion [kN/m ²] c'_k	Steifemodul [MN/m ²] $E_{s,k}$
	γ	γ'			
<u>Schicht 2:</u>					
Deck- / Lösslehme und bindige Verwitterungsböden					
Schluff/Ton, steif	20	10	20	5 - 10	5
Schluff/Ton, halbfest	20	10	22,5	10 - 15	10
Schluff/Ton, halbfest-fest	20	10	25	15 - 20	15
<u>Schicht 3:</u>					
kiesige Verwitterungsböden					
Kies	20	10	32,5 - 35	0 - 3	40 - 80
<u>Schicht 4: Festgestein</u>					
Tonmergelstein, sehr mürbe - mäßig mürbe	22	12	≥ 25	≥ 25 ³⁾	> 100
Tonstein, fest - sehr mürbe	21	11	≥ 25	≥ 25 ³⁾	20 - 80
Kalkstein, mäßig hart bis hart	23	13	≥ 35	≥ 25 ³⁾	> 200

[Tab. 14: charakteristische erdstatische Kennwerte]

¹⁾ in der angetroffenen Zusammensetzung

²⁾ auf Grund von Inhomogenitäten innerhalb der Auffüllungen kann hier kein Steifemodul angegeben werden

³⁾ Schwankt in weiten Bereichen in Abhängigkeit der Klüftung, Schichtung und Beanspruchungsrichtung; die Annahme eines Wertes von $c' = 25$ kN/m² liegt i.d.R. auf der sicheren Seite

4.9 Frostempfindlichkeit

Die oberflächennah anstehenden Böden sind nach den Untersuchungsergebnissen durchgehend bindig und den Frostempfindlichkeitsklassen F2 (gering bis mittel frostempfindlich) bis F3 (stark frostempfindlich) zuzuordnen. In der Planung sollte die relevante Frostempfindlichkeit mit F3 angesetzt werden.



5 FOLGERUNG FÜR DIE BAUMAßNAHME

5.1 Kanalbau

5.1.1 Allgemeines

Nach den uns vorliegenden Planunterlagen ist bei dem Kanalbau ein Trennsystem mit Schmutzwasserkanal (DA 200 PP) und Regenwasserkanal (DN 400 bis DN 700 SB) geplant. Die Kanalsohlen liegen zwischen rd. 379,9 und 393,5 m ü. NN und kommen in Tiefen zwischen rd. 1,4 bis 6,5 m u. zukünftigen Gelände zu liegen. Zumeist liegen die geplanten Straßenoberkanten über derzeitigem Gelände. Einschnitte sind nur vereinzelt vorgesehen.

Nach den Untersuchungsergebnissen verlaufen die Kanalsohlen durch alle auftretenden Schichten des natürlich anstehenden Bodens. Zum Teil, insbesondere beim Schmutzwasserkanal, wird das Festgestein angeschnitten. Hier sind Erschwernisse beim Lösen der Kalksteine und Tonmergelsteine und teilweise der Tonsteine zu erwarten (vgl. Abschnitt 7 Erdarbeiten). Neben bindigen und kiesig/steinigen Lockergesteinen kann leicht bis schwer lösbarer Fels angenommen werden.

Wasserzutritte zum Kanalgraben sind nach den Erkundungsergebnissen nur untergeordnet zu erwarten.

Die Anlagen 4.1 bis 4.3 (Profilschnitte) bieten eine Übersicht über die geologischen Verhältnisse. Bei den Schichtgrenzen handelt es sich um eine Interpolation der Erkundungen und unterhalb bzw. zwischen den Untersuchungspunkten, nicht um exakte Schichtgrenzen.

Angaben zum Aushub der Kanalgräben sowie zur Wiederverfüllung sind den folgenden Abschnitten zu entnehmen.

5.1.2 Böschungsneigung für Baugruben und Kanalgräben

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



Schicht	maximal zulässige Böschungsneigung (β) nach DIN 4124
<u>Schicht 1</u> : künstliche Auffüllungen ¹⁾	45°
<u>Schicht 2</u> : Deck- / Lösslehme und bindige Verwitterungsböden Schluff/Ton und Ton, mind. steifplastisch	60°
<u>Schicht 3</u> : kiesige Verwitterungsböden Kies	45°
<u>Schicht 4</u> : Festgestein Tonmergelstein, Tonstein und Kalkstein	80°

[Tab. 15: 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 \geq 12 - 40 to:	2,0 m

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

Ein möglicher Verbau kann mit Verbauarten mit vorauseilendem Aushub (Verbauboxen etc.) erfolgen. Andere Verbauarten z.B. Gleitschienenverbau oder Kanaldielenkammer-Verbau sind auf Grund der erkundeten Untergrundverhältnisse nicht zu empfehlen. Für das letztlich gewählte Verbau-System ist eine statische Bemessung erforderlich.

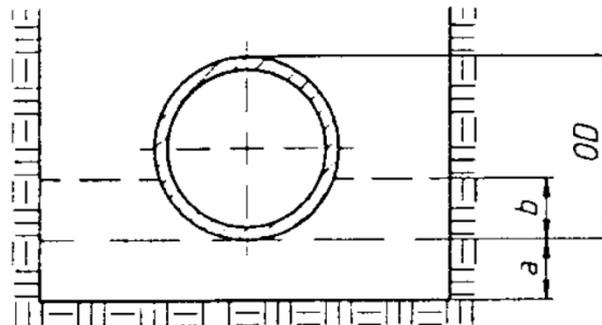
Die Vorgaben der DIN 4123 und der DIN 4124 sind zu beachten.

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

5.1.3 Rohraufleger

Die Kanalsohlen verlaufen nach den Untersuchungsergebnissen durch alle auftretenden Schichten.

Im Hinblick auf die Auflagerung und Einbettung des Rohres empfehlen wir, die Anwendung der DIN EN 1610 und im vorliegenden Fall entlang der gesamten Kanaltrasse den Einbau einer Schutzschicht bzw. eines Rohrauflegers nach DIN 1610 Typ 1 herzustellen. Die Dicke der unteren Bettungsschicht (a) sollte in den Deck-/Lösslehmen und bindigen Verwitterungsböden mind. 10 cm betragen. In den kiesig/steinigen Verwitterungsböden und im Festgestein sollte die Bettungsschicht auf mind. 15 cm erhöht werden. 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 Erdstoffe stark wasserempfindlich sind und bei Wasserzutritt aufweichen und verbreiten 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 40 mm bei Rohrdurchmessern $DN > 200$ mm bis $DN \leq 600$ 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 Rohrerstellers verwiesen.

5.1.4 Wasserhaltung während der Bauzeit

Grundwasser wurde im Zuge der Erkundungen nicht angetroffen.

Es ist eine offene Wasserhaltung vorzuhalten und in Abhängigkeit der tatsächlichen Wasserzutritte und anfallendem Tagwasser zu betreiben. Zur Ableitung von Tagwasser und Schichtwasser ist keine wasserrechtliche Erlaubnis erforderlich.



5.1.5 Verfüllung der Kanalgräben

Die erforderliche Qualität der Verfüllung der Gräben richtet sich nach den späteren Anforderungen an die Oberfläche. Unter Verkehrsflächen oder Bereichen mit späterer Bebauung kommt es bei der Verfüllung der Leitungsgräben auf eine verformungsarme Verfüllung an. In diesen Bereichen ist der Leitungsgraben (Verfüllzone) mit einem gut verdichtbaren, abgestuften Mineral- oder Bodengemisch unter lagenweiser Verdichtung zu verfüllen. Die Einbauqualität des Materials ist so zu wählen, dass keine zusätzlichen Ertüchtigungen hinsichtlich des Erdplanums für den Straßenbau oder die spätere Bebauung erforderlich werden. In Bereichen außerhalb von Lasteinflüssen ist planerisch zu prüfen, in wie fern leichte Verformungen an der Oberfläche tolerierbar sind. Ein lagenweise verdichteter Einbau ist in jedem Fall vorzunehmen. Unter ökologischer und wirtschaftlicher Betrachtung sollte eine fachgerechte Wiederverwendung der Aushubmassen angestrebt werden.

Der Einbau von Boden (Erdbaustoffen) sowie die Herstellung des Erdplanums sollte in Anlehnung an die Vorgaben der ZTVA-StB 12 und ZTVE-StB 09 erfolgen und ist witterungsabhängig. Um eine ausreichende Verdichtung zu gewährleisten, kann der Wiedereinbau lagenweise in Anlehnung an die ZTVA-StB 12, Tab. 3, erfolgen. Wir empfehlen dabei unverdichtete Schütthöhen aus geeignetem Material von ca. 25 – 30 cm grundsätzlich nicht zu überschreiten. Dies gilt insbesondere für die Verfüllung der Leitungsgräben, bei der nur kleine Verdichtungsgeräte eingesetzt werden können. Der Wiedereinbau muss mit geeigneten Verdichtungsgeräten und mit auf die verwendeten Geräte abgestimmten Schütthöhen erfolgen. Weiche oder sehr nasse Materialien dürfen nicht eingebaut werden. Die nächste Schüttlage kann 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.

Hinweise zur Wiederverwendung des Aushubmaterials gibt der Abschnitt 7.

6 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 von bindigen Erdstoffen der Frostempfindlichkeitsklasse F2 bis F3 gebildet wird. Für den Straßenaufbau ist eine ausreichende Frostsicherheit nach ZTVE-StB und RStO 12 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 der geplanten Kanalgräben ist die Einbauqualität des Materials so zu wählen, dass keine zusätzlichen Ertüchtigungen hinsichtlich des Planums erforderlich werden. Auf den anstehenden bindigen Böden wird die erforderliche Tragfähigkeit des Planums in der Regel nicht erreicht. Es werden daher Maßnahmen zur Herstellung eines ausreichend tragfähigen Planums notwendig. Bei einem Bodenaustausch mit verdichtungswilligem Fremdmaterial muss die Mächtigkeit des Bodenaustausches erfahrungsgemäß mind. 30 cm bis 40 cm betragen. Alternativ kann eine Bodenverbesserung mit einem Mischbindemittel (Weißfeinkalk/Zement) erfolgen. In diesem Fall werden hinsichtlich der Sulfatgehalte im Boden weiterführende Untersuchungen empfohlen (vgl. Abschnitt 4.4.4).

Nach Angabe der kp engineering GbR ist die für das Baugebiet die Belastungsklasse BK0,3 nach RStO 12 festgelegt. Die Ramsbacher Straße entspricht der Belastungsklasse BK 1,0. Das Baufeld wird gem. RStO 12, Bild 6 der Frosteinwirkungszone II zugewiesen.

Nach der RStO 12 und unter Ansatz der Frostempfindlichkeitsklasse F3 (stark frostempfindlich) ist bei der Belastungsklasse BK0,3 ein frostsicherer Gesamtaufbau von 55 cm (50 cm + 5cm Frosteinwirkungszone II) vorzusehen. In der Ramsbacher Straße (Belastungsklasse BK1,0) muss ein frostsicherer Gesamtaufbau von 65 cm (60 cm + 5cm Frosteinwirkungszone II) vorhanden sein, was nach den Untersuchungsergebnissen im Bestand nicht gegeben ist.

Es wird eine Bauweise mit Asphaltdecke auf kombinierter Frostschutz-/Tragschicht (KFT) gemäß der RStO 12 Tafel 1, Zeile 1 empfohlen. Die KFT ist aus einheitlichem Material in 2 Lagen anzuordnen. Die Dicke dieser kombinierten Frostschutz-/Tragschicht ergibt sich aus dem Gesamtaufbau abzüglich der Asphaltdeck- und Asphalttragschicht, deren Mächtigkeit von der letztlich gewählten Belastungsklasse abhängig ist. Auf der Frostschutz-/Tragschicht ist bei der Belastungsklassen BK0,3 ein Verformungsmodul von $E_{v2} = 100 \text{ MN/m}^2$ und bei der Belastungsklassen BK1,0 ein Verformungsmodul von $E_{v2} = 120 \text{ MN/m}^2$ zu erreichen. Die KFT ist vollständig und vollflächig aufzubauen. Für den ungebundenen Oberbau, d.h. für die Trag- und Frostschutzschicht, ist die ZTV SoB- StB 04 zu beachten.

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

7 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 oberflächennah angetroffenen Böden durchgehend witterungs- und frostempfindlich und neigen bei Wasserzuritt in Verbindung mit dem Baubetrieb zum Aufweichen und Verbreiten.

Aufgelockerte, aufgeweichte oder in anderer Weise entfestigte Zonen in den Endaushubebenen sind sorgfältig zu entfernen und durch Austauschboden oder Bettungsschichten zu ersetzen. Gleiches gilt sinngemäß für eventuell vorhandene Auffüllungen. Aushubbedingte Auflockerungen sind ebenfalls sorgfältig zu beseitigen. Bei Bodenaustauschmaßnahmen ohne Beton ist generell ein seitlicher Überstand des Austausches in Schichtstärke über die Außenkanten hinaus zur Berücksichtigung der Lastausbreitung im Boden vorzunehmen.

Die Erdarbeiten sollten nicht vor einer länger zu erwartenden Regen- oder Frostperiode beginnen. Auf gefrorenem Boden darf nicht gegründet werden.

Bei dem Bauvorhaben ist bei der Herstellung der Kanalgräben mit Erschwernissen (Erfordernis von Stemm-, Meißel-, Fräsarbeiten etc.) für das Lösen von Festgestein (Wechselagerung von Tonmergelsteinen, Tonsteinen und Kalksteinen) zu rechnen. Es wird zudem ein großer Bagger mit Tieflöffel mit Reißzähnen notwendig. Durch das Lösen des Festgesteins kann ein Mehraushub bzw. ein sich daraus ergebendes Überprofil von ca. 10 - 20 % möglich sein. Dabei ist mit einem entsprechend rauen Aushubprofil zu rechnen. Die Unebenheiten in der Baugrube sind durch Bettungsmaterial, Sauberkeitsschichten, Magerbeton o.ä. auszugleichen.

Die oberflächennah anstehenden Bindigen Böden sind für den Wiedereinbau erfahrungsgemäß nur nach Aufbereitung (Zerkleinerung, Trocknung, Wasserzugabe, Bindemittelbeigabe o.ä.) geeignet. Im Kanalgraben oder unter Flächen mit Verformungsgrenzen muss für eine Wiederverwendung eine Bodenverbesserung mit Mischbindemittel erfolgen. Detaillierte Angaben zu einer Bodenverbesserung können bei Bedarf durch unser Büro erfolgen.

Der Aushub aus den Festgesteinen fällt mit größeren Steinen und Blöcken an und ist damit ohne Zerkleinerung mit einer Brechanlage verdichtungsunwillig. Der Aushub der Festgesteine kann somit ohne Aufbereitung nicht wiederverwendet werden. Die kiesig/steinigen Verwitterungsböden eignen sich im erdfeuchten Zustand zum Wiedereinbau. Hier sind größere Steine auszusortieren oder analog zu den Festgesteinen zu brechen. Bei den GU*-Böden ist die Frostempfindlichkeit (F3) zu beachten. Kiese der Bodengruppe GU* sind in der Regel bis zu einem Feinkornanteil um etwa 20 Gew.-% noch



gut verdichtbar und eignen sich damit zu Wiederverfüllung. Kiese mit höherem Feinkornanteil (verlehnte Kiese) 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.

Bei Mindermengen ist gegebenenfalls zur Verfüllung verdichtungswilliges Liefermaterial zu verwenden. Die Qualität des verwendeten Materials und der Verdichtung ist je nach vorgesehener Nutzung festzulegen. Für Bereiche mit Verformungsbegrenzungen kann ein Material der Bodengruppen SE, SW, SI, GE, GU und GW gem. DIN 18 196 verwendet werden.

8 REGENRÜCKHALTEBECKEN

In der Baumaßnahme sind 3 offene Regenrückhaltebecken (RRB01 bis RRB03) geplant. Die Beckensohlen sind nach den uns vorliegenden Planunterlagen etwa bei 1,5 bis 3 m unter derzeitigem Gelände vorgesehen. Nach unseren Untersuchungsergebnissen liegen die Beckensohlen des RRB01 und RRB 03 im Festgestein (hier jeweils Tonmergelstein) und die Beckensohle des RRB 02 in den bindigen Verwitterungsböden. Diese Schichten stellen jeweils eine gering durchlässige, aber nicht undurchlässige Sohle dar. Insbesondere im Festgestein ist eine Durchlässigkeit über Klüfte im Trennflächengefüge gegeben. Wir gehen davon aus, dass aus hydrologischen Gründen eine Abdichtung der Beckensohle und -böschungen notwendig ist.

Eine Dichtschicht kann unter der Verwendung des Aushubmaterials aus den bindigen Deck- / Lösslehme und bindige Verwitterungsböden hergestellt werden. Diese weisen mit einer ausreichenden Verdichtung Durchlässigkeiten von $k_f \leq 1 \cdot 10^{-9}$ m/s auf. Allerdings kann es bei einer mineralischen Dichtschicht auf Grund der zukünftig zu erwartenden längeren Trockenperioden zu tiefreichenden Austrocknungen und damit zu Rissbildungen in der Dichtschicht kommen, womit deren Funktion eingeschränkt wird. Es kann daher eine Abdichtung mit Folie zielführend sein, die auf einer sandigen Bettungsschicht verlegt wird. Über der Folie wäre eine Schutzschicht anzuordnen.



Die Becken sollten mit möglichst flachen Böschungsneigungen von 1 : 2,5 bis 1 : 3,0 angelegt werden. Zum Schutz und zur Befestigung der Böschungen sind diese zu begrünen. Hierfür kommt z.B. die Anbringung von Saatgutmatten (Kokosmattengewebe) in Frage.

9 KAMPFMITTEL

Nach dem vorliegenden Bericht der Uxo Pro Consult GmbH (vgl. Anlage 6) besteht für das gesamte Baugebiet ein Kampfmittelverdacht. Für alle hier in den Untergrund eingreifenden und Erschütterungen verursachenden Arbeiten ist eine Freigabe im Hinblick auf mögliche Kampfmittel im Baufeld erforderlich. Nach /2/ wird *„Für das gesamte Erkundungsgebiet [...] eine nähere technische Untersuchung durch einen Kampfmittelbeseitigungs- oder -räumdienst [...]“* empfohlen. Es sind *„[...] vor einer weiterführenden technischen Untersuchung im Bereich des Erkundungsgebiets keine Eingriffe in den Untergrund vorzunehmen.“*

Die entsprechenden Maßnahmen sollten unbedingt vor der eigentlichen Baumaßnahme abgestimmt und ggf. auch durchgeführt werden, um den Bauablauf möglichst nicht/wenig zu behindern.

10 SCHLUSSBEMERKUNGEN

Die Untergrundverhältnisse in den Baufeldern wurden durch 3 Kernbohrungen und 6 Bohrsondierungen 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.

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

Mit dem Landes-Kreislaufwirtschaftsgesetz (LKreiWiG) wird der Abfallerzeuger aufgefordert, im Falle verfahrenspflichtiger Baumaßnahmen gemäß § 3 Absatz 4 LKreiWiG für Bau- und Abbruchabfälle sowie auch für Bodenaushub der Baurechtsbehörde ein Abfallverwertungskonzept vorzulegen, das durch die zuständige Abfallrechtsbehörde geprüft wird. Schwerpunkt des Konzeptes ist die Vermeidung und Verwertung von Bau- / Abbruchabfällen und Bodenaushub. Wir empfehlen daher eine



rechtzeitige Abklärung mit der Baurechtsbehörde, ob dies für die vorgesehene Baumaßnahme erforderlich wird. Bei der Erstellung des Abfallverwertungskonzeptes kann, nach Vorlage entsprechender bauseitiger Angaben und ggf. weiterführender Untersuchungen und Analytik, unser Büro unterstützend tätig werden.

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

Für die Geotechnik Aalen GmbH & Co. KG



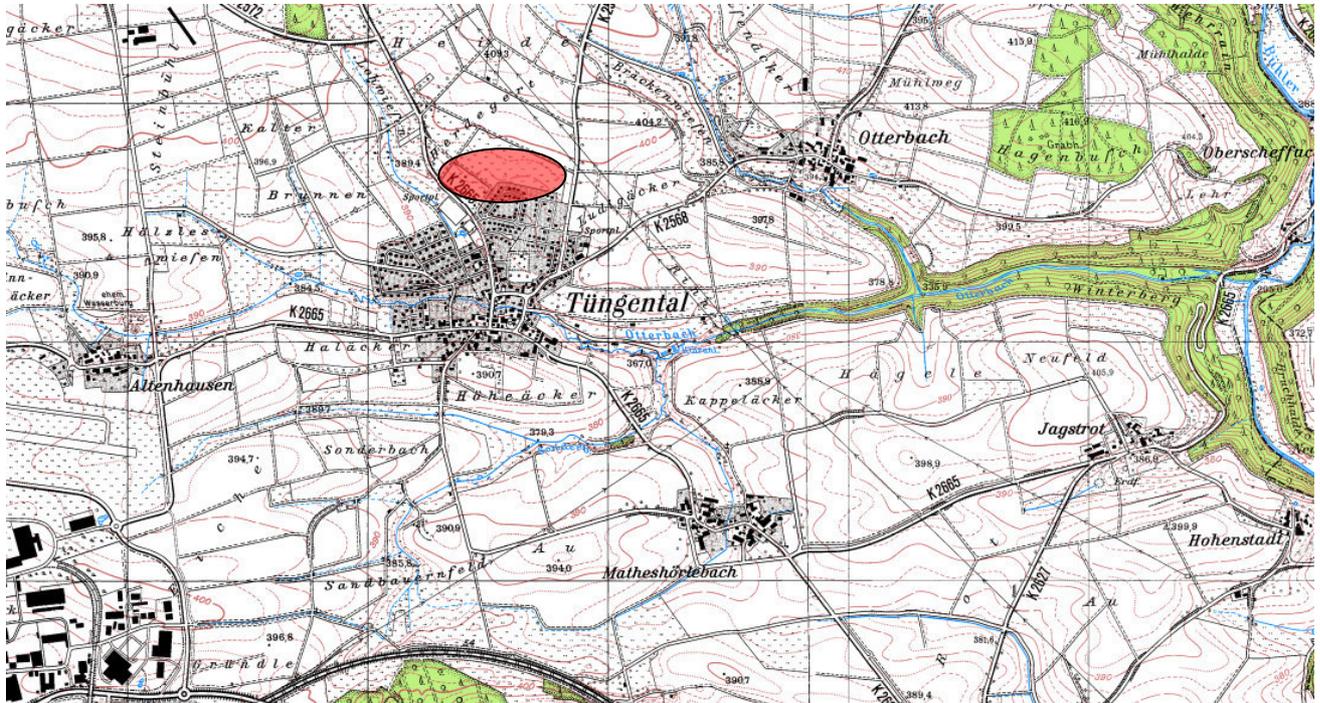
Dipl.- Geol. W. Höfner

Sachbearbeiter

Dipl.-Geol. Th. Peter

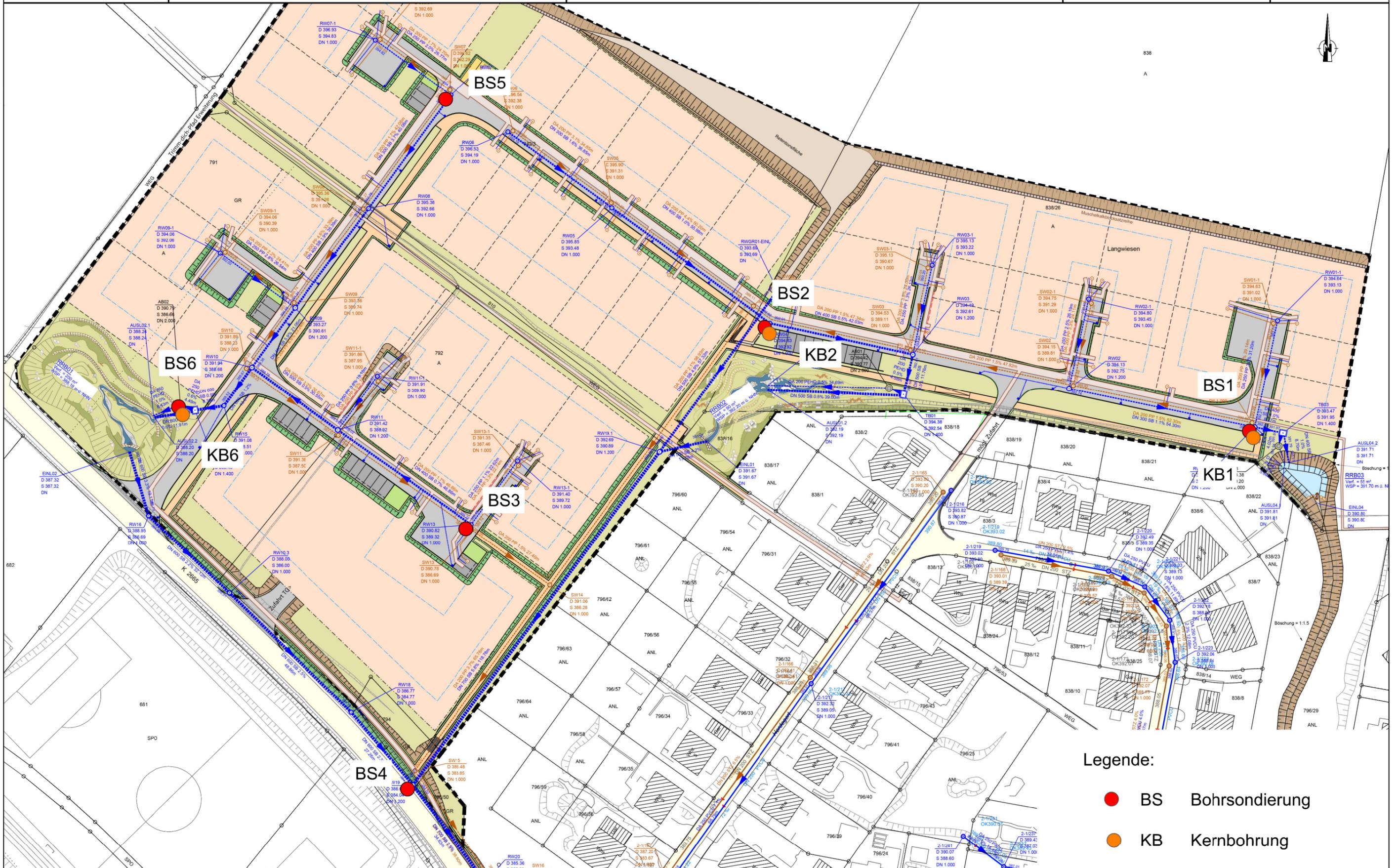
ÜBERSICHTSLAGEPLAN

Plangrundlage: TK 25



Legende:

-  Untersuchungsgebiet



Legende:

- BS Bohrsondierung
- KB Kernbohrung

BS 1

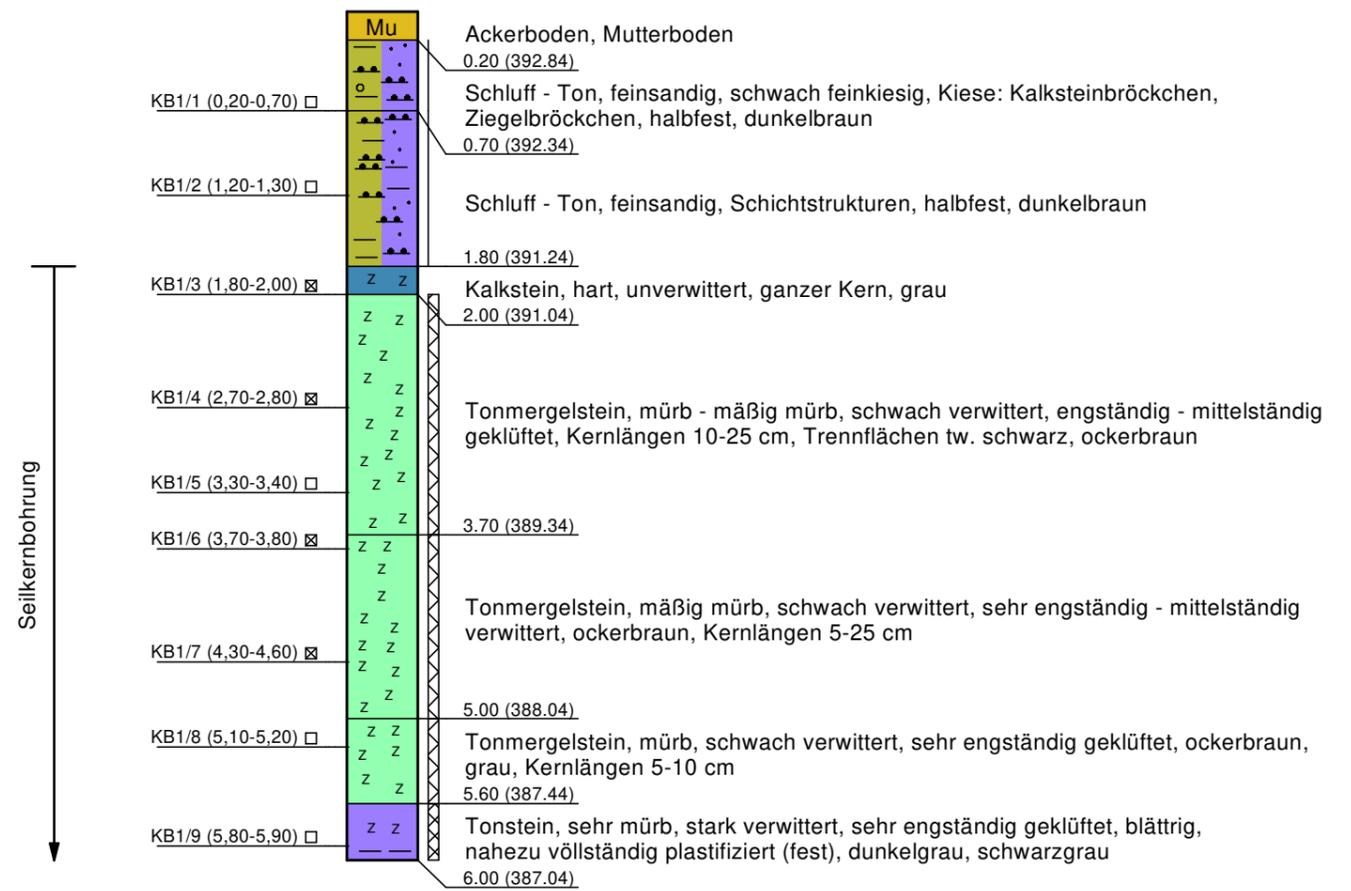
393,04 m NN



25.07.2022/M. Gecek/M 1: 50

KB 1

393,04 m



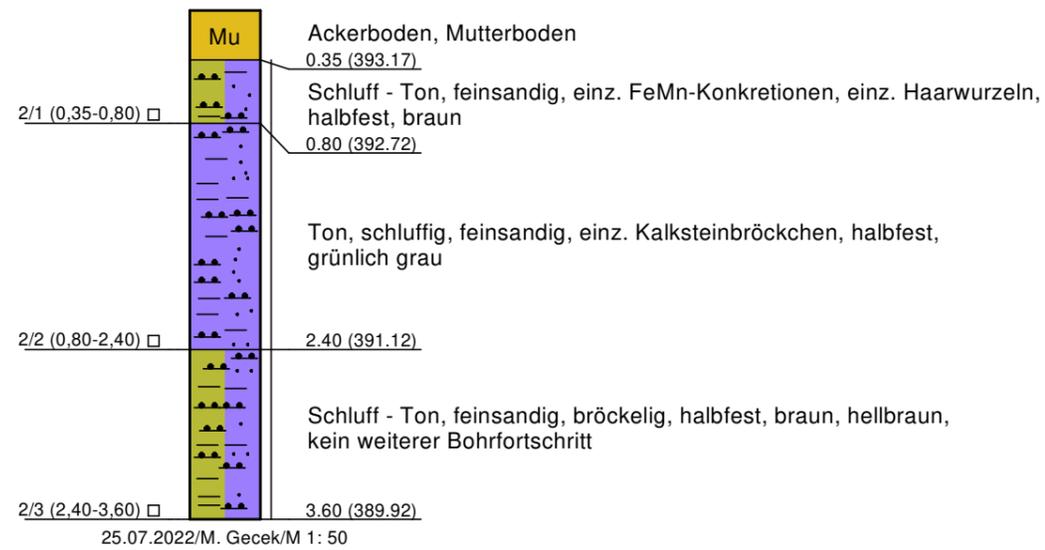
08/09.09.2022/F. Zahn/M 1:50

Seilkernbohrung

Nach Bohrende 2 mal Ausblasen, kein Wasser

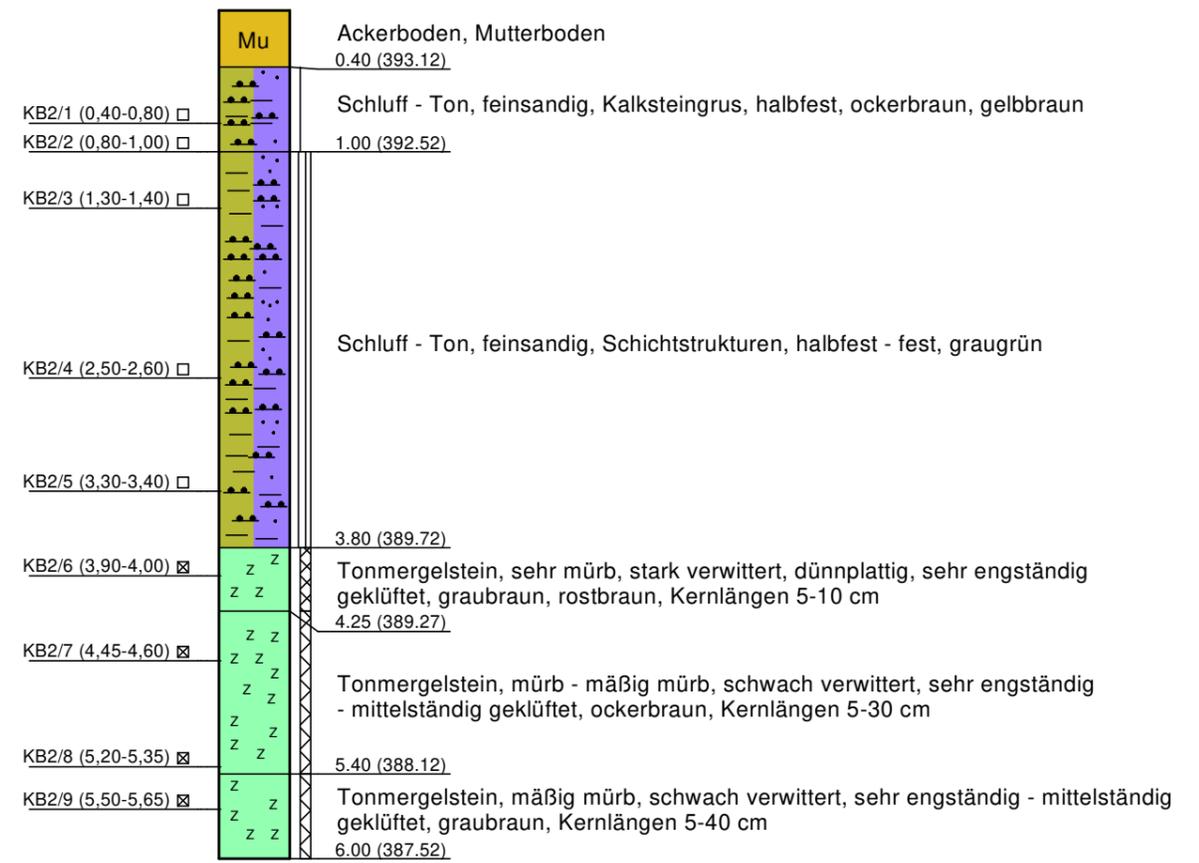
BS 2

393,52 m NN



KB 2

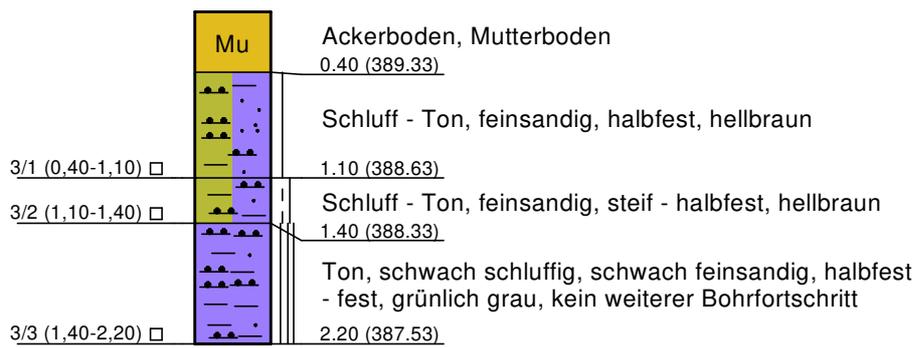
393,52 m



Seilkernbohrung

BS 3

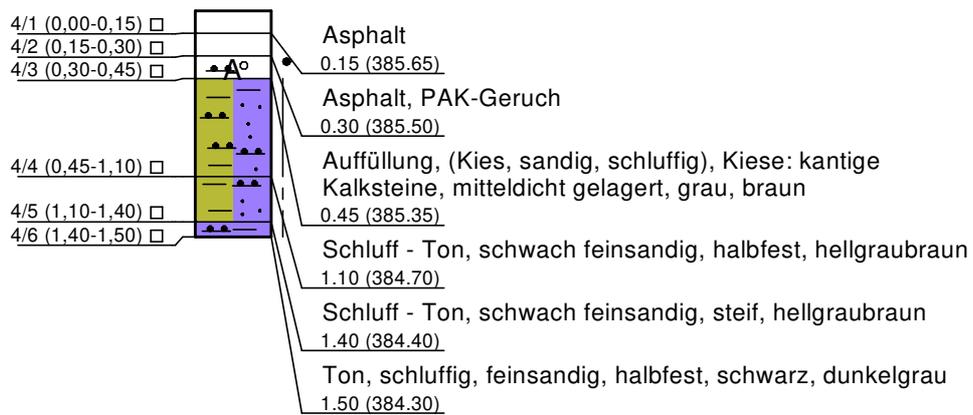
389,73 m NN



25.07.2022/M. Gecek/M 1: 50

BS 4

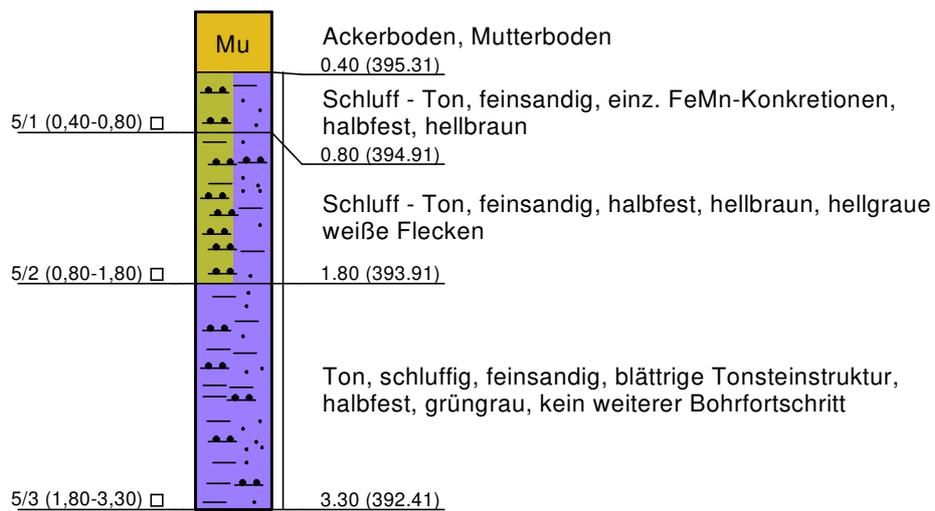
385.80 m NN



25.07.2022/M. Gecek/M 1: 50

BS 5

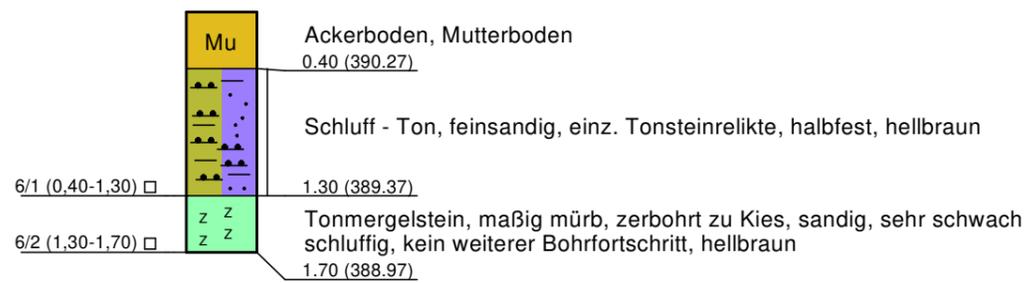
395,71 m NN



25.07.2022/M. Gecek/M 1: 50

BS 6

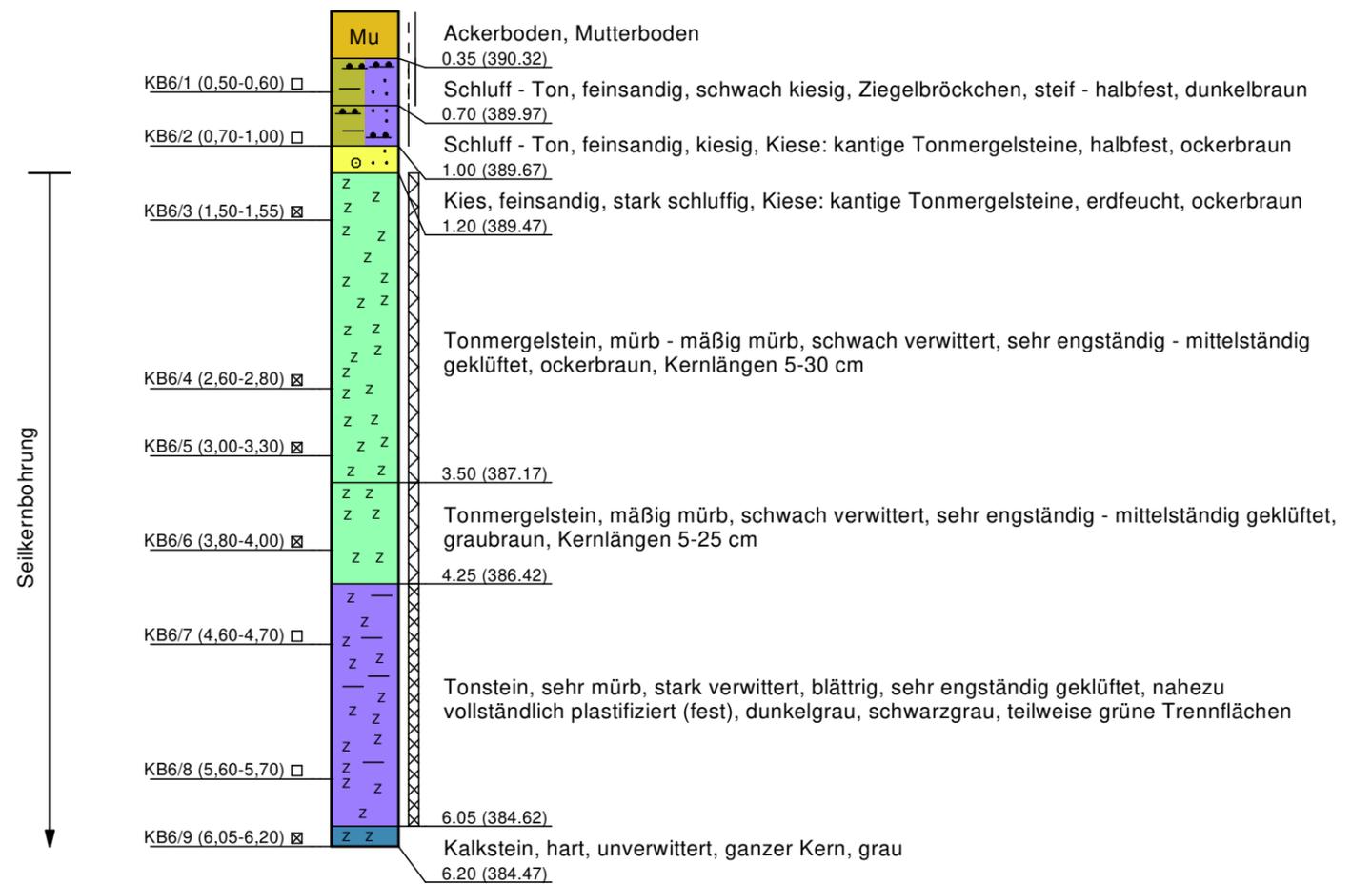
390,67 m NN



25.07.2022/M. Gecek/M 1: 50

KB 6

390,67 m



Seilkernbohrung

05/06.09.2022/F. Zahn/M 1:50

Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

Erschließung Baugebiet Langwiesen

Schwäbisch Hall - Tüngental

Bearbeiter: Hä

Datum: 20.09.2022

Prüfungsnummer: 01

Entnahmestelle: KB 1, KB 2, KB 6, BS 4

Tiefe: siehe Anlage 2

Bodenart: siehe Anlage 2

Entnahmeart: gestört

Entnahme: 25.07.-09.09.22 durch Za

Probenbezeichnung:	BS4/6	KB1/1	KB1/6	KB2/1	KB2/4
Feuchte Probe + Behälter [g]:	372.70	568.70	885.50	484.00	371.30
Trockene Probe + Behälter [g]:	331.90	498.70	824.70	435.50	325.90
Behälter [g]:	110.40	114.66	113.80	120.60	109.70
Porenwasser [g]:	40.80	70.00	60.80	48.50	45.40
Trockene Probe [g]:	221.50	384.04	710.90	314.90	216.20
Wassergehalt [%]:	18.42	18.23	8.55	15.40	21.00

Probenbezeichnung:	KB2/6	KB6/1	KB6/4	KB6/7	
Feuchte Probe + Behälter [g]:	569.90	425.90	938.30	589.00	
Trockene Probe + Behälter [g]:	524.30	375.60	867.80	523.70	
Behälter [g]:	109.60	113.30	110.30	114.30	
Porenwasser [g]:	45.60	50.30	70.50	65.30	
Trockene Probe [g]:	414.70	262.30	757.50	409.40	
Wassergehalt [%]:	11.00	19.18	9.31	15.95	

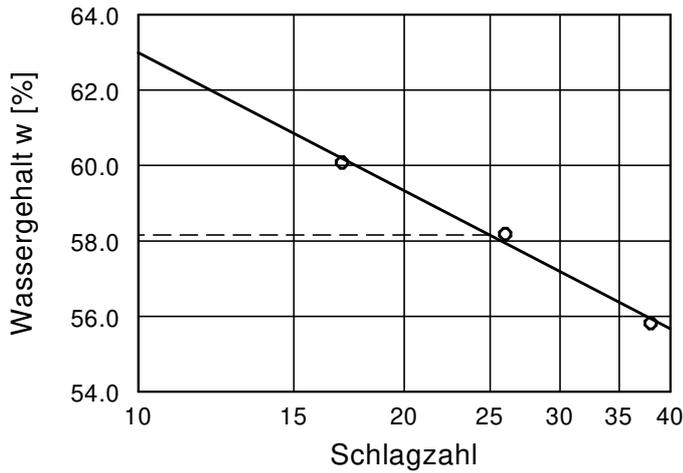
Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892-12

Erschließung Baugebiet Langwiesen
 Schwäbisch Hall - Tüngental

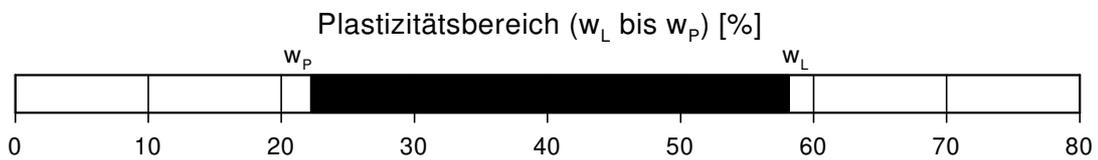
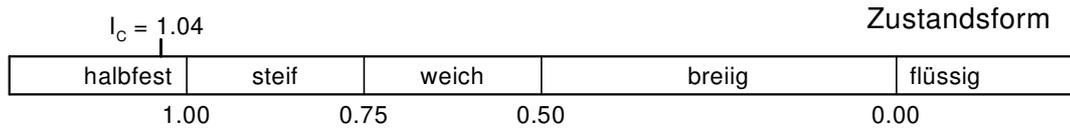
Bearbeiter: He

Datum: 10.10.2022

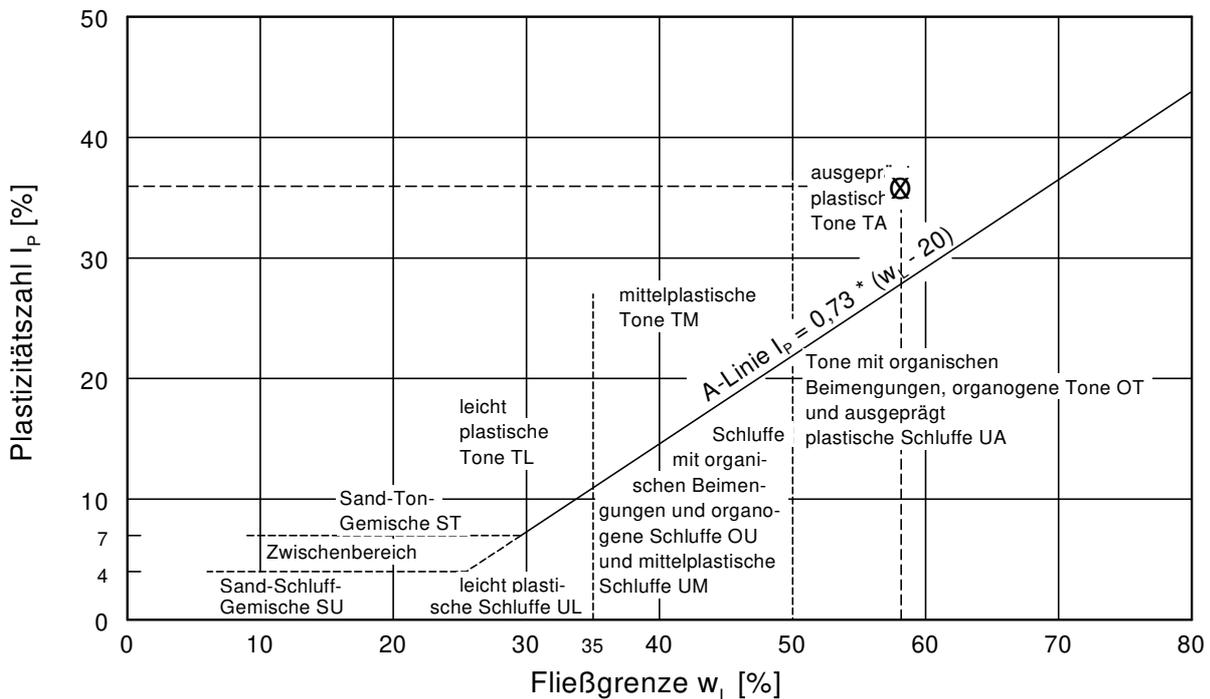
Prüfungsnummer: KB2/3
 Entnahmestelle: KB 2
 Tiefe: 1,30 - 1,40 m
 Art der Entnahme: gestört
 Bodenart: Schluff-Ton, s (TA)
 Entnahme: 08./09.2022 durch Za



Wassergehalt $w = 20.9 \%$
 Fließgrenze $w_L = 58.2 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 22.2 \%$
 Plastizitätszahl $I_P = 36.0 \%$
 Konsistenzzahl $I_C = 1.04$



Plastizitätsdiagramm





Punktlastversuch und abgeleitete einaxiale Druckfestigkeit

Probe Nr.	Gestein	Probekörper	Abstand Lastpunkte l mm	Abmessung Probekörper b mm	Fläche Probekörper A mm ²	Bruchkraft F _B N	Punktlastindex / i _S N/mm ²	Größenkorr. (Brook 1985) N/mm ²	Abgeleitete einaxiale Druckfestigkeit			
									Röt-Tonstein (c = 10) N/mm ²	halbf. Kreidemergel (c = 9) N/mm ²	halbf. Tonstein (c = 5) N/mm ²	Innsbr. Quarzphyllit (c = 15,6) N/mm ²
KB 1/3	Kalkstein	Bohrkern	49,2	101,0	4969	8800	1,77	2,07	20,67	18,60	10,33	32,24
KB 1/3	Kalkstein	Bohrkern	47,9	101,0	4837,9	15800	3,27	3,79	37,89	34,10	18,94	59,11
KB 6/5	Tonmergelstein	Bohrkern	52,6	101,0	5312,6	1200	0,23	0,27	2,68	2,41	1,34	4,17
KB 6/5	Tonmergelstein	Bohrkern	53,0	101,0	5353	1400	0,26	0,31	3,10	2,79	1,55	4,84
KB 6/5	Tonmergelstein	Bohrkern	54,2	101,0	5474,2	1700	0,31	0,37	3,70	3,33	1,85	5,78
					/1/	/1/	/1/	/1/	/2/	/2/	/2/	/2/

Verwendete Formeln:

Fläche = Lastpunktabstand * Breite $A = l * b$

Punktlastindex = Bruchkraft / Fläche $i_S = F_B / A$

Größenkorrektur nach Brook (1985) $i_{S(50)} = (A / 2500)^{0,225} * i_S$ Gilt, sobald der Lastpunktabstand um mehr als 5mm vom Bezugsabstand 50mm abweicht.

Abgeleitete einaxiale Druckfestigkeit $\sigma_u^* = c * i_S$ c ist der gesteinspezifische Umrechnungsfaktor

Quellen:

/1/ Empfehlung Nr.5 "Punktlastversuche an Gesteinsproben" des Arbeitskreises 3.3 "Versuchstechnik Fels" der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik

/2/ Prinz Helmut: Ingenieurgeologie/ von Helmut Prinz, Roland Strauß. -5., bearbeitete und erweiterte Auflage, Seite 60f. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag, 2011



M = 1:500
Überhöhung = 5.0
382.00 m ü. NHN

Geplante Straßen-, Geländehöhe [m ü. NHN]	383.74	394.15	394.53	394.94	391.06
Bestehende Geländehöhe [m ü. NHN]	383.50	383.97	394.72	394.28	380.52
Schachtnummer	SW01	SW02	SW03	SW04	SW14
Kanaltiefe [m]	3.17	4.34	5.42	6.53	4.78
Sohlhöhe Schacht [m ü. NHN]	390.57	389.81	389.11	388.41	386.28
Sohlhöhe Haltung [m ü. NHN]	390.56	389.82 389.80	389.12 389.10	388.42 388.40	386.29
Länge [m]		52.30	47.82	47.34	98.95
Nennweite / Material [mm]		DA 200 PP	DA 200 PP	DA 200 PP	DA 200 PP
Gefälle [‰]		1.46	1.46	1.48	2.15

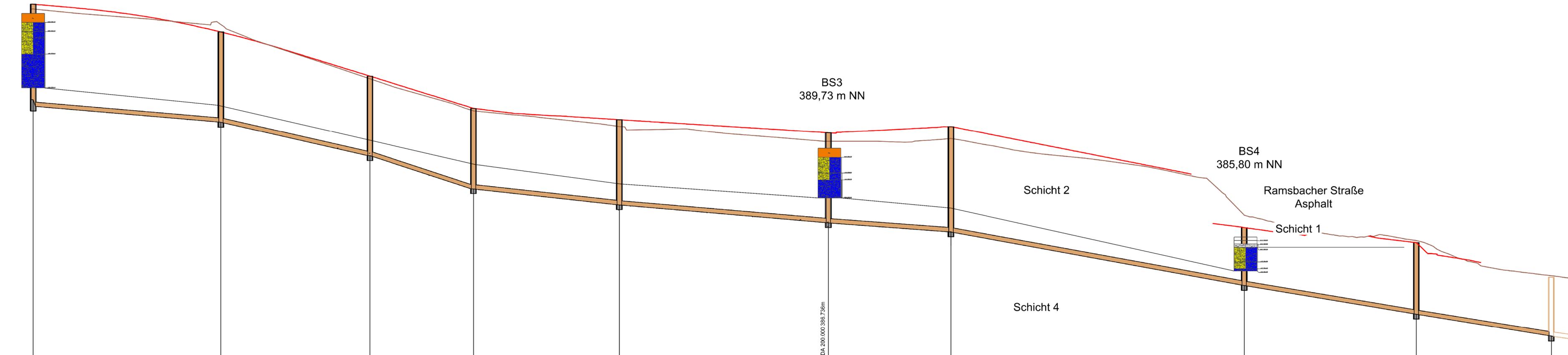
Legende:

- Schicht 2 Deck- / Lösslehme und bindige Verwitterungsböden
- Schicht 4 Festgestein / Tonmergelstein

BS5
395,71 m NN

BS3
389,73 m NN

BS4
385,80 m NN



Ramsbacher Straße
Asphalt

Schicht 2

Schicht 1

Schicht 4

- Legende:
- Schicht 1 Künstliche Auffüllungen
 - Schicht 2 Deck- / Lösslehme und bindige Verwitterungsböden
 - Schicht 4 Festgestein / Tonmergelstein

Zulauf = SW07-1 DA 200.000 392.283m
396.62
396.41

395.36
395.70

Zulauf = SW09-1 DA 200.000 389.854m
393.36
393.24

391.89
391.78

Zulauf = SW11-1 DA 200.000 387.285m
391.38
391.07

Zulauf = SWHAF-3 DA 160.000 386.536m, SW13-1 DA 200.000 386.736m
390.78
390.39

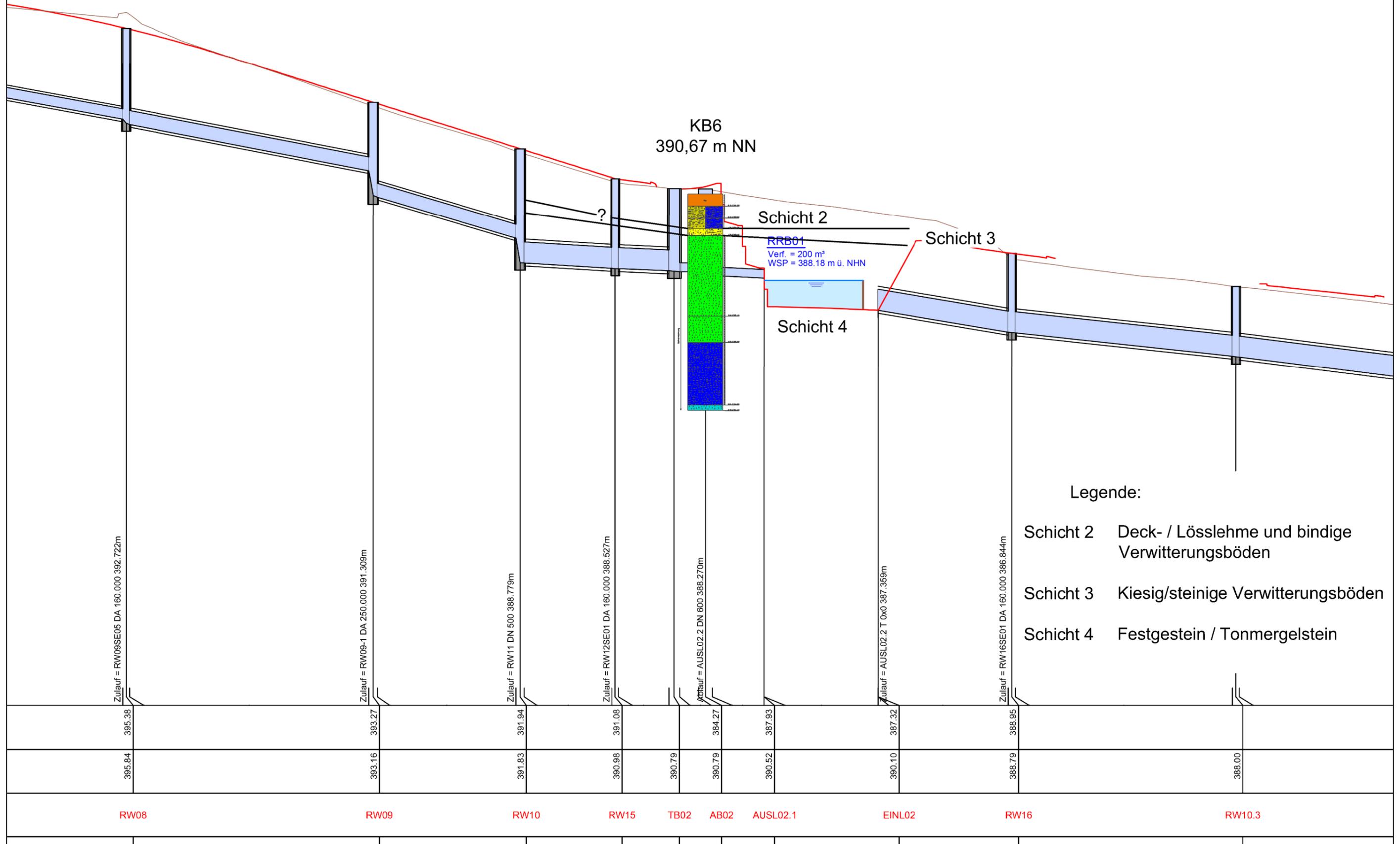
Zulauf = SW04 DA 200.000 386.291m
391.06
390.52

386.48
387.04

386.80
386.89

0.00
384.30

SW07 SW08 SW09 SW10 SW11 SW13 SW14 SW15 SW16 2-1/151



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

Analysenbericht Nr.	42/11110	Datum:	27.09.2022
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG
 Projekt-Nr. : 220412 Art der Probenahme : Mischprobe
 Art der Probe : Asphalt Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
 Entnahmedatum : 09.09.2022 Probeneingang : 23.09.2022
 Originalbezeich. : BS 4/1
 Probenbezeich. : 42/11110 Untersuch.-zeitraum : 23.09.2022 – 27.09.2022

Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Trockensubstanz	[%]	99,7	DIN EN 14346 : 2017-09
Naphthalin	[mg/kg TS]	0,19	DIN ISO 18287 :2006-05
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04	DIN ISO 18287 :2006-05
Acenaphthen	[mg/kg TS]	0,05	DIN ISO 18287 :2006-05
Fluoren	[mg/kg TS]	0,06	DIN ISO 18287 :2006-05
Phenanthren	[mg/kg TS]	0,45	DIN ISO 18287 :2006-05
Anthracen	[mg/kg TS]	0,09	DIN ISO 18287 :2006-05
Fluoranthren	[mg/kg TS]	0,75	DIN ISO 18287 :2006-05
Pyren	[mg/kg TS]	0,61	DIN ISO 18287 :2006-05
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	0,27	DIN ISO 18287 :2006-05
Chrysen	[mg/kg TS]	0,19	DIN ISO 18287 :2006-05
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,41	DIN ISO 18287 :2006-05
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,11	DIN ISO 18287 :2006-05
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	0,22	DIN ISO 18287 :2006-05
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	0,07	DIN ISO 18287 :2006-05
Benzo(a,h,i)perylen	[mg/kg TS]	0,24	DIN ISO 18287 :2006-05
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	0,14	DIN ISO 18287 :2006-05
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	3,85	

Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Eluatherstellung			DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[-]	8,94	DIN EN ISO 10523 04:2012
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	226	DIN EN 27 888 : 1993
Phenolindex	[µg/l]	< 10	DIN EN ISO 14402:1999-12

Markt Rettenbach, den 27.09.2022

Onlinedokument ohne Unterschrift

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

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

Analysenbericht Nr.	42/11111	Datum:	27.09.2022
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG
 Projekt-Nr. : 220412 Art der Probenahme : Mischprobe
 Art der Probe : Asphalt Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
 Entnahmedatum : 09.09.2022 Probeneingang : 23.09.2022
 Originalbezeich. : BS 4/2
 Probenbezeich. : 42/11111 Untersuch.-zeitraum : 23.09.2022 – 27.09.2022

Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Trockensubstanz	[%]	98,8	DIN EN 14346 : 2017-09
Naphthalin	[mg/kg TS]	138	DIN ISO 18287 :2006-05
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	8,7	DIN ISO 18287 :2006-05
Acenaphthen	[mg/kg TS]	43	DIN ISO 18287 :2006-05
Fluoren	[mg/kg TS]	163	DIN ISO 18287 :2006-05
Phenanthren	[mg/kg TS]	507	DIN ISO 18287 :2006-05
Anthracen	[mg/kg TS]	173	DIN ISO 18287 :2006-05
Fluoranthren	[mg/kg TS]	279	DIN ISO 18287 :2006-05
Pyren	[mg/kg TS]	188	DIN ISO 18287 :2006-05
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	93	DIN ISO 18287 :2006-05
Chrysen	[mg/kg TS]	66	DIN ISO 18287 :2006-05
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	76	DIN ISO 18287 :2006-05
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	31	DIN ISO 18287 :2006-05
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	58	DIN ISO 18287 :2006-05
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	9,1	DIN ISO 18287 :2006-05
Benzo(a,h,i)perylen	[mg/kg TS]	25	DIN ISO 18287 :2006-05
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	32	DIN ISO 18287 :2006-05
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	1890	

Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Eluatherstellung			DIN EN 12457-4 : 2003-01
pH-Wert	[-]	9,03	DIN EN ISO 10523 04:2012
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	90	DIN EN 27 888 : 1993
Phenolindex	[µg/l]	12	DIN EN ISO 14402:1999-12

Markt Rettenbach, den 27.09.2022

Onlinedokument ohne Unterschrift

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

Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG

Robert-Bosch-Str. 59
73431 Aalen

Analysenbericht Nr.	42/11107	Datum:	27.09.2022
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG
 Projekt :
 Projekt-Nr. : 220412
 Entnahmestelle : Art der Probenahme : PN98
 Art der Probe : Boden Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
 Entnahmedatum : 09.09.2022 Probeneingang : 23.09.2022
 Originalbezeich. : MP 01 Probenbezeich. : 42/11107
 Untersuch.-zeitraum : 23.09.2022 – 27.09.2022

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

2.1 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	[%]	85,3	-	-	-	-	-	DIN EN 14346 : 2007-03
Arsen	[mg/kg TS]	14	10	15	15	45	150	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	30	40	70	140	210	700	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	0,22	0,4	1	1	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	44	30	60	120	180	600	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	27	20	40	80	120	400	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	30	15	50	100	150	500	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,08	0,1	0,5	1	1,5	5	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	0,4	0,7	0,7	2,1	7	EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	73	60	150	300	450	1500	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser								EN 13657 :2003-01

2.2 Summenparameter, PCB, BTXE, LHKW, PAK

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0 (S L/L)	Z 0*	Z 1/2	Z 2	Methode
EOX	[mg/kg TS]	< 0,5	1	1	3	10	DIN 38 409 -17 :2005-12
MKW (C10 – C22)	[mg/kg TS]	< 30	100	200	300	1000	DIN EN 14039 :2005-01
MKW (C10 – C40)	[mg/kg TS]	< 50	100	400	600	2000	DIN EN 14039 :2005-01
Cyanid (gesamt)	[mg/kg TS]	< 0,25	-	-	3	10	DIN EN ISO 17380 :2013-10
PCB 28	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 52	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 101	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 138	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 153	[mg/kg TS]	< 0,01					
PCB 180	[mg/kg TS]	< 0,01					
Σ PCB (6):	[mg/kg TS]	n.n.	0,05	0,1	0,15	0,5	DIN EN 15308 :2016-12
Benzol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Toluol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Ethylbenzol	[mg/kg TS]	< 0,05					
m,p-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05					
o-Xylol	[mg/kg TS]	< 0,05					
Σ BTXE:	[mg/kg TS]	n.n.	1	1	1	1	DIN EN ISO 22155: 2016-07
Vinylchlorid	[mg/kg TS]	< 0,01					
Dichlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
1-2-Dichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
cis 1,2 Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
trans-Dichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Chloroform	[mg/kg TS]	< 0,01					
1.1.1- Trichlorethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
Tetrachlormethan	[mg/kg TS]	< 0,01					
Trichlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Tetrachlorethen	[mg/kg TS]	< 0,01					
Σ LHKW:	[mg/kg TS]	n.n.	1	1	1	1	DIN EN ISO 22155: 2016-07
Naphthalin	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Acenaphthylen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Phenanthren	[mg/kg TS]	0,08					
Anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Fluoranthren	[mg/kg TS]	0,13					
Pyren	[mg/kg TS]	0,1					
Benzo(a)anthracen	[mg/kg TS]	0,05					
Chrysen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(b)fluoranthren	[mg/kg TS]	0,07					
Benzo(k)fluoranthren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(a)pyren	[mg/kg TS]	0,05	0,3	0,6	0,9	3	
Dibenz(a,h)anthracen	[mg/kg TS]	< 0,04					
Benzo(g,h,i)perylene	[mg/kg TS]	< 0,04					
Indeno(1,2,3-cd)pyren	[mg/kg TS]	< 0,04					
Σ PAK (EPA Liste):	[mg/kg TS]	0,48	3	3	3 /9	30	DIN ISO 18287 :2006-05

3 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

3.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle, Summenparameter, Chlorid, Sulfat

Parameter	Einheit	Messwert	Z0/Z0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode	
Eluatherstellung							DIN EN 12457-4 : 2003-01	
pH-Wert	[-]	8,03	6,5-9,5	6,5-9,5	6-12	5,5-12	DIN EN ISO 10523 04-2012	
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	163	250	250	1500	2000	DIN EN 27 888 : 1993	
Arsen	[µg/l]	< 4	-	14	14	20	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[µg/l]	< 5	-	40	40	80	200	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[µg/l]	< 0,2	-	1,5	1,5	3	6	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5	-	12,5	12,5	25	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[µg/l]	< 5	-	20	20	60	100	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[µg/l]	< 5	-	15	15	20	70	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[µg/l]	< 0,15	-	0,5	0,5	1	2	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[µg/l]	< 1						DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Zink	[µg/l]	< 10	-	150	150	200	600	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Phenolindex	[µg/l]	< 10		20	20	40	100	DIN EN ISO 14402:1999-12
Cyanid (gesamt)	[µg/l]	< 5		5	5	10	20	EN ISO 14403 :2012-10
Chlorid	[mg/l]	< 2		30	30	50	100	EN ISO 10304: 2009-07
Sulfat	[mg/l]	< 5		50	50	100	150	EN ISO 10304 :2009-07

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

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

Markt Rettenbach, den 27.09.2022

Onlinedokument ohne Unterschrift

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

Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG

Robert-Bosch-Str. 59
73431 Aalen

Analysenbericht Nr.	42/11108	Datum:	27.09.2022
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG
 Projekt :
 Projekt-Nr. : 220412
 Entnahmestelle : Art der Probenahme : PN98
 Art der Probe : Boden Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
 Entnahmedatum : 09.09.2022 Probeneingang : 23.09.2022
 Originalbezeich. : MP 02 Probenbezeich. : 42/11108
 Untersuch.-zeitraum : 23.09.2022 – 27.09.2022

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

2.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle

Parameter	Einheit	Messwert	Z 0					Methode
			(S L/L)	Z 0*	Z1/2	Z 2		
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe								DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	88,5	-	-	-	-	-	DIN EN 14346 : 2007-03
Arsen	[mg/kg TS]	8,4	10	15	15	45	150	EN ISO 11885 :2009-09
Blei	[mg/kg TS]	9,5	40	70	140	210	700	EN ISO 11885 :2009-09
Cadmium	[mg/kg TS]	< 0,05	0,4	1	1	3	10	EN ISO 11885 :2009-09
Chrom (gesamt)	[mg/kg TS]	28	30	60	120	180	600	EN ISO 11885 :2009-09
Kupfer	[mg/kg TS]	19	20	40	80	120	400	EN ISO 11885 :2009-09
Nickel	[mg/kg TS]	22	15	50	100	150	500	EN ISO 11885 :2009-09
Quecksilber	[mg/kg TS]	0,06	0,1	0,5	1	1,5	5	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[mg/kg TS]	< 0,4	0,4	0,7	0,7	2,1	7	EN ISO 11885 :2009-09
Zink	[mg/kg TS]	60	60	150	300	450	1500	EN ISO 11885 :2009-09
Aufschluß mit Königswasser								EN 13657 :2003-01

2.2 Summenparameter, PCB, BTXE, LHKW, PAK

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

3 Ergebnisse der Untersuchung aus dem Eluat

3.1 Allgemeine Parameter, Schwermetalle, Summenparameter, Chlorid, Sulfat

Parameter	Einheit	Messwert	Z0/Z0*	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Methode	
Eluatherstellung							DIN EN 12457-4 : 2003-01	
pH-Wert	[-]	8,37	6,5-9,5	6,5-9,5	6-12	5,5-12	DIN EN ISO 10523 04-2012	
elektr. Leitfähigkeit	[µS/cm]	126	250	250	1500	2000	DIN EN 27 888 : 1993	
Arsen	[µg/l]	< 4	-	14	14	20	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Blei	[µg/l]	< 5	-	40	40	80	200	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Cadmium	[µg/l]	< 0,2	-	1,5	1,5	3	6	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Chrom (gesamt)	[µg/l]	< 5	-	12,5	12,5	25	60	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Kupfer	[µg/l]	< 5	-	20	20	60	100	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Nickel	[µg/l]	< 5	-	15	15	20	70	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Quecksilber	[µg/l]	< 0,15	-	0,5	0,5	1	2	DIN EN ISO 12846 :2012-08
Thallium	[µg/l]	< 1						DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Zink	[µg/l]	< 10	-	150	150	200	600	DIN EN ISO 17294-2 :2017-01
Phenolindex	[µg/l]	< 10		20	20	40	100	DIN EN ISO 14402:1999-12
Cyanid (gesamt)	[µg/l]	< 5		5	5	10	20	EN ISO 14403 :2012-10
Chlorid	[mg/l]	< 2		30	30	50	100	EN ISO 10304: 2009-07
Sulfat	[mg/l]	< 5		50	50	100	150	EN ISO 10304 :2009-07

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

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

Markt Rettenbach, den 27.09.2022

Onlinedokument ohne Unterschrift

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

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

Analysenbericht Nr.	42/11109	Datum:	28.09.2022
----------------------------	-----------------	---------------	-------------------

Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG
 Projekt : Projekt-Nr. : 220412
 Entnahmestelle : Art der Probenahme : PN98
 Art der Probe : Boden
 Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
 Entnahmedatum : 09.09.2022 Probeneingang : 23.09.2022
 Originalbezeich. : MP 03
 Probenbezeich. : 42/11109 Untersuch.-zeitraum : 23.09.2022 – 28.09.2022

1 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz nach DIN 4030-2

Parameter	Einheit	Messwert	Grenzwerte zur Beurteilung nach DIN 4030 Teil 1		Methode
			schwach angreifend	stark angreifend	
pH-Wert	-	8,5			DIN ISO 10390:2005-02
Wassergehalt	%	10,7			DIN EN 14346 : 2007-03
Säurekapazität	[mmol/kg TS]	7284	-	-	H. Steinrath/DVGW : 1966
Basenkapazität	[mmol/kg TS]	0,1	-	-	H. Steinrath/DVGW : 1966
Neutralsalze	[mg/kg]	92	-	-	H. Steinrath/DVGW : 1966
Sulfat (saurer Auszug)	[mg/kg]	1465	-	-	DIN EN 1744-1:2013-03
Chlorid (Cl)	[mg/kg]	6,3	-	-	EN ISO 10304: 2009-07
Sulfat (SO ₄)	[mg/kg]	43	2000 bis 5000	> 5000	EN ISO 10304: 2009-07
Sulfid (S)	[mg/kg]	< 3	- a)	-	DIN 4030-2: 2008-06
Säuregrad nach Baumann-Gully	[ml/kg]	8,0	> 200	-	DIN 4030-2: 2008-06
a) Bei Sulfidgehalten von > 100 mg S ²⁻ /kg Boden ist eine gesonderte Beurteilung durch einen Fachmann erforderlich.					
Beurteilung: Der Boden gilt als nicht betonangreifend.					

2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz nach DIN DIN 50929 Teil 3

Parameter	Einheit	Messwert	Bewertungszahl	
(1) Abschlümmbare Bestandteile (a) (nicht für Torf, Moor, Müll, Schlacke!)	Ma%	38,00	Z ₁ =	0
(3) Wassergehalt	Ma%	10,7	Z ₃ =	0
(4) pH-Wert		8,5	Z ₄ =	0
Pufferkapazität (berechnet)	mmol/kg			
(5) Säurekapazität bis pH 4,3	mmol/kg	7284	Z ₅ =	3
(6) Basekapazität bis pH 7,0	mmol/kg	0,1	Z ₆ =	0
(7) Sulfid (S²⁻)	mg/kg	< 3	Z ₇ =	0
(8) Sulfat (SO₄) im salzsauren Auszug	mmol/kg	15,25	Z ₈ =	-3
(9) Neutralsalze (wäss. Auszug) c(Cl ⁻) + 2c(SO ₄ ²⁻) mit Chlorid (Cl ⁻) im H ₂ O-Extr. mit Sulfat (SO ₄ ²⁻) im H ₂ O-Extr.	mmol/kg	1,06	Z ₉ =	0
	mmol/kg	0,18		
	mmol/kg	0,44		
Eingabe der Z-Werte aus vor-Ort- Betrachtungen/Messungen				
			Bewertungszahl	
(2) spezifischer Bodenwiderstand	Ωm		Z ₂ =	2
(10) Lage des Objektes zum Grundwasser Grundwasser nicht vorhanden = 0 Grundwasser vorhanden = -1 Grundwasser wechselt zeitlich = -2			Z ₁₀ =	0
(11) Bodenhomogenität, horizontal			Z ₁₁ =	
(12) Bodenhomogenität, vertikal Gering unterschiedl. Bodenwiderstände, dann Z ₁₂ = 0 Stark unterschiedl. Bodenwiderstände, dann Z ₁₂ = -1 / -2			Z ₁₂ =	
(13) Bodenhomogenität, Bettung homogen, dann Z ₁₃ = 0 inhomogen, Holz, Wurzeln, dann Z ₁₃ = -6			Z ₁₃ =	
Bewertungszahlsumme (Σ (Z ₁ ...Z ₁₀))			B ₀ =	2
Bewertungszahlsumme (Σ (B ₀ + Z ₁₁ ...Z ₁₄))			B ₁ =	
Einschätzung/Beurteilung:				
Der Boden ist in der Bodenklasse einzuordnen	la	,	B ₀ =	2
Die Korrosionsbelastung des Boden ist einzustufen als	sehr niedrig			
Die Korrosionswahrscheinlichkeit bei freier Korrosion von unlegierten und niedriglegierten Eisenwerkstoffen ist				
bezüglich der Mulden- und Lochkorrosion				
bezüglich der Flächenkorrosion			B ₁ =	

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

Markt Rettenbach, den 28.09.2022

Onlinedokument ohne Unterschrift

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

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

Analysenbericht Nr.	42/11107-2	Datum:	27.09.2022
----------------------------	-------------------	---------------	-------------------

1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG
Projekt : 220412
Entnahmestelle :
Art der Probenahme : PN98 Art der Probe : Boden
Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
Entnahmedatum : 09.09.2022 Probeneingang : 23.09.2022
Originalbezeich. : MP 01 Probenbezeich. : 42/11107
Untersuch.-zeitraum : 23.09.2022 – 27.09.2022

2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe			DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	85,3	DIN EN 14346 : 2007-03
Sulfat	[mg/kg TS]	1092	EN ISO 11885 :2009-09
HCl-saurer Heißwasseraufschluss			DIN EN 1744-1:2013-03

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

Markt Rettenbach, den 27.09.2022

Onlinedokument ohne Unterschrift

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

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

Analysenbericht Nr.	42/11108-2	Datum:	27.09.2022
----------------------------	-------------------	---------------	-------------------

1 Allgemeine Angaben

Auftraggeber : Geotechnik Aalen GmbH & Co.KG
 Projekt : 220412
 Entnahmestelle :
 Art der Probenahme : PN98 Art der Probe : Boden
 Probenehmer : von Seiten des Auftraggebers
 Entnahmedatum : 09.09.2022 Probeneingang : 23.09.2022
 Originalbezeich. : MP 02 Probenbezeich. : 42/11108
 Untersuch.-zeitraum : 23.09.2022 – 27.09.2022

2 Ergebnisse der Untersuchung aus der Originalsubstanz

Parameter	Einheit	Messwert	Methode
Erstellen der Prüfprobe aus Laborprobe			DIN 19747:2009-07
Trockensubstanz	[%]	88,5	DIN EN 14346 : 2007-03
Sulfat	[mg/kg TS]	1351	EN ISO 11885 :2009-09
HCl-saurer Heißwasseraufschluss			DIN EN 1744-1:2013-03

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

Markt Rettenbach, den 27.09.2022

Onlinedokument ohne Unterschrift

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



Uxo Pro Consult GmbH
Gustav-Müller-Straße 7
10829 Berlin

030 / 24 33 83 58
www.uxopro.de
info@uxopro.de

**LUFTBILDAUSWERTUNG ZUR
ÜBERPRÜFUNG DES VERDACHTS
AUF KAMPFMITTELBELASTUNG
VON BAUGRUNDFLÄCHEN
INKLUSIVE RECHERCHE ZU KAMPF- &
KRIEGSDATEN ZUR LUFTBILDAUSWAHL**

Gutachten der UXO PRO Consult vom 18.07.2022

Projekt:

74523 Schwäbisch Hall - Tüngental,
Ramsbacher Straße,
Erschließung Baugebiet
212205200845

PHASE A, FERNERKUNDUNG - ÜBERPRÜFUNG
DES KAMPFMITTELVERDACHTS

PROJEKTBEZOGENE DATEN | AUFTRAGGEBER | ANGABEN ZU KOOPERATIONEN

Projektbezeichnung:	74523 Schwäbisch Hall - Tüngental, Ramsbacher Straße, Erschließung Baugebiet
Datum der Beauftragung:	08.06.2022
Datum der Fertigstellung:	18.07.2022
Auftraggeber der Auswertung:	HGE Haller Grundstücks- und Erschließungsgesellschaft mbH Herr Müller Am Markt 7-8 74523 Schwäbisch Hall Tel.: 0791 751-701 E-Mail: volker.mueller@hge-sha.de
Planungsbegleitung:	kp engineering Herr Peller Kolpingstraße 11/6 74523 Schwäbisch Hall Tel.: 0791 95171 -28 E-Mail: peller@kp-engineering.de

AUFTRAGNEHMER | AUSWERTENDES UNTERNEHMEN

Auftragnehmer der Auswertung:	Uxo Pro Consult GmbH Kampfmittelauswertungen Gustav-Müller-Straße 7 10829 Berlin Tel.: 030 / 2433 8358 E-Mail: info@uxopro.de
UXO PRO Gutachten-ID:	212205200845

1. GUTACHTENBEDARF UND PROJEKTBESCHREIBUNG

Im Rahmen der Absicherung und der Ausführungsplanung folgendem Projekt zugehöriger Planungs-, Erkundungs- und Bauarbeiten soll das Erkundungsgebiet mit Hilfe einer Luftbildauswertung zur Überprüfung des Verdachts auf Kampfmittelbelastung auf die mögliche Kontamination mit Sprengbomben-Blindgängern untersucht werden:

74523 Schwäbisch Hall - Tüngental,
Ramsbacher Straße,
Erschließung Baugebiet.

2. ZIELSETZUNG DER AUSWERTUNG

Die Luftbildauswertung und die folgende Interpretation der Erkenntnisse hat die Beobachtung, Lokalisierung und Einordnung von luftächtigen Kriegseinwirkungen des Zweiten Weltkriegs und deren Auswirkungen auf die mögliche Kampfmittelkontamination des Baugrunds zum Ziel. In der Folge können Empfehlungen zur weiteren Vorgehensweise ausgesprochen werden (Kapitel 8).

3. AUFGABENSTELLUNG ZUR BEGUTACHTUNG

Mithilfe oben genannter Luftbildauswertung zur Überprüfung des Verdachts auf Kampfmittelbelastung soll der oben beschriebene Gutachtenbedarf gedeckt und die Kampfmittelsituation erkundet werden (Gefahrenabschätzung durch Fernerkundung). Dazu sind Sprengbomben-Trichter, Stellungen, Deckungsgräben sowie Flakstellungen und beschädigte Gebäudesubstanz zu dokumentieren, die im einsehbaren Bereich der auswertbaren Luftbildaufnahmen liegen und dort erkennbar sind. Auf Basis dieser Erkenntnisse und deren Interpretation sind Aussagen in Bezug auf die Wahrscheinlichkeit der Kontamination des Baugrunds mit Sprengbomben-Blindgängern zu treffen. Diese Berichterstattung ist nicht mit einer Garantie der Kampfmittelfreiheit gleichzusetzen. Die tatsächliche Kampfmittelbelastung des Erkundungsgebietes kann ausschließlich durch technische Methoden vor

Ort überprüft werden. Die vorliegende Begutachtung stellt eine Einschätzung des Verdachts auf Kontamination mit Kampfmitteln dar und die Hinweise zur weiteren Vorgehensweise stellen Empfehlungen dar. Eine Haftung der Uxo Pro Consult ist ausgeschlossen.

4. AUSWERTUNGSGRUNDLAGEN

Für die Lokalisierung des Erkundungsgebietes und die Einschätzung der Gesamtsituation wurden vom Auftraggeber Planunterlagen überlassen, die für die Durchführung der Auswertung in Unterlagen zur Weiterverarbeitung in der Luftbildauswertung umgewandelt wurden. Im vorliegenden Fall ist das Erkundungsgebiet auf der Vergrößerung eines neueren Luftbilds im Arbeitsmaßstab 1 : 5 000 blau umgrenzt (Anhang 2).

5. LUFTBILDER UND RECHERCHEMATERIALIEN

Die von UXO PRO Consult durchgeführten Archiv- und Datenbankrecherchen haben ergeben, dass mehrere (s. Tabelle 1), das Erkundungsgebiet und seine unmittelbare Umgebung abdeckende Luftbildaufnahmen existieren. Es wurden die für die Auswertung als relevant und zielführend bewerteten Aufnahmen beschafft.

Die Einsehbarkeit des Erkundungsgebietes und des Nahbereiches ist vereinzelt durch Vegetation erschwert. Die Aufnahmen sind wie in Tabelle 1 aufgeführt von gemischter Güte. Die Luftbilder vom 23.03.1945 wurden ausgewählt, um das Erkundungsgebiet in damaligem Zustand im Anhang 2 abzubilden.

Tabelle 1: Ausgewertete Luftbilder

Ausgewertete Luftbilder						
Datum	Sortie	Frame	ca.-Maßstab	Qualität	Herkunft	Anzahl
13.10.1944	E/0365	2039	1:25.000	mittel	USAF	1
01.11.1944	US31/3460	2048	1:11.000	schlecht	ACIU	1
22.03.1945	US7/0088/B	7039	1:48.000	mittel	ACIU	1
23.03.1945	US7/0090/B	4090+4091	1:8.000	gut	USAF	2
18.05.1945	US39/3920	5075	1:25.000	schlecht	USAF	1
09.07.1945	4267/1-1	137	1:40.000	schlecht	USAF	1
					Gesamt	7

5.1 Akten, Literatur und Hintergrund

Über die Luftbildauswertung hinaus wurden mehrere weitere Quellen bemüht, um weitere Informationen zu etwaigen Luftangriffen im Projektgebiet zu erhalten. Es wurden zusätzlich die folgenden Informationen beschafft/bewertet:

ALLIIERTE AKTENLAGE (MILITÄRISCH):

Es besteht kein Informationsgehalt in der Alliierten Aktenlage¹, der auf strategische Luftangriffe auf das Erkundungsgebiet hinweist. Dies ist nicht mit der Nichtexistenz von Luftangriffen gleichzusetzen.

LITERATUR, ZIVIL:

Die Fachliteratur zu Truppenbewegungen der Alliierten² enthält keine Hinweise hierauf.

In der Standardliteratur zur amerikanischen Luftwaffengeschichte des Zweiten Weltkrieges³ sind keine Korrelationen mit dem Erkundungsgebiet zu ermitteln.

¹ United States Strategic Bombing Surveys & Military Intelligence Photographic Interpretation Reports, National Archives and Records Administration, Washington, D. C., USA.

² Williams, H. Mary: United States Army in World War II, Special Studies, Chronology 1941-1945; Washington, D. C., 1989.

³ Mueller, Robert & Carter, Kit C.: U. S. Army Air Forces in World War II. Combat Chronology 1941-1945, Washington, D. C., 1991

AKTENLAGE, BEHÖRDLICH/ZIVIL:

Um weitere Ergründungen der Kriegshistorie anzustellen und die Erkenntnisse aus der Luftbildauswertung möglicherweise abzusichern und zu überprüfen, wurden die Aktenbestände des Hauptstaatsarchives Stuttgart⁴ geprüft, in welchen zu den Gemeinden Berichte der letzten Kriegstage gesammelt wurden. Dies erbrachte weitere Beschreibungen zum Kriegsgeschehen: Die Umgebung des Dorfes wurde mehrfach beschossen und bombardiert. Tüngental wurde am 18.04.1945 mit Artillerie beschossen. Am 19.04.1945 wurde das Dorf abermals intensiv beschossen. Es entstanden zahlreiche Schäden. Noch am Abend des 19.04.1945 wurde Tüngental durch Amerikaner besetzt. Das Kriegsende gilt hiermit als festgestellt.

Weiterhin kann in einem Portal der Stadt Schwäbisch Hall ermittelt werden⁵, dass der Teilort Tüngental mehrfach beschädigt worden ist. Es entstanden auch im Ort mehrere schwere Zerstörungen. Die Stadt Schwäbisch Hall wurde bereits am 17.04.1945 besetzt⁶.

5.2 Erkenntnislücken

Es bestehen keine Erkenntnislücken in der Auswertung. Alle notwendigen Informationen sind vorhanden, um zu einem vollständig belastbaren Urteil zu kommen.

6. METHODISCHE VORGEHENSWEISE DER AUSWERTUNG

Die beschaffte Auswahl der Luftbilddaufnahmen wurde mit Hilfe von Betrachtungseinrichtungen bei mehrfacher Vergrößerung, zu Teilen und sofern möglich, stereoskopisch überprüft und in Bezug auf luftsichtige Kriegseinwirkungen und die daraus potenziell resultierende Kontamination mit Kampfmitteln untersucht.

⁴ Hauptstaatsarchiv Stuttgart, Findbuch J 170.

⁵ <https://www.schwaebischhall.de/de/unsere-stadt/geschichte/geschichte-teilorte/tuengental> (04.07.2022).

⁶ https://de.wikipedia.org/wiki/Schw%C3%A4bisch_Hall#Im_Zeitalter_der_Weltkriege (04.07.2022).

Dabei wurde die Auswahl der Aufnahmen visuell von einem UXO PRO-Gutachter auf die mögliche Existenz von Hinweisen auf die im Folgenden eingeordneten Kategorien überprüft, zu welchen eine Einordnung in einigen Fällen nur in Verbindung mit der Bewertung und Interpretation von Archivalien erfolgen kann, sofern diese vorliegen:

6.1 Luftangriffe

Hinweise auf Bombardierungen mit allen Arten von Abwurfmunition (z. B. Spreng-, Brand- und Splitterbomben), Bombardierungen durch Bordwaffenbeschuss durch Jagdbomber-Angriffe, Bordwaffenbeschuss durch Jäger-Angriffe, die durch alliierte (amerikanische, britische und russische Einheiten und deren Verbündete) Einheiten erfolgten. Hierzu zählen nicht Kampfmittelbelastungen, die infolge dieser Angriffe unmittelbar (z. B. versprengte Munition aus detonierten Munitionsstapeln) oder mittelbar (z. B. später in offene Trichter entsorgte Infanteriemunition) eingetreten sind.

6.2 Bodenkämpfe

Hinweise auf mögliche Kampfmittelbelastungen, die durch Kampfhandlungen am Boden entstanden sind. Hierzu gehören u. a. Belastungen durch blindgegangene Munition und Waffen in Feuerstellungen, Stellungen und Stellungssystemen oder in Trichtern, Gruben und natürlichen Hohlformen im Bereich von Kampfgebieten, Belastungen durch Minenfelder und Belastungen durch verminte oder mit Sprengeinrichtungen versehene Infrastruktur.

6.3 Munitionsvernichtung

Hinweise auf geplante oder ungeplante Vorgänge, die zu Belastungen durch die Vernichtung von Munition durch Sprengungen geführt haben könnten, die Beseitigung von Munition durch planmäßige oder unplanmäßige Ablagerung und Entsorgung, die Beseitigung von Munition durch Versenkung und die Behandlung von Munition durch nicht berechnigte Personen zur Wertstoffgewinnung.

6.4 Militärischer Regelbetrieb

Hinweise auf Vorgänge während des normalen Betriebs einer militärischen Liegenschaft im Kommandobereich militärischer Befehlsstrukturen in Friedens- und Kriegszeiten, die zu einer Kampfmittelbelastung geführt haben könnten. Hierzu zählen u. a. Schießstände, Feuerstellungen, Sprengplätze und Bombenabwurfplätze.

7. ERGEBNISSE DER AUSWERTUNG UND INTERPRETATION

Die Untersuchung der Luftbildaufnahmen hat zu der Erkenntnis geführt, dass ein Verdacht der Kontamination mit Kampfmitteln für das entsprechende Gebiet begründet ist. Das Erkundungsgebiet und dessen Nahbereich sind möglicherweise mit Kampfmitteln belastet. Es sind kampfmittelrelevante Strukturen innerhalb des kritischen 50 Meter-Radius um die Grenzen des Erkundungsgebietes und/oder innerhalb desselben zu beobachten. Das Erkundungsgebiet ist aufgrund der in folgende Kategorien unterteilten Befunde als kontaminationsverdächtige Fläche (KVF) zu bezeichnen.

7.1 Luftangriffe

Im Erkundungsgebiet und dessen Nahbereich sind keine Spuren von Bombardierungen festzustellen.

7.2 Bodenkämpfe

Auf den o. g. Aufnahmen konnten Hinweise auf intensive Bodenkämpfe mit Kampfmittelrelevanz für den angefragten Bereich festgestellt werden. Im Zuge der Zerstörung Tüngentals sind auch im Erkundungsgebiet zahlreiche Artillerieeinschläge entstanden.

7.3 Munitionsvernichtung

Auf den o. g. Aufnahmen konnten keine Hinweise auf Munitionsvernichtungen für den angefragten Bereich festgestellt werden.

7.4 Militärischer Regelbetrieb

Auf den o. g. Aufnahmen konnten keine Hinweise auf militärischen Regelbetrieb mit Kampfmittelrelevanz für den angefragten Bereich festgestellt werden.

8. FAZIT DER AUSWERTUNG UND EMPFEHLUNG

Die Luftbildauswertung hat den Verdacht der Kontamination des Erkundungsgebietes mit Kampfmitteln bestätigt. Erfahrungsgemäß gelangten 8 - 18 % aller im Zweiten Weltkrieg abgeworfenen Sprengbomben nicht zur Explosion. Auch Artilleriebeschuss hatte Blindgänger zur Folge. Demnach muss davon ausgegangen werden, dass, aufgrund oben genannter Befunde und unter Berücksichtigung des behördlich genutzten 50 Meter-Radius, im Erkundungsgebiet (=KVF) noch Kampfmittel vorhanden sind.

Für das gesamte Erkundungsgebiet empfehlen wir eine nähere technische Untersuchung durch einen Kampfmittelbeseitigungs- oder -räumdienst des Bundeslandes oder ein privates Fachunternehmen (Kampfmittelsondierung). Dieses muss über eine Zulassung nach § 7 SprengG und geschultes Personal (Befähigungsschein nach § 20 SprengG) verfügen. Wir empfehlen dringend, vor einer weiterführenden technischen Untersuchung im Bereich des Erkundungsgebiets keine Eingriffe in den Untergrund vorzunehmen.

Die vorliegende Auswertung und damit verbundene Aussagen haben ausschließlich für das im Anhang 2 gekennzeichnete Erkundungsgebiet Gültigkeit. Aussagen und Schlussfolgerungen über angrenzende Gebiete sind nicht zulässig.

Das Fazit der Auswertung und die Interpretation der Luftbildaufnahmen basieren auf der in „5. LUFTBILDER“ genannten repräsentativen Auswahl der Aufnahmen und beschränken sich folglich auf diese. Die gesamte Auswertung bezieht sich ausschließlich auf das uns zum Auswertungszeitpunkt vorliegende Luftbildmaterial.



Gutachter D. Dieskau

UXO PRO Consult | Berlin, 18.07.2022

Bereich LBA / Luftbilddauswertung auf Verdacht der Kampfmittelbelastung von Baugrundflächen

Anhänge (s. auch Folgeseite)

Anhang 1: Daten des Erkundungsgebietes.

Anhang 2: Graphische Darstellung der Ergebnisse der Luftbilddauswertung in heutiger Umweltsituation und auf einem historischen Luftbilddausschnitt.

Luftbilddauswertung zur Überprüfung des Verdachts auf Kampfmittelbelastung von Baugrund

ANHANG 1: DATEN DES ERKUNDUNGSGEBIETES

Projekt: 74523 Schwäbisch Hall - Tüngental, Ramsbacher Straße, Erschließung Baugebiet

Gutachten-ID: 212205200845

1.1.1 Bundesland	Baden-Württemberg
1.1.2 Stadt/Gemeinde	Schwäbisch Hall - Tüngental
1.2.1 Koordinaten ETRS89 / UTM 32N	559367 E, 5441956 N
1.2.2 Größe des Erkundungsgebietes (circa)	69.337 m ²

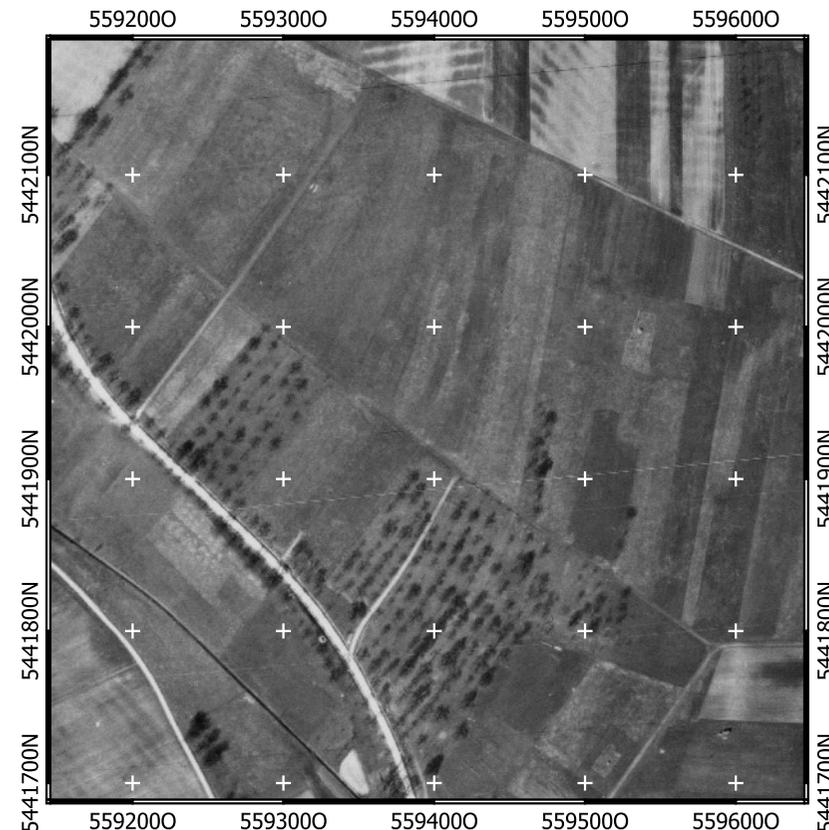
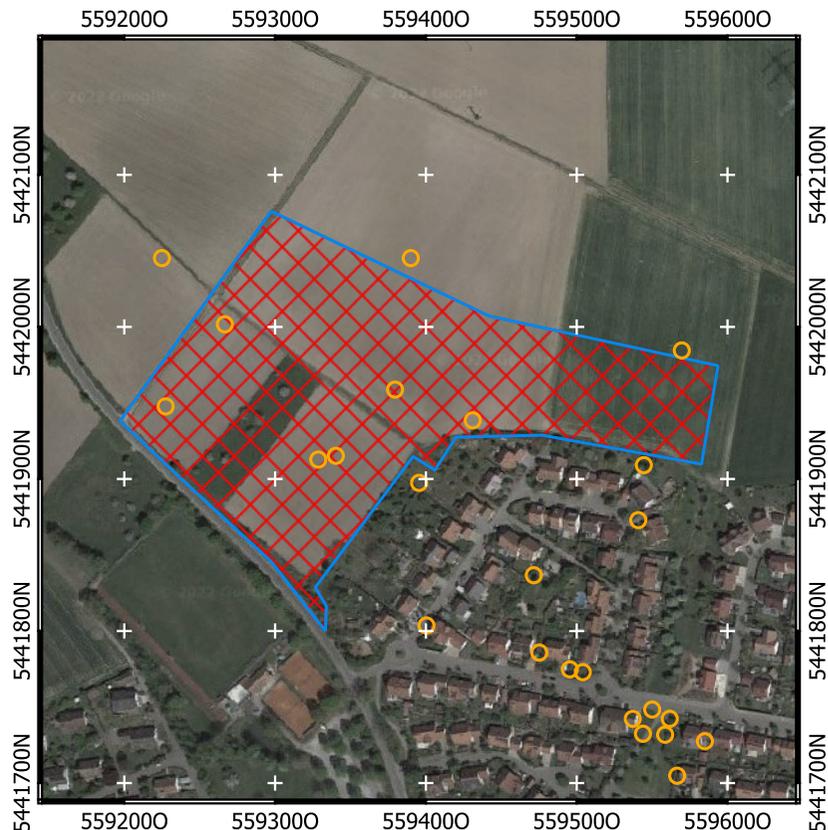
Luftbildauswertung zur Überprüfung des Verdachts auf Kampfmittelbelastung von Baugrund

Anhang 2:
Erkundungsgebiet und Ergebnisse der Luftbildauswertung in heutiger Umweltsituation und auf einem historischen Luftbildausschnitt

Projekt: 74523 Schwäbisch Hall - Tüngental, Ramsbacher Straße, Erschließung Baugebiet
Gutachten-ID: 212205200845

UXOPRO

Uxo Pro Consult GmbH
Gustav-Müller-Straße 7
10829 Berlin
info@uxopro.de



Legende

- Artillerieeinschlag
- ▣ Kampfmittelverdachtsfläche (KVF)
- beantragtes Erkundungsgebiet



Das oben in heutiger Umweltsituation umrandete Erkundungsgebiet bestimmt allein den Bereich, für den das in der Begutachtung festgestellte Ergebnis gültig ist. Die Markierung kontaminationsrelevanter Strukturen ist nicht abschließend. Lediglich die für das Ergebnis der Begutachtung ausschlaggebenden Elemente wurden dargestellt.

Aufnahmedatum des Luftbilds: 23.03.1945. Aufgrund technischer Umstände zur Zeit der Luftbildaufnahme kann nicht ausgeschlossen werden, dass das Luftbild Verzerrungen unterliegt. Das reproduzierte Luftbild unterliegt strengsten Datenschutzbestimmungen und darf nicht ohne die schriftliche Gestattung von UXO PRO Consult weitergeleitet, verbreitet, veröffentlicht oder anderweitig Dritten zugänglich gemacht werden.

Koordinatenbezugssystem: ETRS89 / UTM Zone 32N

Maßstab: 1:5.000

