

IBQ - 71666 Remseck a.N. - Rainwiesen 2
 Stadt Vaihingen an der Enz
 Herr Rautenberg
 Friedrich-Kraut-Straße 40
 71665 Vaihingen an der Enz

Geotechnische Beurteilung

**BV: „Neubau Asylunterkünfte“
 Weinbergweg in Vaihingen-Kleinglattbach**

Bericht Nr.: 2872/04/18
Datum: 19.06.2018
Auftraggeber: Stadt Vaihingen
Bearbeitung: Dipl.-Geologe Robert Fischer
Seiten: 23
Anlagen:
 - Übersichtslageplan
 - Lageplan Untersuchungspunkte
 - Sondierprofile
 - Bodenmechanische Untersuchungsergebnisse

Inhaltsverzeichnis

1. Vorbemerkung und durchgeführte Untersuchungen.....3
2. Geografische Lage.....3
3. Geologische Verhältnisse.....4
 3.1 Quartäre Deckschichten 4
 3.2 Verwitterungsböden und Lettenkeuper 5
4. Hydrogeologische Verhältnisse.....6
5. Bodenmechanische Kennwerte.....7
 5.1 Bodenmechanische Kennwerte.....7
 5.2 Bodenklassen nach DIN 18 300.....9
 5.3 Frostempfindlichkeit der Böden 12
 5.4 Wasserdurchlässigkeit nach DIN 18130 13
6 Auswertung im Hinblick auf die Aufgabenstellung.....13
 6.2 Allgemeine Angaben zum Baugrund / Gründung..... 14
 6.2.1 Gründungsmöglichkeiten..... 15
 6.3 Angaben zum Schutz des Gebäudes vor Durchfeuchtung..... 18
 6.4 Angaben zur Baugrube..... 21
 6.5 Erdbeben 22
 6.6 Wiederverwertbarkeit / Entsorgung 22
7. Schlussbemerkung23

Verwendete Unterlagen

- /1/: Informationssystem des LGRB Baden-Württemberg, Geologische Karte 1 : 50.000
- /2/: Auszug Lageplan, Maßstab 1 : 1000, per mail am 17. April 2018 durch die Stadt Vaihingen an der Enz
- /3/: Auszug Leitungsplan (ohne Maßstab), per Mail am 17. April 2018, gef. Städtischer Versorgungsbetrieb Vaihingen an der Enz – Bereich Wasserversorgung –

1. Vorbemerkung und durchgeführte Untersuchungen

Die Stadt Vaihingen an der Enz plant im Ortsteil Kleinglattbach die Errichtung von Asylunterkünften.

In diesem Zusammenhang wurden wir durch die Stadt Vaihingen, vertreten durch Herrn Rautenberg, mit der Erkundung der Untergrundverhältnisse und Erstellung eines Gründungsgutachtens beauftragt.

Zur Erkundung des Untergrundes wurden am 23. und 24. Mai 2018 insgesamt 4 Rammkernsondierungen sowie 3 Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde bis in den festen Untergrund bzw. bis in nicht mehr mittels Sordierungen zu durchfahrende Schichten ausgeführt. Die anstehenden Böden wurden geologisch aufgenommen, sowie die Schlagzahlen der Rammsondierungen notiert.

Zur Ermittlung der bodenmechanischen Kennwerte wurden aus den anstehenden Böden aus verschiedenen Tiefen Bodenproben entnommen und diese zum Teil im Labor bodenmechanisch untersucht.

Die Schichtenfolge und die in den Rammsondierungen ermittelten Schlagzahlen werden in den Profilen im folgenden Bericht erläutert und dargestellt. Die Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen können den jeweiligen Kapiteln und Anlagen des Berichtes entnommen werden.

2. Geografische Lage

Das Untersuchungsgebiet „Weinbergweg; Flurstücks-Nr.: 1529“ liegt in Vaihingen-Kleinglattbach zwischen dem Eahngleis im Süden (ca. 20 – 40 m), dem Weinbergweg im Westen sowie zunächst unbebaute Fläche im Norden bzw. Osten. Unmittelbar nördlich der Flurstücksgrenze verläuft zunächst ein kleiner Bach („Entwässerungsgraben“).

Das Gelände wird derzeit überwiegend als Wiesenfläche genutzt. Lediglich im Bereich der Südwestecke befinden sich, flurstücksübergreifend, 5 „Schuppen“.

Gem. der topographischen Karte und den von uns der Höhe nach eingemessenen Untersuchungspunkten verläuft das Gelände, vom Tiefpunkt im Nordwesten in Bachnähe, auf einer Meereshöhe um 234,0 m NN und steigt dann in östlicher Richtung, d. h. entlang des Bachs nur geringfügig um überschlägig 1 m an. In südlicher Richtung steigt das Gelände zunächst ebenfalls nur flach an im weiteren Verlauf dann geringfügig stärker. Die Rammsonde DPH 3 und die RKS 4 wurden dann auf einer Meereshöhe von 235,84 m NN bzw. 236,36 m NN ein gemessen. Entsprechend beträgt der Höhenunterschied zwischen Nordwest- und Südwestecke um 2,5 m. Abgegriffen aus dem vorliegenden Lageplan umfasst das Grundstück eine Grundfläche von überschlägig 4.500 – 5.000 m².

3. Geologische Verhältnisse

Gem. der geologischen Übersichtskarte /1/ sind am Standort geringmächtige, quartäre Deckschichten über den Schichten des Lettenkeupers zu erwarten.

3.1 Quartäre Deckschichten

Mit Ausnahme von RKS 1 folgen unter einer ca. 20 cm mächtigen Oberbodenschicht zunächst tonig, schluffige und schwach feinsandige Auelehme. Die Auelehme weisen graubraune, nach unten zunehmend graue bzw. dunkelgraue Farben auf und sind meist auch rostfleckig ausgebildet. Die Konsistenz der überwiegend erdfeuchten Lehmböden liegt im steifen bis halbfesten Bereich. Nach der Feldansprache handelt es sich bei den anstehenden Böden um ausgeprägt plastische Tone (TA).

Im Bereich von RKS 1 wurden über den angesprochenen Auelehmen zunächst bis 1,2 m ebenfalls schluffig, tonig, feinsandige Böden von brauner bis dunkelbrauner Farbe erbohrt. Die Böden waren erdfeucht und bröckelig und wiesen einzelne Wurzereste auf. Hierbei könnte es sich um aufgefüllte Böden handeln, wobei dies ggf. im Zuge von Erdarbeiten überprüft werden sollte. Die Konsistenz der Böden lag im halbfesten Bereich.

3.2 Verwitterungsböden und Lettenkeuper

Im liegenden der Auelehne folgen die Schichten des Lettenkeupers, wobei diese zunächst noch vollständig verwittert (Verwitterungslehme) ausgebildet waren. Der Übergang zu den anstehenden, geschichteten Lettenkeuperschichten ist fließend ausgebildet. Bei vollständiger Verwitterung sind die Böden überwiegend als schluffige Tone, die nur wenige kiesige Anteile (hier Dolomitsteine) enthalten, ausgebildet. Eine Schichtung ist nicht zu erkennen. Mit der Tiefe nimmt der Verwitterungsgrad ab, es treten bereichsweise (je nach Ausgangsgestein) vermehrt Dolomitsteinkiese hinzu und es zeichnet sich eine Schichtung ab. Hierbei ist allerdings festzustellen, dass sich mittels Sondierung eine durchgehende Schichtung in Verwitterungsböden nur begrenzt feststellen lässt. Die Lettenkeuperböden und deren Verwitterungsprodukte weisen überwiegend helle graubraune bis gelblichbraune und bei mergeliger Ausbildung auch olivgrüne Farben auf. Die Konsistenz liegt im halbfesten und mit zunehmender Tiefe auch im festen Bereich. Bei fester Ausbildung der anstehenden Lettenkeuperschichten, dies gilt auch für den verwitterten Lettenkeuper, kann mittels Sondierungen in der Regel kein bzw. kein nennenswerter Bohrfortschritt mehr erzielt werden.

Auch in den ausgeführten Rammsondierungen (schwere Rammsonde DPH) lässt sich die Gliederung des Baugrundes mehr oder weniger deutlich nachzeichnen. Bis zu einer Tiefe von 1,5 – 2,0 m überwiegen in den Rammsondierungen Schlagzahlen um 1 – 2 Schlägen auf 10 cm Eindringtiefe. Diese stehen für die bindigen Auelehne. Darunter folgt bis ca. 3 – 4 m Tiefe ein Bereich, zumindest in den beiden Sondierungen DPH 1 und DPH 3, mit stärker schwankenden Schlagzahlen zwischen 3 und 20 Schlägen. In DPH 2 liegen die Schlagzahlen lediglich um 3 – 4 Schläge. Diese Schlagzahlen kennzeichnen die Verwitterungsböden und zeigen auch die unterschiedliche Ausbildung. Schließlich endeten die Rammsondierungen in einer Tiefe um 3,2 – 4,5 m (bzw. 229,7 m NN – 232,3 m NN) bei Schlagzahlen > 30 bzw. 50 Schlägen. Ab hier war kein nennenswerter Rammfortschritt mehr zu erzielen und es kann davon ausgegangen werden, dass in dieser Tiefe der geschichtete Lettenkeuper ansteht.

In nachfolgender Tabelle haben wir die Ergebnisse der Rammkerns- und Rammsondierungen zusammengestellt:

Tab. 1.: Angaben zum Schichtenverlauf

Spalte 1	2	3		4		5		6		7	8
		Grenzen Auelehm / Verwitterungsböden		Untergrenzen Verwitterungsböden*		Untergrenzen Verwitterungsböden*		Untergrenzen Verwitterungsböden*			
Pkt.	m NN	m unter OKG	m NN	m unter OKG	m unter OKG	m NN	m unter OKG	m NN	m unter OKG	m unter OKG	m NN
RKS 1	234,20	- 2,4	231,8	- 4,4	229,80	4,4	229,80**				
RKS 2	234,77	- 1,5	233,3	- 3,0	231,8	3,1	231,67				
RKS 3	234,82	- 1,7	233,1	- 2,5	232,2	3,1	231,72				
RKS 4	236,36	- 1,1	235,3	- 3,0	233,36	3,0	233,36**				
DPH 1***	234,20	- 2,1	232,1	- 4,2	230,0	4,5	229,70				
DPH 2***	234,77	- 1,7	233,1	- 3,0	231,8	3,2	231,57				
DPH 3***	235,84	- 1,6	234,2	- 3,2	232,6	3,5	232,34				

* = Übergang Verwitterungsböden bzw. stark verwitterter Lettenkeuper zum festen Lettenkeuper

** = fester Lettenkeuper nicht erschlossen, aber ab Endtiefe (scharfer Übergang) vermutet

*** = Interpretation aus Rammsondierung

Ausgehend davon, dass ab der jeweiligen Endtiefe die festeren, geschichteten Lettenkeuperschichten anstehen, ergibt sich aus den Sondierungen erwartungsgemäß ein Einfallen der Lettenkeuperobergrenze in nordwestlicher Richtung bzw. in Richtung „Bach“.

4. Hydrogeologische Verhältnisse

Die im Untersuchungsgebiet anstehenden Auelehne sind als Geringleiter anzusprechen. Dies trifft im Allgemeinen auch für die tonig verwitterten Lettenkeuperschichten zu. Allerdings treten innerhalb des Übergangsbereichs auch bereits einzelne kiesigere Lagen, z. B. stark verwitterte Dolomitsteinhorizonte, die als Schichtwasserleiter fungieren, auf. So wurde in RKS 1 und RKS 2 nach Bohrende ein Grundwasserstand auf – 2,41 m (RKS 1) bzw. – 2,06 m (RKS 2) festgestellt. In den weiter vom Bach entfernten Sondierungen RKS 3 und 4 wurde hingegen keine Wasserführung festgestellt werden. Temporäre Sickerwasser- oder Schichtwasserzutritte können aber auch hier nicht ausgeschlossen werden.

Gegenwärtig gehen wir davon aus, dass, auch in Abhängigkeit der Witterung zumindest in Bachnähe mit einer Grundwasserführung zu rechnen ist, wobei die gemessenen Wasserstände erfahrungsgemäß nicht der höchsten Wasserstand darstellen.

Gem. dem Hochwasserinformationsservice des LUBW liegt das Untersuchungsgebiet außerhalb von Überflutungsflächen, bzw. es liegen keine Angaben zu Überflutungen vor. Evtl. liegen örtliche Erfahrungen zu einem evtl. gegebenen Hochwasserrisiko im Hinblick auf den erwähnten Bach vor.

5. Bodenmechanische Kennwerte

5.1 Bodenmechanische Kennwerte

Im Hinblick auf die bodenmechanischen Kennwerte wurden von den anstehenden Böden schichtenweise Bodenproben entnommen und zum Teil bodenmechanisch untersucht. An sieben Bodenproben wurde der natürliche Wassergehalt gem. DIN 18121 bestimmt. Darüber hinaus wurden zur Bodenansprache gem. DIN 18196 an zwei Bodenproben die Konsistenzgrenzen nach DIN 18122 ermittelt.

Die Ergebnisse der Laborversuche sind in den nachfolgenden Tabellen wiedergegeben:

Tab. 2.1: Ergebnisse der Untersuchungen auf natürlichen Wassergehalt			
Aufschluss	Entnahmetiefe (m u. GOK)	Bodenart	nat. Wassergehalt (%)
RKS 1 (P 1)	1 - 2	Auelehm, Schluff, stark tonig, feinsandig, graubraun, erdfeucht, steif bis halbfest, $c_u > 60 \text{ kN/m}^2$	26,5
RKS 1 (P 2)	3,5 - 4,0	Verwitterungssanden, Schluff, tonig, sandig, schwach kiesig, oliv, graubraun, erdfeucht, halbfest	16,3
RKS 2 (P 3)	0,2 - 1,5	Auelehm Ton, schluffig, feinsandig, grau, braungrau, erdfeucht, steif, $c_u \approx 70 \text{ kN/m}^2$	33,5

Tab. 2.1f: Ergebnisse der Untersuchungen auf natürlichen Wassergehalt			
Aufschluss	Entnahmetiefe (m u. GOK)	Bodenart	nat. Wassergehalt (%)
RKS 2 (P 4)	1,5 - 2,1	Verwitterungslehm Schluff, tonig, feinsandig, grünlichgrau, grau, erdfeucht, steif - halbfest	19,6
RKS 3 (P 5)	1,1 - 1,7	Auelehm Ton, schluffig, feinsandig, grau, dunkelgrau, erdfeucht, steif	32,9
RKS 3 (P 6)	2,6 - 3,1	Lettenkeuper zersetzt, beige, graugelb, fest	11,0
RKS 4 (P 5)	0,2 - 1,0	Auelehm Schluff, tonig, graubraun, erdfeucht, halbfest, $c_u \approx 190 \text{ kN/m}^2$	20,1

Tab. 2.2: Bodenmechanische Kennwerte aus Laborversuchen				
Probe		P 3	P 5	
Aufschluss		RKS 2	RKS 3	
Entnahmetiefe	m	0,2 - 1,5	1,1 - 1,7	
Bodenschicht		Auelehm	Auelehm	
nat. Wassergehalt	%	33,5	32,9	
Fließgrenze WL	%	57,5	63,6	
Ausrollgrenze WP	%	27,0	27,8	
Plastizitätszahl IP	%	40,5	35,8	
Konsistenzzahl IC	%	0,84	0,86	
Zustandsform		steif	steif	
Bodenart DIN 18196		TA	TA	

Aus den Ergebnissen der Laborversuche und Erfahrungen mit vergleichbaren Böden aus der Umgebung lassen sich weitere, für erdstatistische Berechnungen relevante, Bodenkennwerte angeben:

Tab. 3.1: Bodenkenngrößen				
Bodenart	Wichte γ_k (kN/m ³)	Reibungswinkel ϕ_{pk} (°)	Kohäsion c_k (kN/m ²)	Steifemodul E_{sk} (MN/m ²)
Auelehm, steif / halbfest	18,5 (18,0 - 19,0)	20,0 (17,5 - 22,5)	10 (7,5 - 20)	4 (3 - 6)
Verwitterungsboden Übergangsbereich	19,5 (19,0 - 20,0)	27,5 (25,0 - 30,0)	7,5 (5 - 12)	6 (5 - 10)
Lettenkeuper, zers. fest	20 (19,5 - 20,5)	27,5 (25,0 - 30,0)	7,5 (5 - 10)	20 (10 - 50)

Die in der Endtiefe nur noch auf geringe Tiefe erschlossenen Lettenkeuperschichten, können bei felsartiger Ausbildung auch deutlich höhere Werte aufweisen. So können im unverwitterten Zustand auch Steifemodul $>> 100 \text{ MN/m}^2$ angesetzt werden.

Grundsätzlich weisen wir darauf hin, dass die Konsistenz der bindigen Böden stark von deren jeweiligem Wassergehalt abhängig ist. Vor allem in oberflächennahen sowie temporär durchsickerten Bereichen kann der Wassergehalt und damit die Konsistenz des Bodens witterungsbedingt schwanken.

Die oben beschriebenen Zustandsformen stellen aktuelle, zum Zeitpunkt der Erkundung angebotene Zustände dar. Bei den statischen Berechnungen ist neben den hier angegebenen Bodenkennwerten das Gutechten in seiner Gesamtheit zu beachten.

Für Fremdmaterial (z. B. für Unterbau, Arbeitsraumverfüllung oder Geländean- oder -aufschüttungen) können erfahrungsgemäß folgende Kennwerte angenommen werden:

Bodenart	Wichte (kN/m ³)	Reibungswinkel (°)	Kohäsion c (kN/m ²)
Schottergemische (z.B. 0/32)	21	35	0
Kies – Sand-Gemische	20	30	0
Siebschutt*	19 - 20	25 – 30	0 – 5

* = Erfahrungswerte aber nicht Kornabgestuft – deshalb größere Spannweiten möglich
 ** = Ansatz: $D_v \geq 97 \%$

5.2 Bodenklassen nach DIN 18 300

Nachfolgend haben wir die Schichten / Böden in Anlehnung an die neue Fassung der DIN 18300 nach „Homogenbereichen“ beschrieben.

Die DIN 18 300 (2012) wurde 2015 durch die neue DIN 18300 ersetzt. Die anstehenden Böden- und Feilschnitten werden in der neuen Fassung in Homogenbereiche zusammengefasst bzw. dargestellt. Dabei werden die Homogenbereiche nach dem vergleichbarem Aufwand für das Lösen, Laden und Transportieren definiert.

Nachfolgend sind die verschiedenen Homogenbereich in Anlehnung an die DIN 18300 beschrieben:

A) Homogenbereich E1; Auelehm (Auffüllung)

Die in RKS 1 angetroffenen und als aufgefüllt eingeschätzten Böden ähneln den Auelehmen und werden daher ebenfalls hier mit aufgeführt.

Ortsübliche Bezeichnung	Auffüllung, Auelehm	
Kornverteilung/Sieblinie		n.e.
Anteil Steine / Blöcke	M.-%	< 5
große Blöcke	--	--
Wichte γ	kN/m ³	17,5 - 20
undrännierte Scherfestigkeit C_u	kN/m ²	50 - > 150
Wassergehalt W	%	20 - 35
Konsistenz / Konsistenzzahl I_c	--	0,75 – 1,0
Plastizität / Plastizitätszahl I_p	%	30 - 50
Lagerungsdichte I_p	--	n.e.
Bodengruppe nach 18196	--	TA
Bodenklasse nach 18300 (09-2012)	--	4 / 5

n.e. = nicht ermittelt/erforderlich
 = Steine und Blöcke lassen sich mittels Sondierung nicht bzw. nur bedingt ermitteln. Die Angaben können daher zwangsläufig nur als erste Orientierung dienen. Siehe auch Einleitung

B) Homogenbereich E2; Verwitterungsboden

Ortsübliche Bezeichnung	Verwitterungsboden, zersetzter Lettenkeuper	
Kornverteilung/Sieblinie		n.e.
Anteil Steine / Blöcke	M.-%	< 10 ¹
große Blöcke	--	--
Wichte γ	kN/m ³	19 – 20
undrännierte Scherfestigkeit C_u	kN/m ²	--

Tab. 4.2f: EZ: Eigenschaft/Kenndaten

Wassergehalt W	%	10 – 20
Konsistenz / Konsistenzzahl I _c	--	halbfest - fest
Plastizität / Plastizitätszahl I _p	%	--
Lagerungsdichte I _b	--	mitteldicht
Bodengruppe nach 18196	--	--
Bodenklasse nach 18300 (09-2012)	--	4 - 5

¹ = Steine und Blöcke lassen sich mittels Sondierung oder Kernbohrung nicht oder nur bedingt abbilden. Die Angaben können daher nur als Orientierung dienen.

C) Homogenbereich E3: Lettenkeuper fest

Die Schichten des fester, geschichteter Lettenkeupers konnten bzw. können mittels Sondierungen nur eingeschränkt erschlossen werden. Die Angaben gelten daher nur für den erschlossenen Bereich. Der felsartige Lettenkeuper, wie er zur Tiefe hin zu erwarten ist, wird nicht beschrieben. Nachfolgende Angaben dienen daher zu einer ersten Orientierung, wobei voraussichtlich auch nicht mit nemenswertem Erdaushub im Lettenkeuper gerschnet werden muss.

Tab. 4.3-E3: Eigenschaft/Kenndaten

Ortsübliche oder Geo. Bezeichnung	Lettenkeuper zersetzt, verwittert
Benennung vor Fels	Wechselfolge von geschichteten Ton-, Dolomit- Mergelsteinen
Wichte γ	20 - 22
Verwitterung	(Stufe 3 -4) zersetzt bis vollständig verwittert
Veränderlichkeit	(Grad 3 -5) veränderlich bis stark veränderlich
Druckfestigkeit	MN/m ² < 1 – 25 ¹
Trennflächengefüge	Schichtung
	Klüftung
Gesteinskörperform	fein laminiert bis dünn
Bodenklasse 18300 (2012-09)	sehr klein bis mittel
Bemerkung	tafelförmig bis prismatisch
	4 - 6
	Z. B. Lösbarkeit: Bagger noch gut

¹ = gilt für zersetzte Mergel- oder Dolomitsteine, n felsartiger Ausbildung wesentlich höher

HINWEISE

Generell gilt, dass die in vorstehenden Tabellen E1 – E3 zusammengestellten Angaben von Kennwerten zum Teil auf Abschätzungen und auf der Basis von Erfahrungswerten beruhen. Sollen die Angaben insbesondere auch die Angabe zu Spannungen der Kennwerte auf der Basis von bodenmechanischen Laboruntersuchungen, ggf. noch über eine entsprechende statische Absicherung erfolgen, wäre eine erhebliche Erhöhung der Laboruntersuchungen ggf. auch mit zusätzlichen bzw. geänderten Erkundungsverfahren (Kernbohrungen mit entsprechendem Bohrdurchmesser oder Baggerschürfe) erforderlich.

Wir empfehlen eine Überprüfung des Kenntnisstandes und der vorliegenden Daten im Zuge der Entwurfsplanung um erforderlichenfalls zusätzliche Erkundungen / Untersuchungen im Sinne der neuen DIN 18300 festlegen zu können.

5.3 Frostempfindlichkeit der Böden

Die verschiedenen Bodengruppen nach DIN 18196 können gem. der ZTVE-StB in folgende Frostempfindlichkeitsklassen eingestuft werden:

Tab. 5: Frostempfindlichkeit der Böden

Klasse	Frostempfindlichkeit	Bodengruppe
F 1	nicht frostempfindlich	GW, GI, GE, SW, SI, SE
F 2	gering bis mittel frostempfindlich	GU, GT, SU
F 3	sehr frostempfindlich	TA, CT, OH, OK GU*, GT*, SU*, ST* UM, UA, TL, TM, OU

* = gemischtkörnige Böden mit einem Feinkornanteil von 15 – 40 Gew.-%

Im Hinblick auf Ihre Frostempfindlichkeit (gem. ZTVE-StB) sind die oberflächennah anstehenden, quartären Deckschichten (Auelehme), die meist bindigen Verwitterungslehme sowie die zersetzten Keuperschichten gem. Tabelle 5 der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 „sehr frostempfindlich“ zuzuordnen. Dies gilt auch für die in geringem Umfang angetroffenen, aufgefüllten Böden.

5.4 Wasserdurchlässigkeit nach DIN 18130

Im Hinblick auf die Wasserdurchlässigkeit (siehe Tabelle 6) von Boden und Fels wird im Allgemeinen auf die in DIN 18130 Teil 1 beschriebenen Wasserdurchlässigkeitsbereiche, in Abhängigkeit des Wasserdurchlässigkeitsbeiwertes (k_f – Wert), zurückgegriffen:

Tab. 6: Durchlässigkeitsbereich nach DIN 18130 Teil 1	
Bezeichnung	k_f –Wert (m/sec)
sehr schwach durchlässig	$< 10^{-8}$ m/sec
schwach durchlässig	$10^{-8} - 10^{-6}$ m/sec
durchlässig	$10^{-6} - 10^{-4}$ m/sec
stark durchlässig	$10^{-4} - 10^{-2}$ m/sec
sehr stark durchlässig	$> 10^{-2}$ m/sec

Nach den ausgeführten Laboruntersuchungen sind die anstehenden Auelehme gem. DIN 18196 überwiegend als ausgeprägt plastische Tone (TM-Boden) anzusprechen.

Für diese Böden werden in der einschlägigen Literatur (z. B. Grundbautaschenbuch, Teil 1; Angaben nach SOOS) k_f -Werte (Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte) in der Größenordnung von 1×10^{-9} bis 1×10^{-11} m/s aufgeführt. Entsprechend sind die Auelehme (TA-Böden) nach DIN 18130 als „sehr schwach durchlässig“ anzusprechen. Für die Liegenden Lettenkeuperschichten empfehlen wir ebenfalls von einer geringen Durchlässigkeit auszugehen, wengleich lagenweise auch durchlässigere oder ggf. temporär schichtwasserführende Bereiche (Dolomitsteinagen) auftreten können.

6 Auswertung im Hinblick auf die Aufgabenstellung

Auf dem untersuchten Gelände im Kleinglattbach ist die Errichtung von Flüchtlingsunterkünften geplant. Nähere Angaben zur geplanten Bebauung liegen zum jetzigen Zeitpunkt aller-

dings noch nicht vor. Vorab gehen wir von einer maximal zweigeschossigen Bauweise ohne Unterkellerung aus.

Die nachfolgenden Angaben können daher zum jetzigen Zeitpunkt nur allgemein gehalten werden und sind ggf. im Zuge der weiteren Planung zu überprüfen bzw. zu konkretisieren.

6.2 Allgemeine Angaben zum Baugrund / Gründung

Gem. den von uns ausgeführten Rammkern- und Rammsondierungen kann für das Untersuchungs Gelände, nach ca. 20 cm humosem Oberbodens, von einem geschichteten Baugrund ausgegangen werden, der von bindigen Auelehmen, einem Verwitterungs- bzw. Übergangsbereich und den Schichten des Lettenkeupers aufgebaut wird.

Die oberflächennah anstehenden bindigen Auelehme (geringmächtige Auffüllung in RKS 1 wird vernachlässigt bzw. ist zu durchgründen) sind nach DIN 18196 als ausgeprägt plastische Tone anzusprechen. Auch bei der festgestellten Konsistenz im steifen und halbfesten Bereich sind die Auelehme daher als stark kompressibel und gering bzw. in Abhängigkeit der ankommenden Lasten als bedingt tragfähig einzustufen. Dies belegen auch die Ergebnisse der Rammsondierung (Anlage 2.2, 2.4 und 2.6). Die Untergrenze der Auelehme wurde zwischen 1,1 m und 2,4 m unter OK Gelände festgestellt.

Im Liegenden der Auelehme folgt ein Übergangshorizont, der von stark verwitterten bzw. zersetzten Schichten des Lettenkeupers gebildet wird. Entstehungsbedingt sind die Verwitterungsböden inhomogener, d. h. zum Teil überwiegend feinkörnig, z. T. gemischtkörnig ausgebildet, der Übergang zu den liegenden Lettenkeuperschichten ist fließend. Grundsätzlich sind die Verwitterungsböden auch noch als kompressibel und damit bedingt tragfähig einzustufen. Die Böden weisen eine meist steife Konsistenz und überwiegend auch bereits höhere Schlagzahlen (siehe Rammsondierprofile) auf.

Die gegen Endtiefe der Sondierungen erwarteten festen und geschichteten Lettenkeuperschichten stellen schließlich einen im Allgemeinen gering kompressiblen und damit auch ausreichend oder gut tragfähigen Baugrund dar. Die festen Lettenkeuperschichten können nach

den Untersuchungen ab einer Tiefe um 2,6 – 4,4 m unter OK Gelände bzw. um 230,0 m NN – 233,0 m NN ($\pm 0,5$ m) erwartet werden.

Maßgebend für die zu empfehlende Gründung sind neben der Ausbildung der anstehenden Böden auch die Art (Last und Lastverteilung), die Größe bzw. Lage (z. B. mehrere, aufgliederte oder ein großes, Nord-Süd erstreckendes Gebäude und die planmäßige Bauwerksunterkante (EF-Höhe) bzw. ggf. geplante Geländemodellierungen (z. B. Anschüttungen).

Grundsätzlich kann festgehalten werden, dass eine Mischgründung in den verschiedenen Böden nicht empfohlen werden kann. Dies gilt insbesondere bei einer Gründungssohle einerseits in den Auelehmen und ggf. „hangseitig“ bereits im geschichteten Lettenkeuper. Evtl. geplante Geländemodellierungen wie z. B. „Aufüllen des Geländes in Richtung „Bach“ können rasch höhere Lasten als das eigentliche Gebäude mit sich bringen und sollten daher (sofern unvermeidbar) möglichst: frühzeitig ausgeführt werden um so einen Teil der Setzungen bereits vorwegzunehmen.

6.2.1 Gründungsmöglichkeiten

1) Auelehm

Eine Gründung in den anstehenden Auelehmen dürfte nach unserer Einschätzung allenfalls für „kleinere“, max. zweigeschossige Gebäude in Betracht kommen. Für eine Gründung in den Auelehmen kann grundsätzlich eine Lastabtragung über eine elastisch gebettete Gründungsplatte, ggf. in Verbindung mit einem Bodenaustausch (z. B. 0,5 m Schotter 0/100) in Betracht gezogen werden. Für eine erste Bemessung der Gründungsplatte (Ansatz Platte 15 x 8 m; charakteristische Flächenlast 40 kN/m^2 , Schotterunterbau 50 cm und EFH ca. auf Geländehöhe) kann vorab von einem Bettungsmodul in der Größenordnung um $2,5 \text{ MN/m}^3$ ausgegangen werden.

Zusätzliche Setzungen, z. B. aus Anschüttungen wurden hierbei nicht berücksichtigt.

2) Übergangshorizont, Verwitterungsböden

Alternativ zu einer Plattengründung in den Auelehmen, kommt eine konventionelle Gründung in den angetroffenen Verwitterungsböden in Frage. Für die Böden kann zur Bemessung der Streifenfundamente vorab eine charakteristische Sohlspannung von 180 kN/m^2 (entspricht einem Bemessungswert des Sohlwiderstandes von ca. $\sigma_{R,d} = 250 \text{ kN/m}^2$) angesetzt werden. Je nach Lage der Gebäude können auch höhere Werte angesetzt werden, dies wäre dann allerdings im Einzelfall bei genaueren Angaben zum Bauvorhaben zu überprüfen.

Bezogen auf OK Gelände beginnt der Übergangshorizont in einer Tiefe von 1,1 m bis 2,4 m unter OK Gelände, wobei eine Mindesteinbindung von 20 cm eingehalten werden sollte. Je nach EF-Höhe bzw. planmäßiger Fundamentsohle muss mit mehr oder weniger Fundamentvertiefungen, hierzu kann im Allgemeinen Magerbeton verwendet werden, gerechnet werden.

Aufgefüllte, weiche Böden oder nachträglich aufgeweichte Schichten sind zu durchgründen und gegen tragfähiges Material (Magerbeton) zu ersetzen.

Bei dieser Gründung und den zu erwartenden, vergleichsweise geringen Bauwerkslasten dürften die Setzungen in einer Größenordnung um 1 – 3 cm betragen

Auch bei dieser Variante wurden zusätzliche Setzungen aus ggf. geplanten Anschüttungen nicht berücksichtigt. Bei einer Anschüttung ist außerdem zu beachten, dass die Fundamentvertiefung entsprechend zunimmt.

3) Pfeilergründung im festen, geschichteten Lettenkeuper

Schließlich besteht die Möglichkeit einer einheitlichen Lastabtragung in den liegenden, festen und geschichteten Lettenkeuperschichten. Ausgehen von jetzigem Geländeniveau, können diese zwischen 3,0 und 4,4 m unter OK jetzigem Gelände erwartet werden. Bei einer planmäßigen EFH und nicht unterkellerten Bauweise dürfte in diesem Fall in erster Linie eine vertiefte Flachgründung über Pfeilerfundamente in Betracht kommen. Bei tieferer Baugruben-

sohle (z. B. einer Unterkellerung) könnte anaog zur vorstehen beschriebenen Gründung die Streifenfundamente mit Magerbeton tiefer geführt werden.

Bei einer Lastabtragung im geschichteten Lettenkeuper kann für die Bemessung von Streifenfundamenten (Einbindung ≤ 1 m, dürfte hier auf Grund fehlender Unterkellerung nicht der Fall sein) vorab eine charakteristische Sohlpressung (zul. Sohlpressung nach alter DIN) von 350 kN/m^2 (entspricht einem Bemessungswert des Sohlwiderstandes von ca. $\sigma_{R,d} = 490 \text{ kN/m}^2$) angesetzt werden. Für Einzelfundamente können die Werte um 20 % erhöht werden, so dass für eine Pfeilergründung von einer charakteristischen Sohlpressung von 420 kN/m^2 (Bemessungswert 588 kN/m^2) bzw. durch die größere Einbindetiefe (Ansatz Einbindung $> 2,5$ m) von 450 kN/m^2 ausgegangen werden kann.

Das Eigengewicht der Fundamente unterhalb der planmäßigen Fundamentsohle kann beim Nachweis des aufnehmbaren Sohldruckes vernachlässigt werden.

Bei der Pfeilergründung werden mittels Bagger Löcher bis auf den tragfähigen Untergrund ausgehoben und die Fundamentlöcher anschließend mit Beton bis auf die planmäßige Fundamentsohle hin verfüllt. Nach den durchgeführten Untersuchungen muss am Standort nur in geringem Umfang (Bachnähe) mit weichen bzw. wasserführenden Böden beim Fundamentausbau gerechnet werden. Unter dieser Voraussetzung ist zu erwarten, dass die Böden kurzzeitig offen stehen bleiben und die Pfeilerlöcher voraussichtlich auch mit einem konventionellen Rechteckgreifer ausgehoben werden können. Für die Pfeilerfundamente ist eine Einbindung in den geschichteten Lettenkeuper (außer bei felsartiger Ausbildung) von 20 cm vorzusehen. Eine Auflockerung der Fundamentsohle ist möglichst zu vermeiden bzw. aufgelockerte Lagen sind auszuräumen und die Fundamentsohle ist nachzuverdichten.

Zeigt sich beim Aushub, dass wider Erwarten mächtigere, ggf. weiche und nachbrechende Schichten im Untergrund vorhanden sind, wäre gegebenenfalls auf einen mit Rundgreifer ausgerüsteten Bagger zurückzugreifen. Hier kann ggf. eine Stützverrohrung eingebracht und der Beton im Schutz der Verrohrung eingebracht werden. Die Verrohrung bietet zudem den Vorteil, dass ggf. punktuell stärkere Wasserzutritte (wiederum in der Nähe des Baches, RKS 1 und 2, nicht auszuschließen) verringert werden können und der Beton in diesem Fall konventionell von „oben“ eingefüllt werden kann. Bei punktuell stärkeren Wasserzutritten und

rasch ansteigendem Wasserspiegel wäre die Verfüllung der Pfeilerlöcher ansonsten im Contaktorverfahren (Verfüllung über Schüttrohr von unten nach oben) zur Vermeidung der Entmischung des Betons auszuführen.

Unabhängig von der gewählten Gründungsvariante empfehlen wir eine Überprüfung der angesetzten Sohlpressung im Zuge des Fundamentaushubes durch einen Geologen.

6.3 Angaben zum Schutz des Gebäudes vor Durchfeuchtung

Die DIN 18195 (2011-12) wurde vollständig überarbeitet und zusammen mit DIN 18195 – 2017-07 (Begriffe) in die Normenreihe 18533 übernommen. Für die „Abdichtung von erdberührenden Bauteilen“ ist im Hinblick auf die Beurteilung der hydrogeologischen Situation der Teil 1 „Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze“, hier werden unter anderem Wassereinwirkungsklassen“ definiert, maßgebend.

In besagter DIN werden gem. Tabelle 8 die folgenden Wassereinwirkungsklassen definiert:

Tab. 8: Wassereinwirkungsklassen DIN 18533-1	
Art der Einwirkung	Klasse
Bodenfeucht und nicht drückendes Wasser	W1-E
Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührenden Wänden	W1.1-E
Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührenden Wänden mit Drainage	W1.2-E
Art der Einwirkung	Klasse
Drückendes Wasser	W2-E
Mäßige Einwirkung von drückendem Wasser ≤ 3 m Eintauchtiefe	W2.1-E
Hohe Einwirkung von drückendem Wasser > 3 m Eintauchtiefe	W2.2-E
Nicht drückendes Wasser auf erdüberschütteten Decken	W3-E
Spritzwasser und Bodenfeuchte am Wandsockel sowie Kapillarwasser in und unter Wänden	W4-E

Wie aus Abschnitt 4, „Hydrogeologische Verhältnisse“ ersichtlich, wurde in den in „Bachnähe“ abgeteufelten Sondierungen ein Grundwasserzutritt zum Sondierloch festgestellt und nach Ende der Sondierungen auf 2,36 m bzw. 2,41 m unter Ansatzpunkt eingemessen. Es ist davon auszugehen, dass hier nicht der Grundwasserhöchststand gemessen wurde und wir empfehlen daher zum jetzigen Zeitpunkt vorab von einem Grundwasserstand auf Geländehöhe auszugehen. Ggf. liegen aus der Umgebung Informationen zu möglichen Wasser- oder Hochwasserständen des besagten Baches vor.

Nach Süden bzw. hangseitig wurden in den Sondierungen keine Wasserzutritte festgestellt. Mögliche Sicker- oder Schichtwasserzutritte können aber grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden.

Im vorliegenden Fall ist für die Gebäude keine Unterkellerung vorgesehen. Inwieweit jedoch Geländeanschnitten oder hangseitig geringe Geländeinschnitte geplant sind, ist derzeit nicht bekannt. Die Angaben haben zum Schutz der Gebäude haben daher nur vorläufigen Charakter.

Im nördlichen (Bachnähe) gelegenen Geländeteil empfehlen wir nach heutigem Kenntnisstand für alle erdberührenden Wände unter OK jetzigem Gelände bzw. Bodenplatte von der Wassereinwirkungsklasse W2-E auszugehen.

Im südlichen, höher gelegenen Abschnitt kann nach unserer Einschätzung für Gebäude die auf Geländehöhe liegen oder allenfalls hangseitig geringfügig ($< 1,5$ m) in das Gelände einschneiden noch gem. der Wassereinwirkungsklasse W1-E geplant werden. Die anstehenden Böden sind im Sinne der DIN 18533-1 als wenig durchlässig ($K_f \leq 10^{-4}$ m/sec) anzuprechen, so dass grundsätzlich von aufstauendem Sickerwasser („Stauwasser“) auszugehen ist. Der Bemessungsgrundwasserstand (HGW) dürfte im höher gelegenen Grundstückteil noch > 50 cm unter Bauwerksunterkante liegen.

Unter dieser Voraussetzung kann bei einer Ausführung einer auf Dauer funktionsfähigen Dränung nach DIN 4095 eine Abdichtung gem. W1.2-E - Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührenden Wänden mit Dränung – grundsätzlich in Betracht gezogen werden.

Kann (nicht genehmigungsfähig) eine Dränung nicht ausgeführt werden ist von drückendem Wasser (Grund- Hoch- oder Stauwasser) auszugehen und eine Bauwerksabdichtung gem. W2.1-E – mäßige Einwirkung von drückendem Wasser bei einer Abdichtungsebene ≤ 3 m oder gem. W2.2-E – hohe Einwirkung von drückendem Wasser bei > 3 m (wie sie im tiefer gelegenen Grundstückteil empfohlen wird) auszuführen. Die Stauwassereinwirkung wird dabei bis OK Gelände angesetzt.

Ggf. sind weitere Wassereinwirkungsklassen W3-E bzw. W4-E zu berücksichtigen.

Genaue Angaben hierzu bzw. eine Abgrenzung sind zum jetzigen Zeitpunkt serios allerdings nicht möglich.

Darüber hinaus sollten folgende Maßnahmen getroffen werden:

- Unter den Bodenplatten muss zur Dränage ein ausreichend wasserdurchlässiger Unterbau (Filterschicht, kapillarbrechende Schicht; z. B. 15 cm Split-Gemisch 5/11 oder Kies 8/16 und Geotextil) vorgesehen werden. Auf eine ausreichende Verdichtung ($D_{pr} \geq 100\%$) ist zu achten.
- Zwischen Filterschicht und Bodenplatte, ggf. Dämmschicht, ist zur Vermeidung von Betonmilch-Ausschwemmungen eine wasserundurchlässige Folie zu verlegen.
- Um eventuell auftretendes Sickerwasser abzufangen und zu verteilen, empfehlen wir im Arbeitsraum eine mit Kies ummantelte Sicherheitsdränage zu verlegen und an den Vorfluter (Kanalisation) anzuschließen.
- Zur Gewährleistung eines reibungslosen Bauablaufs empfiehlt sich (bei 15 cm Filterschicht zwingend) darüber hinaus die Zwischenschaltung eines filterstabilen, wasserdurchlässigen Filtervlieses (Geotextil) zwischen Filterschicht und anstehendem „bindigem“ Boden. Außerdem ist ein Vlies zwingend einzuschichten bei z. B. niederschlagsbedingter Durchfeuchtung und Aufweichung der Baugrubensohle, um so ein Eindringen von Feinmaterial in die Filterschicht und somit den Verlust der kapillarbrechenden Funktion der Filterschicht zu vermeiden.

Generell sind die entsprechenden Regelwerke sowie gültigen Normen (DIN 18195, DIN 18533 und DIN 4095, u.a.) zu beachten.

Gem. dem Hochwasserinformationsservice des LUBW liegt das Untersuchungs Gelände außerhalb von Überflutungsflächen.

6.4 Angaben zur Baugrube

Eine Unterkellerung der Gebäude ist nicht geplant und wird gehen allenfalls von geringen Geländeeinschnitten (< 2,0 m) bei flach einfallendem Gelände aus. Entsprechend werden in den Baugrubenwänden in erster Linie mindestens steife bzw. halfeste Auelehme oder ggf. noch Verwitterungsböden ausstreichen.

Generell können Böschungen in diesen Böden bis 1,25 m senkrecht und darüber bis 1,75 m unter einer Neigung von 45 Grad abgebocht werden. Darüber hinaus können bei den zu erwartenden geringen Böschungshöhen generell Böschungen unter einem Winkel von 60 Grad abgebocht werden.

Generell ist die Böschungsgestaltung näher zu prüfen oder es sind entsprechende Standsicherheitsberechnungen gem. DIN 4084 durchzuführen bei:

- Stapel- oder Kranlasten unmittelbar neben der Böschungskrone
- Verkehrslasten (z. B. Baustellenverkehr), neben der Böschungskrone
- Ansteigendem Gelände (> 10 % Neigung) oberhalb der Böschungskrone
- Bei Böschungshöhen > 5 m (Berme, Verbau ggf. Abflachung)
- Generell bei nicht Beachten der einschlägigen Richtlinien (z. B. EB 56 des Arbeitskreises „Baugruben“ – Mindestabstände Verkehrslasten etc.)

Grundsätzlich sind die entsprechenden Regelwerke (DIN 4124, Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben) zu beachten.

Nach Abtrag des humosen Oberbodens sind in der Baugrubensohle bindige, z. T. bindige aufgefüllte Böden von mindestens steifer oder halbfester Konsistenz zu erwarten. Die Böden sind grundsätzlich als witterungsempfindlich einzustufen und sollten daher durch entsprechende Maßnahmen geschützt werden.

Die Befahrung mit schweren Radfahrzeugen sollte möglichst vermieden werden.

Folgende Punkte sollten darüber hinaus beachtet werden.

- Die Böden sind durch geeignete Maßnahmen vor einer Durchfäuchung zu schützen
- Entwässerungsmaßnahmen des Planums ggf. der Schüttelagen sind zu empfehlen. Ein Einstau auf Planumhöhe ist zu vermeiden, wobei sich eine Profilierung des Planums von ca. 1 % auf 25 m in der Praxis bewährt hat.
- Generell sollte das ungeschützte Planum nicht über längere Zeiträume frei offen liegen. Nach Ende des Baugrubenaushubes sollte daher möglichst umgehend eine Schutzschicht zum Stabilisieren der Baugrubensohle eingebracht werden.
- Für das Herstellen des Planums ist ein Bagger mit Schmelde (ohne Zähne) an der Schaufel zu empfehlen.

6.5 Erdbeben

Das Baugrundstück ist nach der DIN 4149:2005-04 der Erdbebenzone „0“ zugeordnet. Somit kann auf den Ansatz der Bodenbeschleunigung verzichtet werden.

Für den rechnerischen Nachweis der Erdbebensicherheit gelten für den Standort folgende Einstufungen:

- Untergrundklasse R
- Baugrundklasse A/B

6.6 Wiederverwertbarkeit / Entsorgung

Nach der organoleptisch, sensorischen Bodenansprache können die anstehenden Böden als „unauffällig“ eingestuft werden. Dies gilt auch für die als evtl. aufgefüllt angesprochenen, den Auelehmen ähnelnden, Böden.

Da darüber hinaus derzeit keine genaueren Angaben zur geplanten Bebauung (EF-Höhe, Lage) vorliegen und eine Unterkellerung nicht geplant ist, wurde zum jetzigen Zeitpunkt auf eine chemische Analyse hinsichtlich der VwV (Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial vom 14. März 2007) verzichtet. Wir empfehlen im Zuge der weiteren Planung bzw. im Zuge der Bauausführung, d. h. wenn genauere Angaben in welchen Bereichen mit Erdaushub zu rechnen ist, ggf. nachzuholen.

7. Schlussbemerkung

Die Erkundung und Beschreibung der Untergrundverhältnisse erfolgte an Hand der durchgeführten Rammkern- und Rammsondierungen. Die Angaben beziehen sich daher streng genommen nur auf die Untersuchungspunkte und die jeweils erreichte Erkundungstiefe.

Bei Abweichungen zu den im Gutachter beschriebenen Baugrundverhältnissen ist der Gutachter zu benachrichtigen, um ggf. rasch die erforderlichen Maßnahmen abstimmen zu können.

Remseck, den 19. Juni 2018

IBQ - Institut für Baustoff-
Qualitätssicherung GmbH



Siegfried Mäuthe
Geschäftsführer

IBQ - Institut für Baustoff-Qualitätssicherung GmbH
Raimwiesstr. 2
71886 Remseck am Neckar
Tel.: 07141 297 81-0 • Fax: 07141 297 81-20
E-Mail: info@ibq-institut.de



Diplom-Geologe Robert Fischer
Leiter Geotechnik