

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



Auflageprojekt

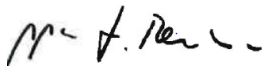
Projektbasis

Steg über die Vordere Frenke Haltestelle
Niederdorf

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) Andrin Leimgruber

Freigabe Lucas Rentsch / Antonina Hochuli

Verteiler

Datei K:\9000\9670_MTh_BLT_WBZU_Los6\P500_Projektierung\P580_Projektdokumente\PB\9670_PB_Steg
Haltestelle ND Nord_Los_6_V_2_20190412.docx

Seitenanzahl 29

Copyright

Inhalt

Änderungsverzeichnis	iii
1 Allgemeines	1
1.1 Einleitung	1
1.2 Objektbeschrieb	1
1.3 Objektskizzen, Übersichtsplan	2
1.4 Abgrenzung	3
2 Tragwerkskonzept	3
2.1 Tragsystem	3
2.2 Wichtigste Abmessungen	5
2.3 Baustoffeigenschaften	5
2.4 Konstruktionsdetails	5
2.5 Vorgesehene Bauverfahren	5
3 Einwirkungen	6
3.1.1 Ständige Einwirkungen	6
3.1.2 Veränderliche Einwirkungen	7
3.1.3 Aussergewöhnliche Einwirkungen	12
4 Tragsicherheit	14
4.1.1 Nachweis der Tragsicherheit	14
5 Gebrauchstauglichkeit	17
5.1 Gebrauchstauglichkeit	17
5.1.1 Bemessungssituationen	17
6 Dauerhaftigkeit, Gewährleistung vorgesehener Massnahmen inklusive Verantwortlichkeiten, Abläufe	19
7 Kontrollen und Korrekturmechanismen	19
8 Angenommene Baugrundverhältnisse	20
8.1 Baugrundmodell	20
8.2 Baugrund	20
8.3 Hinterfüllung	21
9 Wesentliche Annahmen für die Tragwerks- und Berechnungsmodelle	21
10 Akzeptierte Risiken	21
11 Grundlagen	22

11.1	SIA- und VSS-Normen	22
11.2	Richtlinien und Weisungen	22
11.3	Berichte	22
12	Unterschriften	23

Änderungsverzeichnis

REV.	ÄNDERUNG	URHEBER	DATUM	BEMERKUNG
1.0	Erstellung PB Stufe Bau- und Auflageprojekt	IGLS	22.01.2019	
1.1	Bereinigung nach Prüfung PI	IGLS	--	
2.0	Bereinigung nach Vernehmlassung BLT	IGLS	12.04.2019	Abgabe BAV

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.

Die vorliegende Projektbasis dient als Grundlage für die Bemessung des Fussgängersteiges über die Vordere Frenke bei der Haltestelle Niederdorf ca. bei km 10.945 für die Stufe Auflage- und Bauprojekt.

1.2 Objektbeschreibung

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

Die Feldlänge der Brückenplatte resp. der Achsabstand zwischen den Widerlagerwänden beträgt ca. 7.5 m. Die Platte hat eine Breite von 5.8 m. Aufgrund der Geländer ergibt sich eine Nutzbreite von 5.2 m. Die Brückenplatte hat ein einseitiges Quergefälle von 2.2% und weist eine Dicke von 0.5 m auf.

Die Unterkante der Brückenplatte liegt an der tiefsten Stelle ca. bei 470.07 m ü. M. und die Unterkante der Fundamente liegt zwischen 465.27 und 465.55 m ü. M..

Die Hinterfüllung und Verdichtung sowie die Foundationsschicht ist gemäss VSS vorzusehen, da sich die Widerlager in unmittelbarer Nähe vom Bahntrasse und / oder Strasse liegen.

1.3 Objektskizzen, Übersichtsplan

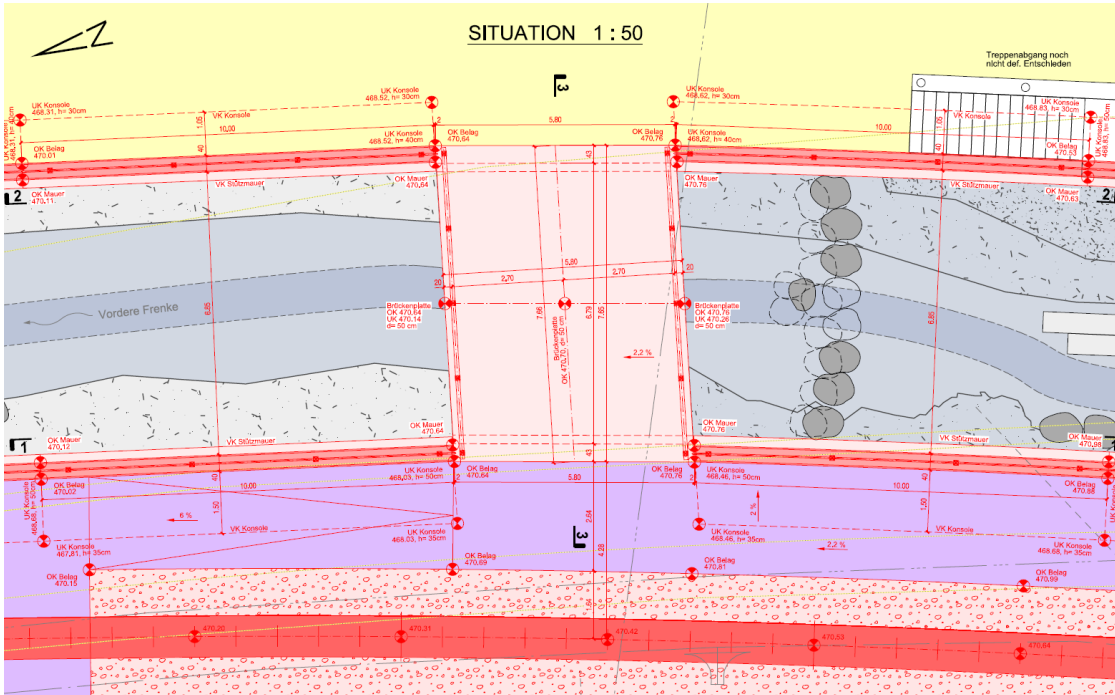


Abbildung 1: Situation des Fußgängerstegs bei der Haltestelle Niederdorf

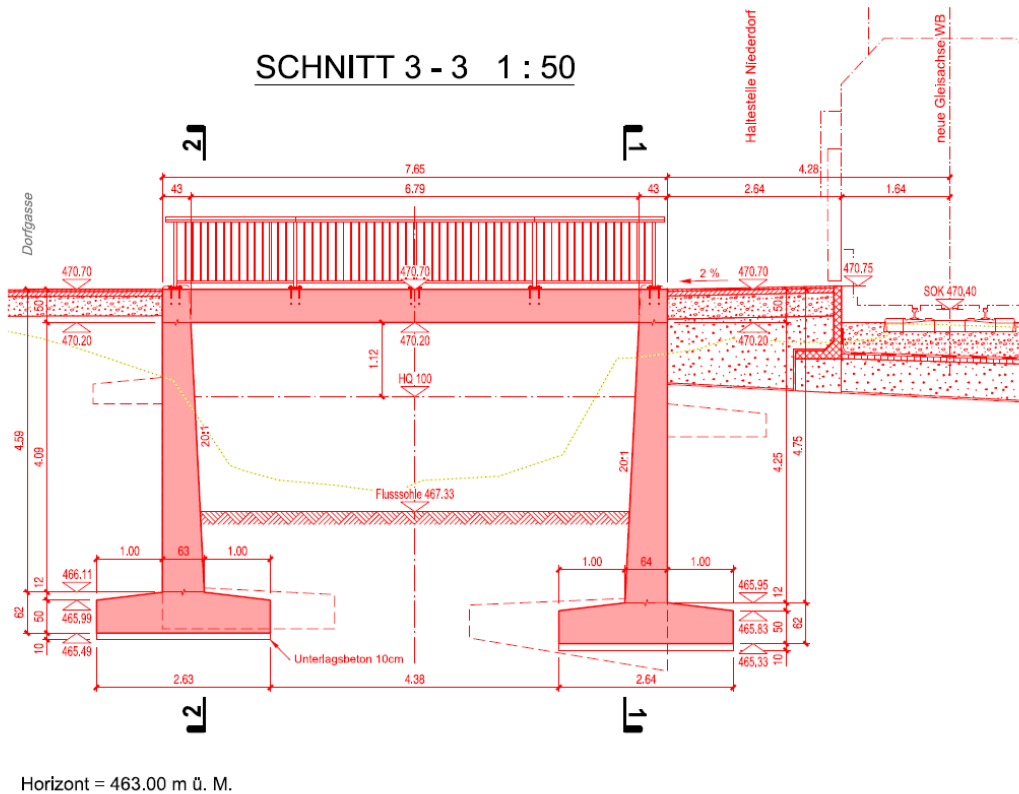


Abbildung 2: Querschnitt des Fußgängerstegs bei der Haltestelle Niederdorf

1.4 Abgrenzung

Die vorliegende Projektbasis gilt ausschliesslich für die Bemessung des Fussgängersteiges über die Vordere Frenke bei der Haltestelle Niederdorf ca. bei km 10.945.

2 Tragwerkskonzept

2.1 Tragsystem

Der Fussgängersteg stellt eine Rahmenkonstruktion dar, welche im Boden elastisch fundiert ist. Die auf der Brückenplatte wirkenden Lasten werden durch die Rahmenwirkung in die Widerlagerwände eingeleitet. 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 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.

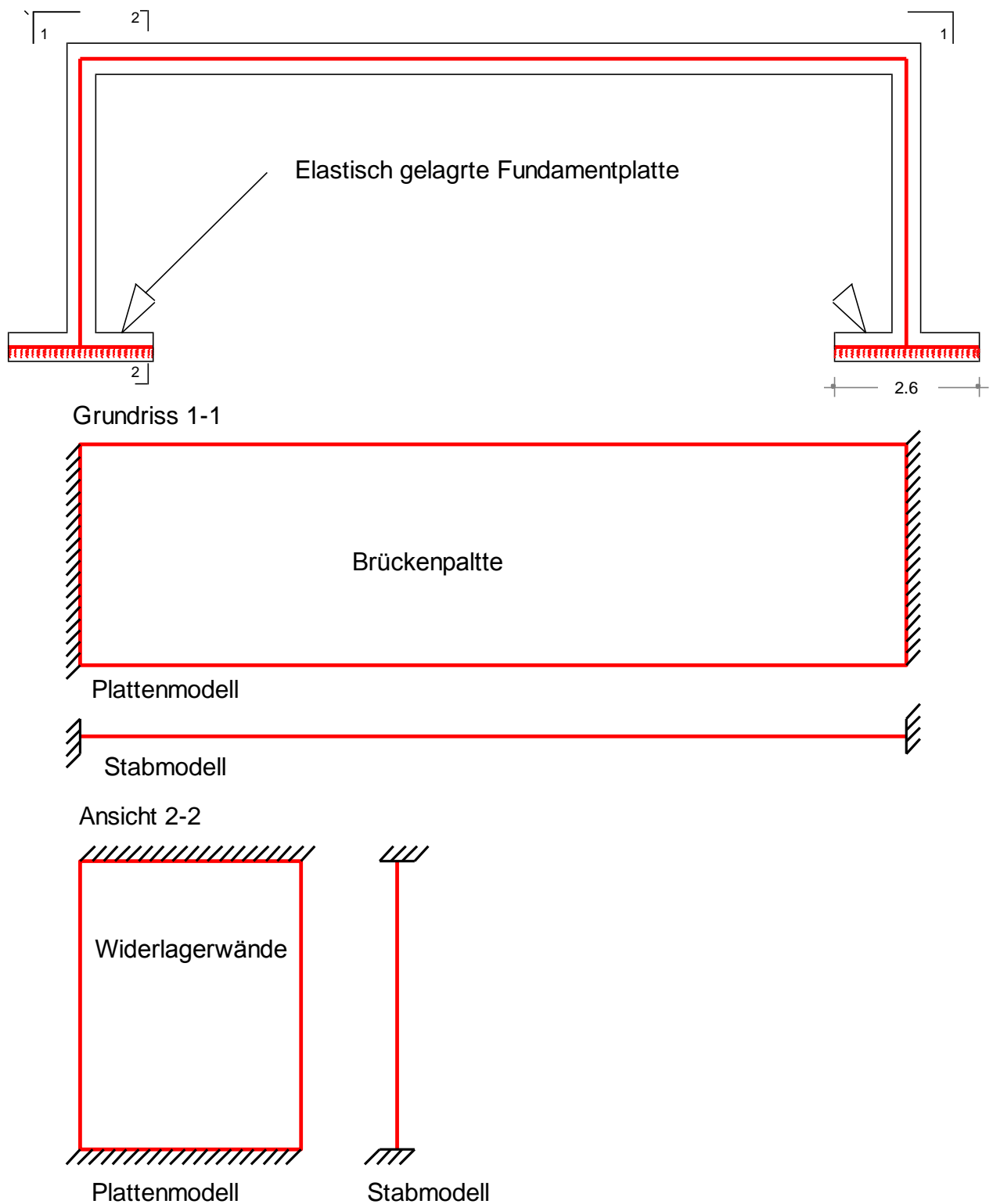


Abbildung 3: Statisches System. Schnitt in der Achse der Brückenplatte

2.2 Wichtigste Abmessungen

Die Abmessungen können den Abbildungen 1 bis 5 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} 32 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 ($\gamma_c=1.5$, $\eta_t=1.0$, $\eta_{fc}=1.0$ 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 Elastizitätsmoduls E_{cm} SIA 262 3.1.2.3.3
C30/37	$f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$	$f_{cd} = 20 \text{ N/mm}^2$	$\tau_{cd} = 1.10 \text{ N/mm}^2$	$E = 33'600 \text{ N/mm}^2$

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	B500B	$f_{sk} = 500 \text{ N/mm}^2$	$f_{sd} = 435 \text{ N/mm}^2$	$E = 205'000 \text{ N/mm}^2$

Tabelle 3: Baustoffe Betonstahl

2.4 Konstruktionsdetails

Kapitel wird in der nächsten Projektphase ergänzt.

2.5 Vorgesehene Bauverfahren

Kapitel wird in der nächsten Projektphase ergänzt.

¹ Zylinderdruckfestigkeit

3 Einwirkungen

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	Massnahme	Weiterbearbeitung	Annahme für die Tragwerkanalyse und Bemessung
Stahlbeton	Bemessung	Statische Berechnung	Raumlast $\gamma_g=25 \text{ kN/m}^3$

Tabelle 4: Eigenlast

3.1.1.2 Auflast

Einwirkung	Massnahme	Weiterbearbeitung	Annahme für die Tragwerkanalyse und Bemessung
Geländer ²	Bemessung	Statische Berechnung	Linienlast $g_k=1.6 \text{ kN/m}$
Belag ³	Bemessung	Statische Berechnung	Flächenlast $g_k= 1.7 \text{ kN/m}^2$

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.

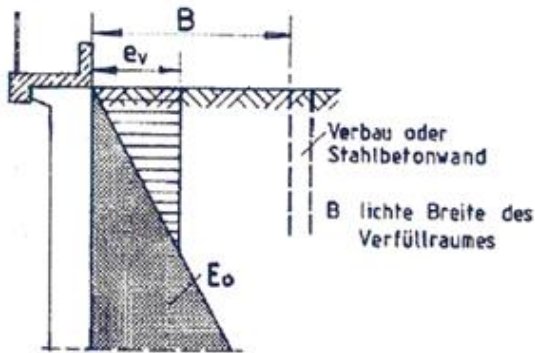
Einwirkung	Erddruckansatz	
Erdruhedruck	$K_0 = \frac{(1-\sin(\varphi'_k)) \cdot (1+\sin(\beta))}{\cos(\beta)}$	SIA 261 4.3.2.4
Passiver Erddruck	E_p $K_p = \frac{\cos^2(\varphi'_k - \alpha)}{\left(1 - \sqrt{\frac{\sin(\varphi'_k - \delta_p) \sin(\varphi'_k + \beta_p)}{\cos(\alpha - \delta_p) \cos(\alpha + \beta_p)}}\right)^2 \cos^2(\alpha) \cdot \cos(\delta_p - \alpha)}$ $K_{ph} = K_p \cdot \cos(\delta_p - \alpha)$ <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.

³ Die Dicke des Belags beträgt gemäss Nutzungsvereinbarung 7 cm.

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 auf der Brücke

Für die Bemessung des Fussgängersteiges bei der Haltestelle Niederdorf werden folgende Lastmodelle gemäss SIA 261 9.2 angesetzt:

Lastmodell	Einwirkung	
Lastmodell 1	$q_k=4.0 \text{ kN/m}^2$, $q_{hk}=10\% \cdot 4.0 \text{ kN/m}^2=0.4 \text{ kN/m}^2$	Flächenlast
Lastmodell 2 ⁴	$Q_k=10 \text{ kN}$ $Q_{hk}=60\% \cdot 10 \text{ kN}=6 \text{ kN}$	Einzellast

Tabelle 7: Einwirkungen nicht motorisierter Verkehr

3.1.2.2 Schmalspurbahnverkehr (nicht auf der Brücke) Lastmodell 4

Die Einwirkungen infolge des Schmalspurbahnverkehrs werden nach SIA 261 Kapitel 12 ermittelt. Die Anordnung und die Werte der Bahnverkehrslasten werden gemäss SIA 261 Figur 17 und SIA 261 Tabelle 17 ermittelt.

⁴ Aufstandsfläche von 0.10 m x 0.10 m oder Aufstandsfläche mit Durchmesser von $\varnothing=0.11 \text{ m}$

Lastmodell	Lastschema	Kennwert Einzellast Q_k [kN]	Kennwert Linienlast q_k [kN/m]
Lastmodell 4		$130 \cdot \Phi \cdot \alpha$	$25 \cdot \Phi \cdot \alpha$

Tabelle 8: Einwirkungen aus Schmalspurbahnverkehr

Beiwerte

Der dynamische Beiwert und der Beiwert zur Klassifizierung des Lastmodells 4 werden gemäss SIA 261 Kapitel 12.3 ermittelt:

Dynamischer Beiwert Φ

$$\Phi = 1 \qquad \text{SIA 261 11.3.1.6}$$

Beiwert zur Klassifizierung des Lastmodells 4

$$\alpha = 1 \qquad \text{SIA 261 12.3.2}$$

Lastexzentrizität und Lastverteilung auf Schienen Schwellen und Schotte

Die Lastexzentrizität hat einen sehr geringen Einfluss auf die Bemessung der Widerlagerwände und wird deshalb vernachlässigt.

Die Lastverteilung erfolgt gemäss SIA 261 12.2.1.4 und SIA 261 11.2.6.4.

Anfahr- und Bremskräfte LM 4

Die Anfahr- und Bremskräfte wirken entlang der Widerlagerwände und sind deshalb für die Bemessung von diesen nicht relevant.

Schlingerkraft LM 4

Die Schlingerkraft wird gemäss SIA 261 12.2.3.2 ermittelt:

$$Q_{sk} = 50kN$$

Die Schlingerkraft wird gemäss SIA 261 11.2.3.1 als horizontale Einzelkraft in ungünstiger Stellung auf Höhe der Fahrebene quer zur Gleisachse angeordnet.

Zentrifugalkraft LM 4

Die Zentrifugalkraft im Bereich der Brücke wird aufgrund der Gleisgeometrie nicht massgebend.

3.1.2.3 Strassenverkehr auf der Strasse (nicht auf der Brücke)

$$q_k = 20 \frac{kN}{m^2}$$

3.1.2.4 Lastmodell Unterhaltsfahrzeug auf dem Perron

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

Tabelle 9: Lastmodell Unterhaltsfahrzeug

Gesamtlast:	75 kN
Achslast:	37.5 kN
Radlast:	18.75 kN
Fläche:	4 m ²
Ersatzflächenlast:	$q_k = 20 \frac{kN}{m^2}$

3.1.2.5 Veränderliche Einwirkungen aus dem Baugrund

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

Bauzustand:

Für den Bauzustand wird auf beiden Seiten der Brücke die Strassenverkehrslast angesetzt. Unter dem Bauzustand wird der Zustand verstanden, wenn neben der Brücke noch gebaut wird, und deshalb die Lasten aus Strassenverkehr neben der Brücke wirken.

Endzustand:

Im Endzustand wird auf der Seite der Dorfgasse die Strassenverkehrslast und auf der Seite WB auf dem Perron die Last des Unterhaltfahrzeugs angesetzt. Zudem wird auf der Seite WB die Last aus dem Schmalspurbahnverkehr angesetzt. Der Erddruck aus den Strassenverkehrslasten auf der Hauptstrasse hat keinen Einfluss auf die Widerlagerwände.

3.1.2.6 Abschränkungen

Menschengedränge $q_k=3.0 \text{ kN/m}$

SIA 261 Tabelle 20 Kat. C¹⁾

Die Einwirkung ist für die globale Tragsicherheit nicht massgebend. Die horizontale Kraft auf die Abschränkung wird für die lokalen Nachweise der Befestigung angesetzt.

⁵ Ermittlung der Erddruckbeiwerte siehe Kapitel 3.1.1.3

3.1.2.7 Schnee

Der charakteristische Wert der Schneelast:

$$q_k = \mu_i * C_e * C_T * s_k \quad \text{SIA 261 5.2.2}$$

$$\text{Dachformbeiwerte:} \quad \mu_i = 0.8 \quad \text{SIA 261 5.2.3}$$

$$\text{Windexpositionsbeiwert:} \quad C_e = 1.0 \quad \text{SIA 261 5.2.4}$$

$$\text{Thermischer Beiwert:} \quad C_T = 1.0 \quad \text{SIA 261 5.2.5}$$

$$\text{Bezugshöhe:} \quad h_0 = 470m \quad \text{SIA 261 Anhang D}$$

$$s_k = \left[1 + \left(\frac{h_0}{350} \right)^2 \right] * 0.4 \frac{kN}{m^2} = 1.1 \frac{kN}{m^2} \geq 0.9 \frac{kN}{m^2} \quad \text{SIA 261 5.2.6}$$

$$q_k = \mu_i * C_e * C_T * s_k = 0.8 * 1 * 1 * 1.1 \frac{kN}{m^2} = 0.88 \frac{kN}{m^2}$$

Da der Fussgängersteg bei der Haltestelle Niederdorf nicht gedeckt ist, müssen die Schneelasten gemäss SIA 260 Tabelle 8 nicht als Begleiteinwirkung berücksichtigt werden.

3.1.2.8 Wind

$$\text{Staudruck:} \quad q_p = c_h * q_{p0} \quad \text{SIA 261 6.2.1.1}$$

Geländekategorie: III

$$\text{Bauwerkshöhe:} \quad z_{min} = 5m \quad \text{SIA 2616.2.1.2}$$

$$\text{Gradienthöhe:} \quad z_g = 450m \quad \text{SIA 261 Tabelle 4}$$

$$\text{Exponent der Bodenrauigkeit:} \quad \alpha_r = 0.23 \quad \text{SIA 261 Tabelle 4}$$

Profilbeiwert:

$$c_h = 1.6 * \left[\left(\frac{z}{z_g} \right)^{\alpha_r} + 0.375 \right]^2 = 0.853 \quad \text{SIA 261 6.2.1.2}$$

$$\text{Referenzwert des Staudrucks:} \quad q_{p0} = 1.1 \frac{kN}{m^2} \quad \text{SIA 261 Anhang E}$$

$$q_p = c_h * q_{p0} = 0.853 * 1.1 \frac{kN}{m^2} = 0.94 \frac{kN}{m^2}$$

Windkräfte:

$$Q_K = c_{red} * c_d * c_f * q_p * A_{ref} \quad \text{SIA 261 6.2.3.2}$$

$$\text{Bauwerksabmessungen:} \quad b = 5.8m \quad h = 0.5m \quad \frac{h}{b} = 0.086$$

Gesamthöhe: $h_{tot} = h_1 + h = 0m + 0.5m = 0.5m$ SIA 261 Tabelle 61

Spannweite: $l_s = 7.22m$

Winkel der Querneigung: $\vartheta = 10^\circ$

Referenzflächen: $A_{ref1} = l_s * h_{tot} = 3.6m^2$ $A_{ref3} = l_s * b = 42m^2$

Reduktionfaktor: $c_{red} = 1.0$ SIA 261 6.3.2

Dynamischer Faktor: $c_d = 1.0$ SIA 261 6.3.5

Kraftbeiwerte: $c_{f1} = 1.55$ $c_{f3} = -0.79$ SIA 261 Tabelle 61

$Q_{K1} = c_{red} * c_d * c_{f1} * q_p * A_{ref1} = 8.1kN$ $Q_{K3} = c_{red} * c_d * c_{f3} * q_p * A_{ref3} = -31.2kN$

Windkräfte als Flächenlast:

$q_{K1} = c_{red} * c_d * c_{f1} * q_p = 1.5 \frac{kN}{m^2}$ $q_{K3} = c_{red} * c_d * c_{f3} * q_p = -0.7 \frac{kN}{m^2}$

3.1.2.9 Temperatur

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

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

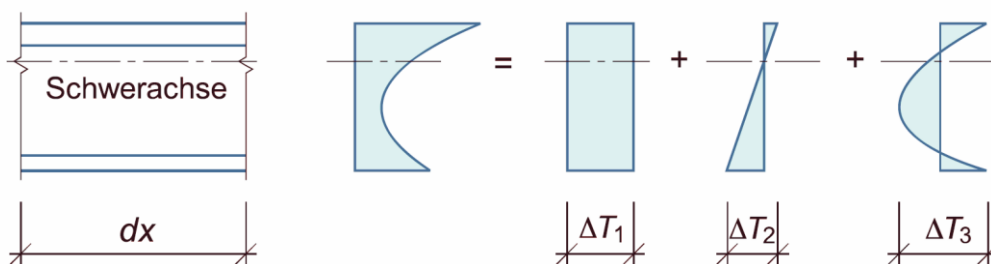


Abbildung 4: Aufteilung der Temperaturänderung über den Querschnitt, SIA 261 Figur 10

3.1.3 Aussergewöhnliche Einwirkungen

3.1.3.1 Lastmodell Unterhaltsfahrzeug auf der Brücke

SIA 261 9.1.3, 9.3, NV

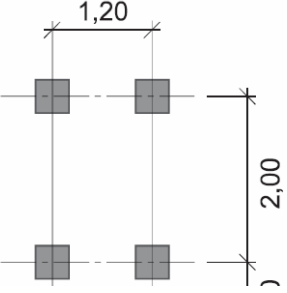
Lastmodell	Lastschema	Kennwert Achslast Qk [kN]
Lastmodell Strassenverkehr bis 75 kN (verteilt auf 2 Achsen)		37.5 kN

Tabelle 10: Lastmodell Unterhaltsfahrzeug

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:	$\gamma_f = 1.0[-]$
Baugrundklasse D	SIA 261 Tab.24
	$S = 1.35 [-]$
	$T_B = 0.20 [s]$
	$T_C = 0.80 [s]$
	$T_D = 2.0 [s]$

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.

3.1.3.5 Entgleisung WB

Die Trasse der WB ist ausreichend von der Brücke entfernt. Deshalb ist dieses Gefährdungsbild nicht massgebend.

3.1.3.6 Zuganprall

Nicht massgebend für die Brücke.

4 Tragsicherheit

4.1.1 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

4.1.1.1 Bemessungssituationen

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

Tabelle 11: Lastbeiwerte für den Nachweis der Tragsicherheit

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:

$$E_d = 0.9G_{k,EL} + 0.9G_{k,AL} + 0.8G_{k,Erddruck,st} + 1.05Q_{k,Wasserdruck}$$

GZT2: Nachweise der inneren Tragsicherheit

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

Leiteinwirkung nicht motorisierter Verkehr auf der Brücke LM1:

$$E_d = 1.35G_{k,EL} + 1.35G_{k,AL} + 1.35G_{k,Erddruck,st} + 1.5Q_{k,LM1} + 0.6Q_{k,Wind} + 0.6Q_{k,Temp} + 0.7Q_{k,Erddruck,ver}$$

$$E_d = 1.35G_{k,EL} + 1.35G_{k,AL} + 0.7G_{k,Erddruck,st} + 1.5Q_{k,LM1} + 0.6Q_{k,Wind} + 0.6Q_{k,Temp} + 0.7Q_{k,Erddruck,ver}$$

⁸ Geotechnische Nachweise

Leiteinwirkung nicht motorisierter Verkehr auf der Brücke LM2:

$$E_d = 1.35G_{k,EL} + 1.35G_{k,AL} + 1.35G_{k,Erddruck,st} + 1.5Q_{k,LM2} + 0.6Q_{k,Wind} + 0.6Q_{k,Temp} + 0.7Q_{k,Erddruck,ver}$$

$$E_d = 1.35G_{k,EL} + 1.35G_{k,AL} + 0.7G_{k,Erddruck,st} + 1.5Q_{k,LM2} + 0.6Q_{k,Wind} + 0.6Q_{k,Temp} + 0.7Q_{k,Erddruck,ver}$$

Leiteinwirkung Schnee:

$$E_d = 1.35G_{k,EL} + 1.35G_{k,AL} + 1.35G_{k,Erddruck,st} + 1.5Q_{k,Schnee} + 0.4Q_{k,LM1} + 0.6Q_{k,Wind} + 0.6Q_{k,Temp} + 0.7Q_{k,Erddruck,ver}$$

$$E_d = 1.35G_{k,EL} + 1.35G_{k,AL} + 0.7G_{k,Erddruck,st} + 1.5Q_{k,Schnee} + 0.4Q_{k,LM1} + 0.6Q_{k,Wind} + 0.6Q_{k,Temp} + 0.7Q_{k,Erddruck,ver}$$

Leiteinwirkung Wind:

$$E_d = 1.35G_{k,EL} + 1.35G_{k,AL} + 1.35G_{k,Erddruck,st} + 1.5Q_{k,Wind} + 0.4Q_{k,LM1} + 0.6Q_{k,Temp} + 0.7Q_{k,Erddruck,ver}$$

$$E_d = 1.35G_{k,EL} + 1.35G_{k,AL} + 0.7G_{k,Erddruck,st} + 1.5Q_{k,Wind} + 0.4Q_{k,LM1} + 0.6Q_{k,Temp} + 0.7Q_{k,Erddruck,ver}$$

Leiteinwirkung Temperatur:

$$E_d = 1.35G_{k,EL} + 1.35G_{k,AL} + 1.35G_{k,Erddruck,st} + 1.5Q_{k,Temp} + 0.4Q_{k,LM1} + 0.6Q_{k,Wind} + 0.7Q_{k,Erddruck,ver}$$

$$E_d = 1.35G_{k,EL} + 1.35G_{k,AL} + 0.7G_{k,Erddruck,st} + 1.5Q_{k,Temp} + 0.4Q_{k,LM1} + 0.6Q_{k,Wind} + 0.7Q_{k,Erddruck,ver}$$

Leiteinwirkung veränderlicher Erddruck:

$$E_d = 1.35G_{k,EL} + 1.35G_{k,AL} + 1.35G_{k,Erddruck,st} + 1.35Q_{k,Erddruck,ver} + 0.4Q_{k,LM1} + 0.6Q_{k,Temp} + 0.6Q_{k,Wind}$$

$$E_d = 1.35G_{k,EL} + 1.35G_{k,AL} + 0.7G_{k,Erddruck,st} + 1.35Q_{k,Erddruck,ver} + 0.4Q_{k,LM1} + 0.6Q_{k,Temp} + 0.6Q_{k,Wind}$$

Aussergewöhnliche Einwirkung Unterhaltsfahrzeug auf der Brücke:

$$E_d = G_{k,EL} + G_{k,AL} + G_{k,Erddruck,st} + A_{d,Unterhaltsfahrzeug} + 0.5Q_{k,Temp} + 0.7Q_{k,Erddruck,ver}$$

Aussergewöhnliche Einwirkung Erdbeben:

$$E_d = G_{k,EL} + G_{k,AL} + G_{k,Erddruck,st} + A_{d,Erdbeben} + 0.5Q_{k,Temp}$$

GZT4: Ermüdung

$$E_d \leq R_d$$

Minimale Spannungen:

$$E_d = G_{k,EL} + G_{k,AL} + G_{k,Erddruck,st}$$

Maximale Spannungen: $E_d = G_{k,EL} + G_{k,AL} + G_{k,Erddruck,st} + Q_{k,LM4}$

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:

$$E_d = 1.35G_{k,EL} + 1.35G_{k,AL} + 1.35G_{k,Erddruck,st} + 1.5Q_{k,LM1} + 0.6Q_{k,Wind} + 0.6Q_{k,Temp} + 0.7Q_{k,Erddruck,ver}$$

5 Gebrauchstauglichkeit

5.1 Gebrauchstauglichkeit

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

- Funktionstüchtigkeit des Bauwerkes (Verformungen, Dichtigkeit)
- Den Komfort der Personen, die das Bauwerk nutzen
- Das Aussehen des Bauwerks (Risse, Verbindungen)

5.1.1 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

Komfort: GZG häufig⁹ Durchbiegung der Brückenplatte $w \leq \frac{l}{600}$

Aussehen: GZTG quasi-ständig Durchbiegung der Brückenplatte $w \leq \frac{l}{700}$

⁹ Durchbiegung infolge Lastmodell 1 gem. SIA 260 Tab.9⁴⁾

Einwirkungen		Seltene Lastfälle Ψ_0	Häufige Lastfälle Ψ_1	Quasi-ständige Lastfälle Ψ_2
Ständige Einwirkungen¹⁰				
Eigenlasten	G_k	1.0	1.0	1.0
Auflast	G_k	1.0	1.0	1.0
Veränderliche Einwirkungen				
Nicht motorisierter Verkehr ¹¹	Q_k	0.4	0.4	0
Temperatur	Q_k	0.6	0.6	0.5
Einwirkungen aus dem Baugrund¹⁰				
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 12: 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:

$$E_d = G_{k,EL} + G_{k,AL} + G_{k,Erddruck,st} + 0.4Q_{k,LM1} + 0.5Q_{k,Temp} + 0.7Q_{k,Erddruck,ver}$$

Leiteinwirkung Temperatur:

$$E_d = G_{k,EL} + G_{k,AL} + G_{k,Erddruck,st} + 0.6Q_{k,Temp} + 0.7Q_{k,Erddruck,ver}$$

Leiteinwirkung Wind:

$$E_d = G_{k,EL} + G_{k,AL} + G_{k,Erddruck,st} + 0.2Q_{k,Wind} + 0.5Q_{k,Temp} + 0.7Q_{k,Erddruck,ver}$$

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

Leiteinwirkung Temperatur:

$$E_d = G_{k,EL} + G_{k,AL} + G_{k,Erddruck,st} + 0.5Q_{k,Temp} + 0.7Q_{k,Erddruck,ver}$$

Komfort:

Vertikale Schwingungen $f > 4.5$ Hz oder $f < 1.6$ Hz

¹⁰ Faktor 1.0 bedeutet, dass die Einwirkung nicht reduziert wird

¹¹ Infolge LM1

6 Dauerhaftigkeit, Gewährleistung vorgesehener 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 C 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 Betonier-Etappen • Sorgfältige Nachbehandlung • Saubere konstruktive Durchbildung der Bewehrung unter Berücksichtigung von ausreichenden Vibrierlücken • Bewehrungsregelabstand $s = 150 \text{ mm}$ 	SIA 262 4.4.2.2 ¹²
Korrosionsschutz Bewehrung	<ul style="list-style-type: none"> • Bewehrungsüberdeckung generell: $c_{nom} = 55 \text{ mm}$ • Wirksame Entwässerung • Gefälle $\geq 2 \%$ • Dichter Beton 	SIA 262 Tab. 18
Frostbeständigkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Geeignete Betonsorte 	

Tabelle 13: Dauerhaftigkeit

7 Kontrollen und Korrekturmechanismen

Kapitel wird in der nächsten Projektphase ergänzt.

¹² Korrigeanda C1 zur Norm SIA 262/1:2013 ist zu beachten

8 Angenommene Baugrundverhältnisse

8.1 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. 471 ¹⁵	0	7	
Mischschotter (mitteldicht)	ca. 464	7	2	
Mischschotter (dicht)	ca. 462	9	---	
Obere Süsswassermolasse (Tertiär)	----	---	---	Fels

Tabelle 14 Baugrundmodell

8.2 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 Süsswassermolasse (Tertiär)	22	35	26	150

Tabelle 15 Bodenmechanische Kennwerte auf dem Kennwertniveau

Die zulässigen Bodenpressungen¹⁶ für den dicht gelagerten Mischschotter liegen ca. bei $\sigma_d=275$ bis 300 kN/m^2 und für den mitteldicht gelagerten Schotter betragen sie $\sigma_d=150$ bis 225 kN/m^2 .

¹³ Bericht Geotechnisches Institut Basel, WB Zugkunft, Los 6: Bahnhof Hirschlang bis Bahnhof Waldenburg (TP17 - TP 19) vom 13.03.2017

¹⁴ Die tiefsten Koten

¹⁵ Ca. bei km 10.945

¹⁶ Die im geologischen Bericht angegebenen Werte beziehen sich auf die Einzelfundamente mit Breiten $\leq 2.50 \text{ m}$ und Streifenfundamente mit Breiten $\leq 1.50 \text{ m}$.

8.3 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 Erdruchedruck für die Hinterfüllung:

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

9 Wesentliche Annahmen für die Tragwerks- und Berechnungsmodelle

Erddruckansatz:

Siehe Tabelle 6

10 Akzeptierte Risiken

Gemäss Nutzungsvereinbarung.

11 Grundlagen

11.1 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

11.2 Richtlinien und Weisungen

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

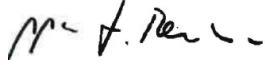
11.3 Berichte

- [B1] Bericht Geotechnisches Institut Basel, WB Zugkunft, Los 6: Bahnhof Hirschlang bis Bahnhof Waldenburg (TP17- TP 19) vom 13.03.2017
- [B2] Nutzungsvereinbarung Steg über die Vordere Frenke Haltestelle Niederdorf vom 31. Januar 2019

12 Unterschriften

Planer:

IG Lampenstein
c/o Aegerter & Bosshardt AG



Lucas Rentsch
Projektleiter IGLS



Thomas Müller
Projektleiterstellvertreter

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Situation des Fussgängerstegs bei der Haltestelle Niederdorf	2
Abbildung 2: Querschnitt des Fussgängerstegs bei der Haltestelle Niederdorf	2
Abbildung 3: Statisches System. Schnitt in der Achse der Brückenplatte	4
Abbildung 4: Aufteilung der Temperaturänderung über den Querschnitt, SIA 261 Figur 10	11

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Beton	5
Tabelle 2: Betoneigenschaften	5
Tabelle 3: Baustoffe Betonstahl	5
Tabelle 4: Eigenlast	6
Tabelle 5: Auflast	6
Tabelle 6: Ständige Einwirkungen aus dem Baugrund	6
Tabelle 7: Einwirkungen nicht motorisierter Verkehr	7
Tabelle 8: Einwirkungen aus Schmalspurbahnverkehr	8
Tabelle 9: Lastmodell Strassenverkehr	12
Tabelle 10: Lastbeiwerte für den Nachweis der Tragsicherheit	15
Tabelle 11 Baugrundmodell	20
Tabelle 12 Bodenmechanische Kennwerte auf dem Kennwertniveau	20