

# Anlage 6 zur Begründung

## Bauvorhaben

**Erschließung Baugebiet Nr. 54 "Gewerbegebiet Leifersberge",**

**Gemarkung: Halver, Flur: 10**

– Baugrunduntersuchung / Gründungsberatung –

### 1. Bericht

**Auftraggeber:**

Stadt Halver

über

Finger Bauplan GmbH

Herrn Volker Finger

Silmecke 47

59846 Sundern

**Sachverständige:**

Dr.-Ing. U. Höfer

Dipl.-Ing. S. Höfer

Datum: 15. Juli 2022

Bearb.-Nr.: 22247-BE-01

Dr. Hö/S.H./di

**Verteiler:**

Finger Bauplan GmbH,

Herr Volker Finger, 1 x + E-Mail

**Geotechnik-Institut-Dr. Höfer GmbH & Co. KG**

Geschäftsführer:

Dr. Ulrich Höfer, Sebastian Höfer, Matthias Höfer

Steuernr.: 315/5806/1402

Sitz: Dortmund

Handelsregister: AG Dortmund HRA 17085

Persönlich haftende Gesellschafterin:

Geotechnik-Institut-Dr. Höfer Verwaltungs GmbH

Sitz: Dortmund

Handelsregister: AG Dortmund HRB 22891

Tel.: 0231-399610-0

Fax: 0231-399610-29

info@gid-hoefer.de

www.gid-hoefer.de

Volksbank Dortmund

BIG GENODEM1DOR

IBAN DE55 4416 0014 3807 2000 00



Staatlich anerkannter  
Sachverständiger für  
Erd- und Grundbau  
Dr.-Ing. Ulrich Höfer

## Inhaltsverzeichnis

	<b>Seite</b>
<b>1. VORBEMERKUNGEN UND AUFGABENSTELLUNG</b>	<b>3</b>
<b>2. GEOTECHNISCHE KATEGORIE</b>	<b>5</b>
<b>3. BAUGRUND</b>	<b>5</b>
3.1 Geologie	5
3.2 Baugrundaufschlüsse	6
3.3 Schichtenfolge / Eindringwiderstände	6
3.4 Schichteinheiten/Bodenmechanische Eigenschaften	7
3.4.1 Allgemeines	7
3.4.2 Auffüllungen	8
3.4.3 Schluff, schwach tonig, feinsandig bis sandig, kiesig bis stark kiesig	9
3.4.4 Sand- und Tonstein, vollständig verwittert bis unverwittert	11
3.5 Zusammenstellung der bodenmechanischen Kennwerte und Bodenklassifizierungen	13
<b>4. GRUNDWASSER</b>	<b>14</b>
<b>5. ERDARBEITEN</b>	<b>15</b>
<b>6. HOMOGENBEREICHE</b>	<b>17</b>
<b>7. FAZIT</b>	<b>18</b>
<b>8. ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b>	<b>19</b>
<b>9. TABELLENVERZEICHNIS</b>	<b>19</b>

## 1. VORBEMERKUNGEN UND AUFGABENSTELLUNG

Die Stadt Halver, beabsichtigt in Halver auf dem Areal der Gemarkung Halver, Flur 10, die Erschließung des Baugebietes Nr. 54, "Gewerbegebiet Leifersberge", wobei die Zuwegung über die Oststraße vorgesehen ist.

Das zur Baureifmachung vorgesehene Grundstück muss aufgrund der vorhandenen Geländetopografie für die geplante Nutzung umfangreich terrassiert werden. Der Planung, Variante 1, zufolge finden auf einer Gesamtfläche von etwa 102.327 m<sup>2</sup> Erdarbeiten statt, wobei die Auftragsfläche 57.422 m<sup>2</sup> und die Abtragsfläche 44.905 m<sup>2</sup> beträgt.

Insgesamt sollen während der Terrassierungsarbeiten sukzessive auf der Kuppe 162.000 m<sup>3</sup> Boden/Felsgestein abgetragen und talseitig 186.000 m<sup>3</sup> wieder eingebaut werden. Den zur Verfügung gestellten Querprofilen zufolge ist im Bereich der Station 0+250.00 ein Abtrag in einer Schichtstärke von bis zu 7,20 m vorgesehen.

Im Zuge der Geländemodellierung sollen umlaufend Böschungen mit einer Böschungsneigung von bis zu 1:2 entstehen.

Ergänzend ist dem Ingenieurbüro Geotechnik-Institut-Dr.Höfer GmbH & Co. KG die Planungsvariante 3 zur Verfügung gestellt worden. Der Variante 3 zufolge ist eine Böschungsneigung von 1:1,7, idealisiert 1:1,5, mit Berme vorgesehen.

Zum besseren Überblick über die etwaige Lage der geplanten Baumaßnahme ist nachfolgend ein Auszug aus OpenStreetMap dargestellt:

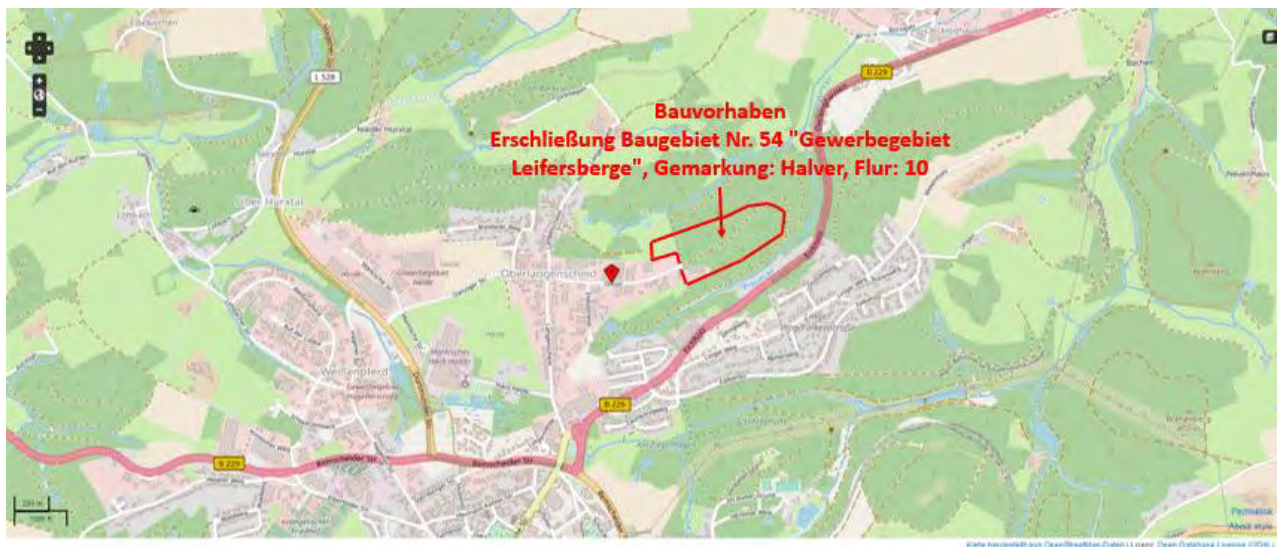


Abbildung 1:Auszug aus OpenStreetMap

Quelle: [1]

Die Stadt Halver hat das Ingenieurbüro Geotechnik-Institut-Dr.Höfer GmbH & Co. KG über die Finger Bauplan GmbH, Sundern, beauftragt, für die geplante Erschließungsmaßnahme eine Baugrunduntersuchung und eine gründungstechnische Beratung durchzuführen.

Für die Bearbeitung wurden dem Ingenieurbüro Geotechnik-Institut-Dr.Höfer GmbH & Co. KG folgende Unterlagen in digitaler Form zur Verfügung gestellt:

- Lageplan, Variante 1 im Maßstab 1:1000, stand Mai 2022, erstellt von der Finger Bauplan GmbH, Sundern,
- Längsschnitt, Variante 1 im Maßstab 1:1000, stand Mai 2022, erstellt von der Finger Bauplan GmbH, Sundern,
- Querprofile, Variante 1 im Maßstab 1:1000, stand Mai 2022, erstellt von der Finger Bauplan GmbH, Sundern.

Folgende Normen und Regelwerke wurden im Rahmen des Gutachtens verwendet:

- DIN ISO 22476-2, Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Felduntersuchungen - Teil 2: Rammsondierungen, März 2012,
- DIN 14688-1, Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden - Teil 1: Benennung und Beschreibung, Dezember 2013,
- DIN 1054, Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1, Dezember 2012,
- DIN 18196, Erd- und Grundbau - Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke, Mai 2011,
- DIN 18122-1, Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Zustandsgrenzen (Konsistenzgrenzen) - Teil 1: Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze, Juli 1997,
- DIN 18123, Baugrund, Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung der Korngrößenverteilung, April 2011,
- DIN 18300, VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Erdarbeiten, September 2012,
- DIN 18301, VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Bohrarbeiten, Stand September 2012,
- LAGA Mitteilung 20, Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen - Technische Regeln, Stand November 2003,
- VOB Ausgabe 2019.

Die Ergebnisse der Baugrunduntersuchung und der baugrundtechnischen Beurteilung sind in dem vorliegenden Gutachten enthalten.

## **2. GEOTECHNISCHE KATEGORIE**

Angesichts der vorhandenen hydrogeologischen und geologischen Verhältnisse, der vorliegenden Bauwerksbeschreibungen sowie den Einstufungsmerkmalen des Anhangs AA des Normenhandbuchs EC 7, Band 1, wurde bei der Planung der geotechnischen Erkundung für das vorgesehene Projekt von der Geotechnischen Kategorie GK 2 (Baumaßnahme mit mittlerem Schwierigkeitsgrad) ausgegangen.

## **3. BAUGRUND**

### **3.1 Geologie**

Nach der Geologischen Karte von Nordrhein-Westfalen, Blatt 4710, Dortmund, herausgegeben vom Geologischen Landesamt NRW, stehen im Raum Halver in anthropogen unbeeinflussten Bereichen in der oberflächennahen Zone über dem Grundgebirge pleistozäne Lösslehme an, die Mächtigkeiten von bis zu ca. 1 m bis 2 m aufweisen.

Das Grundgebirge wird aus Tonstein und Sandstein sowie Kalksteinlinsen des Mitteldevons gebildet. In der oberflächennahen Zone ist der Ton- und Sandstein z. T. stark verwittert bis verwittert und entspricht einem stückigen Gestein mit einem hohen Durchtrennungsgrad.

In der Regel weist die Verwitterungszone eine Mächtigkeit von 1 m bis 2 m auf. Darunter steht der Ton- und Sandstein i. d. R. in kompaktem und gering klüftigem Gefüge an.

Die quartären Schluffe weisen eine geringe Durchlässigkeit in einer Größenordnung von  $k_f = 10^{-7}$  m/s bis  $k_f = 10^{-8}$  m/s auf. Die Verwitterungszone des Tonsteins ist durch einen unterschiedlich hohen Durchtrennungsgrad gekennzeichnet, so dass die  $k_f$ -Werte erfahrungsgemäß zwischen  $k_f = 10^{-6}$  m/s und  $k_f = 10^{-7}$  m/s schwanken.

### **3.2 Baugrundaufschlüsse**

Zur Erkundung der Schichtenfolge des Baugrundes wurden vom Ingenieurbüro Geotechnik-Institut-Dr.Höfer GmbH & Co. KG im Rahmen der Baugrunduntersuchung 12 Rammkernsondierungen bis zu einer Tiefe von 0,80 m bzw. 2,00 m (Endteufen der Sondierungen) abgeteuft.

Aufgrund der vorhandenen Gesteinsfestigkeiten war kein weiterer Sondierfortschritt möglich. Die Rammkernsondierungen wurden in den Bereichen der Abtrags- sowie Auftragsflächen abgeteuft.

Die Lagen der Sondieransatzpunkte gehen aus dem beigefügten Lageplan, Anlage 1/1, hervor. Die Ergebnisse der Baugrundaufschlüsse sind in Form von Schichtprofilen der Anlage 1/2 zu entnehmen.

Die Höhen der Sondieransatzpunkte wurden vom Ingenieurbüro Geotechnik-Institut-Dr.Höfer GmbH & Co. KG auf einen in der Oststraße gelegenen Kanaldeckel mit der Bezugshöhe von + 389,68 m NHN eingemessen.

### **3.3 Schichtenfolge / Eindringwiderstände**

Nach dem Ergebnis der Baugrundaufschlüsse wurden im Untersuchungsbereich im Einzelnen folgende Bodenschichten angetroffen:

0 bis 0,10 m	Schwarzdecke (RKS 5)
0 bis 0,10 m/0,50 m	Auffüllungen (Hangschutt, Mineralstoffgemische, Bauschutt sowie umgelagerte Schluffe)
bis 0,60 m	Schluff, schwach tonig, schwach sandig, schwach kiesig
bis > 0,80 m/> 2,00 m (Endteufen der Sondierungen)	Sand- und Tonstein, vollständig verwittert bis angewittert

Die Rammkernsondierungen wurden in den Bereichen der Abtrags- sowie Auftragsflächen abgeteuft.

Ausschließlich im Bereich der Sondierung RKS 5 ist eine Oberflächenversiegelung, bestehend aus Asphalt in einer Stärke von etwa 0,10 m gegeben. Der gebundene Straßenaufbau wird in diesem Bereich bis in eine Tiefe von 0,50 m untere GOK von ungebundenem Straßenaufbau unterlagert, welcher sich aus Mineralstoffgemischen zusammensetzt.

In den übrigen Bereichen der Sondierungen stehen umgelagerte Böden in geringer Mächtigkeit an. Die Schichtstärken variieren zwischen 0,10 m und 0,20 m. Bei den umgelagerten Böden handelt es sich überwiegend um Hangschutt und z. T. um Bauschutt sowie umgelagerte Schluffe.

Im Bereich der Sondierung RKS 10 stehen in der oberflächennahen Bodenzone bis in eine Tiefe von 0,60 m unter Geländeniveau schwach tonige, schwach sandige, schwach kiesige Schluffe an.

Sowohl die gering mächtigen Auffüllungen als auch die gering mächtigen Schluffe werden bis in eine Tiefe von 0,80 m bzw. 2,00 m unter GOK von verwittertem bis angewittertem Sand- und Tonstein unterlagert.

Aufgrund der Gesteinsfestigkeiten war kein weiterer Sondierfortschritt möglich.

Grundsätzlich bleibt festzuhalten, dass der Verwitterungshorizont des Felsgesteins im Abtragsbereich geringfügig weniger mächtig ist als der Verwitterungshorizont im Auftragsbereich.

### **3.4 Schichteinheiten/Bodenmechanische Eigenschaften**

#### **3.4.1 Allgemeines**

Die im Zuge der Baugrunderkundung angetroffenen Boden- und Felshorizonte werden im Rahmen dieses Gutachtens in folgende Schichteinheiten unterteilt:

- **A/1:           Auffüllungen, grob- und gemischtkörnig**
- **A/2:           Auffüllungen, bindig/feinkörnig**
- **U/1:           Schluffe**
- **Sst,Tst/1:     Sand- und Tonstein, vollständig verwittert bis verwittert**
- **Sst,Tst/2:     Sand- und Tonstein, angewittert**
- **Sst,Tst/3:     Sand- und Tonstein, kompakt**

Die Beschreibung der Schichteinheiten kann den Kapiteln 3.4.2 bis 3.4.4 entnommen werden. Die Einteilung der Homogenbereiche geht aus dem Kapitel 6 hervor.

### **3.4.2 Auffüllungen**

Schichteinheiten für Zuordnung in

Homogenbereiche gemäß VOB Ausgabe 2019:

**Schichteinheit A/1:**

Auffüllungen (Grob- und gemischtkörnige Auffüllungen, bestehend aus Hangschutt, Mineralstoffgemischen und Bauschutt)

**Schichteinheit A/2:**

Auffüllungen (Umgelagerte Schluffe)

Ausschließlich im Bereich der Sondierung RKS 5 ist eine Oberflächenversiegelung, bestehend aus Asphalt in einer Stärke von etwa 0,10 m gegeben. Der gebundene Straßenaufbau wird in diesem Bereich bis in eine Tiefe von 0,50 m untere GOK von ungebundenen Straßenaufbau unterlagert, welcher sich aus Mineralstoffgemischen zusammensetzt.

In den übrigen Bereichen der Sondierungen stehen umgelagerte Böden in geringer Mächtigkeit an. Die Schichtstärken variieren zwischen 0,10 m und 0,20 m. Bei den umgelagerten Böden handelt es sich überwiegend um Hangschutt und z. T. um Bauschutt sowie umgelagerte Schluffe.

Die grob- und gemischtkörnigen Auffüllungen, bestehend aus Hangschutt, Mineralstoffgemischen und Bauschutt sind der Schichteinheit A/1 und die bindigen Auffüllungen, bestehend aus umgelagerten Schluffen der Schichteinheit A/2 zuzuweisen.

Die umgelagerten Schluffe entsprechen gemäß DIN 18 196 den Bodengruppen SU, SU\* und UL, wobei die grob- und gemischtkörnigen Auffüllungen gemäß DIN 18 196 i. d. R. den Bodengruppen GE, GI und GW zugewiesen werden können.

Stellenweise ist in den grobkörnigen Auffüllungen mit Einlagerungen von Steinen der Korngrößen > 63 mm bis 200 mm und Blöcken der Korngrößen > 200 mm bis 630 mm in Größenordnungen von jeweils bis zu ca. 10 Gew.-% zu rechnen.

Erfahrungsgemäß sind die grob- und gemischtkörnigen Auffüllungen als abrasiv – medium abrasive – bis sehr abrasiv – very abrasive – und die umgelagerten Schluffe als schwach abrasiv - slightly abrasive - einzustufen.

Das Verklebungspotenzial der angetroffenen umgelagerten Schluffe ist erfahrungsgemäß als mittel einzustufen.

Die charakteristischen bodenmechanischen Kennwerte können geschätzt wie folgt angegeben werden:

**Auffüllungen, grob- und gemischtkörnig:**

Steifemodul	$E_s$	= 20 – 120 MN/m <sup>2</sup>
Wichte des feuchten Bodens	$\gamma_k$	= 20 kN/m <sup>3</sup>
Wichte des Bodens unter Auftrieb	$\gamma_k'$	= 10 kN/m <sup>3</sup>
Reibungswinkel des dränierten Bodens	$\varphi_k'$	= 32,5°-35°
Kohäsion des dränierten Bodens	$c_k'$	= 0 kN/m <sup>2</sup>

**Auffüllungen, bindig/feinkörnig:**

Steifemodul	$E_s$	= 5 – 15 MN/m <sup>2</sup>
Wichte des feuchten Bodens	$\gamma_k$	= 19 – 20 kN/m <sup>3</sup>
Wichte des Bodens unter Auftrieb	$\gamma_k'$	= 9 – 10 kN/m <sup>3</sup>
Reibungswinkel des dränierten Bodens	$\varphi_k'$	= 27,5° – 30°
Kohäsion des dränierten Bodens	$c_k'$	= 0 kN/m <sup>2</sup>

**3.4.3 Schluff, schwach tonig, feinsandig bis sandig, kiesig bis stark kiesig**

Schichteinheit für Zuordnung in

Homogenbereiche gemäß VOB Ausgabe 2019: **Schichteinheit U/1:**  
Schluff

Ausschließlich im Bereich der Sondierung RKS 10 stehen in der oberflächennahen Bodenzone bis in eine Tiefe von 0,60 m unter Geländeniveau schwach tonige, feinsandige bis sandige, kiesige bis stark kiesige Schluffe an.

Die schluffigen Böden der Schichteinheit U/1 stehen ausschließlich partiell sowie oberflächennah über dem Sand- und Tonstein an.

Zur qualifizierten bodenmechanischen Beurteilung des Bodens und zur Klassifizierung nach DIN EN ISO 14 688 bzw. DIN 18 196 wurden im Labor des Ingenieurbüros GID GmbH & Co. KG für die Schluffe stichprobenartig eine Körnungslinie gemäß DIN 18 123 ermittelt. Das Ergebnis kann der beigefügten Anlage 1/3 entnommen werden.

Demnach weisen die Schluffe einen Schlämmkornanteil ( $\leq 0,06$  mm Korngröße) in der Größenordnung von etwa 87,3 Gew.-% auf, wobei ein Feinstkornanteil von 5,5 Gew.-% festgestellt worden ist. Der Sandkornanteil beläuft sich auf ca. 5,5 Gew.-%. Die Kieskornfraktion ist mit 7,2 Gew.-% festgestellt worden.

Der natürliche Wassergehalt der untersuchten Schluffe beträgt etwa  $w = 25,03$  %.

Im wassergesättigten Zustand sind die Schluffe stark bewegungsempfindlich, so dass dynamische Beanspruchungen zu vermeiden sind.

Nach den Klassifizierungsrichtlinien der DIN 18 196 sind die Schluffe i. d. R. der Bodengruppe UL zuzuordnen und als leicht plastisch zu bezeichnen.

Erfahrungsgemäß ist das Verklebungspotenzial der angetroffenen Schluffe aufgrund der Konsistenzen und der Tongehalte als gering bis mittel einzustufen, wobei diese als kaum abrasiv - not very abrasive - bis schwach abrasiv - slightly abrasive – einzustufen sind.

Im Zuge des Umlagerungsverfahrens werden die oberflächennah anstehenden, dünnen Schluffschichten mit dem verwitterten Fels in einem Arbeitsschritt abgetragen, so dass durch die Vermischung der Wiedereinbau ohne Bindemittelstabilisierung erfolgen kann.

Grundsätzlich ist darauf zu achten, dass aufgrund des gegebenen Bewuchses keine organischen Nebenbestandteile in den Aushub- bzw. Einbauböden von  $V_{gl} > 5$  % vorhandenen sind.

Die durchwurzelten Schichten sind vorab vollständig abzutragen. Im Anschluss können die Böden in Abhängigkeit der Kornstruktur und der Wassergehalte ausgesiebt und die größeren Wurzeln separiert werden.

Grundsätzlich muss bei organischen bis stark organischen Einlagerungen mit erheblichen Langzeitsetzungen durch Eigenkonsolidierung gerechnet werden.

Humose Gehalte von bis zu ca.  $V_{gl} \leq 5$  % sind in Bezug auf Setzungen nahezu vernachlässigbar.

Die charakteristischen bodenmechanischen Kennwerte können geschätzt wie folgt angegeben werden:

### Schluff:

Steifemodul	$E_s$	= 10 - 20 MN/m <sup>2</sup>
Wichte des feuchten Bodens	$\gamma_k$	= 20 kN/m <sup>3</sup>
Wichte des Bodens unter Auftrieb	$\gamma'_k$	= 10 kN/m <sup>3</sup>
Reibungswinkel des dränierten Bodens	$\varphi^1_k$	= 27,5°
Kohäsion des dränierten Bodens	$c^1_k$	= 5 kN/m <sup>2</sup>
Durchlässigkeitskoeffizient	$k_f$	= 5x10 <sup>-7</sup> -1x10 <sup>-8</sup> m/s

### 3.4.4 Sand- und Tonstein, vollständig verwittert bis unverwittert

Schichteinheit für Zuordnung in

Homogenbereiche gemäß VOB Ausgabe 2019:

**Schichteinheit Sst,Tst/1:**

Sand- und Tonstein, vollständig verwittert

**Schichteinheit Sst,Tst/2:**

Sand- und Tonstein, angewittert

**Schichteinheit Sst,Tst/3:**

Sand- und Tonstein, unverwittert

Auf der Fläche steht als Grundgebirge Ton- und Sandstein des Oberkarbons an. Der Sand- und Tonstein wurde im Untersuchungsbereich in Tiefen ab etwa 0,10 m bzw. 0,60 m unterhalb des Geländeneiveaus angetroffen.

Der bodenmechanischen Beurteilung der gewonnenen Bodenproben zufolge weist der Sand- und Tonstein der Schichteinheit Sst,Tst/1 am Schichtbeginn eine ca. 0,50 m bis 1,50 m mächtige Verwitterungsschicht auf, in der das Gebirge durch den Verwitterungsvorgang als stark brüchig einzustufen ist.

Zur Bestimmung der Korngrößenzusammensetzungen wurden im bodenmechanischen Labor des Ingenieurbüros Geotechnik-Institut-Dr.Höfer GmbH & Co. KG von dem vollständig verwitterten bis verwitterten Felsgestein insgesamt sieben Kornverteilungskurven gemäß DIN 18 123 durchgeführt.

Die Körnungslinien zeigen, dass die stark verwitterten bis verwitterten Sand- und Tonsteine Feinkornanteile ( $\leq 0,063$  mm Korngröße) in Größenordnungen von 5,0 Gew.-% bis 45,4 Gew.-% aufweisen, wobei der Fein- bis Grobkornanteil am Sandkorn im Schwankungsbereich von 8,4 Gew.-%

bis 15,8 Gew.-% liegt. Der Massenanteil an Kieskorn liegt im Schwankungsbereich von etwa 44,6 Gew.-% bis 83,6 Gew.-%, siehe Anlagen 1/4 bis 1/6.

Gemäß DIN 18 196 ist der vollständig verwitterte Sand- und Tonstein den Bodengruppen GU und G $\bar{U}$  zuzuordnen und als Kies-Schluff-Gemisch zu bezeichnen.

Demzufolge sind gemäß ZTV A-Stb 97 Einstufungen in die Verdichtbarkeitsklassen V 1 und V 2 gegeben. Gemäß ATV-DVWK-A 127 ist der Verwitterungshorizont des Felsgesteins als schwach bindiger Boden/Kies (GU) bzw. bindiger Mischboden (G $\bar{U}$ ) zu bezeichnen und den Gruppen G 2 und G 3 zuzuordnen, so dass diese aus baugrundtechnischen Gesichtspunkten für den Wiedereinbau mittels Vibrationswalze geeignet sind.

Ab einer Tiefe von etwa 1,50 m bis 2,50 m geht der Sand- und Tonstein zunächst in den angewitterten Zustand über und entspricht der Schichteinheit Sst,Tst/2.

Mit zunehmender Tiefe geht der Sand- und Tonstein in einen unverwitterten Zustand über, wobei in der Übergangszone stark verwitterte Partien in dm-Stärke zwischengeschaltet sein können.

Voraussichtlich steht der unverwitterte Sand- und Tonstein ab einer Tiefe von etwa 1,50 m bis 2,50 m unter Geländeoberfläche an.

Erfahrungsgemäß schwanken die einaxialen Druckfestigkeiten des unverwitterten Sandsteins – Schichteinheit Sst,Tst/3 – in den Größenordnungen von etwa  $\sigma_c = 50 \text{ MN/m}^2$  bis  $\sigma_c = 200 \text{ MN/m}^2$ .

Die einaxialen Druckfestigkeiten des unverwitterten Tonsteins – Schichteinheit Sst,Tst/3 – sind vergleichsweise geringer und schwanken erfahrungsgemäß im Bereich von etwa  $\sigma_c = 40 \text{ MN/m}^2$  bis  $\sigma_c = 100 \text{ MN/m}^2$ .

Im unverwitterten Zustand ist der Sandstein auch mit Meißeln stellenweise schwer zu lösen, da er sich kaum durch Keilwirkung, wie z.B. beim Tonstein, abspalten lässt.

Mit zunehmender Tiefe nimmt die Klüftigkeit des Felsens stark ab und ist im unverwitterten Zustand nur noch vereinzelt vorhanden.

Die charakteristischen felsmechanischen Kennwerte können für den vollständig verwitterten bis unverwitterten Sand- und Tonstein - im unverwitterten Zustand bezogen auf das Trennflächengefüge - wie folgt angegeben werden:

**Sand- und Tonstein, vollständig verwittert bis stark verwittert:**

Steifemodul	$E_s$	= 20-40 MN/m <sup>2</sup>
Wichte des feuchten Bodens	$\gamma_k$	= 20 kN/m <sup>3</sup>
Wichte des Bodens unter Auftrieb	$\gamma'_{k}$	= 10 kN/m <sup>3</sup>
Reibungswinkel des dränierten Bodens	$\varphi'_{k}$	= 27,5°
Kohäsion des dränierten Bodens	$c'_{k}$	= 5 kN/m <sup>2</sup>

**Sand- und Tonstein, verwittert bis angewittert:**

Steifemodul	$E_s$	= 40-80 MN/m <sup>2</sup>
Wichte des feuchten Bodens	$\gamma_k$	= 20 kN/m <sup>3</sup>
Wichte des Bodens unter Auftrieb	$\gamma'_{k}$	= 10 kN/m <sup>3</sup>
Reibungswinkel des dränierten Bodens	$\varphi'_{k}$	= 30°
Kohäsion des dränierten Bodens	$c'_{k}$	= 5 kN/m <sup>2</sup>
Durchlässigkeitskoeffizient	$k$	= 5x10 <sup>-6</sup> -1x10 <sup>-7</sup> m/s

**Sand- und Tonstein, angewittert bis unverwittert:**

Steifemodul	$E_s$	= 80-≥ 150 MN/m <sup>2</sup>
Wichte des feuchten Bodens	$\gamma_k$	= 21 kN/m <sup>3</sup>
Wichte des Bodens unter Auftrieb	$\gamma'_{k}$	= 11 kN/m <sup>3</sup>
Reibungswinkel des dränierten Bodens	$\varphi'_{k}$	= 35°
Kohäsion des dränierten Bodens	$c'_{k}$	= 20 kN/m <sup>2</sup>
Durchlässigkeitskoeffizient	$k$	= 1x10 <sup>-7</sup> -1x10 <sup>-8</sup> m/s

**3.5 Zusammenstellung der bodenmechanischen Kennwerte und Bodenklassifizierungen**

Die Bodenkennwerte und die Klassifizierungen nach Schichteinheiten und DIN 18 300 sowie DIN 18 196 lassen sich tabellarisch wie folgt zusammenfassen, siehe nachfolgende Tabelle 2:

**Tabelle 1: Bodenkennwerte und die Klassifizierungen nach DIN 18 300 sowie DIN 18 196**

Boden- und Felsarten	$E_s$ (MN/m <sup>2</sup> )	$\gamma_k$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma'_k$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\varphi^i_k$ (°)	$c^i_k$ (kN/m <sup>2</sup> )	Schichteinheit	Bodengruppe DIN 18 196
Auffüllungen, grob- und gemischtkörnig	20-120	20	10	32,5-35	0	A/1	A[GI, GU, GE, GW, GU*]
Auffüllungen, bindig/feinkörnig	5-15	19-20	9-10	27,5-30	0	A/2	A[SU*, SE, SU, UL, ST]
Schluffe	10-20	20	10	27,5	5	U/1	<b>UL</b>
Sand- und Tonstein, stark verwittert bis ver- wittert	20-40	20	10	27,5	5	Sst,Tst/1	SU, <b>GU</b> , <b>GU*</b>
Sand- und Tonstein, verwittert bis angewittert	40-80	20	10	32,5	5	Sst,Tst/2	---
Sand- und Tonstein, angewittert bis unverwit- tert	80-≥ 150	21	11	35	20	Sst,Tst/3	---

Die angegebene Schichtenfolge des Baugrundes bezieht sich auf die durchgeführten punktuellen Aufschlüsse. Abweichungen können nicht völlig ausgeschlossen werden. Grundsätzlich sind die Baugrundverhältnisse im Zuge der Bauausführung entsprechend der DIN EN 1997-2/2.5.2 abschließend zu überprüfen.

#### **4. GRUNDWASSER**

Im Zuge der ausgeführten Rammkernsondierungen wurden bis in eine Tiefe von 2,00 m unter GOK keine vernässten Boden- bzw. Felshorizonte angetroffen, welche auf Schichten- bzw. Hangwasserzutritt hindeuten.

Seitens des Ingenieurbüros Geotechnik-Institut-Dr.Höfer GmbH & Co. KG wird zur abschließenden Beurteilung der Grundwasserstände und im Hinblick auf die Planung des gesamten Baugebietes empfohlen, 2 Großbohrungen im Bereich der großen Abtragungshöhen abteufen zu lassen und zu Grundwassermessstellen auszubauen.

## **5. ERDARBEITEN**

Nach dem Abtrag des Waldbodens wird seitens des Ingenieurbüros Geotechnik-Institut-Dr.Höfer GmbH & Co. KG zur Erhöhung der Scherfestigkeiten empfohlen, die anstehenden Schluffböden im Auftragsbereich und insbesondere in den Böschungszonen vor dem Einbau der Umlagerungsböden mittels Branntkalk unter Zugabe von 3 Gew.-% zu stabilisieren.

Bei der Durchführung der Erdarbeiten ist zu beachten, dass die anstehenden Schluffe sowie der vollständig verwitterte Sand- und Tonstein im wassergesättigten Zustand stark bewegungsempfindlich sind. Aus diesem Grund sollten für die Erdarbeiten keine Baugeräte eingesetzt werden, die den Boden dynamisch beanspruchen. Der zu tätige Aushub wird zweckmäßigerweise mit einem Hydraulikbagger mit hoher Reißkraft vorgenommen.

Zur Vermeidung von Gefügezerstörungen, z. B. durch Befahren der Oberfläche, ist der Baugrubenaushub rückschreitend und abschnittsweise vorzunehmen.

Zur Gewährleistung einer einwandfreien Tragfähigkeit müssen die bindigen Böden und der verwitterte Sand- und Tonstein lagenweise in Schichtstärken von bis zu ca. 0,4 m (lockere Schüttlage) eingebaut und auf Verdichtungsgrade von  $D_{pr} \geq 100$  % der einfachen Proctordichte verdichtet werden.

Für die Verdichtungsarbeiten ist eine Schafffußwalze mit einem Arbeitsgewicht von > 20 t einzusetzen, wobei vier bis sechs Übergänge erforderlich werden.

Der Einbau der Böden ist ständig zu kontrollieren, wobei Untersuchungen mittels dynamischer sowie statischer Lastplattendruckversuche ausgeführt werden sollten, wobei Verformungsmoduli in Abhängigkeit vom eingebauten Boden von  $E_{v2} \geq 60$  MN/m<sup>2</sup> bis  $E_{v2} \geq 80$  MN/m<sup>2</sup> und Verhältniswerte von  $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$  erreicht werden müssen.

Des Weiteren ist im Einschnittbereich (Rammkernsondierungen RKS 5 bis RKS 8) ab einer Tiefe von voraussichtlich etwa 1,50 m angewitterter bis unverwitterter Sand- und Tonstein zu lösen.

Für den Aushub im Felshorizont ist ein Bagger mit hoher Reißkraft erforderlich. Des Weiteren ist nach derzeitigem Untersuchungsstand davon auszugehen, dass in erheblichem Maße Meißelarbeiten erforderlich werden.

Seitens des Ingenieurbüros Geotechnik-Institut-Dr.Höfer GmbH & Co. KG wird darauf hingewiesen, dass größere Felsblöcke, Kantenlängen von  $\geq 100$  mm vor dem Einbau durch eine Brecheranlage aufzubereiten und einer homogene Kornstruktur zuzuführen sind.

Für den Aushub im Fels sind grundsätzlich Mehrmassen zu berücksichtigen, da in Abhängigkeit von der Beschaffenheit des Felsgesteins Mehrausbrüche bei der Profilierung entstehen können.

Im Zuge der Geländemodellierung sollen umlaufend Böschungen mit einer Böschungsneigung von bis zu 1:2 – Variante 1 – entstehen.

Ergänzend ist dem Ingenieurbüro Geotechnik-Institut-Dr.Höfer GmbH & Co. KG die Planungsvariante 3 zur Verfügung gestellt worden. Der Variante 3 zufolge ist eine Böschungsneigung von 1:1,7, idealisiert 1:1,5, mit Berme vorgesehen.

Grundsätzlich wird seitens des Ingenieurbüros Geotechnik-Institut-Dr.Höfer GmbH & Co. KG davon ausgegangen, dass bei einer Aufbereitung der Felsbruchmaterialien mittels Brecheranlage Böschungsneigungen von 1:1,5 bis 1:2 möglich sind.

Grundsätzlich eignen sich gemäß ZTV A-StB 12 Bodenersatzmaterialien der Verdichtungsklasse V 1 für die Herstellung der Böschungen, so dass ein Gemisch aus schluffigem Felsbruch der Bodengruppen GW, GI, GE, SW, SI und SE (Kornanteil  $\leq 0,063$  mm < 15 Gew.-%) verwendet werden kann.

Im Zuge weiterer Detailplanungen werden gemäß VOB 2019 jedoch statische Standsicherheitsnachweise zu den Böschungen unter Berücksichtigung der jeweils geplanten Auflasten, z.B. Verkehrslasten erforderlich.

Ferner sind in Abhängigkeit der Ausnutzung des Grundstücks ggf. Lasten aus den geplanten Bauwerken zu berücksichtigen. Dies ist stark von der weiteren Planung und Anordnung der Baufelder abhängig.

Sollte im Zuge weiterer Detailplanung Standsicherheitsnachweise gewünscht sein, so bitten wir entsprechend um Benachrichtigung.

## 6. HOMOGENBEREICHE

Die Homogenbereiche sind im Sinne der VOB, Teil C (2019) für die Erdarbeiten (DIN 18300) wie folgt zu bilden:

- Auffüllungen: ERD-A,
- Quartär, gemischt und feinkörnige sowie grobkörnige Böden: ERD-B,
- Verwitterungszone Karbon: ERD-D,
- Festgestein Karbon, frisch, unverwittert: ERD-E.

Demnach ergeben sich die in der Tabelle 2 (Erdarbeiten) genannten Homogenbereiche.

**Tabelle 2: Homogenbereiche für Erdarbeiten**

Gewerk	Homogenbereiche	Schicht-einheiten	Anmerkungen
Erdarbeiten (DIN 18300)	ERD-A	A/1, A/2	<u>Auffüllungen:</u> Grob- und gemischtkörnige Auffüllungen, bestehend aus Hangschutt, Mineralstoffgemischen und Bauschutt (Grobkörnige Auffüllungen sowie Blöcke und Steine) sowie umgelagerten Schluffen
	ERD-B	U/1	<u>Gewachsene Böden:</u> Schluffe
	ERD-D	Sst,Tst/1 Sst,Tst/2	<u>Fels:</u> Stark verwitterter bis angewitterter Sand- und Tonstein
	ERD-E	Sst,Tst/3	<u>Fels:</u> Unverwitterter Sand- und Tonstein

Der **Homogenbereich ERD-A** beinhaltet alle bindigen und nicht bindigen, aufgefüllten Böden, z. T. bestehend aus Hangschutt, Mineralstoffgemischen und Bauschutt in der Kornfraktion Steine und Blöcke. Aufgrund der Felsbruchbestandteile sowie der Festigkeiten der Böden können erhebliche Erschwernisse beim Aushub auftreten. Ferner sind umgelagerte Schluffe zu konstatieren, wobei die Auffüllungen gering mächtig sind.

Die gewachsenen Schluffe sind dem **Homogenbereich ERD-B** zuzuordnen.

Der stark verwitterte bis angewitterte Sand- und Tonstein der Schichteinheiten Sst,Tst/1 und Sst,Tst/2 ist dem **Homogenbereich ERD-D** zuzuordnen. Bei den Ausschachtungsarbeiten wird ein Hydraulikbagger mit hoher Reißkraft erforderlich. Für die Erdarbeiten ist neben der höheren Festigkeit die hohe Abrasivität (bis zu stark abrasiv) zu beachten.

Im angewitterten bis unverwitterten Sand- und Tonstein der Schichteinheit Sst,Tst/3 ist mit hohen Druckfestigkeiten (z. T.  $\sigma_c > 100 \text{ MN/m}^2$ ) und mit hoher Abrasivität (bis zu extrem abrasiv) zu rechnen. Der kompakte Fels ist in den **Homogenbereich ERD-E** einzuordnen.

Im unverwitterten Sand- und Tonstein der Schichteinheit Sst,Tst/3 sind Meißelarbeiten erforderlich.

## **7. FAZIT**


Aufgrund der während der Baugrunderkundung festgestellten Gesteinsfestigkeiten war ab den Teufen von 0,80 m bzw. 2,00 m unter derzeitigem Geländeniveau kein weiterer Sondierfortschritt möglich. Somit sind zur vollständigen Beurteilung des Baugrundes keine ausreichenden Aufschlusstiefen gegeben.

Demzufolge wird Seitens des Ingenieurbüros Geotechnik-Institut-Dr.Höfer GmbH & Co. KG im Vorfeld weiterer Planungen und zur abschließenden Beurteilung des Felsgesteins empfohlen, unter gutachterlicher Begleitung großformatige Baggerschürfe anlegen zu lassen. Ziel der Baggerschürfe ist die Überprüfung der Lösbarkeit des Felsgesteins.

Ferner wird das Abteufen von mindestens 2 Großbohrungen zur Installation von Grundwassermessstellen empfohlen.


Seitens des GID wird darauf hingewiesen, dass die im Zuge der Erarbeiten auszuhebenden und ggf. zu entsorgenden Erdstoffe zur Klärung des Entsorgungsweges noch chemisch untersucht werden müssen.

Sollten weitere Fragen auftreten, bitten wir um Benachrichtigung.



(Dipl.-Ing. S. Höfer)

**Geotechnik-Institut-Dr.Höfer  
GmbH & Co. KG**



(Dr.-Ing. Höfer)

## **8. ABBILDUNGSVERZEICHNIS**

Abbildung 1: Auszug aus OpenStreetMap .....3

## **9. TABELLENVERZEICHNIS**

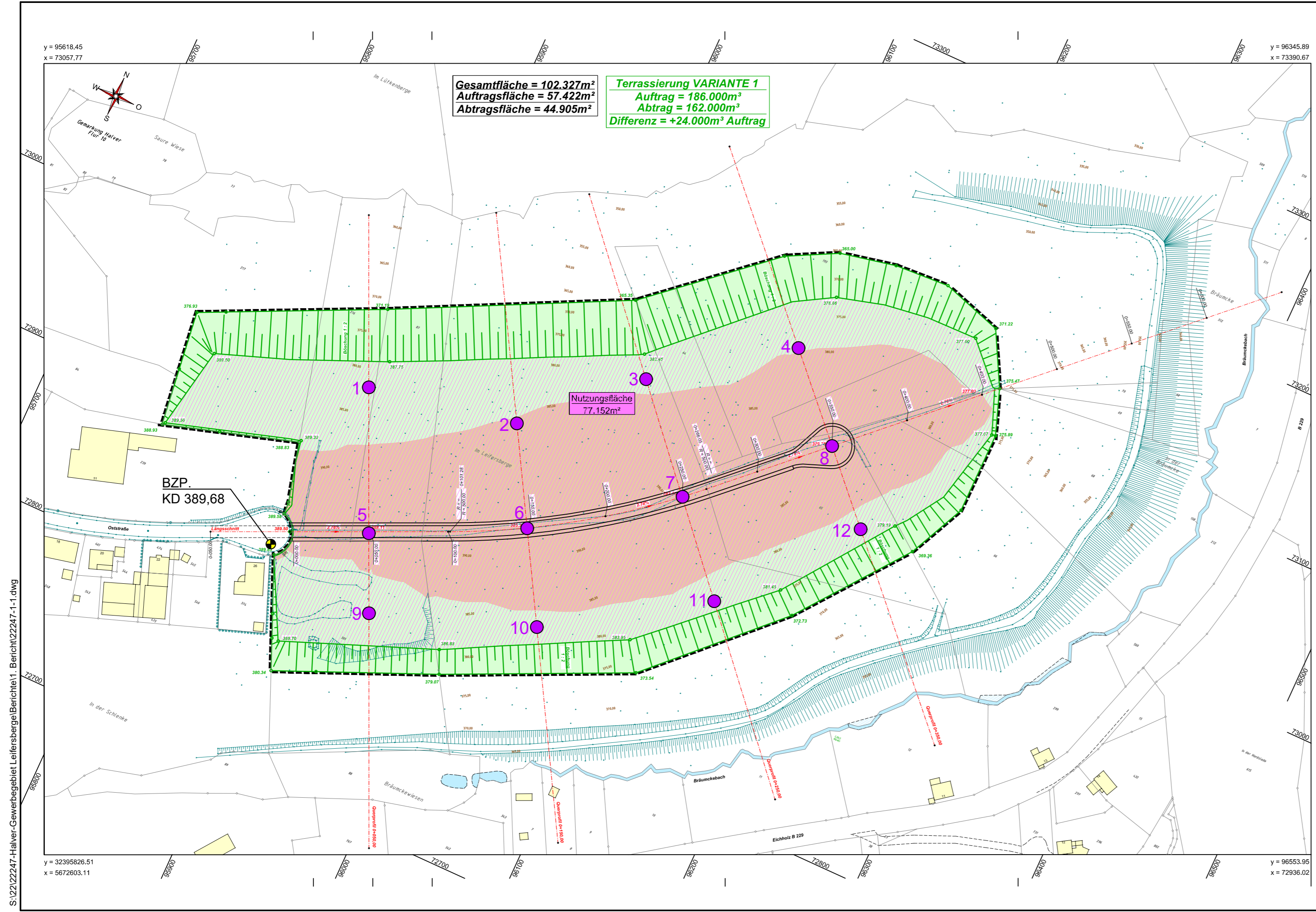
Tabelle 1: Bodenkennwerte und die Klassifizierungen nach DIN 18 300 sowie DIN 18 196 .....14

Tabelle 2: Homogenbereiche für Erdarbeiten .....17

Literaturverzeichnis/ Quellenangaben

[1] „OpenStreetMap,“ [Online]. Available: <http://www.openstreetmap.de//>.

6 Anlagen



S:\2222247-Halver-Gewerbegebiet Leifersberge\Berichte\1. Bericht\222247-1-1.dwg

© GID 2022



### ZEICHENERKLÄRUNG (s. DIN 4023)

**UNTERSUCHUNGSSTELLEN**  
 RKS Rammkernsondierung

**BODENARTEN**

Auffüllung	A	A	Sst
Kies	G	g	Tst
Sand	S	s	
Schluff	U	u	
Ton	T	t	
Torf	H	h	

**FELSARTEN**  
 Sandstein  
 Tonstein

**NEBENANTEILE**

· schwach (< 15 %)  
 \* stark (ca. 30-40 %)  
 " sehr schwach; = sehr stark

**KALKGEHALT**  
 k+ kalkhaltig  
 v mäßig verwittert  
 v stark verwittert

Baugrunduntersuchung  
 Gründungsberatung  
 Hydrogeologie  
 Altlastenbewertung  
 Altbergbauuntersuchung  
 Rückbaukonzepte  
 Erdtechnik  
 Fachbauleitung

**GID** Geotechnik - Institut - Dr. Höfer

Hagener Straße 243  
 44229 Dortmund  
 Tel 02 31 - 39 9 610 - 0  
 Fax 02 31 - 39 9 610 29  
 info@gid-hoefer.de  
 www.gid-hoefer.de

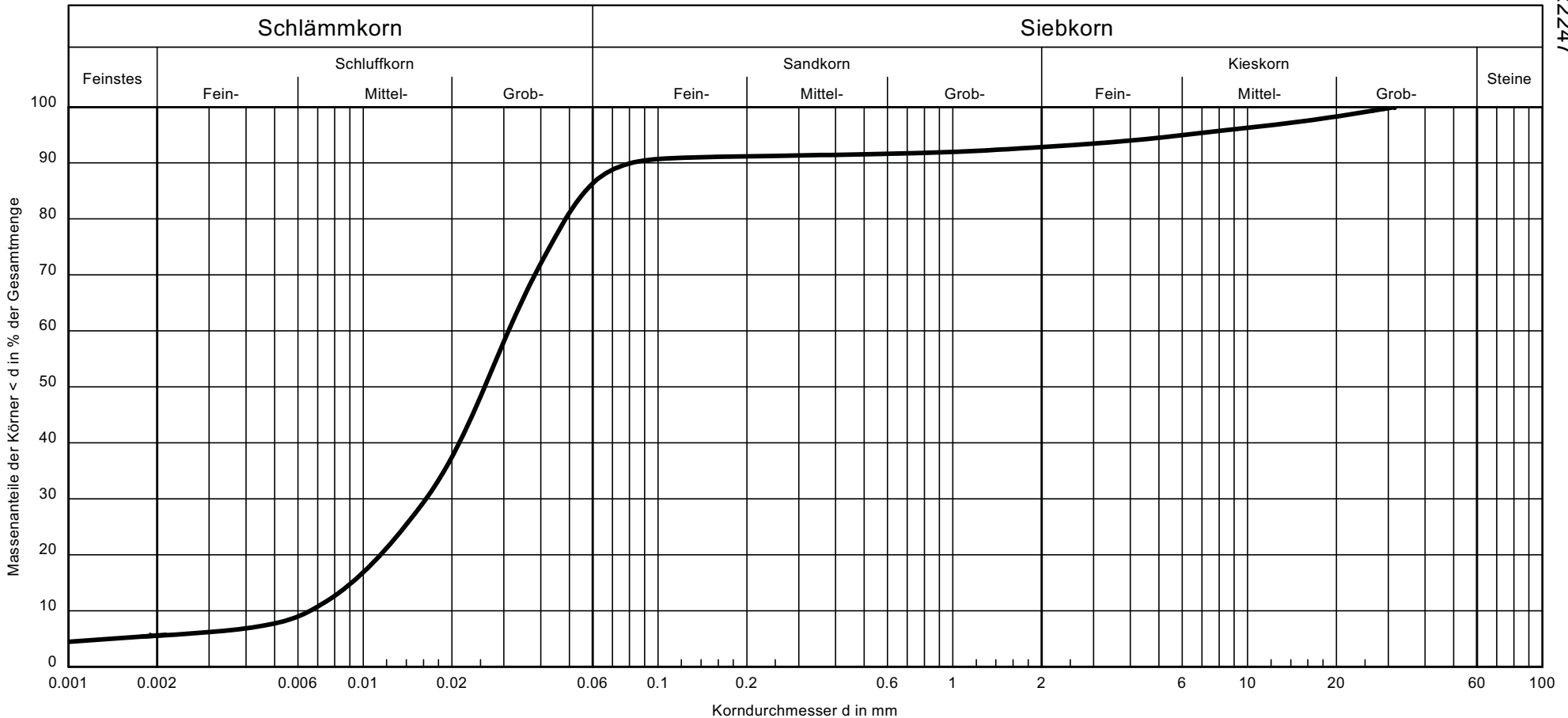
**Geotechnik Institut Dr. Höfer GmbH & Co. KG**

Stadt Halver				Bearb.-Nr.
Erschließung Baugebiet Nr. 54				22247
"Gewerbegebiet Leifersberge" in Halver				
Baugrunduntersuchung / Gründungsberatung				Anlage-Nr.
Schichtprofile				1/2
Bearbeiter	Zeichner(in)	Datum	Längenmaßstab	Höhenmaßstab
S.Hö	Te	15.07.2022	---	1:100

Copyright © by IDAT GmbH 1994 - 2020 - S:\2\22247-Halver-Gewerbegebiet-Leifersberge\Berichte\1-Bericht\2247-1-2.dwg

# Körnungslinie

gemäß EN ISO 17892-4

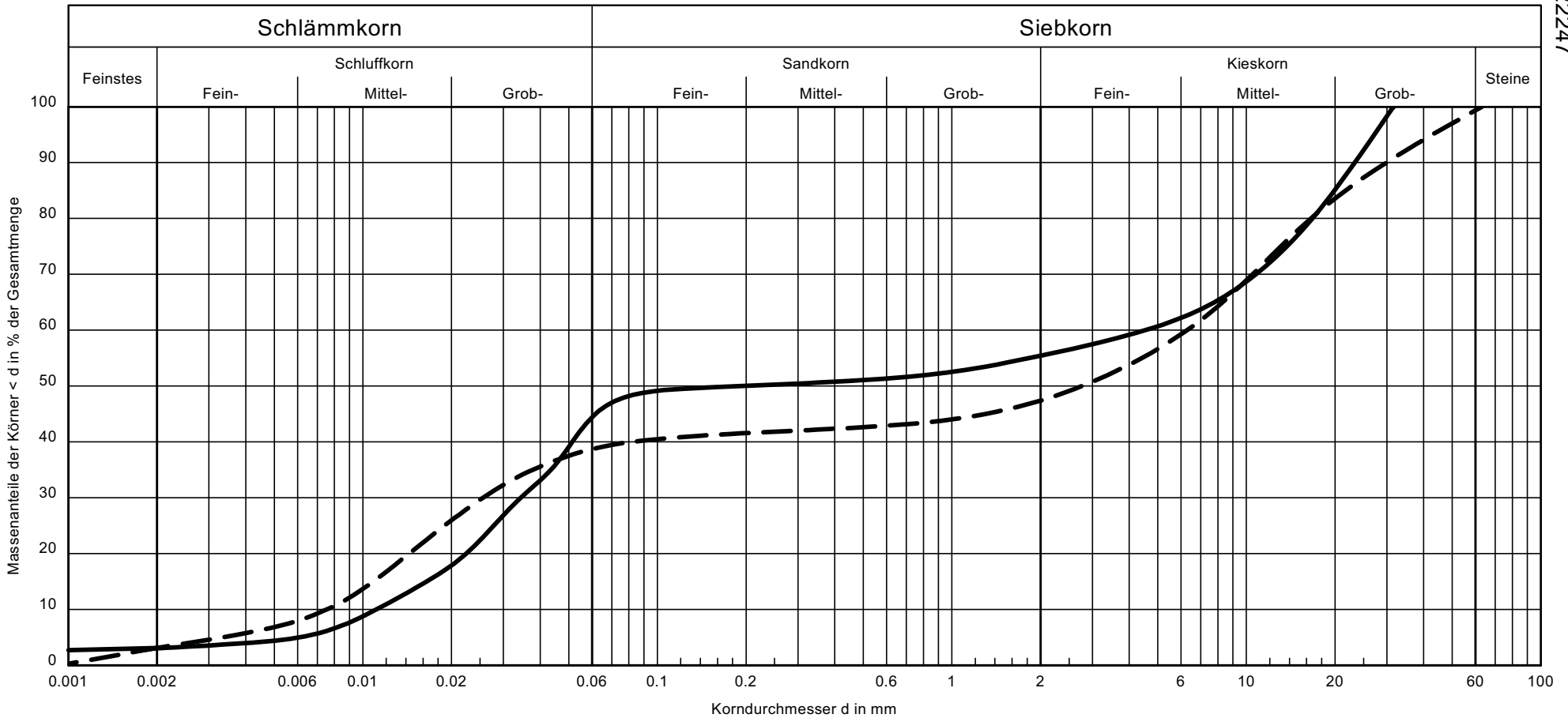




Labor-Nr. / Signatur	28019
Entnahmestelle	RKS 10
Entnahmetiefe ( m )	0,15 - 0,60
Bodenart	U, t', s', g'
Wassergehalt ( % )	25,03
U/Cc	4.7/1.3
Bodengruppe nach 18 196	
Ton/Schluff/Sand/Kies	5.5/81.8/5.5/7.2
Abrechnungspos.	02.11.00 / 02.12.00 / 02.13.00 / 02.14.00

Bemerkungen:

# Körnungslinie

gemäß EN ISO 17892-4



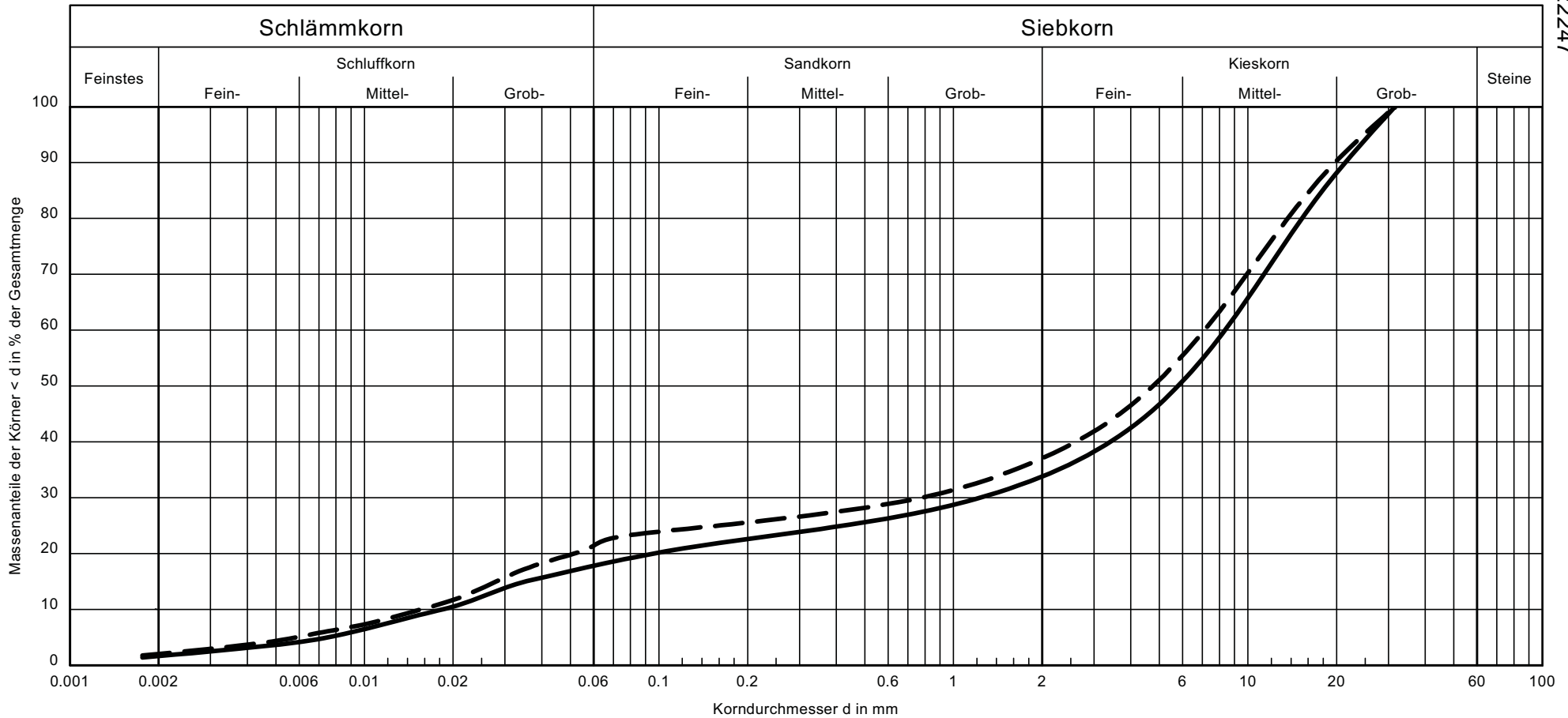
Labor-Nr. / Signatur	28018 	28020 
Entnahmestelle	RKS 2	RKS 11
Entnahmetiefe ( m )	0,10 - 0,30	0,10 - 0,60
Bodenart	Tst, Sst v̄ [G, s', ū]	Tst, Sst v̄ [G, s', ū]
Wassergehalt ( % )	21,36	20,91
U/Cc	407.9/0.0	833.5/0.0
Bodengruppe nach 18 196		GU*
Ton/Schluff/Sand/Kies	3.0/42.4/10.0/44.6	3.1/35.9/8.4/52.0
Abrechnungspos.	02.11.00 / 02.12.00 / 02.13.00 / 02.14.00	02.11.00 / 02.12.00 / 02.13.00 / 02.14.00

Bemerkungen:

# Körnungslinie

gemäß EN ISO 17892-4

Anlage - Nr.: 1/5  
 Bearb. - Nr.: 22247

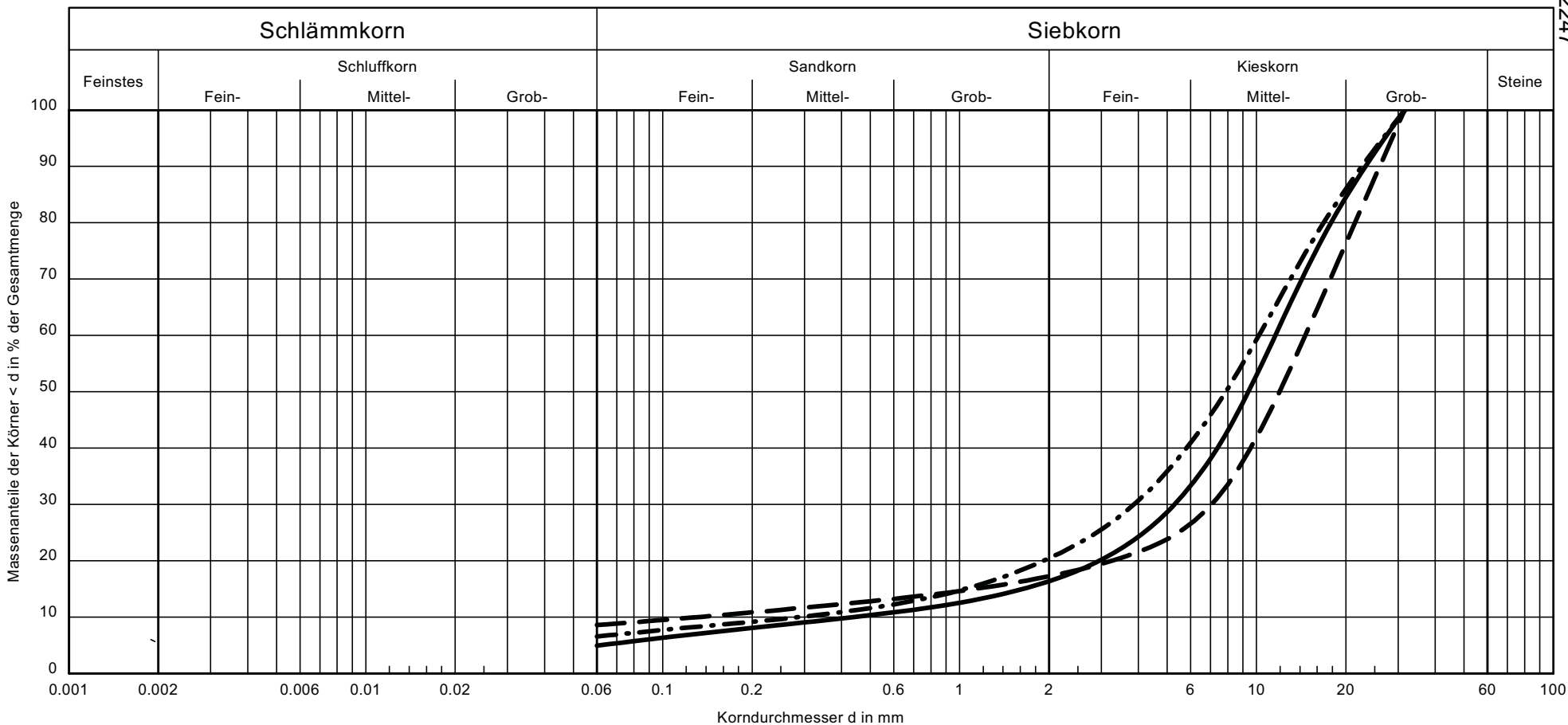





Labor-Nr. / Signatur	28021	28023
Entnahmestelle	RKS 5	RKS 7
Entnahmetiefe ( m )	0,50 - 1,10	0,00 - 0,70
Bodenart	Sst v	Tst v
Wassergehalt ( % )	7,96	14,60
U/Cc	453.8/9.9	455.4/5.4
Bodengruppe nach 18 196	GU*	GU*
Ton/Schluff/Sand/Kies	1.6/16.4/15.8/66.2	2.0/20.0/15.0/62.9
Abrechnungspos.	02.11.00 / 02.12.00 / 02.13.00 / 02.14.00	02.11.00 / 02.12.00 / 02.13.00 / 02.14.00

Bemerkungen:

# Körnungslinie

gemäß EN ISO 17892-4



Labor-Nr. / Signatur	28022 	28024 	28025 
Entnahmestelle	RKS 6	RKS 7	RKS 8
Entnahmetiefe ( m )	0,20 - 1,20	0,70 - 1,10	0,50 - 0,80
Bodenart	Tst, Sst v	Tst v z.T. v	Tst v
Wassergehalt ( % )	7,09	6,88	5,07
U/Cc	26.2/5.5	110.5/25.7	35.1/5.1
Bodengruppe nach 18 196	GU	GU	GU
Ton/Schluff/Sand/Kies	- /5.0/11.3/83.6	- /8.6/8.6/82.8	- /6.7/13.8/79.6
Abrechnungspos.	02.11.00 / 02.12.00 / 02.13.00	02.11.00 / 02.12.00 / 02.13.00	02.11.00 / 02.12.00 / 02.13.00

Bemerkungen: