

**Geotechnischer Bericht**  
zur  
Erschließung des Baugebiets  
„Laizer Öschle 2“  
in 72517 Sigmaringendorf

---

**BV-Code:** BV 000 28668

**Aktenzeichen:** AZ 19 08 012

**Bauvorhaben:** Erschließung des Baugebiets „Laizer Öschle 2“  
72517 Sigmaringendorf  
- Baugrunderkundung -

**Auftraggeber:** Gemeinde Sigmaringendorf  
Hauptstraße 9  
72517 Sigmaringendorf

**Fachplaner:** Ingenieurbüro Ellendt  
Leopoldstraße 27  
72488 Sigmaringen

**Bearbeitung:** B.Sc. Geol. Mustafa Alisada  
Dipl.-Geol. Oliver Brokatzky

**Datum:** 17.10.2019

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Vorgang</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Geomorphologie des Untersuchungsgebietes</b> .....	<b>6</b>
2.1	Morphologie und Geologie des Untersuchungsareals .....	6
2.2	Allgemeine Baugrundbeschreibung.....	7
<b>3</b>	<b>Geotechnisches Baugrundmodell</b> .....	<b>8</b>
3.1	Bautechnische Beschreibung der Schichten .....	8
3.2	Bodenmechanische Laborversuche .....	9
3.2.1	Wassergehaltsbestimmung nach DIN EN ISO 17892-1.....	9
3.2.2	Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN 18 122 .....	10
3.2.3	Korngrößenverteilung nach DIN 18123 .....	11
3.2.4	Glühverlustbestimmung nach DIN 18128 .....	12
3.2.5	Abrasivität in Anlehnung an NF P 18-579 für Lockergesteine.....	12
3.2.6	Bestimmung der Durchlässigkeit in der Schürfgrube .....	13
3.3	Bodenkennwerte und Bodenklassifizierung .....	13
<b>4</b>	<b>Georisiken</b> .....	<b>16</b>
4.1	Seismische Aktivität .....	17
4.2	Verkarstung.....	17
<b>5</b>	<b>Hydrogeologie</b> .....	<b>17</b>
5.1	Grundwasserverhältnisse .....	17
5.2	Versickerungsfähigkeit .....	17
<b>6</b>	<b>Grundbautechnische Empfehlungen und baubegleitende Maßnahmen</b> .....	<b>18</b>
6.1	Baumaßnahme.....	18
6.2	Baugrundkriterien.....	18
6.3	Gründungsempfehlung.....	19
6.3.1	Bauwerk ohne Unterkellerung .....	19
6.3.2	Bauwerk mit Unterkellerung .....	22
6.3.3	Baugrube .....	23
6.3.4	Trockenhaltung des Bauwerks .....	24
6.4	Kanalbau.....	25
6.5	Straßenbau .....	27
<b>7</b>	<b>Hinweise und Empfehlungen</b> .....	<b>29</b>

### **Anlagenverzeichnis**

- 1.1 Übersichtslageplan, Maßstab: unmaßstäblich
- 1.2 Lageplan mit Untersuchungspunkten, Maßstab unmaßstäblich
- 2.1-3 Geotechnische Baugrundschnitte, M.d.H. 1:50, M.d.L. unmaßstäblich
- 3.1 Fotodokumentation der Bohrkerne
- 3.2 Fotodokumentation der Schürfgruben
- 4.1-11 Ergebnisse der bodenmechanischen Labor- und Feldversuche

### **Verwendete Unterlagen und Literatur**

- [1] Bebauungsplan „Laizer Öschle 2“, Maßstab 1 : 500, Ingenieurbüro für Bauwesen BI-BW Dipl.-Ing. Bernd Ellendt, Stand 22.07.2019
- [2] Geologische Karte von Baden-Württemberg, Maßstab 1 : 25.000, Blatt 7921 Sigmaringen
- [3.1] DIN EN 1997-1, Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik, Teil 1 Allgemeine Regeln
- [3.2] DIN EN 1997-2, Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik, Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds
- [3.3] DIN EN 1997-2/NA, Nationaler Anhang, National festgelegte Parameter
- [3.4] DIN 1054:2012-12; Baugrund- Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1
- [4] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Theodor-Heuss-Allee 17, 53773 Hennef: Arbeitsblatt DWA-A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, August 2008
- [5] Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben „EAB“, 4. überarbeitete und erweiterte Auflage, Verlag Ernst & Sohn, 206, 304 Seiten
- [6] RStO 12: Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Infrastrukturmanagement, Ausgabe 2012
- [7] Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial, vom 14. März 2007- AZ .: 25-8980.08M20 Land/3

## **1 Vorgang**

Die Gemeinde Sigmaringendorf beabsichtigt die Erschließung des Baugebiets „Laizer Öschle 2“ an der Straße Laizer Öschle im Westen der Gemeinde. Planerische Unterstützung erhält sie dabei durch das Ingenieurbüro Ellendt aus Sigmaringen.

In Zusammenhang mit der geplanten Erschließungsmaßnahme wurde die Fa. BauGrund Süd beauftragt, die geologische und hydrogeologische Beschaffenheit des Untergrundes im Bereich des geplanten Baugebiets zu erkunden und die Ergebnisse zusammenfassend in einem geotechnischen Bericht nach DIN EN 1997-1 bzw. DIN EN 1997-2 darzustellen und gründungstechnisch zu bewerten.

Zur Beurteilung bzw. Erfassung der geologischen Schichtenabfolge im Projektgebiet wurden am 19.09. und 20.09.2019 insgesamt vier Rammkernbohrungen BK 1-4/19 mit durchgehendem Gewinn gekernter Bodenproben bis in eine Tiefe zwischen 4,0 m bis 5,0 m unter der Geländeoberkante (GOK) abgeteuft. Des Weiteren kamen am 23.09.2019 drei Schürfguben SG 1-3/19 zur Ausführung, um die Sickerfähigkeit des anstehenden Substrates zu überprüfen.

Zur Ermittlung des Lagerungszustandes bzw. der Festigkeit des Untergrundes sowie zur weiteren Abgrenzung der geologischen Schichtenfolge kamen am 24.09.2019 drei Rammsondierungen DPH 1-3/19 mit der schweren Rammsonde (dynamic probing heavy) nach DIN EN ISO 22476-2 zur Ausführung, die bis in Tiefen zwischen 1,40 m bzw. 3,90 m unter der Geländeoberkante (GOK) niedergebracht wurden.

Der Standort des Untersuchungsgebietes kann aus dem Übersichtslageplan der Anlage 1.1 eingesehen werden. Die Lage der niedergebrachten Aufschlüsse ist im Detail in der Anlage 1.2 wiedergegeben. Die Aufschlusspunkte wurden durch Mitarbeiter der Fa. BauGrund Süd mittels GPS eingemessen. Die UTM-Koordinaten sowie die Absoluthöhen (DHHN´16) der einzelnen Ansatzpunkte sind im Lageplan der Anlage 1.2 enthalten.

Die erkundeten Bodenschichten wurden gemäß DIN EN ISO 14688-1:2013-12, DIN 18196:2011-05, DIN 18300:2016-09 und DIN 18301:2016-09 ingenieurgeologisch aufgenommen, wobei eine Zusammenfassung stratigraphisch gleicher Schichten stattfand. Daher können diese von der genormten Farbgebung für Lockergesteine teilweise abweichen. Anschließend erfolgte aus den Bodenprofilen der Rammkernbohrungen die Erarbeitung eines geologischen Baugrundmodells, welches in den Anlagen 2.1-3 wiedergegeben ist.

Die mit den Aufschlussbohrungen zu Tage geförderten Böden sind in der Fotodokumentation der Anlage 3.1 abgebildet. Die Schürfguben sind in der Anlage 3.2 dokumentiert.

Aus den Aufschlussbohrungen wurden gestörte Bodenproben entnommen und im Erdbaulabor der Fa. Baugrund Süd bodenmechanisch untersucht. Die Ergebnisse der Laborversuche sind im Detail in den Anlagen 4.1-9 dokumentiert.

**AZ 19 08 012, Erschließung Baugebiet „Laizer Öschle 2“, in 72517 Sigmaringendorf**

An den geplanten Versickerungsflächen gemäß [1] wurden jeweils Sickerversuche durchgeführt, deren Auswertungen in den Anlagen 4.10-11 dokumentiert sind.

## 2 Geomorphologie des Untersuchungsgebietes

### 2.1 Morphologie und Geologie des Untersuchungsareals

Das Projektareal liegt im Westen der Gemeinde Sigmaringendorf. Das auszuweisende Baugebiet wird derzeit von einem Acker eingenommen, die sich nordwestlich der Straße Laizer Öschle erstreckt. Das Gelände fällt in Richtung Norden ein, der maximale Höhenunterschied zwischen den Ansatzpunkten beträgt rd. 3,5 m.



**Abbildung 1: Blick auf das Projektareal in Richtung Süden**

Aus geologischer Sicht gehört das Untersuchungsgebiet zur Schwäbischen Alb, das aus mesozoischen Jurakalken gebildet wird. Die mächtigen sedimentären Schichten aus Ton, Kalk und Mergel der jurassischen Gesteine sind (stratigraphisch von unten nach oben) in drei Hauptformationen unterteilt, Lias (Schwarzer Jura), Dogger (Brauner Jura) und Malm (Weißer Jura). Mit den Erkundungsmaßnahmen wurde im Projektareal die Felszersatzzone des Malm erschlossen.

Lokal werden die im Projektareal erschlossenen Verwitterungsprodukte des Kalksteins des Weißen Jura (Malm) von quartären Schmelzwasserkiesen überlagert.

Nach der Ablagerung waren die Schichteinheiten intensiven Verwitterungsprozessen ausgesetzt, so dass sich ein unterschiedlich mächtiger Verwitterungshorizont ausgebildet hat.

**AZ 19 08 012, Erschließung Baugebiet „Laizer Öschle 2“, in 72517 Sigmaringendorf**

Zur Geländeoberkante hin wird die Schichtenabfolge gesamtflächig von einem gering mächtigen Mutterboden bzw. einer Ackerkrume abgeschlossen.

## 2.2 Allgemeine Baugrundbeschreibung

Mit den abgeteufte Aufschlüssen kann für das Projektareal folgende generalisierte Schichtenabfolge zu Grunde gelegt werden:

<b>Mutterboden / Ackerkrume</b>	(Rezent)
<b>Verwitterungsdecke</b>	(Holozän)
<b>Schmelzwasserkies</b>	(Pleistozän)
<b>Felsersatz</b>	(Malm, Weißer Jura)

Im Einzelnen wurden die erkundeten Schichten mit den abgeteufte Bohrungen in folgenden Schichttiefen angetroffen:

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

Aufschluss	Mutterboden	Verwitterungsdecke	Schmelzwasserkies	Felsersatz
BK 1/19	0,00 - 0,15	0,15 - 0,80	-	0,80 - 5,00*
BK 2/19	0,00 - 0,05	0,05 - 3,60	-	3,60 - 5,00*
BK 3/19	0,00 - 0,10	0,10 - 1,10	1,10 - 2,10	2,10 - 4,00*
BK 4/19	0,00 - 0,15	0,15 - 1,70	1,70 - 4,00	4,00 - 5,00*

\* Endtiefe Rammkernbohrung

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

Aufschluss**	Mutterboden	Verwitterungsdecke	Schmelzwasserkies	Felsersatz
DPH 1/19	0,00 - 0,10	0,10 - 1,00	-	1,00 - 1,40*
DPH 2/19	0,00 - 0,10	0,10 - 1,00	1,00 - 2,90	2,90 - 3,10*
DPH 3/19	0,00 - 0,10	0,10 - 1,70	1,70 - 3,60	3,60 - 3,90*

\* Endtiefe Rammsondierung

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

**Tabelle 3: Schichtglieder und Schichttiefen der Schürfgruben (bis m unter Gelände)**

Aufschluss	Mutterboden	Verwitterungsdecke	Schmelzwasserkies	Felsersatz
SG 1/19	0,00 - 0,15	-	-	0,15 - 0,40*
SG 2/19	0,00 - 0,15	0,15 - 1,40	-	1,40 - 1,60*
SG 3/19	0,00 - 0,15	0,15 - 1,00	1,00 - 2,30	2,30 - 2,50*

\* Endtiefe Schürfgarbe

### 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 die Erschließungsmaßnahme zugrunde gelegte Baugrundmodell ist dabei zusammenfassend in den Anlagen 2.1-3 dargestellt.

#### **Mutterboden / Ackerkrume**

An allen Aufschlusspunkten steht an der Geländeoberkante zunächst ein geringmächtiger Mutterboden bzw. eine Ackerkrume an.

Der dunkelbraune Mutterboden / Ackerkrume setzt sich aus einem schwach tonigen, sandigen, lokal kiesigen und humosen Schluff zusammen, der eine weiche Konsistenz aufweist.

Der Mutterboden / Ackerkrume ist nicht tragfähig und ist vor Baubeginn flächig abzuschleifen und darf nur auf statisch nicht relevanten Flächen wiederverwendet werden.

#### **Verwitterungsdecke**

Unterhalb des Mutterbodens / Ackerkrume folgt ein Verwitterungshorizont, der sich bis in Tiefen zwischen 0,80 m und 3,60 m u. GOK erstreckt. Mit der Schürfgarbe SG 1/19 wurde keine Verwitterungsdecke erschlossen.

Aus ingenieurgeologischer Sicht handelt es sich bei der braunen Verwitterungsdecke um einen schwach tonigen bis lokal stark tonigen, schwach sandigen bis sandigen, schwach kiesigen bis kiesigen Schluff mit weicher bis steifer Konsistenz.

In Bereichen, in denen die Schmelzwasserkiese den Felsersatz (Kalkstein) überlagern, steht lokal unterhalb der bindigen Verwitterungsdecke ein braun gefärbter, verwitterter Horizont aus einem schwach schluffigen bis stark schluffigen, sandigen Fein- bis Grobkies mit lokalen Kalksteinbruchstücken an. Die Lagerungsdichte der nicht bindigen Verwitterungsdecke ist anhand der Schlagzahlen der schweren Rammsondierungen als locker gelagert einzustufen.

### **Schmelzwasserablagerungen**

Unterhalb der Verwitterungsdecke stehen, lokal begrenzt, bis zu 2,3 m mächtige Schmelzwasserkiese an. Die braunen Schmelzwasserkiese setzen sich aus ingenieurgeologischer Sicht aus einem sandigen bis stark sandigen, schwach schluffigen Fein- bis Grobkies zusammen. Die quartären Kiese liegen in einer mitteldichten bis dichten Lagerung vor, dies geht aus den Schlagzahlen von  $N_{10} = 7 - 40$  hervor ( $N_{10}$  = Anzahl der Schläge der schweren Rammsonde je 10 cm Eindringtiefe in das Erdreich).

Bei den Schmelzwasserkiesen in mindestens mitteldichter Lagerung handelt es sich um einen gut tragfähigen Baugrund, der für eine Gründung prinzipiell herangezogen werden kann.

### **Felsersatz**

Die Verwitterungsdecke bzw. die Schmelzwasserkiese werden von einem gelblich-weißen Felsersatz aus dem Weißen Jura (Malm) unterlagert. Der Felsersatz steht ab einer Tiefe zwischen 0,15 m - 4,00 m unter Geländeoberkante an und wurde stückig mit Verlehmungen erbohrt. Die bindigen Verlehmungen weisen eine steife bis lokal steife bis halbfeste Konsistenz, der Felsersatz eine mitteldicht bis dichte Lagerungsdichte auf.

Der entfestigte Felsersatz kann als gut tragfähiger Baugrund beurteilt werden, der Bauwerklasten setzungsarm aufnehmen kann.

## **3.2 Bodenmechanische Laborversuche**

Zusätzlich zu der manuellen Ansprache des Bohrgutes wurden bodenmechanische Laborversuche durchgeführt. Die einzelnen Ergebnisse werden in den folgenden Ausführungen beschrieben und können im Detail in den Anlagen 4.1-9 eingesehen werden.

### **3.2.1 Wassergehaltsbestimmung nach DIN EN ISO 17892-1**

Der Wassergehalt einer Bodenprobe ist das Verhältnis des Gewichtes des Porenwassers zum Gewicht der trockenen Probe. Der natürliche Wassergehalt ist bei einem bindigen Boden ein entscheidender Faktor zur Bestimmung des Bodenzustandes bzw. der Konsistenz. Die in der Anlage 4.1 aufgeführten Wassergehalte sind in der folgenden Tabelle 4 zusammengefasst.

**Tabelle 4: Ergebnisse der Wassergehaltsbestimmung**

Aufschluss	Tiefe [m]	Wassergehalt $w_n$ [%]	Stratigraphische Einheit
BK 2/19	1,0	10,7	Verwitterungsdecke, Schluff
	2,0	14,1	
	3,0	12,1	
BK 4/19	1,0	18,9	

Die natürlichen Wassergehalte liegen im Bereich, in dem die Böden der bindigen Verwitterungsdecke mit  $w_n = 10,7 - 18,9$  % erfahrungsgemäß eine überwiegend weiche bis steife Konsistenz aufweisen.

### 3.2.2 Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

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

Die Ausroll- und Fließgrenze dienen in Verbindung mit dem natürlichen Wassergehalt dazu, die Konsistenzzahl ( $I_c$ ) und damit die Zustandsform eines bindigen Erdstoffes (Korngröße  $\leq 0,063$ ) zu bestimmen. Die Plastizitätszahl gibt an, wie sich die Eigenschaften eines Erdstoffes bei Wasseraufnahme ändern.

Die Bestimmung der Zustandsgrenzen ist im Detail der Anlage 4.2-3 zu entnehmen. Das Versuchsergebnis ist zusammengefasst in der Tabelle 5 wiedergegeben.

**Tabelle 5: Übersicht der ermittelten Konsistenzgrenzen**

Aufschluss	Tiefe (m u. Gel.)	Konsistenzzahl ( $I_c$ )	Wassergehalt [%]	Zustandsform	Bodengruppe	Geologische Einheit
BK 2/19	2,0	0,72	20,5	weich	TL	Verwitterungsdecke, Schluff
BK 4/19	1,0	0,89	18,9	steif	TM	Verwitterungsdecke, Schluff

Für die untersuchten Bodenproben der bindigen Verwitterungsdecke wurde eine Konsistenzzahl von  $I_c = 0,72$  (BK 2/19) bzw.  $I_c = 0,89$  (BK 4/19) bestimmt. Damit stehen die Böden bei den ermittelten Wassergehalten von  $w_n = 20,5$  % bzw.  $w_n = 18,9$  % in einer weichen bzw. steifen Zustandsform an.

Nach Casagrande ist die Verwitterungsdecke gemäß ihrer plastischen Eigenschaften in die Bodengruppe der leicht plastischen Tone (TL) bzw. mittel plastischen Tone (TM) einzuordnen.

### 3.2.3 Korngrößenverteilung nach DIN 18123

Eine Korngrößenverteilung liefert eine orientierende Beurteilung des Baugrundes hinsichtlich der Durchlässigkeit, Frostempfindlichkeit, Zusammendrückbarkeit, Scherfestigkeit, sowie die Eignung als Filtermaterial. Die aus den Kornverteilungskurven ermittelte Zusammensetzung des Materials ist im Detail in der Tabelle 6 als auch in den Anlagen 4.4-7 aufgeführt.

**Tabelle 6: Übersicht der durchgeführten granulometrischen Analysen (s. Anlage 4.4-7)**

Aufschluss	Tiefe (m u. GOK.)	Kies- anteil [%]	Sand- anteil [%]	Schluff / Tonanteil [%]	Bodenart	Durchlässigkeits- beiwert [m/s]	korrigierter Durchlässigkeits- beiwert*** [m/s]
BK 1/19	0,2 - 1,0	15,8	34,7	37,7 / 11,8	Schluff, stark sandig, kiesig, schwach tonig <b>Verwitterungsdecke, Schluff</b>	$3,5 \times 10^{-8}$ *	$7,0 \times 10^{-9}$
BK 2/19	2,0 - 3,0	43,9	29,8	16,4 / 9,9	Fein- bis Grobkies, sandig, schluffig, schwach tonig <b>Verwitterungsdecke, Kies</b>	$5,0 \times 10^{-7}$ **	$1,0 \times 10^{-7}$
BK 3/19	1,1 - 2,0	69,6	25,0	5,4 / -	Fein- bis Grobkies, sandig, schwach schluffig <b>Schmelzwasserkies</b>	$6,7 \times 10^{-3}$ ***	$1,3 \times 10^{-3}$
BK 4/19	3,0 - 4,0	68,0	24,2	7,9 / -	Fein- bis Grobkies, sandig, schwach schluffig <b>Schmelzwasserkies</b>	$3,4 \times 10^{-3}$ ***	$6,8 \times 10^{-4}$

\* Durchlässigkeitsbeiwert nach Mallet

\*\* Durchlässigkeitsbeiwert nach USBR

\*\*\* Durchlässigkeitsbeiwert nach Seiler

\*\*\*\* korrigierter Durchlässigkeitsbeiwert nach DWA A-138

Wie die Laborergebnisse zeigen, setzt sich die bindige Verwitterungsdecke aus einem stark sandigen, kiesigen, schwach tonigen Schluff zusammen. Daraus resultiert nach DIN 18196 die Bodengruppe UL/UM und die Einstufung in die Frostempfindlichkeitsgruppe F3 (sehr frostempfindlich).

Aus der Kornverteilungskurve wurde nach Mallet ein korrigierter Durchlässigkeitsbeiwert von  $k_f = 7,0 \times 10^{-9}$  m/s bestimmt. Bei den Böden der bindigen Verwitterungsdecke handelt es sich nach DIN 18130 um sehr schwach durchlässige Böden.

Die nicht bindige Verwitterungsdecke wird gemäß den granulometrischen Analysen von einem sandigen, schluffigen, schwach tonigen Fein- bis Grobkies mit einem korrigierten Durchlässigkeitsbeiwert von  $k_f = 1,0 \times 10^{-7}$  m/s gebildet, die Böden werden somit nach DIN 18196 in die Bodengruppe GU\* und in die Frostempfindlichkeitsgruppe F3 (sehr frostempfindlich) eingestuft.

Nach DIN 18130 sind die Böden der nicht bindigen Verwitterungsdecke als schwach durchlässig zu beschreiben.

## AZ 19 08 012, Erschließung Baugebiet „Laizer Öschle 2“, in 72517 Sigmaringendorf

Bei den untersuchten Böden der Schmelzwasserkiese handelt es sich um einen sandigen, schwach schluffigen Fein- bis Grobkies mit einer korrigierten Durchlässigkeit von  $k_f = 1,3 \times 10^{-3}$  m/s bzw.  $k_f = 6,8 \times 10^{-4}$  m/s. Nach der DIN 18196 resultiert daraus die Bodengruppe GU und die Einstufung in die Frostempfindlichkeitsgruppe F2 (gering bis mittel frostempfindlich).

Bei den Schmelzwasserkiesen handelt es sich nach DIN 18130 um stark durchlässige Böden.

### 3.2.4 Glühverlustbestimmung nach DIN 18128

Der Glühverlust eines Bodens ist der auf der Trockenmasse bezogene Massenverlust, den der Boden beim Glühen erleidet.

Zur Ermittlung des organischen / humosen Anteils in der Verwitterungsdecke wurden aus den Bohrungen BK 2+4/19 gestörte Bodenproben entnommen und untersucht. Eine Übersicht der entnommenen Proben und der Ergebnisse ist in der folgenden Tabelle 7 abgebildet.

**Tabelle 7: Übersicht der durchgeführten Glühverluste (s. Anlage 4.8)**

Aufschluss	Tiefe (m u. GOK.)	Geologische Einheit	Ergebnis des Glühverlust nach DIN 18128	Einstufung nach DIN EN ISO 14688-2
BK 2/19	2,0	Verwitterungsdecke, Kies	3,32	schwach organisch
BK 4/19	1,0	Verwitterungsdecke, Schluff	4,95	schwach organisch

### 3.2.5 Abrasivität in Anlehnung an NF P 18-579

Die Bestimmung der Abrasivität erfolgte in Anlehnung an die französische Norm NF P 18-579.

Die Untersuchung wurde an der Körnung 4 - 6,3 mm des Felszersatzes ausgeführt. Die durch die Bohrung zusätzlich zerschlagene Probe wurde in einen Stahlbehälter gefüllt, in dem ein Stahlflügel mit einer Geschwindigkeit von 4500 U/min rotiert. Der Massenverlust der Stahlscheibe dient zur Beurteilung der Abrasivität und der Rückstand auf dem 1,6 mm Sieb zur Beurteilung der Brechbarkeit. Die Ergebnisse der Abrasivitätsbestimmung können der Anlage 4.9 und zusammengefasst der Tabelle 8 entnommen werden.

**Tabelle 8: Ergebnisse der Abrasivitätsbestimmung nach NF P 18-579 (Anl. 4.9)**

Aufschluss	Tiefe [m u. GOK]	Abriebwert ABR [g/t]	Abrasivität	BR-Wert	Brechbarkeit	Geologische Einheit
BK 1/19	3,0 - 4,0	40,0	nicht abrasiv	42,4	mittelschwach	Felszersatz

**AZ 19 08 012, Erschließung Baugebiet „Laizer Öschle 2“, in 72517 Sigmaringendorf**

Wie aus der Tabelle hervorgeht, ist der Felszersatz gemäß den Laborergebnissen mit einem Abriebwert von 40,0 g/t als nicht abrasiv zu klassifizieren. Die Brechbarkeit des Felszersatz ist mit „mittelschwach“ anzugeben. Innerhalb von lokal anstehenden Kalksteinbereichen sind ggf. abweichende Ergebnisse zu erwarten.

**3.2.6 Bestimmung der Durchlässigkeit in der Schürfgrube**

In den Bereichen der geplanten Versickerungsanlagen wurden innerhalb der Schürfgruben SG 1-2/19 zwei Versickerungsversuche durchgeführt. Bei einem Sickerversuch wird Wasser in die Schürfgrube eingefüllt und die Absenkung des Wasserspiegels nach vorgegebenen Zeitintervallen gemessen. Die Ergebnisse der Sickerversuche sind in der Anlage 4.10-11 und der Tabelle 9 zusammengefasst.

**Tabelle 9: Übersicht des durchgeführten Sickerversuches (vgl. Anlage 4.10-11)**

Aufschluss	Tiefe (m u. GOK)	Bodenart	Geologische Einheit	Durchlässigkeitsbeiwert [m/s]	korrigierter Durchlässigkeitsbeiwert* [m/s]
SG 1/19	0,40	Felszersatz, gebankt, geklüftet	Jurakalkstein (Malm)	$4,6 \times 10^{-5}$	$9,2 \times 10^{-5}$
SG 2/19	1,60	Felszersatz, gebankt, geklüftet	Jurakalkstein (Malm)	$9,9 \times 10^{-6}$	$2,0 \times 10^{-5}$

\*Korrekturfaktor 2 gemäß DWA A-138

Der anstehende Felszersatz ist gemäß den durchgeführten Sickerversuchen mit den bereits korrigierten Durchlässigkeitsbeiwerten von  $k_f = 9,2 \times 10^{-5}$  m/s bzw.  $k_f = 2,0 \times 10^{-5}$  m/s nach DIN 18130 als durchlässiger Boden zu bezeichnen.

**3.3 Bodenkennwerte und Bodenklassifizierung**

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

**Tabelle 10: Charakteristische Bodenkennwerte (Erfahrungswerte)**

Schichten	Wichte (feucht) $\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Wichte (u. Auftrieb) $\gamma_k'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Reib.-winkel dräniert $\phi_k$ [°]	Kohäsion dräniert $c_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Steifemodul $E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]
Verwitterungsdecke, Schluff	18,0 - 19,0	8,0 - 9,0	22,5 - 25,0	1 - 3	1 - 3
Verwitterungsdecke, Kies	18,0 - 19,0	8,0 - 9,0	22,5 - 27,5	0 - 2*	2 - 4
Schmelzwasser-kies	19,0 - 21,0	9,0 - 11,0	30,0 - 37,5	0 - 2*	40 - 60
Felszersatz	21,0 - 23,0	11,0 - 13,0	27,5 - 32,5	4 - 8	50 - 70

\*Scheinbare Kohäsion; \*\*nur für erdstatische Berechnungen

**AZ 19 08 012, Erschließung Baugebiet „Laizer Öschle 2“, in 72517 Sigmaringendorf**

Entsprechend der Neufassung der DIN 18300 von 2016-09 sind Boden und Fels in der Vergabeordnung (VOB) in Homogenbereiche einzuteilen. Demnach ist ein Homogenbereich ein begrenzter Bereich aus einer oder mehreren Boden- und Felsschichten nach DIN 4020 und DIN EN 1997-2, dessen bautechnische Eigenschaften eine definierte Streuung aufweisen und sich von den Eigenschaften der abgegrenzten Bereiche abheben.

Auf der Basis der vorliegenden Baugrundaufschlussresultate, den zum Baugrund vorliegenden Erfahrungswerten sowie aufgrund der bodenmechanischen Eigenschaften der anstehenden Baugrundsichten wird vorgeschlagen, die anstehenden Böden in folgende Homogenbereiche zu unterteilen.

**Tabelle 11: Einteilung der Baugrundsichtung in Homogenbereiche**

Homogenbereich	Baugrundsichtung
A1	Verwitterungsdecke, Schluff (VD, U)
A2	Verwitterungsdecke, Kies (VD, G)
B	Schmelzwasserkies (SG)
C	Malm, Felsersatz (MA, FZ)

Der Mutterboden bzw. Oberboden wird in der Unterteilung der Homogenbereiche nicht erfasst bzw. berücksichtigt, obgleich dieser in der DIN 18 320 als eigenständiger Homogenbereich bezeichnet wird.

Dies liegt dahin gehend begründet, dass der vorliegende geotechnische Bericht sich auf die geotechnischen und nicht bodenkundlichen Fragestellungen zum Bauvorhaben bezieht. Eine Bewertung / Einstufung des Oberbodens selbst erfolgt dagegen neben der DIN 18320 unter Berücksichtigung bodenkundlicher Aspekte nach DIN 18195 und DIN 19639 (Entwurf). Sofern seitens der Fachbehörde bodenkundliche Angaben im Sinne eines Bodenschutzkonzeptes gewünscht werden, können diese im Zuge weiterer bodenkundlicher Erkundungen durch die Fa. Baugrund Süd ausgearbeitet werden.

Gemäß DIN 18300:2016-09 können für die o.a. Homogenbereiche folgende Eigenschaften und Kennwerte zugrunde gelegt werden, wobei davon ausgegangen wird, dass die Erschließungsmaßnahmen aufgrund der erkundeten Baugrundabfolge der **Geotechnischen Kategorie 2** zu zuordnen sind.

**Tabelle 12: Kennwerte/Eigenschaften der Homogenbereiche nach DIN 18300:2016-09 für Bauwerke der Geotechnischen Kategorie 2 (GK 2)**

Kennwert / Eigenschaft		Homogenbereich			
		A1	A2	B	C
Kornverteilung [%]	T	0 - 15	0 - 10	-	0 - 5
	U	50 - 80	5 - 30	0 - 10	5 - 50
	S	5 - 25	5 - 20	5 - 35	5 - 20
	G	5 - 20	50 - 80	60 - 90	20 - 90
Massenanteil Steine [%]		-	0 - 10	0 - 5	20 - 80
Massenanteil Blöcke [%]		-	0 - 3	0 - 3	1 - 10
Massenanteil große Blöcke [%]		-	-		1 - 10
Lagerungsdichte		-	locker	mitteldicht	mitteldicht bis dicht
Konsistenz		weich	-	-	steif bis (halbfest)
Konsistenzzahl $I_c$		0,50 - 0,75	-	-	> 0,75
Plastizitätszahl $I_p$ [%]		5 - 15	-	-	-
Wichte (feucht) $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]		17 - 18	17,5 - 18,5	19 - 21	21 - 23
Undränierete Scherfestigkeit $c_u$ [kN/m <sup>2</sup> ]		20 - 60	-	-	> 100
Wassergehalt $w_n$ [%]		10 - 20	n.b.	-	5 - 20
Organischer Anteil [%]		3 - 6	2 - 5	-	-
Bodengruppe nach DIN18196: 2011-05		UL/UM	GU/GU*	GW/GU	VE/VZ/X/ UL/UM
Frostempfindlichkeit [ZTV E-StB 09; Tab.1]		F3	F2/F3	F1/F2	F3
Ortsübliche Bezeichnung		VD, U	VD, G	SG	MA, FZ

**Tabelle 13: Felskennwerte (Erfahrungswerte) entfestigter Fels nach DIN 18300:2016-09**

Kennwerte / Eigenschaften	C
Korngröße	-
Körnigkeit	nichtkörnig
Raumfüllung	dicht
Kornbindung	entfestigt - mäßig
Härte	3
Geruch	-
Geologische Struktur	lokal gebankt
Farbe	hellbeige - weiß
Verwitterung	verfärbt
Veränderlichkeit	veränderlich
Dichte (t/m <sup>3</sup> )	2,6 - 2,9
Einaxiale Druckfestigkeit (MN/m <sup>2</sup> )	1 - 15
Trennflächenabstand (cm)	3 - 10
Genetische Einheit	sedimentär
Ortsübliche Bezeichnung	MA, FZ

## 4 Georisiken

### 4.1 Seismische Aktivität

Entsprechend der Erdbebenzonenkarte für Deutschland (Quelle: DIN EN 1998-1/NA:2011-01), befindet sich das Untersuchungsgebiet in der **Erdbebenzone 2** (Gebiet geringer seismischer Gefährdung, in dem gemäß dem zugrunde gelegten Gefährdungsniveau rechnerisch die Intensität zwischen 7 und 7,5 erreicht wird). Das Untersuchungsgebiet liegt in der **Untergrundklasse R** (Gebiete mit felsartigem Gesteinsuntergrund).

Für eine Gründung in den mitteldicht gelagerten Schmelzwassersedimenten ist nach DIN EN 1998-1/NA:2010-08 die **Baugrundklasse C** (grob- bzw. gemischtkörnige Lockergesteine in mitteldichter Lagerung bzw. in mindestens steifer Konsistenz), für eine Gründung im Felsersatz die **Baugrundklasse B** (mäßig verwitterte Festgesteine) zugrunde zu legen.

### 4.2 Verkarstung

Innerhalb der unterlagernden Kalksteinabfolge ist nach der Ingenieurgeologischen Gefahrenhinweiskarte von Baden-Württemberg vom Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau mit dem Vorhandensein von Verkarstungserscheinungen und somit auch mit Dolinen zu rechnen. Mit Verkarstung ist die chemische Verwitterung von Sedimenten mit hohem Kalkgehalt gemeint. Die Gesteinsfugen werden durch Lösungsprozesse (Korrosion) aufgeweitet, als Folge entstehen trichterförmige Hohlformen (Dolinen) im Untergrund mit stark variierendem Durchmesser, bei denen grundsätzlich eine Einsturzgefahr besteht.

Um das Vorhandensein von Dolinen im Baufeld auszuschließen, wird empfohlen, im Vorfeld des Bauvorhabens eine Untersuchung mittels Georadar auszuführen. Diese Leistung kann auf Wunsch durch die Fa. BauGrund Süd durchgeführt werden.

## 5 Hydrogeologie

### 5.1 Grundwasserverhältnisse

Während den Baugrundaufschlussarbeiten vom 19.09.19 bis 20.09.19 konnte weder in den Rammkernbohrungen, noch in den Schürfgruben ein Zulauf von Wasser festgestellt werden.

Prinzipiell ist jedoch, besonders nach langanhaltenden Niederschlagsereignissen mit Staunässe bzw. Schichtwasser zu rechnen, das sich innerhalb von durchlässigeren Lagen einstauen kann.

### 5.2 Versickerungsfähigkeit

Nach dem DWA A-138 (April 2005) 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. 1,0 m betragen, um eine ausreichende Filterstrecke für eingeleitete Niederschlagsabflüsse zu gewährleisten.

## **AZ 19 08 012, Erschließung Baugebiet „Laizer Öschle 2“, in 72517 Sigmaringendorf**

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 können.

An den gemäß den vorliegenden Planunterlagen geplanten Versickerungsflächen wurden Durchlässigkeitsbeiwerte von  $k_f = 9,2 \times 10^{-5}$  m/s bzw.  $k_f = 2,0 \times 10^{-5}$  m/s ermittelt.

Somit ist der erkundete Felsersatz an den jeweiligen Ansatzstellen prinzipiell für eine Versickerung geeignet.

Da es sich bei Felsersatz als auch dem unterlagernden Kalkstein um einen Kluftwasserleiter handelt, ist die Versickerungsfähigkeit primär durch die Ausprägung der Gesteinsklüfte gegeben. Die Klüftung kann kleinräumig sehr unterschiedlich ausgeprägt sein, so dass auch im näheren Umfeld mit höheren bzw. geringeren Durchlässigkeiten gerechnet werden muss.

**Die Planung der Versickerungsanlagen ist mit den zuständigen Fachbehörden abzustimmen.**

## **6 Grundbautechnische Empfehlungen und baubegleitende Maßnahmen**

### **6.1 Baumaßnahme**

Die Gemeinde Sigmaringendorf beabsichtigt die Erschließung des Neubaugebiets „Laizer Öschle 2“ im Westen der Gemeinde.

Genaue Angaben zur Gründungstiefe bzw. zu den anfallenden Lasten sind derzeit nicht bekannt, sodass im Folgenden auf die allgemeinen geotechnischen Belange im Hinblick auf die Bebaubarkeit des Baugebietes eingegangen wird.

Die Baugrundverhältnisse werden im Hinblick auf eine Bebauung mit Einfamilien-, bzw. Wohnhäusern, sowie dem Kanal- und Straßenbau bewertet.

Bei der Wohnbebauung werden flachgegründete Bauwerke ohne und mit Unterkellerung berücksichtigt.

Aufgrund der punktuellen Aufschlüsse im Verhältnis zur großen Fläche des Bebauungsgebietes und der heterogenen geologischen Verhältnisse wird empfohlen, ergänzende standort- und objektspezifische Baugrunduntersuchungen an den einzelnen Bauplätzen durchzuführen.

### **6.2 Baugrundkriterien**

Im Projektareal steht mit der Geländeoberkante zunächst flächig ein geringmächtiger Mutterboden / Ackerkrume an, der nicht tragfähig und vor Baubeginn abzuschleppen ist.

## **AZ 19 08 012, Erschließung Baugebiet „Laizer Öschle 2“, in 72517 Sigmaringendorf**

Darunter folgen überwiegend bindige und lokal nicht bindige Verwitterungssedimente, die eine weiche bzw. lockere Zustandsform aufweisen und damit nur über eine geringe Tragfähigkeit verfügen.

Geprägt wird der tiefere Untergrund von gut tragfähigen, oberflächlich entfestigten Jurakalkstein (als Felsersatz erbohrt), der stellenweise von quartären, tragfähigen Schmelzwasserkiesen überlagert vorliegt.

Aus gründungstechnischer Sicht stellt sich die Baugrundsituation damit als relativ unproblematisch dar.

### 6.3 Gründungsempfehlung

Wie bereits erwähnt liegen für das Erschließungsgebiet noch keine konkreten Gebäudepläne vor, so dass im Folgenden allgemein auf die möglichen Ausführungsvarianten der Wohngebäude (mit und ohne Unterkellerung) eingegangen wird.

#### 6.3.1 Bauwerk ohne Unterkellerung

Bei nicht unterkellerten Bauwerken kommt die Gründung nach Abtrag des Mutterbodens gemäß den Erkundungsergebnissen innerhalb der gering tragfähigen Verwitterungsdecke zu liegen.

#### Gründung über Einzel- und Streifenfundamente

Die nicht unterkellerten Bauwerke können über **Einzel- und Streifenfundamente** gegründet werden, die einheitlich in die tragfähigen Schichten (Schmelzwasserkies, Felsersatz) abgesetzt werden. Die Verwitterungsdecke ist dabei in ihrer Gesamtmächtigkeit mittels Magerbetonvertiefungen zu durchstoßen bzw. ggf. über **Einzelfundamente nach einer Art Brunnengründung** (falls die Fundamentgräben sich als nicht standfest erweisen) abzusetzen.

#### Gründung mittels Einzel- und Streifenfundamenten in Schmelzwasserkiesen

Zur Vorbemessung der Einzel- und Streifenfundamente, die in den anstehenden Schmelzwasserkiesen abgesetzt werden, wird empfohlen, die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes  $\sigma_{R,d}$  gemäß Tabelle A 6.2 Eurocode 7 [3.4] anzusetzen.

**Tabelle 14: Bemessungswert  $\sigma_{R,d}$  des Sohldruckwiderstandes für Streifenfundamente auf nicht bindigem Boden (GW, GU nach DIN 18196). Die auf Grundlage der Tabelle A 6.2 bemessenen Fundamente können sich um ein Maß setzen, das bei Fundamentbreiten bis 1,5 m etwa 1 cm, bei breiten Fundamenten etwa 2 cm nicht übersteigt.**

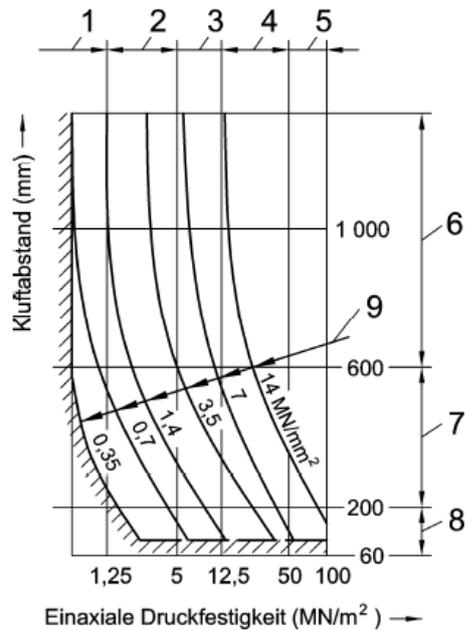
Kleinste Einbindetiefe des Fundaments	Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands [kN/m <sup>2</sup> ] b bzw. b'						
	[m]	0,50 m	1,00 m	1,50 m	2,00 m	2,50 m	3,00 m
0,50		280	420	460	390	350	310
1,00		380	520	500	430	380	340
1,50		480	620	550	480	410	360
2,00		560	700	590	500	430	390
Bei Bauwerken mit Einbindetiefen $0,30 \text{ m} \leq d \leq 0,50 \text{ m}$ und mit Fundamentbreiten $b$ bzw. $b' \geq 0,30 \text{ m}$	210						
<b>ACHTUNG: Die angegebenen Werte sind Bemessungswerte des Sohlwiderstands, keine aufnehmbaren Sohldrücke nach DIN 1054:2005-01 und keine zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054:1976-11.</b>							

Es ist darauf hinzuweisen, dass die Anwendung der Tabelle 13 (bzw. Tabelle A 6.2 [3.4]) sich auf Streifenfundamente bezieht. Bei Rechteckfundamenten (Einzelfundamenten) mit einem Seitenverhältnis von  $b_L / b_B < 2$  bzw.  $b'_L / b'_B < 2$  und bei Kreisfundamenten darf der in Tabelle A 6.2 [3.4] angegebene Bemessungswert  $\sigma_{R,d}$  des Sohlwiderstandes um 20 % erhöht werden.

#### Gründung mittels Einzel- und Streifenfundamenten in Felsersatz

Zur Vorbemessung der Einzel- und Streifenfundamente, die in den anstehenden Felsersatz abgesetzt werden, wird empfohlen, die Bemessungswerte des Sohlwiderstandes  $\sigma_{R,d}$  gemäß Bild A 6.3 Eurocode 7 [3.4] anzusetzen, wobei hierbei zu beachten ist, dass es sich beim Felsersatz um keinen Fels im herkömmlichen Sinne handelt. Die jeweiligen Werte und Eigenschaften des Felsersatzes sind bauplatzspezifisch zu ermitteln.

Abbildung 1: Bemessungswert  $\sigma_{R,d}$  des Sohldruckwiderstandes für quadratische Einzelfundamente auf Fels aus dem Eurocode 7 [3.4]



**ACHTUNG** — Die angegebenen Werte sind Bemessungswerte des Sohlwiderstands, keine aufnehmbaren Sohldrücke nach DIN 1054:2005-01 und keine zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054:1976-11.

#### Legende

- 1 sehr mürb
- 2 mürb
- 3 mäßig mürb
- 4 mäßig hart
- 5 hart
- 6 weitständige Trennflächen (dickbankig)
- 7 mittelständige Trennflächen (mittelbankig)
- 8 engständige Trennflächen (dünnbankig)
- 9 Bemessungswert des Sohlwiderstands

Es ist darauf hinzuweisen, dass der in Bild A 6.3 Eurocode 7 [3.4] angegebene Bemessungswert des Sohldruckwiderstandes unter der Voraussetzung gilt, dass im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit Setzungen in der Größenordnung von 0,5% der kleineren Fundamentbreite zugelassen werden können. Bei anderen Setzungsvorgaben dürfen die Werte geradlinig interpoliert werden.

Da die Kluftausprägung und die Felseigenschaften sich erfahrungsgemäß kleinräumig sehr heterogen verhalten kann, sind diese im Zuge der bauplatzspezifischen Baugrunderkundungen festzulegen.

**Es wird geraten, nach Vorlage von Bauwerksplänen und Bauwerkslasten eine detaillierte Grundbruch- und Setzungsberechnung durchführen zu lassen. Diese Leistung kann auf Wunsch von der Fa. BauGrund Süd erbracht werden.**

**AZ 19 08 012, Erschließung Baugebiet „Laizer Öschle 2“, in 72517 Sigmaringendorf**

Die Bodenplatte kann frei schwimmend zwischen den Fundamenten auf einem mindestens 0,6 m mächtigen vliesunterlegten (GRK 3) Bodenersatzkörper aus einem gut verdichtbaren Kies-Sand-Gemisch mit einem Feinkornanteil < 7 Vol.% (FSK 0/45) abgesetzt werden. Der Kieskoffer ist lagenweise in Schüttlagen von max. d = 0,3 m einzubringen und auf 98% der einfachen Proctordichte zu verdichten.

Der fachgerechte Einbau des Bodenersatzkörpers ist anhand von statischen Lastplattendruckversuchen zu überprüfen. Dabei ist ein Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$  und ein Verhältniswert von  $E_{v2} / E_{v1} \leq 2,3$  zu fordern. Die geotechnischen Kontrollprüfungen können auf Wunsch durch die Fa. BauGrund Süd durchgeführt werden.

Gründung mittels Flachgründung auf Bodenersatzkörper

Alternativ gestattet die Baugrundsituation eine Flachgründung auf einer **elastisch gebetteten Bodenplatte auf einem Bodenersatzkörper**. Die Mächtigkeit des Bodenersatzkörpers ist bauwerksbedingt anzupassen, es kann vorerst von einem rund 0,80 m mächtigen, vliesunterlegten (GRK 3) Kieskoffer aus einem gut verdichtbarem Kies-Sand-Gemisch mit einem Feinkornanteil < 7 Vol.% (FSK 0/45) ausgegangen werden.

Das lastverteilende Polster ist am Plattenrand so auszubilden, dass sich dort ein Lastausbreitungswinkel von 45° einstellen kann. Der Kieskoffer ist lagenweise in Schüttlagen von max. d = 0,3 m einzubringen und auf 98% der einfachen Proctordichte zu verdichten.

Der fachgerechte Einbau des Bodenersatzkörpers ist anhand von statischen Lastplattendruckversuchen zu überprüfen. Dabei ist ein Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 100 \text{ MN/m}^2$  und ein Verhältniswert von  $E_{v2} / E_{v1} \leq 2,3$  zu fordern. Die geotechnischen Kontrollprüfungen können auf Wunsch durch die Fa. BauGrund Süd durchgeführt werden.

Zur Vorbemessung der Bodenplatte kann der Bettungsmodul mit

$$k_s = 4 - 8 \text{ MN/m}^3$$

abgeschätzt 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 Lastplänen und Ausführungsplänen anhand einer detaillierten Setzungsberechnung ermitteln zu lassen. Diese Leistung kann auf Wunsch von der Fa. BauGrund Süd ausgeführt werden.**

Zur Frostsicherung (**Frosteinwirkzone II**) der anstehenden witterungsempfindlichen Sedimente sind entsprechende Frostriegel mit einer Tiefe von mindestens 1,00 m vorzusehen.

### 6.3.2 Bauwerk mit Unterkellerung

Bei einer Bauwerksausführung mit Unterkellerung wird die Gründungssohle auf etwa 3,0 m unter GOK angenommen. Im nördlichen Baugebietsabschnitt steht in dieser Tiefe bereits der Felsersatz an. Im restlichen Bereich des Baufelds stehen in diesem Tiefenbereich lokal Schmelzwasserkiese, lokal noch die Verwitterungsdecke an.

#### Gründungssubstrat Schmelzwasserkies bzw. Felsersatz

Sollten in der Aushubsohle flächig gut verdichtbare Schmelzwasserkiese oder der Felsersatz anstehen, kann die Bodenplatte nach Aufbringung einer rd. 0,1 m mächtigen Ausgleichsschicht aus Magerbeton nach der Nachverdichtung der Baugrubensohle (im Schmelzwasserkies) direkt auf diese Schichten abgesetzt werden.

Sollten in der Aushubsohle vereinzelt Böden anstehen, die sich nach Freilegung der Gründungssohle nur schwer bzw. nicht verdichten lassen, sind diese vor dem Verdichten der anstehenden Gründungssohle vollständig, jedoch mindestens über eine Mächtigkeit von 0,30 m gegen ein Kies-Sand-Gemisch mit einem Feinkornanteil < 7 Vol.-% auszutauschen.

Zur Vorbemessung der Bodenplatte kann der Bettungsmodul mit

$$k_s = 10 - 20 \text{ MN/m}^3$$

abgeschätzt 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 Lastplänen und Ausführungsplänen anhand einer detaillierten Setzungsberechnung ermitteln zu lassen. Diese Leistung kann auf Wunsch von der Fa. BauGrund Süd ausgeführt werden.**

#### Gründungssubstrat Verwitterungsdecke

Sollte in der Aushubsohle die Verwitterungsdecke als Gründungssubstrat anstehen, so sind die Gründungsvarianten aus Kapitel 6.3.1 anzusetzen.

### 6.3.3 Baugrube

Im Folgenden wird von einer Baugrubentiefe von rund 3,5 m ausgegangen.

In den Bereichen, in denen die Platzverhältnisse eine frei geböschte Baugrube zulassen, kann diese nach DIN 4124:2012-01 in den angetroffenen Böden unter 1:1 (45°) gegen die Horizontale geneigt angelegt werden.

Bei Geländeeinschnitten von >3,0 m ist nach 3,0 m Höhe eine Berme von 1,5 m Breite anzuordnen.

#### **AZ 19 08 012, Erschließung Baugebiet „Laizer Öschle 2“, in 72517 Sigmaringendorf**

Ab einer Baugrubenhöhe von > 5,0 m ist die Standsicherheit rechnerisch nachzuweisen. Diese gilt auch wenn steiler geböscht wird als angegeben.

Zum Schutz gegen die Witterung sind die Böschungen grundsätzlich mit befestigten Folien abzudecken.

An den Böschungsschultern ist ein lastfreier Streifen von mindestens 1,0 m bis 2,0 m Breite (abhängig von der Belastung durch Baufahrzeuge, Kräne, Erdaushub) vorzusehen.

Sollten die Platzverhältnisse eine frei geböschte Baugrube nicht zulassen, ist sie im Schutze eines Verbausystems auszuheben. Dabei kann beispielsweise ein **Trägerbohlwandverbau** zur Ausführung kommen. Die Ausfachung zwischen den Trägern kann über Spritzbeton, Holzbohlen oder Stahlplatten erfolgen und ist dabei so einzubringen, dass ein möglichst gleichmäßiges Anliegen am Erdreich sichergestellt ist. Dabei darf der Bodenaushub nicht im unzulässigen Maß vorseilen (Abschlagstiefe ist anhand der tatsächlichen Baugrundbeschaffenheit zu wählen). Innerhalb des Felsersatz sind ggf. Austauschbohrungen erforderlich.

Bei der Einbringung des Verbaus sind die Vorgaben der DIN 4150-3:2016-12 (Einwirkungen auf bauliche Anlage) hierbei zu beachten.

Der Verbau ist statisch nachzuweisen. Eine entsprechende Entwurfsstatik mit Leistungsbeschreibung sowie eine Ausführungsstatik kann auf Wunsch von der Fa. BauGrund Süd erbracht werden.

Für alle Verbau-Maßnahmen ist die DIN 4124 zu beachten.

Freigelegte Sohlf lächen sind unmittelbar nach Erreichen des Aushubsollniveaus und Abschluss der ggf. erforderlichen Nachverdichtung zum Schutz gegen Witterungseinflüsse abzudecken bzw. mit einer Planumsschutzschicht (Magerbeton) zu belegen.

Für die Bauwerkshinterfüllung ist ein gut durchlässiges und verdichtbares Kies-Sand- oder Kiesmaterial einzubauen. Der Einbau ist in 30 cm-Lagen unter optimaler Verdichtung vorzunehmen.

Im Frosteinflussbereich bis 1,0 m u. GOK (Frosteinwirkungszone II) ist Frostschutzkies (Frostschutzklasse F1) zu verwenden. Hierfür eignen sich beispielsweise Böden der Bodengruppe GW gem. DIN 18196, die unter lagenweiser Verdichtung (Proctordichte  $\geq 98\%$ ) eingebaut werden.

#### **6.3.4 Trockenhaltung des Bauwerks**

Nach derzeitigem Kenntnisstand sind die erdberührenden Bauteile nach den Richtlinien der **DIN 18533, Klasse W1.2-E** (Abdichtung gegen Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser) abzudichten sowie mittels einer dauerhaft funktionsfähigen, rückstaufreien Drainage mit kapillARBrechender Wirkung nach den Vorgaben der DIN 4095 zu entwässern und rückstausicher abzuleiten.

#### **AZ 19 08 012, Erschließung Baugebiet „Laizer Öschle 2“, in 72517 Sigmaringendorf**

Sollte ein dauerhaft wirksames Drainagekonzept behördlich nicht genehmigt werden, müssen die erdberührenden Bauteile nach **DIN 18533, Klasse W2-E** (Abdichtung gegen drückendes Wasser) abgedichtet werden.

#### 6.4 Kanalbau

Es liegen derzeit keine Informationen zum Gründungsniveau der Kanalgräben vor, so dass im Folgendem von einer Verlegetiefe von 2,50 m u. GOK angenommen wird.

Beim vorzunehmenden Grabenaushub sind die Ausführungen der DIN 4124 (Baugruben und Gräben) bzw. Kapitel 6.3.3 einzuhalten. Sollten die Platzverhältnisse ausreichend sein, kann der Kanalbau innerhalb einer geböschten Baugrube durchgeführt werden, wobei die Böschungen in den angetroffenen Böden nicht steiler als unter 1:1 (45°) ausgebildet werden dürfen.

Alternativ kann die Verlegung der Kanalrohre im Schutze eines Grabenverbaus (z.B. Verbauplatten) vorgenommen werden.

Bei einer Gründung des Kanalsystems in der Verwitterungsdecke wird das Einbringen einer rd. 0,2 m mächtigen Ausgleichs- oder Sauberkeitsschicht unterhalb der Rohrbettung aus hochverdichtbarem, kornabgestuftem Material (V1) empfohlen.

In Abhängigkeit von der Konsistenz des bindigen Bodens, ist, z.B. bei weichem Boden, auch ein stärkerer Bodenaustausch gegen ein hochverdichtbares, kornabgestuftes Material (V1) unterhalb der Bettungsschicht des Rohraufagers erforderlich. Die Qualität der Gründungsschicht ist im Zweifelsfalle ggf. durch Hinzuziehen des Gutachters vor Ort zu ermitteln.

Zu beachten ist, dass die bindigen Böden witterungsempfindlich reagieren und bei Niederschlag in eine ungünstige Konsistenz übergehen können. Vor diesem Hintergrund sollten entsprechende Kanalsohlen, wenn möglich nur bei Trockenwetter freigelegt und kurzfristig wieder überdeckt werden. Je nach Fortschritt der Arbeiten ist eine Schutzschicht vor endgültigem Sohlaushub zu belassen. Ggf. ist die Mächtigkeit der Ausgleichsschicht zu erhöhen.

Unter Berücksichtigung der Aushubentlastung ergeben sich aus den Kanalbauwerkslasten keine nennenswerten, setzungsrelevanten Zusatzlasten.

Die Ausführung des Rohraufagers kann aus einem kornabgestuften Sand-Kiesgemisch oder Sand-Splitt-Gemisch hergestellt werden. Die Stärke (S) des Aufagers richtet sich nach dem vorgesehenen Kanalrohrdurchmesser ( $S = 100 \text{ mm} + 1/10 \times \text{Nennweite des Kanalrohres}$ ).

Für die Gründung der Schachtbauwerke ist entsprechend zu verfahren.

**AZ 19 08 012, Erschließung Baugebiet „Laizer Öschle 2“, in 72517 Sigmaringendorf**

Im Bereich der Leitungszone ist generell ein gut verdichtbares Ersatzmaterial (V1) zu schütten und auf 97 %  $D_{Pr}$  (Proctordichte) zu verdichten. In der Hauptverfüllzone ist je nach Verfüllmaterial eine Verdichtung zwischen 95 % und 98 %  $D_{Pr}$  herzustellen. Die Verdichtung ist im Zuge der Bauausführung zu prüfen und nachzuweisen (dynamische oder statische Plattendruckversuche / leichte Rammsondierungen).

Die Verwitterungssedimente sind i. d. R. nicht ausreichend verdichtbar (V3) und für den Wiedereinbau in den Kanalgraben und die Verfüllung der Rohrgräben nicht geeignet. Jedoch kann eine Bodenverbesserung mittels Kalk-Zement-Stabilisierung in Betracht gezogen werden, um diese zum Wiedereinbau nutzen zu können.

Dazu ist am anstehenden Boden vorab im Labor eine Eignungsprüfung bzw. in-situ anhand von Probefeldern das erforderliche Bindemittel und dessen Zugabemenge festzulegen. Vorbehaltlich ergänzender bodenmechanischer Untersuchungen kann im Rahmen einer ersten Kostenschätzung von einem Misch-Bindemittel (z.B. Dorosol C30) mit einer Zugabemenge von 4 - 8 % Gew.-% ausgegangen werden.

Es ist in diesem Zusammenhang darauf hinzuweisen, dass der Ausgangswassergehalt durch Niederschlagseinflüsse sich merklich erhöhen kann, mit der Folge, dass entweder die Zugabemenge oder auch das Additiv entsprechend erhöht werden muss.

Es ist zu beachten, dass die Leitungen bei späteren Revisionsarbeiten im Falle einer Kalk-Zement-Stabilisierung nur mit erhöhtem technischem Aufwand (meißeln) wieder erreicht werden können.

Alternativ kann als Ersatz- und Verfüllmaterial jedes verdichtbare, inerte Mineralgemisch wie z.B. Sand-Kies oder Sand-Splitt-Schotter-Gemisch eingebaut werden.

Anfallendes Aushubmaterial aus den Schmelzwasserkiesen (Bodengruppen GW, GU) kann zur Wiederverfüllung der Gräben in der Hauptverfüllzone ohne Zusatzmaßnahmen verwendet werden.

Sollte die Kanaltrasse innerhalb der Felsersatzzone zu liegen kommen, ist zu beachten, dass die Aushubarbeiten voraussichtlich mit einem normalen Tieflöffel vollzogen werden können, jedoch ggf. lokal nur mit Meißelarbeiten (Kalksteinbänke) weiterverfahren werden kann.

Des Weiteren ist innerhalb der Felsersatzzone ggf. kein einheitlicher Bodenaushub aufgrund der stark unterschiedlich ausgeprägten Korngröße der jeweiligen Komponenten möglich. Die entstehenden Unebenheiten sind entsprechend mit der Ausgleichsschicht anzupassen.

## 6.5 Straßenbau

Im Folgenden wird zunächst allgemein auf die geotechnischen Belange des Straßenbaus eingegangen. Für die Herstellung des Straßenaufbaues wird die RStO 12 [6] zu Grunde gelegt. Es wird angenommen, dass die Fahrbahnoberkante auf Höhe der derzeitigen Geländeoberkante angeordnet wird.

Nach der RStO 12 werden die geplanten Straßen als „Wohnstraßen“ und somit der Belastungsklasse 1,0 zugeordnet. Die tatsächliche Belastung ist vom zuständigen Fachplaner festzulegen.

Es wird angenommen, dass die Fahrbahnoberkante auf Höhe der derzeitigen Geländeoberkante angeordnet wird. Damit wird das Erdplanum gemäß unserer Erkundungsarbeiten innerhalb der bindigen Verwitterungsdecke (Frostempfindlichkeitsklasse F3) zu liegen kommen. Das Baugebiet befindet sich in der Frosteinwirkungszone II. Nach aktuellem Informationsstand ist demnach für die geplanten Verkehrsflächen ein frostsicherer Oberbau von mindestens 0,65 m Dicke vorzusehen. Bei einer Entwässerung der Fahrbahn und der Randbereiche über Rinnen bzw. Abläufe und Rohrleitungen kann der frostsichere Oberbau nach Tabelle 7 der RstO 12 um 0,05 m reduziert werden.

Des Weiteren muss nach der RstO 12 das Erdplanum einen Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  aufweisen. Dieser Wert wird innerhalb der bindigen Verwitterungsdecke erfahrungsgemäß nicht erreicht werden. Es ist folglich eine Bodenverbesserung mittels Bodenaustausch erforderlich.

Dabei sind 0,40 m des im Aushubplanum anstehenden Verwitterungslehms gegen ein Kies-Sand-Gemisch mit max. 5 % Schluffanteil (z.B. FSK 0/45) auszutauschen. Der Kieskörper ist mit einem Vlies (GRK 2) vom anstehenden Untergrund zu trennen.

Der fachgerechte Einbau des Bodenersatzkörpers ist mittels statischen Lastplattendruckversuchen zu überprüfen und zu dokumentieren. Die erforderlichen Verdichtungsprüfungen können auf Wunsch von der Fa. BauGrund Süd durchgeführt werden.

Auf dem so verbesserten Erdplanum (Bodenersatzkörper) kann dann im Anschluss der eigentliche frostsichere Straßenaufbau gemäß der RStO 12 erfolgen.

Alternativ zu einem Bodenaustausch kann auch eine Stabilisierung bzw. Konditionierung der Verwitterungsdecke mittels Kalk-Zement ausgeführt werden, wobei eine Frästiefe von  $t = 0,4 \text{ m}$  nicht unterschritten werden darf. Vorbehaltlich ergänzender bodenmechanischer Untersuchungen kann im Rahmen einer ersten Kostenschätzung von einem Misch-Bindemittel (z.B. Dorosol C30), mit einer Zugabemenge von 4 - 8 Gew.-% ausgegangen werden. Es ist in diesem Zusammenhang darauf hinzuweisen, dass eine Konditionierung mittels Kalk-Zement nur in frostfreien Perioden auszuführen ist. Darüber hinaus kann sich der Ausgangswassergehalt des zu verbessernden Substrates durch Niederschlagsereignisse deutlich erhöhen, mit der Folge, dass entweder die Zugabemenge erhöht oder das Additiv gewechselt werden muss.

**AZ 19 08 012, Erschließung Baugebiet „Laizer Öschle 2“, in 72517 Sigmaringendorf**

Es ist zu beachten, dass bei einer Kalk-Zement-Stabilisierung unter der Straße verlegte Leitungen bei späteren Revisionsarbeiten nur mit erhöhtem technischem Aufwand (Meißeln) wieder erreicht werden können.

## 7 Hinweise und Empfehlungen

Die im Bericht enthaltenen Angaben beziehen sich auf die oben genannten Untersuchungsstellen. Abweichungen von gemachten Angaben (Schichttiefen, Bodenzusammensetzung etc.) können auf Grund der Heterogenität des Untergrundes bzw. aufgrund des hier vorliegenden Untersuchungsrasters nicht ausgeschlossen werden.

Es ist eine sorgfältige Überwachung der Erdarbeiten und eine laufende Überprüfung der angetroffenen Bodenverhältnisse im Vergleich zu den Untersuchungsergebnissen und Folgerungen erforderlich. **Es wird daher empfohlen, zur Abnahme von Gründungssohlen den Unterzeichner des Berichtes heranzuziehen.**

Der vorliegende geotechnische Bericht bezieht sich auf den zum Zeitpunkt der Erstellung des Berichtes vorliegenden Planungsstand. Weitere Ausführungen der Planung sind ggf. 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.

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



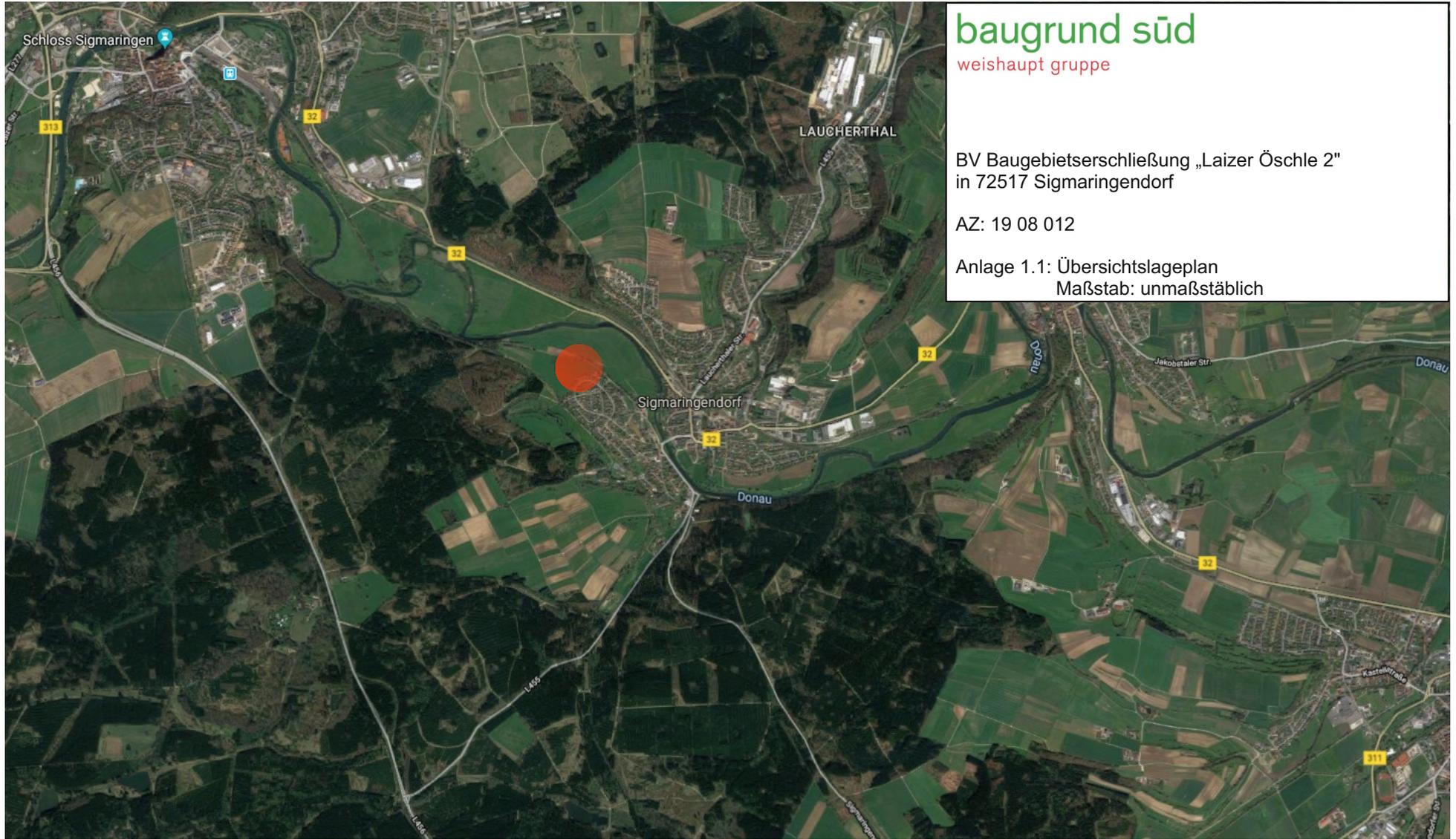
Alois Jäger  
Geschäftsführer



Mustafa Alisada  
B.Sc.-Geol.



Oliver Brokatzky  
Dipl.-Geol.



# baugrund süd

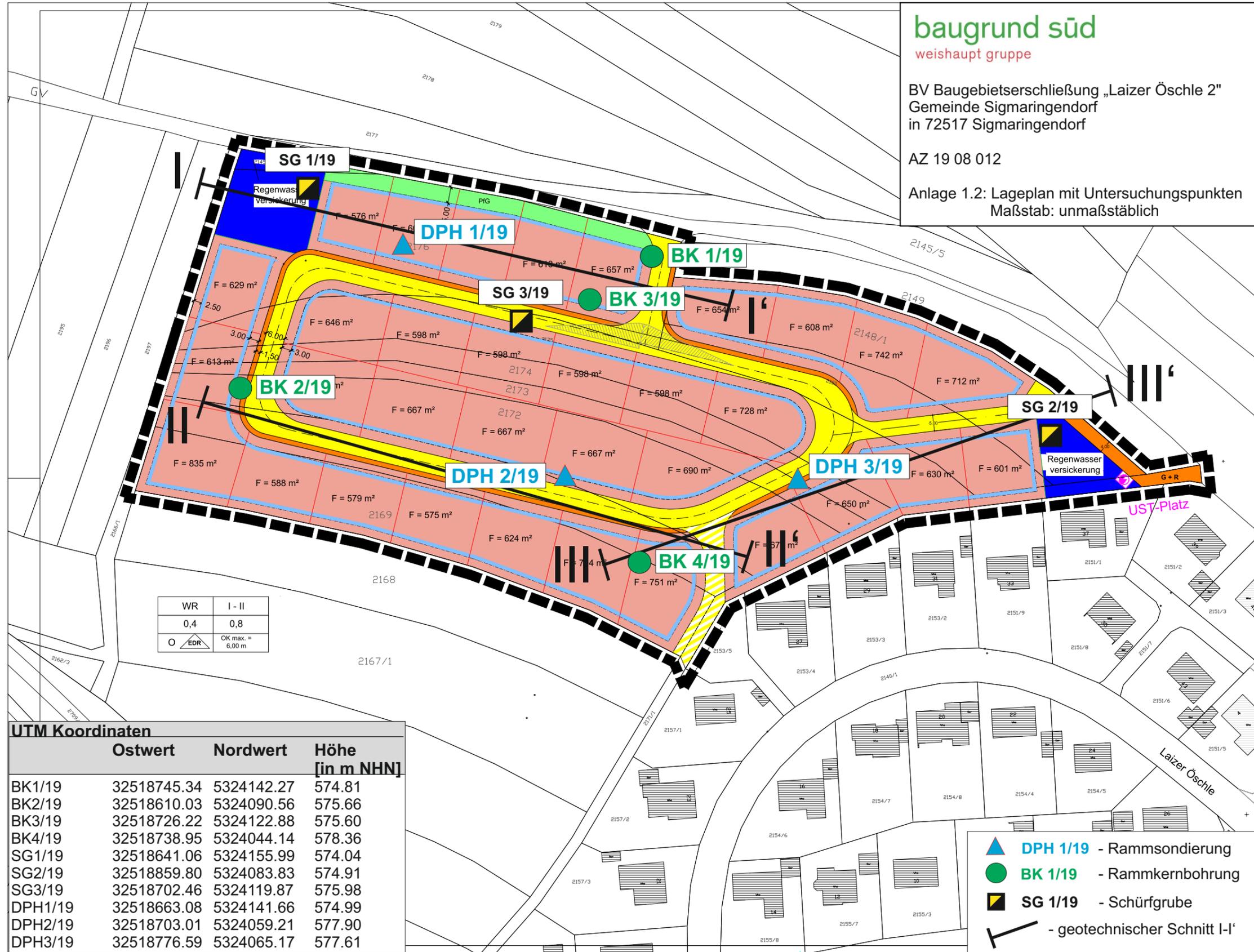
weishaupt gruppe

BV Baugebieterschließung „Laizer Öschle 2“  
in 72517 Sigmaringendorf

AZ: 19 08 012

Anlage 1.1: Übersichtslageplan  
Maßstab: unmaßstäblich

 Untersuchungsgebiet



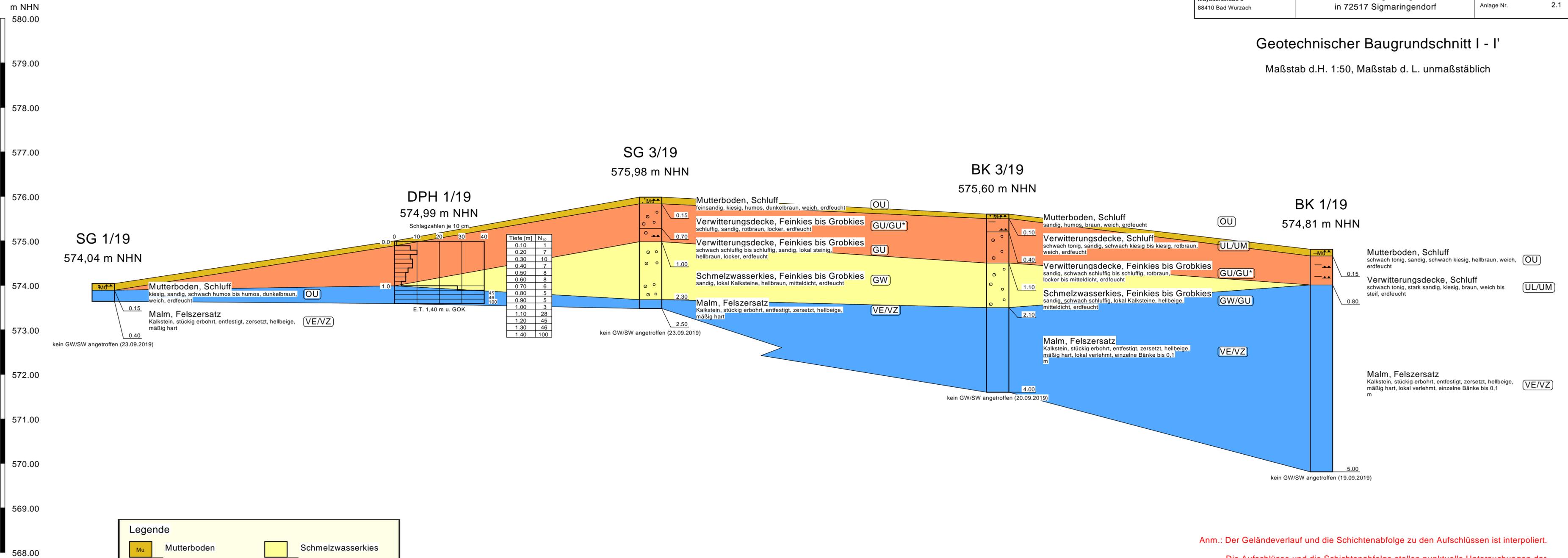
WR	I - II
0,4	0,8
○ EDR	OK max. = 6,00 m

UTM Koordinaten			
	Ostwert	Nordwert	Höhe [in m NHN]
BK1/19	32518745.34	5324142.27	574.81
BK2/19	32518610.03	5324090.56	575.66
BK3/19	32518726.22	5324122.88	575.60
BK4/19	32518738.95	5324044.14	578.36
SG1/19	32518641.06	5324155.99	574.04
SG2/19	32518859.80	5324083.83	574.91
SG3/19	32518702.46	5324119.87	575.98
DPH1/19	32518663.08	5324141.66	574.99
DPH2/19	32518703.01	5324059.21	577.90
DPH3/19	32518776.59	5324065.17	577.61

- ▲ DPH 1/19 - Rammsondierung
- BK 1/19 - Rammkernbohrung
- SG 1/19 - Schürfgrube
- I—I' - geotechnischer Schnitt I-I'

## Geotechnischer Baugrundschnitt I - I'

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



**Legende**

<span style="background-color: #f0e68c; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> Mutterboden	<span style="background-color: #ffff00; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> Schmelzwasserkies
<span style="background-color: #ff8c00; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> Verwitterungsdecke	<span style="background-color: #0000ff; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> Jura

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 4/19

578,36 m NHN

Geotechnischer Baugrundschnitt I - I'

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

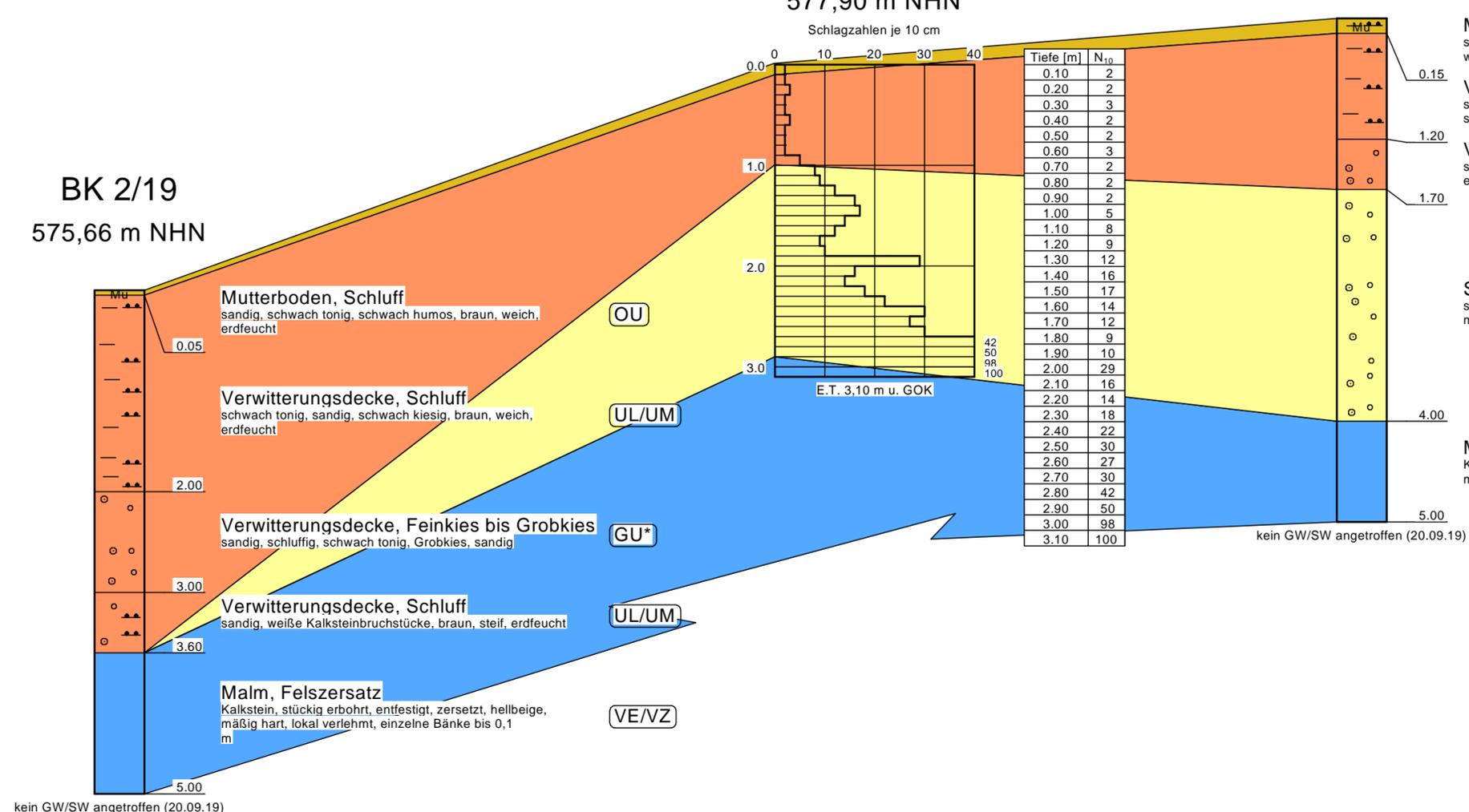
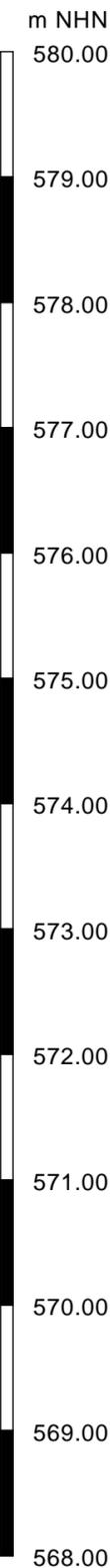
DPH 2/19

577,90 m NHN

Schlagzahlen je 10 cm

BK 2/19

575,66 m NHN



- Mutterboden, Schluff**  
schwach tonig, sandig, schwach humos, dunkelbraun, weich, erdfeucht **(OU)**
- Verwitterungsdecke, Schluff**  
schwach tonig, schwach sandig, rotbraun, weich bis steif, erdfeucht **(UL/UM)**
- Verwitterungsdecke, Feinkies bis Grobkies**  
schluffig bis stark schluffig, sandig, rotbraun, locker, erdfeucht **(GU/GU\*)**
- Schmelzwasserkies, Feinkies bis Grobkies**  
sandig, schwach schluffig, einzelne Kalksteine, braun, mitteldicht, erdfeucht **(GW/GU)**
- Malm, Felsersatz**  
Kalkstein, stückig erbohrt, entfestigt, zersetzt, hellbeige, mäßig hart **(VE/VZ)**

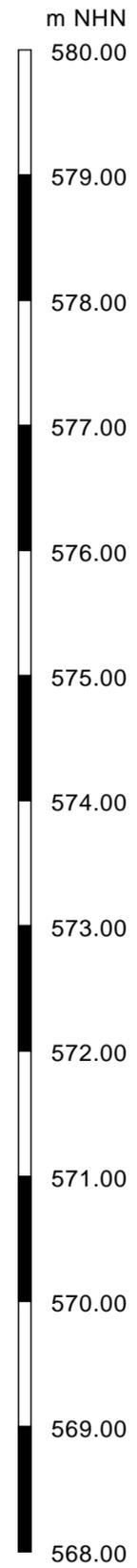
**Legende**

Mutterboden	Schmelzwasserkies
Verwitterungsdecke	Jura

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.

# Geotechnischer Baugrundschnitt I - I'

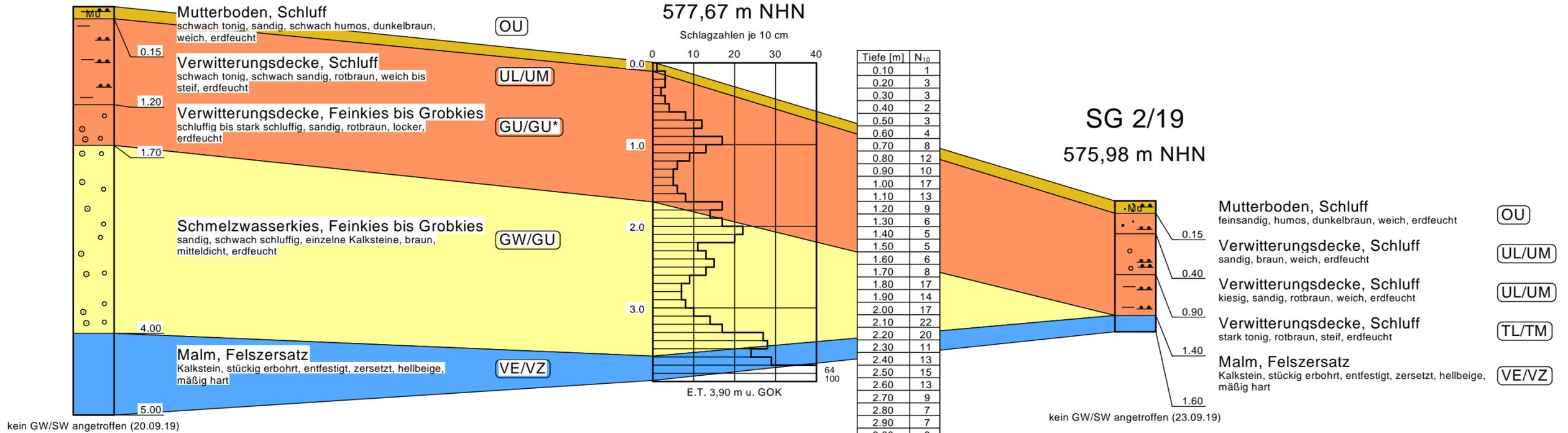
Maßstab d.H. 1:50, Maßstab d. L. unmaßstäblich



BK 4/19  
578,36 m NHN

DPH 3/19  
577,67 m NHN

SG 2/19  
575,98 m NHN



**Legende**

<span style="background-color: #f0e68c; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Mutterboden	<span style="background-color: #ffff00; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Schmelzwasserkies
<span style="background-color: #ff8c00; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Verwitterungsdecke	<span style="background-color: #0000ff; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Jura

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.

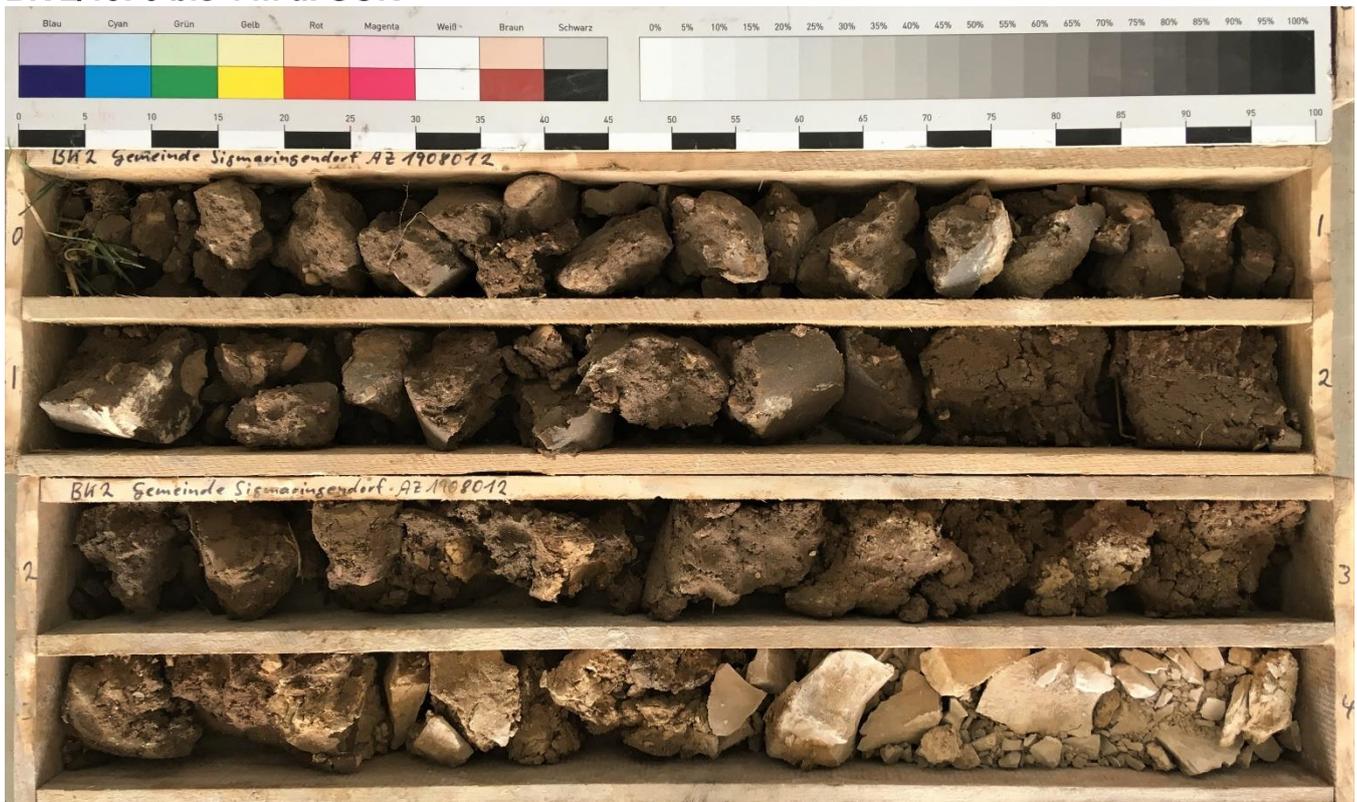
**BK 1/19: 0 bis 4 m u. GOK**



**BK 1/19: 4 bis 5 m u. GOK**



**BK 2/19: 0 bis 4 m u. GOK**



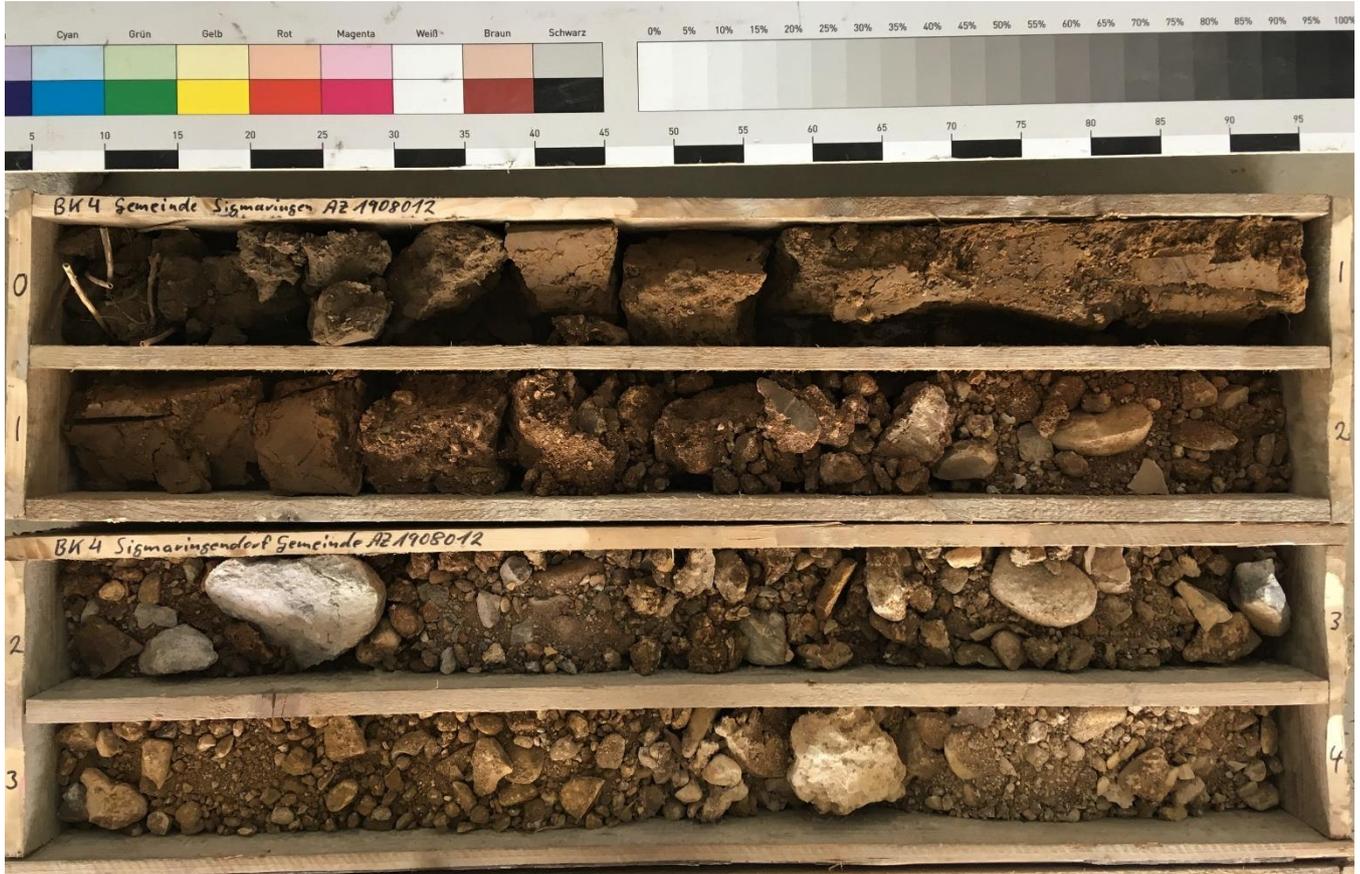
**BK 2/19: 4 bis 5 m u. GOK**



BK 3/19: 0 bis 4 m u. GOK



**BK 4/19: 0 bis 4 m u. GOK**



**BK 4/19: 4 bis 5 m u. GOK**



**SG 1/19:**



SG 2/19:



**SG 3/19:**



Wassergehaltsbestimmung nach DIN EN ISO 17892-1:2015-3

*BV Gemeinde Sigmaringendorf  
Erschließung Baugebiet "Laizer Öschle 2"  
in 72488 Sigmaringendorf  
AZ 19 08 012*

Probe entnommen am: 26.09.2019

Bearbeiter: MSchw

<b>Bohrung Nr.</b>	<b>BK 2/19</b>	<b>BK 2/19</b>	<b>BK 2/19</b>	<b>BK 4/19</b>
<b>Prüfungsnummer</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Entnahmetiefe [m]</b>	1,0	2,0	3,0	1,0
<b>Behälter Gewicht [g]</b>	112,70	127,45	112,67	43,38
<b>Probe feucht + Behälter [g]</b>	879,64	1235,31	1518,24	220,79
<b>Probe trocken + Behälter [g]</b>	805,26	1098,08	1366,34	192,53
<b>Wassergehalt w [%]</b>	<b>10,74</b>	<b>14,14</b>	<b>12,12</b>	<b>18,95</b>

## Zustandsgrenzen nach EN ISO 17892-12

**BV Gemeinde Sigmaringendorf**  
 Erschließung Baugebiet "Laizer Öschle 2"  
 in 72488 Sigmaringen

Bearbeiter: MSchw

Datum: 10.10.2019

Prüfungsnummer: 1

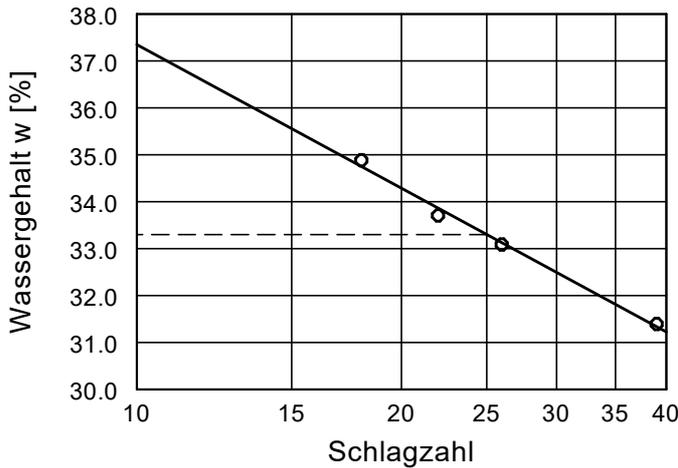
Entnahmestelle: BK 2/19

Tiefe: 2,0

Art der Entnahme: BP

Bodenart: TL

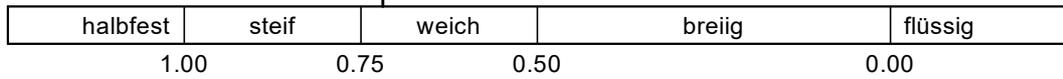
Probe entnommen am: 26.09.2019



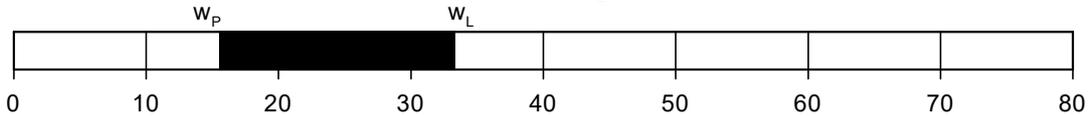
Wassergehalt w =	14.1 %
Fließgrenze $w_L$ =	33.3 %
Ausrollgrenze $w_p$ =	15.6 %
Plastizitätszahl $I_p$ =	17.7 %
Konsistenzzahl $I_C$ =	0.72
Anteil Überkorn $\ddot{u}$ =	34.5 %
Wassergeh. Überk. $w_{\ddot{u}}$ =	2.0 %
Korr. Wassergehalt =	20.5 %

Zustandsform

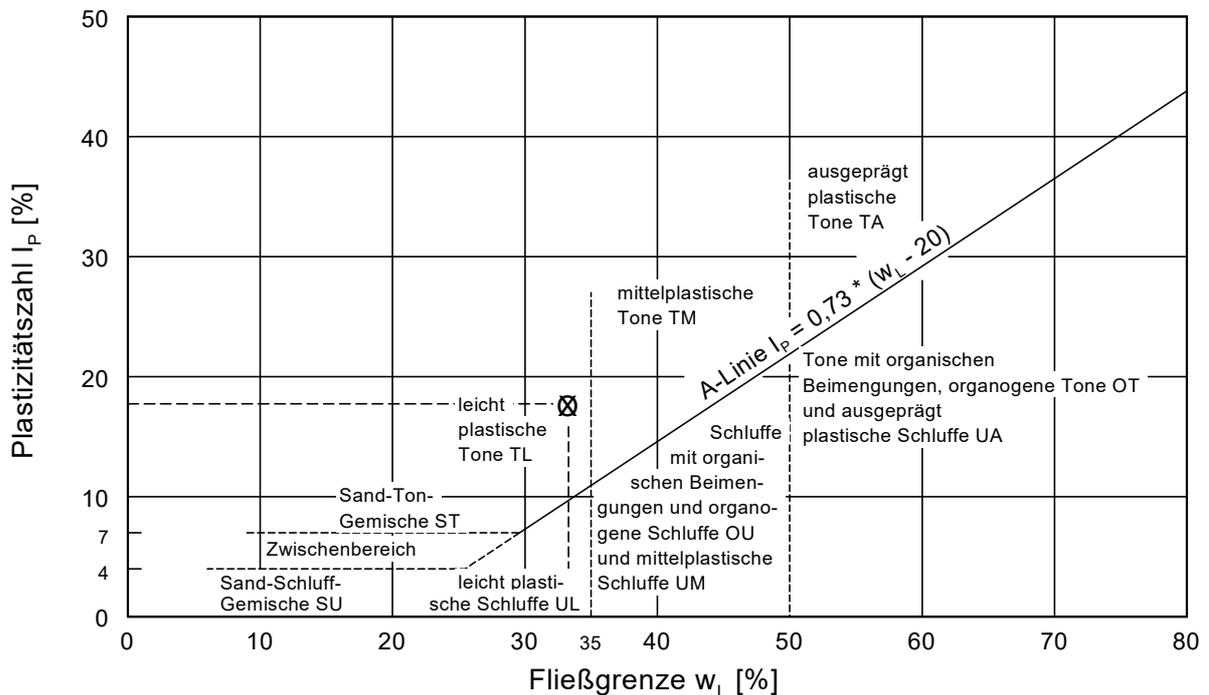
$I_C = 0.72$



Plastizitätsbereich ( $w_L$  bis  $w_p$ ) [%]



Plastizitätsdiagramm



## Zustandsgrenzen nach EN ISO 17892-12

### BV Gemeinde Sigmaringendorf Erschließung Baugebiet "Laizer Öschle 2" in 72488 Sigmaringen

Bearbeiter: MSchw

Datum: 10.10.2019

Prüfungsnummer: 2

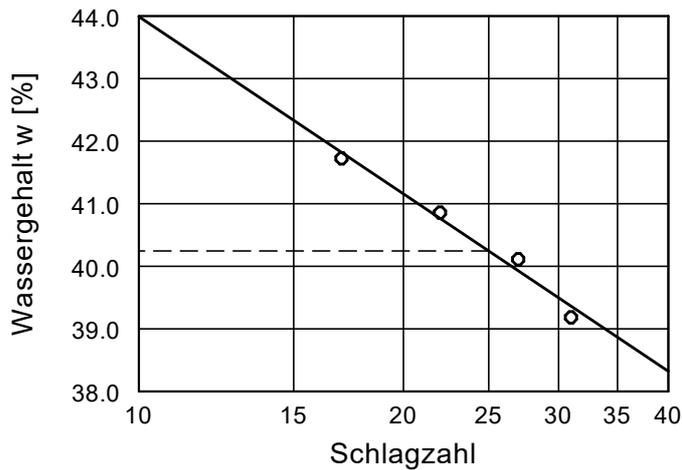
Entnahmestelle: BK 4/19

Tiefe: 1,0

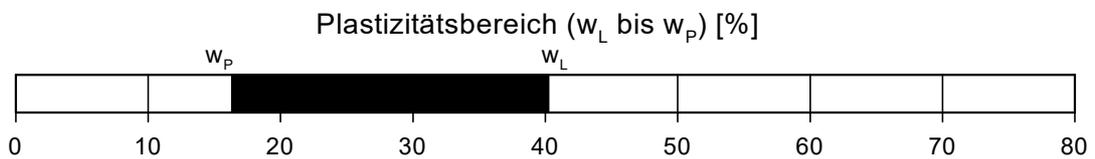
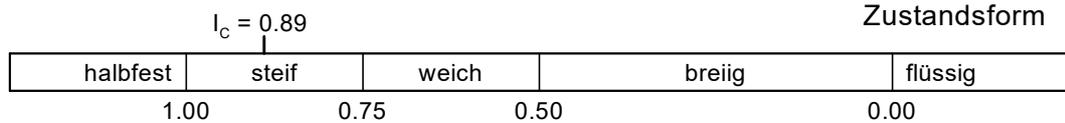
Art der Entnahme: BP

Bodenart: TM

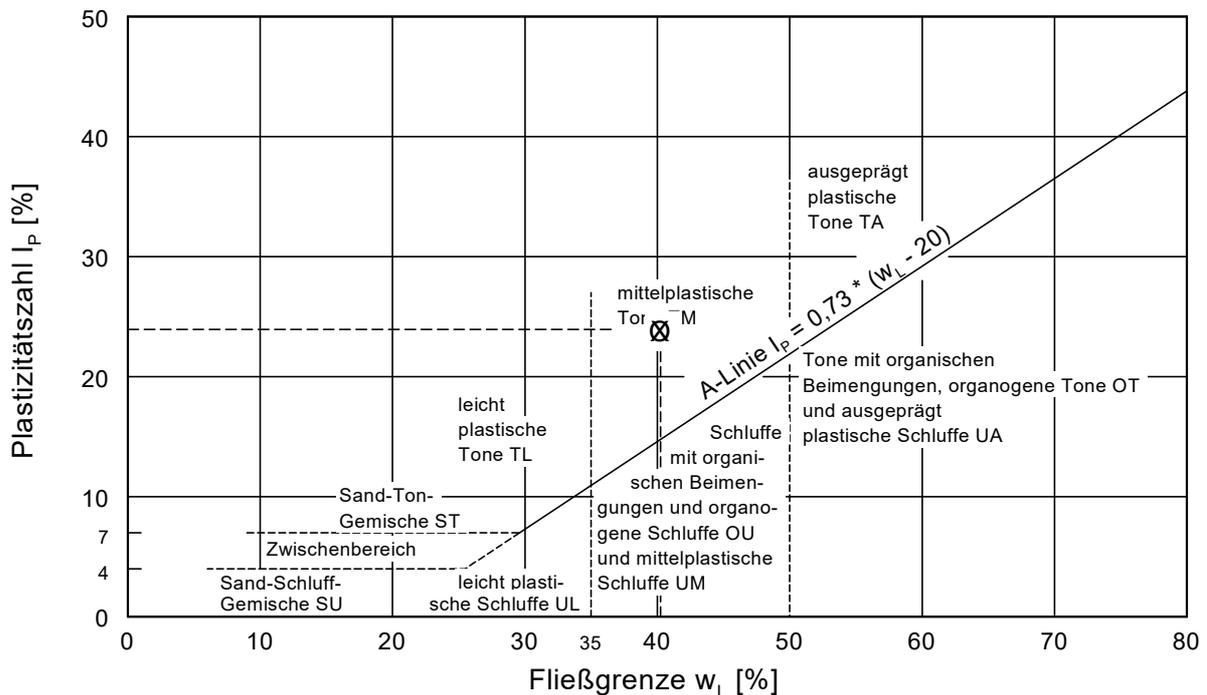
Probe entnommen am: 26.09.2019



Wassergehalt  $w = 18.9\%$   
 Fließgrenze  $w_L = 40.2\%$   
 Ausrollgrenze  $w_P = 16.3\%$   
 Plastizitätszahl  $I_P = 23.9$   
 Konsistenzzahl  $I_C = 0.89$



### Plastizitätsdiagramm



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

Bearbeiter: MSchw

Datum: 10.10.2019

# Körnungslinie

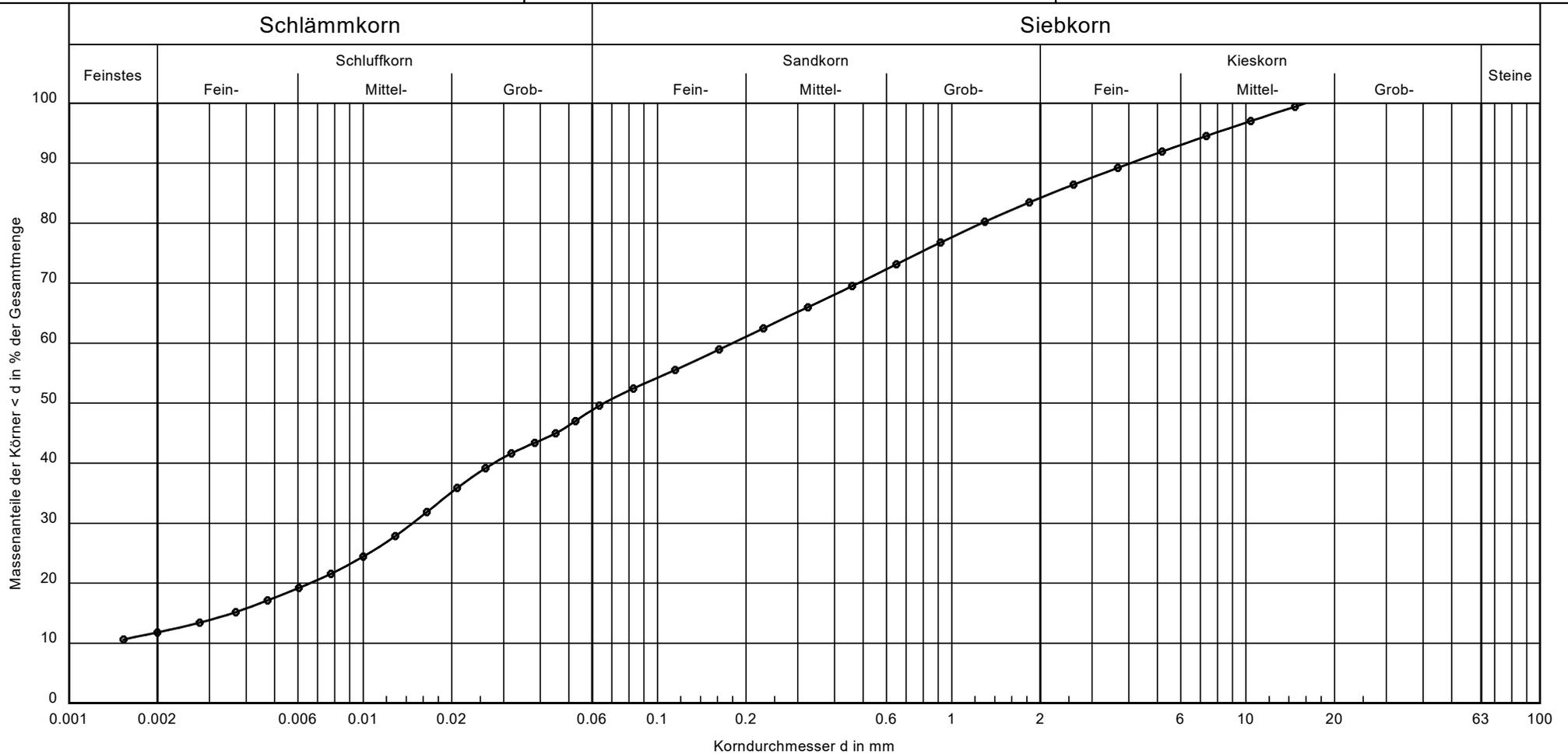
BV Gemeinde Sigmaringendorf, Erschließung Baugebiet "Laizer Öschle 2"  
 in 72844 Sigmaringen

Prüfungsnummer: 1

Probe entnommen am: 26.09.2019

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Siebung und Schlämmlung



Bezeichnung:	—●—●—
Bodenart:	U, t', fs', ms', gs', fg', mg'
Entnahmestelle:	BK 1/19
Tiefe:	0,2 - 1,0 m
U/Cc:	-/-
k [m/s] [Mallet]:	$3.5 \cdot 10^{-8}$
T/U/S/G [%]:	11.8/37.7/34.7/15.8

Nach DIN 4022:  
 Schluff, stark sandig (U, s\*, g, t')  
 kiesig, schwach tonig

Bericht:  
 AZ 19 08 012  
 Anlage:  
 4.4

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

Bearbeiter: MSchw

Datum: 10.10.2019

# Körnungslinie

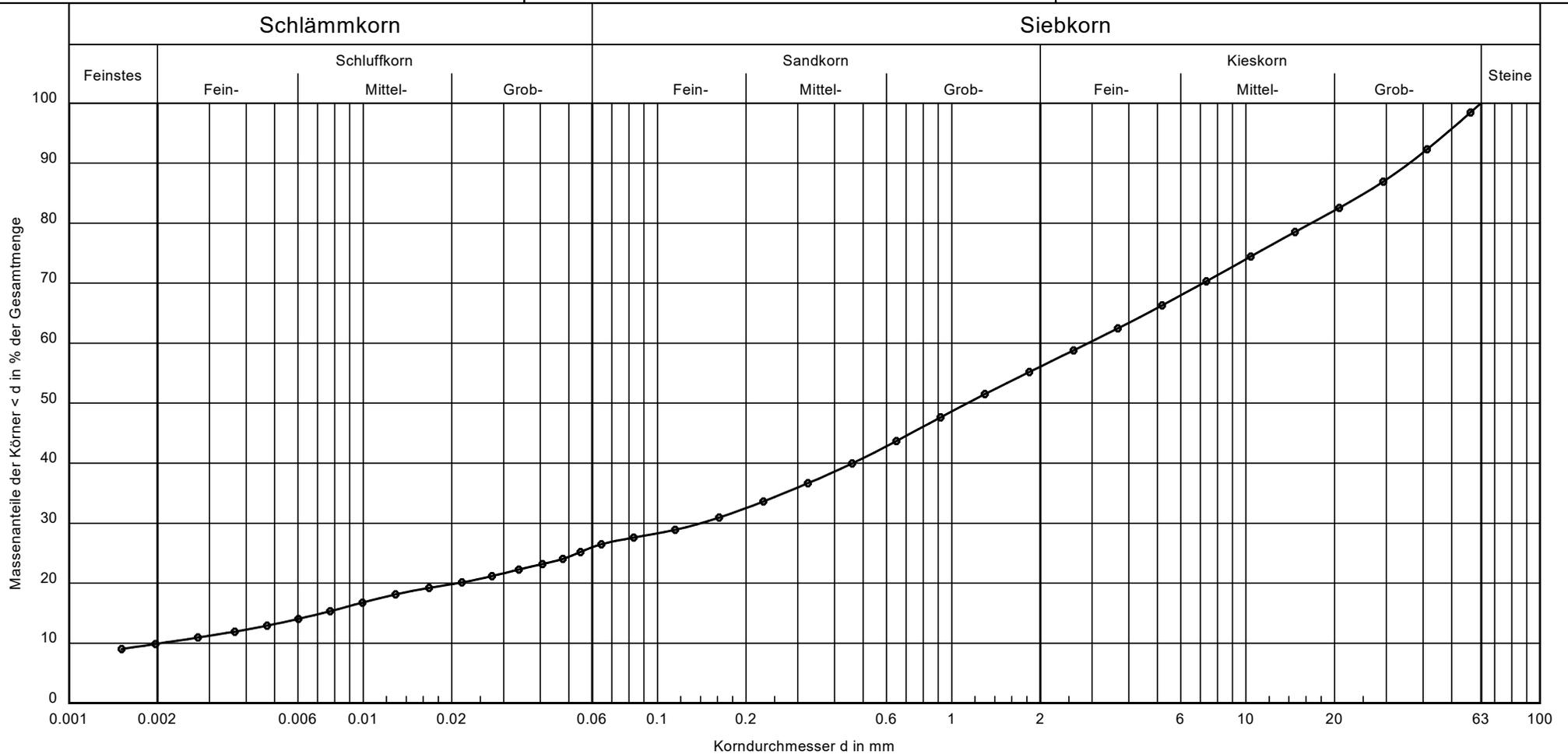
BV Gemeinde Sigmaringendorf, Erschließung Baugebiet "Laizer Öschle 2"  
 in 72844 Sigmaringen

Prüfungsnummer: 2

Probe entnommen am: 26.09.2019

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Siebung und Schlämmung



Bezeichnung:	—●—●—	Nach DIN 4022: Kies, sandig (G, s, u, t') schluffig, schwach tonig	Bericht: AZ 19 08 012 Anlage: 4.5
Bodenart:	G, u, t', fs', ms', gs'		
Entnahmestelle:	BK 2/19		
Tiefe:	2,0 - 3,0 m		
U/Cc:	1419.9/3.3		
k [m/s] [USBR]:	$5.0 \cdot 10^{-7}$		
T/U/S/G [%]:	9.9/16.4/29.8/43.9		

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

Bearbeiter: MSchw

Datum: 10.10.2019

# Körnungslinie

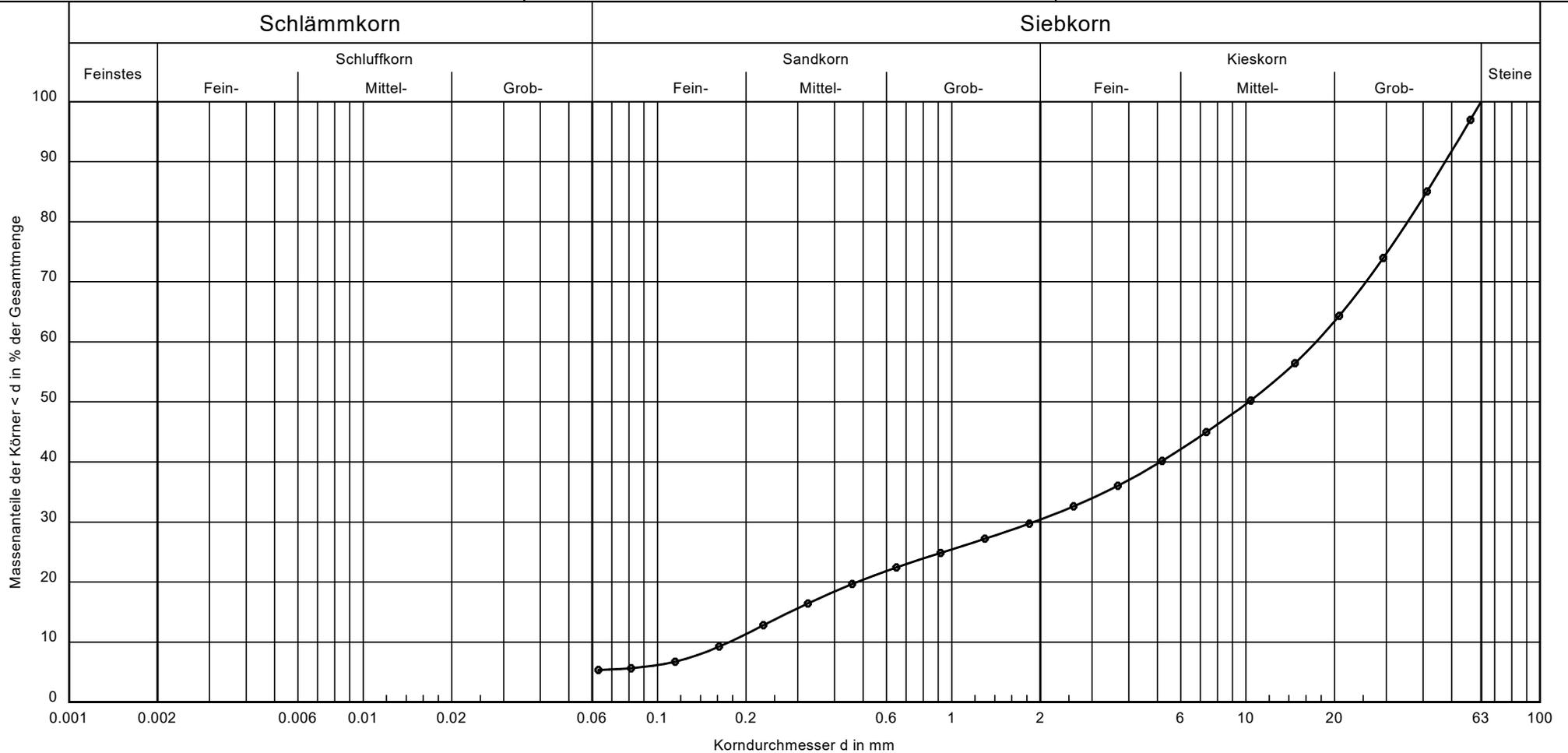
BV Gemeinde Sigmaringendorf, Erschließung Baugebiet "Laizer Öschle 2"  
 in 72844 Sigmaringen

Prüfungsnummer: 3

Probe entnommen am: 26.09.2019

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Siebung



Bezeichnung:	—●—●—
Bodenart:	G, u', fs', ms', gs'
Entnahmestelle:	BK 3/19
Tiefe:	1,1 - 2,0 m
U/Cc:	98.9/1.2
k [m/s] [Seiler]:	$6.7 \cdot 10^{-3}$
T/U/S/G [%]:	- /5.4/25.0/69.6

Nach DIN 4022:  
 Kies, sandig (G, s, u')  
 schwach schluffig

Bericht:  
 AZ 19 08 012  
 Anlage:  
 4.6

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

Bearbeiter: MSchw

Datum: 10.10.2019

# Körnungslinie

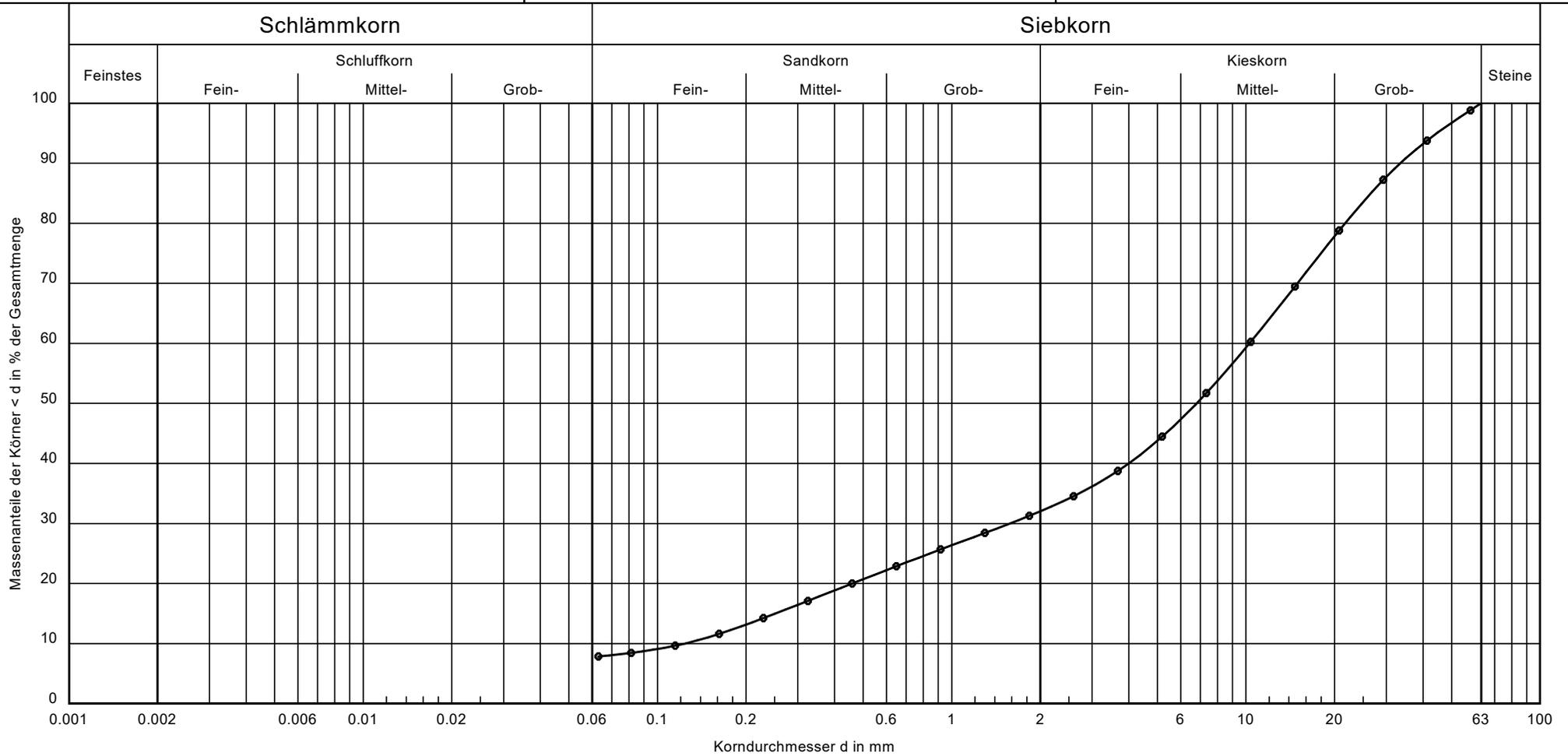
BV Gemeinde Sigmaringendorf, Erschließung Baugebiet "Laizer Öschle 2"  
 in 72844 Sigmaringen

Prüfungsnummer: 4

Probe entnommen am: 26.09.2019

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Siebung



Bezeichnung:	—●—●—
Bodenart:	G, u', fs', ms', gs'
Entnahmestelle:	BK 4/19
Tiefe:	3,0 - 4,0 m
U/Cc:	83.1/2.0
k [m/s] [Seiler]:	$3.4 \cdot 10^{-3}$
T/U/S/G [%]:	- /7.9/24.2/68.0

Nach DIN 4022:  
 Kies, sandig (G, s, u')  
 schwach schluffig

Bericht:  
 AZ 19 08 012  
 Anlage:  
 4.7

## Gesellschaft für Bohr- und Geotechnik

Maybachstraße 5, 88410 Bad Wurzach

Bestimmung des Glühverlusts nach DIN 18 128

BV Gemeinde Sigmaringendorf  
 Erschließung Baugebiet "Laizer Öschle 2"  
 in 72488  
 AZ 19 08 012

Probe entnommen am: 26.09.2019

Bearbeiter: MSchw

Bohrung Nr.	BK 2/19		
	1	2	3
Prüfungsnummer			
Entnahmetiefe [m]	2,0		
Ungeglühte Probe + Behälter [g]	36,24	26,88	26,04
Geglühte Probe+ Behälter [g]	36,05	26,64	25,77
Behälter [g]	30,63	18,89	18,47
Massenverlust [g]	0,19	0,24	0,27
Trockenmasse vor Glühen [g]	5,61	7,99	7,57
Glühverlust [-]	<b>0,034</b>	<b>0,030</b>	<b>0,036</b>
Glühverlust [%]	<b>3,4</b>	<b>3,0</b>	<b>3,6</b>
Mittelwert [%]	<b>3,32</b>		
Nach DIN EN ISO 14688-2	schwach organisch		

Bohrung Nr.	BK 4/19		
	1	2	3
Prüfungsnummer			
Entnahmetiefe [m]	1,0		
Ungeglühte Probe + Behälter [g]	27,57	25,79	18,87
Geglühte Probe+ Behälter [g]	27,21	25,44	18,62
Behälter [g]	19,92	19,22	13,68
Massenverlust [g]	0,36	0,35	0,25
Trockenmasse vor Glühen [g]	7,65	6,57	5,19
Glühverlust [-]	<b>0,047</b>	<b>0,053</b>	<b>0,048</b>
Glühverlust [%]	<b>4,7</b>	<b>5,3</b>	<b>4,8</b>
Mittelwert [%]	<b>4,95</b>		
Nach DIN EN ISO 14688-2	schwach organisch		

**Gesellschaft für Bohr- und Geotechnik**  
Maybachstraße 5, 88410 Bad Wurzach

*Bestimmung der Abrasivität nach NF P 18-579*

*BV Gemeinde Sigmaringendorf  
Erschließung Baugebiet "Laizer Öschle 2"  
in 72488  
AZ 19 08 012*

Probe entnommen am: 26.09.2019  
Bearbeiter: DSv

<b>Bohrung Nr.</b>	<b>BK1/19</b>
<b>Prüfungsnummer</b>	<b>1</b>
<b>Entnahmetiefe [m]</b>	3,0 - 4,0
<b>Masse der Probe [g]</b>	500,61
<b>Masse der Metallscheibe vor dem Versuch [g]</b>	45,99
<b>Masse der Metallscheibe nach dem Versuch [g]</b>	45,97
<b>Massenverlust der Metallscheibe durch Abrieb [g]</b>	0,02
<b>Abriebwert ABR [g/t]</b>	<b>40,0</b>
<b>Abrasivitätsbezeichnung</b>	<i>nicht abrasiv</i>
<b>Masse des Rückstandes auf dem 1,6 mm-Sieb</b>	288,6
<b>BR-Wert</b>	<b>42,4</b>
<b>Brechbarkeitsbezeichnung</b>	<i>mittelschwach</i>

**Sickerversuch (Schürfgrube)**

Verfahren zur orientierenden Bestimmung der Gebirgsdurchlässigkeit

 nach: Empfehlung E 1-4 des Arbeitskreises "Geotechnik der Deponiebauwerke"  
 der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V.)

Projekt-Nr.: AZ 19 08 012

 Projekt: BV Gemeinde Sigmaringendorf, Baugebieterschließung "Laizer Öschle 2"  
 in 72517 Sigmaringendorf

**Versuchsdaten Schurf**

Versuch: SG 1/19

Versuchsdatum: 23.09.2019

Bodenart: Kalkstein

Länge = 0,40 m

Breite = 0,50 m

Tiefe Sohle = 0,40 m

 Fläche Sohle = 0,2 m<sup>2</sup>

Bezugsradius = 0,25 m

Wasserhöhe bei Versuchsbeginn = 0,18 m

Wasserhöhe bei Versuchsende = 0 m

Nach Prinz:

$$k_f = \frac{2r \cdot \Delta h}{8 \cdot \Delta t \cdot h_m}$$

**Versuchsauswertung**

Zeit [s]	$\Delta t$ [s]	Wasserstand [m ü. Sohle]	$\Delta h$ [m]	$h_m$ [m]	$k_f$ [m/s]
0		0,18			
	300		0,03	0,17	3,82E-05
300		0,15			
	300		0,05	0,16	6,78E-05
600		0,10			
	600		0,03	0,17	1,91E-05
1200		0,07			
	600		0,03	0,17	1,91E-05
1800		0,04			
	180		0,04	0,16	8,76E-05
1980		0,00			
					<b>4,64E-05</b>

**Sickerversuch (Schürfgrube)**
**Verfahren zur orientierenden Bestimmung der Gebirgsdurchlässigkeit**
**nach: Empfehlung E 1-4 des Arbeitskreises "Geotechnik der Deponiebauwerke"  
 der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V.)**

Projekt-Nr.: AZ 19 08 012

 Projekt: BV Gemeinde Sigmaringendorf, Baugebieterschließung "Laizer Öschle 2"  
 in 72517 Sigmaringendorf

**Versuchsdaten Schurf**

Versuch: SG 2/19

Versuchsdatum: 23.09.2019

Bodenart: Kalkstein

Länge = 0,65 m

Breite = 1,00 m

Tiefe Sohle = 1,60 m

 Fläche Sohle = 0,65 m<sup>2</sup>

Bezugsradius = 0,45 m

Wasserhöhe bei Versuchsbeginn = 0,31 m

Wasserhöhe bei Versuchsende = 0,25 m

Nach Prinz:

$$k_f = \frac{2r \cdot \Delta h}{8 \cdot \Delta t \cdot h_m}$$

**Versuchsauswertung**

Zeit [s]	$\Delta t$ [s]	Wasserstand [m ü. Sohle]	$\Delta h$ [m]	$h_m$ [m]	$k_f$ [m/s]
0		0,31			
	600		0,01	0,31	6,21E-06
600		0,30			
	300		0,01	0,31	1,24E-05
900		0,29			
	300		0,01	0,31	1,24E-05
1200		0,28			
	600		0,02	0,30	1,26E-05
1800		0,26			
	600		0,01	0,31	6,21E-06
2400		0,25			
					<b>9,98E-06</b>