

Bauprojekt

PU ARA-Eulenweg Au-Heerbrugg

Projektbasis
Personenunterführung

					Bänziger Partner AG Ingenieure Planer Bahnhofstrasse 18 9470 Buchs					Telefon 081 750 04 50 buchs@bp-ing.ch www.bp-ing.ch	
Kontrolle (1) und Freigabe (2) gemäss QM-System nach ISO 9001 (2015)										Format : A4	
Ind	Datum	(1)Zeich.	(1)Ing.	(2)PL	Ind	Datum	(1)Zeich.	(1)Ing.	(2)PL	Dokument : 112-0059.002 PU SBB ARA Eulenweg_PB.docx	
	12.06.2026		dom	rko	C					112-0059.002	
A					D						
B					E						

AUFTRAGGEBER

Gemeinde Au
Kirchweg 6
9434 Au SG

Kontaktperson: Philipp Hartmann

Tel. 058 228 62 79
Mail philipp.hartmann@au.ch

AUFTRAGNEHMER

Bänziger Partner AG
Ingenieure Planer
Bahnhofstrasse 18
9470 Buchs SG

Kontaktperson: Remo Kobler

Tel. 081 750 04 50
Mail buchs@bp-ing.ch

Inhaltsverzeichnis

1.	Allgemeines	4
1.1.	Einleitung	4
1.2.	Objektbeschreibung	4
1.3.	Bauablauf	4
1.4.	Schutzziele	5
1.5.	Objektskizzen, Übersichtspläne	5
1.6.	Abgrenzung	6
1.7.	Nutzungsdauer	6
2.	Grundlagen	7
2.1.	Gesetzliche Grundlagen	7
2.2.	Normen	7
2.3.	Projektspezifische Grundlagen	8
2.3.1.	Pläne	8
2.3.2.	Berichte	8
3.	Baugrundverhältnisse und Baugrundmodell	8
3.1.	Geologische Verhältnisse	8
3.2.	Wahl des Erddruck-Beiwertes	9
3.3.	Hydrologie	9
4.	Tragwerkskonzept	10
4.1.	Statisches System und Bemessungsmodell	10
4.1.1.	Statisches System	10
4.1.2.	Bemessungsmodell	10
4.2.	Materialisierung	10
5.	Tragwerksbemessung	12
5.1.	Ständige Einwirkungen	12
5.2.	Veränderliche Einwirkungen	12
5.3.	Aussergewöhnliche Einwirkungen	14
5.4.	Ermüdung	15
6.	Tragsicherheit	16
6.1.	Gefährdungsbilder und Massnahmen	16
6.1.1.	Tragwiderstand des Tragwerks Typ 2	16
6.1.2.	Ermüdungssicherheit des Tragwerks Typ 4	16
7.	Gebrauchstauglichkeit	17
8.	Dauerhaftigkeit	19
9.	Akzeptierte Risiken	20
10.	Weitere projektrelevante Bedingungen	20
11.	Unterschriften	20

1. Allgemeines

1.1. Einleitung

Die vorliegende Projektbasis umfasst den Neubau der Personenunterführung ARA - Eulenweg. 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 Neubaus, der Bauvorgänge, der Tragsicherheitsanalysen sowie für die Wahl der Baustoffe.

Als Grundlage für die vorliegende Projektbasis dient die Nutzungsvereinbarung. Die Nutzungsziele und Vorgaben der Bauherrschaft sind in der Nutzungsvereinbarung festgehalten und werden in der Projektbasis nicht wiederholt.

1.2. Objektbeschreibung

Die Linienführung führt von der Kreuzung Eulenweg / Feldstrasse mittels schiefwinkliger Unterquerung der SBB-Trasse zur Rosenbergsaustrasse. Der Kreuzungsbereich Eulenweg / Feldstrasse soll im Zuge des Projektes angepasst werden, wie auch die Vorbereitung des Gehweges auf der Westseite des Kreisels Rosenbergsau und die Mittelinsel, die an den Espenweg anbindet. Aufgrund des vorhandenen Abwasserkanals kann die PU nicht in der Verlängerung des Eulenweg angeordnet werden, sondern muss versetzt erstellt werden.

Der Neubau wird als vorgefertigtes Kastenelement aus Stahlbetonbauweise konzipiert. Die Stärke der Deckenplatte variiert, aufgrund des projektierten Dachgefälle zwischen 50 cm und ca.56.5 cm. Die Wände sind konstant 50 cm dick und die Bodenplatte variiert von 50 cm bis 54 cm. Die lichte Weite zwischen den Wänden misst 5.50m und die Breite quer zum Gleis misst ca.7 m. Die Brücke weist gegenüber dem Gleis eine Schiefe von ca. 20° auf.

Die Rampen der PU werden mit Gefällen von ca. 5.5%- 6.0% ausgeführt. Auf Seite Eulenweg werden den Stützmauern bis OK Terrain geführt. Auf der Seite Rosenbergsau wird das bestehende Gelände entsprechend der Linienführung geböscht.

Die PU weist ein Quergefälle von 2.0% auf und wird über Einlaufschächte im Gehwegbereich gesammelt und in einen Pumpschacht geführt.

Das Bauwerk wird flach fundiert. In Bereichen mit vorhandener Deckschicht unter dem Fundationsniveau der PU wird ein Bodenersatz mit Schottermaterial vorgenommen. Die Bodenplatte der PU kommt im Bereich des mittleren Grundwasserspiegels zu liegen.

1.3. Bauablauf

Vor den eigentlichen Arbeiten an der PU sind diverse Werkleitungen umzulegen oder neu zu erstellen. Diese sind Bestandteil von Drittprojekten oder werden durch die Werke projektiert.

Mit dem vorgesehenen Bauablauf wird die PU ausserhalb des Gleisquerschnitt vorfabriziert und während einer Wochenendsperre mittels Raupenkran eingehoben. Vorgängig werden die neuen Fahrleitungsmasten erstellt und die Fahrleitung umgehängt. Die Rampen ausserhalb des Gleisbereichs werden nach dem Einhub unter Betrieb unter Einhaltung der Sicherheitsvorschriften der SBB erstellt.

Als Dammsicherung sind Spundwände erforderlich, welche vor dem Einhub einvibriert und nach der Erstellung der Rampenwände ausgebaut werden.

Für Vorbereitungs- und Nachbearbeitungsarbeiten sind Nachtsperren und für den Einhub eine Wochenendsperre erforderlich.

1.4. Schutzziele

Die Schutzziele und Sonderrisiken sind in der Nutzungsvereinbarung definiert.

1.5. Objektskizzen, Übersichtspläne

Interieur-Bauwerk (FF) (FF-Kategorie)
Überlagerungsplanung (S.S.) (FF-Kategorie)



Abbildung 1: Situation PU ARA – Eulenweg (Auszug Plan Nr. 112-0059.019)

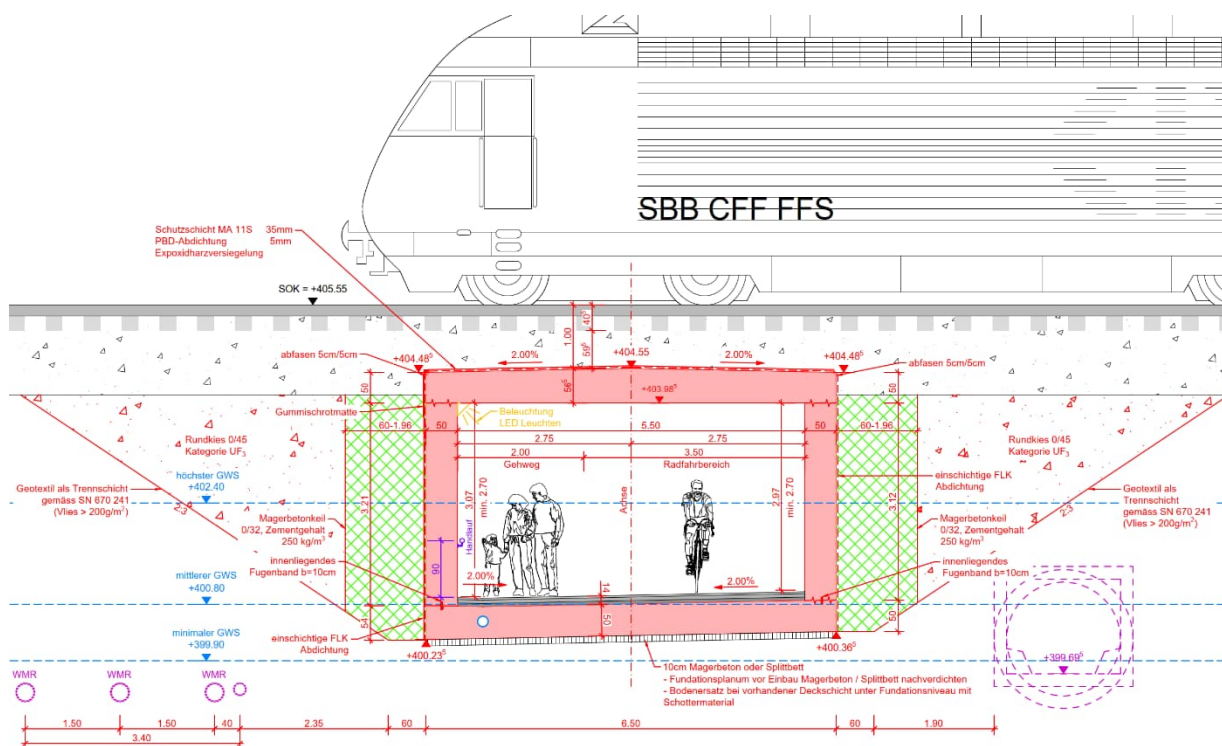


Abbildung 2: Querschnitt PU (Auszug Plan Nr. 112-0059.020)

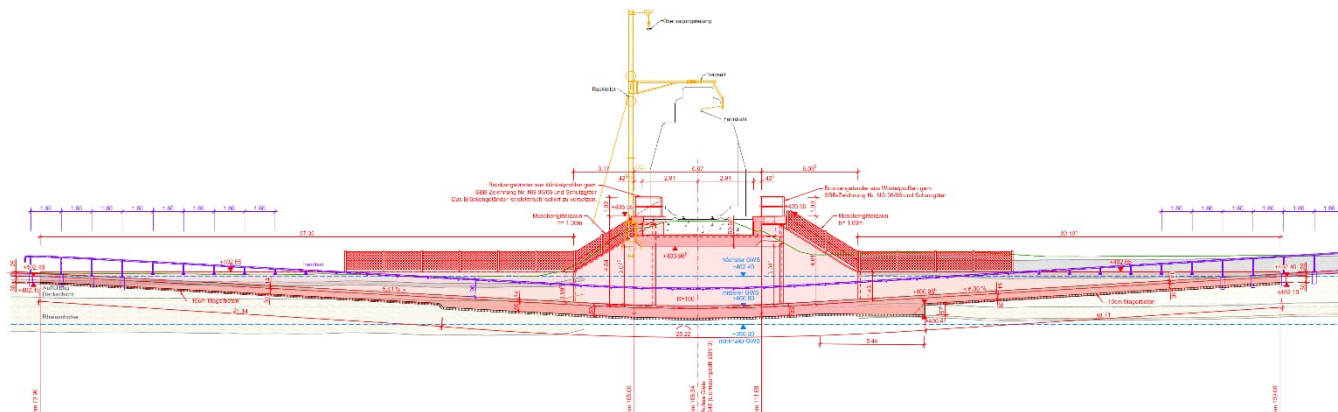


Abbildung 3: Längsschnitt (Auszug Plan Nr. 112-0059.019)

1.6. Abgrenzung

Die vorliegende Projektbasis betrifft den geplanten Neubau der Personenunterführung und fasst die vorhandenen Grundlagen sowie die gewonnenen Erkenntnisse zusammen.

1.7. Nutzungsdauer

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

2. Grundlagen

2.1. Gesetzliche Grundlagen

- | | | |
|-----|-------------------------------------|---|
| [1] | AB-EBV | Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung in der zum Vertragsabschluss gültigen Fassung |
| [2] | EBG | Eisenbahngesetz |
| [3] | Kantonale Richtlinien und Weisungen | |
| [4] | GSchG, GSchV | Gewässerschutzgesetz, Gewässerschutzverordnung |

2.2. Normen

- | | | | |
|------|--|--------|---|
| [5] | SIA 260 | (2013) | Grundlagen der Projektierung von Tragwerken |
| [6] | SIA 261 | (2020) | Einwirkungen auf Tragwerke |
| [7] | SIA 261/1 | (2020) | Ergänzende Festlegungen |
| [8] | SIA 262 | (2025) | Betonbau |
| [9] | SIA 262/1 | (2019) | Ergänzende Festlegungen |
| [10] | SIA262.051+A1 | (2021) | Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität |
| [11] | Merkblatt SIA 2042 | (2022) | Vorbeugung von Schäden durch die Alkali-Aggregat-Reaktion (AAR) bei Betonbauten |
| [12] | SIA 267 | (2013) | Geotechnik |
| [13] | SIA 267/1 | (2013) | Ergänzende Festlegungen |
| [14] | SIA 270 | (2014) | Abdichtungen und Entwässerungen – Allgemeine Grundlagen und Abgrenzungen |
| [15] | VSS 640 201 (2017) | | Geometrisches Normalprofil |
| [16] | VSS 640 862 (1993) | | Markierungen |
| [17] | VSS 40 568 (2019) | | Passive Sicherheit im Strassenraum, Geländer |
| [18] | SBB Reglemente | | Weisungen und Merkblätter |
| [19] | W BAU GD 40/92 | (1992) | Gestaltungsrichtlinie für Ingenieurbauwerke der SBB |
| [20] | PAIngB | (2021) | Projektierungsassistent Ingenieurbau – Brücken (Teil A und B) Version3.2 |
| [21] | D I-FW-PS-IB 05/07 | (2009) | Ermittlung des Druckes auf Schotterhalterungen |
| [22] | R RTE 20012 | (2022) | Lichtraumprofil Normalspur |
| [23] | D RTE 27900 | (2014) | Rückleitungs- und Erdungshandbuch |
| [24] | R RTE 21110 | (2015) | Unterbau und Schotter Normalspur (und Meterspur) |
| [25] | SBB Ausführungs- und Qualitätsvorschriften (AQV) und Kontrollpläne (KP) | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Stahlbeton - Bauwerksabdichtung - Fahrbahnenentwässerung | | |

2.3. Projektspezifische Grundlagen

2.3.1. Pläne

- [26] Pläne Vorprojekt, Bänziger Partner AG, 29.08.2025
- [27] Grundbuchplan Gemeinde Au
- [28] Leitungskataster Gemeinde Au und Drittwerke

2.3.2. Berichte

- [29] 112-0059.001 Nutzungsvereinbarung PU ARA Eulenweg, Bänziger Partner AG, 29.05.2026, Vorabzug
- [30] 112-0059.003 Technischer Bericht Vorprojekt, Bänziger Partner AG, 29.08.2025
- [31] Geologie, Neubau PU ARA-Eulenweg, Au, (KbS-Nr. 3231A0207), 06.02.2026

3. Baugrundverhältnisse und Baugrundmodell

3.1. Geologische Verhältnisse

Im Baubereich stehen unter wenigen dm bis lokal 3.0 m Auffüllung (Bahndamm und Güllen-graben) sowie rund 1.5 ± 1.0 m siltig-feinsandigem Deckschichtmaterial (Rheinletten) etwa 8 ± 1 m sauberer bis leicht siltiger Kies und Kiessand an (Rheinschotter) an, welcher anschlies-send von tonig-siltig-feinsandigen Seeablagerungen abgelöst wird.

Die geotechnischen Eigenschaften des im Bauareal anstehenden Untergrundes können grundsätzlich als weitgehend unproblematisch eingestuft werden. Besonders zu beachten ist der eher geringe Flurabstand des Grundwassers in Kombination mit der grossen Wasser-durchlässigkeit des Grundwasserleiters.

Die Deckschicht und auch die tiefer liegenden Seeablagerungen müssen als mässig stark set-zungsempfindlich beurteilt werden, wobei die erst in grosser Tiefe anstehenden Seeabla-gerungen keine praktische Bedeutung mehr haben. Die Auffüllungen und die Dammschüttung weisen bereits deutlich bessere geotechnische Eigenschaften auf. Der Rheinschotter ist wenig setzungsempfindlich und bildet gemäss lokaler Bau Erfahrung eine einwandfreie Tragschicht. Allfällige Konsolidationen infolge hoher Lasten haben ein generell geringes Ausmass und klin-gen in kurzer Zeit ab.

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

Bezeichnung	$\gamma = \gamma'$ [kN/m ³]	ϕ [°]	c' [kN/m ²]	M_{E0} [MN/m ²]
Auffüllung / Damm	20	32 (30)	0	15 (12)
Deckschicht	19	28 (26)	0	8 (6)
Rheinschotter	20	36 (34)	0	45 (40)
Seeablagerungen	20	27 (25)	5 (3)	10 (8)

Tabelle 1: Annahmen der charakteristische Baugrundwerte

3.2. 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.

Erddruckbeiwerte

$$\begin{aligned}
 &\text{Aktiver Erddruckbeiwert} \quad K_{a,h} = \left[\frac{\cos(\varphi_k)}{1 + \left(\frac{\sin(\varphi_k + \delta) \cdot \sin \varphi_k}{\cos(\delta)} \right)^{0.5}} \right]^2 \quad \text{mit } \delta = \frac{2}{3} \varphi_k \\
 &\text{Erdruhedruckbeiwert} \quad K_0 = 1 - \sin \varphi_k \\
 &\text{Erhöhter Erddruckbeiwert} \quad K_{ae,h} = (K_{a,h} + K_0) / 2 \\
 &\text{Passiver Erddruckbeiwert} \quad K_{p,h} = \left[\frac{\cos(\varphi_k)}{1 - \left(\frac{\sin(\varphi_k - \delta) \cdot \sin \varphi_k}{\cos(\delta)} \right)^{0.5}} \right]^2 \quad \text{mit } \delta = -\frac{1}{2} \varphi_k
 \end{aligned}$$

Bauwerk oder Bauteil	Nachweis der Tragsicherheit	Nachweis der Gebrauchstauglichkeit
Widerlagerwände und Flügelmauern	Erdruhedruck mit K_0	Erdruhedruck mit K_0
Wannenwände	Erdruhedruck mit K_0 und Hinterefüllungsdruck	-
Baugrubensicherung	min. erhöhter aktiver Erddruck mit K_{ae}	Erdruhedruck mit K_0

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

3.3. Hydrologie

Der mittlere Grundwasserspiegel liegt gemäss Grundwasserkarte und Messungen nahe am Bauareal bei 400.80 m ü.M.

Der natürliche Minimalwasserstand dürfte damit etwa bei 399.90 m.ü.M., der hohe, versickerungsrelevante Grundwasserspiegel (mehrere Tage pro Jahr) ist bei rund 401.80 m.ü.M. anzunehmen sein. In Extremsituationen (anhaltende Niederschläge kombiniert mit Schneeschmelze im Einzugsgebiet des Rheins) kann der hohe Wasserspiegel nochmals um voraussichtlich mehrere dm übertroffen werden (maximaler Grundwasserspiegel ca. 402.40 m.ü.M.) und damit etwa die Terrainoberfläche westlich der Bahnlinie erreichen.

Für die Auftriebsberechnung und die Berechnung des Wasserdrucks wird mit dem maximalen Grundwasserstand von 402.40 m.ü.M gerechnet.

4. Tragwerkskonzept

4.1. Statisches System und Bemessungsmodell

4.1.1. Statisches System

Der Neubau wird als integraler Rahmen aus Stahlbetonbauweise konzipiert. Die Stärke der Deckenplatte variiert zwischen 50 cm und ca. 56.5 cm. Die Wände sind konstant 50 cm stark und die Bodenplatte variiert zwischen 50 cm und 54 cm. Die lichte Weite zwischen den Wänden misst 5.50 m und die Breite quer zum Gleis misst ca. 7.0 m. Die Brücke weist gegenüber dem Gleis eine Schiefe von ca. 20° auf.

Das Bauwerk ist flach im anstehenden Rheinschotter gegründet. Die Bodenplatte liegt nur knapp über dem mittleren Grundwasserspiegel und weist ein Quergefälle von 2.0% auf. Die Rampen werden als Trog ausgebildet. Seitlich der PU werden Flügelwände erstellt, welche der Dammböschung folgen.

4.1.2. Bemessungsmodell

Für die statische Bemessung wurde ein Stabmodell im Statik Programm Statik 9 (Trägerrostmodell) erstellt.

Die seitlichen Randborde des Querschnitts werden im Modell nur als Auflasten berücksichtigt. Der Grund liegt darin, dass bei einem künftigen Doppelspurausbau diese Elemente entfernt werden und das Bauwerk auch ohne diese Aufbordnung die Tragsicherheit erfüllen müssen.

4.2. Materialisierung

Die Baustoffe für neu zu erstellende Bauteile und Bauwerke werden gemäss den geltenden Tragwerksnormen angenommen. Nachfolgend werden die relevanten Werte angegeben.

Baustoff Bezeichnung	Bauwerk oder Bauteil	Bemessungs- werte	charakt. Werte	Bemerkungen
Beton				
Beton NPK G (T4) C 30/37 XC4(CH), XD3(CH), XF4(CH) D _{max} 32, CI 0.10, C3 AAR-P1	Überbau, Widerlager- wände, Bodenplatte	$f_{cd} = 20.0 \text{ MPa}$ $\tau_{cd} = 1.10 \text{ MPa}$ $\epsilon_{c1d} = 2 \text{ ‰}$ $\epsilon_{c2d} = 3 \text{ ‰}$	$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ $f_{ctm} = 2.9 \text{ MPa}$ $E_{cm} = 34 \text{ GPa}$ $\gamma_c = 25 \text{ kN/m}^3$ $\phi(t, t_0) = 1.83$	
Betonstahl				
Stahl B500B	Alle Bauteile	$f_{sd} = 435 \text{ MPa}$ $E_s = 205 \text{ GPa}$ $k_s = 1.0$ $\epsilon_{ud} = 45 \text{ ‰}$	$f_{sk} = 500 \text{ MPa}$ $k_s = 1.08$ $\gamma_s = 78.5 \text{ kN/m}^3$ $\epsilon_{uk} = 50 \text{ ‰}$	

Tabelle 3: Bemessungswerte und charakteristische Werte der Baustoffeigenschaften

Produkte / Systeme	Bauteil	Typ	Spezifikationen	Bemerkungen
Abdichtung	Unterführung Rahmendecke	PBD	Expoxidharzversiegelung Abdichtung PBD 5 mm aufgeflämmt Schutzschicht MA 35 mm	
Abdichtung	Flügelwände Rampen / Seitenwände PU	FLK	Einschichtige FLK Abdichtung	
Abdichtung	Bodenplatte Rampen / PU	PBD	Abdichtung PBD 5 mm auf Drainbelag	

Tabelle 4: Produkte und Systeme

5. Tragwerksbemessung

Tragsicherheit:

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

Gebrauchstauglichkeit

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

5.1. Ständige Einwirkungen

Einwirkungen	Charakteristische Werte	
Eigenlast	Beton	$\gamma_c = 25 \text{ kN/m}^3$
Auflasten	Schotterbett	$\gamma_s = 18 \text{ kN/m}^3$ $d = 0.555 \text{ m}$ (Schotter unter Schwelle) 0.234 m (Schotter in Schwell) 0.1 m (Hebungsreserve) $\approx 0.89 \text{ m}$ Schutzschicht 35 mm + PBD 5 mm
	Betonschwellen	2.9 kN/Stück = ca. 4.8 kN/m Gleis
	Schiene	UIC 60 mit Kleiseisen = ca. 1.2 kN/m Gleis
	Randbord	$A = 0.64 \text{ m}^2$ $\rightarrow 0.64 \text{ m}^2 \cdot 25 \text{ kN/m}^3 = 16 \text{ kN/m}$
	Geländer	ca. 1 kN/m pro Seite
Erddruck	Erddruck	$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$, $\varphi_k = 30^\circ$ Horizontaler Verdichtungsdruck $\sigma_v = 25 \text{ kN/m}^2$ (nur bei Wannenwänden massgebend)

Tabelle 5: Ständige Einwirkungen

5.2. Veränderliche Einwirkungen

Einwirkungen	Charakteristische Werte	
Bahnverkehrslasten	Lastmodell LM1	$Q_k = 250 \text{ kN}$, $q_k = 80 \text{ kN/m}$ mit $\alpha = 1.33$ und $l_{\Phi, \text{l\"angs}} = \frac{1.3 \cdot (l_{s1} + l_r + l_{s2})}{3} \approx \frac{1.3 \cdot (3.735 + 6.0 + 3.62)}{3} = 5.785 \text{ m}$ $\Phi_{\text{l\"angs}} = \frac{1.44}{\sqrt{l_{\Phi} - 0.2}} + 0.82 = 1.47$ (Fall 4: Einfeldrahmen)
	Lastmodell LM2	Das Lastmodell Bahnverkehrslasten LM2 gilt nur für Durchlaufträger und ist daher im vorliegenden Fall nicht zu berücksichtigen.
	Lastmodell LM3	$q_k = 150 \text{ kN/m}$ mit $\alpha = 1.00$ und $l_{\Phi, \text{l\"angs}} = \frac{1.3 \cdot (l_{s1} + l_r + l_{s2})}{3} \approx \frac{1.3 \cdot (3.735 + 6.0 + 3.62)}{3} = 5.785 \text{ m}$ $\Phi_{\text{l\"angs}} = \frac{1.44}{\sqrt{l_{\Phi} - 0.2}} + 0.82 = 1.47$ (Fall 4: Einfeldrahmen)

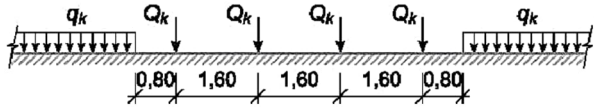
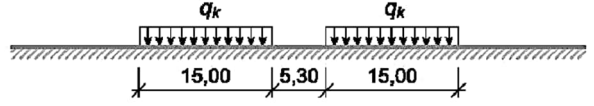
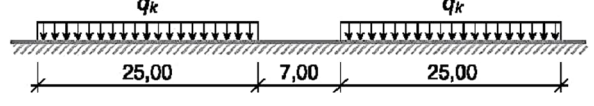
	Lastmodell 1  Lastmodell 2  Lastmodell 3 	
Anfahr- und Bremskräfte	Lastmodell LM1	$QA_k = 33L \leq 1000 \text{ kN}$ $QB_k = 20L \leq 6000 \text{ kN}$ ($L=6.88\text{m}$) $QA_k = 227 \text{ kN}$ $QB_k = 137.6 \text{ kN}$ mit $\alpha = 1.33$
	Lastmodell LM2	Das Lastmodell Bahnverkehrslasten LM2 gilt nur für Durchlaufträger und ist daher im vorliegenden Fall nicht zu berücksichtigen.
	Lastmodell LM3	$QA_k = 33 L \leq 1000 \text{ kN}$ $QB_k = 35L$ $QA_k = 227 \text{ kN}$ $QB_k = 240.8 \text{ kN}$ mit $\alpha = 1.00$
Schlingerkraft	-	Nicht massgebend
Zentrifugalkraft	Lastmodell LM1 und LM3	vernachlässigt (quasi-gerade Strecke)
Erddruck infolge Bahnlasten	Erdruchedruck	$K_{0,h} = 1 - \sin(\varphi_k)$ LM1: $q_{ek} = 52 \text{ kN/m}^2$
Wind	-	nicht massgebend
Temperatur	Konstanter Anteil	Stahlbeton $T = \pm 20^\circ\text{C}$ $\varepsilon_T = \Delta T \cdot \alpha_T = \pm 20 \text{ K} \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1} = \pm 0.20\text{‰}$ $\Delta L = \varepsilon_T \cdot L = 0.0002 \cdot 6.88 \text{ m} = 1.4 \text{ mm}$ → Temperatureinwirkung ist vernachlässigbar klein.
	Linearer Anteil	inf. Abschirmung des Schotters nicht massgebend
Schnee	-	nicht massgebend
Wasserdruck		Hydrostatischer Wasserdruck mit $\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$ Massgebend für die Bemessung ist die maximale Grundwasserspiegelhöhe. Max GWS +402.40 Im Bauzustand ist der Grundwasserspiegel zu überwachen. Erreicht der Grundwasserspiegel die Höhe von +402.12 ist die Unterführung aktiv zu fluten GWS Bauzustand +402.12

Tabelle 6: Veränderliche Einwirkungen

5.3. Aussergewöhnliche Einwirkungen

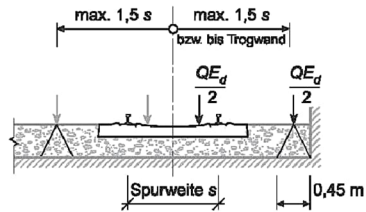
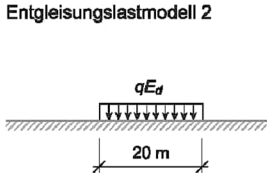
Einwirkungen	Charakteristische Werte	
	Lastmodell ELM1	$Q_k = 350 \text{ kN}$ $q_k = 110 \text{ kN/m}$ mit $\alpha = 1.33$
	Lastmodell ELM2	$q_k = 145 \text{ kN/m}$ $L \geq 20 \text{ m}$ $q_k = 220$ $L \leq 6.4 \text{ m}$ bei $L = 6.35 \text{ m} \rightarrow q_k = 220 \text{ kN/m}$ mit $\alpha = 1.33$
	Entgleisungslastmodell 1 Längsverteilung gemäss Figur 13 (Lastmodell 1)	
	Entgleisungslastmodell 2	
Erdbeben		Erdbebenzone Z2 $\rightarrow a_{gd} = 1.0 \text{ m/s}^2$ Erdbebenstreckenklasse I Bauwerksklasse BWK II $\rightarrow \gamma_f = 1.2$ Baugrundklasse D Verhaltensbeiwert $q = 2.0$ $\rightarrow$ Erdbeben ist nicht massgebend.
Hochwasser		Die Geometrie des Unterföhrungsbauwerks lässt nur eine minimale Wasserdruckdifferenz zu. Da sich die effektiven Spannungen dabei gleichzeitig reduzieren würden, kann sich die Gesamtbelastung nur geringfügig verändern und ist der Einfluss ist vernachlässigbar.
Brand		Aufgrund der im Tiefbau generell grossen Betonüberdeckungen ($\geq 40 \text{ mm}$) und den robusten Bauteilabmessungen sind gemäss Tab. 16, SIA 262 Feuerwiderstände $\geq R 120$ sichergestellt.
Anprall an Randbord		Das Randbord ist nichttragend. Gemäss [20] ist nur bei Gesamtlängen über 10.0 m ein Anprallnachweis zu führen. $L = 6.88 \text{ m} < 10.0 \text{ m}$ $\rightarrow$ Anprallnachweis nicht notwendig

Tabelle 7: Aussergewöhnliche Einwirkungen

5.4. Ermüdung

Einwirkungen	Charakteristische Werte	
Bahnverkehrslasten	Lastmodell LM1	$Q_k = 250 \text{ kN}$, $q_k = 80 \text{ kN/m}$ Mit $\alpha = 1.0$ und $\Phi_{l\ddot{a}ngs} = 1.47$ Der dynamische Beiwert wird nur für die vertikalen Lasten des Lastmodells 1 angesetzt. Erddrücke, die infolge der Bahnlasten entstehen, werden mit einem dynamischen Beiwert von $\Phi = 1.0$ angesetzt. Gestützt auf den Artikel 11.3.1.6 der SIA 261 werden bei den Ermüdungsnachweisen der Bodenplatte (Foundation) sämtliche Bahnlasten mit einem dynamischen Beiwert $\Phi = 1.0$ angesetzt.

6. Tragsicherheit

6.1. Gefährdungsbilder und Massnahmen

6.1.1. Tragwiderstand des Tragwerks Typ 2

Definitive Nutzungsphase:

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.

Gefährdungsbild	GB 1 Bahnverkehr	GB 2 Entgleisung
Ständige Einwirkungen		
Eigenlasten	1.35 / 0.80	1.00
Auflasten	1.35 / 0.80	1.00
Erddruck	1.35 / 0.70	1.00
Veränderliche Einwirkungen		
Normalspurbahnverkehr LM1	1.45	-
Normalspurbahnverkehr LM3	1.20	-
Anfahr- und Bremskräfte LM1	1.45	-
Anfahr- und Bremskräfte LM3	1.20	-
Erddruck infolge Bahn	1.35 / 0.70	1.00
Schlingerkraft (wird vernachlässigt)	-	-
Wind (wird vernachlässigt)	-	-
Temperatur (wird vernachlässigt)	-	-
Wasserdruck	1.20 / 0.90	0.70
Aussergewöhnliche Einwirkungen		
Entgleisung Bahn ELM1, ELM2	-	1.00
Erdbeben (nicht massgebend)	-	-

Tabelle 8: Einwirkungskombinationen Tragsicherheit

6.1.2. Ermüdungssicherheit des Tragwerks Typ 4

Gefährdungsbild	GB 4 mit Verkehr LM1 (max) häufig	GB 5 ohne Verkehr LM1 (min) quasi-ständig
Ständige Einwirkungen		
Eigenlasten	1.00	1.00
Auflasten	1.00	1.00
Erddruck	1.00	1.00
Veränderliche Einwirkungen		
Normalspurbahnverkehr LM1	1.00	-
Erddruck infolge Bahn	1.00	-

Tabelle 9: Einwirkungskombination Ermüdung

7. Gebrauchstauglichkeit

Gefährdungsbild	Häufig Begrenzung Rissbreiten	Häufig Funktionstüch- tigkeit	Quasi-ständig Aussehen
Ständige Einwirkungen			
Eigenlasten	1.00	-	1.00
Auflasten	1.00	-	1.00
Erddruck	1.00	-	1.00
Baustoffeigenschaften			
Kriechen	1.00	-	1.00
Schwinden	1.00	-	1.00
Veränderliche Einwirkungen			
Normalspurbahnverkehr LM1	1.00	1.00	-
Normalspurbahnverkehr LM3	1.00	1.00	-
Anfahr- und Bremskräfte LM1	1.00	1.00	-
Anfahr- und Bremskräfte LM3	1.00	1.00	-
Erddruck infolge Bahn	1.00	1.00	-

Tabelle 10: Einwirkungskombinationen Gebrauchstauglichkeit

Gefährdungsbild / Bemessungs-situation		Grenzzustand / Gebrauchs-grenzen	Lastfall	Beiwerte
Legende: LE=Leiteinwirkung, ST=ständige Leiteinwirkung				
I	Bahnverkehr vorübergehend	Ia: Funktionstüchtigkeit bei Geschwindigkeit $v = 125 \text{ km/h}$ - Durchbiegung $w \leq l / (15v - 400)$ - Verwindung $\alpha_t \leq 0.7 \text{ mrad/m}$ - vert. Relativverschiebungen bei Überbauenden hinter Widerlagern $\delta_v \leq 3 \text{ mm}$	Häufig: LE: Bahnverkehr LM1 für w und δ_v : $\alpha = 1.00$ für α_t : $\alpha = 1.33$ $\Phi = 1.47$ Erddruck infolge Bahn	$\psi_1 = 1.0$ $\psi_1 = 1.0$
		Ib: Aussehen - Durchbiegung $w \leq l / 700$	Quasi-ständig: ST: Erddruck ST: Eigenlasten Ständige Lasten, Auflasten	Kein Beiwert Kein Beiwert

Gefährdungsbild / Bemessungssituation		Grenzzustand / Gebrauchsgrenzen	Lastfall	Beiwerte
		Ic: Dauerhaftigkeit - Begrenzung der Rissbreiten Anforderungen: <i>erhöht / hoch</i>	Spannungsnachweis gemäss SIA 262, Ziffer 4.4.2	

Tabelle 11: Nachweis der Gebrauchstauglichkeit

8. Dauerhaftigkeit

Die Ausführung erfolgt in bewehrtem Beton.

Die Anforderungen an die Dauerhaftigkeit sind je Bauwerk / Bauteil zu definieren.

Die Mindestbewehrung der Bauteile ist für eine Rissbreite von $w_{\max} = 0.50$ mm zu dimensionieren (erhöhte Anforderungen gem. AQV Stahlbeton).

Stark biegebeanspruchte Bauteile sind bezüglich Risse für hohe Anforderungen zu dimensionieren ($w_{\max} = 0.20$ mm).

Tabelle 12 enthält keine abschliessende Aufzählung.

Anforderungen	Massnahmen	Weiterbearbeitung
Dichtigkeit	Abdichtung (nachinjizierbare Fugenbänder), Betonsorte NPK G (T4), Abdichtungsschutz, Dichtigkeitsklasse 2	• Massnahmenkonzept • Kontroll- und Prüfplan • Ausführungskontrollen
Entwässerung	Filtermatten / Abdichtung / Entwässerungssystem / Vorfluter / Kontrollschächte	• Unterhalts- und Überwachungsplan
Korrosionsschutz Bewehrung	Bewehrungsüberdeckung Abdichtung Fahrbahn gemäss SIA 262, Tabelle 18	• Kontroll- und Prüfplan • Ausführungskontrollen
Aussehen der Betonoberfläche	Sichtbeton ggf. nach Bauteil getrennt Dreikantleisten 30 x 30 mm	• Kontroll- und Prüfplan • Ausführungskontrollen • Unterhalts- und Überwachungsplan
Frostbeständigkeit	Betonsorte Nachweis gem. SN 640 461a Methode SIA WF-L $\geq 50\%$ WF-P $\geq 50\%$	• Kontroll- und Prüfplan • Ausführungskontrollen
Ermüdung Stahlbewehrung	Im Allgemeinen beträgt der Biegedurchmesser min Ø15 für Stäbe und Ø4 für Bremssättel ≤ 16 mm (SIA 262 Art. 5.2.4.1). Der Ermüdungsfestigkeitswert der Stähle ist entsprechend zu senken (SIA 262 Art. 4.3.8.2.2)	Annahme der Stähle und Kontrolle der Biegeradien

Tabelle 12: Anforderungen und Massnahmen zur Gewährleistung der Dauerhaftigkeit

9. Akzeptierte Risiken

Die akzeptierten Risiken sind in der Nutzungsvereinbarung dokumentiert.

10. Weitere projektrelevante Bedingungen

Keine relevanten Bedingungen.

11. Unterschriften

Bauherrschaft:

Politische Gemeinde Au
Bauverwaltung
Kirchweg 6
9434 Au

Datum:

12.06.2026

Unterschrift

P. Hartmann

Projektverfasser:

Bänziger Partner AG
Bahnhofstrasse 18
9470 Buchs

Datum

12.06.2026

Unterschrift



R. Kobler



D. Mettler