


# Gründungsempfehlung

Rev	Name	Datum	Änderung

## Planfeststellung nach § 11 LSeilbG

erstellt	B. Jacksch	10.06.2022	<b>GEOTEST AG</b> Bernstrasse 165 CH-3052 Zollikofen T +41 (0)31 910 01 01 F +41 (0)31 910 01 00 zollikofen@geotest.ch	 <b>GEOTEST</b> GEOLOGEN / INGENIEURE / GEOPHYSIKER / UMWELTFACHLEUTE	
bearbeitet					
geprüft	A. Waldmann	10.06.2022			
			Auftragsnummer	Identnummer	Plannummer
					1521053.1a
bearbeitet			<b>Verkehrsbetriebe Karlsruhe GmbH</b> Tullastraße 71, 76131 Karlsruhe Telefon 07 21 / 61 07-0 Telefax 07 21 / 61 07-50 09	 <b>VBK</b>	
geprüft					
V2-PL	<i>Wagmann</i>	<i>12.22</i>			
V2-PA					
V1					
BL	<i>Steg</i>	<i>12.22</i>			
Strecke:			Turmbergbahn, Karlsruhe-Durlach		Streckennummer VBK: <b>TBB</b>
Maßnahme:			Änderung der Turmbergbahn Barrierefreier Umbau und Verlängerung der Seilbahn in Karlsruhe-Durlach		V2-PL-Projekt-Nr.: <b>1105</b>
					Plan-Nr.: <b>7003</b>
					Anlage.: <b>7</b>

Dieses Dokument wurde nach schweizerischer Rechtschreibung erstellt

---

**Bericht Nr. 1521053.1a**

---

**Schönholzer AG, Thun**

**Karlsruhe, SSB Turmberg**


Fundationskonzept

Zollikofen, 10. Juni 2022

**GEOTEST AG**  
BERNSTRASSE 165  
CH-3052 ZOLLIKOFEN  
T +41 (0)31 910 01 01  
F +41 (0)31 910 01 00  
[zollikofen@geotest.ch](mailto:zollikofen@geotest.ch)  
[www.geotest.ch](http://www.geotest.ch)

<b>Autor(en)</b>	<b>Bearbeitete Themen / Fachbereiche</b>
Basil Jacksch	Gesamtbericht
<b>Supervision</b>	<b>visierte Inhalte</b>
Andreas Waldmann	Gesamtbericht
<b>Hinweise</b>	
Der vorliegende Bericht ersetzt die Version Nr. 1521053.1 vom 21.02.2022	

GEOTEST AG

  
Andreas Waldmann

  
Basil Jacksch

## Inhaltsverzeichnis

1.	Projekt / Ausgangslage .....	4
1.1	Verwendete Unterlagen .....	5
2.	Streckenabschnitte.....	6
2.1	Streckenabschnitt A: Talstation neu bis Talstation alt .....	6
2.2	Streckenabschnitt B: alte Talstation bis Fixpunkt .....	7
2.3	Streckenabschnitt C: Fixpunkt bis Bergstation .....	7
3.	Geologie und Bemessungsgrundlagen.....	8
3.1	Baugrundverhältnisse und geotechnische Kennwerte.....	8
3.2	Grund- resp. Hangwasserverhältnisse.....	10
3.3	Gesetzliche Grundlagen bezüglich Bauten in Wasserschutzgebieten .....	10
4.	Lastannahmen .....	11
5.	Vordimensionierung Fundamente.....	12
5.1	Vorgehen / Berechnungsannahmen .....	12
5.2	Berechnungsergebnisse .....	13
6.	Allgemeine Hinweise zu Entwässerung und Ausführung .....	17

## Anhänge

Situation	1
Längsprofil Abschnitt A-A'	2
Längsprofil Abschnitt B-B'	3
Längsprofil Abschnitt C-C'	4
Vordimensionierung Fixpunkt	5
Vordimensionierung Fundament 20	6
Vordimensionierung Mikropfähle Variante Moléson	7
Vordimensionierung bergseitiges Widerlager Turmbergstrasse	8
Vordimensionierung Ertüchtigung Widerlager Wolfweg, Wirtschaftsweg	9
Vordimensionierung Auflager Bergstation	10

## **1. Projekt / Ausgangslage**

In Karlsruhe soll die bestehende Standseilbahn SSB Turmberg durch einen Neubau ersetzt und die Strecke von der bestehenden Talstation bis zur Kreuzung Bergbahnstrasse / Grözingerstrasse verlängert werden.

Die Bahn hat neu eine Gesamtlänge von ca. 489 m über eine Höhendifferenz von ca. 120 m (Talstation ca. 120 NHN, Bergstation ca. 240 m ü. M.). Die Fahrbahn soll von der neuen Talstation bis zum Fixpunkt (QP 65) als Betontrasse und vom Fixpunkt bis zur Bergstation als Stahlkonstruktion (Durchlaufträger mit Einzellagern) erstellt werden.

Die GEOTEST AG wurde durch die Schönholzer AG beauftragt, diese bei der Ausarbeitung des Fundationskonzeptes der Bahn geotechnisch zu unterstützen.

## 1.1 Verwendete Unterlagen

- [1] Augeon GmbH & Co. KG: Projekt Nr. 18K.283, Erneuerung und Verlängerung der Turmbergbahn, Baugrundverhältnisse, Durlach, 24.06.2019
- [2] Schönholzer AG: Plangrundlagen, Situation 1:500 (Vorabzug), 19.07.2021, Längsprofil 1:500, 23.07.2021
- [3] Schönholzer AG: Plangrundlagen, Stützenfundamente Längs und Querschnitt 1:50 (Vorabzug), 26.07.2021
- [4] Schönholzer AG: Plangrundlagen, Stützenfundamente Brücke Wolfsweg, Längs und Querschnitt 1:50 (Vorabzug), 07.05.2021
- [5] Schönholzer AG: Plangrundlagen, Stützenfundamente Brücke Wirtschaftsweg, Längs und Querschnitt 1:50 (Vorabzug), 26.07.2021
- [6] Schönholzer AG: Plangrundlagen, Stützenfundamente Strecke Neubau, Regelquerschnitt QP 20 und 29 1:50 (Vorabzug), 15.07.2021
- [7] Schönholzer AG: Plangrundlagen, Unterführung Turmbergstrasse, Situation 1:200, Längsschnitt 1:50, QP 39 und 40 1:20 (Vorabzug), 2021
- [8] Schönholzer AG: Auflagerreaktionen, Fixpunkt und Gleitlager Strecke Fixpunkt-Bergstation, 12.03.2021
- [9] Schönholzer AG: Ankerreaktionen, Gleitlager Strecke Fixpunkt-Bergstation, 16.03.2021
- [10] Schönholzer AG: Auflagerreaktion, Unterführung, 13.12.2021
- [11] Schönholzer AG: Auflagerreaktionen, Fixpunkt und Gleitlager Strecke Fixpunkt-Bergstation, 25.11.2021
- [12] SIA 267, Geotechnik, 2013, inkl. Korrigenda C1 (2016) und C2 (2018)
- [13] Richtlinie für bautechnische Massnahmen an Strassen in Wasserschutzgebieten (RiStWag), Ausgab 2016
- [14] Rechtsverordnung des Bürgermeisteramts Karlsruhe über die Festsetzung eines Wasserschutzgebietes im Einzugsbereich des von den Stadtwerken Karlsruhe GmbH auf Gemarkung Karlsruhe betriebenen Wasserwerks «Hardtwald», Amtsblatt vom 2. Juni 2006
- [15] Geoportal der Stadt Karlsruhe: Stadtplan Karlsruhe, Grundwassermessstellen, 08.02.2022
- [16] Stadtwerke Karlsruhe Turmbergbahn: Bestandespläne Bergstation, Schnitte und Grundrisse, Datum unbekannt

## 2. Streckenabschnitte

Im Folgenden wird die geplante Standseilbahn in drei Streckenabschnitte unterteilt und die vorgesehenen baulichen Massnahmen sowie die geologisch-, geotechnischen Grundlagen beschrieben.

### 2.1 Streckenabschnitt A: Talstation neu bis Talstation alt

#### Bauwerke:

- Talstation:
  - OK Terrain : ca. 121 m ü M.
  - Fundationskote: ca. 117.7 m ü. M.
  - Grundabmessung: ca. 7.0 m x 26 m
  - Foundation: Flachfundation
- Unterführung Turmbergstrasse:
  - OK Terrain : ca. 137.8 m ü M.
  - Fundationskote Tal: ca. 135 m ü. M
  - Fundationskote Berg: ca. 135.5 m ü. M
  - Grundabmessung Tal: ca. 2.6 m x 15 m (Hohlkasten)
  - Grundabmessung Berg: ca. 2.6 m x 15 m (Einzelfundament)
  - Foundation: Flachfundation
- Bahntrasse:
  - Kote Schiene: ca. 120.5 – ca. 141.9 m ü. M (QP 45)
  - Grundabmessung: ca. 7.0 m x 220 m
  - Foundation:
    1. Flachfundation auf Materialersatz mit Fundamentvertiefungen alle 12 m.

#### Baugrund:

Im Streckenabschnitt A wurden folgende Sondierungen durchgeführt:

- Bohrung BK1, BK2
- Rammsondierung DPH1, DPH5, DPH2
- Rammkernsondierung RKS7, RKS8

Das Baugrundmodell ist im Längsprofil Abschnitt A-A' dargestellt.

## 2.2 Streckenabschnitt B: alte Talstation bis Fixpunkt

### Bauwerke:

- Bahntrasse mit Ausweichstelle:
  - Kote Schiene: ca. 141.9 – ca. 169.8 m ü. M (QP 65)
  - Grundabmessung: ca. 3.5 - 6 m x 100 m
  - Foundation: Flachfundation auf Damm

### Baugrund:

Im Streckenabschnitt B wurden folgende Sondierungen durchgeführt:

- Kernbohrung KB8
- Rammkernsondierung RKS6

Das Baugrundmodell ist im Längsprofil Abschnitt B-B' dargestellt.

## 2.3 Streckenabschnitt C: Fixpunkt bis Bergstation

### Bauwerke:

- Fixpunkt:
  - OK Terrain: ca. 169.0
  - Fundationskote: ca. 166.5 m ü. M
  - Grundabmessung: ca. 3.0 m x 3.0 m
  - Foundation: Pfahlfundation
- Brücke Wolfweg:
  - Fundationskote Tal: unbekannt
  - Fundationskote Berg: unbekannt
  - Grundabmessung Tal: unbekannt
  - Grundabmessung Berg: unbekannt
  - Foundation: nach Möglichkeit auf Bestand
- Brücke Wirtschaftsweg:
  - Fundationskote Tal: unbekannt
  - Fundationskote Berg: unbekannt
  - Grundabmessung Tal: unbekannt
  - Grundabmessung Berg: unbekannt
  - Foundation: nach Möglichkeit auf Bestand
- Bahntrasse:
  - Kote Schiene: ca. 169.8 – ca. 235.5 m ü. M (QP 103)



- Grundabmessung: ca. 3.0 m x 190 m
- Foundation:
  1. Flachfundation Gleitlager Nr.5 – 26 (Fundationssohle ca. 1.5 m unter Terrain)
  2. Pfahlfundation, Variante Moléson, Gleitlager Nr.29 - 53 (Die Stahlkonstruktion wird mit Pendelstäben auf die Mikropfähle fundiert)

Baugrund:

Im Streckenabschnitt C wurden folgende Sondierungen durchgeführt:

- Bohrung BK3
- Kernbohrung KB3, KB4, KB5, KB6, KB7
- Kernbohrung (horizontal) KB1, KB2
- Rammsondierung DPH3, DPH4
- Rammkernsondierung RKS1a/b, RKS2, KRS3, KRS4, KRS5, KRS9

Das Baugrundmodell ist im Längsprofil Abschnitt C-C' dargestellt.

### 3. Geologie und Bemessungsgrundlagen

#### 3.1 Baugrundverhältnisse und geotechnische Kennwerte

Das Baugrundmodell wurde auf Grundlage der Erkenntnisse aus [1] erarbeitet.

Tabelle 1: Schichtbeschreibung der Homogenbereiche

Homogenbereich gem. [1]	Mächtigkeit [m]	Beschreibung, Lagerungsdichte, Konsistenz
EA	0.3 - 1 m	<b>Schwarzdecke / Beton armiert</b>
EE1 (Schluff) EE2 (Ton)	1.0 – >9.0 m	<b>Schluff</b> , sandig, tonig, halbfest – fest, leicht- bis mittelplastisch <b>Ton</b> , sandig, kiesig, mit Steinen, halbfest - steif, leicht- bis mittelplastisch
ED1 (Sand) ED2 (Kies)	0.5 – 3.5 m	<b>Sand</b> , kiesig, schluffig, locker bis mitteldicht-dicht <b>Kies</b> , sandig, schluffig, mitteldicht bis dicht

Homogenbereich gem. [1]	Mächtigkeit [m]	Beschreibung, Lagerungsdichte, Konsistenz
<b>EB</b>	0.5 – >2.3 m	<b>Steine und Blöcke</b>
<b>EC (Fels)</b>	unbekannt	<b>Sandstein, angewittert bis gesund</b>

Die Homogenbereiche EE, ED und EB treten in unterschiedlicher Schichtabfolge auf, wobei der Homogenbereich EE meist dominiert und für die Foundation der SSB und die Einzel-Bauwerke weitgehend massgebend ist. Der Homogenbereich EE ist nur bedingt tragfähig und ist aufgrund seines hohen Feinkornanteils und seiner leichten bis mittleren Plastizität Nässe- und Frostempfindlich.

Die Baugrundwerte wurden anhand des Materialbeschriebs, den Rammsondierungen und den Kornverteilungen abgeschätzt. Die für die Setzungsberechnung der Einzel-fundamente und die Vordimensionierung der Mikropfähle verwendeten geotechnischen Kennwerte sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 2: Homogenbereiche und Baugrundkennwerte

Schicht	Kennwerte					
	$\gamma'_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi'_k$ [°]	$c'_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$c_u$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$ME1$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_m$ [kN/m <sup>2</sup> ]
<b>EE1 (Schluff)</b>	<b>19.5<sup>1</sup></b> (18-21)	<b>27.5</b> (25-30)	<b>1</b> (0-3)	<b>10<sup>1</sup></b> (5-60)	<b>7</b> (3-12)	<b>20</b>
<b>EE2 (Ton)</b>	<b>19.5<sup>1</sup></b> (18-21)	<b>22.5</b> (20-26)	<b>5</b> (2-10)	<b>20<sup>1</sup></b> (5-60)	<b>5</b> (3-10)	<b>20</b>
<b>ED1 (Sand)</b>	<b>22<sup>1</sup></b> (18-22)	<b>33</b> (32-35)	-		<b>25</b> (20-30)	<b>40</b>
<b>ED2 (Kies)</b>	<b>22<sup>1</sup></b> (18-22)	<b>34</b> (32-38)	-	-	<b>30</b> (25-40)	<b>60</b>
<b>EC (Fels)</b>	<b>23.5<sup>1</sup></b> (22-25)	-	-	-	<b>&gt;&gt;120</b>	<b>250</b>

Legende:

**fett** geschätzter Erwartungswert (wahrscheinlicher Mittelwert) ( ) geschätzte Extremwerte  
 $M_{E1}$  Zusammendrückungsmodul bei Erstbelastung  $\gamma$  Feuchtraumgewicht  
 $c'$  effektive Kohäsion  $c_u$  undrainierte Scherfestigkeit  $\varphi'$  innerer Reibungswinkel

<sup>1</sup> Werte aus [1] übernommen

### **3.2 Grund- resp. Hangwasserverhältnisse**

Das Projekt befindet sich gem. [1] innerhalb des Wasserschutzgebietes «Stadt Karlsruhe, WW Hardtwald» der Schutzzone IIIB. Bei den Erkundungsarbeiten im Zeitraum vom 09.05 bis 23.05.2019 wurde kein Schichtwasserspiegel festgestellt. Der Grundwasserflurabstand liegt gem. [1] bei 8 m bis 10 m. Gemäss der nächstgelegenen Grundwassermessstelle (Karlsburgstrasse 9, Gerät T536) liegt der maximale Grundwasserspiegel bei 144.86 m ü. M. [15]. Es ist zu erwarten, dass bei langanhaltenden Niederschlagsperioden Schicht und Hangwasser zirkuliert [1]. Für die Vordimensionierung des bergseitigen Widerlagers der Unterführung Turmbergstrasse wird ein geringer hydrostatischer Wasserdruck auf der Erdseite des Widerlagers berücksichtigt.

### **3.3 Gesetzliche Grundlagen bezüglich Bauten in Wasserschutzgebieten**

Für die Planung des Neubaus der SSB Turmberg ist aufgrund der Schutzzone IIIB die Richtlinie für bautechnische Massnahmen an Strassen in Wasserschutzgebieten (RiStWag) zu beachten. Die Richtlinie beschreibt die baulichen Massnahmen zum Schutz des Grundwassers im Strassenbau. Voraussichtlich können dies Massnahmen auch für den Bahnbau übertragen werden.

Laut Kapitel 6.2.2 Baustoffe und Bauweisen der RiStWag muss die Befestigung der Verkehrsflächen undurchlässig sein. Als wasserundurchlässig gelten Oberbauten nach ZTV Beton-StB (FGSV 2007) und nach ZTV Asphalt-StB (FGSV 2007/2013) sowie vergleichbare Befestigungen der ZTV LW (FGSV 2016). Für den Unter- und Oberbau sind die Richtlinien RuVA-StB (FGSV 207/2005) zu beachten.

Gemäss dem Kapitel 6.2.6 Entwässerungsmassnahmen der RiStWag sollen Verkehrsflächen in den Wasserschutzgebieten der Zone IIIB möglichst breit über eine begrünte Fläche entwässert werden (Entwässerung über die Schulter, Massnahmenstufe 1).

Ergänzend zu der Richtlinie RiStWag ist voraussichtlich die Rechtsverordnung des Bürgermeisteramts Karlsruhe über die Festsetzung eines Wasserschutzgebietes im Einzugsbereich des von den Stadtwerken Karlsruhe GmbH auf Gemarkung Karlsruhe betriebenen Wasserwerks «Hardtwald», Amtsblatt vom 2. Juni 2006 zu beachten. Gemäss Paragraphen 8, Punkt 3 der Rechtsverordnung sind Bohrungen in der Schutzzone IIIB zulässig, wenn eine Verunreinigung des Grundwassers oder eine sonstige nachteilige Veränderung seiner Eigenschaften nicht zu besorgen ist [14].

Bei Bauvorhaben, bei denen ins Grundwasser eingegriffen wird oder bei denen Stoffe ins Grundwasser eingebracht werden können (z.B. Pfähle) ist ein Antrag für eine was-serrechtliche Erlaubnis an die zuständige Wasserbehörde zu stellen.

#### 4. Lastannahmen

Bei den unten angegebenen Lasten handelt es sich um design Werte:

Bergseitiges Widerlager Unterführung Turmbergstrasse:

- Fz: 0 kN/m (Bauzustand)
- Fz: 140 kN/m (Eigengewicht)
- Fz: 200 kN/m (Eigengewicht + Fahrzeug)

Fixpunkt (globales Koordinatensystem):

- Fx: 864 kN / 812 kN
- Fy: 29 kN
- Fz: 506 kN / 361 kN
- Mx: -
- My: 1186.5 kNm

Widerlager Wolfweg:

- Fz: 350 kN (Eigengewicht, GZ Gebrauchstauglichkeit)

Widerlager Wirtschaftsweg:

- Fz: 375 kN (Eigengewicht, GZ Gebrauchstauglichkeit)

Gleitlager Nr.5 - 26 (globales Koordinatensystem):

- Fx: 165 kN
- Fy: 66 kN
- Fz: 463 kN
- Mx: 176 kNm
- My: 320 kNm

Gleitlager Nr.29 – 53, Pfahlfundation, Variante Moléson (lokales Koordinatensystem, Z-Achse = Stabachse):

- Fz: 400 kN

Auflager Bergstation (globales Koordinatensystem):

- $F_x$ : 165 kN
- $F_y$ : 66 kN
- $F_z$ : 463 kN
- $M_x$ : 176 kNm
- $M_y$ : 320 kNm

## 5. Vordimensionierung Fundamente

### 5.1 Vorgehen / Berechnungsannahmen

Die Setzungsberechnung der Gleitlager und das Auflager der Bergstation im Streckenabschnitt C erfolgte mit dem Programm DC-Fundament Version 5.3.

Für die Gleitlager Nr.5 – 26 wurde das Fundament Nr. 20 als repräsentativ betrachtet. Die Fundamentsohle liegt ca. 1.5 m unter Terrain und hat eine Abmessung von ca. 3 m x 4 m x 0.5 m.

Das Auflager der Bergstation wurde gemäss [16] als Starrkörper mit den Abmessungen von ca. 5.5 m x 2 m x 2 m angenommen. Die Fundationssohle liegt ca. 2 m unter Terrain.

Das Baugrundmodell für die jeweilige Setzungsberechnung wurde anhand der nächstgelegenen Sondierung festgelegt. Die einwirkenden Lasten sind in Kapitel 3.3 aufgeführt.

Die Stabilitätsberechnung für den Fixpunkt erfolgt an einem Starrkörpermodell. Die Festigkeit des Baugrundes wird hierbei vernachlässigt. Die Einwirkenden Kräfte müssen über die Ankerreaktionen aufgenommen werden. Einwirkenden Lasten sind in Kapitel 3.3 aufgeführt.

Das bergseitige Widerlager der Unterführung Turmbergstrasse wird mit dem Programm Larix, Stützmauer als Winkelstützmauer bemessen, auf welche die Auflagerreaktion der Brücke einwirkt. Es wird angenommen, dass das Brückenwiderlager auf der Winkelstützmauer als Gleitlager ausgebildet wird und somit keine Horizontalkräfte auf die Wand wirken. Die einwirkenden Lasten sind in Kapitel 3.3 aufgeführt.

## 5.2 Berechnungsergebnisse

### Widerlager Unterführung Turmbergstrasse

Das Bergseitige Widerlager (Winkelstützmauer) soll die folgenden Abmessungen aufweisen:

Wandhöhe total: ca. 4.5 m

Breite Fundamentplatte: ca. 2.55 m

Dicke Fundamentplatte: ca. 0.4 m

Erdseitiger Schenkel: ca. 1.4 m

Luftseitiger Schenkel: ca. 0.6 m

Luftseitige Einbindung: min. 0.8 m

Die Nachweise für den Grenzzustand der Tragsicherheit (Kippen, Gleiten, Grundbruch) sind mit den oben aufgeführten Abmessungen und unter Berücksichtigung der in Kapitel 3.3 aufgeführten Lasten erfüllt.

Die Bezugstiefe für die Setzungsberechnung wird auf 2.5 m unterhalb der Fundamentsohle begrenzt, da aufgrund der vorliegenden Sondierung BK2 davon ausgegangen wird, dass der feste Untergrund (Fels) in einer Tiefe von ca. 5 m unter Terrain ansteht.

Die Stützmauer wird sich aufgrund der Auflast und des Eigengewichts voraussichtlich um ca. 10 mm setzen. Es ist rechnerisch mit einer Verdrehung des Bauwerks von ca. 0.2 % zu rechnen. Die Angaben zur Wandgeometrie und den Berechnungsergebnissen sind im Anhang 8 aufgeführt.

### Fixpunkt

Es werden folgende notwendige rückhalten Kräfte für die Bemessung der Mikropfähle berücksichtigt:

Ermittelte Auflagerreaktion  $F_z$ : 506kN

Erforderliche Horizontallast  $F_x$ : 864 kN, daraus folgt:

Erforderliche Mikropfähle (Druck): 3 Stk.  $\varnothing_{\min}$  50 mm, B500B (z.B. Swiss-Gewi oder vergleichbar),  $L=$  18 m (ab UK Foundation), Bohrlochdurchmesser  $\geq$ 150 mm, Korrosionsschutzstufe 2a

Erforderliche Mikropfähle (Zug): 3 Stk.  $\varnothing_{\min}$  50 mm, B500B (z.B. Swiss-Gewi oder vergleichbar), L= 18 m (ab UK Foundation), Bohrlochdurchmesser  $\geq 150$  mm, Korrosionsschutzstufe 2a

Die Dimensionierung der Mikropfähle sind im Anhang 5 zusammengestellt.

### **Bestehende Widerlager Wirtschaftsweg und Wolfweg**

Die bestehenden Brückenwiderlager sollen nach Möglichkeit erhalten bleiben. Ein rechnerischer Nachweis zur Tragfähigkeitsreserve der Widerlager ist noch ausstehend und bedingt weitere Kenntnisse über die Fundationstiefe und Fundationsart der Widerlager, oder muss aufgrund von geometrischen Annahmen geführt werden.

Für die Aufnahme der Zusatzlasten wird eine Ertüchtigung der Fundamente empfohlen.

Für die Ertüchtigung der bestehenden Brückenwiderlager kommen folgende Massnahmen in Frage:

1. Erstellen eines, das bestehende Fundament umfassenden Rahmens (Stahl oder Beton), welcher seitlich des Bestandfundamentes auf Mikropfähle fundiert wird (Mikropfähle mit Betoniertem Kopfriegel).
2. Vertikales Durchbohren der bestehenden Fundamente (z.B. Diamantkernbohrung) und versetzen von Mikropfählen durch das bestehende Fundament mit auf das Bestandes Fundament aufgesetzter Betonplatte.

Es werden folgende notwendige rückhalten Kräfte für die Bemessung der Mikropfähle berücksichtigt:

#### **Wolfweg**

Ermittelte Auflagerreaktion Fz: 175 kN

Erforderliche Mikropfähle (Druck) nicht in den Felsen eingebunden: 2 Stk.  $\varnothing_{\min}$  40 mm, B500B (z.B. Gewi – Pfahl-System oder vergleichbar), L= 9 m (ab UK Foundation), Bohrlochdurchmesser = 300 mm, Korrosionsschutzstufe 2a, resp. dauerhafter Korrosionsschutz (DKS)

#### **Wirtschaftsweg**

Ermittelte Auflagerreaktion Fz: 186 kN

Erforderliche Mikropfähle (Druck) nicht in den Felsen eingebunden: 2 Stk.  $\varnothing_{\min}$  40 mm, B500B (z.B. Gewi – Pfahl-System oder vergleichbar), L= 10 m (ab UK

Foundation), Bohrlochdurchmesser = 300 mm, Korrosionsschutzstufe 2a, resp. dauerhafter Korrosionsschutz (DKS)

Die Dimensionierung der Mikropfähle sind im Anhang 9 zusammengestellt.

### **Gleitlager Nr.5 – 26**

Die Bemessung des Fundamentes Nr. 41 ergibt folgende Resultate:

- Maximale Bodenpressung: 167 kN/m<sup>2</sup>
- Sohl-Normalspannung: 118 kN/m<sup>2</sup>
- Max Setzung: 26 mm

Die Sicherheiten für die Nachweise der Gesamtstabilität liegt beim Grundbruch bei 0.51 ( $N_d/R_d$ ) und beim Gleiten bei 0.66 ( $T_d/R_d$ ).

Die ermittelten Setzungen werden überschätzt, da die Setzungsberechnungen von einem rein elastischen Verhalten des Baugrundes ausgehen. Zudem werden die Lasten als permanent angenommen und programmintern nochmals erhöht. Somit können die Ergebnisse als konservativ betrachtet werden.

Die ausführlichen Berechnungen sind in den Anhängen 6 und 7 aufgeführt.

### **Gleitlager Nr.29 – 53 Pfahlfundation (Variante Moléson)**

Es werden folgende notwendige rückhalten Kräfte für die Bemessung der Mikropfähle berücksichtigt:

Ermittelte Auflagerreaktion  $F_z$ : 400 kN

Erforderliche Mikropfähle (Druck / Zug) nicht in den Felsen eingebunden: 1 Stk.  $\varnothing_{\min}$  40 mm, B500B (z.B. Gewi – Pfahl-System oder vergleichbar), L= 18 m (ab UK Foundation), Bohrlochdurchmesser = 300 mm, Korrosionsschutzstufe 2a, resp. dauerhafter Korrosionsschutz (DKS)

Erforderliche Mikropfähle (Druck / Zug) min. 1m in den Felsen eingebunden: 1 Stk.  $\varnothing_{\min}$  40 mm, B500B (z.B. Gewi – Pfahl-System oder vergleichbar), L= 13 m (ab UK Foundation), Bohrlochdurchmesser  $\geq 150$  mm, Korrosionsschutzstufe 2a, resp. dauerhafter Korrosionsschutz (DKS)

Die Pfähle werden auf Druck und auf Zug beansprucht, dies bedingt einen dauerhaften Korrosionsschutz. Dieser wird durch ein werkseitig mit Zementmörtel verpressten Ripprohr um den Pfahl gewährleistet. Die verwendeten Produkte müssen eine



Zulassung des Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) aufweisen (Bsp. Gewi®-Pfahl-System von Dywidag).

Der Anschluss des Pfahls an den Pendelstab der Stahlkonstruktion ist bezüglich Korrosionsschutzes noch nicht abschliessend geklärt.

Es ist davon auszugehen, dass der Pfahlkopf mittels einer Betonummantelung oder durch die Verwendung von korrosionsbeständigem Material vor Korrosion geschützt werden muss. Eine Schemaskizze für den ersten Fall ist in Anhang 7 aufgeführt.

Gemäss der Allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Z-1.5-149 für das Dywidag-System-Muffenverbindungen und -Verankerungen von Betonstahl mit Gewinderippen B500B-Gewi ist in Kapitel 3.5 Verbindung von Stahlbeton – mit Stahlbauteilen beschrieben, was beim Anschluss von Betonstahl eines Stahlbetonteiles mit einem Stahlbauteil zu beachten ist (Verwendung von Anschweisstück T 3022 und T 3026). Hinsichtlich des Korrosionsschutzes sei die DIN EN ISO 12944-5 zu beachten.

Die Dimensionierung der Mikropfähle sind im Anhang 7 zusammengestellt.

### **Auflager Bergstation**

Die Bemessung des bestehenden Fundamentes der Bergstation ergibt folgende Resultate:

- Maximale Bodenpressung: 350 kN/m<sup>2</sup> (Eigengewicht und Auflast)
- Sohl-Normalspannung: 261 kN/m<sup>2</sup> (Eigengewicht und Auflast)
- Max Setzung: 16 mm / -2.2 mm (Hebung)

Die Sicherheiten für die Nachweise der Gesamtstabilität liegt beim Grundbruch bei 0.67 ( $N_d/R_d$ ) und beim Gleiten bei 0.30 ( $T_d/R_d$ ). Bei einer zentrischen Anordnung der einwirkenden Kräfte entsteht eine klaffende Fuge (Resultierende liegt ausserhalb 2. Kernweite), womit der **Kippnachweis nicht erfüllt** wird.

Das Fundament ist aufgrund der oben aufgeführten Bemessungsergebnisse zu ertüchtigen. Als mögliche Ertüchtigungsmassnahme können Mikropfähle durch das bestehende Fundament erstellt werden. Somit kann die Kippsicherheit gewährleistet werden und der Widerstand gegen Grundbruch wird erhöht.

Die Mikropfähle sind auf die vertikale Zusatzbelastung auszulegen und möglichst im Bereich der Krafteinleitung anzuordnen.

Ermittelte Auflagerreaktion  $F_z$ : 463 kN

Erforderliche Mikropfähle (Druck) nicht in den Felsen eingebunden: 2 Stk.  $\varnothing_{\min}$  40 mm, B500B (z.B. Gewi – Pfahl-System oder vergleichbar), L= 14 m (ab UK Foundation), Bohrlochdurchmesser =  $\geq 150$  mm, Korrosionsschutzstufe 2a, resp. dauerhafter Korrosionsschutz (DKS)

Die ausführlichen Berechnungen sind im Anhang 10 aufgeführt.

## **6. Allgemeine Hinweise zu Entwässerung und Ausführung**

### **Gleitlager Nr. 5 -26**

#### **Allgemeine Hinweise zur Foundationstiefe und Entwässerung.**

Die Fundamentsohle sollte min. 0.8 m unter Terrain liegen (Frosttiefe).

Die Fundamente sind auf einem verdichteten Kieskoffer zu erstellen, welcher gegen den gewachsenen Baugrund mit einem Geotextil (Funktion Armieren/Trennen) abgetrennt ist.

Es ist zu vermeiden, dass nach dem Ausbau und wider Verfüllung der bestehenden Betonfahrbahn konzentrierte Wasserwegigkeiten entstehen können (konzentriertes Abfließen von Oberflächenwasser).

Weiter sind die Angaben zur Entwässerung aus Kapitel 3.3 zu berücksichtigen.

Die Ergebnisse und Schlussfolgerungen in dem vorliegenden Bericht beruhen auf dem derzeitigen vorliegenden Kenntnisstand.

Das Baugrundmodell mit Dimensionierung der Verbauung ist nur für den hier vorliegenden Fall zu verwenden. Die Ergebnisse gelten nur für das untersuchte Objekt und können nicht auf andere Objekte oder andere Verhältnisse übertragen werden. Die vorliegende Dimensionierung ist nur für den Auftraggeber und zu dessen ausschliesslicher Nutzung bestimmt.

## **Anhang 1: Situation**

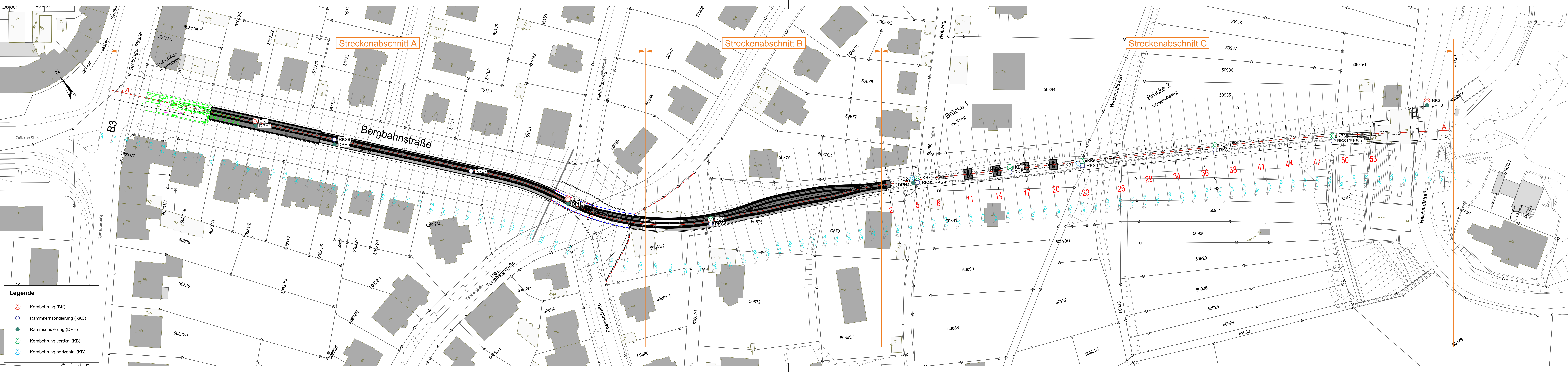
# Turmbergbahn, Karlsruhe

## Sondierstandorte

### Situation 1:1'000

**Legende**

- Kernbohrung (BK)
- Rammkernsondierung (RKS)
- Rammsondierung (DPH)
- Kernbohrung vertikal (KB)
- Kernbohrung horizontal (KB)



Auftrag: Karlsruhe, SSB Turmberg	Rev. Index	Datum	Beschreibung der Änderung	Gez.	PL	SUP
	-	17.02.2022		Rom	Jab	Wad
	a					
	b					

**GEOTEST AG**  
 BERSTRASSE 165  
 CH-3052 ZÖLLIKOFEN  
 T + 41 (0)31 910 01  
 F + 41 (0)31 910 00  
 zollikofen@geotest.ch  
 www.geotest.ch

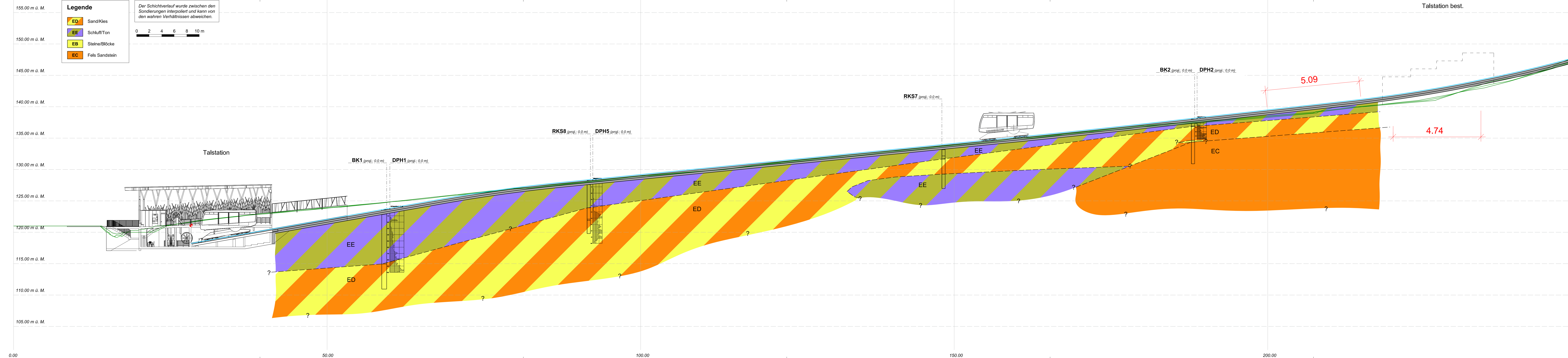
Format: 147 / 30  
 File: 1521053\_S101-22.dgn  
 Dokument Nr.: 1521053-01

## **Anhang 2: Längsprofil Abschnitt A-A'**

# Turmbergbahn, Karlsruhe

## Geotechnisches Profil Abschnitt A

Längenprofil 1:200



Auftrag:	Karlsruhe, SSB Turmberg	Rev. Index:	-	Datum:	17.02.2022	Beschreibung der Änderung:		Gez.:	Rom	PL:	Jab	SUP:	Wad
		a											
		b											

GEOTEST AG BERNSTRASSE 165 CH-3052 ZÖLLIKOFEN T +41 (0)31 910 01 01 F +41 (0)31 910 01 00 zollikofen@geotest.ch www.geotest.ch	Format: 147 / 30 File: 1521053_LP-A.dgn Dokument Nr.: 1521053-02
--	--

## **Anhang 3: Längsprofil Abschnitt B-B'**

# Turmbergbahn, Karlsruhe

## Geotechnisches Profil Abschnitt B

### Längenprofil 1:200

Auftrag:	Rev. Index	Datum	Beschreibung der Änderung	Gez.	PL	SUP
Karlsruhe, SSB Turmberg	-	17.02.2022		Rom	Jab	Wad
	a					
	b					

**GEOTEST** GEOLOGEN / INGENIEURE /  
GEOPHYSIKER /  
UMWELTFACHLEUTE

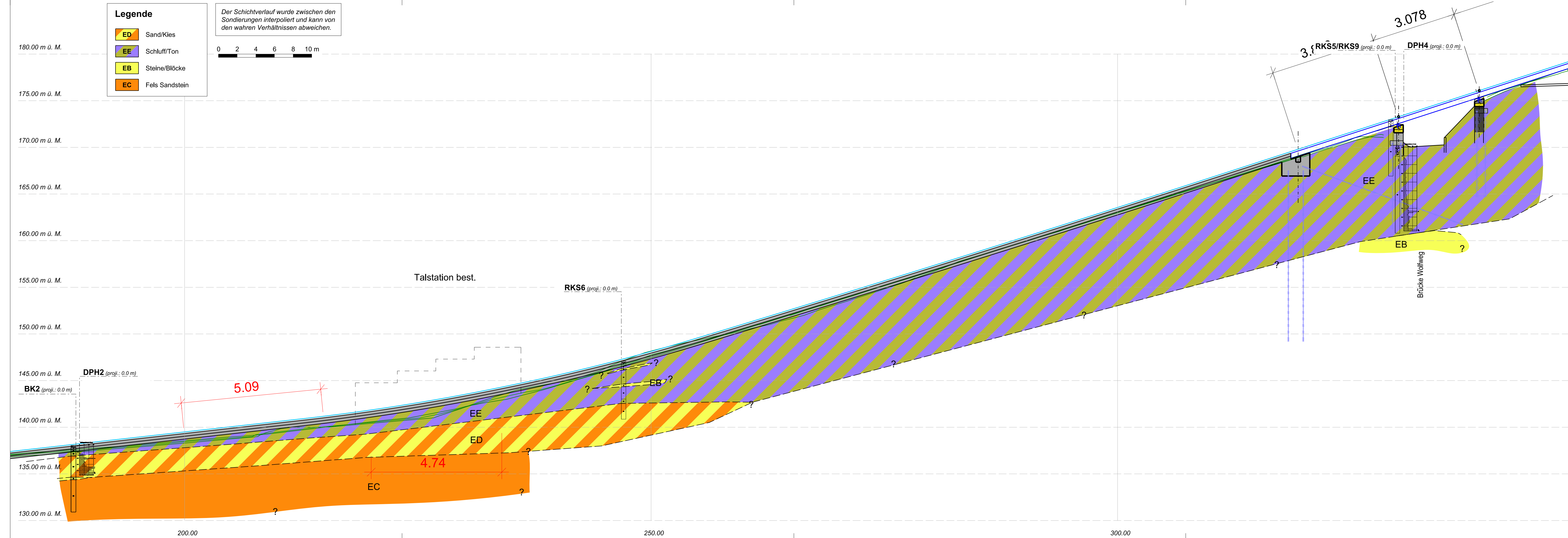
GEOTEST AG  
BERNSTRASSE 165  
CH-3052 ZOLLIKOFEN  
T +41 (0)31 910 01 01  
F +41 (0)31 910 01 00  
zollikofen@geotest.ch  
www.geotest.ch

Format: 105 / 30  
File: 1521053\_LP-B.dgn  
Dokument Nr.: 1521053-03

**Legende**

- Sand/Kies
- Schluff/Ton
- Steine/Blöcke
- Fels Sandstein

Der Schichtverlauf wurde zwischen den Sondierungen interpoliert und kann von den wahren Verhältnissen abweichen.



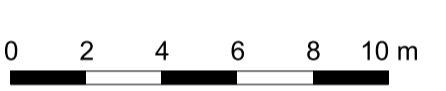


## **Anhang 4: Längsprofil Abschnitt C-C'**

**Legende**

- ED Sand/Kies
- EE Schluff/Ton
- EB Steine/Blöcke
- EC Fels Sandstein

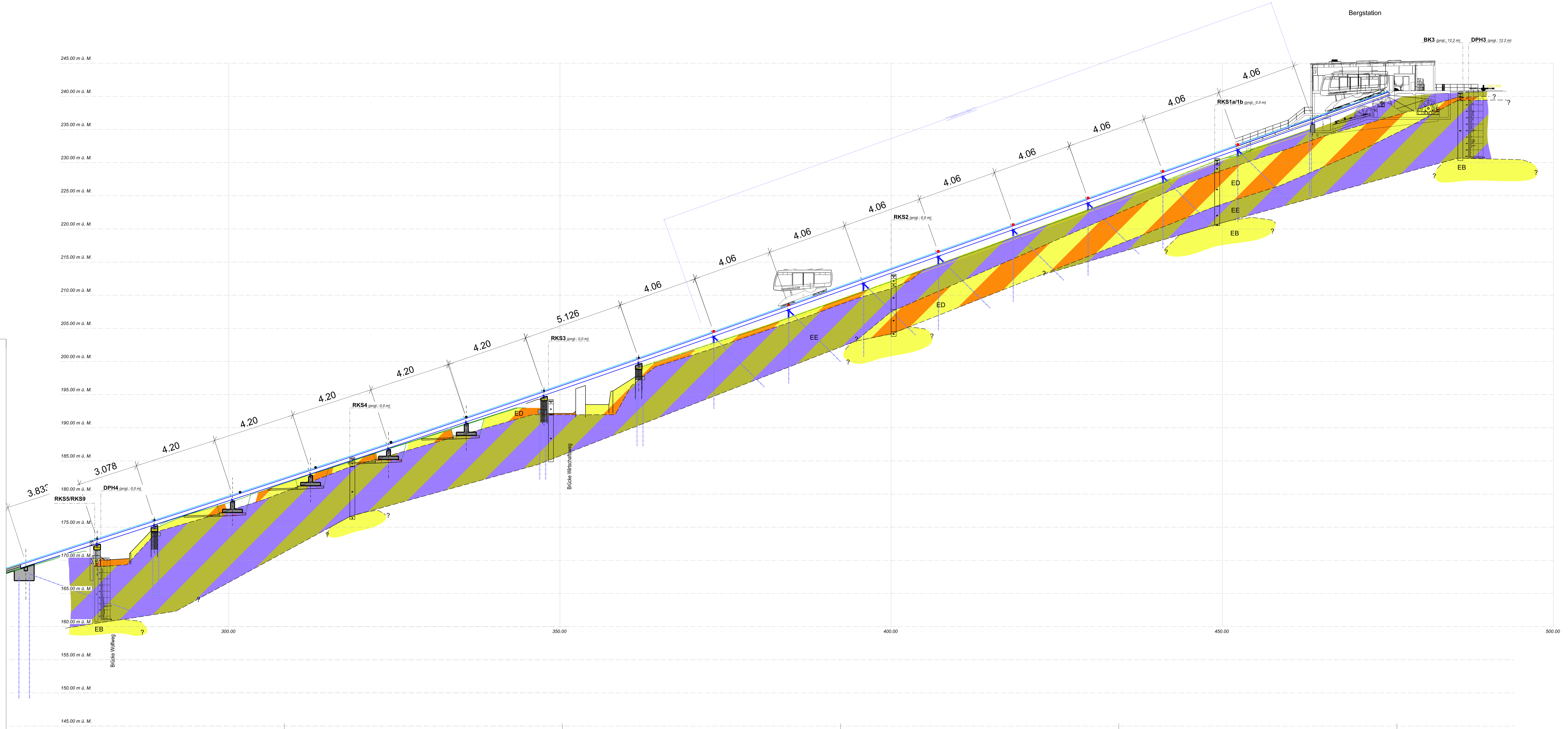
Der Schichtverlauf wurde zwischen den Sondierungen interpoliert und kann von den wahren Verhältnissen abweichen.



**Turmbergbahn, Karlsruhe**

**Geotechnisches Profil  
Abschnitt C**

Längenprofil 1:200



Rev.	Datum	Beschreibung der Änderung	Ge.	PL	SLP
1	17.02.2022				
2					
3					
4					
5					

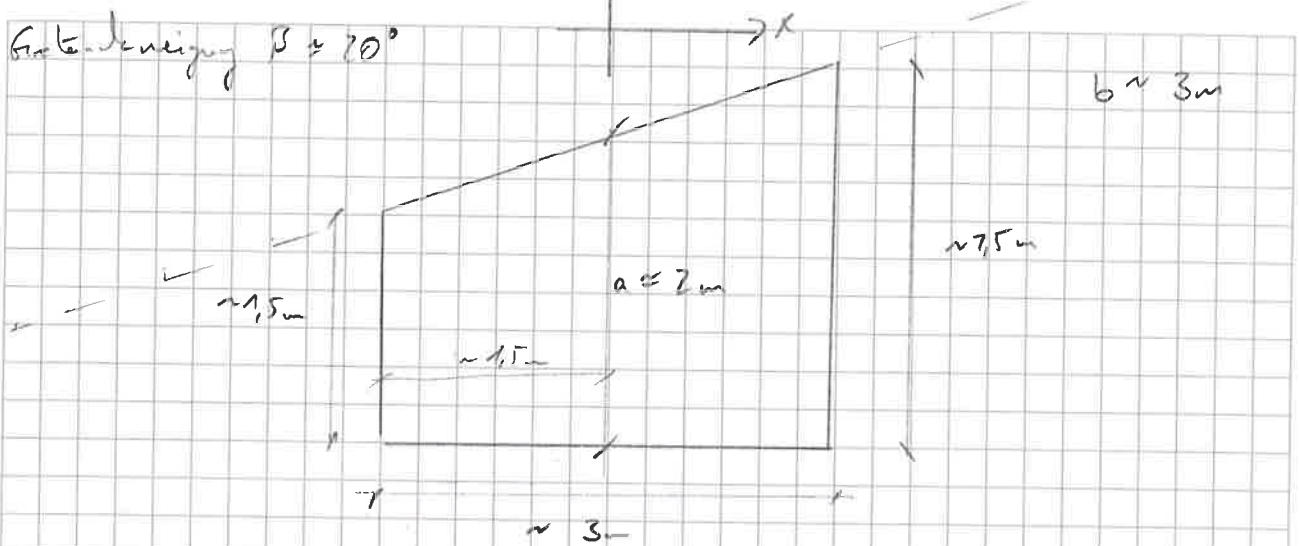
Auftrag: Karlsruhe, SSB Turmberg GEOTEST AG SOHNSTRASSE 155 CH-2052 ZOLLHOFEN T +41 (0)25 916 81 01 F +41 (0)25 916 01 00 zollhofen@geotest.ch www.geotest.ch	Format: 147 / 00 File: 1021003_LP-C.dgn Dokument Nr.: 1521053-04
--	--

## **Anhang 5: Vordimensionierung Fixpunkt**

# Fixpunkt

GEOTEST

WWW.GEOTEST.CH



Grenzwertreaktion  $F_z$  (global) IB-ACC

$$F_x = 812,4 \text{ kN} \quad F_z = 506,5 \text{ kN} \quad F_y = 3 \text{ kN} \quad R_{xz} = 956,8 \text{ kN} / \alpha = 32^\circ$$

$$M_y = 2383 \text{ kNm}$$

Grenzwertreaktion  $F_y$  (global) IB-ACC

$$F_x = 812,4 \text{ kN} \quad F_z = 506,4 \text{ kN} \quad F_y = -29 \text{ kN} \quad R_{xz} = 956,8 \text{ kN} / \alpha = 32^\circ$$

$$M_y = 2383 \text{ kNm}$$

Grenzwertreaktion  $F_x$  (global) IB-ACC

$$F_x = 864,1 \text{ kN} \quad F_z = 361,5 \text{ kN} \quad F_y = -16,2 \text{ kN} \quad R_{xz} = 836,4 \text{ kN} / \alpha = 27^\circ$$

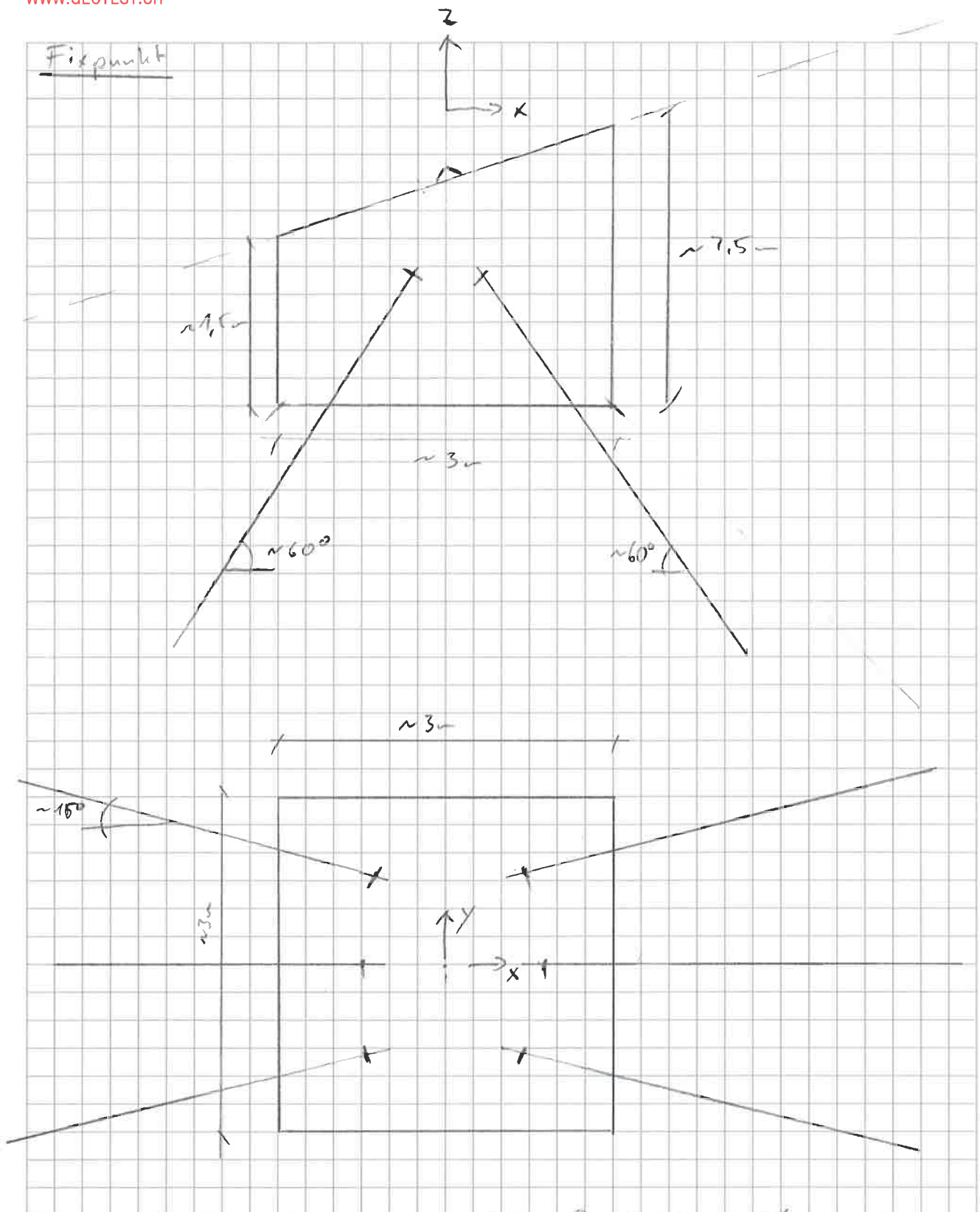
$$M_y = 2769,5 \text{ kNm}$$

Baugrundermodell gem. DPA 4 / RKS 5

0-7m Schluff steif Halbfest  $\varphi = 32^\circ / 20-3 / 6m \approx 20 \text{ kN/m}^2$

7-10m " "  $\varphi \approx 34 / " / 6m \approx 60 \text{ kN/m}^2$

> 10m ? ? / ? / 6m  $\approx 250 \text{ kN/m}^2$  brüche



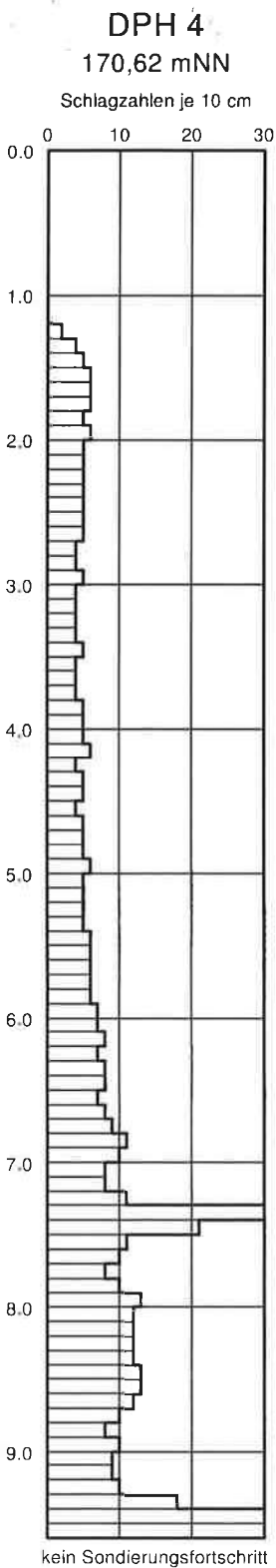
Total 6 Mikropfähle Typ GEW<sup>®</sup>-Pfehl  $\phi_{\text{min}} = 50\text{mm}$   
 Verinziert als Wechselbohrung  
 Bohrung verrohrt, Bohrdurchmesser min  $\phi 150\text{mm}$   
 Länge ab UK Fundament  $\approx$  ca. 18m

Vordim. Mikropfahl				Bemerkung
Länge Mikropfahl gesamt		17.0	[m]	
Freie Länge		0	[m]	
Durchmesser Mikropfahl		50.0	[mm]	
Stahlgüte	$f_{uk}$	550.0	[N/mm <sup>2</sup> ]	
Querschnitt	$A_s$	1963.5	[mm <sup>2</sup> ]	
Bohrlochdurchmesser (min)		150.0	[mm]	
Mantelreibung:				
Schluff 0-10m		20.0	[kN/m <sup>2</sup> ]	
Schluff 0-10m		9.4	[kN/m]	
Verbundlänge		8	[m]	
Schluff 10-14m		60	[kN/m <sup>2</sup> ]	
Schluff 10-14m		28	[kN/m]	
Verbundlänge		3	[m]	
fester Untergrund >10m		250	[kN/m <sup>2</sup> ]	
fester Untergrund >10m		118	[kN/m]	
Verbundlänge		6	[m]	
Umrechnungsfaktor	$\eta_a$	0.9		SIA 267 (2013) 9.5.2.2.5
Umrechnungsfaktor	$\eta_i$	0.8		SIA 267 (2013) 9.5.2.2.5
Widerstandsbeiwert	$\gamma_{M,a}$	1.3		SIA 267 (2013) 9.5.2.2.4
Widerstandsbeiwert	$\gamma_{M1}$	1.05		SIA 263 (2013) 4.1.3
Widerstandsbeiwert	$\gamma_{M2}$	1.25		SIA 263 (2013) 4.1.3
Widerstandsbeiwert	$\gamma_M$	1.6		SIA 267 (2013) 10.5.2.2.2
Widerstandsbeiwert	$\gamma_M$	1.35		SIA 267 (2013) 11.5.2.2
Äusserer Tragwiderstand	$R_{a,k}$	867.1	[kN]	
Abminderung in Folge Strumpf (keine)		1		
Innerer Tragwiderstand, Druck	$R_{mat,d}$	1028.5	[kN]	SIA 263 (2013) 5.1.2.1 Formel 38
Innerer Tragwiderstand, Schub	$R_{mat,d}$	518.4	[kN]	SIA 263 (2013) 6.2 Tabelle 16
<b>Äusserer Tragwiderstand (Druck)</b>	<b><math>R_{a,d}</math></b>	<b>600.3</b>	<b>[kN]</b>	SIA 267 (2013) 9.5.2.2.1 Formel 42
<b>Äusserer Tragwiderstand (Zug)</b>	<b><math>R_{a,d}</math></b>	<b>487.7</b>	<b>[kN]</b>	SIA 267 (2013) 10.5.2.2.2
<b>Innerer Tragwiderstand (Druck)</b>	<b><math>R_{i,d}</math></b>	<b>822.8</b>	<b>[kN]</b>	SIA 267 (2013) 9.5.2.4.1 Formel 50
<b>Innerer Tragwiderstand (Schub)</b>	<b><math>R_{i,d}</math></b>	<b>414.7</b>	<b>[kN]</b>	SIA 267 (2013) 9.5.2.4.1 Formel 50
<b>Innerer Tragwiderstand (Zug)</b>	<b><math>R_{i,d}</math></b>	<b>799.9</b>	<b>[kN]</b>	
<b>Einwirkende Kraft auf Bauwerk</b>	<b><math>F_x</math></b>	<b>864.0</b>	<b>[kN]</b>	Grenzwertreaktion $F_x$ , IB-ACC
<b>Einwirkende Kraft auf Bauwerk</b>	<b><math>F_z</math></b>	<b>506.4</b>	<b>[kN]</b>	Grenzwertreaktion $F_z$ , IB-ACC
<b>Pfahlneigung</b>		<b>60</b>	<b>°</b>	
<b>R<sub>x</sub></b>		<b>300.1429</b>	<b>[kN]</b>	
<b>R<sub>z</sub></b>		<b>519.8628</b>	<b>[kN]</b>	

min. Erforderliche Anzahl Pfähle

**2.878629**

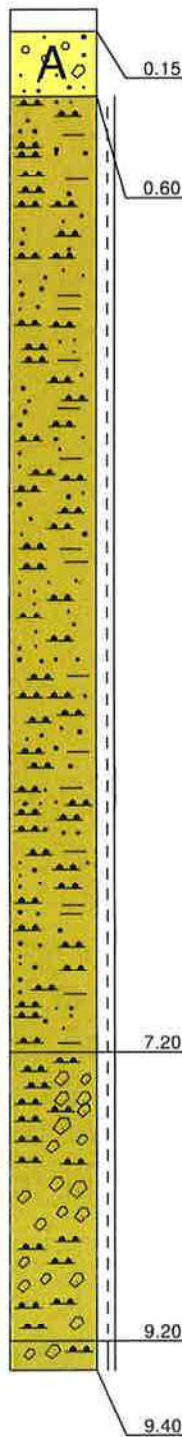
*locher f. mit kleistief*  
 $M_{en} \approx 10 \text{ MN}$   $\varphi \approx 32^\circ$   
 $c \approx 0-3 \text{ kN/m}^2$   
 $G_m \approx 20-60 \text{ kN/m}^2$



Homogen-  
bereiche



**RKS 9**  
170,62 mNN



SCHWARZDECKE,  
schwarz

<sup>1</sup>KIES,  
sandig, mit Steinen,  
Ziegel- und Betonbruch,  
braun, [GI]

SCHLUFF,  
sandig, schwach tonig,  
steif-halbfest, hellbraun

UL

SCHLUFF,  
mit Steinen und Blöcken,  
steif-halbfest, hellbraun, [UL]

SCHLUFF,  
mit Steinen und Blöcken,  
fest, grau, [UL]

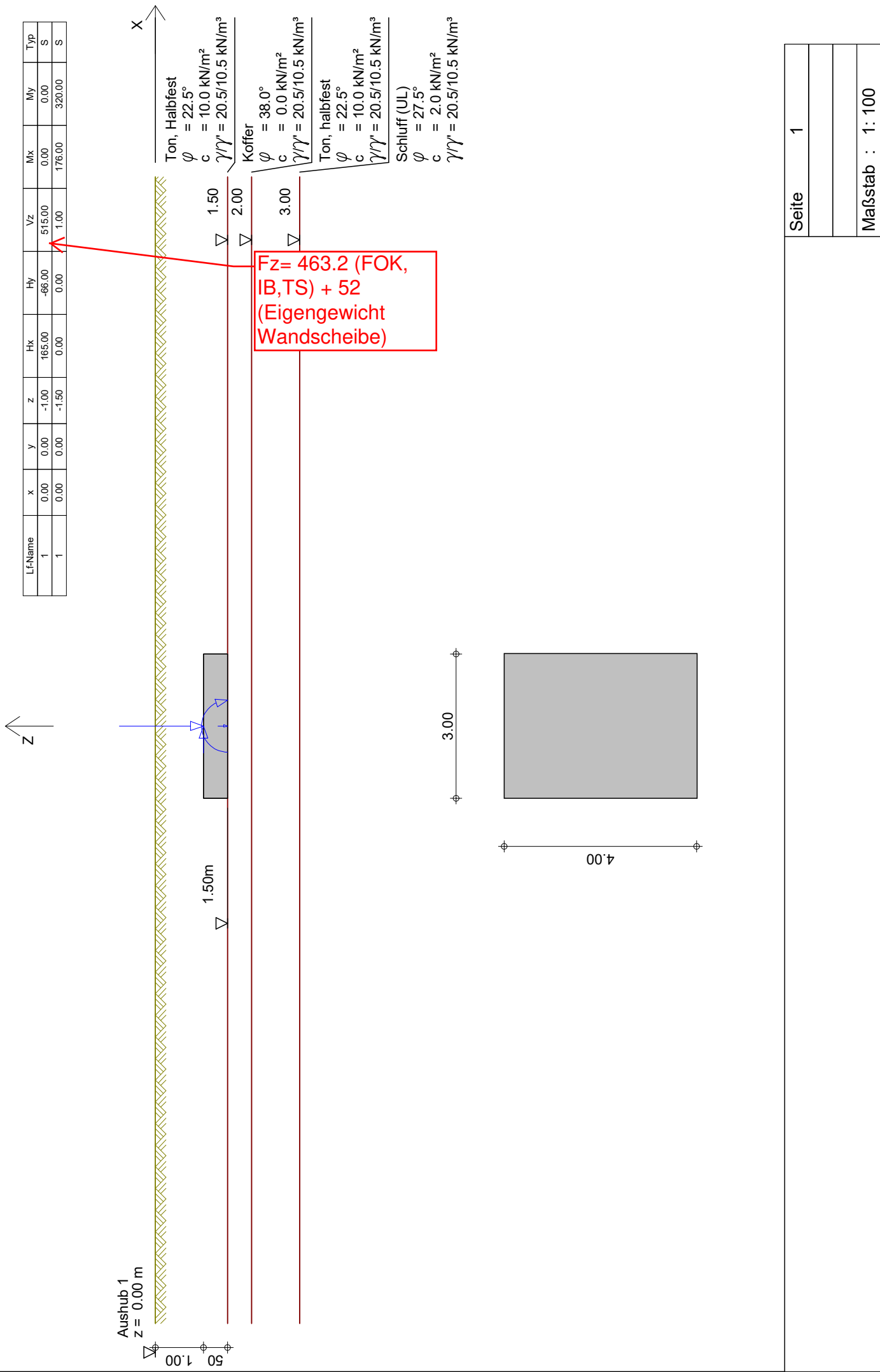
[...] Bodengruppe nach DIN 18196 gemäß Ansprache

[...] Bodengruppe nach DIN 18196 gemäß Labor

1 Boden mit Fremdbestandteilen

## **Anhang 6: Vordimensionierung Fundament 20**







LfName	x	y	z	Hx	Hy	Vz	Mx	My	Typ
1	0.00	0.00	-1.00	165.00	-66.00	515.00	0.00	0.00	S
1	0.00	0.00	-1.50	0.00	0.00	1.00	176.00	320.00	S

Aushub 1  
z = 0.00 m

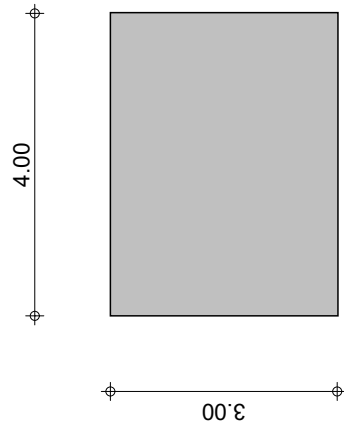


Ton, Halbfest  
 $\varphi = 22.5^\circ$   
 $c = 10.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma' = 20.5/10.5 \text{ kN/m}^3$

Koffer  
 $\varphi = 38.0^\circ$   
 $c = 0.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma' = 20.5/10.5 \text{ kN/m}^3$

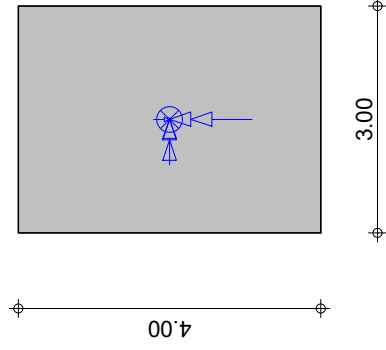
Ton, halbfest  
 $\varphi = 22.5^\circ$   
 $c = 10.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma' = 20.5/10.5 \text{ kN/m}^3$

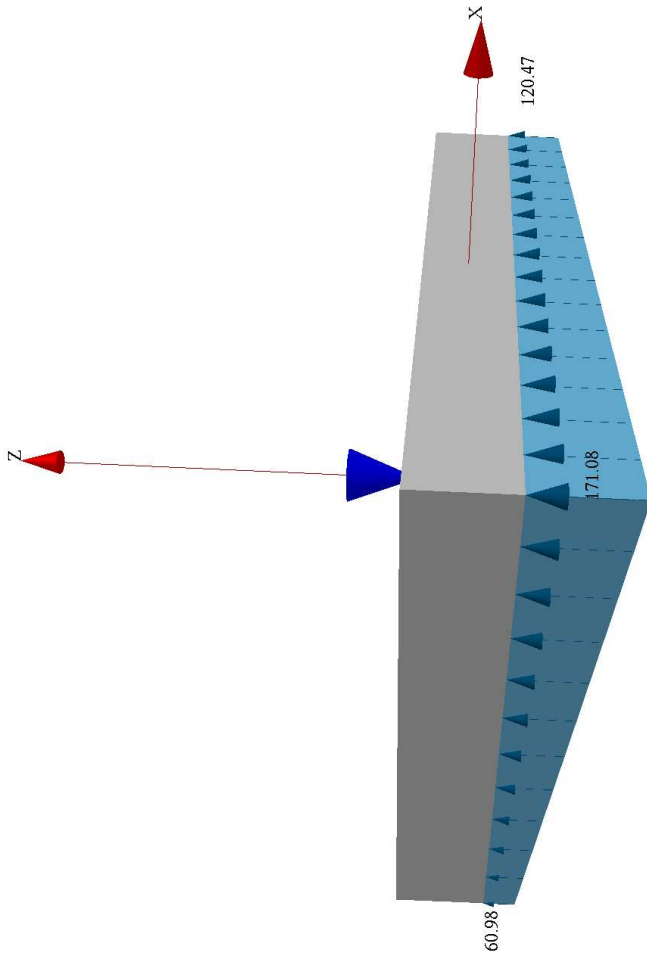
Schluff (UL)  
 $\varphi = 27.5^\circ$   
 $c = 2.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma' = 20.5/10.5 \text{ kN/m}^3$





LfName	x	y	z	Hx	Hy	Vz	Mx	My	Typ
1	0.00	0.00	-1.00	165.00	-66.00	515.00	0.00	0.00	S
1	0.00	0.00	-1.50	0.00	0.00	1.00	176.00	320.00	S





Programm DC-Fundament \*\*\* Copyright 2006-2021 DC-Software Doster & Christmann GmbH, D-81245 München \*\*\*

Eingabedatei: P:\Projekte\15 Geotechnik\2021\1521 053 Karlsruhe, SSB Turmberg\50\_Auswertung  
 \Berechnungen und Modellierungen\Fundament\_20\Fundament\_20\_2.dbf

## Fundament-Berechnung nach SIA 267

Erddruck nach SIA 261

Berechnung nach GZ Typ 2

Fundamenttyp: Einzelfundament

### Fundamentabmessungen

Breite b : 3.00 m  
 Breite quer a : 4.00 m  
 Unterkante : -1.50 m  
 Höhe h : 0.50 m  
 Wichte  $\gamma$  : 25.00 kN/m<sup>3</sup>

### Schichtdaten

		Ton, Halbfest	Koffer	Ton, halbfest	Schluff (UL)
Schichthöhe $\Delta h$	[m]	1.50	0.50	1.00	97.00
Innere Reibung $\text{cal } \varphi'$	[°]	22.50	38.00	22.50	27.50
Kohäsion c	[kN/m <sup>2</sup> ]	10.00	0.00	10.00	2.00
Wichte Boden $\gamma$	[kN/m <sup>3</sup> ]	20.50	20.50	20.50	20.50
Wichte unter Auftrieb $\gamma'$	[kN/m <sup>3</sup> ]	10.50	10.50	10.50	10.50
Steifemodul $E_s$	[MN/m <sup>2</sup> ]	5.00	30.00	5.00	7.00
zul. Bodenpressung	[kN/m <sup>2</sup> ]				

### Einzellasten

Lastfall	Kat.	V [kN]	H <sub>x</sub> [kN]	H <sub>y</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	x [m]	y [m]	z [m]	$\gamma$ Grundbau	$\gamma$ Bemess.	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Eigengew.	G	150.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	-1.50	1.35	1.35			
1	G	465.0	165.0	-66.0	176.0	320.0	0.00	0.00	-1.00	1.35	1.35			

### Teilsicherheitsbeiwerte für GZ Typ 1

$\gamma$ -	G,inf	G,sup	Q	Ea
	0.90	1.10	1.50	1.35

### Teilsicherheitsbeiwerte für GZ Typ 2

$\gamma$ -	G	Q	R	R,h	$\gamma$	$\varphi$	c	cu	Ea	E0g	Ep	G,inf
	1.35	1.50	1.00	1.00	1.00	1.20	1.50	1.50	1.35	1.35	1.40	1.00

- $\gamma$  - Teilsicherheitsbeiwert für ...
- G ständige Lasten
- Q veränderliche Lasten
- R Partialfaktor Grundbruch
- R,h Gleitwiderstand
- $\gamma$  Wichte
- $\varphi$  Reibungsbeiwert  $\tan \varphi$
- c Kohäsion c
- cu Kohäsion undräniert cu
- Ea Aktiver Erddruck
- E0g Ruhedruck
- Ep Passiver Erddruck
- G,inf günstige ständige Lasten
- G,sup ungünstige ständige Lasten

Q ungünstige veränderliche Lasten

#### Lastfall-Kombinationen für Grundbaunachweise:

Komb.Nr.	Eigengew.	1
1	1.00	1.00
2	1.00	1.35
3	1.35	1.00
4	1.35	1.35

#### Lastfall-Kombinationen für Bemessung:

Komb.Nr.	Eigengew.	1
1	1.00	1.00
2	1.00	1.35
3	1.35	1.00
4	1.35	1.35

#### Ergebnisse:

Komb.Nr.	Sohl-normalsp. [kN/m <sup>2</sup> ]	max.Bodenpressung [kN/m <sup>2</sup> ]	Gleiten T <sub>d</sub> /R <sub>d</sub>	Grundbr. N <sub>d</sub> /R <sub>d</sub>	max. Setzung [mm]	e/d ständig	e/d gesamt	EQU: E <sub>d,dst</sub> /E <sub>d,stb</sub>
1	118.6	167.2	0.56	0.35	26.0	0.217	0.028	0.004
2	118.6	167.2	0.66	0.51	26.0	0.236	0.033	0.004
3	118.6	167.2	0.50	0.35	26.0	0.217	0.028	0.004
4	118.6	167.2	0.59	0.48	26.0	0.236	0.033	0.004

#### Maßgebend:

Komb.Nr.	Sohl-normalsp. [kN/m <sup>2</sup> ]	max.Bodenpressung [kN/m <sup>2</sup> ]	Gleiten T <sub>d</sub> /R <sub>d</sub>	Grundbr. N <sub>d</sub> /R <sub>d</sub>	max. Setzung [mm]	e/d ständig	e/d gesamt	EQU: E <sub>d,dst</sub> /E <sub>d,stb</sub>
	118.6	167.2	0.66	0.51	26.0	0.236	0.033	0.004

#### Bewehrung:

Komb.Nr.	A <sub>s,x</sub> unten [cm <sup>2</sup> ]	A <sub>s,v</sub> unten [cm <sup>2</sup> ]	A <sub>s,x</sub> oben [cm <sup>2</sup> ]	A <sub>s,v</sub> oben [cm <sup>2</sup> ]
1	20.8	18.4	0.0	0.0
2	27.9	24.7	0.0	0.0
3	21.9	19.6	0.0	0.0
4	28.8	25.6	0.0	0.0

#### Maßgebend:

Komb.Nr.	A <sub>s,x</sub> unten [cm <sup>2</sup> ]	A <sub>s,v</sub> unten [cm <sup>2</sup> ]	A <sub>s,x</sub> oben [cm <sup>2</sup> ]	A <sub>s,v</sub> oben [cm <sup>2</sup> ]
	28.8	25.6	0.0	0.0

#### Nachweis gegen Kippen unter Gesamtlasten im GZ Typ 1

Schnittgrößen in der Sohlfuge

Maßgebende Lastfall-Kombination: Nr. 4

Belastung aus Eigengewicht: V<sub>d</sub> = 135.0 kN

Belastung aus Erdauflast: V<sub>d</sub> = 221.4 kN, M<sub>y,d</sub> = 0.0 kNm, M<sub>x,d</sub> = 0.0 kNm

Gesamtlast:

N<sub>d</sub> = 867.9 kN, Q<sub>x,d</sub> = 181.5 kN, M<sub>y,d</sub> = 442.8 kNm, Q<sub>y,d</sub> = -72.6 kN, M<sub>x,d</sub> = 229.9 kNm

Ausmitte:  $e_{x,d} = 0.51 \text{ m}$ ,  $e_{y,d} = 0.26 \text{ m}$

Sohlendruckkraft in 2. Kernweite:  $(e_x/b)^2 + (e_y/a)^2 = 0.033 \leq 0.111$

\*\*\* Nachweis erfüllt \*\*\*

### Nachweis der max. Bodenpressung

Schnittgrößen in der Sohlfuge

Maßgebende Lastfall-Kombination: Nr. 4

Belastung aus Eigengewicht:  $V = 150.0 \text{ kN}$

Belastung aus Erdauflast:  $V = 246.0 \text{ kN}$ ,  $M_y = 0.0 \text{ kNm}$ ,  $M_x = 0.0 \text{ kNm}$

Gesamtlast:

$N = 861.0 \text{ kN}$ ,  $Q_x = 165.0 \text{ kN}$ ,  $M_y = 402.5 \text{ kNm}$ ,  $Q_y = -66.0 \text{ kN}$ ,  $M_x = 209.0 \text{ kNm}$

$\sigma_1 (-x,-y) = 54.6 \text{ kN/m}^2$ ,  $\sigma_2 (+x,-y) = 167.2 \text{ kN/m}^2$ ,  $\sigma_3 (-x,+y) = 0.0 \text{ kN/m}^2$ ,  $\sigma_4 (+x,+y) = 115.2 \text{ kN/m}^2$

Ersatzbreiten:  $b' = 2.07 \text{ m}$ ,  $a' = 3.51 \text{ m}$

Sohlnormalspannung  $\sigma_{0r,k} = 118.6 \text{ kN/m}^2$

### Nachweis der Gleitsicherheit im GZ Typ 2

Maßgebende Lastfall-Kombination: Nr. 2, maßgebende Richtung: +x/-y

	Charakteristisch	Bemessungswerte
Belastung T	= 177.7 kN	239.9 kN
Erdwiderstand $E_{ph}$	= 77.9 kN	55.6 kN
Belastung V	= 861.0 kN	1023.8 kN
Reibungswinkel Sohle $\delta$	= 20.00 °	16.87 °
Gleitwiderstand $R_t$	= 313.4 kN	310.5 kN

**Nachweis:**  $T_d / (R_{t,d} + E_{p,d}) = 0.66 < 1.0$

\*\*\* Nachweis erfüllt \*\*\*

### Nachweis der Grundbruchsicherheit im GZ Typ 2

Maßgebende Lastfall-Kombination: Nr. 2, maßgebende Richtung: +x

Belastung	Charakteristisch	Bemessungswerte
Auflast P	= 711.00 kN	873.75 kN
Eigengewicht G	= 150.00 kN	150.00 kN
Gesamtlast V	= 861.00 kN	1023.75 kN
Horizontallast $H_x$	= 165.00 kN	222.75 kN
Moment $M_y$	= 402.50 kNm	543.38 kNm
Moment $M_x$	= 209.00 kNm	282.15 kNm
Neigung der Resultierenden $\tan(\delta_s) = H/V$	= 0.22	

### Abmessungen

Einbindetiefe d	= 1.50 m
Ersatzbreite b'	= 1.94 m
Ersatzbreite quer a'	= 3.45 m

### Ergebnisse

Breite der Grundbruchfigur	= 6.09 m	
Tiefe der Grundbruchfigur	= 1.66 m	
Maßgebende Bodenkennwerte: $\gamma$ oberhalb Gründungssohle	= 20.50 kN/m <sup>3</sup>	20.50 kN/m <sup>3</sup>
$\gamma$ unterhalb Gründungssohle	= 20.50 kN/m <sup>3</sup>	20.50 kN/m <sup>3</sup>
Reibungswinkel $\varphi$	= 26.51 °	22.57 °
Kohäsion c	= 5.62 kN/m <sup>2</sup>	3.74 kN/m <sup>2</sup>
Tragfähigkeitsbeiwerte $N_c, N_q, N_\gamma$	= 17.53    8.29    5.45	
Lastneigungsbeiwerte $i_c, i_q, i_\gamma$	= 0.50    0.56    0.43	
Formbeiwerte $s_c, s_q, s_\gamma$	= 1.27    1.23    0.78	
Tiefenbeiwerte $d_c, d_q, d_\gamma$	= 1.26    1.21    1.00	

Grundbruchspannung $p_d$	=	299.51 kN/m <sup>2</sup>
Bemessungswert Grundbruchwiderstand $R_d$	=	2002.31 kN
Bemessungswert Beanspruchung $N_d$	=	1023.75 kN

**Nachweis:  $N_d / R_d = 0.51 < 1.0$**

**\*\*\* Nachweis erfüllt \*\*\***

### **Setzungsberechnung (GZG) im GZ Gebrauchstauglichkeit**

bezogen auf die Bodenpressungen an den kennzeichnenden Punkten:

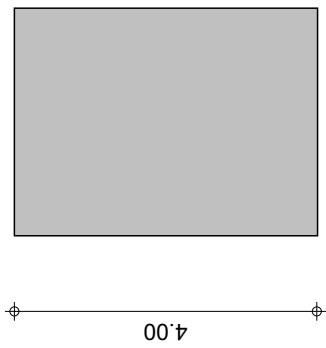
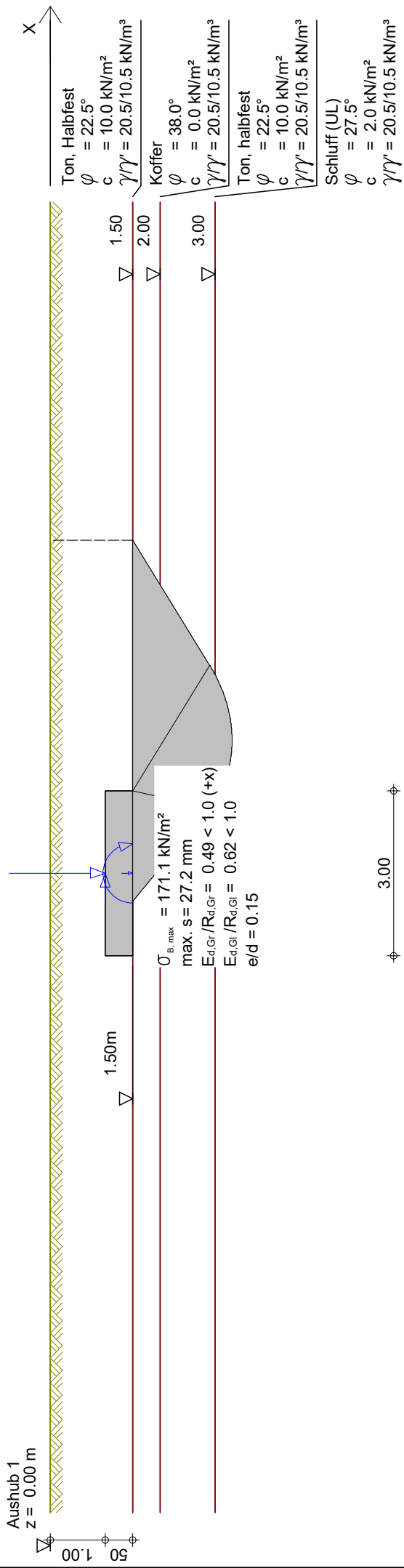
Maßgebende Lastfall-Kombination: Nr. 1

Setzung am Eckpunkt (-b/2;-a/2):	10.1 mm
Setzung am Eckpunkt (+b/2;-a/2):	1.4 mm
Setzung am Eckpunkt (-b/2;+a/2):	26.0 mm
Setzung am Eckpunkt (+b/2;+a/2):	17.3 mm

<b>Maximale Setzung:</b>	<b>26.0 mm</b>
Angesetzte Grenztiefe:	6.00 m



Lf-Name	x	y	z	Hx	Hy	Vz	Mx	My	Typ
1	0.00	0.00	-1.00	165.00	-66.00	515.00	0.00	0.00	S
1	0.00	0.00	-1.50	0.00	0.00	1.00	176.00	320.00	S



Lf-Name	x	y	z	Hx	Hy	Vz	Mx	My	Typ
1	0.00	0.00	-1.00	165.00	-66.00	515.00	0.00	0.00	S
1	0.00	0.00	-1.50	0.00	0.00	1.00	176.00	320.00	S

Aushub 1  
z = 0.00 m



Ton, Halbfest  
 $\varphi = 22.5^\circ$   
 $c = 10.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma' = 20.5/10.5 \text{ kN/m}^3$

Koffer  
 $\varphi = 38.0^\circ$   
 $c = 0.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma' = 20.5/10.5 \text{ kN/m}^3$

Ton, halbfest  
 $\varphi = 22.5^\circ$   
 $c = 10.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma' = 20.5/10.5 \text{ kN/m}^3$

Schluff (UL)  
 $\varphi = 27.5^\circ$   
 $c = 2.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma' = 20.5/10.5 \text{ kN/m}^3$

$$\sigma_{B, \max} = 171.1 \text{ kN/m}^2$$

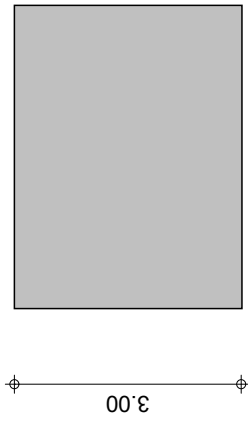
$$\max. s = 27.2 \text{ mm}$$

$$E_{d,Gr}/R_{d,Gr} = 0.49 < 1.0 (+x)$$

$$E_{d,Gl}/R_{d,Gl} = 0.62 < 1.0$$

$$e/d = 0.15$$

4.00



## Stahlbetonbemessung nach SIA 262

Materialwerte: Beton C20/25 Bewehrung: B500B

Randabstände Bewehrungsachse:

$d_{\text{oben, x}} = 5.0 \text{ cm}$ ,  $d_{\text{unten, x}} = 5.0 \text{ cm}$ ,  $d_{\text{oben, y}} = 5.0 \text{ cm}$ ,  $d_{\text{unten, y}} = 5.0 \text{ cm}$

Maßgebende Schnittgrößen (Schnitt am Stützenrand)

Sicherheitsbeiwerte

für Lasten:  $\gamma_F$  nach GZ Typ 2  
für Widerstände:  $\gamma_R = 1.50$  (Beton),  $1.15$  (Stahl)

Bemessungsschnittgrößen

Moment im Querschnitt:  $\max. M_{y,d} = 581.84 \text{ kNm}$

aus Kombination Nr. 4: maßgebende Sohlschnittgrößen  $N_d = 959.9 \text{ kN}$ ,  $M_{x,d} = 282.2 \text{ kNm}$ ,  $M_{y,d} = 543.4 \text{ kNm}$

Moment im Querschnitt:  $\max. M_{x,d} = 509.47 \text{ kNm}$

aus Kombination Nr. 4: maßgebende Sohlschnittgrößen  $N_d = 959.9 \text{ kN}$ ,  $M_{x,d} = 282.2 \text{ kNm}$ ,  $M_{y,d} = 543.4 \text{ kNm}$

Erforderliche Bewehrung:

erf.  $A_{Sx,unten} = 28.8 \text{ cm}^2$

**gewählt: 16  $\emptyset$  16 mm = 32.2 cm<sup>2</sup>**

Verteilung der unteren Bewehrung in x-Richtung:

Breite [cm]:	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
gewählt:	1 $\emptyset$ 16	2 $\emptyset$ 16	2 $\emptyset$ 16	3 $\emptyset$ 16	3 $\emptyset$ 16	2 $\emptyset$ 16	2 $\emptyset$ 16	1 $\emptyset$ 16

erf.  $A_{Sy,unten} = 25.6 \text{ cm}^2$

**gewählt: 14  $\emptyset$  16 mm = 28.1 cm<sup>2</sup>**

Verteilung der unteren Bewehrung in y-Richtung:

Breite [cm]:	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5
gewählt:	1 $\emptyset$ 16	1 $\emptyset$ 16	2 $\emptyset$ 16	3 $\emptyset$ 16	3 $\emptyset$ 16	2 $\emptyset$ 16	1 $\emptyset$ 16	1 $\emptyset$ 16

### **Durchstanznachweis**

(maßgebende Lastfall-Kombination Nr. 2)

Beiwert für nichtrotationssymm. Querkraftverteilung  $\beta = 100.00$

Abstand des Nachweisschnitts vom Stützenrand = 0.23 m  
 Umfang des Nachweisschnitts = 1.41 m  
 Fläche des Nachweisschnitts = 0.16 m<sup>2</sup>  
 Gesamt-Querkraft  $V_d$  = 627.8 kN  
 davon durch Sohldruck aufgenommen: = 8.3 kN  
 Bemessungswert der Querkraft  $V_{Ed}$  = 61943.9 kN  
 Mittelwert des Biegemoments  $m_{sd}$  = 546.4 kNm/m  
 Biege widerstand  $m_{Rd}$  = 249.4 kNm/m  
 Querkrafttragfähigkeit  $V_{Rd,c}$  = 175.9 kN  
 max. Querkrafttragfähigkeit  $V_{Rd,max}$  = 351.8 kN

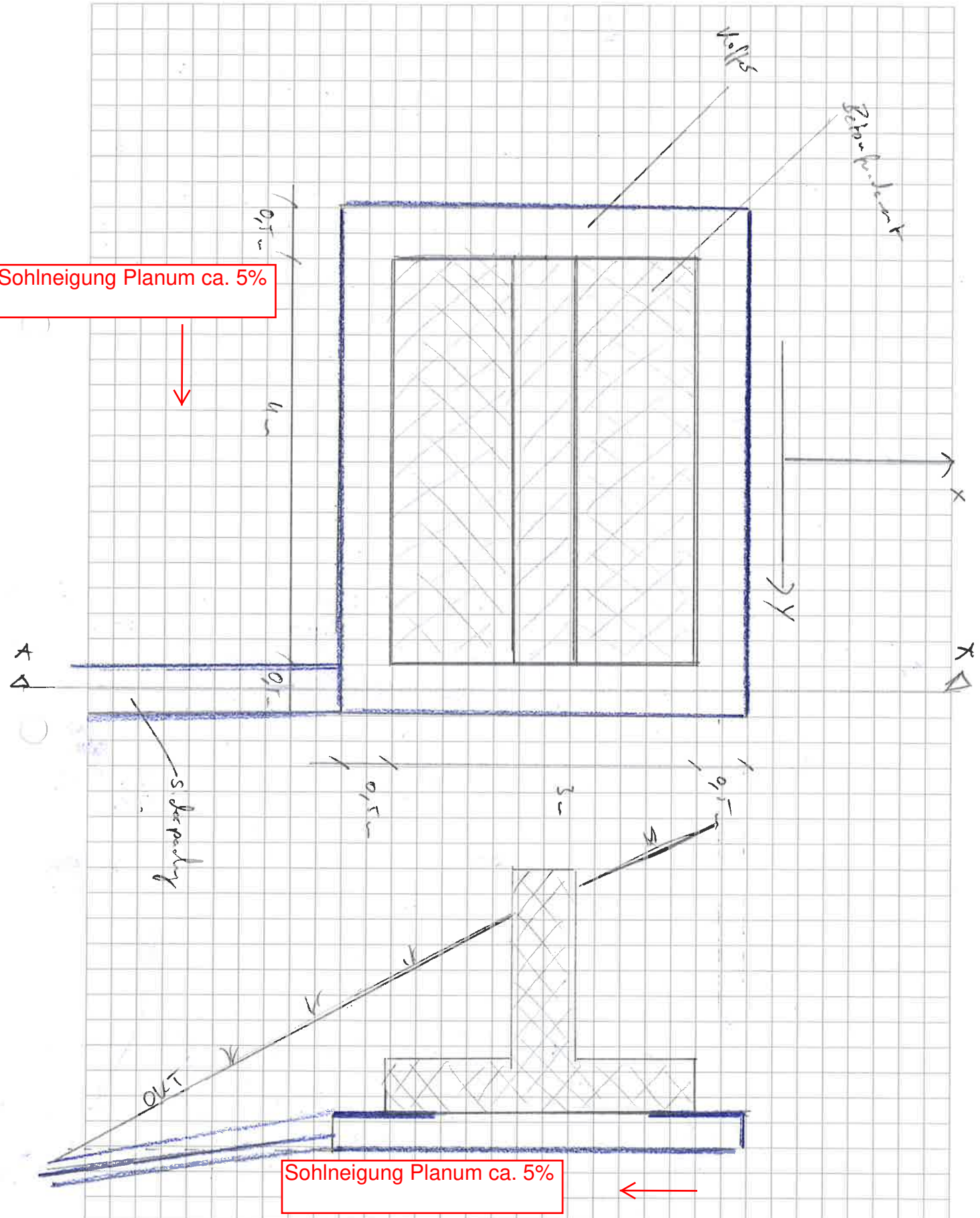
Durchstanzlast nicht aufnehmbar:  $V_{Ed} > V_{Rd,max}$

### **Zusammenfassung**

Folgende Nachweise sind nicht erfüllt:

Der Durchstanznachweis ist nicht möglich, da  $V_{Ed} > V_{Rd,max}$ .

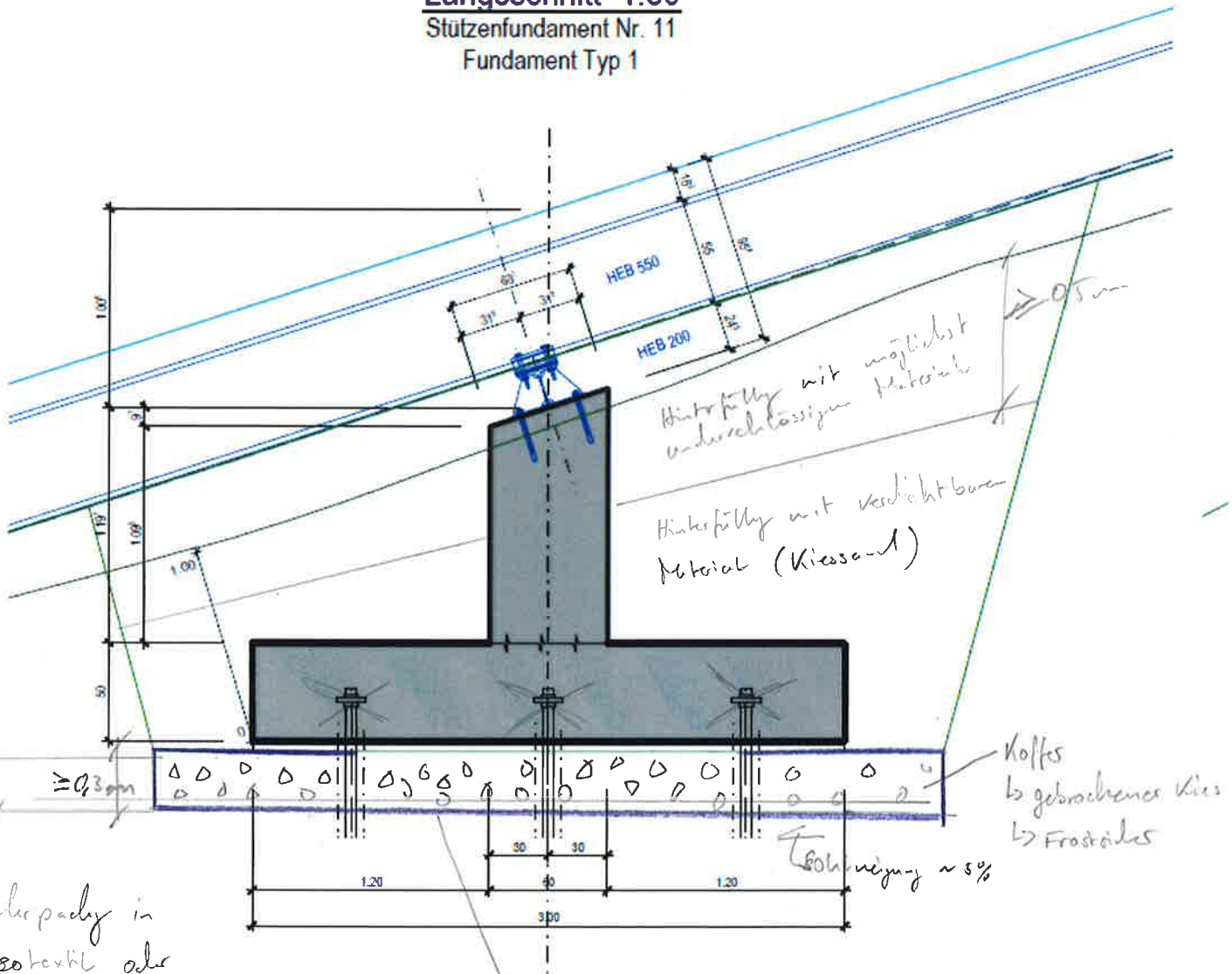
WWW.GEOTEST.CH



# Längsschnitt 1:50

Stützenfundament Nr. 11

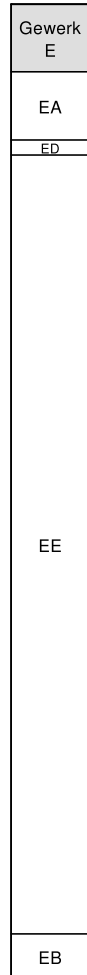
Fundament Typ 1



Sicherpackung in Geotextil oder Sicherrohr  
(Ok sicherrohr/sicherpackung muss bei Ansohritt unterhalb Plenum der Sicherpackung liegen.)

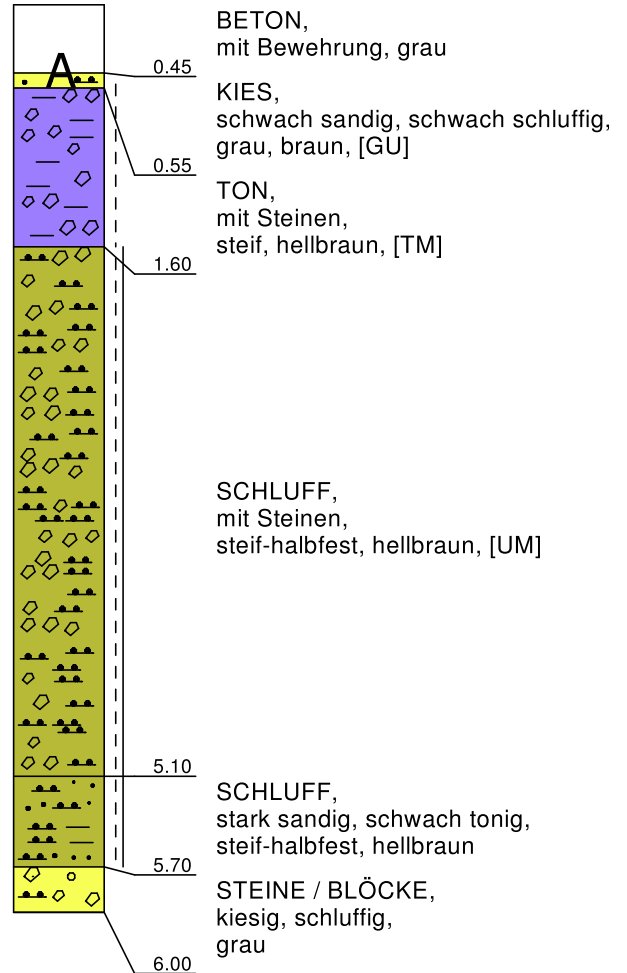
Geotextil

Homogen-  
bereiche



KB 6 / RKS 4

185,84 mNN



UL

[...] Bodengruppe nach DIN 18196 gemäß Ansprache

[...] Bodengruppe nach DIN 18196 gemäß Labor

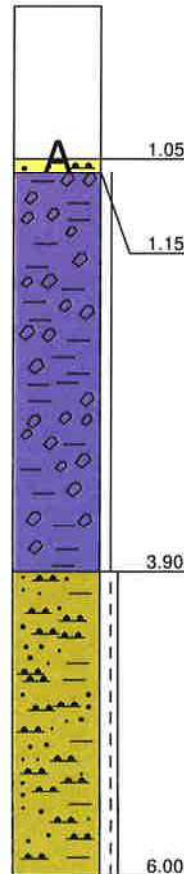
1 Boden mit Fremdbestandteilen

Homogen-  
bereiche



KB 5 / RKS 3

193,68 mNN



BETON,  
mit Bewehrung, grau

KIES,  
schwach sandig, schwach schluffig,  
grau, braun, [GU]

TON,  
mit Steinen,  
halfest, hellbraun

TL

SCHLUFF,  
sandig, schwach tonig,  
steif-halfest, hellbraun, [UL]

[...] Bodengruppe nach DIN 18196 gemäß Ansprache

[...] Bodengruppe nach DIN 18196 gemäß Labor

† Boden mit Fremdbestandteilen

## **Anhang 7: Vordimensionierung Mikropfahl Variante Moléson**



Vordim. Mikropfahl				Bemerkung
Länge Mikropfahl gesamt		13.0	[m]	
Freie Länge		0	[m]	
Durchmesser Mikropfahl		40.0	[mm]	
Stahlgüte	$f_{uk}$	550.0	[N/mm <sup>2</sup> ]	
Querschnitt	$A_s$	1256.6	[mm <sup>2</sup> ]	
Bohrlochdurchmesser (min)		300.0	[mm]	
Mantelreibung:				
Schluff 0-5m		20.0	[kN/m <sup>2</sup> ]	
Schluff 0-5m		18.8	[kN/m]	
Verbundlänge		5	[m]	
Schluff 5 - 12m		40	[kN/m <sup>2</sup> ]	
Schluff 5 - 12m		38	[kN/m]	
Verbundlänge		7	[m]	
fester Untergrund >12m		250	[kN/m <sup>2</sup> ]	
fester Untergrund >12m		236	[kN/m]	
Verbundlänge		1	[m]	
Umrechnungsfaktor	$\eta_a$	0.9		SIA 267 (2013) 9.5.2.2.5
Umrechnungsfaktor	$\eta_i$	0.8		SIA 267 (2013) 9.5.2.2.5
Widerstandsbeiwert	$\gamma_{M,a}$	1.3		SIA 267 (2013) 9.5.2.2.4
Widerstandsbeiwert	$\gamma_{M1}$	1.05		SIA 263 (2013) 4.1.3
Widerstandsbeiwert	$\gamma_{M2}$	1.25		SIA 263 (2013) 4.1.3
Widerstandsbeiwert	$\gamma_M$	1.6		SIA 267 (2013) 10.5.2.2.2
Widerstandsbeiwert	$\gamma_M$	1.35		SIA 267 (2013) 11.5.2.2
Äusserer Tragwiderstand	$R_{a,k}$	593.8	[kN]	
Abminderung in Folge Strumpf (keine)		1		
Innerer Tragwiderstand, Druck	$R_{mat,d}$	658.2	[kN]	SIA 263 (2013) 5.1.2.1 Formel 38
Innerer Tragwiderstand, Schub	$R_{mat,d}$	331.8	[kN]	SIA 263 (2013) 6.2 Tabelle 16
<b>Äusserer Tragwiderstand (Druck)</b>	<b><math>R_{a,d}</math></b>	<b>411.1</b>	<b>[kN]</b>	SIA 267 (2013) 9.5.2.2.1 Formel 42
<b>Äusserer Tragwiderstand (Zug)</b>	<b><math>R_{a,d}</math></b>	<b>334.0</b>	<b>[kN]</b>	SIA 267 (2013) 10.5.2.2.2
<b>Innerer Tragwiderstand (Druck)</b>	<b><math>R_{i,d}</math></b>	<b>526.6</b>	<b>[kN]</b>	SIA 267 (2013) 9.5.2.4.1 Formel 50
<b>Innerer Tragwiderstand (Schub)</b>	<b><math>R_{i,d}</math></b>	<b>265.4</b>	<b>[kN]</b>	SIA 267 (2013) 9.5.2.4.1 Formel 50
<b>Innerer Tragwiderstand (Zug)</b>	<b><math>R_{i,d}</math></b>	<b>512.0</b>	<b>[kN]</b>	
<b>Einwirkende Kraft auf Bauwerk</b>	<b><math>F_x</math></b>	<b>0.0</b>	<b>[kN]</b>	Grenzwertreaktion $F_x$ , IB-ACC
<b>Einwirkende Kraft auf Bauwerk</b>	<b><math>F_z</math></b>	<b>400.0</b>	<b>[kN]</b>	Grenzwertreaktion $F_z$ , IB-ACC
<b>Pfahlneigung</b>		<b>0</b>	<b>°</b>	
<b>Rz</b>		<b>411.1</b>	<b>[kN]</b>	
		<b>0</b>	<b>[kN]</b>	

min. Erforderliche Anzahl Pfähle  
( $F_z/R_z$ )

**0.973081**

Vordim. Mikropfahl				Bemerkung
Länge Mikropfahl gesamt		18.0	[m]	
Freie Länge		0	[m]	
Durchmesser Mikropfahl		40.0	[mm]	
Stahlgüte	$f_{uk}$	550.0	[N/mm <sup>2</sup> ]	
Querschnitt	$A_s$	1256.6	[mm <sup>2</sup> ]	
Bohrlochdurchmesser (min)		300.0	[mm]	
Mantelreibung:				
Schluff 0-5m		20.0	[kN/m <sup>2</sup> ]	
Schluff 0-5m		18.8	[kN/m]	
Verbundlänge		5	[m]	
Schluff 5 - 18m		40	[kN/m <sup>2</sup> ]	
Schluff 5 - 18m		38	[kN/m]	
Verbundlänge		13	[m]	
fester Untergrund >18m		250	[kN/m <sup>2</sup> ]	
fester Untergrund >18m		236	[kN/m]	
Verbundlänge		0	[m]	
Umrechnungsfaktor	$\eta_a$	0.9		SIA 267 (2013) 9.5.2.2.5
Umrechnungsfaktor	$\eta_i$	0.8		SIA 267 (2013) 9.5.2.2.5
Widerstandsbeiwert	$\gamma_{M,a}$	1.3		SIA 267 (2013) 9.5.2.2.4
Widerstandsbeiwert	$\gamma_{M1}$	1.05		SIA 263 (2013) 4.1.3
Widerstandsbeiwert	$\gamma_{M2}$	1.25		SIA 263 (2013) 4.1.3
Widerstandsbeiwert	$\gamma_M$	1.6		SIA 267 (2013) 10.5.2.2.2
Widerstandsbeiwert	$\gamma_M$	1.35		SIA 267 (2013) 11.5.2.2
Äusserer Tragwiderstand	$R_{a,k}$	584.3	[kN]	
Abminderung in Folge Strumpf (keine)		1		
Innerer Tragwiderstand, Druck	$R_{mat,d}$	658.2	[kN]	SIA 263 (2013) 5.1.2.1 Formel 38
Innerer Tragwiderstand, Schub	$R_{mat,d}$	331.8	[kN]	SIA 263 (2013) 6.2 Tabelle 16
<b>Äusserer Tragwiderstand (Druck)</b>	<b><math>R_{a,d}</math></b>	<b>404.5</b>	<b>[kN]</b>	SIA 267 (2013) 9.5.2.2.1 Formel 42
<b>Äusserer Tragwiderstand (Zug)</b>	<b><math>R_{a,d}</math></b>	<b>328.7</b>	<b>[kN]</b>	SIA 267 (2013) 10.5.2.2.2
<b>Innerer Tragwiderstand (Druck)</b>	<b><math>R_{i,d}</math></b>	<b>526.6</b>	<b>[kN]</b>	SIA 267 (2013) 9.5.2.4.1 Formel 50
<b>Innerer Tragwiderstand (Schub)</b>	<b><math>R_{i,d}</math></b>	<b>265.4</b>	<b>[kN]</b>	SIA 267 (2013) 9.5.2.4.1 Formel 50
<b>Innerer Tragwiderstand (Zug)</b>	<b><math>R_{i,d}</math></b>	<b>512.0</b>	<b>[kN]</b>	
<b>Einwirkende Kraft auf Bauwerk</b>	<b><math>F_x</math></b>	<b>0.0</b>	<b>[kN]</b>	Grenzwertreaktion $F_x$ , IB-ACC
<b>Einwirkende Kraft auf Bauwerk</b>	<b><math>F_z</math></b>	<b>400.0</b>	<b>[kN]</b>	Grenzwertreaktion $F_z$ , IB-ACC
<b>Pfahlneigung</b>		<b>0</b>	<b>°</b>	
<b>Rz</b>		<b>404.5</b>	<b>[kN]</b>	
		<b>0</b>	<b>[kN]</b>	

min. Erforderliche Anzahl Pfähle  
( $F_z/R_z$ )

**0.988776**

# GEOTEST

WWW.GEOTEST.CH

Skilbahn  
Fahrbahn

Gravimeter

Beobachtungsweg

Aufspalte

Betonkörper

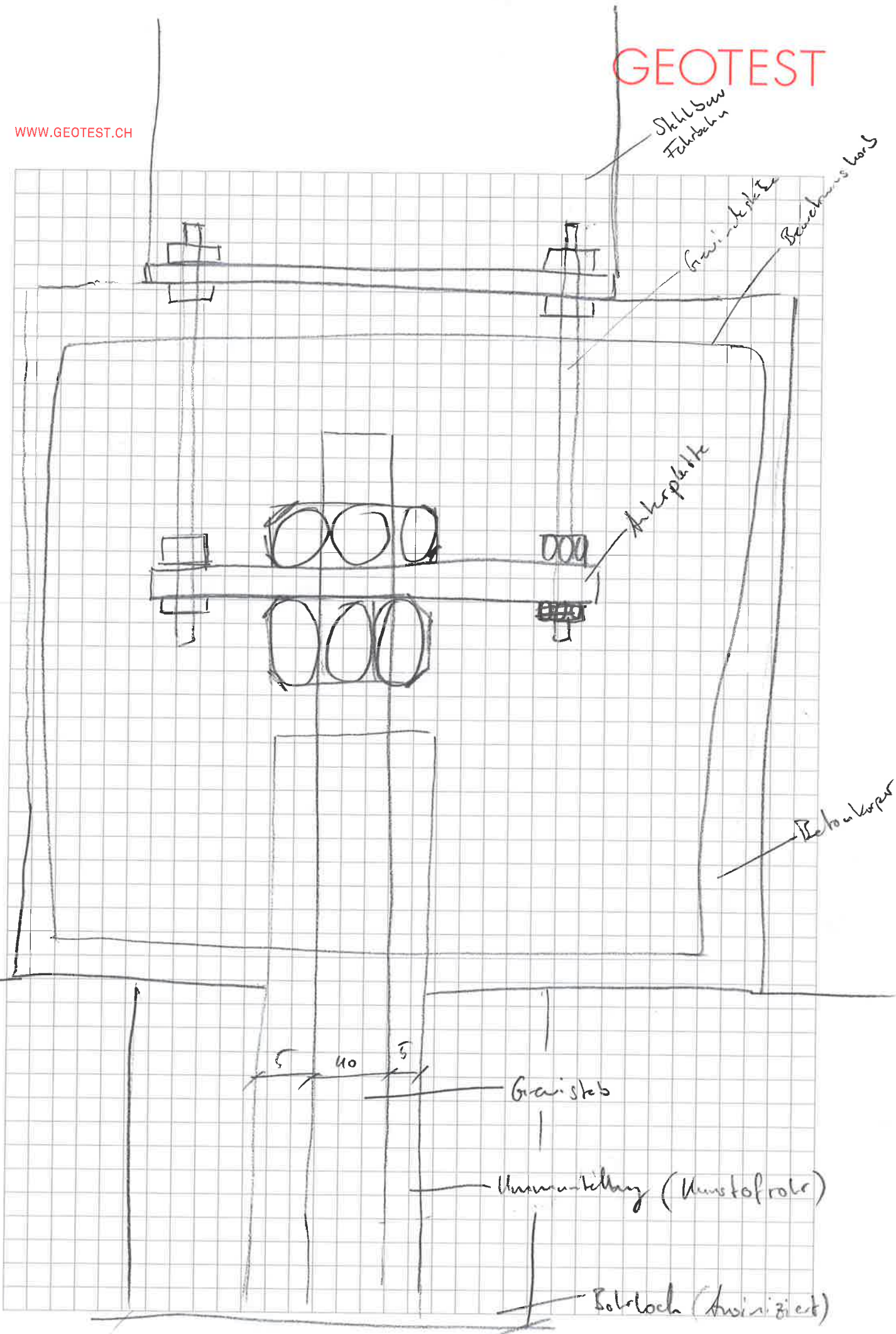
VORST

5 40 5

Gravimeter

Umsenkung (Kunststoffrohr)

Bohrloch (Anvisiert)

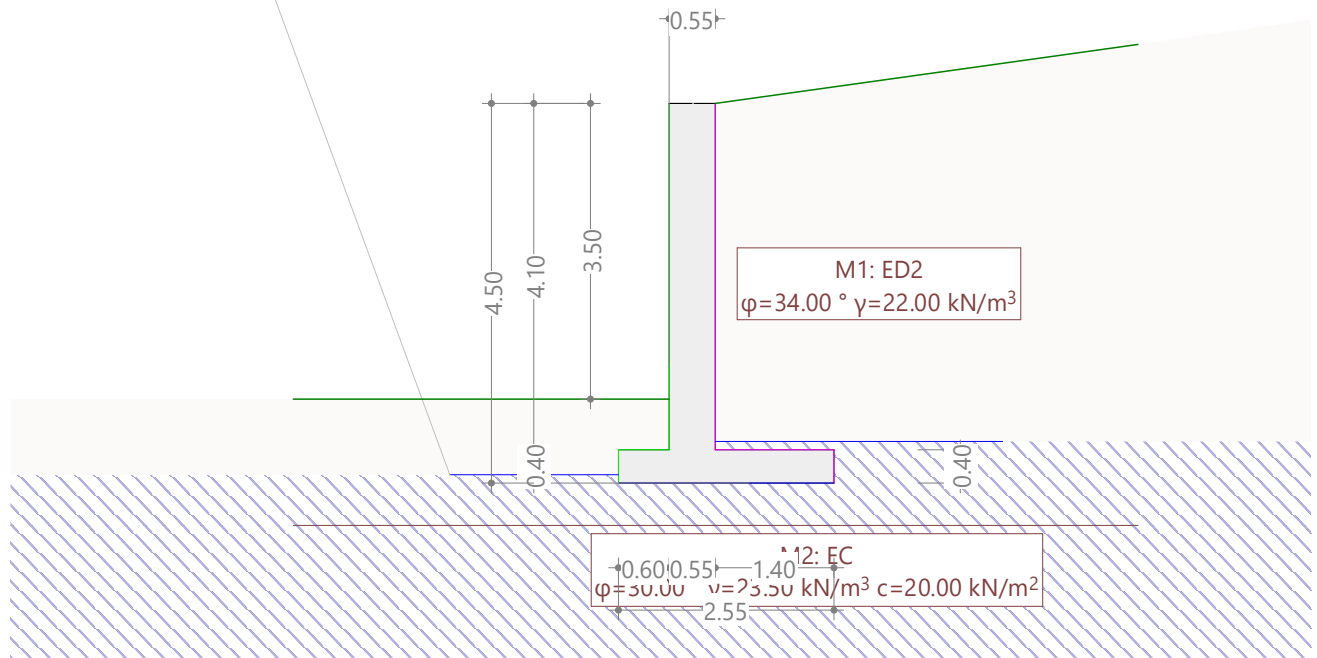


## **Anhang 8: Vordimensionierung Fundament Unterführung Turmbergstrasse**

Belastung B

Mstb. 1 : 89.5 (-8.26,-6.52..6.95,3.13)

Grundwasser: Wasserdruck ständig  
 $y_p = -4.40$  m  $y_a = -4.00$  m  $\gamma_w = 10.00$  kN/m<sup>3</sup>



**Resultate aller EWK**

**Geotechnische Nachweise**

GWS	EWK	Kippen [-]	Gleiten [-]	Grundbruch [-]	Verdrehung [%]
1	1				1.46
2	1	3.28			
	2	3.29			
	3	4.01			
	4	4.03			
	5	3.03			
	6	3.04			
	7	3.66			
	8	3.68			
3	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
4	1		1.74	2.40	
	2		1.76	2.41	
	3		2.64	4.56	
	4		2.67	4.57	
	5		1.47	1.91	
	6		1.49	1.93	
	7		2.12	4.20	
	8		2.16	4.22	

GWS : Grenzwertspezifikation  
 EWK : Einwirkungskombination

**Resultierende Fundamentkraft**

GWS	EWK	Angriffspunkt		Bemessungskraft		ex	EW	$\delta_R$	Bemerkungen
		x [m]	y [m]	Exd [kN/m]	Eyd [kN/m]				
1	1	-0.53	-4.50	-116.36	-211.91	-0.65	-	28.77	
	2	-0.13	-4.50	-95.66	-265.03	-0.26	-	19.85	
2	2	-0.13	-4.50	-95.56	-265.61	-0.26	-	19.79	
	3	-0.09	-4.50	-57.13	-213.43	-0.21	-	14.99	
	4	-0.09	-4.50	-57.03	-214.00	-0.21	-	14.92	
	5	-0.16	-4.50	-95.66	-238.77	-0.28	-	21.83	
	6	-0.15	-4.50	-95.56	-239.35	-0.28	-	21.76	
	7	-0.11	-4.50	-57.13	-187.17	-0.23	-	16.97	
	8	-0.11	-4.50	-57.03	-187.74	-0.23	-	16.90	
	3	1	-0.11	-4.50	-95.82	-296.99	-0.24	-	17.88
3	2	-0.11	-4.50	-95.51	-298.73	-0.24	-	17.73	
	3	-0.06	-4.50	-50.28	-236.00	-0.18	-	12.03	
	4	-0.06	-4.50	-49.97	-237.74	-0.18	-	11.87	
	5	-0.17	-4.50	-95.82	-224.78	-0.29	-	23.09	
	6	-0.17	-4.50	-95.51	-226.51	-0.29	-	22.86	
	7	-0.11	-4.50	-50.28	-163.79	-0.24	-	17.07	
	8	-0.11	-4.50	-49.97	-165.52	-0.23	-	16.80	
	4	1	-0.11	-4.50	-95.82	-296.99	-0.24	-	17.88
2		-0.11	-4.50	-95.51	-298.73	-0.24	-	17.73	
3		-0.06	-4.50	-50.28	-236.00	-0.18	-	12.03	
4		-0.06	-4.50	-49.97	-237.74	-0.18	-	11.87	
5		-0.15	-4.50	-95.82	-251.04	-0.27	-	20.89	
6		-0.14	-4.50	-95.51	-252.77	-0.27	-	20.70	
7		-0.09	-4.50	-50.28	-190.05	-0.21	-	14.82	
8		-0.08	-4.50	-49.97	-191.78	-0.21	-	14.60	

- GWS : Grenzwertspezifikation
- EWK : Einwirkungskombination
- ex : horizontale Exzentrizität der Resultierenden
- EW : berücksichtigter Anteil der Erdwiderstände auf der Talseite
- $\delta_R$  : Neigung der Resultierenden gegenüber der Fundamentsohle (positiv im Uhrzeigersinn)

**Grenzwertspezifikationen**

GWS	Titel	Bemessungssituation	Grenzzustand	AP
1	!GZ Gebrauchstauglichkeit selten	andauernd	Gebrauchstauglichkeit	!GZG
2	!GZ Tragsicherheit Typ 1	andauernd	Tragsicherheit Typ 1	!GZT
3	!GZ Tragsicherheit Typ 2	andauernd	Tragsicherheit Typ 2	!GZT
4	!GZ Tragsicherheit Typ 2a	andauernd	Tragsicherheit Typ 2a	!GZT

AP : Analyseparameterset

**BELASTUNG B: (Eigenlast)**

**Linienlasten**

Koordinaten		Lastwerte			$M_{aktiv}$
x [m]	y [m]	$P_x$ [kN/m]	$P_y$ [kN/m]	$M_z$ [kNm/m]	
-0.28	0	0	-140.00	0	nein

**Resultate aller EWK**

**Geotechnische Nachweise**

GWS	EWK	Kippen [-]	Gleiten [-]	Grundbruch [-]	Verdrehung [%]
1	1				2.00
	2	2.73			
2	2	2.74			
	3	2.92			
	4	2.93			
	5	2.64			
	6	2.65			
	7	2.84			
	8	2.84			
	3	1			
2					
3					
4					

Nr.:

GWS	EWK	Kippen [-]	Gleiten [-]	Grundbruch [-]	Verdrehung [%]
4	5				
	6				
	7				
	8				
	1		2.85	1.94	
	2		2.87	1.94	
	3		4.75	2.83	
	4		4.80	2.83	
5		2.29	1.78		
6		2.31	1.79		
7		3.69	2.87		
8		3.73	2.88		

GWS : Grenzwertspezifikation  
 EWK : Einwirkungskombination

**Resultierende Fundamentkraft**

GWS	EWK	Angriffspunkt		Bemessungskraft		ex [m]	EW [%]	δ <sub>R</sub> [°]	Bemerkungen
		x [m]	y [m]	Exd [kN/m]	Eyd [kN/m]				
1	1	-0.43	-4.50	-116.36	-351.91	-0.55	-	18.30	
		-0.19	-4.50	-95.66	-419.03	-0.31	-	12.86	
2	2	-0.19	-4.50	-95.56	-419.61	-0.31	-	12.83	
		-0.17	-4.50	-57.13	-367.43	-0.29	-	8.84	
		-0.17	-4.50	-57.03	-368.00	-0.29	-	8.81	
		-0.20	-4.50	-95.66	-364.77	-0.32	-	14.69	
		-0.20	-4.50	-95.56	-365.35	-0.32	-	14.66	
		-0.17	-4.50	-57.13	-313.17	-0.30	-	10.34	
		-0.17	-4.50	-57.03	-313.74	-0.30	-	10.30	
		-0.18	-4.50	-95.82	-485.99	-0.30	-	11.15	
3	2	-0.18	-4.50	-95.51	-487.73	-0.30	-	11.08	
		-0.15	-4.50	-50.28	-425.00	-0.28	-	6.75	
		-0.15	-4.50	-49.97	-426.74	-0.28	-	6.68	
		-0.20	-4.50	-95.82	-336.78	-0.33	-	15.88	
		-0.20	-4.50	-95.51	-338.51	-0.33	-	15.76	
		-0.18	-4.50	-50.28	-275.79	-0.30	-	10.33	
		-0.17	-4.50	-49.97	-277.52	-0.30	-	10.21	
		-0.18	-4.50	-95.82	-485.99	-0.30	-	11.15	
4	2	-0.18	-4.50	-95.51	-487.73	-0.30	-	11.08	
		-0.15	-4.50	-50.28	-425.00	-0.28	-	6.75	
		-0.15	-4.50	-49.97	-426.74	-0.28	-	6.68	
		-0.19	-4.50	-95.82	-391.04	-0.32	-	13.77	
		-0.19	-4.50	-95.51	-392.77	-0.31	-	13.67	
		-0.17	-4.50	-50.28	-330.05	-0.29	-	8.66	
		-0.16	-4.50	-49.97	-331.78	-0.29	-	8.57	

GWS : Grenzwertspezifikation  
 EWK : Einwirkungskombination  
 ex : horizontale Exzentrizität der Resultierenden  
 EW : berücksichtigter Anteil der Erdwiderstände auf der Talseite  
 δ<sub>R</sub> : Neigung der Resultierenden gegenüber der Fundamentsohle (positiv im Uhrzeigersinn)

**Grenzwertspezifikationen**

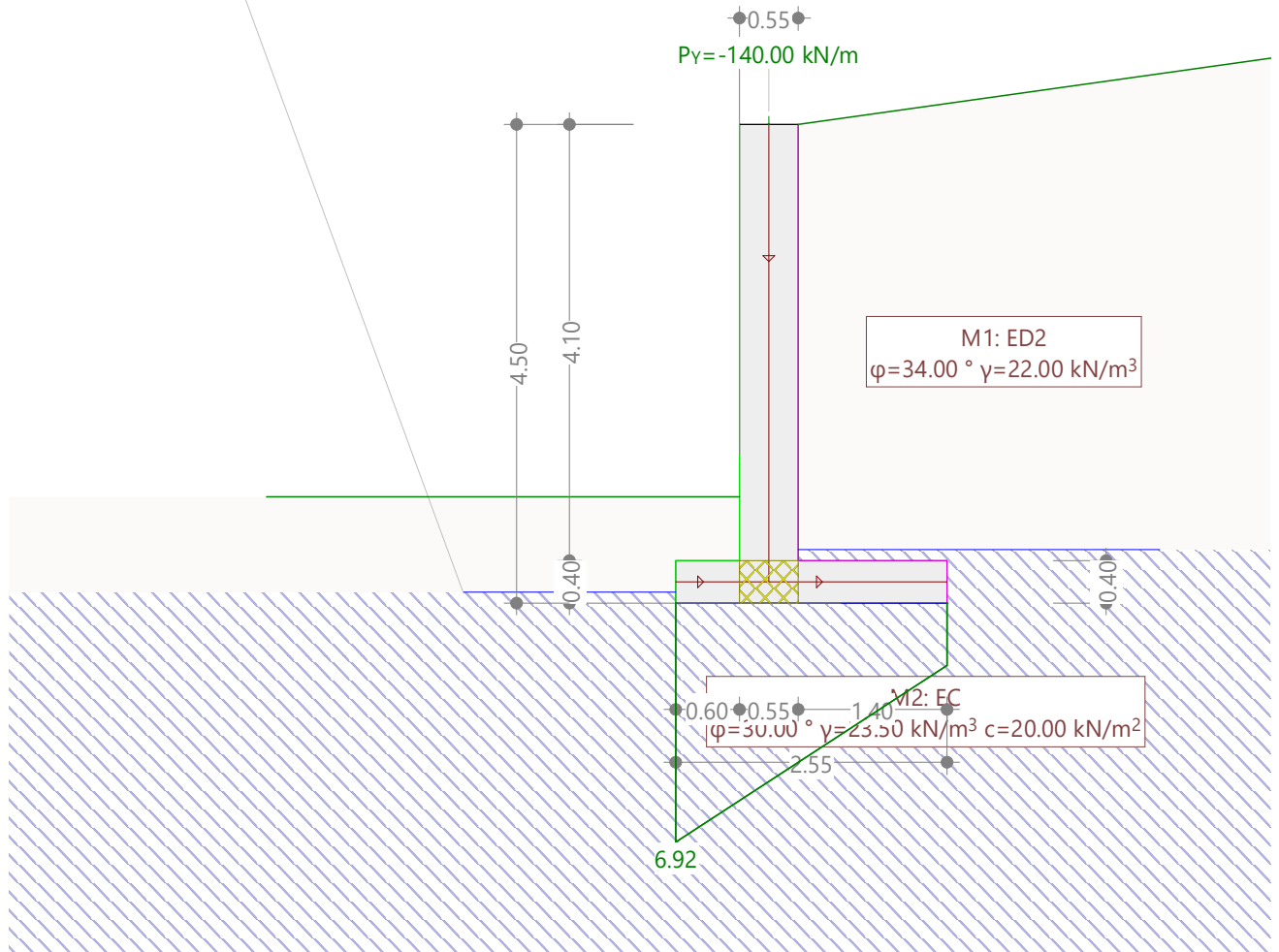
GWS	Titel	Bemessungssituation	Grenzzustand	AP
1	!GZ Gebrauchstauglichkeit selten	andauernd	Gebrauchstauglichkeit	!GZG
2	!GZ Tragsicherheit Typ 1	andauernd	Tragsicherheit Typ 1	!GZT
3	!GZ Tragsicherheit Typ 2	andauernd	Tragsicherheit Typ 2	!GZT
4	!GZ Tragsicherheit Typ 2a	andauernd	Tragsicherheit Typ 2a	

AP : Analyseparameterset

Belastung B  
 Grenzwerte: Setzung [mm]

Mstb. 1 :69.0 (-7.35,-7.74..4.36,2.63)

Grundwasser: Wasserdruck ständig  
 $y_p = -4.40$  m  $y_a = -4.00$  m  $\gamma_w = 10.00$  kN/m<sup>3</sup>



**BELASTUNG B: (Eigenlast)**

**Linienlasten**

Koordinaten		Lastwerte			M <sub>aktiv</sub>
x [m]	y [m]	P <sub>x</sub> [kN/m]	P <sub>y</sub> [kN/m]	M <sub>z</sub> [kNm/m]	
-0.28	0	0	-200.00	0	nein

**Resultate aller EWK**

**Geotechnische Nachweise**

GWS	EWK	Kippen [-]	Gleiten [-]	Grundbruch [-]	Verdrehung [%]
1	1				2.25
2	1	2.63			
	2	2.64			
	3	2.76			
	4	2.77			
	5	2.56			

Nr.:



GWS	EWK	Kippen [-]	Gleiten [-]	Grundbruch [-]	Verdrehung [%]
3	6	2.57			
	7	2.70			
	8	2.71			
	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
4	1		3.33	1.77	
	2		3.35	1.77	
	3		5.66	2.44	
	4		5.71	2.44	
	5		2.65	1.68	
	6		2.66	1.68	
	7		4.36	2.53	
	8		4.41	2.53	

GWS : Grenzwertspezifikation  
 EWK : Einwirkungskombination

**Resultierende Fundamentkraft**

GWS	EWK	Angriffspunkt		Bemessungskraft		ex [m]	EW [%]	δ <sub>R</sub> [°]	Bemerkungen
		x [m]	y [m]	Exd [kN/m]	Eyd [kN/m]				
1	1	-0.41	-4.50	-116.36	-411.91	-0.53	-	15.77	
	2	-0.20	-4.50	-95.66	-485.03	-0.32	-	11.16	
	3	-0.20	-4.50	-95.56	-485.61	-0.32	-	11.13	
	4	-0.18	-4.50	-57.13	-433.43	-0.31	-	7.51	
	5	-0.18	-4.50	-57.03	-434.00	-0.31	-	7.49	
	6	-0.21	-4.50	-95.66	-418.77	-0.33	-	12.87	
	7	-0.21	-4.50	-95.56	-419.35	-0.33	-	12.84	
	8	-0.19	-4.50	-57.13	-367.17	-0.31	-	8.84	
3	1	-0.19	-4.50	-57.03	-367.74	-0.31	-	8.81	
	2	-0.19	-4.50	-95.82	-566.99	-0.32	-	9.59	
	3	-0.19	-4.50	-95.51	-568.73	-0.31	-	9.53	
	4	-0.17	-4.50	-50.28	-506.00	-0.30	-	5.67	
	5	-0.17	-4.50	-49.97	-507.74	-0.30	-	5.62	
	6	-0.21	-4.50	-95.82	-384.78	-0.34	-	13.98	
	7	-0.21	-4.50	-95.51	-386.51	-0.34	-	13.88	
	8	-0.19	-4.50	-50.28	-323.79	-0.32	-	8.83	
4	1	-0.19	-4.50	-49.97	-325.52	-0.31	-	8.73	
	2	-0.19	-4.50	-95.82	-566.99	-0.32	-	9.59	
	3	-0.19	-4.50	-95.51	-568.73	-0.31	-	9.53	
	4	-0.17	-4.50	-50.28	-506.00	-0.30	-	5.67	
	5	-0.17	-4.50	-49.97	-507.74	-0.30	-	5.62	
	6	-0.20	-4.50	-95.82	-451.04	-0.33	-	11.99	
	7	-0.20	-4.50	-95.51	-452.77	-0.33	-	11.91	
	8	-0.18	-4.50	-50.28	-390.05	-0.31	-	7.35	
		-0.18	-4.50	-49.97	-391.78	-0.31	-	7.27	

GWS : Grenzwertspezifikation  
 EWK : Einwirkungskombination  
 ex : horizontale Exzentrizität der Resultierenden  
 EW : berücksichtigter Anteil der Erdwiderstände auf der Talseite  
 δ<sub>R</sub> : Neigung der Resultierenden gegenüber der Fundamentsohle (positiv im Uhrzeigersinn)

**Grenzwertspezifikationen**

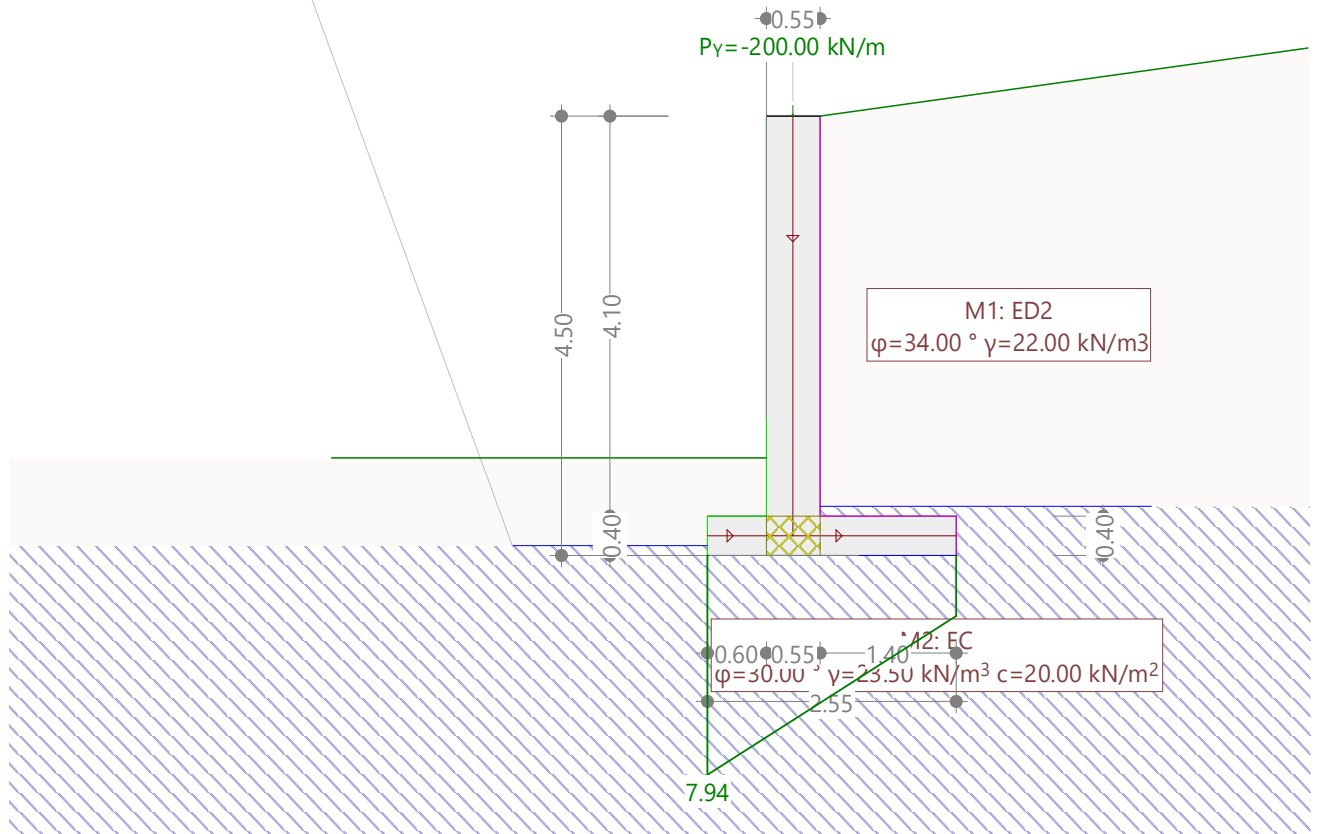
GWS	Titel	Bemessungssituation	Grenzzustand	AP
1	!GZ Gebrauchstauglichkeit selten	andauernd	Gebrauchstauglichkeit	!GZG
2	!GZ Tragsicherheit Typ 1	andauernd	Tragsicherheit Typ 1	!GZT
3	!GZ Tragsicherheit Typ 2	andauernd	Tragsicherheit Typ 2	!GZT
4	!GZ Tragsicherheit Typ 2a	andauernd	Tragsicherheit Typ 2a	

AP : Analyseparameterset

Belastung B  
Grenzwerte: Setzung [mm]

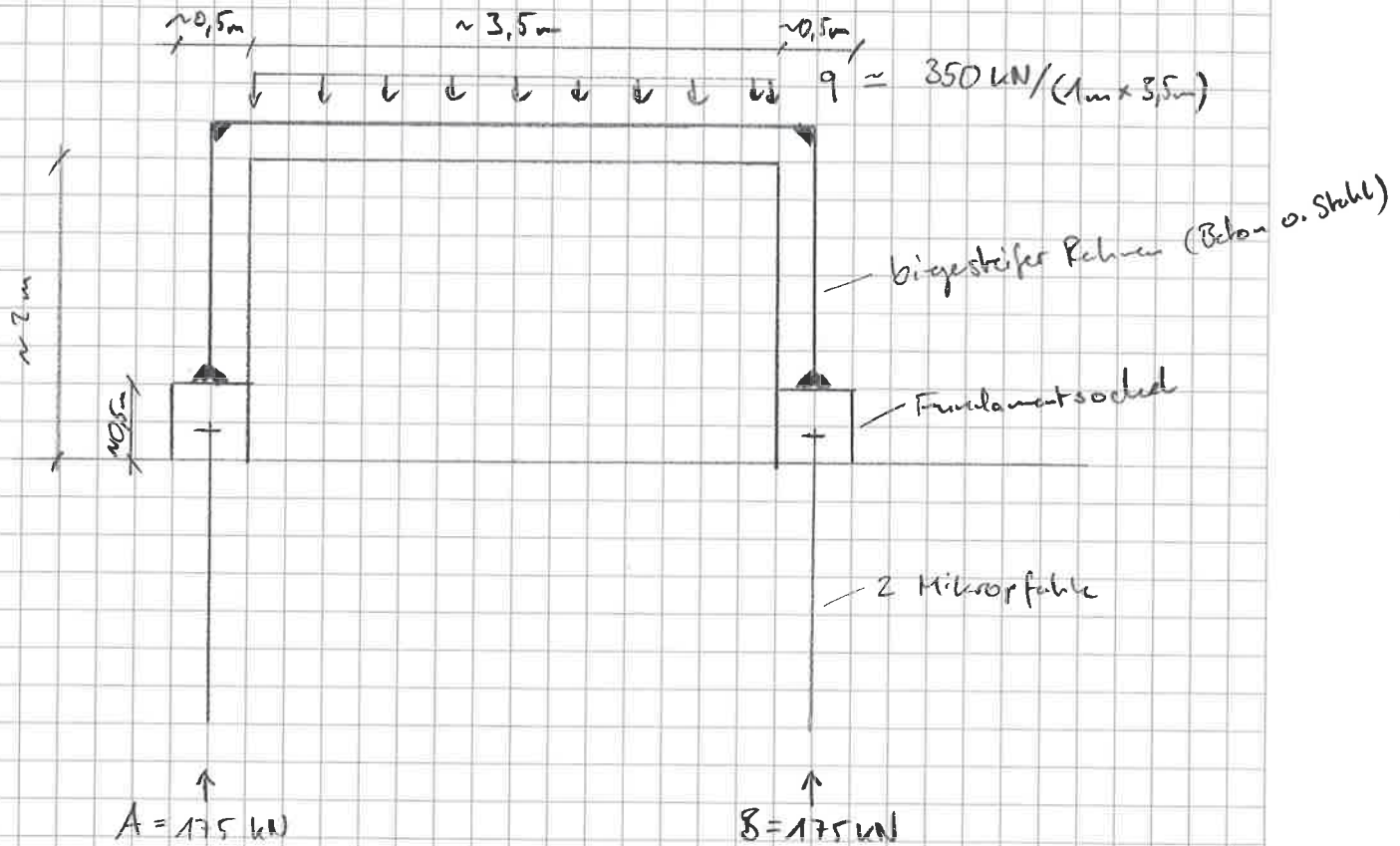
Mstb. 1 : 77.5 (-8.23,-7.27..4.93,2.67)

Grundwasser: Wasserdruck ständig  
 $y_p = -4.40$  m  $y_a = -4.00$  m  $\gamma_w = 10.00$  kN/m<sup>3</sup>



## **Anhang 9: Vordimensionierung Ertüchtigung Widerlager Wolfweg, Wirtschaftsweg**

## Wolfweg Skizze Fundamentertechnologie



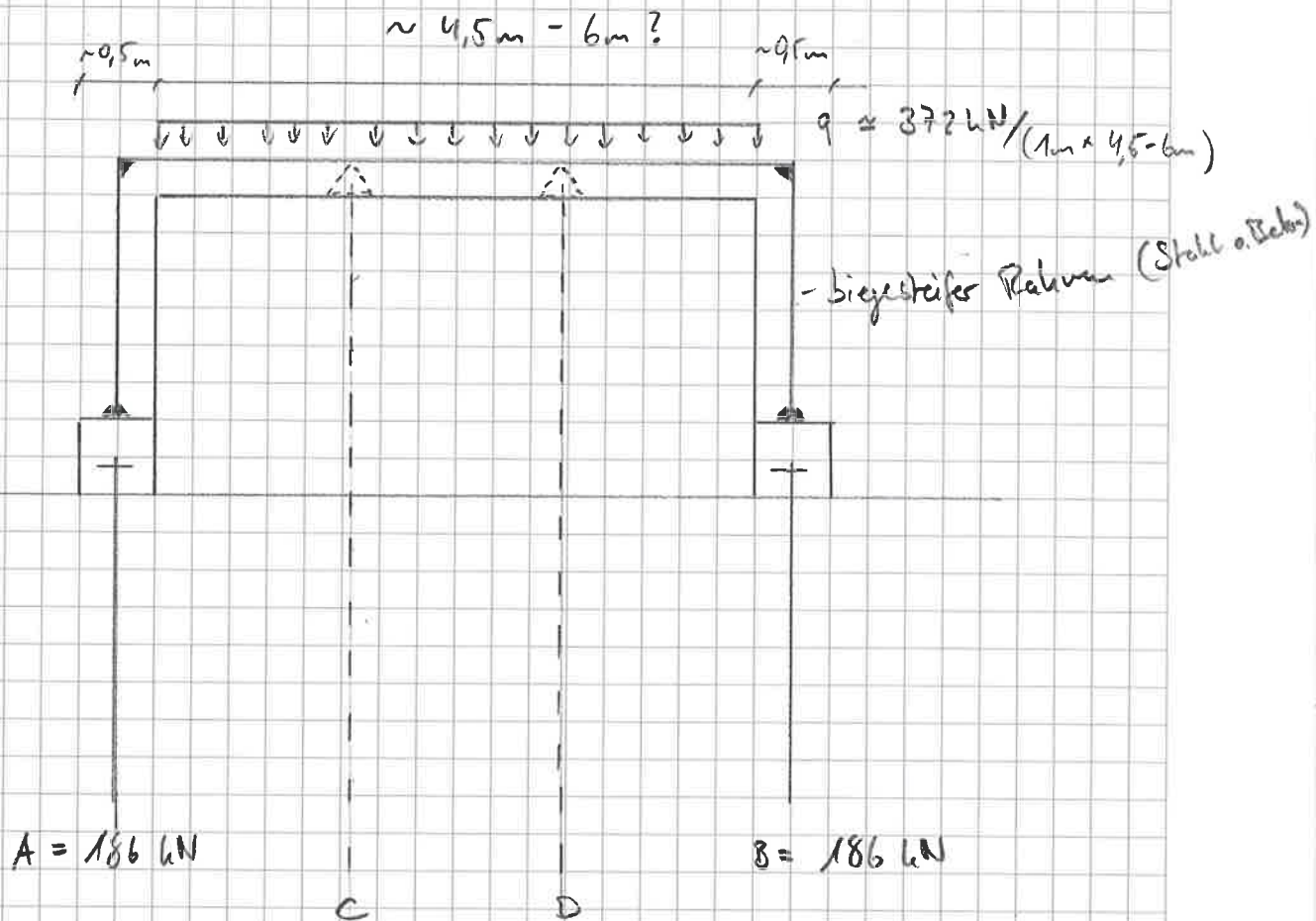
$A = B \rightarrow$  je 2 Mikropfähle  $\varnothing 40mm$   $L_{min} = 9m$   $\varnothing$  Bohrung  $\approx 30mm$

Vordim. Mikropfahl				Bemerkung
Länge Mikropfahl gesamt		9.0	[m]	
Freie Länge		0	[m]	
Durchmesser Mikropfahl		40.0	[mm]	
Stahlgüte	$f_{uk}$	550.0	[N/mm <sup>2</sup> ]	
Querschnitt	$A_s$	1256.6	[mm <sup>2</sup> ]	
Bohrlochdurchmesser (min)		300.0	[mm]	
Mantelreibung:				
Schluff 0-9m		20.0	[kN/m <sup>2</sup> ]	
Schluff 0-9m		18.8	[kN/m]	
Verbundlänge		9	[m]	
Schluff 0m		40	[kN/m <sup>2</sup> ]	
Schluff 0m		38	[kN/m]	
Verbundlänge		0	[m]	
fester Untergrund >9m		250	[kN/m <sup>2</sup> ]	
fester Untergrund >9m		236	[kN/m]	
Verbundlänge		0	[m]	
Umrechnungsfaktor	$\eta_a$	0.7		SIA 267 (2013) 9.5.2.2.5
Umrechnungsfaktor	$\eta_i$	0.8		SIA 267 (2013) 9.5.2.2.5
Widerstandsbeiwert	$\gamma_{M,a}$	1.3		SIA 267 (2013) 9.5.2.2.4
Widerstandsbeiwert	$\gamma_{M1}$	1.05		SIA 263 (2013) 4.1.3
Widerstandsbeiwert	$\gamma_{M2}$	1.25		SIA 263 (2013) 4.1.3
Widerstandsbeiwert	$\gamma_M$	1.6		SIA 267 (2013) 10.5.2.2.2
Widerstandsbeiwert	$\gamma_M$	1.35		SIA 267 (2013) 11.5.2.2
Äusserer Tragwiderstand	$R_{a,k}$	169.6	[kN]	
Abminderung in Folge Strumpf (keine)		1		
Innerer Tragwiderstand, Druck	$R_{mat,d}$	658.2	[kN]	SIA 263 (2013) 5.1.2.1 Formel 38
Innerer Tragwiderstand, Schub	$R_{mat,d}$	331.8	[kN]	SIA 263 (2013) 6.2 Tabelle 16
<b>Äusserer Tragwiderstand (Druck)</b>	<b><math>R_{a,d}</math></b>	<b>91.3</b>	<b>[kN]</b>	SIA 267 (2013) 9.5.2.2.1 Formel 42
<b>Äusserer Tragwiderstand (Zug)</b>	<b><math>R_{a,d}</math></b>	<b>74.2</b>	<b>[kN]</b>	SIA 267 (2013) 10.5.2.2.2
<b>Innerer Tragwiderstand (Druck)</b>	<b><math>R_{i,d}</math></b>	<b>526.6</b>	<b>[kN]</b>	SIA 267 (2013) 9.5.2.4.1 Formel 50
<b>Innerer Tragwiderstand (Schub)</b>	<b><math>R_{i,d}</math></b>	<b>265.4</b>	<b>[kN]</b>	SIA 267 (2013) 9.5.2.4.1 Formel 50
<b>Innerer Tragwiderstand (Zug)</b>	<b><math>R_{i,d}</math></b>	<b>512.0</b>	<b>[kN]</b>	
<b>Einwirkende Kraft auf Bauwerk</b>	<b><math>F_x</math></b>	<b>0.0</b>	<b>[kN]</b>	
<b>Einwirkende Kraft auf Bauwerk</b>	<b><math>F_z</math></b>	<b>350.0</b>	<b>[kN]</b>	Grobvergleich Einwirkung Best-Neu
<b>Pfahlneigung</b>		<b>0</b>	<b>°</b>	
<b>Rz</b>		<b>91.3</b>	<b>[kN]</b>	
		<b>0</b>	<b>[kN]</b>	

min. Erforderliche Anzahl Pfähle  
(Fz/Rz)

**3.831508**

## Wirtschaftswey Fundamentertüchtigung



Variante 1:

$A = B \rightarrow$  je 2 Mikropfähle  $\varnothing 40\text{mm}$   $L_{\text{min}} = 10\text{m}$   $\varnothing$  Bohrung  $\geq 300\text{mm}$

Variante 2:

$A = B \rightarrow$  je 1 Mikropfahl  $\varnothing 40\text{mm}$   $L_{\text{min}} = 10\text{m}$   $\varnothing$  Bohrung  $\geq 300\text{mm}$

$A = B = C = D \rightarrow$  je 1 Mikropfahl  $\varnothing 40\text{mm}$   $L_{\text{min}} = 10\text{m}$  (ab v. Fundament)

$\hookrightarrow$  Fundament wird vorgängig mit Kernbohrung (Diamant-Bohrkette) durchbohrt

Vordim. Mikropfahl				Bemerkung
Länge Mikropfahl gesamt		10.0	[m]	
Freie Länge		0	[m]	
Durchmesser Mikropfahl		40.0	[mm]	
Stahlgüte	$f_{uk}$	550.0	[N/mm <sup>2</sup> ]	
Querschnitt	$A_s$	1256.6	[mm <sup>2</sup> ]	
Bohrlochdurchmesser (min)		300.0	[mm]	
Mantelreibung:				
Schluff 0-10m		20.0	[kN/m <sup>2</sup> ]	
Schluff 0-10m		18.8	[kN/m]	
Verbundlänge		10	[m]	
Schluff 0m		40	[kN/m <sup>2</sup> ]	
Schluff 0m		38	[kN/m]	
Verbundlänge		0	[m]	
fester Untergrund >9m		250	[kN/m <sup>2</sup> ]	
fester Untergrund >9m		236	[kN/m]	
Verbundlänge		0	[m]	
Umrechnungsfaktor	$\eta_a$	0.7		SIA 267 (2013) 9.5.2.2.5
Umrechnungsfaktor	$\eta_i$	0.8		SIA 267 (2013) 9.5.2.2.5
Widerstandsbeiwert	$\gamma_{M,a}$	1.3		SIA 267 (2013) 9.5.2.2.4
Widerstandsbeiwert	$\gamma_{M1}$	1.05		SIA 263 (2013) 4.1.3
Widerstandsbeiwert	$\gamma_{M2}$	1.25		SIA 263 (2013) 4.1.3
Widerstandsbeiwert	$\gamma_M$	1.6		SIA 267 (2013) 10.5.2.2.2
Widerstandsbeiwert	$\gamma_M$	1.35		SIA 267 (2013) 11.5.2.2
Äusserer Tragwiderstand	$R_{a,k}$	188.5	[kN]	
Abminderung in Folge Strumpf (keine)		1		
Innerer Tragwiderstand, Druck	$R_{mat,d}$	658.2	[kN]	SIA 263 (2013) 5.1.2.1 Formel 38
Innerer Tragwiderstand, Schub	$R_{mat,d}$	331.8	[kN]	SIA 263 (2013) 6.2 Tabelle 16
<b>Äusserer Tragwiderstand (Druck)</b>	<b><math>R_{a,d}</math></b>	<b>101.5</b>	<b>[kN]</b>	SIA 267 (2013) 9.5.2.2.1 Formel 42
<b>Äusserer Tragwiderstand (Zug)</b>	<b><math>R_{a,d}</math></b>	<b>82.5</b>	<b>[kN]</b>	SIA 267 (2013) 10.5.2.2.2
<b>Innerer Tragwiderstand (Druck)</b>	<b><math>R_{i,d}</math></b>	<b>526.6</b>	<b>[kN]</b>	SIA 267 (2013) 9.5.2.4.1 Formel 50
<b>Innerer Tragwiderstand (Schub)</b>	<b><math>R_{i,d}</math></b>	<b>265.4</b>	<b>[kN]</b>	SIA 267 (2013) 9.5.2.4.1 Formel 50
<b>Innerer Tragwiderstand (Zug)</b>	<b><math>R_{i,d}</math></b>	<b>512.0</b>	<b>[kN]</b>	
<b>Einwirkende Kraft auf Bauwerk</b>	<b><math>F_x</math></b>	<b>0.0</b>	<b>[kN]</b>	
<b>Einwirkende Kraft auf Bauwerk</b>	<b><math>F_z</math></b>	<b>370.0</b>	<b>[kN]</b>	Grobvergleich Einwirkung Best-Neu
<b>Pfahlneigung</b>		<b>0</b>	<b>°</b>	
<b>Rz</b>		<b>101.5</b>	<b>[kN]</b>	
		<b>0</b>	<b>[kN]</b>	

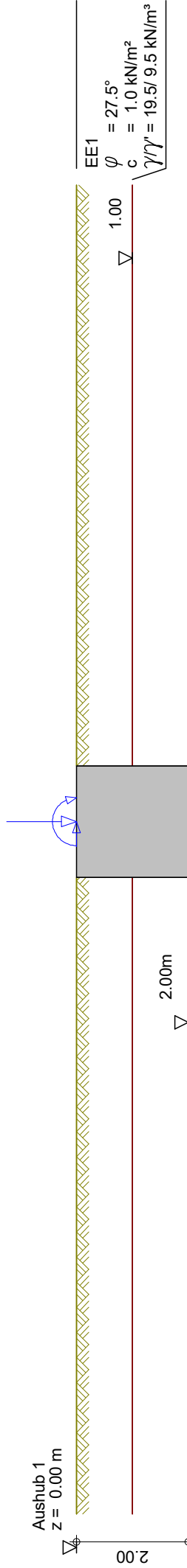
min. Erforderliche Anzahl Pfähle  
(Fz/Rz)

3.645406

## **Anhang 10: Vordimensionierung Auflager Bergstation**



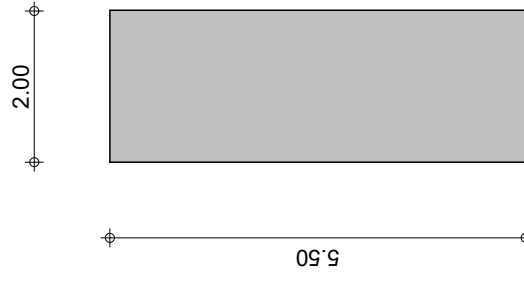
Lf-Name	x	y	z	Hx	Hy	Vz	Mx	My	Typ
1	0.00	0.00	0.00	165.00	66.00	463.00	176.00	320.00	S



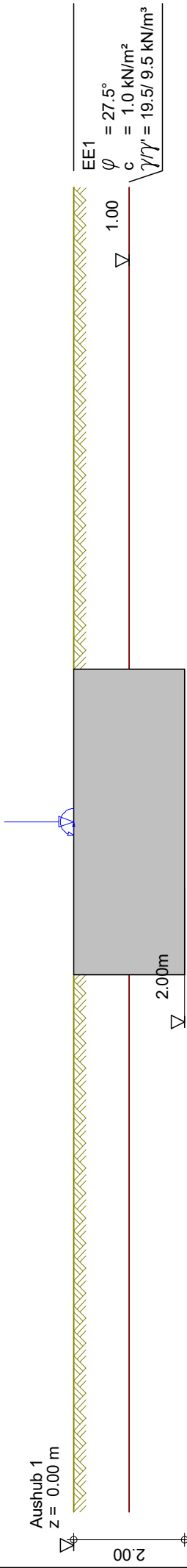
ED2  
 $\varphi = 34.0^\circ$   
 $c = 0.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma' = 22.0/12.0 \text{ kN/m}^3$

4.50

EE1\_1  
 $\varphi = 27.5^\circ$   
 $c = 1.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma' = 19.5/9.5 \text{ kN/m}^3$



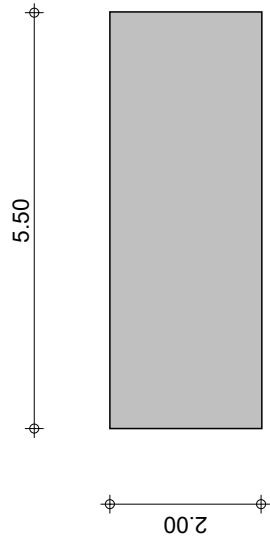
Lf-Name	x	y	z	Hx	Hy	Vz	Mx	My	Typ
1	0.00	0.00	0.00	165.00	66.00	463.00	176.00	320.00	S



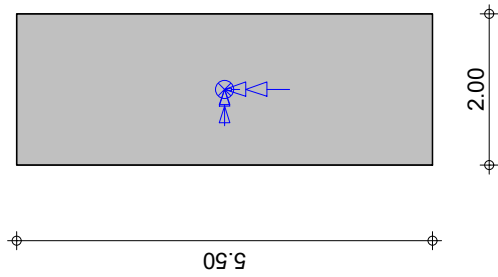
EE1  
 $\varphi = 27.5^\circ$   
 $c = 1.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma' = 19.5/9.5 \text{ kN/m}^3$

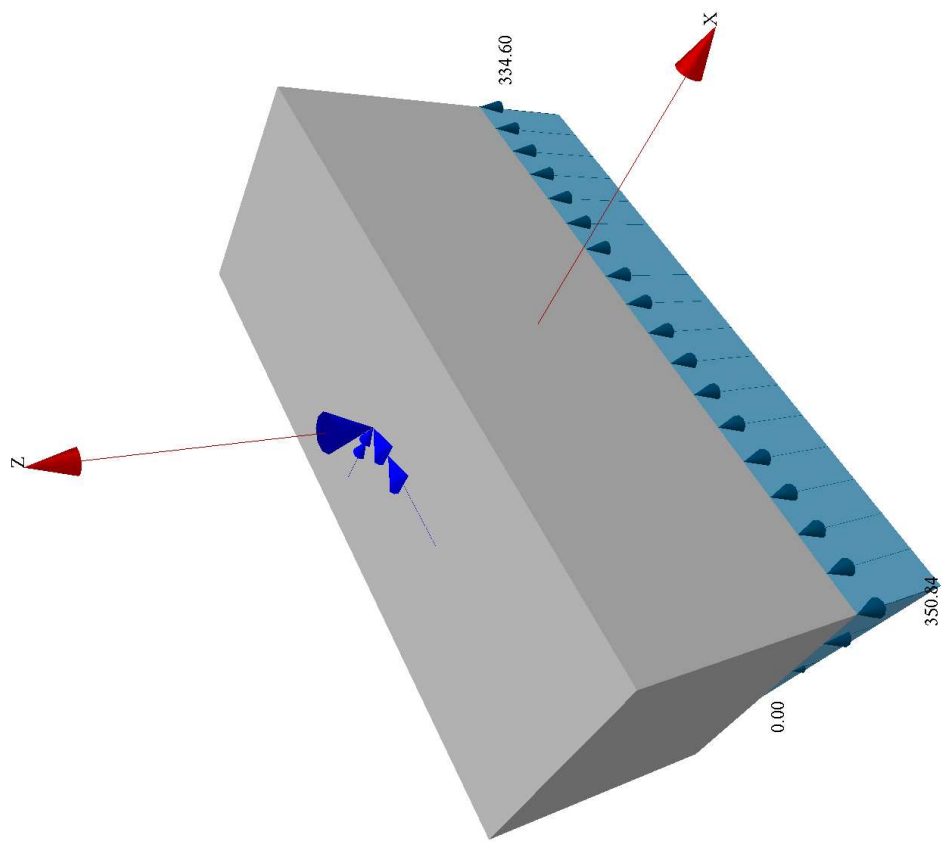
ED2  
 $\varphi = 34.0^\circ$   
 $c = 0.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma' = 22.0/12.0 \text{ kN/m}^3$

EE1\_1  
 $\varphi = 27.5^\circ$   
 $c = 1.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma' = 19.5/9.5 \text{ kN/m}^3$



Lf-Name	x	y	z	Hx	Hy	Vz	Mx	My	Typ
1	0.00	0.00	0.00	165.00	66.00	463.00	176.00	320.00	S





Programm DC-Fundament \*\*\* Copyright 2006-2022 DC-Software Doster & Christmann GmbH, D-81245 München \*\*\*

Eingabedatei: P:\Projekte\15 Geotechnik\2021\1521 053 Karlsruhe, SSB Turmberg\50\_Auswertung  
 \Berechnungen und Modellierungen\Auflager Bergstation\Auflager Bergstation.dbf

## Fundament-Berechnung nach SIA 267

Erddruck nach SIA 261

Berechnung nach GZ Typ 2

Fundamenttyp: Einzelfundament

### Fundamentabmessungen

Breite b : 2.00 m  
 Breite quer a : 5.50 m  
 Unterkante : -2.00 m  
 Höhe h : 2.00 m  
 Wichte  $\gamma$  : 25.00 kN/m<sup>3</sup>

### Schichtdaten

	EE1	ED2	EE1_1
Schichthöhe $\Delta h$ [m]	1.00	3.50	95.50
Innere Reibung $\text{cal } \varphi'$ [°]	27.50	34.00	27.50
Kohäsion c [kN/m <sup>2</sup> ]	1.00	0.00	1.00
Wichte Boden $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	19.50	22.00	19.50
Wichte unter Auftrieb $\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	9.50	12.00	9.50
Steifemodul $E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	7.00	30.00	7.00
zul. Bodenpressung [kN/m <sup>2</sup> ]			

### Einzellasten

Lastfall	Kat.	V [kN]	H <sub>x</sub> [kN]	H <sub>y</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	x [m]	y [m]	z [m]	$\gamma$ Grundbau	$\gamma$ Bemess.	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Eigengew.	G	550.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	-2.00	1.35	1.35			
1	G	463.0	165.0	66.0	176.0	320.0	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35			

### Teilsicherheitsbeiwerte für GZ Typ 1

$\gamma$ -	G,inf	G,sup	Q	Ea
	0.90	1.10	1.50	1.35

### Teilsicherheitsbeiwerte für GZ Typ 2

$\gamma$ -	G	Q	R	R,h	$\gamma$	$\varphi$	c	cu	Ea	E0g	Ep	G,inf
	1.35	1.50	1.00	1.00	1.00	1.20	1.50	1.50	1.35	1.35	1.40	1.00

$\gamma$  - Teilsicherheitsbeiwert für ...  
 G ständige Lasten  
 Q veränderliche Lasten  
 R Partialfaktor Grundbruch  
 R,h Gleitwiderstand  
 $\gamma$  Wichte  
 $\varphi$  Reibungsbeiwert  $\tan \varphi$   
 c Kohäsion c  
 cu Kohäsion undräniert cu  
 Ea Aktiver Erddruck  
 E0g Ruhedruck  
 Ep Passiver Erddruck  
 G,inf günstige ständige Lasten  
 G,sup ungünstige ständige Lasten

Q ungünstige veränderliche Lasten

#### Lastfall-Kombinationen für Grundbaunachweise:

Komb.Nr.	Eigengew.	1
1	1.00	1.00
2	1.00	1.35
3	1.35	1.00
4	1.35	1.35

#### Lastfall-Kombinationen für Bemessung:

Komb.Nr.	Eigengew.	1
1	1.00	1.00
2	1.00	1.35
3	1.35	1.00
4	1.35	1.35

#### Ergebnisse:

Komb.Nr.	Sohl-normalsp. [kN/m <sup>2</sup> ]	max.Bodenpressung [kN/m <sup>2</sup> ]	Gleiten $T_d/R_d$	Grundbr. $N_d/R_d$	max. Setzung [mm]	e/d ständig	e/d gesamt	EQU: $E_{d,dst}/E_{d,stb}$
1	261.1	350.8	0.26	0.36	16.5	0.329	0.103	0.378
2	261.1	350.8	0.30	0.67	16.5	0.365	0.127	0.416
3	261.1	350.8	0.22	0.30	16.5	0.329	0.103	0.378
4	261.1	350.8	0.27	0.49	16.5	0.365	0.127	0.416

#### Maßgebend:

Komb.Nr.	Sohl-normalsp. [kN/m <sup>2</sup> ]	max.Bodenpressung [kN/m <sup>2</sup> ]	Gleiten $T_d/R_d$	Grundbr. $N_d/R_d$	max. Setzung [mm]	e/d ständig	e/d gesamt	EQU: $E_{d,dst}/E_{d,stb}$
	261.1	350.8	0.30	0.67	16.5	0.365	0.127	0.416

#### Bewehrung:

Komb.Nr.	$A_{s,x}$ unten [cm <sup>2</sup> ]	$A_{s,v}$ unten [cm <sup>2</sup> ]	$A_{s,x}$ oben [cm <sup>2</sup> ]	$A_{s,v}$ oben [cm <sup>2</sup> ]
1	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.0	0.0

#### Maßgebend:

Komb.Nr.	$A_{s,x}$ unten [cm <sup>2</sup> ]	$A_{s,v}$ unten [cm <sup>2</sup> ]	$A_{s,x}$ oben [cm <sup>2</sup> ]	$A_{s,v}$ oben [cm <sup>2</sup> ]
	0.0	0.0	0.0	0.0

#### Nachweis gegen Kippen unter Gesamtlasten im GZ Typ 1

Schnittgrößen in der Sohlfuge

Maßgebende Lastfall-Kombination: Nr. 4

Belastung aus Eigengewicht:  $V_d = 495.0$  kN

Gesamtlast:

$N_d = 1004.3$  kN,  $Q_{x,d} = 181.5$  kN,  $M_{y,d} = 715.0$  kNm,  $Q_{y,d} = 72.6$  kN,  $M_{x,d} = 48.4$  kNm

Ausmitte:  $e_{x,d} = 0.71$  m,  $e_{y,d} = 0.05$  m

Klaffende Fuge außerhalb 2. Kernweite !  $(e_x/b)^2 + (e_y/a)^2 = 0.127 > 0.111$

\*\*\* Nachweis nicht erfüllt \*\*\*

### Nachweis der max. Bodenpressung

Schnittgrößen in der Sohlfuge

Maßgebende Lastfall-Kombination: Nr. 4

Belastung aus Eigengewicht:  $V = 550.0$  kN

Gesamtlast:

$N = 1013.0$  kN,  $Q_x = 165.0$  kN,  $M_y = 650.0$  kNm,  $Q_y = 66.0$  kN,  $M_x = 44.0$  kNm

$\sigma_{1(-x,-y)} = 0.0$  kN/m<sup>2</sup>,  $\sigma_{2(+x,-y)} = 350.8$  kN/m<sup>2</sup>,  $\sigma_{3(-x,+y)} = 0.0$  kN/m<sup>2</sup>,  $\sigma_{4(+x,+y)} = 334.6$  kN/m<sup>2</sup>

Ersatzbreiten:  $b' = 0.72$  m,  $a' = 5.41$  m

Sohlnormalspannung  $\sigma_{0r,k} = 261.1$  kN/m<sup>2</sup>

### Nachweis der Gleitsicherheit im GZ Typ 2

Maßgebende Lastfall-Kombination: Nr. 2, maßgebende Richtung: +x/+y

	Charakteristisch	Bemessungswerte
Belastung T	= 177.7 kN	239.9 kN
Erdwiderstand $E_{ph}$	= 177.7 kN	126.9 kN
Belastung V	= 1013.0 kN	1175.1 kN
Reibungswinkel Sohle $\delta$	= 34.00 °	29.34 °
Gleitwiderstand $R_t$	= 683.3 kN	660.5 kN

**Nachweis:**  $T_d / (R_{t,d} + E_{p,d}) = 0.30 < 1.0$

\*\*\* Nachweis erfüllt \*\*\*

### Nachweis der Grundbruchsicherheit im GZ Typ 2

Maßgebende Lastfall-Kombination: Nr. 2, maßgebende Richtung: +x

Belastung	Charakteristisch	Bemessungswerte
Auflast P	= 463.00 kN	625.05 kN
Eigengewicht G	= 550.00 kN	550.00 kN
Gesamtlast V	= 1013.00 kN	1175.05 kN
Horizontallast $H_x$	= 165.00 kN	222.75 kN
Moment $M_y$	= 650.00 kNm	877.50 kNm
Moment $M_x$	= 44.00 kNm	59.40 kNm
Neigung der Resultierenden $\tan(\delta_s) = H/V$	= 0.19	

### Abmessungen

Einbindetiefe d	= 2.00 m
Ersatzbreite b'	= 0.51 m
Ersatzbreite quer a'	= 5.40 m

### Ergebnisse

Breite der Grundbruchfigur	= 2.41 m	
Tiefe der Grundbruchfigur	= 0.64 m	
Maßgebende Bodenkennwerte: $\gamma$ oberhalb Gründungssohle	= 20.75 kN/m <sup>3</sup>	20.75 kN/m <sup>3</sup>
$\gamma$ unterhalb Gründungssohle	= 22.00 kN/m <sup>3</sup>	22.00 kN/m <sup>3</sup>
Reibungswinkel $\varphi$	= 34.00 °	29.34 °
Kohäsion c	= 0.00 kN/m <sup>2</sup>	0.00 kN/m <sup>2</sup>
Tragfähigkeitsbeiwerte $N_c, N_q, N_\gamma$	= 28.61 17.08 16.27	
Lastneigungsbeiwerte $i_c, i_q, i_\gamma$	= 0.56 0.58 0.46	
Formbeiwerte $s_c, s_q, s_\gamma$	= 1.06 1.05 0.96	
Tiefenbeiwerte $d_c, d_q, d_\gamma$	= 1.53 1.39 1.00	

Grundbruchspannung  $p_d$  = 644.83 kN/m<sup>2</sup>

Bemessungswert Grundbruchwiderstand  $R_d$  = 1763.13 kN

Bemessungswert Beanspruchung  $N_d$  = 1175.05 kN

**Nachweis:**  $N_d / R_d = 0.67 < 1.0$

\*\*\* Nachweis erfüllt \*\*\*

**Setzungsberechnung (GZG) im GZ Gebrauchstauglichkeit**

bezogen auf die Bodenpressungen an den kennzeichnenden Punkten:

Maßgebende Lastfall-Kombination: Nr. 1

Setzung am Eckpunkt  $(-b/2; -a/2)$ : -2.2 mm (Hebung)

Setzung am Eckpunkt  $(+b/2; -a/2)$ : -2.7 mm (Hebung)

Setzung am Eckpunkt  $(-b/2; +a/2)$ : 16.5 mm

Setzung am Eckpunkt  $(+b/2; +a/2)$ : 16.1 mm

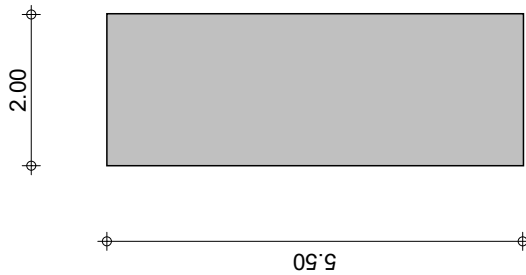
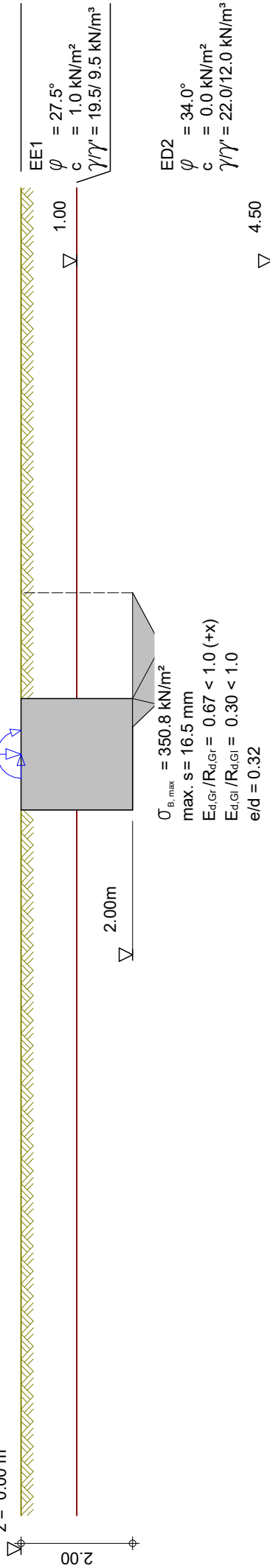
**Maximale Setzung:** **16.5 mm**

Angesetzte Grenztiefe: 8.50 m

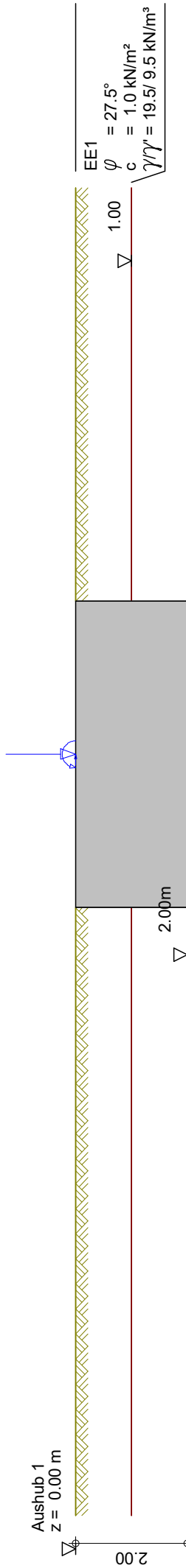


Lf-Name	x	y	z	Hx	Hy	Vz	Mx	My	Typ
1	0.00	0.00	0.00	165.00	66.00	463.00	176.00	320.00	S

Aushub 1  
z = 0.00 m



Li-Name	x	y	z	Hx	Hy	Vz	Mx	My	Typ
1	0.00	0.00	0.00	165.00	66.00	463.00	176.00	320.00	S



EE1  
 $\varphi = 27.5^\circ$   
 $c = 1.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma' = 19.5/9.5 \text{ kN/m}^3$

ED2  
 $\varphi = 34.0^\circ$   
 $c = 0.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma' = 22.0/12.0 \text{ kN/m}^3$

EE1\_1  
 $\varphi = 27.5^\circ$   
 $c = 1.0 \text{ kN/m}^2$   
 $\gamma/\gamma' = 19.5/9.5 \text{ kN/m}^3$

$\sigma_{B, \text{max}} = 350.8 \text{ kN/m}^2$   
 $\text{max. } s = 16.5 \text{ mm}$   
 $E_{d, \text{Gr}}/R_{d, \text{Gr}} = 0.67 < 1.0 \text{ (+x)}$   
 $E_{d, \text{Gl}}/R_{d, \text{Gl}} = 0.30 < 1.0$   
 $e/d = 0.32$



## Stahlbetonbemessung nach SIA 262

Materialwerte: Beton C20/25 Bewehrung: B500B

Randabstände Bewehrungsachse:

$d_{\text{oben, x}} = 5.0 \text{ cm}$ ,  $d_{\text{unten, x}} = 5.0 \text{ cm}$ ,  $d_{\text{oben, y}} = 5.0 \text{ cm}$ ,  $d_{\text{unten, y}} = 5.0 \text{ cm}$

Es sind keine Bemessungsschnittgrößen bestimmbar, da die Bodenpressungen mit Bemessungswerten nicht bestimmt werden konnten.

### **Durchstanznachweis**

(maßgebende Lastfall-Kombination Nr. 2)

Beiwert für nichtrotationssymm. Querkraftverteilung  $\beta = 100.00$

Abstand des Nachweisschnitts vom Stützenrand	=	0.98 m
Umfang des Nachweisschnitts	=	4.00 m
Fläche des Nachweisschnitts	=	3.90 m <sup>2</sup>
Gesamt-Querkraft $V_d$	=	625.1 kN
Bemessungswert der Querkraft $V_{Ed}$	=	62505.0 kN
Mittelwert des Biegemoments $m_{sd}$	=	0.0 kNm/m
Biege widerstand $m_{Rd}$	=	0.0 kNm/m
Querkrafttragfähigkeit $V_{Rd,c}$	=	13953.1 kN
max. Querkrafttragfähigkeit $V_{Rd,max}$	=	24417.9 kN

Durchstanzlast nicht aufnehmbar:  $V_{Ed} > V_{Rd,max}$

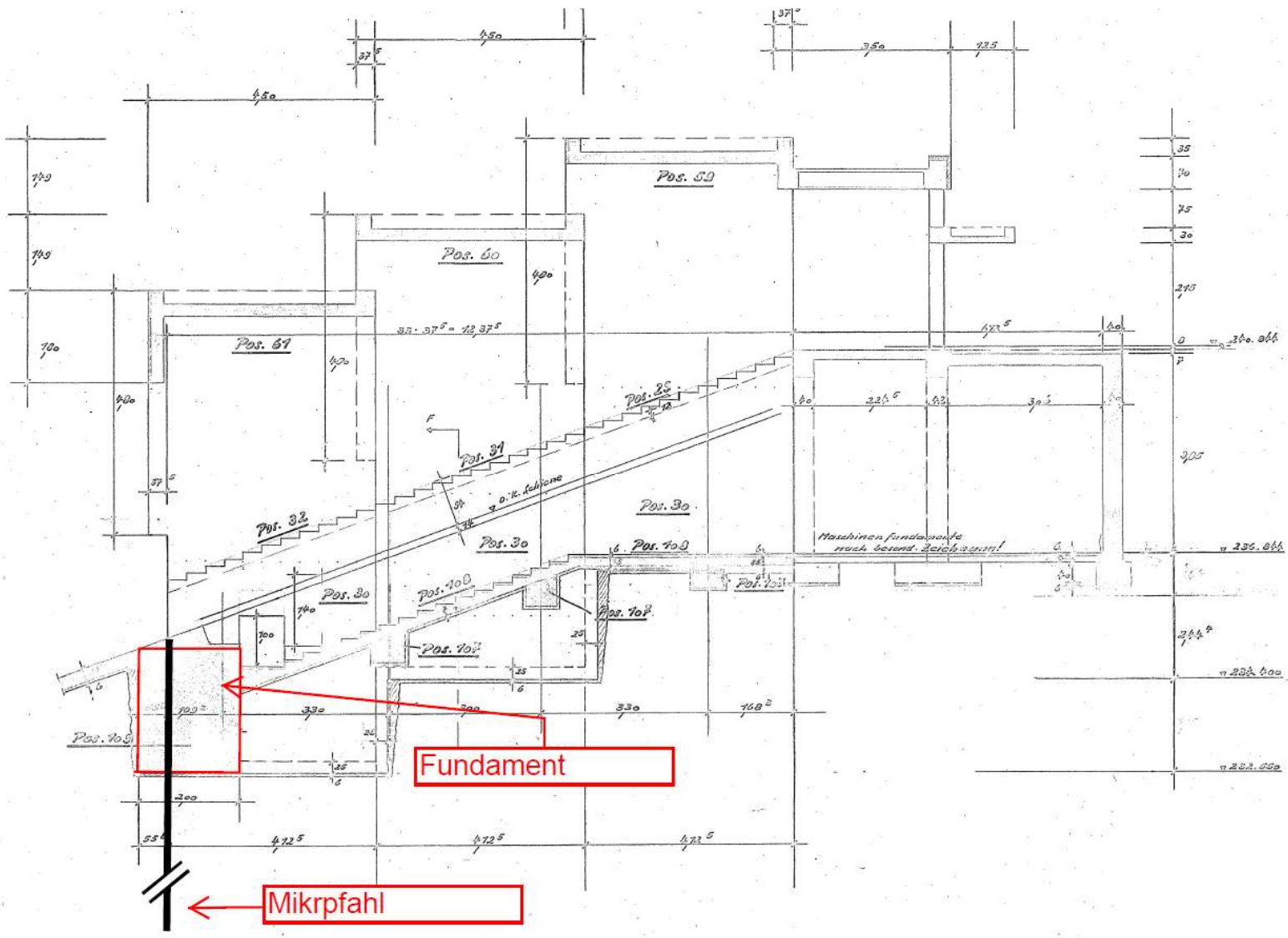
### Zusammenfassung

Folgende Nachweise sind nicht erfüllt:

Der Kippnachweis ist nicht erfüllt.

Keine Schnittgrößen für die Bemessung vorhanden, da die Bodenpressungen nicht bestimmbar sind.

Der Durchstanznachweis ist nicht möglich, da  $V_{Ed} > V_{Rd,max}$ .



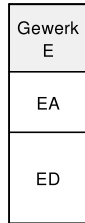
Vordim. Mikropfahl				Bemerkung
Länge Mikropfahl gesamt		14.0	[m]	
Freie Länge		0	[m]	
Durchmesser Mikropfahl		40.0	[mm]	
Stahlgüte	$f_{uk}$	550.0	[N/mm <sup>2</sup> ]	
Querschnitt	$A_s$	1256.6	[mm <sup>2</sup> ]	
Bohrlochdurchmesser (min)		150.0	[mm]	
Mantelreibung:				
Kies 0 - 4.5m		60.0	[kN/m <sup>2</sup> ]	
Kies 0 - 4.5m		28.3	[kN/m]	
Verbundlänge		3	[m]	
Schluff 4.5 - 6.5 m		20	[kN/m <sup>2</sup> ]	
Schluff 4.5 - 6.5 m		9	[kN/m]	
Verbundlänge		2	[m]	
fester Untergrund >6.5m		80	[kN/m <sup>2</sup> ]	
fester Untergrund >6.5m		38	[kN/m]	
Verbundlänge		9	[m]	
Umrechnungsfaktor	$\eta_a$	0.7		SIA 267 (2013) 9.5.2.2.5
Umrechnungsfaktor	$\eta_i$	0.8		SIA 267 (2013) 9.5.2.2.5
Widerstandsbeiwert	$\gamma_{M,a}$	1.3		SIA 267 (2013) 9.5.2.2.4
Widerstandsbeiwert	$\gamma_{M1}$	1.05		SIA 263 (2013) 4.1.3
Widerstandsbeiwert	$\gamma_{M2}$	1.25		SIA 263 (2013) 4.1.3
Widerstandsbeiwert	$\gamma_M$	1.6		SIA 267 (2013) 10.5.2.2.2
Widerstandsbeiwert	$\gamma_M$	1.35		SIA 267 (2013) 11.5.2.2
Äusserer Tragwiderstand	$R_{a,k}$	443.0	[kN]	
Abminderung in Folge Strumpf (keine)		1		
Innerer Tragwiderstand, Druck	$R_{mat,d}$	658.2	[kN]	SIA 263 (2013) 5.1.2.1 Formel 38
Innerer Tragwiderstand, Schub	$R_{mat,d}$	331.8	[kN]	SIA 263 (2013) 6.2 Tabelle 16
<b>Äusserer Tragwiderstand (Druck)</b>	<b><math>R_{a,d}</math></b>	<b>238.5</b>	<b>[kN]</b>	SIA 267 (2013) 9.5.2.2.1 Formel 42
<b>Äusserer Tragwiderstand (Zug)</b>	<b><math>R_{a,d}</math></b>	<b>193.8</b>	<b>[kN]</b>	SIA 267 (2013) 10.5.2.2.2
<b>Innerer Tragwiderstand (Druck)</b>	<b><math>R_{i,d}</math></b>	<b>526.6</b>	<b>[kN]</b>	SIA 267 (2013) 9.5.2.4.1 Formel 50
<b>Innerer Tragwiderstand (Schub)</b>	<b><math>R_{i,d}</math></b>	<b>265.4</b>	<b>[kN]</b>	SIA 267 (2013) 9.5.2.4.1 Formel 50
<b>Innerer Tragwiderstand (Zug)</b>	<b><math>R_{i,d}</math></b>	<b>512.0</b>	<b>[kN]</b>	
<b>Einwirkende Kraft auf Bauwerk</b>	<b><math>F_x</math></b>	<b>0.0</b>	<b>[kN]</b>	Grenzwertreaktion $F_x$ , IB-ACC
<b>Einwirkende Kraft auf Bauwerk</b>	<b><math>F_z</math></b>	<b>463.0</b>	<b>[kN]</b>	Grenzwertreaktion $F_z$ , IB-ACC
<b>Pfahlneigung</b>		<b>0</b>	<b>°</b>	
<b>Rz</b>		<b>238.5</b>	<b>[kN]</b>	
		<b>0</b>	<b>[kN]</b>	

min. Erforderliche Anzahl Pfähle  
(Fz/Rz)

1.941142

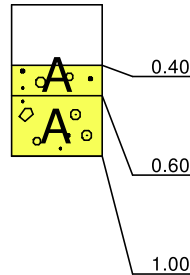
Rammdiagramme und Bohrprofile - M. 1:50

Homogen-  
bereiche



KB 3 / RKS 1a

226,60 mNN



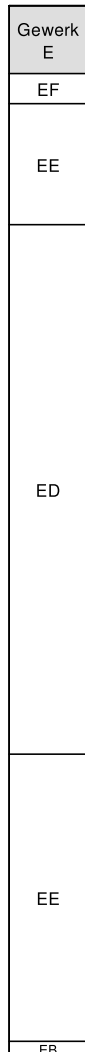
BETON,  
mit Bewehrung, grau

KIES,  
sandig, schwach schluffig,  
grau, braun, [GU]

KIES,  
sandig, stark schluffig, mit Steinen,  
braun, [GU\*]

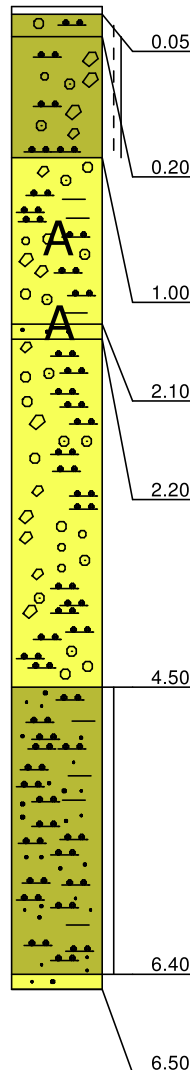
keine Kampfmittelfreigabe

Homogen-  
bereiche



RKS 1b

226,28 mNN



GRASNARBE

OBERBODEN,  
Schluff, schwach kiesig,  
schwach sandig, tonig,  
steif, braun, [OU]

<sup>1</sup>SCHLUFF,  
schw. kiesig,  
mit Steinen und Ziegelbruch,  
steif-halbfest, braun, [UM]

KIES,  
schluffig, schw. tonig, mit Steinen,  
grau, braun, [GU\*]

KIES,  
sandig,  
schwarz, [GI]

KIES,  
schluffig, schw. tonig, mit Steinen,  
grau, braun, [GU\*]

SCHLUFF,  
sandig, schwach tonig,  
halbfest, hellbraun

STEINE / BLÖCKE,  
kiesig, sandig,  
grau

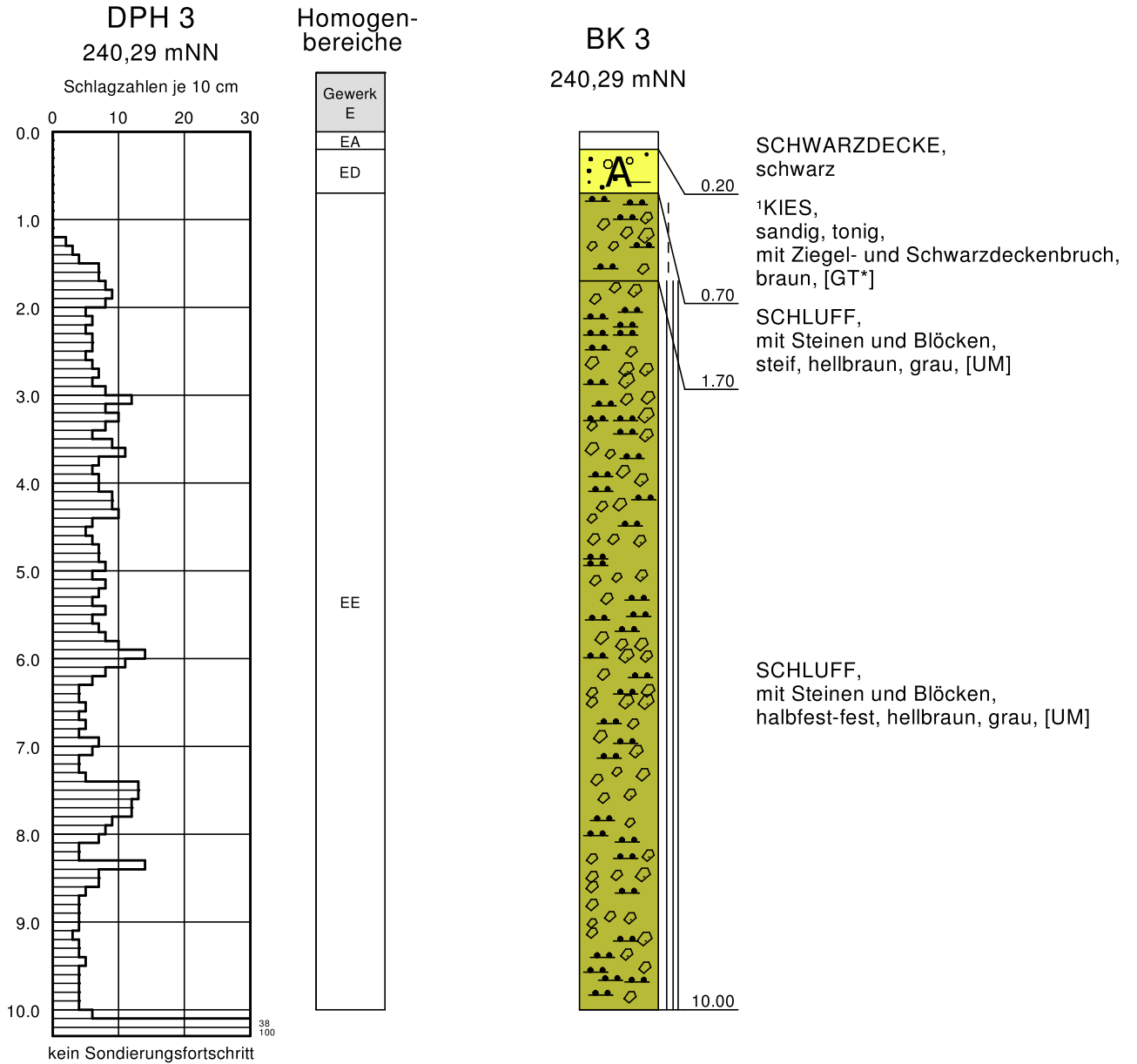
UL

kein Bohrfortschritt

[...] Bodengruppe nach DIN 18196 gemäß Ansprache

⊞ Bodengruppe nach DIN 18196 gemäß Labor

<sup>1</sup> Boden mit Fremdbestandteilen



[...] Bodengruppe nach DIN 18196 gemäß Ansprache

[...] Bodengruppe nach DIN 18196 gemäß Labor

1 Boden mit Fremdbestandteilen