

**Geotechnischer Bericht**  
zum  
BV IVG Ziegelstraße  
„Neubau MFH mit Tiefgarage“  
in 88214 Ravensburg

---

Aktenzeichen: AZ 16 10 005

Bauvorhaben: BV IVG Ziegelstraße, Neubau MFH mit TG  
Ziegelstraße 50+52  
in 88214 Ravensburg  
- Baugrunderkundung -

Auftraggeber: IVG - GmbH  
Wangener Str. 10  
88299 Leutkirch

Planer: Architekturbüro Matthias Vetter  
Zeppelinstraße 8  
88239 Wangen im Allgäu

Bearbeitung: B.Eng. Dominik Lang

Datum: 03.11.2016

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Vorgang</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Geomorphologie des Untersuchungsgebietes</b> .....	<b>5</b>
2.1	Morphologie und Geologie des Untersuchungsareals .....	5
2.2	Allgemeine Baugrundbeschreibung.....	5
<b>3</b>	<b>Geotechnisches Baugrundmodell</b> .....	<b>6</b>
3.1	Bautechnische Beschreibung der Schichten .....	6
3.2	Bodenmechanische Laborversuche .....	8
3.2.1	Korngrößenverteilung.....	8
3.2.2	Zustandsgrenzen nach Atterberg .....	8
3.3	Bodenkennwerte, Bodenklassifizierung und Homogenbereiche .....	9
<b>4</b>	<b>Georisiken</b> .....	<b>11</b>
4.1	Seismische Aktivität .....	11
<b>5</b>	<b>Hydrogeologie</b> .....	<b>11</b>
5.1	Grundwasserverhältnisse.....	11
5.2	Versickerungsfähigkeit der Boden nach DWA A-138.....	13
<b>6</b>	<b>Gründungskonzept und baubegleitende Maßnahmen</b> .....	<b>13</b>
6.1	Bauwerk .....	13
6.2	Baugrundkriterien.....	14
6.3	Gründung .....	14
6.4	Baugrube .....	15
6.5	Trockenhaltung des Bauwerks .....	16
<b>7</b>	<b>Hinweise und Empfehlungen</b> .....	<b>17</b>

### Anlagenverzeichnis

- 1.1 Übersichtslageplan, unmaßstäblich
- 1.2 Lageplan mit Untersuchungspunkten, unmaßstäblich
- 2 Geotechnischer Baugrundschnitt I-I', M.d.H 1:50, M.d.L unmaßstäblich
- 3 Fotodokumentation der Bohrkerne
- 4.1-3 Bodenmechanische Laborversuche

### Verwendete Unterlagen und Literatur

- [1] Architekturbüro Matthias Vetter, Zeppelinstraße 8, 88239 Wangen im Allgäu
- [1.1] Vorentwurf, Lageplan, Maßstab 1:500, gef. 07.09.2016
- [1.2] Vorentwurf, Grundriss DG, Maßstab 1:200, gef. 22.07.2016
- [1.3] Vorentwurf, Grundriss EG, Maßstab 1:200, gef. 22.07.2016
- [1.4] Vorentwurf, Grundriss TG, Maßstab 1:200, gef. 22.07.2016
- [2] Geologische Karte von Baden-Württemberg, Blatt 8223 Ravensburg, M.: 1:25.000, Geologisches Landesamt Baden-Württemberg, 1976.
- [3.1] DIN EN 1997-1 Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik, Teil 1 Allgemeine Regeln
- [3.2] DIN EN 1997-1/NA Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik, Teil 1 Allgemeine Regeln
- [3.3] DIN EN 1997-2, Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik, Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds
- [3.4] DIN EN 1997-2/NA, Nationaler Anhang, National festgelegte Parameter
- [4] DIN 1054:2012-12; Baugrund- Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1

## **1 Vorgang**

Die IVG GmbH aus Leutkirch beabsichtigt, unter der planerischen Betreuung des Architekturbüros Matthias Vetter aus Wangen, nach Rückbau eines Bestandsgebäudes den Neubau eines Mehrfamilienhauses mit Tiefgarage in der Ziegelstraße 50+52 in Ravensburg.

Im Zusammenhang mit dem geplanten Neubau wurde die Fa. BauGrund Süd beauftragt, die geologische und hydrogeologische Beschaffenheit des Untergrundes im geplanten Baufeld zu erkunden und die Ergebnisse, gemäß Eurocode 7, in einem geotechnischen Bericht nach DIN EN 1997-1 bzw. DIN EN 1997-2 zusammenfassend darzustellen und gründungstechnisch zu bewerten.

Zu diesem Zweck kamen am 19.10.2016 auf dem Baugrundstück zwei großkalibrige Rammkernbohrungen (BK 1-2/16) bis in eine Tiefe von 6,0 m unter der Geländeoberkante (GOK) zur Ausführung. In Ergänzung zu den Rammkernbohrungen wurden am 20.10.2016 zur Ermittlung des Lagerungszustandes bzw. der Festigkeit des Untergrundes sowie zur weiteren Abgrenzung der geologischen Schichtenfolge drei Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde (dynamic probing heavy) nach DIN EN ISO 22476-2 abgeteuft. Die Rammsondierungen (DPH1-3/16) endeten auftragsgemäß in einer Tiefe von 6,0 m u. GOK.

Der Standort des Untersuchungsgebiets kann dem Übersichtslageplan der Anlage 1.1 entnommen werden. Die Lage der niedergebrachten Aufschlüsse ist im Detail in der Anlage 1.2 wiedergegeben.

Die erkundeten Bodenschichten wurden nach DIN EN ISO 14688-1, DIN 18196: 2011-05, DIN 18300:2012-09 bzw. DIN 18300:2015-08 sowie DIN 18301:2012-09 bzw. DIN 18301:2015-08 ingenieurgeologisch aufgenommen, wobei eine Zusammenfassung stratigraphisch gleicher Schichten stattfand. Anschließend erfolgte aus den Bodenprofilen der Rammkernbohrungen und den Rammsondierdiagrammen die Erarbeitung eines geologischen Baugrundmodells, welches in der Anlage 2 wiedergegeben ist.

Die mit den Aufschlussbohrungen zu Tage geförderten Böden sind in der Fotodokumentation der Anlage 3 abgebildet. Aus den Bohrungen wurden gestörte Bodenproben entnommen und im Erdbaulabor der Fa. BauGrund Süd bodenmechanisch untersucht. Die Ergebnisse der Laborversuche sind in den Anlagen 4.1-3 wieder.

Vor Beginn der Feldarbeiten wurden die Untersuchungspunkte von Mitarbeitern der Fa. BauGrund Süd nach Lage und Höhe mittels GPS eingemessen. Die entsprechenden Rechts- und Hochwerte sowie deren Absoluthöhen sind im Lageplan der Anlage 1.2 eingetragen.

Für eine orientierende Bewertung des Aushubes nach abfallrechtlichen Kriterien wurden aus dem oberflächennah anstehendem Auffüllmaterial Mischproben entnommen und im Labor der Agrolab Labor GmbH, Bruckberg, untersucht. Die Untersuchungen dauern derzeit noch an, so dass die Ergebnisse in einem separaten Bericht nachgereicht werden.

## 2 Geomorphologie des Untersuchungsgebietes

### 2.1 Morphologie und Geologie des Untersuchungsareals

Das Untersuchungsareal liegt im Stadtzentrum von Ravensburg, genauer gesagt in der Ziegelstraße 50+52, auf dem Flurstück 1160/1. Das Grundstück wird derzeit noch von einem Bestandsgebäude eingenommen. Entsprechend der innerstädtischen Lage grenzen im Süden und im Westen bebaute Grundstücke an. Im Norden und Osten wird das Grundstück von der Ziegelstraße begrenzt.

Morphologisch betrachtet liegt das Untersuchungsgebiet im heutigen Schussental, einer Verebnungsfläche, die während der letzten Vereisung (Würm) vom Rheingletscher und seinen Schmelzwässern geformt wurde.

Geologisch gesehen wurde das heutige Schussental vorwiegend während der letzten Vereisung (Würm) vom Rheingletscher und seinen Schmelzwässern geformt. Der Gletscher schürfte aus dem tertiärzeitlichen Molassesockel die Hohlform des heutigen Schussentals, in der Becken- und Schmelzwassersedimente zur Ablagerung kamen.

Die natürliche Schichtenabfolge schließen, im innerstädtischen Bereich infolge diverser Baumaßnahmen und Geländeangleichungen, mit inhomogenen Auffüllungen zur Geländeoberkante hin ab.

### 2.2 Allgemeine Baugrundbeschreibung

Mit den abgeteufte Aufschlüssen kann für das projektierte Areal folgende generalisierte Schichtenabfolge zugrunde gelegt werden:

<b>Auffüllungen</b>	(Rezent)
<b>Schmelzwasserkies/-sand</b>	(Pleistozän-Holozän)

Im Einzelnen wurden die erkundeten Schichten mit den abgeteufte Bohrungen und Sondierungen in folgenden Schichttiefen festgestellt:

**Tabelle 1: Schichtglieder und Schichttiefen Rammkernsondierungen (bis m unter Gelände)**

Aufschluss	GOK [m ü. NN]	Auffüllungen	Schmelzwassersedimente	
			Kies	Sand
BK 1/16	432,79	0,00 - 2,20	2,20 - 5,60	5,60 - 6,00*
BK 2/16	431,30	0,00 - 2,30	2,30 - 6,00*	-

\* Endtiefe Bohrung

**Tabelle 2: Schichtglieder und Schichttiefen Sondierungen (bis m unter Gelände)**

Aufschluss**	GOK [m ü. NN]	Auffüllung	Schmelzwassersedimente	
			Kies	Sand
DPH 1/16	431,88	0,00 - 2,50	2,50 - 4,90	4,90 - 6,00*
DPH 2/16	431,89	0,00 - 3,10	3,10 - 4,70	4,70 - 6,00*
DPH 3/16	432,38	0,00 - 2,80	2,80 - 5,10	5,10 - 6,00*

\* Endtiefe Sondierung

\*\* Da es sich bei Rammsondierungen um ein indirektes Aufschlussverfahren handelt (keine Bodenförderung), sind die Schichtgrenzen als Interpolation zu betrachten

### 3 Geotechnisches Baugrundmodell

#### 3.1 Bautechnische Beschreibung der Schichten

Durch Interpolation der punktuellen Aufschlüsse wurde unter Berücksichtigung der geologischen Zusammenhänge ein räumliches Baugrundmodell entwickelt. Der Aufbau, die Zusammensetzung sowie die bautechnischen Eigenschaften des Untergrundes werden nachfolgend beschrieben. Das für das Bauvorhaben zugrunde gelegte Baugrundmodell ist dabei zusammenfassend in der Anlage 2 dargestellt.

#### Auffüllungen

Entsprechend der innerstädtischen Lage folgen im Projektareal zuoberst Auffüllungen, die nach den Untersuchungsergebnissen bis in eine Tiefe von 3,1 m reichen. In befestigten Bereichen bildet eine Asphalttschicht, in unbefestigten Bereiche ein Oberboden, bestehend aus einem sandigen, humosen Schluff, den Geländeabschluss.

Danach setzt sich die Auffüllung aus einer lehmhaltige, d.h. bindige Auffüllfazies sowie eine nicht bindige Auffüllfazies zusammen. Das lehmhaltige Auffüllmaterial ist nach der bodenmechanischen Ansprache in der Bohrung BK 1/16 bis in eine Tiefe von 2,20 m unter GOK als ein dunkelgrau gefärbter, sandiger, schwach kiesiger bis kiesiger, organischer Schluff zu bezeichnen, der Ziegelbruchstücke (<1 Vol.-%) enthält. Mit der Bohrung BK 2/16 wurde die bindige Fazies der Auffüllungen aus einer Tiefe von 0,25 m bis 0,90 m u. GOK in Form eines dunkelgrau bis schwarz gefärbten, sandigen, schwach kiesigen bis kiesigen, organischen Schluff zu Tage gefördert.

Die Konsistenz des Oberbodens ist nach manueller Prüfung als weich und die des Schluffs als weich bis steif zu beschreiben. Die Schlagzahlen der Rammsondierungen DPH 1-3/16 erreichen im Tiefenbereich der bindigen Auffüllungen Werte von  $N_{10} = 0 - 6$  ( $N_{10}$  = Anzahl der Schläge pro 10 cm Eindringtiefe des Sondiergestänges). Damit liegen sie innerhalb der charakteristischen Spanne für weiche bzw. steife Böden und bestätigen die manuelle Konsistenzansprache.

## AZ 16 10 005, BV IVG Ziegelstraße in 88214 Ravensburg - Baugrunderkundung

Die **nichtbindige** Auffüllfazies steht ausschließlich in der Bohrung BK 1/16 direkt unter der Asphaltdecke bis in eine Tiefe von 0,25 m sowie zwischen 0,90 bis 2,30 m u. der GOK an. Aus geologischer Sicht handelt es sich um einen graubraun gefärbten, sandigen, schwach schluffigen bis schluffigen Fein- bis Grobkies.

Anhand der ermittelten Schlagzahlen der beiden Rammsondierungen DPH 1-2/16 von  $N_{10} = 1 - 11$  ist die Lagerung der kiesigen Auffüllungen mit locker bis mitteldicht anzusprechen.

Aus geotechnischer Sicht sind die Auffüllungen aufgrund ihrer inhomogenen Zusammensetzung und der teilweise enthaltenen Organik als sehr setzungswillig einzustufen und somit für eine Bauwerksgründung nicht heranzuziehen.

Aus den Auffüllungen wurden für eine erste abfallrechtliche und bodenschutzrechtliche Voreinschätzung des Aushubmaterials Bodenproben entnommen und im Labor der Agrolab GmbH in Bruckberg analysiert. Die Untersuchungsergebnisse werden in einem separaten Bericht nachgereicht.

### **Schmelzwassersedimente**

Unter den Auffüllböden wurden grau bis graubraun gefärbte, wasserführende Schmelzwassersedimente aufgeschlossen. Den Baugrundaufschlüssen zufolge reichen diese bis zur Erkundungsendtiefe von 6,0 m unter der Geländeoberfläche.

Die Schmelzwassersedimente können dabei in eine kiesige und eine sandige Fazies eingeteilt werden, wobei die sandige Fazies in Form des Schmelzwassersandes im Liegenden der kiesigen Fazies, dem sogenannten Schmelzwasserkies, ansteht.

Der **Schmelzwasserkies** ist, aus bautechnischer Sicht, als ein sandiger, schwach schluffiger Fein- bis Grobkies zu beschreiben. Der Steinanteil (Grobkomponenten  $d > 63$  mm) ist dabei mit schwach ausgeprägt anzugeben. Im Sedimentationsbereich ist auch mit größeren Steinen bis hin zu Blockgrößen vereinzelt zu rechnen.

Den registrierten Schlagzahlen von  $N_{10} = 7$  bis  $>25$  zufolge weist der Schmelzwasserkies einen mitteldichten bis dichten Lagerungszustand vor. Der Schmelzwasserkies bildet einen gut tragfähigen Baugrund.

Ab etwa 5,60 m (BK 1/16) unter GOK findet ein Fazieswechsel statt und die Schmelzwasserablagerungen liegen dann überwiegend als Schmelzwassersande vor.

Hierbei handelt es sich um einen schluffigen, kiesigen bis stark kiesigen Fein- bis Grobsand, der mit Schlagzahlen von im Mittel  $N_{10} = 10$  durchweg mitteldicht gelagert ist. Somit bildet der Schmelzwassersand ebenfalls einen tragfähigen bis gut tragfähigen Baugrund.

Es ist darauf hinzuweisen, dass die erkundeten Schmelzwasserkiese/-sande im wasserführenden bzw. wassergesättigtem Zustand im Anschnitt ausrollen bzw. ausfließen.

### 3.2 Bodenmechanische Laborversuche

Zusätzlich zu der manuellen Ansprache des Bohrgutes wurden bodenmechanische Laborversuche an ausgewählten Bodenproben durchgeführt. Die einzelnen Ergebnisse werden in den folgenden Ausführungen beschrieben.

#### 3.2.1 Korngrößenverteilung

Eine Korngrößenverteilung liefert eine erste Beurteilung des Baugrundes hinsichtlich der Durchlässigkeit, Frostempfindlichkeit, Zusammendrückbarkeit, Scherfestigkeit und Eignung als Filtermaterial. Zur Ermittlung der Kornverteilung werden die Korngrößen getrennt und zwar für die Korngrößen  $d > 0,063$  mm durch Sieben und für die Korngrößen  $d < 0,125$  mm durch Sedimentation (Schlämmen). Bei gemischtkörnigen Böden mit größeren Anteilen über bzw. unter  $d = 0,063$  mm wird eine kombinierte Sieb- Schlämmanalyse durchgeführt. Die aus den Kornverteilungskurven ermittelte Zusammensetzung des Materials ist im Detail nachfolgend aufgeführt.

**Tabelle 3: Übersicht der durchgeführten granulometrischen Analysen (s. Anlage 4.1-2)**

Aufschluss	Tiefe (m u. GOK.)	Kies-anteil [%]	Sand-anteil [%]	Schluff/Ton-anteil [%]	Bodenart	Geologische Einheit	Durchlässigkeitsbeiwert [m/s]
BK 1/16	3,0 - 4,0	70,2	21,2	8,1 / -	Fein- bis Grobkies, sandig, schwach schluffig	Schmelzwasserkies	$1,0 \times 10^{-3*}$ $[2,0 \times 10^{-4}]^{**}$
BK 2/16	5,0 - 6,0	72,3	21,6	5,6 / -	Fein- bis Grobkies, sandig, schwach schluffig	Schmelzwasserkies	$3,7 \times 10^{-3*}$ $[7,4 \times 10^{-4}]^{**}$

\* $k_f$  - Wert ermittelt aus Kornverteilungslinie nach Mallet

\*\* Korrektur nach Kommentar zum Arbeitsblatt DWA A-138 (August 2008), Tabelle B1

Wie aus der Tabelle 3 ersichtlich ist, setzt sich der Schmelzwasserkies aus einem sandigen, schwach schluffigen Fein- bis Grobkies zusammen.

Mit einem aus der Körnungslinie nach Mallet/Paquant abgeleiteten korrigierten Durchlässigkeitsbeiwert von  $k_f = 2,0 \times 10^{-4}$  m/s bis  $7,4 \times 10^{-4}$  m/s ist das Sediment, gemäß DIN 18130, als ein stark durchlässiger bis durchlässiger Boden zu bezeichnen.

#### 3.2.2 Zustandsgrenzen nach Atterberg

Nach Atterberg wird der Übergang von der flüssigen zur bildsamen (knetbaren) Zustandsform als Fließgrenze, von der knetbaren zur halbfesten Zustandsform als Ausrollgrenze und von der halbfesten zur festen Zustandsform als Schrumpfgrenze bezeichnet.

Die Fließ- und Ausrollgrenzen dienen in Verbindung mit dem natürlichen Wassergehalt dazu, die Konsistenzzahl ( $I_C$ ) und damit die Zustandsform eines bindigen Erdstoffes (Korngröße  $\leq 0,063$  mm) zu bestimmen.

**AZ 16 10 005, BV IVG Ziegelstraße in 88214 Ravensburg - Baugrunderkundung**

Die Plastizitätszahl gibt an, wie sich die Eigenschaften eines Erdstoffes bei der Aufnahme von Wasser ändern. Die Bestimmung der Zustandsgrenzen sind im Detail der Anlage 4.3 zu entnehmen. Die Ergebnisse sind zusammengefasst in der nachfolgenden Tabelle 4 wiedergegeben.

**Tabelle 4: Übersicht der ermittelten Konsistenzgrenzen (s. Anlage 4.3)**

Aufschluss	Tiefe (m u. GOK)	Konsistenzzahl $I_c$	Wassergehalt [%]	Zustandsform	Bodenart	Geologische Einheit
BK 1/16	2,0	0,90	22,2	steif	OU	Auffüllung, Schluff

Die aus den Auffüllungen untersuchte Bodenprobe, ist nach ihrer Lage im Plastizitätsdiagramm von Casagrande der Bodengruppe OU (organogene Schluffe) sowie einer Konsistenz von steif zu zuordnen.

**3.3 Bodenkennwerte, Bodenklassifizierung und Homogenbereiche**

Aus erd- und grundbautechnischer Sicht sind für die im Untersuchungsgebiet aufgeschlossenen Böden folgende Bodenkennwerte zugrunde zu legen:

**Tabelle 4: Charakteristische Bodenkennwerte (Erfahrungswerte)**

Schichten	Wichte (feucht) $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Wichte (u. Auftrieb) $\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Reib.-winkel dräniert $\phi_k$ [°]	Kohäsion dräniert $c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Steifemodul Es [MN/m <sup>2</sup> ]
Auffüllungen, Schluff	16 - 18	6 - 8	20,0 - 25,0	1 - 4	[1 - 3]
Auffüllungen, Kies	18 - 20	8 - 10	27,5 - 32,5	0 - 2*	[4 - 8]
Schmelzwasserkies	19 - 21	9 - 11	32,5 - 37,5	0 - 2*	40 - 60
Schmelzwassersand	18 - 20	8 - 10	30,0 - 35,0	0 - 2*	20 - 40

\*scheinbare Kohäsion

Die im Untersuchungsgebiet aufgeschlossenen Böden sind nach alter Norm (DIN 18300:2012 und DIN 18301:2012) erd- und grundbautechnisch wie folgt zu klassifizieren:

**Tabelle 5: Erdbautechnische Klassifizierung der Böden**

Schichten	Bodengruppe [DIN 18196: 2011-05]	Bodenklasse [DIN 18300: 2012-09]	Frost- empfindlichkeit [ZTV E-StB 09;Tab.1]	Bodenklasse [DIN 18301: 2012-09]
Auffüllungen	[A], [GU/GU*], [UL/UM], [GU/GW], [OU], [OU/UM]	1, 2, 3, 4	F1, F2, F3	BN1, BN2, BB2, BO1
Schmelzwasser sedimente	GU/GW, SU/SU*	3, 4, 5	F1, F2, F3	BN1, BN2, BB2, BS1-3

Auf der Basis der vorliegenden Baugrundaufschlussresultate, den zum Baugrund vorliegenden Erfahrungswerten sowie aufgrund der bodenmechanischen Eigenschaften der anstehenden Baugrundsichten wird vorgeschlagen, die anstehenden Böden gemäß DIN 18300:2015 in die Homogenbereiche gemäß Tabelle 6 zu unterteilen:

**Tabelle 6: Einteilung der Baugrundabfolge in Homogenbereiche:**

Homogenbereich	Baugrundsichten
A1	Auffüllung, Schluff (A, U)
A2	Auffüllung, Kies (A, G)
B	Schmelzwasserkies / -sand (SG/SS)

Gemäß DIN 18300:2015-08 können für die o.a. Homogenbereiche die Eigenschaften und Kennwerte gemäß Tabelle 8 zugrunde gelegt werden.

**Tabelle 7: Kennwerte/Eigenschaften der Homogenbereiche nach DIN 18300:2015-08 für Bauwerke der Geotechnischen Kategorie 1 (GK 1)**

Kennwert / Eigenschaft	Homogenbereich		
	A1	A2	B
Massenanteil Steine [%]	0 - 5	5 - 10	0 - 15
Massenanteil Blöcke [%]	-	0 - 5	0 - 10
Massenanteil große Blöcke [%]	-	0 - 3	0 - 5
Konsistenz	weich bis steif	-	-
Plastizität [%]	5 - 40	-	-
Lagerungsdichte	-	locker, locker bis mitteldicht	mitteldicht, mitteldicht bis dicht
Bodengruppe	[OU], [OU/UM], [UL/UM]	[A], [GU/GU*], [GU/GW]	GU/GW, SU/SU*
Ortsübliche Bezeichnung	A, U	A, G	SG/SS

## 4 Georisiken

### 4.1 Seismische Aktivität

Entsprechend der Erdbebenzonenkarte für Deutschland (Quelle: DIN 4149:2005-04), befindet sich das Untersuchungsgebiet in der **Erdbebenzone 1**, in dem gemäß dem zugrunde gelegten Gefährdungsniveau rechnerisch die Intensität 6,5 bis < 7,0 erreicht werden kann. Das Untersuchungsgebiet liegt in der **Untergrundklasse S** (Gebiete tiefer Beckenstrukturen mit mächtiger Sedimentfüllung).

Für eine Gründung in den mindestens mitteldicht gelagerten Schmelzwasserkiesen ist nach der DIN EN 1998-1/NA:2010-08 die **Baugrundklasse C** (hauptsächlich grobkörnige bzw. gemischtkörnige Lockergesteine in mitteldichter Lagerung) zugrunde zu legen.

## 5 Hydrogeologie

### 5.1 Grundwasserverhältnisse

Während der Baugrundaufschlussarbeiten wurde in den Bohrungen BK 1-2/16 ein Zulauf von Wasser festgestellt. Eine Messung des Wasserspiegels in den Rammsondierungen war nicht möglich, da die Sondierlöcher unmittelbar nach dem Ziehen des Sondiergestänges in sich zusammenfielen.

**AZ 16 10 005, BV IVG Ziegelstraße in 88214 Ravensburg - Baugrunderkundung**

Die am 19.10.2016 in den Aufschlüssen gemessenen Wasserstände können gemäß Tabelle 9 wie folgt zusammengefasst werden.

**Tabelle 8: Grundwasserstände in den Bohrungen am 19.10.2016**

Bohrung	Datum	Wasser angetroffen	
		m u. GOK	m ü. NN
BK 1/16	19.10.2016	4,20	428,59
BK 2/16	19.10.2016	3,00	428,30

Der Wasserspiegel wurde in den durchlässigen bis stark durchlässigen Schmelzwasserkiesen angetroffen, die im Untersuchungsgebiet einen freien Porengrundwasserleiter darstellen. Ferner ist nach langanhaltenden Niederschlagsperioden mit dem Auftreten von Schichtwasser innerhalb der kiesigen Auffüllungen zu rechnen. Die Basis des Grundwasserleiters wird erfahrungsgemäß von den wasserundurchlässigen Beckenablagerungen gebildet, welche mit den am 19.10.2016 abgeteufte Aufschlüssen nicht aufgeschlossen wurden.

Die gemessenen Wasserstände sind als Momentaufnahme zu sehen. Jahreszeitlich bedingte Grundwasserschwankungen sind darin nicht berücksichtigt, so dass nach langanhaltenden Niederschlagsereignissen auch mit höheren Grundwasserständen, als bis dato gemessen, zu rechnen ist.

Die jahreszeitlich bedingte Grundwasserspiegelschwankungen in Ravensburg sind laut Wasserbehörde mit +/- 0,75 m bezogen auf den mittleren Wasserspiegel anzusetzen. Da es sich bei den gemessenen Wasserständen vermutlich um Niedrigwasserstände handelt, wird zur Erfassung des maximalen Höchstwertes des Wasserstandes die aufgeführten Messwerte mit 1,50 m sowie einem Sicherheitszuschlag von 0,30 m beaufschlagt.

Für das geplante Bauvorhaben wird daher empfohlen, den höchsten gemessenen Niedrigwasserspiegel zugrunde zu legen, so dass unter Berücksichtigung der o.g. Wasserspiegelschwankungen der Bemessungswasserspiegel für das Bauvorhaben auf einem **Höheniveau von 430,39 m ü. NN angenommen werden kann.**

Um ergänzende Informationen über den jahreszeitlichen Verlauf des Wasserspiegels zu erhalten, wird vorgeschlagen, eine temporäre Grundwasserbeobachtungsstelle im Baufeld zu errichten, um mögliche Grundwasserschwankungen sowie maximale Grundwasserhöhen darzustellen. Diese auftretenden Wasserspiegelschwankungen können durch sogenannte Datenlogger kontinuierlich aufgezeichnet werden.

## 5.2 Versickerungsfähigkeit der Boden nach DWA A-138

Die Versickerung von Niederschlagswasser setzt einen durchlässigen Untergrund und einen ausreichenden Abstand zur Grundwasseroberfläche voraus. Der Untergrund muss im Stande sein, die anfallenden Sickerwassermengen aufnehmen zu können. Die Versickerung des Niederschlags kann entweder direkt erfolgen oder über eine ausreichend dimensionierte Sickeranlage, die dem Untergrund durch verzögerte Versickerung die Niederschlagsmengen in Trockenperioden zuführt.

Nach DWA A – 138 sollte der Durchlässigkeitsbeiwert des Bodens, in dem die Versickerung stattfinden soll, zwischen  $k_f = 1,0 \times 10^{-3}$  m/s und  $k_f = 1,0 \times 10^{-6}$  m/s liegen. Die Mächtigkeit des Sickerraumes sollte, bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand, rd. 1,00 m betragen, um eine ausreichende Filterstrecke für eingeleitete Niederschlagsabflüsse zu gewährleisten. Bei Durchlässigkeitsbeiwerten von  $k_f < 1,0 \times 10^{-6}$  m/s ist eine Regenwasserbewirtschaftung über eine Versickerung nicht mehr gewährleistet, so dass die anfallenden Wassermengen über ein Retentionsbecken abgeleitet werden müssen.

Als sickerfähiges Substrat treten am Standort die wasserführenden Schmelzwasserkiese auf, welche unterhalb der Auffüllungen liegen. Diese sind mit den aus den Kornverteilungskurven ermittelten und bereits korrigierten Durchlässigkeitsbeiwerten, die je nach Feinkornanteil zwischen  $k_f = 2,0 \times 10^{-4}$  m/s bis  $k_f = 7,4 \times 10^{-4}$  m/s liegen, als durchlässig bis stark durchlässig zu klassifizieren.

Die Auffüllungen weisen erfahrungsgemäß Durchlässigkeiten von  $k_f < 1,0 \times 10^{-6}$  m/s auf, deren Größe nicht den Vorgaben der DWA A138 entspricht. Eine Versickerung in diesen Sedimenten ist daher nicht möglich und wäre auch nur gestattet, wenn am Ort der Versickerungsanlagen die Schadstofffreiheit der Auffüllungen nachgewiesen wird.

Bei Anbindung der Versickerungseinrichtungen an den gut durchlässigen wassergesättigten Schmelzwasserkies wäre eine Versickerung realisierbar. Dazu sind die gering durchlässigen Deckschichten zu durchstoßen und gegen ein gut durchlässiges Material ( $k_f$ -Wert zwischen  $1 \times 10^{-3}$  m/s bis  $1 \times 10^{-6}$  m/s) vollständig bis auf OK Schmelzwasserkies zu ersetzen. Sollte eine Versickerung geplant sein, ist die geplante Versickerungsanlage grundsätzlich mit der zuständigen Fachbehörde abzustimmen.

## 6 Gründungskonzept und baubegleitende Maßnahmen

### 6.1 Bauwerk

Die IVG GmbH aus Leutkirch beabsichtigt, unter der planerischen Betreuung des Architekturbüros Matthias Vetter aus Wangen, die Neugestaltung des Flurstücks 1160/1 in der Ziegelstraße 50+52 in Ravensburg. Hierzu soll nach Rückbau eines Bestandsgebäudes ein Mehrfamilienhaus errichtet werden, welches mit einem Kellergeschoss sowie einer Tiefgarage ausgestattet werden soll.

## AZ 16 10 005, BV IVG Ziegelstraße in 88214 Ravensburg - Baugrunderkundung

Entsprechend der innerstädtischen Lage schließt das Bauvorhaben im südöstlichen Bereich unmittelbar an ein Bestandsgebäude bzw. im westlichen und südlichen Bereich an bebaute Grundstücke an. Zu den restlichen Seiten grenzt die „Ziegelstraße“, über diese die Zufahrt zur Tiefgarage geplant ist.

Wie den Planungsunterlagen [1] entnommen werden kann, kommt die Gründungsebene der Tiefgarage bzw. des Kellergeschosses auf einem Höhenniveau von rd. 428,20 m ü. NN zu liegen. Die Gründungssohle schneidet somit rund 3,1 m bis 4,6 m unter der derzeitigen Geländeoberkante ein.

Für die Herstellung der Baugrube ist neben der Berücksichtigung örtlicher Gegebenheiten auch die Sicherung der bestehenden Gebäude sowie die unmittelbar angrenzenden Straßen zu beachten, sofern die geplante Aushubebene tiefer zu liegen kommt. Diese Faktoren sind daher auch von entscheidender Bedeutung bezüglich der Ausführung und Sicherung der Baugrube.

Weitere detaillierte Entwurfspläne zum Bauvorhaben als auch Lastangaben liegen in der gegenwärtigen Planungsphase noch nicht vor, so dass im Folgenden allgemein auf die geotechnischen Aspekte eingegangen wird.

### 6.2 Baugrundkriterien

Wie das zum Bauvorhaben entwickelte Baugrundmodell in der Anlage 2 darlegt, wird die Baugrundsituation im Baufeld im Wesentlichen von Schmelzwassersedimenten geprägt, die von inhomogenen Auffüllungen überlagert werden.

Die bis in eine Tiefe zwischen 2,20 m bis 3,10 m u. GOK angetroffenen Auffüllungen werden überwiegend in den Aushubbereich fallen, so dass diesen keine Gründungsrelevanz zugeordnet werden kann.

Zum Abtrag der Gebäudelasten stehen daher die unterlagernden wasserführenden Schmelzwasserkiese zur Verfügung, die einen ausreichend tragfähigen Baugrund darstellen bzw. ein lastverteilendes spannungsreduzierendes Gründungspolster im Hinblick auf die unterlagerten Schmelzwassersande bilden.

### 6.3 Gründung

Wie schon erwähnt, kommt der geplante Neubau auf einer Höhenkote von 428,20 m ü. NN und damit bereits planmäßig im ausreichend tragfähigen Schmelzwasserkies zu liegen.

Entsprechend der hydrologischen Situation (vgl. Abschnitt 5) ist für den geplanten Neubau die Forderung nach einer wasserdichten Ausbildung des Gewerkes zu stellen. Es wird daher empfohlen, dass geplante Bauvorhaben auf einer **elastisch gebetteten Bodenplatte** im Schmelzwasserkies zu gründen, wobei zur Stabilisierung der Gründungsebene flächig eine Magerbetonschicht bzw. Sauberkeitsschicht vorzusehen ist.

Zur Vorbemessung einer elastisch gebetteten Bodenplatte, die wie oben beschrieben gegründet wird, kann ein Bettungsmodul in der Größenordnung von

$$k_s = 8 - 12 \text{ MN/m}^3$$

zugrunde gelegt werden.

**Da der Bettungsmodul keine Bodenkonstante ist, sondern von den Belastungsverhältnissen, der Geometrie und den Baugrundverformungen abhängt, wird empfohlen, den tatsächlichen Bettungsmodulverlauf nach Vorlage von Lastenplänen anhand einer detaillierten Setzungsberechnung ermitteln zu lassen. Diese Leistung kann auf Wunsch von der Fa. BauGrund Süd erbracht werden.**

#### 6.4 Baugrube

Das Bauvorhaben schneidet allerdings entsprechend der hydrologischen Lage ins Grundwasser ein, so dass der Neubau im Schutze eines wasserabweisenden Verbaus herzustellen ist. Da kein wasserstauer Horizont bis in eine Tiefe von 6,0 m unter GOK angetroffen worden ist, muss die Baugrubensohle entweder mit einer tiefer liegenden Injektionssohle oder einer auftriebssicheren Unterwasserbetonsohle (UWB) abgedichtet werden, da die Schmelzwassersedimente keine natürliche ausreichende Abdichtung bewirken. Im Grundwasserschwankungsbereich sind freie geböschte Böschungen nicht standsicher.

Es wird deshalb empfohlen, die Baugrube mit einem frei auskragenden oder einfach verankerten **Spundwandverbau** zu sichern, der ggf. mit einem Vorabtrag kombiniert werden kann. Kommt ein Vorabtrag zur Ausführung, sind diese Böschungen über dem Bemessungswasserspiegel, sofern es die Platzverhältnisse gestatten, unter **maximal 45°** anzulegen. Aufgrund der zum Teil dichten Lagerung der Schmelzwasserkiese sind zur Abteufung der Spundbohlen Einbringhilfen (Austauschbohrungen, Auflockerbohrungen) mit einzukalkulieren. Die hierfür benötigten Platzverhältnisse bzw. Grenzbebauungen sind frühzeitig abzuklären. Alternativ wäre auch eine überschnittene Bohrpfahlwand, die gegenüber des Spundwandverbaus ein verformungsarmer Verbau darstellt, möglich.

Wie den Planunterlagen zu entnehmen ist, grenzt das geplante Bauvorhaben an ein Bestandgebäude an. In diesem Zusammenhang wird angenommen, dass das geplante Aushubniveau nicht unter dem Gründungsniveau des angrenzenden Bestandgebäudes zu liegen kommt. Sollte dies wider Erwarten der Fall sein, ist eine Unterfangungsmaßnahme in diesem Bereich vorzusehen. Eine klassische **Unterfangung nach DIN 4123** setzt dabei u.a. voraus, dass das Bestandsgebäude auf Streifenfundamente oder auf einer biegesteifen Bodenplatte gründet. Alternativ ist eine Unterfangung mittels Düsenstrahlverfahren (Soilcrete) oder Hochdruckinjektion (HDI-Verfahren) oder, falls möglich, ein VDW-Bohrpfahlwand Verbau vorzusehen. Unabhängig vom gewählten System muss die Unterfangungsmaßnahme statisch nachgewiesen werden. Hierzu wird empfohlen, alle unmittelbar angrenzenden Gebäude hinsichtlich ihrer Gründungsebene vermessungstechnisch aufzunehmen.

#### AZ 16 10 005, BV IVG Ziegelstraße in 88214 Ravensburg - Baugrunderkundung

Für die geplante Gründung unterhalb des Bemessungswasserspiegels ist eine Grundwasserabsenkung bzw. offene Wasserhaltung in der Innenstadt von Ravensburg erforderlich, welche mit einem sehr hohen Ausführungsrisiko verbunden ist. Dabei ist nicht auszuschließen, dass sich bestehende Gebäude und Bauwerke, die innerhalb dieses Absenktrichters liegen, setzen. Eine offene Wasserhaltung ist aufgrund des enormen Wasserandrangs in den stark durchlässigen Schmelzwasserkiesen ebenso nicht möglich.

Aus diesem Grunde wird empfohlen, die Baugrubensohle mit einer tiefliegenden Injektionssohle oder **auftriebssicheren Unterwasserbetonsohle (UWB)** nach unten wasserdicht abzuschließen. Durch die beschriebene Baugrubenumschließung (z.B. Spundwandverbau) und flächigen Abdichtung der Baugrubensohle wird sich die Wasserhaltung in der Baugrube neben dem einmaligen Lenzen der Baugrube auf die Fassung des über die Spundwandschlösser zuströmenden Grundwassers sowie der anfallenden Tagwasser beschränken. Generell ist das abzupumpende Wasser, sofern es behördlich genehmigt wird, in die bestehende Kanalisation einzuleiten.

Da die Baumaßnahme ins Grundwasser einschneidet, ist für dessen Durchführung vorab ein Antrag auf wasserrechtliche Genehmigung beim Landratsamt Ravensburg zu stellen. Ein entsprechender Wasserrechtsantrag kann von der Fa. BauGrund Süd erstellt werden.

#### 6.5 Trockenhaltung des Bauwerks

Wie der geotechnische Baugrundschnitt der Anlage 2 zeigt, wird die Tiefgarage sowie das Kellergeschoss des Neubaus im Grundwasserschwankungsbereich zu liegen kommen, womit für den Neubau die Forderung nach einer wasserdichten Ausbildung des Gewerkes zu stellen ist.

Es sind daher alle erdberührenden Bauteile nach den Richtlinien der DIN 18195, Teil 6 (Abdichtung gegen drückendes Wasser) abzudichten. Alternativ sind dazu sowohl die Tiefgarage als auch das Kellergeschoss in WU-Bauweise (Prinzip Weiße Wanne) zu errichten.

## 7 Hinweise und Empfehlungen

Die im Bericht enthaltenen Angaben beziehen sich auf die oben genannten Untersuchungsstellen im Rahmen einer Erstabschätzung zum Baugrund. Abweichungen von gemachten Angaben (Schichttiefen, Bodenzusammensetzung etc.) können auf Grund der Heterogenität des Untergrundes nicht ausgeschlossen werden. Die in den Rammsondierungen dargestellten Schichtgrenzen sind als Interpretation zu sehen. Es ist eine sorgfältige Überwachung der Erdarbeiten und eine laufende Überprüfung der angetroffenen Bodenverhältnisse im Vergleich zu den Untersuchungsergebnissen und Folgerungen erforderlich. **Es wird deshalb empfohlen, zur Abnahme der Gründungssohlen den Unterzeichner des Berichtes heranzuziehen.**

**Der vorliegende geotechnische Bericht bezieht sich auf den zum Zeitpunkt der Erstellung des Berichtes vorliegenden Planungsstand. Nachträgliche Änderungen des Planungsstandes sind mit dem Gutachter abzustimmen. Gegebenenfalls sind weitere Aufschlüsse bzw. Berechnungen erforderlich, um die bisherigen geotechnischen Angaben und Empfehlungen dem aktuellen Planungsstand bzw. der Ausführungsplanung gegenüber bestätigen zu können.**

Nach Vorlage detaillierter Entwurfs- und Ausführungspläne sind im Detail die Baugrube und deren Sicherung zu konzeptionieren. Hierzu sind sämtliche im Abbruchbereich sowie im Bereich der späteren Baugrube angrenzende Gebäude hinsichtlich der Gründungsebene vermessungstechnisch erfassen zu lassen. Ein entsprechendes Verbaukonzept sowie eine Verbaustatik kann darauf von der Fa. BauGrund Süd auf Wunsch ausgearbeitet werden.

Für ergänzende Erläuterungen sowie zur Klärung der im Verlauf der weiteren Planung und Ausführung noch offenen Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

  
Alois Jäger  
Geschäftsführer

  
Dominik Lang  
B.Eng.

# baugrund süd

Gesellschaft  
für Bohr- und Geotechnik mbH

BV IVG Ziegelstraße,  
in 88214 Ravensburg

AZ: 16 10 005

Anlage 1.1: Übersichtslageplan  
Maßstab: unmaßstäblich



Bilder © 2016 Google, Kartendaten © 2016 GeoBasis-DE/BKG (©2009), Google 200 m



Untersuchungsgebiet



## Geotechnischer Baugrundschnitt I - I'

Maßstab d.H. 1:50, Maßstab d. L. unmaßstäblich

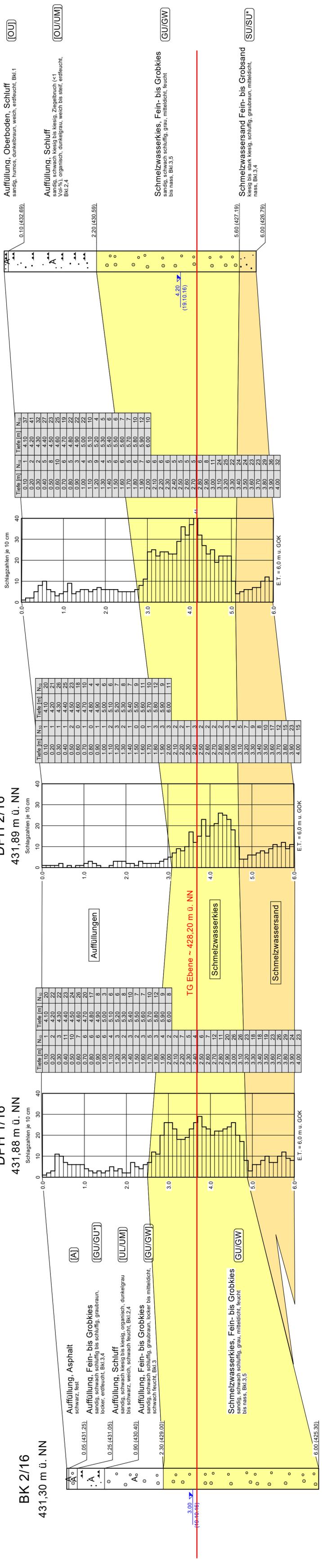
**BK 1/16**  
432,79 m ü. NN

**DPH 3/16**  
432,38 m ü. NN  
Schlagzahlen je 10 cm

**DPH 2/16**  
431,89 m ü. NN  
Schlagzahlen je 10 cm

**DPH 1/16**  
431,88 m ü. NN  
Schlagzahlen je 10 cm

**BK 2/16**  
431,30 m ü. NN



Anm.: Der Geländeverlauf und die Schichtenabfolge zu den Aufschlüssen ist interpoliert.  
 Die Aufschlüsse und die Schichtenabfolge stellen punktuelle Untersuchungen dar.  
 Die Schichtenunterteilung bei den Sondierungen ist interpoliert.

## BK 1/16: 0 bis 4,0 m u. GOK



## BK 1/16: 4,0 bis 6,0 m u. GOK



## BK 2/16: 0 bis 4,0 m u. GOK



## BK 2/16: 4,0 bis 6,0 m u. GOK





BauGrund Süd  
 Gesellschaft für Bohr-und Geotechnik mbH  
 Maybachstraße 5  
 88410 Bad Wurzach

Bearbeiter: DVl Datum: 28.10.2016

## Körnungslinie

BV IVG Ziegelstraße  
 in 88214 Ravensburg

Prüfungsnummer: 2  
 Probe entnommen am: 20.10.2016  
 Art der Entnahme: gestört  
 Arbeitsweise: Siebung

### Schlammkorn

Schluffkorn

Fein-

Mittel-

Grob-

Sandkorn

Fein-

Mittel-

Grob-

### Siebkorn

Kieskorn

Fein-

Mittel-

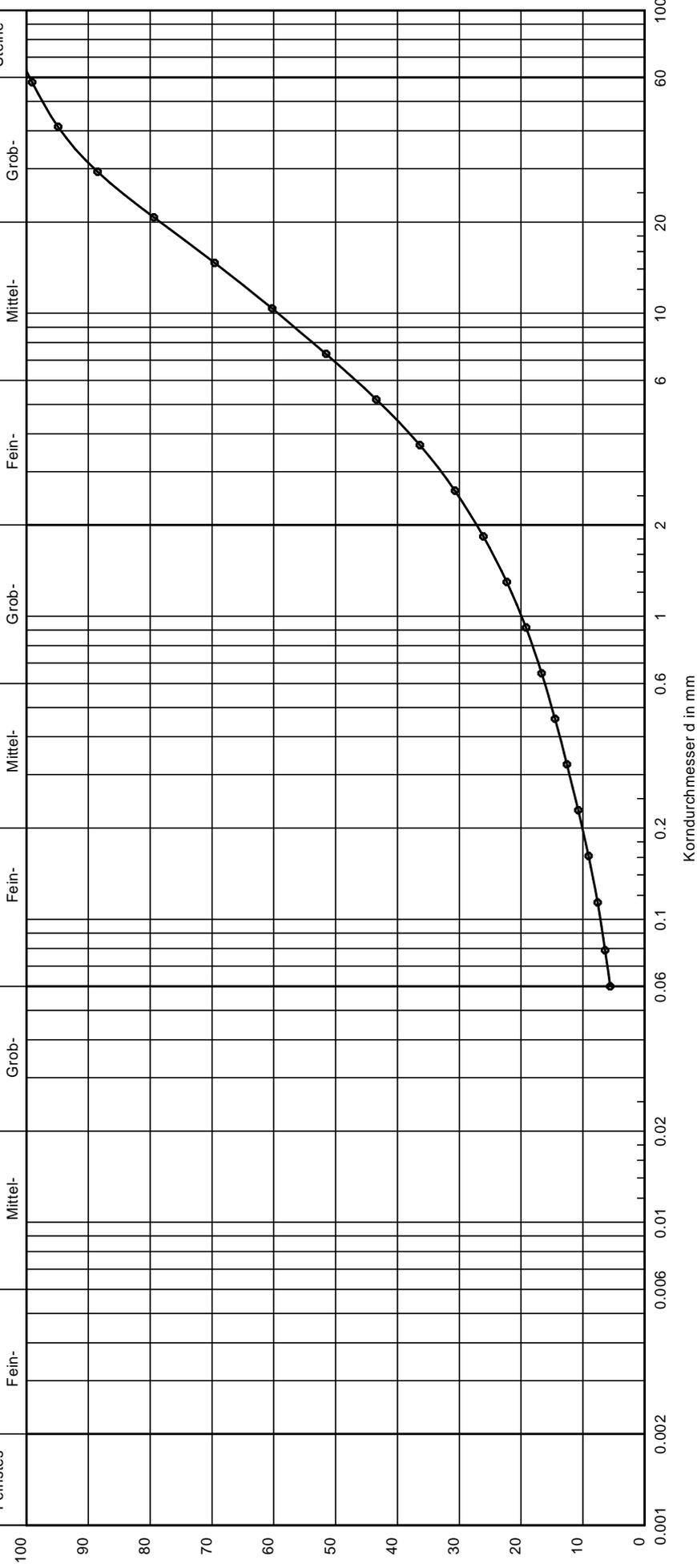
Grob-

Steine

Steine

Steine

Massenanteile der Körner < d in % der Gesamtmenge



Bezeichnung:

Bodenart:

Entnahmestelle:

Tiefe:

U/Cc:

k [m/s] (Mallet):

T/U/S/G [%]:

—●—●—

G, u', ms', gs'

BK 2/16

5,0 - 6,0 m

52.2/3.0

3.7 · 10<sup>-3</sup>

-/5.6/21.6/72.3

Nach DIN 4022:

1. Kies, sandig, schwach schluffig (G, s, u')

Bericht:

AZ 16 10 005

Anlage:

4.2

# Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

BV IVG Ziegelstraße  
 in 88214 Ravensburg

Bearbeiter: DVi

Datum: 28.10.2016

Prüfungsnummer: 1

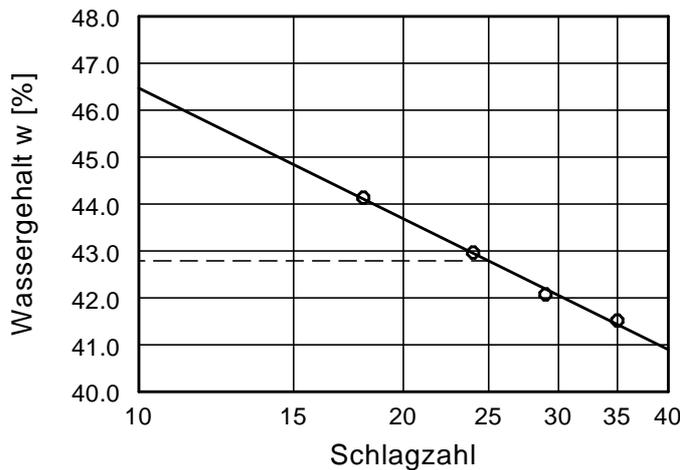
Entnahmestelle: BK 1/16

Tiefe: 2,0 m

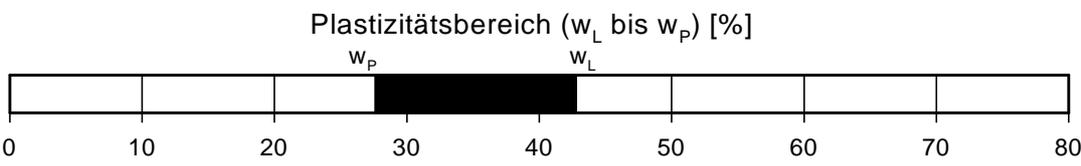
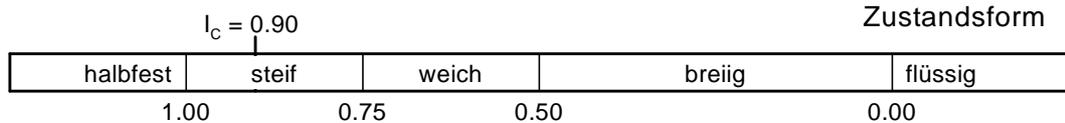
Bodenart: OU

Art der Entnahme: gestört

Probe entnommen am: 20.10.2016



Wassergehalt w =	22.2 %
Fließgrenze $w_L$ =	42.8 %
Ausrollgrenze $w_p$ =	27.6 %
Plastizitätszahl $I_p$ =	15.2 %
Konsistenzzahl $I_C$ =	0.90
Anteil Überkorn $\ddot{u}$ =	25.4 %
Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}}$ =	2.0 %
Korr. Wassergehalt =	29.1 %



## Plastizitätsdiagramm

