

Dörflibrücke Maschwanden

Gemeinde Maschwanden
Dorfstrasse 54
8933 Maschwanden

Bauprojekt

Projektbasis

115007586

November 2022

Bericht

Autor	Roth, Carsten
Unternehmen	AFRY Schweiz AG
Adresse	Stadthausstrasse, CH-8400 Zürich
Telefon	+41 52 260 52 52
Mobil	+41 76 312 19 38
E-Mail	carsten.roth@afry.com
Datum	30. November 2022

Projektnummer
115007586
Kunde
Gemeinde Maschwanden
Dorfstrasse 54
8933 Maschwanden

Projektbasis

Revisionsliste

Ver.	Änderungsvermerk	Geprüfter Status	Kürzel	Genehmigt	Kürzel
------	------------------	------------------	--------	-----------	--------

Inhalt

Bericht.....	1
Revisionsliste.....	2
1 Allgemeines.....	5
1.1 Einleitung.....	5
1.2 Projektbeschrieb.....	5
1.3 Objektskizzen, Übersichtspläne.....	5
1.4 Abgrenzung.....	6
1.5 Nutzungsdauer.....	7
1.6 Schutzziele.....	7
2 Grundlagen.....	7
3 Baugrundverhältnisse und Baugrundmodell.....	8
3.1 Geologische Verhältnisse.....	8
3.1.1 Geologisches Profil.....	9
3.2 Hydro-Geologische Verhältnisse.....	9
3.3 Wahl des Erddruck-Beiwertes.....	10
4 Tragwerkskonzept.....	11
4.1 Statisches System.....	11
4.1.1 Lagerungssystem.....	11
4.2 Bemessungsmodell.....	11
4.3 Erfüllungsgrade.....	11
4.4 Materialisierung.....	12
4.4.1 Neu zu erstellende Bauteile und Bauwerke.....	12
5 Einwirkungen.....	13
5.1 Neu zu erstellende Bauwerke: Einwirkungen nach SIA 261.....	13
5.1.1 Ständige Einwirkungen.....	13
5.1.2 Bauteilabhängige Einwirkungen.....	13
5.1.3 Veränderliche Einwirkung.....	13
5.1.4 Aussergewöhnliche Einwirkungen.....	14
5.1.5 Ermüdung.....	14
6 Tragsicherheit.....	15
6.1 Gefährdungsbilder und Massnahmen.....	15
6.1.1 Bauzustand (Bauphase).....	15
6.1.2 Endzustand (definitive Nutzungsphase).....	15
7 Gebrauchstauglichkeit.....	16
7.1 Bauzustand (Bauphase).....	16

7.2	Endzustand (definitive Nutzungsphase)	16
8	Dauerhaftigkeit	17
9	Akzeptierte Risiken	17
10	Weitere projektrelevante Bedingungen	17
11	Unterschrift	17

Abbildungen

Abbildung 1-1	Querschnitt	5
Abbildung 1-2	Situation	6
Abbildung 3-1	Rammsondierung Nr. 15 – 2 Widerlager Süd	9

Tabellen

Tabelle 3-1	Baugrundwerte für ungestörte Verhältnisse	8
Tabelle 3-2	Erddruck-Beiwert für Nachweise der Tragsicherheit und der Gebrauchstauglichkeit	10
Tabelle 4-1	Bemessungswerte und charakteristische Werte der Baustoffeigenschaften, neue Bauteile	12
Tabelle 4-2	Produkte und Systeme, neue Bauteile	12
Tabelle 5-1	Ständige Einwirkungen	13
Tabelle 5-2	Bauteilabhängige Einwirkungen	13
Tabelle 5-3	Veränderliche Einwirkungen	14
Tabelle 5-4	Aussergewöhnliche Einwirkungen	14
Tabelle 6-1	Nachweis der Tragsicherheit definitive Nutzungsphase	15
Tabelle 7-1	Nachweis der Gebrauchstauglichkeit definitive Nutzungsphase ...	16
Tabelle 8-1	Anforderungen und Massnahmen zur Gewährleistung der Dauerhaftigkeit	17

1 Allgemeines

1.1 Einleitung

Die vorliegende Projektbasis umfasst den Ersatzneubau Dörflibrücke Maschwanden. In diesem Dokument werden die wesentlichen Annahmen und relevanten Gefährdungsbilder für den Bau- und Betriebszustand zusammengestellt.

Die Projektbasis dient als Grundlage für die Festlegungen des Ersatzes, der Bauvorgänge, der Tragsicherheitsanalysen sowie für die Wahl der Baustoffe.

Als Grundlage für die vorliegende Projektbasis dient die Nutzungsvereinbarung (Dok. KU-32-AFR-BER-11-Nutzungsvereinbarung). Die Nutzungsziele und Vorgaben der Bauherrschaft sind in der Nutzungsvereinbarung Kap. 1 und Kap 5. festgehalten und werden in dieser Projektbasis nicht wiederholt.

1.2 Projektbeschreibung

Die Brücke Haselbach führt die Dörflistrasse über den Haselbach. Das Bauwerk befindet sich am Dorfeingang der Gemeinde Maschwanden im Kanton Zürich. Bei der Zustandserfassung im Jahr 2014 wurde festgestellt, dass sich das Bauwerk in einem schlechten Zustand befindet. Aus diesem Grund wird das Bauwerk ersetzt.

Für den Ersatz ist eine Vollsperrung der Dörflistrasse in diesem Bereich vorgesehen. Nahe Umfahrungsmöglichkeiten sind über den Sagiweg oder über Bungartstrasse / Ausserdorfstrasse gegeben.

1.3 Objektskizzen, Übersichtspläne

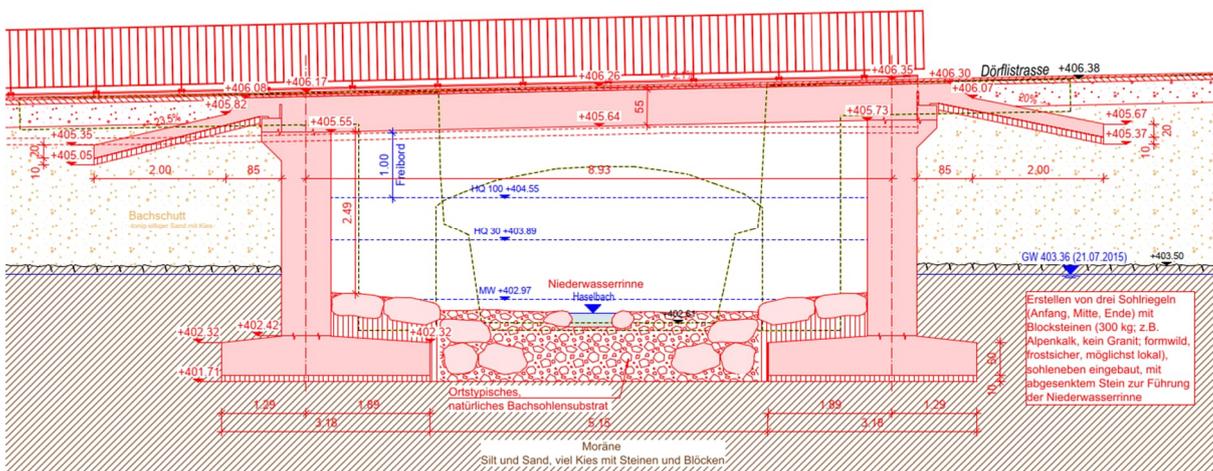


Abbildung 1-1 Querschnitt

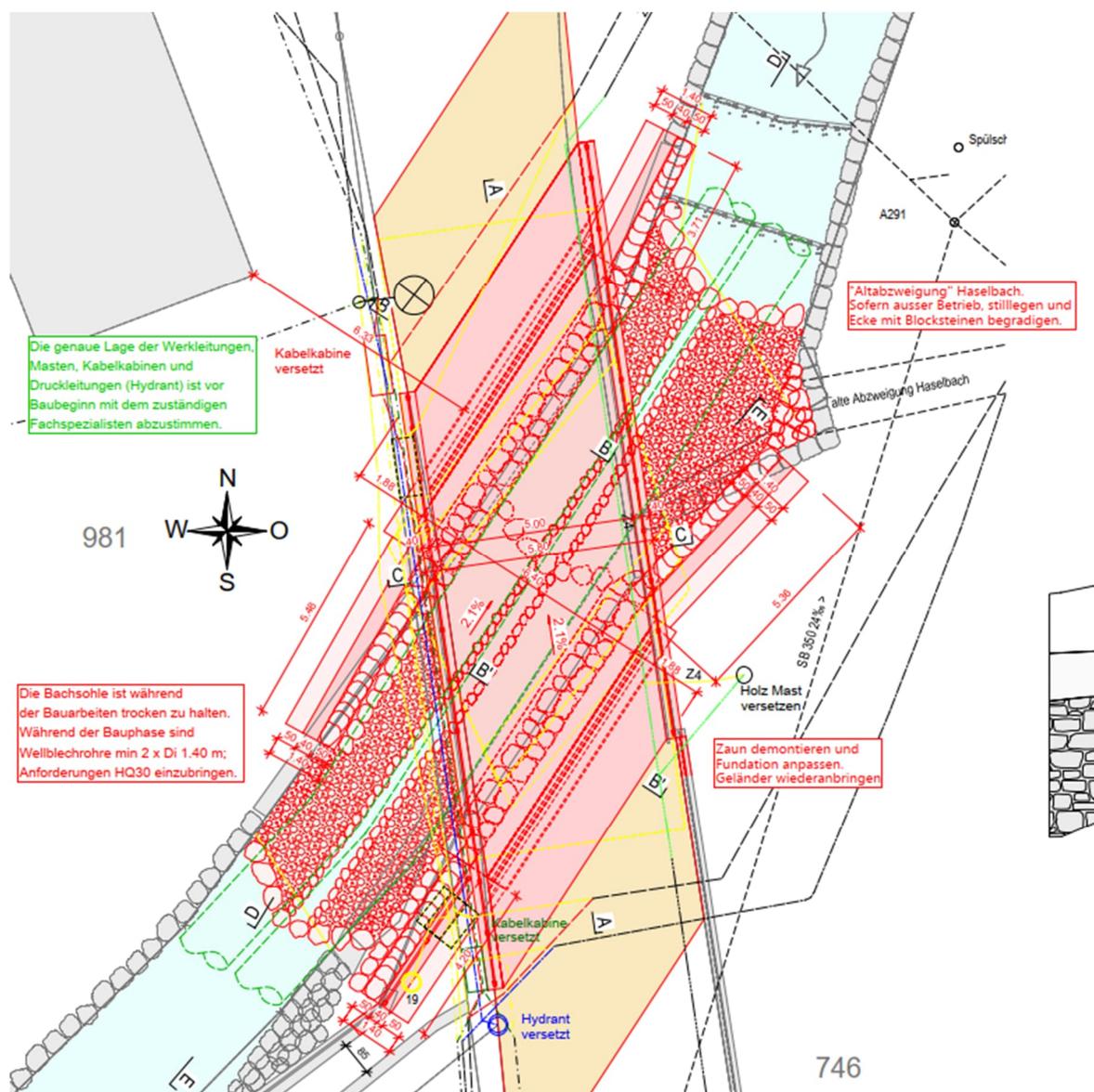


Abbildung 1-2 Situation

1.4 Abgrenzung

Die vorliegende Projektbasis betrifft den geplanten Ersatzneubau der Dörflibrücke Maschwanden inkl. Stützmauern und fasst die vorhandenen Grundlagen sowie die gewonnenen Erkenntnisse zusammen. Die Stützmauern westlich und östlich der Widerlager von der Brücke, sowie die Strasse im Vorlandbereich werden unabhängig von ihrem Zustand nur so weit ersetzt, wie es für das Erstellen der neuen Brücke erforderlich ist.

1.5 Nutzungsdauer

Für die Massnahme gilt eine geplante Nutzungsdauer von 100 Jahren. Die Nutzungsdauern der einzelnen neu zu erstellenden Bauteile sind in der Nutzungsvereinbarung Abs. 1.7 geregelt.

1.6 Schutzziele

Die Schutzziele und Sonderrisiken sind in der Nutzungsvereinbarung Kap.6 definiert.

2 Grundlagen

Siehe Nutzungsvereinbarung Kap 2

3 Baugrundverhältnisse und Baugrundmodell

3.1 Geologische Verhältnisse

Boden	Raumlast	Kohäsion	Reibungswinkel	Zusammendrückungsmodul	
				Erstbel.	Wiederbel.
	γ	c'	φ'	ME	ME'
	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[°]	[MN/m ²]	[MN/m ²]
Künstliche Auffüllung	20	0	(32) 34	20	-
Bachschutt	20.5	0	(34) 36	(30) 40	120
Moräne	22	(0) 5	(32) 34	(80) 100	300

Tabelle 3-1 Baugrundwerte für ungestörte Verhältnisse

Es wurden für die Baugrundwerte X_k folgende Partialfaktoren festgelegt:

- Kohäsion c' : $\gamma_c = 1.5$
- Reibungswinkel φ' : $\gamma_\varphi = 1.2$
- Raumlast γ_e : $\gamma_\gamma = 1.0$
- Zusammendrückungsmodul ME: $\gamma_E = 1.0$

3.1.1 Geologisches Profil

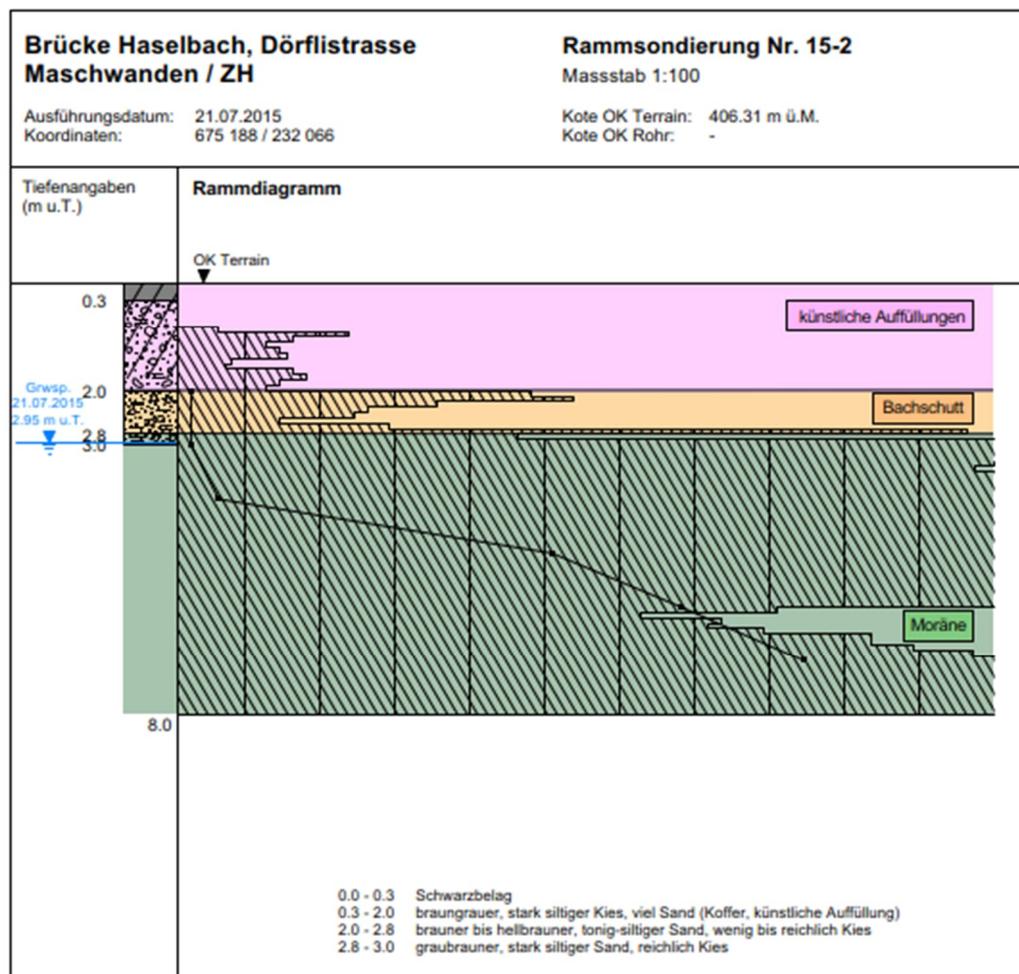


Abbildung 3-1 Rammsondierung Nr. 15 – 2 Widerlager Süd

3.2 Hydro-Geologische Verhältnisse

Die Grundwassermächtigkeit dürfte auf dem Projektareal bei mittleren Wasserständen kaum mehr als wenige Dezimeter erreichen. In der Grundwasserkarte des Kantons Zürich ist der Projektbereich denn auch einer Zone mit geringer Grundwassermächtigkeit < 2 m zugeordnet.

Der Grundwasserspiegel wird im Brückenbereich durch die Wasserspiegellage im Haselbach diktiert. Dies führt dazu, dass der Wasserspiegel im Haselbach nach intensiven Niederschlägen über das Niveau des Grundwasserspiegels ansteigt, damit zum Grundwasser-Infiltrant wird und zu einem entsprechenden Anstieg des Grundwasserspiegels führt.

Das Grundwasser wurde bei den Sondierarbeiten der Geologie in 2.95 m Tiefe angetroffen. Die Kote des Grundwassers liegt demnach auf:

— Grundwasserleiter: 403.36 m.ü.M

3.3 Wahl des Erddruck-Beiwertes

Die Wahl der Erddruckbeiwerte erfolgt gemäss SIA 261, Ziffer 4.3 und Tabelle 1 und SIA 267 Ziffer 12.4.3.

$$\text{Aktiver Erddruckbeiwert} \quad K_{a,h} = \left[\frac{\cos(\varphi_k)}{1 + \left(\frac{\sin(\varphi_k + \delta) \cdot \sin \varphi_k}{\cos(\delta)} \right)^{0.5}} \right]^2 \quad \text{mit } \delta = \frac{2}{3} \varphi_k$$

$$\text{Erdruhedruckbeiwert} \quad K_0 = 1 - \sin \varphi_k$$

$$\text{Erhöhter Erddruckbeiwert} \quad K_{ae,h} = (K_{a,h} + K_0) / 2$$

$$\text{Passiver Erddruckbeiwert} \quad K_{p,h} = \left[\frac{\cos(\varphi_k)}{1 - \left(\frac{\sin(\varphi_k - \delta) \cdot \sin \varphi_k}{\cos(\delta)} \right)^{0.5}} \right]^2 \quad \text{mit } \delta = -\frac{1}{2} \varphi_k$$

Bauteil	Nachweis der Tragsicherheit	Nachweis der Gebrauchstauglichkeit
Widerlagerwände und Flügelmauern	Erdruhedruck mit K_0	Erdruhedruck mit K_0
Baugrubensicherung	Min. erhöhter aktiver Erddruck mit $K_{ae,h}$	Erdruhedruck mit K_0

Tabelle 3-2 Erddruck-Beiwert für Nachweise der Tragsicherheit und der Gebrauchstauglichkeit

4 Tragwerkskonzept

4.1 Statisches System

Der schlaff bewehrte Neubau Dörflibrücke Maschwanden wird in Ortbeton erstellt und auf einer sehr gut tragfähigen und wenig setzungsempfindlichen Moräne flach fundiert. Die ca. 40° schiefwinklige Fahrbahnplatte mit einer Stärke von 0.55 m und Breite von 5.00 m ist monolithisch mit dem Widerlager verbunden. Die Rahmenstiele sind konstant 50 cm stark und die Bodenplatte im Mittel 55 cm dick. Die lichte Weite zwischen den Rahmenstielen beträgt 5.40 m.

Die Flügelmauern werden biegesteif am Rahmenstiel der Brücke angeschlossen. Dabei wird der Querschnitt des Fundaments und der Wand gegenüber dem der Brücke leicht angepasst. Die Stärke der Wand der Flügelmauer beträgt 40 cm. Die Stärke der Bodenplatte ist im Mittel 55 cm mit einer Breite von 1.40 m.

4.1.1 Lagerungssystem

Das Objekt wird flach auf der Moräne fundiert.

4.2 Bemessungsmodell

Das vorliegende Objekt wird als biegesteifer Rahmen bestehend aus Brückenplatte und Widerlagerwänden in Cedrus-8 (Version 1.01.0 Build 84) modelliert. Die Berechnungen werden mit einem ebenen Stabmodell in Statik-8 (Version 1.01.0 Build 95) ergänzt. Baugrundberechnungen werden mit dem Programm Larix-8 (Version 1.00.0 Build 88) durchgeführt.

Die Widerlagerwände werden horizontal gebettet modelliert. Die Horizontalkräfte werden auf einer Seite durch einen zusätzlich entstehenden Erddruck abgetragen. Auf der anderen Seite reduziert sich der Erddruck.

Die Flügelmauern werden in einem eigenen Modell bemessen. Dabei dient die Widerlagerwand als Auflager und das Fundament als Unter- bzw. Überzug.

4.3 Erfüllungsgrade

Siehe Ausführungsstatik (Dok. KU-32-AFR-STA-20-Statistische Berechnung).

4.4 Materialisierung

4.4.1 Neu zu erstellende Bauteile und Bauwerke

Nachfolgend werden die relevanten Rechenwerte angegeben.

Baustoff	Bauteil	Bemessungswerte	Charakteristische Werte
Beton			
Sorte E (T2) C 30/37 XC4(CH), XD1(CH), XF4(CH) D _{max} 32 Cl 0.10 C3 AAR – P2	Überbau Widerlagerwände Bodenplatte Flügelmauer	f _{cd} = 20.0 MPa T _{cd} = 1.10 MPa ε _{c1d} = 2 ‰ ε _{c2d} = 3 ‰	f _{ck} = 30 MPa f _{ctm} = 2.9 MPa E _{ck} = 33.6 GPa γ _{ck} = 25 kN/m ³
Sorte G (T4) C 30/37 XC4(CH), XD3(CH), XF4(CH) D _{max} 32 Cl 0.10 C3 AAR – P2	Konsolköpfe	f _{cd} = 20.0 MPa T _{cd} = 1.10 MPa ε _{c1d} = 2 ‰ ε _{c2d} = 3 ‰	f _{ck} = 30 MPa f _{ctm} = 2.9 MPa E _{ck} = 33.6 GPa γ _{ck} = 25 kN/m ³
Betonstahl			
Stahl B500B	Alle Bauteile	f _{sd} = 435 MPa E _s = 205 GPa k _s = 1.0 ε _{ud} = 45 ‰	f _{sk} = 500 MPa k _s = 1.08 γ _s = 78.5 kN/m ³ ε _{uk} = 50 ‰

Tabelle 4-1 Bemessungswerte und charakteristische Werte der Baustoffeigenschaften, neue Bauteile

Produkte / Systeme	Bauteil	Typ	Spezifikationen
Abdichtungssystem	Überbau	Haftvermittler	Nicht erforderlich
		Abdichtung	FLK - PMMA
		Schutzschicht	MA 11N
Abdichtung	Dilatationsfugen	Fugenband	Innen: Fugenband (Combiflex) rundum Aussen: PBD-Streifen
Oberflächenschutz	Sichtbetonteil	Hydrophobierende Imprägnierung	Hydrophobierende Imprägnierung gem. EN SN 1504-2 Klasse II.
Geländer	Randbord	Geländer	Staketengeländer h = 1.00 m, Pfostenabstand 1.30 m

Tabelle 4-2 Produkte und Systeme, neue Bauteile

5 Einwirkungen

5.1 Neu zu erstellende Bauwerke: Einwirkungen nach SIA 261

5.1.1 Ständige Einwirkungen

Einwirkungen	Charakteristische Werte	
Eigenlast	Beton	$\gamma_c = 25 \text{ kN/m}^3$
Auflasten	Fahrbahnbelag inkl. Abdichtung	$\gamma_c = 24 \text{ kN/m}^3$ $d_k = 15 \text{ cm}$
	Geländer	1 kN/m
	Werkleitungstrasse	1 kN/m
	Konsolkopf	6 kN/m
Erddruck ständig	Erdruhedruck	$K_{0,h} = 1 - \sin(\varphi_k)$ $\gamma_k = 20 \text{ kN/m}^3$
Wasserdruck	Wasser	$\gamma_{w,k} = 10 \text{ kN/m}^3$
Verdichtungsdruck	Flügelmauer	$\sigma_v = 10 \text{ kN/m}^2$

Tabelle 5-1 Ständige Einwirkungen

5.1.2 Bauteilabhängige Einwirkungen

Einwirkungen	Charakteristische Werte	
Kriechen	Oberbau	$\varphi_{(t,t_0)} = 2.3$
Schwinden	Oberbau	$\epsilon_{cs} = 0.315 \text{ ‰}$

Tabelle 5-2 Bauteilabhängige Einwirkungen

5.1.3 Veränderliche Einwirkung

Einwirkungen	Charakteristische Werte				
Strassenverkehr Lastmodell 1	Laststellung	Achslast Q_{ki}	Beiwert α_{Qi}	Verteilte Belastungen q_{ki}	Beiwert α_{qi}
	Fahrbahnbelag 1 $b_1 = 3.00 \text{ m}$	300 kN	0.90	9.00 kN/m ²	0.90
	Restfläche $b = 2.00 \text{ m}$	-	-	2.50 kN/m ²	0.90
Die Achslasten werden als Generator mit Abständen von 0.5 m eingegeben. Die Flächenlasten als Generator für das ungünstigste Muster.					
Erddruck	SIA 261 (2020)	$a = 0 \text{ m}$			
Strassenverkehr Lastmodell 1	Ziffer 10.2.2.8, Figur 12	$h = 4.20 \text{ m}$ $q_{Ek} = 20 \text{ kN/m}^2$ $K_{0,h} = 1 - \sin(\varphi) = 0.47$ $\sigma_0 = 9.4 \text{ kN/m}^2$ (OK Terrain) $\sigma_1 = 34.8 \text{ kN/m}^2$ (2.7m unter Terrain) $\sigma_2 = 41.8 \text{ kN/m}^2$ (4.2m unter Terrain)			
	Bei Flügelmauern	$q_{Ek} = 15 \text{ kN/m}^2$			

Einwirkungen	Charakteristische Werte	
		(Entspricht der Strassenlast im Abstand von 1 m ab Flügelmauer)
Anfahr- und Bremskräfte	Lastmodell 1	$Q_{Ak} = Q_{Bk} = 345.7$ kN über eine Länge von 8.93 m
Schnee	Nicht massgebend.	
Temperatur	Konstant	Stahlbeton $\Delta T_{1k} = \pm 20^\circ\text{C}$ $\varepsilon = \Delta T_{1k} \cdot 10^{-5} = 0.2$ ‰
	Linear	Betonbrücken $\Delta T_{2k} = + 12 / - 4$ °C $\kappa = (\Delta T_{2k} / h) \cdot 10^{-5} = + 2.18\text{E-}4$ 1/m - 7.27E-5 1/m

Tabelle 5-3 Veränderliche Einwirkungen

5.1.4 Aussergewöhnliche Einwirkungen

Einwirkungen	Charakteristische Werte	
Hochwasser	H_{Q100} H_{Q30}	Kote: $H_{Q100} = 404.55$ m ü.M. $H_{Q30} = 403.89$ m ü.M. Ein Hochwasserereignis wird nicht massgebend als Einwirkung.
Erdbeben	Erdbebenzone: Z1a Baugrundklasse B Konstruktive Massnahmen gemäss SIA 261, Ziffer 16.4 Die Anfahrkraft in x'-Richtung ist deutlich grösser als die Erdbebenkraft. Die Belastung in Querrichtung ist aufgrund der Konstruktion der Brücke in von untergeordneter Bedeutung. Somit wird die Einwirkung Erdbeben nicht massgebend.	
Seitlicher Anprall	Da es sich um eine Brücke innerorts ohne schützenwerte Unterlieger handelt, ist ein Geländer ausreichend (gemäss ASTRA Richtlinie "Konstruktive Einzelheiten von Brücken", Kap. 4, Abs. 2.2.3). Es kann auf eine Anprallbemessung verzichtet werden.	

Tabelle 5-4 Aussergewöhnliche Einwirkungen

5.1.5 Ermüdung

Einwirkungen	Charakteristische Werte				
Strassenverkehr Lastmodell 1	Laststellung	Achslast	Beiwert	Verteilte Belastungen	Beiwert
		Q_{ki}	α_{qi}		
	Fahrstreifen 1 $b_1 = 3.00$ m	300 kN	0.90	-	-
Aufgrund des geringen Verkehrsaufkommens wird Ermüdung nicht massgebend.					

6 Tragsicherheit

6.1 Gefährdungsbilder und Massnahmen

Es gelten für die statische Bemessung im Allgemeinen die folgenden Annahmen:

- Lastbeiwerte nach SIA 260,
- Einwirkungen nach SIA 261,
- Statische Bemessung nach den Tragwerksnormen SIA 262 - 267.

6.1.1 Bauzustand (Bauphase)

Lehrgerüst siehe Anforderungen Abs. 6.1.

6.1.2 Endzustand (definitive Nutzungsphase)

Die Nachweise der Tragsicherheit erfolgen nach den Bestimmungen der Normen SIA 260, 261, 262 und 267.

Gefährdungsbild	GB 1 LM1	GB 2 H _{Q300}	GB 3 Erdbeben
Ständige Einwirkungen			
Eigenlasten	1.35/0.80	1.00	1.00
Auflasten	1.35/0.80	1.00	1.00
Baustoffeigenschaften			
Kriechen	-	-	-
Schwinden	1.00	1.00	1.00
Veränderliche Einwirkungen			
LM1	1.50	-	-
Anfahr- und Bremskräfte	1.50	-	-
Temperatur	0.60	0.50	0.50
Einwirkungen Baugrund			
Erddruck	1.35/0.70	0.70	0.70
Wasserdruck	1.20/0.90	0.70	0.70
Aussergewöhnliche Einwirkungen			
Hochwasser	-	1.00	-
Erdbeben	-	-	1.00

Tabelle 6-1 Nachweis der Tragsicherheit definitive Nutzungsphase

7 Gebrauchstauglichkeit

7.1 Bauzustand (Bauphase)

Nicht massgebend.

7.2 Endzustand (definitive Nutzungsphase)

Der Nachweis der Gebrauchstauglichkeit erfolgt gemäss SIA 260, Kap. 4.4. ff.

Gefährdungsbild	Häufig Begrenzung Rissbreiten	Häufig Funktionstüch tigkeit	Quasi- ständig Aussehen
Ständige Einwirkungen			
Eigenlasten	1.00	-	1.00
Auflasten	1.00	-	1.00
Baustoffeigenschaften			
Kriechen	1.00	-	1.00
Schwinden	1.00	-	1.00
Veränderliche Einwirkungen			
LM1	-	0.75	-
Anfahr- und Bremskräfte	-	0.75	-
Temperatur	0.50	-	0.50
Einwirkungen Baugrund			
Ständiger Erddruck	0.70	-	0.70
Wasserdruck	0.70	-	0.70
Aussergew. Einwirkungen			
Hochwasser	-	-	-
Erdbeben	-	-	-

Tabelle 7-1 Nachweis der Gebrauchstauglichkeit definitive Nutzungsphase

8 Dauerhaftigkeit

Die Ausführung erfolgt in bewehrtem Beton. Bezüglich Rissbildung werden an die neuen Bauteile aus Beton folgende Anforderungen gemäss der Norm SIA 262 (2013) gestellt:

- Übrige Bauteile erhöhte Anforderungen nach SIA 262 (2013) Ziff. 4.4.2.2
- Randträger hohe Anforderungen nach SIA 262 (2013) Ziff. 4.4.2.2

Anforderungen	Massnahmen	Weiterbearbeitung
Dichtigkeit	Abdichtung, Betonsorte, Abdichtungsschutz	Ausführungskontrollen
Frostbeständigkeit	Betonsorte Nachweis gemäss SN 640 461a Methode SIA WF-L \geq 50% WF-P \geq 50%	Kontroll- und Prüfplan Ausführungskontrollen

Tabelle 8-1 Anforderungen und Massnahmen zur Gewährleistung der Dauerhaftigkeit

9 Akzeptierte Risiken

Die akzeptierten Risiken sind in der Nutzungsvereinbarung Abs. 6.3 dokumentiert.

10 Weitere projektrelevante Bedingungen

Die Baumassnahme wird in einer ca. 2-monatigen Totalsperrung realisiert.

11 Unterschrift

Projektverfasser:	Datum	Unterschrift
AFRY Schweiz AG		
Herostrasse 12		
8048 Zürich	30.11.2022	Kaja Schembri