

Original

E 12. 05. 26 BG

Stadt Rorschach



Schuppisstrasse 7 | 9016 St.Gallen
T 071 288 27 88
info@andres-geotechnik.ch
www.andres-geotechnik.ch

Neubau Anergie- und Fernwärmeleitung Mariaberg, Rorschach

Geotechnischer Bericht

- Baugrund- und Grundwasserverhältnisse
- Unterquerung SBB
- Leitungsbau entlang SBB-Linie

6. Februar 2026

WIR SCHAFFEN GRUNDLAGEN.

Geologie | Grundbau | Geotechnik | Hydrogeologie | Altlasten

Inhalt:

1. Allgemeines	3
2. Geologisch-hydrogeologische Verhältnisse	3
2.1 Baugrund	3
2.2 Grundwasser	4
3. Fernwärmeleitung	5
4. Unterquerung SBB	7

Beilagen:

- Lage des Objektes, 1:15'000
- Situation, 1:300

Beilage 1
Beilage 2

Anhang:

Bemessung Baugrubenwand Start- und Zielgrube

1. Allgemeines

Im Gebiet Mariaberg in Rorschach ist im Rahmen eines Infrastrukturprojekts die Unterquerung der SBB-Linie 880 für den Bau einer Anergie- sowie einer Hydrantenleitung vorgesehen. Zusätzlich wird in unmittelbarer Nähe zur Bahnlinie eine Fernwärmeleitung verlegt.

Gemäss Anfrage des planenden Ingenieurs, RKL AG Ingenieure & Planer sollen nun durch uns die massgebenden geotechnischen Fragen beantwortet werden. Dies umfasst folgende Themen:

- Baugrund- und Grundwasserverhältnisse im Bereich der SBB-Unterquerung und entlang der SBB-Linie zwischen Schul- und Mariabergstrasse
- Beurteilung der Beeinflussung der SBB-Linie durch die geplanten Grabarbeiten entlang der Bahnstrecke
- Beurteilung der Beeinflussung der SBB-Linie durch die geplante Unterquerung
- Dimensionierung der Start- und Zielgrube für die Unterpressung

Grundlagen für unsere Arbeiten bilden folgende Angaben und Dokumente:

- *Diverse Baugrundaufschlüsse aus der direkten Nachbarschaft*
- *langjährige Grundwasserspiegelmessungen*
- *Diverse Planunterlagen des Ingenieurs vom 22.01.2026*
- *Kantonale Grundlagekarten (www.geoportal.ch)*

Der vorliegende Bericht enthält nun eine Zusammenfassung der lokalen Baugrund- und Grundwasserverhältnisse sowie die gewünschten Angaben zu den massgebenden geotechnischen Fragen.

2. Geologisch-hydrogeologische Verhältnisse

2.1 Baugrund

Die Lockergesteinsschichten über dem moränenbedeckten Molassefels am unteren Nordabhang des Rorschacher Berges werden unter geringmächtiger Auffüllung bzw. Deckschicht von sandig-kiesigen Deltaschüttungen der zahlreichen Bäche geprägt, welche in ein Seebecken erfolgten und dort gemeinsam mit bzw. auf feinkörnigen Seesedimenten abgelagert wurden. Im Projektperimeter stehen gemäss Sondierbefund aus der Nachbarschaft unter wenig **Koffermaterial** und lokaler **Auffüllung** rund 1.5 ± 1.0 m „gewachsene“ **Deckschicht** an, welche anschliessend von sandig-kiesigen **Deltaablagerungen** unterlagert werden. Letztere reichen gemäss Bohrbefunden unabhängig von der Lage der Terrainoberfläche relativ gleichförmig bis auf ein Niveau von etwa 395.0 ± 1.0 m ü. M., womit sie eine Mächtigkeit zwischen ca. 7 m' bis 9 m' aufweisen.

Darunter folgen bis auf Niveaus von ca. 387.5 ± 0.5 m ü. M. überwiegend tonig-siltig-feinsandige **Seeablagerungen**. Die erwähnte Untergrenze der Seeablagerungen und damit die **Moränenoberfläche** sinkt in Richtung Nord leicht steiler ab als die Geländeoberfläche und besitzt im Bereich der Bahnstrecke einen Flurabstand von rund 18 m'.

Der die Moräne unterlagernde **Molassefels** wurde bislang in zahlreichen, benachbarten Erdsondenbohrungen effektiv aufgeschlossen; er dürfte demnach lokal variierend rund 10 m' - 15 m' unter der Moränenoberfläche, d.h. zwischen 365 und 375 m ü. M. zu erwarten sein.

Die **Auffüllung** besteht überwiegend aus siltigem Kiessand und kann relevante Bauschuttanteile enthalten; ihre Mächtigkeit beträgt in der Regel die übliche Kofferstärke (0.5 m' bis 1.0 m').

Die natürlich „gewachsene“ **Deckschicht** besteht aus tonig-siltigem, teilweise auch organischem Feinsand in geringer Lagerungsdichte. Sie ist setzungsempfindlich und zur Aufnahme grösserer Lasten nicht geeignet.

Die **Deltaablagerungen** setzen sich aus unterschiedlich siltigem Kiessand mit reichlich Steinen und Zwischenlagen aus Mittel- und Grobsanden zusammen. Ihre Lagerungsdichte ist als locker bis mitteldicht bei geringer Setzungsempfindlichkeit anzusprechen. Mit einer Schichtstärke von rund 7 m' bis 9 m' bilden sie eine erfahrungsgemäss geeignete Tragschicht zum Abtrag von Bauwerkslasten.

Die die Deltaablagerungen unterlagernden siltig-feinsandigen, mit zunehmender Tiefe tonig-siltigen **Seeablagerungen** sind deutlich setzungsempfindlicher als die darüber liegenden Deltaablagerungen.

Ab einem Niveau von ca. 387.5 ± 0.5 m ü. M. erfolgt der Übergang in die kompakte, glazial vorbelastete **Moräne**. Sie besteht aus dicht gelagertem, siltigem Feinsand mit reichlich Kies, Steinen und einzelnen Blöcken in einer Mächtigkeit von rund 10 m' bis 15 m'. Darunter folgt der ebenfalls kompakte, hart gelagerte **Molassefels**, welcher in Rorschach meist von Sandstein und Nagelfluh, untergeordnet auch von Mergeln und Tonmergeln der Oberen Meeresmolasse (OMM) aufgebaut wird. Die Felsschichtung ist mit rund 12° bis 17° nach NNW geneigt; grossräumige Klüftungen sind nicht bekannt.

Die in der folgenden Tabelle angegebenen Bodenkennwerte basieren auf bestmöglichen Schätzungen aufgrund der Sondierdaten und der langjährigen, örtlichen Baugrunderfahrung; sie entsprechen geschätzten Mittelwerten X_m bzw. Extremwerten $X_{extr.}$ (in Klammer) gemäss SIA 267 und sind dementsprechend zu verwenden.

Bodenschicht	Feuchtraumgewicht γ [kN/m ³]	Scherwinkel φ' [°]	Kohäsion c' [kN/m ²]	Zusammen- drückbarkeit M_{E0} [MN/m ²]
Deckschicht/Auffüllung	18 - 20	27 - 34 (26)	0	8 - 25 (6)
Deltaablagerungen	19 - 20	30 - 34 (29)	0	15 - 25 (12)
Siltig-sandige Seeablagerungen	19 - 20	27 - 29 (26)	0 - 2 (0)	6 - 9 (5)
Tonig-siltige Seeablagerungen	18 - 20	26 - 28 (25)	2 - 5 (2)	4 - 7 (3)
Moräne	20 - 21	28 - 30 (27)	10 - 20 (8)	40 - 55 (38)
Molassefels	22 - 24	30 - 32 (29)	>50	>100

2.2 Grundwasser

Die Deltaablagerungen sind wasserführend und stellen am Nordabhang des Rorschacher Berges den meist relativ geringmächtigen Grundwasserleiter mit geringem Durchflusspotential dar. In der Grundwasserkarte ist dieser Sachverhalt mit einem grossflächigen, geringmächtigen Grundwasserleiter abgebildet. Der **Grundwasserspiegel** liegt gemäss Grundwasserkarte im Projektperimeter bei rund 402.0 m ü. M. Effektiv gemessen wurde das Grundwasserniveau in benachbarten Pegelrohren zwischen 400.5 und 401.2 m ü. M. (August/September 2017, Juni/Juli 2019) bzw. bei rund 399.0 m ü. M. (frühere Messungen Stadtsaal); angesichts der Niederschlagsverhältnisse im Messzeitraum dürfte somit der in der Grundwasserkarte abgebildete Mittelwasserstand eher etwas zu hoch sein.

Daraus sind für den Baubereich folgende Grundwasserstände anzunehmen:

	Absoluthöhe	Flurabstand (OKT ca. 406 m ü. M.)
<i>Mittlerer GWSP</i>	400.6 m ü. M.	5.4 m'
<i>Hoher GWSP</i>	401.2 m ü. M.	4.8 m'
<i>Max. GWSP</i>	402.2 m ü. M.	3.8 m'
<i>Min. GWSP</i>	400.0 m ü. M.	6.0 m'

Das Grundwassergefälle (Fließrichtung) ist mit rund 3.3% in Richtung Nord zum Bodensee übereinstimmend mit den bisherigen Erwartungen relativ gross. Im tiefliegenden Molassefels kann Schicht- und lokal begrenzt auch Kluftwasser auftreten, welches aufgrund der Schichtlage teilweise druckgespannt, lokal sogar artesisch ist. Für Tiefbauten innerhalb der Lockergesteinsbedeckung ist das Wasserdruckniveau im Fels erfahrungsgemäss nicht relevant.

Die **Wasserdurchlässigkeit** der wasserführenden Deltaablagerungen wurde mit einzelnen Pumpversuchen sowie im Rahmen von ausgeführten Bauwasserhaltungen bei benachbarten Objekten experimentell bestimmt. Sie ist nicht sehr gross und schwankt in der Regel zwischen 8×10^{-5} m/s und 6×10^{-4} m/s. Die Wasserdurchlässigkeiten von Auffüllung, Deckschicht, Seeablagerungen und Moräne sind dagegen um mehrere Grössenordnungen geringer; sie sind daher als schützende Deckschicht bzw. als Grundwasserstauer einzustufen.

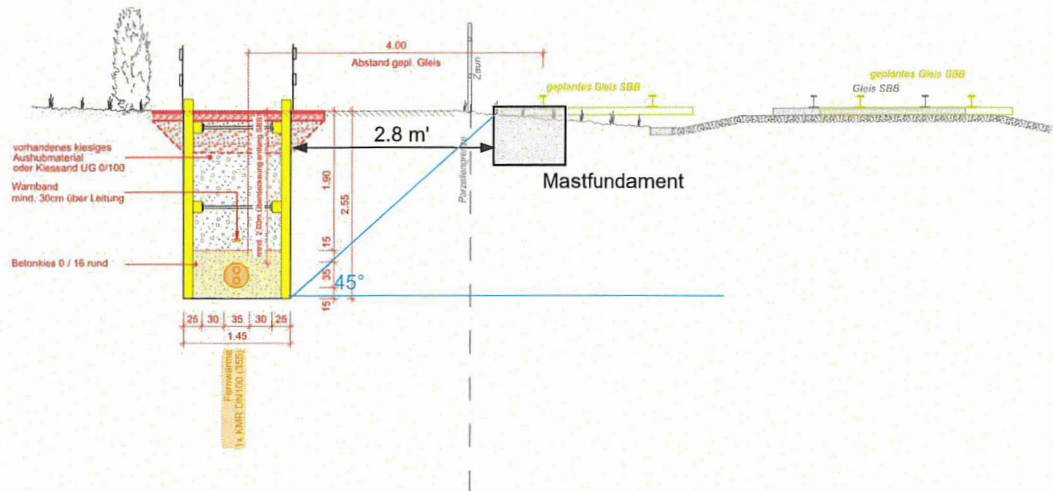
Der **Grundwasserchemismus** ist aufgrund von einzelnen chemischen Wasseruntersuchungen in der näheren Nachbarschaft generell bekannt. Er zeichnet sich durch hohe Härtegrade und teilweise Sauerstoffarmut aus. Dieser Chemismus neigt bei Veränderungen des Sauerstoffgehaltes (z.B. Austritt in Drainageleitungen) zu Kalkabscheidungen. Belüftungsmassnahmen bei Wasserhaltungen zur Anhebung des Sauerstoffgehaltes vor dem Einleiten in Gewässer sind in der Regel aber nicht notwendig. Konkrete Hinweise auf nicht natürliche Schadstoffbelastungen des Grundwassers konnten bei bisherigen Untersuchungen und Pumparbeiten im Zentrum von Rorschach nicht festgestellt werden.

Das Bauareal befindet sich gemäss Gewässerschutzkarte im kombinierten Gewässerschutzbereich A_o und A_u. Effektiv genutzte Grundwasserfassungen sind im Abstrom des Baufeldes nicht vorhanden. Die Einstufung A_o ist durch die Nähe zum Bodensee gut begründet; die Einstufung A_u (nutzbares Grundwasser) kann im Vergleich mit den effektiv vorhandenen hydrogeologischen Randbedingungen (geringmächtiger, eher schlecht durchlässiger Grundwasserleiter mit geringem Durchflusspotential) als streng beurteilt werden.

3. Fernwärmeleitung

Entlang der SBB-Linie ist für den Bau der Fernwärmeleitung ein gespriesster Graben mit einer Breite von 1.45 m' und einer Tiefe von 2.55 m' vorgesehen. Es stellte sich nun die Frage, inwieweit dieser Graben die Geleise und Mastfundamente der SBB beeinflusst.

Querprofil Graben Fernwärmeleitung 1:100



Aus geotechnischer Sicht zeigt sich das Ganze eher unproblematisch. Zu betrachten wären dabei folgende Szenarien:

- Grundbruch (aufbrechen der Grabensohle)
- Deformationen und daraus resultierende Setzungen im Bahnbereich

Die am nächsten zum Graben gelegenen Anlageteile bilden die Mastfundamente. Sie befinden sich in einer Distanz von rund 2.8 m' zum geplanten Leitungsgraben (s. Skizze oben). Aufgrund der geringen Grabenbreite und -tiefe und der damit verbundenen Gewölbewirkung kann ein Aufbrechen der Grabensohle (statischer Grundbruch) ausgeschlossen werden.

Im Weiteren ist davon auszugehen, dass sich der Graben selbst nicht bewegen wird, da die Erddruckkräfte über die eingebaute Spriessung auf die gegenüberliegende Seite geleitet werden, wo sie vom dortigen Erdwiderstand abgetragen werden.

Sogar unter der unwahrscheinlichen Annahme, dass Bewegungen auftreten, würden diese die Mastfundamente nicht erreichen. Dies begründet sich darin, dass die massgebende aktive Bruchfläche im Baugrund auf der Bahnseite gemäss den gängigen bodenmechanischen Theorien unter einem Winkel von $\alpha \approx 45^\circ + \varphi'/2$ ansteigt. Bei Ansatz eines vorsichtigen Scherwinkels von $\varphi' = 26^\circ$ (Deckschicht), ergäbe dies eine Bruchflächenneigung von $\alpha = 58^\circ$. Die Mastfundamente befinden sich nun aber in einem Winkel von 45° ab Grabensohle (s. Skizze oben), womit diese - und damit auch die Geleise - weit ausserhalb eines möglichen Bruchkörpers liegen.

Ein Einfluss des Fernwärmeleitungsgrabens auf die Bahnanlagen kann somit klar ausgeschlossen werden.

4. Unterquerung SBB

Für die Unterquerung der SBB-Linie ist ein richtgesteuerter Pressrohrvortrieb vorgesehen, wofür eine Start- und eine Zielgrube erstellt werden. Die Bemessung der Baugrubenwand für beide Gruben findet sich im Anhang zu diesem Bericht.

Beim Pressrohrvortrieb wird ein Rohr in den Boden gepresst und am vorderen Ende mittels eines Bohrkopfs das Bodenmaterial abgetragen. Dieses wird dann über eine Förderschnecke in die Startgrube gebracht. Damit entstehen weder Hohlräume noch ergibt sich eine massgebende Verdichtung des Untergrundes.

Gemäss einem Schreiben der SBB AG, Infrastruktur, Projektmanagement Ost vom 6.1.2026 soll bei mehreren Pressungen/Bohrungen nebeneinander - so wie im vorliegenden Fall geplant - ein Abstand zwischen den einzelnen Strängen von mindestens 1.5 x Durchmesser oder mindestens 1.5 m' eingehalten werden. Weiter wird aber angemerkt, dass im Falle eines Ramm- oder Pressvortriebs der Abstand auch reduziert werden kann.

Aufgrund des gewählten Systems, das weder Auflockerungen noch Verdichtungen zur Folge hat, kann aus technischer Sicht auf die Einhaltung des genannten Mindestabstands verzichtet werden. Der gemäss Plänen vorgesehene Achsabstand von 70 cm - 80 cm, resp. der lichte Abstand von 30 cm - 40 cm birgt bei diesem Verfahren kein erhöhtes Risiko für Auflockerungen oder Nachbrüche, da zu keinem Zeitpunkt eine unverrohrte Presstrecke vorliegt.

Somit können auch bei der geplanten Unterpressung schädliche Einflüsse auf die Bahnanlagen ausgeschlossen werden.



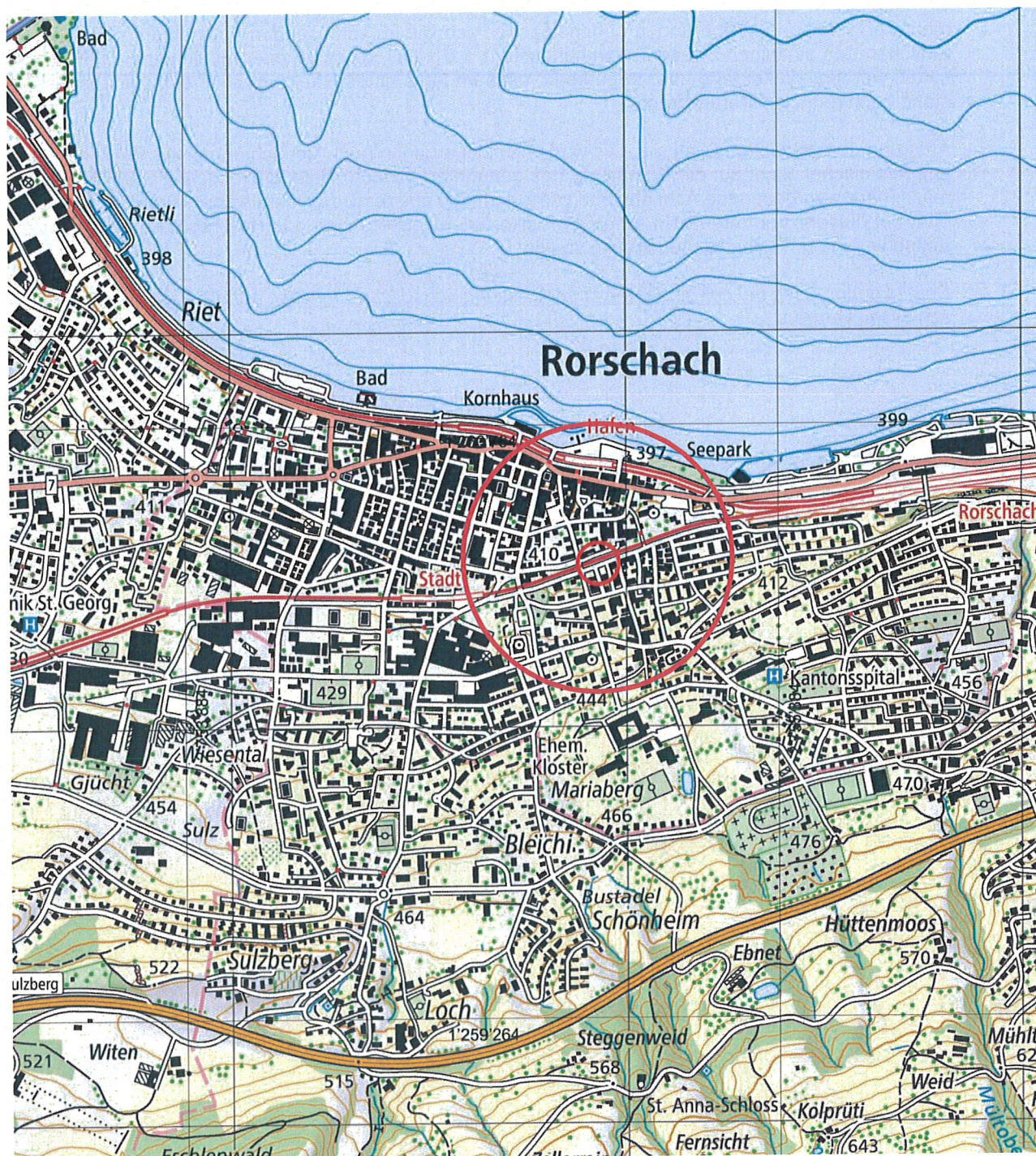
ANDRES Geotechnik AG
P. Andres

St. Gallen, 06.02.2026

Anergie- und Fernwärmeleitung Marienberg, Rorschach

Lage des Objekts
1:15'000

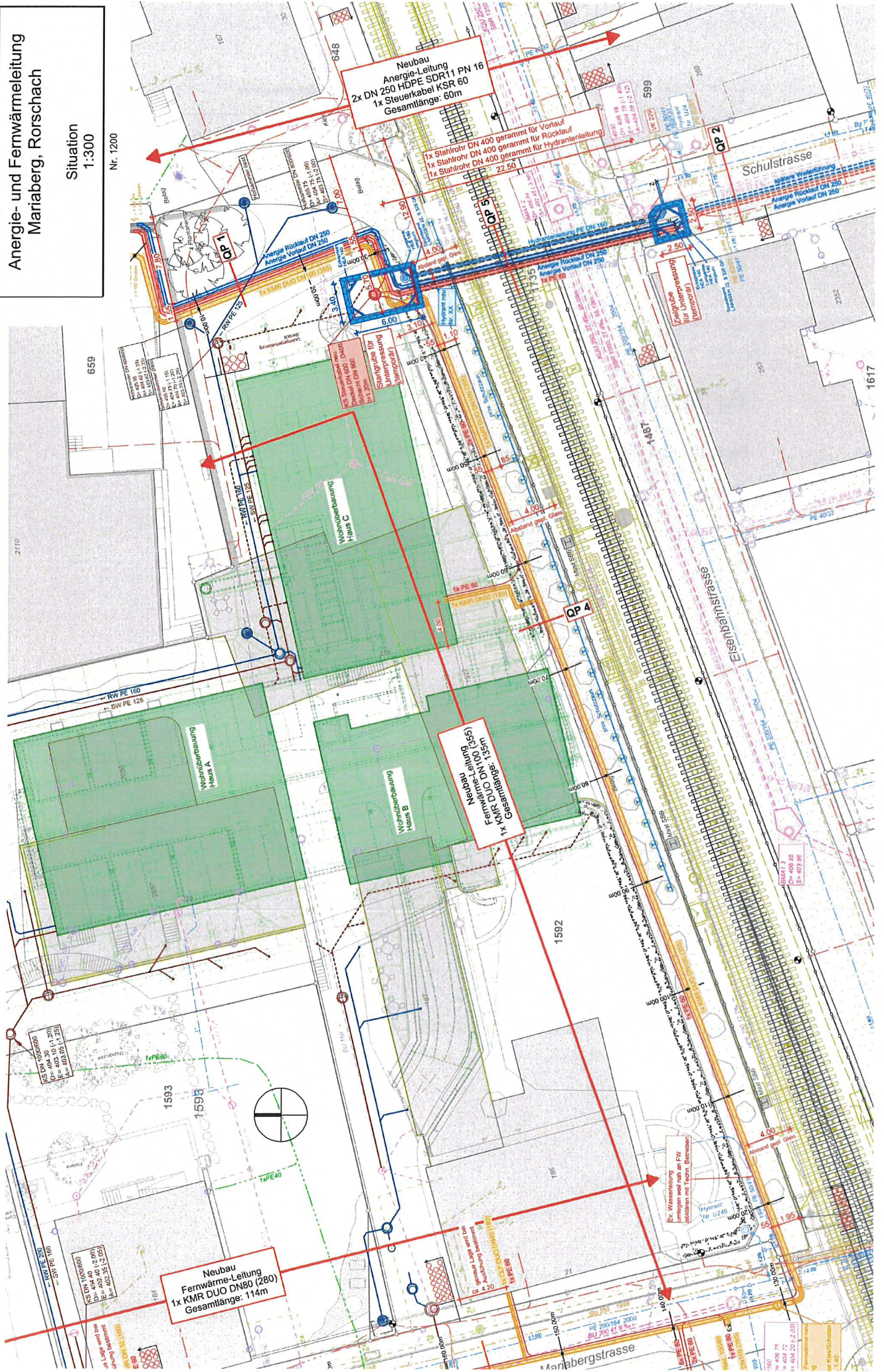
Nr. 10200



Anergie- und Fernwärmeleitung Mariaberg, Rorschach

Situation
1:300

Nr. 1200

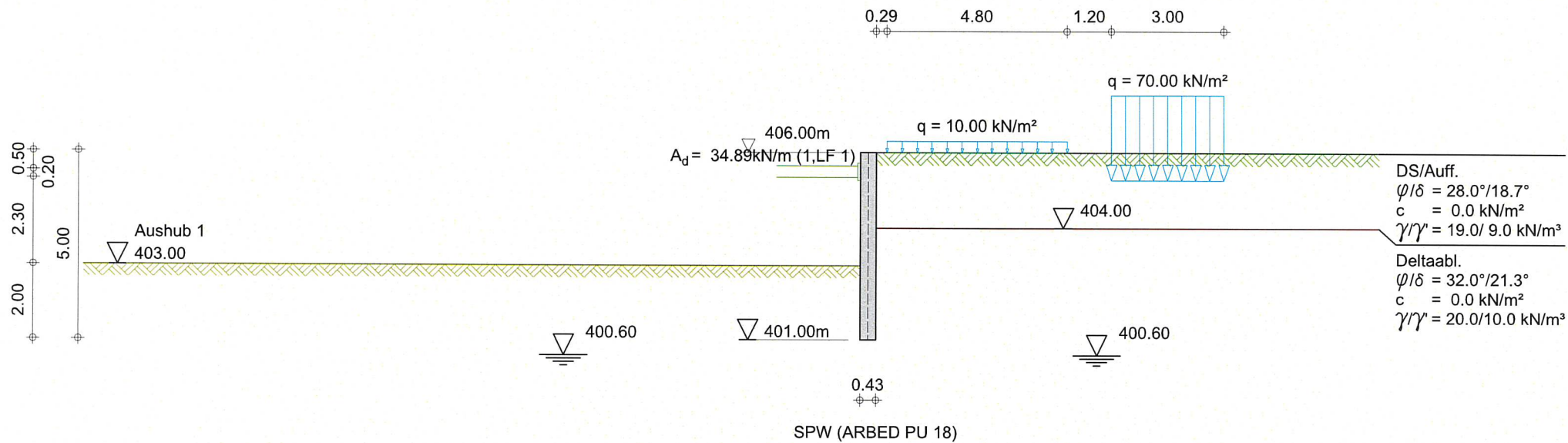


Anergie- und Fernwärmeleitung Mariaberg, Rorschach

Nr. 10200

Anhang

Bemessung Baugrubenwand Start- und Zielgrube



ANDRES GEOTECHNIK AG	Andres Geotechnik AG, dipl. Ingenieure ETH/SIA Schuppisstr. 7 9016 St. Gallen Programm DC-Baugrube/Win Version 25.2.1	06.02.2026 Seite 2
	Anergieleitung Mariaberg, Rorschach Start-/Zielgrube (1)	

Eingabedatei: S:\DC-Grundbaustatik\Daten\Grube\5000 -\

10200 Start-Zielgrube (1).dbw

Datum: 06.02.2026

Berechnung nach SIA 267

Systemwerte

Wandkopf frei beweglich

Aktiver Erddruck

Nichtbindiger Boden

Geländeoberkante auf 406.00 m

Grundwasserstand 400.60 m

Erddruckbeiwerte nach SIA 261

Wandaufbau

Abs.	Wandtyp Profilbez.	x ₁ [m]	z ₁ [m]	E[MN/m ²]	A[cm ² /lfm]	g[kN/m ³]
		x ₂ [m]	z ₂ [m]	I[cm ⁴ /lfm] EI[MN*m ²]	d[cm]	
1	Spundwand	0.00	0.00	210000.00	163.30	78.50
	ARBED PU 18	0.00	5.00	3.8650E+04	43.00	
	(Doppelbohlen)			81.17		

Erdschichtwerte

			DS/Auff.	Deltaabl.
Schichthöhe	h	[m]	2.00	98.00
Innere Reibung	ϕ'	[Grad]	28.00	32.00
Wandreib. aktiv	δ_a	[Grad]	18.67	21.33
Wandreib. pass.	δ_p	[Grad]	-14.00	-16.00
Kohäsion aktiv	c _a '	[kN/m ²]	0.0	0.0
Kohäsion passiv	c _p '	[kN/m ²]	0.0	0.0
Wichte Boden		[kN/m ³]	19.0	20.0
Wichte unter Auftrieb		[kN/m ³]	9.0	10.0

Erddruckbeiwerte

Erddruckbeiwert	K _{agh}	(aktiv)	0.304	0.256
Erdwid. Beiwert	K _{pgh}	(passiv)	4.197	5.551
Durchlässigkeit	k	[m/s]	1.000E-04	1.000E-04

Wand- und Auflasten in globalen Koordinaten

Alle Lasten und Schnittkräfte beziehen sich auf 1 m Wandbreite

Streckenlasten auf das Gelände

LFK-Name	q	x _A	x _E	z _Q	Typ
1	Q	70.00	6.50	9.50	7
	Q	10.00	0.50	5.30	0

(G = ständig, Q = veränderlich, B = aus Bodeneigengewicht)

Ansatz der Blocklasten:

0 = Standard: als Rechteck/Trapez/Dreieck

7 = als Rechteck/Trapez/Dreieck, wie bei aktivem Erddruck

Teilsicherheitsbeiwerte für GZ T.1 (hydr.Grundbruch)

γ	G _{sup}	G _{inf}
	1.600	0.900

ANDRES GEOTECHNIK AG	Andres Geotechnik AG, dipl. Ingenieure ETH/SIA	06.02.2026
	Schuppisstr. 7 9016 St. Gallen	Seite 3
	Programm DC-Baugrube/Win Version 25.2.1	
	Anergieleitung Mariaberg, Rorschach	
	Start-/Zielgrube (1)	

Ermittlung der Wandlänge

Teilsicherheitsbeiwerte für GZ T.2

γ	G	E0g	W	L	Ol	Q	Qv		
	1.350	1.350	1.200	1.350	1.350	1.500	1.450		
γ	Ep	Wg	γ	φ	c	cu	R,h	b	s
	1.400	0.900	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.300	1.300

Ermittlung der Schnittgrößen mit gleichen Beiwerten wie
Ermittlung der Wandlänge

Ermittlung der Verformungen
mit charakteristischen Werten (GZG)

Ermittlung der Ankerlängen mit gleichen Beiwerten wie
Ermittlung der Wandlänge

γ	Teilsicherheitsbeiwert für...
G,sup	Strömungsdruck (ungünstiger Untergrund)
G,inf	günstige ständige Einwirkungen
G	Erddruck aus Bodeneigengewicht (außer Ruhedruck)
E0g	Erdruhedruck aus Bodeneigengewicht und ständigen Auflasten
W	ungünstig wirkenden Wasserdruck
L	Erddruck aus ständigen Lasten (außer Ruhedruck)
Ol	Ständige Lasten bei Erdruhedruck
Q	Einwirkungen aus Verkehrslasten
Qv	Einwirkungen aus Bahnverkehrslasten
Ep	Erdwiderstand
Wg	günstig wirkenden Wasserdruck
γ	spezifisches Gewicht
φ	Reibungsbeiwert $\tan(\varphi)$
c	Kohäsion c
cu	Kohäsion undränirt
R,h	Gleitwiderstand
b	Spitzendruck
s	Mantelreibung

Lastfallkomb. 1

Erddruckverlauf (char.) ohne Umlagerung [kN/m²]

Tiefe z	Summe- e_v	e_h -Summe	e_h -Boden+Großfl.	e_h -Auflast
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
0.15	0.022	0.876	0.876	0.000
0.15	0.022	3.455	0.876	2.579
2.00	5.518	14.146	11.567	2.579
2.00	5.518	12.314	9.735	2.579
3.00	11.328	17.437	14.858	2.579
3.00	11.328	17.437	14.858	2.579
4.40	22.819	24.608	22.029	2.579
4.40	22.819	32.496	22.029	10.468
5.00	30.800	35.573	25.105	10.468
5.00	30.800	35.573	25.105	10.468
5.40	36.518	37.622	27.155	10.468
5.40	36.518	37.622	27.155	10.468
7.70	72.939	43.511	33.044	10.468
7.70	72.939	40.933	33.044	7.889
14.97	215.608	59.557	51.669	7.889
14.97	215.608	51.669	51.669	0.000
100.00	5548.462	269.499	269.499	0.000

ANDRES	GEOTECHNIK AG	Andres Geotechnik AG, dipl. Ingenieure ETH/SIA Schuppisstr. 7 9016 St. Gallen Programm DC-Baugrube/Win Version 25.2.1	06.02.2026 Seite 4
		Anergieleitung Mariaberg, Rorschach Start-/Zielgrube (1)	

Aushub Nr. 1

Wand 1-fach gestützt
Wandfuß frei verschieblich

Negativer Erddruck wirkt NICHT mit auf das statische System

Berechneter Grenzzustand für die Wandlänge: nach GZ Typ 2

Umlagerungsfigur: Zwei Rechtecke mit Unterteilung bei 1.50 m
mit Abminderung zweites Rechteck um $\varepsilon = 0.17$
ohne Umlagerung von begrenzten Auflasten
Umlagerung bis zur Baugrubensohle

Passiver Erddruck		char. Wert		Bemessungswert
Tiefe z [m]		$e_{ph,k} [kN/m^2]$	Tiefe z [m]	$e_{ph,d} [kN/m^2]$
0.000		0.000	0.000	0.000
3.000		0.000	3.000	0.000
5.000		-222.045	5.000	-158.604
Summe $E_{ph,k}$		-222.045 kN/m	Summe $E_{ph,d}$	-158.604 kN/m

Gesamtlänge der Wand: 5.00 m, Einbindetiefe t = 2.00 m

Aushubtiefe z = 3.00 m, Wasserstand = 5.40 m
Fußstützkraft: $E_d = 58.20 \text{ kN} \leq R_d = 158.60 \text{ kN}$
Angriffspunkt = 4.33 m

Erddruckverlauf (char.) nach Umlagerung [kN/m ²]			LFK-Name 1	
Tiefe z	Summe- e_v	e_h -Summe	e_h -Boden+Großfl	e_h -Auflast
0.00	0.000	8.678	8.678	0.000
0.15	0.444	8.678	8.678	0.000
0.15	0.444	11.257	8.678	2.579
1.50	5.572	11.257	8.678	2.579
1.50	5.572	9.810	7.231	2.579
2.00	7.229	9.810	7.231	2.579
2.00	7.229	9.810	7.231	2.579
3.00	11.061	9.810	7.231	2.579
3.00	11.061	17.437	14.858	2.579
4.40	22.552	24.608	22.029	2.579
4.40	22.552	32.496	22.029	10.468
5.00	30.533	35.573	25.105	10.468

Belastung und Schnittgrößen der Baugrubenwand

Charakteristische Schnittgrößen

Charakteristische Verformungen

Alle Werte je m Wand, bezogen auf die Schwerachse

Tiefe z	H-Druck	Verform.	Moment	Querkraft	A-H	Fed.konst.
[m]	h [kN/m]	w [mm]	M [kNm]	Q [kN]	[kN]	[kN/mm]
0.000	8.68	-0.1	0.00	0.00		
0.152	8.68	-0.1	-0.10	-1.31		
0.152	11.26					
0.500	11.26	0.0	-1.24	-5.24		
		0.0		20.69	25.93	A
1.500	11.26	0.2	13.82	9.43		
1.500	9.81					
2.000	9.81	0.3	17.31	4.53		
2.462	9.81	0.3	18.35	0.00		
3.000	9.81	0.3	16.93	-5.28		
3.000	17.44					

Tiefe z [m]	H-Druck h [kN/m]	Verform. w [mm]	Moment M [kNm]	Querkraft Q [kN]	A-H [kN]	Fed.konst. [kN/mm]
3.165	18.28	0.3	15.82	-8.22		
4.333	24.27	0.0	-7.63	-33.09		
		0.0		22.05	55.14	E
4.400	24.61	0.0	-6.23	20.44		
4.400	32.50					
5.000	35.57	-0.2	0.00	0.00		

Bedeutung: M=max/min-M (Q=0), A=Anker oder Abstützung, B=Bettungsfeder
E=Erdaufleger

Aushub Nr. 1	maxM	18.35	zugQ	0.00,	maxQ	22.05	zugM	-7.63
	minM	-7.63	zugQ	-33.09,	minQ	-33.09	zugM	-7.63
	maxw	0.3 mm						

Längsbelastung der Baugrubenwand

Tiefe z [m]	Längsbel. n [kN/m]	Normalkraft N [kN]
0.000	4.21	0.00
0.152	4.21	-0.64
0.152	5.08	-0.64
0.500	5.08	-2.41
1.500	5.08	-7.50
1.500	4.60	-7.50
2.000	4.60	-9.79
2.000	5.11	-9.79
2.462	5.11	-12.15
3.000	5.11	-14.91
3.000	8.09	-14.91
3.165	7.12	-16.16
4.333	0.22	-20.45
4.400	-0.17	-20.45
4.400	2.91	-20.45
5.000	-0.64	-21.13

Belastung und Schnittgrößen der Baugrubenwand

Schnittgrößen nach GZ Typ 2

Charakteristische Verformungen

Alle Werte je m Wand, bezogen auf die Schwerachse

Tiefe z [m]	H-Druck h [kN/m]	Verform. w [mm]	Moment M [kNm]	Querkraft Q [kN]	A-H [kN]	Fed.konst. [kN/mm]
0.000	11.71	-0.1	0.00	0.00		
0.152	11.71	-0.1	-0.13	-1.78		
0.152	15.58					
0.500	15.58	0.0	-1.70	-7.21		
		0.0		27.69	34.89	A
1.500	15.58	0.2	18.19	12.10		
1.500	13.63					
2.000	13.63	0.3	22.54	5.29		
2.388	13.63	0.3	23.57	0.00		
3.000	13.63	0.3	21.01	-8.34		
3.000	17.44					
3.235	18.64	0.3	18.56	-12.58		
4.333	24.27	0.0	-7.63	-36.15		
		0.0		22.05	58.20	E
4.400	24.61	0.0	-6.23	20.44		
4.400	32.50					
5.000	35.57	-0.2	0.00	0.00		

ANDRES GEOTECHNIK AG	Andres Geotechnik AG, dipl. Ingenieure ETH/SIA Schuppisstr. 7 9016 St. Gallen Programm DC-Baugrube/Win Version 25.2.1	06.02.2026 Seite 6
	Anergieleitung Mariaberg, Rorschach Start-/Zielgrube (1)	

Bedeutung: M=max/min-M (Q=0), A=Anker oder Abstützung, B=Bettungsfeder
E=Erdaufleger

Aushub Nr. 1	maxM	23.57	zugQ	0.00,	maxQ	27.69	zugM	-1.70
	minM	-7.63	zugQ	-36.15,	minQ	-36.15	zugM	-7.63
	maxw	0.3 mm						

Längsbelastung der Baugrubenwand

Tiefe z [m]	Längsbel. n [kN/m]	Normalkraft N [kN]
0.000	5.69	0.00
0.152	5.69	-0.86
0.152	7.00	-0.86
0.500	7.00	-3.30
1.500	7.00	-10.29
1.500	6.34	-10.29
2.000	6.34	-13.46
2.000	7.05	-13.46
2.388	7.05	-16.20
3.000	7.05	-20.52
3.000	8.54	-20.52
3.235	7.05	-22.35
4.333	0.08	-26.27
4.400	-0.34	-26.26
4.400	2.74	-26.26
5.000	-1.07	-26.76

Gleichgewicht der H- und V-Kräfte

(charakteristische Werte)

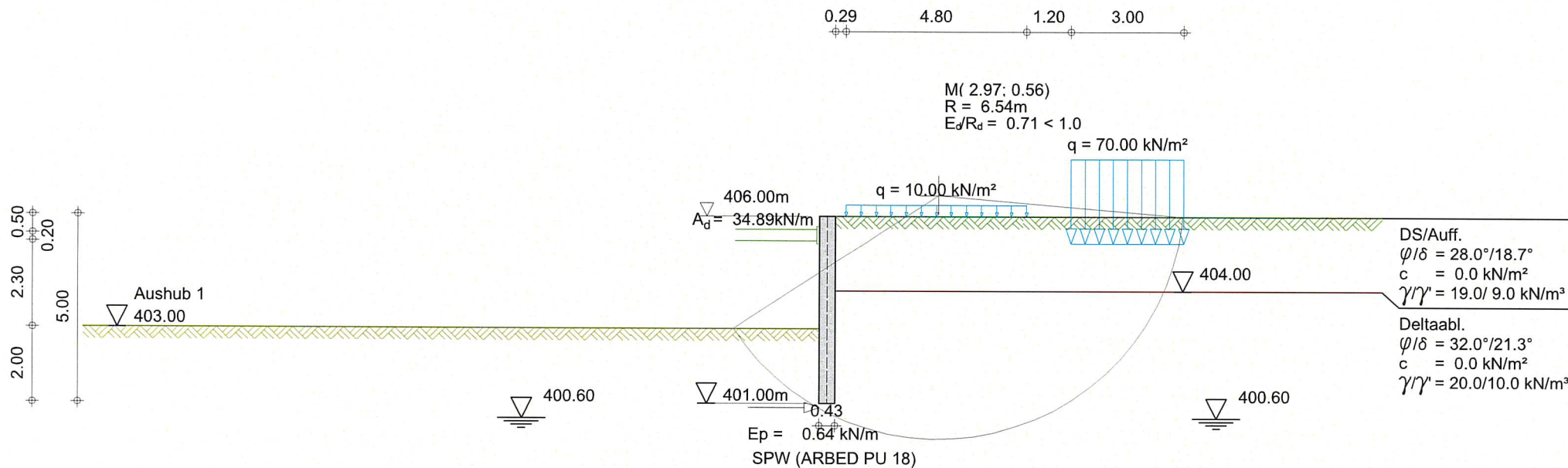
	von z	bis z	H-Komponente	V-Komponente	[kN/m]
Erddruck:	0.00	5.00	81.07	30.53	(δ_a)
Anker/Steifen:			-25.93	0.00	(α)
Summe:			55.14	30.53	
mob.Erdwiderstand:	3.00	5.00	-55.14	-15.81	(*)
Wandengewicht:				6.41	
Gesamtsumme (mit Wandgewicht):			0.00	21.13 (nach unten)	

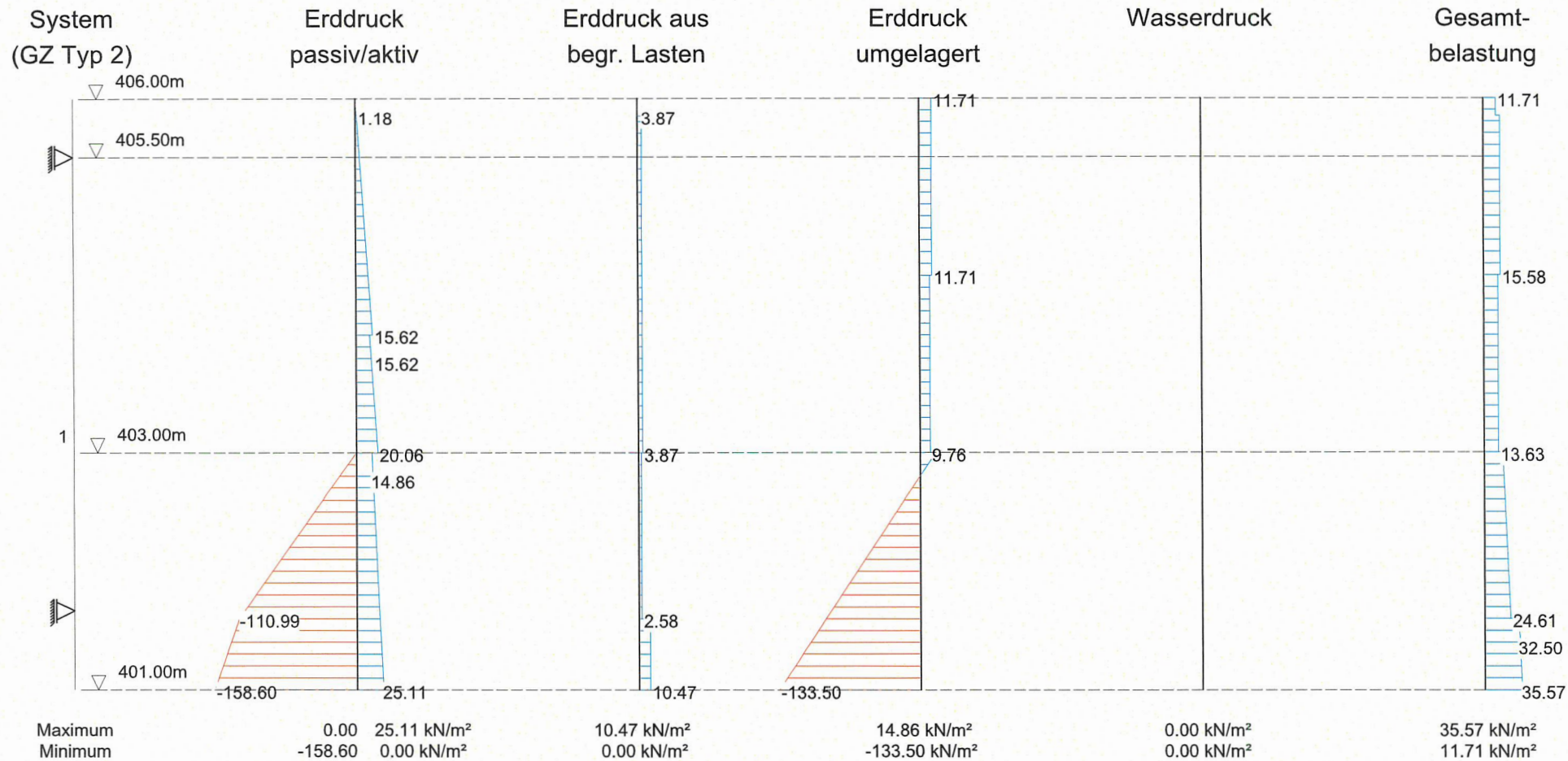
Gleichgewicht der H- und V-Kräfte

(Bemessungswerte inkl. Sicherheitsbeiwerte)

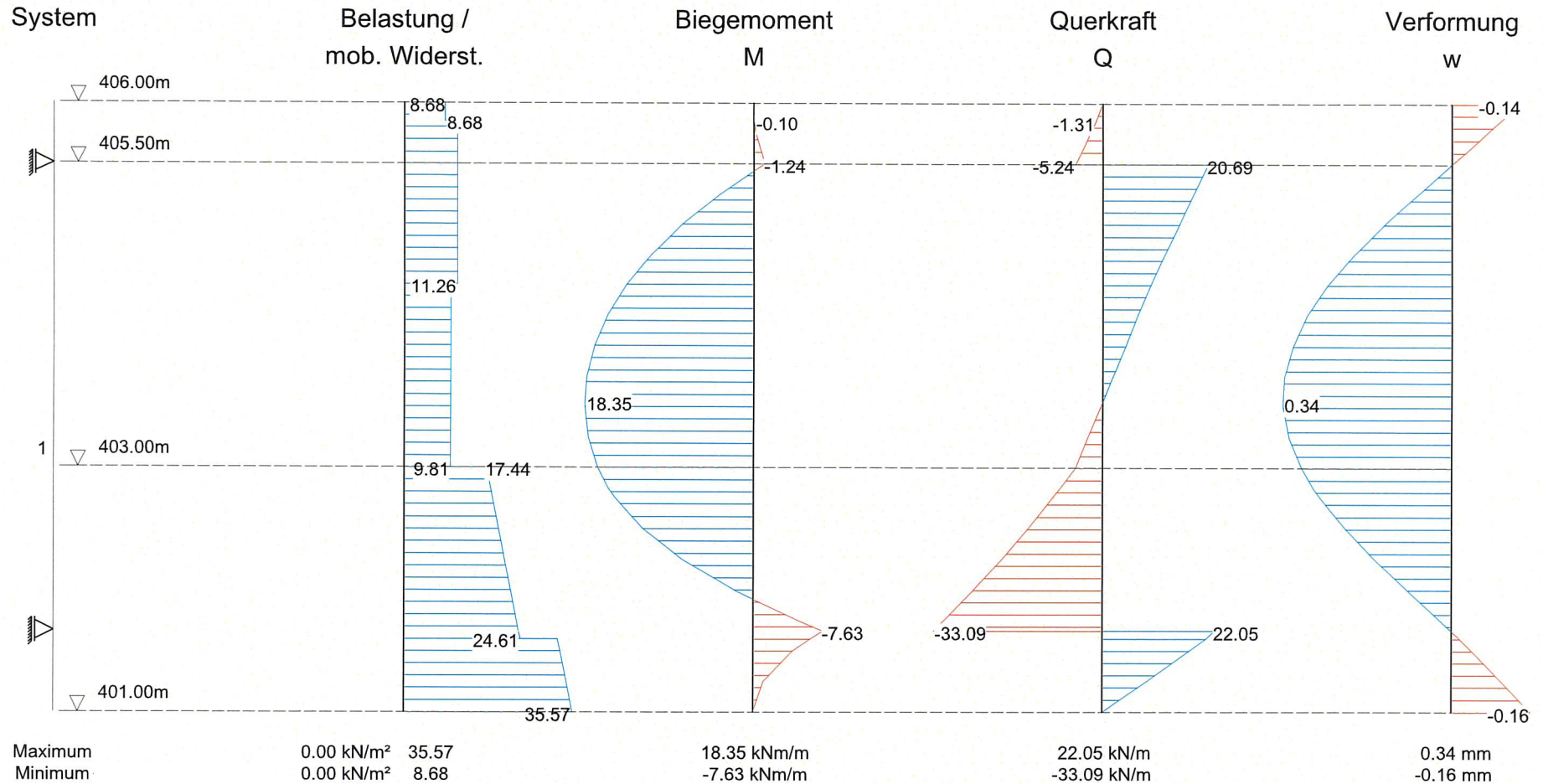
	von z	bis z	H-Komponente	V-Komponente	[kN/m]
Erddruck:	0.00	5.00	93.09	34.80	(δ_a)
Anker/Steifen:			-34.89	0.00	(α)
Summe:			58.20	34.80	
Erdwiderstand:	3.00	5.00	-58.20	-16.69	(*)
Wandengewicht:				8.65	
Gesamtsumme (mit Wandgewicht):			0.00	26.76 (nach unten)	

* Summe der Vertikalanteile für Aktiv-(δ_a) u. Passivseite(δ_p)

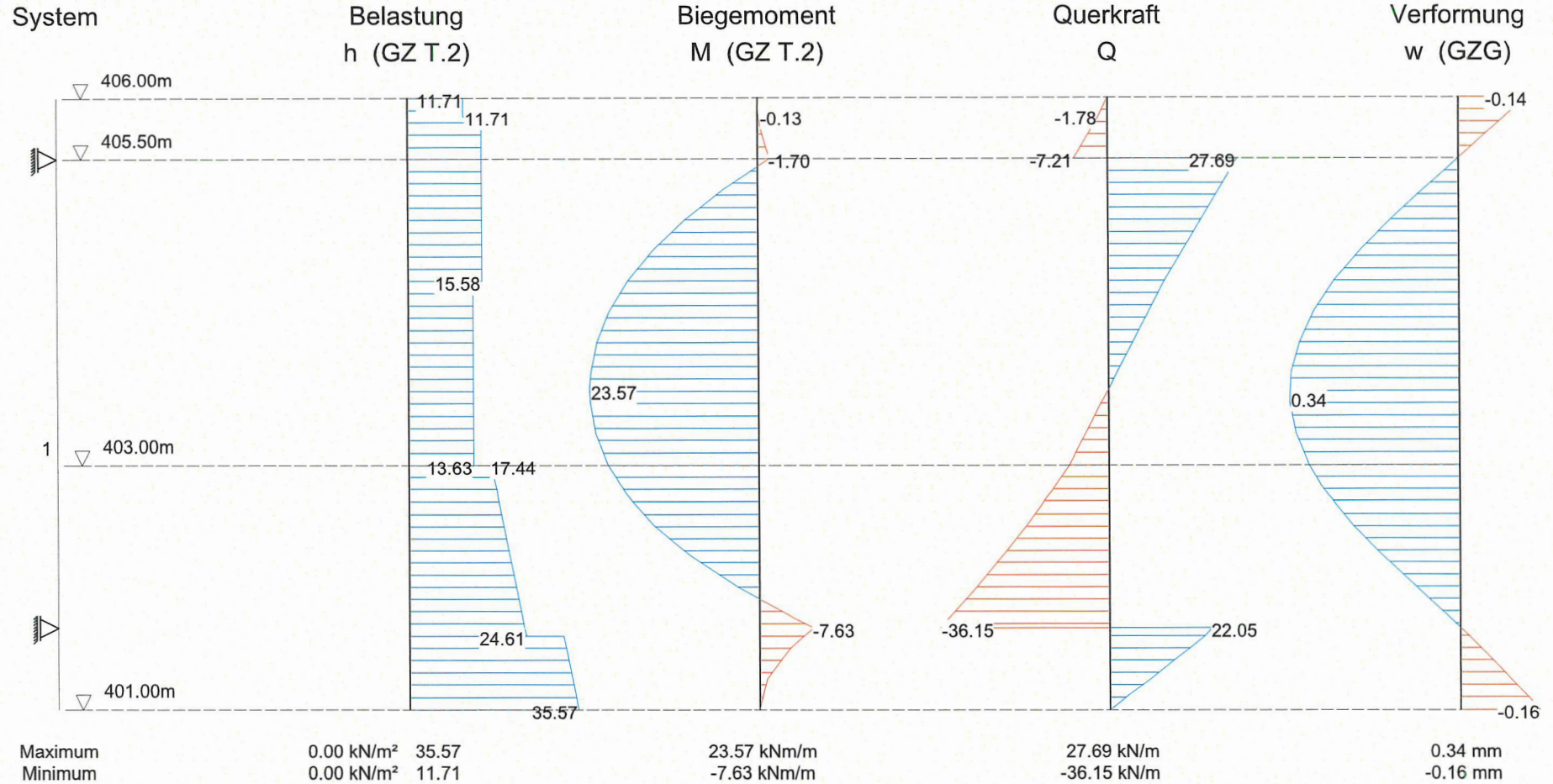




Schnittgrößen aus Gesamtlasten, charakteristisch



Schnittgrößen aus Gesamtlasten, Bemessungswerte



Maximalwerte der Ankerkräfte aus allen Aushüben/Lastfällen

Zusammenstellung der maßgebenden Ankerkräfte pro lfm Wand

Anker	charakteristische Werte				Bemessungswerte			
	G	Q	W	-	G	Q	W	Gesamt
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
1	20.6	5.3	0.0	25.9	27.0	7.9	0.0	34.9

Maßgebende Bemessungswerte der Ankerkräfte pro Anker

Anker	z	z	Neigung	Abst.	Verpr.str.	Bem.
	Vorderk.	Achse	α	a-H	L_{vs}	kraft
	[m]	[m]	[°]	[m]	[m]	[kN]
1	0.50	0.50	0.00	1.00	-	34.9

ANDRES GEOTECHNIK AG	Andres Geotechnik AG, dipl. Ingenieure ETH/SIA Schuppisstr. 7 9016 St. Gallen Programm DC-Baugrube/Win Version 25.2.1	06.02.2026 Seite 16
	Anergieleitung Mariaberg, Rorschach Start-/Zielgrube (1)	

Geländebruch-Nachweis, Aushub 1

Eingabedatei: S:\DC-Grundbaustatik\Daten\Grube\5000 -\10200 Start-Zielgrube (1)@1.dbb
Datum: 06.02.2026

Berechnung nach: SIA 267

Schichtdaten

Innere Reibung $\text{cal } \varphi'$	[Grad]	DS/Auff.	Deltaabl.
Kohäsion $\text{cal } c'$	[kN/m ²]	28.00	32.00
Wichte Boden	[kN/m ³]	0.0	0.0
Wichte wassergesättigt	[kN/m ³]	19.0	20.0
Wichte unter Auftrieb	[kN/m ³]	19.0	20.0
		9.0	10.0

Geländeverlauf und Schichten

x [m]	-2.71	-0.22	-0.21	0.22	0.22
z Gelände	0.22	2.71	9.50		
	-3.00	-3.00	-5.00	-5.00	-2.00
z Schicht	0.00	0.00	0.00		
	DS/Auff.	-3.00	-3.00	-5.00	-5.00
		-2.00	-2.00	-2.00	-2.00
z Schicht	Deltaabl.	-1000.00	-1000.00	-1000.00	-1000.00
		-1000.00	-1000.00	-1000.00	-1000.00

Verlauf des Grundwasserspiegels

x [m]	z [m]
-2.71	-5.40
2.71	-5.40

Lage von Bauwerken

Nummer	x von [m]	x bis [m]	z von [m]	z bis [m]	Gewicht [kN/m]
1	-0.22	0.22	-5.00	0.00	6.41

Lage von Ankern

Nummer	x [m]	z [m]	Winkel [Grad]	Länge [m]	max. L [m]	Kraft [kN/m]
1	-0.22	-0.50	0.00	7.71	7.71	25.93

Streckenlasten

Alle Lasten beziehen sich auf 1 m Länge

LF-Komb.	q	x _A	x _E	z ₀	γ	ψ
1 Q	70.0	6.5	9.5	-0.70	1.30	1.00
Q	10.0	0.5	5.3	0.00	1.30	1.00

Lamellenbreiten

Von x [m]	bis x [m]	Breite [m]
-10000.00	10000.00	0.25

Teilsicherheitsbeiwerte (GEO) für GZ T.3

γ -	G	Q	W	E	φ	c	c_u	R_a	R_b	R
LF 1	1.00	1.30	1.00	1.30	1.25	1.25	1.25	1.10	1.40	1.20
LF 2	1.00	1.30	1.00	1.20	1.20	1.50	1.15	1.10	1.30	1.20
LF 3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.10	1.10	1.10	1.20	1.20
LF 2/3	1.00	1.10	1.00	1.10	1.12	1.12	1.12	1.10	1.25	1.20

γ -	Teilsicherheitsbeiwert für...
G	Ständige Lasten
Q	Veränderliche Lasten
W	Wasserdruck
E	Erdbeben
φ	Reibungsbeiwert $\tan(\varphi)$
c	Kohäsion c
c_u	Kohäsion undränirt c_u
R_a	Anker
R_b	Bauteile
R	Partialfaktor Widerstände

Bestimmung der Sicherheit nach Krey-Bishop

Raster mit x von -7.21 m bis 2.79 m, z von -3.00 m bis 2.00 m

$\Delta x = 1.00$ m, $\Delta z = 1.00$ m,

mit Radius von R = 3.41 m bis 13.41 m, $\Delta R = 1.00$ m

Lastfallkomb. 1 (Typ: LF 2)

Gleitkörper von x = -2.51 bis 9.48 m

Gleitkreis: $x_M = 2.97$ m, $z_M = 0.56$ m, R = 6.54 m

Bestimmung der Lamellen-Anteile

x_M	Breite b	Eigen- gewicht	Auflast	Wasser- auflast	φ	c	ϑ
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[Grad]	[kN/m ²]	[Grad]
-0.10	0.20	0.81	0.00	0.00	32.00	0.0	-28.02
0.13	0.25	5.02	0.00	0.00	32.00	0.0	-25.83
0.38	0.25	26.67	0.00	0.00	32.00	0.0	-23.42
0.63	0.25	27.18	0.00	0.00	32.00	0.0	-21.05
0.88	0.25	27.63	0.00	0.00	32.00	0.0	-18.72
1.12	0.25	28.03	0.00	0.00	32.00	0.0	-16.42
1.38	0.25	28.37	0.00	0.00	32.00	0.0	-14.15
1.62	0.25	28.66	0.00	0.00	32.00	0.0	-11.90
1.87	0.25	28.90	0.00	0.00	32.00	0.0	-9.67
2.12	0.25	29.08	0.00	0.00	32.00	0.0	-7.45
2.37	0.25	29.22	0.00	0.00	32.00	0.0	-5.25
2.63	0.25	29.31	0.00	0.00	32.00	0.0	-3.05
2.88	0.25	29.36	0.00	0.00	32.00	0.0	-0.85
3.13	0.25	29.35	0.00	0.00	32.00	0.0	1.34
3.38	0.25	29.30	0.00	0.00	32.00	0.0	3.53
3.63	0.25	29.20	0.00	0.00	32.00	0.0	5.73
3.88	0.25	29.05	0.00	0.00	32.00	0.0	7.94
4.13	0.25	28.85	0.00	0.00	32.00	0.0	10.16
4.38	0.25	28.60	0.00	0.00	32.00	0.0	12.39
4.63	0.25	28.30	0.00	0.00	32.00	0.0	14.65
4.88	0.25	27.94	0.00	0.00	32.00	0.0	16.93
5.13	0.25	27.54	0.00	0.00	32.00	0.0	19.23
5.38	0.25	27.07	0.00	0.00	32.00	0.0	21.57
5.63	0.25	26.55	0.00	0.00	32.00	0.0	23.95
5.88	0.25	25.96	0.00	0.00	32.00	0.0	26.37
6.13	0.25	25.30	0.00	0.00	32.00	0.0	28.84
6.38	0.25	24.58	0.00	0.00	32.00	0.0	31.38

ANDRES	GEOTECHNIK AG	Andres Geotechnik AG, dipl. Ingenieure ETH/SIA	06.02.2026
		Schuppisstr. 7 9016 St. Gallen	Seite 18
		Programm DC-Baugrube/Win Version 25.2.1	
		Anergieleitung Mariaberg, Rorschach	
		Start-/Zielgrube (1)	

x_M	Breite b	Eigen- gewicht	Auflast	Wasser- auflast	φ	c	ϑ
[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[Grad]	[kN/m ²]	[Grad]
6.63	0.25	23.78	22.75	0.00	32.00	0.0	33.98
6.88	0.25	22.89	22.75	0.00	32.00	0.0	36.67
7.13	0.25	21.91	22.75	0.00	32.00	0.0	39.45
7.38	0.25	20.83	22.75	0.00	32.00	0.0	42.35
7.63	0.25	19.62	22.75	0.00	32.00	0.0	45.39
7.88	0.25	18.28	22.75	0.00	32.00	0.0	48.61
8.13	0.25	16.77	22.75	0.00	32.00	0.0	52.04
8.38	0.25	15.05	22.75	0.00	32.00	0.0	55.76
8.63	0.25	13.06	22.75	0.00	32.00	0.0	59.88
8.88	0.25	10.67	22.75	0.00	32.00	0.0	64.58
9.13	0.25	7.72	22.75	0.00	28.00	0.0	70.30
9.37	0.23	3.13	21.23	0.00	28.00	0.0	78.08

x_M	Porenwasser- druck u	Porenwasser- überdruck Δu	R^*T_i	R^*G^* sin(ϑ)
[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kNm/m]	[kNm/m]
-0.10	0.00	0.00	3.23	-2.47
0.13	0.00	0.00	19.31	-14.31
0.38	0.34	0.00	97.93	-69.27
0.63	1.36	0.00	95.18	-63.80
0.88	2.27	0.00	92.73	-57.95
1.12	3.06	0.00	90.52	-51.78
1.38	3.74	0.00	88.53	-45.32
1.62	4.32	0.00	86.72	-38.62
1.87	4.80	0.00	85.06	-31.71
2.12	5.17	0.00	83.54	-24.65
2.37	5.45	0.00	82.14	-17.46
2.63	5.63	0.00	80.85	-10.19
2.88	5.72	0.00	79.64	-2.86
3.13	5.71	0.00	78.53	4.48
3.38	5.60	0.00	77.48	11.79
3.63	5.40	0.00	76.51	19.05
3.88	5.10	0.00	75.59	26.21
4.13	4.70	0.00	74.74	33.25
4.38	4.20	0.00	73.94	40.11
4.63	3.60	0.00	73.18	46.76
4.88	2.89	0.00	72.48	53.16
5.13	2.08	0.00	71.82	59.27
5.38	1.15	0.00	71.20	65.04
5.63	0.10	0.00	70.62	70.41
5.88	0.00	0.00	69.36	75.34
6.13	0.00	0.00	67.99	79.77
6.38	0.00	0.00	66.54	83.63
6.63	0.00	0.00	127.21	169.94
6.88	0.00	0.00	126.35	178.11
7.13	0.00	0.00	125.57	185.46
7.38	0.00	0.00	124.86	191.85
7.63	0.00	0.00	124.24	197.15
7.88	0.00	0.00	123.73	201.16
8.13	0.00	0.00	123.36	203.64
8.38	0.00	0.00	123.18	204.24
8.63	0.00	0.00	123.28	202.42
8.88	0.00	0.00	123.85	197.28
9.13	0.00	0.00	115.73	187.44
9.37	0.00	0.00	113.83	155.75

Summen:

3480.56

2512.35

Einfluss von Bauwerken

Gewicht [kN/m]	Hebelarm [m]	φ [Grad]	ϑ [Grad]	$M_{rückh.}$ [kNm/m]	$M_{abtr.}$ [kNm/m]
6.41	-2.97	27.51	-27.06	25.20	-19.05

Ansatz des Erdwiderstands bei x = -0.20 m:

Kraft E_p [kN/m]	Hebelarm [m]	Wasserdruck W [kN/m]	Hebelarm [m]	$M_{rückh.}$ [kNm/m]	$M_{abtr.}$ [kNm/m]
0.64	5.66	0.00	0.00	3.61	0.00

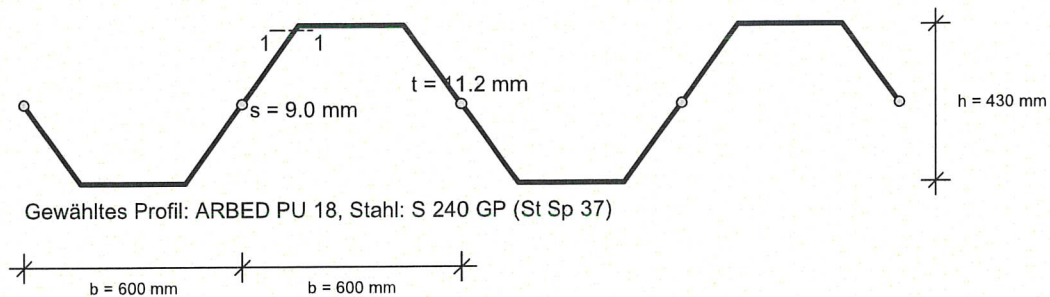
Einwirkungen $E_d = 2493.30$ kN

Widerstände $R_d = 3509.37$ kN

$$E_d/R_d = 0.71 < 1.0$$

*** Nachweis erfüllt ***

Bemessung der Spundwand (bis 401.00 m)



Maßgebende Schnittgrößen (je lfm Wand):

Sicherheitsbeiwerte

für Lasten: γ_F nach GZ Typ 2
 für Widerstände: $\gamma_M = 1.05$

Bemessungsschnittgrößen

maßgebendes Moment	max. $M_d = 23.48$ kNm im Aushub 1
	zug. $N_d = -16.99$ kN
	$V_d = 1.53$ kN
	bei $z = 2.50$ m
maßgebendes Moment	min. $M_d = -7.63$ kNm im Aushub 1
	zug. $N_d = -26.27$ kN
	$V_d = 36.15$ kN
	bei $z = 4.33$ m
maßgebende Querkraft	max. $V_d = 36.15$ kN im Aushub 1
	zug. $M_d = -7.63$ kNm
	zug. $N_d = -26.27$ kN
	bei $z = 4.33$ m

Gewähltes Profil: ARBED PU 18 (als Doppelbohlen), Stahlsorte: S 240 GP (St Sp 37)

Querschnittswerte des Trägers:

Gewicht	= 128.20 kg/m
W_y	= 1800.00 cm ³
A	= 163.30 cm ²
A_{Schub}	= 62.82 cm ²
EI	= 81.17 MNm ²

Streckgrenze $f_{yk} = 240.00$ MN/m²

Widerstände:

Randspannung	$\sigma_{rd} = 228.57$ MN/m ²
Schubspannung	$\tau_{rd} = 131.97$ MN/m ²
Vergleichsspannung	$\sigma_{Vrd} = 228.57$ MN/m ²

Nachweise nach SIA 263:

Bemessung elastisch-elastisch

Biegespannung [MN/m²]:	σ_d	=	σ_{Nd}	+	σ_{Md}	σ_d/σ_{rd}	NW ok
max. M (z = 2.50)	14.09	=	1.04	+	13.05	0.06	Ja
min. M (z = 4.33)	5.85	=	1.61	+	4.24	0.03	Ja
Schubspannung [MN/m²]:	τ_d					τ_d/τ_{rd}	NW ok
max. V (z = 4.33)	5.75					0.04	Ja
Vergleichsspannung [MN/m²]:	σ_{Vd}	aus	σ_d		τ_d	σ_{Vd}/σ_{Vrd}	NW ok
(Nachweis am Steg-Anschnitt)	13.41		13.41		0.24	0.06	Ja

Knicknachweis nach SIA 263:

$$\begin{aligned}
 L &= 3.83 \text{ m} & (z_1 = -0.50, z_2 = -4.33) \\
 w_0 &= \alpha^* (\lambda' - 0.2) * W / A_k &= 0.37 \text{ cm} \\
 N_d &= -16.20 \text{ kN} \\
 M_d &= 23.57 \text{ kNm} \\
 w &= 0.03 \text{ cm} \\
 \Delta M_d &= N_d * w_0 &= 0.06 \text{ kNm} \\
 w * N_d &= 0.01 \text{ kNm} \\
 M_{Ed} &= M_d + \Delta M_d + w * N_d &= 23.63 \text{ kNm} \\
 s_k &= 1.00 * L &= 3.83 \text{ m} \\
 \lambda &= s_k / 0.154 &= 24.92 \\
 \lambda_a &= 92.93 \\
 \lambda' &= \lambda / \lambda_a &= 0.27 \\
 \text{nach SIA 263:2013, 4.5.1.4:} & & \alpha = 0.49 \\
 \phi_k &= 0.55 \\
 \alpha &= 0.97
 \end{aligned}$$

Nachweis nach SIA 263:2013, 5.1.9.1:

$$\begin{aligned}
 N_{kRd} &= A * f_y / 1.05 &= 3732.57 \text{ kN} \\
 M_{Rd} &= W * f_y / 1.05 &= 411.43 \text{ kNm} \\
 \omega &= 1.00 \\
 N_{cr} &= 54515.87 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{kRd}} + \omega * \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} / (1 - N_{Ed} / N_{cr}) = 0.00 + 0.06 = 0.06 \quad \text{NW ok}$$

Ja

Zusammenfassung

Alle Nachweise sind erfüllt