

Beilage Nr. 01.04 (-)

Kanton Bern

Gemeinde Grosshöchstetten

BLS-Strecke 15 BTB (Hasle) - (Konolfingen) - (Thun)

Grosshöchstetten

Erneuerung Grosshöchstettentunnel

km 13.475 - 14.533

IC/003635

Auflageprojekt 2026

Technischer Bericht

BLS Netz AG Projekte & Technologie Freiburgstrasse 130, CH-3001 Bern	Verfasst: Name: Christian Bergerhoff	Geprüft: Name: Rolf Reichmuth
Yves Zollinger Leiter Multiprojekte & Ingenieurbau BLS Simon Peter GPL BLS	Rev. Bemerkungen	Datum:
	Erstausgabe	01.07.2026
	A	
	B	
	C	
	D	
VERFASSTER: Gähler und Partner AG Sonnenbergstrasse 1 5408 Ennetbaden Projektallianz Grosshöchstettentunnel      	E	
	F	

Inhaltsverzeichnis

1	Ausgangslage	1
1.1	Lage des Objekts	1
1.2	Einleitung	1
1.3	Projektauslöser	1
1.4	Folgen einer Nichtrealisierung	2
1.5	Nachbarprojekte	2
2	Bestehende Anlagen	4
2.1	Bahnanlagen	4
2.2	Bahnkörper	4
2.3	Bauobjekte	7
2.4	Sicherungsanlage	15
2.5	Bahnstromanlage	15
2.6	Elektro / Niederspannungsanlagen	16
3	Projektziele	16
4	Projektbeschreibung	16
4.1	Trassierung	16
4.2	Lichtraumprofile und Sicherheitsräume	18
4.3	Perrons und Zugänge	20
4.4	Gebäude und Räume	20
4.5	Umgebung	20
4.6	Oberbau	20
4.7	Unterbau und Untergrund	22
4.8	Entwässerung	24
4.9	Bankett	29
4.10	Kabeltrasse	29
4.11	Bauwerke	30
4.12	Tunnel	31
4.13	Sicherungsanlage	36
4.14	Bahnstromanlage	37
4.15	Telekommunikationsanlagen	42
4.16	Elektro / Niederspannungsanlagen	42
4.17	Haustechnik	42
4.18	Betriebskonzept	42
4.19	Nutzungskonzept	42
4.20	Schnittstelle zum Nachbarprojekt (Seite Biglen)	43
5	Umweltauswirkungen	43

6	Baustellenerschliessung und Installationsplätze	44
6.1	Installationsplätze	44
6.2	Erschliessung	45
7	Bauvorgang	46
7.1	Allgemeine Vorbereitungsarbeiten	46
7.2	Vorarbeiten in verlängerten Nachtsperren von KW 17 – KW 22	46
7.3	Hauptarbeiten in Totalsperre vom 03.06.2028 – 19.08.2028 (Ende KW 22 – KW 33)	47
7.4	Fertigstellungsarbeiten in verlängerten Nachtsperren von KW 36 -40	48
7.5	Abschlussarbeiten	48
8	Prüfungen Interoperabilität	49
8.1	Fachbereich elektrische Anlagen	49
8.2	Fachbereich Bautechnik	49
8.3	Fachbereich Bahnbetrieb	51
8.4	Fachbereich Sicherungsanlagen	51
8.5	Fachbereich Telekom	51
8.6	Zusammenfassung	51
9	Sicherheitsbericht	51
9.1	Grundsätzliches	51
9.2	Bauphase	51
9.3	Betriebsphase	53
10	Land- und Rechtserwerb	55
11	Kosten und Finanzierung	56
11.1	Kosten	56
11.2	Finanzierung	56
12	Aussteckung	56
13	Termine	57
13.1	Projektablauf	57
13.2	Bauablauf und Bauphasenplanung	57
14	Projektorganisation	58
15	Grundlagen	59

Anhänge

Keine

1 Ausgangslage

Die Strecke 15 BTB (Burgdorf-Thun-Bahn Strecke) wird durch das vorhandene Lichtraumprofil (EBV1) limitiert und erlaubt folglich keinen Einsatz von doppelstöckigem Rollmaterial sowie keinen Verkehr von Güterzügen mit grösserem Profil. Eine Erweiterung des Lichtraumprofils auf mindestens EBV 3 wird nicht nur angestrebt, um den gesetzlichen Vorgaben zu genügen, sondern auch um neue Angebotskonzepte im Personen- und Güterverkehr zu ermöglichen. Insbesondere für die Zuführung von Doppelstockzügen zur neuen Werkstatt Oberburg über die Strecke 15 BTB ist dieses Projekt zwingend bis 2028 umzusetzen.

Mit der Realisierung der Erneuerung der Strecke Hasle-Rüegsau - Konolfingen werden die Erneuerungsmassnahmen im Sommer 2028 zu einem Gesamtprogramm gebündelt. Die beiden Grosshöchstettentunnel I und II sind dabei das Kernstück des Programms, welches ebenfalls fünf Fahrbahnprojekte umfasst und gemeinsam unter dem Titel «BTB-Programm» 2028 geführt wird.

Die Bündelung zu einem Programm verfolgt das Ziel einer optimalen Abstimmung unter den einzelnen Projekten. Diese Bündelung ist zweckmässig, weil sie eine gemeinsame Nutzung der Totalsperre ebenso sicherstellt, wie ein übergreifendes Stakeholdermanagement und die gemeinsame Nutzung von personellen Ressourcen oder Bahnersatzleistungen.

1.1 Lage des Objekts

Auf der Strecke Hasle – Konolfingen – Thun befinden sich zwischen Biglen und Grosshöchstetten die Tunnel Grosshöchstetten I und II, welche für die damalige Burgdorf-Thun-Bahn (BTB) im Jahr 1899 erbaut wurden. Der rund 1 km lange Projektperimeter kann in folgende Abschnitte unterteilt werden:

Einschnitt (Nord)	km 13.475 – 13.888
Grosshöchstettentunnel I	km 13.888 – 14.065
(Zwischen)Einschnitt	km 14.065 – 14.334
Grosshöchstettentunnel II	km 14.334 – 14.430
Einschnitt (Süd)	km 14.430 – 14.533

1.2 Einleitung

Bei den Tunneln Grosshöchstetten I und II handelt es sich um Einspurtunnels, wobei davon ausgegangen wird, dass der Grosshöchstettentunnel II im Tagbau erstellt wurde. Beide Tunnel befinden sich in den quartären Moränenablagerungen. Zwischen beiden Tunneln befindet sich ein Einschnitt mit einer Länge von rund 269 m. Zum Zeitpunkt der Erstellung lagen beide Tunnel am Rande des Dorfes, heute liegen sie in bewohntem Gebiet.

Der Zustand der Tunneln variiert zwischen annehmbar und schadhaft (Zustandsklassen 3 bis 4).

1.3 Projektauslöser

Die Grosshöchstettentunnel I und II entsprechen nicht dem heutigen Standard und müssen erneuert werden. Der momentane bauliche Zustand genügt den langfristigen Anforderungen an die Sicherheit und die Dauerhaftigkeit nicht. Zudem entspricht die aktuelle Fahrdrachhöhe nicht den geltenden Normvorgaben, was zu einer erhöhten Störungsanfälligkeit im Betrieb führt und insbesondere bei witterungsbedingten Einflüssen die Systemstabilität

beeinträchtigen kann. Ergänzend weist die aktuelle Schotterstärke nichtkonforme Werte auf, was die Gleislagequalität sowie die strukturelle Dauerhaftigkeit des Oberbaus reduziert.

Parallel zu diesen infrastrukturellen Mängeln bestehen geänderte betriebliche Anforderungen. Für den Transitgüterverkehr auf dem IOP-Ergänzungsnetz ist neu die Gleisbelastungsgruppe E1 gefordert, was höhere Lastannahmen und damit verstärkte Anforderungen an Oberbau, Tragschichten und die bauliche Substanz der Strecke mit sich bringt. Diese Erhöhung der Belastungskategorie macht eine normkonforme Ertüchtigung der Infrastruktur zwingend erforderlich, um künftige Kapazitätssteigerungen im Güterverkehr sicherzustellen.

Der angedachter Angebotsausbau (Transitgüterverkehr) und das Betriebskonzept der neuen BLS-Werkstätte in Oberburg (Zuführung von Doppelstockzügen), erfordern eine Erweiterung des Lichtraumprofils (LRP). Die Erweiterung des Lichtraumprofils soll im Zuge der Erneuerung der Grosshöchstettentunnel I und II durch eine Gleisabsenkung und den Einbau einer Deckenstromschiene ermöglicht werden. Der bestehende Ober- und Unterbau, sowie die Entwässerung soll gemäss den heutigen Anforderungen erneuert werden.)

1.4 Folgen einer Nichtrealisierung

Die Nichtrealisierung der Ertüchtigung der Grosshöchstettentunnel I und II sowie der angrenzenden Abschnitte führt zu erheblichen betrieblichen und strategischen Einschränkungen der BTB-Strecke.

Die Tunnel weisen bereits heute Zustandsklassen 3 bis 4 auf. Ohne bauliche Massnahmen ist mit einer progressiven Verschlechterung zu rechnen. Gleichzeitig bleiben die bestehenden Mängel, insbesondere nichtkonforme Fahrdrachthöhen und ungenügende Schotterstärken, bestehen oder verschärfen sich. In der Folge drohen vermehrte Störungen, temporäre Streckensperrungen oder dauerhafte Geschwindigkeitsreduktionen.

Ohne Umsetzung entfallen die Synergien des geplanten BTB-Programms 2028. Die Möglichkeit einer einmaligen Totalsperre und einer abgestimmten Ressourcenplanung gehen verloren. Später isoliert durchgeführte Einzelmassnahmen wären kostenintensiver und würden zu mehrfachen Eingriffen in den Betrieb führen (z.B. wiederkehrender Bahnersatz).

Ohne Lichtraumprofilerweiterung bleibt die Strecke für die Zufuhr von Doppelstockzügen in die neue Werkstätte Oberburg sowie für den Transitgüterverkehr unbrauchbar. Dies verhindert die Umsetzung der vorgesehenen Angebotsausbauten im IOP-Ergänzungsnetz. Die Strecke verliert damit ihre potenzielle Bedeutung als Ausweich- und Entlastungsachse.

1.5 Nachbarprojekte

1.5.1 BLS

Die beiden Grosshöchstettentunnels I und II sind Bestandteil des BTB-Programms 2028. Folgende sechs Projekte bilden das BTB-Programm 2028:

- IC003635 Erneuerung Grosshöchstettentunnel I und II (vorliegendes Projekt)
- IC003783 FbE 2028; Walkringen-Biglen, Gleis 512
- IC004581 FbE 2028; Walkringen, Stationsgleise, 2 Weichen, 2 Bahnübergänge
- IC004587 FbE 2028; Schafhausen im Emmental Gleis 2
- IC004689 FbE 2028; Biglen, Stationsgleise 3 Weichen, 1 Bahnübergang
- IC005118 FbE 2028; Grosshöchstetten-Konolfingen, 1 Bahnübergang

Technischer Bericht

Die Bündelung zu einem Programm verfolgt das Ziel einer koordinierten Abstimmung unter den einzelnen Projekten. Durch die gleichzeitige Umsetzung der Projekte werden die Betriebs- und Investitionskosten gesenkt. Diese Bündelung ist zweckmässig, weil sie eine gemeinsame Nutzung der Totalsperre mit Bahnersatz und gewisser Installationsflächen ermöglicht. Dadurch werden die Anzahl Installationsplätze respektive deren Fläche auf ein Minimum beschränkt (bsp. gemeinsame Nutzung von Zwischenlagern für Aushubmaterial und Baumaterialien). Spezifische Gleisbaumaschinen wie Stopf- und Schienenschleifzüge können gemeinsam eingesetzt und Materialien zusammen bestellt und geliefert werden (Reduktion der Anzahl Transporte). Auch in Umweltbelangen können Synergien genutzt werden, beispielsweise durch Wissenstransfer bei Feldaufnahmen von Flora und Fauna sowie geologischen Sondagen, die koordinierte Ortung potenzieller Ersatzflächen in den Nachbarprojekten und die gemeinsame Wiederinstandstellung der Grünflächen mit abgestimmter Festlegung der Samenarten.

Gleichzeitig werden durch die Bündelung der Arbeiten im Rahmen eines Programms die Unannehmlichkeiten für Bahnreisende und Anrainer minimiert und weitere punktuelle Eingriffe in der Zukunft reduziert, insbesondere durch die Vermeidung wiederkehrender Belastungen infolge Bahn- und Strassensperren sowie durch Lärm-, Licht- und Staubemissionen. Durch die gemeinsame Bauphasenplanung und Intervallkoordination kann eine zielgerichtete Auslastung und Nutzung der Totalsperre gewährleistet werden.

Ebenso wird ein übergreifendes und koordiniertes Stakeholdermanagement sicherstellt. Die Nutzung von Synergien mit benachbarten Projekten wurde im Rahmen der Projektentwicklung systematisch analysiert und so weit technisch, betrieblich und wirtschaftlich sinnvoll, in der vorliegenden Planung berücksichtigt. Insbesondere wurden Synergien in den Bereichen Bauphasen- und Sperrplanung, Baustellenlogistik, Installationsflächen, Materialbewirtschaftung sowie bei Grundlagenarbeiten wie Vermessung, Baugrunderkundung und Umweltabklärungen umgesetzt. Aufgrund der räumlichen Trennung der Projekte sowie des fehlenden funktionalen Zusammenhangs zeigte sich jedoch, dass die Synergiepotenziale, insbesondere im Umweltbereich, limitiert sind und sich im Wesentlichen auf die vorgenannten Themen beschränken.

In der näheren Umgebung finden folgende weitere Projekte im ähnlichen Zeitraum statt:

IC005233 FbE 2028: Hasle-Rüegsau Weiche 7 und 8 und Gleis 43 (Realisierung 2028)

IC004563 BLS Werkstätte Oberburg, BAV Dossier Nummer 2023/0646 (Realisierung 2028)

1.5.2 Dritte

Mit dem Bau der Entflechtungen Wankdorf Süd und Gümligen Süd sowie dem Ausbau des Bahnhofs Münsingen wird die Kapazität im Aaretal im Zeitraum 2024 bis 2035 reduziert. Dies trifft sowohl auf den Personen- wie auch den Güterverkehr zu. Das BAV, die SBB und die BLS suchen derzeit nach alternativen Kapazitäten, insbesondere für den Transitgüterverkehr (Basel - Domodossola). Im Fokus steht dabei eine Umleitung des Transitgüterverkehrs von Burgdorf via Hasle-Rüegsau, Konolfingen nach Thun.

Seitens des Kantons, vertreten durch den Oberingenieurkreis II und IV, sind im betroffenen Abschnitt Belagsarbeiten zum Substanzerhalt vorgesehen, die hauptsächlich in den Jahren 2025 bis 2027 sowie erneut ab 2029 ausgeführt werden. Im Jahr 2028 sind keine Massnahmen geplant. Da die Belagsflücke üblicherweise zwischen Mai und November erfolgen, kann der kantonale Belagseinbau zeitlich an die für das BTB-Programm erforderlichen Sperrungen angepasst werden.

Nach aktuellem Kenntnisstand bestehen im betreffenden Zeitraum keine weiteren Projekte des Kreisbüros. Die betroffenen Gemeinden wurden vorgängig informiert, dass im Rahmen der Realisierung des BTB-Programms keine Ersatz- oder Neubauten von Werkleitungen vorgesehen sind, um Schnittstellenkonflikte und Verzögerungen zu vermeiden.

2 Bestehende Anlagen

2.1 Bahnanlagen

2.1.1 Gleis- und Publikumsanlagen

Gleis- und Perronanlage

Nicht betroffen vom Projekt

Zugang zur Bahn

Nicht betroffen vom Projekt

2.1.2 Gebäude, Bahnhofplatz, Velo- und Parkplätze

Aufnahmegebäude

Nicht betroffen vom Projekt

Güterschuppen

Nicht betroffen vom Projekt

Technikräume

Nicht betroffen vom Projekt

2.1.3 Angebot

Bahnbetrieb

Das Angebotskonzept wird nicht geändert.

Personenverkehr / Bahnhofplatz / Velo- und Parkplätze

Nicht betroffen vom Projekt

Busverkehr

Nicht betroffen vom Projekt

2.2 Bahnkörper

2.2.1 Geländetopografie

Das Relief in der Region ist von Hügeln geprägt, die im Vergleich zum «Talkessel» einen geringen Höhenunterschied aufweisen. Die bestehende Bahnstrecke befindet sich in so einem «Talkessel», der in Richtung Grosshöchstetten abfällt. Aus diesem Grund kommt auch das Gefälle von durchschnittlich 25 ‰ zustande. Beim Fahrbahnübergang Trogmattweg beginnt sich das Gelände abzuflachen, im Bereich vom Bahnhof weist es nur noch ein Gefälle von 1.9 ‰ auf.

2.2.2 Oberbau

Die Strecke weist die Streckenklasse D4 auf (Radsatzlast 22,5 t, Meterlast 8,0 t/m).

Im Projektperimeter befinden sich verschiedene Gleise und ein Bahnübergang. Eine Auflistung des Gleisoberbaus ist in den nachfolgenden Tabellen ersichtlich.

Gleise

Tabelle 2-1: Übersicht Oberbaumaterial bestehende Gleise [15]

Gleis Nr.	Schwellentyp / Verlegeart	Schienenprofil	Jahrgang Schwellen
515, Km 13.475 bis 13.802	Holzschwellen / Ke	SBB IV, E54, E2	2008
515/111, Km 13.802 bis 14.324	Stahlschwellen / Aek	SBB IV, E54, E2	2013
111, Km 14.324 bis 14.435	Holzschwellen / Ke	SBB IV, E54, E2	2013
111, Km 14.435 bis 14.524	Holzschwellen / Ke	SBB IV, E54, E2	2008
111, Km 14.524 bis 14.537	Betonschwellen B-91 / W14	SBB IV, E54, E2	2020

Weichen

Im Projektperimeter liegen keine Weichen.

Bahnübergänge

Tabelle 2-2 Übersicht bestehende Fahrbahneindeckung

Name BUe	km	Fb-Eindeckung innen	Fb-Eindeckung aussen
Trogmattweg	km 14.533	System Rex RUBE auf Betonschwellen	Asphalt

Der Bahnübergang liegt am südlichen Ende des eigentlichen Projektperimeters und wird lediglich an die neue Gleislage angepasst (siehe auch Kapitel 2.2.8).

2.2.3 Schotter

Im Jahr 2013 wurde eine Ober- und Unterbausanierung durchgeführt. Im Rahmen dessen wurde der Schotter mit einer minimalen Stärke von 30 cm unter den Schwellen erstellt [3]. Rund 8 Jahre später im Jahr 2021 sind Aufnahmen der Schottermächtigkeit erstellt worden (siehe Beilage Nr. 10.05.01). Anhand von 5 Sondierstandorten ist ersichtlich, dass die Stärke von 30 cm nicht überall vorhanden ist. Lediglich 2 von 5 Sondagen haben die gewünschte Schotterstärke ergeben. Beim Tunnel I ist die erforderliche Schotterstärke nur in Tunnelmitte eingehalten und beim Tunnel II nur im nördlichen Tunnelabschnitt.

2.2.4 Unterbau

Im Zuge der Ober- und Unterbausanierung von 2013 wurde zwischen km 13.802 und km 14.540 eine Schutzschicht mit Kiessand PSS auf Geotextil eingebaut. Die Stärke dieser Schicht variiert, weil die Tragfähigkeit des Untergrundes unterschiedlich beurteilt wurde. Die PSS-Schicht wird grundsätzlich als kombinierte Sperr- und Foundationsschicht eingesetzt. Abschnittsweise wird sie aber auch nur als reine Sperrschicht vorgesehen. In Tabelle 2-3 sind die Sichtstärken zu den jeweiligen Abschnitten ersichtlich.

Tabelle 2-3: Übersicht Unterbaumaterial bestehende Gleise [15]

Abschnitt	PSS-Sichtstärke
Km 13.475 – 13.802	25-30 cm*
Km 13.802 – 14.288	30 cm
Km 14.288 – 14.432	10 cm
Km 14.432 – 14.527	Keine PSS oder nicht dokumentiert
Km 14.527 – 14.540	30 cm

* nicht dokumentiert, ob es sich um eine PSS oder Kiessand (ungebundenes Gemisch) handelt

Die PSS-Schicht wurde mit einem Quergefälle von 5 % projektiert und ausgeführt.

2.2.5 Untergrund

Der anstehende Untergrund wurde durch Sondagen (Baggerschlitz, Bohrungen) und Laborversuchen untersucht. Die Tabelle 2-4 gibt einen kurzen Überblick über den angetroffenen Untergrund.

Tabelle 2-4: Übersicht Untergrund

Zusammensetzung	Der bestehende Untergrund kann in vier Schichten aufgeteilt werden. - Deckschicht - Künstliche Auffüllung - Moräne - Molassefels
Mächtigkeit und Verbreitung	Die Mächtigkeit der Deckschicht ist gering (20 bis 30 cm) und variiert, kommt aber im ganzen Projektperimeter vor. Künstliche Auffüllungen kommen vor allem lokal bei Portalen, der Tunnelverlängerung und dem Grosshöchstettentunnel II vor. Die Mächtigkeit ist je nach Standort sehr unterschiedlich. Die Mächtigkeit der Moräne ist nicht abschliessend geklärt. Es ist bekannt, dass die Moräne bis zum Molassefels ansteht und im ganzen Projektperimeter vorkommt, doch die Lage der Felsoberfläche wurde mit den Sondierbohrungen nicht aufgeschlossen. Bekannt ist aber, dass die Felsoberfläche erst in einem deutlichen Abstand zum bestehenden Trassee ansteht und darum keinen Einfluss auf das vorliegende Projekt hat. Beim Molassefels handelt es sich hauptsächlich um Nagelfluh und Sandstein. Anhand von bestehenden und neuen Bohrungen/Sondagen konnte eine ungefähre Lage der Felslinie prognostiziert werden, die wie bereits erwähnt deutlich unter dem bestehenden Trassee liegt.

Genauere Daten zum Untergrund können der Projektbasis entnommen werden, siehe Beilage Nr. 01.93. Die bodenmechanischen Kennwerte aus der Projektbasis wurden für die durchgeführten Nachweise genutzt.

2.2.6 Entwässerung

Im Rahmen der Ober- und Unterbausanierung von 2013 wurde gleichzeitig auch die Entwässerung in einigen Bereichen des Projektperimeters erneuert/ergänzt. Tabelle 2-5 gibt eine Übersicht über die 2013 tangierten Leitungen.

Tabelle 2-5: Übersicht tangierte Leitungen, Sanierung 2013

Abschnitt	Leistungsdaten	durchgeführte Arbeiten
Km 13.803.5 – 13.808.5	HDPE 200	Rohrsanierung
Km 13.850 – 14.065	HDPE 250	Neubau Sickerleitung einseitig mit Sickerpackung
Km 14.065 – 14.125	HDPE 250	Neubau Sickerleitung beidseitig mit Sickerpackung

Aufgrund der horizontalen Verschiebung des Gleises (Korrektur der Trassierungsfehlstelle) und der Anpassung in der Höhenlage (Gleisabsenkung) auf weiten Strecken im Projektperimeter, sowie des sehr unterschiedlichen und teilweise ungenügenden Zustandes der bestehenden Entwässerungsanlage, ist ein kompletter Neubau der Entwässerung im Erhaltungsabschnitt erforderlich.

2.2.7 Bankett

Im Projektperimeter ist nicht durchgängig ein Bankett vorhanden. In den Grosshöchstettentunnel (GHT) I+II ist aus Platzgründen kein Bankett vorhanden. In den offenen Abschnitten vor dem GHT I und nach dem GHT II sowie im Zwischeneinschnitt ist ein schmales linksseitiges Bankett vorhanden. Das Bankett gilt wie in den Tunnels als nicht begehbar. Der bestehende Kabelkanal verläuft im ganzen Projektperimeter auf der rechten Seite.

2.2.8 Bahnübergänge

Im Projektperimeter liegt der Bahnübergang Trogmattweg (km 14.533) zwischen Tunnel II und der Einfahrtsweiche des Bahnhofs Grosshöchstetten. Beim Bahnübergang ist das System Rex RUBE auf Betonschwellen eingebaut. Ein Ersatz ist vor 2040 nicht erforderlich und im Rahmen des vorliegenden Projekts nicht vorgesehen. Der vorhandene Bahnübergang inkl. der anschliessenden Belagsflächen aussen wird nur auf die neue, veränderte Geometrie angepasst.

2.3 Bauobjekte

Grosshöchstetten I, km 13.887.30 – 14.065.00

Tabelle 2-6: Bauobjekt Grosshöchstetten I

Linie	15 BTB (Hasle) – (Konolfingen) – (Thun)
Objekt-Nr.	KTU_-15-KM0013.888
Gleise-Nr.	515
Tunnellänge	177 m
Tunnelklasse	A
Km	Station 13'887.59 – 14'065.01
Zonen	18
Überdeckung	ca. 10 m
Inbetriebnahme	1899
Instandsetzungen	Erweiterung des Tunnels im Tagbau, Kastenprofil aus Ort-beton (1973) Gunitierarbeiten und Ableitungen (1991)

Technischer Bericht

	Fahrbahnerneuerung, Ober-/ Unterbau, Entwässerung (2013)
Restnutzungsdauer	Aufgrund der Schadensbilder und der Abschätzbarkeit der Schadensentwicklung ist eine verlässliche, zeitliche Angabe nicht möglich. Der nächste Instandsetzungszyklus sollte jedoch bis 2029 erfolgt sein.
Zustand Tunnel	Zustandsklasse 3.1, gut bis ausreichend (2022)
Entwässerung	links der Bahn
Kabelkanal	rechts der Bahn
Speisleitung	befindet sich rechts der Bahn entlang des Paramentes
Lichtraumprofil	EBV 1 / EBV S1
Trassierungs-Geschwindigkeit	$V_R = 75 \text{ km/h}$, $V_A = 70 \text{ km/h}$
Besonderes	Kreisel der Bernstrasse befindet sich auf dem Tunnel. Dieser ist Bestandteil der Ausnahmetransportrouten des Typs II.

Grosshöchstettentunnel II, km 14.334.00 – 14.430.00

Tabelle 2-7: Bauobjekt Grosshöchstetten II

Linie	15 BTB (Hasle) – (Konolfingen) – (Thun)
Objekt-Nr.	KTU_-15-KM0014.334
Gleise-Nr.	111
Tunnellänge	95 m
Tunnelklasse	A
Km	Station 14'334.34 – 14'429.76
Zonen	10
Überdeckung	ca. 2 m
Inbetriebnahme	1899
Instandsetzungen	Abdichtung in der Kalotte aus Gunit 1932
Restnutzungsdauer	Aufgrund der Schadensbilder und der Abschätzbarkeit der Schadensentwicklung ist eine verlässliche, zeitliche Angabe nicht möglich. Der nächste Instandsetzungszyklus sollte jedoch bis 2029 erfolgt sein.
Zustand Tunnel	Zustandsklasse 3.5, ausreichend (2022)
Entwässerung	rechts der Bahn
Kabelkanal	rechts der Bahn
Speisleitung	Befindet sich links der Bahn entlang des Paramentes
Lichtraumprofil	EBV 1 / EBV S1
Trassierungs-Geschwindigkeit	$V_R = 75 \text{ km/h}$, $V_A = 70 \text{ km/h}$
Besonderes	-

2.3.1 Grosshöchstettentunnel I

In diesem Abschnitt werden die einzelnen Bestandteile des Tunnels I detailliert beschrieben, ein genereller Überblick darüber ermöglicht und auf die jeweiligen Zustände der Bauteile eingegangen.

Portal Seite Biglen



Abbildung 2-1: Portal Seite Biglen gemäss Beilage Nr. 10.91.01

Am Portal Seite Biglen sind Betonabplatzungen ersichtlich einschliesslich freiliegender Bewehrung. Lokal ist Pflanzenbewuchs (Moos) vorhanden. Eine Absturzsicherung resp. der Berührungsschutz für die Fahrleitung sind nur lokal vorhanden. Das Portal bildet den Übergang zum Rahmentragwerk.

In der Hauptinspektion 2022 wird dem Portal die Zustandsklasse 3 zugewiesen. Aufgrund der Begehung vom 18. Februar 2023, bei welcher eine visuelle Beurteilung vom Gleis aus erfolgte, wird der Zustand der Portalwand weiterhin als gut bis ausreichend beurteilt (Zustandsklassen 2 bis 3) (siehe Beilage Nr. 10.91.01).

Rahmentragwerk

Querschnitt Anfang und Ende neuer Tunnel

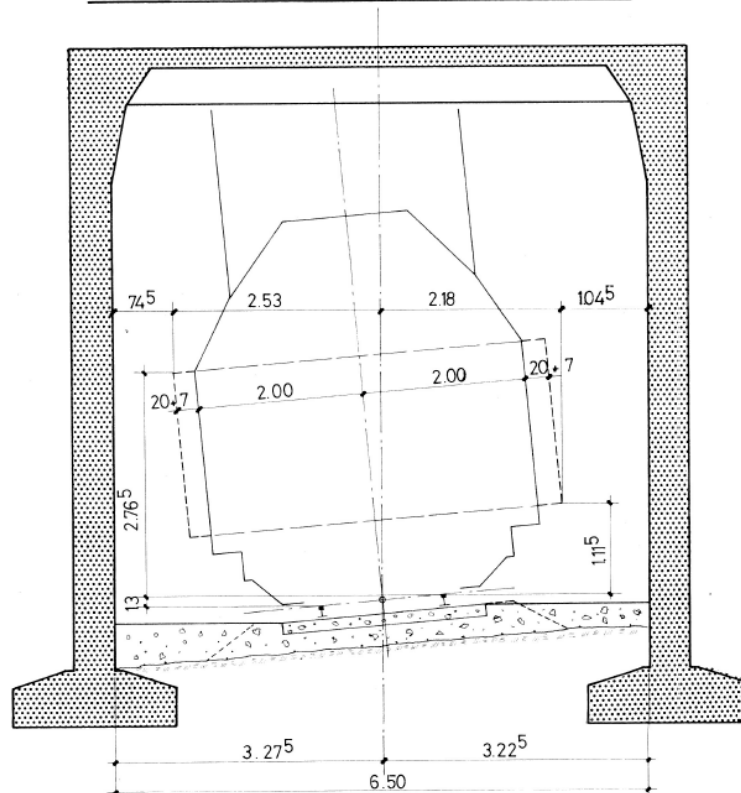


Abbildung 2-2: Normalprofil Tunnelverlängerung [5]

Hierbei handelt es sich um eine Tunnelerweiterung bestehend aus einer Rahmenkonstruktion. Die Länge der Tunnelverlängerung beträgt rund 27,3 m. Sie wurde im Jahr 1973 im Tagbau erstellt. Die Paramente sind auf Streifenfundamenten von zwei Metern Breite fundiert. Der Rahmenriegel besteht aus insgesamt 18 vorgefertigten nicht vorgespannten Plattenbalkenelementen von 1,5 m Breite, welche zusammen eine Rippenplatte bilden. Darüber befindet sich ein Teil des Kreisels resp. die Bernstrasse.

Die Tunneldecke weist ein Dachgefälle von 3 % auf und ist mit zwei «Isoliermatten mit Bitumen verklebt» und einem Schutzmörtel von 3 cm abgedichtet.

Die Einleitung der Momente von der Tragplatte in die Wände wurde mittels geschlaufter Bewehrung sichergestellt. Die Paramente verfügen über eine Bewehrung $\varnothing 22 / e = 20$ cm innen und $\varnothing 14 / e = 30$ cm aussen. Die Überdeckung beträgt gemäss Planunterlagen 30 mm.

Hinter dem Parament auf der Foundation sind Zementsickerrohre $\varnothing 30$ cm verlegt.

Visuell ist der Abschnitt in gutem Zustand. In der Hauptinspektion 2022 werden die Zonen 1 bis 3 der Zustandsklasse 2 (gut) zugeordnet (siehe Beilage Nr. 10.91.01). Die gemessenen Karbonatisierungstiefen liegen deutlich unter der Bewehrungsüberdeckung, die Chlorgehalte sind nicht kritisch (siehe Beilage Nr. 10.05.03).

Tunnel

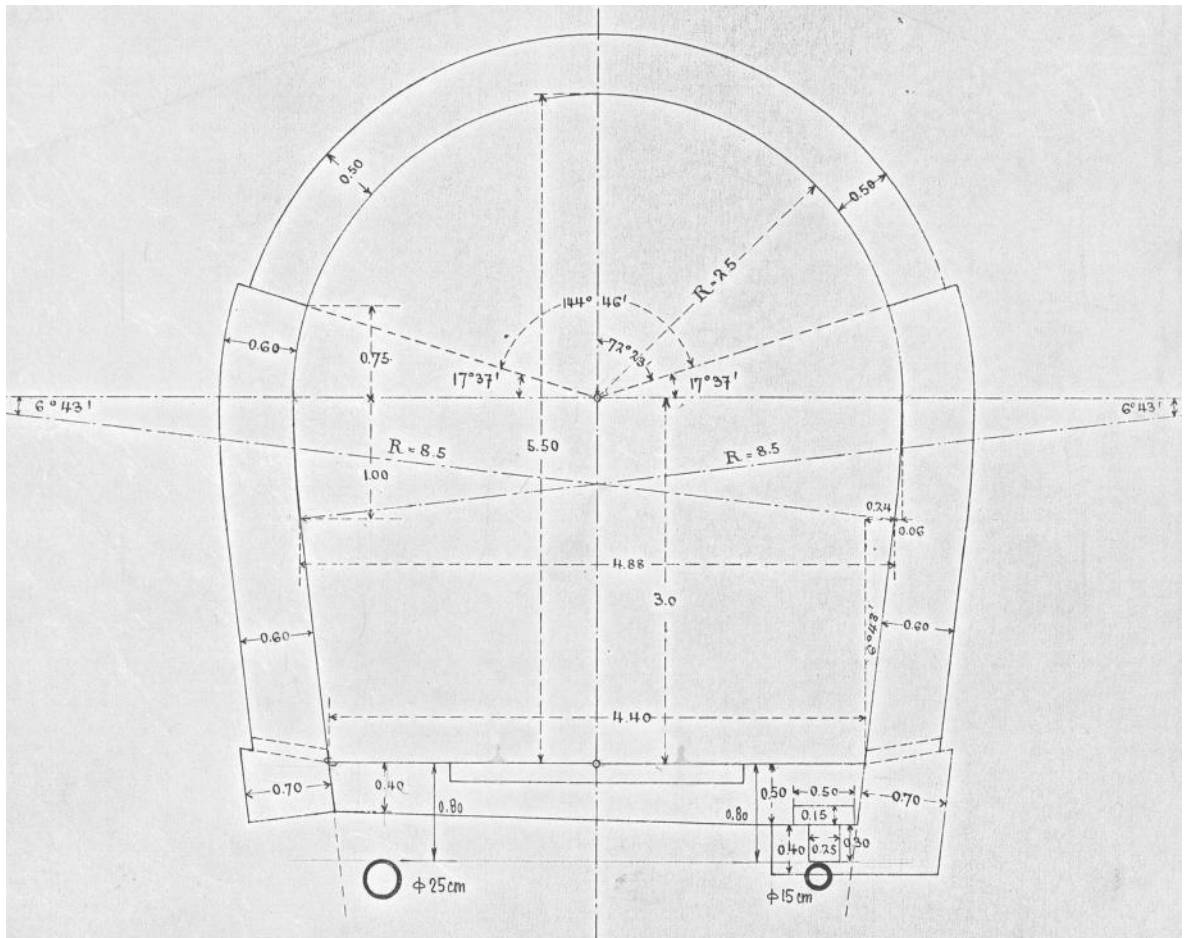


Abbildung 2-3: Normalprofil Tunnel I [8]

Der einspurige Tunnel I wurde vermutlich bergmännisch erstellt. Das Parament mit einer Mächtigkeit von 60 bis 80 cm, was durch Bohrungen bestätigt werden konnte, besteht aus Ort-/ Stampfbeton (siehe Beilage Nr. 10.05.03).

Kämpfer und First wurden aus Beton-Quader-Steinen gemauert, und besitzen eine Mächtigkeit von 50 cm.

Im Jahr 1932 wurde im Firstbereich eine Gunitschicht von ca. 3 cm Stärke aufgetragen. Diese wurde im Jahr 1991 durch eine Sanierung mit Spritzbeton ergänzt, bei welcher eine rund 10 cm starke und gemäss den Unterlagen aus der Bauzeit eine teilweise bewehrte Schale eingebaut wurde. Zu Drainagezwecken wurden, im Jahr 1991, im Gewölbe Kunststoffhalbschalen eingelassen.

In praktisch allen Zonen des Tunnels gibt es Tropf-, Nass- resp. Feuchtstellen. Die Wasserzutritte befinden sich überwiegend im Kämpfer- und Firstbereich.

Im Firstbereich weist der Spritzbeton ein fein verzweigtes Rissbild auf (wilde Risse), welches sich durch den Wasserzutritt farblich abhebt. Anhand der Feucht-/ Nassestellen ist die Lage der Gewölbeableitungen erkennbar.

Dokumentierte Hohlstellen sind im Parament sowohl in den (vermutlich) nicht instandgesetzten Betonflächen als auch in den mit Spritzbeton instandgesetzten Zonen aus den 1990er-Jahren dokumentiert. Grössere Hohlstellen und Abplatzungen sind in der Kalotte in den Zonen 10, 11 und 12 dokumentiert.

Als Grundlage für die Projektierung wurden materialtechnische Untersuchungen am Tunnel I durchgeführt (siehe Beilage Nr. 10.05.03). Dabei wurden Bohrkerne entnommen und Versuche durchgeführt. Anhand der Versuchsergebnissen konnten äquivalente Baustoffe aus heutigen Normen angegeben werden und es wurden aktualisierte Materialkennwerte für statische Berechnungen festgelegt. Die Bemessungswerte aus der materialtechnischen Beurteilung sind in der Projektbasis festgehalten (Beilage Nr. 01.93).

Portal Grosshöchstetten



Abbildung 2-4: Portal Seite Grosshöchstetten (gemäss Beilage Nr. 10.91.01).

Die Oberfläche (Verputz) der Portalmauer ist flächig gerissen. Aus der Portalmauer tritt an einigen Stellen Wasser (Nassstellen) aus. Je eine grössere Abplatzung ist beidseitig des Portals vorhanden. Vereinzelt haben sich Gräser und kleine Gehölze in den offenen Fugen angesiedelt. Zwischen der Portalmauer und der Rigole hat sich ein Grasstreifen gebildet.

Gemäss der Hauptinspektion 2022 befindet sich das Portal in einem schlechten Zustand (Zustandsklasse 4). Somit sind Massnahmen in absehbarer Zeit durchzuführen (siehe Beilage Nr. 10.91.01).

2.3.2 Einschnitt

Böschung Zwischeneinschnitt

Die Böschungen zwischen den beiden Tunnels sind steil und hoch. Anhand des Swisstopo-Geländemodells und Drohnenaufnahmen wird von einer Böschung mit einer mittleren Neigung von ca. 39° ausgegangen. Rechtsseitig gibt es leichte Anzeichen für Erosion. Diese Erosionserscheinungen sind oberflächiger Natur und deuten auf ein lokales Abgleiten der Deckschicht über der Moräne hin.

Im Jahr 2008 wurden Stabilisierungsmassnahmen umgesetzt. Konkret wurde neu angesät und ein Teil der Böschung mit Gewebe / Geokunststoff stabilisiert.

Weitere Böschungen

Die Böschungen nördlich des GHT I und südlich des GHT II sind etwas weniger steil und weniger hoch. Anzeichen für Erosionserscheinungen sind nicht bekannt.

2.3.3 Grosshöchstettentunnel II

Portal Biglen



Abbildung 2-5: Portal Seite Biglen Biglen (gemäss Beilage Nr. 10.91.02).

Das Portal Biglen weist diverse Abplatzungen, Risse und Stellen mit mürbem Beton auf. Die Rückseite der Portalwand resp. deren Krone weist einige Ausbrüche auf.

Unmittelbar hinter der Portalmauer sind in der Zone 1 des Tunnels Algen-/ Moosbildung und verstärkte Wasserzutritte erkennbar. Dieser Abschnitt wurde 1933 von oben her abgedichtet. Die Ableitung, welche das Wasser abführen sollte, ist schadhaft.

Die Absturzsicherung resp. der Berührungsschutz für die Fahrleitung sind nur lokal vorhanden.

Auf Höhe der Entwässerung resp. des Fahrleitungstragwerkes ist ein grösserer radialer Riss im First (Spritzbetonschale) erkennbar, welcher möglicherweise als Folge der Ablösung des Portalkranzes oder einer Schwächung des Gewölbes durch die Tragwerksnische entstand.

In der Hauptinspektion 2022 wird das Portal der Zustandsklasse 4 (schlecht) zugeteilt. Anhand der Begehung vom 18. Januar 2023 wird der ungenügende Zustand (Zustandsklasse 5) festgestellt.

Tunnel

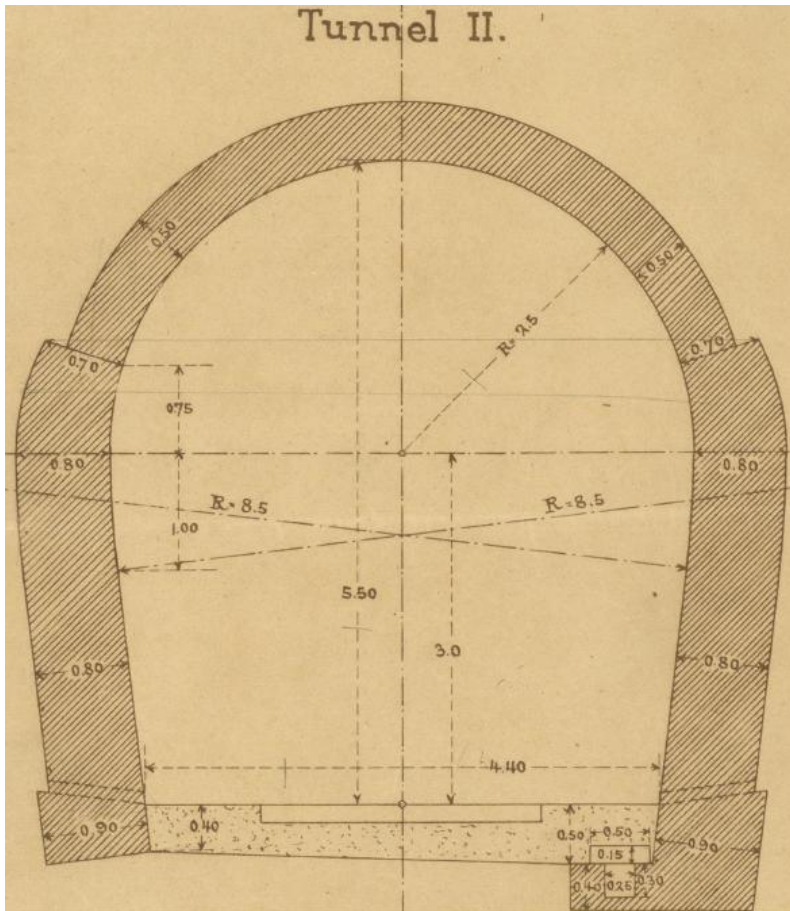


Abbildung 2-6: Normalprofil Grosshöchstettentunnel II aus der Bauzeit [8]

Der hufeisenförmige, einspurige Grosshöchstettentunnel II wurde wahrscheinlich im Tagbau erstellt. Das Gewölbe besteht grösstenteils aus Stampf- bzw. Ort beton.

Im Bereich des Widerlagers und des Paraments wurden im Rahmen der Bauwerksuntersuchungen (siehe Beilage Nr. 10.05.04) Mächtigkeiten zwischen 80 und 90 cm gemessen; diese stimmen mit den Stärken gemäss Normalprofil (Abbildung 2-6, 80 bzw. 90 cm) überein. Im First- und Kämpferbereich wurden Mächtigkeiten zwischen 56 und 63 cm gemessen, diese liegen über dem Wert von 50 cm gemäss Normalprofil (Abbildung 2-6).

Unter der Viehmarktstrasse und der Parzelle 1360 sind viele Feucht-, Nass und Tropfstellen im Kalottengewölbe dokumentiert. Gemäss dem Bericht zur Hauptinspektion (siehe Beilage Nr. 10.91.02) kommt es teilweise zu Eisbildung im Tunnel. Die vermutlich bereits 1933 erstellte Spritzbetonschale von ca. 3 cm weist ein feines Rissmuster auf.

Im Parament befinden sich in allen Zonen mehrere Hohl- und Feuchtstellen. Die dokumentierten Risse verlaufen zumeist vertikal.

Die Speiseleitung verläuft am linken Parament ca. auf 3.5 m Höhe.

Als Grundlage für die Projektierung wurden materialtechnische Untersuchungen am Tunnel II durchgeführt (siehe Beilage Nr. 10.05.04). Dabei wurden Bohrkerne entnommen und Versuche durchgeführt. Anhand der Versuchsergebnissen konnten äquivalente Baustoffe aus heutigen Normen angegeben werden und es wurden aktualisierte Materialkennwerte für statische Berechnungen festgelegt. Die Bemessungswerte aus der materialtechnischen Beurteilung sind in der Projektbasis festgehalten (Beilage Nr. 01.93).

Anhand der Hauptinspektion 2022 kann dem Tunnel eine Zustandsklasse 3.5 (ausreichend bis schlecht) zugewiesen werden. Anlässlich einer visuellen Begutachtung an der Begehung vom 18. Januar 2023 konnte dies bestätigt werden.

Portal Grosshöchstetten



Abbildung 2-7: Portal Seite Grosshöchstetten (gemäss Beilage Nr. 10.91.02).

Das Blocksteinmauerwerk des Portals Grosshöchstetten weist leere Fugen und einen Bewuchs bestehend aus Gräsern und kleinen Büschen auf. Rechts der Bahn löst sich das Gewölbe unmittelbar hinter der Portalmauer auf. Im Rahmen der Instandsetzung 1933 wurde das Portal Grosshöchstetten nicht von aussen abgedichtet.

Die leeren Fugen sind aufgrund der Tiefe und Breite zu beheben. Es besteht das Risiko des Ablösens der Spritzbetonschale resp. einzelner Steine/Betonpartien und somit eine Gefährdung für den Betrieb.

In der Hauptinspektion 2022 (siehe Beilage Nr. 10.91.02) wird das Portal mit der Zustandsklasse 4 (schlecht) bewertet. Unseres Erachtens ist der Zustand ungenügend (ZK 5), weil sich an einigen Stellen bereits Spritzbeton gelöst hat. Weiter zeichnet sich das Schadensbild auch über die Ringfuge, die seit 2008 dokumentiert wird. Eine Instandsetzung des aufgelösten Mauerwerks und eine aussenliegende Abdichtung sind zeitnah empfehlenswert.

2.4 Sicherungsanlage

Im Einschnitt zwischen den beiden Tunnels liegen bei Km 14.178 das Vorsignal C*515 und das Hauptsignal A515 in Fahrtrichtung Grosshöchstetten. Zur Erschliessung der Signale ist eine Kabelquerung unter den Gleisen vorhanden. Die Sichtbarkeit des Signals beträgt 6,5 Sekunden. Der Mindestwert von 6 Sekunden ist somit eingehalten.

2.5 Bahnstromanlage

Auf der Strecke Hasle-Rüegsau – Konolfingen soll die Fahrleitung an der neuen Gleisgeometrie angepasst und erneuert werden.

Der Projektperimeter der Bahnstromanlage des Vorhabens reicht von km 13.500 bis km 14.499.

2.5.1 Fahrleitung

Zwischen KM 13.500 und km 14.449 ist das bestehende halbnachgespannte Fahrleitungssystem 61 besteht aus einem Fahrdraht Cu 107 mm² und einem Tragseil St-Cu 50 mm² im Einsatz.

Ab KM 14.449 bis zum Projektende bei KM 14.499 besteht die Fahrleitung aus dem vollnachgespannten Fahrleitungssystem 01 mit einem Fahrdraht Cu 107 mm² und einem Tragseil St-Cu 50 mm².

Bei KM 14.449 ist der Übergang von der halbnachgespannten zur vollnachgespannten Fahrleitung erstellt.

2.5.2 Speisung

Die Speisung erfolgt über das Unterwerk (UW) Konolfingen und den Schaltposten Grosshöchstetten bei km 14.817.

Das Schaltkonzept ist im Schaltschema IST (in Beilage Nr. 14.08.01) ersichtlich.

Für die Speisung ist ein Seil Cu 95 mm² montiert.

2.5.3 Rückleitung, Erdung, Potentialausgleich

Die Rückleitung besteht aus einem an jedem Mast aufgehängten Rückleiterseil Cu 95 mm² oder/und der direkten Verbindung vom FL-Mast an die Schiene. Alle ca. 250 m ist eine Ringleitung (1x 50 mm² Cu) vorhanden.

2.6 Elektro / Niederspannungsanlagen

Elektro- und Niederspannungsanlagen sind im vorliegenden Projekt nicht betroffen.

3 Projektziele

Die Projektziele und der Projektauftrag sind in Kap. 1.3 des vorliegenden Technischen Berichtes und in Kap. 2.1 der Nutzungsvereinbarung festgehalten (Beilage Nr. 01.92).

4 Projektbeschreibung

4.1 Trassierung

Die Trassierung erfolgte nach den Normen der AB-EBV Art. 17 und dem RTE I-22046. Die Grenzwerte im Normalfall sind eingehalten.

4.1.1 Trassierungsgeschwindigkeit

Die Trassierungsgeschwindigkeit beträgt im gesamten Perimeter:
 $V_R = 75 \text{ km/h}$; $V_A = 70 \text{ km/h}$

Siehe Fahrdynamikliste, Beilage Nr. 11.01.02

4.1.2 Horizontale Gleisgeometrie

Mit der neuen Trassierung wird die Gleislage in den beiden Tunnel eingemittet, so dass Einragungen ins Tunnelgewölbe vermieden werden können. Die beiden Bögen in den Tunnel setzen sich aus mehreren unterschiedlichen Radien zusammen. Alle Radien sind mit Übergangsbogen verbunden.

Im Bereich Km 14.066 - 14.165 werden die bestehenden Grenzwertverletzungen im Normalfall (zu grosse Verwindungen) behoben.

Zur Einmittung der Gleisachse und der Behebung der Grenzwertverletzungen bedingt es einer Gleisschiebung im Einschnitt zwischen den beiden Tunnel bis knapp 800 mm in Richtung Westen bei Km 14.150 und knapp 450 mm in Richtung Osten bei Km 14.250.

Die neue Gleisgeometrie erfordert folgende Anpassungen ausserhalb des Projektperimeters: Die Weiche 101 in Grosshöchstetten wird mittels Gleisstopfung auf die neue Klothoide geschoben. Die Schiebung im BUe Trogmattweg beträgt bis 80 mm nach rechts.

4.1.3 Vertikale Gleisgeometrie

Für die vertikale Trassierung gibt es mehrere Zwangspunkte. Dabei handelt es sich um die Tunnel, den Bahnübergang Trogmattweg (km 14.533) und die Anschlussstrecken.

Damit Einragungen ins Tunnelgewölbe vermieden werden können, wird im Grosshöchstettentunnel I die bestehende Gleisachse bis zu 200 mm und im Grosshöchstettentunnel II bis zu 90 mm abgesenkt.

Im Einschnitt zwischen den beiden Tunnel wird das Gleis bis zu 105 mm angehoben, damit die Massnahmen an den Böschungen aufgrund der seitlichen Schiebungen minimiert werden können.

Durch die Absenkungen und Anhebungen entstehen minimale Vergrösserungen der lokalen Längsneigung. Die maximale Längsneigung beträgt 28 ‰ und im bestehenden Zustand sind 27.66 ‰ vorhanden. Die gleitende Längsneigung von 25 ‰ bleibt jedoch bestehen.

Im Bereich der Weiche 101 und über den BUe Trogmattweg wird die vertikale Ausrundung (Wanne) von einem 2'300 m Radius mittels Gleisstopfung auf einen 3'000 m Radius vergrössert, gemäss AB-EBV zu Art. 17, Ziff 7.3.

In den beiden Tunnel wird eine Hebungsreserve von 100mm unter der Soll-Lage mit einer abgesenkten Soll-Lage berücksichtigt. Jeweils vor und nach den Tunnel wird die Trassierung der abgesenkten Soll-Lage zurück auf die effektive Soll-Lage geführt. Die Trassierung der abgesenkten Soll-Lage dient der Projektierung und unterscheidet sich nur in der Vertikalen, auf die horizontale Gleislage hat sie keinen Einfluss.

Im Längenprofil und den Normal- und Querprofilen ist die abgesenkte Soll-Lage in magenta dargestellt. Nach der vierten Regulierung (R1) liegt das Gleis auf der Höhe der abgesenkten Sollage. Die Hebungsreserve ist für zukünftige Unterhaltsstopfungen vorgesehen.

4.1.4 Gleisachsabstand

Nicht relevant

4.1.5 Weichen

Im Umbauperimeter befindet sich keine Weiche, jedoch wird am Anschluss an den Grosshöchstettentunnel II von der neuen an die bestehende Trassierung die Einfahrweiche 101 in Grosshöchstetten tangiert. Jene Weiche muss lediglich gestopft werden (siehe oben).

4.2 Lichtraumprofile und Sicherheitsräume

4.2.1 Lichtraumprofile

Im Rahmen des Projekts wird für den Projektperimeter neu anstelle des bestehenden Lichtraumprofils EBV 1 / EBV S1, das Lichtraumprofil EBV 3 / EBV S3 nach AB-EBV zu Art. 18 berücksichtigt. Die Gleisgeometrie wurde unter Berücksichtigung des Lichtraumprofils EBV 3 / S3 trassiert, sodass die neue Linienführung exakt auf die bestehenden Tunnelbauwerke und Anlagen abgestimmt ist.

Da im Bestand und in der daraus resultierenden neuen Trassierung im Grosshöchstettentunnel bereits kleine Kurvenradien von $R < 300$ m vorliegen, wurde bewusst auf die Anwendung des Sonderwertes verzichtet. Der Raumgewinn durch die Anwendung des Sonderwertes und der Grenzlinie fester Anlagen ist sehr gering. Die BLS verzichtet daher auf eine Genehmigung im Einzelfall. Die Anwendung des Sonderwertes hätte keine merklich positiven Auswirkungen auf den Platzbedarf (Sicherheitsräume) oder Kostenersparnisse im Projekt.

Obwohl im Projekt der Sollwert angewendet wird, wird das Lichtraumprofil sowie darin enthaltenen Sicherheitsräume im Tunnelbereich detailliert in einem Plan dargestellt.

Das Lichtraumprofil ist im Plan in der Beilage 11.03 Lichtraumprofile ersichtlich.

4.2.2 Sicherheitsräume nach AB-EBV zu Art. 18, 19

Im Rahmen des Projekts werden folgende Sicherheitsräume berücksichtigt:

- Fensterraum gem. AB-EBV, Art. 18, AB 18.3, Ziff. 6.2:
 - obere Begrenzung $h_F = 3,04$ m über SOK
 - untere Begrenzung $h_F = 1,66$ m über SOK
 - Breite, minimal $b_{Fmin} = 0,30$ m
- Raum für den Schlupfweg gem. AB-EBV, Art. 18, AB 18.3, Ziff. 6.4:
 - Höhe $h_S = 2,00$ m über Standfläche (mind. 2,00 m über SOK)
 - Breite, minimal $b_{Smin} = 0,20$ m
- Dienstweg gemäss AB-EBV, Art. 18, AB 18.3, Ziff. 6.3 (ausserhalb der Tunnels)
 - Höhe $h_D \geq 2,00$ m über Standfläche (Minimalkote: 2,00 m über SOK)
 - Breite $b_D \geq 0,50$ m
- Raum für offene Türen gem. AB-EBV, Art. 18, AB 18.3, Ziff. 6.5:
 - obere Begrenzung $h = 3,04$ m über SOK
 - untere Begrenzung $h = 0,56$ m über SOK
 - Breite $b = 0,20$ m

Dienstweg im Tunnel

Für den Fall eines einseitigen Dienstweges im Tunnel ergeben sich Lichtraumprofileinragungen. Die kritischen Stellen betreffen hierbei stets folgende Stellen:

- untere Ecke der Verbreiterung des Dienstwegs
- Schlupfweg auf gegenüberliegender Seite

Die Lichtraumprofileinragungen betreffen ca. 80 % der Länge des Tunnels I (ohne Tunnelverlängerung Portal Biglen) und ca. 30 % der Länge des Tunnels II. Die gemessenen maximalen Einragungen betragen 8,1 cm (Tunnel I) und 6,3 cm (Tunnel II) ohne Berücksichtigung von Bautoleranzen. Diese betragen erfahrungsgemäss beim Schrämen oder Abspitzen bestehender Gewölbe zusätzlich bis zu 10 cm.

Zur Gewährleistung des einseitigen Dienstwegs wären demzufolge auf weiten Strecken der Tunnels Profilaufweitungen erforderlich. Die Profilaufweitungen stehen dem Projektziel entgegen, das bestehende Gewölbe zu erhalten und die Vergrösserung des Lichtraumprofils durch eine Fahrbahnabsenkung bzw. ausschliesslich durch Massnahmen im Sohl- und Widerlagerbereich zu ermöglichen. Angesichts der geringen Überdeckung, Gebäuden direkt über dem Tunnel und der verbauten Materialien bergen Massnahmen am Gewölbe das Risiko von Auflockerungen an bestehenden Konstruktionen und bei Paramentersatz die Gefahr von Setzungen und Erschütterungen und der Beschädigung von Gebäuden / Leitungen / Strassen. Der Ankereinsatz wird durch vorhandene Werkleitungen und Gebäude eingeschränkt. Die Aufweitungen führten zu einer Reduktion des Biege widerstands des Gewölbequerschnitts und können zu Kraftumlagerungen und Verformungen führen. Die statischen Berechnungen zeigen, dass die Gewölbe in Teilbereichen bereits heute (ohne Fahrbahnabsenkung) sehr geringe statische Reserven aufweisen. Eingriffe in die Gewölbe würden dazu führen, dass aufwendige statische Massnahmen wie beispielsweise ein etappierter Gewölbeersatz erforderlich würden. Diese Massnahmen würden sich angesichts teilweise minimaler Überdeckung und Strassen und Gebäuden oberhalb der Tunnels zeitlich und finanziell äusserst aufwendig gestalten und bergen erhebliche Risiken für Setzungen bzw. Schäden an Werken, Gebäuden und Strassen.

Nach AB-EBV zu Art. 18, AB 18.5, Ziff. 2.3 kann in begründeten Fällen auf herzurichtenden Strecken bei bestehenden Bauten und Anlagen ein reduziertes Lichtraumprofil (ohne Dienstweg) angewendet werden. Die minimalen Anforderungen des reduzierten Lichtraumprofils, umfassend den Bereich I (vollständiger Fensterraum), den Raum für den Schlupfweg sowie den Oberleitungsraum. Im Projekt werden die Vorgaben für bestehende Tunnel nach AB-EBV, AB 18.3, Ziff. 2.4 berücksichtigt.

Die Risiken, Kosten- und Terminfolgen einer Profilaufweitung stehen keinem nennenswerten Mehrwert gegenüber. Durch die Umsetzung des Prinzips «Fahren oder Erhalten» (Dienstpersonal darf sich während dem Betrieb nicht neben den fahrenden Zügen aufhalten), kann die Sicherheit für das Personal im Tunnel insgesamt sogar erhöht werden. Die dichte Zugfolge lässt bereits heute tagsüber keine effizienten Arbeiten im Tunnel unter Betrieb zu. Die Anordnung eines offiziellen Dienstwegs würde eine Scheinsicherheit bieten und Risiken bei Begehung oder Arbeiten bergen, die durch konsequente Sperrung des Tunnels entfallen. Für das Passieren eines stehen gebliebenen Zuges genügt der vorhandene Raum zum Gewölbe (Schlupfweg eingehalten).

Aus Sicherheitsüberlegungen und Gründen der Verhältnismässigkeit wird auf die Anordnung eines Dienstweges in den Tunnel GHT I und II verzichtet. Die Sicherheit für das im Tunnel beschäftigte Personal wird gestützt auf AB 18.3, Ziff. 2.4 AB-EBV und AB 28.2, Ziff. 1.7 AB-EBV mit betrieblichen und organisatorischen Massnahmen sichergestellt. In den Tunnels sind als zusätzliche Massnahmen gem. AB-EBV, AB 18.3, Abs. 6.3.2 Personenschutzmassnahmen vorhanden. Diese bestehenden Nischen werden aus

Verhältnismässigkeitsgründen (es wären sechs zusätzliche Nischen im Lockergestein erforderlich) nicht normkonform ausgebaut (siehe Beilage 02.01.01 "Ausnahmege such um Beibehaltung der bestehenden Schutznischen"). An den Tunnelportalen werden als Kompensationsmassnahme Beschilderungen angebracht, die darauf hinweisen, dass die Nischenabmessungen und Nischenabstände nicht den Normen entsprechen und dass kein Dienstweg vorhanden ist.

Ausserhalb der Tunnels sowie im Zwischeneinschnitt wird die Ausgestaltung des Raumes für einen beidseitigen Dienstweg gemäss den Vorgaben der AB-EBV erfüllt und ausgeführt.

Im Schemaplan Sicherheitsräume (Beilage 10.02) werden die Sicherheitsräume (AB 18, AB 71) und deren Lage dargestellt.

Selbstrettung

Beide Tunnel sind gemäss dem Klassierungssystem in der Richtlinie «Sicherheitsanforderungen für bestehende Eisenbahntunnel» [10] der Klasse A zuzuordnen.

Es ist keine Notbeleuchtung vorhanden bzw. vorgesehen. Entlang der Fluchtmöglichkeit bis zur Sammelstelle wird eine Fluchtwegkennzeichnung mit Richtungs- und Distanzangaben vorgesehen.

4.2.3 Sicherheitsräume nach AB-EBV zu Art. 71

Im Projektperimeter werden keine Sicherheitsräume für betriebliche Tätigkeiten nach AB-EBV zu Art. 71 angeordnet. Im Projektperimeter finden keine betrieblichen Tätigkeiten statt.

Im Schemaplan Sicherheitsräume (Beilage 10.02) werden die Sicherheitsräume (AB 18, AB 71) und deren Lage dargestellt.

4.3 Perrons und Zugänge

Perronanlagen und Zugänge zu den Perrons, Perronmöblierungen, Perrondächer, Warterräume, Windschutz, Sichtschutz und Perronunterführungen sind nicht Bestandteil des Projektes.

4.4 Gebäude und Räume

Aufnahmegebäude, Technikgebäude und weitere Gebäude sind nicht Bestandteil des Projektes.

4.5 Umgebung

Bahnhöfe sowie Velo- und Rollerabstellplätze sind nicht Bestandteil des Projektes.

4.6 Oberbau

Die Strecke wird der Streckenklasse D4 zugeordnet (Radsatzlast 22,5 t, Meterlast 8,0 t/m).

4.6.1 Schienen

Schienenmaterial

Im Projekt wird Schienenmaterial gemäss der BLS-Norm wie folgt eingesetzt

Tabelle 4-1: Schientypen

Von	Bis	Laufmeter	Profil	Qualität
km 13.475	km 13.812	337	SBB IV / 54 E2	R 260
km 13.812	km 14.525	712	SBB IV / 54 E2	R 350HT

Beim Anschluss an den Bestand Seite Grosshöchstetten wird aufgrund der örtlichen Gegebenheiten (Bue mit Isolierstössen) auf die Überlappung der Schienenenden von 4 m wie im R I-22211BLS empfohlen, verzichtet. Dies wird von Seite Technologie aufgrund der weiterführenden Gleisdurcharbeitung sowie des gleichbleibenden Schwellentyps gestützt.

Schienenklemmen

Vor der Weiche 101 Grosshöchstetten sind auf einer Länge von 48 m Schienenklemmen erforderlich. Diese werden im Projekt entsprechend ergänzt.

4.6.2 Schwellen

Schwellen

Standardmässig wird der Oberbau mit Spannbeton-Monoblock-Schwellen des Typs B-91 und Schienenbefestigung Ws14 ausgeführt. Auf der gesamten Strecke werden weiche Zwischenlagen eingesetzt mit einer Steifigkeit von 100 kN/mm. Der Umbauperimeter der Betonschwellen B-91 umfasst km 13.475 – 14.524.

Spurerweiterung in Kreisbögen

Der kleinste Radius im Projekt ist $R = 275$ m. Daher sind keine Spurerweiterungen erforderlich.

Sicherungskappen

Es werden keine Sicherungskappen eingesetzt.

4.6.3 Schotter

Schotterklassen

Für die Vorschotterung kommt Recycling-Schotter zum Einsatz. Der restliche Schotter entspricht der Klasse I.

Schotterbett

Das Schotterbett wird durchgehend in einer Stärke von 30 cm unter der tieferliegenden Schiene hergestellt. Um in den Tunnels die Stärke von 30 cm für die abgesenkte Soll-Lage sicherzustellen, wird die Stärke des Schotterbettes bezogen auf die Sollgleislage auf 40 cm erhöht.

Verstärktes Schotterbett

Aufgrund der engen Radien wird das Schotterbett in folgenden Abschnitten verstärkt:

Tabelle 4-2: Verstärktes Schotterbett

Von	Bis	Laufmeter	Radius	Schotterbett
km 13.475	km 13.859	384	0	normal und verdichtet
km 13.859	km 14.070	211	292 / 300	verstärkt und verdichtet
km 14.070	km 14.162	92	375	normal und verdichtet
km 14.162	km 14.525.2	363	275 / 295	verstärkt und verdichtet

4.6.4 Bahnübergänge

BUE Trogmattweg km 14.533

Der BUE Tragmattenweg liegt ausserhalb des Umbauperimeters. Infolge der Korrektur der Gleistrassierung kommt es zu Verschiebungen in Lage und Höhe. Die Verschiebungen werden mittels Stopfung realisiert, der Belag am Bahnübergang wird ausgebaut und nach der Gleiskorrektur ohne bauliche Veränderung wieder eingebaut bzw. angepasst.

4.6.5 Gleisabschlüsse

Das Projekt beinhaltet keine Gleisabschlüsse.

4.6.6 Bauwerke

Ausserhalb der beiden Tunnels gibt es im Projekt keine Bauwerke

4.7 Unterbau und Untergrund

4.7.1 Gleisbelastung

Die Gleisabschnitt wird der Gleisbelastungsgruppe E1 zugeordnet.

4.7.2 Frostgefährdung

Für den vorliegenden Projektabschnitt sind bis zum heutigen Zeitpunkt keine Frostprobleme in Form von dokumentierten Ereignissen, schlechter Gleislage oder erhöhten Unterhalt als Folge von Frostauftauzyklen bekannt.

Gemäss R RTE 21110 werden im gesamten Projektperimeter keine hydrologisch ungünstigen Bedingungen angetroffen.

Aus den genannten Gründen wird auf eine Prüfung und Anordnung etwaiger Frostschutzmassnahmen verzichtet.

4.7.3 Planum / Sperrschicht

Im ganzen Projektperimeter steht als Untergrund eine homogene und tragfähige Moräne an. Der vorhandene M_E -Wert variiert gemäss geologischem Bericht (siehe Beilage Nr. 10.05.02) zwischen 20 und 100 MN/m². Als empfohlener, charakteristischer Kennwert wird 40 MN/m² angegeben. Somit können die Bahnanforderungen der Gleisbelastungsgruppe E1 (M_E -Wert min. 40 MN/m²) ohne den Einbau einer Foundationsschicht eingehalten werden. Anstelle der Foundationsschicht wird eine Ausgleichsschicht aus Kiessand eingebaut. Diese garantiert eine ebene Planie für den Einbau der AC-Rail bzw. der Betonsperrschicht. Da die Planie im Bauzustand mit Pneufahrzeugen befahren wird, ist ein M_E -Wert von min. 60 MN/m² anzustreben. Dies wird aufgrund der anstehenden Geologie und der eingebauten Ausgleichsschicht auf einem Grossteil des Streckenabschnittes der Fall sein. Sollte der Wert lokal dennoch nicht erreicht werden, erfolgt ein Austausch des Untergrunds mit Kiessand (Materialersatz).

Im Sanierungsabschnitt 2013 wurde ein Unterbau mit einer kombinierten Sperr- und Foundationsschicht aus Kiessand PSS unterschiedlicher Mächtigkeit hergestellt. In den Bereichen, in denen das Gleis abgesenkt wird, wird der bestehende Unterbau ausgebaut. In den restlichen Bereichen wird die bestehende PSS belassen und der neue Unterbau darauf aufgebaut.

Für den Unterbau werden unterschiedliche Konzepte im offenen Bereich und im Tunnel verfolgt.

Offener Bereich

Für den Aufbau des Unterbaues wird ein Konzept gemäss RTE 21110, Kapitel 5.2.3.3 Drainageschicht und Sperrschicht als «Sandwich» verfolgt. Das neue Planum auf der Moräne wird mit einer Ausgleichsschicht aus Kiessand mit einer Stärke von ± 10 cm planiert. Da die Moräne nur eine sehr geringe Durchlässigkeit aufweist, kann in Verbindung mit der vorgesehenen Entwässerung eine Vernässung unterhalb der Sperrschicht ausgeschlossen werden. Die Filterstabilität ist deshalb gewährleistet und auf den Einbau eines Geotextils sowie einer Drainageschicht kann verzichtet werden.

Als Sperrschicht wird neu eine bituminöse Sperrschicht AC-Rail (7 cm) auf Asphaltgranulat (3 cm) eingesetzt.

Der Unterbau in den steilen und schmalen Einschnitten wird nur so breit ausgeführt, dass die Breite der bituminösen Sperrschicht für die Lastabtragung nach AB-EBV Ziffer 10.1.4 [16] mit einem Lastabtragungswinkel von 45° ab Unterkante Schwelle eingehalten wird und das maschinelle Stopfen durch einen Abstand vom Schwellkopf von 30 cm garantiert werden kann. Der Grund für die Reduktion der Unter-/ Oberbaubreite ist eine Minimierung des Böschungsaushubs und die Reduktion des Risikos von Böschungsversagen während Bauphasen / Sanierungsarbeiten (steile geotechnisch kritische Böschungen).

Tunnel

In den Tunneln wird mit dem Hintergrund der Sohlenstabilisierung und Nutzungsdauer eine Betonplatte aus Walzbeton als Sperr- und Foundationsschicht eingesetzt. Mit dem Walzbeton wird eine solide Sperr- und Foundationsschicht erreicht, welche über eine deutlich längere Lebensdauer als andere Varianten verfügt. Zudem dient die Betonplatte als Spriessung (Aufnahme der Horizontalkräfte) im Endzustand.

Der Wechsel von Asphalt auf Beton in den Portalbereichen wird so festgelegt, dass die Störung des Unterbaus durch die diagonal verlaufenden Entwässerungsleitungen (vgl. Kapitel 4.8.2 Entwässerung Gleisbereich) durch eine Verlängerung der Betonfoundation ausserhalb des Tunnels ausgeglichen wird. Die Betonplatte wird so dimensioniert, dass die

Grenzsteifigkeit von 150 MN/m² nicht erreicht wird. Auf eine Übergangskonstruktion und eine Zwischenlage auf dem Beton kann daher verzichtet werden.

Tabelle 4-3: Aufbau Unterbau

Aufbau	Abschnitt
AC-Rail 7 cm Asphaltgranulat 3 cm	Station 13'475 – 13'884
Walzbeton 15 cm	Station 13'884 – 14'067
AC-Rail 7 cm Asphaltgranulat 3 cm	Station 14'067 – 14'331
Walzbeton 15 cm	Station 14'331 – 14'432
AC-Rail 7 cm Asphaltgranulat 3 cm	Station 14'432 – 14'524

Der neue Unterbau schliesst bei km 14'524 an den 2013 erneuerten Unterbau an.

4.7.4 Planie / Foundationsschicht

Da die Moräne ausreichend tragfähig und eine geringe Durchlässigkeit aufweist, kann auf die Ausbildung einer Foundationsschicht verzichtet werden. Sofern bei der Bauausführung keine ausreichende Tragfähigkeit festgestellt wird, muss lokal ein Bodenaustausch mit tragfähigem Kiessand vorgenommen werden.

4.8 Entwässerung

4.8.1 Allgemeines Entwässerungssystem

Die Entwässerung wird gemäss der "Richtlinie Entwässerung von Eisenbahnanlagen" [11] projektiert und im Umweltbericht (vgl. Beilage 01.05) genauer beschrieben.

Es sind zwei Entwässerungsabschnitte zu betrachten. Nördlich des Hochpunktes der Gleistrasse bei km 13.544 wird das Wasser nach Norden abgeleitet und an das Entwässerungssystem des Nachbarprojektes abgegeben.

Der südliche Abschnitt entwässert Richtung Grosshöchstetten und erfährt keine Änderungen in der Zusammensetzung. Das Wasser wird daher auf Höhe des Bue Trogmattweg wie im heutigen Zustand in das Regenwassersystem der Gemeinde Grosshöchstetten abgeleitet.

Das Entwässerungssystem hat folgende Aufgaben:

- Ableitung des Oberflächenwassers der bituminösen Schutzschicht
- Ableiten des Oberflächenwassers von den (steilen) Böschungen
- Ableiten des Wassers aus den seitlichen Fremdzufüssen

Die zusätzlichen Abflussmengen, die sich aufgrund der bituminösen Sperrschicht gegenüber der bisherigen mineralischen PSS ergeben, werden hydraulisch berechnet. Die Leitungen werden auf die anfallenden Abflüsse dimensioniert.

Auf den Böschungen des Einschnittes zwischen den Tunnels werden ingenieurbioologische Massnahmen (spezifische Bepflanzung) umgesetzt, um das Risiko der oberflächlichen Erosion durch Oberflächenwasserabfluss zu reduzieren. Durch die Verwurzelung werden die

Böschungen stabilisiert und gleichzeitig der Abfluss verlangsamt. Das verbleibende Wasser wird im Entwässerungssystem abgeleitet. Die Abflussmenge wird hydraulisch berechnet. Die Leitungen werden auf die anfallenden Abflüsse dimensioniert.

Die seitlichen Fremdzufüsse werden unverändert an das neue Entwässerungssystem angeschlossen. Es ergeben sich daraus keine zusätzlichen Abflussmengen. Die Anbindung der Fremdwasserzufüsse erfolgt grundsätzlich mittels Schächten, um die Kontrolle der Zufüsse sicher zu stellen.

Hydraulik

Regenintensität

Die Regenintensität wurde nach dem Ansatz von Talbot bestimmt. Als Regendauer wurden gemäss RTE 21110 15 Minuten mit einer Wiederkehrperiode sind 2 Jahre angesetzt. Gemäss VSS SN 640 357, Absatz 11.2, kann die Regendauer im vorliegenden Fall um 10 Minuten verlängert werden, weil der Projektperimeter grösser als 600 m ist.

Da sich der Streckenabschnitt zwischen Mittelland und Voralpen befindet, wurde ein Mittelwert der beiden Werte verwendet.

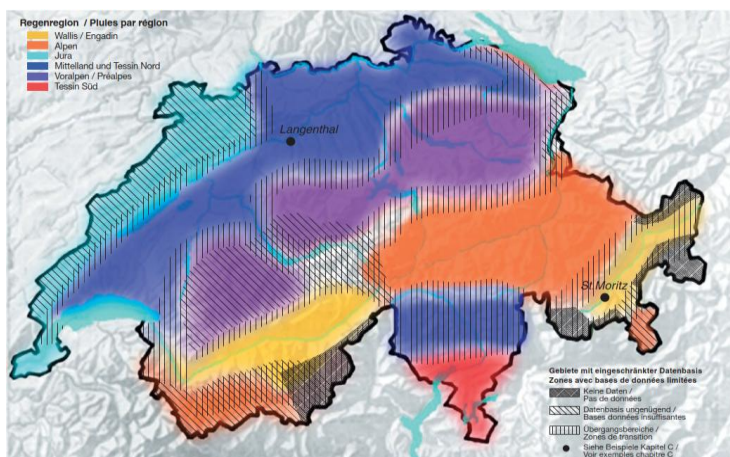


Abbildung 4-1: Regenintensitäten gemäss VSS 640350 [17]

Daraus ergibt sich folgende Regenintensität:

$$i(t, T) = \frac{a_T}{t + b_T} = \frac{\frac{(30.23 + 37.02)}{2}}{0.42 + \frac{(0.231 + 0.241)}{2}} * 2.78 = 142.51/s*ha$$

Berechnung Bestand

Der Projektperimeter kann in einen nördlichen Voreinschnitt (nördlich Portal Biglen des GHT I), einen Zwischeneinschnitt (Zwischen GHT I und GHT II) und einen südlichen Voreinschnitt (südlich Portal Grosshöchstetten des GHT II) eingeteilt werden. Im Bestand sind alle Böschungen mit Wiesen bewachsen. Der Fahrbahnunterbau besteht im ganzen Perimeter aus Kiessand (PSS). Es werden die nachfolgenden Abflussbeiwerte angesetzt.

Tabelle 4-4: Abflussbauwerte Bestand

Art	Beiwert
Fahrbahn (PSS)	0.5
Sehr steile Böschung mit Wiese mit Längsentwässerungsleitung am Böschungsfuss	0.25
Steile Böschung mit Wiese mit Längsentwässerungsleitung am Böschungsfuss	0.2
Sehr steile Böschung mit Wiese ohne Längsentwässerungsleitung am Böschungsfuss	0.15

Daraus ergibt sich im Bestand gemäss Tabelle 4-6 ein Spitzenabfluss von 69 l/s (ohne Fremdwasserzuflüsse).

Abflussbewerte Projekt

Im Neubau wird anstelle der PSS eine bituminöse Sperrschicht (AC-Rail) eingebaut. Diese weist einen höheren Abflussbeiwert auf. Dadurch erhöht sich der Spitzenabfluss im Bereich der Fahrbahn. Die Böschungen im nördlichen und südlichen Voreinschnitt bleiben unverändert. Der Beiwert wird entsprechend beibehalten. Durch die Ausbildung von ingenieurbio-logischen Massnahmen im Zwischeneinschnitt wird das Wasser vermehrt zurückgehalten und der Abflussbeiwert entsprechend gegenüber heute reduziert. Für die Bemessung wurden folgende Werte verwendet:

Tabelle 4-5: Abflussbauwerte Projekt

Art	Beiwert
Fahrbahn (AC-Rail)	0.6
Sehr steile Böschung mit Wiese mit Längsentwässerungsleitung am Böschungsfuss	0.25
Steile Böschung mit Wiese mit Längsentwässerungsleitung am Böschungsfuss	0.2
Sehr steile Böschung mit ingenieurbio-logischen Massnahmen (Zwischeneinschnitt)	0.2

Daraus ergibt sich im Neubau gemäss Tabelle 4-6 ein Spitzenabfluss von rund 70 l/s (ohne Fremdwasserzuflüsse). Am Einleitungspunkt wird somit zukünftig ungefähr die gleiche Wassermenge wie im Bestand eingeleitet.

Tabelle 4-6: Ergebnisse Abflussberechnung

Hydraulische Parameter / Varianten		Bestand	Projekt mit ingenieur- biolog. Mass- nahmen Zwischen- einschnitt
Niederschlag	l/(s*m2)	0.01425	0.01425
Abflussbeiwerte			
- Fahrbahn			
- PSS-Schutzschicht	-	0.5	
- AC Rail Sperrschicht	-		0.6
- nördlicher Voreinschnitt (35°-37°)			
- Böschung mit Entwässerung	-	0.25	0.25
- Böschung ohne Entwässerung	-	0.15	
- Zwischeneinschnitt (40°)			
- Böschung mit Entwässerung	-	0.25	
- Böschung ohne Entwässerung	-	0.15	
- Böschung mit Drainageschlitz	-		
- Böschung mit ing.biol. Massnahmen	-		0.2
- südlicher Voreinschnitt (28°-37°)			
- Böschung mit Entwässerung	-	0.2	0.2
Spitzenabfluss			
- nordlicher Voreinschnitt	l/s	33	34
- Zwischeneinschnitt	l/s	31	30
- südlicher Voreinschnitt	l/s	5	6
- total	l/s	69	70

Für die Dimensionierung der Leitungen wird zusätzlich zur oben aufgeführten Wassermenge der vorhandene Fremdwasserzufluss (ca. 70 l/s) mitberücksichtigt. Die neuen Leitungen werden dementsprechend mindestens so gross wie im Bestand gewählt bzw. örtlich leicht erhöht. Für GHT I ergibt sich ein DN315mm, für GHT II ein DN355mm. Mehrzweckrohre; maximale Auslastung der Rohre 75 %.

Schlussfolgerung:

Die im Rahmen des Projekts vorgesehenen Massnahmen führen gegenüber dem Bestand zu keiner relevanten Erhöhung der Einleitmenge in das kommunale Entwässerungssystem. Die hydraulischen Berechnungen zeigen, dass der Spitzenabfluss am Einleitungspunkt mit rund 70 l/s praktisch dem heutigen Zustand von rund 69 l/s entspricht. Durch die vorgesehenen ingenieurb biologischen Massnahmen wird längerfristig das Wasser eher zurückgehalten und die Situation tendenziell verbessert. Der bestehende Einleitungspunkt im KS 865 in das kommunale Entwässerungssystem kann deshalb unverändert beibehalten

werden. Da das Leitungsnetz der Gemeinde jedoch an dieser Stelle bereits heute sehr hoch ausgelastet ist, soll der Anschlusspunkt und die weitere Ableitung im Rahmen der nächsten BLS-Bahnprojekte (bis ca. 2034) angepasst werden. Die BLS und die Gemeinde Grosshöchstetten werden hierzu das weitere Vorgehen separat abstimmen und die erforderlichen Schritte in einer Vereinbarung regeln.

4.8.2 Entwässerung Gleisbereich

Es wird grundsätzlich der Entwässerungstyp 4a gemäss R RTE 21110 eingesetzt.

Im nördlichen Abschnitt von km 13.475 (Projektgrenze) bis km 13.544 wird die Entwässerung rechts der Bahn angeordnet und auf Höhe der Projektgrenze an die Gleisentwässerung des Nachbarabschnittes angeschlossen. Links der Bahn verbleibt die vorhandene Entwässerungsleitung bestehen, sie wird zur Ableitung von Hangwasser und zur Aufnahme der Fremdwasserzuflüsse weiter genutzt.

Im südlichen Abschnitt ab km 13.544 werden zur Ableitung des Oberflächenwassers aus dem Gleisbereich und den Böschungen im offenen Bereich Entwässerungsleitungen beidseitig des Gleises neu gebaut. Aufgrund der stark beengten Platzverhältnisse, der Verschiebung des Gleises in Lage und Höhe sowie des sehr unterschiedlichen Zustandes der bestehenden Entwässerungsanlage ist ein kompletter Neubau der Entwässerung im Erhaltungsabschnitt erforderlich.

Da auf eine Entwässerung der dichten Moräne verzichtet werden kann, werden die Leitungen im Regelfall in einer Tiefe von 20 cm unterhalb der Planie angeordnet (Tiefe des Rohrscheitels). Es werden Mehrzweck-Sickerrohre mit Schlitzung 120° eingesetzt. Rohre die im Druckbereich des Gleises (45° ab UK-Schwelle aussen) liegen, werden mit einer Ringsteifigkeit SN 16 ausgeführt.

Im Einschnittbereich zwischen den beiden Tunnels wird die Entwässerungsleitung möglichst hoch und nahe am Gleis verlegt, um einen tiefen Aushub am Böschungsfuss zu vermeiden. Dadurch können aufwändige Böschungssicherungsmassnahmen während des Bauzustands weitgehend reduziert werden. Eine tiefere oder böschungsnähere Lage der Entwässerungsleitung würde hingegen grössere Risiken im Bauzustand mit sich bringen und zusätzliche Sicherungsmassnahmen erfordern, welche wiederum einen erheblichen Einfluss auf Kosten und Termine hätten.

Die beiden Tunnel GHT I und GHT II werden mit einer Sohlplatte aus Beton mit V-Profil ausgestattet, die Entwässerungsleitung verläuft mittig unter dem Gleis. Aus statischen Gründen muss die Sohlplatte durchgehend betoniert sein, zur Ableitung des in Tunnel anfallenden Oberflächenwassers (vorwiegend Schleppwasser im Bereich der Tunnelportale) werden im Abstand von 20 m Öffnungen von 0.8 m x 0.5 m (GHT I) bzw. 0.9 m x 0.5 m (GHT II) angeordnet, die mit sickerfähigem Material verfüllt werden.

Auf diese Weise können in den Tunnels aufwendige Unterfangungsarbeiten des Gewölbe-fusses entfallen, die für die Erstellung einer seitlichen Entwässerung erforderlich wären. So kann die Bauzeit deutlich reduziert werden und daraus resultieren auch signifikante Kostenersparnisse.

Im Tunnel GHT I sind zwei Spülstutzen in den bestehenden Nischen vorgesehen, die mittels Stichleitung an die mittig verlaufende Entwässerungsleitung angeschlossen werden. Im kurzen Tunnel GHT II sind keine Spüleinrichtungen vorgesehen, der Unterhalt erfolgt über die Schächte am Tunnelportal. Auf Kontrollschächte im Tunnel wird verzichtet. Damit keine Sinkstoffe in den Tunnel gelangen, sind vor beiden Tunnels jeweils Sandfänge (Schlamm-sammler) vorgesehen.

Um einen einwandfreien Unterhalt der Entwässerungsleitungen zu gewährleisten, erfolgt die Verziehung der Leitungen von der Seitenlage ausserhalb der Tunnels in die Mittellage im Tunnel mit einem Winkel von 45°/30° unmittelbar vor den Tunnelportalen. Um die Unstetigkeit des Untergrundes im Bereich der schräg kreuzenden Leitungen zu kompensieren, wird die Betonplatte des Tunnels bis über den Verziehbereich verlängert. Auf diese Weise kann ein rechtwinkliger Übergang des Gleisunterbaues sichergestellt werden.

Für den Unterhalt der Schächte werden im offenen Trasseebereich Kontrollschächte angeordnet. Der maximale Abstand zwischen den Schächten beträgt 80 m. Jeder dritte Schacht wird als Schlammstammler ausgebildet. Bei den Schächten werden singuläre Stützkonstruktionen vorgesehen, um die lokale Böschungsstabilität zu gewährleisten. Um einen möglichst hohen Nutzen für die Umwelt zu generieren, werden diese als Gabionen (Steinkörbe) ausgebildet (siehe Beilage Nr. 12.304.01 Gabionenwände bei Schächten).

4.8.3 Perronanlage und Perrondächer

Vom Projekt nicht betroffen

4.8.4 Parkplätze und Bahnhofplatz

Vom Projekt nicht betroffen

4.9 Bankett

Ausserhalb der Tunnels wird beidseitig ein Bankett angeordnet. Das Bankett erhält eine Abdeckung aus Feinschotter 16/32.

In den beiden kurzen Tunnels entfällt der Dienstweg (vgl. Kapitel 4.2.2 Sicherheitsräume / Dienstweg im Tunnel). Es wird daher auch kein Bankett gebaut.

4.10 Kabeltrasse

Die Speiseleitung im Perimeter wird als Kabel in einem Rohrblock durch die beiden Tunnels und den offenen Zwischenabschnitt geführt. Der Kabelrohrblock verläuft von Mast 35 vor dem oberen Portal des Tunnels I bis zum Joch mit den Masten 1/2 nach dem unteren Portal des Tunnels II linksseitig der Bahn oberhalb der Entwässerung. Der Kabelblock wird oberflächennah geführt mit einer auf 30 cm verstärkten Betonüberdeckung. Der Wasserzutritt von Hangwasser unterhalb des Kabelrohrblock zum Entwässerungsgraben bleibt gewährleistet. Bei den Übergabemasten wird jeweils ein Kabelschacht (LW70 5.1 70x151) angeordnet. Zudem werden zwei weitere Kabelzugschächte des gleichen Typs auf der Strecke verteilt. Die Schächte werden nur so tief gebaut (ca. 0.65m), wie es die Einführung der Kabelhüllrohre des Kabelrohrblocks erfordern. Dadurch ist eine direkte Schachtentwässerung in die darunterliegende Entwässerung möglich.

Auf der rechten Seite wird durchgehend ein neuer Kabelkanal T22 angeordnet. Die Kabelquerung bei km 14.176 zur Erschliessung des Signals C*515 / A515 wird neu gebaut, der linksseitige Schacht am Signal bleibt erhalten. Zusätzlich wird bei km eine neuer Muffenschacht (BLS-Typ 5.4 112x266; t= 1.05m) eingebaut. Der bestehende Schacht vor dem Nordportal des GHT I bleibt bestehen. Weitere Kabelschächte sind weder für den Bauzustand (temporäre Kabelverlegung) noch den Endzustand erforderlich.

4.11 Bauwerke

4.11.1 Stützmauern

In den Einschnitten sind einerseits neue Kabelzugschächte und andererseits Entwässerungsschächte vorgesehen. Insbesondere im Bereich der Trasseeverschiebung liegen die Kontrollschächte der Entwässerung zu nahe am Böschungsfuss und erfordern einen Böschungseinschnitt der ohne bauliche Massnahmen nicht stabil ist. Aus diesem Grund sind lokal bei den meisten Schächten Stützmauern (Gabionen) unterschiedlicher Höhen vorgesehen, welche die Böschungsstabilität garantieren (siehe Beilage Nr. 12.304.01 Gabionenwände bei Schächten). Details zur Bemessung können der Projektbasis (Beilage Nr. 01.93) und dem statischen Bericht Gabionen bei Schächten (Beilage Nr. 01.94.03) entnommen werden.

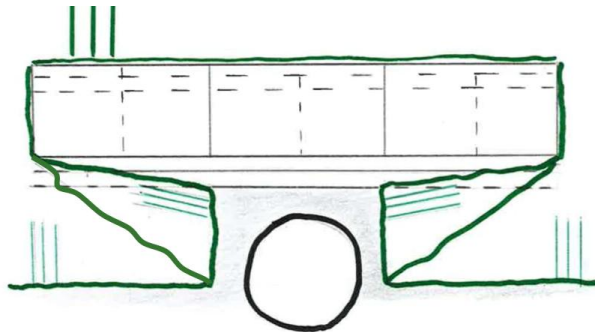


Abbildung 4-2: Schemaskizze der Stützmauer Grundriss

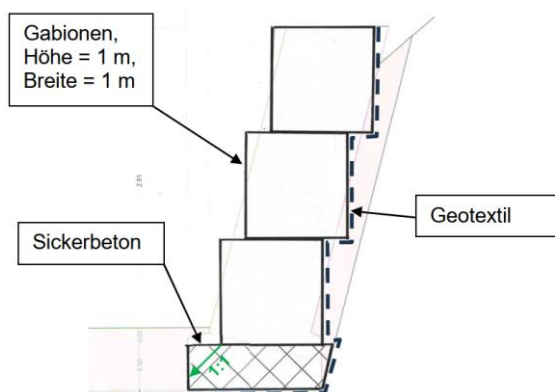


Abbildung 4-3: Schemaskizze der Stützmauer Querschnitt

4.11.2 Winkelplatten

Im Zwischeneinschnitt wird südlich des GHT I aufgrund der Trassierungsanpassung das Trasse hangseitig nach Westen verschoben, was einen kleinen Anschnitt des Böschungsfusses zur Folge hat. Damit der Kabelkanal versetzt werden kann, werden in diesem Bereich Betonwinkelplatten eingebaut. Diese werden auf einem Splittbett verlegt und zur Sicherstellung der Entwässerung mit Rollkies hinterfüllt. Der Kabelkanal innerhalb der Winkelplatte wird auf einem Mörtelbett verlegt. Der Kabelkanal wird im Bereich der grössten Trasseeverschiebung (km 14.065 – km 14.200) lokal bis auf maximal SOK angehoben. Damit kann gewährleistet werden, dass der Geländesprung möglichst klein ausfällt und die Stabilität der Böschung nicht beeinträchtigt wird.

Die Böschungsstabilität kann ohne Berücksichtigung der stabilisierenden Funktion der Winkelplatten normgemäss nachgewiesen werden (siehe Beilage Nr. 01.94.02, Statischer Bericht Einschnitt). Die Mauer stellt insbesondere sicher, dass der Fahrhoboberbau auch künftig ohne besondere Massnahmen saniert oder ausgetauscht werden kann (siehe Beilage Nr. 12.401.01 Winkelplatten Trasseerverschiebung).

4.12 Tunnel

4.12.1 Tunnel I

In diesem Kapitel werden die durchzuführenden Arbeiten qualitativ beschrieben. Die Arbeiten sind in den dazugehörigen Plänen ersichtlich (Beilage Nr. 12.501.01-1 bis 12.501.01-4).

Portal Biglen

Beim Portal Biglen sind folgende Massnahmen geplant:

- Neue Absturzsicherung / Geländer über gesamte Mauerlänge inkl. Sicherstellung Berührungsschutz gemäss den Anforderungen der EN 50122-1
- Reinigung der Flügelmauern (Hochdruck) und vollständige Entfernung von Bewuchs
- Reinigung der Stützmauer links der Bahn.
Das Tragwerk dieser Winkelstützmauer wird im Rahmen der Erneuerung nicht verändert, es werden lediglich oberflächliche Instandstellungen durchgeführt. Ausserdem wird die Nutzung der Stützmauer und insbesondere die Einwirkungen nicht verändert. Es handelt sich um eine genehmigte Baute und aufgrund des visuell erfassten Zustands muss nicht mit statischen Problemen oder Schäden am Tragwerk gerechnet werden. Aus diesen Gründen ist die Stützmauer nicht Gegenstand des vorliegenden Plangenehmigungsverfahrens. Da das Bauwerk durch das Projekt weder baulich tangiert noch zusätzlich belastet wird, entfällt die Notwendigkeit, das Tragwerk als Teil des Genehmigungsgesuchs materiell prüfen zu lassen.
- Lokale Instandsetzung von Betonabplatzungen (Abtrag des geschädigten Betons mit HDW, Freilegen der Bewehrung, Reinigen und Auftragen einer Korrosionsschutzbeschichtung auf die Bewehrung, Reprofilieren mit Reprofiliermörtel (z.B. Sika Monotop oder gleichwertig)
- Spülung und Inspektion der Entwässerungsleitungen beidseitig hinter Stützmauern
- Entlastungsbohrungen zur Reduktion von Wasserdruck
Zur Sicherung der Dauerhaftigkeit des bestehenden Tunnelgewölbes werden gezielte Entlastungsbohrungen erstellt. Anfallendes Bergwasser wird dadurch nicht im Gewölbe zurückgehalten, sondern kontrolliert gefasst und kontrolliert abgeführt. Diese Massnahme unterbindet materialzerstörende Prozesse wie Vernässung, Fugenauswaschungen oder Frostschäden und sichert nachhaltig die Tragfähigkeit der Tunnelstruktur.
- Fugenabdichtung wo erforderlich
- Neue Rigolen (Betonhalbschalen) entlang Mauerkrone zur Meteorwasserableitung

Rahmentragwerk (Tunnelverlängerung)

Am Tragsystem sind keine Massnahmen geplant. Über der Tunnelverlängerung wird eine zusätzliche flächige Abschirmung aus Bentonitmatten verlegt, welche die bestehende Abdichtung auf dem Tragwerk ergänzt. Das Oberflächenwasser wird seitlich am Folienrand gefasst und über eine Sickerleitung der bestehenden Entwässerungssystem vor dem Tunnelportal zugeführt. Die Bentonitmatten werden auf einer Höhe von rund 1.2 m unter Terrain verlegt. Eine eigentliche Baugrube ist daher nicht erforderlich (vgl. Beilage Nr. 08.04.02). Der Einbau erfolgt in einer einmaligen 48h Wochenendsperrung während den Sommerferien 2028. Verkehrsumlegungen beim angrenzenden Bernerkreisel sind daher nicht nötig. Der Verkehr wird mittels Verkehrsdienst geregelt (vgl. Übersicht Verkehrsführung Kreisel Bernstrasse, Beilage Nr. 08.04.03).

Die neuen Tragwerke der Deckenstromschiene werden seitlich an den Rippen befestigt, um die konzentrierte untere Bewehrung nicht zu tangieren.

Hufeisenprofil

Die Gunit-/ Spritzbetonschale, welche im Firstbereich vorliegt, ist an diversen Stellen lose und erfüllt die Abdichtungsfunktion nicht mehr. Sie wird deshalb in diesen Bereichen abgetragen und im gesamten Gewölbebereich durch eine neue innenliegende Abdichtungsfolie ersetzt (siehe weiter unten). Der bestehende Spritzbeton ist PFAS-belastet (siehe Beilage Nr. 10.05.05), was zu erhöhten Anforderungen an den fachgerechten Rückbau und die Entsorgung führt. Die BLS stellt sicher, dass keine losen Spritzbetonteile auf der neuen Abdichtungsfolie verbleiben. Die erforderlichen Schutzmassnahmen beim Spritzbeton-Rückbau sind zum heutigen Zeitpunkt jedoch noch nicht abschliessend definiert. Die definitive Festlegung der Rückbaumethode sowie der notwendigen Schutzmassnahmen in Bezug auf PFAS erfolgt gestützt auf den künftigen Stand der Technik im Rahmen der Arbeitsvorbereitung ab dem Jahr 2028 und in Abstimmung mit den zuständigen Fachstellen.

Das zum Vorschein kommende Mauerwerk erfährt zuerst eine Hochdruckreinigung. Die Reinigung wird im ganzen Tunnel vorgenommen, um eine vollständige Übersicht über instandzusetzenden Stellen zu erhalten. Nach der Reinigung werden Fugen, welche in einem schlechten Zustand sind, neu verfugt und allfällige Hohlstellen saniert.

Es wird eine neue Abdichtung im First- und Kämpferbereich montiert. Hierbei handelt es sich um eine gewebeverstärkte Polyolefin Kunststoffdichtungsbahn auf einer Aluminiumfolie (XiiT-Foam oder gleichwertig gem. Beilage Nr. 06.01). Diese Abdichtung wird nicht mit Spritzbeton eingespritzt und bleibt sichtbar. Ziel der Abdichtung ist es, die DSS und die Fahrbahn vor Bergwasser zu schützen.

Die Abdichtung mittels Kunststoffolie wird einer Spritzbetonapplikation vorgezogen. In den Tunnels sind keine ergiebigen Wasserzutritte und nur geringe Kalkablagerungen dokumentiert. Eine Versinterung auf oder hinter der Abdichtung ist nur in geringem Masse absehbar, eine Verringerung der Abflusskapazität nicht zu erwarten. Dem Nachteil der Erschwernis von Kontrollen und Inspektionen (Wasserzutritte sind durch über die Folie abfliessendes Wasser feststellbar) muss durch regelmässiges Öffnen der Abdichtung mit anschliessendem Schliessen durch Fachpersonen begegnet werden. Die einfache Montage, die Zuverlässigkeit der Abdichtung, der Zustand des ursprünglichen Gewölbes ohne Sanierungsmassnahmen und die erwartete Nutzungsdauer geben den Ausschlag zugunsten einer Kunststoff-Abdichtung.

Für die Tragwerke der Deckenstromschiene werden keine Tragwerksnischen benötigt. Die Tragwerke sind im bestehenden Gewölbe zu verankern, was den Installationsaufwand deutlich verringert.

Technischer Bericht

Durch den Entfall des Dienstwegs im Tunnel bestehen keine Konflikte mit dem Lichtraumprofil. Dies ist auch aus dem massgebenden QP in Beilage Nr. 07.01 ersichtlich. Auf Schrägungen kann daher im ganzen Tunnel verzichtet werden.

Damit das zukünftige LRP eingehalten und die Betonsperrschicht eingebaut werden kann, ist im Tunnel eine Sohlabsenkungen erforderlich. Um die Stabilität des Gewölbes während dem Aushubzustand gewährleisten zu können, sind temporäre Sicherungsmassnahmen am Gewölbefuss (ungespannte Selbstbohranker) erforderlich. Diese Anker nehmen den horizontalen Erddruck auf, welcher auf das seitliche Tunnelgewölbe wirkt. Zudem verhindern sie, dass sich aufgrund der Vertikalkraft im Gewölbe und des fehlenden seitlichen passiven Widerstandes, ein Bruchzustand (Gleitkörper) im Baugrund unter dem Gewölbefuss ausbilden kann. Der Boden, welcher nach innen ausweichen möchte, erzeugt dabei Reibungskräfte, welche über die Kontaktfläche am Gewölbefuss ins Gewölbe und von dort in den Anker übertragen werden.

Die Anker werden vor Beginn der Sohlabsenkung eingebaut. Damit eine möglichst hoher äusserer Tragwiderstand erreicht werden kann, wird eine vergrösserte Bohrkronen (Durchmesser 130 mm) verwendet. Zur Bestimmung des effektiven äusseren Tragwiderstandes werden vor der Ausführung Ausziehversuche durchgeführt. Die Ankerlänge beträgt 6 m. Aufgrund der beengten Platzverhältnisse müssen drei Stücke à je 2 m Länge eingesetzt werden, welche mittels Muffen gekoppelt sind. Es werden Stahlanker (R51-800) verwendet. Der Ankerabstand in Tunnellängsrichtung beträgt 1.1 m. Die Anker werden ausführungstechnisch leicht fallend (senkrecht zur Gewölbeoberfläche) versetzt und zur optimalen Krafteinleitung mit einer verstärkten bzw. vergrösserten Ankerkopfplatte ausgestattet. Der Ankerkopf wird leicht angespannt, damit zu Beginn der Sohlabsenkung eine kraftschlüssige Verbindung zwischen Ankerkopf und Tunnelparament vorhanden ist.

Im Endzustand wirkt die Betonsperrschicht als Druckplatte und die (temporäre) Verankerung ist nicht mehr erforderlich. Details zur Bemessung können der Projektbasis (Beilage Nr. 01.93) und dem statischen Bericht Tunnel (Beilage Nr. 01.94.01) entnommen werden.

Nischen

Bei den zwei bestehenden Nischen im GHT I sind folgende Massnahmen geplant:

- Abtrag von bestehenden Spritzbetonschichten
- Einbau einer Wasserableitung über Kopf analog zu Tunnel
- Neuherstellung Nischensohle:
 - Ersatz des Bodenbetons
 - Gefälleausbildung zum Tunnel
 - Rinnenausbildung entlang der Nischenränder, um Wasser aus der Ableitung zu fassen und abzuleiten

Portal Grosshöchstetten

Beim Portal Grosshöchstetten sind folgende Massnahmen geplant:

- Vollflächige Reinigung (Hochdruck) und Entfernung des vorhandenen Verputzes
- Nichtrostendes Drahtnetz / Bewehrungsnetz im Bestand verankern
- Spritzbetonauftrag, Oberfläche glatt abziehen
- Entlastungsbohrungen zur Reduktion von Wasserdruck
- Neue Rigolen (Betonhalbschalen) entlang Mauerkrone und -fuss zur Meteorwasserableitung inkl. Abdichtung gegen Portalmauer

- Neue Absturzsicherung / Geländer über gesamte Mauerlänge inkl. Sicherstellung Berührungsschutz gemäss den Anforderungen der EN 50122-1 inkl. Abdichtung zwischen Portalmauer und Berührungsschutz (Verhinderung konzentrierter Tropfstellen oberhalb Fahrbahn/Fahrleitung)
- Vollständige Entfernung von Bewuchs

4.12.2 Tunnel II

In diesem Kapitel werden die durchzuführenden Arbeiten qualitativ beschrieben. Die Arbeiten sind in den dazugehörigen Plänen ersichtlich (Beilage Nr. 12.501.01-1 bis 12.501.01-4)

Portal Biglen

Beim Portal Biglen sind folgende Massnahmen geplant:

- Vollflächige Reinigung mit Hochdruck der Portalmauer
- Abdichtung Längsfuge an Mauerkrone von hinten (gegen Wassereintritt)
- Instandstellung der Fuge zwischen Portalmauer und Tunnelgewölbe mit Spritzbeton und Drahtnetz
- Lokale Wasserableitung bei Wasserzutritten in der Fuge zwischen Portalmauer und Tunnelgewölbe mit Halbschale
- Einbau Tropfnase / Wassernase auf der Mauerkrone
- Ergänzung Absturzsicherung / Geländer über gesamte Mauerlänge inkl. Sicherstellung Berührungsschutz gemäss den Anforderungen der EN 50122-1 inkl. Abdichtung zwischen Portalmauer und Berührungsschutz (Verhinderung konzentrierter Tropfstellen oberhalb Fahrbahn/Fahrleitung)
- Instandsetzung Mauerfugen / Dilatationsfugen
- Abtrag Bewuchs, Reinigung
- Entlastungsbohrung im Mauerwerk zur Reduktion von Wasserdruck
Zur Sicherung der Dauerhaftigkeit des bestehenden Tunnelgewölbes werden gezielte Entlastungsbohrungen erstellt. Anfallendes Bergwasser wird dadurch nicht im Gewölbe zurückgehalten, sondern kontrolliert gefasst und kontrolliert abgeführt. Diese Massnahme unterbindet materialzerstörende Prozesse wie Vernässung, Fugenauswaschungen oder Frostschäden und sichert nachhaltig die Tragfähigkeit der Tunnelstruktur.
- Neue Rigolen (Betonhalbschalen) entlang Mauerfuss zur Meteorwasserableitung

Hufeisenprofil

Die Gunit-/ Spritzbetonschale, welche im Firstbereich vorliegt, ist an diversen Stellen lose und erfüllt die Abdichtungsfunktion nicht mehr. Sie wird deshalb abgetragen und im gesamten Gewölbebereich durch eine neue Abdichtungsfolie ersetzt (siehe weiter unten). Der bestehende Spritzbeton ist PFAS-belastet (siehe Beilage Nr. 10.05.05), was zu erhöhten Anforderungen an den fachgerechten Rückbau und die Entsorgung führt. Die BLS stellt sicher, dass keine losen Spritzbetonteile auf der neuen Abdichtungsfolie verbleiben. Die erforderlichen Schutzmassnahmen beim Spritzbeton-Rückbau sind zum heutigen Zeitpunkt jedoch noch nicht abschliessend definiert. Die definitive Festlegung der Rückbaumethode sowie der notwendigen Schutzmassnahmen in Bezug auf PFAS erfolgt gestützt auf den künftigen

Stand der Technik im Rahmen der Arbeitsvorbereitung ab dem Jahr 2028 und in Abstimmung mit den zuständigen Fachstellen.

Das zum Vorschein kommende Mauerwerk erfährt zuerst eine Hochdruckreinigung. Die Reinigung wird im ganzen Tunnel vorgenommen, um eine vollständige Übersicht über instandzusetzende Stellen zu erhalten. Nach der Reinigung werden Hohlstellen/Kiesnester saniert, welche in einem schlechten Zustand sind. Es werden Mauerwerksfugen abgetragen und neu verfugt.

Es wird eine Abdichtung im First- und Kämpferbereich montiert. Hierbei handelt es sich um eine gewebeverstärkte Polyolefin Kunststoffdichtungsbahn auf einer Aluminiumfolie (XiiT-Foam oder gleichwertig gem. Beilage Nr. 06.01). Diese Abdichtung wird nicht mit Spritzbeton eingespritzt und bleibt sichtbar. Im Bereich der Tragwerke ist die Abdichtung an diese anzupassen. Ziel der Abdichtung ist es die DSS und die Fahrbahn vor Bergwasser zu schützen.

Die Abdichtung mittels Kunststoffolie wird einer Spritzbetonapplikation vorgezogen. In den Tunnels sind keine ergiebigen Wasserzutritte und nur geringe Kalkablagerungen dokumentiert. Eine Versinterung auf oder hinter der Abdichtung ist nur in geringer Masse absehbar, eine Verringerung der Abflusskapazität nicht zu erwarten. Dem Nachteil der Erschwernis von Kontrollen und Inspektionen (Wasserzutritte sind durch über die Folie abfliessendes Wasser feststellbar) muss durch regelmässiges Öffnen der Abdichtung mit anschliessendem Schliessen durch Fachpersonen begegnet werden. Die einfache Montage, die Zuverlässigkeit der Abdichtung, der Zustand des ursprünglichen Gewölbes ohne Sanierungsmassnahmen und die erwartete Nutzungsdauer geben den Ausschlag zugunsten einer Kunststoff-Abdichtung.

Für die Tragwerke der Deckenstromschiene werden keine Tragwerksnischen benötigt. Die Tragwerke werden im bestehenden Gewölbe verankert, was den Installationsaufwand deutlich verringert.

Beim Portal Grosshöchstetten wird von oben her ein Bereich von ca. 3 m Länge freigelegt. Das bestehende Gewölbe wird gereinigt und darauf wird eine Abdichtung angebracht, mit dem Ziel, die Wassereintritte unmittelbar nach dem Portal zu verhindern. Nach der Erstellung wird dieser Bereich wieder verfüllt.

Durch den Entfall des Dienstwegs im Tunnel bestehen keine Konflikte mit dem Lichtraumprofil mehr. Dies ist auch aus dem massgebenden QP in Beilage Nr. 07.01 ersichtlich. Auf Schrämungen kann daher im ganzen Tunnel verzichtet werden.

Damit das zukünftige LRP eingehalten und die Betonsperrschicht eingebaut werden kann, ist im Tunnel eine Sohlabensenkungen erforderlich. Um die Stabilität des Gewölbes während dem Aushubzustand gewährleisten zu können, sind temporäre Sicherungsmassnahmen am Gewölbefuss (ungespannte Selbstbohranker) erforderlich. Diese Anker nehmen den horizontalen Erddruck auf, welcher auf das seitliche Tunnelgewölbe wirkt. Zudem verhindern sie, dass sich aufgrund der Vertikalkraft im Gewölbe und des fehlenden seitlichen passiven Widerstandes, ein Bruchzustand (Gleitkörper) im Baugrund unter dem Gewölbefuss ausbilden kann. Der Boden, welcher nach innen ausweichen möchte, erzeugt dabei Reibungskräfte, welche über die Kontaktfläche am Gewölbefuss ins Gewölbe und von dort in den Anker übertragen werden.

Die Anker werden vor Beginn der Sohlabensenkung eingebaut. Damit eine möglichst hoher äusserer Tragwiderstand erreicht werden kann, wird eine vergrösserte Bohrkronen (Durchmesser 130 mm) verwendet. Zur Bestimmung des effektiven äusseren Tragwiderstandes werden vor der Ausführung Ausziehversuche durchgeführt. Die Ankerlänge beträgt 6 m. Aufgrund der beengten Platzverhältnisse müssen drei Stücke à je 2 m Länge eingesetzt werden, welche mittels Muffen gekoppelt sind. Es werden Stahlanker (R51-800) verwendet.

Der Ankerabstand in Tunnellängsrichtung beträgt 1.1 m. Die Anker werden ausführungstechnisch leicht fallend (senkrecht zur Gewölbeoberfläche) versetzt und zur optimalen Krafteinleitung mit einer verstärkten bzw. vergrösserten Ankerkopfplatte ausgestattet. Der Ankerkopf wird leicht angespannt, damit zu Beginn der Sohlabsenkung eine kraftschlüssige Verbindung zwischen Ankerplatte und Tunnelparament vorhanden ist.

Im Endzustand wirkt die Betonsperrschicht als Druckplatte und die (temporäre) Verankerung ist nicht mehr erforderlich. Details zur Bemessung können der Projektbasis (Beilage Nr. 01.93) und dem statischen Bericht Tunnel (Beilage Nr. 01.94) entnommen werden.

Nische

Bei der bestehenden Nische im GHT I sind folgende Massnahmen geplant:

- Abtrag von bestehenden Spritzbetonschichten
- Einbau einer Wasserableitung über Kopf analog zu Tunnel
- Neuherstellung Nischensohle:
 - Ersatz des Bodenbetons
 - Gefälleausbildung zum Tunnel
 - Rinnenausbildung entlang der Nischenränder, um Wasser aus der Ableitung zu fassen und abzuleiten

Portal Grosshöchstetten

Beim Portal Grosshöchstetten sind folgende Massnahmen geplant:

- Neue Absturzsicherung / Geländer über gesamte Mauerlänge inkl. Sicherstellung Berührungsschutz gemäss den Anforderungen der EN 50122-1
- Sanierung aufgelöster Mauerwerkszonen (Abtrag alter Spritzbetonschale, Neuaufbau)
- Erneuerung / Ersatz Spritzbetonschale im Bereich Feucht- und Nassstellen
- Defekte Mauerwerksfugen instand stellen
- Erneuerung der Entwässerung der Mauerkrone
- Bewuchs entfernen, Hohlstellen verfüllen, Fugen neu verfugen
- Neue Rigolen (Betonhalbschalen) entlang Mauerfuss zur Meteorwasserableitung

4.12.3 Sachverständigenprüfung

Die Sachverständigenprüfung der beiden Tunnel GHT I und II sowie des Zwischeneinschnittes ist in der Beilage Nr. 01.95 ersichtlich. Die Stellungnahme zum Prüfbericht durch die BLS Netz AG findet sich in der Beilage Nr. 01.96.

4.13 Sicherungsanlage

Die Sicherungsanlagen sind über den neuen Kabelkanal zu erschliessen. Die bestehenden Kabel werden in die neue Kabelkanalisation umgelegt.

4.14 Bahnstromanlage

Das heute bestehende halbnachgespannte Fahrleitungs-System 61 muss auf Grund von Alter und Zustand (Fundamente, Tragwerke und Kettenwerke) komplett erneuert und in den Tunnelbereichen durch eine Deckenstromschiene (DSS) ersetzt werden. In den Aussenbereichen kommt neu das voll nachgespannte Fahrleitungssystem 01 der BLS Netz AG zum Einsatz.

4.14.1 Allgemeines

Die Anlage entspricht in Planung, Berechnung und Ausführung den schweizerischen gesetzlichen Vorschriften. Die Umsetzung erfolgt insbesondere nach den in Kapitel 15 aufgelisteten massgebenden Verordnungen und Richtlinien.

4.14.2 Projektperimeter Fahrleitung

Der Projektperimeter der Fahrleitung des Vorhabens reicht von km 13.500 bis km 14.499.

4.14.3 Energieversorgung

Die Fahrleitung wird mit 15 kV, 16.7 Hz ab dem Unterwerk (UW) in Konolfingen und dem Schaltposten Grosshöchstetten bei km 14.817 gespiesen.

Es werden keine Leistungssteigerungen oder Anpassungen an der Schaltsituation vorgenommen.

Die Schaltsituation kann dem beiliegenden Schaltschema PROJEKT (in Beilage Nr. 14.08.02) entnommen werden.

4.14.4 Aufbau der Fahrleitungsanlage

Vorgesehene wesentliche Anpassungen / Änderungen

In den Tunneln wird anstatt eines Kettenwerks eine Deckenstromschiene (DSS) projektiert. Diese hat den Vorteil, dass durch die geringe Aufbauhöhe die effektive Absenkung des Trasses geringer ausfällt als bei einem Kettenwerk. Die Tragwerke weisen Abstände von bis 10 Meter auf.

In den Aussenbereichen, sowie im Einschnitt zwischen den beiden Tunnels wird das voll nachgespannte System 01 eingesetzt.

System

In den beiden Tunnels wird im Rahmen der Fahrleitungsanpassung ist aufgrund der niedrigen Systemhöhe und für die Erhöhung der Betriebssicherheit, der Einbau einer Deckenstromschiene (DSS) vorgesehen.

Als Tragpunkte sind Gleitausleger, welche am Tunnelgewölbe befestigt sind, vorgesehen.

Für den Übergang vom Kettenwerk auf die DSS sind Federbalken vorgesehen. Zum Schutz vor Verschmutzung und Wasser wird beim Übergang zum Federbalken ein Schutzprofil auf resp. über die DSS-Elemente gelegt.

Die Tragseile der Aussenanlage werden an allen vier Tunnelportalen abgefangen. Bei den Abfangungen der Tragseile an den Portalen wird die Norm EN 50122-1 über die elektrischen Schutzabstände berücksichtigt.

In den Aussenbereichen, sowie im Einschnitt zwischen den beiden Tunnels wird das voll nachgespannte System 01 an HEB-Mastprofilen eingesetzt.

Bautechnische Massnahmen werden mit dem Tiefbau koordiniert.

Die neuen Fahrleitungsmaststandorte und Tragwerke sind in dem beiliegenden Situationsplan dargestellt (Beilage Nr. 14.03.01-1).

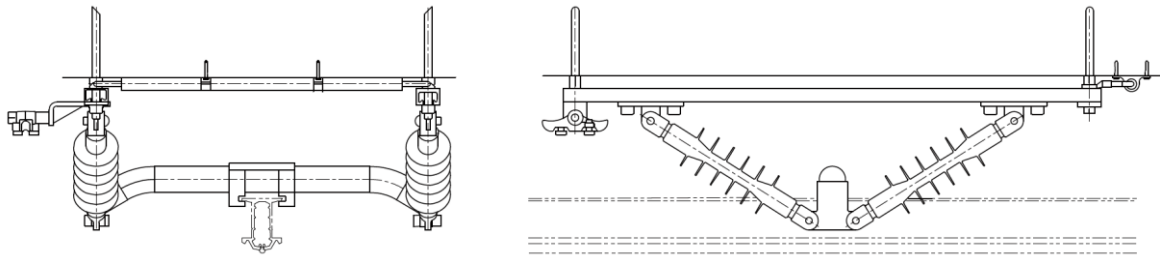


Abbildung 4-4: Darstellung Tragwerk Deckenstromschiene, System Malvie (Quelle: Furrer + Frey)

Tiefbau

Durch die grosse Böschungsneigung kommen keine Standard Blockfundamente Typ FS1.1 mit einbetonierten Fundamentschrauben gemäss dem Fahrleitungshandbuch der BLS Netz AG zum Einsatz. Infolge dieses Terrainverlaufs werden dort jeweils Spezialfundamente mit einem doppelten Kopf zum Einsatz kommen gemäss Fahrleitungshandbuch der BLS Netz AG (Ausgabe 20.12.24, Kap 5.3.9). Diese Fundamente wurden statisch nachgewiesen (in Beilage 14.11.01).

Die Baugrundwerte aus dem geologischen Bericht (Beilage 10.05.02) zeigen, dass sich die Fundamentkörper im Baugrund in siltig, sandigem Kies (GM-ML) befinden. Die Mächtigkeit dieser Schicht ragt bis 2.60m in den Untergrund, darunter befindet sich kiesiger Silt (GM). Der Fundamentkörper kommt somit durchgehende in gut tragfähiger Moräne zu liegen.

Die Fundationskoten der Mastfundamente liegen oberhalb des mittleren Grundwasserspiegels. Das Freilegen des Grundwasserspiegels kann ausgeschlossen werden. Eine Gewässerschutzbewilligung ist in diesem Fall nicht erforderlich. Eine Vergrösserung der Foundation sowie Mikropfähle oder Kombination ist nicht erforderlich.

Masten

Für alle Fahrleitungsmasten werden Breitflanschträger mit Fussplatte (min. HEB 200) nach Standard BLS verwendet. Der Mastabstand ist in Abhängigkeit der Situation auf maximal 60 m begrenzt.

Tragwerke

Aussenanlage:

Für die Tragwerke wird das von der BLS eingesetzte Fahrleitungssystem 01 (vollnachgespannt) gemäss BLS-Fahrleitungshandbuch verwendet.

Tunnel GHT I und II:

Die Deckenstromschienentragwerke werden mittels Gleittragwerken am Tunnelgewölbe befestigt.

Korrosionsschutz

Alle Stahlbauteile sind feuerverzinkt oder bestehen aus rostfreiem Stahl.

Rückleiter, Erdung, Potentialausgleich

Die Fahrleitungstragwerke werden an einem Rückleiterseil Cu 95 mm² angeschlossen. Alle Fahrleitungstragwerke in den Tunneln werden zudem ca. alle 100 m mit 1xCu 50 mm² an den Gleisen angeschlossen. Die Rückstromführung erfolgt über die Rückleiter (Erdseile, Schienen, Erdreich).

Die Verordnung und ihre Ausführungsbestimmungen der AB-EBV gelten bei sämtlichen Eisenbahnen, die der schweizerischen Eisenbahngesetzgebung unterstellt sind. Das vorliegende Rückleitungs- und Erdungskonzept basiert in Inhalt und Struktur auf die D RTE 27900 (2015) sowie dem Rückleitungs- und Erdungshandbuch der BLS.

Fahrdrahthöhe

Die Fahrdrahthöhe im Projektperimeter Aussenanlage beträgt 5.70 m. In den Tunneln wird die Fahrdrahthöhe auf der Höhe 5.00 m über abgesenkter Soll-Lage bzw. 4.90 m über Soll-lage des Gleises weitergeführt und liegt über der absoluten Mindesthöhe von 4.945 m.

Die Mindesthöhe absolut nach AB-EBV mit EBV3 setzt sich wie folgt zusammen:

$$hf_{\min} = Gfa + f + H + b_e + k + Zhf$$

Gfa	=	4.670 m	(nach AB-EBV Art. 18, Bild 3)
k	=	0.000 m	(nach AB-EBV Art.44, Blatt Nr. 13)
b _e	=	0.150 m	el. Sicherheitsabstand (0.01 m * kV)
f	=	0.000 m	Höhenzuschlag (AB-EBV Art. 18)
H	=	0.000 m	nur bei Rollschmelbetrieb (nur für EBV B)
Zhf*	=	0.125 m	Σ der Zuschläge (fg+fu+th nach AB-EBV Art. 44, Kap. 5.2.1.2)
- fg = 0.100 m Gleishebungsreserve (abgesenkte Soll-Lage) - fu = 0.005 m Fahrdrahtabweichung (Temp. + Dyn.) - th = 0.020 m Montagetoleranz			
hf _{min} = 4.670 + 0.150 + 0.125 = <u>4.945 m</u> gemäss AB-EBV (AB44c, 5.2.1.2)			

Technische Spezifikationen der Fahrleitungsanlage

Tabelle 4-7: Fahrleitungssystem 1 und entsprechende Zugkräfte

Fahrleitungssystem 01	
Tragseil	CuSn01 95 mm ² (Valthermo)
Fahrdraht	CuSn01 120 mm ² (Valthermo)
Rückleitung	Cu 95 mm ²
Fahrdrahthöhe	5.00 m - 5.70 m
Systemhöhe	2.20 m (resp 0.15m DSS)

Zugkräfte	
Tragseil Staku 50 mm ²	12.00 kN
Fahrdraht Cu 107 mm ²	12.00 kN
Spannweite	Maximaler Mastabstand 60 m

Kettenwerk

Die gesamte Länge der neuen Kettenwerke beträgt 868 m.

Die Gesamtlänge der Kettenwerke, welche zurückgebaut werden, beträgt 1045m.

Die Gesamtlänge einer vollen Nachspannlänge beträgt max. 1'200 m oder 30 Tragwerke.

Die Gesamtlänge einer halben Nachspannlänge beträgt max. 600 m oder 15 Tragwerke.

Lichtraumprofile

Die Lichtraumprofile sind in der Beilage Nr. 11.03 Lichtraumprofil zu finden.

Das Lichtraumprofil EBV 3 und das Stromabnehmer Profil S3 gemäss AB-EBV eingehalten.

Auf dem Tunnelperimeter wird das Lichtraumprofil EBV 3 und das Stromabnehmer Profil S3 gemäss AB-EBV eingehalten.

Die Abmessungen des Oberleitungskonstruktionsraumes betragen Bk=535mm und hk=382mm

Sicherheitsräume

Die Anforderungen betreffend Sicherheitsräumen gemäss AB-EBV zu Art. 18, Lichtraumprofil, sind im Projektperimeter erfüllt

Das Lichtraumprofil sowie das Stromabnehmerprofil sind in den typischen Querprofilen Fahrleitung (in Beilage Nr. 14.04.01) ersichtlich.

Abstand / Berührungsschutz

Die Schutzmassnahmen gegen direkte Berührung erfolgt gemäss AB-EBV und der SN EN 50122-1:2022.

Es sind keine besonderen Massnahmen erforderlich, da sich die Anlage in Tunneln befindet. Bei den Portalen ist im folgenden Bild ersichtlich, dass die notwendigen Distanzen zur Bahnstromanlage eingehalten sind.

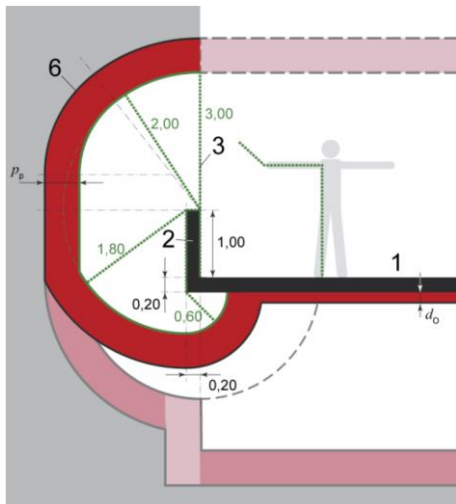


Abbildung 4-5: Bestimmung der Notwendigkeit eines Berührungsschutzes gemäss SN EN 50122-1

Die Absturzsicherungen sind im Bereich der Fahrleitung als «elektrisches Schutzhindernis» auszubilden, Schutzdächer sind nicht erforderlich. Damit kann der Berührungsschutz gewährleistet werden.

Vogelschutz

Die Fahrleitungsanlagen ausserhalb der Tunnels werden gemäss der Richtlinie Vogelschutz (BAV-511.5-00024/00016) geplant.

4.14.5 Parallelführungen und Kreuzungen

Im Projektperimeter sind folgende Parallelführungen mit Hochspannungsleitungen vorhanden:

- Parallelführung mit 16 kV BKW-Leitungen zwischen km 13.450 und km 13.868.
- Querung mit 16 kV BKW-Leitungen bei km 13.868.

Die vorgegebenen Abstände werden eingehalten. Die Nachweise dazu sind ersichtlich in den typischen Querprofilen Fahrleitung (in Beilage 14.04.01) und im Längenprofil Kreuzungen Bahn-Strasse (in Beilage 14.05)

4.14.6 Dokumente Fahrleitung

Interoperabilitäts- Konformitätsnachweis	Beilage Nr. 01.06
Sicherheitsbericht Elektrische Anlagen	Beilage Nr. 14.01
Situationsplan Fahrleitung km 13.500 - km 14.499	Beilage Nr. 14.03.01-1
Typische Querprofile Fahrleitung	Beilage Nr. 14.04.01
Längenprofil Kreuzung Bahn / Strasse	Beilage Nr. 14.05
Übergeordnetes Erdungskonzept	Beilage Nr. 14.06.01
Schaltschema IST	Beilage Nr. 14.08.01
Schaltschema PROJEKT	Beilage Nr. 14.08.02
Liste Mastfundamente	Beilage Nr. 14.10
Statischer Nachweis FL-Fundamente	Beilage Nr. 14.11.01

4.15 Telekommunikationsanlagen

Die Telecomkabel (Lichtwellenleiterkabel) sind über den neuen Kabelkanal zu erschliessen. Die bestehenden Kabel werden in den neuen Kabelkanal umgelegt.

4.15.1 Fernmeldekabelanlagen

Keine Bemerkungen.

4.15.2 Dynamische Kundeninformation

Beschallung

Nicht Bestandteil des Projektes

4.16 Elektro / Niederspannungsanlagen

Niederspannungs-Erdungskonzepte, Verteilungen, Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen) und Beleuchtungen sind nicht Bestandteil des Projektes.

4.17 Haustechnik

Lüftung und Klima sind nicht Bestandteil des Projektes.

4.18 Betriebskonzept

Der Betrieb der Strecke bleibt unverändert. Eine Anpassung des bestehenden Betriebskonzepts ist nicht erforderlich.

4.19 Nutzungskonzept

Perronanlagen sind im vorliegenden Projekt nicht betroffen. Das bestehende Nutzungskonzept bleibt unverändert.

4.20 Schnittstelle zum Nachbarprojekt (Seite Biglen)

Bei der Projektierung ist die direkte Schnittstelle (Km 13.475) zum nördlich angrenzenden Nachbarprojekt Richtung Biglen zu beachten. Nachfolgend werden die wesentlichen gegenseitig erarbeiteten Abstimmungen aufgeführt.

Oberbau

Die Trassierung erfolgt übergeordnet über beide Projekte hinweg durch die BLS. Die durchgehende Linienführung ist somit gegeben. Schienen, Schwellentyp sowie Schotter-aufbau sind identisch und der Einbau erfolgt gleichzeitig während der Totalsperre. Eine Übergangskonstruktion ist daher nicht erforderlich.

Unterbau

Als bituminöse Sperrschicht wird in beiden Projekten 7 cm AC Rail mit zusätzlich 3 cm Asphaltgranulat (0/16) eingebaut. Die Querneigung beträgt im Bereich der Schnittstelle durchgehend 3% nach Westen. Im Bereich der Schnittstelle und weiter südlich ist tragfähige Moräne als Baugrund anstehend. Der Unterbau besteht daher in diesem Bereich aus einer circa 10 cm dicken Ausgleichsschicht. Lokale Bereiche mit ungenügender Tragfähigkeit ($ME < 60 \text{ MN/m}^2$) werden mit einem zusätzlichen Materialersatz verstärkt.

Nördlich der Projektgrenze nimmt die Tragfähigkeit des Untergrundes ab (Auslaufen der Moräne). Im nördlich angrenzenden Projekt wird daher durchgehend eine 25 cm dicke Fundationsschicht eingebaut. Lokale Bereiche mit ungenügender Tragfähigkeit ($ME < 30 \text{ MN/m}^2$) werden mit einem zusätzlichen Materialersatz verstärkt.

An der Projektgrenze (Km 13.475) ergibt sich somit eine unterschiedliche Unterbaudicke, welche mit einem diskreten Sprung ausgebildet wird.

Entwässerung

Aufgrund der geplanten Fundationsschicht liegt die Entwässerung im nördlich angrenzenden Projekt grundsätzlich tiefer. In beiden Projekten wird auf der westlichen (rechten) Seite eine neue Hauptentwässerung eingebaut, welche das Wasser der bituminösen Sperrschicht (und der seitlichen Böschung) aufnimmt. Da das Trasse Richtung Biglen fällt, wird das Wasser ab dem Hochpunkt bei km 13.545 über die Projektgrenze hinweg ins Nachbarprojekt abgeleitet. Dazu wird unmittelbar südlich der Projektgrenze ein Übergabeschacht gebaut und dort der Höhenunterschied überwunden.

Kabelkanal

Der Kabelkanal (Typ 22) befindet sich bei beiden Projekten auf der westlichen Seite und 30 cm unter SOK. Somit ist eine durchgehende Linienführung gegeben. Als konkrete Schnittstelle dient der bestehenden Kabelschacht unmittelbar nördlich der Projektgrenze, welcher weiter genutzt wird und ebenfalls 30 cm unter SOK angeordnet ist.

5 Umweltauswirkungen

Die Beurteilung der Umweltauswirkungen für das vorliegende Bauvorhaben und die daraus resultierenden Massnahmen werden in einem separaten Bericht abgehandelt (siehe Beilage Nr. 01.05).

6 Baustellenerschliessung und Installationsplätze

6.1 Installationsplätze

Für die Bauarbeiten im Projektperimeter sind Installationsflächen nördlich des Tunnels I und südlich des Tunnels II vorgesehen. Wo keine bestehende Befestigung vorhanden ist, muss der Boden nach BAFU «Sachgerechter Umgang mit Boden beim Bauen» und VSS Norm 40581 «Bodenschutz und Bauen» mit 10 cm Sand + 50 cm Kies geschützt werden. Nähere Informationen finden sich im 01.05. Umweltbericht in den Kapiteln 7.9 „Boden“ und 7.16 „Fruchtfolgeflechte“.

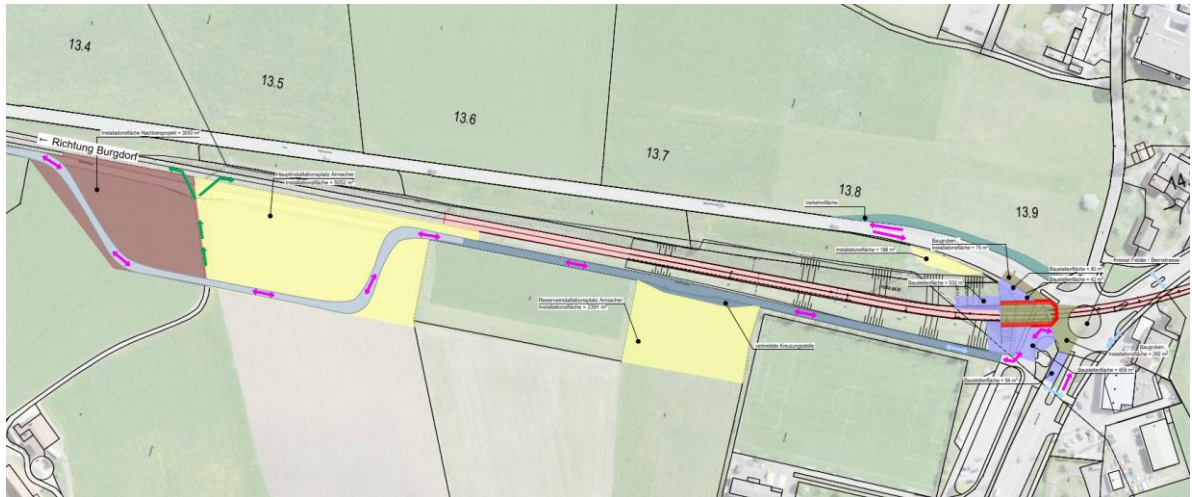


Abbildung 6-1: nördliche Installationsflächen im Bereich Arniacher (GHT I)

Der Gwattembergweg dient als Erschliessung von Liegenschaften und der Unternehmung «Gerber macht's GmbH» am Gwattembergweg 52. Diese muss auch während den Bauarbeiten durchgehend gewährleistet bleiben. Die vorhandene Kreuzungsstelle am Gwattembergweg wird auf Parzelle 383 vergrössert, um das Kreuzen von Lastwagen zu ermöglichen.

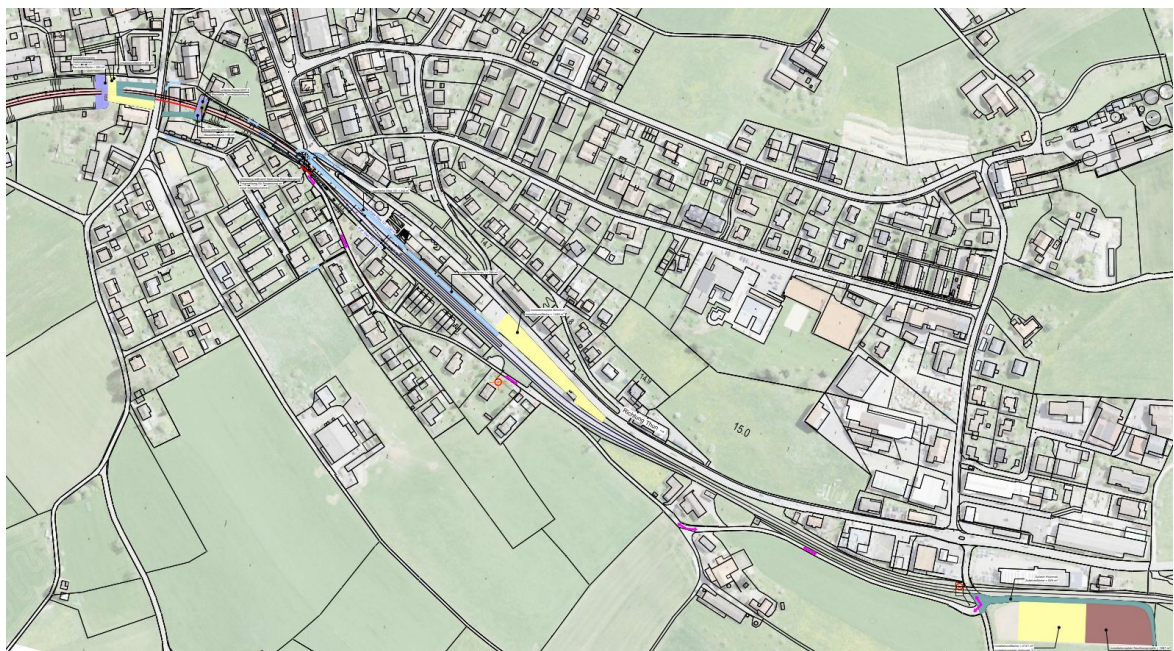


Abbildung 6-2: südliche Installationsfläche im Bereich GHT II, Bahnhof Grosshöchstetten und Holzmatt

Am südlichen Ende des Projektperimeters bestehen beengte Platzverhältnisse. Darum wurde der Installationsplatz Holzmatt zusätzlich erworben. Dieser dient vor allem dem Materialumschlag.

Aufgrund der Standorte sind bei allen Installationsflächen emissionsmindernde Massnahmen (Lärm, Licht in der Nacht, etc.) zu berücksichtigen.

Alle Installationsfläche sind im Plan Installationsflächen und Zufahrten ersichtlich (Beilage Nr. 08.04.01).

6.2 Erschliessung

Die Baustellenerschliessung ist von beiden Seiten gegeben. Für die kleineren Arbeiten und die dazugehörigen Installationsfläche ist die Erschliessung immer durch eine bestehende Strasse geben.

Bei IP Arniacker Nord (Hauptinstallationsplatz) wird eine provisorische Eingleisstelle eingerichtet. Eine provisorische Verladerampe kann für den effizienten Materialumschlag errichtet werden.

Im Bereich des Bahnhofs Grosshöchstetten erfolgt die Eingleisung beim Bahnübergang Trogmattweg. Der Bahnübergang Trogmattweg ist in einer Erschliessungsstrasse für Wohnquartier, somit sollte eine Zufahrt zum Quartier dauerend ermöglicht werden. Sperren des Bahnübergangs sind den Quartierbewohnern zu kommunizieren. Während den Fahrbahnarbeiten und der anschliessenden Anpassung des Bahnübergangs ist dieser vollständig zu sperren. Für Fussgänger und den Strassenverkehr sind Umleitungen einzurichten. Für den Strassenverkehr ist eine Umleitung über die mit einem Fahrverbot belegte Fortsetzung des Trogmattwegs einzurichten.

Alle Erschliessungen und Umleitungen sind im Plan Installationsflächen und Zufahrten eingezeichnet (Beilage Nr. 08.04.01).

7 Bauvorgang

Im Zusammenhang mit dem nachfolgend spezifizierten Bauvorgang wird auf die zugrunde liegenden Bauprogramme (Gesamtbauprogramm und Detailbauprogramm) verwiesen. In der nachfolgenden Tabelle sind die zeitlichen Rahmenbedingungen und die Art der Arbeiten und Bauphasen erläutert.

Tabelle 7-1: Übersicht Bauphasen, betriebliche Situation und Hauptarbeiten

Bauphase	Betriebliche Situation	Hauptarbeiten
Phase 0	Normalbetrieb	Allgemeine Vorbereitungsarbeiten ab Januar 2028 gemäss Beschrieb in Kap. 7.1 Intervallzeit im Gleisbereich 01:10 – 04:50 Uhr
Phase 1	Normalbetrieb	Vorarbeiten während verlängerten Nachtsperren von KW 17 – KW 22, 2028 gemäss Beschrieb in Kap. 7.2 Intervallzeit 20.35 – 04.50 Uhr
Phase 2	Totalsperre (11 Wochen)	Arbeiten in Totalsperre vom 03.06.2028 – 19.08.2028 (Ende KW22 – KW33) gemäss Beschrieb in Kap. 7.3
Phase 3	Normalbetrieb ev. Langsamfahrstelle	Fertigstellungsarbeiten während verlängerten Nachtsperren von KW 34 und 36 – KW40 gemäss Beschrieb in Kap. 7.4 Intervallzeit 20.35 – 04.50 Uhr

Neben den verlängerten Nachtsperren und der Totalsperre besteht ab Januar 2028 die Möglichkeit zur Nutzung von sogenannten normalen Nachtsperren mit einer Intervallzeit von 01.10 – 04.50 Uhr.

7.1 Allgemeine Vorbereitungsarbeiten

Ab Januar 2028 werden diverse Vorbereitungsarbeiten vorgenommen und notwendige Provisorien erstellt. So u.a. Kabelzüge für SA, Wasser- und Stromprovisorien. Im Anschluss erfolgt zwischen Mitte März und Mitte April die Bereitstellung der vorgesehenen Installationsflächen und dabei insbesondere die Vorbereitung des Hauptinstallationsplatzes Arnacher Nord inkl. Eingleisstelle; der genaue Zeitpunkt wird entsprechend den Witterungsverhältnissen festgelegt.

Die Arbeiten im Gleisbereich erfolgen dabei während ordentlichen Nachtsperren. Arbeiten ausserhalb des Gleisbereiches werden i.d.R. am Tag durchgeführt.

7.2 Vorarbeiten in verlängerten Nachtsperren von KW 17 – KW 22

Im Fokus stehen auf der gesamten Strecke die Vorbereitungsarbeiten der Totalsperre (Erstellung der Provisorien, Umlegungen von Kabeln und Leitungen, die Erstellung von Entwässerungsbypässen in den Tunnel GHT I und II, sowie der Einbau der Bleche als Abschaltung im Sohlbereich im GHT I).

Zudem werden die folgenden Arbeiten ausgeführt:

- Erstellung der Gerüste für die Arbeiten an den Portalmauern (sofern erforderlich)

- Erstellung der neuen Mastfundamente
- Erstellung der Einschnitte für neue Schächte und Stützmauern inkl. temporärer Baugrubensicherung
- Verfüllung Bankettbereich im GHT I und Realisierung der temporären Verankerung in den beiden Tunnel GHT I und II

7.3 Hauptarbeiten in Totalsperre vom 03.06.2028 – 19.08.2028 (Ende KW 22 – KW 33)

Die Hauptarbeiten in der Totalsperre sind sehr eng getaktet und bedürfen einer detaillierten Abstimmung. Für die Start- und Endphase wurden die zu erbringenden Leistungen bereits tagesscharf geplant. Die Hauptarbeiten werden im Durchlaufbetrieb (24h / 7 Tage) durchgeführt (vgl. Beilage 08.01 Bauprogramm).

7.3.1 Gesamter Perimeter

- Gleisgebunden während 03.06. – 10.06.
 - Abbruch der FL-Anlage
 - Abbruch von Schienen und Schwellen und evtl. Schotteraushub
- Strassenbaumässig (Pneugebunden)
 - Aushub Schotter, Erstellung Baupiste (sofern nicht mit Vanoliner erfolgt)
- Strassenbaumässig-/Gleisgebunden in KW31/32
 - Fertigstellung Oberbau (Schotter, Schwellen, Schienen) inkl. Stopfungen
 - Montage Fahrleitung & Deckenstromschiene

7.3.2 GHT I und GHT II

Der Bauablauf in den beiden Tunnel unterscheidet sich nur unwesentlich. Folgende Arbeiten sind vorgesehen (ebenfalls komplett strassenbaumässig):

- Umsetzung Sanierungsarbeiten im Gewölbe
- Abbruch alter Spritzbeton mittels Schrämen bzw. HDW
- Sanierungsarbeiten im Bereich Mauerwerksfugen & Kiesnester
- Einbau der temporären Anker zur Gewölbefusssicherung
- Aushub Foundationsschicht und Absenkung Sohle
- Lokaler Aushub für Mittelentwässerung und Einbau der Drainageleitung
- Erstellung der Bodenplatte
- Realisierung Rohrblock und Kabelkanal
- Einbau der Vorschotterung
- Einbau Abdichtung im Gewölbe und Erstellung Befestigung Deckenstromschiene

7.3.3 Offene Strecke inkl. Zwischeneinschnitt

Der Bauablauf ist i.d.R. wie folgt:

- Aushub Foundationsschicht bzw. PSS und wo notwendig Absenkung Sohle; Erstellung Querung & Schächte
- Erstellung neue seitliche Entwässerungsleitungen
- Stellen der Winkelplatte im Bereich der Trasseverschiebung
- Erstellung Gabionen bei den Schächten
- Realisierung Ausgleichsschicht und Planie
- Einbau bituminöse Sperrschicht bestehend aus Asphalt-Granulat und AC Rail
- Einbau der Vorschotterung
- Einbau Rohrblock und Kabelkanal

Die finale Umlegung der Kabel erfolgt im Anschluss ebenfalls in der Totalsperre bzw. im nachfolgenden Fenster mit verlängerten Nachtsperren.

7.4 Fertigstellungsarbeiten in verlängerten Nachtsperren von KW 36 - 40

Das 2. Zeitfenster mit verlängerten Nachtsperren wird für folgende Arbeiten verwendet:

- Rohrblock (offene Strecke) und Kabelkanal (Tunnel und offene Strecke), sowie Umlegung der dazugehörigen Kabel etc.
- Sanierungsarbeiten Portalmauer
- Aushub und Einbau Abdichtung mit Bentonitmatten im Bereich Rahmentragwerk Portal Biglen GHT I
- Aushub und Einbau Abdichtung bei Portal Grosshöchstetten GHT II
- Sanierung Fugen & Kiesnester im Bereich der Paramente
- Entwässerungsmassnahmen im Bereich offener Einschnitt zwischen GHT I und II
- Abbrucharbeiten best. Mastfundationen & Verfüllung der Hohlräume
- Fertigstellungsarbeiten ausserhalb des Bahntrassees

7.5 Abschlussarbeiten

Nach Beendigung der Arbeiten erfolgt der Rückbau und die Wiederinstandstellung der Installationsflächen. Zudem werden spätestens zu diesem Zeitpunkt die definierten Massnahmen für die Ersatzflächen (vgl. Beilage 01.05.) umgesetzt bzw. finalisiert. Die Arbeiten sind in ihrer Gesamtheit bis Ende Oktober 2028 abgeschlossen.

8 Prüfungen Interoperabilität

Das vorliegende Projekt liegt auf einer Strecke des interoperablen Ergänzungsnetzes. Der Nachweis der Interoperabilität wird somit über die Richtlinie BAV "IOP-Anforderungen an die Strecken des Ergänzungsnetzes" (RL IOP) vom Mai 2016 geführt. Unter Ziffer C dieser Richtlinie sind die teilsystemspezifischen Festlegungen je TSI aufgeführt, welche eingehalten und nachzuweisen sind. Nachfolgende Unterkapitel zeigen den Nachweis zu den Technischen Spezifikationen für die Interoperabilität (TSI) unterteilt nach Fachbereich.

8.1 Fachbereich elektrische Anlagen

Die Konformitätserklärung im Bereich der elektrischen Anlagen ist als Beilage Nr. 01.06 dem PGV-Dossier beigelegt.

8.2 Fachbereich Bautechnik

Die Anforderungen an die Interoperabilität sind gemäss Tabelle erfüllt (Richtlinie BAV RL IOP zu Artikel 15a)

Tabelle 8-1: Nachweis der Interoperabilität im Fachbereich Bautechnik

Referenz zur Ziffer der TSI-INF-CR	Zu erfüllende Merkmale	Erfüllung TSI / Bemerkungen
4.2.4.1	Lichttraumprofil	EBV3 / S3
4.2.4.2	Gleisabstand	-
4.2.4.3	Längsneigungen	25‰
4.2.4.4	Mindestradius	275m
4.2.4.5	Mindestausrundungsradius	3'000m
4.2.5.1	Regelspurweite	1437mm
4.2.5.2	Überhöhung	120mm
4.2.5.3	Überhöhungsänderung	44mm/s
4.2.5.4	Überhöhungsfehlbetrag	121mm
4.2.5.5	Äquivalente Konizität	NTV eingehalten
4.2.5.6	Schienenkopprofil auf freier Strecke	NTV eingehalten, 54 E2
4.2.5.7	Schienenneigung	NTV eingehalten, 1:40
4.2.6.1	Verschlussvorrichtungen	Nicht relevant
4.2.6.2	Betriebsgeometrie von Weichen und Kreuzungen	Nicht relevant
4.2.6.3	Maximal zulässige Herzstücklücke (führungslose Strecke)	NTV eingehalten, Entsprechen EN 13232
4.2.7.1	Gleislagestabilität gegenüber Vertikallasten	NTV eingehalten, gemäss RTE 22041
4.2.7.2	Gleislagestabilität in Längsrichtung	NTV eingehalten, gemäss R RTE 22041
4.2.7.3	Gleislagestabilität in Querrichtung	NTV eingehalten, gemäss R RTE 22041
4.2.8.1	Stabilität neuer Brücken gegenüber Verkehrslasten	Nicht relevant, da keine Brücken vorhanden
4.2.8.1.3	Seitenstoss (Querbeanspruchung)	NTV eingehalten Bemessung nach SIA 261/262
4.2.8.1.4	Anfahren und Bremsen (Längsbeanspruchung)	NTV eingehalten Bemessung nach SIA 261/262
4.2.8.2	Vertikale Belastung Erdbauwerke	Ist nachgewiesen, siehe Statische Berechnungen
4.2.8.3	Stabilität neuer Bauwerke über und neben den Gleisen	Ist nachgewiesen, NTV eingehalten / Vorgaben massgebende SIA-Normen werden erfüllt
4.2.8.4	Stabilität bestehender Brücken und Erdbauwerke gegenüber Verkehrslasten	Ist nachgewiesen, siehe Statische Berechnungen
4.2.9.1	Bestimmung von Soforteingriffs- / Eingriffsschwellen und Auslösewerten	NTV eingehalten, gemäss R I-22070
4.2.9.2	Soforteingriffsschwelle für die Gleisverwindung	NTV eingehalten, gemäss R I-22070
4.2.9.3	Soforteingriffsschwelle für die Spurweite	NTV eingehalten, gemäss R I-22070
4.2.9.4	Soforteingriffsschwelle für die Überhöhung	NTV eingehalten, Gemäss R I-22070
4.2.11.1	Maximale Druckschwankungen in Tunnels	Hinweis: Nur relevant bei V > 190 km/h
4.2.11.2	Grenzwert für Erschütterungen sowie Minderungs-massnahmen	Aus Sicht Interoperabilität keine nationalen Anforderungen
4.2.11.5	Einwirkungen von Seitenwind	Keine nationalen Anforderungen

8.3 Fachbereich Bahnbetrieb

Grundsätzlich muss der Eisenbahnbetrieb auf allen Strecken konform mit den europäischen und nationalen gesetzlichen Vorgaben sowie den aktuellen Betriebsvorschriften und -prozessen gesteuert und überwacht werden können. Die relevanten Anforderungen der TSI OPE (Technische Spezifikation für Interoperabilität, Bereich Verkehrsbetrieb und Verkehrssteuerung) sowie der FDV (Schweizerische Fahrdienstvorschriften) auf den Betrieb werden für die Anwendenden im RB ISB IOP (Regelbuch Infrastrukturbetreiber Interoperabel) abgebildet.

Der Bahnbetrieb entspricht dem RB ISB IOP und erfährt mit dem vorliegenden Auflageprojekt keine Änderung. Die Umsetzung wird durch die BLS gewährleistet und ist nicht Bestandteil des Auflageprojektes.

8.4 Fachbereich Sicherungsanlagen

Die Sicherungsanlage wird durch das vorliegende Projekt nicht verändert. Die IOP-Nachweise im Bereich Sicherungsanlagen werden somit nicht tangiert.

8.5 Fachbereich Telekom

In diesem Projekt werden keine Anpassungen an den bestehenden Systemen vorgenommen.

8.6 Zusammenfassung

Aufgrund der oben aufgeführten Ergebnisse wird der Nachweis der Interoperabilität erfüllt. Das Projekt entspricht den technischen Spezifikationen für die Interoperabilität.

9 Sicherheitsbericht

9.1 Grundsätzliches

Alle Anlagen werden entsprechend den gültigen Vorschriften und den einschlägigen Normen und Bestimmungen konstruiert und ausgeführt. Insbesondere werden die Verordnung über Bau und Betrieb der Eisenbahnen vom 1. Juli 2020 (Eisenbahnverordnung, EBV, SR 742.141.1) samt Ausführungsbestimmungen (AB-EBV, SR 742.141.11) vom 1. November 2020 berücksichtigt.

Die BLS Netz AG bestätigt hiermit, dass in casu die technische Prüfung und Kontrolle der Projektvorlage von Organen der BLS AG vorgenommen wurde und das Projekt den massgebenden Bestimmungen der Eisenbahn- und Elektrizitätsgesetzgebung sowie den BLS-internen Weisungen entspricht.

9.2 Bauphase

Die Bauausführung erfolgt, wo der Gleisbereich nicht tangiert ist, während des regulären Zugsverkehrs unter Einhaltung der Sicherheitsvorschriften der BLS Netz AG. Im Gleisbereich erfolgen die Arbeiten in einer Totsperrung oder es wird Nacharbeit angeordnet, wenn die Betriebs- und Personensicherheit dies notwendig machen, bzw. die Arbeiten nur bei gesperrtem Gleis möglich sind. Arbeiten im Tunnel dürfen nur im gesperrten Gleis ausgeführt werden. Bei Arbeiten im Gefahrenbereich von Fahrleitungen und Zugsverkehr werden Sicherheitsmassnahmen nach den einschlägigen Vorschriften ergriffen. Die Mindestabstände zur Gleisachse sowie die Bestimmungen des Lichtraumprofils und die Abstände zu spannungsführenden Anlagen werden eingehalten.

9.2.1 Gefährdungsbilder und Massnahmen

Tabelle 9-1: Übersicht Gefährdungsbilder und Massnahmen

Gefahren	Wahrscheinlichkeit	Mögliches Schadensausmass	Risikobeurteilung	Massnahmen
Gefährdung des Zugverkehrs durch die Bautätigkeit (Zusammenstoss Baumaschinen und Züge) Gefährdung von Personen durch die Bautätigkeit	mittel	gross (Personen- und Materialschäden, Betriebsunterbruch)	gross	Einhalten des Sicherheitsdispositivs, des R RTE 21100, der BLS- und SUVA-Vorschriften; Arbeiten in Zugspausen oder gesperrten Gleisen, Nacharbeiten; Abschränkungen, Arbeiten mit Sicherheitswärter (Arbeitsgleis) sind nicht erlaubt.
Arbeiten mit Baumaschinen im Bereich der eingeschalteten Fahrleitungen Kurzschluss bei Annäherung der Baumaschine an die Fahrleitung Gefährdung von Personen durch Stromschlag	klein	mittel (Personenschäden)	mittel	Abschalten und Erden der Fahrleitung oder Demontieren in einem möglichst grossen Bereich um die Arbeitsstelle Erden und Begrenzen der Maschinenhöhe. Konsequente Einhaltung der Schutzmassnahmen gemäss R RTE 21100, BLS- und SUVA-Vorschriften Sicherheitsdispositive, Abschränkungen
Entgleisung infolge Gleisabsenkung oder Gegenstand auf Gleis	mittel	gross (Personen und Materialschäden, Betriebsunterbruch)	gross	Durchführung der Arbeiten in Totalsperrung (keine Gleiskontrollen notwendig)
Gefährdung des Zugverkehrs durch Verletzung LRP durch Instandsetzungsmassnahmen am Tunnelgewölbe (Spritzbetonauftrag, Abdichtungen, Ableitungen) Kollision zwischen Zügen und Bauwerk	klein	gross (Personen- und Materialschäden, Betriebsunterbruch / Betriebseinschränkungen, verspätete Inbetriebnahme)	mittel	Gleisabsenkung zur Gewährleistung des Lichtraumprofils Projektierung der Massnahmen anhand von Scanaufnahmen Prüfung des Lichtraumprofils vor Inbetriebnahme
Privatpersonen auf Baustelle	mittel	mittel (Personenschäden)	mittel	Klare Führung der Passanten, klare Signalisation und Anschrift Abschränkung der Baustelle und Wegweisung Klare Trennung Baustelle / Bereich der Passanten. Einhaltung der SUVA-Vorschriften.
Gefährdung Umwelt (Altlasten, Verschmutzung Baugrund, Grundwasser, Oberflächengewässer)	klein	mittel	klein	Auflagen an Baumeister, Projektbegleitung durch Spezialisten, Fachbauleitung

Gefahren	Wahrscheinlichkeit	Mögliches Schadensausmass	Risikobeurteilung	Massnahmen
Geologie (tragfähiger Baugrund, instabile Gräben, wasserführende Schichten, Nachbrüche, ungenügende Tragfähigkeit Bauzustand)	mittel	gross	gross	Baugrunduntersuchungen Geologisch-geotechnische Begleitung, Fachbauleitung, Auflagen an Baumeister
Erdbeben	klein	Personen- und Materialschaden	klein	Akzeptieren des Risikos während der Bauphase
Setzungen oberhalb Tunnel	gross	mittel (Materialschaden)		laufende Überwachung während Unterfangung der Gewölbewiderlager Sicherung der Gewölbewiderlager mit Ankern Zustandsdokumentation an Bauwerken oberhalb der Tunnels
Veränderte Verkehrsführung (insbesondere im Bereich Berner Kreisel)	klein	klein (Personen- und Materialschaden)	klein	Absprache der Massnahmen mit Kantonspolizei, kantonalem Tiefbauamt, Gemeinde klare Signalisation Trennung von Fussgängern und motorisiertem Verkehr Minimierung der Umstellungen während den Bauarbeiten

9.2.2 Organisatorische Aspekte

Die Sicherheit ist auf allen Stufen und bei allen Beteiligten ein Thema. Die Sicherheit ist sowohl bei Projektsitzungen wie auch bei den Bausitzungen ein Standardtraktandum.

Für die Bauarbeiten im Gleisbereich wird fallweise ein Sicherheitsdispositiv gemäss dem Reglement R RTE 20100 erstellt.

Die Baustelle wird bezüglich Sicherheit regelmässig auditiert. Die Ergebnisse werden besprochen und dokumentiert; entsprechende Massnahmen werden angeordnet.

9.3 Betriebsphase

Tabelle 9-2: Sicherheit Betriebsphase

Gefahren	Wahrscheinlichkeit	Mögliches Schadensausmass	Risikobeurteilung	Massnahmen
fremde Personen im Tunnel und Gleisbereich	klein	Personenschaden	mittel	Absperrung in kritischen Bereichen, Montage von Verbotsschildern, klare Wegweisung. Signalisation an Portalen, dass kein Dienstweg vorhanden ist.
Unterhalts- bzw. Instandsetzungsarbeiten im Tunnel Bauwerksinspektionen	gross	Personen- und Materialschaden	klein	Umsetzung Prinzip «Fahren oder Erhalten» Sämtliche Arbeiten dürfen nur nach den Vorgaben eines

Gefahren	Wahr-schein-lichkeit	Mögliches Schadens-ausmass	Risiko-beurtei-lung	Massnahmen
				Sicherheitsdispositives gemäss RTE20100 ausgeführt werden Signalisation an Portalen, dass kein Dienstweg vorhanden ist Unterhaltsarme Projektierung der Bauteile mit langer Nutzungsdauer
Stromschlag	klein	Personen-schaden	mittel	Schutzabstände einhalten Arbeiten wenn möglich unter demontierter bzw. ausgeschalteter Fahrleitung Verladeaktivitäten nicht verändern
Sabotage	klein	Personen- und Materi-alschaden	klein	Absperrungen Umzäunungen Warntafeln Notfallplan
Vandalismus	klein	Material-schaden (Die Anlage weist keine speziell heiklen Anlagenteile auf.)	klein	Absperrungen teilweise Umzäunungen Warntafeln
Zusammenstoss zwischen zwei Zügen	sehr klein	Personen- und Materi-alschaden	mittel	signalmässige Fahrten moderne Sicherungsanlagen
Zugsentgleisung (Veränderung Gleislage, Witterungs- oder Umwelteinflüsse, Anprall)	klein	Personen- und Materi-alschaden	gross	Einhaltung der Fachvorschriften Einhaltung der Geschwindigkeiten geeigneter Unterhalt von Fahrzeugen und Anlagen
Gleisverwerfung	klein	gross	klein	Einhalten der Fachvorschriften Gleisbau. Umsetzen der Unterhaltsmassnahmen im Bereich Schottergleis
Erdrutschungen an Böschungen in Einschnitten	mittel	Personal- und Materi-alschaden, Betriebsunterbruch	mittel	Verbesserung der Stabilität der Böschungen Minimierung Eingriffe in Böschungen
nicht funktionierende Entwässerung	klein	mittel	klein	periodische Spülung der Leitung

10 Land- und Rechtserwerb

Für das Bauvorhaben ist der temporäre Landerwerb gemäss den Beilagen Nr. 09.01.01 bis 09.01.11 Landerwerbspläne sowie Beilage Nr. 09.02 Grunderwerbstabelle erforderlich.

Definitiver Landerwerb

Für das vorliegende Projekt ist kein definitiver Landerwerb erforderlich.

Dienstbarkeiten und temporäre Verhandlungen

Für die Installationsflächen und Zufahrten sind temporäre Landbeanspruchungen notwendig. Die Grunderwerbstabelle über die erforderlichen temporären Landbeanspruchungen liegt als Beilage Nr. 09.02 bei. Die betroffenen Parzellen befinden sich im Eigentum verschiedener privater Eigentümer, der Einwohnergemeinde Grosshöchstetten, dem Kanton Bern und der BLS Netz AG.

Im Zuge der Detailbearbeitung haben sich zusätzlich unterirdische Bauhilfsmassnahmen in Form von Selbstbohrankern (Felsnägeln) ergeben, welche punktuell in Nachbarparzellen hineingreifen. Diese Erdanker liegen in einer Tiefe von rund 7 - 12 m unter Terrain und führen zu keiner Einschränkung der oberirdischen Nutzung oder Überbaubarkeit der betroffenen Grundstücke.

Für diese untergeordnete, ausschliesslich im Untergrund liegende Beanspruchung sollen keine Dienstbarkeiten im Grundbuch begründet werden. Die rechtliche Sicherung erfolgt im Rahmen des vorliegenden Plangenehmigungsverfahrens. Die definitive Regelung mit den betroffenen Grundeigentümern soll – soweit möglich – einvernehmlich und privatrechtlich erfolgen.

Stand der Verhandlungen

Die BLS ist mit allen betroffenen Eigentümern in Kontakt und die nötige Vereinbarung wurde zugestellt. Zurzeit sind die Parteien in Verhandlung, es wird erwartet, dass der Rechtserwerb freihändig erfolgt.

11 Kosten und Finanzierung

11.1 Kosten

Die Tabelle 11-1 umfasst die Kosten für das vorliegende Bauvorhaben.

Die Gesamtkosten wurden mit einer Genauigkeit von $\pm 10\%$ auf CHF 16'550'000 geschätzt. Der Kostenvoranschlag präsentiert sich wie folgt:

Tabelle 11-1: Kostenvoranschlag in CHF, Auflageprojekt $\pm 10\%$

Beschreibung	Bahn
Allgemeines (Honorare und Sicherheit)	4'860'000
Bahnersatz	850'000
Ingenieurbauwerke	
• Allgemeiner Tiefbau	2'360'000
• Fahrbahn Unterbau	2'065'000
• Publikumsanlagen Tiefbau	0
• Verkehrsflächen	650'000
• Kunstbauten	1'415'000
Hochbauten	
• Gebäude (Realisierung)	0
• Publikumsanlagen (Realisierung)	0
Bahntechnik	
• Fahrbahn	2'460'000
• Signaltechnik	100'000
• Bahnstrom	1'035'000
• Niederspannung / Telecom	705'000
Erwerb von Grund und Rechten	50'000
Total (exkl. MwSt.)	16'550'000

11.2 Finanzierung

Das Projekt wird mit Mitteln aus der Leistungsvereinbarung mit dem Bund finanziert. Die notwendigen Mittel sind in den Leistungsvereinbarungen 2025 - 2028 und 2029 - 2032 vorgesehen.

12 Aussteckung

Das Aussteckungskonzept und die Kennzeichnung der Punkte im Gelände ist in Aussteckungskonzept und -plänen (Beilagen Nr. 09.03.01 bis 09.03.05 und 09.04) ersichtlich. Es werden ausgesteckt:

- neue Gleisachse
- Flächen mit temporärer Beanspruchung (z. B. für Installationsplätze)
- ökologische Ersatzflächen
- Stützkonstruktionen
- Mastfundamente

13 Termine

13.1 Projektablauf

Tabelle 13-1: Projektablauf

Projektschritt	Datum
Bearbeitung Bauprojekt/PGV	Feb. 26 – Juli 26
Plangenehmigungsverfahren / Genehmigung	Juli 26 – Aug. 27
Bearbeitung Ausführungsprojekt	Juli 27 – Jan. 28
Baubeginn	Jan. 28
Totalsperre	03. Juni – 19. Aug. 28
Bauvollendung	04. Oktober 28
Projektabschluss	Juli 29

13.2 Bauablauf und Bauphasenplanung

Der Bauablauf und die Bauphasenplanung werden in der Beilage Nr. 08.01 Bauprogramm beschrieben.

14 Projektorganisation

Bauherrschaft

BLS Netz AG

Freiburgstrasse 130
3001 Bern

vertreten durch

Multiprojekte & Ingenieurbau

Leiter Multiprojekte & Ingenieurbau

Yves Zollinger

Tel. 058 / 327 40 83

E-Mail yves.zollinger@bls.ch

Projektleiter

Simon Peter

Tel. 058 / 327 27 22

E-Mail simon.peter@bls.ch

Projektverfasser

Allianz GHT

Vertreten durch Gähler und Partner AG

Gesamtleiter Planung: Rolf Reichmuth

Tel. 056 200 95 60

E-Mail r.reichmuth@gpag.ch

Fragen und Korrespondenz während des Plangenehmigungsverfahrens sind an den zuständigen Projektleiter zu richten.

15 Grundlagen

- [1] Projektierungsvorgaben Ingenieurbau - Stützbauwerke, Teil 3 - Instandsetzung
Übrige Mauertypen, SBB / BLS, 1. Februar 2021
- [2] Geo- und umwelttechnischer Bericht, Bettungs- und Untergrundverhältnisse sowie Schadstoffbelastung des Schotters, IBES Baugrundinstitut GmbH, Basel, 15. Juli 2010
- [3] Biglen-Grosshöchstetten, Oberbauerneuerung km 13.800 - 14.430, BLS 2013
- [4] Projektierungsassistent Ingenieurbau - Tunnelinstandsetzung, SBB Infrastruktur, 15. Februar 2018
- [5] Projektunterlagen «Tunnelverlängerung EBT bei Anschluss Biglen», Ingenieurbüro Moor, Bern, 29. Februar 1972
- [6] Vorschlag und Offerte «Sanierung des nördlichen Tunnels», Laich SA, Avegno, 20. Juni 1990
- [7] PAW «Abdichtungs- und Rekonstruktionsarbeiten» an GHT I-II, Rothpletz Lienhard, Aarau, März 1933
- [8] Div. Pläne und Dokumente aus der Bauzeit GHT I-II
- [9] Ausnahmetransportrouten, Geoportal-Karte des Kanton Bern, Olten, Aufgerufen: 5. August 2024
- [10] Richtlinie Sicherheitsanforderungen für bestehende Eisenbahntunnel, BAV, 31. Oktober 2022
- [11] Richtlinie Entwässerung von Eisenbahnanlagen, BAV/BAFU, August 2018
- [12] Sondagen im GHT I und II zur Erkundung der Fundamenttiefe und -dicke der Tunnelgewölbe im GHT I und II, Rothpletz, Lienhard + Cie AG, 14.10.2025
- [13] Kanal TV Aufnahmen GHT I und II sowie Zwischeneinschnitt, Rufener AG, 09.10.2025
- [14] Kanal TV Aufnahmen Einschnitt Biglen, Infragon Ingenieure AG, 09.04.2026
- [15] Verlegeplan IC003635_GH-Tunnel_Verlegeplan-W4-GI91_IPFP, Biglen – Grosshöchstetten, Nachführung 29.11.2023, ue55957
- [16] Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung (AB-EBV), BAV, 2024
- [17] VSS SN 640350 Oberflächenentwässerung von Strassen; Regenintensitäten, 01.03.2019
- [18] AB-EBV 742.141.11 Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung, vom 17. Mai 2024 (Stand am 01. Juli 2024)
- [19] SR 734.2 Verordnung über elektrische Starkstromanlagen (Starkstromverordnung), vom 30. März 1994 (Stand am 01. Juni 2019)
- [20] SR 734.1 Verordnung über elektrische Schwachstromanlagen, vom 30. März 1994 (Stand am 20. April 2016)
- [21] SR 734.31 Verordnung über elektrische Leitungen (Leitungsverordnung, LeV), vom 30. März 1994 (Stand am 01. August 2025)
- [22] SR 742.141.1 Verordnung über Bau und Betrieb der Eisenbahnen (Eisenbahnverordnung, EBV), vom 23. November 1983 (Stand am 01. Juli 2024), inkl. deren Ausführungsbestimmungen und Kommentare

- [23] SR 814.710 Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV), vom 23. Dezember 1999 (Stand am 01. November 2023).
- [24] BAV-511.5-00024/00016 Richtlinie Vogelschutz (Stand am 01.November.2021)
- [25] EN 50122-1:2022 Bahnanwendungen - Ortsfeste Anlagen - Elektrische Sicherheit, Erdung und Rückleitung
- [26] D RTE 27900 Rückleitungs- und Erdungshandbuch (Stand 01.November.2021)