

Erneuerung Waldenburgerbahn Los 6.1: Haltestelle Hirschlang (exkl.) bis Haltestelle Winkelweg (inkl.)



Auflageprojekt

Projektbasis

Steg Schulweg über die Vordere Frenke

Version 2.0 | 12. April 2019

Projektverfasser
IG Lampenstein

Bauherrschaft
BLT Baselland Transport AG



Lucas Rentsch

Thomas Müller Reto Rotzler

Peter Baumann

Impressum

Auftragsnummer 9670

Auftraggeber BLT, P. Baumann

Datum 12.04.2019

Version 2.0

Autor(en) Ari Said

Freigabe Lucas Rentsch

Verteiler

Datei K:\9000\9670_MTh_BLT_WBZU_Los6\P500_Projektierung\P580_Projektdokumente\PB\9670_PB_Steg_Schulweg_Los_6_1_V_2_20190412.docx

Seitenanzahl 28

Copyright

Inhalt

Änderungsverzeichnis	iii
1 Allgemeines	1
1.1 Einleitung	1
1.2 Objektbeschrieb	1
1.3 Objektskizzen, Übersichtsplan	2
1.4 Abgrenzung	5
2 Tragwerkskonzept	5
2.1 Tragsystem	5
2.2 Wichtigste Abmessungen	6
2.3 Baustoffeigenschaften	6
2.4 Konstruktionsdetails	6
2.5 Vorgesehene Bauverfahren	7
3 Anforderungen an Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit	8
3.1 Tragsicherheit	8
3.1.1 Ständige Einwirkungen	8
3.1.2 Veränderliche Einwirkungen	9
3.1.3 Aussergewöhnliche Einwirkungen	13
3.1.4 Nachweis der Tragsicherheit	14
3.2 Gebrauchstauglichkeit	16
3.2.1 Bemessungssituationen	16
3.3 Dauerhaftigkeit, Gewährleistung vorgesehener Massnahmen inklusive Verantwortlichkeiten, Abläufe	18
3.4 Kontrollen und Korrekturmechanismen	18
4 Angenommene Baugrundverhältnisse	19
4.1 Baugrundmodell	19
4.2 Baugrund	19
4.3 Hinterfüllung	20
5 Wesentliche Annahmen für die Tragwerks- und Berechnungsmodelle	20
6 Akzeptierte Risiken	20
7 Grundlagen	21
7.1 SIA- und VSS-Normen	21
7.2 Richtlinien und Weisungen	21

7.3	Berichte	21
8	Unterschriften	22

Änderungsverzeichnis

REV.	ÄNDERUNG	URHEBER	DATUM	BEMERKUNG
1.0	Erstellung NV Stufe Bau- und Auflageprojekt	IGLS	27.07.2018	
1.1	Bereinigung nach Prüfung PI	IGLS	29.09.2018	
2.0	Bereinigung nach Vernehmlassung BLT	IGLS	31.01.2019	

1 Allgemeines

1.1 Einleitung

Im Rahmen des Erneuerungsprojektes der BLT-Linie 19 „Waldenburgerbahn“ (WB) wird die Bahnstrecke von 750 mm Spurweite auf 1000 mm Spurweite ausgebaut und die Trassierung angepasst. Zwischen km 10.345 und km 11.580 verläuft das angepasste Bahntrasse entlang der Vorderen Frenke. Im Zuge der Erneuerung der WB wird die Vordere Frenke auf einen Hochwasserschutz (HWS) HQ100 ausgebaut.

Diese Massnahme sieht die Sicherung der Uferböschungen mit den neuen Stützmauern vor. Ausserdem wird die Vordere Frenke mit 4 neuen Velo- und Fussgängerstegen und einer Strassenbrücke überspannt.

Die vorliegende Projektbasis dient als Grundlage für die Bemessung des Velo- und Fussgängersteges Hirschlang ca. bei km 10.340 für die Stufe Auflage- und Bauprojekt.

1.2 Objektbeschreibung

Das geplante Bauwerk wird als Rahmenkonstruktion ausgebildet. Diese Rahmenkonstruktion wird mittels Streifenfundamenten flachfundiert.

Die Unterkante der Foundation liegt ca. bei 463.00 m ü. M. und die Unterkante der Brückenplatte wurde im Projekt mit 467.00 m ü. M. festgelegt. Der senkrechte Achsabstand zum Bach zwischen den Stützmauern resp. Widerlagerwänden beträgt 7.90 m.

Es ist setzungsfreie Hinterfüllung zur Verhinderung der Setzungen im Bereich der Rahmen vorgesehen.

1.3 Objektskizzen, Übersichtsplan

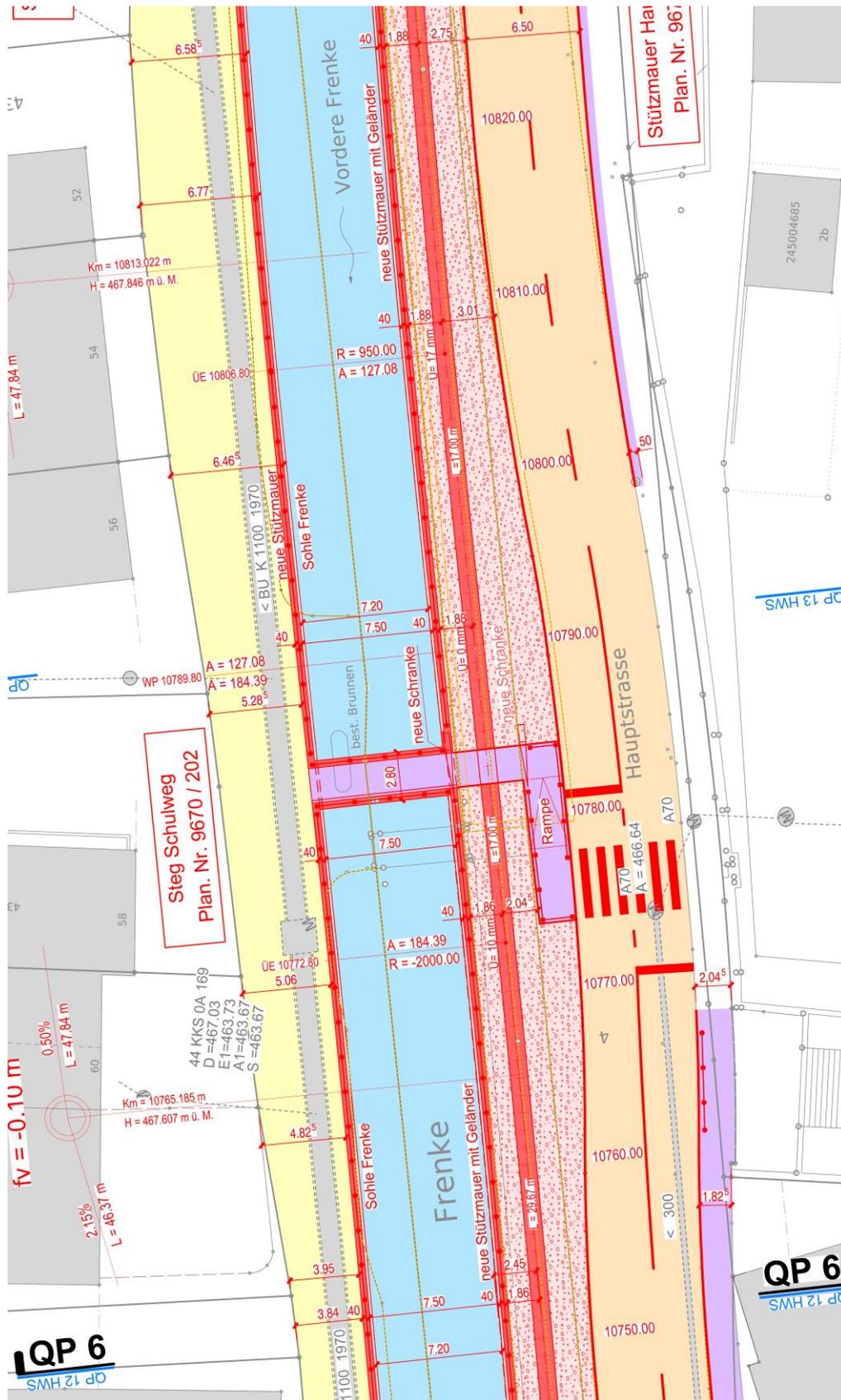


Abbildung 1 Situation Velo- und Fußgängerweg Hirschlang bei ca. km 10.780

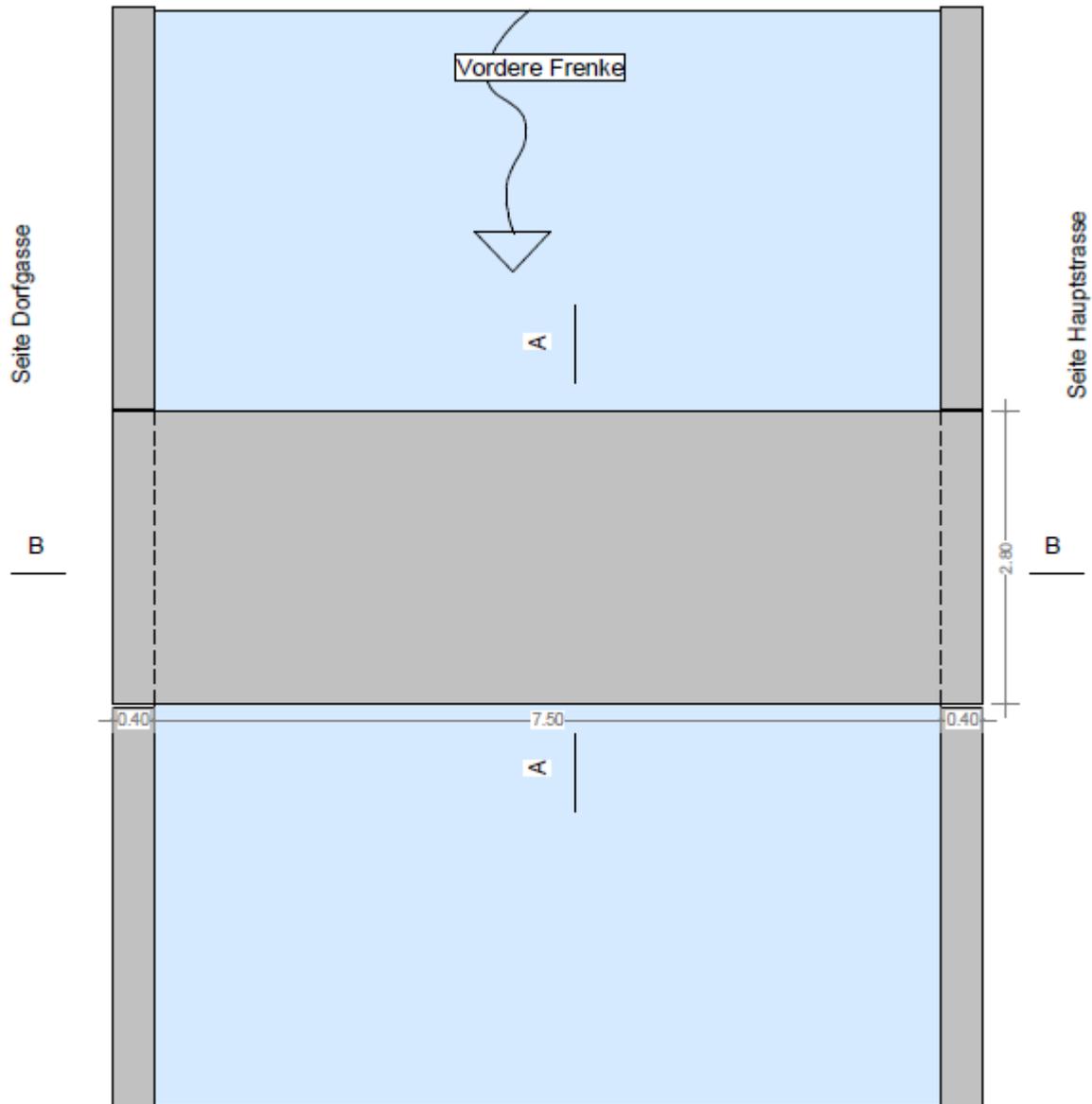


Abbildung 2 Skizze Grundriss der Brückenplatte

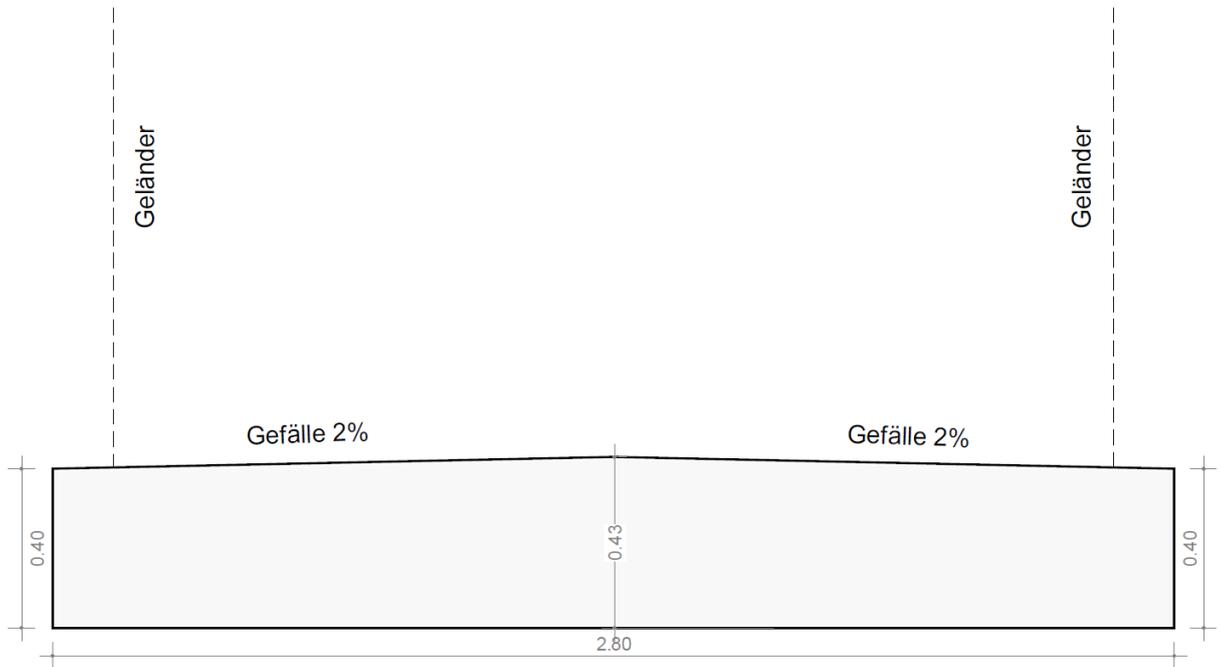


Abbildung 3 Skizze Schnitt A-A durch die Brückenachse. Siehe Abbildung 1

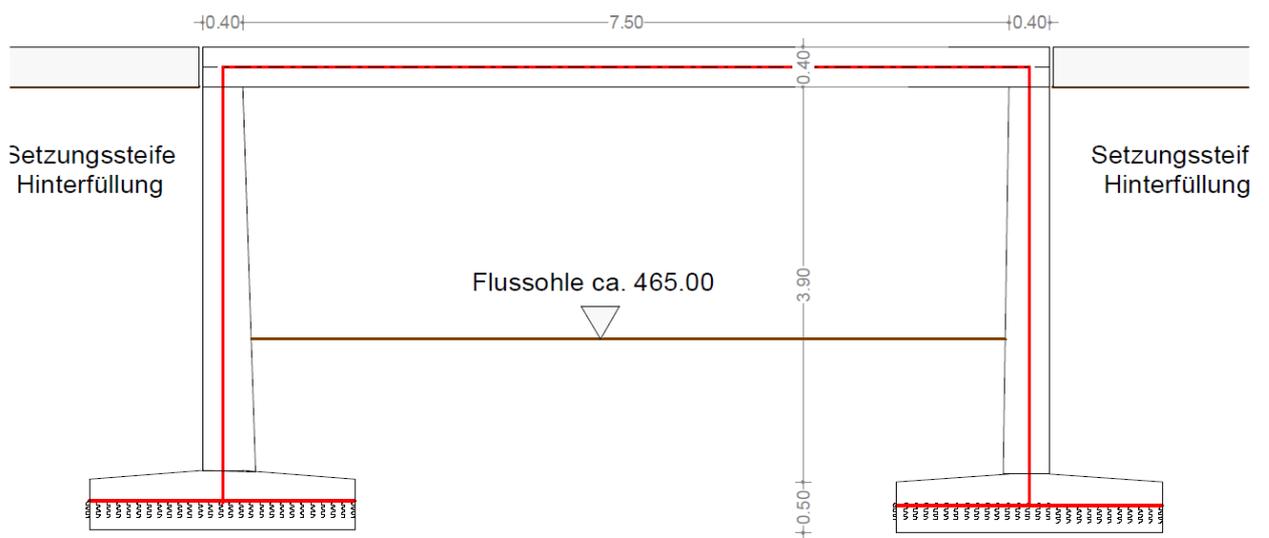


Abbildung 4 Skizze Schnitt B-B senkrecht zu den Uferstützmauern, Blickrichtung FG-Steg. Siehe Abbildung 1

Das Kapitel wird in der nächsten Projektphase aktualisiert und ergänzt.

1.4 Abgrenzung

Die vorliegende Projektbasis gilt ausschliesslich für die Bemessung des Velo- und Fussgängersteiges Schulweg ca. bei km. 10.780.

2 Tragwerkskonzept

2.1 Tragsystem

Der Velo- und Fussgängersteg stellt einen geraden Rahmen dar, welcher im Boden elastisch fundiert ist. Die auf der Brückenplatte wirkenden Lasten werden durch die Rahmenwirkung in die Widerlagerwände eingeleitet und gleichmässig verteilt. Die Einwirkungen auf die Widerlagerwände infolge der ständigen und veränderlichen Lasten auf der Brücke und die Einwirkungen aus dem Baugrund werden über die Sohlpressung in die tragfähige Bodenschicht eingeleitet.

Das Tragwerk wird im Programm AxisVM X4 R3b als Mittellinien-Schalenmodell (3D-FEM-Modell) modelliert.

Als Grundlage für die Bemessung dienen die SIA-Normen und die in dieser Projektbasis zusammengestellten Einwirkungen und Gefährdungsbilder.

Die statischen Berechnungen erfolgen von Hand und mittels Computerprogrammen.

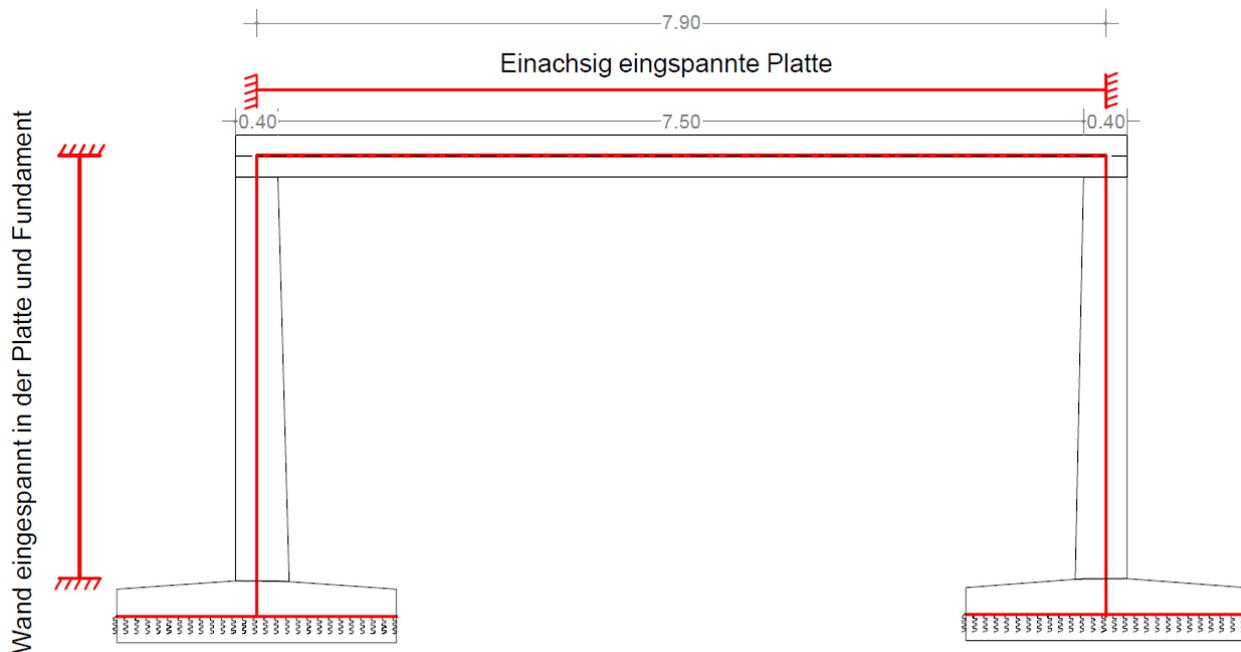


Abbildung 5 Statisches System. Schnitt in der Achse der Brückenplatte (verzerrte Darstellung der Widerlager)

2.2 Wichtigste Abmessungen

Die Abmessungen können der Abbildung 1 bis Abbildung 4 entnommen werden.

2.3 Baustoffeigenschaften

Betonbauteile

Bauteil(e)	Sorte Tiefbaubetone	Bezeichnung nach SIA 262 und SIA 262 /1 (2013)			
		Betonbezeichnung	Expositions-klasse	Grundlegende Anforderungen	Zusätzliche Anforderungen
Brückenplatte	NPK G	C 30/37	XC4 (CH) XF4 (CH) XD3 (CH)	D_{max} 16 mm Cl 0.10 Konsistenz C3	AAR-P2 beständig gem. Merkblatt SIA 2042
Widerlagerwände Foundation	NPK G	C 30/37	XC4 (CH) XF4 (CH) XD3 (CH)	D_{max} 32 mm Cl 0.10 Konsistenz C3	AAR-P2 beständig gem. Merkblatt SIA 2042

Tabelle 1 Beton

Betoneigenschaften

Betonsorte SIA 262 Tab. 3	Charakteristischer Wert der Betondruckfestigkeit SIA 262 Tab. 3	Bemessungswert der Betondruckfestigkeit ¹ SIA 262 Tab. 8 ($\gamma_c=1.5$, SIA 262 2.3.2.3, 2.3.2.6)	Bemessungswert der Schubspannungsgrenze SIA 262 Tab. 8 ($\gamma_c=1.5$, $\eta_t=1.0$ SIA 262 2.3.2.4, 2.3.2.6)	Mittelwert des Moduls E_{cm} SIA 262 3.1.2.3.3
C30/37	$f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$	$f_{cd} = 20 \text{ N/mm}^2$	$\tau_{cd} = 1.10 \text{ N/mm}^2$	$E = 33600 \text{ N/mm}^2$

Tabelle 2 Betoneigenschaften

Betonstahl

	Materialbezeichnung (SIA 262)	Charakteristisches Niveau SIA 262 Tab.5	Bemessungs-Niveau SIA 262 Tab.9, 2.3.2.5, 2.3.2.6	E- Modul SIA 262 3.2.2.4
Betonstahl generell	B 500 B	$f_{sk} = 500 \text{ N/mm}^2$	$f_{sd} = 435 \text{ N/mm}^2$	$E = 205\,000 \text{ N/mm}^2$

Tabelle 3 Baustoffe Betonstahl

2.4 Konstruktionsdetails

Das Kapitel wird in der nächsten Projektphase ergänzt. / Vorgaben Gestaltung noch pendent.

¹ Zylinderdruckfestigkeit

2.5 Vorgesehene Bauverfahren

Das Kapitel wird in der nächsten Projektphase ergänzt.

3 Anforderungen an Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit

3.1 Tragsicherheit

3.1.1 Ständige Einwirkungen

3.1.1.1 Eigenlast

Die Eigenlasten werden gemäss SIA 261 Tabellen 28 - 29 ermittelt.
 Die Ermittlung der Eigenlast des jeweiligen Bauteiles erfolgt mit den Bemessungsprogrammen.

Einwirkung	Last		
Stahlbeton	$\gamma_g=25 \text{ kN/m}^3$	Raumlast	SIA 261 Tab 28
Baustahl	$\gamma_g=78.5 \text{ kN/m}^3$	Raumlast	SIA 261 Tab 28

Tabelle 4 Eigenlast

3.1.1.2 Auflast

Einwirkung	Last	
Geländer ²	$g_k=1.6 \text{ kN/m}$	Linienlast

Tabelle 5 Auflast

3.1.1.3 Ständige Einwirkungen aus dem Baugrund

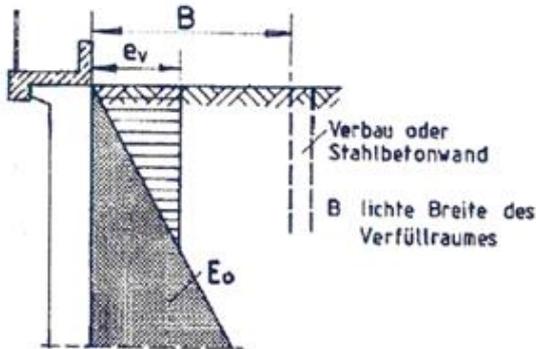
Gestützt auf SIA 261 Tabelle 1 wird der Erdruhedruckansatz für die ständigen Einwirkungen aus dem Baugrund gewählt.

Einwirkung	Erddruckansatz	
Erdruhedruck	$K_0 = \frac{(1-\sin(\varphi'_k)) \cdot (1+\sin(\beta))}{\cos(\beta)}$	SIA 261 4.3.2.4
Passiver Erddruck	$K_p = \frac{\cos^2(\varphi'_k - \alpha)}{\left(1 - \sqrt{\frac{\sin(\varphi'_k - \delta_p) \sin(\varphi'_k + \beta_p)}{\cos(\alpha - \delta_p) \cos(\alpha + \beta_p)}}\right)^2 \cos^2(\alpha) \cdot \cos(\delta_p - \alpha)}$ $K_{ph} = K_p \cdot \cos(\delta_p - \alpha)$ <p>mit $\delta_p = -\frac{\varphi'_k}{2}$, $\beta_p = 0^\circ$, $\alpha = 0$</p>	SIA 261 4.3.2.5 nach Coulomb

Tabelle 6 Ständige Einwirkungen aus dem Baugrund

² Der Geländertyp ist in der Nutzungsvereinbarung definiert. 1.6 kN/m ist die Lastannahme.

Verdichtungsdruck



Die Größe der Erddruckordinate e_v beträgt:

– Unverschiebliche Wand:

$$e_v = 40 \text{ kN/m}^2 \quad \text{für } B \leq 1,0 \text{ m}$$

$$e_v = 25 \text{ kN/m}^2 \quad \text{für } B \leq 2,5 \text{ m}$$

– Verschiebliche Wand:

$$e_v = 25 \text{ kN/m}^2$$

Es bedeutet B die lichte Breite des Verfüllraumes, Zwischenwerte können linear eingerechnet werden.

3.1.2 Veränderliche Einwirkungen

3.1.2.1 Nicht motorisierter Verkehr

Für die Bemessung des Velo- und Fussgängersteiges Schulweg werden folgende Lastmodelle gemäss SIA 261 9.2 angesetzt:

Lastmodell	Einwirkung	
Lastmodell 1	$q_k=4.0 \text{ kN/m}^2$, $q_{kh}=10\% \cdot 4.0 \text{ kN/m}^2=0.4 \text{ kN/m}^2$	Flächenlast
Lastmodell 2 ³	$Q_k=10 \text{ kN}$ $Q_{kh}=60\% \cdot 10 \text{ kN}=6 \text{ kN}$	Einzellast

Tabelle 7 Lastmodelle gemäss SIA 261 9.2

3.1.2.2 Strassenverkehr auf der Strasse (nicht auf der Brücke)⁴

$$q_k=20.00 \text{ kN/m}^2$$

³ Aufstandsfläche von 0.10 m x 0.10 m oder Aufstandsfläche mit Durchmesser von $\varnothing=0.11 \text{ m}$

⁴ Diese Last wird für die Ermittlung des veränderlichen Erddruckes auf die Widerlagerwände infolge Strassenverkehr angesetzt.

3.1.2.3 Abschränkungen

Regelfall $q_k=1.6 \text{ kN/m}$

Menschengedränge $q_k=3.0 \text{ kN/m}$ (wird für die lokalen Nachweise der Befestigungsmittel angesetzt) SIA 261 Tabelle 20 Kat. C¹⁾

3.1.2.4 Veränderliche Einwirkungen aus dem Baugrund

Die Erddrücke aus den veränderlichen Einwirkungen wurden mittels Multiplikation der Streckenlast mit den Erddruckbeiwerten⁵ ermittelt.

3.1.2.5 Schnee

Einwirkung Schnee

Der charakteristische Wert der Schneelast:

$$q_k = \mu_i \cdot C_E \cdot C_T \cdot S_k$$

SIA 261 5.2

SIA 261 5.2.2

Dachformbeiwerte: $\mu_i := 0.80$

SIA 261 5.2.3
Figur 2 - 5

Windexpositionsbeiwert: $C_E := 1.0$

SIA 5.2.4

Der thermische Beiwert: $C_T := 1.0$

SIA 261 5.2.5

Bezugshöhe: $h_0 := 465\text{m}$

SIA 261 Anhang D

Der charakteristische Wert der Schneelast:

SIA 261 5.2.6

$$S_k := \max \left[\left[1 + \left(\frac{h_0}{350\text{m}} \right)^2 \right] \cdot 0.4 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}, 0.9 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right] = 1.1 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_k := \mu_i \cdot C_E \cdot C_T \cdot S_k = 0.88 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

⁵ Ermittlung der Erddruckbeiwerte siehe Kapitel 3.1.1.3

3.1.2.6 Wind

Einwirkung Wind

SIA 261 6.2

Staudruck

SIA 261 6.2.1

Der Staudruck:

$$q_p = c_h \cdot q_{p0}$$

SIA 261 6.2.1.1

Geländekategorie: III

SIA 261 Tab. 4

Bauwerkshöhe ($z_{\min} = 5\text{m}$ für die Geländekategorien II, IIa und III, für die Geländekategorie $z_{\min} = 10\text{m}$):

$$z := 5\text{m}$$

SIA 261 6.2.1.2

Gradienthöhe:

$$z_g := 450\text{m}$$

SIA 261 Tab. 4

Exponent der Bodenrauigkeit:

$$\alpha_r := 0.23$$

SIA 261 Tab. 4

der Profilbeiwert:

SIA 261 6.2.1.2

$$c_h := 1.6 \left[\left(\frac{z}{z_g} \right)^{\alpha_r} + 0.375 \right]^2 = 1.6 \left[\left(\frac{5\text{m}}{450\text{m}} \right)^{0.23} + 0.375 \right]^2 = 0.853$$

der Referenzwert des Staudrucks

SIA 261 6.2.1.4

$$q_{p0} := 1.1 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Anhang E

$$q_p := c_h \cdot q_{p0} = 0.94 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Druckbeiwerte

SIA 261 Anhang C
Tabelle 61

Höhe des Verkehrsbandes $h_1 := 0\text{m}$

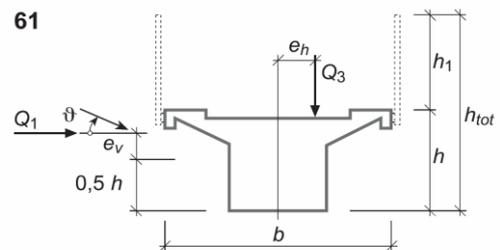
Bauwerksabmessungen: $h := 0.40\text{m}$ $b := 2.8\text{m}$

Gesamthöhe: $h_{\text{tot}} := h_1 + h = 0\text{m} + 0.40\text{m} = 0.4\text{m}$

Spannweite: $l_s := 7.9\text{m}$

Winkel der Querneigung: $\psi := -10^\circ$

das geometrische Verhältnis:



$$\frac{h}{b} = \frac{0.40\text{m}}{2.8\text{m}} = 0.143 \quad \rightarrow \text{Brückenquerschnitt aus der Tabelle 61}$$

Windkräfte

SIA 261 6.2.3

Referenzflächen:

$$A_{\text{ref}_1} := l_s \cdot h_{\text{tot}} = l_s \cdot h_{\text{tot}} = 3.2\text{m}^2$$

SIA 261 Anhang C

$$A_{\text{ref}_3} := l_s \cdot b = l_s \cdot b = 22.12\text{m}^2$$

Ermittlung der Windkräfte anhand von Kraftbeiwerten:

Reduktionsfaktor: $c_{red} := 1.0$ SIA 261 6.3.1
6.3.2
6.3.3

Der dynamische Faktor: $c_d := 1.0$ SIA 261 6.3.4
6.3.5

Kraftbeiwerte: $c_{fl} := 1.55$ $c_B := -0.79$ SIA 261 Anhang

Windkräfte: $Q_{k1} := c_{red} \cdot c_d \cdot c_{fl} \cdot q_p \cdot A_{ref_1} = 4.6 \text{ kN}$ SIA 261 6.2.3.2

$Q_{k3} := c_{red} \cdot c_d \cdot c_B \cdot q_p \cdot A_{ref_3} = -16.4 \text{ kN}$

Windkräfte als Flächenlast:

$q_{k1} := c_{red} \cdot c_d \cdot c_{fl} \cdot q_p = 1.45 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	$q_{k3} := c_{red} \cdot c_d \cdot c_B \cdot q_p = -0.74 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
--	--

Tabelle 61: Beiwerte für Brücken, $c_{red} = 1,0$, globale Kraftbeiwerte

		$h_1 : b = 0$				$h_1 : b = 0,15$				
		c_{f1}	c_{f3}	e_v/h	e_h/b	c_{f1}	c_{f3}	e_v/h	e_h/b	
$h : b = 0,110$		ϑ	$l \cdot h_{tot}$	$l \cdot b$	h	b	$l \cdot h_{tot}$	$l \cdot b$	h	b
				0°	1,45	0,32	-0,27	-0,09	0,92	0,02
		-6°	1,45	-0,34	1,41	-0,26	0,92	-0,45	0,73	-0,10
		-0°	1,55	-0,79	0,59	-0,20	1,12	-0,54	0,73	-0,10

3.1.2.7 Temperatur

Die Temperatureinwirkungen werden gemäss SIA 261 Kapitel 7 wie folgt berücksichtigt:

- Betonbauteile
 - Gleichmässige Temperaturänderungen: SIA 261 Tab. 6
 $\Delta T_{1k} = \pm 20^\circ\text{C}$
 - Linearer Anteil der Temperaturänderung: SIA 261 Tab. 7
 oben warm $\Delta T_{2k} = +12^\circ\text{C}$
 oben kalt $\Delta T_{2k} = -4^\circ\text{C}$
 - Nicht linearer Anteil der Temperaturänderung: SIA 261 7.2.1
 $\Delta T_{3k} = 0^\circ\text{C}$ (wird nicht berücksichtigt)

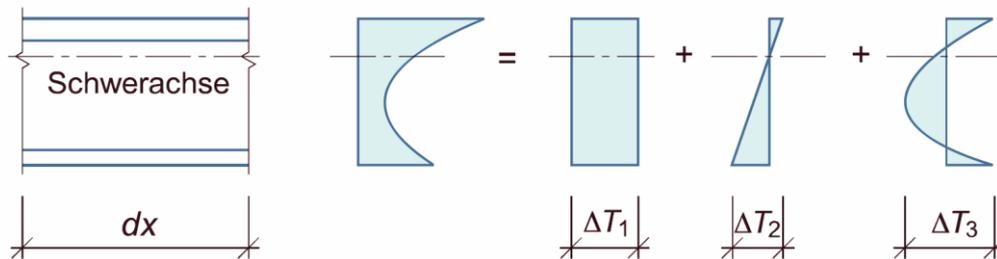


Abbildung 6 Aufteilung der Temperaturänderung über den Querschnitt, SIA 261 Figur 10

3.1.3 Aussergewöhnliche Einwirkungen

3.1.3.1 Strassenverkehr

SIA 261 9.1.3, 9.3, NV

Lastmodell	Lastschema	Kennwert Achslast Qk [kN]
Lastmodell Strassenverkehr bis 75 kN (verteilt auf 2 Achsen)		37.5 kN

Tabelle 8 Lastmodell Strassenverkehr

3.1.3.2 Erdbeben

Gefährdungszone Z2	SIA 261 16.2.1
Bodenbeschleunigung:	$a_{gd} = 1.0 \frac{m}{s^2}$
Bauwerksklasse I	SIA 261 Tab. 25
Bedeutungswert: (Verkehrswege mit untergeordneter Bedeutung)	$\gamma_f = 1.0[-]$
Baugrundklasse D	SIA 261 Tab.24
Parameter zur Bestimmung des elastischen Antwortspektrums:	
	$S = 1.35 [-]$
	$T_B = 0.20 [s]$
	$T_C = 0.80 [s]$
	$T_D = 2.0 [s]$

3.1.3.3 Wasserdruck

Wasserdruck: $w = 10 \frac{kN}{m^2}$

3.1.3.4 Brand

Es werden keine Anforderungen an den Feuerwiderstand gestellt.

3.1.4 Nachweis der Tragsicherheit

Andauernde und vorübergehende Bemessungssituationen SIA 260 4.4.3.4:

$$E_d = E\{\gamma_G G_k, \gamma_P P_k, \gamma_{Q1} Q_{k1}, \psi_{0i} Q_{ki}, X_d, a_d\}$$

Aussergewöhnliche Einwirkungen SIA 260 4.4.3.5:

$$E_d = E\{G_k, P_k, A_d, \psi_{2i} Q_{ki}, X_d, a_d\}$$

Ermüdung SIA 260 4.4.3.8:

$$E_d \leq R_d$$

Die in der Berechnung angesetzten Lastbeiwerte und Reduktionsbeiwerte sind der Norm SIA 260, Tabellen 1⁶, 8⁷, entnommen.

⁶ Lastbeiwerte für den Nachweis der Tragsicherheit

⁷ Reduktionsbeiwerte für Fuss- und Radwegbrücken

3.1.4.1 Bemessungssituationen

Einwirkungen		GZ Typ 1	GZ Typ 2/ GZ Typ 2a ⁸
Ständige Einwirkungen			
Eigenlasten	$\gamma_{G, sup}/\gamma_{G, inf}$	1.10/0.90	1.35/0.80
Auflast	$\gamma_{G, sup}/\gamma_{G, inf}$	1.10/0.90	1.35/0.80
Veränderliche Einwirkungen			
Nicht motorisierter Verkehr	γ_Q	1.5	1.50
Temperatur	γ_Q	1.50	1.50
Wind	γ_Q	1.50	1.50
Schnee	γ_Q	1.50	1.50
Einwirkungen aus dem Baugrund			
Erdauflast	$\gamma_{G, sup}/\gamma_{G, inf}$	1.10/0.90	1.35/0.80
Erddruck aus Bodeneigenlast	$\gamma_{G, sup}/\gamma_{G, inf}$	1.35/0.80	1.35/0.70
Erddruck erzeugende Last (ständig)	$\gamma_{G, sup}/\gamma_{G, inf}$	1.35/0.80	1.35/0.70
Erddruck erzeugende Last (veränderlich)	γ_Q	1.35	1.35
Wasserdruck	$\gamma_{G, sup}/\gamma_{G, inf}$	1.05/0.95	1.20/0.90
Aussergewöhnliche Einwirkungen			
Erdbeben		---	1.0
Befahren von Strassenfahrzeugen 75 kN		---	1.0

Tabelle 9 Lastbeiwerte

GZT1: Aufschwimmen

$$E_d = E\{\gamma_G G_k, \gamma_P P_k, \gamma_{Q1} Q_{k1}, \psi_{0i} Q_{ki}, X_d, a_d\}$$

Leiteinwirkung Wasserdruck:

$$E_d = 0.90 G_{kEL} + 0.9 G_{kAL} + 0.8 G_{k st.Erddruck} + 1.05 Q_{k Wasserdruck}$$

GZT2: Nachweise der inneren Tragsicherheit

$$E_d = E\{\gamma_G G_k, \gamma_P P_k, \gamma_{Q1} Q_{k1}, \psi_{0i} Q_{ki}, X_d, a_d\}$$

⁹Leiteinwirkung nicht motorisierter Verkehr auf der Brücke LM1:

$$E_d = 1.35 G_{kEL} + 1.35 G_{kAL} + 1.35 G_{k st.Erddruck} + 1.5 Q_{k LM1} + 0.6 Q_{k Wind} + 0.6 Q_{k Temp} + 0.7 Q_{k ver.Erddruck}$$

⁹Leiteinwirkung nicht motorisierter Verkehr auf der Brücke LM2:

$$E_d = 1.35 G_{kEL} + 1.35 G_{kAL} + 1.35 G_{k st.Erddruck} + 1.5 Q_{k LM2} + 0.6 Q_{k Wind} + 0.6 Q_{k Temp} + 0.7 Q_{k ver.Erddruck}$$

⁸ Geotechnische Nachweise

⁹ Die Lastkombination mit $\gamma_{G, inf}$ wird nicht massgebend.

Leiteinwirkung Schnee:

$$E_d = 1.35 G_{kEL} + 1.35 G_{kAL} + 1.35 G_{k\text{ st.Erddruck}} + 1.5 Q_{k\text{ Schnee}} + 0.4 Q_{k\text{ LM1}} + 0.6 Q_{k\text{ Wind}} + 0.6 Q_{k\text{ Temp}} + 0.7 Q_{k\text{ ver.Erddruck}}$$

Leiteinwirkung Wind:

$$E_d = 1.35 G_{kEL} + 1.35 G_{kAL} + 1.35 G_{k\text{ st.Erddruck}} + 1.5 Q_{k\text{ Wind}} + 0.4 Q_{k\text{ LM1}} + 0.6 Q_{k\text{ Temp}} + 0.7 Q_{k\text{ ver.Erddruck}}$$

Leiteinwirkung Temperatur:

$$E_d = 1.35 G_{kEL} + 1.35 G_{kAL} + 1.35 G_{k\text{ st.Erddruck}} + 1.5 Q_{k\text{ Temp}} + 0.4 Q_{k\text{ LM1}} + 0.6 Q_{k\text{ Wind}} + 0.7 Q_{k\text{ ver.Erddruck}}$$

Leiteinwirkung veränderlicher Erddruck infolge Strassenverkehr ausserhalb der Brücke:

$$E_d = 1.35 G_{kEL} + 1.35 G_{kAL} + 1.35 G_{k\text{ st.Erddruck}} + 1.35 Q_{k\text{ ver.Erddruck}} + 0.4 Q_{k\text{ LM1}} + 0.6 Q_{k\text{ Wind}} + 0.6 Q_{k\text{ Temp}}$$

Aussergewöhnliche Einwirkung Strassenverkehr auf der Brücke:

$$E_d = G_{kEL} + G_{kAL} + G_{k\text{ st.Erddruck}} + A_d\text{ Strassenverkehr} + 0.5 Q_{k\text{ Temp}} + 0.7 Q_{k\text{ ver.Erddruck}}$$

Aussergewöhnliche Einwirkung Erdbeben

$$E_d = A_d\text{ Erdbeben} + 0.5 Q_{k\text{ Temp}} + 0.7 Q_{k\text{ ver.Erddruck}}$$

GZT2-a: Geotechnische Nachweise Grundbruch

$$E_d = E\{\gamma_G G_k, \gamma_P P_k, \gamma_{Q1} Q_{k1}, \psi_{0i} Q_{ki}, X_d, a_d\}$$

Leiteinwirkung nicht motorisierter Verkehr auf der Brücke LM1:

$$E_d = 1.35 G_{kEL} + 1.35 G_{kAL} + 1.35 G_{k\text{ st.Erddruck}} + 1.5 Q_{k\text{ LM1}} + 0.6 Q_{k\text{ Wind}} + 0.6 Q_{k\text{ Temp}} + 0.7 Q_{k\text{ ver.Erddruck}}$$

3.2 Gebrauchstauglichkeit

Der Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit umfasst gemäss SIA 260, Pkt. 4.3.2, die folgenden Nachweise:

- Funktionstüchtigkeit des Bauwerkes (Verformungen, Dichtigkeit)
- Das Aussehen des Bauwerkes (Risse, Verbindungen)

3.2.1 Bemessungssituationen

Andauernde und vorübergehende Bemessungssituationen SIA 260 4.4.4.4:

Gebrauchsgrenzen gemäss SIA 260 Tabelle 9, SIA 267 5.5.1.2, SIA 267 12.5.1.4

GZG häufig¹⁰

$$\text{Durchbiegung der Brückenplatte } w \leq \frac{l}{600}$$

¹⁰ Durchbiegung infolge Lastmodell 1 gem. SIA 260 Tab.9⁴⁾

GZG quasi-ständig

Durchbiegung der Brückenplatte $w \leq \frac{l}{700}$

Einwirkungen		Seltene Lastfälle ψ_0	Häufige Lastfälle ψ_1	Quasi-ständige Lastfälle ψ_2
Ständige Einwirkungen¹¹				
Eigenlasten	G _k	1.0	1.0	1.0
Auflast	G _k	1.0	1.0	1.0
Veränderliche Einwirkungen				
Nicht motorisierter Verkehr ¹²	Q _k	0.4	0.4	0
Temperatur	Q _k	0.6	0.6	0.5
Einwirkungen aus dem Baugrund¹¹				
Erdauflast	G _k	1.0	1.0	1.0
Erddruck aus Bodeneigenlast	G _k	1.0	1.0	1.0
Erddruck erzeugende Last (ständig)	G _k	0.7	0.7	0.7
Erddruck erzeugende Last (veränderlich)	Q _k	0.7	0.7	0.7
Wasserdruck	G _k	0.7	0.7	0.7

Tabelle 10 Reduktionsbeiwerte

Häufige Lastfälle: $E_d = E\{G_k, P_k, \psi_{11}Q_{k1}, \psi_{2i}Q_{ki}, X_d, a_d\}$

Leiteinwirkung nicht motorisierter Verkehr auf der Brücke LM1:

$$E_d = G_{kEL} + G_{kAL} + G_{kst.Erddruck} + 0.4 Q_{kLM1} + 0.5 Q_{kTemp} + 0.7 Q_{kver.Erddruck}$$

Leiteinwirkung Temperatur:

$$E_d = G_{kEL} + G_{kAL} + G_{kst.Erddruck} + 0.6 Q_{kTemp} + 0.7 Q_{kver.Erddruck}$$

Quasi-ständige Lastfälle: $E_d = E\{G_k, P_k, \psi_{2i}Q_{ki}, X_d, a_d\}$

Leiteinwirkung Temperatur:

$$E_d = G_{kEL} + G_{kAL} + G_{kst.Erddruck} + 0.6 Q_{kTemp} + 0.7 Q_{kver.Erddruck}$$

Komfort:

Vertikale Schwingungen

f > 4.5 Hz oder f < 1.6 Hz

¹¹ Faktor 1.0 bedeutet, dass die Einwirkung nicht reduziert wird

¹² Infolge LM1

3.3 Dauerhaftigkeit, Gewährleistung vorgesehenen Massnahmen inklusive Verantwortlichkeiten, Abläufe

Einwirkungen	Massnahmen	Weiterbearbeitung
Verformungen	<ul style="list-style-type: none"> • Einhaltung der zulässigen Verformungen • Überwachung während der Nutzung betreffend Änderungen 	SIA 260 Anhang A Tab. 9
Rissbeschränkung	<ul style="list-style-type: none"> • Einlegung der Mindestbewehrung nach SIA 262 Ziff. 4.4.2 • Die Mindestbewehrung wird aufgrund der normgemässen Betonkennwerte des projektierten Betons C30/37 NPK G und nicht aufgrund der effektiven Betonkennwerte bestimmt. <ul style="list-style-type: none"> ○ Brückenplatte → Erhöhte Anforderungen ○ Widerlagerwände → Erhöhte Anforderungen ○ Fundament → normale Anforderungen • Geeignete Betonieretappen • Sorgfältige Nachbehandlung • Saubere konstruktive Durchbildung der Bewehrung unter Berücksichtigung von ausreichenden Vibrierlücken • Bewehrungsregelabstand $s = 150 \text{ mm}$ 	SIA 262 4.4.2.2
Korrosionsschutz Bewehrung	<ul style="list-style-type: none"> • Bewehrungsüberdeckung generell: $c_{\text{nom}} = 55 \text{ mm}$ • Wirksame Entwässerung • Gefälle $\geq 2 \%$ • Dichter Beton 	SIA 262 Tab. 18
Frostbeständigkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Geeignete Betonsorte 	
Dauerhaftigkeit		

Tabelle 11 Einwirkungen und Massnahmen

3.4 Kontrollen und Korrekturmechanismen

Das Kapitel wird in der nächsten Projektphase ergänzt.

4 Angenommene Baugrundverhältnisse

4.1 Baugrundmodell

Das für die Berechnung angenommene Baugrundmodell wurde auf Basis des geologischen Berichtes¹³ erstellt.

Bodenschicht	Kote OK Schicht ¹⁴	Tiefe ab OK Terrain	Mächtigkeit	Bemerkungen
	[m ü. M.]	[m]	[m]	
Künstliche Auffüllung	ca. 467 ¹⁵	2	2 bis 4 m	
Mischschotter	ca. 465	6	5 bis 10 m	
Obere Süswassermolasse (Tertiär)	----	---	---	Fels

Tabelle 12 Baugrundmodell

4.2 Baugrund

Bodenschicht	Feuchtraumgewicht γ_k [kN/m ³]	Kohäsion c_k [kN/m ²]	Innerer Reibungswinkel ϕ_k [°]	Zusammen- drückungsmodul M_{Ek} [MN/m ²]
Künstliche Auffüllung	---	---	---	---
Mischschotter (mitteldicht)	21	0	34	40
Mischschotter (dicht)	21.5	2	36	75
Obere Süswassermolasse (Tertiär)	22	35	26	150

Tabelle 13 Bodenmechanische Kennwerte auf dem Kennwertniveau

Die zulässigen Bodenpressungen¹⁶ für den dicht gelagerten Mischschotter liegen ca. bei $\sigma_d=275$ bis 300 kN/m² und für den mitteldicht gelagerten Schotter betragen sie $\sigma_d=150$ bis 225 kN/m².

¹³ Bericht Geotechnisches Institut Basel, WB Zugkunft, Los 6: Bahnhof Hirschlang bis Bahnhof Waldenburg (TP17 - TP 17) vom 13.03.2017

¹⁴ Die tiefsten Koten

¹⁵ Ca. bei km 10.780

¹⁶ Die im geologischen Bericht angegebenen Werte beziehen sich auf die Einzelfundamente mit Breiten ≤ 2.50 m und Streifenfundamente mit Breiten ≤ 1.50 m.

4.3 Hinterfüllung

Hinterfüllung:

$$\text{Kohäsion } c'_k = 0 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Reibungswinkel } \varphi'_k = 33^\circ$$

$$\text{Raumgewicht } \gamma'_k = 21 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

Erddruckbeiwert für den Erdruhedruck für die Hinterfüllung:

$$K_0 := \frac{(1 - \sin(\varphi)) \cdot (1 + \sin(\beta_a))}{\cos(\beta_a)} = \frac{(1 - \sin(33^\circ)) \cdot (1 + \sin(0^\circ))}{\cos(0^\circ)} = 0.455$$

5 Wesentliche Annahmen für die Tragwerks- und Berechnungsmodelle

Erddruckansatz:

Siehe Tabelle 6

6 Akzeptierte Risiken

Gemäss Nutzungsvereinbarung.

7 Grundlagen

7.1 SIA- und VSS-Normen

[1]	SIA 260	(2013)	Grundlagen der Projektierung von Tragwerken
[2]	SIA 261	(2014)	Einwirkungen auf Tragwerke
[3]	SIA 261/1	(2003)	Ergänzende Festlegungen
[4]	SIA 262	(2013)	Betonbau
[5]	SIA 262/1	(2013)	Ergänzende Festlegungen
[6]	SIA 263	(2013)	Stahlbau
[7]	SIA 263/1	(2013)	Ergänzende Festlegungen
[8]	SIA 264	(2014)	Stahl-Beton – Verbundbau
[9]	SIA 264/1	(2014)	Ergänzende Festlegungen
[10]	SIA 267	(2013)	Geotechnik
[11]	SIA 267/1	(2013)	Ergänzende Festlegungen

7.2 Richtlinien und Weisungen

[12] *PHI, Projektierungshandbuch für Ingenieure* Neubau und Erhaltung von Kunstbauten, Version 2.1, Aarau, 3.11.2016

7.3 Berichte

[B1] Bericht Geotechnisches Institut Basel, WB Zugkunft, Los 6: Bahnhof Hirschlang bis Bahnhof Waldenburg (TP17- TP 19) vom 13.03.2017

[B2] Nutzungsvereinbarung Steg Veloroute ca. bei km 10.340 vom 27. Juli 2018

8 Unterschriften

Planer:

IG Lampenstein
c/o Aegerter & Bosshardt AG



Lucas Rentsch
Projektleiter IGLS



Thomas Müller
Projektleiterstellvertreter

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Situation Velo- und Fussgängerweg Hirschlang bei ca. km 10.780	2
Abbildung 2 Skizze Grundriss der Brückenplatte	3
Abbildung 3 Skizze Schnitt A-A durch die Brückenachse. Siehe Abbildung 1	4
Abbildung 4 Skizze Schnitt B-B senkrecht zu den Uferstützmauern, Blickrichtung FG-Steg. Siehe Abbildung 1	4
Abbildung 5 Statisches System. Schnitt in der Achse der Brückenplatte (verzerrte Darstellung der Widerlager)	5
Abbildung 6 Aufteilung der Temperaturänderung über den Querschnitt, SIA 261 Figur 10	13

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Beton	6
Tabelle 2 Betoneigenschaften	6
Tabelle 3 Baustoffe Betonstahl	6
Tabelle 4 Eigenlast	8
Tabelle 5 Auflast	8
Tabelle 6 Ständige Einwirkungen aus dem Baugrund	8
Tabelle 7 Lastmodelle gemäss SIA 261 9.2	9
Tabelle 8 Lastmodell Strassenverkehr	13
Tabelle 9 Lastbeiwerte	15
Tabelle 10 Reduktionsbeiwerte	17
Tabelle 11 Einwirkungen und Massnahmen	18
Tabelle 12 Baugrundmodell	19
Tabelle 13 Bodenmechanische Kennwerte auf dem Kennwertniveau	19