Beilage Nr. 01.95

Kanton Bern

Gemeinde Grosshöchstetten

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

Grosshöchstetten
Erneuerung Grosshöchstettentunnel
km 13.475 - 14.533

IC/003635

Auflageprojekt 2026

Sachverständigenbericht nach RL UP-EB, Fachbereich Ingenieurbau

BLS Netz AG Projekte & Technologie Freiburgstrasse 130, CH-3001 Bern	**Verfasst:** Name: J. Portner / N. Vasic	**Geprüft:** Name: J. Portner	
i.V. Leiter Kunstbauten Naturgefahren Umwelt Bern, 29. Juni 2026 Qualifizierte elektronische Signatur · Schweizer Recht Yves Zollinger Leiter Multiprojekte & Ingenieurbau BLS	Gesamtprojektleiter, BIPMW, BLS Netz AG Bern, 29. Juni 2026 Qualifizierte elektronische Signatur · Schweizer Recht Simon Peter GPL BLS		
	Rev.	Bemerkungen	Datum:
		Def. Version PGV-Dossier	29.06.2026
	A		
VERFASSER: **EBP Schweiz AG** Mühlebachstrasse 11, 8032 Zürich EBP	B		
	C		
	D		
	E		
	F		

Projektteam

Jürg Portner
Nikola Vasic

EBP Schweiz AG
Mühlebachstrasse 11
8032 Zürich
Schweiz
Telefon +41 44 395 16 16
info@ebp.ch
www.ebp.ch

01.95_GHTU_SV-Bericht_v1.0_20260629.docx
Projektnummer: 220'395

Zürich, 29.06.2026

Jürg Portner .....

Nikola Vasic .....

Änderungsverzeichnis

Version	Bemerkungen	Autor	Datum	Korreferent
0.8	Entwurf	POJ	19.06.2026	
1.0	**Def. Version PGV-Dossier**	**VAN, POJ**	**29.06.2026**	**POJ, VAN** **B. Friedli (BLS)**

Inhaltsverzeichnis

1.	Sachverständigenprüfung nach RL UP-EB, Fachbereich Bautechnik, Teilsystem Infrastruktur, Prüfgegenstand Ingenieurbauwerke allgemein / Tragkonstruktionen und Eisenbahntunnel	4
	1.1 Auftrag	4
	1.2 Projektbeteiligte	4
2.	Gegenstand der Prüfung	5
	2.1 Auftrag	5
	2.2 Abgrenzung	6
3.	Zur Verfügung gestellte Unterlagen	6
	3.1 Auflage- / Plangenehmigungsprojekt, Dossier 01.07.2026	6
	3.2 Weitere nachverlangte Unterlagen	7
4.	Grundlagen	7
5.	Prüfung und Ergebnisse im Einzelnen	8
	5.1 Prüfgrundsätze	8
	5.2 Allgemeine, übergeordnete Aspekte	10
	5.3 Tunnel Grosshöchstetten I und II	15
	5.4 Offene Abschnitte	21
	5.5 Nischen	23
6.	Gründe allfälliger Abweichungen	23
	6.1 Schutznischen für das Personal	23
	6.2 Verzicht auf den Dienstweg in den Tunnels	24
7.	Auflagen und Empfehlungen	25
8.	Zusammenfassung des Prüfergebnisses	26

Anhangsverzeichnis

A1	Inhaltsverzeichnis PGV-Dossier, 01.07.2026
A2	Vorprüfung und Berücksichtigung im Projekt

1. Sachverständigenprüfung nach RL UP-EB, Fachbereich Bautechnik, Teilsystem Infrastruktur, Prüfgegenstand Ingenieurbauwerke allgemein / Tragkonstruktionen und Eisenbahntunnel

1.1 Auftrag

EBP Schweiz AG, namentlich die Sachverständigen / Prüfingenieure Jürg Portner und Nikola Vasic, sind von der BLS Netz AG beauftragt die Sachverständigenprüfung nach RL UP-EB im Fachbereich Ingenieurbau durchzuführen und mit dem Sachverständigenbericht zu dokumentieren.

Der Prüfauftrag umfasst den Fachbereich Bautechnik, Teilsystem Infrastruktur; vorliegend relevant sind die Prüfgegenstände 7. Erdbauwerke, 8. Stützbauwerke, 10 Hang- und Böschungssicherungen und 11. Eisenbahntunnel / Galerien.

1.2 Projektbeteiligte

<u>Auftraggeber:</u>

BLS Netz AG, Projekte & Technologie
Freiburgstrasse 130
3001 Bern
Projektleiter: Simon Peter

<u>Projektverfasser:</u>

Projektallianz Grosshöchstettentunnel, vertreten durch:
Gähler Partner AG
Sonnenbergstrasse 1
5408 Ennetbaden
Projektleiter: Rolf Reichmuth

<u>Sachverständiger:</u>

EBP Schweiz AG
Mühlebachstrasse 11
8032 Zürich
Sachverständige:

PL, Tunnel, Geotechnik:	Jürg Portner
PL Stv. Tunnel, Geotechnik	Nikola Vasic

2. Gegenstand der Prüfung

2.1 Auftrag

Gegenstand der Prüfung ist das Auflageprojekt Erneuerung Grosshöchstettentunnel I + II inkl. Portalvorzonen und Zwischenabschnitt.

Der vorliegende SV-Bericht dokumentiert die Prüfung und Beurteilung der Tunnelobjekte GHT I und II und den Böschungen und Stützbauwerken im Zwischeneinschnitt und der Portalvorzonen.

Die wesentlichen Bauteile und zugehörenden Massnahmen sind folgende:

Tunnel GHT I+II:

— Sohlabsenkung mit Betonsohlplatte
— Instandsetzung Gewölbe
— Entwässerungsneubau

Portalvorzonen und Zwischeneinschnitt:

— Sohlabsenkung
— Böschungsstabilität
— Entwässerungsneubau

Bahntechnik (nicht Bestandteil des Prüfumfangs):

— Fahrbahnerneuerung (Ersatz in abgesenkter Lage)
— Technische Anlagen
— Erneuerung Kabelkanalisation, Kabelersatz
— Fahrleitungsanlage (Ersatz Kettenwerk durch Deckenstromschiene), inkl. neue Fahrleitungsmasten und -fundamente
— weitere

Das Projekt macht aus Gründen fehlender Verhältnismässigkeit Anträge für Ausnahmegenehmigungen.

Für folgende Abweichungen wird ein Gesuch um Ausnahmebewilligung eingereicht (siehe Kapitel 6.1):

— Schutznischen für das Personal (Abweichungen Nischenabmessungen und Nischenabstände)

Die Prüfung des Projektdossiers erfolgte anhand der BAV-Richtlinie Unabhängige Prüfstellen ([3]) vom 18.12.2020 im Fachbereich Bautechnik, Teilsystem Infrastruktur, für die im Kapitel 1.1 Auftrag aufgeführten Prüfgegenstände.

Bei der durchgeführten Prüfung handelt es sich um eine sicherheitsorientierte Prüfung der Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit. Die Projektunterlagen wurden auf ihre Vollständigkeit, Korrektheit, Plausibilität und Nachvollziehbarkeit geprüft.

Die Befunde der Sachverständigenprüfung des Projektes sind im Kapitel 5 erörtert, begründet und dokumentiert.

Die Prüfung der Abweichungen von normativen Anforderungen wird im Kapitel 6 erörtert, beurteilt und dokumentiert.

2.2 Abgrenzung

Die vorliegende Sachverständigenprüfung nach RL UP-EB umfasst den Fachbereich Bautechnik, Teilsystem Infrastruktur, Prüfgegenstand Ingenieurbauwerke allgemein / Tragkonstruktionen und Eisenbahntunnel.

Insbesondere die nachfolgenden Fachbereiche sind nicht Gegenstand der vorliegenden Prüfung:

— Bahntechnik; einschliesslich Geomatik, Fahrbahn, Technische Anlagen, Kabelanlagen, Telecom, Fahrstrom (inkl. Beurteilung elektrischer Schutzabstand)
— Fachbereich Betrieb
— Fachbereich Fahrzeuge
— Fachbereich Sicherheitstechnik
— Fachbereich Arbeits- und Betriebssicherheit

Die vorgenannten Fachbereiche der Bahntechnik, einschliesslich Geomatik und Fahrbahn werden im SV-Bericht nur mitbehandelt, wenn sie im Schnittstellenbereich zum Bauwerk eine Relevanz haben.

Nicht Gegenstand der durchgeführten Prüfungen sind ferner Themen der Umwelt, Strassenbau, Materialbewirtschaftung, Land und Rechte, Aussteckung, Betriebskonzept, Risikoanalyse, insbesondere auch nicht die Themen Lärm, Luft, Emissionen während der Bauphase sowie die Arbeitsstellen- und Betriebssicherheit.

3. Zur Verfügung gestellte Unterlagen

3.1 Auflage- / Plangenehmigungsprojekt, Dossier 01.07.2026

Das PGV-Dossier vom 01.07.2026 umfasst die Dokumente gemäss Anhang A1.

Für die Sachverständigenprüfung der Tunnelobjekte, Zwischenabschnitt und Stützbauwerke wurden untenstehend aufgelistete Dokumente mit Stand 15.06.2026 geprüft. Für die Finalisierung und abschliessende Fassung des vorliegenden SV-Berichtes erfolgte vor Abgabe eine Prüfung der Dokumente (Dossier 01.07.2026, Vorabzüge an uns zur Schlusskontrolle am 26.06.2026) mit Fokus auf den SV-relevanten Inhalt zur Bestätigung der Aussagen im SV-Bericht.

— 01.04 Technischer Bericht
— 01.92 Nutzungsvereinbarung
— 01.93 Projektbasis
— 01.94.01 Statik Tunnel

— 01.94.02 Statik Einschnitt
— 01.94.03 Statischer Bericht Gabionen bei Schächten
— 02.01.01 Gesuch um Beibehaltung der bestehenden Schutznischen
— 04.01 Situationsplan
— 06.01 Längenprofile
— 06.01 Normalprofile
— 08.04.02 Abdichtung Tunnelverlängerung
— 10.05.02 Geologischer Bericht
— 10.05.06 Einordnung Geotechnische Verhältnisse
— 12.304.01 Gabionenwände bei Schächten
— 12.401.01 Differenzstützmauer Trasseverschiebung
— 12.901 Überwachungskonzept *

Folgende Dokumente wurden nicht geprüft, aber als Grundlage für die Sachverständigenprüfung beigezogen:
— 10.05.03 Materialtechnische Untersuchung Tunnel I
— 10.05.04 Materialtechnische Untersuchung Tunnel II
— 10.91.01 Hauptinspektionsbericht Tunnel I
— 10.91.02 Hauptinspektionsbericht Tunnel II
— 12.501.01-1 Abwicklungsplan GHT I
— 12.501.01-2 Abwicklungsplan GHT II
— 12.501.01-3 Ansichtsplan GHT I
— 12.501.01-4 Ansichtsplan GHT II

Alle übrigen Dossierunterlagen (Dossierinhaltsverzeichnis siehe Anhang A1) wurden nicht beigezogen.

3.2 Weitere nachverlangte Unterlagen

Auf Anregung des Sachverständigen wurde das Überwachungskonzept als zusätzliche Beilage in das Dossier aufgenommen (vgl. oben * 12.901).

4. Grundlagen

Grundlagen Bund und BAV:

[1] Eisenbahnverordnung (EBV), Bund, 23. November 1983 (Stand 01.01.2021)
[2] Verordnung über das Plangenehmigungsverfahren für Eisenbahnanlagen (VPVE), 2. Februar 2000 (Stand am 1. November 2014)
[3] Richtlinie Unabhängige Prüfstellen Eisenbahnen (RL UP-EB), BAV, V3.0, 18.12.2020
[4] Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung (AB-EBV), BAV, Stand 01.07.2024
[5] Richtlinie IOP-Anforderungen an Strecken des Ergänzungsnetzes (RL IOP), BAV, 01.05.2016
[6] Richtlinie Sicherheitsanforderungen für bestehende Eisenbahntunnel, BAV, 31. Oktober 2022

[7] Richtlinie Erdbebensicherheit von Eisenbahnanlagen, BAV, V 1.1, 01.12.2020

Einschlägige Normen der Fachverbände (SIA, VSS, usw.), Regelwerk Technik Eisenbahn RTE sowie weitere Richtlinien und Weisungen; Auswahl relevanter Grundlagen:

[8] SIA 197/1, Projektierung Tunnel - Bahntunnel, 01.08.2019
[9] SIA 269, Grundlagen der Erhaltung von Tragwerken, 01.01.2011
[10] SIA 269/1, Einwirkungen auf bestehende Tragwerke
[11] SIA 269/6, Mauerwerksbau, Teil1 Naturstein und Teil 2: künstliche Steine
[12] SIA 269/7, Geotechnik
[13] SIA 269/8, Erdbeben
[14] Selbstrettungsmassnahmen in Tunnel, Regelwerk SBB, I- 20036, 01.11.2020
[15] Überwachung der Bahntechnikanlagen bei gleisnahen Baustelle, Regelwerk SBB, I-50009, 01.11.2011

Projektdokumente:

[xx] siehe Anhang A1 Inhaltsverzeichnis PGV-Dossier, 01.07.2026

Wir verwenden in vorliegendem SV-Bericht folgende Abkürzungen:

GHT	Grosshöchstettentunnel
PV	Projektverfasser
TB	Technischer Bericht
NV	Nutzungsvereinbarung
PB	Projektbasis
LRP	Lichtraumprofil
BP / PGV	Bauprojekt, PGV-/Auflageprojekt

5. Prüfung und Ergebnisse im Einzelnen

5.1 Prüfgrundsätze

5.1.1 Wann wurde geprüft, Prüfprozess

Das Projekt wurde erstmalig schon das Vorprojekt geprüft und im Zuge der Auflageprojekterstellung fanden mehrere Prüfworkshops statt. Die Erkenntnisse aus diesen Vorprüfungen sind in das jetzt zur Prüfung vorgelegte Auflageprojekt eingeflossen.

Die vorliegende aktuelle Prüfung Phase PGV / Bauprojekt erfolgt nun als Sachverständigenprüfung des Auflageprojektes auf Basis der zur Verfügung gestellten Dossierunterlagen.

Am 05.06.2026 erfolgte die SV-Vorprüfung der Vorabzüge der Dokumente für die Tunnel GHT I und II sowie für den Zwischenabschnitt (offener Einschnitt), welche uns am 19.05.2026 von der BLS resp. vom PV zur Verfügung gestellt wurden.

Die Aspekte der Vorprüfung und Überarbeitung sind im Anhang A2 Vorprüfung und Berücksichtigung im Projekt dokumentiert. Als fehlend oder hinsichtlich SV-Prüfung ungenügend eigenstufte Aspekte wurden danach vom PV ergänzt, bereinigt, durch Nachreichungen beantwortet und in die Dokumente des PGV-Dossiers eingearbeitet.

Das Ergebnis sind die Dokumente Vorabzug 15.06.2026. Diese bilden die Beurteilungsgrundlage für die Befunde, Aussagen, Auflagen und Empfehlungen in der vorliegenden Schlussfassung des SV-Berichtes. Nach Erhalt dieser definitiven Unterlagen wurde vom Sachverständigen verifiziert, ob die Hinweise aus der Vorprüfung eingeflossen sind resp. die Unterlagen weitere Anpassungen erfahren haben.

Alle Fragestellungen der Vorprüfung wurden bearbeitet und eingearbeitet. Die Berücksichtigung resp. allfällige Bearbeitungspendenzen sind in der Tabelle im Anhang A2 dokumentiert.

5.1.2 Wie wurde geprüft

Die Kontrolle des Projektes auf Konformität mit den Anforderungen konzentrierte sich auf die Einhaltung der AB-EBV, einschlägigen Normen und Vorschriften, auf die Vollständigkeit, die Konsistenz in den Unterlagen sowie auf die Richtigkeit der Schlussfolgerungen und die richtige Umsetzung in den Massnahmen, soweit sie in unserem Prüfumfang enthalten sind.

Neben der Prüfung und Beurteilung des Tragwerkskonzeptes haben wir die Nachvollziehbarkeit der Statik-Berichte sowie die verwendeten Grundlagen, Modelle und Annahmen geprüft. Dabei wurde die Konsistenz der geologischen Berichte, der PB sowie der Statikberichte überprüft. Die Berechnungen wurden auf Anwendung von richtigen Modelle, der Plausibilität sowie Übereinstimmung mit den Grundlagen und Annahmen geprüft. Es ging darum, zu prüfen, ob alle massgebenden Einflüsse erkannt und berücksichtigt worden sind sowie die Tragwerks-, Baugrund-, Last- und Berechnungsmodelle adäquat gewählt und angewendet wurden.

Für die allgemeine Projektbeurteilung wurden zusätzlich Erfahrungen von unter vergleichbaren Bedingungen ausgeführten Instandsetzungsprojekten von Bahntunnel beigezogen.

5.1.3 Was wurde geprüft, Fragestellung

Siehe Folgekapitel 5.2 und folgende.

5.1.4 Ergebnis der Prüfung

Siehe Folgekapitel 5.2 und folgende.

Fallweise werden Auflagen und Empfehlungen festgehalten, welche im Kapitel 6.2 am Schluss des Berichts als Übersicht nochmals gesammelt zusammengestellt werden.

5.2 Allgemeine, übergeordnete Aspekte

Dieses Kapitel beinhaltet die Prüfung der Grundsätze und übergeordneten Aspekte des Projektes und widmet sich den Grundlagen und insbesondere der Nutzungsvereinbarung und Projektbasis. Dabei werden die Erfüllung der Projektanforderungen, Normkonformität, Materialien, Nutzungsdauer und Geologie beurteilt.

5.2.1 Dossier

Das Dossier ist gestützt auf die Verordnung über das Plangenehmigungsverfahren für Eisenbahnanlagen ([2]), Art. 3 Abs. 1 und 2 vollständig.

Das vorliegende Auflage- resp. PGV-Projekt basiert auf den geltenden Normen- und Regelwerken und ist durchdacht, begründet und nachvollziehbar konzipiert. Die Detaillierung stützt sich auf die Vorgaben und Anforderungen.

Der Umfang, die Bearbeitungstiefe sowie die verwendeten Grundlagen sind gut und Phasen-gerecht.

5.2.2 IOP / TSI, Sicherheit für bestehende Eisenbahntunnel

Die Strecke liegt auf dem IOP-Ergänzungsnetz, womit die Bestimmungen zur Interoperabilität teilweise zur Anwendung kommen würden. Das vorliegende Projekt ist aber eine reine Instandsetzung mit Austauscharbeiten an Teilsystemen (Fahrbahn 1:1-Ersatz, Entwässerung, Instandsetzung, Fahrleitungsersatz), welche keine Leistungssteigerung bewirken.

Es handelt sich also um eine Erneuerung ohne signifikante Änderung, weshalb hinsichtlich Interoperabilität die Richtlinie Sicherheitsanforderungen für bestehende Eisenbahntunnel, BAV, 31. Oktober 2022 ([6]) massgebend ist.

Die Richtlinie legt fest, welche Sicherheitsanforderungen an bestehende Eisenbahntunnel gestellt werden und erfüllt werden müssen. Die beiden Tunnels Grosshöchstetten I+II sind der Tunnelklasse A zugeordnet.

Die Massnahmen I01 bis I11, I13, I20, I24 bis 26 müssen gemäss der erwähnten Richtlinie entweder erfüllt werden (X) oder deren Umsetzung ist im Sinne der Verhältnismässigkeit zu prüfen (P). Für die Grosshöchstettentunnel I+II (jeweils Tunnelklasse A) sind die Massnahmen Ingenieurbau I03 bis I11, I13 massgebend, wobei nur I03 als erforderliche Massnahme relevant ist:

Ergebnis der Prüfung:

I01, (1)	-	Fluchtmöglichkeit: *keine Anforderung*.
I01, (2)	-	Wege vom Tunnel zu erkennbaren Sammelplätzen: *keine Anforderung*.
I02, (1)+(2)	-	Notbeleuchtung: *keine Anforderung*.
I03	X	Fluchtwegkennzeichnung: Die Fluchtwegkennzeichnung (Schilder) ist gemäss BAV-Richtlinie für bestehende Eisenbahntunnel ([6]) erforderlich; die Richtlinie I-20036 ([14]) fordert dasselbe, auch für Instandsetzungen und unabhängig der Tunnellänge; mit Fluchtwegschildern in beiden Tunnel wird die Richtlinie eingehalten (siehe NV Kapitel. 4.10.4).
I04	-	Handlauf: *keine Anforderung*.
I05	-	Notausgänge: *keine Anforderung*.
I06	-	Querverbindungen: *keine Anforderung*.
I07	-	Sammelstellen: *keine Anforderung*.
I08	-	Helikopterlandeplätze: *keine Anforderung*.
I09, (2)	-	Zufahrten zu den Portalen: *keine Anforderung*.
I10	-	Löschwasserversorgung: *keine Anforderung*.
I11	-	Kommunikationsmittel: *keine Anforderung*.
I13	-	Ausreichende Entwässerung bei Leckagen: *keine Anforderung*.

Auflagen:

— Keine

Empfehlungen:

— keine

5.2.3 Nutzungsvereinbarung (NV)

Die NV ist vollständig, korrekt und im Sinne der SIA 260 entsprechend erstellt und legt die aktuellen und für das Projekt relevanten normativen oder projektspezifischen Ziele und Anforderungen fest.

Die Nutzungsdauer wird spezifisch pro Bauteil festgelegt und beträgt für das Tunnelgewölbe 50 Jahre (Restnutzungsdauer) und für die Tunnelsohle (Unterbau) 80 Jahre (neue planmässige Nutzungsdauer) und für die Entwässerung 60 Jahre (neue planmässige Nutzungsdauer).

Folgende Aspekte wurden, auch ausgehend von Anmerkungen im Zuge der Vorprüfung, korrekt in der NV ergänzend abgehandelt und festgelegt:

— Die Anforderung an Erdbeben bezieht sich auf die neue BAV-Richtlinie zur Erdbebensicherheit von Bahnanlagen ([7]). Gemäss der erwähnten Richtlinie werden die Bauwerksklassen (BWK), Erdbebenstreckenklasse (ESK) und Erdbebenzone nachvollziehbar hergeleiteten. Die Erdbebenstreckenklasse wurde auf Basis der neuen BAV-Richtlinie mit ESK II festgehalten und werden so wie gefordert durch den Betreiber festgelegt.
  Die in der NV aufgezeigte kumulative Erfüllung der 4 Kriterien der SIA 269 führt zur korrekten Schlussfolgerung, wonach auf einen Erdbebennachweis verzichtet werden kann.
— Regelung und Erörterung zum Umgang mit dem bautechnischen Nutzraum und Toleranzen im Kontext mit der Hebungsreserve: Ein bautechnischer Nutzraum wird nicht festgesetzt; an dessen Stelle wird aber für die Lichtraumprofilauswertung ein allseitiger Zuschlag von 3cm zum LRP hinzugefügt. Eine zusätzliche Raumfreihaltung ergibt sich durch die Hebungsreserve von 10 cm, welche anfangs gar nicht angetastet ist, und später nur sporadisch reduziert wird. Das Vorgehen ist verhältnismässig und zweckmässig.
— Auf Basis der Selbstrettungsanforderungen wurde die Erfordernis einer Fluchtwegkennzeichnung (Schilder im Tunnel mit Richtung und Distanz) in der NV ergänzt.
— Abweichungen von Normen sind korrekt ausgewiesen (Geometrie und Abstände Schutznischen, Verzicht auf Dienstweg).
— Die Gefährdungsbilder Erdbeben, Anprall und Brand sind bei den aussergewöhnlichen Einwirkungen abgehandelt.
— Es wurde festgehalten, dass ein künftiger Fahrbahnausbau im Einschnitt bei den Gabionen nicht ohne weiteres möglich ist, da für die Nachweisführung der Fahrbahnaufbau angesetzt wurde.

Die relevanten und geltenden gesetzlichen und normativen Vorgaben werden korrekt aufgelistet.

Gesuche um Bewilligungen von Abweichungen von Vorschriften (Ausnahmegenehmigung): siehe Kapitel 6 Gründe allfälliger Abweichungen.

Auflagen:

— keine

Empfehlungen:

— Wir empfehlen eine Harmonisierung der geplanten Nutzungsdauer von Unterbau und Entwässerung in den Tunnels, da sie ein gemeinsames zusammengefügtes Bauteil bilden.

5.2.4 Geologie/Hydrologie, Materialuntersuchungen

Das Dossier beinhaltete einen spezifisch für das Projekt erstellten geologischen Bericht, welcher die vorliegenden geologisch-hydrogeologischen Randbedingungen der Tunnelbauwerke sowie des offenen Bahneinschnittes dokumentiert und die Kennwerte für die geotechnischen Nachweise dokumentiert.

Gemäss neuer Richtlinie Erdbeben von Bahnanlagen ([7], Kap. 2.3) behandelt der Geologe in seinen geologischen Berichten auch die Standortgefährdung bezüglich Erdbeben.

Darauf aufbauend werden die Kennwerte im separaten zusätzlichen Bericht Detaillierte Einordnung der geotechnischen Verhältnisse (Dossier Beilage 10.05.06) durch den Geotechnikexperten aus dem Team des Projektverfassers diskutiert und plausibilisiert. Darin wird fachlich und sachlich fundiert erörtert und dargelegt, in welchen Bemessungssituationen und auf welcher Basis (z.B. frühere Aufschlüsse, Rückrechnungen) vom Geologen begründet abweichende Kennwerte angewendet werden. Dieser Bericht ist nachvollziehbar, detailliert und zeigt belastbar die Herleitung von Kennwertannahmen auf.

In zwei Berichten werden in hinreichendem Umfang Materialtechnologische Untersuchungen als Grundlage für das Projekt dokumentiert.

Auflagen:

— Die Annahmen von äusseren Tragwiderständen der Anker (Gewölbefusssicherung, Sicherung der Nagelwände im Einschnitt) müssen zwingend, normgemäss und frühzeitig durch In-situ-Ausziehversuche mit der gewählten Bohrtechnik und Materialwahl evaluiert werden.

Empfehlungen:

— keine

5.2.5 Projektbasis (PB)

Die Projektbasis ist vollständig, korrekt und im Sinne der SIA 260 entsprechend erstellt und umfasst die erforderlichen Kapitel und Themen.

Die PB verweist korrekt auf die in der Nutzungsvereinbarung festgelegten Nutzungsdauern der jeweiligen Bauteile.

Die Tragwerkskonzepte, Einwirkungen, Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit sind verständlich und zusammen mit der Detaillierung in den Statikberichten nachvollziehbar beschrieben.

Folgende Aspekte wurden, auch ausgehend von Anmerkungen im Zuge der Vorprüfung, korrekt in der PB ergänzend abgehandelt und festgelegt:

— Teilsicherheitsbeiwert Betonsteinmauerwerk
— Detaillierte Erklärungen zum Modell und zur Nachweisführung der Stabilität der Gewölbefüsse
— Deklaration, dass Ankerausziehversuche ausgeführt werden
— Präzisierung Begründung des angenommenen globalen Sicherheitsfaktors für die Rückrechnung
— Festhalten des Grundsatzes der Anwendung von Kennwerten aus einer Rückrechnung für gleiche Bemessungssituationen
— Begründung der Anwendung des erhöht aktiven Erddrucks
— Ergänzung der betrachteten Lastfallkombinationen
— Modellbeiwert mit Begründung für die Böschungsberechnungen
— Begründung für den Verzicht statischer Nachweise für die Winkelplatten

Die geotechnischen und statischen Nachweise werden nach den aktuellen SIA-Normen geführt.

Die wesentlichen und massgebenden Gefährdungsbilder werden erkannt. Die Einwirkung Erdbeben ist als aussergewöhnliche Einwirkung erkannt und abgehandelt (Herleitung gemäss BAV-Richtlinie, dass im vorliegenden Fall für bestehende Bauwerke keine Erdbebennachweise geführt werden müssen; neue Bauteile wie Gabionenstützkonstruktion mit Erdbebennachweis).

Ausgehend von den Vorgaben, Anforderungen und den erforderlichen baulichen Massnahmen und Instandsetzungskonzepten wählt der Projektverfasser Phasen-gerecht die Materialien. Die Massnahmen sind geeignet, um die Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit während der geplanten Verlängerung der Nutzungsdauer sicherzustellen.

Die Machbarkeit wird durch die Beurteilung der Gefährdungsbilder, der Ableitung adäquater und anerkannter Massnahmen und die Auswertung der Berechnungen (siehe statische Berichte) belegt.

Die geotechnischen Kennwerte aus den geologischen Berichten werden in der PB korrekt umgesetzt und unter Anwendung der begründeten Abweichungen gemäss dem separaten zusätzlichen Bericht Detaillierte Einordnung der geotechnischen Verhältnisse (Dossier Beilage 10.05.06) konsistent in den Statiken verwendet.

<u>Auflagen:</u>

— keine

<u>Empfehlungen:</u>

— keine

5.3 Tunnel Grosshöchstetten I und II

5.3.1 Lichtraumprofil, Normalprofil, Übergeordnete Themen

Lichtraumprofil:

Das Lichtraumprofil ist Teil der Prüfung der Fachstelle BLS und wird hier nur so weit thematisiert, als es einen Bezug zum Normalprofil, Gewölbeinstandsetzung oder anderweitige bauliche Relevanz hat.

EBV3 / S3, ist für die Instandsetzung eines bestehenden Tunnels konform und richtig.

Folgende Aspekte sind hervorzuheben:

— Die festgelegte Hebungsreserve von 10 cm ist im LRP nicht eingerechnet. Stattdessen werden die Profile in der höchsten Gleislage gezeichnet und die Hebungsreserve nach unten in Form von einem Schotterstärkenzuschlag eingeführt.
— Das Vorgehen ist hinsichtlich Fahrbahn (Stopfreserve) und LRP-Einragungsfreiheit insgesamt korrekt.

Normalprofil:

In den Plänen wird das LRP EBV3 S3 nach AB-EBV dargestellt. Es beinhaltet keine bautechnischen Toleranzen.

Die NV legt fest, dass kein Bautechnischer Nutzraum nach SIA 197 gefordert wird. Hingegen macht der Projektverfasser die Profilkontrolle mit einem um 3 cm vergrösserten LRP (in den Plänen nicht dargestellt) und leitet davon die Massnahmen resp. die Aussage der Profileinhaltung ab. Implizit bildet dieser Zuschlag eine Toleranz, resp. einen Teilbereich des bautechnischen Nutzraumes ab.

Für die Massnahmenplanung und Profilkontrolle ist mit dem Toleranzzuschlag gewährleistet, dass ein Mindestabstand zwischen dem LRB nach AB-EBV und dem (gescannten) Tunnelgewölbe vorhanden ist. Die Stärke der Abdichtung von 6 mm plus die rechnerische Setzung im Zuge der Sohlabsenkung von rund 4 mm liegen klar unterhalb der 3 cm.

Das Toleranzmass entspricht zudem auch einem (impliziten) bautechnischen Nutzraum. Zusätzlich ist im Fahrbahnunterbau eine Hebungsreserve von fg 10cm berücksichtigt.

Das Vorgehen mit kombinierter Begründung der vollen Hebungsreserve und einer berücksichtigten Toleranz von 3 cm ist vertretbar und gemäss Nutzungsvereinbarung korrekt beschrieben und im Projekt berücksichtigt. Eine weitergehende Schaffung von zukünftigem Veränderungsspielraum im bestehenden Tunnel wäre mit übermässigen Eingriffen ins Gewölbe oder mit noch weiterer Fahrbahnabsenkung verbunden und in diesem Sinne unter Wahrung der Verhältnismässigkeit nicht begründet.

Fluchtweg, Selbstrettungsmassnahmen:

In den Grosshöchstettentunnel I und II wird auf Grund der Tunnellänge von unter 300 m auf einen ausgewiesenen Fluchtweg verzichtet. Auf Basis von der Richtlinie für bestehende Eisenbahntunnel ([6]) ist dies für die Tunnelklasse A (<300 m) zulässig.

Überwachung:

Die baulichen Massnahmen am bestehenden Bauwerk, an dessen Fundation sowie in Böschungen des Bahneinschnittes erfordert zwingend die Umsetzung eines Überwachungskonzeptes. Die Dossier-Beilage 12.901 zeigt für die bestehenden Tunnelbauwerke und die Böschung korrekt die Überwachungsmessungen auf und erläutert die Grundsätze der Alarmierung / Intervention mit den entsprechenden Grenzwerten.

Das Konzept ist vollständig und phasengerecht. Die spezifischen Messintervalle können vor der Realisierungsphase vor dem Hintergrund des tatsächlichen Bauprogrammes festgelegt werden.

Die Gefährdung der im nahen Perimeter liegenden Gebäude und Werkleitungen im Kreiselbereich soll noch beurteilt werden. Ggf. ist dann eine beobachtende punktuelle Überwachung mit Korrelation zu den Tunnelüberwachungen in Betracht zu ziehen.

Auflagen:

— keine

Empfehlungen:

— Wir empfehlen eine punktuelle Überwachung von im nahen Perimeter liegenden Gebäude und Werkleitungen im Kreiselbereich zu prüfen.

5.3.2 Tragsicherheit Tunnelgewölbe

Massnahmen:

In den Grosshöchstettentunnels erfolgt eine Gewölbeinstandsetzung, sowie die Sohlabsenkung verbunden mit der Ausbildung einer spriessenden Sohlbetonplatte. Zusätzlich wird eine neue Entwässerungsleitung erstellt.

Die Veränderungen in der Sohle machen einen statischen Nachweis des Gewölbes sowie der Stabilität und Tragsicherheit am Gewölbefuss erforderlich, welche im Statischen Bericht aufgezeigt und die Nachweise geführt werden.

Grundsätze der Nachweise:

Die statischen Berechnungen und Nachweise werden als Stabtragwerk mit Lastfällen Überdeckung und Erddruck geführt. Dabei wird die Fahrbahn als teilweise stützende Belastung korrekt nicht berücksichtigt. Auf Grund der drainierten Verhältnisse bleibt auch ein allfälliger Wasserdruck unberücksichtigt.

Zur Festlegung des Überlagerungsdruckes kann gemäss SIA 197 die Silotheorie angewendet werden, wenn die Überlagerungshöhe mehr als das

1,5-Fache der Tunnelbreite beträgt. Diese Anforderung ist nur in einem Teilabschnitt erfüllt. In den überwiegenden anderen Abschnitten muss hingegen die volle Überlagerung angesetzt werden. Der Projektverfasser zeigt plausibel auf, dass der rein rechnerische, den tatsächlichen Verhältnisse aber nicht entsprechende Lastsprung ausser Acht gelassen wird und stattdessen als massgebend der volle Überlagerungsdruck bei einer Überdeckung von H = 1.5*B = 9.5 m angewendet wird.

Diese vertikale Last wird dann auch zur Bestimmung des aktiven-erhöhten Erddrucks herangezogen. Auf Grund der Verformungen während dem damaligen Bau könnte ein aktiver Erddruck angenommen werden. Der Projektverfasser nimmt aber auf der sicheren Seite liegend und korrekt eine konservative Haltung ein und wendet den aktiv-erhöhten Erddruck 0.5 * (K_a + K_0) an.

<u>Geotechnische Kennwerte, Anwendung der Rückrechnungsmethode:</u>

Mit den Kennwerten des Geologen ist die Tragsicherheit und Stabilität rechnerisch nicht nachweisbar. Dies widerspricht den offenkundigen Tatsachen, wonach das Gewölbe intakt ist und keine Indizien auf Tragsicherheitsdefizite zeigt. Es liegt deshalb auf der Hand, dass die anerkannte und in den Normen beschriebene Methode der Rückrechnung angewendet wird. Im vorliegenden Fall wird der Bauzustand nachgerechnet, als in einer früheren Instandsetzung die Tunnelentwässerung in einem durchgehend offenen und ungespriessten Graben unmittelbar vor dem Gewölbefuss neu erstellt wurde.

So wird eine Kohäsion ermittelt, welche leicht über der vom Geologen angegebenen Bandbreit liegt. Der Geologe bestätigt die Plausibilität und in der Dossier Beilage 10.05.06 macht der Geotechnikingenieur eine nachvollziehbare und detaillierte Einordnung der Kennwerte, verifiziert und bestätigt die postulierten Werte zusätzlich mit Rückrechnungen der Baggerschlitze im Zwischeneinschnitt sowie Erfahrungswerten einer vergleichbaren harten Moräne.

Die Anwendung des Verfahrens mit Rückrechnung ist zulässig, sofern die daraus ermittelten und in der Diskussion mit dem Geologen verifizierten Kennwerte in gleicher Bemessungssituation verwendet werden. Die PB bestätigt, dass dieser Grundsatz eingehalten wird.

Dies ist vorliegend der Fall und die Anwendung der Rückrechnung folglich zulässig.

<u>Tragsicherheit Gewölbe:</u>

In der Statik werden im Kapitel 5 Ist-Zustand die Nachweise des Gewölbes Biegung/Normalkraft sowie Querkraft geführt. Sie werden für das bestehende Mauerwerksgewölbe bzw. Stampfbeton Parmament vollständig und korrekt erbracht.

<u>Nachweise am Gewölbefuss:</u>

Während der Sohlabsenkung wird der Gewölbefuss freigelegt. Dieser Bauzustand ist für die Stabilität kritisch und massgebend, weil der Baugrund unter dem Gewölbefuss versagen und das Gewölbe unstabil werden könnte.

Der Tragsicherheits- und Stabilitätsnachweis wird mit folgenden Grundsätzen geführt:

— die horizontale Lagestabilität wird mittels temporärer Verankerung im Baugrund gesichert; Deformationen werden behindert:
  → die Nachweise werden über die innere und äussere Tragsicherheit der Anker geführt
— für die vertikale Tragsicherheit wird eine limitierte Deformation toleriert:
  → der Nachweis wird mit Erreichen des Grenz- beziehungsweise Bruchzustandes geführt

Das Kapitel 7.3 im statischen Bericht Tunnel erläutert detailliert die Modellvorstellung, die Entwicklung der Kräfte, den Deformationsprozess sowie den Bruchmechanismus.

Am Gewölbefuss wirkt eine auf den Baugrund rückhaltend wirkende Reaktionskraft, welche im Grundbruchnachweis berücksichtigt wird. Entgegengerichtet stellt diese Kraft eine horizontal destabilisierende Einwirkung auf das Gewölbe dar, welche die rückhaltende Kraft der Anker erhöht.

Die Anker werden korrekt auf die Summe der Kräfte bemessen (innere und äussere Tragsicherheit). Siehe dazu auch die Auflage zur Verifizierung des äusseren Tragwiderstandes mittels Ausziehversuchen (siehe Kapitel 5.2.4).

Wir weisen darauf hin, dass mit dem Nachweiskonzept eine Deformation in Form einer Setzung des Gewölbes implizit toleriert wird, aber minimiert und auf ein sehr kleines Mass begrenzt bleiben muss. Ansonsten sind Gewölbeverformungen denkbar oder die Absenken des Firstes führt zu einer Verletzung des Lichtraumprofiles. Wir weisen in diesem Zusammenhang weiter darauf hin, dass die Summe aus Abdichtungsdicke (vgl. weiter unten; Materialstärke 6 mm), der besagten Verformungen ausgehend von Spannungsumlagerungen bei der Sohlabsenkung sowie Montagetoleranzen 3 cm (siehe weiter oben Erläuterungen zum bautechnischen Nutzraum / Toleranz) nicht übersteigen darf.

Das Nachweiskonzept erfordert zwingend eine detaillierte messtechnische Überwachung, um das Verhalten zu beobachten und die Prognose resp. die Einhaltung einer kleinen limitierten Deformation zu bestätigen (vgl. weiter oben Überwachungskonzept).

<u>Tunnelsohle, Endzustand der Sohlabsenkung:</u>

Im Endzustand wird angenommen, dass die Anker ihre Tragwirkung verloren haben werden. Für die Aufnahme der Horizontalkraft werden die (temporär wirkenden) Anker durch ein Sohlbetonplatte ersetzt, welche die Gewölbefüsse als Spriessplatte verbindet.

Im Grosshöchstettentunnel I ist speziell zu erwähnen, dass die Spriesskraft durch die mittels Zementinjektion verfestigte Schotter- und Sickerpackung hin zum Gewölbefuss durchgeleitet wird. Die errechnete Normalspannung (in der Pendelstütze) wird mit der zulässigen Druckspannung des Injektionskörpers verglichen. Die beidseitig als gelenkig angeschlossene Modellierung der Sohlplatte (liegende Pendelstütze) ist korrekt, weil die dünne Sohlplatte,

aber insbesondere auch der Anschluss und die Durchleitung keinesfalls biegesteif erfolgen kann.

Die Nachweise dazu werden im Kapitel 8 Endzustand geführt.

Der Anschlusses der Sohlbetonplatte an das Gewölbe, resp. an den injizierten Graben und die Kraftdurchleitung in das Gewölbe erfordern noch eine konstruktive Vertiefung und Detaillierung im Ausführungsprojekt. Die Ausführungsstatik muss die gesicherte Krafteinleitung und ggf. erforderliche Verbundmittel prüfen und nachweisen.

Fazit:

Die Nachweise der Tragsicherheit und der Gebrauchstauglichkeit des Tunnelgewölbes werden nachvollziehbar geführt. Die Stabstatik- Berechnungen, als auch ergänzende analytische Berechnungen zeigen die Tragsicherheit des Gewölbes sowie die Gesamtstabilität nachweislich auf.

Mit den Nachweisen auf Niveau Aushubsohle und der Ausbildung einer spriessenden Sohlbetonplatte ist auch sichergestellt, dass künftig mögliche Oberbauerneuerungen ohne erneute temporäre Sicherung am Paramentfuss erfolgen können.

Auflagen:

— Die Umsetzung des vorgesehenen Überwachungskonzeptes ist zwingend, muss durch eine laufende Beurteilung der Messergebnisse begleitet und im Risikomanagement eingebunden sein.
— Im Ausführungsprojekt muss die Sohlbetonplatte und insbesondere die Anschlüsse und Kraftdurch- und einleitung seitlich konstruktiv vertieft und in einer Ausführungsstatik nachgewiesen werden.

Empfehlungen:

— Zur Beurteilung und Einordnung der während der Sohlabsenkung tatsächlich aufgeschlossenen Verhältnisse in Bezug auf die Annahmen in der Statik empfehlen wir eine Geologische Baubegleitung.
— Die Ausführungsplanung (Phase 51) und Realisierung (Phase 52) soll durch einen Sachverständigen begleitet werden.

5.3.3 Instandsetzung Gewölbe, Abdichtung

Im Grundsatz kann in Anbetracht des Schadenbildes festgestellt werden, dass die vorgesehenen lokalen Instandsetzungsmassnahmen vom Mauerwerk und Gewölbe zweckmässig und zielführend sind, und dem anerkannten Vorgehen bei vergleichbaren Tunnelerneuerungen entsprechen:

— Ersatz von Mauersteinen (Steinersatz)
— Verfüllen von leeren und schadhaften Mauerwerksfugen (Fugeninstandsetzung)

An dieser Stelle möchten wir erwähnen, dass durch die Massnahmen des Instandsetzungsprojektes (z.B. Ersatz von Mauersteinen, Verfüllen von leeren und schadhaften Mauerwerksfugen) nicht nur eine Verbesserung des Zustandes und der Struktur erreicht wird, sondern dass damit auch eine

qualitative grundsätzliche Verbesserung der Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit einher geht.

Die Abdichtung mittels Kunststoffbahnen stellt ein reines Ableitkonzept dar, welches die Problematik von eindringender Feuchtigkeit mit Bildung von Tropfwasser zweckmässig durch Ableitung zum Gewölbefuss löst.

Wir weisen darauf hin, dass die Membran die visuelle Inspektion des Gewölbes erschwert oder verunmöglicht. Dies muss im Unterhaltsplan aufgenommen und durch Inspektionsmassnahmen beantwortet werden (z.B. regelmässige, punktuelle Entfernung zur visuellen Überprüfung des Gewölbes). Unter Umständen sind dazu konstruktive Vorkehrungen / Detailausbildungen in Betracht zu ziehen.

Weil das Tragwerk der Tunnelverlängerung keine Schäden und keine Hinweise auf Korrosion der Bewehrung zeigt, und auch keine Chloride mit Schadenpotenzial festgestellt werden begründet die reine Verbesserung der Abdichtung / Abschirmung von Sicherwasser durch eine hochliegende Dichtebene. Damit wird dem Erreichen der theoretischen Lebensdauer der heutigen Abdichtung Rechnung getragen, indem eine neue Dichtebene geschaffen wird.

Wie im vorangehenden Kapitel erörtert wurde, sind Deformationen des Gewölbes (Setzung) impliziter und tolerierter Teil der Nachweisführung und betreffen damit auch die Gebrauchstauglichkeit.

Im Ausführungsprojekt müssen die rechnerischen Setzungen des Tunnelgewölbes ermittelt werden und erfordern wie bereits erörtert die Umsetzung des Überwachungskonzeptes. In der weiteren Projektentwicklung muss laufend sichergestellt werden, dass die Summe aus Dicke der Abdichtungsmembran, Verformungen durch die Bauzustände der Sohlabsenkung und weitere Montagetoleranzen die Toleranz von 3 cm nicht übersteigt.

<u>Fazit:</u>

Das Instandsetzungskonzept und die Massnahmen sind geeignet das Tunnelgewölbe so instand zu setzen, dass die Gebrauchstauglichkeit über die geforderte Nutzungsdauer von weiteren 50 Jahren sichergestellt werden kann:

Bezüglich Profilfreiheit verweisen wir auf die Erörterungen im vorangehenden Kapitel und deren Auflagen und Empfehlungen.

<u>Auflagen:</u>

— keine

<u>Empfehlungen:</u>

— keine

5.4 Offene Abschnitte

5.4.1 Einschnitt, Böschungsstabilität

Im offenen Einschnitt zwischen den zwei Tunnels sind folgende Aspekte Ingenieurbau Sachverständigen-relevant:

— Böschungsstabilität
— Gabionenwände als Buchten für die Schächte
— Winkelplatten Kurven-innenseitig im Bereich der Trasseverschiebung

Böschungsstabilität, Anwendung der Rückrechnungsmethode:

In den Unterlagen ist ersichtlich, dass kein Wasserdruck wirkt und angenommen werden muss.

Der Projektverfasser zeigt mittels geotechnischer Stabilitätsnachweise auf, dass die Böschung mit der Neigung von bis zu rund 2:3 als nachweislich stabil ist. Zur Verhinderung von potenziellen oberflächlichen Instabilitäten (örtliches Abgleiten Deckschicht) wird zusätzlich eine Ingenieurbiologische Massnahme mittels Bepflanzung mit Weiden umgesetzt (Verwurzelung zwischen Deckschicht und Moräne).

Mit den Kennwerten des Geologen ist die Böschunsstabilität rechnerisch nicht nachweisbar. Dies widerspricht aber den offenkundigen Tatsachen, wonach die Böschung keine Anzeichen auf Instabilitäten wie Sackungen odgl. zeigt. Es liegt deshalb auch hier auf der Hand, dass die anerkannte und in den Normen beschriebene Methode der Rückrechnung angewendet wird. Die Rückrechnung bezieht sich auf einen Bauzustand, als bei der Fahrbahnerneuerung 2013 die Fahrbahnentwässerung vor dem Böschungsfuss neu erstellt wurde.

Der Geologe bestätigt auch hier die Plausibilität und die Anwendung der postulierten Werte.

Die Anwendung des Verfahrens mit Rückrechnung ist zulässig, sofern die daraus ermittelten und in der Diskussion mit dem Geologen verifizierten Kennwerte in gleicher Bemessungssituation verwendet werden. Die PB bestätigt, dass dieser Grundsatz eingehalten wird.

Dies ist vorliegend der Fall und die Anwendung der Rückrechnung folglich zulässig.

Gabionenwände als Buchten für die Schächte:

Die Statik Gabionenwände erbringt die erforderlichen Nachweise der Stabilität der Stützbauwerke, welche die Tragwirkung einer Schwergewichtsmauer haben. Der Starrköper wird im Programm korrekt und nachvollziehbar auf Stabilität nachgewiesen. Als neues Bauteil wird auch der Lastfall Erdbeben berücksichtigt.

Betrachtet man die Schnittkräfte erkennen wir, dass die Normalkraft der geschichteten Körbe innerhalb eines virtuellen Kerns verbleibt und somit auch ein Verkippen nicht eintreten kann; der Starrkörper bleibt in sich stabil.

Alle Nachweise Kippen, Gleiten, Grundbruch unterhalb der Schwergewichtsmauer sowie die Standsicherheit werden geführt. Dabei wird begründet auf einen Wasserdruck verzichtet (Gabionen sind drainierend) und die Nägel der Baugrubensicherung (siehe folgende Erörterungen) werden vernachlässigt, weil sie nur als kurzfristige Bauhilfsmassnahme ausgebildet werden.

Für die Erstellung der Gabionenwände müssen lokale Baugruben in Form von Nagelwänden ausgeführt werden. Der Projektverfasser führt die Nachweise korrekt in jeder der 3 Aushubetappen.

Die Anker werden korrekt bemessen (innere und äussere Tragsicherheit). Siehe dazu auch die Auflage zur Verifizierung des äusseren Tragiderstandes mittels Ausziehversuchen (siehe Kapitel 5.2.4).

Ebenfalls wird die einlagig bewehrte Spritzbetonschale mit den korrekten Bemessungsfällen Biegung und Durchstanzen bemessen resp. nachgewiesen.

Winkelplatten Kurven-innenseitig im Bereich der Trasseverschiebung

Die Gleisschiebung in Richtung der Kurven-innenseite macht einen gering hohen Anschnitt des Böschungsfusses erforderlich. Dieser kleine Höhensprung wird mittels Winkelstellplatten ausgebildet, welche für die Böschungsstabilität nicht erforderlich sind und keine statische Funktion übernehmen.

Es ist deshalb vertretbar und korrekt auf einen statischen Nachweis zu verzichten. Die innere Tragsicherheit der Betonelemente ist implizit durch die Anwendungsrandbedingungen / -eignung und die Einbauanweisungen der Hersteller abgedeckt.

Auflagen:

— keine

Empfehlungen:

— Die Ausführungsplanung (Phase 51) und Realisierung (Phase 52) soll durch einen Sachverständigen begleitet werden.

5.4.2 Voreinschnitt, Flügelmauern

Portalwände:

Die Portalwände erfahren keine neue Nutzungszustände oder veränderte Randbedingungen der Tragwirkung. Mit dem Projekt werden nur einfache erhaltende Instandhaltungsmassnahmen ausgeführt (Reinigung, Bewuchsentfernung, Fugeninstandsetzung, lokale Betoninstandsetzungen, Abdichtungsmassnahmen an der Mauerkrone, Verputzentfernung und Ersatz mit Spritzbeton).

Im Weiteren werden die Drainage- und Entwässerungsleitungen inspiziert und gespült, Entwässerungen erneuert und beispielsweise Entlastungsbohrungen ausgeführt, womit sichergestellt wird, dass kein Wasserdruck als statische Randbedingung vorliegt.

Eine Statische Überprüfung ist nicht erforderlich und die Portalwände insgesamt auch nicht relevanter Gegenstand der vorliegenden Sachverständigenprüfung.

Tunnel Grosshöchstetten, Flügelmauer Portal Biglen:

Die Winkelstützmauer wird mit dem Projekt Erneuerung Grosshöchstetten nicht verändert. Auch erfährt sie keine neue Nutzungszustände oder veränderte Randbedingungen der Tragwirkung. Mit dem Projekt werden nur einfache erhaltende Instandhaltungsmassnahmen ausgeführt (Reinigung, lokale Betoninstandsetzung).

Eine Statische Überprüfung ist nicht erforderlich und die Flügelmauer auch nicht relevanter Gegenstand der vorliegenden Sachverständigenprüfung.

Auflagen:

— keine

Empfehlungen:

— keine

5.5 Nischen

Schutznischen für das Personal:

— Abweichungen zur Norm: siehe Kapitel 6.1
— Es ist im Projekt (TB) korrekt vorgesehen, dass die Abweichungen zur Norm am Tunnelportal durch ein Hinweisschild dem Personal zur Kenntnis gebracht werden (AB-EBV, 28.2 1.9).

Auflagen:

— keine

Empfehlungen:

— keine

6. Gründe allfälliger Abweichungen

6.1 Schutznischen für das Personal

Norm: alle 50 m, erste Nischen ab Portal bei 25 m, Fläche min. 2.2 m^2, Höhe 2.2 m, Tiefe mind. 0.8 m

Soll / Projekt: keine Anpassung;
Schutznischen für das Personal halten die Bedingungen an die Abstände sowie die Abmessungen teilweise nicht ein.

Begründung: Die Herstellung der Norm-konformen Nischengeometrie und -abstände wäre nicht verhältnismässig.

Siehe Dossier-Beilage 02.01.01 Ausnahmegesuch um Beibehaltung der bestehenden Schutznischen

Die Thematik der nicht normkonformen Schutznischen für das Personal wurde von der BLS-Fachstelle geprüft. Die beantragte Genehmigung einer entsprechenden Ausnahmebewilligung wird unterstützt. Wir erachten die Begründung für die Abweichung von der Norm als nachvollziehbar und hinreichend.

Auflagen:

— keine

Empfehlungen:

— keine

6.2 Verzicht auf den Dienstweg in den Tunnels

Norm: EBV3 / S3

Soll / Projekt: EBV3 / S3, Sollwerte, ohne Einschränkungen, mit Hebungsreserve und konformer Fahrdrahthöhe.

Begründung: Die Sicherstellung eines Dienstweges würde eine aufwändige und komplexe Tunnelaufweitung erforderlich machen; die Verhältnismässigkeit ist nicht gegeben.

Die Thematik wird im TB aufgezeigt und erörtert. Mit Verweis auf den Unterhalt wird der Verzicht begründet. Wir erachten die Begründung für die Abweichung von der Norm als hinreichend.

Auflagen:

— keine

Empfehlungen:

— keine

7. Auflagen und Empfehlungen

Zusammenfassung der in vorliegender SV-Prüfung in den Kapiteln 5 und 6 hergeleiteten und erläuterten Auflagen und Empfehlungen:

Auflagen (A-…) und Empfehlungen (E-…):

E-1 Wir empfehlen eine Harmonisierung der geplanten Nutzungsdauer von Unterbau und Entwässerung in den Tunnels, da sie ein gemeinsames zusammengefügtes Bauteil bilden.

A-1 Die Annahmen von äusseren Tragwiderständen der Anker (Gewölbefusssicherung, Sicherung der Nagelwände im Einschnitt) müssen zwingend, normgemäss und frühzeitig durch In-situ-Ausziehversuche mit der gewählten Bohrtechnik und Materialwahl evaluiert werden.

E-2 Wir empfehlen eine punktuelle Überwachung von im nahen Perimeter liegenden Gebäude und Werkleitungen im Kreiselbereich zu prüfen.

A-2 Die Umsetzung des vorgesehenen Überwachungskonzeptes ist zwingend, muss durch eine laufende Beurteilung der Messergebnisse begleitet und im Risikomanagement eingebunden sein.

A-3 Im Ausführungsprojekt muss die Sohlbetonplatte und insbesondere die Anschlüsse und Kraftdurch- und einleitung seitlich konstruktiv vertieft und in einer Ausführungsstatik nachgewiesen werden.

E-3 Zur Beurteilung und Einordnung der während der Sohlabsenkung tatsächlich aufgeschlossenen Verhältnisse in Bezug auf die Annahmen in der Statik empfehlen wir eine Geologische Baubegleitung.

E-4 Die Ausführungsplanung (Phase 51) und Realisierung (Phase 52) soll durch einen Sachverständigen begleitet werden.

8. Zusammenfassung des Prüfergebnisses

Das Projekt „Erneuerung Grosshöchstettentunnel“ mit den Hauptarbeiten Instandsetzung Tunnel, Entwässerungsneubau, Böschungsfusssicherung und Fahrbahnabsenkung mit Fahrbahnneubau haben wir auf Basis des PGV-Dossiers geprüft.

Die aktuelle und vorliegend dokumentierte Prüfung betrifft das Auflageprojekt und erfolgte gemäss der BAV-Richtlinie Unabhängige Prüfstellen Eisenbahnen (RL UP-EB), BAV, V3.0.

Geprüft wurden im Wesentlichen die Normenkonformität, die Projektkonzepte, die Nutzungsvereinbarung, die Projektbasis, die Tragsicherheitsnachweise, sowie die Technischen Beschriebe und ausgewählte relevante Planunterlagen.

Die nach der Vorprüfung übermittelten und besprochenen Hinweise und Verständnisklärung sind weitestgehend in das Projekt eingeflossen, oder waren wesentliche Antworten als dokumentierte Grundlage für unsere Stellungnahme in vorliegendem Sachverständigenbericht.

Der vorliegende Sachverständigenbericht beurteilt die zugestellte Auswahl von bezüglich unseren Prüfauftrag wesentlichen Dokumenten aus dem Dossier und stützt sich auf die Dokumente vom 15.06.2026 und finalen Dokumente vom 01.07.2026 (Abgabe an uns zur Schlusskontrolle am 26.06.2026) sowie die Antworten auf die Vorprüfung ab.

Die Prüfung hat ein klares, sauber durchgearbeitetes Projekt zutage gebracht. Dieses ist Phasen-gerecht ausgearbeitet und die Machbarkeit wird belegt. Das Projekt und die statischen Berechnungen sind plausibel begründet, nachvollziehbar und die geführten Nachweise korrekt. Die Normen, Weisungen, Richtlinien und spezifischen Vorgaben sind eingehalten. Das gewählte Projektkonzept ist zweckmässig, zielführend und geeignet die Projekt- und Sicherheitsanforderungen zu erfüllen.

Im Rahmen der Prüfung konnte festgestellt werden, dass das Projekt den gestellten Anforderungen entspricht. Es gibt aus Sicht Fachbereich Bautechnik, Teilsystem Infrastruktur, keine Feststellungen zu vermerken, welche einer Genehmigung widersprechen würde. Die gemachten Auflagen und Empfehlungen können in der nächsten Projektphase berücksichtigt und vertieft werden.

A1 Inhaltsverzeichnis PGV-Dossier, 01.07.2026

Inhaltsverzeichnis PGV-Dossier

Projekt: Erneuerung Grosshöchstettentunnel

Ordnungs-ziffer	Index	Beschreibung	Massstab	Datum
01		**Übergeordnete Gesuchsunterlagen**		
01.01	-	Plangenehmigungsgesuch		01.07.2026
01.02	-	Projektleitblatt		01.07.2026
01.03	-	Übersichtsplan	1:25'000	01.07.2026
01.04	-	Technischer Bericht		01.07.2026
01.05	-	Umweltbericht		01.07.2026
01.05.01.1	-	Situation Lebensraumkarte	1:1'000	01.07.2026
01.05.01.2	-	Beschreibung Lebensraumtypen		01.07.2026
01.05.01.3	-	Lebensraumbilanzierung		01.07.2026
01.05.08	-	Bericht Bauschadstoffuntersuchung		01.07.2026
01.05.09	-	Mengenbewegung Bauphase		01.07.2026
01.06	-	Interoperabilitäts- Konformitätsnachweis		26.05.2026
01.91	-	NIS-Bericht		11.05.2026
01.92	-	Nutzungsvereinbarung		01.07.2026
01.93	-	Projektbasis		01.07.2026
01.94.01	-	Statischer Bericht Tunnel		01.07.2026
01.94.02	-	Statischer Bericht Einschnitt		01.07.2026
01.94.03	-	Statischer Bericht Gabionen bei Schächten		01.07.2026
01.95	-	Sachverständigen-Prüfbericht		29.06.2026
01.96	-	Stellungnahme zum Sachverständigen-Prüfbericht		01.07.2026
02		**Ausnahmegesuche**		
02.01.01	-	Ausnahmegesuch um Beibehaltung der bestehenden Schutznischen		01.07.2026
04		**Situations- und Koordinations- und Werkleitungspläne**		
04.01	-	Situationsplan	1:500	01.07.2026
04.03	-	Situation Werkleitungsplan	1:500	01.07.2026
05		**Längenprofile**		
05.01	-	Längenprofil	1:500/1:50	01.07.2026
06		**Normalprofile**		
06.01	-	Normalprofile	1:50	01.07.2026
07		**Querprofile**		
07.01	-	Querprofile	1:100	01.07.2026
08		**Bauablauf und Bauphasenplanung**		

Ordnungs-ziffer	Index	Beschreibung	Massstab	Datum
08.01	-	Bauprogramm		01.07.2026
08.04.01	-	Situation Installationsflächen und Zufahrten	1:500	01.07.2026
08.04.02	-	Abdichtung Tunnelverlängerung	1:500	01.07.2026
08.04.03	-	Übersicht Verkehrsführung Kreisel Bernstrasse	1:2'000	01.07.2026
09		**Land-/Rechtserwerb und Aussteckung**		
09.01.01	-	Situation Landerwerb - Kreisel Bernstrasse	1:500	01.07.2026
09.01.02	-	Situation Landerwerb - oberes Portal Grosshöchstettentunnel I	1:500	01.07.2026
09.01.03	-	Situation Landerwerb - unteres Portal Grosshöchstettentunnel II	1:500	01.07.2026
09.01.04	-	Situation Landerwerb - Bahnhof Grosshöchstetten	1:500	01.07.2026
09.01.05	-	Situation Landerwerb - Bauarbeiten Portal-/ Flügelmauern Grosshöchstettentunnel I	1:500	01.07.2026
09.01.06	-	Situation Landerwerb - Installationsplan Arniacher	1:500	01.07.2026
09.01.07	-	Situation Landerwerb - Installationsplan Arniacher Nord	1:500	01.07.2026
09.01.08	-	Situation Landerwerb - Zufahrt Holzmatt	1:500	01.07.2026
09.01.09	-	Situation Landerwerb - Installationsplatz Holzmatt	1:500	01.07.2026
09.01.10	-	Situation Landerwerb - Selbstbohranker Grosshöchstettentunnel I	1:500	01.07.2026
09.01.11	-	Situation Landerwerb - Selbstbohranker Grosshöchstettentunnel II	1:500	01.07.2026
09.02	-	Grunderwerbstabelle		01.07.2026
09.03.01	-	Aussteckungskonzept		01.07.2026
09.03.02	-	Aussteckungsplan Nord	1:500	01.07.2026
09.03.03	-	Aussteckungsplan Mitte-Nord	1:500	01.07.2026
09.03.04	-	Aussteckungsplan Mitte-Süd	1:500	01.07.2026
09.03.05	-	Aussteckungsplan Süd	1:500	01.07.2026
09.04	-	Aussteckungsliste		01.07.2026
10		**Diverse weitere Gesuchsunterlagen**		
10.02	-	Schemaplan Sicherheitsräume	1:500	01.07.2026
10.05.01	-	Kurzbericht zur Schotterstärke		01.11.2021
10.05.02	-	Geologischer Bericht		20.03.2025
10.05.03	-	Materialtechnische Untersuchung Grosshöchstettentunnel I		22.08.2024
10.05.04	-	Materialtechnische Untersuchung Grosshöchstetten II		22.08.2024
10.05.05	-	Kurzbericht chemischen Belastung		28.11.2025
10.05.06	-	Detaillierte Einordung der geotechnischen Verhältnisse		25.01.2024
10.06	-	Fotodokumentation		01.07.2026
10.91.01	-	Hauptinspektionsbericht Tunnel I		30.12.2022
10.91.02	-	Hauptinspektionsbericht Tunnel II		30.12.2022
11		**Fahrbahn**		
11.01.01	-	Gleisprojektplan	1:500	01.07.2026
11.01.02	-	Fahrdynamikliste		01.07.2026
11.03	-	Lichtraumprofile	1:50	01.07.2026
12		**Ingenieurbau**		

Ordnungs-ziffer	Index	Beschreibung	Massstab	Datum
12.304.01	-	Gabionenwände bei Schächten	1:100	01.07.2026
12.401.01	-	Winkelplatten Trasseeverschiebung	1:200	01.07.2026
12.501.01-1	-	Abwicklungsplan Grosshöchstettentunnel I	1:2000/1:100	01.07.2026
12.501.01-2	-	Abwicklungsplan Grosshöchstettentunnel II	1:2000/1:100	01.07.2026
12.501.01-3	-	Ansichtsplan Portale Grosshöchstettentunnel I	1:100	01.07.2026
12.501.01-4	-	Ansichtsplan Portale Grosshöchstettentunnel II	1:100	01.07.2026
12.901	-	Überwachungskonzept		01.07.2026
14		**Elektrische Anlagen**		
14.01	-	Sicherheitsbericht Elektrische Anlagen		01.07.2026
14.03.01-1	-	Situation Bahnstrom km 13.500 – km 14.499	1:500	01.07.2026
14.04.01	-	typische Querprofile Fahrleitung	1:100/1:50	01.07.2026
14.05	-	Längenprofil Kreuzungen Bahn / Strasse	1:500/1:50	01.07.2026
14.06.01	-	Übergeordnetes Erdungskonzept		01.07.2026
14.08.01	-	Schaltschema IST		01.07.2026
14.08.02	-	Schaltschema PROJEKT		01.07.2026
14.10	-	Liste Mastfundamente		01.07.2026
14.11.01	-	Statischer Nachweis FL-Fundamente		01.07.2026

A2 Vorprüfung und Berücksichtigung im Projekt

BLS Netz AG,
Erneuerung Grosshöchstettentunnel, Auflageprojekt

Frageliste zum Entwurfsdossier 19.05.2026

Antworten Projektverfasser, Stand **16.06.2026 (PV) / 25.06.2026**

Prüfung der Antworten bzw. der Umsetzung des Projektverfassers, Stand **24.06.2026 (SV)**

Inhaltsverzeichnis Grundlagen Projektverfasser:

jeweils Stand Entwurf Abgabe 19.05.2026, Entwurf/Vorabzug Abgabe 15.06.2026

Berichte und Pläne (Bestandteil dieser Vorprüfung):

- 01.04 Technischer Bericht, Auflageprojekt 2026
- 01.92 Nutzungsvereinbarung, Auflageprojekt 2026
- 01.93 Projektbasis, Auflageprojekt 2026
- 01.94.01 Statik Tunnel, Auflageprojekt 2026
- 01.94.02 Statik Einschnitt, Auflageprojekt 2026
- 01.94.03 Statischer Bericht Gabionen bei Schächte, Auflageprojekt 2026
- 10.05.02 Geologischer Bericht, Auflageprojekt 2026
- 10.05.06 Einordnung Geotechnische Verhältnisse
- 04.01 Situationsplan
- 05.01 Längenprofil
- 06.01 Normalprofile
- 08.04.02 Abdichtung Tunnelverlängerung
- 12.304.01 Gabionenwände bei Schächten.pdf
- 12.401.01 Differenzstützmauer Trasseverschiebung

- 12.501.01-3 Ansichtsplan_GHT_I.pdf
- 12.501.01-4 Ansichtsplan_GHT_II.pdf
- 12.901 Überwachungskonzept, Entwurf, 22.05.2026

Berichte und Pläne (nicht Bestandteil der Prüfung; zur Kenntnis genommen):

- 02.01.01 Gesuch um Beibehaltung der bestehenden Schutznischen.docx
- 10.05.03 Materialtechnische Untersuchung Tunnel I, Auflageprojekt 2026
- 10.05.04 Materialtechnische Untersuchung Tunnel II, Auflageprojekt 2026
- 10.91.01 Hauptinspektionsbericht Tunnel I
- 10.91.02 Hauptinspektionsbericht Tunnel II
- 12.501.01-1 Abwicklungsplan_GHT_I
- 12.501.01-2 Abwicklungsplan_GHT_II
- 07.01 Querprofile offenes Trassee

Unberücksichtigt, keine Durchsicht:

- Installationen, Land- und Rechtserwerb, Aussteckung, Bauprogramm, Werkleitungen, Fotodoku udgl.
- Fahrdynamik und LRP
- Fahrstrom
- Umwelt, Naturgefahren

Bemerkungen und Fragen Prüfingenieur vom 29.05./01.06.2026 auf Basis der Dokumentenlieferung vom 19.05.2026 und 22.05.2026:

Nr.	Thema / Kapitel / Beilage	Frage / Bemerkung	Antwort
01 Nutzungsvereinbarung			
Ist kein Hinweis, sondern Auszug als Bezug für unsere Feststellungen, oder interne Notiz.	*Kap. 1.3.1*	*Wichtige Annahmen für die Statik:* *In den beiden Tunnel werden Sohlabsenkungen durchgeführt. Dazu sind temporäre Sicherungsmassnahmen am Gewölbefuss (ungespannte Selbstbohranker) erforderlich. Damit diese Anker ihre Tragwirkung entfalten können, sind Verformungen notwendig. Diese Verformungen werden akzeptiert, solange die Tragfähigkeit normgemäss erfüllt ist und die Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit, insbesondere das einzuhaltende Lichtraumprofil, Dichtigkeit und Risse ungeschmälert eingehalten werden.* *Für die statischen Berechnungen werden bei allen vorliegenden Überlagerungshöhen maximale Lastannahmen aufgrund der Überdeckung angenommen (keine Abminderung aufgrund Silotheorie). Unter diesen teilweise konservativen Belastungen werden (rechne-rische) Risse im Gewölbe akzeptiert, solange die Tragfähigkeit normgemäss erfüllt ist und alle übrigen Nutzungsziele nicht beeinträchtigt werden.*	Keine Antwort erforderlich
Ist kein Hinweis, sondern Auszug als Bezug für unsere Feststellungen, oder interne Notiz.	*Kap. 4.5*	**4.5 Erdbeben** Erdbebenzone: Z1b Erdbebenstreckenklasse ESK: ESK I Bauwerksklasse BWK: BWK II Minimaler Erfüllungsfaktor α_{min}: 0,25	Keine Antwort erforderlich

01.1	Kap. 4.5	Erdbeben:
		– Hier fehlt die Überprüfung, ob gemäss BAV Richtlinie Erdbebensicherheit von Eisenbahnanlagen sowie SIA 269/8 eine rechnerische Überprüfung der Tragsicherheit infolge Erdbebeneinwirkung erforderlich ist.
		– Auf eine Erdbebensicherheitsberechnung kann verzichtet werden, wenn alle Kriterien (inkl. Beurteilung Verflüssigungspotential) gemäss SIA269-8 Art. 8.2.1 kumulativ erfüllt sind:
		  – Bauwerksklasse I oder II
		  – Das Bauwerk erfüllt die Anforderungen an die Tragsicherheit für die andauernden und vorübergehenden Überprüfungssituationen. $\gamma_f * a_{gd} * S \leq 2.0$ m/s^2 bei Bauwerken mit beidseits horizontalem Gelände oder < 1.4 m/s^2 in den übrigen Fällen
		  – keine Empfindlichkeit des Bodens hinsichtlich Bodenverflüssigung, Bodenverdichtung oder Scherfestigkeitsverminderung anzunehmen.
		– Es ist in der NV für den <u>Tunnel GHT I + II</u> (< 2.0 m/s^2) wie auch für die <u>Böschung im Einschnitt</u> und <u>Gabionen</u> (< 1.4 m/s^2) nachzuweisen, ob Erdbebennachweise erforderlich sind.
		– Falls solche Nachweise notwendig sind, jedoch darauf verzichtet wird, ist dies detailliert zu begründen und in der NV festzuhalten (z.B. Risiko, Verfügbarkeit im Ereignisfall, Verhältnismässigkeit).
			Folgender Text im Dok ergänzt:
			Auf eine Erdbebensicherheitsberechnung kann verzichtet werden, wenn die nachfolgenden Kriterien gemäss SIA269-8 Art. 8.2.1 kumulativ erfüllt sind:
			1. Bauwerksklasse I oder II
			Die Tunnel und Böschungen entsprechen gemäss ***Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.*** *der Bauwerksklasse II. => Kriterium erfüllt*
			2. Das Bauwerk erfüllt die Anforderungen an die Tragsicherheit für die andauernden und vorübergehenden Überprüfungssituationen.
			Die Anforderungen an die Tragsicherheit für die andauernden und vorübergehenden Überprüfungssituationen werden erfüllt (vgl. Beilagen 01.94.01 "Statischer Bericht Tunnel" und Beilage 01.94.02 "Statischer Bericht Einschnitt").
			=> Kriterium erfüllt
			3. $\gamma_f * a_{gd} * S \leq 2.0$ m/s^2 bei Bauwerken mit beidseits horizontalem Gelände oder < 1.4 m/s^2 in den übrigen Fällen
			*$\gamma_f * a_{gd} * S = 1.2 * 0.8$ m/s^2 * 1.2 = 1.152 < 1.4 => Kriterium erfüllt*
			4. keine Empfindlichkeit des Bodens hinsichtlich Bodenverflüssigung, Bodenverdichtung oder Scherfestigkeitsverminderung anzunehmen.
			Im ganzen Projektperimeter besteht der Baugrund aus einer homogenen Moräne, welche keine Empfindlichkeit hinsichtlich Bodenverflüssigung, Bodenverdichtung oder Scherfestigkeitsverminderung aufweist. => Kriterium erfüllt
			In Ordnung, wurde entsprechend in der NV ergänzt.
			
			Weshalb wird im statischen Bericht für Gabionen bei Schächten Erdbeben als Einwirkung berücksichtigt, obwohl in der NV aufgezeigt wird, dass diese Einwirkung vernachlässigt werden kann?
			
			Da die Gabionen neu erstellt werden, wurde die SIA 267 7.2.3 zur Beurteilung verwendet. Dies führt dazu, dass eine Vernachlässigung der Bemessungssituation Erdbeben nicht zulässig ist.
			Wird in der PB ergänzt, und in der Statik beim Lastfall Erdbeben als Fussnote odgl. reinschreiben.

Ist kein Hinweis, sondern Auszug als Bezug für unsere Feststellungen, oder interne Notiz.	*Kap. 5.6*	*Bautechnischer Nutzraum mit 0 cm berücksichtigt*	Keine Antwort erforderlich

01.2	Kap. 5.6	Die mit der Bauherrschaft (in NV implizit) vereinbarte Normabweichung Bautechnischer Nutzraum 0 cm muss in der NV im Kontext mit den festgelegten und im Projekt berücksichtigten Bautoleranzen und der berücksichtigten Hebungsreserve fg 10cm erörtert und eingeordnet werden.	Vorschlag für textliche Ergänzung: *In den Plänen wird das LRP nach AB-EBV dargestellt. Es beinhaltet keine bautechnischen Toleranzen. Für die Massnahmenplanung und Profilkontrolle wurde zusätzlich ein um 3cm vergrössertes LRP untersucht (in den Plänen nicht dargestellt). Somit ist gewährleistet, dass ein Mindestabstand zwischen dem LRB nach AB-EBV und dem (gescanten) Tunnelgewölbe vorhanden ist. Dieses Mass entspricht somit einem (impliziten) bautechnischen Nutzraum. Zusätzlich ist im Fahrbahnunterbau eine Hebungsreserve von fg 10cm berücksichtigt.* *Neben der Sohlabsenkung ist als einzige permanente Baumassnahme, welche den nutzbaren Tunnelraum verkleinert, die Gewölbeabdichtung vorgesehen. Die massgebende Stelle in Bezug auf den bautechnische Nutzraum befindet sich daher im Gewölbe (Oberleitungskonstruktionsraum). An dieser Stelle darf die Summe aus Abdichtungsdicke, Verformungen durch die Sohlabsenkung und Montagetoleranzen 3cm nicht übersteigen.* In Ordnung, wurde entsprechend in der NV ergänzt.
01.3	Kap. 4.10.4	Bitte ergänzen, dass die Zuordnung beider Tunnel zur Tunnelklasse A bzgl. bauliche Massnahmen beinhaltet, dass entlang der Fluchtmöglichkeit bis zur Sammelstelle eine <u>Fluchtwegkennzeichnung</u> anzubringen ist. Die Schilder für die Fluchtwegkennzeichnung sind gut sichtbar im Bereich der Notbeleuchtung anzubringen. Die Schilder enthalten Richtungs- und Distanzangaben.	Gemäss der Richtlinie muss keine Notbeleuchtung vorgesehen werden. Da wir keine Notbeleuchtung haben, können wir die Schilder auch nicht bei der Beleuchtung installieren. Textvorschlag für Kapitel 4.10.4 *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.* In Ordnung, wurde entsprechend in der NV ergänzt.

02 Projektbasis

02.1	Kap. 2.3.1	Betonsteinmauerwerk (GHT I): – Für die Ermittlung der Mauerwerksdruckfestigkeit vom Kunststein wird ein Teilsicherheitsbeiwert von 2.0 verwendet. Dieser ist gemäss Eurocode 6, Tabelle 4.1, zu begründen. Wir sind der Ansicht, dass einen Teilsicherheitsbeiwert von 2.5 zu verwenden ist. Dies ist dann auch deckungsgleich mit SIA 266/2, wo für die Mauerwerksdruckfestigkeit allgemein Teilsicherheitsbeiwert von 2.5 gilt. – Bitte anpassen.	Wird angepasst In Ordnung, wurde in der PB angepasst.

4.4.4 Grenzzustand der Tragfähigkeit

(1) Der Nachweis des Grenzzustandes der Tragfähigkeit muss nach Abschnitt 8 erfolgen.

(2) Die maßgebenden Teilsicherheitsbeiwerte für das Material γ_M im Grenzzustand der Tragfähigkeit sind entweder für ständige oder vorübergehende Zustände oder für außergewöhnliche Bemessungssituationen anzuwenden.

ANMERKUNG Der Wert von γ_M ist in Tabelle 4.1 (NDP) angegeben, sofern der Nationale Anhang keine anderen Werte enthält.

Tabelle 4.1 (NDP) — Teilsicherheitsbeiwerte für Materialien von Mauerwerksbauten

	Material	γ_M
A	Mauerwerk aus Mauersteinen der Kategorie I, Mörtel nach Eignungsprüfung[a]	2,0
B	Mauerwerk aus Mauersteinen der Kategorie I, Mauermörtel nach Rezept[b]	2,2
C	Mauerwerk aus Mauersteinen der Kategorie II, jeder Mörtel[a, b, e]	2,5
D	Verankerung von Bewehrungsstahl und Lagerfugenbewehrung	2,2
E	Lagerfugenbewehrung, Bewehrungsstahl und Spannstahl	1,15
F	Ergänzungsbauteile[c, d]	2,2
G	Stürze nach EN 845-2[f]	2,0

[a] Anforderungen an Mörtel nach Eignungsprüfung sind in EN 998-2 und EN 1996-2 angegeben.
[b] Anforderungen an Mörtel nach Rezept sind in EN 998-2 und EN 1996-2 angegeben.
[c] Deklarierte Werte sind Mittelwerte.
[d] Feuchtesperrschichten, unabhängig davon ob aus Dichtungsbahnen oder aus Mauersteinen, sind Bestandteil des Mauerwerks und daher bereits durch den Teilsicherheitsbeiwert γ_M von Mauerwerk erfasst.
[e] Sofern der Variationskoeffizient der Steine nach Kategorie II nicht größer als 25 % ist.
[f] Deklarierte Werte der Tragfähigkeit sind Mittelwerte, es können jedoch auch charakteristische Werte deklariert werden. Für den angegebenen Teilsicherheitsbeiwert wird ein deklarierter Mittelwert angenommen.

(3) Der Wert von γ_M darf mit einem Grad der Ausführungskontrolle verbunden sein.

ANMERKUNG Eine Anleitung für die Auswahl der Teilsicherheitsbeiwerte γ_M auf der Grundlage des Grads der Ausführungskontrolle ist in Anhang A enthalten.

02.2	8.1	In der Projektbasis muss niedergeschrieben werden, dass die statische Modellierung und Nachweisführung der Stabilität der Gewölbefüsse auf dem Baugrund mit einem Modell geführt wird, welches auf Gewölbedeformationen beruht, welche horizontal durch Anker gehalten und behindert, aber vertikal bis zum Erreichen des Grenz- resp. Bruchzustandes implizit toleriert werden. Die Abschätzung dieser maximalen Einsenkung muss in der PB erläutert und in der Statik berechnet (abgeschätzt) werden. Die Unbedenklichkeit bezüglich Einhaltung des Lichtraumprofiles muss bestätigt werden. Wir empfehlen dieses grundsätzliche Vorgehen auch in der NV zu vereinbaren.	Gefährdungsbild in Tabelle 4-4 ergänzt. Text ergänzt: *Die statische Modellierung und Nachweisführung der Stabilität der Gewölbefüsse auf dem Baugrund mit einem Modell geführt wird, welches auf Gewölbedeformationen beruht, welche horizontal durch Anker gehalten und behindert, aber vertikal bis zum Erreichen des Grenz- resp. Bruchzustandes implizit toleriert werden. Im Rahmen der Trassierung wurde ein Mindestabstand zwischen dem LRP und dem (gescannten) Tunnelgewölbe von 3cm eingerechnet. Dieses Mass entspricht somit einem (impliziten) bautechnischen Nutzraum. Dabei ist eine Hebungsreserve von 10cm mitberücksichtigt. Neben der Sohlabsenkung ist als einzige permanente Baumassnahme, welche den nutzbaren Tunnelraum verkleinert, die Gewölbeabdichtung vorgesehen. Die massgebende Stelle in Bezug auf den bautechnische Nutzraum befindet sich daher im Gewölbe (Oberleitungskonstruktionsraum). An dieser Stelle darf die Summe aus Abdichtungsdicke, Verformungen durch die Sohlabsenkung und Montagetoleranzen 3cm nicht übersteigen.* In Ordnung, wurde entsprechend in der PB ergänzt. Aus der Kräfteumlagerung, im Zuge der Sohlabsenkung, resultiert gemäss Statikbericht eine rechnerische Verformung von ca. 4.3 mm. Diese abgeschätzte Verformung ist im Zusammenhang mit den vorhandenen Toleranzen zu betrachten / in Bezug zu setzen und es ist zu beurteilen, ob sie im Hinblick auf die Einhaltung des Lichtraumprofils unbedenklich ist. Bitte in Statik unter Gebrauchstauglichkeit verbal erklären. Ergänzung im Statikbericht: *„Die Abdichtung ist 6mm dick. Zusammen mit den rechnerischen Verformungen bei der Sohlabsenkung, ergeben sich somit ca 1cm. Folglich verbleibt an der kritischen Stelle (Oberleitungskonstruktionsraum) eine Montagetoleranz von rund 2cm, was bei der Platzierung der Befestigungsmittel für die Abdichtung entsprechend berücksichtigt werden muss.“*
02.3	Kap. 2.4	Wir würden hier nach dem Titel 2.4 ein Unterkapitel 2.4.1 «Übergeordnete Kennwerte» aufführen, damit man das in der Kapitelgliederung auch erkennt, dass es diese Werte im Bericht gibt. (danach dann 2.4.2 Böschung und 2.4.3 Tunnel)	Wird angepasst In Ordnung, wurde entsprechend in der PB ergänzt.

<table>
<tr><td>02.4</td><td>Kap. 2.4</td><td>Tabelle 2-3, Äussere Ankerwiderstände:
– Ungespannte Anker Mantelreibung = 175 kN/m^2
– Bitte ergänzen, dass dieser Wert nicht aus dem geologischen Bericht stammt, sondern dem Bericht zur Einordnung der geotechnischen Verhältnisse entnommen wurde, wo er begründet wird.
– Bitter ergänzen, dass die hohe Bemessungsmantelreibung durch Ankerauszugversuche evaluiert werden, um im Ausführungsprojekt resp. während der Ausführung ggf. eine korrigierte Bemessung zu machen.</td><td>Wird präzisiert / Verweis wird ergänzt.

In Ordnung, wurde entsprechend in der PB ergänzt.</td></tr>
<tr><td>02.5</td><td>Kap. 2.4.2</td><td>– Der angesetzte globale Sicherheitsfaktor von 1.20, welcher für die Rückrechnung der Kohäsion bei einem Reibungswinkel von 38° verwendet wurde, ist zu begründen.
– In der Projektbasis wird derzeit lediglich festgehalten, dass dieser Wert gewählt wurde, da keine Instabilitäten beobachtet wurden.
– Diese Begründung ist nachvollziehbar besser einzuordnen.</td><td>Text wird präzisiert.
Wahl basiert auf PAIng Erdbauwerke Tab. 3:
Tabelle 3: Globale Sicherheitsfaktoren in Abhängigkeit der Böschungsbewegungen
<table><tr><th>Globaler Sicherheitsfaktor</th><th>Zustand / Bewegung</th></tr><tr><td>< 1</td><td>Bruch</td></tr><tr><td>≈ 1.00 – 1.05</td><td>Grenzgleichgewicht, grosse Bewegungen</td></tr><tr><td>≈ 1.05 – 1.15</td><td>kleine Bewegungen</td></tr><tr><td>≈ 1.15 – 1.25</td><td>Restbewegung</td></tr><tr><td>≈ 1.25 – 1.40</td><td>substabile, vernachlässigbare Bewegungen</td></tr><tr><td>≥ 1.40</td><td>reguläre Sicherheit</td></tr></table>
In Ordnung, eine Begründung wurde in der PB ergänzt.</td></tr>
<tr><td>02.6</td><td>Kap. 2.4.2 / 2.4.3</td><td>– Die Anwendung des Verfahrens mit Rückrechnung ist zulässig, sofern die daraus ermittelten und in der Diskussion mit dem Geologen verifizierten Kennwerte in gleicher Bemessungssituation und gleichem Bruch- und Nachweismodell verwendet werden. Dieser Grundsatz ist in der Projektbasis zu ergänzen bzw. zu präzisieren.
– Die Rückrechnungsbasis wurde im Text aus unserer Sicht eventuell vertauscht?
  – im Kap. 2.4.2 (Böschung) fehlt der Hinweis auf die Baggerschlitze
  – im Kap. 2.4.3 (Tunnel) wird fälschlicherweise auf die Baggerschlitze Bezug genommen
– Die Texte müssen geprüft und vermutlich angepasst werden. Insbesondere muss dann klar hervorgehen, dass die rückgerechnete Kohäsion für die jeweilige Bemessungssituation herangezogen werden darf und nicht pauschal für die Moräne neu festgelegt wird.</td><td>Wird ergänzt

In Ordnung, wurde entsprechend in der PB ergänzt.

Text ist nicht vertauscht.
Kohäsion Sohlabsenkung wird anhand Graben Erneuerung Tunnelentwässerung rückgerechnet und mittels Rückrechnung Baggerschlitz sowie Erfahrungswerten verifiziert.

Wird präzisiert

In Ordnung, wurde entsprechend in der PB präzisiert.</td></tr>
<tr><td>02.7</td><td>Kap. 2.5</td><td>Die Auflistung ist sehr durchmischt. Wir empfehlen eine Gliederung, z.B. nach Tunnel, Tunnelverlängerung, Portale und Eischnitt und Entwässerung.</td><td>Wird angepasst

In Ordnung, wurde entsprechend in der PB angepasst.</td></tr>
</table>

02.8	Kap. 2.5	Die Wahl der höher liegenden Abdichtungs«verstärkung» der Tunnelverlängerung muss besser begründet werden; insbesondere auch im Zus.hang mit dem Bauwerkszustand (Schäden auf Grund von Undichtigkeiten? Chlride?, usw.), um eine reine Verbesserung als hinreichend einzuordnen. Dies muss auch in der NV als vom Bauherrn mitgetragene Lösung vereinbart werden.	Inspektion zeigt keine Undichtigkeiten der Abdichtung im Bereich der Tunnelverlängerung (trocken). Abdichtung intakt, erreicht aber Nutzungsdauer. Darum wird die bestehende Abdichtung mit der hochliegenden Abdichtung verstärkt. Text wird ergänzt: *Das Tragwerk weist keine Schäden und keine Hinweise auf Korrosion der Bewehrung auf. Es wurden keine Chloride festgestellt. Dies zeigt, dass die Abdichtung auf der Tunnelverlängerung intakt ist. Allerdings hat die bestehende Abdichtung ihre Lebensdauer erreicht. Aus diesem Grund soll die Abdichtung verstärkt / ergänzt werden.* In Ordnung, wurde entsprechend in der PB ergänzt.
02.9	Kap. 3.1	Erddruck Tunnel: – Verwendung erhöhter aktiver Erddruck ist begründbar und ok – Bitte ergänzen, welcher erhöhte aktive Erddruck (gemäss Statik-Bericht: 0.5 * (K_a + K_0)) angesetzt wird, und wie diese Wahl begründet wird.	Text wird ergänzt: *Im Rahmen des Baus sind Verformungen aufgetreten (ungestützter Querschnitt). Darum liegt der vorherrschende Erddruck im Bereich des aktiven Erddruckes. Es wird konservativ der aktiv-erhöhte Erddruck 0.5 * (Ka + K0) angesetzt.* In Ordnung, wurde in der PB für den Tunnel und die Stützbauwerke ergänzt.
02.10	Kap. 3	Mit welchen Lastfallkombinationen werden die Einwirkungen angewendet, und mit welchen Beiwerten? Bitte ergänzen.	Wird ergänzt In Ordnung, wurde in der PB für den Tunnel und den Zwischeneinschnitt ergänzt.
02.11	Kap. 3.2	Veränderliche Einwirkungen, Tabelle 3-2: – Erdbeben ist als aussergewöhnliche Einwirkung zu klassifizieren, nicht als veränderliche Einwirkung. – Erdbeben entsprechend als aussergewöhnliche Einwirkung ausweisen.	Wird ergänzt; zudem ergänzen, dass 1. gemäss BAV Richtlinie Erdbebensicherheit von Eisenbahnanlagen sowie SIA 269/8 für den bestehenden Tunnel und Böschungen kein Erdbebennachweis erforderlich ist (siehe auch Beilage 01.92 Nutzungsvereinbarung Kapitel 4.5) 2. Da die Gabionen neu erstellt werden, wird die SIA 267 7.2.3 zur Beurteilung verwendet. Dies führt dazu, dass eine Vernachlässigung der Bemessungssituation Erdbeben nicht zulässig ist.

02.12	Modellbeiwert für das Berechnungsmodell der Böschung beim Einschnitt / Kap. 8.2	– Der Modellbeiwert für das Berechnungsmodell der Böschung beim Einschnitt fehlt und ist zu ergänzen. – Der Partialfaktor γ_R (Modellbeiwert) gemäss SIA 267, 5.4.4.2 berücksichtigt im Grenzzustand Typ 3 die Modellunschärfe des gesamten Berechnungsmodells. In der Regel liegt der Partialfaktor γ_R für GZ Typ 3 im Bereich von 1.0 bis 1.2. Bezüglich der Wertfestsetzung ist Ziffer 5.3.5.4 massgebend. Gemäss dieser darf ein Wert an der unteren Grenze angesetzt werden, sofern ein konservatives Berechnungsmodell verwendet wird oder die Baugrundwiderstände nur gering sensitiv auf Änderungen der Bemessungswerte reagieren und die Ergebnisse auf der sicheren Seite liegen. – Der Modellbeiwert ist begründet zu definieren und in der Projektbasis zu ergänzen.	Text wird ergänzt: *Der Nachweis der Böschungsstabilität im Zwischeneinschnitt wird nach Krey-Bishop bestimmt, was einem mechanisch konsistenten Verfahren mit konservativen bis realistischen Resultaten entspricht. Die Berechnung wird am geometrisch ungünstigsten Querschnitt (grösste Böschungsneigung) durchgeführt. Der gesamte Einschnitt liegt in der Moräne, es sind weder Schichtgrenzen noch Grundwasser vorhanden. Die geotechnischen Kennwerte basieren auf Laboruntersuchungen (Reibungswinkel) sowie einer Rückrechnung am Bestand (Kohäsion) und liegen auf der sicheren Seite. Somit wird ein konservatives Berechnungsmodell verwendet und der Partialfaktor (Modellbeiwert) wird für den Nachweis der Böschungsstabilität zu γR = 1.0 festgelegt.* In Ordnung, wurde entsprechend in der PB ergänzt.
02.13	Kap. 8	Es fehlt ein Unterkapitel für die Böschungen; muss ergänzt werden.	Wird ergänzt In Ordnung, wurde in der PB ergänzt (Kap. 8.2).
02.14	Statischer Nachweis Winkelplatte	In der PB muss der Verzicht auf statische Nachweise der Winkelplatte aufgeführt und begründet werden.	Text wird ergänzt in Kapitel 2.5.5 *Die Winkelstellplatten übernehmen keine statische Funktion. Sie schützen den Kabelkanal vor losen Steinen, welche die steile Böschung herunterfallen können und vor oberflächlich abfliessendem Hangwasser bei Starkniederschlag. Es wird kein statischer Nachweis geführt.* In Ordnung, wurde in der PB ergänzt.
Ist kein Hinweis, sondern Auszug als Bezug für unsere Feststellungen, oder interne Notiz	*Kap. 8.1*	*Bemessungsmodelle:* *Die auf das Tragwerk wirkenden Schnittkräfte des massgebenden Querschnitts werden mittels numerischer Modelle ermittelt. Das Tunneltragwerk wird dabei als Stab Feder Modell im massgebenden Bemessungsschnitt abgebildet. Der Nachweis des Bestandes erfolgt nach SIA 262 anhand des M N Interaktionsdiagramms sowie über den Querkraftwiderstand. Die Überprüfung des bestehenden Mauerwerks erfolgt nach SIA 266.* *Die Bestimmung der erforderlichen Ankerkraft zur Verhinderung eines Grundbruchs unter dem Gewölbefuss erfolgt nach der Tragfähigkeitsformel von Terzaghi. Vor der Ausführungsprojektierung werden Ankerausziehversuche zur Optimierung des Ankerrasters durchgeführt.*	Keine Antwort erforderlich

03 Technischer Bericht

03.1	Kap. 4.12.1	Tunnel I, Portal Biglen: - Im Vorprojekt wurde festgehalten, dass der Bewehrungszustand der Winkelstützmauer in der nächsten Phase zu klären ist. Dies wurde nun im BP / PGV offenbar nicht gemacht? Es fehlt eine Begründung, weshalb darauf verzichtet wurde. - In der PB oder TB muss festgehalten werden, warum, auf welcher Grundlage, die im TB beschriebenen baulichen Massnahmen (einfache Instandsetzungen) genügen. - Warum waren für die Massnahmenplanung keine Untersuchungen erforderlich und wurden nicht durchgeführt (insbesondere im Bereich der maximalen Biegebeanspruchung)? Bitte entsprechend im TB oder PB erläutern, damit man die Massnahmen als hinreichend erkennen kann. - Auf Basis SIA 269 6.1.2.2 muss aufgezeigt werden, dass eine statische Überprüfung nicht erforderlich ist.	Textliche Ergänzung: *Das Tragwerk der 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.* In Ordnung, wurde im TB ergänzt.
03.2	Kapitel 4.12.1	Tunnel I, Hufeisenprofil: Nach Abbildung 4-2, zweiter Absatz: Bitte korrigieren – es ist ein Durchmesser von 13 mm für die vergrösserte Bohrkrone angegeben; korrekt sind 130 mm.	Wird korrigiert In Ordnung, wurde im TB korrigiert.
03.3	Kapitel 4.12.1	Tunnel I, Portal Biglen und Grosshöchstetten: Es wird beschrieben, dass Entlastungsbohrungen zur Reduktion von Wasserdruck vorgesehen werden. Wird diese Massnahme geplant, da aktuell Wölbungen am Portal sichtbar sind, die auf einen erhöhten Wasserdruck zurückgeführt werden könnten? Oder welches Ziel verfolgen diese Entlastungen? Gilt auch für die Entlastungsbohrungen bei GHT II, Portal Biglen Bitte im technischen Bericht erläutern.	Textliche Ergänzung: *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.* Gilt auch für GHT II: Auch dort textlich ergänzt In Ordnung, wurde im TB ergänzt.
03.4	Kap. 7.3.2	GHT I und GHT II: In Kap. 4.12.1 und 4.12.2 wird festgehalten, dass die Anker vor Beginn der Sohlabsenkung eingebaut werden. Dieser Punkt fehlt in der Auflistung des Bauablaufs und ist entsprechend zu ergänzen.	Wird ergänzt In Ordnung, wurde im TB ergänzt.

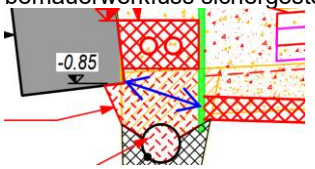
03.5	Kap. 7.3.3	Offene Strecke inkl. Zwischeneinschnitt: Folgende geplante Massnahmen fehlen im aufgelisteten Bauablauf: – Systematische Böschungsdrainage – Stellen der Winkelplatte – Erstellung neue seitliche Entwässerungsleitungen – Erstellung Gabionen bei den Schächten Bitte den Bauablauf mit den noch fehlenden geplanten Massnahmen ergänzen.	Wird ergänzt Die Massnahme «Erstellung einer systematischen Böschungsdrainage» ist im Bauablauf weiterhin nicht aufgeführt. Aufgrund von Kapazitätsproblemen im Entwässerungsnetz der Gemeinde musste die Lösung mit der systematischen Böschungsdrainage fallen gelassen werden. Anstelle dieser wird neue eine Ingenieurbiologische Massnahme (Bepflanzung mit Weiden) umgesetzt. Durch diese Massnahme entsteht eine Verwurzelung zwischen Deckschicht und Moräne, welche die Gefahr des Abgelten ebenfalls verringert ohne den Spitzenabfluss zu erhöhen. Der Ausführungszeitpunkt ist noch nicht definiert und hängt auch vom Wetter ab
04 Bericht Einordnung Geotechnische Verhältnisse			
04.1	Kap. 4	Absatz nach Abbildung 4-2: Der Satz «*Die horizontale Komponente H der Gewölbekraft wird auf der sicheren Seite liegend zu 0 gesetzt.*» ist inhaltlich richtig, faktisch, aber falsch formuliert. Auf der sicheren Seite liegend ist nur das Resultat, falls auf die horizontale Komponente H verzichtet wird.	Wird umformuliert. In Ordnung, wurde im Bericht umformuliert.
Ist kein Hinweis, sondern Auszug als Bezug für unsere Feststellungen, oder interne Notiz	*Kap. 9*	*Für Bodennägel kann eine charakteristische Mantelreibung von 150 – 180 kN/m2 angesetzt werden. Diese ist durch Ausziehversuche zu bestätigen.*	Keine Antwort erforderlich
05 Statik Tunnel			
05.1	Kap. 2.2	Zweiter Absatz, letzter Satz: «*Zuvor wird die Sickerleitung samt dem darüberliegenden Sickerkies vermörtelt.*». – Dies gilt gemäss Normalprofilplan ausschliesslich für den GHT I. – Für den GHT II ist keine Zementinjektion des Schotters sowie der Sickerpackung vorgesehen. – Dies ist hier noch entsprechend zu präzisieren. – Zudem ist Abbildung 2-5 zu ersetzen, da sie nicht mehr dem aktuellen Normalprofil des GHT I entspricht; der Rohrblock befindet sich neu auf der linken Seite.	Wird ergänzt In Ordnung, alle Punkte wurden im Bericht ergänzt.
05.2	Kap. 3.1	Tabelle 3-1: Materialkennwerte Bestand: – Der massgebende Berechnungsquerschnitt befindet sich beim GHT I. – Die Materialkennwerte im Bestand für Betonsteinmauerwerk sowie für Stampfbeton unterscheiden sich zwischen GHT I und GHT II. – Es fehlt der Hinweis, dass es sich bei den hier verwendeten Materialkennwerten um diejenigen des GHT I handelt, deren Herleitung in der PB ersichtlich ist. – Bitte dies in diesem Kapitel entsprechend ergänzen.	Wird ergänzt In Ordnung, wurde im Bericht ergänzt.

05.3	Kap. 4.1	Tabelle 4-1: Geologische Kennwerte (charakteristisch) Tunnel: – Es ist schwer nachvollziehbar, welche Kennwerte letztlich gewählt wurden und ob diese auf dem geologischen Bericht, einer Rückrechnung oder der Einordnung der geologischen Verhältnisse basieren. – Gemäss unserem Verständnis basieren alle Kennwerte für die künstliche Auffüllung auf dem Bericht «Tunnel GHT I und II Baugrunduntersuchung» und entsprechen den empfohlenen charakteristischen Kennwerten des Geologen. – Die Kennwerte der Moräne hingegen stammen aus unterschiedlichen Quellen: Das Raumgewicht und der Reibungswinkel entsprechen den empfohlenen charakteristischen Kennwerten des Geologen für eine ungestörte Moräne, während die Kohäsion aus der Rückrechnung stammt und im Bericht zur Einordnung der geologischen Verhältnisse erläutert wird. Unklar ist, auf welches Dokument sich die verwendeten ME-Werte für die Erst- und Wiederbelastung beziehen. Die Mantelreibung bezieht sich wiederum auf den Bericht zur Einordnung der geologischen Verhältnisse. – Aus Tabelle 4-1 muss klar ersichtlich sein, aus welchen Quellen die geologischen Kennwerte stammen und mit welcher Begründung diese gewählt wurden. Dies ist entsprechend zu ergänzen und zu präzisieren.	Wird ergänzt In Ordnung, wurde im Bericht ergänzt.

05.4
 	
(vgl. dazu auch 02.6)
	Kap. 4.1	– Die Anwendung des Verfahrens mit Rückrechnung ist zulässig, sofern die daraus ermittelten und in der Diskussion mit dem Geologen verifizierten Kennwerte in gleicher Bemessungssituation und gleichem Bruch- und Nachweismodell verwendet werden.
		– Vgl. 02.6: Eventuell sind auch hier die Texte zur Rückrechnungsbasis im Text vertauscht?
		  – Böschung: basiert auch auf Baggerschlitze
		  – Tunnel: wird fälschlicherweise auf die Baggerschlitze Bezug genommen; ist aber nur die Entwässerungsgrabensituation
		– Die Texte müssen geprüft und vermutlich angepasst werden. Insbesondere muss dann klar hervorgehen, dass die rückgerechnete Kohäsion für die jeweilige Bemessungssituation herangezogen werden darf und nicht pauschal für die Moräne neu festgelegt wird.
		– Aus den oben genannten Gründen ist der letzte Satz im zweiten Absatz dieses Kapitels («*Für die Nachweisführung im Tunnel werden folgende Kennwerte berücksichtigt*») zu präzisieren.
		– Die rückgerechnete Kohäsion darf ausschliesslich für Nachweise zur Grundbruchstabilität verwendet werden. Dies ist entsprechend textlich so festzuhalten.
			Wird ergänzt
			
			In Ordnung, wurde im Bericht ergänzt.
			Vgl. auch Antwort zu 02.6.

05.5	Kap. 4.2	– Es fehlt eine Begründung, weshalb ein erhöhter aktiver Erddruck angesetzt wird und weshalb bei diesem Ansatz 50 % des Erdruhedrucks berücksichtigt werden. – Dies wird auch in der Projektbasis nicht erläutert. – Eine entsprechende Begründung ist in der Projektbasis zu ergänzen.	Wird ergänzt In Ordnung, wurde in der PB ergänzt.

05.6	Kap. 4.2	Der passive Erddruckbeiwert ist ebenfalls aufzuführen, da er in Kap. 6.1 bei der Herleitung des Grenzwerts für die radiale Bettung verwendet wird.	Wird ergänzt In Ordnung, wurde im Bericht ergänzt.
05.7	Kap. 4.3	Partialfaktoren: – Es wird nicht beschrieben, ob die allgemeinen Partialfaktoren oder die Partialfaktoren nach Ziffer 5.3.2.3 verwendet werden. – Dies ist entsprechend zu ergänzen.	Wird ergänzt In Ordnung, wurde im Bericht ergänzt.
05.8	Kap. 6.1	– Welcher E-Modul für den Tunnel verwendet wird, ist nicht beschrieben. – Diese Angabe fehlt und ist entsprechend zu ergänzen.	Wird ergänzt In Ordnung, wurde im Bericht ergänzt.
05.9	Kap. 6.1	Auflagersteifigkeit vertikal $k_{v,\ Auflager}$: Es ist nicht ersichtlich, wie sich der Wert für L = 150,4 m ergibt. Bitte erläutern.	Das Auflager zieht sich durch den ganzen Tunnel. Deshalb wurde die Länge des Auflagers gleich der die Länge des Tunnels GHT I (l=150.4m) gesetzt. In Ordnung, wurde im Bericht ergänzt.
05.10	Kap. 6.2	Abbildung 3: Aktiv-erhöhter Erddruck: Es wurden teilweise kleinere Erddrücke angesetzt. Firstpunkt: 10,2 m × 21,5 kN/m³ × 0,31 = 68,0 kPa, gemäss Abbildung jedoch 63,32 kPa. Widerlager: 16,9 m (Tunnelhöhe ca. 6,7 m) × 21,5 kN/m³ × 0,31 = 112,6 kPa, gemäss Abbildung jedoch 104,32 kPa. Bitte diese Unstimmigkeiten erläutern und gegebenenfalls die Berechnungen mit den korrekten Erddruckwerten aktualisieren.	Gemäss SIA 197 kann die Silotheorie angewendet werden, wenn die Überlagerungshöhe mehr als das 1,5-Fache der Tunnelbreite beträgt. Es wird daher der volle Überlagerungsdruck angewendet für eine Überdeckung von H=1,5*B=9.5m. Dies entspricht einer vertikalen Last von 204.3 kN/m2 auf den Tunnel (Kapitel 5.2.1). Diese vertikale Last wurde zur Bestimmung des aktiven-erhöhten Erddrucks herangezogen. Es liegt keine Unstimmigkeit vor; der PV hat in seiner Antwort die verwendeten Erddrücke erläutert. Diese sind, wie in Abbildung 3 dargestellt, korrekt.
05.11	Kap. 6.4.1 und Kap. 6.4.2	– Die Biegenachweise sind zusätzlich mittels M-N-Interaktionsdiagrammen darzustellen. Dadurch werden sämtliche Punkte berücksichtigt und nicht nur die aktuell geführten Nachweise für die maximalen Momente. Häufig sind Lastfälle mit geringer Normalkraft massgebend. – Die Nachweisführung für die Biegung ist entsprechend mit M-N-Interaktionsdiagrammen zu ergänzen.	Wird ergänzt In Ordnung, wurde im Bericht ergänzt.
05.12	Kap. 7.3.1	Durchmesser Verpresskörper: – Es wird mit einem Verpresskörper von 0.15 m gerechnet, während die Bohrkrone 0.13 m beträgt. Auf welcher Grundlage basiert die Annahme eines Verpresskörpers von 0.15 m? – Liegt hierzu eine geologische Einschätzung vor, ob ein solcher Verpresskörper in der Moräne realistisch ist? – Bitte diese Annahme erläutern und den Wert von 0.15 m entsprechend im Bericht begründen.	Gemäss Kapitel 7.5.2 anpassen Der Vergrösserungsfaktor von a = 1.5 wurde im Bericht «Einordnung geotechnischer Verhältnisse» vom Geologen als realistisch und zu erwarten eingestuft. Folge dessen müsste bei einem Bohrdurchmesser von 130 mm in Kap. 7.3.1 beim «Durchmesser Verpresskörper» entsprechend 195 mm (1.5 × 130 mm) angegeben werden? Dies ist noch zu korrigieren; aktuell ist dort der Bohrdurchmesser von 130 mm aufgeführt. Wird angepasst

05.13	Kap. 7.3.3	– Gemeint scheint das Richtige, der Text ist jedoch präziser zu formulieren. – «Die (elastische) Steifigkeit des ungespannten Ankers ist rund viermal grösser als die (horizontale) Steifigkeit <u>des Baugrunds</u> beim Gewölbefuss.» – Bitte den Text entsprechend ergänzen.	Wird ergänzt In Ordnung, wurde im Bericht angepasst.
05.14	Kap. 7.5.2	– Der gewählte Vergrösserungsfaktor von a = 1.5 ergibt bei einem Bohrdurchmesser von 130 mm einen Durchmesser des Verpresskörpers von 195 mm. – Dies steht im Widerspruch zur Angabe in Kapitel 7.3.1, wo der Verpresskörperdurchmesser mit 150 mm angegeben ist. – Es ist zu begründen, weshalb ein Vergrösserungsfaktor von a = 1.5 als konservative Annahme betrachtet wird. Konservativer wäre eher ein kleinerer Faktor, da sich dadurch auch der äussere Widerstand reduziert. – Liegt eine geologische Einschätzung vor, ob ein derartiger Verpresskörper in der Moräne realistisch ist?	Es wird ergänzend auf den Bericht Einordnung Geotechnischer Verhältnisse verwiesen. In Ordnung, im Bericht «Einordnung geotechnischer Verhältnisse» wurde der Vergrösserungsfaktor von 1.50 vom Geologen als realistisch und angemessen eingeschätzt.
05.15	Vermörtelung Sickerleitung/Sickerpackung	– Die vorgängig erstellte Vermörtelung der Sickerleitung inkl. des darüberliegenden Sickerkieses wird im Bemessungsmodell der Bodenplatte, welche als Spriessplatte ausgebildet wird, vernachlässigt. – Wie wird die Kraftübertragung bzw. die Kraftdurchleitung der Spriesstragwirkung über die Zementinjektion bis zum Widerlager resp. zum Gewölbemauerwerkfuss sichergestellt?  – Dies ist zu beschreiben und entsprechend nachzuweisen.	Wird überprüft Der Bereich des Injektionskörpers wird im Model beidseits gelenkig an den Gewölbefuss bzw. die Sohlplatte angeschlossen (Pendelstütze). Die errechnete Normalspannung (in der Pendelstütze) wird mit der zulässigen Druckspannung des Injektionskörpers verglichen. Berechnung der Bettung für den vermörtelten Sickerkies ist nicht nachvollziehbar. Bitte Erklärung vertiefen. textliche Begründung für die erhöhte Bettung ergänzen: "Im Bereich der Druckstrebe im vermörtelten Sickerkies ist unterhalb der Druckstrebe ein Betonkörper aus dem vermörtelten Kies, der verfüllten Leitung sowie dem darunterliegenden Magerbeton vorhanden. Dadurch ist die Bettungssteifigkeit in diesem Bereich deutlich erhöht. Für die Bemessung wird in diesem Berich die doppelte Bettungssteifigkeit der Bettung unter der restlichen Bodenplatte angesetzt."
05.16	Kap. 8.1	Massgebende horizontale Auflagerkraft: – Der Verweis auf das Kapitel ist nicht korrekt. – Die massgebende horizontale Auflagerkraft von 364,7 kN/m ist in Kapitel 7.3.4 dargestellt.	Wird ergänzt In Ordnung, wurde im Bericht angepasst.
05.17	Kap. 8.1	– Es wird ausgeführt, dass von einem gerissenen Querschnitt ausgegangen wird, wobei der Elastizitätsmodul auf ein Drittel des ursprünglichen Wertes reduziert wurde. – Bitte den im Bericht verwendeten E-Modul explizit angeben. – Wurde dieser reduzierte E-Modul auch für die Ermittlung des Querschnittswiderstands im M-N-Interaktionsdiagramm in Kapitel 8.3.1 verwendet?	Wird ergänzt. In Ordnung, wurde im Bericht ergänzt.

06 Statik Einschnitt

Ist kein Hinweis, sondern Auszug als Bezug für unsere Feststellungen, oder interne Notiz	*Kap. 3.1*	*Die geotechnischen Kennwerte aus der Rückrechnung der Böschungsstabilität im Bestand werden einzig für den Nachweis der Böschungsstabilität im Endzustand verwendet.*	Keine Antwort erforderlich
06.1	Kap. 3.1	Baugrundkennwerte, Tabelle 3-1: – Gemäss geologischem Bericht beträgt die Bandbreite für die Erstbelastung der Moräne 10–100 MN/m^2. – Im Bericht selbst wird jedoch eine Bandbreite von 20–100 MN/m^2 angegeben. – Die Ursache dieser Abweichung ist unklar und ist zu erläutern bzw. soll korrigiert werden. – Weiter wird im Bericht festgehalten, dass die in Tabelle 3-1 aufgeführten Kennwerte aus dem geologischen Bericht stammen. Im Statik-Bericht ist für die Wiederbelastung ein Wert von 180 MN/m^2 angegeben. – Dieser Wert von 180 MN/m^2 steht jedoch im Widerspruch zum angegebenen Verhältnis M'_E / M_E = 2 aus dem geologischen Bericht. – Die Ursache dieser Abweichung ist unklar und ist zu erläutern bzw. soll korrigiert werden.	Wird angepasst. Bandbreite sollte 10-100 sein und Widerbelastungsmodul 80 MPa In Ordnung, wurde im Bericht angepasst.
06.2	Modellbeiwert	– Es wurde kein Modellbeiwert festgelegt. – Siehe hierzu auch die Bemerkung zur Projektbasis Nr. 02.7. – Der Modellbeiwert ist in der Projektbasis zu definieren und im Bemessungsmodell entsprechend zu berücksichtigen.	Wird ergänzt. In Ordnung, wurde im Bericht ergänzt.

06.3	Kap. 3.2.3	Radius Gleitkreise:
		– In den Berechnungsresultaten ist ersichtlich, dass unterschiedliche Radien verwendet wurden:
		  – Rückrechnung Ist-Zustand: R = 10.69 m
		  – Bau- und Endzustand: R = 18.56 m
		– Das Vorgehen zur Festlegung der Radien ist nicht nachvollziehbar. Ist die Annahme des SV korrekt, dass damit bestimmte zu erwartende Gleitkreise erzwungen werden?
		– Der resultierende Gleitkreis bei der Rückrechnung des Ist-Zustands (Abbildung 3-2) deutet eher auf eine lokale Instabilität hin. Erwartet würde eher ein Gleitkreis über die gesamte Böschung.
		– Es ist aufzuzeigen, dass es sich hierbei um den massgebenden Gleitkreis handelt.
			DC-Böschung vergleicht verschiedene Gleitkreise mit unterschiedlichen Radien und Kreismittelpunkten. Es sucht dabei eigenständig den Gleitkreis mit der höchsten Ausnutzung bez. mit dem geringsten Sicherheitsfaktor.
			
			Das Vorgehen des Programms DC-Böschung wird ausführlicher beschrieben.
			
			In Ordnung, wurde im Bericht ergänzt.

06.4	Kap. 4	– Der Bau- und Endzustand werden mit demselben Bemessungsmodell nachgewiesen. – Dies steht im Widerspruch zur in Kapitel 3.1 formulierten Aussage, wonach einzig für den Endzustand die rückgerechnete höhere Kohäsion verwendet wird, während für den Bauzustand die Kohäsion gemäss geologischem Bericht angesetzt wird. Dies scheint jedoch nicht umgesetzt worden zu sein. – Es ist darzulegen, weshalb Bau- und Endzustand gleich behandelt werden können. – Nach Auffassung des SV zeigt Abbildung 4-1 den Bauzustand (Kohäsion 4 kPa), während für den Endzustand (Kohäsion 6.2 kPa) die stabilisierende Wirkung des Fahrbahnaufbaus sowie der Winkelplatte im Nachweis zusätzlich berücksichtigt werden könnte.	Text wird angepasst. Endzustand und Bauzustand wurden gleichbehandelt. Die Rückrechnung erfolgt auf Grundlage des Grabenquerschnitts der Entwässerungserneuerung aus dem Jahr 2013. Die daraus abgeleiteten Baugrundkennwerte werden für die Beurteilung des heutigen Bauzustands verwendet. Da dieser stabil ist, ist auch bei einer günstigeren Böschungsgeometrie, wie es beim Endzustand der Fall ist, keine Instabilität zu erwarten. In Ordnung, wurde im Bericht angepasst.
06.5	Kap. 4.2.2	– Als Nutzlast wird ein Unterhaltsfahrzeug mit q_N = 5 kN/m² angesetzt. – Zusätzlich ist auch der Lastfall infolge der Wohnbauten oberhalb des Trasses zu berücksichtigen (siehe hierzu Statikbericht Gabionen, Kapitel 1.2). – Es ist aufzuzeigen, dass der betrachtete Bemessungsquerschnitt massgebend ist und nicht ein Querschnitt mit zusätzlicher Auflast aus den Wohnbauten den massgebenden Zustand darstellt.	Da Gebäude mit Kellergeschossen in der Regel entlastend wirken, wurde auf die Ansetzung von einer Gebäudelast verzichtet. In Ordnung.
07 Statischer Bericht Gabionen bei Schächte			
07.1	Kap. 1.1	Spritzbeton Nagelwand und Durchstanznachweis: – Der Spritzbeton zwischen den Nägeln ist nachzuweisen. – Ebenso ist der Durchstanznachweis bei den Nägeln zu führen und nachzuweisen. – Beide Nachweise fehlen und sind entsprechend zu ergänzen.	Der Nachweis der Spritzbetonschale wird im Statikbericht ergänzt. In Ordnung, wurde im Bericht ergänzt.
07.2	Kap. 1.1	– Der folgende Satz ist unklar und bedarf einer Erläuterung. – «Für die Bemessung wurden keine Reserven für spätere Grabarbeiten unmittelbar vor der Fundation der Gabionen berücksichtigt.» – Es ist zu präzisieren, welche Reserven bei der Bemessung nicht berücksichtigt wurden.	Der Abschnitt wird durch folgenden Text ersetzt: «Für die Berechnung wurde kein Aushub während der Nutzungsdauer im Bereich der Gabionenfundation berücksichtigt.» Bitte in der Nutzungsvereinbarung festhalten, dass der Fahrbahnunter- und oberbau statisch als passiver Erddruck stützend eingerechnet wurde. Dies muss in der NV deshalb vereinbart werden, dass ein künftiger Fahrbahnausbau nicht ohne weitere Beachtung der Gabionenfundation möglich ist. Wird ergänzt (Kap. 4.6)
07.3	Kap. 1.2	Tabelle: – In der Zeile „Wohnnutzung Fläche A“ muss in der Spalte „Anzahl“ der Wert 3 eingetragen sein, andernfalls ist das Total nicht nachvollziehbar. – Bitte entsprechend korrigieren.	Die Keller unter den Gebäuden führen zu einer Entlastung (fehlender Baugrund), daher wird auf die zusätzliche Auflast von Wohnbauten verzichtet. In Ordnung, wurde im Bericht angepasst.

07.4	Kap. 1.3	– Es wird festgehalten, dass für die Erdbebenüberprüfung eine kurzfristige Kohäsion von 10 kN/m² verwendet wurde, die auf Rückrechnungen basiert. – Es ist nicht nachvollziehbar, auf welchen Rückrechnungen die Ermittlung dieser Kohäsion von 10 kN/m² beruht. – Auch im Dokument zur Einordnung der geotechnischen Verhältnisse wird darauf nicht eingegangen. – Für denselben Abschnitt wird im Statikbericht Einschnitt bei den Böschungen im Bauzustand mit einer Kohäsion von 4 kPa und im Endzustand mit 6.2 kPa gerechnet. – Es ist aufzuzeigen, wie die erhöhte Kohäsion rückgerechnet wurde. Die entsprechenden Rückrechnungen sind dem Bericht als Anhang beizulegen. – Zudem ist die erhöhte Kohäsion mit dem Geologen abzuklären.	In der Statik wird neu mit einer Kohäsion von 6.2 kPa im Endzustand gerechnet. Es wird ein entsprechender Verweis auf Beilage Nr. 01.94.02 (Statischer Bericht Einschnitt) eingefügt. In Ordnung, wurde im Bericht angepasst.
07.5	Kap. 1.3	– Für die Bemessung der Nägel wird eine charakteristische Mantelreibung von 150 kN/m² angesetzt. – Gemäss geologischem Bericht wird jedoch ein Wert von 100 kN/m² empfohlen (Kapitel 6.2, Seite 18). – Gemäss Bericht „Einordnung geotechnische Verhältnisse“, Kapitel 8, wird für eine ungestörte Moräne (im Tunnel) ein Wert von 150 bis 180 kN/m² empfohlen. – Aus Sicht des SV ist daher nicht nachvollziehbar, weshalb für eine umgelagerte, oberflächennahe Moräne ein Wert von 150 kN/m² verwendet wird. – Der angesetzte Wert ist in der PB und im Statikbericht nachvollziehbar zu begründen. – Bitter ergänzen, dass die hohe Bemessungsmantelreibung durch Ankerauszugversuche evauliert werden, um im Ausführungsprojekt resp. während der Ausführung ggf. eine korrigierte Bemessung machen kann.	In der Statik wird die Mantelreibung auf 100 kN/m² reduziert mit Verweis auf den geologischen Bericht. Ebenfalls werden Ankerzugversuche zur Verifikation der Mantelreibung erwähnt. Insbesondere sind Versuche in oberflächennahen Bereichen zu erwähnen. In Ordnung, wurde im Bericht angepasst.
07.6	Kap. 1.5	Ermittlung der Erdbebenersatzkraft: – Gemäss Anhang C wurde der vertikale Anteil der Erdbebenersatzkraft nicht berücksichtigt. – Es ist zu begründen, weshalb auf den vertikalen Anteil verzichtet werden kann bzw. inwiefern dieser Verzicht auf der sicheren Seite liegt.	Aufgrund der minimalen Erhöhung der Ersatzkraft bei der Berücksichtigung der vertikalen Kräfte, werden diese in der Statik neu berücksichtigt. In der Nutzungsvereinbarung (Kap. 4.5) wird dargelegt, dass gemäss SIA 269-8, Art. 8.2.1 auf eine Erdbebensicherheitsberechnung verzichtet werden kann. Aus welchem Grund wird dennoch der Lastfall Erdbeben berücksichtigt? Da die Gabionen neu erstellt werden, wurde die SIA 267 7.2.3 zur Beurteilung verwendet. Dies führt dazu, dass eine Vernachlässigung der Bemessungssituation Erdbeben nicht zulässig ist. Wird in der PB ergänzt, und in der Statik beim Lastfall Erdbeben als Fussnote odgl. reinschreiben.

07.7	Kap. 1.6	Partialsicherheitsfaktoren und Lastfallkombinationen: – Es ist im Bericht aufzuzeigen mit welchen Partialsicherheitsfaktoren gerechnet wird. – Es ist aufzuzeigen, welche Lastfallkombinationen für den Bau- und Endzustand berücksichtigt werden.	Die entsprechenden Partialsicherheitsfaktoren werden ergänzt. Ebenfalls werden die massgebenden Lastfallkombinationen definiert. Wurde ergänzt.
07.8	Kap. 3.1	Durchmesser Verpresskörper: – Es ist zu begründen, weshalb 10 cm für den Durchmesser des Verpresskörpers angenommen werden können.	Der Durchmesser der Bohrkrone wird so definiert, damit mit einem Vergrösserungsfaktor von 1.5 ein Verpresskörper von 100 mm resultiert. Verweis auf geologische Einschätzung des Vergrösserungsfaktors wird ergänzt. In Ordnung, wurde ergänzt.
07.9	Kap. 3.1	Es wird eine Mantelreibung von 150 kN/m² angesetzt, siehe Bemerkung Nr. 07.5.	Siehe Antwort zu Bemerkung Nr. 07.5 In Ordnung, Mantelreibung wurde angepasst.
07.10	Seite 9, Kapitel 5.1	Zwei Standsicherheitsnachweise sind mit 0.99 und 0.97 eigentlich streng genommen nicht erfüllt. Bitte führt eine gute Begründung an, dass diese knappe rechnerische nicht-Erfüllung unbedeutend ist und als erfüllt angesehen werden kann.	Aufgrund der Berücksichtigung von Partialsicherheitsfaktoren bei Einwirkung und Widerstand sind diese Werte vertretbar. Sicherheitsfaktoren sind deutlich grösser als Abweichung. In Ordnung eine Begründung wurde ergänzt.
07.11	Kap. 5.2	– Der gewählte Reibungswinkel von 20.8° zwischen den Gabionen ist zu erläutern. – Zudem ist darzulegen, weshalb davon ausgegangen werden kann, dass dieser Wert sicher vorhanden ist.	Bei einer Füllung der Gabionen mit Schotter wird mit einem Reibungswinkel von 35° (SIA 261, Tab. 30) gerechnet. Diese Annahme wird in der Statik ergänzt. In Ordnung, wurde im Bericht ergänzt.
08 Überwachungskonzept			
08.1	B. Messstellen Zwischeneinschnitt	Für die Gebäudeecken jeweils einseitig von jedem der vorgesehenen QP empfehlen wir auch noch je einen Vermessungspunkt zu setzen und zu messen. Zwar ist die Gefährdung vermutlich gering; sie können aber gleichzeitig als Teil der Beweissicherung mit verwendet werden.	Wird ergänzt In Ordnung, wurde ergänzt.
08.2	QP km 14’409	Warum 14'409 und nicht unter dem Gebäude bei km ca. 14'400? Warum 14'050 und nicht unter dem Gebäude bei km ca. 14'045? Wir empfehlen jeweils auch am darüber liegenden Gebäude einen Messpunkt, um mit den Gewölbesetzungen eine mögliche Korrelation feststellen zu können; und sie dienen ebenso gleichzeitig als Teil der Beweissicherung.	Wird angepasst Teilweise ergänzt. An den darüberliegenden Gebäuden werden keine Messpunkte vorgesehen.
08.3		Messintervall: bitte Angaben zum Messintervall machen. Wichtiger Zweck ist die Beobachtung des Verhaltens; nicht als Beobachtungsmethode, aber zur Evaluation der prognostizierten / abgeschätzten Gewölbeverformungen, um die Deformationen mit den Erwartungen zu vergleichen und ggf. Anpassungen im Bauablauf vornehmen zu können. Intervall deshalb zu Beginn und während kritischer Bauphasen (Sohlabsenkung) verdichten.	Messintervalle sind in Kapitel 3.1 angegeben. Während der Sohlabsenkung sind bereits tägliche Messungen vorgesehen. Wieso zu Beginn intensivieren? Intervalle / Häufigkeit wurden angepasst, insbesondere wurden die Messintervalle für die kritischen Bauabläufe (Sohlabsenkung bis zum Sohleinbau) intensiviert.

09 Pläne			
09.1	Abwicklungs- und Massnahmenpläne	Muss die Massnahme Fugeninstandsetzung nicht flächendeckend überall vorgesehen sein? Faktisch dürfte das überall erforderlich sein; mit mehr oder weniger Fugenmeter pro Fläche. Insbesondere bei den Flächen, wo der Spritzbeton entfernt wird, gehen wir davon aus, dass das Gewölbe dahinter Schwächen haben dürfte und Fugen freigelegt werden könnten.	Die Massnahme "Fugeninstandsetzung" wird flächendecken eingezeichnet und überall wo erforderlich umgesetzt. In Ordnung, wurde umgesetzt.
09.2	08.04.02_Abdichtung Tunnelverlängerung	Date Detail A sieht nicht gleich aus wie links im Längsschnitt 1:100. Mit dem Tunnellängsgefälle weg vom Portal und dem Quergefälle von nur 1% ist eine «Sackbildung» sehr wahrscheinlich. Mit dem Ziel einer besseren Gebrauchstauglichkeit ohne stauendes Wasser empfehlen wir eine Verbesserung der Gefälleverhältnisse / Fliessoberfläche auf der Abdichtung zur Leitung.	Das Längenprofil wird entsprechend dem Detail A angepasst. Das Quergefälle der Bentonitmatten wird auf 2% erhöht Wurde entgegen der beschriebenen Rückmeldung nicht umgesetzt; Plan ist noch unverändert. Wird noch erledigt.

Der Sachverständige:

Jürg Portner / Nikola Vasic
EBP Schweiz AG