



GEOTECHNISCHER BERICHT

Auftrag Nr. 3191411-Reva
Projekt Nr. 2019-0332

KUNDE: Verwaltungsgemeinschaft Sünching
Gemeinde Aufhausen
Schulstraße 26
93104 Sünching

BAUMAßNAHME: Neubau Baugebiet „Vogelberg Ost II“,
Aufhausen

GEGENSTAND: Baugrunduntersuchung

ORT, DATUM: Deggendorf, den 07.02.2020

Dieser Bericht umfasst 51 Seiten, 8 Tabellen und 5 Anlagen.
Die Veröffentlichung, auch auszugsweise, ist ohne unsere Zustimmung nicht zulässig.
Die Proben werden ohne besondere Absprache nicht aufbewahrt.



Inhaltsverzeichnis:

0	ZUSAMMENFASSUNG	6
1	VORGANG	7
1.1	Auftrag	7
1.2	Fragestellung	8
1.3	Projektbezogene Unterlagen	9
1.4	Amtliche Karten und Literatur	9
1.5	Normen	9
2	BESCHREIBUNG DES UNTERSUCHUNGSBEREICHES	10
2.1	Geplantes Bauwerk	10
2.2	Geomorphologische Situation	10
2.3	Geologische Situation	11
3	DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN	11
3.1	Baugrundaufschlüsse	11
3.2	Sickerversuche	13
3.3	Bodenmechanische Laboruntersuchungen	13
3.4	Chemische Analysen	13
3.5	Asphaltuntersuchungen	13
4	UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE	14
4.1	Beschreibung der Schichtenfolge	14
4.2	Hydrologische Verhältnisse	17
5	BEWERTUNG DER GEOTECHNISCHEN BEFUNDE	17
5.1	Beurteilung der Baugrundverhältnisse	17
5.2	Bodenmechanische Kennwerte	19
5.3	Eigenschaften und Kennwerte für Erdarbeiten (Homogenbereiche)	21
5.4	Bewertung der Grundwasserverhältnisse	23
5.5	Bewertung der Erdbebentätigkeit	23



6	ATTLASTENUNTERSUCHUNG	23
6.1	Grenzwertbetrachtung.....	23
6.2	Bewertungsgrundlagen Schutzgüter	24
6.3	Bewertungsgrundlagen Entsorgung	26
6.3.1	Allgemeines zur Entsorgung von Abfällen.....	26
6.3.2	LAGA M20.....	27
6.3.3	Leitfaden Verfüllung.....	28
6.3.4	Deponieverordnung	29
6.3.5	Stufen- und Zuordnungswerte	30
6.4	Interpretation der Untersuchungsergebnisse.....	32
6.4.1	Einstufung der Untersuchungsergebnisse	32
6.4.2	Bewertung der Untersuchungsergebnisse	33
7	FOLGERUNGEN FÜR DIE GRÜNDUNG	34
7.1	Rahmenbedingungen.....	34
7.2	Grundsätzliche Bebaubarkeit	35
7.3	Gründungsempfehlungen.....	36
7.4	Gründung auf Teilbodenaustausch	36
7.5	Bodenverbesserung durch Stabilisierungssäulen.....	37
8	FOLGERUNGEN FÜR DIE BAUGRUBE	38
8.1	Baugrubenböschungen.....	38
8.2	Wasserhaltung	40
8.3	Hinterfüllen/Verdichten.....	40
9	BAUWERK UND GRUNDWASSER.....	41
9.1	Abdichtung unterkellertes Gebäude	41
9.2	Versickerung.....	42
10	HERSTELLUNG BEFESTIGTER FLÄCHEN	43
10.1	Rahmenbedingungen	43
10.2	Herstellung des Oberbaues	43
10.3	Ertüchtigung des Untergrundes	44



11 FOLGERUNGEN FÜR DEN KANALBAU	45
11.1 Rahmenbedingungen	45
11.2 Anordnung der Tiefendränage	46
11.3 Aushub und Wiederverwendbarkeit	46
11.4 Grabenverbau und Wasserhaltung	46
11.5 Auflager	47
11.6 Wiederverfüllung.....	48
12 HINWEISE FÜR DIE BAUAUSFÜHRUNG	49
12.1 Baustraßen	49
12.2 Frostsicherheit	49
13 ERGÄNZENDE UNTERSUCHUNGEN.....	49
13.1 Beweissicherung.....	49
13.2 Altlasten.....	50
13.3 Baubegleitende Überwachung.....	50
14 SCHLUSSBEMERKUNGEN	50



Anlagen:

Anlage 1:	Planunterlagen
Anlage 1.1:	Übersichtslageplan
Anlage 1.2:	Lageplan mit Aufschlüssen
Anlage 2:	Zeichnerische Darstellung der Erkundungsergebnisse
Anlage 2.1:	Profilschnitte
Anlage 2.2:	Bodenprofile
Anlage 2.3:	Sickerversuche
Anlage 3:	Schichtenverzeichnisse
Anlage 4:	Laboruntersuchungen
Anlage 4.1:	Bodenmechanische Laboruntersuchungen
Anlage 4.2:	Chemische Laboruntersuchungen
Anlage 5:	Fotoaufnahmen

Tabellen:

Tabelle 1:	Ansatzhöhen/Endteufen	12
Tabelle 2:	Bodenklassifizierung	18
Tabelle 3:	Vereinfachtes Baugrundmodell	19
Tabelle 4:	Bodenmechanische Kennwerte	20
Tabelle 5:	Eigenschaften und Kennwerte von Böden	22
Tabelle 6:	Stufen- und Zuordnungswerte Altlastbeurteilung Feststoffe	30
Tabelle 7:	Stufen- und Zuordnungswerte Altlastbeurteilung Grundwasser u. Eluat31	31
Tabelle 8:	Sickerversuche, Ergebnisse	42

Abbildungen:

Abbildung 1:	Ort der Probenahme und Ort der Beurteilung	25
Abbildung 2:	Bodenaustausch	37



0 ZUSAMMENFASSUNG

Mit den Erkundungen wurden unter einem 0,4 bis 0,6 m mächtigen Oberboden (Homogenbereich 0) kiesig-sandige Schluffe angetroffen (Homogenbereich 2), die eine weiche bis steife Konsistenz besitzen. Im nördlichen Teil des Baugebietes wurden diese Böden nicht durchteuft.

Im Liegenden der kiesig-sandigen Schluffe stehen ausgeprägt plastische Tone des Homogenbereiches 3 an, die weiche bis steife, teilweise halbfeste Konsistenzen besitzen. Südlich des Baugebietes stehen diese Böden ab Geländeoberkante an. Im Liegenden sind in unterschiedlicher Tiefe die Kiese und Sande des Homogenbereiches 4 anstehend.

In den tertiären Tonen des Homogenbereiches 3 liegen Hinweise auf vorgegebene Trennflächen und damit Gleitflächen vor, welche insbesondere im Zusammenwirken mit Schichtenwasser zu Hanginstabilitäten führen können. In diesen Böden sind Geländeanschnitte zu vermeiden, da dies zu Hangbewegungen führen kann. Auch Baugruben sind in diesen Böden zu vermeiden bzw. sind nur mit einem Baugrubenverbau möglich. Davon betroffen ist nur das südliche Grundstück des Baugebietes.

Aufgrund der unterschiedlichen Anforderungen bedarf die Gründung der Einzelgebäude jeweils einer Hauptuntersuchung des Baugrundes.

Das Erdplanum der Erschließungsstraße liegt in den kiesig-sandigen Schluffen des Homogenbereiches 2. Der Boden sollte nach einem Bodenaustausch bzw. einer Bodenverbesserung einen E_{v2} -Wert von $\geq 45 \text{ MN/m}^2$ aufweisen.

Um zu ermitteln, ob eine Versickerung von Niederschlagswasser im Untersuchungsgebiet möglich ist wurden zwei zusätzliche Bohrungen südlich des geplanten Baugebietes durchgeführt (RKB 7, RKB 8). Insgesamt wurden Sickerversuche in vier Bohrungen durchgeführt, dort wo die Kiese und Sande des Homogenbereiches 4 angetroffen wurden. Die Ergebnisse deuten auf geringdurchlässige Böden.

Da der Grundwasserspiegel mit den Erkundungen nicht ermittelt werden konnte, kann die erforderliche Mächtigkeit des Sickerraums nicht gewährleistet werden. Ohne weiterführende Untersuchungen kann eine Versickerung im Untersuchungsgebiet nicht empfohlen werden.



Im Zuge der durchgeführten orientierenden Altlastenuntersuchung wurden keine Bodenverunreinigungen im Sinne der Bundesbodenschutzverordnung festgestellt, sodass auf Grundlage der vorliegenden Untersuchungsergebnisse eine Gefährdung des Grundwassers für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser nicht zu besorgen ist.

Grundsätzlich können die Materialien auf Grundlage der vorliegenden Ergebnisse vor Ort verbleiben.

Überschüssiges bzw. für eine Wiederverwendung vor Ort ungeeignetes Material ist nach Bodenart und Auffälligkeiten zu separieren, zwischen zu lagern und gemäß LAGA PN 98 einer Deklarationsuntersuchung zu unterziehen.

Die IFB Eigenschenk GmbH steht Ihnen für die weitere Begleitung der Maßnahmen auf Wunsch gerne zur Verfügung.

1 VORGANG

1.1 Auftrag

Die Gemeinde Aufhausen im Landkreis Regensburg plant im Ortsteil Aufhausen die Erschließung des Baugebietes „Vogelberg Ost II“.

Mit Schreiben vom 30.09.2019 wurde die IFB Eigenschenk GmbH, Deggendorf, mit der Erstellung eines ergänzenden geotechnischen Gutachtens einschließlich der Durchführung von Feld- und Laboruntersuchungen beauftragt. Grundlage der Auftragserteilung ist das Nachtragsangebot der IFB Eigenschenk GmbH vom 28.08.2019 in Verbindung mit dem Werkvertrag.

Zu dem Bauvorhaben liegt ein Gutachten der IFB Eigenschenk GmbH vor, dokumentiert in dem Bericht mit der Auftragsnummer 3190103 vom 30.04.2019.

Des Weiteren liegt vom Baugrund-Institut Klein & Winkelvoß ein Baugrundgutachten zum Untersuchungsgebiet vor, dokumentiert im geotechnischen Bericht mit Nr. 060517-1 vom 21.06.2006.



Der vorliegende Bericht enthält die zusammenfassende Darstellung der Untersuchungsergebnisse der Hauptuntersuchung März/April 2019 sowie der ergänzenden Erkundungen von November 2019 und die daraus folgenden Hinweise für die Planung und Durchführung der Baumaßnahme.

1.2 Fragestellung

Mit der vorliegenden geotechnischen Baugrundbeurteilung soll im Wesentlichen geklärt werden:

- ⇒ welche Böden am Untersuchungsstandort zu erwarten sind und welche bautechnischen Eigenschaften diese aufweisen;
- ⇒ welche Werte der geotechnischen Kenngrößen den Böden zuzuordnen sind;
- ⇒ welche Wasserverhältnisse anzutreffen sind und mögliche Auswirkungen hieraus;
- ⇒ welche Gründungsmöglichkeiten aus technischer und betriebswirtschaftlicher Sicht empfohlen werden können;
- ⇒ welche Anforderungen bei der Herstellung von Baugruben zu beachten sind;
- ⇒ welche Folgerungen sich für die Anlage befestigter Flächen im Außenbereich ergeben;
- ⇒ welche Folgerungen sich für die Hangstabilität ergeben;
- ⇒ welche ergänzenden Hinweise für den Baubetrieb notwendig werden;
- ⇒ welche Versickerungsmöglichkeiten im Baugebiet bestehen;
- ⇒ welche Handlungsnotwendigkeiten sich aus möglicherweise vorhandenen Bodenverunreinigungen ergeben.



1.3 Projektbezogene Unterlagen

Für die Ausarbeitung dieses Gutachtens standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

[1] Ingenieurbüro Altmann (22.01.2019): Erschließung BG „Vogelberg Ost“, Vorentwurf, M 1 : 500

[2] Baugrundinstitut Klein+Winkelvoß (21.06.2006): Gutachten über Baugrund und Gründung im Bereich Heckenweg Aufhausen

1.4 Amtliche Karten und Literatur

[A1] Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.): Geologische Karte von Bayern 1 : 200.000, Blatt CC 7134 Regensburg

[A2] Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.): Digitale hydrogeologische Karte von Bayern 1 : 100.000

1.5 Normen

[N1] DIN 1054 Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1 (2010-12)

[N2] DIN 1055-2 Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 2: Bodenkenngößen (2010-11)

[N3] DIN EN 1997-1 Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln (2009-09)

[N4] DIN EN 1997-2 Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrundes (2010-10)

[N5] DIN 4020 Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2 (2010-12)

[N6] DIN EN ISO 14 688-1 Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden – Teil 1: Benennung und Beschreibung (2013-12)



- [N7] DIN EN ISO 14 688-2 Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden – Teil 2: Bodenklassifizierungen (2011-06)
- [N8] DIN EN ISO 14 689-1 Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Fels – Teil 1: Benennung und Beschreibung (2011-06)
- [N9] DIN 4023 Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse von Bohrungen und sonstigen direkten Aufschlüssen (2006-02)
- [N10] DIN 18 196 Erd- und Grundbau - Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke (2011-05)

2 BESCHREIBUNG DES UNTERSUCHUNGSBEREICHES

2.1 Geplantes Bauwerk

Es ist die Erschließung des Baugebietes östlich des Wohngebietes „Am Vogelberg“ in Aufhausen geplant. Aus den vorliegenden Unterlagen ist ersichtlich, dass mehrere Parzellen mit Wohngebäuden sowie eine Erschließungsstraße entstehen sollen. Es ist eine Versickerungsanlage nach Süden hin geplant.

Aufgrund der Bauwerkskonstruktion ist die geplante Baumaßnahme vorläufig in die geotechnische Kategorie GK 2 einzuordnen. Diese umfasst Baumaßnahmen mit durchschnittlichem Schwierigkeitsgrad im Hinblick auf das Zusammenwirken von Bauwerk und Baugrund.

2.2 Geomorphologische Situation

Das geplante Baugebiet mit den Flurnummern 955 und 956 liegt östlich vom Ortsteil Aufhausen im Landkreis Regensburg und hat eine Länge von etwa 200 m und eine Breite von rund 100 m.



Das Untersuchungsgebiet liegt östlich der Kirschhausener Straße und südlich der Staatsstraße 2146, etwa 500 m nördlich der Großen Laaber. Bei dem geplanten Baugebiet handelt es sich überwiegend um eine unbebaute Ackerfläche, wobei der südlichste Bereich als Weidefläche genutzt wird. Westlich des Untersuchungsgebietes sind bebaute Flächen. Ein Höhenunterschied von etwa 17 m ist vorhanden, von 396 m ü. NN im Norden bis 379 m ü. NN im südlichen Bereich.

Das Gelände weist ein Gefälle in der östliche Richtung auf, welches im Bereich des südlichen Grundstückes in ein nach Süden gerichtetes Gefälle übergeht. Zwischen den beiden Grundstücken befindet sich ein Höhenversatz von einigen Metern. Die Hangneigungen betragen meist etwa 8° gegen die Horizontale, im oberen Hangbereich auch etwas flacher.

Die geplante Verlegung einer Versickerungsanlage nach Süden hin hat eine Länge von etwa 270 m, mit einem Höhenunterschied von rund 30 m.

2.3 Geologische Situation

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Donau-Isar-Hügelland und ist durch bindige Böden aus dem Quartär und Tertiär geprägt. Laut der geologischen Karte von Bayern steht im nördlichen Untersuchungsgebiet quartärer Löß an. Dieser wird von bindigen, fluviatilen Ablagerungen der Oberen Süßwassermolasse aus dem Tertiär unterlagert, welche im südlichen Teil des geplanten Baugebietes ausbeißern und an der Oberfläche anstehen. Im Liegenden der bindigen Böden stehen tertiäre Kiese, Sande und Schluffe an.

3 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN

3.1 Baugrundaufschlüsse

Die vorliegende Untersuchung soll die Beurteilung der Ausführbarkeit voraussehbarer Varianten der Gründung und der Baudurchführung zulassen. Deshalb wurde Art und Umfang entsprechend einer Hauptuntersuchung nach DIN 4020 festgelegt.

Es wurde folgendes Untersuchungsprogramm festgelegt:

- 8 Rammkernbohrungen (RKB) bis 4 m unter Geländeoberkante



Die Felderkundungen fanden am 18.03.2019 und 19.03.2019 statt. Bei dem Aufschluss RKB 7 wurde dabei die angestrebte Erkundungstiefe nicht erreicht. Der Grund hierfür ist voraussichtlich die schwere Bohrbarkeit der anstehenden Böden.

Zusätzlich wurden am 25.11.2019 folgende Erkundungen zur Bestimmung der Mächtigkeit der bindigen Bodenschichten durchgeführt:

- 4 Rammkernbohrungen (RKB) bis zum Erreichen tragfähiger Schichten

Die Ansatzpunkte wurden lage- und höhenmäßig eingemessen und gehen aus dem Lageplan der Anlage 1 hervor.

Tabelle 1: Ansatzhöhen/Endteufen

Erkundungsart	Ansatzhöhe [m ü. NN]	Endteufe [m unter GOK]
RKB 1	380,42	4,0
RKB 2	396,04	4,0
RKB 3	387,33	4,0
RKB 4	387,33	4,0
RKB 5	383,91	4,0
RKB 6	379,32	4,0
RKB 7	367,44	3,8
RKB 8	351,58	4,0
RKB 9	388,59	2,4
RKB 10	388,72	2,9
RKB 11	380,77	4,3
RKB 12	381,51	4,9

GOK: Geländeoberkante

m ü. NN: Meter über Normalnull



Eine Darstellung der Aufschlüsse als Bodenprofile nach DIN 4023 ist in Anlage 2.1 aufgetragen. Die zugehörigen Schichtenverzeichnisse sind in Anlage 3 zusammengestellt.

3.2 Sickerversuche

In den Bohrungen RKB 4, RKB 6, RKB 7 und RKB 8 wurden Schluckversuche als Sickerversuche durchgeführt. Die Sickerversuche wurden in dem in Anlage 2.2 zu diesem Bericht beiliegenden Protokoll aufgezeichnet. Aus den Aufzeichnungen der Sickerversuche wurden anhand der dokumentierten Methoden die hydraulischen Durchlässigkeiten berechnet.

3.3 Bodenmechanische Laboruntersuchungen

Aus den einzelnen Bodenschichten wurden Proben entnommen und - soweit erforderlich - zur Überprüfung der augenscheinlichen Ansprache und Ermittlung der Bodengruppen nach DIN 18 196 im Laboratorium untersucht. Folgende Versuche wurden durchgeführt:

- 4 Bestimmung der Konsistenzgrenzen nach DIN 18 122
- 2 Bestimmungen der Korngrößenverteilung nach DIN 18 123 durch Nasssiebung

Die Ergebnisse sind in Anlage 4 zusammengefasst. Sie werden ggf. im Folgenden bei der Beschreibung der Untergrundverhältnisse näher erläutert.

3.4 Chemische Analysen

Es wurden folgende Untersuchungen in einem akkreditierten chemischen Labor durchgeführt:

- 1 Analyse auf polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) im Feststoff
- 2 Analysen gemäß LAGA M20 Tab. II 1.2-1 aus der Fraktion < 2 mm

3.5 Asphaltuntersuchungen

Es wurde ein Asphaltkern entnommen. Aus dem Asphaltkern wurde an einer Probe eine chemische Analyse auf PAK (polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe) nach EPA-Liste durchgeführt. Dabei wurde eine Mischprobe aus allen Schichten untersucht.



Die Untersuchungsergebnisse sind in der Anlage 4 beigefügt.

4 UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

4.1 Beschreibung der Schichtenfolge

Die Felderkundungen haben die aufgrund der regionalen geologischen Situation zu erwartende Schichtung des Baugrundes im Wesentlichen bestätigt.

Auf der Grundlage vergleichbarer bodenmechanischer Eigenschaften lassen sich die erkundeten Schichten am Untersuchungsstandort in nachfolgend aufgeführte Homogenbereiche zusammenfassen.

Homogenbereich 0 – Oberboden

In allen Sondierungen wurde ein 40 bis 60 cm mächtiger Oberboden mit einer weichen Konsistenz und dunkelbrauner Farbe angetroffen wurde. Der Boden wird überwiegend als kiesiger Schluff mit organischer Beimengung in Form von Pflanzen- und Wurzelresten angesprochen.

Die Böden dieses Homogenbereiches besitzen eine mäßige Scherfestigkeit und eine schlechte bis mäßige Verdichtungsfähigkeit. Ihre Zusammendrückbarkeit ist groß bis mittel, ihre Durchlässigkeit ist gering bis mittel.

Homogenbereich 1 – Auffüllungen

In RKB 7 wurde unter dem Oberboden 0,4 m mächtiges, nichtbindiges Auffüllungsmaterial vorgefunden. Hierbei handelt es sich um schwach schluffige, sandige Kiese mit einer hellbraunen Farbe. Nach einer organoleptischen Ansprache der Probe wurde ein Ölgeruch festgestellt.

Die Böden dieses Homogenbereiches besitzen eine große bis sehr große Scherfestigkeit und eine gute Verdichtungsfähigkeit. Ihre Zusammendrückbarkeit ist sehr gering bis vernachlässigbar klein. Ihre Durchlässigkeit ist gering bis mittel.



Homogenbereich 2 – Löß- und Hanglehme

Unter dem Oberboden wurden im gesamten Untersuchungsgebiet die Böden dieses Homogenbereiches angetroffen. Diese bestehen überwiegend aus tonigem, sandigem und teilweise kiesigem Schluff, der hellbraun bis dunkelbraun gefärbt ist. Die Konsistenz ist weich bis steif.

Im nördlichen Teil des geplanten Baugebietes wurde dieses Material bis zu einer Tiefe von 4 m unter Geländeoberkante noch nicht durchteuft (RKB 2, RKB 3). Nach Süden hin nimmt die Mächtigkeit ab und reicht in den Bohrungen RKB 6 und RKB 7 bis in Tiefen von rund 1,5 m, in den Bohrungen RKB 11 und RKB 12 bis in Tiefen von etwa 1,0 m unter Geländeoberkante.

Bei den vorliegenden Böden handelt es sich um verlehmtete Lößböden sowie um Umlagerungsböden.

Die Böden dieses Homogenbereiches besitzen eine mittlere Scherfestigkeit und eine schlechte bis mittlere Verdichtungsfähigkeit. Ihre Zusammendrückbarkeit ist mittel bis groß, ihre Durchlässigkeit ist gering bis vernachlässigbar klein.

Homogenbereich 3 – Tertiär, bindig

Im Liegenden der Löß- und Hanglehme wurden bindige Böden in Form von Tonen angetroffen. Die Konsistenz wird überwiegend als steif, teilweise als weich bis steif oder halbfest angesprochen und die Farbe ist braungrau bis grau. Nach den Laborergebnissen handelt es sich hierbei um stark ausgeprägt plastische Böden der Bodengruppe TA. Diese Böden sind in unterschiedlicher Mächtigkeit im Untersuchungsgebiet anstehend.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Konsistenz der angetroffenen Böden der Homogenbereiche 2 und 3 veränderlich ist und vom Wassergehalt abhängig ist. Der Wassergehalt der Böden kann jahreszeitlichen Schwankungen unterliegen. So kann eine Erhöhung des Wassergehaltes durch Wasserzutritt oder dynamische Belastung die Konsistenz deutlich verschlechtern, dabei ist eine Verschlechterung zu breiiger oder flüssiger Konsistenz nicht auszuschließen.



In den gestörten Bodenproben wurden Hinweise auf das Vorkommen von glatten Harnischflächen vorgefunden. Vermutlich handelt es sich um ein richtungsloses Harnischgefüge, wie es in tertiären Tonen häufiger vorkommt, bekannt sind z. B. die Münchener Bröckeltone. Dieses ist auf Scherbewegungen bei der Konsolidation bzw. bei Schrumpf- oder Quellvorgängen während der Ablagerung zurückzuführen. Dies ist insbesondere bei Tonen mit sehr hoher Plastizität zu beobachten. Auch bei den hier erkundeten Tonen wurde eine sehr hohe Plastizität mit den Laborversuchen nachgewiesen.

Meist handelt es sich bei diesem Harnischgefüge um zentimeter- bis dezimetergroße, richtungslose, glatte Flächen, die beim Anschneiden ein blockiges bis bröckeliges Gefüge ergeben. Dabei ist nicht auszuschließen, dass sich zusammenhängende Trennflächen über längere Strecken bilden können. Dabei ist anzunehmen, dass in den Trennflächen ein Absinken der Scherfestigkeit auf die sogenannte Restscherfestigkeit erfolgt. Nicht nur, aber insbesondere bei gleichzeitigem Vorkommen von Schichtenwasser können sich dadurch Instabilitäten auch in nur flach geneigten Hängen ergeben.

In [2] werden Hanginstabilitäten beschrieben, welche im Bereich der Erschließungsstraße südwestlich des hier untersuchten Baugebietes aufgetreten sind. Es werden Kriechhorizonte beschrieben, welche mit den dort dokumentierten Erkundungen als breiige bis weiche Zonen ausgemacht werden konnten. Diese geringen Konsistenzen wurden mit den Untersuchungen im Baugebiet nicht angetroffen und sind vermutlich im Bereich der Erschließungsstraße auf die bereits erfolgten Kriechbewegungen im Zusammenhang mit Schichtenwasser zurückzuführen. Die Böschungsneigung unterhalb der Erschließungsstraße ist auch mit rund 18 bis 20° deutlich steiler als die üblichen Hangneigungen in den Grundstücken des Baugebietes.

Homogenbereich 4 – Tertiär, nichtbindig

In den Bohrungen RKB 4, RKB 6, RKB 7, RKB 8, RKB 9, RKB 10, RKB 11 und RKB 12 wurden in der Endtiefe jeweils grobkörnige Böden in Form von tertiären Sanden und Kiesen angetroffen. Diese Böden treten innerhalb der regional vorkommenden, geologischen Formationen in Wechsellagerung mit den tertiären Tonen und Schluffen auf und können diesen zwischengelagert sein (siehe RKB 1). Das Material weist eine Farbe von grau/braun bis beige auf.



Die Böden dieses Homogenbereiches besitzen eine große bis sehr große Scherfestigkeit und eine mittlere bis sehr gute Verdichtungsfähigkeit. Ihre Zusammendrückbarkeit ist sehr gering bis vernachlässigbar klein, ihre Durchlässigkeit ist mittel bis groß.

4.2 Hydrologische Verhältnisse

Die angetroffenen Bohrwasserstände in den Bohrungen RKB 5 und RKB 7 sind keinem zusammenhängenden Grundwasserkörper zuzuordnen. Es handelt sich um Schichtenwasser oder Stauwasser, welches regional bzw. lokal begrenzt auf einer gering durchlässigen Schicht vorhanden ist. Dabei ist nicht auszuschließen, dass dieses nur zeitweise, z. B. nach stärkeren oder lang anhaltenden Niederschlägen, vorhanden ist. Auch in [2] wurde solches Schichtwasser im Bereich des südlichen Baugebiets aufgeschlossen.

Dies bedeutet auch, dass sich im Untersuchungsgebiet auf gering durchlässigen Schichten zeitweise lokal begrenztes Schichtenwasser bilden kann, auch an bisher nicht erkundeten Stellen.

Mit den durchgeführten Erkundungen wurde kein Grundwasser angetroffen. Bei den vorliegenden Böden ist nicht mit Grundwasser in bauwerksrelevanter Tiefe zu rechnen.

5 BEWERTUNG DER GEOTECHNISCHEN BEFUNDE

5.1 Beurteilung der Baugrundverhältnisse

Auf Grundlage der durchgeführten Felduntersuchungen, der örtlichen Bodenansprachen und der Ergebnisse der Feld- und Laborversuche kann die in der folgenden Tabelle dargestellte Klassifizierung der einzelnen Bodenschichten nach den geltenden Normen bzw. rein informativ nach der nicht mehr gültigen DIN 18 300 (2012) vorgenommen werden.

**Tabelle 2: Bodenklassifizierung**

Homogenbereich	Bodengruppe nach DIN 18 196	Bodenklasse nach DIN 18 300 (2012)	Frostempfind- lichkeit nach ZTVE-StB 17
0/Oberboden	UL/UM/OU	1	F3
1/Auffüllungen	[GU/GT]	3	F2
2/Löß- und Hanglehme	UL/UM/TL/TM	4	F3
3/Tertiär, bindig	UM/TM/TA	4, 5	F3
4/Tertiär, nicht bindig	SW/SE/SI/SU*/ST*/ GW/GI	3	F1

[] Auffüllungsmaterial

Als wesentliches Ergebnis kann ein vereinfachtes Berechnungsmodell des Baugrundes ausgearbeitet werden. Die Vereinfachung bezieht sich dabei auf die geometrischen Annahmen über den Schichtenaufbau und -verlauf sowie auf die ähnlichen bodenmechanischen Baugrundeigenschaften.

Für das geplante Baugebiet (RKB 1 bis RKB 6 und RKB 9 bis RKB 12) ergibt sich folgendes Baugrundmodell.

**Tabelle 3: Vereinfachtes Baugrundmodell**

Homogenbereich	Unterhalb Kote [m ü. NN]	Lagerungsdichte bzw. Konsistenz	Bautechnische Eignung als Baugrund für Gründungen
0/Oberboden	GOK	weich	ungeeignet
1/Auffüllungen	- ¹⁾	mitteldicht	ungeeignet
2/Löß- und Hanglehme	s. Bodenprofile	weich bis steif	mäßig geeignet
3/Tertiär, bindig	s. Bodenprofile	weich bis halbfest	mäßig geeignet
4/Tertiär, nicht bindig	s. Bodenprofile	mitteldicht bis dicht	gut geeignet

¹⁾ Nur in RKB 7 angetroffen, außerhalb des geplanten Baugebietes

5.2 Bodenmechanische Kennwerte

In der nachfolgenden Tabelle sind geschätzte mittlere bodenmechanische Kennwerte als charakteristische Werte für erdstatische Berechnungen zusammengefasst. Sie basieren auf Laboruntersuchungen, örtlichen Erfahrungen, den Angaben der DIN 1055 und DIN 1054 sowie den Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben EAB den Empfehlungen des Arbeitsausschusses Ufereinfassungen (EAU 2004).



Tabelle 4: Bodenmechanische Kennwerte

Homogenbereich	Wichte erdfeucht γ [kN/m ³]	Wichte unter Auftrieb γ' [kN/m ³]	Winkel d. inneren Reibung φ' [°]	Kohäsion c' [kN/m ²]	Kohäsion, undränert c_u [kN/m ²]	Steifemodul E_s Erstbelastung für Laststufe 100 bis 200 kN/m ² [MN/m ²]	Durchlässigkeitsbeiwert k [m/s]
0/Oberboden	16,5 - 17,5	8,5 - 9,5	20 - 25	0 - 5 ¹⁾	15 - 40 ¹⁾	2 - 5 ¹⁾	1·10 ⁻⁵ - 1·10 ⁻⁹
1/Auffüllungen	17 - 19	9,5 - 11,5	30 - 35	-	-	65 - 100 ¹⁾	1·10 ⁻⁴ - 1·10 ⁻⁶
2/Löß- und Hanglehme	17 - 20	9 - 10	22,5 - 27,5	2 - 8 ¹⁾	15 - 80 ¹⁾	5 - 7 ¹⁾	1·10 ⁻⁵ - 1·10 ⁻¹⁰
3/Tertiär, bindig	16,5 - 20	8,5 - 10,5	12,5 - 17,5 (6 - 9) ²⁾	0 - 10 ¹⁾	30 - 150 ¹⁾	5 - 10 ¹⁾	1·10 ⁻⁵ - 1·10 ⁻¹¹
4/Tertiär, nicht bindig	17 - 19,5	9,5 - 12	32,5 - 37,5	-	-	60 - 150 ¹⁾	1·10 ⁻³ - 1·10 ⁻⁸

1) abhängig von der Konsistenz

2) Restreibungswinkel in Trennflächen

Soweit möglich wurden als bodenmechanische Kennwerte vorsichtige Schätzwerte des Mittelwertes nach DIN 4020 angegeben. Soweit in der Tabelle für einzelne Kennwerte Spannen angegeben worden sind, kann im Regelfall mit den Mittelwerten gerechnet werden. Bei Nachweis des Grenzzustandes des Verlustes der Lagesicherheit, des Versagens durch hydraulischen Grundbruch und Aufschwimmen sind jedoch die jeweils ungünstigsten Werte anzusetzen.



5.3 Eigenschaften und Kennwerte für Erdarbeiten (Homogenbereiche)

Homogenbereiche sind Abschnitte, welche für einsetzbare Erdbaugeräte vergleichbare Eigenschaften aufweisen.

In diesem Sinne wurden im vorliegenden Bericht Homogenbereiche definiert und diesen den erkundeten Bodenschichten zugeordnet. Abhängig von dem gewählten Bauverfahren kann es jedoch sinnvoll sein, dass mehrere Homogenbereiche für Ausschreibung und Bau-durchführung zusammengefasst werden. Dies ist durch den verantwortlichen Planer vor-zunehmen, gegebenenfalls in Abstimmung mit dem Sachverständigen für Geotechnik.

In der folgenden Tabelle sind die nach DIN 18 300 anzugebenden Eigenschaften und Kenn-werte der einzelnen Homogenbereiche enthalten, soweit dies auf Grundlage der Unter-suchungsergebnisse möglich ist.

Tabelle 5: Eigenschaften und Kennwerte von Böden

Homogenbereich	Korngrößenverteilung g	Massenanteil [%]			Dichte ρ [Mg/m ³]	Scherfestigkeit undräniert c_u [kN/m ²]	Wassergehalt w [%]	Plastizitätszahl I_p [%]	Konsistenzzahl I_c [%]	Bezogene Lagerungsdichte I_D [%]	Organischer Anteil V_{GI} [%]	Boden- gruppe nach DIN 18 196
		Steine > 63 mm	Blöcke > 200 mm	große Blöcke > 630 mm								
0/Oberboden	- ²⁾	< 5 ³⁾	< 2 ³⁾	0	1,7 - 1,8 ³⁾	15 - 60 ³⁾	22 - 30 ³⁾	10 - 15 ³⁾	50 - 75 ³⁾	- ¹⁾	< 10 ³⁾	UL/UM
1/Auffüllungen	- ²⁾	< 10 ³⁾	< 5 ³⁾	0	1,7 - 1,9 ³⁾	- ¹⁾	- ¹⁾	- ¹⁾	- ¹⁾	35 - 85 ³⁾	< 6 ³⁾	[GU/GT]
2/Löß- und Hanglehm	- ²⁾	< 5 ³⁾	0	0	1,7 - 2,0 ³⁾	20 - 80 ³⁾	25 - 50	15 - 30 ³⁾	50 - 85 ³⁾	- ¹⁾	< 6 ³⁾	UL/UM/ TL/TM
3/Tertiär bindig	- ²⁾	< 2 ³⁾	0	0	1,7 - 2,0 ³⁾	15 - 200 ³⁾	20 - 35	10 - 25 ³⁾	50 - 100 ³⁾	- ¹⁾	< 2 ³⁾	UM/TM/ TA (SU*/ST*)
4/Tertiär nichtbindig	s. Anlage 4	< 10 ³⁾	< 5 ³⁾	< 2 ³⁾	1,7 - 2,0 ³⁾	- ¹⁾	- ¹⁾	- ¹⁾	- ¹⁾	35 - 100 ³⁾	< 6 ³⁾	SW/SE/SI /SU*/ST*/ GW/GI

1) Bei Böden dieser Art keine Angabe möglich

2) Mit den vorliegenden Feld- und Laboruntersuchungen nicht ermittelt

3) Abgeschätzt nach Erfahrungswerten



5.4 Bewertung der Grundwasserverhältnisse

Aufgrund der topografischen Lage und dadurch, dass kein Grundwasser bei den Erkundungen angetroffen wurde, kann der Bemessungsgrundwasserstand unterhalb der Gründungssohle angesetzt werden, wenn eine Bauwerksdrainage ausgeführt wird. Wird diese nicht ausgeführt, so ist der Bemessungsgrundwasserstand bei Geländeoberkante anzusetzen, da bei den vorliegenden Baugrundverhältnissen Stauwasser nicht ausgeschlossen werden kann, welches im ungünstigsten Fall bis Geländeoberkante ansteigt.

Im südlichen Teil des geplanten Baugebietes wurde Schichtenwasser in den Bohrungen RKB 5 und RKB 7 angetroffen, welches sich im ungünstigsten Fall bis Geländeoberkante aufstauen kann. Die Geländeoberkante ist deshalb als Bemessungswasserstand anzusetzen.

5.5 Bewertung der Erdbebentätigkeit

Der Untersuchungsstandort liegt nach DIN EN 1998-1/NA in keiner Erdbebenzone bzw. in der Erdbebenzone 0 und damit in einem Gebiet sehr geringer Seismizität. In Fällen sehr geringer Seismizität müssen die Vorschriften der Reihe EN 1998 nicht berücksichtigt werden.

6 ALTLASTENUNTERSUCHUNG

6.1 Grenzwertbetrachtung

Die in Anlage 4 aufgelisteten Untersuchungsergebnisse unterliegen auch bei sorgfältigster Analyse einer gewissen Zufälligkeit bzw. sind nur unter gewissen Einschränkungen als absolut repräsentativ zu werten.

Auch bei sorgfältigster Analyse ist von einem geringfügigen Schwankungsbereich der Einzelergebnisse auszugehen. Die vorgenannte Relativierung der exakten Werte soll eine Überbewertung des Einzelwertes verhindern. Grundsätzlich sind die Werte jedoch im Hinblick auf ihre Größenordnung als tatsächliche Werte zu betrachten.



6.2 Bewertungsgrundlagen Schutzgüter

Nach Inkrafttreten des Bundesbodenschutzgesetzes und der dazugehörigen Bundesbodenschutzverordnung stellen die im Anhang der Bundesbodenschutzverordnung genannten Prüf- und Maßnahmenwerte die gesetzliche Grundlage für die Beurteilung von Bodenuntersuchungen dar. Dabei werden für die einzelnen Gefährdungspfade (Boden-Mensch, Boden-Nutzpflanze und Boden-Grundwasser) Prüf- und Maßnahmenwerte definiert.

Liegt der Gehalt oder die Konzentration eines Schadstoffes unterhalb des jeweiligen Prüfwertes, ist insoweit der Verdacht einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast ausgeräumt.

Bezüglich der Beurteilung des Ausbreitungspfades Boden-Grundwasser wird in der Bodenschutzverordnung die Bewertung auf der Grundlage von Sickerwasserproben bzw. Eluaten vorgesehen.

Zur Bewertung der Untersuchungsergebnisse wird deshalb das LfW Merkblatt 3.8/1 vom 30.10.2001 des Bay. Landesamtes für Wasserwirtschaft herangezogen. Dieses Merkblatt hat den Titel „Untersuchung und Bewertung von Altlasten, schädlichen Bodenveränderungen und Gewässerverunreinigungen – Wirkungspfad Boden-Gewässer“.

Das Merkblatt gibt Hinweise für die Untersuchung und Bewertung des Wirkungspfades Boden-Gewässer bei Altlasten und schädlichen Bodenveränderungen nach dem bundeseinheitlichen Bodenschutzrecht sowie für die Untersuchung und Bewertung von Gewässerverunreinigungen nach landesspezifischem Wasserrecht. Damit werden in fachlicher Hinsicht die Vorgaben des Bundesbodenschutzgesetzes, der Bundesbodenschutzverordnung, des Bayerischen Bodenschutzgesetzes und der Bayerischen Bodenschutzverwaltungsverordnung für den Wirkungspfad Boden-Gewässer sowie die Regelungen des BayWG für Gewässerverunreinigungen konkretisiert.

Für die Bewertung analytisch-chemischer Befunde von Bodenuntersuchungen bildet ein 2-stufiges Wertesystem die Grundlage. Die Hilfwerte für Boden dienen zur Immissionsabschätzung und damit zur Sickerwasserprognose. Sie werden als Entscheidungshilfe für die Gefährdungsabschätzung herangezogen. Bei einigen anorganischen Stoffen haben die Hilfwerte 2 vor allem eine analysensteuernde Funktion für die weitergehenden Untersuchungen. Anders als bei den Prüf- und Stufenwerten kann die Überschreitung von Hilfwerten keine unmittelbare Grundlage für die Anordnung von Untersuchungen oder (Sanierungs-)Maßnahmen sein.

Die Beurteilung und Bewertung von Altlasten und schädlichen Bodenverunreinigungen erfolgt über die Sickerwasserprognose, wobei in der BBodSchV Prüfwerte angegeben sind.

Hierbei wird zwischen dem Entstehungsort der Verunreinigung (Ort der Probenahme) und dem Eintrittsort in die gesättigte Bodenwasserzone (Ort der Beurteilung) unterschieden, wie die nachfolgende Abbildung aus dem LfW-Merkblatt 3.8/1 verdeutlicht.

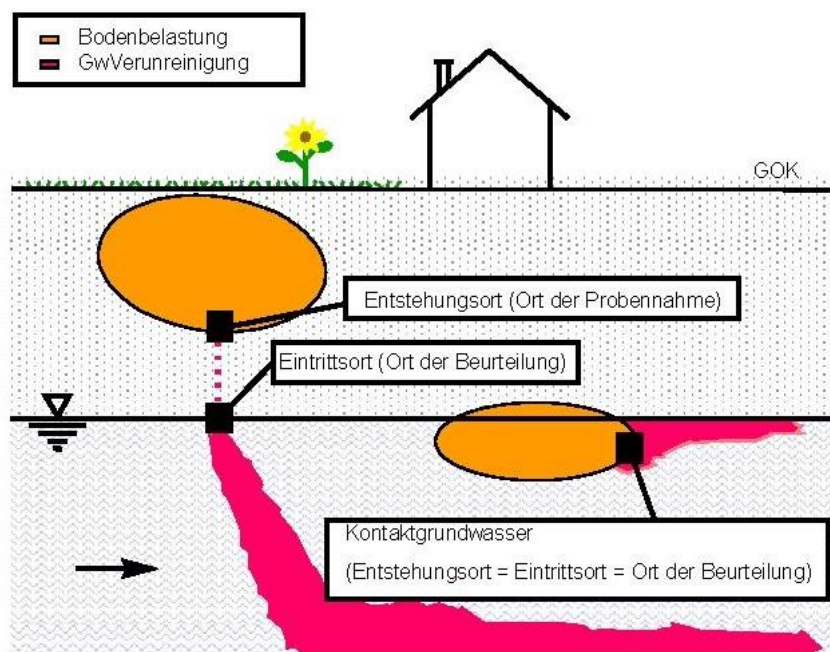


Abbildung 1: Ort der Probenahme und Ort der Beurteilung

In der Sickerwasserprognose ist gutachterlich zu bewerten, ob am Übergang von der gesättigten zur ungesättigten Bodenwasserzone (Ort der Beurteilung) eine Überschreitung der Prüfwerte gemäß Bundesbodenschutzverordnung zu erwarten ist.

Die Gefahr einer erheblichen Grundwasserverunreinigung besteht grundsätzlich nicht, wenn die untersuchten Gesamtstoffgehalte in repräsentativen Proben unter den Hilfwerten 1 liegen.

Werden bei Gesamtstoffgehalten im belasteten Boden Konzentrationen über dem Hilfwert 1 nachgewiesen, so kann bei den lipophilen organisch-chemischen Stoffgruppen (MKW, PCB, etc.) von einer Prüfwertüberschreitung im Sickerwasser am Ort der Probenahme ausgegangen werden.



Erfolgt die Sickerwasserprognose auf der Grundlage von Materialuntersuchungen, so ist bei Prüfwertüberschreitungen am Ort der Probenahme stets eine Transportprognose durchzuführen. Die Transportprognose umfasst eine stark vereinfachte Abschätzung der Rückhaltungswirkung der ungesättigten Zone sowie der mikrobiologischen Abbauprozesse.

Maßgeblich bei dieser Abschätzung ist die Mächtigkeit der unbelasteten Grundwasserüberdeckung, Durchlässigkeitsbeiwert und Bodenart, Grundwasserneubildung bzw. -versiegelung, mikrobiologische Abbauprozesse sowie gegebenenfalls weitere Einflussfaktoren.

6.3 Bewertungsgrundlagen Entsorgung

6.3.1 Allgemeines zur Entsorgung von Abfällen

Die Entsorgung von Abfällen wird durch zahlreiche Gesetze, Verordnungen und Satzungen auf Bundesebene, Länderebene und Kommunalebene geregelt.

Mit dem Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und zur Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz – KrWG) vom 24.02.2012 ist in § 1 festgeschrieben, dass der Zweck des Gesetzes ist, die Kreislaufwirtschaft: zur Schonung der natürlichen Ressourcen zu fördern und den Schutz von Menschen und Umwelt bei der Erzeugung und Bewirtschaftung von Abfällen sicherzustellen.

Die Abfallhierarchie dieses Gesetzes lautet gemäß § 6:

- (1) Maßnahmen der Vermeidung und der Abfallbewirtschaftung stehen in folgender Rangfolge:
 1. Vermeidung,
 2. Vorbereitung zur Wiederverwendung,
 3. Recycling (*RC-Leitfaden & LAGA M20*),
 4. sonstige Verwertung, insbesondere energetische Verwertung und Verfüllung (*Leitfaden zur Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen zu den Eckpunkten*),



5. Beseitigung *Deponieverordnung*,

(die in Bayern anzuwendenden untergesetzlichen Regelwerke für jede Hierarchieebene sind in Klammern aufgeführt und kursiv gesetzt).

(2) Ausgehend von der Rangfolge nach Absatz 1 soll nach Maßgabe der §§ 7 und 8 diejenige Maßnahme Vorrang haben, die den Schutz von Mensch und Umwelt bei der Erzeugung und Bewirtschaftung von Abfällen unter Berücksichtigung des Vorsorge- und Nachhaltigkeitsprinzips am besten gewährleistet. Für die Betrachtung der Auswirkungen auf Mensch und Umwelt nach Satz 1 ist der gesamte Lebenszyklus des Abfalls zugrunde zu legen. Hierbei sind insbesondere zu berücksichtigen

1. die zu erwartenden Emissionen,
2. das Maß der Schonung der natürlichen Ressourcen,
3. die einzusetzende oder zu gewinnende Energie sowie
4. die Anreicherung von Schadstoffen in Erzeugnissen, in Abfällen zur Verwertung oder in daraus gewonnenen Erzeugnissen.

Die technische Möglichkeit, die wirtschaftliche Zumutbarkeit und die sozialen Folgen der Maßnahme sind zu beachten.

In § 9 wird das Getrennhalten von Abfällen zur Verwertung und ein Vermischungsverbot festgelegt. Dabei ist es in der Regel erforderlich, die Abfälle getrennt zu halten und zu behandeln.

6.3.2 LAGA M20

Die Zuordnungswerte nach LAGA M20 geben Hinweise zu einer möglichen Wiederverwendung von Boden mit den entsprechenden Schadstoffgehalten.



Hierbei bedeutet im Einzelnen:

- Die Gehalte bis zum Zuordnungswert Z 0 kennzeichnen natürlichen Boden. Bei Unterschreitung des Zuordnungswertes Z 0 ist im Allgemeinen ein uneingeschränkter Einbau von Boden möglich.
- Die Zuordnungswerte Z 1.1 und gegebenenfalls Z 1.2 stellen die Obergrenze für den offenen Einbau unter Berücksichtigung bestimmter Nutzungseinschränkungen dar. Maßgebend für die Festlegung der Werte ist in der Regel das Schutzgut Grundwasser. Bei Einhaltung der Z 1.1-Werte ist selbst unter ungünstigen hydrogeologischen Voraussetzungen davon auszugehen, dass keine nachteiligen Veränderungen des Grundwassers auftreten.

Aufgrund der im Vergleich zu den Zuordnungswerten Z 1.1 höheren Gehalte ist bei der Verwertung bis zur Obergrenze Z 1.2 ein Erosionsschutz (z. B. geschlossene Vegetationsdecke) erforderlich.

- Für die Verwertung ist zu folgern, dass bei Unterschreitung der Zuordnungswerte Z 1 (Z 1.1 und gegebenenfalls Z 1.2) ein offener Einbau von Boden in Flächen möglich ist, die im Hinblick auf ihre Nutzung als unempfindlich anzunehmen sind. Dies gilt unter anderem für Parkanlagen, sofern diese eine geschlossene Vegetationsdecke haben. In der Regel sollte der Abstand zwischen der Schüttkörperbasis und dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand mindestens 1 m betragen.
- Die Zuordnungswerte Z 2 stellen die Obergrenze für den Einbau von Boden mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen dar. Dadurch soll der Transport von Inhaltsstoffen in den Untergrund und das Grundwasser verhindert werden. Bei der Unterschreitung der Zuordnungswerte Z 2 ist ein Einbau von Boden unter definierten technischen Sicherungsmaßnahmen, wie z. B. als Tragschicht unter wasserundurchlässiger Deckschicht (Beton, Asphalt, Pflaster) und gebundenen Tragschichten möglich. Der Abstand zwischen der Schüttkörperbasis und dem höchsten zu erwartenden Grundwasserstand sollte mindestens 1 m betragen.

6.3.3 Leitfaden Verfüllung

Grundlage der Bewertung ist der Leitfaden zur Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen, der in der Fortschreibung 2012 am 16.01.2012 vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit eingeführt wurde, unter Berücksichtigung der Anpassung der Zuordnungswerte für Eluat vom 11.05.2018.



Dieser Leitfaden regelt die Rahmenbedingungen in Bayern für die sonstige Verwertung durch Verfüllung gemäß Hierarchieebene 4 des Kreislaufwirtschaftsgesetzes.

In Abhängigkeit der Standortempfindlichkeit werden verschiedene Kategorien festgelegt, bei denen Zuordnungswerte angegeben werden.

Zuordnungswerte sind zulässige Stoffkonzentrationen im Eluat bzw. zulässige Stoffgehalte im Feststoff, die für den Einbau eines Abfalls festgelegt sind, damit dieser unter den für die jeweilige Kategorie vorgegebenen Anforderungen eingebaut/verwertet werden kann.

Die Zuordnungswerte und die zu untersuchenden Parameter sind in der tabellarischen Einstufung in der Anlage 4 aufgeführt.

Maßgeblich für die Einstufung je Laborprobe ist der jeweils höchste Zuordnungswert. Dabei ist zu berücksichtigen, dass im Rahmen der erlaubten Verfüllung mit Bauschutt für die Parameter Chlorid, Sulfat, die elektrische Leitfähigkeit, Chrom gesamt und Quecksilber höhere Werte angegeben sind, die in der Tabelle in dem jeweiligen Feld an zweiter Stelle hinter dem Schrägstrich stehen.

6.3.4 Deponieverordnung

Eine Beseitigung auf einer Deponie kommt als letzte Hierarchieebene zur Anwendung.

Bei Überschreitungen des Zuordnungswertes Z 2 gemäß „RC-Leitfaden“, dem „Eckpunktepapier“ und der LAGA M 20 (1997) ist eine Entsorgung auf diesem Wege nicht möglich. Es wird zur Einstufung des Materials die Deponieverordnung (2009) herangezogen. Weiterhin gelten in Bayern zusätzlich die ergänzenden Richtwerte für Deponie der Deponieklasse I und II gemäß Bayerischem Landesamt für Umwelt (2009). Die jeweiligen Zuordnungswerte fallweise sind der Einstufungstabelle in der Anlage zu entnehmen.



6.3.5 Stufen- und Zuordnungswerte

Nachfolgend sind zur Orientierung Stufen- und Zuordnungswerte zusammengestellt:

Tabelle 6: Stufen- und Zuordnungswerte Altlastbeurteilung Feststoffe

Parameter	Dimension	Werte gemäß Merkblatt LfW 3.8/1		Zuordnungswerte nach LAGA M20			
		Hilfswert 1	Hilfswert 2	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
pH-Wert ¹⁾	-			5,5 - 8	5,5 - 8	5 - 9	--
EOX	mg/kg	-	-	1	3	10	15
MKW	mg/kg	100	1.000	100	300	500	1.000
ΣPAK	mg/kg	5	25	1	5 ²⁾	15 ³⁾	20
ΣPCB	mg/kg	1	10	0,02	0,1	0,5	1
Arsen	mg/kg	10	50	20	30	50	150
Blei	mg/kg	100	500	100	200	300	1.000
Cadmium	mg/kg	10	50	0,6	1	3	10
Chrom (ges.)	mg/kg	50	1.000	50	100	200	600
Kupfer	mg/kg	100	500	40	100	200	600
Nickel	mg/kg	100	500	40	100	200	600
Quecksilber	mg/kg	2	10	0,3	1	3	10
Zink	mg/kg	500	2.500	120	300	500	1.500



Parameter	Dimension	Werte gemäß Merkblatt LfW 3.8/1		Zuordnungswerte nach LAGA M20			
		Hilfswert 1	Hilfswert 2	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
<p>1) Niedrigere pH-Werte stellen allein kein Austauschkriterium dar. Bei Überschreitung ist die Ursache zu prüfen.</p> <p>2) Einzelwerte für Naphthalin und Benzo(a)pyren jeweils kleiner 0,5.</p> <p>3) Einzelwerte für Naphthalin und Benzo(a)pyren jeweils kleiner 1,0.</p>							

Tabelle 7: Stufen- und Zuordnungswerte Altlastbeurteilung Grundwasser u. Eluat

Parameter	Dimension	Stufenwerte gemäß Merkblatt LfW 3.8/1		Zuordnungswerte nach LAGA M20			
		Stufe-1-Wert	Stufe-2-Wert	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
pH-Wert ¹⁾		-	-	6,5 - 9	6,5 - 9	6 - 12	5,5 - 12
el. Leitfähigkeit	µS/cm	-	-	500	500	1.000	1.500
Chlorid	mg/l	-	-	10	10	20	30
Sulfat	mg/l	-	-	50	50	100	150
Phenolindex ²⁾	µg/l	20	100	< 10	10	50	100
Arsen	µg/l	10	40	10	10	40	60
Blei	µg/l	25	100	20	40	100	200
Cadmium	µg/l	5	20	2	2	5	10
Chrom (ges.)	µg/l	50	200	15	30	75	150
Kupfer	µg/l	50	200	50	50	150	300



Parameter	Dimension	Stufenwerte gemäß Merkblatt LfW 3.8/1		Zuordnungswerte nach LAGA M20			
		Stufe-1-Wert	Stufe-2-Wert	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
Nickel	µg/l	50	200	40	50	150	200
Quecksilber	µg/l	1	4	0,2	0,2	1	2
Zink	µg/l	500	2.000	100	100	300	600
Σ PAK	µg/l	0,2	2	-	-	-	-
Naphthalin	µg/l	2	8	-	-	-	-
Σ LHKW	µg/l	10	40	-	-	-	-
Σ BTXE	µg/l	20	100	-	-	-	-
MKW	µg/l	200	1.000	-	-	-	-
Σ PCB	µg/l	0,05	0,5	-	-	-	-
<p>1) Niedrigere pH-Werte stellen allein kein Ausschlusskriterium dar. Bei Überschreitung ist die Ursache zu prüfen.</p> <p>2) Bei Überschreitung ist eine Bestimmung der Einzelstoffe durchzuführen.</p>							

6.4 Interpretation der Untersuchungsergebnisse

6.4.1 Einstufung der Untersuchungsergebnisse

Die tabellarischen Einstufungen der Analysenergebnisse liegen in Anlage 4 diesem Bericht bei.

Im Zuge der durchgeführten Erkundungen wurden in allen niedergebrachten Rammkernbohrungen durchwegs anstehende Böden ohne Hinweise auf anthropogene Verunreinigungen angetroffen, aus denen ausgewählte Materialproben untersucht wurden.



Die untersuchten Materialproben sind als Z 0-Material gemäß LAGA M20 und Leitfaden Verfüllung einzustufen.

Der Hilfswert HW 1 für Arsen gemäß LfW-Merkblatt 3.8/1 von 10 mg/kg wird für die Materialprobe RKB 1/D1 knapp überschritten. Die Stufe-1-Werte werden durchwegs eingehalten.

6.4.2 Bewertung der Untersuchungsergebnisse

Mit den durchgeführten Untersuchungen wurden in den untersuchten Bodenproben des anstehenden Bodens keine Bodenverunreinigungen im Sinne der Bundesbodenschutzverordnung festgestellt. Insgesamt wurden auch auf Grundlage der organoleptischen Erstanalyse keine Hinweise auf anthropogene Verunreinigungen angetroffen. Eine Gefährdung des Grundwasser über den Wirkungspfad Boden-Grundwasser ist auf Grundlage der vorliegenden Untersuchungsergebnisse nicht zu besorgen.

Der erhöhte Arsengehalt liegt in der Größenordnung der natürlichen Hintergrundgehalte. Außerdem hält das Arsen im Eluat den Stufe-1-Wert gemäß LfW-Merkblatt 5.8/1 ein.

Sofern im Zuge von Aushubarbeiten keine Abweichungen zu den vorliegenden Ergebnissen festgestellt werden, können die Böden vor Ort verbleiben und vorbehaltlich einer bautechnischen Eignung vor Ort bzw. im Zuge von Baumaßnahmen gemäß der LAGA M20 wieder verwendet werden.

Überschüssiges bzw. für eine Wiederverwendung vor Ort ungeeignetes Material ist nach Bodenart und Auffälligkeiten zu separieren, zwischen zu lagern und gemäß LAGA PN 98 einer Deklarationsuntersuchung zu unterziehen.

Eine Annahme und Entsorgung von Material gemäß dem Leitfaden Verfüllung auf Grundlage der durchgeführten orientierenden Untersuchungen bzw. der vorliegenden Untersuchungsergebnisse ist erfahrungsgemäß nicht zu erreichen.

Aufgrund der punktförmigen Erkundungen kann nicht ausgeschlossen werden, dass in nicht erkundeten Teilbereichen auch höhere Belastungen angetroffen werden. Es wird empfohlen, dies bei der weiteren Planung und Ausschreibung der Maßnahme zu berücksichtigen.



7 FOLGERUNGEN FÜR DIE GRÜNDUNG

7.1 Rahmenbedingungen

Mit den erkundeten Gegebenheiten des Baugrundes liegen durchschnittlich schwierige Baugrundverhältnisse vor. Die in Kapitel 2.1 vorgenommene vorläufige Einstufung in die geotechnische Kategorie GK 2 nach DIN 4020 und DIN 1054 kann damit hinsichtlich der Baugrundverhältnisse bestätigt werden.

Es liegen keine Angaben vor, ob die im Baugebiet geplanten Wohngebäude unterkellert und/oder mehrstöckig ausgeführt werden sollen. Im Rahmen des vorliegenden Gutachtens werden daher nur allgemeine Hinweise zur Gründung von unterkellerten und nicht unterkellerten Gebäuden gemacht.

Die Gründungssohle nicht unterkellerten Gebäude liegt voraussichtlich durchgehend in den kiesig-sandigen Schluffen des Homogenbereiches 2, wenn eine frostsichere Mindesteinbindetiefe der Fundamente von 1,2 m eingehalten wird.

Bei unterkellerten Gebäuden mit üblichen Einbindetiefen ist in der Gründungssohle mit den Tonen des Homogenbereiches 3 zu rechnen.

Im Rahmen der Bauwerksgründung ist im südlichen Baugebiet mit dem Antreffen von Schichtenwasser bei Gründung eines Kellers zu rechnen. Dies erfüllt gemäß § 9 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) den wasserrechtlichen Tatbestand einer Grundwasserbenutzung und ist bei der zuständigen Kreisverwaltungsbehörde entsprechend zu beantragen. Bei Bedarf erstellt die IFB Eigenschenk GmbH die erforderlichen wasserrechtlichen Antragsunterlagen und begleitet fachgutachterlich das Behördenverfahren.

Im südlichen Baugebiet ist nach den Angaben in [2] mit Kriechverformungen des Hanges zu rechnen. Potenzielle Kriechbewegungen können durch Gleithorizonte und den geringen Reibungswinkel der ausgeprägt plastischen Böden des Homogenbereiches 3 begünstigt werden (vgl. Kapitel 4.1).



7.2 Grundsätzliche Bebaubarkeit

Das nördliche Grundstück ist grundsätzlich als unproblematisch hinsichtlich möglicher Hanginstabilitäten anzusehen. Im nördlichen Grundstück liegt nur Hanglehm des Homogenbereiches 2 über bindigen Schichten des Tertiärs (Homogenbereich 4) vor. Es ergeben sich keine Einschränkungen der Standsicherheit aus den vorhandenen geologischen Verhältnissen.

Im Grundstück mit der Flur-Nr. 956 besteht dagegen nur der oberflächennahe Baugrund aus Löß- und Hanglehm. Ab rund 1,0 m unter Gelände liegen die ausgeprägt plastischen Tone aus dem Tertiär vor. Dabei ist bei den derzeit vorliegenden Hangneigungen von etwa 8° nicht zwingend von Standsicherheitsdefiziten auszugehen, welche zu Kriechverformungen führen. Standsicherheitsprobleme können jedoch auftreten, wenn Einschnitte oder größere Aufschüttungen vorgenommen werden. Wenn es sich dabei nur um bauzeitliche Maßnahmen handelt, dann sind auch die Standsicherheitsprobleme nur bauzeitlich.

Wie oben bereits beschrieben, können in den Tönen Trennflächen vorliegen, welche sich im vorhandenen Harnischgefüge ausbilden. Diese können insbesondere bei zusätzlichem Vorhandensein von Schichtenwasser zu Standsicherheitsdefiziten des Hanges führen, wenn die Tone im Zuge von Baumaßnahmen angeschnitten werden. In der Folge kann dies zu Hangbewegungen oder gar Rutschungen führen.

Um das Risiko von potentiellen Kriechbewegungen und Rutschungen bei Herstellung von Geländeeinschnitten (z. B. für Baugruben) zu minimieren, wird empfohlen, im Zuge der Erschließungsmaßnahmen eine Dränierung des Hanges vorzunehmen. Entscheidend für das Auslösen von Kriechverformungen und Rutschungen sind die Wasserverhältnisse im Baugrund, auch wenn es sich nur um sehr geringe Mengen von Schichtenwasser in dünnen Trennflächen handelt. Eine Reduzierung des Hangschichtenwassers wird damit zwangsläufig zu einer Erhöhung des Standsicherheitsniveaus führen. Die Herstellung von Dränagen sollte in einem Zuge mit den Tiefbauarbeiten für die Verlegung der Abwasserkanalisation erfolgen und wird deshalb im Kapitel 11 detailliert behandelt.

Am südlichen Rand des Baugebietes wird nach den derzeit vorliegenden Planunterlagen eine Geländeaufschüttung vorgenommen, um die Höhenunterschiede innerhalb der Baugrundstücke etwas auszugleichen. Für die Geländeaufschüttung soll Aushubmaterial verwendet werden, welches bei der Baumaßnahme im Rahmen der Kanalbauarbeiten anfällt. Nach den vorliegenden Planunterlagen wird die Höhe dieser Geländeaufschüttung lediglich 0,5 m betragen. Die Beeinflussung des Hanggleichgewichtes bzw. der Standsicherheit der durch diese Aufschüttung entstehenden sehr flach geneigten Böschung am südlichen Rand des Baugebietes wird bei dieser geringen Schütthöhe als unbedenklich eingestuft.



7.3 Gründungsempfehlungen

Für jedes einzelne Bauvorhaben ist eine Hauptuntersuchung des Baugrundes nach DIN 4020 durchzuführen.

Es wird empfohlen, Gebäude über Einzel- und Streifenfundamente bzw. über eine tragende Bodenplatte auf einem Teilbodenaustausch (Gründungspolster) oder einer tiefgründigen Bodenverbesserung zu gründen. Sind in der Gründungssohle Böden von mindestens steifer Konsistenz anstehend, kann die Gründung direkt auf diesen Böden erfolgen. Dies trifft beispielsweise auf Böden der Homogenbereiche 2 und 3 zu. Für diese Gründungsvorschläge werden in den folgenden Kapiteln die notwendigen Hinweise und Empfehlungen erarbeitet.

Im Bereich möglicher Kriechverformungen des Untergrundes sollte grundsätzlich eine biegesteife Bodenplatte als Gründungselement vorgesehen werden. Eine Unterkellerung ist als biegesteifer Stahlbetonkasten auszuführen.

Auf vorübergehende Standsicherheitsprobleme bei Herstellung des Aushubes für den Keller wird in Kapitel 8 hingewiesen.

Im Endzustand ist die Standsicherheit des Gebäudes gewährleistet, wenn wie oben beschrieben ein biegesteifer Keller ausgeführt wird und die Baugrube wieder verfüllt ist. Auf eine Dränierung der Hinterfüllräume ist zu achten.

7.4 Gründung auf Teilbodenaustausch

Bei dieser Gründungsvariante wird der nichtbindige Boden des Homogenbereiches 2 bzw. Homogenbereiches 3 (bei unterkellerten Gebäuden) unterhalb der Fundamente teilweise entfernt und durch gut verdichtbares, nichtbindiges Material ersetzt. Es eignet sich hierzu z. B. ein Kies-Sand-Gemisch mit einem Anteil an Korn unter 0,063 mm von maximal 15 % im eingebauten Zustand oder Recycling-Baustoffe und industrielle Nebenprodukte, welche die oben genannten Kornverteilungskriterien einhalten. Dieses Material ist auf einem wasserdurchlässigen geotextilen Vlies lagenweise einzubauen und zu verdichten, wobei ein Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 100\%$ nachzuweisen ist. Darüber hinaus ist ein Lastausbreitungswinkel von 45° gegen die Horizontale bei rundkörnigem Material bzw. von 60° gegen die Horizontale bei gebrochenem Material zu beachten.

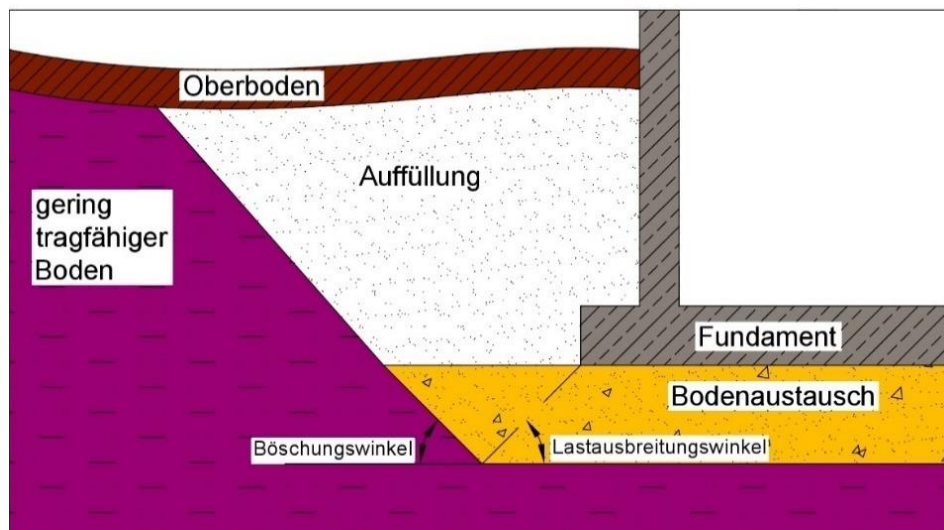


Abbildung 2: Bodenaustausch

Die erforderliche Dicke des Bodenaustausches ist in Grundbruch- und Setzungsberechnungen zu ermitteln. Dabei können für das oben beschriebene Material des Bodenaustausches folgende bodenmechanische Kennwerte angesetzt werden: $\gamma/\gamma' = 20/12 \text{ kN/m}^3$, $\varphi' = 35^\circ$, $c' = 0 \text{ kN/m}^2$, $E_s = 100 \text{ MN/m}^2$.

Das Bodenaustauschmaterial besitzt gegenüber den anstehenden Böden eine höhere Durchlässigkeit. Es ist deshalb ein Wasserzutritt wahrscheinlich. Bautechnisch ist dafür zu sorgen, dass Bodenwasser nicht längere Zeit innerhalb der Bodenaustauschschicht verbleibt. Dies kann durch die Anlage eines Gefälles oder den Einbau einer Dränleitung realisiert werden.

7.5 Bodenverbesserung durch Stabilisierungssäulen

In den vorliegenden Böden kann eine Untergrundverbesserung durch Einbau einer geeigneten Körnung oder durch Zugabe von Bindemitteln, jeweils zusammen mit einer Verdichtung des Bodens, erreicht werden.

Stabilisierungssäulen kleinen Durchmessers werden im Verdrängungsverfahren in den Untergrund eingebracht. Die Verdrängung erfolgt über eine Förderschnecke sowie ein negatives Eindrehen.



Die Förderschnecke wird an einem Mäkler geführt. Beim Eindringen der Förderschnecke wird sowohl der anstehende Boden verdrängt und verdichtet als auch über einen Aufgabetrichter am unteren Ende des Mäklers das Verbesserungsmedium, zum Beispiel eine Sand-Zement-Mischung, eingebracht. Das Verbesserungsmedium wird dem anstehenden Boden Feuchte entziehen und mit dieser Feuchte abbinden und aushärten. Die Tiefe der Verdrängungssäulen richtet sich nach der gewünschten Säulenlänge oder dem Erreichen eines bestimmten Anpressdruckes beim Bohrvorgang, der Rasterabstand wird abhängig von der Größe der abzutragenden Lasten festgelegt.

Für die Herstellung der Stabilisierungssäulen ist ein Arbeitsplanum aus Kies oder Schotter auf einem geotextilen Vlies in einer Dicke von mindestens 30 cm vorzusehen.

Eines der gebräuchlichsten Verfahren ist eine Bodenverbesserung mit dem CSV-Verfahren, das nach dem „Merkblatt für die Herstellung, Bemessung und Qualitätssicherung von Stabilisierungssäulen zur Untergrundverbesserung, Teil I - CSV-Verfahren“ geregelt ist. Im vorliegenden Fall müssen die Stabilisierungssäulen in die gut tragfähigen Böden des Homogenbereiches 4 einbinden. Unter diesen Voraussetzungen kann erfahrungsgemäß ein aufnehmbarer Bemessungswert der Einzelsäulen von 70 kN bei der Bemessung zugrunde gelegt werden. Dieser Wert ist durch Probelastungen nachzuweisen.

Die Ausführung der Stabilisierungssäulen ist sowohl unter Einzel- und Streifenfundamenten als auch unter einer tragenden Bodenplatte möglich.

Hinsichtlich der Grundbruchsicherheit der Fundamente kann bei einer Mindesteinbindetiefe der Fundamente von 1,0 m und für Fundamentbreiten über 1,0 m von einem Bemessungswert des Sohlwiderstands von 350 kN/m² bei Streifenfundamenten ausgegangen werden.

8 FOLGERUNGEN FÜR DIE BAUGRUBE

8.1 Baugrubenböschungen

Baugruben und Gräben dürfen erst betrieben werden, wenn die Standsicherheit der Wände gemäß den Anforderungen der DIN 4124 „Baugruben und Gräben“ eingehalten wird. Fundamentgräben können bis in eine Tiefe von 1,25 m senkrecht geböschert werden, wenn die anschließende Geländeoberfläche nicht stärker als 1 : 2 geneigt ist.



Baugruben im Homogenbereich 2 und 4

Bei größeren Aushubtiefen sind geböschte Baugrubenwände mit einem Neigungswinkel von $\beta \leq 45^\circ$ gegen die Horizontale in den Böden der Homogenbereiche 2 und 4 herzustellen. Bei mindestens steifen Böden des Homogenbereiches 2 kann die Baugrube mit 60° gegen die Horizontale in den o.g. Böden geböscht werden.

Dabei wird vorausgesetzt, dass Baugeräte bis 12 t Gesamtgewicht sowie Fahrzeuge, welche die nach § 34, Abs. 4 der Straßenverkehrszulassungsordnung zulässigen Achslasten nicht überschreiten einen Abstand von mindestens 1,0 m zur Böschungskante einhalten.

Bei Baugeräten mit mehr als 12 t bis 40 t Gesamtgewicht sowie Fahrzeugen, welche die oben genannten zulässigen Achslasten überschreiten, ist ein Abstand von mindestens 2 m zur Böschungskante sicherzustellen.

Ist damit zu rechnen, dass während der Bauzeit die Standsicherheit durch Wasser, Trockenheit oder Frost gefährdet wird, so sind zusätzliche Sicherungsmaßnahmen wie Auflegen von Folien oder Dämmmatten vorzusehen.

Ein rechnerischer Nachweis geböschter Baugrubenwände ist bei Böschungshöhen von mehr als 5 m zu führen. Dies gilt auch, wenn das Gelände neben der Böschungskante stärker als 1 : 10 ansteigt, größere Stapellasten vorliegen oder schwere Baufahrzeuge den erforderlichen Mindestabstand gem. DIN 4124 nicht einhalten. Ein rechnerischer Nachweis ist darüber hinaus erforderlich, wenn der oben angegebene Böschungswinkel überschritten werden soll.

Darüber hinaus sind die Sicherheitsbestimmungen der DIN 4124 bezüglich Ausbildung der Arbeitsraumbreiten zu beachten.

Baugruben im Homogenbereich 3 (Tertiär, bindig)

Da in den ausgeprägt plastischen Tönen des Homogenbereiches 3 vorgegebene Trennflächen und damit potenzielle Gleitflächen nicht auszuschließen sind, können für Baugruben in diesen Böden ohne weitere Untersuchungen keine zulässigen Neigungswinkel angegeben werden. Wenn in diesen Böden Baugruben ausgehoben werden sollten, ist grundsätzlich die Möglichkeit von zusätzlichen Aufwendungen für die Herstellung flacherer Böschungen oder technischer Sicherungsmaßnahmen zu berücksichtigen. Dabei kann es durchaus erforderlich werden, dass ein Verbau vorzusehen ist.



Bei der Bemessung des Verbaus ist der Erddruck zu berücksichtigen, welcher sich bei Ansatz des in Tabelle 4 angegebenen Restreibungswinkels ergibt. Abhängig von der Baugrubentiefe und der Verbauart kann deshalb eine Rückverankerung notwendig werden, um die zu erwartenden hohen Erddruckkräfte beherrschen zu können.

8.2 Wasserhaltung

Eine Wasserhaltung hat im vorliegenden Fall eine gezielte Ableitung von Oberflächenwasser und ggf. zutretendem Schichtwasser zu gewährleisten. Bei den erkundeten Böden kann dies in einer offenen Wasserhaltung erfolgen. Dabei wird das in der Baugrube anfallende Wasser in Gräben gesammelt und Pumpensümpfen zugeführt. Von dort wird das Wasser ständig oder zeitweise abgepumpt.

Die Gräben können als offene Gräben ausgebildet werden, da die anstehenden Böden ausreichend standfest sind.

Pumpensümpfe sind Vertiefungen, die während der Aushubphase mit einem Bagger an der tiefsten Stelle der Baugrube ausgehoben werden. In diese Vertiefungen werden z. B. Brunnenringe, gelochte Betonrohre oder ähnliches eingestellt. Um diesen Pumpensumpf herum wird Filtermaterial eingebaut. Das im Pumpensumpf gesammelte Wasser wird mit Tauch- oder Vakuumpumpen abgepumpt. Die Sohle des Pumpensumpfes muss so tief liegen, dass die Aushubsohle an jeder Stelle wasserfrei ist.

8.3 Hinterfüllen/Verdichten

Nach ZTVE-StB 17 sind für Hinterfüllbereiche und Überschüttbereiche grobkörnige bis gemischtkörnige Bodenarten mit einem Anteil an Korn unter 0,063 mm von maximal 15 Gew.-% oder Rezyklierte Baustoffe, welche die oben genannten Kornverteilungskriterien einhalten, geeignet. Die Eignung der Rezyklierten Baustoffe ist im Einzelfall zu prüfen.

Auch die Verwendung von leicht- bis mittelplastischen feinkörnigen Böden und von gemischtkörnigen Böden mit einem Feinkorngehalt ≥ 15 Gew.-% ist möglich, wenn diese Böden einer qualifizierten Bodenverbesserung unterzogen werden.

Wird eine Dränanlage ausgeführt, so sind nur grobkörnige Böden (Feinkorngehalt < 5 %) zu verwenden.

Wird gebrochenes Material verwendet, so ist die Bauwerksabdichtung zu schützen.



Hinsichtlich der Verdichtung sind die Anforderungen der ZTVE-StB 17 zu beachten. Demnach sind die zur Hinterfüllung geeigneten Böden in Hinterfüllbereichen und unmittelbar an die Bauwerke angrenzenden Überschüttbereichen unterhalb des Erdplanums so zu verdichten, dass ein Verdichtungsgrad von mindestens $D_{Pr} = 100\%$ erreicht wird.

Die genannten Anforderungen an Materialien und Verdichtung sind für alle Hinterfüllbereiche zu beachten, welche überbaut werden oder auf denen die Anlage von Verkehrsflächen vorgesehen ist.

Werden auf Hinterfüllbereichen Grünflächen angelegt, so kann von diesen Anforderungen abgewichen werden. Es sollte jedoch in diesen Hinterfüllbereichen ein Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 95\%$ sichergestellt werden.

Die beim Bodenaushub gewonnenen Böden der Homogenbereiche 2 und 3 sind damit für einen Wiedereinbau grundsätzlich ungeeignet.

9 BAUWERK UND GRUNDWASSER

9.1 Abdichtung unterkellertes Gebäude

Die erdberührten Bauteile befinden sich im Einflussbereich von Stau- und Sickerwasser in wenig durchlässigen Böden. Nach DIN 18 533-1 ist für erdberührte Wände und Bodenplatten die Wassereinwirkungsklasse W1.2-E zuzuordnen, wenn eine auf Dauer funktionsfähige Dränung nach DIN 4095 ausgeführt wird. Dies 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.

Mögliche Abdichtungsbauarten für die bei Ausführung einer Dränanlage zuzuordnende Wassereinwirkungsklasse sind in Tabelle 4 der DIN 18 533-1 aufgelistet.

Wird keine Dränanlage ausgeführt, so ist davon auszugehen, dass Stauwasser bis zur Geländeoberkante ansteigt. Es muss dann die Wassereinwirkungsklasse W2.1-E (die unterste Abdichtungsebene liegt bis zu 3 m unter Geländeoberkante) bzw. W2.2-E (die unterste Abdichtungsebene liegt mehr als 3 m unter Geländeoberkante) zugeordnet werden. Dies gilt auch für den Fall, dass Schichtwasser angetroffen wird.



9.2 Versickerung

Die Versickerung von Niederschlagsabflüssen erfüllt grundsätzlich einen wasserrechtlichen Tatbestand und ist bei der zuständigen Kreisverwaltungsbehörde entsprechend zu beantragen. Unter gewissen Umständen ist die Versickerung von Niederschlagswasser in kleinem Umfang erlaubnisfrei. In Bayern gelten diesbezüglich die „Verordnung über die erlaubnisfreie schadlose Versickerung von gesammeltem Niederschlagswasser (MWFreiV)“ sowie die „Technischen Regeln zum schadlosen Einleiten von gesammeltem Niederschlagswasser in das Grundwasser (TRENGW)“.

Im Bedarfsfall kann die wasserrechtliche Beantragung einer Niederschlagsversickerung durch die IFB Eigenschenk GmbH ausgeführt werden.

Grundlage zur Versickerung von unbedenklichen und tolerierbaren Niederschlagsabflüssen ist das Arbeitsblatt DWA-A 138: „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“, April 2005, der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. Demnach sind Böden dann zur Versickerung geeignet, wenn deren Durchlässigkeitsbeiwert k_f für Fließvorgänge in der wassergesättigten Zone im Bereich $1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s} \leq k_f \leq 1 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ liegt.

Südlich des geplanten Baugebietes ist eine Versickerungsanlage geplant. Dort wurden zusätzliche Sondierungen (RKB 7, RKB 8) durchgeführt, um Versickerungsfähige Böden zu erkunden. Es wurden Sickerversuche in RKB 4, RKB 6, RKB 7 und RKB 8 durchgeführt, da bei diesen Sondierungen Kiese und Sande (Homogenbereich 4) angetroffen wurden.

Tabelle 8: Sickerversuche, Ergebnisse

Sickerversuch	Homogenbereich	Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s]	Durchlässigkeitsbeiwert k_f (korrigiert) ¹⁾ [m/s]
RKB 4	4	$1,2 \cdot 10^{-7}$	$2,5 \cdot 10^{-7}$
RKB 6	4	$1,4 \cdot 10^{-6}$	$2,8 \cdot 10^{-6}$
RKB 7	4	$5,0 \cdot 10^{-7}$	$9,9 \cdot 10^{-7}$
RKB 8	4	$5,3 \cdot 10^{-7}$	$1,1 \cdot 10^{-6}$

1) Korrekturfaktor 2 (DWA-A 138 Tab. B.1)



Nur an zwei von vier Stellen erfüllen die Böden dieses Homogenbereiches gerade noch die vorgenannte Anforderung an sickerfähige Böden.

Nach Arbeitsblatt DWA-A 138 sollte, um die erforderlichen Reinigungsstrecken einzuhalten, die Mächtigkeit des Sickerraumes grundsätzlich 1 m betragen, womit ein Mindestabstand der Versickerungsanlage zum Mittleren Höchsten Grundwasserstand MHGW von 1 m einzuhalten ist. Da die Grundwasserstände und Schwankungsbreiten des Grundwassers in dem Untersuchungsgebiet nicht ermittelt werden konnten, kann eine ausreichende Sickerstrecke nicht gewährleistet werden.

Im Hangenden der sickerfähigen Kiese und Sande sind von 3,3 bis 3,7 m mächtige bindige Böden zu erwarten. Dies kann, ohne zusätzliche Maßnahmen, zu einer Verschlämmung der Sickersohle und somit zu einer Reduzierung der Durchlässigkeit führen.

Basierend auf dem aktuellen Kenntnisstand wird eine Versickerung des Niederschlagswassers im Untersuchungsgebiet nicht empfohlen.

10 HERSTELLUNG BEFESTIGTER FLÄCHEN

10.1 Rahmenbedingungen

Im Bereich der geplanten Erschließungsstraßen sind nach den Erkundungsergebnissen auf Höhe des Erdplanums durchgehend Böden des Homogenbereiches 2 (Löß) anzutreffen. Es kann deshalb die Frostempfindlichkeitsklasse F3 zugrunde gelegt werden.

Im Anschluss an den bestehenden Heckenweg nach den Angaben in [2] mögliche Kriechverformungen des Hanges zu berücksichtigen.

10.2 Herstellung des Oberbaues

Für die Erschließungsstraßen sollte nach RStO 12 mindestens die Belastungsklasse BK 0,3 zugrunde gelegt werden.

Für die Ermittlung der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaues sind die Tabellen 6 und 7 der RStO 12 heranzuziehen. Das Untersuchungsgelände liegt gemäß Bild 6 der RStO 12 in der Frosteinwirkungszone II. Damit ergibt sich unter Zugrundelegung der Belastungsklasse 0,3 folgende Mindestdicke des frostsicheren Oberbaues:



Belastungsklasse 0,3:	50 cm
Kleinräumige Klimaunterschiede:	±0 cm
Frosteinwirkungszone II:	+5 cm
Wasserverhältnisse:	+5 cm
Lage der Gradiente:	<u>±0 cm</u>
Gesamtaufbau:	60 cm

Je nach Ausführung der Randbereiche kann der Aufbau gemäß Tabelle 7 der RStO 12 um 5 cm geringer ausfallen. Die Minderdicke wird auf die Dicke der Frostschuttschicht angerechnet.

Die Dicke der Asphaltsschichten und gegebenenfalls zusätzlich vorzusehender Tragschichten ist nach Tafel 1 der RStO 12 festzulegen.

Es sind folgende Tragfähigkeitswerte bei der Bauausführung nachzuweisen:

Geforderte Tragfähigkeit auf dem Planum (Oberkante Frostschuttschicht):
 $E_{V2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$

Geforderte Tragfähigkeit auf dem Erdplanum (Oberkante Untergrund): $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$

10.3 Ertüchtigung des Untergrundes

Nach Abtrag der oberflächennahen Böden stehen im Erdplanumsbereich Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F3 an. Nach ZTVE-StB 17 und RStO 12 ist auf der Oberkante des Erdplanums ein Verformungsmodul beim Plattendruckversuch von $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ nachzuweisen. Dieser Wert wird auf den anstehenden Böden mutmaßlich nicht erreicht werden können. Es sollte daher ein Bodenaustausch oder eine Bodenverbesserung in Form der Zugabe von Feinkalk bzw. eines Kalk-Zement-Gemisches vorgesehen werden.

Die Verbesserungsmethode bzw. die erforderliche Kalk- bzw. Kalk-Zement-Zugabemenge kann durch die IFB Eigenschenk GmbH kurzfristig über eine Eignungsprüfung ermittelt werden.

Die erforderliche Zugabemenge ist von den Wasserverhältnissen im Boden abhängig, welche jahreszeitlichen Schwankungen unterliegen. Zur Vorbemessung kann eine mittlere Zugabemenge von 3 % angenommen werden.



Bei Ausführung eines Bodenaustausches wird empfohlen, ein gut verdichtbares Kies-Sand-Gemisch mit einem Anteil an Korn unter 0,063 mm von maximal 15 % im eingebauten Zustand einzubauen.

Geeignet sind auch Recycling-Baustoffe und industrielle Nebenprodukte, welche die oben genannten Kornverteilungskriterien einhalten.

Die Dicke der zu verbessernden oder auszutauschenden Bodenschicht ist von der vorhandenen Tragfähigkeit der anstehenden Böden abhängig. Diese wird wiederum maßgeblich von den Wasserverhältnissen im Boden beeinflusst, welche jahreszeitlichen Schwankungen unterliegen. Es wird empfohlen, die erforderliche Dicke bei Baubeginn durch Anlage eines Probefeldes und Durchführung von Plattendruckversuchen zu ermitteln.

Zur Vorbemessung kann von einer Dicke der zu verbessernden bzw. auszutauschenden Schicht von mindestens 30 cm ausgegangen werden. Bei Ausführung eines Bodenaustausches kann die erforderliche Austauschdicke durch Verlegung eines knotensteifen Geogitters vor Einbau der ersten Schüttlage erfahrungsgemäß um etwa 30 % bis 40 % reduziert werden.

Es wird empfohlen eine Bewehrung mit Geogitter unbedingt im Ausschlussbereich an den Heckenweg vorzusehen, um Risse in der Fahrbahn infolge von Kriechverformungen zu verhindern. Es ist ein knotensteifes Geogitter mit Nennzugfestigkeiten von 30/30 kN/m zu verwenden, welches auf Höhe der Unterkante der Frostschutzschicht eingelegt wird. Es wird empfohlen, die Verlegung des Geogitters direkt beim Anschlussbereich an den Bestand beginnen zu lassen und die Verlegung mindestens bis in den Kurvenbereich nördlich der Bauparzelle P01 vorzunehmen.

11 FOLGERUNGEN FÜR DEN KANALBAU

11.1 Rahmenbedingungen

Die geplanten Verlegetiefen von Entwässerungsleitungen liegen nicht vor. Vorläufig wird von üblichen Verlegetiefen von 2 bis 4 m unter Geländeoberkante ausgegangen.

Nach den Erkundungsergebnissen sind damit in der Verlegesohle bindige Böden der Homogenbereiche 2 und 3 zu erwarten. Es ist bereichsweise mit Schichtenwasser in den Böden beider Homogenbereiche zu rechnen.



Wie bereits im Kapitel 7.2 angesprochen, ist gleichzeitig mit der Kanalverlegung die Verlegung einer Tiefendränage vorzusehen.

11.2 Anordnung der Tiefendränage

Im Kanalgraben ist grundsätzlich eine Tiefendränage mitzuführen, welche nicht nur für die Bauwasserhaltung, sondern auch für den dauerhaften Betrieb eine Dränierung des anfallenden Hangschichtenwassers bewirken soll.

Es wird empfohlen, die Dränleitung etwa 20 bis 30 cm tiefer als die eigentliche Kanalsole anzuordnen. Die Dränleitung mit $DN \geq 100$ mm ist mit Filterkies und einem filterstabilen geotextilen Vlies zu ummanteln. Der Kanalgraben ist mit durchlässigem Material zu verfüllen.

Insbesondere im Kanalgraben der südlichen und der mittleren west-ost-verlaufenden Erschließungsstraßen ist auf eine ausreichende Tiefenlage der Dränage zu achten. Die Dränage ist zwingend bis zur Unterkante der bindigen Bodenschichten (Homogenbereich 2 bzw. Homogenbereich 3) und damit bis in die sandigen und kiesigen Böden des nichtbindigen Tertiärs (Homogenbereich 4) zu führen. Für diesen Bereich wird sich damit eine Mindesteinbindetiefe von voraussichtlich 4 bis 5 m ergeben.

11.3 Aushub und Wiederverwendbarkeit

Beim Aushub fallen die Böden der Homogenbereiche 0, 2 und 3 an.

Die bindigen Böden des Homogenbereiche 2 und 3 werden sich bei den angetroffenen Konsistenzverhältnissen nicht ausreichend verdichten lassen. Es sollte deshalb ein Bodenersatz vorgesehen werden. Ob in den vorhandenen, teilweise ausgeprägt plastischen Böden eine Bodenverbesserung durch Zugabe eines Bindemittels möglich ist, ist über eine Eignungsprüfung zu ermitteln.

11.4 Grabenverbau und Wasserhaltung

Grundsätzlich lassen sich alle gängigen Grabenverbaugeräte einsetzen. Es wird auf die Beachtung der Sicherheitsregeln nach DIN 4124 und der dort aufgeführten Bestimmungen zum Einstell- und Absenkverfahren hingewiesen.



Sofern die Standsicherheit oder die Gebrauchstauglichkeit von benachbarten Gebäuden gefährdet werden könnte, sind solche Grabenverbaugeräte einzusetzen, bei denen mit Auflockerungen oder Nachgeben des anstehenden Bodens nur in einem solchen Umfang zu rechnen ist, dass eine Gefährdung ausgeschlossen ist. Es sind dann z. B. Gleitschienen-Grabenverbaugeräte mit Stützrahmen oder Dielenkammergeräte einzusetzen.

Bei Kanalgräben senkrecht zur Falllinie des Hanges sind die erhöhten Erddruckkräfte bei Ansatz des Restreibungswinkels in den tertiären Tonen im südlichen Grundstück des Baugebietes zu berücksichtigen.

Es wird darauf hingewiesen, und die Böden des Homogenbereiche 2 und 3 bei schlechten Witterungsverhältnissen nicht kurzzeitig standfest sind. Grabenverbaugeräte können in diesen Böden nur mit dem Absenkverfahren eingebracht werden. Dabei dürfen mittig gestützte Grabenverbaugeräte nicht zu Einsatz kommen.

Eine Wasserhaltung ist zur gezielten Ableitung von Oberflächenwasser und Schichtenwasser mit einer Absenktiefe bis zu 0,5 m vorzusehen. Hierzu sind Längsdränagen im Kanalgraben entsprechend dem Baufortschritt mitzuführen. In regelmäßigen Abständen sind Pumpensümpfe einzurichten. In der Sohle des Kanalgrabens sollte eine ca. 30 cm dicke Dränageschicht vorgesehen werden, welche mit einem filterstabilen geotextilen Vlies ummantelt wird.

Nach Beendigung der Wasserhaltung müssen alle Baudränagen vorzugsweise entfernt oder andernfalls ausreichend verschlossen werden.

Es wird darauf hingewiesen, dass auch fließgefährdete Böden (Sande und sandige Schluffe) vorliegen. Ein Materialaustrag ist durch geeignete Maßnahmen, wie z. B. Einsatz von Holzwolle, zu verhindern.

11.5 Auflager

Unter Berücksichtigung der Angaben der Rohrhersteller der statischen Vorgaben sowie der DIN EN 1610 (Mindestauflagerdicken) kann die Gründung oder die Auflagersituation der Rohre wie folgt unterteilt werden:

Auflager im Bereich der Böden der Homogenbereiche 2 und 3

Da die Böden dieser Homogenbereiche mit weicher Konsistenz vorliegen können, wird eine Auflagerung der Rohre nicht ohne Zusatzmaßnahmen empfohlen.



Es wird vorgeschlagen, einen Teilbodenaustausch mit gut verdichtbarem, nichtbindigem Bodenmaterial auszuführen. Das Bodenaustauschmaterial ist auf einem geotextilen Vlies einzubauen und ausreichend zu verdichten. Die Dicke des Bodenaustausches sollte mindestens 0,2 m bis 0,3 m betragen, abhängig von den jeweiligen Konsistenzverhältnissen.

Der Bodenaustausch kann bei Verwendung von entsprechendem Material als untere Bettungsschicht angerechnet werden.

11.6 Wiederverfüllung

Leitungszone

Es sind die nach DIN EN 1610 in der Leitungszone geeigneten Baustoffe zu verwenden. Das dort angegebene Größtkorn in Abhängigkeit vom Rohrdurchmesser ist zu beachten. Eine Verlagerung anstehenden Bodens in die Leitungszone oder umgekehrt ist zu verhindern, gegebenenfalls ist die Verwendung von Filterkies oder Geotextilien notwendig, insbesondere im Grundwasserbereich. Im Einflussbereich von Grund- und Schichtenwasser sind geeignete Vorkehrungen zu treffen, z. B. Innenauskleidung des Grabens mit Geotextilien. Es ist ein Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 97\%$ nachzuweisen.

Verfüllzone

Um eine ausreichende Funktionsfähigkeit der Tiefendränage zu ermöglichen, ist ein ausreichend durchlässiges Material der Bodengruppen GW/GI/GU/SW/SI/SU mit einer Durchlässigkeit $k \geq 1 \cdot 10^{-4}$ m/s zu verwenden. Innerhalb des Straßenkörpers ist ein Verdichtungsgrad D_{Pr} gemäß Abschnitt 4.3.2 der ZTVE-StB 17 nachzuweisen.

Die Anforderung ist vom Verfüllmaterial abhängig. Außerhalb des Straßenkörpers gilt die Anforderung $D_{Pr} \geq 97\%$.



12 HINWEISE FÜR DIE BAUAUSFÜHRUNG

12.1 Baustraßen

Das Gelände ist insbesondere bei ungünstigen Witterungsverhältnissen mit Baufahrzeugen nicht befahrbar, weshalb geeignete Baustraßen erforderlich werden. Baustraßen sollten wegen der leicht aufweichenden Deckschichten unter Verwendung eines Geotextils hergestellt werden. Es empfiehlt sich eine Schotterauflage auf einem geeigneten Vlies.

12.2 Frostsicherheit

Für alle Bauteile ist eine frostsichere Mindesteinbindetiefe von 1,20 m unter der endgültigen Geländeoberkante vorzusehen. Beim Bauen in kalter Jahreszeit sind gesonderte Schutzmaßnahmen gegen das Eindringen von Frost in den Untergrund und gegen ein Aufweichen der Deckschichten zu ergreifen.

13 ERGÄNZENDE UNTERSUCHUNGEN

13.1 Beweissicherung

Aufgrund der Bautätigkeiten, die unvermeidlich Erschütterungen durch Baustellenverkehr, Rammarbeiten oder Verdichtungsarbeiten mit sich bringen sind Einflüsse auf die Nachbarbebauung nicht auszuschließen. Daher wird eine Beweissicherung des Ist-Zustandes von benachbarten Bauwerken und Straßen empfohlen.

Das Schadensrisiko für Gebäude durch Erschütterungseinwirkungen sollte durch Erschütterungsmessungen und eine Bewertung nach DIN 4150 minimiert werden. Somit kann eine Überwachung und Optimierung der Erschütterungsintensität vor Ort erfolgen sowie der Nachweis erbracht werden, dass die gemäß DIN 4150, Teil 3 geforderten Anhaltswerte nicht überschritten werden.

Da es sich vorliegend um erdbautechnische Maßnahmen handelt, sollten das Beweissicherungsverfahren sowie die Erschütterungsmessung von einem Baugrundsachverständigen durchgeführt werden. Die IFB Eigenschenk GmbH steht dazu zur Verfügung.



13.2 Altlasten

Im Zuge der durchgeführten orientierenden Altlastenuntersuchung wurden keine Bodenverunreinigungen im Sinne der Bundesbodenschutzverordnung festgestellt, sodass auf Grundlage der vorliegenden Untersuchungsergebnisse eine Gefährdung des Grundwassers für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser nicht zu besorgen ist.

Grundsätzlich können die Materialien auf Grundlage der vorliegenden Ergebnisse vor Ort verbleiben.

Überschüssiges bzw. für eine Wiederverwendung vor Ort ungeeignetes Material ist nach Bodenart und Auffälligkeiten zu separieren, zwischen zu lagern und gemäß LAGA PN 98 einer Deklarationsuntersuchung zu unterziehen.

Die IFB Eigenschenk GmbH steht Ihnen für die weitere Begleitung der Maßnahmen auf Wunsch gerne zur Verfügung.

13.3 Baubegleitende Überwachung

Nach DIN EN 1997-1 und -2 ist während der Bauausführung zu überprüfen, ob die Baugrundverhältnisse den Annahmen entsprechen.

Es wird auf die Erfordernis von Eigenüberwachungs- und Kontrollprüfungen gemäß ZTVE-StB 17 im Zuge von Verdichtungs- und Hinterfüllungsarbeiten hingewiesen.

14 SCHLUSSBEMERKUNGEN

Im Zuge der Baugrunduntersuchung wurden Erkundungen niedergebracht und der aufgeschlossene Boden beurteilt. Die für die Ausschreibung, Planung und Baudurchführung erforderlichen Hinweise und bodenmechanischen Kennwerte wurden erarbeitet und sind im Text- und Anlagenteil dokumentiert. Die jeweils notwendigen Maßnahmen und Gründungsbedingungen wurden für die Verhältnisse an den Ansatzpunkten aufgezeigt.



Die IFB Eigenschenk ist zu verständigen, falls sich Abweichungen vom vorliegenden Gutachten oder planungsbedingte Änderungen ergeben. Zwischenzeitlich aufgetretene oder eventuell von der Planung abweichend erörterte Fragen werden in einer ergänzenden Stellungnahme kurzfristig nachgereicht.

Bei den durchgeführten Untersuchungen handelt es sich naturgemäß nur um punktförmige Aufschlüsse, weshalb Abweichungen im flächenhaften Anschnitt nicht auszuschließen sind. Eine Überprüfung des Baugrundaufbaus während des Aushubs und eine Inspektion der Baugrubensohle bleibt damit erforderlich. Ohne örtliche Abnahme gilt die Untersuchung des Baugrundes als nicht abgeschlossen.

IFB Eigenschenk GmbH

Dipl.-Geol. Dr. Roland Kunz^{1) 2) 3) 4) 5) 6) 7) 8)}
Geschäftsführer

Guðjón Ólafsson B. Sc.
Sachbearbeiter

Florian Häckel M. Sc.^{9) 10) 11)}
Projektleiter

- 1) Von der Industrie- und Handelskammer für Niederbayern in Passau öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Hydrogeologie
- 2) Leiter des Prüflaboratoriums nach DIN EN ISO 17025:2005
- 3) Fachkundiger für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit in kontaminierten Bereichen und Sachkundiger nach DGUV – Regel 101-004, Anhang 6 A (BGR 128)
- 4) Privater Sachverständiger in der Wasserwirtschaft für thermische Nutzung, Bauabnahme Grundwasserbenutzungsanlagen, Beschneigungsanlagen, Eigenüberwachung von Wasserversorgungsanlagen gemäß § 1 VPSW 2010
- 5) zugelassener Probenehmer gemäß §15 Abs. 4 TrinkwV
- 6) Lehrbeauftragter der Ostbayerischen Technischen Hochschule Regensburg für Gebäuderückbau: Probenahme, Bewertung, Planung (MB-BB-23.1), Masterstudiengang Bauen im Bestand
- 7) Leiter der Untersuchungsstelle gemäß § 18 Bundes-Bodenschutzgesetz
- 8) geprüfter Probenehmer nach LAGA PN 98
- 9) geprüfter Probenehmer nach LAGA PN 98
- 10) Fachkundiger für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit in kontaminierten Bereichen und Sachkundiger nach DGUV – Regel 101-004, Anhang 6 A (BGR 128)
- 11) zugelassener Probenehmer gemäß §15 Abs. 4 TrinkwV