

Baugrundgutachten

17-331/1

61184 Karben,
Baugebiet „Am Kalkofen“

-Neubau eines Einfamilienwohnhauses-

Auftraggeber: Oliver-Benjamin Böhm
Taunusstraße 25
61184 Karben

Datum: Hungen, 25.10.2017

Projekt-Nr.: 17-331

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. ALLGEMEINE ANGABEN	1
1.1 Anlass und Auftrag	1
1.2 Bearbeitungsunterlagen	1
1.3 Derzeitige Nutzung und bautechnische Angaben	3
2. DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN UND PROBENAHME	3
3. ERGEBNISSE	4
3.1 Örtlicher Bodenaufbau / Schichtenbeschreibung	4
3.2 Grundwasserverhältnisse	5
4. BODENMECHANISCHE KENNWERTE	6
5. BAUGRUNDBEURTEILUNG	7
5.1 Allgemeines	7
5.2 Gründungsvarianten / Bodenpressung / Setzungen	7
5.3 Bauausführung / Baugrube / Wasserhaltung / Abdichtung	9
5.3.1 Gründungssohle	9
5.3.2 Bau- und Fundamentgruben / Böschungen	9
5.3.3 Wasserhaltung	9
5.3.4 Abdichtung / Dränage	10
5.4 Geotechnische Eignung der angetroffenen Böden / Lösbarkeit	11
6. ABSCHLIESSENDE BEMERKUNGEN	12

TABELLENVERZEICHNIS

Seite

Tabelle 1a	Bodenmechanische und bodenphysikalische Kennwerte für Homogenbereiche im Lockergestein und weitere Kennwerte in Anlehnung an DIN 1055 T 2 und eigene Erfahrungswerte	6
------------	--	---

ANLAGEN

1. Lageplan, ohne Maßstab, mit Kennzeichnung der Aufschlusspunkte
2. Zeichnerische Darstellung der Bohrprofile gemäß DIN 4023 und des Sondierdiagramms gemäß DIN 22476-2, M 1 : 50

1. ALLGEMEINE ANGABEN

1.1 Anlass und Auftrag

Die bgrm baugrundberatung GmbH wurde von Herrn Oliver-Benjamin Böhm mit Email-Schreiben vom 15.09.2017 beauftragt, in Karben, OT Groß-Karben im Baugebiet „Am Kalkofen“ Baugrunduntersuchungen für den geplanten Neubau eines Einfamilienhauses durchzuführen und die Ergebnisse gutachterlich zu bewerten.

In dem vorliegenden Baugrundgutachten wird auf der Grundlage der bei den Gelände- und Laborarbeiten gewonnenen Erkenntnisse zu folgenden Punkten Stellung genommen:

- Auswertung und Darstellung der Baugrunderkundung sowie der Labor- und Feldversuche
- Dokumentation der Schichtenfolge im baugrundrelevanten Tiefenbereich nach DIN ISO 22475-1, DIN EN ISO 14688 und 14689
- Geotechnische Klassifikation der Schichten nach ATV DIN 18300 (Festlegung von Homogenbereichen)
- Angabe weiterer relevanter geotechnischer Bodenkennwerte
- Abschätzen des Schwankungsbereichs von Wasserständen im Boden
- Angaben zur Erdbebengefährdung
- Empfehlungen zur Gründung und zulässigen Bodenpressung
- Überschlägige Setzungs- und Grundbruchberechnungen
- Angaben zum Fußbodenunterbau, Material- und Verdichtungsanforderungen
- Vorschläge zur Wasserhaltung
- Aussagen und Empfehlungen zur Wiederverwendbarkeit des Aushubs und Bodenverbesserungsmaßnahmen
- Hinweise zur Bauausführung

1.2 Bearbeitungsunterlagen

[A] Planungsunterlagen:

- [A1] Aufteilungsentwurf Gemarkung: Groß-Karben Flur 16 „Am Kalkofen“, M 1 : 1000, aufgestellt durch Dipl.-Ing. M. Schütz und Dipl.-Ing. M. Vollmer am 14.09.2016, zur Verfügung gestellt durch den Auftraggeber.
- [A2] Gebäudegrundrisse, -schnitte und -ansichten, aufgestellt durch Architekt M.A. Patrick Böhm (Oberursel) am 06.09.2017, zur Verfügung gestellt durch den Auftraggeber.
- [A3] Geologische Übersichtskarte, Nr. CC 6318 (Frankfurt a. M. – O.), M 1 : 200.000.
- [A4] bgr-Geoviewer (<http://geoviewer.bgr.de>).
- [A5] Hessisches Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie (HLNUG): Landesgrundwasserdienst (<http://lgd.hessen.de>).
- [A6] Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie: Wasserrahmenrichtlinie Hessen: (<http://wrrl.hessen.de/>).

- [A7] Planungskarte zur DIN 4149:2005-04, Erdbebenzonen und geologische Untergrundklassen für Hessen, M 1 : 200.000, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 2007.
- [A8] Baugrundgutachten und abfalltechnischer Prüfbericht „Karben, Stadtteil Groß Karben Erschließung des Baugebietes „Am Kalkofen“, aufgestellt durch die bgm baugrundberatung GmbH am 18.02.2016.

[B] Normen, Regelwerke und Literatur:

- [B1] DIN EN 1997-2 (Eurocode 7): Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds; Deutsche Fassung EN 1997-2:2007 + AC:2010 – Beuth-Verlag, Berlin, Ausgabe Oktober 2010
- [B2] DIN Taschenbuch 113: Erkundung und Untersuchung des Baugrundes – Beuth-Verlag, Berlin, Ausgabe August 2011.
- [B3] DIN Taschenbuch 376: Untersuchung von Bodenproben und Messtechnik – Beuth-Verlag, 2. Auflage, Berlin, April 2012.
- [B4] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau (ZTVE-StB), Ausgabe 2009, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen.
- [B5] DIN 18533-1:2017-07: Abdichtung von erdberührten Bauteilen – Teil 1: Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze
- [B6] Schneider, Klaus-Jürgen (2004): Bautabellen für Ingenieure mit Berechnungshinweisen und Beispielen – 16. Auflage, München, August 2004.
- [B7] Witt, Karl Josef (Hrsg.): Grundbautaschenbuch, Band 1 bis 3 – 7. Auflage, Ernst & Sohn Verlag, Berlin, 2009.

1.3 Derzeitige Nutzung und bautechnische Angaben

Herr Oliver-Benjamin Böhme plant die Errichtung eines Einfamilienhauses in Karben, OT Groß Karben im Baugebiet „Am Kalkofen“, Flur 16, Flurstück-Nr. 112. Das Grundstück stellt eine unbebaute, brachliegende Wiesenfläche in dem in der Erschließung befindlichen Baugebiet dar. Die Höhenunterschiede in dem nach Westen einfallenden Grundstück betragen ca. 1 m, die absoluten Höhen im Baufeld liegen zwischen rd. 137,54 m NHN und rd. 138,56 m NHN.

Das Einfamilienhaus ist nach den vorliegenden Planungsunterlagen [A2] zweigeschossig mit einer Unterkellerung geplant und soll im Grundriss 10,87 m x 10,92 m messen. Das Gebäude soll außerdem einen Garagenanbau mit einem 4,91 m x 7,96 m messenden Grundriss erhalten. Über die Höhe der Oberkante Fertigfußboden Erdgeschoss (OK FFB EG) des Gebäudes liegen keine Angaben vor. Wir gehen im Folgenden davon aus, dass die OK FFB EG in etwa mit der momentanen Geländehöhe am östlichen Grundstücksrand (ca. Niveau der im Bau befindlichen Anliegerstraße ~138,5 m NHN) übereinstimmen wird. Das Niveau der OK FFB des Kellergeschosses (KG) wird rd. 2,89 m tiefer liegen (OK FFB KG bei rd. 135,67 m NHN).

Über die auftretenden Bauwerkslasten liegen uns derzeit keine Informationen vor. Erfahrungsgemäß treten vor allem Linienlasten unter den Wandscheiben auf. Bei einer unterkellerten, 2-geschossigen Bauweise werden die Linienlasten erfahrungsgemäß 150 kN/m nicht überschreiten.

Gemäß [A6] liegt der Projektstandort innerhalb eines Heilquellenschutzgebiets Zone I, jedoch außerhalb einer ausgewiesenen Trinkwasserschutzzone.

2. DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN UND PROBENAHEME

Am 12.10.2017 wurden die Geländearbeiten durchgeführt. Das Untersuchungsprogramm wurde mit dem Auftraggeber abgestimmt und den örtlichen Gegebenheiten angepasst (vgl. Anlage 1 und 2). Sämtliche Aussagen und Empfehlungen in diesem Gutachten beziehen sich ausschließlich auf die zum Untersuchungszeitpunkt untersuchten Aufschlusspunkte.

- 2 Rammkernsondierungen (RKS) bis auf maximal 6,8 m unter Geländeoberkante (GOK)
- 1 schwere Rammsondierung (DPH) bis auf 4,7 m u. GOK
- Einmessen der Bohrsatzpunkte mittels GPS
- Geologische Beschreibung des Bodenaufbaus nach DIN ISO 22475-1, DIN EN ISO 14688 und 14689
- Darstellung gemäß DIN 4023
- Beprobung des Bodens bzw. des Bohrguts nach organoleptischen sowie geologischen Kriterien gemäß DIN 4021.

Die Probenbezeichnung erfolgte nach ihrer Entnahmestelle, der Probennummer und der

Entnahmetiefe. Die Proben wurden zum Teil für bodenmechanische Laborversuche eingesetzt und alle weiteren entnommenen Proben als Rückstellproben im Probenarchiv der bgrm baugrundberatung GmbH für ein halbes Jahr eingelagert.

3. ERGEBNISSE

3.1 Örtlicher Bodenaufbau / Schichtenbeschreibung

Im Rahmen der Geländearbeiten wurden im Wesentlichen die folgenden Schichten angetroffen (vgl. auch Anlage 2 – Bohrprofilardarstellungen):

Homogenbereich A / Schicht 0 – Oberboden, teilweise umgelagert

Im Bereich des Untersuchungsgeländes ist ein rd. 0,5 m bis 0,6 m starker Oberboden ausgebildet. Durch die Vorarbeiten im Gelände war der Oberboden umgelagert.

Homogenbereich B / Schicht 1 – Auffüllung

Unterhalb des umgelagerten Oberbodens befindet sich eine rd. 0,4 m starke Auffüllung aus umgelagertem Kalkmergel, in Form feinsandigen Stein-Schluff-Gemisches das eine steife Konsistenz aufweist.

Homogenbereich C / Schicht 2 – Lösslehm

Unterhalb der Auffüllungen wurde an der Aufschlussposition RKS 1 Lösslehm mit einer Mächtigkeit von 1,7 m angetroffen.

Das hellbraun bis braun gefärbte, bindige Bodenmaterial besteht aus sandigem, schwach tonigem Schluff (Bodengruppen UL – TL, UM – TM). Die Zustandsform der Lösslehme war zum Zeitpunkt der Außenarbeiten günstig, da steifplastisch.

Vereinzelt wurden kalkige Gesteinsbruchstücke vorgefunden.

Grundsätzlich sind die Lösslehme als sehr wasserempfindlich charakterisiert. Außerdem verfügt das Material über thixotrope Eigenschaften. Die hohe Wasserempfindlichkeit sowie das thixotrope Verhalten der Lösslehme führen insbesondere bei dynamischen Beanspruchungen dazu, dass das Material durch Gefügezerstörung aus einem steifplastischen Zustand, quasi ohne signifikante Wassergehaltsänderung, in den weichplastischen oder sogar breiigen Zustand wechseln kann.

Homogenbereich D / Kalkmergel

Ab Tiefen zwischen rd. 2,6 m (RKS 1) und 1,0 m (RKS 2) u. GOK folgen auf die Lehme Kalkmergel. Diese zeichnen sich durch eine inhomogene Zusammensetzung aus. Es können recht massive Kalkbänke auftreten (s. RKS 1, 2,6 m – 3,1 m u. GOK), meist wurde jedoch kalkige (Fein)Sande mit unterschiedlichen Schluffanteilen sowie Nebenanteilen von kalkigen

Gesteinsbruchstücken/Kalkmergelsteinersatz angetroffen. Diese sind nach den Schlagzahlen der DPH 1 dicht gelagert.

3.2 Grundwasserverhältnisse

Zum Zeitpunkt der Außenarbeiten am 12.10.2017 wurde in den bis zu 6,8 m tiefen Rammkernsondierungen kein frei messbares Grundwasser festgestellt.

Lokal sind jedoch je nach Witterung und Jahreszeit verstärkt Schichtwasserzutritte möglich. Schichtwasserführend können z. B. sandigere Partien des Lösses oder die tertiären Sande/Kiese sein. Deshalb ist grundsätzlich witterungsbedingt mit unsystematisch auftretendem Schicht- oder Grundwasser bzw. Staunässe in allen Tiefenniveaus im gesamten Baufeld jederzeit zu rechnen.

Im Zuge der Baugrunduntersuchung im Januar/Februar 2015 [A8] wurde ebenfalls kein GW angetroffen. In [A8] wird der Bemessungswasserstand auf Grundlage der GW-Auskunft des Hessischen Landesamt für Natur, Umwelt und Geologie auf 2 m u. GOK festgelegt. Vor diesem Hintergrund sind die Angaben in Kap. 5.3.4 zu beachten.

4. BODENMECHANISCHE KENNWERTE

Tabelle 1a Bodenmechanische und bodenphysikalische Kennwerte für Homogenbereiche im Lockergestein und weitere Kennwerte in Anlehnung an DIN 1055 T 2 und eigene Erfahrungswerte

Homogenbereich	Schicht Nr. Bodenmaterial Lagerung bzw. Zustandsform	Kennwerte gemäß ATV DIN 18300									Kohäsion ⁽²⁾	Reibungswinkel ⁽³⁾	Steifemodul
		Boden- gruppe	Korngrö- ßenvertei- lung ⁽¹⁾	Dichte	Wasser- gehalt	Plastizität	Konsistenz	undräßierte Kohäsion	Lagerungs- dichte	organi- scher Anteil			
		DIN18196	DIN EN ISO 14688-2	DIN 18125	DIN 18121-1	DIN 18122-1	DIN 18122-1	DIN 4094-4 DIN 18137	DIN 4094-1 DIN 18126	DIN 18128	DIN 18137	DIN 18137	DIN 18135
				ρ	w	I_P	I_C	c_u	D	C_{org}	c'_k	φ'_k	$E_{s,k}$
			[%] ⁽¹⁾	[t/m ³]	[%]	[%]	[-]	[kN/m ²]	[-]	[%]	[kN/m ²]	[Grad]	[MN/m ²]
A	0 Oberboden	[OH]	0	1,3 – 1,6	10 – 30	---	0,60 – 0,80	---	---	5 – 25	---	---	---
B	1 Auffüllung, Sand/Schluff locker mitteldicht steif ⁽⁴⁾	SU, SE, SI, SW	<10	1,8 – 1,9	3 – 8	---	---	---	0,20 – 0,35 0,35 – 0,45	2 – 3	---	30 30 – 32,5	30 20 – 40
		UL – UM	<1	1,7 – 2,0	17 – 25	10 – 25	0,75 – 1,00	40 – 60	---	2 - 5	3 - 5	25 – 27,5	8 – 12
C	2 Lösslehme steif ⁽⁴⁾ steif-halbfest	UL – UM, TL – TM	< 1	1,7 – 2,0		15 – 30				2 – 5		25 – 27,5	
					17 – 25 15 – 20		0,75 – 1,00 0,85 – 1,20	40 – 60 50 – 80					
D	Kalkmergel mitteldicht dicht	SU, X	<10	1,8 – 1,9 2,2	3 – 8	---	---	---	0,30 – 0,60 0,60 – 0,80	2 – 3	---	32,5 35,0	30 – 60 50 – 80

(1) Massenanteil an Steinen, Blöcken und großen Blöcken

(2) charakteristischer Wert für die Kohäsion des dräßierten Bodens

(3) charakteristischer Wert für den inneren Reibungswinkel des dräßierten Bodens

(4) geht bei Wasserzufuhr und dynamischer Beanspruchung sehr leicht in breiigen Zustand über

Wir weisen darauf hin, dass gemäß aktueller VOB, Teil C, ATV DIN 18300 die Angabe von Homogenbereichen erforderlich ist. Für eine präzise Definition von Homogenbereichen sind jedoch die Durchführung von weiteren Bodenaufschlüssen (z. B. Baggerschürfe oder Kernbohrungen) sowie umfangreiche, bodenmechanische Laborversuche an ungestörten Bodenproben erforderlich. Vorstehende Angaben sind daher als angenäherte Erfahrungswerte zu verstehen.

5. BAUGRUNDBEURTEILUNG

5.1 Allgemeines

Das Untersuchungsgelände liegt gemäß der Planungskarte zur DIN 4149: 2005-04 [A7] in der **Erdbebenzone 0** und der empfohlenen **Geologischen Untergrundklasse T**.

Die Baumaßnahme ist in die Geotechnische Kategorie GK 2 nach DIN EN 1997-1 bzw. DIN 1054 einzustufen.

Wir empfehlen, Erkundigungen bezüglich möglichen Abbaus von Kalkstein und dessen Auswirkungen beim Zuständigen Amt einzuholen.

Im Gründungsbereich des geplanten unterkellerten Einfamilienhauses stehen unterhalb des Oberbodens zunächst eingeschränkt tragfähige Lösslehme bis in Tiefen zwischen rd. 1,0 m und 2,6 m an. Die Lehme wiesen zum Zeitpunkt der Untersuchung steifplastische Konsistenzen auf. Unterhalb der Lösslehme folgen gut tragfähige Kalkmergel in mitteldichter Lagerung.

Die Gründung des unterkellerten Gebäudes ist auf den Kalkmergeln des Homogenbereich D auszuführen. Die Lehm Böden sind grundsätzlich zu durchgründen.

Der Wasserempfindlichkeit der Materialien ist durch einen entsprechenden Schutz der Aushubsohlen und des Planums Rechnung zu tragen. Aufgeweichte Böden sind im Gründungsbereich zu entfernen.

Grundwasser wurde zum Zeitpunkt der Untersuchung nicht angetroffen. In [A8] wird der Bemessungswasserstand mit 2 m u. GOK angegeben.

5.2 Gründungsvarianten / Bodenpressung / Setzungen

Das Wohnhaus ist mit Unterkellerung geplant. Die Gründung des Wohnhauses kann in den anstehenden, mindestens mitteldicht gelagerten Kalkmergeln (Homogenbereich D) erfolgen. Die Lastabtragung kann sowohl über Einzel- und Streifenfundamente als auch über eine Fundamentplatte erfolgen.

Der Lehm Boden der Schicht 2 bzw. generell aufgeweichte Böden sind im Gründungsbereich bis auf mindestens steifplastisches Material auszukoffern und durch Magerbeton zu ersetzen. Alternativ kann der Bodenersatz auch mit gut verdichtbarem Schottermaterial erfolgen, wobei dann ein Lastausbreitungswinkel von 45° ab Unterkante Fundamente zu berücksichtigen ist.

Die Gründungssohle ist durch den Baugrundsachverständigen abzunehmen.

Unter einer Fundamentplatte bzw. der Fußbodenkonstruktion wird empfohlen, eine mindestens 0,3 m starke Ausgleichs- und Tragschicht aus gut verdichtbarem Schottermaterial der

Körnung 0/32 oder 0/45 zu erstellen. Das Material ist lagenweise auf einen Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 100\%$ zu verdichten. Unterhalb der Ausgleichs- und Tragschicht ist zur Einhaltung der Filterstabilität gegenüber den anstehenden, bindigen Böden ein Trennvlies zu verlegen.

Da sich das Grundstück in einer Heilquellenschutzzone befindet, sollte zum Aufbau des Gründungspolsters Naturschotter verwendet werden. RC-Material darf nur nach Rücksprache mit und Genehmigung durch die zuständigen Behörden verbaut werden.

Die Gründungssohle ist durch den Unterzeichner Abzunehmen

Der Bemessungswert des Sohlwiderstandes nach EC 7 (DIN 1054:2010-12) beträgt bei einer Gründung auf dem mindestens mitteldicht gelagerten Kalkmergel

- $\sigma_{R,d} = 360 \text{ kN/m}^2$ für Einzelfundamente ($0,5 \text{ m} < b < 2 \text{ m}$; $a/b \leq 1,5$) bei einer Fundamentmindesteinbindetiefe von 0,8 m,
- $\sigma_{R,d} = 320 \text{ kN/m}^2$ für Streifenfundamente ($0,4 \text{ m} < b < 1,0 \text{ m}$) bei einer Fundamentmindesteinbindetiefe von 0,8 m oder für Fundamentplatten

Bei der beschriebenen Gründungsart ist eine ausreichende Sicherheit gegen Grundbruch gemäß DIN 4017 bei den angegebenen Fundamentmindesteinbindetiefen gewährleistet (Ausnutzungsgrad [parallel zu b] $\mu \leq 1$; Teilsicherheit $\gamma_{R,v} \geq 1,4$).

Bei Fundamentplatten ist die ausreichende Grundbruchsicherheit durch eine entsprechende Bewehrung der Betonplatte sicherzustellen.

Überschlägige Setzungsberechnungen nach DIN 4019 ergaben bei einer Gründung mittels Streifenfundamenten unter Annahme einer Linienlast von rd. 150 kN/m, dass die rechnerischen Setzungen $\leq 2 \text{ cm}$ betragen werden. Setzungsdifferenzen können danach in einer vernachlässigbaren Größenordnung auftreten. Die Setzungsberechnungen erfolgten für den kennzeichnenden Punkt einer Rechtecklast.

Für die Bemessung von Fundamentplatten kann vorläufig eine Bettungsziffer von $k_s = 20 \text{ MN/m}^3$ angesetzt werden. Da die Bettungsziffer von zahlreichen Faktoren wie Laststellung, Lasteinwirkungsbreite usw. abhängig ist, empfehlen wir, zu gegebener Zeit unter Vorlage detaillierter Angaben aus der Bauwerksstatik eine ggf. differenzierte Neuberechnung der Bettungsziffer zu veranlassen.

Sollten sich im Zuge der weiteren Planungsphase Änderungen in gründungstechnischer Sicht ergeben, so sind auf der Basis der vorliegenden Untersuchungen ergänzende Empfehlungen anzufordern. Bei abweichenden Baugrund- und/oder Grundwasserverhältnissen ist der Bodengutachter unverzüglich zu informieren.

5.3 Bauausführung / Baugrube / Wasserhaltung / Abdichtung

5.3.1 Gründungssohle

Die teils verlehnten Kalkmergel reagieren sehr empfindlich bei Wasserzutritt und mechanischer Beanspruchung und dürfen bei ungünstiger Witterung daher bei der Herstellung der Gründungssohle nicht befahren werden. Der Aushub ist bis auf wenige Dezimeter an die geplante Gründungssohle heranzuführen und der verbleibende Boden bei geeigneter Witterung rückschreitend bis zur Endaushubtiefe abzutragen.

Die Gründungssohle ist nach dem Freilegen fachlich abnehmen zu lassen und unmittelbar nach der Freigabe durch Versiegelung/Überbauung zu schützen, insbesondere vor Fremdeinwirkungen, Witterungseinflüssen, Feuchtigkeit, Nässe, aber auch Austrocknung etc.. Der Baugrundgutachter steht für eine solche fachliche Abnahme zur Verfügung, die gegen Aufpreis gesondert beauftragt werden kann. Sollte es zwischen Abnahme und Versiegelung/Überbauung zu Einwirkungen kommen, hat eine erneute Abnahme zu erfolgen. Aufgeweichte Bodenbereiche sind grundsätzlich im Fundamentbereich zu entfernen und durch Schottermaterial oder Magerbeton zu ersetzen.

5.3.2 Bau- und Fundamentgruben / Böschungen

In Abhängigkeit von der Geländeneigung können Bau- oder Fundamentgruben mit einer Tiefe bis zu 1,25 m nach DIN 4124 senkrecht geschachtet werden. Bei größeren Einbindetiefen kann unter Beachtung der Einschränkungen der DIN 4124 in den mindestens steifplastischen Lehmen des Homogenbereiches B nicht steiler als $\beta \leq 60^\circ$ geböscht werden. In den Sanden des Homogenbereiches C kann nicht steiler als $\beta \leq 45^\circ$ geböscht werden.

Die Geländeoberfläche neben der Böschungsoberkante ist dabei in einem mindestens 2 m breiten Streifen unbelastet zu belassen. Die Böschungen sind durch Abdeckungen z. B. mit Kunststofffolien gegen Erosion zu schützen. Weitere Hinweise zur Bauausführung von freigebochten Baugrubenwänden und Böschungen werden in der DIN 4124 genannt.

Dauerhafte Böschungen sollten nicht steiler als 1 : 2 angelegt werden. Sie sind z. B. durch geeignete Begrünung vor Erosion nachhaltig zu schützen.

Sollten die Platzverhältnisse ein freies Böschchen nicht zulassen, so sind geeignete Sicherungsmaßnahmen mittels Verbauten (z. B. Berliner Verbau) zu treffen.

5.3.3 Wasserhaltung

Die Grund- und Schichtwasserverhältnisse zum Zeitpunkt der Baugrunderkundung vorausgesetzt wird während der Bauzeit keine Grundwasserabsenkung bzw. aufwendige Wasserhaltung, sondern lediglich eine offene Wasserhaltung für zulaufende Schicht- und Tagwässer erforderlich sein. Dem Baufeld zusetzendes Wasser ist dabei mittels Drainagegräben zu fassen, Pumpensümpfen zuzuleiten und in eine geeignete Vorflut abzuleiten. Bei Einleitung in die kommunale Entwässerung bzw. Oberflächengewässer, wie Gräben und Bäche, sind die erforderlichen Einleitgenehmigungen bei den zuständigen Fachbehörden einzuholen.

Grundsätzlich ist im Hinblick auf die Befahrbarkeit, Bearbeitbarkeit und die Tragfähigkeit des Erdplanums für das gesamte Gelände eine Tagwasserhaltung, das heißt eine Arbeitssiche-

ung gegen Niederschlagswasser im Sinne der VOB, Teil C, DIN 18299, mittels Dränagen, Pumpensämpfen und Schmutzwasserpumpen vorzusehen, um Oberflächenwasser effektiv abführen zu können.

Während der Bauausführung ist bauseits dafür Sorge zu tragen, dass weder Oberflächenwasser noch Fremdwasser in Bau-/Fundamentgrube und/oder Arbeitsräume eingeleitet wird und sich dort auch keine Sicker-, Grund- und Stauwässer sammeln können. Treten solche Wässer auf, sind diese zwingend unverzüglich über das öffentliche Kanalnetz abzuleiten, um keine Baugrundverschlechterungen zu erzeugen. Treten Baugrundverschlechterungen auf, ist der Baugrund neu zu bewerten.

5.3.4 Abdichtung / Dränage

Für die nachstehenden Empfehlungen wird davon ausgegangen, dass die Einbindetiefe der hangseitigen Gebäudeseite max. 3 m u. GOK beträgt. Folgende Lastfälle und Abdichtungen sind im Hinblick auf die erkundeten Baugrund- und Grundwasserverhältnisse möglich:

Abdichtung gegen Bodenfeuchtigkeit und nicht drückendes Wasser (Dränage erforderlich!):

Erdberührte Bauwerksteile sind zum Schutz gegen *Bodenfeuchtigkeit* und *nicht drückendes Wasser* gemäß DIN 18533-1 abzudichten. Hierfür ist jedoch zwingend eine sachgerechte **Dränung nach DIN 4095** erforderlich. Diese erfordert filterfeste Dränschichten vor den zu schützenden Bauteilen, funktionsfähige, fluchtgerecht verlegte formstabile Dränleitungen, Spül- und Kontrollvorrichtungen und eine rückstausichere Ableitung des anfallenden Wassers in eine zuverlässige Vorflut. Unter vorstehenden Randbedingungen kann die Wassereinwirkungsklasse **W1.2-E** angesetzt werden. Es wird eine Abdichtung nach Abschnitt 8.5.1 der DIN 18533-1 erforderlich.

Abdichtung gegen drückendes Wasser (keine Dränung möglich):

Grundsätzlich mit dem Auftreten von wasserstauenden Mergelsteinbänken zu rechnen. Darüber hinaus ist die Wasserdurchlässigkeit des anstehenden Bodens auch aufgrund der teils dichten Lagerung als gering einzustufen ($k \leq 10^{-4}$ m/s). In Folge von aufgestautem Wasser **bis max. 3 m Wassersäule** ist daher die Wassereinwirkungsklasse **W2.1-E** (mäßige Einwirkung von drückendem Wasser) anzusetzen. Es wird dann eine Abdichtung nach Abschnitt 8.6.1 der DIN 18533-1 erforderlich.

Im Falle größerer Einbindetiefen, bei welchen sich eine **Wassersäule >3 m** anstauen kann, ist die Wassereinwirkungsklasse **W2.2-E** anzusetzen (hohe Einwirkung von drückendem Wasser, Abdichtung nach Abschnitt 8.6.2).

5.4 Geotechnische Eignung der angetroffenen Böden / Lösbarkeit

Hinsichtlich der Verdichtungseigenschaften der angetroffenen Bodenarten kann die Einstufung nach ZTVA-StB herangezogen werden. Die Tabelle 2 der ZTVA-StB gibt Schüttenhöhen in Abhängigkeit der Geräteart sowie die Anzahl der notwendigen Übergänge an. Die Vorgaben gemäß ZTVA-StB sind von den Baufirmen in den Leistungspositionen, die Verdichtungsarbeiten betreffen, einzukalkulieren. Im Folgenden sind allgemeine Angaben für die Behandlung und die Wiederverwendung der angetroffenen Böden aufgeführt. Diese Angaben ergänzen die Empfehlungen in den vorherigen Kapiteln, gelten jedoch nicht immer uneingeschränkt auch für die vorliegende Baumaßnahme.

Homogenbereich A / Oberboden (Schicht 0):

Der Oberboden stellt ein Schutzgut dar. Gemäß BauGB § 202 „Schutz des Mutterbodens“ ist der Oberboden, der bei der Errichtung und Änderung baulicher Anlagen sowie bei wesentlichen anderen Veränderungen der Erdoberfläche ausgehoben wird, in nutzbarem Zustand zu erhalten und vor Vernichtung oder Vergeudung zu schützen.

Homogenbereich B / Auffüllungen (Schicht 1):

Für bindiges Auffüllungsmaterial gelten dieselben Empfehlungen wie für die Lösslehme der Schicht 2 (s.u.).

Falls rolliges Material angetroffen wird so kann dies aus bodenmechanischer Sicht z. B. zur Rückverfüllung von Arbeitsräumen o. ä. eingesetzt werden.

Das Material sollte lagenweise mit Lagenstärken von maximal 40 cm eingebaut und verdichtet werden. Das Einbaumaterial ist mit einem mittelschweren dynamisch wirkenden Verdichtungsgerät auf einen Verdichtungsgrad von $D_{Pr} = 100\%$ zu verdichten. Jede Lage ist in mind. 3 – 5 Übergängen zu verdichten. Anhand von Erfahrungswerten mit diesem Material empfiehlt es sich, die Verdichtung mittels Trenklerplatten vorzunehmen.

Homogenbereich C / Lösslehme (Schicht 2):

Gemäß DIN 18196 ist die Witterungs-, Erosions- und Frostempfindlichkeit dieser feinkörnigen Bodenarten als groß einzustufen. Diese Bodenarten sind ohne Verbesserungsmaßnahme aus geotechnischer Sicht nicht wieder verwertbar. Wir empfehlen, eine Bodenverbesserung durch Bindemittelzugabe vorzusehen. Für vernässte Bodenmassen bzw. für weiche, wenig tragfähige Böden sind ausreichende Verdichtungsgrade unter Zugabe von Mischbindemitteln (Kalk-Zement-Gemische), z. B. unter Verwendung einer Fräse oder einer Separator-Schaufel zu erreichen. Hierbei wird durch den Kalk kurzfristig der zu hohe Wassergehalt des Bodenaushubes auf Wassergehalte abgesenkt, die den Boden bearbeitbar machen. Die Langzeitwirkung des Zementes führt zur Erhöhung der Stabilität des Bodens. Für die Verdichtung des verbesserten Materials sind Schaffußwalzen einzusetzen. Im Hinblick auf angrenzende Bebauungen sind staubarme Bindemittelarten zu verwenden oder es ist der Mischvorgang außerhalb der Baustelle durchzuführen.

Die Bindemittelzugabe ist auf ein Mindestmaß zu beschränken und es ist für eine verwirbelnde Durchmischung mit hohem Luftschluss zu sorgen, um die puzzolanische Reaktion (führt zur Versteinigung der Böden) zu unterbinden.

Bei einer Bodenverbesserung durch die Zugabe von Mischbindemitteln sind die zu verwendenden Bindemittelarten und -mengen durch Eignungsprüfungen gemäß dem „Merkblatt über Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen mit Bindemitteln“ (FGSV 551) festzulegen. Für die Eignungsprüfungen ist ein entsprechender Untersuchungszeitraum einzukalkulieren.

Bei sehr trockener Witterung und niedrigen Bodenwassergehalten ist ein Anfeuchten der zu verbessernden Böden erforderlich. Bei Temperaturen unter 5°C ist eine Bodenverbesserung nur noch stark eingeschränkt bzw. bei Frost gar nicht mehr möglich.

Die Zugabemengen sind vorläufig mit 2 – 3 Gew.-% zu veranschlagen.

Die bindigen Bodenarten sind wasser- und frostempfindlich und während der Baumaßnahme z. B. durch Abdecken mit Folien gegen Witterungseinflüsse zu schützen, da Änderungen des Wassergehaltes zur Änderung der Konsistenz und Herabsetzung der Kohäsion führen können. Aufgeweichte und/oder vernässte Bereiche sind auszutauschen, nachzuarbeiten bzw. zu konditionieren. Im Zweifelsfall ist der Bodengutachter zu benachrichtigen.

Homogenbereich D / Kalkmergel

Die beim Aushub anfallenden Kalkmergel der Schicht 3 können aus bodenmechanischer Sicht z. B. zur Rückverfüllung von Arbeitsräumen o. ä. eingesetzt werden.

Das Material sollte lagenweise mit Lagenstärken von maximal 40 cm eingebaut und verdichtet werden. Das Einbaumaterial ist mit einem mittelschweren dynamisch wirkenden Verdichtungsgerät auf einen Verdichtungsgrad von $D_{Pr} = 100\%$ zu verdichten. Jede Lage ist in mind. 3 – 5 Übergängen zu verdichten. Anhand von Erfahrungswerten mit diesem Material empfiehlt es sich, die Verdichtung mittels Trenklerplatten vorzunehmen.

Grundsätzlich ist in den Kalkmergeln mit dem Auftreten von Mergelsteinbänken zu rechnen. Der Mergelstein ist erfahrungsgemäß in die Bodenklasse 6 nach alter ATV Din 18300 einzustufen und daher mit einem ausreichend schweren Gerät und ggf. mit einem Felslöffel und/oder hydraulischen Meißel lösbar. Der ausführende Unternehmer hat die notwendigen Maßnahmen und Geräte – ggf. unter Berücksichtigung lokaler Erfahrungen – einzukalkulieren.

6. ABSCHLIESSENDE BEMERKUNGEN

Sämtliche oben aufgeführten Aussagen und Empfehlungen in diesem Gutachten beziehen sich ausschließlich auf die durch die b_{gm} zum Untersuchungszeitpunkt untersuchten Aufschlusspunkte. Sollte im Zuge der Aushubarbeiten ein von den Ausführungen abweichender Bodenaufbau und/oder abweichende Grundwasserverhältnisse angetroffen werden, muss der Gutachter durch die für die Aushubarbeiten verantwortliche Stelle (z. B. Generalunternehmer und Nachunternehmer) rechtzeitig informiert und herangezogen werden, so dass rechtzeitig mit entsprechenden Empfehlungen reagiert werden kann.

Den ausgesprochenen Empfehlungen liegen die im Kapitel 1 genannten Unterlagen zugrunde. Bei Planungsänderungen ist ebenfalls Rücksprache mit dem Gutachter erforderlich.

Es grenzt vorhandene Bebauung an die geplante Baumaßnahme an. Es ist daher in Verbindung mit den Erschließungsarbeiten (Baustellenverkehr, Erschütterungen aus Verdichtungsarbeiten) zu prüfen, ob eine Beweissicherung und ggf. auch Schwingungsmessungen erforderlich sind.

Sämtliche Aussagen, Empfehlungen und Bewertungen basieren auf dem in diesem Bericht beschriebenen Erkundungsrahmen und den hierbei gewonnenen Erkenntnissen.

Das Gutachten ist nur in seiner Gesamtheit gültig.

Die bgm baugrundberatung GmbH ist gerne bereit, beim weiteren Vorgehen beratend zur Seite zu stehen und fachliche Entscheidungshilfen zu geben.

Hungen, den 25.10.2017

Mathias Müssig
(Geschäftsführer)

Dipl.-Geol. Jörn Martini
(Geschäftsführer)

Dipl.-Geol. Julia Schwab
(Sachbearbeiterin)



