

## **Stadt Bad Schussenried**

Baugebiet St. Martinsesch

## **Baugrundgutachten**

05. Dezember 2014

RBS-Auftrags-Nr. 426140 028

Die vorliegenden Unterlagen sind unser Eigentum und als solches urheberrechtlich geschützt. Die Veröffentlichung und Vervielfältigung bedarf unserer vorherigen schriftlichen Zustimmung. Wir weisen darauf hin, dass eine Verletzung unseres Urheberrechts zivilrechtliche Schritte bis hin zum Schadensersatzanspruch zur Folge hat.

## Zusammenfassung

Auf dem geplanten Erschließungsgebiet „St. Martinsesch“ in Bad Schussenried wurde durch RBS wave GmbH eine Baugrunduntersuchung für die Infrastruktur (Straßen, Kanäle) durchgeführt.

Zur geotechnischen und umweltgeologischen Bewertung des Untergrundes wurden auf dem Grundstück insgesamt 8 Kleinrammbohrungen (KRB) bis 6,0 m Teufe, 2 schwere Rammsondierungen (DPH) bis zu einer maximalen Endteufe von 10,0 m und 2 Auffüllversuche zur Bestimmung der Durchlässigkeit durchgeführt. Da das Baugebiet „St. Martinsesch“ unmittelbar an das Baugebiet „Hinter den Erlen“ angrenzt, wurden die Sondierpunkte in fortlaufender Nummerierung für die beiden Baugebiete vergeben. Für das Baugebiet St. Martinsesch wurden die KRB 1 bis 6, die KRB 9 und 10 sowie die DPH 1 und 2 abgeteuft.

Die geologischen Schichten des Untersuchungsgebietes werden von pleistozänen Moränenablagerungen des Rheingletschers (Kiese mit Schluffen vergesellschaftet) und lokal holozänen Torfablagerungen aufgebaut. Im Untersuchungsgebiet „St. Martinsesch“ wurden in den Sondierpunkten keine Torfe angetroffen.

Die oberflächennah anstehenden Schluffe erreichen die geforderten Tragfähigkeitsnachweise (z.B. Verformungsmoduln auf dem Erdplanum für Straßen) nicht flächendeckend, jedoch ist eine teilweise Aufschüttung von Straßendämmen geplant. Kiesiger Aushub kann als tragfähiges Material für Schüttungen etc. verwendet werden.

Die schluffigen Sande und sandigen Schluffe stellen einen gering durchlässigen Untergrund dar. Versickerung ist hier nicht möglich. Nur im Bereich der KRB 10 und des AV 2 wurden durchlässige Kiese angetroffen, die eine Versickerung zulassen. Ein Grundwasserspiegel wurde in den Untersuchungen nicht angetroffen. Schichtwasser wurde in den untersuchten Bereichen nur bei der KRB 9 und KRB 10 angetroffen. Der Untersuchungsumfang wurde mit dem Planungsbüro Wassermüller, Herrn Eberhard, vorab abgestimmt.

## Inhalt

<b>1. Aufgabenstellung</b>	<b>4</b>
<b>2. Verwendete Unterlagen</b>	<b>4</b>
<b>3. Standort</b>	<b>6</b>
3.1 Lage	6
3.2 Geologie	6
3.3 Bisherige und geplante Nutzung	6
3.4 Erdbeben	6
<b>4. Darstellung des Untersuchungsprogrammes</b>	<b>6</b>
4.1 Aufschlussarbeiten	6
4.2 Beschreibung der Schichtenfolge	7
4.3 Grundwasser	7
4.4 Bodenmechanische Laborversuche	7
4.5 Bodenmechanische Kennwerte	8
<b>5. Verkehrsflächen und Leitungsgräben</b>	<b>10</b>
<b>6. Kampfmittel</b>	<b>12</b>
<b>7. Versickerung</b>	<b>12</b>
<b>8. Bebauung</b>	<b>13</b>
<b>9. Umweltuntersuchung</b>	<b>13</b>
<b>10. Sonstiges</b>	<b>14</b>

## Verzeichnis der Anlagen

Anlage 1:	Übersichtslageplan, Maßstab 1:25.000 Lageplan der Aufschlusspunkte
Anlage 2:	Darstellung der Aufschlüsse (3 Blätter)
Anlage 3:	Ergebnisprotokolle der bodenmechanischen Laboruntersuchungen
Anlage 4:	Umweltanalysenergebnisse und Auswertung
Anlage 5:	Ergebnisprotokolle der Auffüllversuche
Anlage 6:	Luftbildauswertung Kampfmittelgefährdung

## 1. Aufgabenstellung

Im Auftrag der Stadt Bad Schussenried wurde für die geplante Erschließung „St. Martinsesch“ eine Baugrunduntersuchung durchgeführt. Mit den Untersuchungen wurde RBS wave GmbH, Ettlingen, beauftragt. Da das Baugebiet „St. Martinsesch“ unmittelbar an das Baugebiet „Hinter den Erlen“ angrenzt, wurden die Sondierpunkte in fortlaufender Nummerierung für die beiden Baugebiete vergeben. Für das Baugebiet St. Martinsesch wurden die KRB 1 bis 6, die KRB 9 und 10 sowie die DPH 1 und 2 abgeteuft. Die Aufschlüsse für beide Baugebiete sind in der Anlage 1.2 zusammen aufgeführt.

Der folgende Bericht stellt die Ergebnisse der Untersuchungen vom 29.10.2014 dar.

## 2. Verwendete Unterlagen

- [1] Geyer, O., Gwinner M. (2011): Geologie von Baden Württemberg – 5. Aufl., 185 Abb., 4 Tab.; Stuttgart (Schweizerbart)
- [2] LGRB (2006): Geologische Übersichtskarte von Baden-Württemberg, Maßstab 1:350.000
- [3] Planungsbüro Wassermüller (2014): Bebauungsplan „St. Martinsesch“ Entwurfsplan, Maßstab 1:1.000
- [4] Landesvermessungsamt Ba.-Wü., Bundesamt für Kartographie (2003): Top 25 Baden-Württemberg, Version 2, Nord / Süd – amtliche topographische Karten 1:25.000
- [5] Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial, Az.: 25-8980.08M20 Land 3, 14. März 2007
- [6] DIN 18122 (1997/2000): Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Zustandsgrenzen (Konsistenzgrenzen), Teil 1 und 2; Berlin (Beuth)
- [7] DIN 18123 (2011): Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung der Korngrößenverteilung; Berlin (Beuth)
- [8] DIN EN 1997 (2009/2010): Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1 und 2; Berlin (Beuth)
- [9] DIN 4020 (2010): Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2; Berlin (Beuth)
- [10] DIN 1054 (2010): Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1; Berlin (Beuth)
- [11] DIN EN ISO 22475-1 (2007): Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Probenentnahmeverfahren und Grundwassermessungen - Teil 1: Technische Grundlagen der Ausführung; Berlin (Beuth)
- [12] DIN EN ISO 14688 (2002/2004): Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden, Teil 1 und 2; Berlin (Beuth)
- [13] DIN EN ISO 14689-1 (2011): Beschreibung und Klassifizierung von Fels; Berlin (Beuth)

- [14] DIN 4023 (2006): Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse von Bohrungen und sonstigen direkten Aufschlüssen; Berlin (Beuth)
- [15] DIN 18300 (2012): VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV); Erdarbeiten; Berlin (Beuth)
- [16] DIN 18301 (2012): VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV); Bohrarbeiten; Berlin (Beuth)
- [17] DIN 4017 (2006): Baugrund - Berechnung des Grundbruchwiderstands von Flachgründungen; Berlin (Beuth)
- [18] DIN 4019 (1979): Baugrund; Setzungsberechnungen bei lotrechter, mittiger Belastung; Berlin (Beuth)
- [19] DIN 18196 (2011): Erd- und Grundbau - Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke; Berlin (Beuth)
- [20] FGSV (2001): Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 01); Köln (FGSV)
- [21] Floss, R (2011): Handbuch ZTVE-StB – Kommentar und Leitlinien mit Kompendium Erd- und Felsbau; 4. Aufl.; Bonn (Kirschbaum)

## **3. Standort**

### **3.1 Lage**

Das geplante Neubaugebiet „St. Martinsesch“ liegt unmittelbar östlich der Klosteranlage im Stadtgebiet der Stadt Bad Schussenried. Das Neubaugebiet umfasst den Bereich nördlich des Baugebiets „Kohlplatte“ und wird im Norden durch die Olzreuter Straße begrenzt. Das Gelände fällt von Norden nach Süden ein, die Höhe über dem Meeresspiegel beträgt zwischen ca. 578,6 und ca. 571,1 m über NN.

### **3.2 Geologie**

Die geologischen Schichten des Untersuchungsgebietes werden gemäß [2] von pleistozänen (Würm-Komplex) Moränenablagerungen des Rheingletschers (Kiese und Sande mit Schluffen vergesellschaftet) aufgebaut. Lokal können holozäne Torfablagerungen zwischengeschaltet sein. Die im Untersuchungsgebiet „St. Martinsesch“ anstehenden mitteldicht gelagerten Sande sowie die steif bis halbfesten Schluffe bilden in unregelmäßiger Form den Bodenkörper. Ab 0,3 m u. GOK wurden im südlichen Untersuchungsbereich auch sandige Kiese (AV 2, Anlage 2.3) angetroffen.

### **3.3 Bisherige und geplante Nutzung**

Das Erschließungsgebiet wurde bisher als landwirtschaftliche Nutzfläche bewirtschaftet und dient gegenwärtig als Pferdekoppel. Geplant ist ein Baugebiet mit wohnlicher Nutzung.

### **3.4 Erdbeben**

Das Untersuchungsgebiet liegt nach DIN 4149 (Fassung April 2005) und der Karte der Erdbebenzonen innerhalb der Erdbebenzone 1 und in der Untergrundklasse S sowie in der Baugrundklasse C.

## **4. Darstellung des Untersuchungsprogrammes**

### **4.1 Aufschlussarbeiten**

Im Zuge der Aufschlussarbeiten wurden auf dem Areal insgesamt 8 Kleinrammbohrungen (KRB) bis 6,0 m Teufe, 2 schwere Rammsondierungen (DPH) bis zu einer maximalen Endteufe von 10,0 m und zwei Auffüllversuche zur Bestimmung der Durchlässigkeit aufgenommen, sowie Bodenproben für bodenmechanische Versuche gewonnen. Zudem wurden Bodenproben für eine umwelttechnische Orientierung genommen und analysiert.

Die Aufnahme und Probenahme erfolgte durch den Gutachter der RBS wave GmbH, Ettligen. Die Felduntersuchungen wurden von der Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH (ICP) ausgeführt.

Die Lage und Verteilung der Punkte geht aus dem Lageplan in Anlage 1.2 hervor.

## 4.2 Beschreibung der Schichtenfolge

Die Sondierergebnisse zeigen einen lithologisch uneinheitlichen Bodenkörper ohne lateral durchgängige Schichtenfolgen. Neben einer schluffig/kiesigen Auffüllung können 3 lithologische Sedimenttypen (1) bis (3) beschrieben werden, deren Mächtigkeit und vertikale Abfolgen in den einzelnen Aufschlüssen voneinander variieren. Die Tiefenangaben beziehen sich auf die Ansatzpunkte und weichen lokal ab:

- Oberboden bis 0,05 m u. GOK
- (1) schluffiger Sand ab 1,3 m bis 6,0 m u. GOK erkundet  
(KRB 1bis KRB 6, KRB 9, KRB 10 und AV2)
- (2) sandiger Schluff ab 0,0 m bis 6,0 m u. GOK erkundet  
(KRB 1bis KRB 6, KRB 9, KRB 10, AV1 und AV2)
- (3) schluffig, sandiger Kies ab 0,3 m bis 1,5 m u. GOK (KRB 6, KRB 10 und AV 2)

Der *Oberboden* hat eine Mächtigkeit von max. 0,05 m. Der Oberboden ist nicht tragfähig und wird daher nicht weiter betrachtet.

Bei den *Schluffen* handelt es sich überwiegend um dunkelbraune bis hellbraun/beige Gemische aus Schluff, Ton und Sand, teilweise mit Kies vermengt. Die Konsistenz, sofern bestimmbar, war in den entnommenen Proben hauptsächlich steif. Die erkundete Mächtigkeit lag zwischen 1,5 und 3,1 m.

Die *schluffigen Sande* enthalten einen hohen Anteil an Schluff und geringfügig Ton und Kies. Sie zeigen eine erkundete Mächtigkeit zwischen 0,5 und 4,2 m.

Der schluffig, sandige Kies findet sich nur im südlichen Erkundungsbereich. Dieser stark schluffig, stark sandige Kies wurde mit einer Mächtigkeit von 0,35 bis 1,2 m erkundet.

## 4.3 Grundwasser

In den Sondierungen wurde kein Grundwasser angetroffen. Schichtwasser wurde bei der KRB 9 und KRB 10 jeweils bei 2,0 m u. GOK angetroffen und kann lokal auch in anderen Bereichen nicht ausgeschlossen werden.

## 4.4 Bodenmechanische Laborversuche

Zur Beurteilung der bodenmechanischen Eigenschaften des Baugrundes wurden an 6 repräsentativen Proben folgende Versuche durchgeführt:

- 6 x Bestimmung der Konsistenzgrenzen gemäß DIN 18122
- 6 x Sieb-schlamm-Analyse zur Bestimmung der Kornverteilungskurve

Lithologisch können 3 Sedimenttypen unterschieden werden. An den schluffigen Sanden konnte anhand der Bestimmung der Zustandsgrenzen die Konsistenz des bindigen Anteils mit steif bis halbfest angegeben werden (siehe Bodenproben RB5/P4). Eine repräsentativ kombinierte Sieb-/Schlamm-Analyse zeigt einen bindigen Anteil von ca. 31 bis 40 Vol.-% (siehe Bodenprobe RB4/P2). Der Durchlässigkeitsbeiwert  $k_f$  wurde in der Probe RB4/P2 nach Mallet/Paquant berechnet und beträgt zwischen  $1,2 \cdot 10^{-6}$  m/s und  $3,9 \cdot 10^{-7}$  m/s. Die Sande können der Bodengruppe SU\* zugeordnet werden.

Die Konsistenzgrenzen der sandigen Schluffe liegen hauptsächlich im steifen Bereich (siehe Bodenproben RB1/P1, RB3/P1, RB4/P2 und RB9/P2) und können der Bodengruppe TL (ST) zugeordnet werden. Die Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche sind in der Anlage 3 hinterlegt.

Von dem sandig, schluffigen Kies liegt keine Laborprobe vor. Ein Versickerungsversuch zeigte hier eine Durchlässigkeit von  $4,6 \cdot 10^{-5}$  m/s.

## 4.5 Bodenmechanische Kennwerte

Anhand der im Gelände durchgeführten Untersuchungen sowie der bodenmechanischen Laborversuche können den Bodenmaterialien folgende bodenmechanische Kennwerte zugeordnet und für erdstatische Berechnungen als Grundlage verwendet werden.

### (1) schluffige Sande

Bodenart:	Sand, stark schluffig, tonig, schwach kiesig (DIN EN ISO 14688)
Farbe:	beige bis braun (lokal ocker)
Klassifizierungen nach DIN 18196:	SU* (lokal ST)
nach DIN 18300:	Klasse 3-4
nach DIN 18301:	BN 1 (lokal BN2)
Verdichtbarkeitsklasse:	V1 nichtbindige bis schwach bindige, grobkörnige gemischtkörnige Böden
Frostempfindlichkeitsklasse:	F3 sehr frostempfindlich
Bodenkennwerte :	-Wichte $\gamma/\gamma'$ 19-20 / 9,5-10,5 kN/m <sup>3</sup>
	-Kohäsion $c'$ 0-2 kN/m <sup>2</sup>
	-Reibungswinkel $\varphi'$ 27,5°-30°
	-Steifemodul $E_s$ 10-30 MN/m <sup>2</sup>
	-Durchlässigkeitsbeiwert $k_f$ $2 \cdot 10^{-8}$ bis $3 \cdot 10^{-9}$ m/s



## (2) Schluff

Bodenart:	Schluff, feinsandig bis sandig, lokal kiesig (DIN EN ISO 14688)
Farbe:	braun bis hellbraun/beigebraun
Konsistenz / Lagerungsdichte:	steif
Klassifizierung nach DIN 18196 :	TL/UL
nach DIN 18300 :	Klasse 4 mittelschwer lösbbare Bodenarten.
Aufgeweichte bindige Böden der Klasse 4 können in Bodenklasse 2 (fließende Bodenarten) übergehen.	
nach DIN 18301 :	BB 2
Verdichtbarkeitsklasse:	V3 bindige feinkörnige Böden
Frostempfindlichkeitsklasse:	F3 sehr frostempfindlich
Bodenkennwerte :	-Wichte $\gamma/\gamma'$ 19,5,0 / 9,5 kN/m <sup>3</sup> -Kohäsion $c'$ 2-5 kN/m <sup>2</sup> -Reibungswinkel $\varphi'$ 27,5° -Steifemodul $E_s$ 4-8 MN/m <sup>2</sup> -Durchlässigkeitsbeiwert $k_f$ $2 \cdot 10^{-8}$ bis $3 \cdot 10^{-9}$ m/s
Geotechnische Beurteilung:	gering bis mäßig tragfähig, stark setzungsempfindlich, sehr gering durchlässig

## (3) schluffiger, sandiger Kies:

Bodenart:	stark schluffiger, sandiger Kies
(DIN EN ISO 14688)	
Farbe:	braun
Klassifizierung nach DIN 18196:	GU*
Nach DIN 18300 :	Klasse 3 leicht lösbbare Bodenarten
Nach DIN 18301 :	BN 1-BN2
Verdichtbarkeitsklasse:	V1 nichtbindige bis schwach bindige, grobkörnige gemischtkörnige Böden
Frostempfindlichkeitsklasse:	F3 sehr frostempfindlich
Bodenkennwerte :	- Wichte $\gamma/\gamma'$ 21/11,0 kN/m <sup>3</sup> - Kohäsion $c'$ 0-5 kN/m <sup>2</sup> - Reibungswinkel $\varphi'$ 32,5° - Steifemodul $E_s$ 80-120 MN/m <sup>2</sup> -Durchlässigkeitsbeiwert $k_f$ $4,6 \cdot 10^{-5}$ m/s
Geotechnische Beurteilung:	gut tragfähig, mäßig setzungsempfindlich, mäßig durchlässig (n. DIN 18 130-1);

## 5. Verkehrsflächen und Leitungsgräben

Verkehrsflächen:

Nach gutachterlicher Auffassung sind die Verkehrsflächen entsprechend RStO 12 zu planen. Die oberflächennahen Böden sind gering bis mäßig tragfähig. Die Erkundungsbohrungen zeigen, dass in den Untersuchungsbereichen unterschiedliche Schichtfolgen anzutreffen sind und die Eigenschaften der Böden der oberen Schichten des Untergrundes, die für den Bau von Verkehrsflächen von Bedeutung sind, je nach Lage variieren können. Es wird empfohlen, repräsentative dynamische oder statische Plattendruckversuche nach DIN 18134 und nach den TP BF-StB durchzuführen, um den erforderlichen Verformungsmodul nachzuweisen. Bei den überwiegend frostempfindlichen Böden muss ein Verformungsmodul von  $E_{V2} = 45 \text{ MN/m}^2$  nachgewiesen werden. Die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus muss mindestens 60 cm betragen. Jedoch liegt Bad Schussenried in der Frosteinwirkungszone 2 und eine Mehrdicke von +5 cm muss angerechnet werden.

Um die geforderte Tragfähigkeit von  $E_{V2} = 45 \text{ MN/m}^2$  auf OK Erdplanum zu erreichen, wird empfohlen, die anstehenden Böden unter dem planmäßigen Erdplanum zu stabilisieren, eine qualifizierte Bodenverbesserung oder Bodenverfestigung vorzunehmen. Nach RStO 12 können die geplanten Wohnstraßen der Belastungsklasse Bk 1,0 zugeordnet werden. Für die Bemessung des Fahrbahnaufbaues sind die Richtlinien der RStO 12 sowie der ZTVE-Stb 09 zu beachten. Bei einer Belastungsklasse Bk 1,0 ergibt sich nach einer qualifizierten Bodenverbesserung des Bodens der Frostempfindlichkeitsklasse F3 (Mindestschichtdicke 25 cm) nach ZTVE E-StB 09 eine Reduzierung der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus auf  $50 \text{ cm} + 5 \text{ cm} = 55 \text{ cm}$ . Nach der Bodenverbesserung ist der Nachweis eines Verformungsmoduls von  $E_{V2} \geq 70 \text{ MN/m}^2$  auf dem Planum erforderlich. Die Dicke des frostsicheren Oberbaus kann um 20 cm reduziert werden, wenn die obere Zone des Untergrundes gemäß ZTV E-StB 09 verfestigt wird. Ein Verformungsmodul  $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  auf dem Erdplanum muss nach der Verfestigung nachgewiesen werden. Es ist unbedingt erforderlich, die behandelten wasserempfindlichen Böden bei nicht sofortiger Herstellung des Oberbaus vor Nässe zu schützen.

Gemäß RStO 12 und ZTVE - StB 09 ergeben sich somit folgende Anforderungen an den Untergrund:

Verformungsmodul:	$E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$
Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus:	65 cm

Nach Qualifizierter Bodenverbesserung des Untergrundes nach ZTVE E-StB 09 (Mindestschichtdicke 25 cm)

Verformungsmodul :	$E_{V2} \geq 70 \text{ MN/m}^2$
Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus:	55 cm

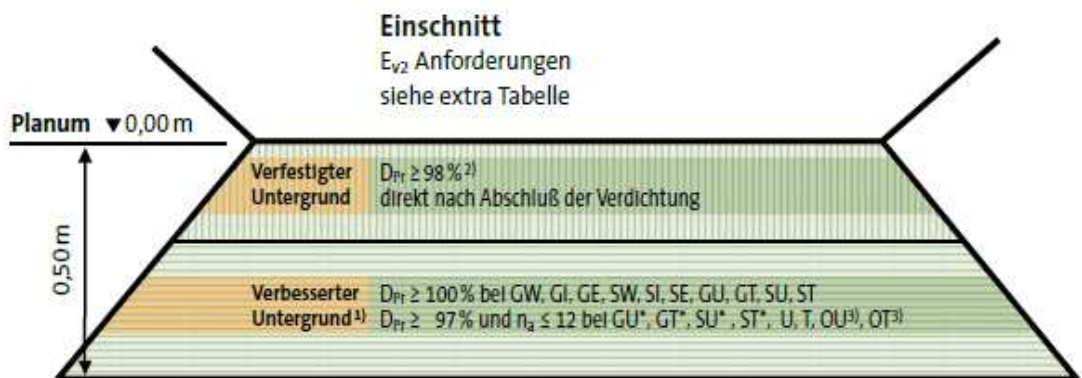
### Verfestigung des Untergrundes nach ZTV E-StB 09

Verformungsmodul:

$E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$

Minstdicke frostsicherer Oberbau:

45 cm



frostsicherer Untergrund bzw. Unterbau (F1 Boden)	<b>Bauklasse SV, I bis IV</b> $E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$ $E_{vd} \geq 65 \text{ MN/m}^2$	<b>Bauklasse V bis VI</b> $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$ $E_{vd} \geq 50 \text{ MN/m}^2$
frostempfindlicher Untergrund bzw. Unterbau (F2 und F3 Boden)	<b>Bauklasse SV, I bis VI</b> $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$	
frostempfindlicher Untergrund bzw. Unterbau (F2 und F3 Boden) nach Durchführung einer qualifizierten Bodenverbesserung	$E_{v2} \geq 70 \text{ MN/m}^2$	

Abb. 1: Anforderungen an die Verdichtung mit qualifizierter Bodenverbesserung des Untergrundes aus ZTVE-StB [24]

#### Leitungsgräben:

Den Gräben ist zulaufendes Oberflächenwasser durch Drainage-Leitungen fern zu halten. Zudem sind für die Herstellung und die Verfüllung von Leitungsgräben die Vorgaben der DIN EN 1610 und der DIN 4124 einzuhalten. Kanalgräben mit einer Tiefe von mehr als 1,25 m müssen mit einem Verbau gesichert werden. Alternativ können Baugruben und Gräben mit einer Tiefe von mehr als 1,25 m mit abgeböschten Wänden hergestellt werden.

Kanalgräben können in Regelfällen als Kurzzeitböschungen ohne rechnerischen Nachweis der Standsicherheit bei Einhaltung der Regelabstände für Verkehrslasten gemäß DIN 4124 unter folgenden maximalen Böschungswinkeln hergestellt werden:

nichtbindige Böden oder weiche bindige Böden:  $\leq 45^\circ$

Da die Konsistenz der Böden je nach Lage und Tiefe bis 2 m variieren können und eventuell mit Schichtenwasser zu rechnen ist, sind im Einzelfall entsprechende Maßnahmen durch einen geeigneten Verbau, durch eine Verminderung der Böschungsneigung und für die Trockenhaltung des Grabens zu ergreifen.

Bei zusätzlichen Belastungen nicht verbauter Grubenwände durch Bagger, Hebezeuge, Übergänge, Lagerstoffe oder Sonstiges ist die Standsicherheit nach DIN 4084 nachzuweisen. Liegen Baugruben über mehrere Tage offen, sind die Grabenwände und die Sohlfläche durch sorgfältige Folienabdeckung vor Witterungseinflüssen (Erosion, Aufweichung, Auflockerung) zu schützen. Es ist großen Wert auf eine sorgfältige und sachgemäße Verdichtung des lagenweise eingebauten Materials in der Verfüll-/Leitungszone zu legen. Unter befestigten Flächen (insbesondere unter Straßen und anderen Verkehrsflächen) müssen die Setzungen der Grabenverfüllung auf ein Mindestmaß beschränkt werden. Gemäß ZTVE-StB 09 ist ein geeigneter Prüfplan zu erstellen und abzustimmen. Die Verdichtung des Einbaus erfolgt gemäß den statischen Erfordernissen.

## 6. Kampfmittel

Im Vorfeld der Aufschlussarbeiten wurde eine Luftbildauswertung durch den Kampfmittelbeseitigungsdienst Baden-Württemberg auf Kampfmittel durchgeführt. Hierbei ergaben sich keine Anhaltspunkte auf das Vorhandensein von Bombenblindgängern innerhalb des Untersuchungsgebietes. Sollten bei weiteren Arbeiten Kampfmittel gefunden werden, ist unverzüglich die Polizei über Notruf zu verständigen. Die Arbeiten sind sofort einzustellen.

## 7. Versickerung

Im überwiegenden Bereich des Erschließungsgebiets stehen im oberflächennahen Bereichen schwach durchlässige Schluffe an. Nur im Bereich der Erkundungsbohrung KRB 10 und des Auffüllversuchs AV 2 wurden ab einer Tiefe von 0,3 m u. GOK mittel bis stark durchlässige Böden (stark schluffige, sandige Kiese) angetroffen. Die Durchlässigkeit der im Bereich des südlichen Bebauungsgebiets „St. Martinsesch“ durchgeführten Auffüllversuchs liegt bei  $4,67 \cdot 10^{-5}$  m/s. Da stärker durchlässige Bereiche, mit höheren Kiesgehalten in den Bohrprofilen keine durchgängige laterale Ausbreitung zeigen, sollte im Allgemein von mittel bis schwach bis mittel durchlässigen Verhältnissen ausgegangen werden.

Die Versickerung von Niederschlagswasser setzt einen durchlässigen Untergrund und einen ausreichenden Abstand zur Grundwasseroberfläche voraus. Der Untergrund muss die anfallenden Sickerwassermengen aufnehmen können. Nach dem ATV-DVWK-A138 (Januar 2002) sollte der Durchlässigkeitsbeiwert des Bodens, in dem die Versickerung stattfinden soll, zwischen  $k_f = 1 \cdot 10^{-3}$  m/s und  $k_f = 1 \cdot 10^{-6}$  m/s liegen. Die Voraussetzungen für eine Regenwasserbewirtschaftung über Versickerung können somit noch erfüllt werden.

Eine flächendeckende Bodenschicht mit hoher Retentionswirkung für Schadstoffe als „Barriere“ gegenüber Regenwasser/Oberflächenwasser ist auf dem Gebiet nicht vorhanden. Eine mächtige grundwasserschützende Deckschicht liegt somit nicht vor. Die Herstellung von dezentralen Versickerungsanlagen (Versickerungsmulden o.Ä.) stellt hinsichtlich des Grundwasserschutzes keinen signifikanten Eingriff in die bestehende Situation dar und ist aus gutachterlicher Sicht somit schadlos möglich. Das Ergebnis des Auffüllversuchs ist in der Anlage 5 hinterlegt.

## 8. **Bebauung**

Im Gründungsniveau der geplanten Bebauung stehen schluffige Sande und feinsandige Schluffe an. In diesem Fall sind Flachgründungen sowie Gründungen auf Streifenfundamenten grundsätzlich möglich. Für die Vorbemessung von Fundamenten kann die Tabelle A.2 gem. DIN 1054-2005 herangezogen werden. Die entsprechenden Nachweise sind in jedem Fall zu führen.

Aufgrund der sehr rasch, auch lateral, wechselnden lithologischen Bereiche der Aufschlüsse ist eine generelle Aussage außerhalb des Straßen- und Leitungsrabenbaus nicht möglich. Es ist daher erforderlich, für die Bebauung jeweils ein gesondertes Gutachten auszuarbeiten zu lassen. Eine auf das jeweilige Bauwerk angepasste Gründung kann dann technisch und wirtschaftlich optimiert werden.

## 9. **Umweltuntersuchung**

Für die im Gründungsbereich anstehenden Böden wurden umwelttechnische Beprobungen im Bereich der geplanten Gründungen für die Aushubmassen durchgeführt. Die Laborproben wurden nach dem Parameterspektrum der Verwaltungsvorschrift (VwV) des Umweltministeriums Baden-Württemberg für die Verwertung von Abfall eingestuftem Bodenmaterial vom 14.03.2007 untersucht und bewertet. Die untersuchten Bodenstoffe im Gründungsbereich sind aufgrund unauffälliger Parameter im Feststoff in die Einbauklasse Z0 Lehm/Schluff Z0 Sand einzustufen. Eine Ausnahme bildet der Bereich der Kleinrammbohrungen KRB 5 und KRB 6. Hier wurde eine Mischprobe im Gründungsbereich aufgrund PAK n. EPA mit 4,7 mg/kg im Feststoff mit dem Zuordnungswert Z1.2 gemäß [5] klassifiziert. Die Probe zeigt für Benzo(a)pyren einen Gehalt von 0,26 mg/kg im Feststoff der dem Zuordnungswert Z0 entspricht.

Die Analysenergebnisse und deren Auswertung liegen in Anlage 4 bei.

## 10. Sonstiges

Das ingenieurgeologische Modell des Baugrunds, welches die Grundlage der bau- bzw. umwelttechnischen Empfehlungen bildet, resultiert aus punktuellen Aufschlüssen. Es kann daher lokal und ggf. auch auf eng begrenztem Raum zu Abweichungen des Schichtverlaufs kommen. Außerdem können zeitliche Änderungen des Baugrunds (z.B. durch Witterungseinflüsse), insbesondere bei längeren Abständen zwischen Untersuchung und Baumaßnahme, nicht ausgeschlossen werden. Die pleistozänen Moränenablagerungen zeichnen sich durch unregelmäßige Wechsel der Schichtfolgen aus. Torfablagerungen können in allen Sedimenttypen zwischengeschaltet sein.

Im Zuge der Erd- und Gründungsarbeiten ist daher sorgfältig zu überprüfen, ob die angetroffenen Baugrundverhältnisse mit denen im Gutachten erfassten übereinstimmen. Sollte dies nicht der Fall sein oder Zweifel bestehen, so ist der Bodengutachter unverzüglich zur weiteren Beratung heranzuziehen. Generell ist zu empfehlen, eine Abnahme von Baugruben vor der Verfüllung durch den Baugrundgutachter durchführen zu lassen.

Die Angaben des Baugrundgutachtens beziehen sich auf den gegenwärtigen Planungsstand und sind in dieser Hinsicht als vorläufig anzusehen. Bei Planungsänderungen ist der Gutachter ebenfalls unverzüglich zu informieren, damit die getroffenen Festlegungen bei Erfordernis aktualisiert werden können.

Aufgestellt:

Ettlingen, den 05.12.2014

RBS wave GmbH



i. V. Michael Penz

i. A. Dr. Markus Hansen