

Linie St. Gallen – Gais - Appenzell

Strecke Hirschberg - Appenzell

Viadukt Appenzell

Erneuerung

km 19.312 – 19.615

Bericht Plangenehmigung



Im Auftrag der Appenzeller Bahnen AG
Rhätische Bahn
Infrastruktur
Kunstabauten

Chur, 30. September 2021

Inhaltsverzeichnis

1. Vorbemerkungen	3
2. Situation und Ausgangslage	4
2.1. Standort	4
2.2. Geologie und Hydrogeologie	6
2.3. Zustand des Gewölbeviaduktes	7
2.4. Zustand der Sitterbrücke	9
2.5. Denkmalpflegerische Aspekte	10
2.6. Lichtraumprofil	12
3. Projekt Gewölbeviadukt	13
3.1. Schottertrog	13
3.2. Randabschluss Schottertrog	15
3.3. Instandsetzung Spritzbetonoberfläche	16
3.4. Entwässerung	16
3.5. Abdichtung	16
4. Projekt Sitterbrücke	17
4.1. Konzept der Erneuerung	17
4.2. Überbau	17
4.3. Korrosionsschutz	19
4.4. Unterbau	20
5. Brückenausrüstung und Bahnanlagen	23
5.1. Brückengeländer	23
5.2. Erdnungskonzept Brücke	23
5.3. Gleisanlage	23
5.4. Interaktion Gleis - Brücke	24
5.5. Kabelanlage	25
5.3. Fahrleitungsanlage	25
6. Landerwerb	26
7. Statische Berechnung	27
7.1. Nutzungsvereinbarung und Projektbasis	27
7.2. Statische Berechnung	27
7.3. Sachverständigenbericht	28
8. Baustellenerschliessung und Bauvorgang	29
8.1. Allgemeines	29
8.2. Baustellenerschliessung	29
8.3. Approximatives Sicherheitsdispositiv	31
8.4. Bauvorgang	31
9. Umweltbereiche	32
9.1. Natur und Landschaft, Wild	32
9.2. Wald	33
9.3. Grundwasser, Wasserversorgung	33
9.4. Entwässerung	34
9.5. Oberflächengewässer und aquatische Lebensräume	35
9.6. Störfallvorsorge	36
9.7. Altlasten	36
9.8. Abfälle und Materialbewirtschaftung	36
9.9. Boden	36
9.10. Luft	36
9.11. Nichtionisierende Strahlung	37
9.12. Lärm	37
9.13. Erschütterungen / abgestrahlter Körperschall	39
10. Weitere Bereiche	39
10.1. Langsamverkehr	39
10.2. Denkmalpflege, Archäologie und Ortsbildschutz	39
10.3. Naturgefahren	40
11. Raumplanung	41
12. Sicherheitsbericht	41
12.1. Allgemeines	41
12.2. Prüfbericht	41
13. Abweichungen Technische Spezifikationen Interoperabilität	41
14. Kosten	42
14.1. Aufwendungen für die Erneuerung des Gewölbeviaduktes Appenzell	42
14.2. Aufwendungen für die Erneuerung der Sitterbrücke Appenzell	43
10.2. Finanzierung	43

1. Vorbemerkungen

Der Viadukt Appenzell weist eine Gesamtlänge von 296 m auf und besteht aus der stählernen Brücke über die Sitter, der Fachwerkbrücke über die Weissbadstrasse und drei Abschnitten unterschiedlich langer Reihen von Gewölbeviadukten.

Die Erneuerung der Überführung Weissbadstrasse wurde aufgrund des sehr schlechten Bauwerkszustandes 2021 ausgeführt. Dazu liegt die Plangenehmigung «Schwende, Überführung Weissbadstrasse – Erneuerung» vom 01. Oktober 2020 [BAV 411.221-2019/0362] vor. Dem BAV wurde mit dieser PGV Verfügung kommuniziert, dass die Überführung Weissbadstrasse lediglich als Teilprojekt der integralen Erneuerung des gesamten Viaduktes Appenzell zu verstehen ist.

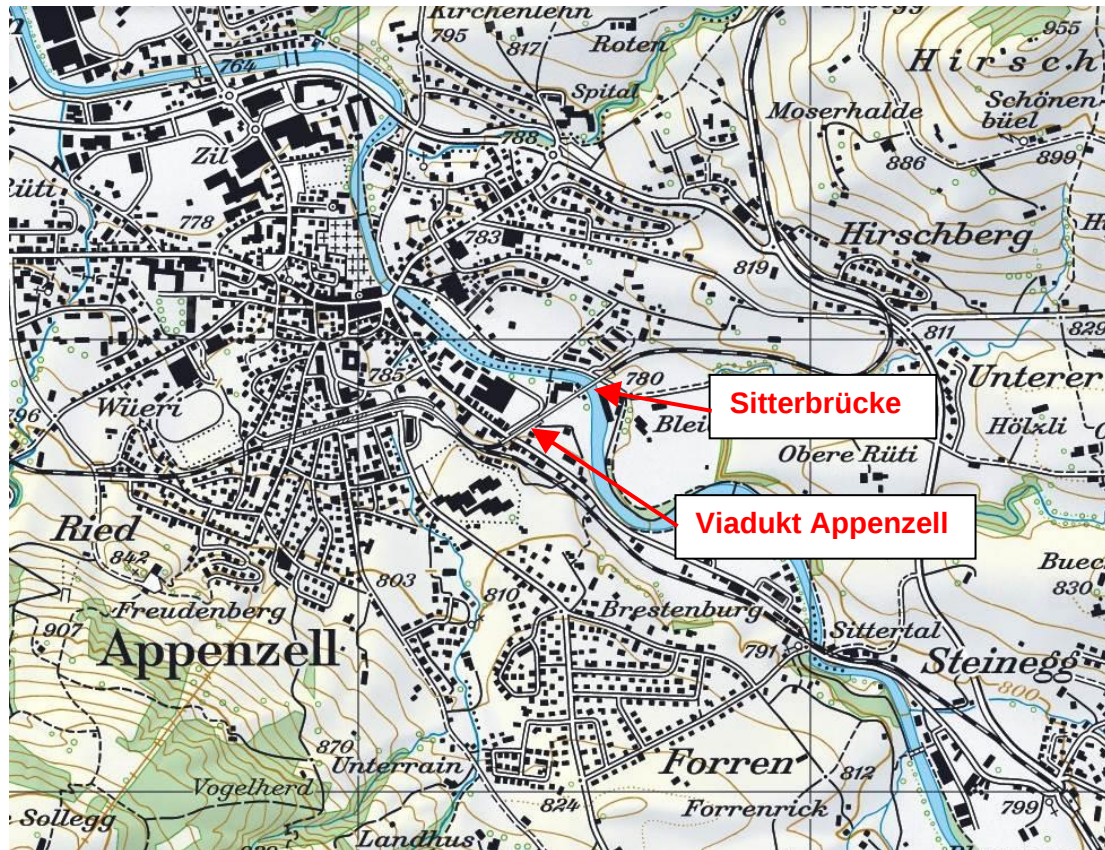
Die Umweltrelevanten Aspekte für die Überführung Weissbadstrasse sind fast identisch mit denjenigen für das Gesamtprojekt. Sie werden mit dem vorliegenden Projekt nochmals aufgenommen und kommentiert. Die Ausführungen basieren jedoch zu einem grossen Teil auf den Angaben zum Projekt Überführung Weissbadstrasse. Die grundwasserrelevanten Auflagen zum Projekt Überführung Weissbadstrasse wurden im neuen Projekt bereits berücksichtigt.

Das Projekt wurde den Vertretern der Fachkommissionen Denkmalpflege AI und Heimatschutz AI am 12. Januar 2021 erläutert. Es basiert auf der Erhaltung des Bauwerks und wurde in enger Anlehnung an ähnliche Projekte der Rhätischen Bahn ausgearbeitet. Die beiden Vertreter der Fachkommissionen haben ihr Einverständnis zum Projektkonzept bezeugt. Die Detailgestaltung der Oberflächenstruktur (Reprofilierung / Spachtelung) am Gewölbeviadukt wird vor der Ausführung im gegenseitigen Einvernehmen noch abgesprochen und festgelegt.

2. Situation und Ausgangslage

2.1. Standort

Der Viadukt Appenzell befindet sich auf der Strecke Hirschberg – Appenzell, unmittelbar vor der Einfahrt auf die Station Appenzell. Das Bauwerk wurde 1903 gebaut und 1904 in Betrieb genommen. Es handelt sich um eine 296 m lange Brücke, die aus fünf unterschiedlichen Bauwerksteilen besteht. Von Nordost nach Südwest sind dies eine Vorlandbrücke mit einer Länge von 16.80 m, die Stahlfachwerkbrücke über die Sitter mit einer Länge von 50.0 m, der Hauptviadukt mit einer Länge von 184.20 m, die stählerne Überführung Weissbadstrasse mit einer Länge von 12.40 m und die Vorlandbrücke Seite Appenzell mit einer Länge von 33.25 m.



Ausschnitt Landeskarte 1:25'000

Der Gewölbeviadukt mit den beiden Vorlandbrücken, genannt «Bleichi» und «Brüggli», und dem Hauptviadukt, genannt «Gärbers», besteht aus typisierten Gewölben mit Öffnungen von 5 – 6 m, die im Regelfall zu 30.16 m langen Abschnitten verbunden sind, aus vier Gewölben bestehen und an deren Enden durch massive Festpunktpfeiler abgeschlossen sind. Die Gewölbe, die Seitenwände und die Pfeiler bestehen aus Stampfbeton. Die Konsolsteine und die Abdeckplatten erinnern an die gemauerten Viadukte aus dieser Zeit. Der Viaduktkörper ist mit 3.30 m eher schmal ausgebildet und die Zwischenstützen sind nur 1.20 m breit. Die horizontale Stabilisierung erfolgt durch die 2.56 m breiten Festpunktpfeiler, die auf Fahrbahnhöhe gleichzeitig auch Ausstellbuchten aufweisen.

Das Bauwerk überquert die Flussebene der Sitter etwa 8 m über Grund. Die Streckentrassierung verläuft bis auf die letzten 30 m auf einer Geraden, die von einem Kreisbogen mit Radius 62 m gefolgt wird. Die Längsneigung ist horizontal.



Bild 1: Übersicht Viadukt Appenzell, im Hintergrund Überführung Weissbadstrasse

Die Sitterbrücke ist eine 50 m lange Stahlfachwerkbrücke mit Halbparabelträgern. Die beiden Hauptträger haben eine Spannweite von 49.60 m und liegen in einem seitlichen Abstand von 4.0 m. An den Portalen haben sie eine Höhe von 5.20 m und in Feldmitte eine solche von 7.40 m. Die Systemweite des Fachwerks beträgt 3.10 m. Die Brücke wurde 1988 an beiden Portalen konstruktiv angepasst so dass die Durchfahrtshöhe von 4.05 m auf 5.60 m erhöht werden konnte.

Das Bauwerk überquert die Sitter etwa 10 m über dem Flusslauf. Die Streckentrassierung verläuft auf einer Geraden. Die Längsneigung ist horizontal.



Bild 2: Sitterbrücke, Blick Richtung Norden

2.2. Geologie und Hydrogeologie

Der Viadukt Appenzell liegt auf einem Schuttfächer der Sitter (rezente Alluvionen) wie der Ausschnitt aus dem geologischen Atlas in Bild 3 zeigt.

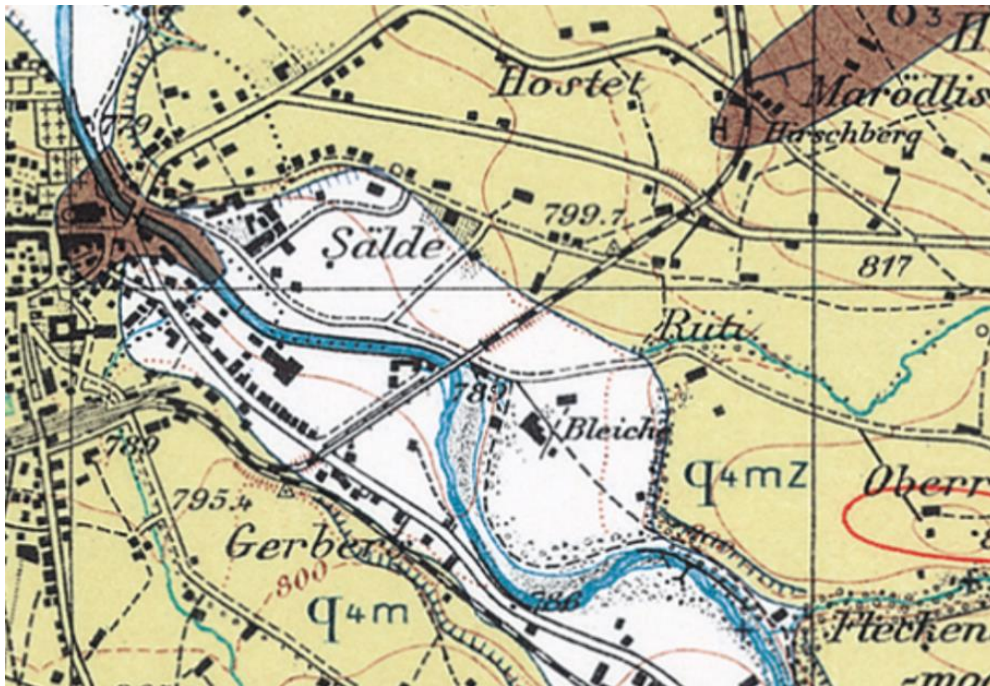


Bild 3: Auszug geologischer Atlas Kanton Appenzell Innerrhoden

Der Untergrund besteht aus einer oberen, geringmächtigen Schicht aus Schwemmlagerungen. Darunter folgen kiesige Flussablagerungen der Sitter. Ihre Mächtigkeit nimmt gegen Norden zu und beträgt 1.50 – 3.0 m. Die Flussablagerungen liegen wiederum auf einer sehr dicht gelagerten Grundmoräne auf. Die Flussablagerungen sind sehr gut, die Grundmoräne aber wenig durchlässig.

Der Viadukt Appenzell ist durchwegs flach fundiert. Aufgrund einer Sondierung aus dem Jahre 1941 kann davon ausgegangen werden, dass die Fundamente auf die Flussablagerungen der Sitter abgestellt wurden.

Der Grundwasserspiegel liegt nur wenig unter der Terrainoberfläche. Grundwassermessungen aus dem Jahre 2005 haben eine Schwankungsbreite von 1.20 – 2.50 m unter Terrain ergeben. Der Spiegel korrespondiert mit dem Abfluss der Sitter.

Die geplanten Fundamentverstärkung der Sitterbrücke am Widerlager Appenzell liegt über dem Grundwasserspiegel. Die Mikropfähle ragen in den Grundwasserkörper und müssen aus Gewässerschutzgründen mit Strümpfen ausgeführt werden.

2.3. Zustand des Gewölbeviaduktes

Der Gewölbeviadukt weist erhebliche Mängel und Schäden auf und wurde der Zustandsklasse 3 zugeteilt. Die Schäden entsprechen in ihrem Ausmass dem Umfang, wie das nach bald 120-jährigem Betrieb zu erwarten ist. Eine integrale Erneuerung könnte rein zustandsbedingt noch um ein bis zwei Jahrzehnte hinausgezögert werden. Die Erneuerung wird im Zusammenhang mit der Sitterbrücke vorgezogen. Die für die Sitterbrücke erforderliche Totalsperrung von 4 Wochen kann so genutzt werden.

Die Zuordnung in eine bestimmte Zustandsklasse basiert auf den Ansätzen aus der SIA Dokumentation D 0240, bez. der nachfolgenden Tabelle.

Zustandsklasse		Merkmal, Massnahmen
1	gut	Keine nennenswerten Schäden (geringfügig) Keine Massnahmen in laufender Erhaltungsperiode
2	akzeptabel	Kleinere Mängel und Schäden (unbedeutend) Kann, muss aber nicht in laufender Erhaltungsperiode instand gestellt werden
3	beschädigt	Erhebliche Mängel und Schäden (bedeutend) Instandsetzung in laufender Erhaltungsperiode erforderlich, Interventionszeitpunkt frei wählbar
4	schlecht	Grosse Mängel und schwere Schäden (gross) Rasche Instandsetzung oder Verstärkung (in den nächsten Jahren) bzw. ergänzende Sicherheitsmassnahmen (um bezüglich Interventionszeitpunkt Freiheit zu gewinnen oder um Schadenausweitung einzuschränken) und Instandsetzung oder Verstärkung in laufender Erhaltungsperiode
5	alarmierend	Starke Beschädigung oder Zerstörung (nicht akzeptierbar) Sichernde Sofortmassnahmen

Tabelle 1: Definition Zustandsklassen

Generell sind die Schäden am tragenden Beton erheblich, jedoch noch nicht gravierend. Sie entsprechen etwa der nach bald 120 Jahren erwarteten Abnutzung. Örtlich sind die Schäden etwas ausgeprägter. Der genaue Zustand der Betonstruktur lässt sich infolge der in den 1960-er Jahren ausgeführten Spritzbetonreprofilierung leider nicht ermitteln.

Die Schadenursache bei Mauerwerks- oder Stampfbetonviadukten liegt in der fortlaufenden Zerstörung der Oberfläche durch Temperaturwechsel, insbesondere aber Wasserzutritt und Frost. Das Niederschlagswasser versickert im erdgefüllten Schottertrog und gelangt auf die mit einem Zementüberzug geschützte Tragstruktur. Es wird an den Seitenwänden aufgestaut und dringt über örtliche Fehlstellen in die Tragstruktur ein. Dort führt es zu Auslaugungen, Zermürbungen und schlussendlich zu einer kompletten Zersetzung des Betons. Die Schäden sind in Form von Kalkausblühungen an der Gewölbeunterseite, trotz durchgeführter Spritzbetonreprofilierung, gut sichtbar.

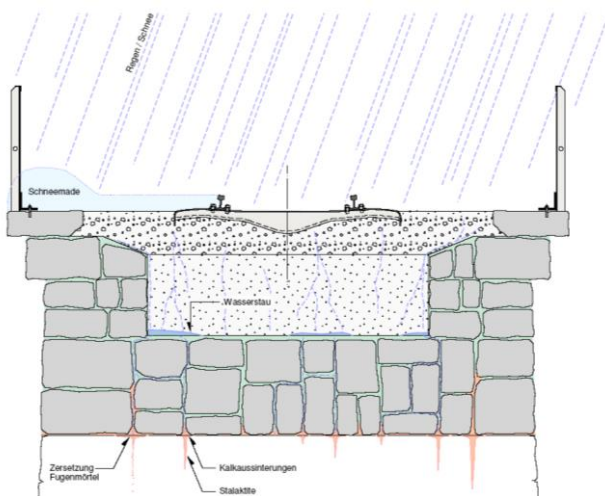


Bild 4: Schadenmechanismus Wasserzutritt – Frosteinwirkung (Mauerwerkviadukt)

Die in den 1960-er Jahren vollflächig reprofilierte Betonoberfläche weist grossflächig Versinterungen auf, was auf eine nicht funktionsfähige Entwässerung schliessen lässt. Der Spritzbeton selbst haftet zwar generell gut am Untergrund, weist aber diverse Risse auf. Die ganze Oberfläche ist, insbesondere nach Niederschlägen, feucht.



Bild 5: Ansicht Viadukt Appenzell

Die ursprüngliche Betonoberfläche lässt sich nicht mehr beurteilen. Nachdem sie jedoch vollflächig mit Spritzbeton reprofiliert wurde, ist davon auszugehen, dass sie viele Kiesnester, feuchte Stellen und ebenfalls Versinterungen aufweist.

Die Schäden sind weniger ein Tragfähigkeits- als ein ästhetisches Problem. Ohne Verhinderung des Wasserzutritts von oben lassen sie sich aber nicht stoppen.

Die an die Stahlbrücken angrenzenden Gewölbe wurden, vermutlich auch in den 1960-er Jahren mit Betonmauern ausgesteift. Diese Aussteifungen sind aus heutiger Sicht nicht notwendig, in Bezug auf die Temperaturatmung des Gewölbes sogar schädlich. Die Bremskräfte werden nicht über die Gewölbe, sondern über die ausgesteiften Widerlager, bzw. Festpunktpfeiler in den Baugrund abgetragen. Im Zusammenhang mit der Erneuerung werden die Betonscheiben rückgebaut, was auch der denkmalpflegerischen Haltung entspricht.



Bild 6: Ausgesteiftes Bogengewölbe angrenzend an die Sitterbrücke

2.4. Zustand der Sitterbrücke

Die Sitterbrücke wird auf Grund des schlechten Zustandes des Korrosionsschutzsystems, vor allem an der Brückenuntersicht, der Zustandsklasse 4 «grosse Mängel und schwere Schäden» zugeordnet, womit eine integrale Erneuerung innerhalb der nächsten paar Jahre erforderlich ist.

Im Jahre 2017 wurde eine Machbarkeitsstudie ausgearbeitet anhand derer entschieden werden sollte, ob die Sitterbrücke für eine weitere Betriebsperiode von 50 Jahren ertüchtigt werden kann. Die wichtigsten Resultate dieser Untersuchung werden stichwortartig wie folgt zusammengefasst:

- Die wichtigsten Stahlprofile wurden vor Ort aufgenommen und mit den Grundlagenplänen verglichen. Es konnte eine gute Übereinstimmung mit den Plänen festgestellt werden.
- Die Materialuntersuchungen haben gezeigt, dass Flusseisen verwendet wurde und dass mit diesen Werkstoffeigenschaften gerechnet werden kann.
- Die Berechnungen wurden für das Lastmodell 5 auf Basis der Norm SIA 269ff durchgeführt (Beiwert $\alpha = 1.0$).
- Die Trag- und die Ermüdungssicherheiten der beiden halbparabelförmigen Fachwerkträger können mit Ausnahme der Hauptträgerdiagonalen 1 – 6 erbracht werden.
- Die sekundäre Tragkonstruktion, bestehend aus den Quer- und sekundären Längsträgern muss aufgrund der mangelhaften Ermüdungssicherheit ersetzt werden.
- Der Bremsverband weist eine ungenügende Tragsicherheit auf.

Ausgehend von diesen Resultaten haben die Appenzeller Bahnen AG entschieden, die Sitterbrücke für eine weitere Nutzungsperiode von 50 Jahren zu ertüchtigen.



Bild 7: Übersicht Sitterbrücke



Bild 8: Untersicht Sitterbrücke

Die gut belüfteten Profile des Hauptfachwerkträgers sind noch in einem akzeptablen Zustand ohne grössere Korrosionsschäden [Bild 7].

An der ständig feuchten Brückenuntersicht sind jedoch deutliche Korrosionsschäden sichtbar. Diese treten vor allem an den Profilkanten, den Fugen zwischen den Blechen, sowie an den Stellen, wo das Wasser länger liegen bleibt und die Belüftung schlechter ist, auf [Bild 8].

2.5. Denkmalpflegerische Aspekte

Der Viadukt Appenzell ist ein denkmalpflegerisch bedeutendes Bauwerk. Er ist als Ganzes die längste Meterspurbrücke der Schweiz und wurde durch den bedeutenden Ingenieur Louis Kürsteiner (1862 – 1922) aus Gais entworfen.

Jürg Conzett hat in seiner Expertise «Abklärung der Erhaltungswürdigkeit» bereits der 2021 erneuerten Überführung Weissbadstrasse die Erhaltungswürdigkeit attestiert. Der in seiner Gänze wesentlich repräsentativere Viadukt Appenzell soll deshalb integral erhalten werden.

Die integrale Erhaltung ist für den Gewölbeviadukt unproblematisch, da das Bauwerk keine statischen Defizite aufweist. Viel kritischer ist diesbezüglich die Sitterbrücke zu beurteilen. Die Appenzeller Bahnen AG haben deshalb eine detaillierte Überprüfung der Sitterbrücke vorgenommen. Dabei standen zwei Varianten zur Diskussion.

- Variante 1 Erhaltung und Erneuerung für eine weitere Betriebsperiode von 50 Jahren
- Variante 2 Unterhalt für eine Restlebensdauer von 10 – 15 Jahren und anschliessenden Ersatz durch einen Neubau.

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass das Bauwerk für eine weitere Betriebsperiode von mindestens 50 Jahren erneuert werden kann. Der zentrale Aspekt in der Beurteilung war die Ermüdungssicherheit des sehr filigranen Bauwerks. Nach dem Vorbild der Hinterrheinbrücke der RhB wird die Sitterbrücke wie folgt erneuert:

- Erhaltung der halbparabelförmigen Hauptfachwerkträger
- Verstärkung einzelner Profile der Ausfachung
- Vollständiger Ersatz der sekundären Tragkonstruktion bestehend aus den sekundären Längsträgern und den Querträgern
- Ersatz der Eichen- durch FFU Kunstholzschnellen
- Erneuerung des Korrosionsschutzanstriches
- Rückbau der 1988 ergänzten Portalaufbauten

Mit diesem Konzept können nicht alle Anforderungen, wie sie heute für Neubaubrücken gelten, eingehalten werden. Dies sind insbesondere:

- Verzicht auf den Dienstweg
- Ganz leichte Einengung des Schlupfweges (19 cm anstatt 20 cm)
- Tragfähigkeitsnachweis für Lastmodell 5 mit Beiwert $\alpha = 1.0$

Der Gewölbeviadukt wird nach den Grundsätzen der Rhätischen Bahn vollständig erhalten. Auf dem Bauwerk wird ein vorfabrizierter Schottertrog eingebaut. Der obere Randabschluss erfolgt wiederum mit Granitabdeckplatten und Konsolsteinen, was der hochwertigen Ausführungsart Typ A1 der Rhätischen Bahn entspricht.

Da der Viadukt Appenzell nicht aus Mauerwerk, sondern aus Stampfbeton besteht ergeben sich leichte Abweichungen zur Normalbauweise der RhB. So werden die äusseren Stegflächen des Schottertroges sandgestrahlt und der Schottertroger mit einer Schattenfuge gegen das tragende Gewölbe abgesetzt. Um diese Aspekte genauer zu prüfen, wurde das Architekturbüro Vontobel Rageth Architekten, Domat/Ems mit der Ausarbeitung einer Materialisierung beauftragt. Diese sieht vor, die Spritzbetonreprofilierung mit einer Kratzspachtelung zu egalisieren und die neuen Stirnflächen des Schottertroges zu sandstrahlen.

Das Konzept ist im Bild 9 dargestellt. Es wurde mit den Kommissionen Heimatschutz und der Denkmalpflege Appenzell vorbesprochen und ist vor der Ausführung noch zu bemustern.

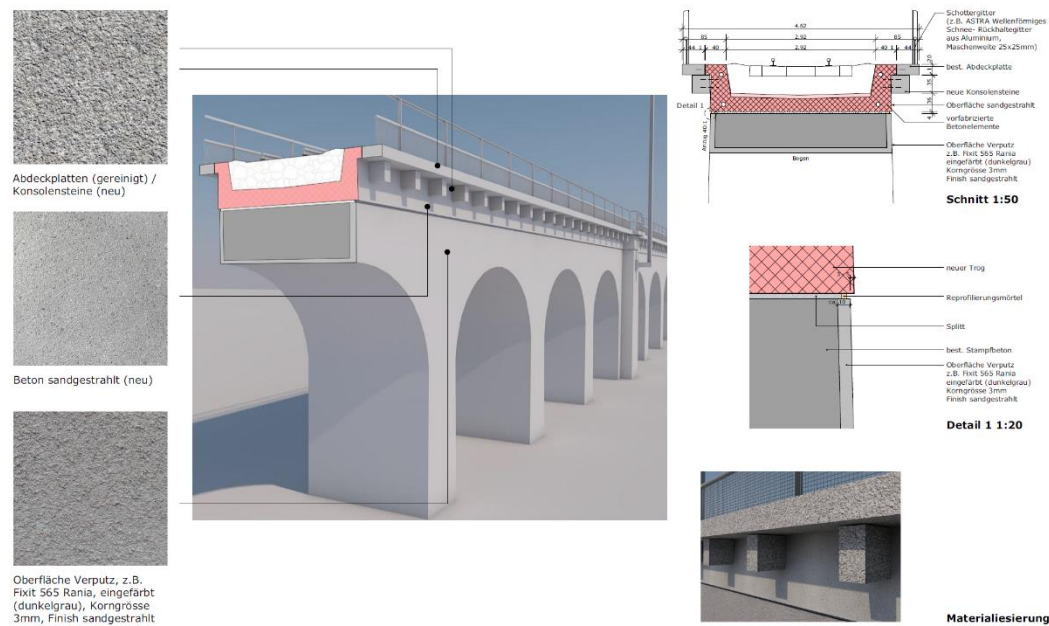


Bild 9: Materialisierung Gewölbeviadukt

Um die heutigen Sicherheitsräume einhalten zu können, wird die Gesamtbreite des Gewölbeviaduktes von 3.90 m auf 4.60 m erweitert. Dadurch wird das Erscheinungsbild des Viaduktes beeinflusst. Stichwortartig werden für den neuen Schottertrogl folgende Randbedingungen berücksichtigt:

- Es kommt die Ausführungsart Typ A1 mit der Beibehaltung von Abdeckplatten zur Anwendung.
- Der Schottertrogl wird in Stahlbeton hergestellt. Die sichtbaren Seitenwände werden sandgestrahlt.
- Die Kragplatten werden wiederum mit Granitabdeckplatten ausgebildet. Auf den geraden Abschnitten können die bestehenden Platten wiederverwendet werden. Im Abschnitt Bruggli müssen aus geometrischen Gründen neuen Platten verwendet werden.
- Die Kabelkanalisation erfolgt mittels eines Blechkanals, welcher am Rand des Schottertrogl platziert wird.
- Die Geländer werden auf OK Kragplatten montiert.
- Die Konsolsteine werden, entsprechend der neuen Kragweite, durch neue Granitsteine ersetzt.

Das gewählte Vorgehen entspricht dem Erneuerungskonzept der Rhätischen Bahn für gemauerte Viadukte.

2.6. Lichtraumprofil

Auf dem Viadukt Appenzell gilt das Lichtraumprofil EBV A-AB nach Reglement R RTE 20'512 «Lichtraumprofil Meterspur». Die lichte Weite dB zwischen der Gleisachse und dem Geländer wird mit folgenden Grundlagen berechnet (Klammerwerte gelten für die Vorlandbrücke Brüggli):

- Lichtraumprofil EBV A-AB
- Gleisachse im Radius $R = \infty$, ($R = 62$ m)
- Kurvenenerweiterung $e = 0$ mm, ($e = 400$ mm)
- Überhöhung $\ddot{u} = 0$ mm, ($\ddot{u} = 60$ mm)
- $v_R = 50$ km/h, ($v_R = 30$ km/h)

Auf dem geraden Brückenabschnitt zwischen Widerlager Hirschberg und der Überführung Weissbadstrasse beträgt die halbe Profilbreite $dB_2 = 2.05$ m.

Auf der Sitterbrücke beträgt der Abstand zwischen Gleisachse und Pfosten des Fachwerträgers lediglich 1.84 m. Der Dienstweg kann auf diesem 50 m langen Abschnitt nicht eingehalten werden. Vor und nach der Stahlbrücke befinden sich Ausstellbuchten, die als Schutznischen genutzt werden können. Die leichte Unterschreitung des theoretischen Schlupfweges für das Regelprofil um 1 cm wird aus denkmalpflegerischen Gründen in Kauf genommen. Wird das Sonderprofil angewendet, so verschwindet die Einengung des Schlupfweges. Die halbe Profilbreite für den Sonderwert beträgt nur 1.74 m im Gegensatz zum Regelprofil, bei dem sie 1.85 m beträgt.

Auf dem Gewölbeviadukt wird die minimale Profilbreite zwischen den Geländern auf $dB = 2.17$ m erweitert (Forderung Nutzungsvereinbarung $dB \geq 2.15$ m), da die Gleisachse teilweise leicht von der Brückenachse abweicht.

Auf dem Abschnitt Brüggli mit dem minimalen Gleisradius $R = 62$ m und der Regelüberhöhung $\ddot{u} = 60$ mm betragen die halben Profilbreiten $dB_{i2} = 2.57$ m und $dB_{a2} = 2.45$ m. In diesem Bereich wird die halbe Breite dB beidseitig auf 2.62 m erweitert, da die Brückenachse leicht von der Gleisachse abweicht.

$$dB_{i2} = 1.65 + 0.40 + 2.0 \times 0.06 + 0.40 = 2.57 \text{ m}$$

$$dB_{a2} = 1.65 + 0.40 + 0.40 = 2.45 \text{ m}$$

3. Projekt Gewölbeviadukt

3.1. Schottertrog

Die langfristige Substanzerhaltung von Gewölben aus Mauerwerk oder Stampfbeton bedingt den Einbau eines Schottertroges. Der Trog wirkt als Träger für die Abdichtung und ermöglicht den Einbau einer kontrollierbaren Entwässerung.

Die Ausbildung des Schöttertrogos weicht, wie bei den Viadukten der RhB, von den Richtlinien für Neubauprojekte ab. Aus denkmalpflegerischen Gründen kann der Trog die Seitenwände der Grundstruktur nicht überragen. Auf den geraden Abschnitten im Bereich Gärbers und Bleichi ergibt sich ein Mass für die halbe innere Trogbreite von 1.50 m ab der Gleisachse.

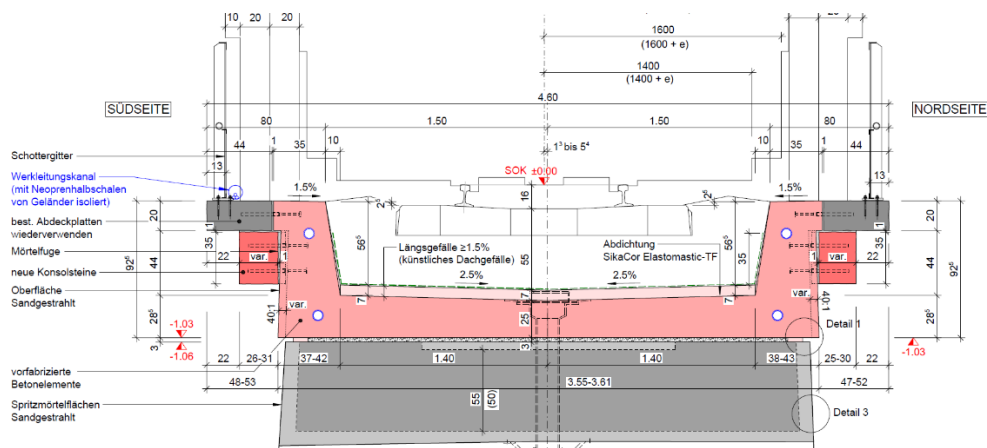


Bild 10: Normalquerschnitt gerade Gewölbeabschnitte

Die Querschnittsbreite auf dem geraden Abschnitt misst 4.60 m und der Trog weist eine Gesamthöhe von 0.925 m auf. Die Schwellenoberkante liegt 2.5 cm unterhalb der Trogoberkante. Die Forderung von Artikel 231 AB EBV zu Art. 26, dass die Trogoberkante mindestens auf Schwellenhöhe liegen muss wird eingehalten. Der Dienstweg kann ohne Einschränkungen in seiner vollen Breite ausgebildet werden.

Der Schottertrog erhält ein Quergefälle gegen die Brückenachse von 2.5%. In Längsrichtung ist ein künstliches Dachgefälle von 1.5% erforderlich.

Der Überbau wird mittels eines Seilschnittes 1.06 m unter SOK von der Grundstruktur getrennt und mit einer dünnen Splittschicht in der Höhe exakt ausnivelliert. Auf dieser Schicht werden vorgefabrizierte Trogelemente versetzt und gegenseitig verspannt. Über den massiven Festpunktpfeilern der einzelnen Gewölbeabschnitte wird der Schottertrog mit einer 1.28 m langen Ortbetonplombe ergänzt. Dadurch lassen sich die Einbautoleranzen beherrschen.

Die Herstellung des Schottertroges in vorfabrizierter Bauweise bietet sich am Viadukt Appenzell an, da für die Erneuerung der Sitterbrücke eine vierwöchige Totalsperre erforderlich ist. Diese Zeit ist ausreichend für den Abbruch und Neubau des Schottertroges. Mit diesem Vorgehen lassen sich die sonst üblichen Hilfsmassnahmen wie die Einrichtung einer provisorischen Gleisachse und der Einbau von Hilfsbrücken vermeiden und es sind somit keine lärmintensiven Nacharbeiten erforderlich. Die Bauzeit kann verkürzt und die Lärm- und Staubimmissionen können minimiert werden.

Im Endzustand werden die Elemente mit 4 Litzenpannkabeln zu einem monolithischen Gesamtsystem zusammengespant. Die totale Vorspannkraft beträgt $P_0 = 3'900 \text{ kN}$, was einer zentrischen Druckspannung von $\sigma_c = 2.5 \text{ N/mm}^2$ entspricht.

Die Herstellung der Elemente erfolgt im Kontaktverfahren mit einer Betonqualität C 40/50 XF4. Die Kontaktfugen werden mit Schubnocken und einem durchlaufenden, in einer Nut 30 x 10 mm versetzten Dichtungsband versehen. Zusammen mit der Wirkung der Vorspannung resultiert dadurch eine wasserdichte Konstruktion. Zusätzlich wird in der Kontaktfuge an der Trogoberfläche eine Nut eingelassen, die nach dem Versetzen mit einer elastischen Masse vergossen wird.

Qualitativ entspricht die Ausführung mit Fertigelementen jener in Ortbeton. Die höhere Betonqualität der Elemente spricht für die Vorfabrikationsbauweise. Die notwendigen Elementfugen sind dabei als nachteilig einzustufen. Mit den dargestellten Massnahmen im Fugenbereich können die Nachteile der vorfabrizierten Bauweise konstruktiv gelöst werden, so dass eine dauerhafte und unterhaltsarme Konstruktion resultiert.

Die vorfabrizierten Elemente werden lediglich auf ein profilgenau abgezogenes Splittbett versetzt. Auf die Ausbildung einer mechanischen Verbindung zum Viaduktkörper kann verzichtet werden. Bereits eine zusammen gespannte Reihe von 5 Elementen hat mit der Schottereinfüllung ein Gesamtgewicht von 625 kN. Die grösste horizontale Beanspruchung aus dem Bahnbetrieb ergibt sich aus der Anfahrkraft. Diese beträgt für Lastmodell 5 $Q_{Ak} = 230$ kN (Länge 12 m). Gleichzeitig kann die Wirkung der vertikalen Bahnlasten in Rechnung gestellt werden. Diese beträgt $Q_k = 760$ kN. Zusammen mit der Elementeigenlast resultiert eine vertikale Auflast von

$Q_{tot} = 1'385$ kN. Die Gleitsicherheit kann mit der Formel $H_{zul} = \frac{1}{F} \times Q_{tot} \times \tan \varphi$ berechnet werden.

Setzt man für die Gleitsicherheit F einen Faktor 1.5 und für den Reibungswinkel 35° ein, so resultiert eine zulässige Horizontalkraft von 645 kN, welche wesentlich grösser ist als die maximale Einwirkung $Q_{Ak} = 230$ kN. Diese Überlegung zeigt, dass eine zusätzliche mechanische Verzahnung mit dem Untergrund nicht notwendig ist.

Die reduzierte Breite des Schottertroges hat mit Ausnahme der Schotterreinigungsmaschine keinen Einfluss auf die Gleisbaumaschinen (Stopfen etc.). Diese Maschinen können nach dem Umbau wie bisher eingesetzt werden.

Im Gegensatz zu den meisten Viadukten der Rhätischen Bahn wurde der Viadukt Appenzell im Bereich Brüggli radial und nicht polygonal hergestellt. Diese Ausführungsart lässt sich mit Stampfbeton einfacher herstellen als mit Mauerwerk. Wie die Grundstruktur wird deshalb auch der Schottertrogradial ausgebildet. Die halbe innere Trogbreite misst ebenfalls 1.50 m und unterscheidet sich nicht vom geraden Abschnitt.

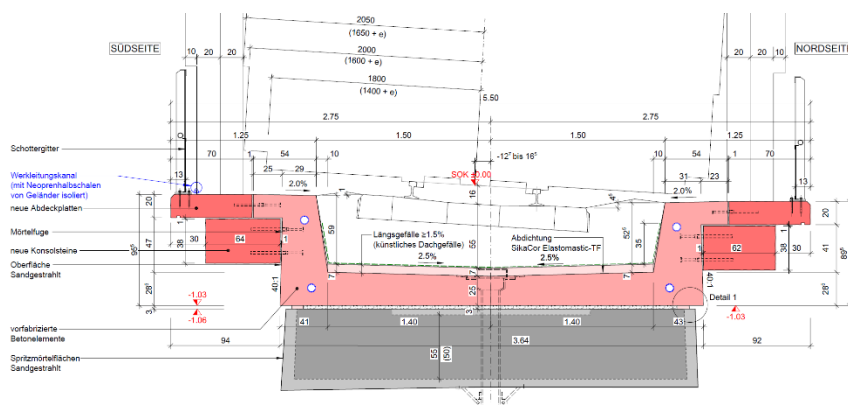


Bild 11: Normalquerschnitt im Bereich Brüggli

Entsprechend der Kurvenverbreiterung ergibt sich eine Querschnittsbreite von 5.50 m. Der Schottertrogr ist auf der Innenseite 0.895 m und auf der Aussenseite 0.955 m hoch.

Der neue Schottertrog wird fugenlos über die gesamte Brückenlänge eingebaut. Der längste Abschnitt im Bereich Gerbers beträgt 182 m. Die fugenlose Bauweise führt dazu, dass die temperaturbedingten Verformungen der Bogengewölbe durch den Stahlbetonschottertrog behindert werden, was zu einer gegenseitigen Zwangsbeanspruchung führt. Die temperaturbedingte Scheitelhebung bei einer Spannweite von 6 m beträgt rund 1.5 mm. Dies entspricht einer Hebung des Schottertroges von nur $\frac{1}{4'000}$ der Spannweite. Die auftretende Zwangsbeanspruchung auf die Bogengewölbe liegt in der Grössenordnung von 20 kN/m^1 und beträgt nur etwa 25% der durch den Bahnverkehr verursachten Einwirkungen. Der auftretende Bogenzwang ist somit klein und hat keine Auswirkungen auf die Tragsicherheit der Betongewölbe.

Die zulässige Beanspruchung des Betongewölbes auf Kennwertniveau beträgt $\sigma_{adm} = 5.5 \text{ N/mm}^2$ (Stampfbeton C12/15, Druckfestigkeit $f_{cd} = 8.0 \text{ N/mm}^2$, Lastbeiwert $\gamma_Q = 1.45$). Die Gewölbebeanspruchung aus den Bahnlasten und den Eigen-, und Auflasten beträgt etwa 2 N/mm^2 . Sie liegt damit deutlich unter der zulässigen Beanspruchung.

3.2. Randabschluss Schottertrog

Der Randabschluss am Viadukt Appenzell wird nach Ausführungsart A1 der Rhätischen Bahn mit Granitabdeckplatten und Konsolsteinen ausgebildet. Die bestehenden Abdeckplatten werden ausgebaut, auf eine Breite von 44 cm geschnitten und wieder eingebaut. Im Bereich Brüggli sind aus geometrischen Gründen neue und breitere Abdeckplatten mit einer Breite von 70 cm erforderlich.

Die Konsolsteine müssen durch neue Steine ersetzt werden. Die Abdeckplatten und die Konsolsteine werden mit Dübeln in der Qualität WS 1.4401 am neuen Betontrog verankert. Die Abdeckplatten stützen sich auf die neuen und breiteren Konsolsteine ab und sind zusätzlich rückverankert. Die in den Bildern 12 und 13 dargestellte Ausbildung entspricht dem Konzept, wie es die Rhätische Bahn für den Landwasser- und andere grosse Viadukte anwendet.

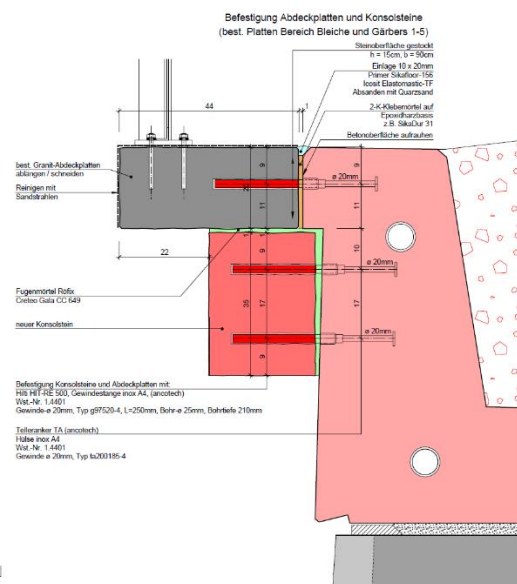


Bild 12: Randabschluss Schottertrog

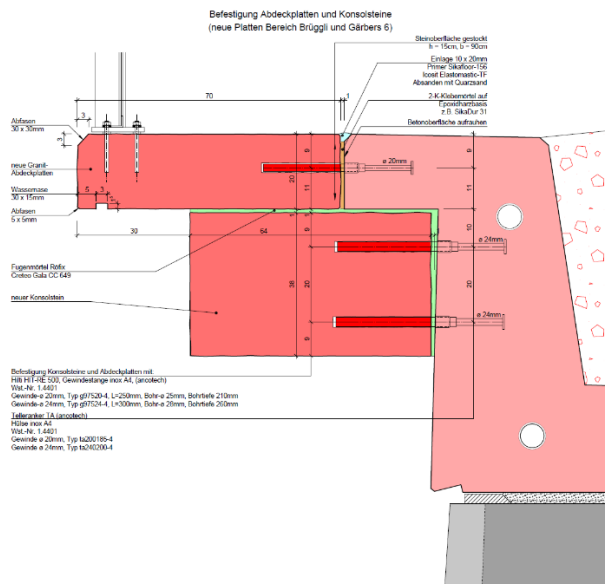


Bild 13: Randabschluss Trog im Bereich Brüggli

3.3. Instandsetzung Spitzbetonoberfläche

Die Spritzbetonoberfläche muss aus ästhetischen Gründen vollflächig bearbeitet werden. Im Prinzip wäre es erstrebenswert, den in den 1960-er Jahren aufgetragenen Spritzbeton vollständig abzutragen und durch eine Spachtelung zu ersetzen. Dieses Verfahren ist einerseits sehr kostenintensiv und beinhaltet das Risiko einer weiteren Schädigung der Grundstruktur.

Es ist deshalb vorgesehen, die Spritzbetonoberfläche vollständig zu reinigen und an schadhaften Stellen zu reprofilieren. Anschliessend wird die gesamte Oberfläche mit einem Verputzmörtel egalisiert und vollflächig reprofiliert. Die Schichtstärke beträgt rund 10 mm (siehe Gestaltungskonzept Materialisierung Bild 9).

Neben der einwandfreien Applikation ist bei der Instandsetzung der Betonoberfläche auf eine gute Vor- und Nachbehandlung zu achten. Voraussetzung für die erfolgreiche Durchführung dieser Arbeiten sind ein Arbeitsgerüst, mit dem alle Flächen gut zugänglich gemacht werden und eine Einhausung als Witterungsschutz. Gesamthaft beträgt die zu bearbeitende Fläche an den Gewölben und den Pfeilern 2'950 m².

3.4. Entwässerung

Die Gradienten auf dem Viadukt Appenzell sind fast horizontal. Die Entwässerung des Schottertroges erfolgt deshalb mit einem künstlichen Dachgefälle von 1.5 %. Die Tiefpunkte im Schottertrog liegen jeweils in Gewölbemitte, wo über jedem Gewölbe ein Entwässerungsschacht eingebaut wird. Entsprechend der Anzahl Gewölbe sind 32 Einlaufschächte in gegenseitigem Abstand von rund 7.50 m erforderlich. Die Einflussfläche pro Schacht beträgt 30 m² und die maximale Wassermenge pro Einlaufschacht erreicht 0.75 l/Sek. Die Mindestanforderungen an die Entwässerung nach AB-EBV (AB 26.1) können eingehalten werden.

3.5. Abdichtung

Die Abdichtung des Schottertroges erfolgt mit einem Dünnschichtsystem $t = 5$ mm, bestehend aus einem 2-K-Epoxyd-/ Polyurethansystem mit Quarzsandabstreuerung (SikaCor Elastomastic TF). Dieses Produkt kann auf Bahnschottertrögen ohne zusätzliche Schutzschicht eingebaut werden und hat eine Zulassung der Deutschen Bahn. Das Abdichtungssystem wird seit 2004 für Schottertröge bei der Rhätischen Bahn eingesetzt.

4. Projekt Sitterbrücke

4.1. Konzept der Erneuerung

Die Erneuerung der bestehenden Fachwerkbrücke mit dem Ersatz der sekundären Tragstruktur stellt einen grossen Eingriff dar, der eine 4-wöchige Ausserbetriebnahme des Bahnverkehrs erfordert. Das Erneuerungsprojekt besteht aus den folgenden Aspekten:

- Einrüstung und Einhausung der Sitterbrücke
- Vollständige Erneuerung des Korrosionsschutzsystems
- Ersatz der sekundären Tragkonstruktion (Längs- und Querträger, Wind- und Bremsverband)
- Ersatz einzelner Profile der Hauptfachwerkträger
- Rückbau und Anpassung der Portale
- Ersatz der Schwellenkonstruktion durch FFU Tragschwellen
- Einbau von neuen Schienenstützpunkten

Um die Lärmemission der Stahlbrücke zu vermindern, werden Schienenstützpunkte vom Typ SBB-DELKOR ALT.1 eingebaut. Diese bestehen aus einem Befestigungsrahmen und einer Rippenplatte, die durch Vulkanisation zu einem Einzelteil verbunden werden. Ein solcher Stützpunkt weist gute Dämpfungseigenschaften auf und ist gleichzeitig vollständig elektrisch isoliert.



Bild 14: Schienenstützpunkt SBB-DELKOR ALT.1 auf FFU Kunstholzschwellen

4.2. Überbau

Die sekundäre Tragkonstruktion, bestehend aus den Querträgern, den Längsträgern und den Wind- und Bremsverbänden wird vollständig ersetzt. Im Gegensatz zu früher, wo das Längenprofil der Gleisanlage in Wannenlage ausgeführt wurde und dementsprechend alle Quer- und Schwellenträger unterschiedlich hoch ausgebildet wurden, wird die Gleisachse heute im Längenprofil auf eine Gerade gelegt. Dadurch können alle Quer- und Längsträger mit einer einheitlichen Höhe ausgebildet werden, was den konstruktiven Aufwand wesentlich reduziert.

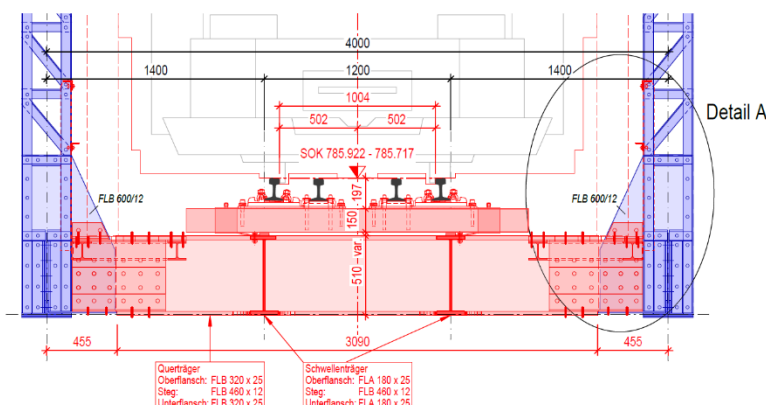


Bild 15: Normalquerschnitt Fahrbahnkonstruktion

Die insgesamt 17 Querträger bestehen aus geschweissten Trägern mit einer Höhe von 510 mm. Die Ober- und Unterflanschen sind mit 320 x 25 mm, relativ kräftig ausgebildet. Die sekundären Längsträger erhalten die gleiche Höhe wie die Querträger und werden mit diesen verschweisst. Es ist vorgesehen, die Fahrbahnkonstruktion in drei Teilen mit Längen von 16.28 m / 17.36 m / 16.28 m anzuliefern und einzubauen. Die Querträger werden über die bestehenden Passschrauben SHV M24 mm mit den Hauptträgern verbunden. Das Gesamtgewicht der neuen, stählernen Fahrbahnkonstruktion beträgt rund 30 t.

Die FFU Kunstholzschielen mit den Abmessungen L x B x H 2000 x 250 x 150 mm werden auf Zentrierleisten gesetzt. Dadurch ergibt sich eine klar definierte Krafteinleitungszone. Gleichzeitig wird die Schellenunterseite gut hinterlüftet, was in Bezug auf die Dauerhaftigkeit des Korrosionsschutzes der Schwellenträger vorteilhaft ist.

Neben der Fahrbahnkonstruktion werden die sechs, auflagerseitig gelegenen, stark beanspruchten Zugdiagonalen des Hauptfachwerks verstärkt.

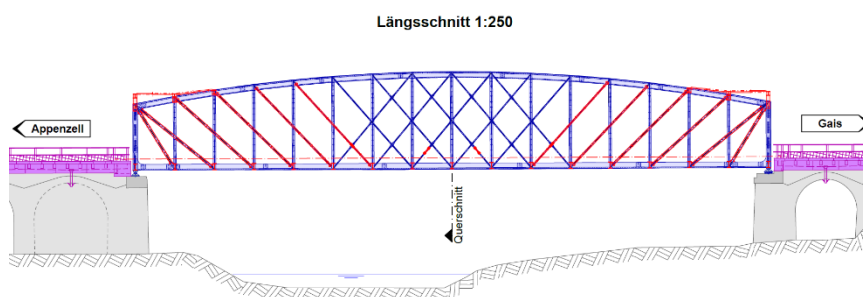


Bild 16: Ansicht Fachwerkhauptträger

Die Verstärkung erfolgt durch eine Aufdoppelung des ursprünglichen Stabprofils mit zwei Zusatzlamellen FLB 160/15, welche am Ende mit einer Lasche ausgebildet werden. Mit dieser Lasche kann der höhere Stabwiderstand in die Gurtungen eingeleitet werden.

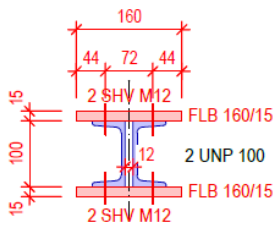


Bild 17: Querschnitt Profil



Bild 18: Längsschnitt Verstärkungslamelle

Die projektierten Verstärkungen sind wirksam, einfach in der Ausführung und zurückhaltend in der Gestaltung. Sie berücksichtigen somit die Aspekte der Tragsicherheit als auch der Denkmalpflege.

Neben den beiden Ergänzungsmassnahmen für eine neue Fahrbahnkonstruktion und der Verstärkung einzelner Zugstäbe werden die in den 1980-er Jahren erstellten Portalrahmen, die heute so nicht mehr erforderlich sind, rückgebaut. Dabei müssen die minimale Fahrdrachthöhe von $h_f = 4.35$ m, der Fahrleitungsraum und der Raum für das Zweizegefahrzeug der Appenzeller Bahnen berücksichtigt werden. Dadurch ergibt sich ein minimaler lichter Raum zwischen SOK und UK Portalrahmen von 4.75 m. Das Portal kann deshalb nicht vollständig, aber in vertretbarem Ausmass rückgebaut werden.

Wie in der nachfolgenden Bildreihe ersichtlich kann der Portalrahmen in Achse 3 vollständig und jener in Achse 2 fast vollständig rückgebaut werden. Einzig am Eingangsportal in Achse 1 übersteigt der Portalrahmen die Brückenkonstruktion um etwa 70 cm. Diese Erhöhung ist den neuen Reglementen für das Lichtraumprofil mit $h_f = 4.35$ m und dem neuen Fahrleitungsraum geschuldet.

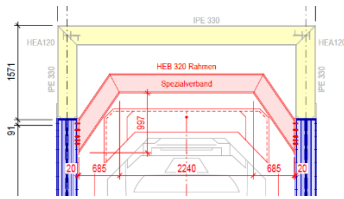


Bild 19: Portalrahmen Achse 1

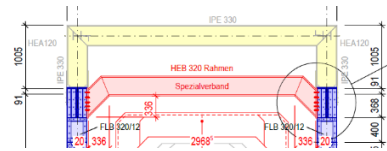


Bild 20: Portalrahmen Achse 2

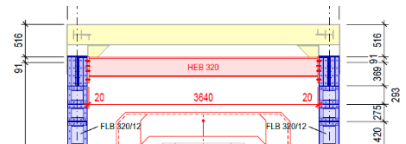


Bild 21: Portalrahmen Achse 3

4.3. Korrosionsschutz

Die Evaluation geeigneter Oberflächenschutzsysteme richtet sich nach den Ausführungs- und Qualitätsvorschriften für den Korrosionsschutz von Stahlbrücken der SBB.

Zum Einsatz kommt ein vierschichtiger Aufbau gemäss nachfolgendem Beschrieb:

- Untergrundvorbereitung Sandstrahlen Sa 2½ mittels kantigem Strahlmittel
mittlere Rauftiefe RzDIN zwischen 75 µm und 115 µm
Oberflächenvergrösserung mind. 18%
- Grundbeschichtung 1 x 2K-EP, Zinkphosphat, 80 µm (EG Phosphat)
- Zwischenbeschichtung 2 x 2K-EP, Eisenglimmer, 80 µm (EG 1)
- Deckbeschichtung 1 x 2K-PUR, Eisenglimmer, 80 µm (EG 4)

In Absprache mit den Kommissionen Heimatschutz und Denkmalpflege Appenzell wurde der Farbton DB 601 (grün) festgelegt.

Für die Ausführung der Korrosionsschutzarbeiten ist ein Arbeitsgerüst mit einer dichten Einhauung nach AQV «Korrosionsschutz von Stahlbrücken» erforderlich. Um die Sitterbrücke im Bauzustand nicht zusätzlich zu belasten, wird das Gerüst selbsttragend ausgebildet.

Die Bahn wird in einem Schutztunnel mit einer lichten Breite von 3.02 m und einer lichten Höhe von 4.55 m ab SOK geführt. Die lichte Breite wird nach R RTE 20'512, Artikel 4.9.1 «Zeitweilige Einbauten» bestimmt. Bei gerader Fahrbahn und ohne Gleisüberhöhung betragen die Minimalmasse $h_i = h_a = 1'009$ mm.

$$dB = h_{i,a} + \frac{s}{2} = 1009 + \frac{1000}{2} = 1509 \text{ mm}$$

Aus Sicherheitsgründen werden vor und nach dem Gerüst Besenprofile gestellt.

Die Fahrdrathöhe wird im Bauzustand auf $h_f = 4.20$ m reduziert. Die lichte Höhe des Schutztunnels bietet ausreichend Platz für die Montage der Fahrleitungsstruktur.

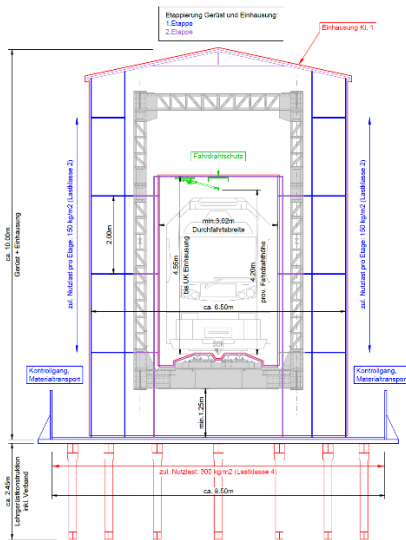


Bild 22: Gerüstkonzept Sitterbrücke



Bild 23: Gerüstkonzept Sitterbrücke

4.4. Unterbau

Die bestehenden Widerlager in Stampfbeton sind auf der Höhe der Lagerbank 5.0 m breit und 2.10 m lang. Unter den 30 cm hohen Lagerbänken befinden sich 45 cm hohe Bankette, die vorne und seitlich je 20 cm über die Lagerbank ragen. Unterhalb der Bankette springt die Widerlagerkörper wieder 20 cm zurück und weist in beiden Richtungen einen Anzug von 1:25 auf. Die Widerlager sind monolithisch mit denjenigen des Gewölbeviaduktes verbunden und wurden in den 1960-er Jahren ab UK Bankett mit Spritzbeton reprofiliert.

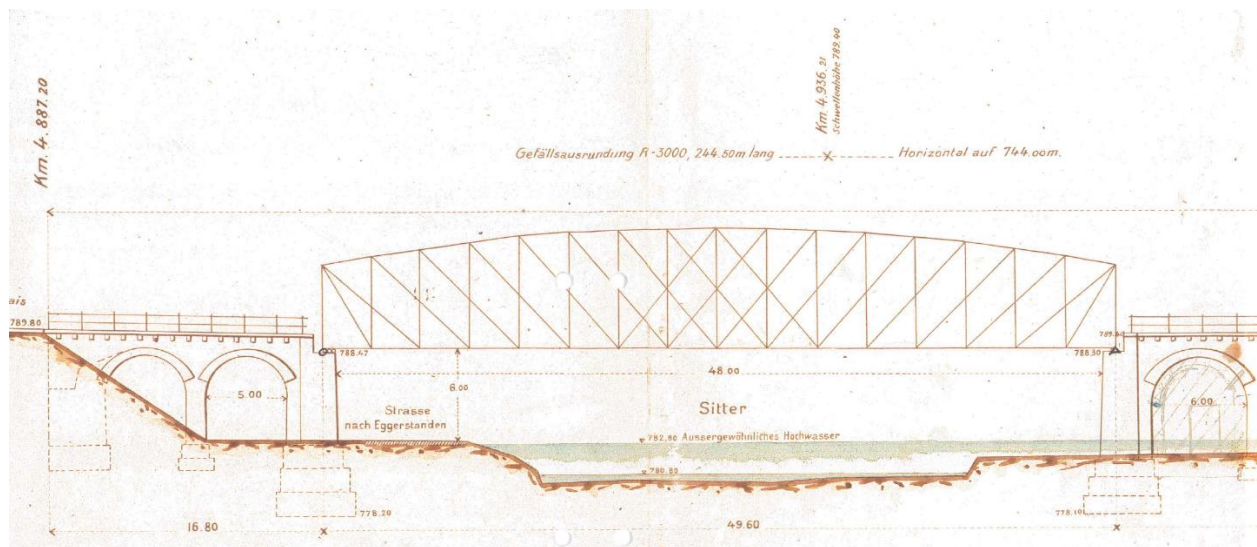


Bild 24: Längsschnitt Sitterbrücke

Die Auflagerachse liegt 0.80 m hinter der Vorderkante der Auflagerbank und wird gegenüber dem Bestand nicht verändert. Seite Appenzell ist die Sitterbrücke mit Linienkipplagern in Längsrichtung fixiert und Seite Hirschberg wurden längs, verschiebbliche Rollenlager eingebaut. Es ist vorgesehen, die Lager zu erneuern und wieder einzubauen.



Bild 25: Widerlager Hirschberg

Das Widerlager Hirschberg kann in seinem Bestand beibehalten werden. Die Spritzbetonoberfläche wird gereinigt, lokal instandgesetzt und mit einer vollflächigen Spachtelung reprofiliert.

Das Widerlager Appenzell muss für die heutigen Bremslasten von $Q_k = 665 \text{ kN}$ verstärkt werden. Dies erfolgt mit einer 25 cm dicken, dreiseitigen Stahlbetonummantelung, einem Fussbankett und einer Verstärkung mit Mikropfählen. Aus ästhetischen Gründen wird die Pfeilerummantelung nur bis UK Bankett geführt.

Um die Bremslasten in den Baugrund einleiten zu können sind auf der Vorderseite sechs und auf der Hinterseite vier Mikropfähle, Swiss Gew $\varnothing 40 \text{ mm}$, $L = 12 \text{ m}$ erforderlich. Sie werden in Korrosionsschutzstufe 3a ausgeführt und gegen das Widerlager elektrisch isoliert.

Die Auflagerbankette wie auch die Widerlagerkörper sind weitgehend unbewehrt. An der Überführung Weissbadstrasse wurden die Betonqualität untersucht. Sie entspricht einem Beton C16/20. Für die Bestimmung der Materialeigenschaften wurde stichprobenartig ein Bohrkern entnommen. Neben der tiefen Druckfestigkeit fällt vor allem die tiefe Rohdichte mit nur $2'203 \text{ kg/m}^3$ auf. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Betonqualität der Widerlager an der Sitterbrücke ebenfalls einem Beton C16/20 entspricht.

Um möglichst schonend mit der Grundsubstanz umzugehen werden die Verstärkungen der Fundamente nur bis in eine Tiefe von 1.75 m unter die Terrainoberfläche geplant. Damit ergeben sich keine Schwierigkeiten mit Bauzuständen und der Grundwasserträger wird, mit Ausnahme der Mikropfähle, nicht tangiert.

Die Foundation selbst wird mit 10 Mikropfählen verstärkt. Die Lasteinleitung in die alte Konstruktion erfolgt über einen Betonkragen knapp unter der Terrainoberfläche.

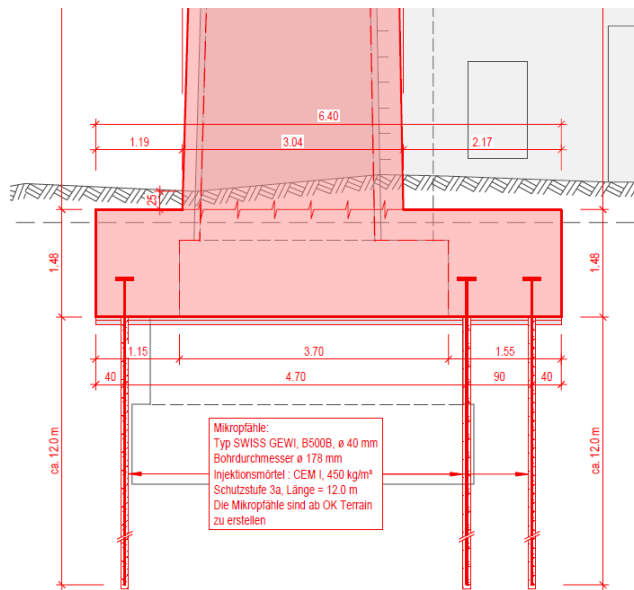


Bild 26: Längsschnitt Widerlager Appenzell

Mit dem Einbau von Mikropfählen kann das bestehende Widerlager für die Bremslasten verstärkt werden. Da der Grundwasserspiegel in etwa auf UK Foundation ansteht und die Mikropfähle somit in den Grundwasserraum ragen, müssen sie als verrohrte Sackpfähle ausgeführt werden.

5. Brückenausrüstung und Bahnanlagen

5.1. Brückengeländer

Die Brückengeländer werden am Rande des Schottertroges montiert und neu durchgehend mit Schottergittern ausgerüstet.

5.2. Erdungskonzept Gewölbebrücke

Die Appenzeller Bahnen werden mit Gleichstrom und einer Spannung von 1'500 Volt betrieben. Das Erdungskonzept erfolgt nach Bild 13 der Richtlinie C3d «Schutz gegen Korrosion durch Streuströme von Gleichstromanlagen». Der Schottertrog liegt auf unbewehrten Stampfbetongewölben und Pfeilern. Diese Bauteile können, wie Mauerwerk als Isolator betrachtet werden. Der Schottertrog besteht aus vorfabrizierten Teilen ohne durchgehende Bewehrung und muss nicht geerdet werden. Dieses Konzept wurde durch die Furrer + Frey AG für die RhB erarbeitet und ist im untenstehenden Bild dargestellt.

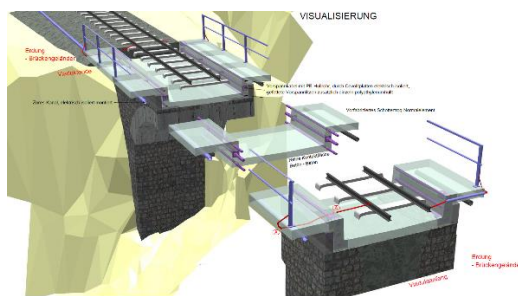


Bild 27: Erdungskonzept Gleichstrombahnbrücke RhB

Die Brückengeländer werden aus Gründen des Personenschutzes mit der Bahnerde BE verbunden. Wo sie auf Stahlbetonteilen verankert sind, werden sie elektrisch isoliert montiert. Auf den Granitabdeckplatten ist dies nicht erforderlich, da die Natursteine selbst als Isolator wirken.

5.3. Gleisanlage

Auf den Gewölbeviadukten wird ein Schotterbett eingebaut. Die Schotterstärke beträgt im Minimum 30 cm unter der Schwelle. Es werden Betonschwellen Typ VöV-E M-2 mit Schienenneigung 1:20 und Schienenprofile 46E1 eingebaut.

Der Oberbau auf Stahlbrücken mit offener Fahrbahn besteht normalerweise aus Eichenschwellen, Rippenplatten und Schienenprofilen 46E1. Die direkte Auflagerung der Schwellen auf den sekundären Längsträgern führt mit der Zeit zu irreparablen Korrosionsschäden unter den Schwellenauflagern, da in diesen Zonen mit ständiger Feuchtigkeit zu rechnen ist und die Applikation eines dauerhaften Korrosionsschutzes durch den Bahnbetrieb stark erschwert wird. Deshalb werden die Eichenschwellen durch FFU Kunstholzschnellen mit einer Auflagerleiste ersetzt. Eine solche Konstruktion erlaubt die natürliche Belüftung der Auflagerzone. Die Schienenbefestigung erfolgt aus Lärmschutzgründen mit elastischen Stützpunkten. Der Einbau eines Schottertroges ist aus Gewichtsgründen nicht möglich.

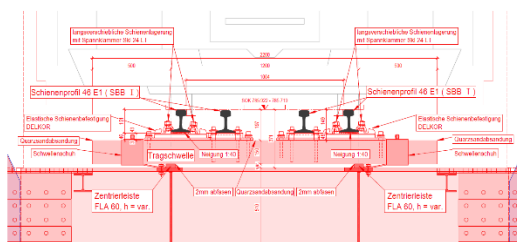


Bild 28: Gleisanlage auf der Sitterbrücke

5.4. Interaktion Gleis - Brücke

Die Interaktion zwischen dem Gleis und der Brücke ist ein komplexes Thema. Es muss sichergestellt werden, dass sich weder Schienenbrüche noch Gleisinstabilitäten ereignen. Dabei sind die Längsdehnung der Brücke, die Verdrehungen der Widerlager und die Längsverschiebung aus der Einwirkung «Bremsen» zu berücksichtigen. Die Zusatzspannungen dürfen nach der AB-EBV zu Art. 31 Abs. 2.2 die folgende Werte nicht überschreiten:

- Zusätzliche Druckspannung max. 72 N/mm^2
- Zusätzliche Zugspannung max. 90 N/mm^2

Im Regelwerk SBB I-22'068 wird die Dehnlänge bei Stahlbrücken mit Schotterbett auf 60 m begrenzt. Dabei werden Referenzbedingungen mit Schienenprofilen 60E1 in Qualität S900 und Gleisradien $\geq 1500 \text{ m}$ vorausgesetzt.

Bei Brücken mit offener Fahrbahn kann mit einer längsbewegliche Schienenbefestigungen verhindert werden, dass zusätzliche Längskräfte in die Schiene eingeleitet werden. Die freie Gleislänge darf 90 m nicht überschreiten und die Brücke muss sich auf einem geraden Streckenabschnitt befinden.

Die Sitterbrücke hat eine offene Fahrbahn, liegt auf einem geraden Streckenabschnitt und weist eine Dehnlänge von 49 m auf. Es werden Schienenprofile 46E1 in Qualität S900 eingebaut. Die Anforderungen an die Fahrbahn ohne Dilatationsvorrichtung DV können eingehalten werden. Die Schienenbefestigung ist wie folgt vorgesehen:

- Verzicht auf den Einbau einer DV
- Einbau von längsbeweglichen Schienenbefestigungen nach Zeichnung 5517, I-22'068
- Einbau von Festpunkten 15 m vor und nach der Brücke ($0.30 \times \text{Dehnlänge}$)

Die Brückenlagerung mit einseitig festen Lagern wird nicht verändert. Um die Wechselwirkung zwischen den Schienen und der Tragkonstruktion möglichst gering zu halten, werden Führungsplatten für eine längsbewegliche Schienenlagerung (Zeichnung SBB 5517) eingesetzt. Die bisherige Schienenauszugsvorrichtung wird aus Unterhaltsgründen entfernt.



Bild 29: Bestehende Schienenauszugsvorrichtung Seite Hirschberg

5.5. Kabelanlage

Heute befinden sich die Bahnkabel in einem Schutzrohr aus abgekanteten Blechen neben dem Geländer am westlichen Brückenrand. Diese Situation wird nicht verändert. Auch nach der Erneuerung werden die Bahnkabel in einem Schutzrohr auf dem Bankett, unmittelbar am Geländer anliegend, verlegt. Sie liegen vollständig ausserhalb des Dienstweges.

5.6. Fahrleitungsanlage

5.6.1. Fahrleitungen und Stützpunkte

Die Fahrleitungsanlage wird innerhalb des Projektperimeters erneuert und der neuen Situation angepasst. Sie ist grundsätzlich als einfach isolierte, halbnachgespannte Kettenwerksfahrleitung ausgestaltet.

Technische Werte:

Element / Eigenschaft	Beschrieb
Fahrdraht	1 x 107 mm ² elektrolytischer Kupferdraht, Profil SBB, Valthermo
Tragseil	1 x 95mm ² Cu-Seil, blank
Zugkraft Fahrdraht	8 kN Nachspannung mit Gewichten
Zugkraft Tragseil	9 kN bei – 20°C fest
Nennspannung	1'500 V
Fahrdrahtseitenlage	± 0.300m
Fahrdrahthöhe (normal)	5.70 m über Schienenoberkante (SOK)
Fahrdrahthöhe (minimal)	4.35 m über Schienenoberkante (SOK)
Systemhöhe	2.00m
Mastabstand	Max. 55.0 m auf Geraden
Masten	Breitflanschmastemin. HEB 200, Fe E 235, mit Fussplatte und Mastisolation
Tragwerke Kettenwerk	Rohrausleger 2" oder 2.5" Auslegerstrebe 2" oder Auslegeranker Tragseilaufhängung Tragrohr 1.5" und 2" Spurhalter 1"
Tragwerke Einfachfahrleitung	Rohrausleger 2" oder 2.5" Auslegeranker Pendel Spurhalter
Material	Alle Stahlteile sind feuerverzinkt oder rostfrei
Isolation	Einfach isoliert Stabisolator 2-rillig Auslegerisolator 2-rillig Isolierkörper KUSYS (Kummler + Matter AG)
Lichttraumprofil	LRP A – AB

5.6.2. Fundamente

Die Mastfundamente werden nach den heute gängigen Weisungen der SBB ausgeführt. Die entsprechenden statischen Nachweise sind in der Beilage 85 zu finden. Für die Kabelführung von Erdverbindungen, Steuerleitungen und anderen elektrischen Kabeln werden Rohre in die Fundamente eingelegt. Die Verbindung Mast – Fundament wird mit jeweils 4 Fundamentschrauben M30 oder M36 ausgeführt. Auf der Gewölbebrücke werden die Masten mittels Konsolen am Brückenenträger befestigt.

5.6.3. Schaltschema und Speiseleitung

Das Schaltschema bleibt bestehen und ist in Beilage 81 dargestellt.

5.6.4. Kreuzung und Parallelführung von Hochspannungsleitungen

Innerhalb des Projektperimeters sind keine oberirdischen Leitungsquerungen vorhanden.

5.6.5. Berührungsschutz

Im Projektperimeter sind die Mindestabstände zu berührbaren aktiven Teilen an der Aussenseite von Fahrzeugen sowie zu aktiven Teilen von Oberleitungsanlagen ausgehend von Standflächen, die von Personen betreten werden dürfen nach EN 50122 eingehalten.

5.6.6. Nichtionisierende Strahlung

Innerhalb des Projektperimeters sind keine Fahrleitungsanlagen geplant, welche nichtionisierende Strahlung emittieren (keine Wechselstrom-Fahrleitungen inkl. Speiseleitungen, Wechselstrom-Übertragungsleitungen, Unterwerke, Schaltanlagen, Transformatorenstationen).

5.6.7. Vogelschutz

Die Richtlinie Vogelschutz vom Bundesamt für Verkehr (BAV-511.5-00024/00016) hat nach Kapitel 1 der Richtlinie «Vogelschutz für Bahnen mit Niederspannung» nach Art.3 «Starkstromverordnung» nur empfehlenden Charakter. Im Projektperimeter werden die Mastkopfbereiche grösser als 50 cm ausgestaltet.

5.6.8. Streustromkorrosion

Zur Verhinderung von Streuströmen werden Mastisolationsgarnituren verwendet. Somit sind die Masten gegenüber den Fundamenten isoliert. Die Rückleitung wird bei der Stahlbrücke isoliert montiert.

5.6.9. Sicherheitsaspekte

Die Anlage wird grundsätzlich in einer bewährten standardisierten Ausführungsart erstellt. Während der Bauphase werden die nachfolgend aufgeführten Auflagen und Bestimmungen befolgt und eingehalten.

- SBB 952-61-71 Ich schütze mich
- SBB 952-48-38 Weisung über Schutzmassnahmen beim Betrieb von Kranen, Hebezeugen und Baumaschinen in der Nähe von Bahnanlagen
- RTE 20600 Sicherheit bei Arbeiten im Bereich von Bahnstromanlagen
- Wsg 105/05 Arbeitssicherheit & Gesundheitsschutz: Warnausrüstung
- div. SUVA-Vorschriften
- div. EKAS-Richtlinien
- SR832.311.141 Verordnung über die Sicherheit und den Gesundheitsschutz der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer bei Bauarbeiten.

5.6.10. Erdungskonzept

Die Ausrüstung der Fahrleitung wird gegenüber dem Erdreich und dem Bauwerk isoliert montiert. Dies betrifft die Masten auf dem Terrain, die Masten auf den Brückenkonsolen und die Aufhängungen des Kettenwerks und des Rückleiters an der Stahlbrücke. Entlang der Masten wird für die Rückstromführung ein Rückleiter Al 1x120mm² geführt. Alle 250 m wird eine Querverbindung mit Cu 1x95mm² isoliert erstellt.

6. Landerwerb

Das Projekt bedingt einen temporären Erwerb von rund 4'800 m², sowie einen permanenten Landerwerb von 24 m² im Bereich der Verbreiterung des Gewölbeviaduktes Seite Appenzell. Die Landerwerbspläne und die Vereinbarungen mit den Grundeigentümern sind Bestandteil des PGV Dossiers. Für den permanenten Landerwerb erfolgt ein Realersatz.

7. Statische Berechnung

7.1. Nutzungsvereinbarung und Projektbasis

Der neue Stahlbetonschottertrog auf dem Viadukt Appenzell hat keine statische Funktion für die Ableitung der Bahnlasten in Längsrichtung. Es wird auch keine Verstärkung des bestehenden Gewölbeviadukts angestrebt. In Querrichtung übernimmt er die Biegung aus der Belastung der Kragplatten, sowie infolge der Schlingerkräfte.

Die Sitterbrücke kann erhalten und lokal verstärkt werden. Dies ist aber nur mit einem Beiwert $\alpha = 1.0$ möglich. Eine Verstärkung auf den heute angestrebten Wert $\alpha = 1.13$ ist nicht möglich.

Für den Gewölbeviadukt wird im Eingabedossier ebenfalls mit dem Beiwert $\alpha = 1.0$ gerechnet. Die Nutzungsvereinbarung wurde jedoch auf $\alpha = 1.13$ angepasst. Die Erhöhung des Beiwertes hat keinen Einfluss auf den Gewölbeviadukt. Die Statische Berechnung wird deshalb erst im Ausführungsprojekt auf $\alpha = 1.13$ angepasst.

Die Projektanforderungen und die Grundlagen für die beiden Brückenbauwerke sind in der Nutzungsvereinbarung, die Lastannahmen und die Kennwerte der Baustoffe in der Projektbasis dargestellt.

7.2. Statische Berechnung

Die Kernaussagen zur statischen Berechnung sind in den beiden technischen Berichten für den Gewölbeviadukt und die Sitterbrücke enthalten und werden im vorliegenden Bericht nicht kommentiert.

Der Schadensäquivalenzwert λ für Schmalspurbahnen wird momentan überarbeitet. Dabei zeichnet sich offenbar eine Erhöhung des λ -Wertes ab. Die statische Berechnung der Sitterbrücke basiert noch auf den λ -Werten der Norm SIA 261/2020.

Die Appenzellerbahnen setzen auf der Linie Hirschberg – Appenzell im Regelverkehr nur noch neue Tango Triebfahrzeuge nach Bild 30 ein. Das sind leichte Halbtriebzüge ABe 4/6 - Be 4/6 der Strassenbahnfamilie Tango von Stadler Rail mit einem Leergewicht von 86.7 t und einem Maximalgewicht von 111.3 t. Die Laufmeterlast beträgt 21.15 kN/m und die maximale Achslast beträgt 102 kN. Das sind deutlich tiefere Werte als bei anderen Schmalspurbahnen und die Problematik mit den in Zukunft höheren λ -Werten ist hier nicht relevant. Das Verkehrsvolumen beträgt heute 28'500 Züge pro Jahr und steigt bis 2035 auf 36'500 Züge pro Jahr.

Mit diesen Lastwerten könnte sogar das Lastmodell 4 der Norm SIA 261/2020 angesetzt werden. Nach Rücksprache mit dem BAV wurde das vorliegende Bauwerk jedoch für das Lastmodell 5 bemessen.



Bild 30: Ansicht Tango Triebzug ABe 4/6 Be 4/6

7.3. Sachverständigenbericht

Der Einbau eines Schottertroges erfolgt nach dem Konzept der Rhätische Bahn und stellt eine Normalbauweise dar. Die erforderlichen Nachweise der Tragsicherheit wurden in analoger Weise wie bei den bisherigen Viadukten der RhB durchgeführt. Die Appenzeller Bahnen verzichten in diesem Fall auf die Ausarbeitung eines Sachverständigenberichtes für den Gewölbeviadukt. Die Sicherheitskontrollen und die Projektprüfung werden durch den Brückeningenieur der Rhätischen Bahn vorgenommen.

Für die Sitterbrücke liegt ein Sachverständigenbericht der Flückiger + Bosshard AG bei. In der Schlussfolgerung bestätigt der Sachverständige die Normkonformität. Eine Stellungnahme des Projektverfassers liegt dem Eingabegesucht ebenfalls bei.

8. Baustellenerschliessung und Bauvorgang

8.1. Allgemeines

Die Appenzeller Bahnen planen die Ausführung der Arbeiten für die Erneuerung des Viadukts Appenzell mit der integrierten Sitterbrücke im Jahre 2023. Die Ausschreibung der Stahlbau- und der Baumeisterarbeiten erfolgt im Frühjahr 2022 unter Vorbehalt der Projektgenehmigung durch das BAV.

Der Ersatz der Fahrbahnkonstruktion an der Sitterbrücke kann nicht unter Verkehr ausgeführt werden. Deshalb ist für diese Arbeiten eine 4-wöchige Totalsperrung im Frühjahr 2023 geplant. Die übrigen Erneuerungsarbeiten werden unter voller Aufrechterhaltung des Bahnbetriebs durchgeführt. Einige Arbeiten müssen aus Sicherheits- und oder Zeitgründen in die Nachtbetriebspause verlegt werden. Die ordentliche Nachtbetriebspause dauert von 00.10 – 05.00 Uhr. Für spezielle Bauvorgänge ist eine Verlängerung der Nachtbetriebspause möglich. Die Nachtpause dauert dann von 20.35 – 05.00 Uhr. Für die ausfallenden Züge wird ein Ersatzbusbetrieb organisiert.

8.2. Baustellenerschliessung

Die Baustelle wird über das öffentliche Strassennetz und eine Baupiste erschlossen. Die Haupterschliessung der Baustelle erfolgt über die Weissbadstrasse und eine Baupiste auf der Südseite des Viaduktes. Entlang des Gewölbeviaduktes ist ein 11 m breiter Streifen für die Längerschliessung, die Installationen und die Versetzbasis des Autokrans erforderlich. Dazu werden Flächen im Umfang von 4'800 m² von privaten Grundeigentümern eingemietet. Die Appenzeller Bahnen haben die Verhandlungen mit den betroffenen Grundeigentümern bereits durchgeführt. Die Vereinbarungen sind Bestandteil des PGV Dossiers.

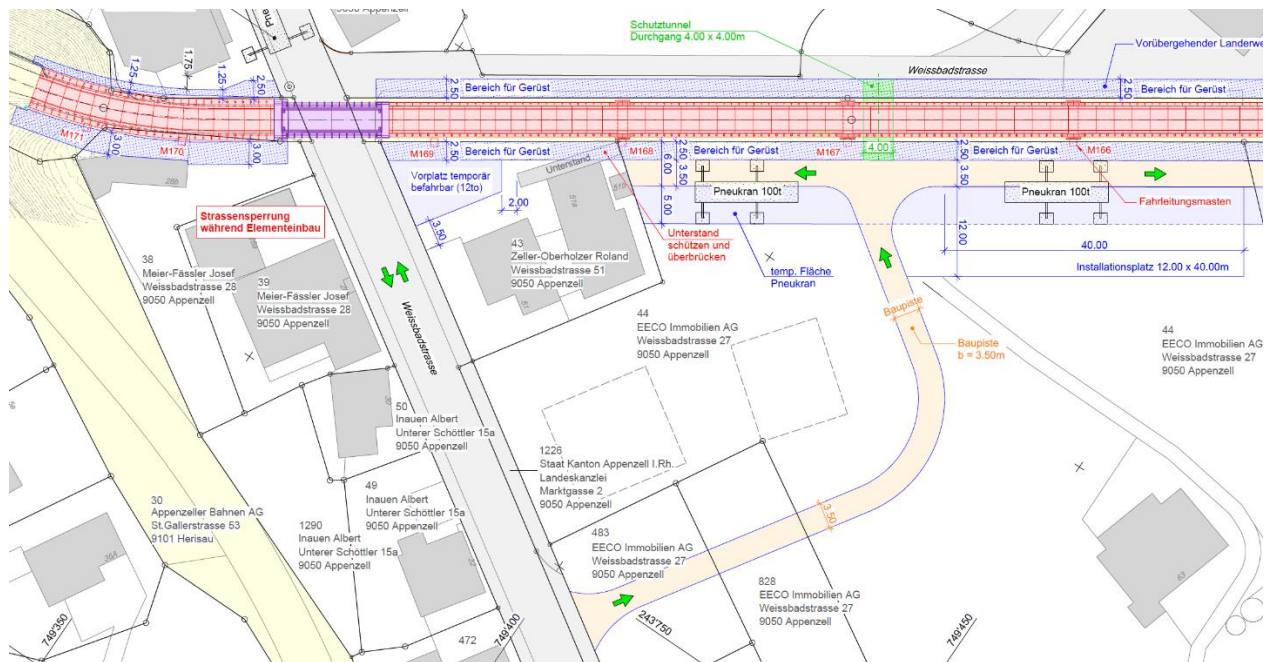


Bild 31: Baustellenerschliessung Teil West

Der Verkehr auf der Bleichstrasse wird während der Bauzeit einspurig geführt und mit einer Lichtsignalanlage geregelt. Das lichte Mass der Durchfahrt beträgt 3.50 m x 4.10 m und wurde mit den Anrainern abgesprochen.

Während dem Einbau der vorfabrizierten Trogelemente muss die Strasse während eines Tages vollständig gesperrt werden. Die Appenzeller Bahnen stehen diesbezüglich in Kontakt mit dem Landesbauamt Appenzell Innerrhoden.

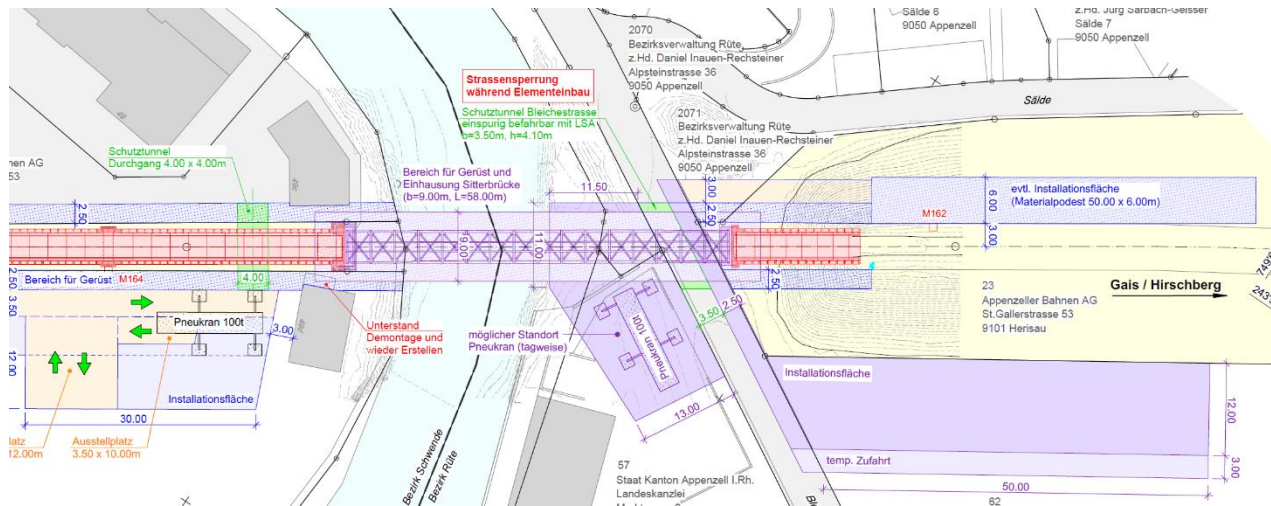


Bild 32: Baustellenerschliessung Teil Ost

8.3. Approximatives Sicherheitsdispositiv

Der Sicherheitsleiter der Appenzeller Bahnen erstellt und instruiert vor Beginn jeder Bauphase ein Sicherheitsdispositiv, das durch die Unternehmung gegengezeichnet wird. Das Dispositiv regelt die Baustellenorganisation und definiert alle Sicherheitsvorschriften und Massnahmen für eine sichere Arbeitsausführung und einen ungestörten Bahnbetrieb.

Das approximative Sicherheitsdispositiv sieht wie folgt aus:

- Volle Aufrechterhaltung des Bahnbetriebes.
- 4- wöchige Totalspernung im Frühjahr 2023 mit dem Rückbau der Fahrleitung.
- Reduktion der Fahrgeschwindigkeit, $v = 30 \text{ km/h}$.
- Reduktion der Fahrdrachthöhe auf 4.20 m innerhalb der Einhausung der Sitterbrücke.
- Installation einer Zugmeldeanlage Minimet 90/95 für die Arbeiten am Gewölbeviadukt ausserhalb der Totalsperre.
- Während der gesamten Arbeitszeit ist ein Sicherheitschef Privat der Bauunternehmung auf der Baustelle anwesend. Er wird nicht für Schaltvorgänge an den Fahrleitungsanlagen ausgebildet.
- Die Stahlbauunternehmung arbeitet ausserhalb des Gefahrenbereiches. Trotzdem wird auch für die Stahlbaufirma ein Sicherheitschef Privat vorgeschrieben.
- Für Arbeiten im und unmittelbar neben dem Gleisbereich ist ein Sicherheitswärter erforderlich. Der Sicherheitswärter wird durch die Bauunternehmung gestellt.
- Herstellung eines geschlossenen Schutztunnels $B \times H = 3.02 \times 4.55 \text{ m}$ für die Sitterbrücke.
- Einrichtung von Besenprofilen nach R RTE 20'512 vor und nach dem Schutztunnel.
- Der Personenzugang zur Baustelle erfolgt über öffentliche Strassen, bzw. die Baupiste. Der Gefahrenbereich muss dabei nicht betreten werden.
- Alle Arbeits- und Installationsbereiche werden durch Schutzzäune vom Gleisbereich getrennt. Die Absperrungen werden an allen Seiten der bestehenden Brücke mindestens 5 m hinter die Widerlager weitergeführt.
- Eigene Transporte mit gleisgängigen Maschinen sind nicht erforderlich und werden deshalb nicht erlaubt.
- In der Nachtbetriebspause bei gesperrtem Gleis ist kein Sicherheitswärter erforderlich. Die Sperrung und Freimeldung der Strecke sowie das Aus-/Einschalten und Erden der Fahrleitung erfolgen durch den Sicherheitschef der Bahn.
- Die Nachtbetriebspause dauert von 00.10 – 05.00 Uhr.
- Für einzelne, spezielle Bauvorgänge kann die Nachtbetriebspause verlängert werden. Sie dauert dann von 20.35 – 05.00 Uhr.

8.4. Bauvorgang

Der Bauvorgang für den Gewölbeviadukt ist im technischen Bericht [Beilage 41] detailliert beschrieben. Die Hauptarbeiten werden während der Totalsperre durchgeführt. Das Baukonzept beruht auf den Erfahrungen von ähnlichen Bauarbeiten bei der Rhätischen Bahn.

Der Bauablauf für die Sitterbrücke ist im technischen Bericht [Beilage 71] beschrieben. Die Montage des neuen Fahrbahnrostes beruht darauf, die neuen Bauteile möglichst weitgehend in der Werkstatt vorzubereiten und in drei Etappen anzuliefern und einzubauen.

9. Umweltbereiche

Das Projekt für die Erneuerung des Viaduktes Appenzell mit der integrierten Sitterbrücke stellt im Sinne der Umweltauswirkungen ein kleines Projekt dar. Die Appenzeller Bahnen erachten es deshalb als angebracht, die Umweltbereiche im Bericht Plangenehmigung darzulegen. Die Umweltrelevanz- Matrix in Tabelle 2 gibt einen groben Überblick über die Umweltauswirkungen des Projektes.

Diverse Umweltaspekte wurden bereits im Projekt «Schwende, Überführung Weissbadstrasse - Erneuerung» abgehandelt und können weitgehend übernommen werden (siehe Kap. 1 Vorbemerkungen).

Bereich	Natur und Landschaft, Wild	Wald	Grundwasser, Wasserversorgung	Entwässerung	Oberflächengewässer und aquatische Lebensräume	Störfallvorsorge	Altlasten	Abfälle	Boden	Luft	Nichtionisierende Strahlen	Lärm	Erschütterungen, Körperschall	Langsamverkehr, historische Verkehrswege	Denkmalpflege, Archäologie und Ortsbildschutz	Naturgefahren	Umweltbaubegleitung
Bauphase	–	–	●	●	●	–	–	●	–	●	–	●	–	●	■	■	nein
Betriebsphase	–	–	–	●	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	■	■	
Legende: – Die gesetzlichen Vorgaben können ohne Massnahmen eingehalten werden ● Die gesetzlichen Vorgaben können mit Standardmassnahmen eingehalten werden ■ Die gesetzlichen Vorgaben können mit spezifischen Massnahmen eingehalten werden																	

Tabelle 2: Umweltrelevanz- Matrix

9.1. Natur und Landschaft, Wild

Die Baumassnahme beinhaltet die Erneuerung eines Gewölbeviaduktes mit einer integrierten Stahlbrücke und die Ergänzung, bzw. Verstärkung einzelner Widerlager. Sie ist auf die bestehende Brücke, die angrenzende Bahntrasse und einen Erschliessungstreifen auf der Südseite beschränkt. Ein Eingriff in die Natur wird nicht vorgenommen.

Die Baustelle liegt in bewohntem Gebiet. Im Projektperimeter befinden sich keine potenzielle Naturschutzflächen. Es sind keine Wildruhezonen und Wildschutzgebiete vom Projekt betroffen. Es sind deshalb keine Massnahmen erforderlich.

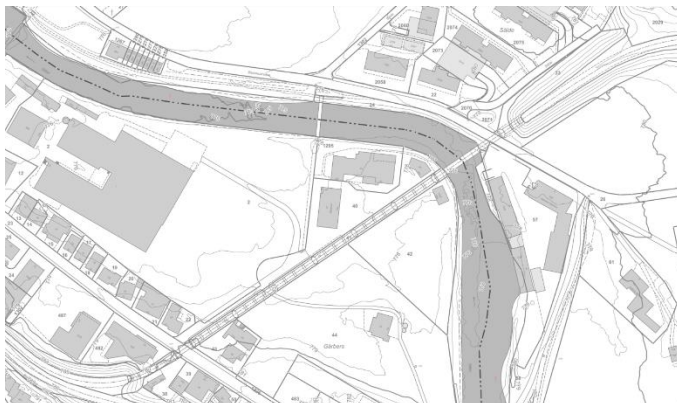


Bild 33: Auszug potenzielle Naturschutzflächen Appenzell Innerrhoden

9.2. Wald

Am Projektstandort ist kein Wald ausgeschieden. Die Hecken- und Feldgehölze am westlichen Ufer der Sitter werden nicht tangiert. Es sind keine Massnahmen erforderlich.

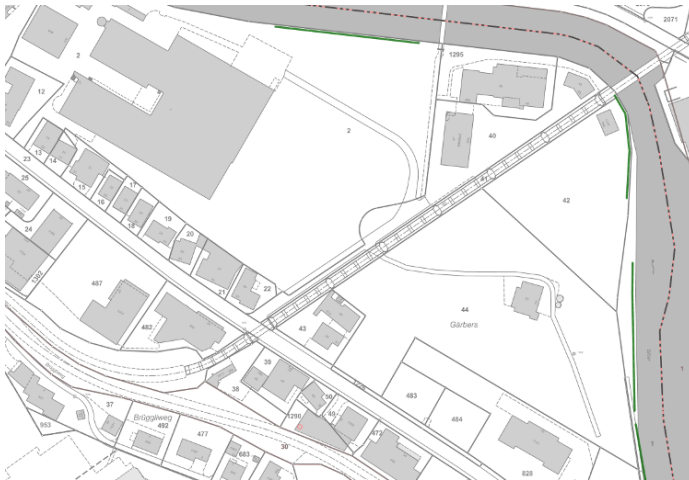


Bild 34: Auszug Wald/Bestandeskarte

9.3. Grundwasser, Wasserversorgung

Das Brückenbauwerk liegt im Gewässerschutzbereich A_U. Grundwasserschutzzonen S werden durch das Projekt nicht tangiert. Die Erneuerung des bestehenden Bauwerks entspricht keiner wesentlichen Änderung einer Bahnanlage. Eine solche liegt vor, wenn die Foundationsschicht auf einer Länge von über 300 m saniert wird. Es sind deshalb keine Massnahmen notwendig.

Der Grundwasserabfluss wird durch die Mikropfähle am Widerlager Appenzell nicht tangiert. Im hinteren Bereich sind sechs Mikropfähle Ø 178 mm und im vorderen Bereich vier Mikropfähle Ø 178 mm eingebaut. Die Anströmrichtung wird als Extramal betrachtung von hinten angenommen und die Wirkungsbreite der Mikropfähle wird mit der 1.5- fachen Widerlagerbreite (1.5 mal 6.20 m) angesetzt.

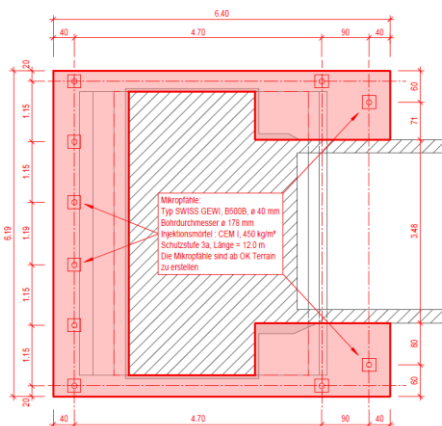


Bild 35: Grundriss Widerlager Appenzell

Die Reduktion auf den Grundwasserstroms beträgt mit diesem Extramalansatz 11%. Die Überschreitung des zulässigen Wertes von 10% ist deshalb nicht relevant.

$$Red = \frac{6 \times 0.18}{1.5 \times 6.20} = 0.11$$

Die Anordnung der Mikropfähle wird im Sinne der Reduktion des Grundwasserstromes als zulässig beurteilt.

Eine Tiefenfundation bei so hohem Grundwasserstand ist nur über Pfähle möglich. Grossbohrpfähle kommen aus geometrischen Gründen in der engen Überbauungssituation nicht in Frage. Sie würden zudem den Grundwasserstrom stärker beeinflussen als dies bei Mikropfählen der Fall ist.

Mikropfähle stellen in der vorliegenden Situation die einzig technisch ausführbare Massnahme dar. Sie können mit kleinen Maschinen sehr nahe an die bestehenden Widerlagerwände platziert werden. Dadurch lassen sich grössere Betonkrägen um die bestehenden Fundamente, die bis in den Grundwasserkörper ragen, vermeiden.

Verrohrte Mikropfähle mit Gewebestrümpfen sind laut Gewässerschutzgesetz in der Zone A_u unterhalb des mittleren Grundwasserspiegels zulässig, wenn die 10% Regel eingehalten ist. Da die Anströmrichtung von der Ebene gegen den Fluss verläuft ist eine Überwachung des Grundwasserstromes mit Kontrollbohrungen nicht möglich – ausser die Bohrungen würden im Flussbett der Sitter ausgeführt. Dies wird im vorliegenden Fall nicht als zweckmässig beurteilt.

9.4. Entwässerung

Das auf dem Gewölbeviadukte anfallende Niederschlagswasser wird über jedem Bogengewölbe mit Einlaufschächten gefasst und wie bisher direkt ins untenliegende Terrain eingeleitet und zur Versickerung gebracht.

Die zu entwässernde Fläche im Schottertrog beträgt 920 m². Mit einem Bemessungsniederschlag von 0.025 l/s x m² resultiert ein kurzfristiger Spitzenabfluss von total 23 l/s. Dieses Wasser wird über 32 Einlaufschächte gefasst und im Terrain zur Versickerung gebracht. Die einzelnen Teilflächen sind mit 30 m² sehr klein und der Spitzenabfluss pro Einlaufschacht beträgt knapp 1 l/s.

Das Wasser auf der Sitterbrücke kann nicht gefasst werden, da die Brücke eine offene Fahrbahn aufweist. Es gelangt deshalb direkt in die Sitter.

Die Belastungsklasse des Gleisabwassers ist gering. Es gelten folgende Beurteilungsparameter:

- Offene Strecke
- Höhenlage 500 - 1'000 m ü. M.
- Kein PSM Einsatz auf Brücke
- Verkehrsaufkommen: 100 Züge pro Tag (Planungshorizont 2035)
- Gesamtbruttotonnen pro Tag: 11'000 (100 Züge à 110 t)

Eine direkte Versickerung ist zulässig. Es gelten folgende Beurteilungsparameter:

- Gewässerschutzbereich A_u
- Belastungsklasse Gleisabwasser gering
- Bodenaufbau minimal

Die Einleitung in den Vorfluter ist zulässig. Es gelten folgende Beurteilungsparameter:

- Grösseres Fliessgewässer $Q_{347} > 1.0 \text{ m}^3/\text{s}$ (Messstation Sitter Appenzell)
- $V_G > 1.0$
- Gewässerschutzbereich A_u
- Belastungsklasse Gleisabwasser gering

Die Entwässerung ist nach der Richtlinie «Entwässerung von Bahnanlagen», 2014 zulässig.

Die Behandlung der durch die Baustelle verursachten Abwässer geschieht nach den Vorschriften des Amtes für Umwelt Appenzell Innerrhoden.

Die Baumethode hat keinen Einfluss auf den Gewässerschutz. Am Gewölbeviadukt wird Ort beton im Umfang von rund 100 m³ benötigt. Diese Menge entspricht derjenigen für ein Einfamilienhaus. Für diese kleine Menge ist kein Absetzbecken mit einer Neutralisationsanlage erforderlich.

Während der Ausführung von Betonarbeiten wird eine Mulde für Überschussbeton auf der Baustelle installiert. Die Fahrmischer werden angewiesen, die Trommel nur im Betonwerk zu waschen. Damit kann sichergestellt werden, dass kein Betonabwasser anfällt.

Die Appenzeller Bahnen wird dem Amt für Umwelt vor der Ausführung ein Konzept der Baustell- entwässerung einreichen. Der Bauunternehmer wird angewiesen das Gesuch auszuarbeiten. Es ist eine Kontrollaufgabe der Bauleitung, die Einreichung des Gesuches sicherzustellen und die Schutzmassnahmen während der Bauausführung durchzusetzen. Das Merkblatt «Baustellenentwässerung» wird in die Baumeistersubmission integriert. Die Bauleitung kontrolliert die Einhaltung der Entwässerungsvorschriften während der Bauausführung.

Die für die Verstärkung des Widerlagers Appenzell geplanten Mikropfähle reichen bis in eine Tiefe von ca. 760 m ü. M. (12 m unter die Widerlagerkonstruktion). Der mittlere Grundwasser- spiegel liegt auf einer Höhe von rund 777 m ü. M. Somit liegen die Mikropfähle vollständig im Grundwasserkörper. Aus Grundwasserschutzgründen müssen sie deshalb verrohrt und mit ei- nem Gewebesack ausgeführt werden. Dies ist im Projekt so vorgesehen.

Bei der Instandsetzung von Betonbauwerken fällt zwischenzeitlich alkalisches Baustellenabwasser an. Nach SIA 431 «Entwässerung von Baustellen» kann solches Abwasser in kleinen Mengen < 1'000 l/Tag in einem Zeitraum von maximal 3 Monaten direkt und ohne Neutralisation durch die anstehende Bodenschicht entwässert werden. Mit baulichen Massnahmen wird verhindert, dass alkalisches Abwasser direkt in die Kanalisation gelangen kann.

9.5. Oberflächengewässer und aquatische Lebensräume

Die Sitter wird mit einem selbsttragenden Arbeitsgerüst überbrückt. Es sind keine Abstützungen oder andere Baumassnahmen im Flussbett vorgesehen.

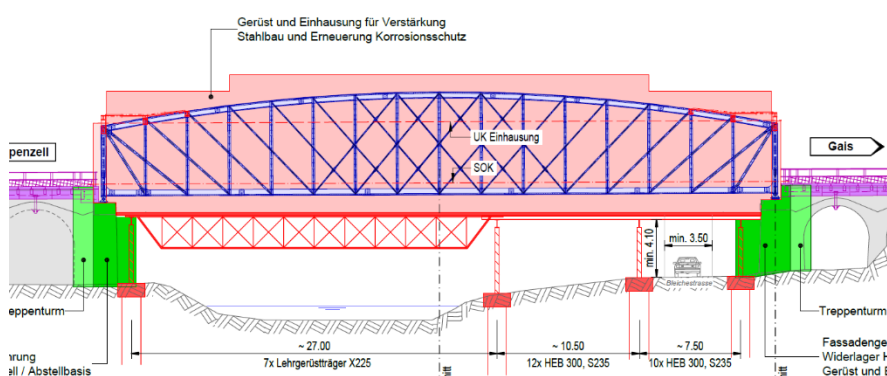


Bild 36: Konzept Arbeitsgerüst

Das Arbeitsgerüst wird mit einer wasserdichten Folie ausgerüstet, so dass kein Abwasser unkontrolliert in die Sitter gelangen kann. Das Abwasser wird in ein Absetzbecken mit einer Neutralisationsanlage geleitet.

9.6. Störfallvorsorge

Die Appenzeller Bahnen betreiben keinen Güterverkehr. Sie sind nicht der Störfallverordnung (StFV) unterstellt. Es sind demzufolge keine Massnahmen erforderlich.

9.7. Altlasten

Im Projektperimeter sind keine belasteten Standorte bekannt.

9.8. Abfälle und Materialbewirtschaftung

Gesamthaft fallen rund 400 m³ Betonabbruch, 225 m³ Gleisaushub und 200 m³ Auffüllmaterial in Form von Lockergestein an. Die drei Komponenten werden auf der Baustelle getrennt.

Beim Altschotter handelt es sich um tolerierbares Material, das in ein Kieswerk transportiert und dort wieder aufbereitet werden kann (bestehender Oberbau mit Stahlschwellen).

Das Aushubmaterial kann auf Grund von Erfahrungen auf anderen Baustellen als unverschmutzt betrachtet werden (U-Wert). Es wird einem bewilligten Sammel- und Sortierplatz zur Wiederverwendung zugeführt.

Der Betonabbruch im Umfang von 400 m³ wird ebenfalls auf einen bewilligten Sammel- und Sortierplatz oder in ein Kieswerk zur Wiederaufbereitung transportiert.

Die Korrosionsschutzarbeiten an der Sitterbrücke entsprechen einer Totalerneuerung. Die gesamte Stahloberfläche beträgt 1'400 m². Die bestehende Beschichtung aus dem Jahre 1988 wurde untersucht [Beilage 79]. Sie enthält erhebliche Mengen von Blei- und anderen Schwermetallen. Der PCB Gehalt liegt unterhalb des Grenzwertes von 50 ppm und gilt als PCB frei.

Die Korrosionsschutzarbeiten sind meldepflichtig. Die Appenzeller Bahnen werden die Arbeiten dem Amt für Umwelt Appenzell Innerrhoden anmelden.

Das Bauwerk wird nach den AQV SBB «Korrosionsschutz von Stahlbrücken» vollständig eingehaust. Auf dem Arbeitsgerüst wird eine Entstaubungsanlage montiert. Die Entsorgung des Strahlschuttes erfolgt nach den Angaben der AQV.

Die übrigen Bauabfälle werden nach der Abfallverordnung VVEA getrennt und entsorgt.

9.9. Boden

Durch das Projekt ist kein Boden betroffen. Die Bauarbeiten beschränken sich auf den unmittelbaren Trassenbereich. Es sind keine Aushubarbeiten ausserhalb der Bahntrasse, bzw. ausserhalb des Widerlagerbereiches geplant.

Die eingesetzten Baumaschinen gelangen über öffentliche Strassen zur Baustelle und werden auf den bezeichneten Installationsplätzen abgestellt.

9.10. Luft

Die Baustelle befindet sich im Agglomerationsbereich und dauert 10.5 Monate. Betroffen ist eine Fläche von 5'000 m² (inkl. Baupisten). Die Kubatur der ausgebauten und der neu eingebrachten Materialien beträgt etwa 2'000 m³. Damit fällt die Baustelle nach der Richtlinie «Luftreinhaltung auf Baustellen» nur ganz knapp unter die Massnahmenstufe B. Es gelten somit die Basismassnahmen «gute Baustellenpraxis» und spezifische Massnahmen.

Die spezifischen Massnahmen werden entsprechend der Richtlinie Luftreinhaltung auf Baustellen festgelegt.

9.10.1. Mechanische Arbeitsprozesse

- Der Betonabbruch des bestehenden Schottertrog auf dem Gewölbeviadukt erfolgt mit einer Seilsäge. Der Schottertrog wird in ausbaubare Stücke zersägt, mit dem Autokran ausgehoben und direkt auf einen Sammel- und Sortierplatz transportiert. Der Betonabbau mit Hydraulikhämmern wird nicht zugelassen.
- Die Baupiste ab der Weissbadstrasse bis zum Gewölbeviadukt wird zum Schutz gegen Staub mit einem Belag versehen und mit einer Höchstgeschwindigkeit von 30 km/h beschränkt.
- Die Transportpiste entlang des Gewölbeviaduktes wird bei Trockenheit berieselt.
- Einhausung Gewölbeviadukt als Staubschutz bei Instandsetzungsarbeiten an der Betonoberfläche.

9.10.2. Thermische und chemische Arbeitsprozesse

- Abdichtung Brückentrog im Werk des Elementherstellers (keine thermischen Emissionen).
- Strombezug ab einer Trafostation. Notstromaggregate werden nicht zugelassen.

9.10.3. Anforderungen an Maschinen und Geräte

- Massnahmen G1 – G9 nach der Richtlinie Luftreinhaltung auf Baustellen

9.10.4. Bauausführung

- Herstellung des neuen Betonschottertrog mit vorfabrizierten Elementen. Dadurch lassen sich die lärmigen Bauarbeiten und die Bauzeit minimieren. Das Versetzen der Elemente erfolgt während der Totalsperrung für die Sitterbrücke.
- Die Arbeitsstelle für die Korrosionsschutzarbeiten wird luftdicht eingehaust. Die Ausführung erfolgt nach der AQV SBB «Korrosionsschutz von Stahlbrücken».
- Das Bauprogramm wird in der Ausschreibung vorgeschrieben. Die Gesamtbauzeit beträgt 10,5 Monate.

9.11. Nichtionisierende Strahlung

Die Appenzeller Bahnen werden mit Gleichstrom betrieben. Es wird keine nicht ionisierende Strahlung emittiert.

9.12. Lärm

Betriebsphase

Im Zusammenhang mit der Erneuerung der Überführung Weissbadstrasse wurde im Mai 2020 ein Lärmschutznachweis von Kuster + Partner erstellt. Für die gegenüber dem Gewölbeviadukt und auch der Sitterbrücke deutlich exponiertere Stahlbrücke über die Weissbadstrasse kommt die Expertise zum Schluss, dass keine weiteren Massnahmen notwendig sind.



4. ZUSAMMENFASSUNG

Die Berechnung hat ergeben, dass die Belastungsgrenzwerte der eidgenössischen Lärmschutzverordnung LSV im heutigen Zustand eingehalten werden. Die im Zuge der Sanierung Veränderung an der Bausubstanz wird nicht dazu führen, dass die Grenzwerte überschritten werden. Es ist eher von einer Lärminderung auszugehen. Der Zuschlag für die Schallabstrahlung von der Stahlbrücke wurde auf der konservativen Seite mit 15 dB angenommen. Dabei ist zu beachten, dass bei der Sanierung für die hochelastischen Stützpunkte das Produkt SBB-DELKOR-Alt.1 eingesetzt wird, dass für Brückenbalken zur Lärmreduktion auf Stahlbrücken und zum Vibrationsschutz entwickelt wurden.

Es sind somit keine weiteren Massnahmen hinsichtlich des Lärmschutzes vorzusehen.

Bild 37: Auszug Lärmschutzgutachten Kuster + Partner

Die Lärmemissionen werden mit der Erneuerung des Gewölbeviaduktes nicht verändert. Auf der Sitterbrücke tritt durch den Einbau von hochelastischen Schienenstützpunkten eine leichte Verbesserung ein. Die Appenzeller Bahnen erachten die Ausarbeitung eines weiteren Lärmgutachtens deshalb als nicht erforderlich.

Bauphase

Die Baustelle liegt mitten im Agglomerationsbereich von Appenzell. Die nächstliegenden Gebäude mit lärmempfindlicher Nutzung liegen nur 25 m von der Baustelle entfernt. Die Nutzungszonen können der Empfindlichkeitsstufe III zugeordnet werden.

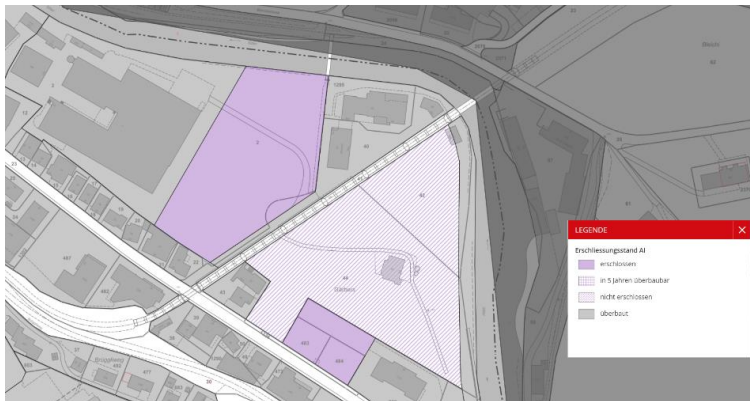


Bild 38: Ausschnitt Erschliessungsplan

Die totale Bauzeit beträgt 10.5 Monate. Während dieser Zeit fallen überwiegend lärmige Bauarbeiten an. Mit Ausnahme der Gleisbauarbeiten fallen keine lärmintensiven Bauarbeiten an. Es sind keine Nachtarbeiten vorgesehen.

Für die Beurteilung massgebend sind die Dauer der geplanten Arbeiten (weniger als 1 Jahr), die Intensität der Lärmbeanspruchung (lärmige Arbeiten und lärmintensiven Arbeiten), die vorhandene Empfindlichkeitsstufe III und allfällige Nachtarbeiten.

Unter Berücksichtigung all dieser Tatsachen kann zusammengefasst festgehalten werden:

- Es sind keine lärmintensiven Bauarbeiten vorgesehen (Ausnahme Gleisbauarbeiten an zwei bis drei Tagen).
- Die lärmigen Bauarbeiten dauern 10.5 Monate.
- Es sind keine Nachtarbeiten notwendig.
- Die umliegenden Gebäude können der Empfindlichkeitsstufen III zugeordnet werden.
- Das nächstgelegene Gebäude mit lärmempfindlicher Nutzung befindet sich im Abstand von 25 m zur Baustelle.

Die Appenzeller Bahnen betrachten im vorliegenden Fall die Massnahmenstufe B als angemessen.

Es sind folgende Lärmschutzmassnahmen vorgesehen:

- Lärmige Arbeiten werden tagsüber in den Zeiten 7.00 – 12.00 Uhr und 13.00 – 19.00 Uhr ausgeführt.
- Maschinen und Geräte genügen einem zulässigen Schallleistungspegel nach anerkanntem Stand der Technik.
- Transportfahrzeuge genügen einem zulässigen Schallleistungspegel nach anerkanntem Stand der Technik.
- Optimierung und Einhaltung des Bauprogramms.
- Periodische Orientierung der Lärmbetroffenen während der Bauzeit (2-monatlich).
- Definition Anlaufstelle für Beschwerden.

Die elektrische Erschliessung der Baustelle erfolgt zwingend ab dem Ortsnetz. Notstromaggregate werden nicht zugelassen.

9.13. Erschütterungen / abgestrahlter Körperschall

Die Anzahl und die Art der Züge werden nicht verändert. Erschütterungen und Körperschall verändern sich durch den Einbau eines Schottertrogas nur unwesentlich gegenüber der heutigen Situation.

10. Weitere Bereiche

10.1. Langsamverkehr

Mit Ausnahme der Radstrecke über den Bleicherweg tangiert das Projekt keine Wander- oder Radwege. Der Radweg über den Bleicherweg ist mit Ausnahme des Einbautages für die vorfabrizierten Betonelemente jederzeit passierbar.

Es sind keine Massnahmen erforderlich.



Bild 39: Ausschnitt Langsamverkehrsplan

10.2. Denkmalpflege, Archäologie und Ortsbildschutz

Der Viadukt Appenzell ist ein denkmalpflegerisch bedeutendes Bauwerk. Er ist als Ganzes die längste Meterspurbrücke der Schweiz und wurde durch den bedeutenden Ingenieur Louis Kürsteiner (1862 – 1922) aus Gais entworfen.

Der Viadukt Appenzell entspricht in der Typologie den gemauerten Viadukten aus der Zeit des frühen 20. Jahrhunderts. Die Sitterbrücke ist ein wichtiger Zeitzeuge von stählernen Brücken, welche noch auf der Niettechnologie beruhen. Diese beiden Bauwerke bleiben bestehen und werden integral erneuert. Für den Gewölbeviadukt kommt die Normalbauweise für die Erneuerung von Natursteinbrücken zur Anwendung. Die Sitterbrücke wird nach dem Vorbild der Hinterrheinbrücke Reichenau der RhB erneuert und in ihrem Bestand weitmöglichst erhalten. Die 1988 eingebauten Portalerweiterungen werden rückgebaut, so dass das Bauwerk wieder im ursprünglichen Zustand erscheint.

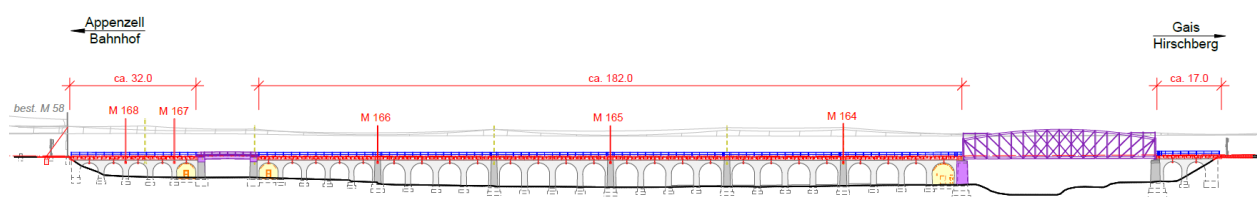


Bild 40: Übersicht Gesamtbauwerk

Der Südwestliche Teil des Projektes befindet sich innerhalb der Ortsschutzzone OS-I.

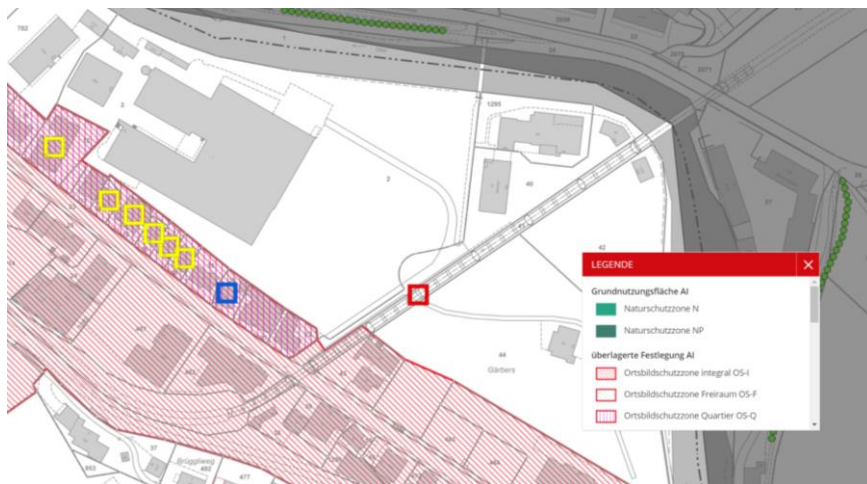


Bild 41: Ausschnitt Ortsbildschutzzonen

Für weitere Angaben bezüglich des Denkmalschutzes wird auf das Kapitel 2.5 des vorliegenden Berichtes verwiesen.

Archäologische Aspekte sind durch das Projekt nicht betroffen.

10.3. Naturgefahren

Der Viadukt Appenzell liegt in einer Agglomerationszone. Eigentliche Naturgefahren wie Lawinen-, Sturz- und Rutschprozesse sind vorhanden.

Der Projektstandort liegt teilweise in der roten Zone bezüglich der Hochwassersicherheit. Die Sitterbrücke überquert den Flusslauf in einer Höhe von rund 10 m. Es besteht somit keine Hochwassergefahr für das Bauwerk. Der Gewölbeviadukt liegt in der blauen Zone, in welcher eine mittlere Gefährdung für Hochwasser ausgeschieden ist. Das Bauwerk ist nicht hochwassergefährdet.

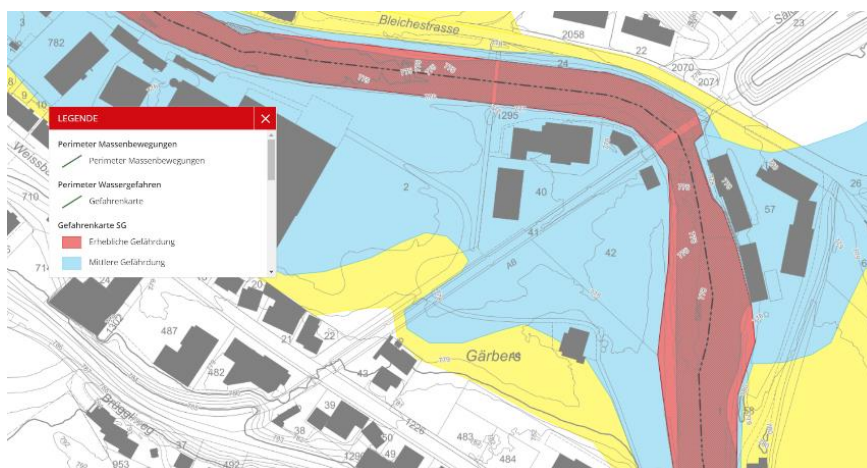


Bild 18: Auszug Gefahrenkarte

Die Erdbebensicherheit für die Zone Z1b, Bauwerksklasse II ist erfüllt.

11. Raumplanung

Die vorgesehenen Arbeiten haben keinen Einfluss auf die räumliche Entwicklung.

12. Sicherheitsbericht

12.1. Allgemeines

Das Projekt entspricht den Vorschriften AB-EBV und dem Reglement R RTE 20'540 «Fahrbahnpraxis Meter- und Spezialspur». Es kommt das Lichtraumprofil EBV A-AB, in Anlehnung an das LRP A nach Reglement R RTE 20'512 zur Anwendung. Für die neue Fahrbahn werden Betonschwellen und Schienen Profil 46E1 eingebaut. Die minimale Schotterdicke unter der Schwelle beträgt 35 cm. Die Dienstwegbreite nach R RTE 20'540 von 40 cm wird beidseitig über die ganze Länge der Gewölbebrücken eingehalten.

Auf der Sitterbrücke kann lediglich der Schlupfweg eingehalten werden. Setzt man den Sollwert des Lichtraumprofils an, so wird die Breite des Schlupfweges um 1 cm verletzt. Mit der Anwendung des Sonderwertes kann diese Einschränkung gelöst werden (siehe auch Kapitel 2.6 «Lichtraumprofil»).

Die Sitterbrücke ist ein sehr leichtes Bauwerk. Die Sicherheitsnachweise können für das Lastmodell 5 eingehalten werden. Der Beiwert α muss bei $\alpha = 1.0$ belassen werden. Eine Verstärkung auf $\alpha = 1.13$ ist technisch nicht möglich, bzw. nicht verhältnismässig.

12.2. Prüfbericht

Nach der Richtlinie «Unabhängige Prüfstellen Eisenbahnen» ist für Eisenbahnbrücken mit einer Spannweite > 10 m ein Sachverständigenbericht vorgeschrieben. Die Appenzeller Bahnen haben das Ingenieurbüro Flückiger + Bosshard AG aus Zürich mit der Ausarbeitung des Sachverständigenberichtes für die Sitterbrücke beauftragt. Der Sachverständigenbericht liegt dem Plangenehmigungsgesuch bei. Zusammenfassend stellt der Sachverständige fest, dass die zur Prüfung eingereichten Unterlagen grossmehrheitlich korrekt und vollständig sind. Bei einzelnen Aspekten werden Verbesserungsvorschläge gemacht, die in der folgenden Projektphase umgesetzt werden können.

Die Replik des Projektverfassers zum Prüfbericht liegt dem PGV Gesuch ebenfalls bei. Der Projektverfasser übernimmt die Verbesserungsvorschläge des Sachverständigen. Die Appenzeller Bahnen unterstützen die Ausführungen des Projektverfassers.

Für den Gewölbeviadukt ist kein Prüfbericht erforderlich, da die Baumassnahme der Normalbauweise der Rhätischen Bahn für die Erneuerung von Gewölbeviadukten entspricht, und gegenüber derjenigen keine wesentlichen Abweichungen beinhaltet.

13. Abweichungen Technische Spezifikationen Interoperabilität TSI

Die Linie St. Gallen – Gais – Appenzell ist ein nicht interoperabler Streckentyp.

14. Kosten

14.1. Aufwendungen für die Erneuerung des Gewölbeviaduktes Appenzell

Konto	Position	Unterkapitel	Hauptkapitel
0	Grundstück		25'000
0110	Temporärer Landerwerb	25'000	
1100	Bauvorbereitung		250'000
1120	Betonabbrüche	250'000	
1200	Provisorien		75'000
1220	Arbeiten Bahndienst für Provisorien	75'000	
2000	Allgemeiner Tiefbau		525'000
2110	Baustelleneinrichtung	200'000	
2120	Schotteraushub- und Erdarbeiten Trog	75'000	
2130	Ortsbetonarbeiten	125'000	
2170	Diverse kleinere Baumeisterarbeiten	75'000	
2180	Regiearbeiten Baumeister	50'000	
3000	Kunstabau und Ausbau		2'315'000
3300	Arbeitsgerüste	225'000	
3420	Instandsetzung Betonoberflächen	325'000	
3440	Natursteinarbeiten	125'000	
3450	Lieferung Natursteine	240'000	
3530	Vorfabrikation inkl. Montage	1'250'000	
3720	Geländer	150'000	
5000	Bahntechnik		530'000
5100	Gleisanlagen	375'000	
5200	Kabelanlagen	50'000	
5600	Fahrleitungsanlagen	75'000	
5700	Sicherungsanlagen	30'000	
8100	Honorare		410'000
8160	Honorare Projektleitung	225'000	
8161	Honorare Bauleitung	75'000	
8162	Honorare Architektonische Begleitung	10'000	
8170	Eigenleistungen AB	50'000	
8171	Projektbegleitung RhB	50'000	
8200	Baunebenkosten I		75'000
8230	Vermessung und Absteckung	25'000	
8240	Untersuchungen, Gutachten	5'000	
8270	Öffentlichkeitsarbeit	25'000	
8280	Bewilligungen, Gebühren	20'000	
8300	Baunebenkosten II		50'000
8330	Sicherheitsdienst	50'000	
8500	Betriebliche Leistungen		0
8900	Unvorhergesehenes		145'000
Total			4'400'000

Die Baumeisterarbeiten, inkl. Vorfabrikation, Versetzen Schottertrog und Materiallieferungen betragen CHF 3'090'000. Dies entspricht einem Quadratmeterpreis von CHF 2'810 bei einer Oberfläche von 1'100 m². Die Gesamtkosten betragen CHF 4'400'000, was einem Quadratmeterpreis von CHF 4'000 entspricht. Die Baumeisterarbeiten betragen 70% der Gesamtkosten. Die Kennwerte korrespondieren sehr gut mit den Projekten der Rhätischen Bahn.

14.2. Aufwendungen für die Erneuerung der Sitterbrücke Appenzell

Konto	Position	Unterkapitel	Hauptkapitel
1100	Grundstück		5'000
0110	Temporärer Landerwerb	5'000	
1100	Bauvorbereitung		0
1200	Provisorien		30'000
1220	Arbeiten Bahndienst für Provisorien	30'000	
2000	Allgemeiner Tiefbau		175'000
2100	Baumeisterarbeiten	125'000	
2110	Baustelleneinrichtung	50'000	
3000	Kunstbauten und Ausbau		1'700'000
3300	Arbeitsgerüste	300'000	
3310	Schutztunnel	100'000	
3510	Stahlbauarbeiten	925'000	
3520	Korrosionsschutzarbeiten	375'000	
5000	Bahntechnik		225'000
5100	Gleisanlagen	75'000	
5110	Lieferung FFU Tragschwellen	35'000	
5120	Lieferung FFU Füllschwellen	30'000	
5130	Lieferung Schwellenkappen	20'000	
5140	Lieferung Schienenstützpunkte	25'000	
5200	Kabelanlagen	5'000	
5600	Fahrleitungsanlagen	35'000	
8100	Honorare		500'000
8160	Honorare Projektleitung	300'000	
8161	Honorare Bauleitung	75'000	
8162	Honorare Sachverständiger	50'000	
8170	Eigenleistungen AB	50'000	
8171	Projektbegleitung RhB	25'000	
8200	Baunebenkosten I		40'000
8230	Vermessung und Absteckung	5'000	
8240	Untersuchungen, Gutachten	25'000	
8280	Bewilligungen, Gebühren	10'000	
8300	Baunebenkosten II		15'000
8330	Sicherheitsdienst	15'000	
8500	Betriebliche Leistungen		300'000
8530	Bahnersatz	300'000	
8900	Unvorhergesehenes		110'000
Total			3'100'000

Die Stahlbau- und Baumeisterarbeiten, inkl. Korrosionsschutz und Arbeitsgerüste betragen CHF 1'875'000. Dies entspricht einem Quadratmeterpreis von CHF 8'520. Die Gesamtkosten betragen CHF 3'100'000, was einem Quadratmeterpreis von CHF 14'000 entspricht. Die Stahlbau- und Baumeisterarbeiten betragen 60% der Gesamtkosten. Sie sind etwas tiefer als beim Gewölbeviadukt, weil die Gleisbaukosten höher sind und die Kosten für den Bahnersatz hier eingerechnet wurden. Die Kennwerte korrespondieren mit dem Projekt für die Erneuerung der Hinterrheinbrücke Reichenau der Rhätischen Bahn.

Die gesamten Projektkosten für den Gewölbeviadukt und die Sitterbrücke betragen CHF 7.50 Mio. exkl. MWST.

14.3. Finanzierung

Die Finanzierung erfolgt über die Programmvereinbarung AB 2021 - 2024.

Im Auftrag der Appenzeller Bahnen
Rhätische Bahn
Infrastruktur



Karl Baumann
Leiter Kunstbauten