



## GEOTECHNISCHER BERICHT

Auftrag Nr. 3200225  
Projekt Nr. 2020-0489

KUNDE: Markt Essenbach  
Rathausplatz 3  
84051 Essenbach

BAUMAßNAHME: Verkehrliche Anbindung Sondergebiet Süd an  
B 15alt, Essenbach

GEGENSTAND: Baugrund- und Altlastenuntersuchung

ORT, DATUM: Deggendorf, den 29.05.2020

---

Dieser Bericht umfasst 40 Seiten, 13 Tabellen und 5 Anlagen.  
Die Veröffentlichung, auch auszugsweise, ist ohne unsere Zustimmung nicht zulässig.  
Die Proben werden ohne besondere Absprache nicht aufbewahrt.



## Inhaltsverzeichnis:

<b>1 VORGANG</b> .....	<b>5</b>
1.1 Auftrag .....	5
1.2 Fragestellung .....	5
1.3 Projektbezogene Unterlagen .....	6
<b>2 BESCHREIBUNG DES UNTERSUCHUNGSBEREICHES</b> .....	<b>6</b>
2.1 Geplante Baumaßnahme .....	6
2.2 Geomorphologische Situation .....	7
2.3 Geologische Verhältnisse .....	7
<b>3 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN</b> .....	<b>7</b>
3.1 Ortsbegehung .....	7
3.2 Baugrundaufschlüsse .....	7
3.3 Bodenmechanische Laboruntersuchungen .....	9
3.4 Chemische Analysen .....	10
3.5 Asphaltuntersuchungen .....	10
<b>4 UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE</b> .....	<b>10</b>
4.1 Beschreibung der Schichtenfolge .....	10
4.2 Ergebnisse der Laborversuche .....	12
4.2.1 Wassergehalte und Konsistenzgrenzen .....	12
4.2.2 Korngrößenverteilungen .....	13
4.2.3 Glühverluste .....	14
4.3 Hydrologische Verhältnisse .....	14
<b>5 BEWERTUNG DER GEOTECHNISCHEN BEFUNDE</b> .....	<b>15</b>
5.1 Beurteilung der Baugrundverhältnisse .....	15
5.2 Bodenmechanische Kennwerte .....	17
5.3 Eigenschaften und Kennwerte für Erdarbeiten (Homogenbereiche) .....	18
5.4 Bewertung von Straßenaufbruch .....	20
<b>6 ATTLASTENUNTERSUCHUNG</b> .....	<b>22</b>
6.1 Grenzwertbetrachtung .....	22
6.2 Bewertungsgrundlagen Schutzgüter .....	22
6.3 Bewertungsgrundlagen Entsorgung .....	25



6.3.1	Allgemeines zur Entsorgung von Abfällen.....	25
6.3.2	LAGA M20.....	26
6.3.3	Leitfaden Verfüllung.....	27
6.3.4	Deponieverordnung.....	28
6.3.5	Stufen- und Zuordnungswerte .....	29
6.4	Interpretation der Untersuchungsergebnisse.....	31
6.4.1	Einstufung der Untersuchungsergebnisse .....	31
6.4.2	Bewertung der Untersuchungsergebnisse .....	31
<b>7</b>	<b>FOLGERUNGEN FÜR DIE GRÜNDUNG VON LANDRATSAMT UND KINDERKRIPPE.....</b>	<b>32</b>
<b>8</b>	<b>VERSICKERUNG .....</b>	<b>33</b>
<b>9</b>	<b>STRAßENBAU .....</b>	<b>35</b>
9.1	Rahmenbedingungen.....	35
9.2	Herstellung des Oberbaues.....	35
9.3	Ertüchtigung des Untergrundes.....	36
<b>10</b>	<b>ERGÄNZENDE UNTERSUCHUNGEN.....</b>	<b>38</b>
10.1	Ergänzende Erkundungen .....	38
10.2	Beweissicherung.....	38
10.3	Altlasten.....	39
10.4	Baubegleitende Überwachung.....	39
<b>11</b>	<b>SCHLUSSBEMERKUNGEN .....</b>	<b>39</b>



### **Anlagen:**

Anlage 1:	Planunterlagen	
Anlage 1.1:	Übersichtslageplan	
Anlage 1.2:	Lageplan mit Aufschlüssen	
Anlage 2:	Bodenprofile	
Anlage 3:	Schichtenverzeichnisse	
Anlage 4:	Laboruntersuchungen	
Anlage 4.1:	Bodenmechanische Laboruntersuchungen	
Anlage 4.2:	Chemische Laboruntersuchungen	
Anlage 5:	Fotografien	
Anlage 5.1:	Fotodokumentation vom 12.03.2020	
Anlage 5.2:	Fotodokumentation vom 17.04.2020	

### **Tabellen:**

Tabelle 1:	Ansatzhöhen/Endteufen	9
Tabelle 2:	Wassergehalte und Konsistenzgrenzen	13
Tabelle 3:	Korngrößenverteilungen	13
Tabelle 4:	Glühverluste	14
Tabelle 5:	Wasserstände	14
Tabelle 6:	Bodenklassifizierung	15
Tabelle 7:	Vereinfachtes Baugrundmodell	16
Tabelle 8:	Bodenmechanische Kennwerte	17
Tabelle 9:	Eigenschaften und Kennwerte von Böden	19
Tabelle 10:	Einstufung von Straßenaufbruch und Verwertungsmöglichkeiten	21
Tabelle 11:	Stufen- und Zuordnungswerte Altlastbeurteilung Feststoffe	29
Tabelle 12:	Stufen- und Zuordnungswerte Altlastbeurteilung Grundwasser u. Eluat	30
Tabelle 13:	Bemessungswerte für Versickerungsanlagen	34

### **Abbildungen:**

Abbildung 1:	Ort der Probenahme und Ort der Beurteilung	24
--------------	--	----



## **1 VORGANG**

### **1.1 Auftrag**

Der Markt Essenbach plant die verkehrliche Anbindung des Sondergebietes Süd an die alte B 15.

Mit Schreiben vom 17.02.2020 wurde die IFB Eigenschenk GmbH, Deggendorf, mit der Erstellung eines geotechnischen Gutachtens einschließlich der Durchführung von Feld- und Laboruntersuchungen beauftragt. Grundlage der Auftragserteilung ist das Angebot der IFB Eigenschenk GmbH vom 14.02.2020 in Verbindung mit dem Werkvertrag.

Der vorliegende Bericht enthält die zusammenfassende Darstellung der Untersuchungsergebnisse 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 allgemeinen Hinweise für die Gründung des neuen Landratsamtes und die Kinderkrippe abgeleitet werden können;
- ⇒ welche Folgerungen sich für die Anlage von Verkehrsflächen ergeben,
- ⇒ welche ergänzenden Hinweise für den Baubetrieb notwendig werden,
- ⇒ welche Versickerungsmöglichkeiten bestehen,



- ⇒ welche Handlungsnotwendigkeiten sich aus möglicherweise vorhandenen Bodenverunreinigungen ergeben.

### **1.3 Projektbezogene Unterlagen**

Für die Ausarbeitung dieses Gutachtens standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- [1] Sehlhoff GmbH, Vilsbiburg (September 2019): Verkehrliche Anbindung Sondergebiet Süd an B 15alt, Zufahrt neues Landratsamt, Vorplanung, Lageplan Baugrunduntersuchung für Straßenbau, M 1 : 1.000
- [2] Markt Essenbach (27.02.2020): Lageplan mit zusätzlichen Bohrpunkten, ohne weitere Angaben

## **2 BESCHREIBUNG DES UNTERSUCHUNGSBEREICHES**

### **2.1 Geplante Baumaßnahme**

Es ist die verkehrliche Anbindung des Sondergebietes Süd an die B 15 alt bei Essenbach geplant sowie die Zufahrt zum geplanten neuen Landratsamt.

Hierzu wird zwischen der B 15 und der Gemeindestraße (Alzheimer Straße) sowie östlich dieser Gemeindestraße eine neue Straße erstellt, welche an die beiden genannten bestehenden Straßen mit Kreisverkehren angebunden wird.

Darüber hinaus sollen verschiedene Flächen für eine mögliche Versickerung untersucht werden.

Östlich der Alzheimer Straße soll das neue Landratsamt Landshut entstehen sowie eine Kinderkrippe. Nähere Informationen sind bisher nicht bekannt.

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



## **2.2 Geomorphologische Situation**

Der Untersuchungsbereich befindet sich am südlichen Rand von Essenbach zwischen der B 15 (Landshuter Straße) und der Altheimer Straße. Die Altheimer Straße stellt die Gemeindeverbindungsstraße zwischen Essenbach und Altheim dar.

Im Untersuchungsbereich befinden sich weiterhin landwirtschaftlich genutzte Flächen.

Südlich des Untersuchungsbereiches fließt die Isar vorbei, direkt am Untersuchungsstandort fließt der Sendelbach vorbei, ein linker Zufluss des Längenmühlbaches.

## **2.3 Geologische Verhältnisse**

Nach der geologischen Karte von Bayern 1 : 25.000, Blatt 7339 Ergoldsbach stehen am Untersuchungsstandort zum einen quartärer Löß in Form eines feinsandigen Schluffes an. Weiterhin können daneben spätwürmzeitliche Schmelzwasserschotter aus dem Quartär anstehend sein. Diese treten hier als Kies auf, welcher wechselnd sandig und steinig sowie zum Teil schwach schluffig ist.

# **3 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN**

## **3.1 Ortsbegehung**

Bei Beginn der Aufschlussarbeiten wurde jeweils eine Ortsbegehung des Standorts und seiner Umgebung durch den Bohrmeister durchgeführt. Eine Dokumentation der Ortsbegehung ist in der Anlage 5 enthalten.

## **3.2 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:

- 2 Rammkernbohrungen (RKB) bis 1 m unter Geländeoberkante im Straßenbereich
- 2 Rammkernbohrungen (RKB) bis 2 m unter Geländeoberkante im Bereich der geplanten Anbindung
- 2 Rammkernbohrungen (RKB) bis 5 m unter Geländeoberkante im Bereich der geplanten Versickerungsbecken
- 3 Rammkernbohrungen (RKB) bis 7 m unter Geländeoberkante für den Bebauungsplan

Die Bohrung RKB 1 wurde auf der B15alt durchgeführt, die Bohrung RKB 4 auf der Gemeindeverbindungsstraße. Bei diesen beiden Bohrungen wurden Asphaltkerne entnommen.

Die Bohrungen RKB 2 und RKB 5 dienen der Erkundung des Untergrundes für die geplante Anbindung an die bestehenden Straßen.

Für die Untersuchung der Versickerungsfähigkeit wurden die Bohrungen RKB 3 und RKB 6 abgeteuft.

Die Bohrungen RKB 7, RKB 8 und RKB 9 dienen der Erkundung des Untergrundes für den Bebauungsplan, wie zum Beispiel für das neu zu errichtende Landratsamt.

Die Felderkundungen fanden am 12.03.2020 sowie am 17.04.2020 statt. Bei drei Bohrungen konnte die Endteufe nicht erreicht werden. Der Grund hierfür ist das Zufallen der Bohrung beim Ziehen der Schappe sowie das Antreffen von schwer bohrbaren Böden.

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	394,20	1,00
RKB 2	393,70	2,10
RKB 3	391,60	5,00
RKB 4	391,10	1,00
RKB 5	388,40	2,05
RKB 6	386,00	5,00
RKB 7	385,80	5,00
RKB 8	385,60	5,00
RKB 9	385,50	5,60

GOK: Geländeoberkante  
 m ü. NN: Meter über Normalnull

Eine Darstellung der Aufschlüsse als Bodenprofile nach DIN 4023 ist in Anlage 2 aufgetragen. Die zugehörigen Schichtenverzeichnisse sind in Anlage 3 zusammengestellt.

### 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:

- 3 Bestimmungen der Konsistenzgrenzen nach DIN 18 122
- 2 Bestimmungen der Korngrößenverteilung nach DIN 18 123 durch Nasssiebung
- 1 Bestimmung des Glühverlustes nach DIN 18 128



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:

- 2 Analysen gemäß Eckpunktepapier „Leitfaden zur Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen“ aus der Fraktion < 2 mm

### **3.5 Asphaltuntersuchungen**

Es wurden zwei Asphaltkerne entnommen. Aus jedem Asphaltkern wurde dann an einer Probe eine chemische Analyse auf PAK (polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe) nach EPA-Liste durchgeführt.

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 einigen Bohrungen wurde bis zu 60 cm Oberboden angetroffen. Dieser wird als Schluff mit organischer Beimengung angesprochen. Die Konsistenz wird als steif beschrieben.



### **Homogenbereich 1 – Auffüllung, gemischtkörnig**

In den Bohrungen RKB 1 und RKB 4 wurde unterhalb der Asphaltsschicht die Frostschuttschicht angetroffen. Hierbei handelt es sich um einen sandigen sowie schwach schluffigen Kies, welcher eine graubraune Farbe aufweist.

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

### **Homogenbereich 2 – Auffüllung, bindig**

In den Bohrungen RKB 6, RKB 7 und RKB 9 wurden bindige anthropogene Auffüllungen aufgeschlossen. Diese werden als toniger, schwach sandiger bis sandiger sowie schwach kiesiger Schluff angesprochen. Die Konsistenz dieser Böden wird als weich angesprochen, die Farbe als braun. Als Fremdbestandteile wurden in diesen Böden Bauschuttartikel gefunden.

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

### **Homogenbereich 3 – Torf**

In den Bohrungen RKB 6 und RKB 7 wurde in einer Tiefe von ca. 0,8 m eine Torfschicht im Liegenden der bindigen Auffüllungen angetroffen. Die Farbe dieser Böden wird als dunkelbraun bis schwarz beschrieben, ihre Konsistenz als weich. In der Bohrung RKB 6 weist sie eine Mächtigkeit von 10 cm auf, in der Bohrung RKB 7 40 cm.

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



## **Homogenbereich 4 – Löß**

Bei allen durchgeführten Bohrungen wurde Löß aufgeschlossen. Dieser tritt als schwach feinsandiger bis feinsandiger sowie vereinzelt toniger Schluff und sandiger Ton auf. Die Konsistenz der Böden wird als weich bis steif angesprochen, vereinzelt jedoch auch als breiig und halbfest. Weiterhin tritt der Löß als schwach schluffiger bis schluffiger Feinsand mit hellbrauner Farbe auf.

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

Es wird darauf hingewiesen, dass die Konsistenz der angetroffenen Böden (sowie Homogenbereich 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.

## **Homogenbereich 5 – Schmelzwasserschotter**

In den Bohrungen RKB 6, RKB 7, RKB 8 und RKB 9 wurden die Schmelzwasserschotter in Form von Kiesen und Sanden aufgeschlossen. Der Kies wird als sandig sowie schwach schluffig angesprochen, der Sand als kiesig bis schwach kiesig. Die Farbe dieser Böden wird als graubraun beschrieben, die Korngröße als rund bis kantig. Die Böden dieses Homogenbereiches werden als nass angesprochen.

Die Böden dieses Homogenbereiches besitzen eine gute Scherfestigkeit und eine gute Verdichtungsfähigkeit. Ihre Zusammendrückbarkeit ist gering, ihre Durchlässigkeit mittel, mit zunehmenden Feinkornanteil geringer werdend.

## **4.2 Ergebnisse der Laborversuche**

### **4.2.1 Wassergehalte und Konsistenzgrenzen**

An drei bindigen Bodenschichten wurden die Konsistenzgrenzen bestimmt und dabei die Plastizität sowie der natürliche Wassergehalt ermittelt. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

**Tabelle 2: Wassergehalte und Konsistenzgrenzen**

Homogenbereich	Probenbezeichnung	Tiefe [m]	Bodenansprache und Konsistenz	w [%]	w <sub>L</sub> [%]	I <sub>P</sub>	I <sub>C</sub>	DIN 18 196
4/Löß	RKB 2/D2	0,45 - 1,4	Schluff, feinsandig	17,58	27,91	7,51	1,37	TL/ST
4/Löß	RKB 7/D5	2,2 - 3,0	Schluff, tonig, feinsandig, schwach organische Beimengung	24,83	30,22	8,19	0,66	TL/ST
4/Löß	RKB 8/D5	0,95 - 3,2	Schluff, tonig, feinsandig	24,25	30,28	9,09	0,66	TL/ST

w: Wassergehalt  
w<sub>L</sub>: Fließgrenze  
I<sub>C</sub>: Konsistenzzahl  
I<sub>P</sub>: Plastizitätszahl

#### 4.2.2 Korngrößenverteilungen

Es wurden zwei Bestimmungen der Korngrößenverteilung durch Nasssiegung durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Versuche sind in der folgenden Tabelle für die jeweiligen Bodenschichten dargestellt.

**Tabelle 3: Korngrößenverteilungen**

Homogenbereich	Probenbezeichnung	Tiefe [m]	DIN 18 196	Anteil < 0,063 mm
5/Schmelzwasserschotter	RKB 6/D7	4,1 - 5,0	GU/GT	10,5
5/Schmelzwasserschotter	RKB 9/D6	3,5 - 4,7	SU*/ST*	45,30



#### 4.2.3 Glühverluste

Es wurde der Anteil organischer Bestandteile durch Bestimmung des Glühverlustes ermittelt.

**Tabelle 4: Glühverluste**

Homogenbereich	Probenbezeichnung	Tiefe [m]	Bodenansprache	Glühverlust [%]
3/Torf	RKB 7/D3	0,8 - 1,2	Torf	22,6

#### 4.3 Hydrologische Verhältnisse

Mit den durchgeführten Erkundungen wurde Bodenwasser angetroffen. Die einzelnen Wasserstände sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

**Tabelle 5: Wasserstände**

Aufschluss Nr.	Endteufe [m]	Ansatzpunkt [m ü. NN]	Bodenwasser angebohrt		Erkundungsendwasserstand	
			[m u. GOK]	[m ü. NN]	[m u. GOK]	[m ü. NN]
RKB 6	5,0	386,00	-	-	1,2	384,8
RKB 7	5,0	385,80	-	-	1,2	384,6
RKB 8	5,0	385,60	-	-	1,5	384,1
RKB 9	5,6	385,50	1,4	384,1	1,8	383,7

Hauptgrundwasserleiter sind die Böden des Homogenbereiches 5. Nach dem Anbohren stieg das Grundwasser im Bohrloch an, sodass davon auszugehen ist, dass das Grundwasser infolge der geringeren Durchlässigkeit der darüber befindlichen Böden einem hydrostatischen Druck unterliegt. Damit liegen gespannte Grundwasserverhältnisse vor.

Maßgebend für das Gefälle der Grundwasseroberfläche ist die Vorflut. Im vorliegenden Fall ist dies die Isar bzw. der Längenmühlbach.



Nach der hydrogeologischen Karte von Bayern stellen die Kiese und Sande aus dem Quartär den maßgeblichen Grundwasserleiter mit hoher bis sehr hoher Durchlässigkeit dar.

Nach der hydrogeologischen Karte liegt der mittlere Grundwasserstand am Untersuchungs-ort bei 385 bis 387 m ü. NN.

## 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 6: Bodenklassifizierung**

Homogenbereich	Bodengruppe nach DIN 18 196	Bodenklasse nach DIN 18 300 (2012)	Frostempfind- lichkeit nach ZTVE-StB 17
1/Auffüllung, gemischtkörnig	[GU/GT]	3	F2
2/Auffüllung, bindig	[UL/UM]	4	F3
3/Torf	HN/HZ	3	F3
4/Löß	TL/TM/UL/UM/SU/ ST/SU*/ST*	4	F3
5/Schmelzwasser- schotter	GW/GI/GU/GT/SW/ SI	3	F1, F2



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 vorliegende Untersuchungsgrundstück ergibt sich folgendes Baugrundmodell:

**Tabelle 7: Vereinfachtes Baugrundmodell**

Homogenbereich	Lagerungsdichte bzw. Konsistenz	Bautechnische Eignung als Baugrund für Gründungen
1/Auffüllung, gemischtkörnig	locker <sup>1)</sup>	wenig geeignet
2/Auffüllung, bindig	weich	nicht geeignet
3/Torf	weich	nicht geeignet
4/Löß	weich bis steif (breiig, halbfest) <sup>2)</sup> (locker) <sup>1)</sup>	wenig geeignet
5/Schmelzwasserschotter	mitteldicht <sup>1)</sup>	gut geeignet

1) nach Erfahrungswerten bzw. nach Bohrvorgang

2) untergeordnet

Die in der Tabelle angegebenen Höhen der Schichtgrenzen weisen Spannen auf. Bei geotechnischen Nachweisen ist jeweils die ungünstigste Schichtung des Baugrundes zu berücksichtigen. Dabei kann sich je nach Art der zu führenden Standsicherheits-, Verformungs- oder sonstigen Berechnung ein unterschiedliches Berechnungsprofil ergeben.



## 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 8: Bodenmechanische Kennwerte**

Homogenbereich	Wichte erdfeucht $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Wichte unter Auftrieb $\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Winkel d. inneren Reibung $\varphi'$ [°]	Kohäsion $c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Kohäsion, undrännert $c_u$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Steifemodul $E_s$ Erstbelastung für Laststufe 100 bis 200 kN/m <sup>2</sup> [MN/m <sup>2</sup> ]	Durchlässigkeitsbeiwert $k$ [m/s]
1	17	9,5	30 - 32,5	-	0	60 - 80	1·10 <sup>-2</sup> - 1·10 <sup>-6</sup>
2	16,5 - 17,5	8,5 - 9,0	25 - 27,5	0	15 - 50	2 - 4	1·10 <sup>-2</sup> - 1·10 <sup>-6</sup>
3	11	1,0	_)2)	_)2)	_)2)	_)2)	1·10 <sup>-5</sup> - 1·10 <sup>-8</sup>
4	16,5 - 20	8,5 - 10	32,5 - 35	2 - 15	15 - 80	6 - 16	1·10 <sup>-5</sup> - 1·10 <sup>-9</sup>
5	18 - 19	10,5 - 11,5	32,5 - 37,5	0	-	80 - 120	5·10 <sup>-2</sup> - 1·10 <sup>-5</sup>

1) konsistenzabhängig

2) Angabe von Erfahrungswerten nicht möglich

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 vorzunehmen, gegebenenfalls in Abstimmung mit dem Sachverständigen für Geotechnik.

In der folgenden Tabelle sind die nach DIN 18 300 anzugebenden Eigenschaften und Kennwerte der einzelnen Homogenbereiche enthalten, soweit dies auf Grundlage der Untersuchungsergebnisse möglich ist.

**Tabelle 9: Eigenschaften und Kennwerte von Böden**

Homogenbereich	Korngrößenverteilung	Massenanteil [%]			Dichte $\rho$ [Mg/m <sup>3</sup> ]	Scherfestigkeit undrännert $c_u$ [kN/m <sup>2</sup> ]	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								
1/Auffüllung, gemischt- körnig	- <sup>2)</sup>	≤ 10 <sup>3)</sup>	≤ 2 <sup>3)</sup>	0 <sup>3)</sup>	1,7	- <sup>1)</sup>	- <sup>2)</sup>	- <sup>1)</sup>	- <sup>1)</sup>	15 - 35 <sup>3)</sup>	≤ 6 <sup>3)</sup>	[GU/ GT]
2/Auffüllung, bindig	- <sup>2)</sup>	≤ 2 <sup>3)</sup>	0 <sup>3)</sup>	0 <sup>3)</sup>	1,6 - 1,7	15 - 50 <sup>3)</sup>	- <sup>2)</sup>	2 - 20 <sup>3)</sup>	- <sup>1)</sup>	- <sup>1)</sup>	≤ 6 <sup>3)</sup>	[UL/UM]
3/Torf	- <sup>2)</sup>	≤ 1 <sup>3)</sup>	0 <sup>3)</sup>	0 <sup>3)</sup>	1,1	- <sup>2)</sup>	- <sup>2)</sup>	- <sup>2)</sup>	- <sup>2)</sup>	- <sup>1)</sup>	≥ 20	HN/HZ
4/Löß	- <sup>2)</sup>	≤ 5 <sup>3)</sup>	≤ 2 <sup>3)</sup>	0 <sup>3)</sup>	1,6 - 2,0	15 - 80 <sup>3)</sup>	10 - 30	10 - 40	50 - 140	- <sup>1)</sup>	≤ 6 <sup>3)</sup>	TL/TM/ UL/UM/ SU/ ST/SU*/ ST*
5/Schmelz- wasser- schotter	s. Anlage 4	≤ 15 <sup>3)</sup>	≤ 5 <sup>3)</sup>	≤ 2 <sup>3)</sup>	1,8 - 1,9	- <sup>1)</sup>	- <sup>2)</sup>	- <sup>1)</sup>	- <sup>1)</sup>	35 - 85 <sup>3)</sup>	≤ 3 <sup>3)</sup>	GW/GI/ GU/GT/ SW/ SI

1) Bei Böden dieser Art keine Angabe möglich

2) Mit den vorliegenden Feld- und Laboruntersuchungen nicht ermittelt

3) Abgeschätzt nach Erfahrungswerten



#### **5.4 Bewertung von Straßenaufbruch**

Der Ausbau pechhaltigen Materials ist nach Möglichkeit zu vermeiden. Bei Erhaltungsmaßnahmen können vorhandene pechhaltige Schichten im Straßenkörper verbleiben und überbaut werden. Ist der Ausbau pechhaltiger Straßenschichten nicht zu vermeiden, ist anzustreben, das Material dauerhaft aus dem Stoffkreislauf auszuschleusen. Für pechhaltige Straßenausbaustoffe oder pechhaltigen Straßenaufbruch sollte daher auf eine Aufbereitung (z. B. im Kaltmischverfahren (mit hydraulischen Bindemitteln oder Spezialbitumenemulsion) auch in den speziellen dafür genehmigten Anlagen – insbesondere wegen der fehlenden Schadstoffsenke und der damit verbundenen (wenn auch ungewollten) Rückführung der Schadstoffe in den Stoffkreislauf über die Wiederverwertung (Altasphaltrecycling) – möglichst verzichtet werden oder nur noch in begründeten Einzelfällen vorgenommen werden.

Statt einer Verwertung im Straßenbau sollte deshalb künftig die energetische Verwertung oder die thermische Behandlung des Materials als umweltfachlich sinnvollster Entsorgungsweg bevorzugt werden. Weiter ist eine Verwertung oder Beseitigung auf Deponien unter Berücksichtigung der Vorgaben der DepV [40] möglich.

Der Ausbau einzelner Straßenschichten (pechhaltig/nicht pechhaltig) sollte möglichst lagenweise getrennt erfolgen, um die Menge an belasteten Abfällen gering zu halten und pechfreies Material nicht zu verunreinigen. Erfolgt beim Ausbau ungewollt eine Vermischung von Ausbauasphalt und pechhaltigem Straßenaufbruch, ist der gesamte Straßenaufbruch nach den Vorgaben für pechhaltigen Straßenaufbruch zu bewerten.

In der folgenden Tabelle ist die nach den Analysenergebnissen vorzunehmende Einstufung der untersuchten Proben gemäß LfU-Merkblatt Nr. 3.4/1 „Umweltfachliche Beurteilung der Lagerung, Aufbereitung und Verwertung von Straßenaufbruch (Ausbauasphalt und pechhaltiger Straßenaufbruch)“ sowie die Verwertungsmöglichkeiten dargestellt:

Tabelle 10: Einstufung von Straßenaufbruch und Verwertungsmöglichkeiten

Asphaltproben Nr.	PAK-Gehalt (mg/kg)	Einstufung als	AVV-Abfallschlüssel	Zuordnungsbereich (mg/kg PAK)	Aufbereitung mit Bindemittel	Entsorgung			
						Wiedereinbau ungebunden	Wiedereinbau gebunden	thermisch	Deponie
RKB 1/D1 RKB 4/D1	0,44 0,20	Ausbauasphalt ohne Verunreinigung	17 03 02	≤ 10	Heißmischverfahren möglich	keine Auflagen	keine Auflagen	-	-
-	-	gering verunreinigter Ausbauasphalt	17 03 02	>10 bis ≤ 25	Heißmischverfahren möglich	nur unter dichter Deckschicht	keine Auflagen	-	-
-	-	pechhaltiger <sup>1)</sup> Straßenaufbruch	17 03 02	> 25 bis < 1.000	nur Kaltmischverfahren	nicht zulässig	nur unter dichter Deckschicht	energetische Verwertung oder thermische Behandlung	gemäß § 14 ff. DepV u. zusätzliche Richtwerte LfU
-	-	gefährlicher <sup>1)</sup> pechhaltiger Straßenaufbruch	17 03 01	≥ 1.000	nur Kaltmischverfahren	nicht zulässig	nur unter dichter Deckschicht		

1) Verwertungsklasse B (RuVA-StB) bei Phenolindex ≤ 0,1

Verwertungsklasse C (RuVA-StB) bei Phenolindex &gt; 0,1



## **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“.

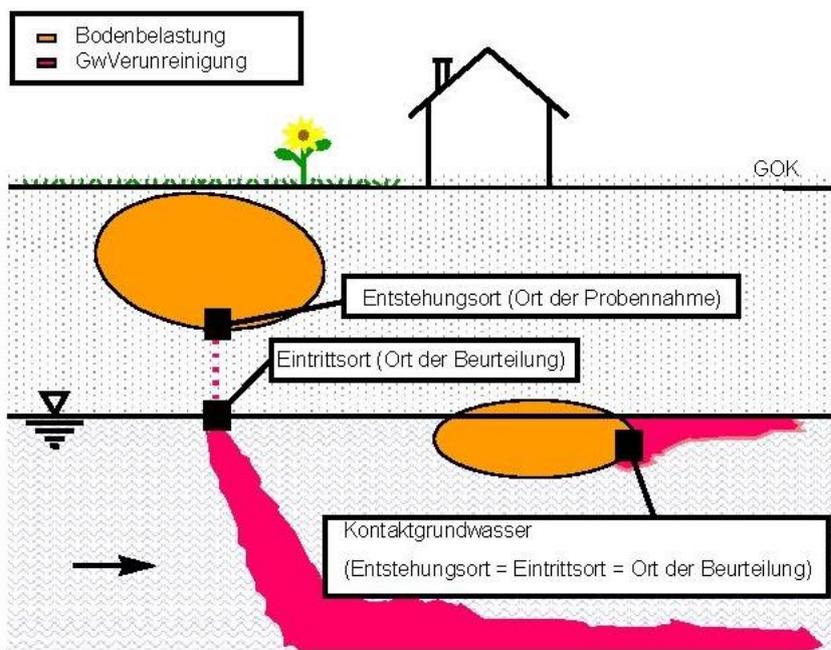


Das Merkblatt gibt Hinweise für die Untersuchung und Bewertung des Wirkungspfad des Boden-Gewässer bei Altlasten und schädlichen Bodenveränderungen nach dem bundeseinheitlichen Bodenschutzrecht sowie für die Untersuchung und Bewertung von Gewässerverunreinigungen nach landesspezifischem Wasserrecht.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

Für die Bewertung analytisch-chemischer Befunde von Bodenuntersuchungen bildet ein zweistufiges 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 Hilfswerten 1 liegen.

Werden bei Gesamtstoffgehalten im belasteten Boden Konzentrationen über dem Hilfswert 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 Getrennthalten 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.

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 5 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 M20 (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 11: 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 <sup>1)</sup>	-			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 <sup>2)</sup>	15 <sup>3)</sup>	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 12: 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 <sup>1)</sup>		-	-	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 <sup>2)</sup>	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
Nickel	µg/l	50	200	40	50	150	200



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
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.

### 6.4.2 Bewertung der Untersuchungsergebnisse

Es wurde jeweils eine Materialprobe des Homogenbereich 1 und des Homogenbereich 4 aus der RKB 1 und der RKB 4 auf altlasten- und abfallrechtlich relevante Parameter untersucht.



Auf Grundlage der vorliegenden Untersuchungsergebnisse ist im Bereich der bestehenden Straßen aufgrund der festgestellten Gehalte an Chlorid im Eluat mit Aushubmaterial zu rechnen, für das eine Wiederverwendung gemäß LAGA M20 nicht zulässig ist. Die erhöhten Gehalte an sind typischerweise auf einen Eintrag durch Auftausalz zurückzuführen.

Hinsichtlich der Bewertung der untersuchten Materialproben gemäß Verfüll-Leitfaden sind keine auffällig erhöhten Gehalte für die untersuchten Parameter festzustellen, sodass die untersuchten Materialproben als Z 0-Material gemäß Verfüll-Leitfaden einzustufen sind.

Mit Ausnahme des ermittelten Gehalts an Arsen im Feststoff (der geogen verursacht ist) in der Materialprobe RKB 1/D3 von 11 mg/kg, der den Hilfwert HW 1 gemäß LfW-Merkblatt 3.8/1 überschreitet, werden für alle übrigen Parameter die HW 1-Werte im Feststoff sowie die Stufe-1-Werte für Eluat gemäß LfW-Merkblatt 3.8/1 durchwegs eingehalten. Eine Gefährdung des Grundwassers über den Wirkungspfad Boden-Grundwasser ist im untersuchten Bereich auf Grundlage der vorliegenden Untersuchungsergebnisse nicht zu besorgen.

Anfallendes Aushubmaterial ist grundsätzlich nach Hauptbodenarten und gegebenenfalls nach Auffälligkeiten zu separieren, zwischenzulagern, fachgerecht gemäß LAGA PN 98 zu beproben und zu analysieren. Aufbauend auf den Ergebnissen dieser Deklarationsuntersuchungen sind mögliche Entsorgungswege festzulegen.

Hierbei muss zumindest teilweise mit Aushubmaterial gerechnet werden, für das eine Wiederverwendung im Sinne der LAGA M20 vor Ort oder im Zuge von Baumaßnahmen nicht zulässig ist.

Aufgrund der punktförmigen Erkundungen kann nicht ausgeschlossen werden, dass in nicht erkundeten Teilbereichen auch höhere Belastungen anzutreffen sind. Es wird empfohlen, dies für die weitere Planung und Ausschreibung der Maßnahme zu berücksichtigen.

## **7 FOLGERUNGEN FÜR DIE GRÜNDUNG VON LANDRATSAMT UND KINDERKRIPPE**

Mit den erkundeten Gegebenheiten des Baugrundes liegen durchschnittliche 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.



Die Bohrungen RKB 7, RKB 8 und RKB 9 wurden für den Bereich der geplanten Gebäude durchgeführt. Nähere Informationen zu Abmessungen oder Einbindetiefe liegen derzeit nicht vor. Daher werden im Folgenden nur allgemeine Hinweise und Empfehlungen gegeben.

Bei den drei Bohrungen wurde bis in eine Tiefe von 3,5 bzw. 4,0 m Löß mit vor allem weicher Konsistenz aufgeschlossen. Diese Böden eignen sich bei den vorliegenden Konsistenzverhältnissen nicht, ohne Zusatzmaßnahmen (z. B. Bodenaustausch oder Bodenverbesserung), zur Lastabtragung.

Weiterhin wurde bereichsweise oberflächennah eine Torfschicht erkundet, welche ebenso nicht zur Lastabtragung geeignet ist und in der Gründungssohle entfernt werden muss.

Im Liegenden der Löße wurden die Schmelzwasserschotter aufgeschlossen. Diese weisen erfahrungsgemäß eine mindestens mitteldichte Lagerung auf und können unter diesen Bedingungen zur Lastabtragung herangezogen werden.

Grundsätzlich ist eine Plattengründung oder eine Gründung mit Einzel- oder Streifenfundamenten möglich. Bei der Planung zu beachten sind die vorliegenden Grundwasserverhältnisse, durch die einerseits im Bauverlauf umfangreiche Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich werden können und andererseits bei der Abdichtung und Auftriebssicherheit berücksichtigt werden müssen.

Das geplante Bauwerk wird voraussichtlich im Einflussbereich des Grundwassers erstellt. Es ist die Sicherheit gegen Auftrieb bzw. gegen ein Versagen durch Aufschwimmen nach DIN EN 1997-1 nachzuweisen. Der Nachweis ist für den Endzustand des Bauwerkes sowie für relevante Bauzustände zu führen.

## **8 VERSICKERUNG**

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.



Im Bereich der Bohrungen RKB 3 und RKB 6 sollen Versickerungsbecken entstehen. Nach den Erkundungsergebnissen stehen in der Bohrung RKB 3 in der gesamten Länge bindige Böden an, welche nicht zur Versickerung geeignet sind. In der Bohrung RKB 6 wurde ab einer Tiefe von 4,1 m die Kiese des Homogenbereiches 5 angetroffen. Da diese Böden versickerungsfähig sein könnten, wurde an der Kiesprobe die Kornverteilung bestimmt.

Aus der Kornverteilung kann mithilfe verschiedener Berechnungsformeln der Durchlässigkeitsbeiwert  $k$  von Böden abgeschätzt werden. Um den für die Bemessung von Versickerungsanlagen erforderlichen Durchlässigkeitsbeiwert  $k_f$  zu erhalten, sind die im Versuch ermittelten Werte laut dem Arbeitsblatt DWA-A 138 mit einem dort angegebenen Faktor zu multiplizieren. Der ermittelte Durchlässigkeitsbeiwert und Bemessungswert ist in der folgenden Tabelle dargestellt.

**Tabelle 13: Bemessungswerte für Versickerungsanlagen**

Bodenprobe	Homogenbereich	Durchlässigkeitsbeiwert $k$ [m/s]	Bemessungswert $k_f$ [m/s]
RKB 6/D7	5/Schmelzwasserschotter	$7,2 \cdot 10^{-5}$	$1,4 \cdot 10^{-5}$

Für den Homogenbereich 5 kann damit ein Bemessungswert von  $k_f = 1,4 \cdot 10^{-5}$  m/s abgeschätzt werden. Die Böden dieses Homogenbereiches erfüllen damit gerade noch die vorgenannte Anforderung an sickerfähige Böden.

Es ist aber erfahrungsgemäß zu erwarten, dass die Schmelzwasserschotter grundsätzlich für eine Versickerung geeignet sind und die Durchlässigkeit üblicherweise höher ist als hier abgeschätzt.

Der oben genannte Bemessungswert kann für eine Vorbemessung von Versickerungsanlagen verwendet werden. Für eine detaillierte Prüfung der Sickerfähigkeit und eine genaue Ermittlung des Bemessungswertes ist ein Sickerversuch vor Ort an der für die Versickerungsanlage vorgesehenen Stelle erforderlich.

Bei der Planung und Anlage von Versickerungsanlagen sind darüber hinaus die Grundwasserstände, Schwankungsbreiten des Grundwassers und die erforderlichen Reinigungsstrecken zu beachten. Nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 sollte die Mächtigkeit des Sicker-raumes grundsätzlich 1 m betragen, womit ein Mindestabstand der Versickerungsanlage zum Mittleren Höchsten Grundwasserstand MHGW von 1 m einzuhalten ist.



Falls hierzu von Seiten des zuständigen Wasserwirtschaftsamtes keine Angaben gemacht werden, ist dieser über die Auswertung hydrogeologischer Karten, Ganglinien längerfristig beobachteter Messstellen im Untersuchungsgebiet etc. zu ermitteln.

Darüber hinaus sind die Auflagen des Wasserwirtschaftsamtes zu berücksichtigen. Es wird deshalb empfohlen, die Planung von Versickerungsanlagen frühzeitig mit dem zuständigen Wasserwirtschaftsamt abzustimmen. Es wird darauf hingewiesen, dass von einigen Ämtern beispielsweise einem Durchstoßen von gering durchlässigen Deckschichten nicht zugestimmt wird.

Die Abstimmung mit den Behörden, die Ermittlung des Mittleren Höchsten Grundwasserstandes sowie die Dimensionierung von Versickerungsanlagen kann bei Bedarf durch die IFB Eigenschenk GmbH ausgeführt werden.

## **9 STRAßENBAU**

### **9.1 Rahmenbedingungen**

Bei der B15alt wurde die Bohrung RKB 1 durchgeführt, bei der Gemeindeverbindungsstraße die Bohrung RKB 4. Bei beiden Asphaltkernen wurde eine PAK-Analyse durchgeführt. Die beiden Kerne können als Ausbausphal ohne Verunreinigung eingestuft werden.

Im Bereich des geplanten Straßenneubaus wurden die beiden Bohrungen RKB 2 und RKB 5 durchgeführt. Hier sind nach den Erkundungsergebnissen auf Höhe des Erdplanums durchgehend Böden des Homogenbereiches 4 (Löß) in Form eines Schluffes und Feinsandes anzutreffen. Es kann deshalb die Frostempfindlichkeitsklasse F 3 zugrunde gelegt werden.

### **9.2 Herstellung des Oberbaues**

Für den Straßenneubau kann nach RStO 12 die Belastungsklasse Bk1,8 bis Bk10 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 Bk1,8 folgende Mindestdicke des frostsicheren Oberbaues:

Belastungsklasse Bk1,8:	60 cm
Kleinräumige Klimaunterschiede:	0 cm
Frosteinwirkungszone II:	5 cm
Wasserverhältnisse:	5 cm
Lage der Gradiente:	<u>0 cm</u>
Gesamtaufbau:	70 cm

Unter Zugrundelegung der Belastungsklasse Bk10 ergibt sich folgende Mindestdicke des frostsicheren Oberbaues:

Belastungsklasse Bk1,8:	65 cm
Kleinräumige Klimaunterschiede:	0 cm
Frosteinwirkungszone II:	5 cm
Wasserverhältnisse:	5 cm
Lage der Gradiente:	<u>0 cm</u>
Gesamtaufbau:	75 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):  $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$

### **9.3 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 des Homogenbereiches 4 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.

Sollten die Böden eine Konsistenz von sehr weich oder breiig aufweisen, wird auf Höhe des Erdplanums eine Lage Schroppen als erste Schüttlage empfohlen. Diese ist statisch einzuwalzen. Die weiteren Schüttlagen sind ebenfalls statisch zu verdichten, z. B. mit einer Gummiradwalze. Bei Verwendung von Verdichtungsgeräten mit Vibration sind solche mit einer auf die eigentliche Schüttlage begrenzten Tiefenwirkung zu verwenden, z. B. Rüttelplatten oder Oszillationswalzen. Eine dynamische Beanspruchung des Untergrundes ist zwingend zu vermeiden.



Sollten der Löß in Form des Feinsandes vorliegen, könnte auf diese Böden der Anforderungswert erfüllt werden. Wird der Anforderungswert nicht erfüllt, wird ebenso ein Bodenaustausch empfohlen.

## **10 ERGÄNZENDE UNTERSUCHUNGEN**

### **10.1 Ergänzende Erkundungen**

Im Bereich der geplanten Versickerungsbecken wird empfohlen die Durchlässigkeit der Böden durch Sickerversuche genauer zu ermitteln.

Für die geplanten Neubauten, wie zum Beispiel das Landratsamt sollten weitere Erkundungen sowie auch Rammsondierungen durchgeführt werden, um den Untergrund und dessen Tragfähigkeit besser beurteilen zu können und eine qualifizierte Gründungsempfehlung geben zu können.

### **10.2 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.



### **10.3 Altlasten**

Auf Grundlage der vorliegenden chemischen Laborergebnisse wurden im untersuchten Bereich keine Hinweise auf Bodenverunreinigungen im Sinne der Bundesbodenschutzverordnung festgestellt, sodass eine Gefährdung des Grundwassers über den Wirkungspfad Boden-Grundwasser nicht zu besorgen ist.

Anfallendes Aushubmaterial ist grundsätzlich nach Hauptbodenarten und gegebenenfalls nach Auffälligkeiten zu separieren, zwischenzulagern, fachgerecht gemäß LAGA PN 98 zu beproben und zu analysieren. Aufbauend auf den Ergebnissen dieser Deklarationsuntersuchungen sind mögliche Entsorgungswege festzulegen.

Die IFB Eigenschenk GmbH steht bei Bedarf gerne für die weitere Begleitung der Maßnahme zur Verfügung.

### **10.4 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.

## **11 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 GmbH 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<sup>1) 2) 3) 4) 5) 6) 7) 8)</sup>  
Geschäftsführer

Rachel Fischer M. Sc.  
Abteilungsleiterin Geotechnik

Florian Häckel M. Sc.<sup>3) 5) 8)</sup>  
Projektleiter

Viktoria Meyer M. Sc.  
Projektleiterin

- 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, Beschneiungsanlagen, 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