

Markus Maag
Franz-Schubert-Str. 34

72458 Albstadt

Partnerschaft
Dipl. Geol. Eric Utry
Dipl. Geol. Jörg Egle

Neckartal 93
D-78628 Rottweil
Tel.: 0741 / 1756066
Fax: 0741 / 1756086
info@geoteam-rottweil.de
www.geoteam-rottweil.de

Bericht Nr.: M-291-2021

Bearbeitung: Dr. Madlener

Datum: 02.11.2021

Neubau eines Mehrfamilienhauses, Schwarzwaldstr. 64, 72458 Albstadt
-Baugrundgutachten-

INHALT

1	Einleitung.....	2
1.1	Auftrag.....	2
1.2	Unterlagen.....	2
1.3	Standortbeschreibung und Bauvorhaben.....	2
2	Untersuchungsumfang	3
3	Geologische und hydrogeologische Verhältnisse.....	4
3.1	Schichtenaufbau.....	4
3.2	Hydrogeologie	5
4	Geotechnische Beurteilung	6
4.1	Bodenklassifizierung.....	6
4.2	Bodenmechanische Kennwerte	6
4.3	Bodenklassen und Homogenbereiche nach DIN 18300.....	7
4.4	Erdbebenzone und Untergrundklasse gemäß DIN EN 1998 Nationaler Anhang.....	9
4.5	Weitere geotechnische Randbedingungen und Eigenschaften	9
5	Gründungsdiskussion	9
5.1	Streifen- und Einzelfundamente.....	10
5.2	Allgemeine Angaben zur Gründung.....	11
5.3	Baugruben, Abdichtung der Bauwerke und Wasserhaltung	11
5.4	Arbeitsraumverfüllung.....	12
5.5	Wiederverwendbarkeit des Erdaushubes.....	12
6	Abfallrechtliche Einstufung des Aushubmaterials	12
7	Abschließende Bemerkungen	14

ANLAGEN

- Anlage 1: Übersichtsplan
Anlage 2: Lageplan Schürfe
Anlage 3: Schurfprofile / Säulenprofile
Anlage 4: Fotodokumentation
Anlage 5: Analysenergebnisse / Laborbericht der Agrolab Labor GmbH

1 Einleitung

1.1 Auftrag

Das GEOTEAM Rottweil wurde am 21.09.2021 von der Bauherrschaft mit der Durchführung einer Baugrunduntersuchung und Erstellung eines Gründungsgutachtens für den Neubau eines Mehrfamilienhauses in 72458 Albstadt-Ebingen, Flst.-Nr. 3714, beauftragt. Grundlage der Beauftragung war unser Angebot vom 13.09.2021.

Aufgabe der geotechnischen Untersuchung ist die Erkundung der Bodenschichtung im Bereich des Bauvorhabens, Bestimmung der bodenmechanischen Kennwerte, die Beurteilung und Klassifizierung der anstehenden Böden sowie die Abgabe einer Gründungsempfehlung. Darüber hinaus sollte anfallender Erdaushub abfalltechnisch klassifiziert werden.

Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in dem vorliegenden Bericht dokumentiert.

1.2 Unterlagen

Neben der Fachliteratur und den relevanten DIN-Normen standen uns die folgenden Unterlagen zur Erstellung des Berichtes zur Verfügung:

- /1/ Geologische Karte von Baden-Württemberg, Maßstab 1:50.000, Kartendienst des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, maps.lgrb-bw.de;
- /2/ Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg, Maßstab 1:35.000, Innenministerium Baden-Württemberg, 2005;
- /3/ Topografische Karte von Baden-Württemberg Maßstab 1:25.000 auf CD-ROM;
- /4/ Datenrecherche bezüglich öffentlicher Grundwasserdaten, Wasserschutzgebiete und Überschwemmungsgebiete beim Daten- und Kartendienst der LUBW, <http://brsweb.lubw.baden-wuerttemberg.de/brs-web/index.xhtml>;
- /5/ Ingenieurgeologische Gefahren in Baden-Württemberg, Herausgegeben vom Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, 2005;
- /6/ Ingenieurgeologische Gefahrenhinweiskarte von Baden-Württemberg 1:50.000, <https://maps.lgrb-bw.de/>.
- /7/ Lageplan, Vermessungsbüro Stäbler in 70794 Filderstadt, Maßstab 1:500, 28.07.2021
- /8/ Ansichten und Schnitte, Ingenieurbüro Sieber, 72458 Albstadt, 09.01.2021

1.3 Standortbeschreibung und Bauvorhaben

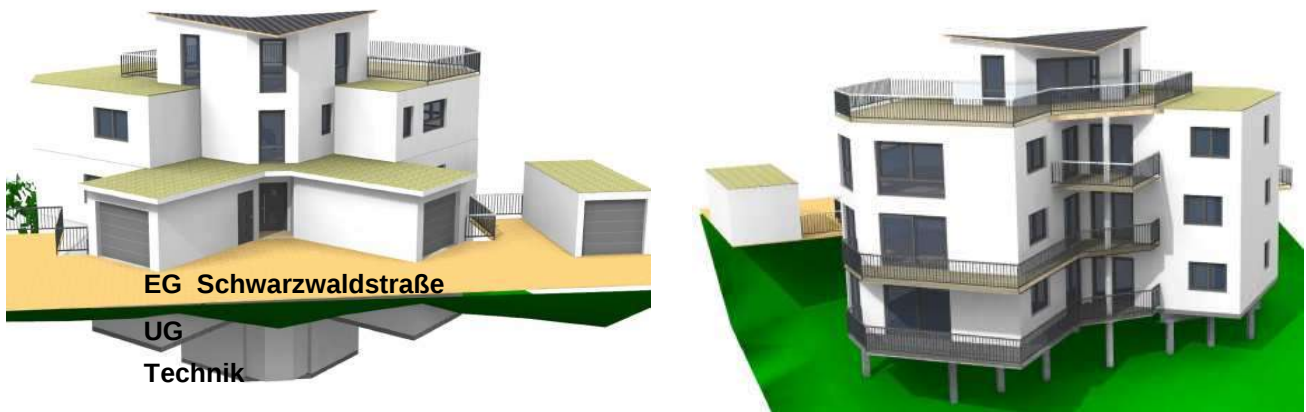
Albstadt-Ebingen befindet sich im Zollernalbkreis auf der Schwäbischen Alb. Die Geländeoberkante liegt in der Schwarzwaldstraße 64 auf einer Höhe von ca. 776,6 m über NN und fällt steil mit einer mittleren Hangneigung von 18° nach Ostsüdost auf ca. 765,0 m über NN ab. Das Hanggrundstück wird derzeit als Grünfläche genutzt.

Laut /8/ und Abbildung 1 kann das Bauvorhaben wie folgt beschrieben werden:

- Neubau eines Mehrfamilienhauses, mit 3 Stockwerken (UG, EG, OG), einem Technikraum und einem Loft.

- Das Mehrfamilienhaus weist einen unregelmäßigen Grundriss von ca. 13,0 m x 20,0 m auf (siehe Abbildung 1).
- Der Technikraum bindet vollkommen in den Untergrund ein und hat einen Grundriss von ca. 5,0 m 5,0 m.
- Das UG bindet im Westen in den Untergrund ein, in Richtung Osten soll der nicht unterkellerte Bereich zum Hangaussgleich auf Stelzen stehen.
- Auf Höhe der Schwarzwaldstraße (EG) sind 3 Garagen vorgesehen
- Die V-förmig angeordneten Garagen im Eingangsbereich (EG) werden unterkellert. Sie schneiden hangseitig in den Untergrund ein und sind Teil des UGs.
- Das EG ist von der Schwarzwaldstraße her ebenerdig zugänglich und liegt auf einer Höhe von rund 776,5 ü NN.

Abbildung 1: Gebäudeansichten von Westen und Osten /8/



Die Lage des Untersuchungsgeländes kann dem Übersichtsplan in der Anlage 1 entnommen werden. Ein Lageplan mit den Schurfansatzpunkten befindet sich in der Anlage 2. Die Fotodokumentation in Anlage 4 vermittelt einen Eindruck der örtlichen Verhältnisse.

2 Untersuchungsumfang

Die Untersuchung des Untergrundes beruht auf der Profilaufnahme von drei Baggerschürfen, welche eine Tiefe bis zu 4,2 m u. GOK erreichten. Ein tieferer Aushub war mit dem eingesetzten Bagger nicht möglich.

Die Feldarbeiten fanden am 07.10.2021 statt. Die geotechnische Aufnahme der Schurfprofile erfolgte durch das GEOTEAM Rottweil gemäß DIN EN ISO 14688/DIN 4022, DIN EN ISO 14689 und DIN 18196.

Folgende Laboruntersuchungen wurden durchgeführt:

- 1 x Analysenumfang gemäß VwV des UM für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial.

Die angetroffenen Bodenverhältnisse sind in Anlage 3 graphisch nach DIN 4022/4023 dargestellt.

3 Geologische und hydrogeologische Verhältnisse

Ausweislich der Geologischen Karte, Maßstab 1:50.000 von Baden-Württemberg /1/, liegt das Untersuchungsgelände im Bereich der Wohlgeschichteten Kalke-Formation des Weißen Jura. Es handelt sich um eine Abfolge von hellbeigen bis hellgrauen, gut gebankten Kalksteinen mit Mergelfugen. Die Wohlgeschichteten Kalke-Formation ist von quartärem Hangschutt bedeckt.

3.1 Schichtenaufbau

Im Zuge der Feldarbeiten wurden folgende Bodenverhältnisse angetroffen:

a) Oberboden

Der Oberboden weist eine Mächtigkeit von 0,3 m - 0,4 m auf. Er wird im Zuge des Bauvorhabens abgeschoben und ist geotechnisch nicht relevant.

b) Hangschutt

Unter dem Oberboden wurden in Schurf 1 und Schurf 2 ein hellbrauner bis beiger Hangschutt angetroffen. Dieser besteht aus einem schluffigen Ton-Kalkstein-Gemisch und reicht bis in eine Tiefe von max. 2,0 m unter GOK. Die Matrix des Hangschutts weist eine steife Zustandsform auf.

c) Verwitterungslehm

Ausschließlich in Schurf 2 folgt unter dem Hangschutt ein 2,0 m mächtiger Verwitterungslehm bis in eine Tiefe von 3,9 m unter GOK. Dieser bestehend aus hellbraunen, schluffigen Tonen von steifer Konsistenz.

d) Verwitterungsdecke

Im Liegenden des Hangschutts bzw. Verwitterungslehm nimmt der Anteil an Kalksteinen und Blöcken zu. Es handelt sich hierbei um die Verwitterungsdecke der Wohlgeschichteten-Kalke-Formation. Diese besteht aus hellgrauen bis beigen, verwitterten Kalksteinen mit tonig-schluffigen Anteilen. Die tonig-schluffige Matrix ist von steifer bis halbfester Konsistenz. In Schurf 1 war der Anteil an Kalksteinen höher und es wurde eine mitteldichte Lagerung angetroffen.

e) Wohlgeschichtete Kalke-Formation, fest

In Schurf 3 wurden ab einer Tiefe von 1,3 m unter GOK Kalksteine der Wohlgeschichteten Kalke-Formation angetroffen. Die Wohlgeschichtete Kalk-Formation ist nach DIN EN ISO 14689 als stark bis mäßig verwittert (W2-W3) einzustufen. Es liegt eine geringe bis sehr hohe Festigkeit (R2 – R4 nach DIN EN ISO 14689) und eine gute Kornbindung (gKb nach DIN EN ISO 14689) vor. Die Bankmächtigkeiten betragen etwa 10 cm bis 15 cm. Das Lösen der Kalksteinbänke war an der Schurfsohle von Schurf 3 nicht weiter möglich.

Entsprechend den Befunden der ausgewerteten Unterlagen und den durchgeführten Aufschlüssen ergibt sich der in der folgenden Tabelle wiedergegebene vereinfachte Schichtenaufbau. Die Bodenschichtung kann auch den Schurfprofilen in Anlage 2 entnommen werden.

Tabelle 1: Vereinfachter Schichtenaufbau

Schichtenbezeichnung	Tiefe Schichtenunterkante [m u. GOK]	charakteristische Bodenart	Konsistenz / Lagerungsdichte/ Verwitterungszustand
Oberboden	0,3 – 0,4	--	--
Hangschutt	Schurf 1: 1,3 Schurf 2: 2,0 Schurf 3: -	Kies, Ton, steinig, schluffig	steif
Verwitterungslehm	Schurf 1: - Schurf 2: 3,9 Schurf 3: -	Ton, schluffig, kiesig	steif
Verwitterungsdecke	Schurf 1: > Endteufe Schurf 2: > Endteufe Schurf 3: 1,3	Ton, schluffig, kiesig	steif-halbfest / mitteldicht
Wohlgeschichtete Kalke-Formation	Schurf 1: - Schurf 2: - Schurf 3: > Endteufe	Kalkstein	fest stark bis mäßig verwittert Stufe W2-W3*, R2-R4*, gebankt, mittelständig geklüftet*

¹⁾ gemäß DIN EN ISO 14689-1

3.2 Hydrogeologie

Im Zuge der Schurfarbeiten wurde kein Grundwasser angetroffen. Weitere Angaben zum Grundwasserstand liegen nicht vor. Gemäß /3/ befindet sich das Untersuchungsgebiet außerhalb von Überschwemmungsgebieten und Wasserschutzgebietszonen.

Die abgeschätzten Durchlässigkeitsbeiwerte k_f der anstehenden Schichten sind der folgenden Tabelle 2 zu entnehmen.

Tabelle 2: Abgeschätzte hydraulische Durchlässigkeit

Schichtenbezeichnung	Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s]
Hangschutt	$1 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-8}$
Verwitterungslehm	$1 \times 10^{-8} - 1 \times 10^{-10}$
Verwitterungsdecke	$1 \times 10^{-7} - 1 \times 10^{-10}$
Wohlgeschichtete Kalke-Formation	$1 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-8}$

Ein Bemessungswasserstand kann auf der Basis der vorliegenden Daten nicht angegeben werden. Der Bauwasserstand dürfte unterhalb der geplanten Baugrubensohle liegen

Hinweis: Bei der Wohlgeschichtete-Kalke-Formation handelt es sich um einen Kluft- und Karstgrundwasserleiter. Laut Ingenieurgeologischen Gefahrenkarte /6/ ist am Standort eine Verkarstungsgefährdung nicht auszuschließen.

4 Geotechnische Beurteilung

4.1 Bodenklassifizierung

Die Benennung und Beschreibung der aufgeschlossenen Bodenschichten erfolgt nach Maßgabe der DIN 4022 / DIN EN ISO 14688-1 und -2, der DIN EN ISO 14689 (Benennung und Beschreibung von Bodenarten und Fels) und der DIN 18196 (Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke):

Tabelle 3: Bodenklassifizierung

Schichtbezeichnung	Bodenart nach DIN 4022 / DIN EN ISO 14688-1:2002	Bodengruppe DIN 18196 / DIN EN ISO 14688- 2:2004	Frost- klasse (*)	Konsistenz / Lagerungsdichte / Verwitterungszustand
Hangschutt	G, T, x, u / sicoClGr	GU*	F 3	steif
Verwitterungslehm	T, u, g / grsiCl	TM	F 3	steif
Verwitterungsdecke	T, u, g / grsiCl	GU/GU*	F 2/F3	steif-halbfest, mitteldicht
Wohlgeschichtete Kalke-Formation	Kst	-	-	fest, mäßig – stark verwittert (W2-W3) ¹⁾ , gering bis hohe Druck- festigkeit (R2-R4) ¹⁾

(*) gem. ZTVE-StB 17 F1 = nicht frostempfindlich; F2 = gering bis mittel frostempfindlich
F3 = sehr frostempfindlich

¹⁾ Angaben gemäß DIN EN ISO 14689

Tabelle 4: Felsmechanische Kennwerte

Felsart	Wichte feuchtes Gebirge	Reibungs- winkel ¹⁾	Kohäsion ¹⁾	Einaxiale Druckfestig- keit	Steifemodul Gebirge
	γ [kN/m ³]	φ [°]	c' [kN/m ²]	σ_c [MN/m ²]	E MN/m ²
Wohlgeschichtete Kalke-Formation	24	32 - 35	≥ 0	25 - 150	500 – 1.000

¹⁾ Werte gelten für Scherbeanspruchung entlang von Trennflächen

Die Werte gelten für angewittertes bis frisches Gebirge, sofern nicht anders angegeben.

4.2 Bodenmechanische Kennwerte

Entsprechend den Ergebnissen unserer Untersuchungen können in Verbindung mit den Angaben der DIN 1055 sowie der allgemeinen Erfahrung nachfolgende Bodenkennwerte für erdstatische Berechnungen angesetzt werden:

Tabelle 5: Bodenmechanische Kennwerte

Schichten- bezeichnung	Wichte		Reibungs- winkel	Kohäsion		Steife- Modul
	erdfeucht	unter Auftrieb	φ_k	$c'_{k, k}$	$c_{u, k}$	$E_{s, k}$
	γ_k [kN/m ³]	γ'_k [kN/m ³]	[°]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[MN/m ²]
Hangschutt	19	9	27,5	5	10 – 20	10-20
Verwitterungslehm	19	9	25	15	20 – 300	8 – 10 ¹
Verwitterungsdecke	20	10	30-35	--	--	30-50

¹⁾ Steifemodul kann für Setzungsberechnungen verdoppelt werden

Die oben angegebenen Bodenparameter basieren auf den vorliegenden Untersuchungsergebnissen und auf Erfahrungswerten mit vergleichbaren Böden. Sie beziehen sich auf die aufgeschlossenen Bodenschichten im ungestörten Zustand und gelten für die angegebenen Konsistenzen und Lagerungsdichten. Durch Störungen, wie z.B. durch Auflockerungen und durch Auffüllungen, können sich die angegebenen Parameter erheblich reduzieren.

4.3 Bodenklassen und Homogenbereiche nach DIN 18300

Gemäß VOB/C 2016 sind Homogenbereiche des Untergrundes anzugeben, die entsprechend ihrer Bearbeitbarkeit vergleichbare Eigenschaften aufweisen. Die Homogenbereiche sind somit baugeräte- und gewerkespezifisch festzulegen und können aus einer oder mehreren Boden- bzw. Felsschichten bestehen.

Die Homogenbereiche und deren Eigenschaften beschreiben den Zustand von Boden und Fels vor dem Lösen. Bei den angegebenen Kennwerten handelt es sich nicht um charakteristische Kennwerte für Berechnungen, sondern um mögliche Spannbreiten, die zur Abschätzung der Bearbeitbarkeit von Boden und Fels verwendet werden können.

Da die Bauverfahren noch nicht abschließend festgelegt sind, erfolgt die Einteilung der Homogenbereiche entsprechend den üblicherweise verwendeten Bauverfahren.

Die angetroffenen Bodenschichten können überwiegend folgenden Bodenklassen nach DIN 18300:2012 bzw. Homogenbereichen nach DIN 18300:2015 zugeordnet werden. Es wurde dabei vom Einsatz eines mittelschweren Baggers (10 t bis 25 t) für den Aushub der Baugrube ausgegangen. Die Angaben der Bodenklassen nach DIN 18300:2012 erfolgen informativ.

Tabelle 6: Bodenklassen nach DIN 18300:2012 und Homogenbereiche nach DIN 18300:2015

Schichtbezeichnung	Bodenklasse DIN 18300:2012	Homogenbereich DIN 18300:2015
Oberboden	1	-- [*]
Hangschutt	5	A
Verwitterungslehm	4	A
Verwitterungsdecke	5 – 6 ¹⁾	A
Wohlgeschichtete Kalke- Formation	6 - 7	B

*Oberbodenarbeiten sind in der ATV DIN 18320 geregelt;

¹⁾ In Abhängigkeit des Anteiles an Steinen und Blöcken

Die vorliegenden Bodenschichten können zu zwei Homogenbereichen hinsichtlich des Lösens und der Wiederverwendung zusammengefasst werden.

Tabelle 7: Homogenbereiche nach DIN 18 300:2015 für Erdarbeiten in Lockerböden

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereich
	A
Schicht / ortsübliche Bezeichnung	Hangschutt, Verwitterungslehm, Verwitterungsdecke
Bodenart, Korngrößenverteilung	G, s'-s, u'-u, t'-t, h'-h / S, u'-u, g'-g, t'-t, h'-h / U, g'-g s'-s, t'-t, h'-h / T, g'-g, s'-s, u'-u, h'-h enggestuft, weitgestuft, intermittierend gestuft
Massenanteil Steine [%]	< 40
Blöcke [%]	< 25
große Blöcke [%]	< 5
Kohäsion c' [kN/m ²]	< 30
undrainierte Scherfestigkeit c _u [kN/m ²]	< 300
Wassergehalt w _n [%]	5 – 40
Plastizität I _p ¹⁾ [%]	0 bis > 50
Konsistenz I _c ¹⁾	0,25 – 1,5 /breiig –fest
bezogene Lagerungsdichte I _D ¹⁾	0,2 – 1/locker – sehr dicht
Abrasivität LCPC ²⁾	nicht abrasiv – stark abrasiv ³⁾
Bodengruppe	A[], GU*, GU, GE, GI, GW, GT, GT*, SE, SW, SU, SU*, UL, UM, TA, TL, OT SU, SU*, UL, UM, TA, TM, TL, OT

¹⁾ Begriffe nach DIN EN ISO 14 688-2

²⁾ Begriffe gemäß Käsling, H. & Thuro, K.: Bestimmung der Gesteinsabrasivität - Versuchstechniken und Anwendung; in: DGGT, 31. Baugrundtagung, 2010

³⁾ Werte nur geschätzt, keine Laborversuche nach LCPC ausgeführt

Tabelle 8: Homogenbereiche gemäß DIN 18 300 und DIN 1 301 für Erd- und Bohrarbeiten in Fels

Eigenschaft / Kennwert	Homogenbereich
	B
Schicht	Wohlgeschichtete Kalke Formation, frisch-stark verwittert
ortsübliche Bezeichnung	Oberer Jura
Benennung von Fels ¹⁾	Kalkstein
Verwitterung und Veränderungen, Veränderlichkeit ¹⁾	frisch – stark verwittert, nicht veränderlich - veränderlich
einaxiale Druckfestigkeit [MN/m ²]	10 - 50
Trennflächenrichtung, Trennflächenabstand, Gesteinskörperform ²⁾	Fallrichtung: 0° - 360° Fallwinkel: 0° - 10° Trennflächenabstand: < 6 mm - 300 mm Gesteinskörper ¹⁾ : tafelförmig
Abrasivität CAI ³⁾	kaum abrasiv - stark abrasiv ⁴⁾

- 1) Begriffe nach DIN EN ISO 14 689-1
- 2) sölige Lagerung, abgeleitet aus der geol. Karte [U 2]
- 3) Begriffe gemäß Käsling, H. & Thuro, K.: Bestimmung der Gesteinsabrasivität - Versuchstechniken und Anwendung; in: DGGT, 31. Baugrundtagung, 2010
- 4) Werte nur geschätzt, keine Laborversuche nach CAI ausgeführt

Für die Ausschreibung von Verbauarbeiten nach DIN 18 303 gelten entsprechend VOB 2016 die Regelungen gemäß DIN 18 300.

Die in obigen Tabellen angegebenen Bodenklassen und Angaben zu Homogenbereichen beschränken sich auf den Zustand der punktwise vorgenommenen Bodenaufschlüsse. Die tatsächlichen Bodenklassen und Eigenschaften der Homogenbereiche sind auf der Baustelle in einem großen Aufschluss durch den Baugrundgutachter festlegen zu lassen.

4.4 Erdbebenzone und Untergrundklasse gemäß DIN EN 1998 Nationaler Anhang

Gemäß /2/ befindet sich das Bauvorhaben in der Erdbebenzone 3. Es liegt die Untergrundklasse R und Baugrundklasse B/C gemäß DIN EN 1998 NA vor. Angaben zu Bemessungswerten der Bodenbeschleunigung sind der DIN EN 1998 NA zu entnehmen.

4.5 Weitere geotechnische Randbedingungen und Eigenschaften

Der Projektstandort ist nach der RStO-12 der Frosteinwirkungszone F 3 zuzuordnen.

Eine Einschätzung der Rammpfahigkeit der anstehenden Bodenschichten für Spundwände, Stahlträger und Rammpfähle erfolgt in Tabelle 9. Bei schwer rammbaren und nicht rammbaren Böden bzw. Böden, die Rammhindernisse enthalten, sind Zusatzmaßnahmen vorzusehen. Es ist davon auszugehen, dass in Abhängigkeit von der erforderlichen Einbindetiefe Lockerungs- oder Austauschbohrungen erforderlich werden. Dies ist im Zuge der weiteren Planung und bei der Ausschreibung zu berücksichtigen. Es wird eine Proberammung mit gleichzeitiger Erschütterungsmessung an den nächstgelegenen Gebäuden empfohlen.

Tabelle 9: Rammpfahigkeit der erkundeten Schichten

Boden/Schicht	Rammpfahigkeit ¹⁾
Verwitterungsdecke	mittelmäßig rammpfahig - nicht rammpfahig
Verwitterungslehm	leicht rammpfahig – mittelmäßig rammpfahig
Verwitterungsdecke	mittelmäßig rammpfahig - nicht rammpfahig
Wohlgeschichtete Kalke-Formation	nicht rammpfahig

1) Bezeichnungen gemäß Grundbau-Taschenbuch, 8. Auflage, Ernst & Sohn Verlag

5 Gründungsdiskussion

Die Planung geht von einer Flachgründung des Bauwerkes aus. Bei einer Flachgründung mittels Fundamenten oder Bodenplatten werden die Bauwerkslasten über horizontale Sohlflächen in die Bodenschichten unterhalb der Gründungssohle übertragen.

Die im Bereich der Gründungssohle und im Lastabtragbereich der geplanten Stützen können die anstehenden Schichten bezüglich der Eignung als Baugrund wie folgt beschrieben werden:

- **Hangschutt:** mittel tragfähig und mittel setzungsempfindlich.
- **Verwitterungslehm:** ausreichend bis mittel tragfähig, setzungsempfindlich
- **Verwitterungsdecke:** tragfähig, mittel bis gering setzungsempfindlich
- **Wohlgeschichtete Kalk-Formation, fest** hoch tragfähig und setzungsunempfindlich

Im Bereich der geplanten Gründungssohle steht der Hangschutt oder der Verwitterungslehm an. Darunter folgt die Verwitterungsdecke, welche fließend in die feste Wohlgeschichtete Kalk-Formation übergeht.

Es wird eine einheitliche Gründung auf der Wohlgeschichteten Kalk-Formation (Variante A) empfohlen. Es kann aber auch auf der Verwitterungsdecke gegründet werden (Variante B). Der Hangschutt, der Verwitterungslehm und stark bindige Bereiche der Verwitterungsdecke sind mit der Gründung zu durchstoßen.

5.1 Streifen- und Einzelfundamente

Grundsätzlich sind Fundamente in frostsicherer Tiefe $\geq 1,2$ m unter GOK zu planen.

Wohlgeschichtete Kalk-Formation, fest (Variante A):

Gemäß einer Grundbruchberechnung nach DIN 4017 kann für die Wohlgeschichtete Kalk-Formation ein Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d} = 1000 \text{ kN/m}^2$ (Lastfall 1, Teilsicherheitskonzept gem. EC 7/DIN 1054:2010) angesetzt werden. Die Gründung erfolgt quasi setzungsfrei.

Verwitterungsdecke (Variante B):

Gemäß einer Grundbruchberechnung nach DIN 4017 können die in Tabelle 10 und Tabelle 11 angegebenen Bemessungswerte des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ (Lastfall 1, Teilsicherheitskonzept gem. EC 7/DIN 1054:2010) in Abhängigkeit von der Fundamentbreite und Einbindetiefe für die Gründung in der Verwitterungsdecke angesetzt werden. Die Setzungen betragen max. 2 cm bei Ausschöpfung der angegebenen Werte.

Tabelle 10: Bemessungswerte des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ für verschiedene Breiten und Einbindetiefen von Streifenfundamenten gemäß Grundbruchberechnung entsprechend Teilsicherheitskonzept DIN 1054:2010, bei Gründung in der Verwitterungsdecke, Setzungen max. 2 cm

Einbindetiefe	Bemessungswerte des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ [kN/m ²] für Streifenfundamente mit Breiten b bzw. b' =					
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
0,5	265	360	460	445	395	375
1,0	430	530	454	475	410	380
1,5	590	700	575	490	420	390

Tabelle 11: Bemessungswerte des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ für quadratische Einzelfundamente gemäß Grundbruchberechnung entsprechend Teilsicherheitskonzept DIN 1054:2010, bei Gründung in der Verwitterungsdecke, Setzungen max. 2 cm

Einbindetiefe	Bemessungswerte des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ [kN/m ²] für quadratische Einzelfundamente mit Breiten $a=b$ bzw. $a'=b'$					
	0,5	1	1,5	2	2,5	3,0
0,5	400	470	545	615	670	600
1,0	645	645	710	780	695	610
1,5	820	890	960	850	720	620

5.2 Allgemeine Angaben zur Gründung

Die in Kapitel 5.1 aufgeführten Bemessungswerte des Sohlwiderstandes sind keine zulässigen Bodenpressungen/aufnehmbare Sohldrücke σ_{zul} im Sinne der DIN 1054:1976/ DIN 1054:2005. Bemessungswerte des Sohlwiderstandes können durch Division mit dem Faktor 1,425 in aufnehmbare Sohldrücke bzw. zulässige Bodenpressungen umgerechnet werden. Der Bemessungswert des Sohlwiderstandes ist für Streifenfundamente als rechteckförmig verteilte Sohldruckspannung auf den gedrückten Querschnitt zu verstehen. Zwischenwerte können geradlinig eingeschaltet werden.

Seit dem 01.07.2012 ist die DIN 1054:2005 nicht mehr gültig. Für Standsicherheitsnachweise in der Geotechnik ist nur noch die DIN 1054:2010 in Verbindung mit der DIN EN 1997-2 heranzuziehen.

Es wird empfohlen, die Gründungssohle unabhängig von der gewählten Gründung vom Bodengutachter abnehmen zu lassen.

5.3 Baugruben, Abdichtung der Bauwerke und Wasserhaltung

Frei geböschte Baugruben können gem. DIN 4124 bis 5 m Tiefe bzw. bis zum Grundwasserspiegel mit folgenden Böschungswinkeln erstellt werden:

Tabelle 12: Böschungswinkeln nach DIN 4124

Schichtbezeichnung	Böschungswinkel	Böschungswinkel empfohlen
Hangschutt	45°	45°
Verwitterungslehm	60°	45°
Verwitterungsdecke	60°	45°
Wohlgeschichteten Kalk-Formation, fest	80°	80°

Aufgrund der steilen Hanglage wird eine Reduzierung der gemäß DIN 4124 zulässigen Böschungsneigungen empfohlen. Die Böschungen sind arbeitstäglich sensorisch zu überprüfen. Beim Auftreten von Rissen im Bereich der Böschungsschulter sind unverzüglich stabilisierende Maßnahmen wie z.B. das Abflachen der Böschung oder Anschüttung eines Erdkeils an die Böschung zu ergreifen.

Steilere Böschungen >5 m und tiefere Baugruben sind möglich, sie sind statisch jedoch nachzuweisen und, falls der Nachweis nicht geführt werden kann, mit einem Verbau zu sichern. Die weiteren Vorgaben der DIN 4124 sind bei der Herstellung der Böschungen und z. B. auch beim Befahren der Böschungsschulter mit schwerem Gerät zu beachten.

Der Boden ist als witterungsempfindlich einzustufen und muss entsprechend geschützt werden. Das Planum darf vor dem Aufbringen von Schutzschichten nicht befahren werden. Der Ausbau ist rückschreitend und Schüttungen sind vor Kopf auszuführen. Aufgeweichte oder aufgelockerte Böden im Bereich der Gründungssohle sind gegen Magerbeton auszutauschen.

Der Bauwasserstand dürfte unter der Baugrubensohle liegen. Für Baugruben, deren Sohle oberhalb des Bauwasserstandes liegt, sind Pumpensümpfe zur Fassung von Niederschlags- und Stauwasser ausreichend. Das Planum ist mit entsprechendem Gefälle von $\geq 3\%$ zu den Pumpensümpfen herzustellen. Eine Wasserhaltung wird entsprechend den Ergebnissen der Erkundung nicht erforderlich werden.

Es wird eine Abdichtung der erdberührten Bereiche des Gebäudes für die Wassereinwirkungsklasse **W2 Drückendes Wasser nach DIN 18533** empfohlen.

Bei Einbau einer dauerhaft wirksamen Drainage nach DIN 4095 kann der Bemessungswasserstand auf die Oberkante der Drainage abgesenkt werden. Oberhalb des Bemessungswasserstandes ist eine Abdichtung der erdberührten Bauteile für den **Lastfall W1.2-E Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser mit Dränung nach DIN 18533** ausreichend.

5.4 Arbeitsraumverfüllung

Die im Rahmen der Aushubarbeiten entstehenden Arbeitsräume sind grundsätzlich mit nicht bindigem, ausreichend wasserdurchlässigem, steinfreiem Lockergesteinsmaterial zu verfüllen. Zur Gewährleistung einer sachgemäßen Versickerung der Oberflächenwässer sind hierzu beispielsweise Sande und Kiese mit einer kapillarbrechenden Wirkung, resp. einem Durchlässigkeitsbeiwert von $> 1 \times 10^{-4}$ m/s zu verwenden. Das Einbaumaterial ist in Lagenstärken von max. 0,3 m einzubringen und mittels Stampfern oder leichten Flächenrüttlern auf mindestens 97 % der Proctordichte (entspricht mitteldichter Lagerung) zu verdichten.

5.5 Wiederverwendbarkeit des Erdaushubes

Die beim Aushub anfallenden bindigen Böden sind als bedingt verdichtungsfähig einzustufen. Eine Verwertung sollte aus geotechnischer Sicht und vorbehaltlich einer abfallrechtlichen Einstufung nur in Bereichen erfolgen, in denen keine Lasten abzutragen sind und Setzungen toleriert werden können.

Die Kalksteine und Kalksteinblöcke sind wieder verwertbar, sofern das Größtkorn auf etwa 200 mm begrenzt wird.

6 Abfallrechtliche Einstufung des Aushubmaterials

Im Zuge der Schurfarbeiten wurden aushubbegleitend Bodenmischproben entnommen, zu einer Laborprobe vereint und einer abfallrechtlichen Deklarationsanalytik zugeführt.

Beurteilungsgrundlage für eine stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen ist in Baden-Württemberg die Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial [3]. Hier sind Zuordnungswerte Z 0 bis Z 2 formuliert, welche den uneingeschränkten Einbau (Z 0), den eingeschränkten offenen Einbau (Z 1) sowie den Einbau mit definierten Sicherungsmaßnahmen (Z 2) regeln.

Tabelle 13: Untersuchungsumfang

Probe	Probenart	Analysenumfang
Schurf 1 MP	Mischprobe Hangschutt	Parameter gem. VwV des Umweltministeriums für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial, Tabelle 6-1: Zuordnungswerte

Nachfolgend sind die Analysenergebnisse den o. g. Zuordnungswerten gegenübergestellt und kurz bewertet. Details der chemischen Analysen können den Laborberichten in Anlage 6 entnommen werden.

Tabelle 14: Zuordnungswerte Feststoff für Bodenart Lehm / Schluff

Parameter	Dimension	Schurf 1 MP	Zuordnungswerte				
			Z0	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2
Trockenmasse	%	91,6					
pH-Wert	-	7,9	6,5-9,5	6,5-9,5	6,5-9,5	6-12	5,5-12
EOX	mg/kg	< 1,0	1	1	3	3	10
KW C10-C22	mg/kg	<50	100	200	300	300	1000
KW C10-C40	mg/kg	<50	100	400	600	600	2000
Σ PAK (EPA)	mg/kg	n. b.	3	3	3	9	30
Benzo(a)pyren	mg/kg	<0,05	0,3	0,6	0,9	0,9	3
Σ BTEX	mg/kg	n. b.	1	1	1	1	1
Σ LHKW	mg/kg	n. b.	1	1	1	1	1
Σ PCB	mg/kg	n. b.	0,05	0,1	0,15	0,15	0,5
Arsen	mg/kg	5	15	15	45	45	150
Blei	mg/kg	8	70	140	210	210	700
Cadmium	mg/kg	0,3	1,0	1,0	3	3	10
Chrom gesamt	mg/kg	18	60	120	180	180	600
Kupfer	mg/kg	9	40	80	120	120	400
Nickel	mg/kg	20	50	100	150	150	500
Quecksilber	mg/kg	< 0,05	0,5	1,0	1,5	1,5	5
Thallium	mg/kg	<0,1	0,7	0,7	2,1	2,1	7
Zink	mg/kg	48	150	300	450	450	1500
Cyanide gesamt	mg/kg	< 0,3	-	-	3	3	10

n.b. = nicht quantifizierbar

Tabelle 15: Zuordnungswerte Eluat

Parameter	Dimension	Schurf 1 MP	Zuordnungswerte			
			Z0	Z1.1	Z1.2	Z2
pH-Wert	-	8,8	6,5-9	6,5-9	6-12	5,5-12
Leitfähigkeit	µS/cm	63	250	250	1500	2000
Chlorid	mg/l	< 2,0	30	30	50	100
Sulfat	mg/l	< 2,0	50	50	100	150
Cyanid	µg/l	< 5	5	5	10	20
Phenolindex	µg/l	< 10	20	20	40	100
Arsen	µg/l	< 5	-	14	20	60
Blei	µg/l	< 5	-	40	80	200
Cadmium	µg/l	< 0,5	-	1,5	3	6
Chrom	µg/l	< 5	-	12,5	25	60
Kupfer	µg/l	< 5	-	20	60	100
Nickel	µg/l	< 5	-	15	20	70
Quecksilber	µg/l	< 0,2	-	0,5	1	2
Thallium	µg/l	< 0,5	-	-	-	-
Zink	µg/l	< 50	-	150	200	600

Tabelle 16: Materialeinstufung

Probe	Zuordnungs-klasse	maßgebender Parameter
Schurf 1 MP	Z0	-

7 Abschließende Bemerkungen

Ca. 20 m bis 50 m südlich des Mehrfamilienhauses in der Schwarzwaldstr. 64 in 72458 Albstadt (Flurstück 3714) soll ein weiteres Wohngebäude (Flurstück 3707) errichtet werden.

Ausweislich der Geologischen Karte liegt dieses ebenfalls in der Wohlgeschichteten Kalke-Formation des Weißen Jura. Aufgrund der Hanglage und dem vergleichbaren Höhenniveau können die Ergebnisse der Untergrunduntersuchung (Kapitel 3 und Kapitel 4) auf das Flurstück 3707 übertragen werden

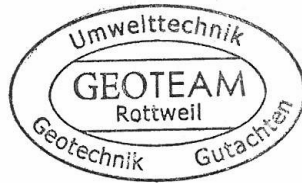
Die Erkundung des Baugrundes durch Baggerschürfe ergibt zwangsläufig nur punktförmige Aufschlüsse über den Aufbau des Untergrundes. Im Zuge der Erd- und Gründungsarbeiten ist daher zu überprüfen, ob die angetroffenen Baugrundverhältnisse mit den Angaben im Gutachten übereinstimmen. Im Zweifelsfall ist der Bodengutachter zu verständigen. Es wird empfohlen, die Gründungssohle unabhängig von der gewählten Gründung vom Bodengutachter abnehmen zu lassen.

Der vorliegende Bericht ist nur in seiner Gesamtheit gültig.

GEOTEAM Rottweil
Partnerschaft



Eric Utry
Diplom Geologe



Dr. rer. nat. Iris Madlener
Diplom Geologin