

Kanton AR, Gemeinde Heiden
Kanton SG, Gemeinde Eggersriet

T +41 (0)71 354 50 60
F +41 (0)71 354 50 65
appenzellerbahnen.ch

12.201.05

Ersatz Durchlass Büelbach Strecke RHB, km 4.106

Plangenehmigungsprojekt

Projektbasis

Appenzeller Bahnen AG:

Die Projektverfasser:

.....
S. Holenstein, Leiter Kunstbauten

.....
F. Meier, Schällibaum AG

.....
R. Koch, Projektleiter Kunstbauten

Projektverfasser:

Schällibaum
Ingenieure und Architekten



Bahnhofplatz 20, CH-9100 Herisau
Sachbearbeiter Florian Meier
T: +41 71 354 80 37
f.meier@schaellibaum.ch

Nr.		22421		
Format A4		(Projekt Nr. AB: 1651000)		
Änd.	Entw.	Gez.	Kontr.	Datum
	fme		rst	17.12.25
Exemplar für:				

Inhaltsverzeichnis

1.	Allgemeines	3
1.1	Einleitung	3
1.2	Objektbeschreibung	3
2.	Objektskizzen	4
2.1	Abgrenzung	4
2.2	Nutzungsdauer	4
3.	Grundlagen	5
4.	Baugrundmodell und Tragwerk	5
4.1	Baugrundmodell	5
4.2	Grund- / Hangwasserverhältnisse	6
4.3	Berechnungsprogramme	7
4.4	Materialisierung	7
4.4.1	Bestehende Bauteile und Bauwerke	7
4.4.2	Neu zu erstellende Bauteile und Bauwerke	8
5.	Einwirkungen	8
5.1	Ständige Einwirkungen	8
5.2	Veränderliche Einwirkungen	9
5.3	Aussergewöhnliche Einwirkungen	9
6.	Tragsicherheit	10
7.	Gebrauchstauglichkeit	11
8.	Dauerhaftigkeit	12
9.	Akzeptierte Risiken	13

1. Allgemeines

1.1 Einleitung

Grundlage der vorliegenden Projektbasis bildet die Nutzungsvereinbarung vom 17.12.2025.

1.2 Objektbeschreibung

Der in der Nutzungsvereinbarung angegebene Projektbeschreibung ist auch für die Projektbasis gültig und wird an dieser Stelle ergänzt und spezifiziert.

Tragsystem

Der neue Durchlass wird mit Betonrohren DN1400 erstellt. Die Verlegung erfolgt als grabenloser Vortrieb im Betonrohr-Pressverfahren.

Für die Berechnung wird angenommen, dass das Betonrohr elastisch gebettet im Boden liegt. Für die Berechnung der Schnittkräfte und Verschiebungen wird der Kreisquerschnitt des Betonrohres durch ein Polygon aus geraden Stäben ersetzt. Die Belastung wird am System in Form von Linienlasten auf die Stäbe angebracht. Das umgebende Bodenmaterial wird durch elastische Stäbe (Federn) dargestellt. Diese Federn sollen dem elastischen Verhalten des Bodens mit der angenommenen Bettungsziffer C entsprechen. Die Federn wurden dort eingeführt, wo passiver Erddruck als Reaktion zur Belastung auftritt. Sie sollen nur Druckkräfte aufnehmen.

- Bauwerkslänge: ca. 67.1 m
- Abmessungen Durchlass [Ø] 1400 mm
- Wandstärke Rohr 160 mm

Beschreibung der eingesetzten Baustoffe

Stahlbeton allgemein:	C 30/37
Stahlbeton Pressrohr:	C 40/50
Bewehrungsstahl:	B500B

Beschreibung der Konstruktionsdetails:

Es werden robuste und langlebige Konstruktionsdetails gewählt.

Erdungskonzept

Das Bauwerk liegt bis 10 m unter dem Gleistrasse. Das Bauwerk wird nicht mit der Bahnerde verbunden.

Bauverfahren / Bauphasen: Beschreibung der gewählten Bauverfahren, des Bauablaufs und der relevanten Bauzustände

Der konventionelle Pressvortrieb ist ein bemannter Vortrieb, bei der ein Stahlschild von einer Rohrkolonne aus Betonrohren in den Boden gepresst wird. Der anstehende Baugrund wird kontinuierlich abgebaut und mit Loren in die Startgrube gefördert. Allfällige Hindernisse werden händisch abgebaut. Der Rohrvortrieb ist ein nur beschränkt steuerbares Vortriebsverfahren, bei welchem das Vortriebsrohr bereits das Mediumrohr darstellt. Die Wandstärke der Rohre betragen üblicherweise um 16 cm, was zu einem Aussendurchmesser von ca. 1.72 m führt. Weiter ist der Pressvortrieb bezüglich Grundwasser empfindlich, da jederzeit eine offene Ortsbrust besteht und dadurch Niederbrüche durch eindringendes Wasser ausgelöst werden könnten. Eine ausreichende Grundwasserhaltung ist unverzichtbar. Zudem erfolgen an der Ortsbrust regelmässige Injektionen um den Baugrund zu stabilisieren. Setzungen können nicht ausgeschlossen werden, darum werden regelmässige Überwachungsmessungen

erfolgen. Als weitere Massnahmen sind Injektionen, sowie das Vorhalten von händischen Stopfgeräten durch die AB vorgesehen.

Der Vortrieb erfolgt vom Startschacht vom Einlauf aus.

2. Objektskizzen

Normalprofil Durchlass 1:20

QP 57.34

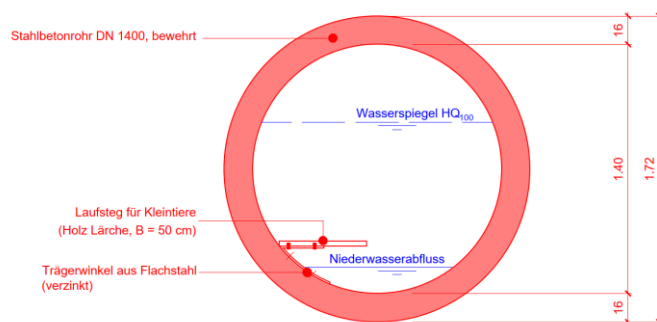


Abbildung 1: Querschnitt Durchlass Büelbach

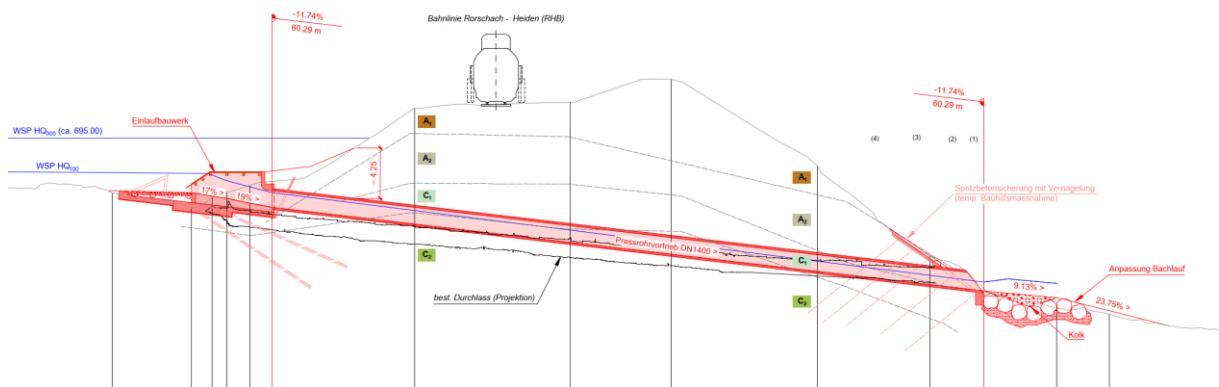


Abbildung 2: Längsschnitt Durchlass Büelbach

2.1 Abgrenzung

Verweis auf die Nutzungsvereinbarung Kapitel 1.1.

2.2 Nutzungsdauer

Verweis auf die Nutzungsvereinbarung Kapitel 1.8.

3. Grundlagen

Grundlagen gemäss Nutzungsvereinbarung vom 17.12.2025.

4. Baugrundmodell und Tragwerk

4.1 Baugrundmodell

Angaben gemäss geotechnischem Bericht (FlumGeo AG, 13.06.2024).

Der Damm über den Büelbach ist überwiegend aus umgelagertem Moränenmaterial der Bahntrasse geformt. Die oberen Schichten des Damms (Schicht A1) sind weich und locker, während darunter (Schicht A2) eine steifere und mitteldichte Lage bis in 6–10 m Tiefe vorhanden ist, teils mit Steinen bis 15 cm Durchmesser und vereinzelt auch grösseren Blöcken. Unterhalb dieser Auffüllung liegt eine sehr steife bis harte Moränenschicht (Schicht C1). Sofern schon früher das Bachbett auf dem Niveau des heutigen Bachdurchlasses lag, könnte heute stellenweise nahe des heutigen Durchlasses Auffüllungsmaterial vorhanden sein. Wie SPT-Versuche zeigen, wird die harte Moräne ab 9–13 m Tiefe erreicht.

Die Rammsondierungen legen nahe, dass der heutige Bachdurchlass auf dem ehemaligen natürlichen Bachlauf liegt, wobei sich die Moränenschicht beidseitig des Durchlasses leicht anhebt. Bei RS11 fällt die Schicht C2 jedoch wieder ab und weist sehr harte SPT-Werte > 50 auf.

In den Kernbohrungen bis zu 15 m Tiefe wurde kein Fels erreicht, was für das Projekt unerheblich ist. Im Bereich der Zufahrten findet sich keine Auffüllung, sondern eine weiche Deckschicht über der Moräne, teils mit Gehängelehm bis 4,5 m Mächtigkeit. Bei RS12 liegt eine permanent wassergesättigte Rutschschicht von 2 m Tiefe vor, die wenig tragfähig ist und sich talwärts bewegt, möglicherweise durch Erosion des Bachbetts verstärkt. In dieser Rutschschicht können sich auch abgelagerte Fremdstoffe befinden.

Beschreibung	Tiefe der Schichtunterkante [m]		
	RS1 – RS3, RS4, RS6, RS7, RS11, KB1 – KB3, RKS1	RS4, RS8	RS9, RS10, RS12 – RS14
A ₁ Auffüllung, weich bzw. locker Silt, sehr stark sandig, mittel kiesig / Sand, sehr stark siltig, mittel kiesig	1.5...7.0	1.0...3.0	
A ₂ Auffüllung, steif - sehr steif bzw. mitteldicht Silt, sehr stark sandig, schwach bis mittel kiesig / Sand, stark bis sehr stark siltig, mittel kiesig	6.0...10.0	2.5	
B Deckschicht / Rutschmasse, sehr weich - weich Silt, sehr stark sandig, schwach kiesig			1.0...4.5
C ₁ Moräne, sehr steif – hart bzw. dicht Silt, stark sandig, mittel kiesig / Sand, sehr stark siltig, schwach bis mittel kiesig	9.0...13.0	4.0...6.5	3.5...8.0
C ₂ Moräne, sehr hart bzw. sehr dicht Silt, stark sandig, mittel kiesig / Sand, sehr stark siltig, schwach bis mittel kiesig	>9.0...13.0	>4.0...6.5	>3.5...8.0

Abbildung 3: Lokale Untergrundverhältnisse

Bodenkennwerte		Raumgewicht	Reibungswinkel	Kohäsion	Zusammendrückungsmodul	
		γ_k [kNm ⁻³]	ϕ'_k [°]	c'_k [kNm ⁻²]	M_{E1} [MNm ⁻²]	M_{E2} [MNm ⁻²]
A ₁	Auffüllung, weich bzw. locker	19	28 - 30	0 - 2	3 - 15	9 - 45
A ₂	Auffüllung, steif - sehr steif bzw. mitteldicht	19	28 - 30	2 - 4	10 - 30	30 - 75
B	Deckschicht, weich /	19	28	2	3 - 6	9 - 18
	Rutschmasse, sehr weich	17	15*	0	1 - 2	--
C ₁	Moräne, sehr steif - hart bzw. dicht	20	30 - 32	4 - 6	20 - 70	60 - 175
C ₂	Moräne, sehr hart bzw. sehr dicht	21	32	>20	60 - 100	>150

* Reduzierte Scherkraft entlang Rutschfläche

Abbildung 4: Baugrundkennwerte

4.2 Grund- / Hangwasserverhältnisse

Es wird angenommen, dass im Damm zwei separate Wassersysteme existieren. Ein oberflächennaher Wasserspiegel wurde mehrfach in etwa 1 m Tiefe gemessen und fällt seitlich im Damm steil ab. Vermutlich fliesst Hangwasser aus dem südwestlichen Geländeeinschnitt über den durchlässigen Schotterkörper und die Foundationsschicht entlang des Bahngleises, wobei es teils in die weniger durchlässige Dammauffüllung sickert und der Rest talwärts fliesst.

Ein weiterer Wasserspiegel wurde über der harten Moräne beobachtet und speist die Piezometer in den Kernbohrungen, die in den oberen 5,5 m abgedichtet sind. Unterschiede zwischen den Piezometermessungen weisen darauf hin, dass die Fliesswege im Damm ungleichmässig sind. Der langsame Anstieg in KB2 zeigt zudem eine geringe Durchlässigkeit im Damm.

4.3 Berechnungsprogramme

Für die statischen Berechnungen werden folgende Programme verwendet:

Cubus AG, Zürich:

- Statik-9 Berechnung von ebenen und räumlichen Stabtragwerken
- Fagus-9 Querschnittanalyse-Programm
- Larix-9 Grundbauprogramm

4.4 Materialisierung

4.4.1 Bestehende Bauteile und Bauwerke

Der bestehende Durchlass wird abgebrochen und durch das projektierte Bauwerk ersetzt.

4.4.2 Neu zu erstellende Bauteile und Bauwerke

Beton

Bauwerk	Betonsorte	Bemessungswerte
Beton-Pressrohr (Vorfabrikation)	C 40/50 XC4, XF3	$f_{cd} = 24 \text{ N/mm}^2$ $T_{cd} = 1.25 \text{ N/mm}^2$ $E_{cm} = 36 \text{ kN/mm}^2$
Ein- und Auslaufbauwerk (Ortbeton)	C 30/37 XC4, XF3	$f_{cd} = 20 \text{ N/mm}^2$ $T_{cd} = 1.10 \text{ N/mm}^2$ $E_{cm} = 34 \text{ kN/mm}^2$

Betonstahl

Bauwerk	Bezeichnung	Bemessungswerte
Alle Bauteile	B500B	$f_{sd} = 435 \text{ N/mm}^2$ $k_s = 1.08$ $\epsilon_{ud} = 4.5\%$ $E_s = 205 \text{ kN/mm}^2$

5. Einwirkungen

5.1 Ständige Einwirkungen

Einwirkung	Massnahmen / Weiterbearbeitung	Annahme für die Bemessung
Eigenlasten Beton	Dimensionierung / statische Berechnung	Eigengewicht Beton: $\gamma_G = 25 \text{ kN/m}^3$
Auflasten Erdauflast	Dimensionierung / statische Berechnung	Höhe bis ca. 10 m $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$
Erddruck inf. ständiger Lasten	Dimensionierung / statische Berechnung	Erdruehdruck Baugrundwerte gem. Tabelle
Erdauflast	Dimensionierung / statische Berechnung	Baugrundwerte gem. Tabelle
Wasserdruck	Dimensionierung / statische Berechnung	Raumgewicht Wasser: $\gamma_{w,k} = 10 \text{ kN/m}^3$

Tabelle 1 Ständige Einwirkungen, nicht aktualisiert, definitive Nutzungsphase

5.2 Veränderliche Einwirkungen

Einwirkung	Massnahme / Weiterbearbeitung	Annahme für die Bemessung
Schnee / Wind / Temperatur	Nicht massgebend.	
Bahnverkehr Verkehrslast - LM1 Anfahr- und Bremskräfte Schlingerkräfte / Zentrifugalkräfte Ermüdung	Dimensionierung / statische Berechnung - Dimensionierung / statische Berechnung	Nutzlast auf Bahndamm infolge Bahnlast $q_k = 52 \text{ kN/m}$ $\alpha = 0.8$ Vertikale Last $q_k = 52 \text{ kN/m}^2$ (gem. AB-EBV zu Art. 26) Breite 3.0 m, 0.7 m unter SOK Darf gem. Schreiben Th. Lang vom 30.09.2004 für geotechnische Bauwerke (Durchlass bis 10m unter Terrain) vernachlässigt werden Nicht massgebend (vernachlässigt) Ermüdung ist für dieses Bauwerk aufgrund der tiefen Lage unter der Bahnlinie nicht relevant.

Tabelle 2 Veränderliche Einwirkungen, nicht aktualisiert, definitive Nutzungsphase

Beiwerte Lastmodell Bahnverkehr:

Dynamischer Beiwert: Der dynamische Beiwert Φ wird nicht berücksichtigt.

5.3 Aussergewöhnliche Einwirkungen

Tabelle 3: Aussergewöhnliche Einwirkungen, nicht aktualisiert, definitive Nutzungsphase

Einwirkung	Massnahme / Weiterbearbeitung	Annahme für die Bemessung
Entgleisung	Nicht relevant für Durchlass	
Erdbeben	Nicht relevant für Durchlass	

6. Tragsicherheit

Bauphase

Gleiche Gefährdungen wie im Endzustand

Definitive Nutzungsphase

Tabelle 4: Nachweis der Tragsicherheit, Gefährdungsbilder, definitive Nutzungsphase

Gefährdungsbild		Bemessungssituation	Grenz-zustand	Annahme für die Tragwerksana-lyse und Bemessung	Last-bei-werte
B	Bahnverkehr	B1 andauernd	Typ 2 Bruch Tragwerk	LE: Bahnverkehr LM1 ST: Eigenlasten ST: Erddruck ST: Wasserdruck BE: -	$\gamma_Q = 1.45$ $\gamma_G = 1.35$ $\gamma_G = 1.35$ $\gamma_G = 1.20$ $\psi_0 = -$
		B2 andauernd	Typ 2 Bruch Tragwerk	LE: Bahnverkehr LM1 ST: Eigenlasten ST: Erddruck ST: Wasserdruck BE: -	$\gamma_Q = 1.45$ $\gamma_G = 0.80$ $\gamma_G = 0.70$ $\gamma_G = 0.90$ $\psi_0 = -$
		B4 andauernd	Typ 4 Ermü-dung	LE: Bahnverkehr LM1 ST: Eigenlasten ST: Erddruck ST: Wasserdruck BE: -	$\gamma_Q = 1.00$ $\gamma_G = 1.00$ $\gamma_G = 1.00$ $\gamma_G = 1.00$ $\psi_0 = -$

Übersicht

Tabelle 5: Übersicht Partialfaktoren Einwirkungen

Gefährdungsbild	GB B2 Bahnverkehr
Ständige Einwirkungen	
- Eigenlasten	1.35 / 0.80
- Auflasten	1.35 / 0.80
Veränderliche Einwirkungen	
- Bahnverkehr	1.45
Einwirkungen aus dem Baugrund	
- Erddruck ständig	1.35 / 0.70
- Wasserdruck ständig	1.20 / 0.90
Aussergewöhnliche Einwirkungen	

Gefährdungsbild	GB B2 Bahnverkehr
- Entgleisung	--
- Erdbeben	--

Partialfaktoren für geotechnische Grössen:

Tabelle 6: Übersicht Partialfaktoren geotechnische Grössen

Baugrundwert	Partialfaktor γ_m
Raumlast des Bodens γ_e	$\gamma_V = 1.0$

7. Gebrauchstauglichkeit

Tabelle 7: Nachweis der Gebrauchstauglichkeit, Nutzungszustände, definitive Nutzungsphase

Nutzungszustand		Grenzzustand	Bemessungskriterium Anforderungen	Annahmen für Tragwerksanalyse und Bemessung	Redukt.-beiwert
I	Bahnverkehr	Funktions-tüchtigkeit Lastfall: häufig	vert. Relativverschiebungen $\delta v \leq 3 \text{ mm}$	Bahnverkehr: LM1 für δv : $\alpha = 1.00$, $\Phi = 1.00$	$\psi_1 = 1.0$
II	Bahnverkehr	Funktions-tüchtigkeit	Risse	Spannungsnachweis gem. SIA 262 Ziff. 4.4.2 Anforderungen: erhöht	

8. Dauerhaftigkeit

Tabelle 8: Anforderungen und Massnahmen zur Gewährleistung der Dauerhaftigkeit

Anforderungen	Massnahmen	Weiterbearbeitung
Dichtigkeit	Einbau von Dichtungen zwischen Pressrohren	Massnahmenkonzept Kontrollplan Ausführungskontrollen
Entwässerung	Gefälle Kein stehendes Wasser auf der Konstruktion	Keine besonderen Massnahmen
Korrosionsschutz Bewehrung	Bewehrungsüberdeckung Für die Betonpressrohre wird die Bewehrungsüberdeckung nach DIN EN 206-1:2001 (Tabelle 9) mit $c_{nom} = 35$ mm gewählt. Wegen der hohen Betonqualität von C 40/50 für die Rohre (gemäß Typ 2 in DIN V 1201) und der überwachten Produktion kann die Betondeckung gegenüber DIN EN 206 (sowie SIA 262, Tab. 16) etwas reduziert werden (Tab. 11 in DIN V 1201 – Tab. 2). Für die Anschlussbauwerke (Ortbeton) mit der Betonqualität von C 30/37 wird die Betondeckung mit $c_{nom} = 40$ mm nach SIA 262, Tab. 16 angenommen.	Ausführung
Aussehen der Betonoberfläche	keine	Keine besonderen Massnahmen
Frostbeständigkeit	Wahl Betonsorte XF3	Ausführung

Tabelle 9: Betondeckung bei Rohren (DIN V 1201)

Expositionsklassen nach DIN EN 206-1:2001	Umweltbedingungen chemischer Angriff	Betondeckung in mm	
		Mindestmaß c_{min}	Nennmaß c_{nom}
XC2	Stahlbetonrohre, die ständig unter Wasser oder im Boden verbleiben.	15 ^a	25 ^a
XC4 oder XA1	Stahlbetonrohre, die wechselnder Durchfeuchtung oder chemisch schwach angreifender Umgebung ausgesetzt sind.	20 ^{a,b}	30 ^{a,b}
XA2	Stahlbetonrohre, die chemisch mäßig angreifender Umgebung ausgesetzt sind.	25 ^{a,b}	35 ^{a,b}

^a Die Mindestbetondeckung ist an den Außenflächen von Vortriebsrohren um 5 mm zu erhöhen.
^b Für einlagig bewehrte Rohre mit Bauteildicken bis zu 80 mm dürfen die Tabellenwerte um 5 mm verringert werden.

9. Akzeptierte Risiken

Folgende Risiken werden als Sonderrisiken akzeptiert:

- Explosion
- Brand
- Sabotage