



STADT
RORSCHACH

Strassenunterführung Stadtbahnhof Rorschach Verlegung Verbandskanal/Bacheindolung

Bauprojekt

Projektbasis Unterführung und Verbandskanal/Bacheindolung

Vom Stadtrat erlassen am:

Der Stadtpräsident

Der Stadtschreiber

Öffentlich aufgelegt vom:

bis am:

Genehmigt:

Gesuchs-Nummer (Kanton) 17-7919

gruner >

Gruner Wepf AG, Zürich

Wilerstrasse 1, CH-9230 Flawil

T +41 71 393 20 10

www.gruner.ch

Projekt Nr. 210'586'000

Format:

Entwurf	Gezeichnet	Kontrolliert	Änderung	Datum
	muda	ias		01.03.18

Projektbasis

Unterführung Stadtbahnhof Rorschach Etappe SBB

Projektphase: **Bauprojekt**

Projektverfasser:



Gruner Wepf AG, Zürich
Wilerstrasse 1, CH-9230 Flawil,
Telefon +41 71 393 20 10

Änderungsverzeichnis:

Index	Erstellt	Visum	Geprüft	Visum	Freigabe	Visum
1.0	05.04.2017	muda	26.04.2017	ias	04.05.2017	ias
2.0	23.06.2017	meic	30.11.2017	ias	30.11.2017	ias
3.0	23.06.2017	meic	30.11.2017	ias	01.03.2018	ias

Projektbasis

Inhaltsverzeichnis

1.	Allgemeines	4
1.1.	Einleitung	4
1.2.	Objektbeschrieb	4
1.3.	Objektskizzen, Übersichtspläne	4
1.4.	Abgrenzung	4
1.5.	Nutzungsdauer	4
2.	Grundlagen	4
2.1.	Allgemeine Grundlagen	4
2.2.	Projektspezifische Grundlagen	4
2.2.1.	Pläne	4
2.2.2.	Berichte	4
3.	Baugrundmodell und Tragwerk	5
3.1.	Baugrundmodell	5
3.2.	Grundwasser	5
3.3.	Statisches System und Bemessungsmodell	6
3.4.	Materialisierung	8
3.5.	Bauverfahren	9
4.	Einwirkungen	10
4.1.	Ständige Einwirkungen	10
4.2.	Veränderliche Einwirkungen	11
4.3.	Aussergewöhnliche Einwirkungen	15
5.	Tragsicherheit	16
6.	Gebrauchstauglichkeit	17
7.	Dauerhaftigkeit	18
8.	Akzeptierte Risiken	19
9.	Weitere projektrelevante Bedingungen	19
10.	Unterschriften	19

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Modell Strassenunterführung mit Statik7	6
Abbildung 2: Links: Modell Bacheindolung Bahnverkehr mit Statik 7; Rechts: Modell Bacheindolung Strassenverkehr mit Statik	7

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Baugrundmodell und charakteristische Baugrundwerte (Geotechnischer Bericht vom 24. Mai 2013, Grundbauberatung - Geoconsulting AG, St.Gallen)	5
Tabelle 2: Bemessungswerte und charakteristische Werte der Baustoffeigenschaften, neu zu erstellende Bauteile	9
Tabelle 3: Ständige Einwirkungen, Strassenunterführung und Baugrubenabschluss	11
Tabelle 4: Veränderliche Einwirkungen	14
Tabelle 5: Aussergewöhnliche Einwirkungen, nicht aktualisiert, definitive Nutzungsphase	15
Tabelle 6: Nachweis der Tragsicherheit, Gefährdungsbilder, definitive Nutzungsphase	16
Tabelle 7: Nachweis der Gebrauchstauglichkeit, Nutzungszustände, definitive Nutzungsphase	17
Tabelle 8: Anforderungen und Massnahmen zur Gewährleistung der Dauerhaftigkeit	19

1. Allgemeines

1.1. Einleitung

Grundlage der vorliegenden Projektbasis bildet die Nutzungsvereinbarung vom 30.11.2017.

1.2. Objektbeschreibung

Siehe Nutzungsvereinbarung Kap. 1.2.

1.3. Objektskizzen, Übersichtspläne

Siehe Nutzungsvereinbarung Kap. 1.2. oder Beilagepläne Bauprojekt.

1.4. Abgrenzung

Die vorliegende Projektbasis behandelt ausschliesslich die Belange der neuen Strassenunterführung und der Bacheindolung.

1.5. Nutzungsdauer

Siehe Nutzungsvereinbarung Kap. 1.10.

2. Grundlagen

2.1. Allgemeine Grundlagen

Siehe Nutzungsvereinbarung Kap. 8.

2.2. Projektspezifische Grundlagen

2.2.1. Pläne

Gemäss Inhaltsverzeichnis.

2.2.2. Berichte

Gemäss Inhaltsverzeichnis.

3. Baugrundmodell und Tragwerk

3.1. Baugrundmodell

Im Bereich der neuen Strassenunterführung sind mehrere Kernbohrungen erstellt worden (1-13, 2-13, 1-16, 2-16 und 3-16). Anhand dieser neuen geologischen Aufschlüsse kann im Bereich der geplanten Strassenunterführung folgende massgebende Geologie angenommen werden:

	$\gamma_{e,k}$ [kN/m ³]	C_C ¹⁾	C_S ¹⁾	e_o ²⁾	Φ'_k [°]	c'_k [kN/m ²]
A Aufschüttung	19.0	-	-	-	30	0
B₁ Kies	20.0	0.005	0.0005	0.5	36	0
B₂ Sand	19.5	0.008	0.0008	0.7	33	0
C Seeablagerungen	19.5	0.04	0.004	1.2	28	5 - 10
D Grundmoräne	21.0	0.001	0.0001	0.3	28	10 - 20
E Molassefels	23.5	-	-	-	-	-

Tabelle 1: Baugrundmodell und charakteristische Baugrundwerte (Geotechnischer Bericht vom 24. Mai 2013, Grundbauberatung - Geoconsulting AG, St.Gallen)

M_E - Werte werden nach folgender Formel abgeschätzt:

$$M_E \cong \sigma \cdot \frac{(1+e)}{C_C} \quad \text{bzw.} \quad M_E' \cong \sigma \cdot \frac{(1+e)}{C_S}$$

mit

σ = massgebende effektive Spannung

C_C / C_S gemäss Tabelle vorstehend

$$e = e_o - C_C \cdot \ln \frac{\sigma \text{ [kN/m}^2\text{]}}{10 \text{ [kN/m}^2\text{]}}$$

3.2. Grundwasser

Im Bereich der geplanten Strassenunterführung beim Bahnhof Rorschach Stadt (km 66.17) wurden bisher Grundwasserstände zwischen 406.5 - 407.0 m.ü.M. gemessen, was einem Flurabstand von ~ 3.5 - 4.5 m entspricht. Bei der Kernbohrung 1-13, welche sich im Bereich SBB der Strassenunterführung befindet, werden für den minimalen Bemessungswasserstand 405.9 m.ü.M. und den maximalen Bemessungswasserstand von 407.5 m.ü.M. angegeben. Die

Grundwasserfliessrichtung verläuft aufgrund der ausgeführten Messungen näherungsweise in Richtung NNE.

Für die Bemessung wird generell von einem Bemessungswasserstand von - 3.2 m ab OK Terrain ausgegangen.

3.3. Statisches System und Bemessungsmodell

Strassenunterführung

Die Strassenunterführung wird mit einem Trägerrostmodell modelliert. Es wird somit nur ein Modell für die gesamte Unterführung benötigt. Seitlich ist das Modell durch den Erdruchdruck belastet. Für die Etappe SBB werden zwei Bemessungssituationen unterschieden. Im Bereich der Bahn wird mit der Bahnlast gerechnet und im Bereich der Strasse mit den Strassenverkehrslasten. Die genaue Differenzierung wird im statischen Bericht erläutert.

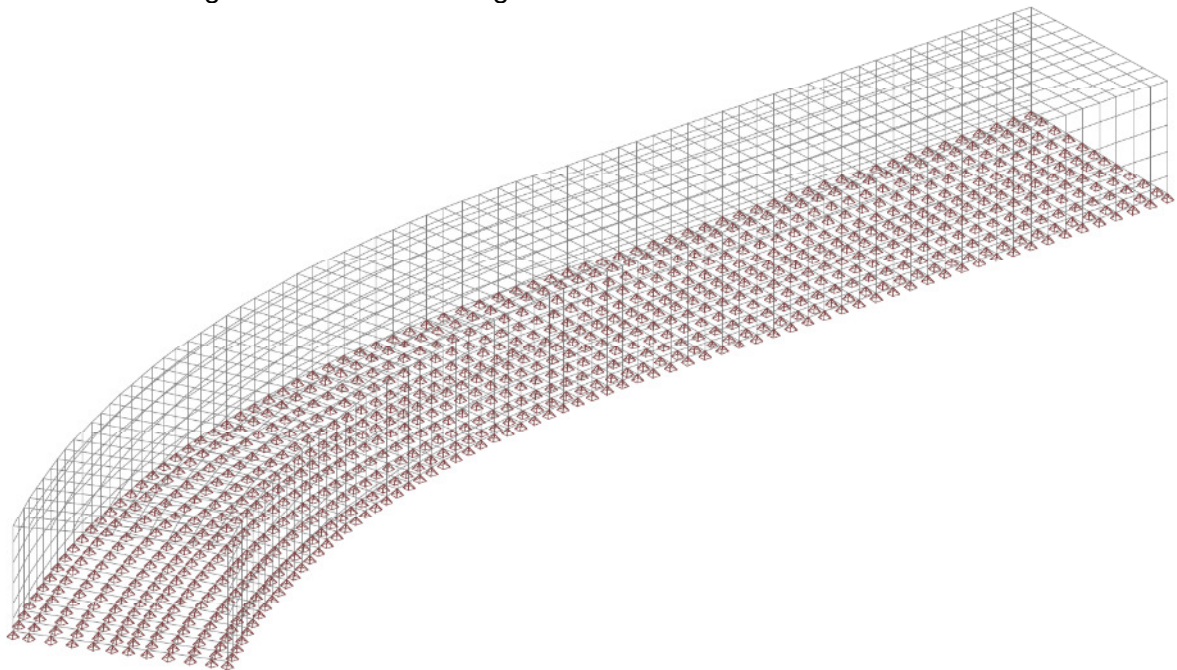


Abbildung 1: Modell Strassenunterführung mit Statik7

Die Bewehrungsführung für die Strassenverkehrslasten wird ebenfalls in den Etappen Nord und Süd weitergeführt. Damit werden allfällige neu geplante Strassenführungen über der Unterführung abgedeckt. In den Kurvenbereichen, welche grössere Spannweiten besitzen, werden die Schnittkräfte anhand von 2D- Modellen ermittelt.

Die Schnittkräfte für die Bemessung der einzelnen Tragwerkselemente werden in der Regel aufgrund linear-elastischer Berechnungen mit den Steifigkeiten des ungerissenen Betonquerschnitts bestimmt.

Für den Tragsicherheitsnachweis wird die Federlagerung der Bodenplatte weich gewählt. Dies ergibt grössere Schnittkräfte in der Bodenplatte und liegt daher auf der sichereren Seite. Als eine Art Sensitivitätsanalyse wurde der Vergleich der Schnittkräfte noch mit einer steiferen Lagerung durchgeführt. Für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit werden die äusseren Federn blockiert, um den Einfluss der Setzungen zu vernachlässigen.

Bacheindolung

Die Bacheindolung wird mit einem zweidimensionalen Stabstatikmodell gerechnet. Für den Bereich SBB wird mit dem massgebenden Lastfall Normalspurbahn gerechnet. Der Querschnitt der Bacheindolung ändert sich im Strassenbereich. Für den Querschnitt wird mit dem massgebenden Lastfall Strassenverkehr gerechnet. Die Ausbreitung der Längskräfte in der Deckenplatte wird mit diesem Modell nicht berücksichtigt. Aufgrund des Verhältnisses zwischen Spannweite und der Ausbreitung der Nutzlast könnte aber die Bewehrung durch die Berücksichtigung der Plattenwirkung nicht gross optimiert werden.

Die Schnittkräfte für die Bemessung der einzelnen Tragwerkselemente werden in der Regel aufgrund linear-elastischer Berechnungen mit den Steifigkeiten des ungerissenen Betonquerschnitts bestimmt.

Für den Tragsicherheitsnachweis wird die Federlagerung weich gewählt. Dies ergibt grössere Schnittkräfte in der Bodenplatte und liegt daher auf der sichereren Seite. Für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit werden die Federn blockiert, um den Einfluss der Setzungen zu vernachlässigen.

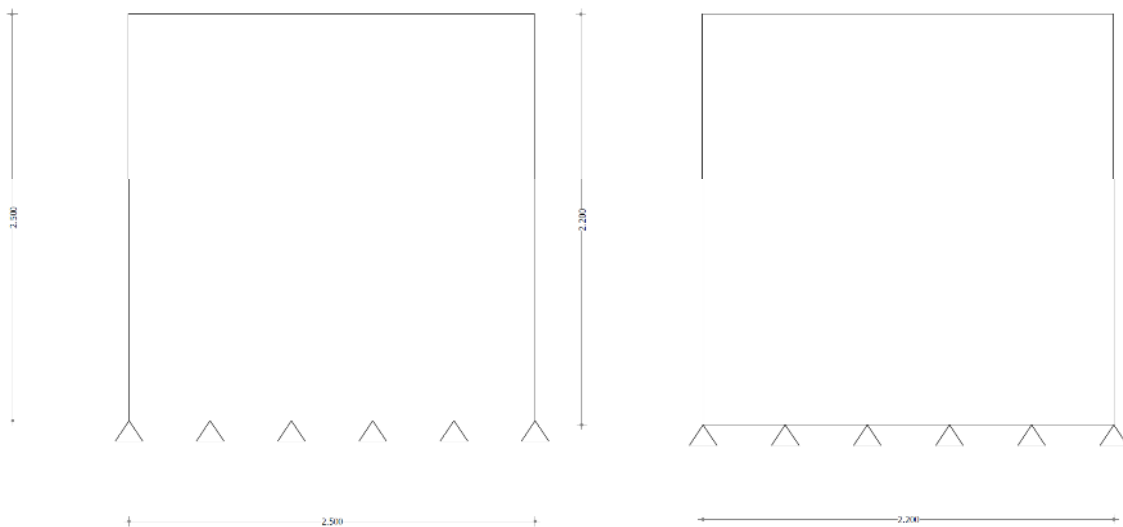


Abbildung 2: Links: Modell Bacheindolung Bahnverkehr mit Statik 7; Rechts: Modell Bacheindolung Strassenverkehr mit Statik 7

Baugrubensicherungen Abschnitt SBB

Die Baugrubenabschlüsse werden mit dem Programm "Larix 7" der Cubus AG berechnet.

Es kommen 2 unterschiedliche Baugrubenabschlüsse zum Einsatz. Unter der Hilfsbrücke und in der Nähe von Gebäuden wird eine rückverankerte überschnittene Pfahlwand gebaut. In den restlichen Abschnitten wird eine rückverankerte Spundwand gebaut.

Die genaue Differenzierung wird im statischen Bericht erläutert.

Der Nachweis Pfahlquerschnitt wird mit dem FAGUS berechnet.

3.4. Materialisierung

Baustoff Bezeichnung	Bauteil	Bemessungs- werte	charakt. Werte
Beton			
Beton C 30/37 XC4, XD3, XF4 D _{max} 32 CI 0.10 C3	Bodenplatte und Wände	f _{cd} = 20 MPa τ _{cd} = 1.1MPa E _{cd} = 23 GPa ε _{c1d} = 2.0 ‰ ε _{c2d} = 3.0 ‰	f _{ck} = 30 MPa f _{ctm} = 2.9 MPa E _{ck} = 34 GPa γ _{ck} = 25 kN/m ³ β _{fc} = 2.7
Beton C 30/37 XC4, XD1, XF2 D _{max} 32 CI 0.10 C3	Decken	f _{cd} = 20 MPa τ _{cd} = 1.1MPa E _{cd} = 23 GPa ε _{c1d} = 2.0 ‰ ε _{c2d} = 3.0 ‰	f _{ck} = 30 MPa f _{ctm} = 2.9 MPa E _{ck} = 34 GPa γ _{ck} = 25 kN/m ³ β _{fc} = 2.7
Umhüllungsbeton Beton C 30/37 XC4, XD2a, XF2 D _{max} 32 CI 0.10 C3 vorfabrizierter Elementbeton SVB/SCC mind. C 50/60 XA2, XD3, XC4 D _{max} 16 CI 0.10	Bacheindolung	f _{cd} = 20 MPa τ _{cd} = 1.1MPa E _{cd} = 23 GPa ε _{c1d} = 2.0 ‰ ε _{c2d} = 3.0 ‰ f _{cd} = 28 MPa τ _{cd} = 1.4MPa	f _{ck} = 30 MPa f _{ctm} = 2.9 MPa E _{ck} = 34 GPa γ _{ck} = 25 kN/m ³ β _{fc} = 2.7 f _{ck} = 50 MPa f _{ctm} = 4.1 MPa
Typ P1 Beton C 25/30 D _{max} 32 CI 0.10 F4	Pfahlwand	f _{cd} = 16.7 MPa τ _{cd} = 1.1MPa ε _{c1d} = 2.0 ‰ ε _{c2d} = 3.0 ‰	f _{ck} = 25 MPa f _{ctm} = 2.6 MPa γ _{ck} = 25 kN/m ³ β _{fc} = 2.9
Spritzbeton Klasse B25/30	Nagelwand	f _{cd} = 16.0 MPa τ _{cd} = 1.0MPa E _{cd} = 23 GPa ε _{c1d} = 2.0 ‰ ε _{c2d} = 3.0 ‰	f _{ck} = 25 MPa f _{ctm} = 2.6 MPa E _{ck} = 34 GPa γ _{ck} = 25 kN/m ³ β _{fc} = 2.7
Betonstahl			
Stahl B500B		f _{sd} = 435 MPa E _s = 205 GPa k _s = 1.08 ε _{ud} = 4.50 ‰	f _{sk} = 500 MPa k _s = 1.08 γ _{sk} = 78.5 kN/m ³ ε _{uk} = ≥ 5.0 ‰
Baustahl			
S 235 J0 (t ≤ 40 mm)	Baugrubensicherung		f _y = 235 MPa τ _y = 135 MPa f _u = 360 MPa

Baustoff Bezeichnung	Bauteil	Bemessungs- werte	charakt. Werte
			E _s = 210 GPa G = 81 GPa
S 355 J0 (t ≤ 40 mm)	Baugrubensicherung		f _y = 355 MPa τ _y = 205 MPa f _u = 360 MPa E _s = 510 GPa G = 81 GPa
Spundwand Typ Larsson 24 S240GP	Baugrubensicherung		W _y = 2'500 cm ³ /m I _y = 52'500 cm ⁴ /m f _y = 320 MPa τ _y = 185 MPa E _s = 210 GPa G = 81 GPa
Anker			
Litzenanker	Baugrubensicherung		Innere Tragsicherheit f _{pk} = 1'860 MPa Äussere Tragsicherheit R _{ak} = 700 kN Verankerungslänge ca. 6-8 m Festsetzkraft = 400 kN
Nägel			
Nagel B500B SwissGewi D=20mm	Baugrubenabschluss	F _{t,Rk} = 182 kN F _{t,Rd} = 135 kN	A = 314 mm ² f _y = 500 MPa

Tabelle 2: Bemessungswerte und charakteristische Werte der Baustoffeigenschaften, neu zu erstellende Bauteile

3.5. Bauverfahren

Strassenunterführung

Grundsätzlich wird die Strassenunterführung in Ortsbeton erstellt. Die neue Bacheindolung wird vorfabriziert und in einer kurzen Montagezeit versetzt. Details siehe Technischer Bericht.

Baugrubenabschlüsse

Infolge der wassergesättigten, stark sandigen Deltaablagerung wird eine Spundwand erstellt. Die Baugrubentiefe und die Breite (grosse Spriesslänge) erfordert eine Abstützung der Spundwandprofile durch Anker. Gemäss dem geologischen Bericht ist die Rammpbarkeit mit grosser Wahrscheinlichkeit gegeben.

Im Bereich des Scapa-Areals ist aufgrund der Altlastenbelastung ein Voraushub notwendig. Dadurch sind die grösseren Blöcke bereits ausgehoben und die Rammpbarkeit der Spundwandprofile ist mit grosser Wahrscheinlichkeit gegeben.

Falls einzelne Spundbohlen aufgrund von Blöcken im Untergrund nicht gerammt werden können, wird eine zweite Bohle gerammt und die Lage der Spundwand minim angepasst.

Die Hilfsbrücke ist auf Bohrpfählen fundiert. Der Bohrpfahldurchmesser beträgt 100 cm. Diese bilden in diesem Bereich auch die Baugrubensicherung (überschnittene Pfahlwand).

Im nördlichen und südlichen Teil der SBB werden grösstenteils auch rückverankerte Spundwände eingebaut. Bei den beiden Gebäuden "Kirchgemeindehaus" sowie "Liegenschaft Löwenstrasse 1" ist jeweils auch eine überschnittene Pfahlwand geplant, damit die Setzungen gering bleiben. Wo immer möglich, wird ein Voraushub erstellt. Im Südlichen Bereich (Berufsschulzentrum) ist westlich eine offene Baugrube geplant und östlich werden die bestehenden Gebäude mit einer Nagelwand unterfangen.

Die Spundwandbohlen werden nach Ende der Bauarbeiten wieder gezogen. Beim Ziehen der Spundbohlen ist es möglich, dass Material aus dem Boden mitkommt, wodurch Setzungen verursacht werden können. Somit ist eine gute Überwachung während dem Ziehen zwingend. Bei allfälligen Setzungen im Gleisbereich müssen die Schienen unterstopft werden.

4. Einwirkungen

4.1. Ständige Einwirkungen

Einwirkung	Massnahmen / Weiterbearbeitung	Annahme für die Bemessung
Eigenlasten <ul style="list-style-type: none"> • Beton • Baustahl 	Dimensionierung / statische Berechnung Dimensionierung / statische Berechnung	Eigengewicht Beton: $\gamma_B = 25.0 \text{ kN/m}^3$ Eigengewicht Baustahl: $\gamma_S = 78.5 \text{ kN/m}^3$
Auflasten <ul style="list-style-type: none"> • Schotterbett • Betonschwellen • Schiene • Foundationsschichten und Beläge ausserhalb Bahn • Fundamente Per- 	Dimensionierung / statische Berechnung Dimensionierung / statische Berechnung Strassenunterführung Dimensionierung / statische Berechnung Bacheindolung Dimensionierung / statische Berechnung Strassenunterführung Dimensionierung / statische Berechnung Bacheindolung Dimensionierung / statische Berechnung	Raumlust Schotter $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ 2.8 kN/Stück = ca. 4.8 kN/m Gleis Verteilbreite quer: 3.9 m → Auflast Betonschwelle: 1.25 kN/m ² 2.8 kN/Stück = ca. 4.8 kN/m Gleis Verteilbreite quer: 3.8 m → Auflast Betonschwelle: 1.26 kN/m ² UIC 60E2 mit Kleineisen = ca. 1.7 kN/m Gleis Verteilbreite quer: 3.9 m → Auflast Schiene: 0.44 kN/m ² UIC 60E2 mit Kleineisen = ca. 1.7 kN/m Gleis Verteilbreite quer: 3.8 m → Auflast Schiene: 0.44 kN/m ² Bereich Perron: Höhe = 1.80 m $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$ → Auflast Foundationsschichten: 36 kN/m ² Bereich Strassenverkehr: Höhe = 2.0 m $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$ → Auflast Foundationsschichten: 40 kN/m ² Bereich Strassenverkehr für Bacheindolung: Höhe = 2.2 m $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$ → Auflast Foundationsschichten: 44 kN/m ² Belastung pro Stütze (OK Betonssockel):

Einwirkung	Massnahmen / Weiterbearbeitung	Annahme für die Bemessung
rondach	statische Berechnung	- aus ständigen Lasten $N = 66.2 \text{ kN}$ (Druck) $M = 5.2 \text{ kNm}$ - aus Schnee $N = 65.9 \text{ kN}$ (Druck) $M = 46.2 \text{ kNm}$
Erddruck • aus Eigengewicht der Auflasten und des anstehenden Baugrundes • Erdauflast	Dimensionierung / statische Berechnung Strassenunterführung & Bacheindolung (Hinterfüllung) Dimensionierung / statische Berechnung Baugrubenabschlüsse Dimensionierung / statische Berechnung	Berechnungsvorgabe für Erddruck auf Rahmenbrücken für gelenkfreie geschlossene oder offene Stahlbetonrahmen mit Riegelspannweite bis 15 m - Erdruhedruck, dreiecksförmige Erddruckverteilung ab OK Schotter bis UK Fundation Baugrundwerte gem. Tabelle 1 Erdschichtwerte: $\gamma_{e,k} = 20 \text{ kN/m}^3$, $\gamma'_{e,k} = 10 \text{ kN/m}^3$ $\varphi'_{k} = 32^\circ$, $\bar{\sigma}_a = 21.3^\circ$, $\bar{\sigma}_p = -16^\circ$, $c'_{k} = 0$ Erddruckbeiwerte: Aktiver Erddruck: $K_{agh} = 0.27$ Erdruhedruck: $K_0 = 0.470$ Angesetzt: 100% K_0 für Ortbetonbohrpfähle Angesetzt: 50% K_0 / 50% K_{agh} für Spundwand in unmittelbarer Gleisnähe oder Gebäudenähe Angesetzt: 100% K_{agh} für Spundwand ausserhalb Gleisbereich Baugrundwerte gem. Tabelle 1
Baugrundwiderstand Erdwiderstand für Bemessung der äusseren Pfahltragfähigkeit Pfahlsetzungen	Dimensionierung / statische Berechnung vernachlässigen	Mantelreibung: 0.035 N/mm^2 Spitzendruck: 2.00 N/mm^2 Der Pfahl wird ca. 2 - 4 m in den Fels eingebunden und deshalb werden keine Setzungen erwartet
Wasserdruck	Dimensionierung / statische Berechnung	Raumgewicht Wasser: $\gamma_{w,k} = 10 \text{ kN/m}^3$

Tabelle 3: Ständige Einwirkungen, Strassenunterführung und Baugrubenabschluss

4.2. Veränderliche Einwirkungen

Einwirkung	Massnahme / Weiterbearbeitung	Annahme für die Bemessung
Schnee	vernachlässigen	Da die Schneelasten und Nutzlasten (Bahn- und Strassenlasten) nicht gleichzeitig auftreten, ergibt die Einwirkung Schnee kein massgebendes Gefährdungsbild.
Wind	vernachlässigen	Da sich das Bauwerk unter OK Terrain befindet, ergeben die Windkräfte kein massgebendes Gefährdungsbild.
Temperatur	vernachlässigen	Da sich das Bauwerk unter OK Terrain befindet, ergeben sich keine

Einwirkung	Massnahme / Weiterbearbeitung	Annahme für die Bemessung
		relevanten Temperaturunterschiede.
Bahnverkehr <ul style="list-style-type: none"> • Verkehrslast 		
LM1	Dimensionierung / statische Berechnung Strassenunterführung	$Q_k = 4 \times 250 \text{ kN}$ $q_k = 80 \text{ kN/m}$ $\alpha = 1.33 \quad \Phi = 1.33 \quad \text{mit } l_\phi = 9.14 \text{ m (Decke)}$ $\alpha = 1.33 \quad \Phi = 1.0 \quad \text{(Bodenplatte, Wände)}$ (Gemäss: FAQ: "Wie wird der Klassifizierungsbeiwert Φ für Projekte der SBB angesetzt?") $l_{s1} = 5.85 \text{ m}, l_{s2} = 5.25 \text{ m}; l_r = 10 \text{ m}$ $l_\phi = 1.3 (l_{s1} + l_r + l_{s2})/3 = 9.14 \text{ m}$ $\Phi = (1.44 / (l_\phi^{1/2} - 0.2)) + 0.82 = \mathbf{1.33}$ Lastexzentrizität: $1/18$ der Spurweite Diese Lastexzentrizität wird vernachlässigt, da für den Bahnabschnitt durchgehend die gleiche Bewehrung verwendet wird. ergibt eine verteilte Last auf Decke von 40 kN/m^2 ($\alpha=1.0$ und $\Phi=1.0$) auf $b = 3.9 \text{ m}$
	Dimensionierung / statische Berechnung Bacheindolung	$Q_k = 4 \times 250 \text{ kN}$ $q_k = 80 \text{ kN/m}$ $\alpha = 1.33 \quad \Phi = 1.67 \quad \text{mit } l_\phi = 3.16 \text{ m (Decke)}$ $\alpha = 1.33 \quad \Phi = 1.0 \quad \text{(Bodenplatte, Wände)}$ (Gemäss: FAQ: "Wie wird der Klassifizierungsbeiwert Φ für Projekte der SBB angesetzt?") $l_{s1} = 2.3 \text{ m}, l_{s2} = 2.3 \text{ m}; l_r = 2.7 \text{ m}$ $l_\phi = 1.3 (l_{s1} + l_r + l_{s2})/3 = 3.16 \text{ m}$ $\Phi = (1.44 / (l_\phi^{1/2} - 0.2)) + 0.82 = \mathbf{1.67}$
	Dimensionierung / statische Berechnung Fundation Bahnhilfsbrücke	$q_k = 52 \text{ kN/m}^2$ $l_\phi = 17.5$ $\Phi = 1.0$
LM2	Dimensionierung / statische Berechnung Strassenunterführung/ Bacheindolung	$q_k = 133 \text{ kN/m}$ $\alpha = 1.33 \quad \Phi = 1.33 \quad \text{mit } l_\phi = 9.14 \text{ m (Unterführung)}$ $\alpha = 1.33 \quad \Phi = 1.67 \quad \text{mit } l_\phi = 3.16 \text{ m (Bacheindolung)}$ Lastexzentrizität: $1/18$ der Spurweite
LM3	Dimensionierung / statische Berechnung Strassenunterführung/ Bacheindolung	$q_k = 150 \text{ kN/m}$ $\alpha = 1.00 \quad \Phi = 1.33 \quad \text{mit } l_\phi = 9.14 \text{ m (Unterführung)}$ $\alpha = 1.00 \quad \Phi = 1.67 \quad \text{mit } l_\phi = 3.16 \text{ m (Bacheindolung)}$
• Anfahr- und Bremskräfte		Länge $l = 10.0 \text{ m}$ Für $l < 300 \text{ m}$ und Sonderkonstruktionen vgl. SIA 261, Ziff. 11.2.2 Sind für die Berechnung der Baugrubensicherung nicht relevant. Die

Einwirkung	Massnahme / Weiterbearbeitung	Annahme für die Bemessung
<p>LM1</p> <p>LM2</p> <p>LM3</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schlingerkräfte • Zentrifugalkräfte • Ermüdung für mehrgleisige Brücken 	<p>Dimensionierung / statische Berechnung</p> <p>Dimensionierung / statische Berechnung</p> <p>Dimensionierung / statische Berechnung</p> <p>vernachlässigen</p> <p>vernachlässigen</p> <p>Dimensionierung / statische Berechnung Strassenunterführung</p> <p>Dimensionierung / statische Berechnung Bacheindolung</p>	<p>Anfahr- und Bremskräfte werden über die Schienen in den Schotter vor und nach der Hilfsbrücke verteilt.</p> <p>$Q_{A_k} = 330 \text{ kN}$ $Q_{B_k} = 200 \text{ kN}$ $\alpha = 1.33$</p> <p>$Q_{A_k} = 330 \text{ kN}$ $Q_{B_k} = 200 \text{ kN}$ $\alpha = 1.33$</p> <p>$Q_{A_k} = 330 \text{ kN}$ $Q_{B_k} = 350 \text{ kN}$ $\alpha = 1.00$</p> <p>$Q_{S_k} = 100 \text{ kN}$ $\alpha = 1.33$</p> <p>Sind für unterirdische Bauwerke nicht relevant, da sie durch das Erdreich übernommen werden.</p> <p>$r = 846 \text{ m}$ $v = 33 \text{ m/s}$ (LM 1), entspricht 110 km/h</p> <p>LM 1: $Q_{Z_k} = 33 \text{ kN}$ $q_{Z_k} = 11 \text{ kN/m}$ $\alpha = 1.33 \quad \eta = 1.0 \quad \text{mit } l_{\eta} = \text{ca. } 235 \text{ m}$</p> <p>Sind für unterirdische Bauwerke nicht relevant, da sie durch das Erdreich übernommen werden.</p> <p>LM 1: $Q_k = 4 * 250 \text{ kN}$ $q_k = 80 \text{ kN/m}$ $\alpha = 1.00, \Phi = 1.33 \quad \text{mit } l_{\phi} = 9.14 \text{ m (Decke)}$ $\alpha = 1.00, \Phi = 1.0 \quad \text{(Bodenplatte, Wände)}$</p> <p>Ermüdung wird mit der Dauerfestigkeit nachgewiesen.</p> <p>LM 1: $Q_k = 4 * 250 \text{ kN}$ $q_k = 80 \text{ kN/m}$ $\alpha = 1.00, \Phi = 1.67 \quad \text{mit } l_{\phi} = 3.16 \text{ m (Decke)}$ $\alpha = 1.00, \Phi = 1.0 \quad \text{(Bodenplatte, Wände)}$</p>
<p>Erddruck aus Bahnlasten</p>	<p>Dimensionierung / statische Berechnung Strassenunterführung</p> <p>Dimensionierung / statische Berechnung Baugrubenabschlüsse</p>	<p>Berechnungsvorgabe für Erddruck auf Rahmenbrücken für gelenkfreie geschlossene oder offene Stahlbetonrahmen mit Riegelspannweite bis 15 m</p> <p>Vertikale Last $q_k = 52 \text{ kN/m}^2$ (gem. AB-EBV zu Ziff. 26)</p> <p>Breite 3.0 m, 0.7 m unter SOK</p> <p>$\alpha = 1.33$</p> <p>$E_h = q_k \cdot K_0 \cdot b \cdot \alpha = 52 \cdot 0.5 \cdot 3 \cdot 1.33 = 103.7 \text{ kN/m}$</p> <p>$\alpha = 1.0$</p> <p>$q_k = 52 \text{ kN/m}^2$ (gem. AB-EBV zu Ziff. 26)</p>

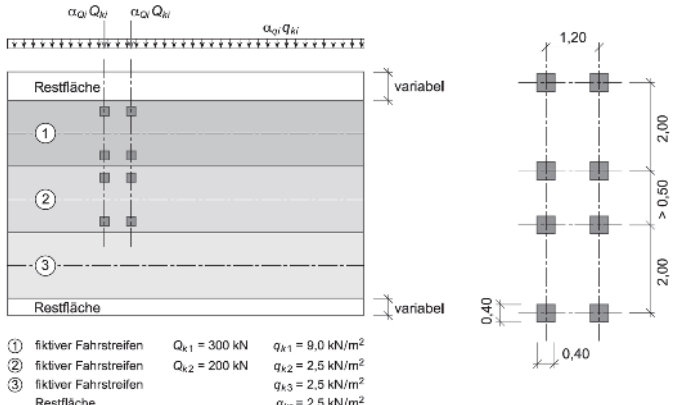
Einwirkung	Massnahme / Weiterbearbeitung	Annahme für die Bemessung
<p>Strassenverkehr</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verkehrs- last LM1 • Anfahr- und Bremskräfte LM1 • Zentrifugal- kräfte 	<p>Dimensionierung / statische Berechnung</p> <p>vernachlässigen</p> <p>vernachlässigen</p>	 <p>① fiktiver Fahrstreifen $Q_{k1} = 300 \text{ kN}$ $q_{k1} = 9,0 \text{ kN/m}^2$ ② fiktiver Fahrstreifen $Q_{k2} = 200 \text{ kN}$ $q_{k2} = 2,5 \text{ kN/m}^2$ ③ fiktiver Fahrstreifen $q_{k3} = 2,5 \text{ kN/m}^2$ Restfläche $q_{kr} = 2,5 \text{ kN/m}^2$</p> <p>$QA_k = QB_k = 1,2 \alpha_{Q1} Q_{k1} + 0,1 \alpha_{q1} q_{k1} b_1 l$</p> <p>$b_1 = 3,0 \text{ m}; l = 10,0 \text{ m}$ $QA_k = QB_k = 1,2 \times 0,9 \times 300 \text{ kN} + 0,1 \times 0,9 \times 9,0 \text{ kN} \times 3,0 \times 10,0$ $QA_k = QB_k = 348 \text{ kN}$</p> <p>Sind für unterirdische Bauwerke nicht relevant.</p> <p>Sind für unterirdische Bauwerke nicht relevant.</p>
<p>Erddruck aus Verkehrslasten</p>	<p>Dimensionierung / statische Berechnung Strassenunterführung</p> <p>Dimensionierung / statische Berechnung Baugrubenabschlüsse</p>	<p>Berechnungsvorgabe für Erddruck auf Rahmenwände (Rampe und Treppe strassenseitig) gemäss üblicher Erdbautheorie und SIA 267</p> <p>Vertikale Last $q_k = 20 \text{ kN/m}^2$ wird nur auf den Fahrstreifen 1 gegeben $E_h = q_k \cdot K_0 \cdot b = 20 \cdot 0,5 \cdot 3 = 30 \text{ kN/m}$</p> <p>Gleichlasten OK Terrain (Gemäss SIA 261, Fig. 12) Strassenlast = $12,5 \text{ kN/m}^2$ ($a=1\text{m}, h=\text{ca. } 8\text{m}$)</p>
<p>Perron</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nutzlasten auf Perron und Fussweg 	<p>Dimensionierung / statische Berechnung</p>	<p>Nutzlasten gemäss der Norm VSS 671 256a (ohne Lastwagen): $q_k = 5 \text{ kN/m}^2$, $Q_k = 25 \text{ kN/m}$ 0,5 m ab Hinterkante der Mauerkrone</p>

Tabelle 4: Veränderliche Einwirkungen

4.3. Aussergewöhnliche Einwirkungen

Einwirkung	Massnahme / Weiterbearbeitung	Annahme für die Bemessung
Entgleisung <ul style="list-style-type: none"> • LM1 Grenz Zustand Typ 2 • LM2 Grenz Zustand Typ 1/2 	<p>Dimensionierung / statische Berechnung Strassenunterführung/ Bacheindolung</p> <p>Dimensionierung / statische Berechnung Strassenunterführung/ Bacheindolung</p>	<p>$qE_d = 110 \text{ kN/m}$ $QE_d = 350 \text{ kN}$ $\alpha = 1.33$</p> <p>Spannweite $l \geq 20 \text{ m}$: $qE_d = 145 \text{ kN/m}$ Spannweite $\leq 6.4 \text{ m}$: $qE_d = 220 \text{ kN/m}$ dazwischen lineare Interpolation Spannweite $l = 10.0 \text{ m}$ $qE_d = 200 \text{ kN/m}$ $\alpha = 1.33$ Spannweite $l = 2.5 \text{ m}$ $qE_d = 220 \text{ kN/m}$ $\alpha = 1.33$</p>
Anprall <ul style="list-style-type: none"> • Strassenfahrzeuge • Schienenfahrzeuge 	<p>vernachlässigen</p> <p>vernachlässigen</p>	<p>Innerorts</p> <p>Anprall in Fahrtrichtung: $Q_{0d,x} = 750 \text{ kN}$ Anprall quer zur Fahrtrichtung: $Q_{0d,x} = 300 \text{ kN}$ Wird in der Statik nicht berücksichtigt, da die Strassenunterführung seitlich hinterfüllt ist.</p> <p>Auf das Unterführungsbauwerk sind keine Anpralllasten von Schienenfahrzeuge zu erwarten</p>
Erdbeben	Als im Baugrund eingebundener Rahmen reagiert das Bauwerk nicht erdbebenempfindlich. Daher wird die Erdbeeinwirkung auf das Bauwerk nicht untersucht.	Erdbebenzone: Z1 Baugrundklasse: E Bauwerksklasse: BWK II
Brand	akzeptiertes Risiko	Es sind keine technischen Brandschutzmassnahmen im Sinne von Norm SIA 261, Kapitel 15.2 geplant. Mittels baulicher und organisatorischer Massnahmen gemäss Norm SIA 261, Kapitel 15.2, sind die Risiken auf ein Minimum zu reduzieren: <ul style="list-style-type: none"> - Verwendung von geeigneten Baustoffen (Beton) - Bemessung der Bauteile für ausreichenden Feuerwiderstand Bewehrungsüberdeckung = 40 mm → R180 <ul style="list-style-type: none"> - Feuerwehr
Explosion	akzeptiertes Risiko	Der ausserordentliche Fall einer Explosion wird nicht näher betrachtet und als verbleibendes Restrisiko akzeptiert.

Tabelle 5: Aussergewöhnliche Einwirkungen, nicht aktualisiert, definitive Nutzungsphase

5. Tragsicherheit

Gefährdungsbild		Bemessungssituation	Grenzzustand	Annahme für die Tragwerksanalyse und Bemessung	Lastbeiwerte
A	Gesamtstabilität	Auftrieb (ständig)	Typ 1	LE: Wasserdruck ST: Eigenlasten Ständige Lasten, Auflasten, Erddruck (Erdruhedruck) BE: keine	$\gamma_Q = 1.05$ $\gamma_G = 0.90$ $\Psi_0 = 1.00$
B	Versagen unter Nutzlasten	Normalspurbahnverkehr (häufig)	Typ 2	LE: Bahnverkehr, LM1 ST: Eigenlasten, Ständige Lasten, Auflasten, Erddruck Wasserdruck BE: Strassenverkehr	$\gamma_Q = 1.45$ $\gamma_G = 1.35$ bzw. 0.80 $\gamma_{Ge} = 1.35$ bzw. 0.70 $\gamma_{Gw} = 1.20$ bzw. 0.90 $\Psi_0 = 0.75$
		Strassenverkehr (häufig)	Typ 2	LE: Strassenlasten, LM1 ST: Eigenlasten, Ständige Lasten, Auflasten, Erddruck Wasserdruck BE: Bahnlasten	$\gamma_Q = 1.50$ $\gamma_G = 1.35$ bzw. 0.80 $\gamma_{Ge} = 1.35$ bzw. 0.70 $\gamma_{Gw} = 1.20$ bzw. 0.90 $\Psi_0 = 1.00$
C	Versagen unter Ermüdungslasten	Normalspurbahnverkehr (häufig)	Typ 4*	LE: Bahnverkehr, LM1 Typ 4*: Beim Nachweis eines genügenden Tragwiderstandes auf Ermüdung wird einerseits eine Betonspannung überprüft (infolge Ermüdungslasten) und ein Spannungszuwachs (infolge Ermüdungslast) kontrolliert.	$\gamma_Q = 1.00$
D	Entgleisung	Normalspurbahnverkehr (aussergewöhnlich)	Typ 2	LE: Entgleisungslastmodell ST: Eigenlasten Ständige Lasten, Auflasten BE: keine	$\gamma_Q = 1.00$ $\gamma_G = 1.00$ $\Psi_0 = 0$
E	Hydraulischer Grundbruch	Strömungsdruck	Typ 1	LE: Strömungsdruck ST: Eigenlasten Ständige Lasten, Auflasten BE: keine	$\gamma_{G,sup} = 1.40$ $\gamma_{G,inf} = 0.9$ $\Psi_0 = 0$

Legende: LE: Leiteinwirkung, ST: ständige Einwirkung, BE: Begleiteinwirkung

Tabelle 6: Nachweis der Tragsicherheit, Gefährdungsbilder, definitive Nutzungsphase

6. Gebrauchstauglichkeit

Nutzungs- zustand		Grenz- zustand	Bemessungskriterium Anforderungen	Annahmen für Tragwerks- analyse und Bemessung	Redukt.- beiwert
I	Bahn- verkehr	Funktions- tüchtigkeit Lastfall: häufig	Verformungen Gem. SIA 260, Tab. 12 $v = 110 \text{ km/h}$ Zulässige Durchbiegung Strassenunterführung: $w \leq l/(15v-400) = 8.0 \text{ mm}$	ohne G_k Bahnverkehr: LM1 $\alpha = 1.00$ $\Phi = 1.33$ mit $l_\phi = 9.14 \text{ m}$ $\Phi = 1.67$ mit $l_\phi = 3.16 \text{ m}$ (Bachein- dolung)	$\psi_1 = 1.0$
		Aussehen Lastfall: quasi- ständig	Verwindungen Zulässige Verwindung der Fahrbahn: $\alpha_t \leq 1 \text{ mrad/m}$	$\alpha = 1.33$ $\Phi = 1.33$ mit $l_\phi = 9.14 \text{ m}$	$\gamma_G = 1.0$
			Verformungen Zulässige Durchbiegung Bacheindolung: $w \leq l/(15v-400) = 1.84 \text{ mm}$	Eigenlasten Ständige Lasten, Auflasten Baugrund: Erddruck (Erdruchdruck) Baugrund: Wasserdruck Bahnverkehr	$\psi_2 = 0$
II	Stras- sen- verkehr	Funktions- tüchtigkeit Lastfall: häufig	Verformungen Gem. SIA 260, Tab. 7 Zulässige Durchbiegung: $w \leq l/500 = 20 \text{ mm}$ Da keine hohe Geschwin- digkeiten über der Unter- führung erwartet werden, werden keine Zentrifugal- kräfte berücksichtigt	Strassenlasten: LM1 mit $l_{\text{massgebend}} = 10 \text{ m}$ Baugrund: Erddruck (Erdruchdruck) Baugrund: Wasserdruck	$\psi_1 = 0.75$
		Aussehen Lastfall: quasi- ständig	Verformungen Gem. SIA 260, Tab. 12 $w \leq l/700 = 14.3 \text{ mm}$	Eigenlasten Ständige Lasten, Auflasten Baugrund: Erddruck (Erdruchdruck) Baugrund: Wasserdruck Strassenverkehr	$\gamma_G = 1.0$ $\psi_2 = 0$
III	Bahn- verkehr	Funktions- tüchtigkeit	Risse Minimalbewehrung gem. SIA 262 Ziff. 4.4.2.3	Spannungsnachweis gem. SIA 262 Ziff. 4.4.2 Anforderungen: erhöht	

Tabelle 7: Nachweis der Gebrauchstauglichkeit, Nutzungszustände, definitive Nutzungsphase

7. Dauerhaftigkeit

Zur Gewährleistung der Gebrauchstauglichkeit stehen vor allem die konstruktive Durchbildung des Tragwerks sowie eine geeignete Materialwahl im Vordergrund. Bei der Dauerhaftigkeit sind zudem die Ausführungskontrollen von grosser Wichtigkeit.

Anforderungen	Massnahmen	Weiterbearbeitung	Annahme für Tragwerksanalyse und Bemessung
Dichtigkeit	<ul style="list-style-type: none"> - Abdichtung gemäss SBB AQV - Betonrezeptur gemäss Systemlieferant Weisse Wanne - Injektionskanäle 	Kontrollplan / Ausführungskontrollen Bau-/Ausführungsprojekt	
Entwässerung	- Ausreichende Gefälle in und auf der Strassenunterführung bzw. Bachkanal und in Entwässerungsleitungen	Detailpläne, Entwässerungskonzept, Kontrollplan	Minimal 2% Quergefälle Minimal 1.5% Längsgefälle auf Decke
Korrosionsschutz schlaffe Bewehrung	<ul style="list-style-type: none"> - Abdichtung Decke und Kanal - Ausreichende Betonüberdeckung der Bewehrung 	Bau-/Ausführungsprojekt Stat. Berechnung, Bau-/ Ausführungsprojekt	Bodenplatte und Wände: 55 mm Decke: 40 mm Bacheindolung: 40 mm
	<ul style="list-style-type: none"> - Dichter Überdeckungsbeton, nur eine Betonrezeptur pro Bauteil, strengere Expositionsklassen massgebend - Kanal vorfabriziert, mit hoher Betonqualität 	Kontrollplan, Überwachungsplan	Expositionsklassen: Bodenplatte und Wände: XF4, XD3, XC4 Decke: XF2, XD1, XC4 (Beton SBB 2, NPK F) Bacheindolung: XF2, XD2a, XC4
Verformungen	<ul style="list-style-type: none"> - Ausreichende Steifigkeit 	Stat. Berechnung	Grenzwerte gem. SIA 260
	- Überwachung der Verformungen während und nach dem Bau	Kontrollplan, Überwachungsplan	
Dauerhaftigkeit	- Bewährte Materialien mit gut erreichbaren Anforderungen	Bau-/Ausführungsprojekt	
	- Bewährte konstruktive Details mit hoher Ausführungsqualität	Bau-/Ausführungsprojekt	
	- Betonrezeptur	Kontrollplan	
	- Frost-/Frosttausalzbeständigkeit	Kontrollplan	Mittlere Frost-Tausalzbeständigkeit
	- Nachbehandlung, je nach Witterung, Temperatur	Kontrollplan	
	- Ausführungskontrollen	Kontrollplan	

Risse	- Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissweiten	Stat. Berechnung	Alle Bauteile: erhöhte Anforderungen
	- Betonierprogramm (Termin in Tag & Jahr, Etappierung, Frischbetonkontrolle)	Bau-/Ausführungsprojekt Kontrollplan	
	- Nachbehandlung	Kontrollplan	
	- Ausführungskontrollen	Kontrollplan	
Aussehen Betonoberfläche	- Sichtbetonoberflächen mit Schallungstyp 4-4 - Sichtbetonklasse 3 - Graffitischutz	Kontrollplan	
	- Nachbehandlung	Kontrollplan	
	- Ausführungskontrollen	Kontrollplan	

Tabelle 8: Anforderungen und Massnahmen zur Gewährleistung der Dauerhaftigkeit

8. Akzeptierte Risiken

Die folgenden Einwirkungen werden akzeptiert:

- > Sabotage und Vandalismus, soweit sie nur mit unverhältnismässigem Aufwand zu verhindern sind.
- > Explosion, Brand von Schienen- und Strassenfahrzeugen bzw. Unterhaltsfahrzeugen auf oder in der Unterführung
- > Abstürzende Körper resp. kriegerische Einwirkungen

9. Weitere projektrelevante Bedingungen

Keine weiteren projektrelevante Bedingungen vorhanden

10. Unterschriften

Der Projektverfasser:

Gruner Wepf AG
 Wilerstrasse 1
 9230 Flawil

Datum: 01.03.2018

Manuel Iasiello

Unterschrift: 