

Abschnitt: **Giesshübel – Wiedikon / Langnau – Sihlwald – Sihlbrugg**
 km: **km 0.495 / km 11.043**
 Kantone: **Zürich**
 Gemeinden: **Zürich, Langnau am Albis**

Projekt: **Gewölbeinstandsetzung
Tunnels SZU**

Tunnel Manesse km 0.495
Tunnel Gattikon km 11.043

Phase:

Auflageprojekt

Bauherrenvertretung SZU
 Sihltal Zürich Uetliberg Bahn
 Abteilung Bau
 Wolframplatz 21
 8045 Zürich

Sachverständiger
 F. Preisig AG
 Grünhaldenstrasse 6
 8050 Zürich

Name: Lutz Rainero
 Datum: 27. März 2017
 Unterschrift:

Name: Heinz Nauer
 Datum: 27. März 2017
 Unterschrift:



Prüfbericht Sachverständiger

DOK - Nr.

Index	Erstellt	Datum	Geprüft / Freigabe	Datum
0	Na	23.03.17		
1	Na	27.03.17		

Filename:
 211399_BE_SV_SZU_Manesse_Gattikon_V1_Na_170327
 .docx

Format: **A4**

Sihltal Zürich Uetliberg Bahn
 Abteilung Bau
 Wolframplatz 21
 8045 Zürich

 **SZU**
 Sihltal Zürich Uetliberg
 Bahn

IMPRESSUM

Vertragspartner

Auftragnehmer	F, Preisig AG Grünhaldenstrasse 6 8050 Zürich 044 308 85 85 044 308 85 80 preisig.zuerich@preisigag.ch Heinz Nauer
Auftragsnummer	211399
Auftraggeber	Sihltal Zürich Uetliberg Bahn SZU Abteilung Bau Wolframplatz 21 8045 Zürich 044 206 45 54 lutz.rainero@szu.ch Lutz Rainero

Änderungsverzeichnis

Version	Anpassung / Änderung	Verfasser	Datum
V_0		Na	23.03.2017
V_1		Na	27.03.2017

Verteiler

Firma	Name	Anzahl	Datum	Version
Sihltal Zürich Uetliberg Bahn SZU	Lutz Rainero	1	26.03.17	V_0
Sihltal Zürich Uetliberg Bahn SZU	Lutz Rainero	1	27.03.17	V_1

INHALTSVERZEICHNIS

1	ZUSAMMENFASSUNG	4
2	EINLEITUNG, GEGENSTAND	4
2.1	Einleitung	4
2.2	Projektbeteiligte	4
2.3	Fachkompetenz und Unabhängigkeit	5
3	AUFTRAG UND ABGRENZUNG	5
4	UNTERLAGEN, GRUNDLAGEN	6
4.1	Projektgrundlagen	6
4.2	Gesetzliche und normative Grundlagen	7
4.3	Ablauf der Prüfung	8
5	PROJEKT TUNNEL MANESSE UND GATTIKON	8
6	PRÜFUNG UND ERGEBNISSE	9
6.1	Nutzungsvereinbarung	9
6.2	Projektbasis	11
6.3	Projektkonzept	11
6.4	Lichtraumprofil	13
6.5	Materialien und Werkstoffe	14
6.6	Ausführungskonzept / Bauphasen / Bauprogramm	14
6.7	Geologie, Hydrologie, Baugrund, Bauwerksabmessungen	15
6.8	Sicherheit und Rettung	15
6.9	Überwachungs- und Unterhaltsplan	15
7	ANHANG	16

1 ZUSAMMENFASSUNG

Prüfung Das vorliegende Auflageprojekt «Gewölbeinstandsetzung Tunnels SZU», Tunnel Manesse und Tunnel Gattikon wurde gemäss der «*Richtlinie Unabhängige Prüfstellen Eisenbahnen*», 16. Januar 2017 geprüft. Die Prüfung erfolgte auf Plausibilität.

Das Auflageprojekt wurde hinsichtlich Sicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Normenkonformität geprüft. Geprüft wurden insbesondere die Nutzungsvereinbarung und Projektbasis sowie das Projekt- und Ausführungskonzept hinsichtlich der vereinbarten Nutzungsziele.

Ergebnis Das Projekt berücksichtigt ausschliesslich Substanzerhaltungsmassnahmen am Tunnelgewölbe. Die Massnahmen sind zweckmässig, sie entsprechen grundsätzlich dem Stand der Technik und den einschlägigen Normen und Richtlinien. Einzelne Abweichungen sind unter «Bemerkungen» oder «Empfehlungen» aufgeführt. Mit den vorgeschlagenen Massnahmen kann die Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit auch in Zukunft gewährleistet werden. Die Bearbeitungstiefe entspricht einem Auflageprojekt.
Im Dokument «*Fragen zum Auflageprojekt*» sind verschiedene Schwerpunkte im Projekt im Vorfeld angesprochen, behandelt und durch den Projektverfasser beantwortet worden. Das Dokument liegt dem Bericht bei.

2 EINLEITUNG, GEGENSTAND

2.1 EINLEITUNG

Mit dem Projektauftrag vom 10.02.2016 löste die Sihltal Zürich Uetliberg Bahn als Eigentümerin der Bahntunnels Manesse und Gattikon das Bauprojekt für die Instandsetzung der Tunnelgewölbe der beiden einspurigen Bahntunnels aus.

Der Manesse Tunnel liegt auf der Strecke Giesshübel – Wiedikon und der Gattikon Tunnel auf der Strecke Langnau – Sihlwald – Sihlbrugg.

2.2 PROJEKTBETEILIGTE

**Auftraggeber /
Bauherr** Sihltal Zürich Uetliberg Bahn SZU
Abteilung Bau
Wolframplatz 21
8045 Zürich
Projektleiter: Lutz Rainero

**Projektverfasser bauliche
Massnahmen** Amberg Engineering AG
Trockenloostrasse 21
8105 Regensdorf-Watt
Projektleiter: Marc Hohermuth

Sachverständiger F. Preisig AG
Grünhaldenstrasse 6
8050 Zürich
Sachverständiger: Heinz Nauer

2.3 FACHKOMPETENZ UND UNABHÄNGIGKEIT

Fachkompetenz Der Sachverständige Heinz Nauer befasst sich persönlich seit vielen Jahren mit der Planung und Bauleitung von Bahntunnelsanierungen. Die Bauweisen bestehender alter Tunnel, mögliche Schadenphänomene und entsprechende bauliche Massnahmen unter Berücksichtigung der Lichtraumprofilverhältnisse sind ihm bestens bekannt. Ebenso ist er mit den bahntechnischen Belangen sowie der Besonderheiten der Bauausführung unter Betrieb bestens vertraut. Er hat zum Prüfobjekt vergleichbare Eisenbahntunnels projektiert und realisiert sowie auch geprüft.

Unabhängigkeit Der Sachverständige übt mit Ausnahme des Sachverständigenmandats keine Tätigkeiten im vorliegenden Projekt «Gewölbeinstandsetzung Tunnel Manesse und Tunnel Gattikon» aus. Ebenso ist er unabhängig zu den mit der Planung und Erstellung beauftragten Personen und Unternehmen.

Der Sachverständige hat die zur Verfügung gestellten Unterlagen unabhängig vom Bauherrn und Projektverfasser geprüft.

3 AUFTRAG UND ABGRENZUNG

Auftragserteilung

- Anfrage für Offerte Sachverständigen-Mandat von SZU Projektleiter Lutz Rainero mit Email vom 14.04.2016.
- Angebot Sachverständigenmandat vom 22.04.2016
- Auftrag: Bestellung 300351, dat. 28.04.2016

Auftragsumfang

- Prüfung des Auflageprojekt-Dossiers gemäss «*Richtlinie Unabhängige Prüfstellen Eisenbahnen*» vom 16. Januar 2016.
- Bilaterale Klärung offener Fragen mit dem Projektverfasser (Anhang A)
- Erstellen eines Prüfberichts gemäss «*Richtlinie Unabhängige Prüfstellen Eisenbahnen*» vom 16. Januar 2016

Art der Prüfung Die Prüfung der Unterlagen erfolgt auf Plausibilität. Geprüft wird die Sicherheit und Gebrauchstauglichkeit sowie Normenkonformität des vorliegenden Erhaltungsprojektes anhand der zur Verfügung gestellten Projektdokumente. Sie umfasst den Bau- und Betriebszustand.

Die Ergebnisse der Prüfung werden kurz zusammengefasst. Wenn keine speziellen Bemerkungen, Korrekturen oder Ergänzungen zum Projekt anzubringen sind, so werden die einzelnen Prüfungsschritte nicht im Detail dargelegt.

Fehlende Dokumente, zusätzlich erforderliche Informationen zur Meinungsbildung und Fragen die sich aus der Prüfung des Objektes ergeben haben, wurden in einem separaten Dokument (Anhang A) erfasst und dem Projektverfasser zur Stellungnahme abgegeben.

Prüfungsumfang Die Prüfung erstreckt sich auf die Bautechnik, namentlich auf die Instandsetzungsmassnahmen am Tunnelgewölbe. Geprüft werden insbesondere das Konzept der Instandsetzung sowie die Umsetzung und die normative Einhaltung.

Geprüft wurden folgende Aspekte:

- Nutzungsvereinbarung
- Projektbasis
- Projektkonzept
- Lichtraumprofil
- Materialien und Werkstoffe
- Bauablauf und Bauprogramm
- Geologie, Hydrologie, Baugrund, Bauwerksabmessungen
- Sicherheit und Rettung
- Kontroll-, Überwachungs- und Unterhaltsplan

Abgrenzung Nicht Gegenstand der Prüfung sind:

- Umweltbelange
- Bahntechnik, wie Gleisgeometrie, Fahrleitung / Fahrleitungsprofil

4 UNTERLAGEN, GRUNDLAGEN

4.1 PROJEKTGRUNDLAGEN

Auflageprojekt-Dossier Dem Sachverständigen stand zur Prüfung des Projektes der Vorabzug des Auflageprojektdossiers in elektronischer Form zur Verfügung. Nachfolgende Unterlagen dienten zur Prüfung der baulichen Massnahmen:

Dokument	Art	Dokument-Nr.	Beilage-Nr.	Geprüft
Bestandteile Dossier Auflageprojekt, Vorabzug (dat. 11.01.2017); - erhalten am 07.02.2017				
Projektleitblatt			01	z.K.
Checkliste			02	
Nutzungsvereinbarung	Bericht		03	X
Projektbasis	Bericht		04	X
Technischer Bericht mit Sicherheits—Bericht und Umweltbericht			05	X
Übersichtsplan 1:25'000	Plan	B218-33-100	10	z.K.
Tunnel Manesse: Situation 1:1000;	Plan	B218-33-111	11	z.K.
Tunnel Gattikon: Situation 1:1000;	Plan	B218-33-112	12	z.K.

Tunnel Manesse: Schema Bauliche Massnahmen, Übersichtsschema (Teil 1) 1:200/100	Plan	B218-33-121	13	X
Tunnel Manesse: Schema Bauliche Massnahmen, Übersichtsschema (Teil 2) 1:200/100	Plan	B218-33-122	14	X
Tunnel Gattikon: Schema Bauliche Massnahmen, Übersichtsschema (Teil 1) 1:200/100	Plan	B218-33-123	15	X
Tunnel Gattikon: Schema Bauliche Massnahmen, Übersichtsschema (Teil 2) 1:200/100	Plan	B218-33-124	16	X
Tunnel Manesse: Installationen mit Landerwerb 1:500	Plan	B218-33-131	17	z.K.
Tunnel Gattikon: Installationen mit Landerwerb 1:500	Plan	B218-33-132	18	z.K.
Tunnel Manesse: Längenprofil 1:2000/200;	Plan	B218-33-151	19	X
Tunnel Gattikon: Längenprofil 1:2000/200;	Plan	B218-33-152	20	X
Planbuch bauliche Massnahmen.	Plan	B218-33-171	21	X
Lichttraumprofil EBV2/S2 1:25	Plan	B218-33-181	23	X
Prüfbericht des Sachverständigen (inkl. Stellungnahme Gesuchstellerin zur Umsetzung der Prüfergebnisse)			30	
Stellungnahme Gesuchstellerin zum SV-Bericht	Bericht		31	

4.2 GESETZLICHE UND NORMATIVE GRUNDLAGEN

Als wesentliche Grundlagen zur Überprüfung der gesetzlichen und normativen Einhaltung des Bauvorhabens dienen:

Gesetze und Richtlinien

- [1] Eisenbahngesetz (EBG, SR 742.101) vom 20.12.1957; Stand 01.07.2016
- [2] Eisenbahnverordnung (EBV, SR 742.141.1), 23.11.1983; Stand 01.07.2016
- [3] Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung (AB-EBV); Stand 01.07.2016
- [4] Richtlinie BAV Unabhängige Prüfstellen Eisenbahnen (RL-UP-EB); Stand 16.01.2017
- [5] Richtlinie BAV Sicherheitsanforderungen für bestehende Eisenbahntunnel; Stand 10.08.2009

Normen und Regelwerke

- [6] Regelwerk Technik Eisenbahn R RTE 20012, Lichttraumprofil; Stand 10.12.2012
- [7] Regelwerk SBB – I 20036, Selbstrettungsmassnahmen Tunnel; Stand 01.05.2015
- [8] Norm SIA 197, Projektierung Tunnel, Grundlagen; Stand 01.10.2004
- [9] Norm SIA 197/1, Projektierung Tunnel, Bahntunnel; Stand 01.10.2004
- [10] Norm SIA 269, Grundlagen der Erhaltung von Tragwerken; Stand 01.01.2011

4.3 ABLAUF DER PRÜFUNG

Prüfungszeitraum	<p>Am 18. Mai 2016 fand eine Startsitzenz statt an der der Sachverständige über das Projekt informiert wurde. Am 23. Mai 2016 wurden dem Sachverständigen die wichtigsten Pläne des Auflageprojektentwurfs zur Vorprüfung abgegeben. Die Vorprüfung wurde am 25. Mai abgeschlossen.</p> <p>Am 07. Februar 2017 wurden die Auflageprojektdokumente (als Vorabzug) zur Verfügung gestellt. Die Projektunterlagen wurden im Zeitraum vom 20. Februar bis 21. März 2017 geprüft. Eine Begehung vor Ort erwies sich nicht als notwendig.</p>
Klärung von Fragen	<p>Fehlende Dokumente resp. Angaben zur Meinungsbildung und Fragen aus der Prüfung des Objektes wurden in einem separaten Dokument (Anhang) erfasst und dem Projektverfasser am 24. Mai zur Stellungnahme unterbreitet. Die Antworten (dat. vom 27. Mai 2016 und 06. September 2016) sind direkt in dieses Dokument eingetragen und vom Sachverständigen zur Kenntnis genommen worden.</p> <p>Mit der Durchsicht des Auflageprojektdossiers (Vorabzug) wurden zur Klärung von Einzelheiten nochmals Fragen formuliert und dem Projektverfasser am 15. März 2017 zugestellt. Die Fragen wurden am 22. März 2017 direkt im Fragenformular beantwortet (Anhang).</p>

5 PROJEKT TUNNEL MANESSE UND GATTIKON

Ausgangslage	<p>Die beiden in im Tagbau erstellten Einspurtunnel Manesse (473 m) und Gattikon (342 m) liegen an der Bahnstrecke Giesshübel – Wiedikon resp. Langnau – Sihlwald – Sihlbrugg. Beide Tunnel unterqueren überbautes Gebiet und weisen eine nur sehr geringe Überdeckung auf.</p> <p>Für beide Tunnel gilt das Lichtraumprofil EBV2/S2. Die Lichtraumprofilanforderungen bleiben auch in Zukunft unverändert und somit bleiben auch die heutigen Profilverhältnisse bestehen.</p>
Projekt-Ziele	<p>Mit der Instandsetzung der Tunnelgewölbe werden folgende Ziele angestrebt:</p> <ul style="list-style-type: none">• die Gewährleistung der Betriebssicherheit durch Erhalt der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit• der wirtschaftliche Werterhalt (Bausubstanz)• die Wahrnehmung der gesetzlichen Verantwortung der Eigentümerschaft
Ausbaumassnahmen / Projektteile	<p>Aus den vorgenannten Projektzielen ergeben sich folgende bauliche Massnahmen:</p> <ul style="list-style-type: none">• Lokale Betoninstandsetzung und Trockenlegung des Gewölbes mit Wasserableitungen• Dichtende Rissinjektionen• Sanierung undichter Blockfugen

Projekt-Abgrenzung Das vorliegende Auflageprojekt berücksichtigt keine Massnahmen in der Tunnelsohle und an den bahntechnischen Anlageteilen.

6 PRÜFUNG UND ERGEBNISSE

6.1 NUTZUNGSVEREINBARUNG

Prüfungsumfang

- Geltungsbereich, Nutzungsziele und Nutzungsdauer
- Bedürfnisse des Betriebes und des Unterhaltes (Bauwerk, Sicherheit)
- Besondere Vorgaben der Bauherrschaft
- Schutzziele und Sonderrisiken

Prüfungsergebnis Die Nutzungsvereinbarung schliesst folgenden Geltungsbereich ein:

Perimeter:

- Manesse Tunnel km 0.495 – km 0.968
Bahnstrecke Giesshübel - Wiedikon
- Gattikon Tunnel km 11.043 – km 11.384
Bahnstrecke Langnau – Sihlwald - Sihlbrugg

Es betrifft dies die Instandsetzung der Bausubstanz. (Tunnelgewölbe)

Nicht Bestandteile der Nutzungsvereinbarung sind:

- Baulichen Massnahmen in der Tunnelsohle
- Bahntechnische Ausrüstung, wie Fahrbahn-, Kabel- und Fahrleitungsanlage
- Einrichtung Dritter

Die Nutzungsvereinbarung ist zweckmässig; Inhalt und Detaillierungsgrad entsprechen dem Stand eines Auflageprojektes.

Die von der Sihltal Zürich Uetlibergbahn SZU vorgegebenen Nutzungsziele berücksichtigen den Werterhalt der Bausubstanz (Tunnelgewölbe) für eine weitere Nutzungsdauer von 25 Jahre und damit verbunden auch die weitere Gewährleistung von Betriebssicherheit und Gebrauchstauglichkeit.

Die Nutzungsdauer von 25 Jahre betrifft die instand zu setzenden Bauteile. Für Bauteile die nicht instand gesetzt werden gilt diese Nutzungsdauer nicht. Es ist deshalb nicht auszuschliessen, dass während der Nutzungsdauer von 25 Jahren lokale Massnahmen an den nicht instandgesetzten Bauwerksteilen erforderlich werden.

Für die abzudichtenden Bauwerksteile wird die Dichtigkeitsklasse 3 nach SIA 197 (Tabelle 3) [8] vorgegeben. Diese besagt folgendes: *«Örtlich begrenzte Feuchtstellen und einzelne Tropfstellen an den trockenseitigen Bauwerksoberflächen zugelassen».*

Bemerkungen **Lichtraumprofil:**

Aufgrund des auch in Zukunft gültigen Lichtraumprofils EBV2/S2 ist davon auszugehen, dass während der definierten Nutzungsdauer sowohl an der Fahrleitungsanlage wie auch bei Zugskompositionen,

die diese Strecke befahren, keine grösseren Veränderungen vorgesehen sind, die eine Anpassung des Lichtraumprofils bedingen und damit unter Umständen eine Profilaufweitung oder Gleisabsenkung verursachen würden.

Sicherheitsanforderungen / Selbstrettungseinrichtungen:

Die Richtlinie «Sicherheitsanforderungen für bestehende Eisenbahntunnels» [5] legt fest, welche Sicherheitsanforderungen an bestehende Tunnels gestellt werden und erfüllt werden müssen.

Beide Tunnel werden aufgrund ihrer Länge von 473 m und 341 m der Tunnelklasse B zugeteilt. Die Richtlinie besagt, dass für diese Tunnelklasse keine baulichen Massnahmen erforderlich werden. Der Manesetunnel ist mit einem Handlauf ausgerüstet.

Speziell zu erwähnen gilt, dass der Tunnel Manesse in den Ulmertunnel der SBB mündet, dies ca. 100 m vor dem Portal des Ulmertunnels.

Gütertransporte:

Mit den Gütertransporten werden keine Gefahrgüter transportiert.

Empfehlung

Personenschutznischen:

Die Bodenflächen der Personenschutznischen erfüllen die Vorgaben AB EBV, Art 28 nicht. Ebenso wird der Nischenabstand ab den Portalen von max. 25 m nicht eingehalten.

Nischenerweiterungen und zusätzliche Nischen gegen die Portale lösen unverhältnismässig hohe Kosten aus und der Ausbruch stellt wegen der geringen Überdeckung und den teilweise über den Tunnel stehenden Wohnbauten und den vorhandenen Werkleitungen ein nicht zu unterschätzendes Risiko dar. Es ist deshalb auf zusätzliche oder erweiterte Schutznischen zu verzichten.

Im Gegenzug sind für den Unterhalt im Tunnel organisatorische und betriebliche Massnahmen zu treffen. Zudem ist bei den Portalen ein Schild mit den Abweichungen gegenüber den Vorschriften anzubringen (AB EBV Art. 28, Abs. 1.9).

Gewölbeabdichtung Dichtigkeitsklassen

- Parament und Kämpfer Dichtigkeitsklasse 3
- Scheitel über Fahrbahnbereich Dichtigkeitsklasse 2

Bei Feucht- und Tropfstellen wird das Wasser punktuell gefasst und der Tunnelsohle zugeführt. Weitere abdichtende Massnahmen wie z.B. flächige Spritzbetonabdichtung o.ä. sind nicht vorgesehen. Es ist damit zu rechnen, dass –trotz Wasserableitungen - weiterhin Feuchtstellen und vereinzelt Tropfstellen auftreten werden, was der Dichtigkeitsklasse 3 nach Norm SIA 197 [8] entspricht.

In Ergänzung zur Norm SIA 197 [8] besagt die Norm SIA 197/1 [9], dass im Gewölbe über dem Fahrbahnbereich die Dichtigkeitsklasse 2 («einzelne Feuchtstellen zugelassen, kein Tropfwasser») anzuwenden ist. In Anbetracht der in den Hauptinspektionsplänen erfassten sehr wenigen Feucht- und Nassstellen im Scheitelbereich sollte die normative Vorgabe mit der Dichtigkeitsklasse 2 im Gewölbe über der Fahrbahn angestrebt werden, wenn nötig mit zusätzlich abdichtenden Massnahmen.

Schutzziele (Kap. 5.1)

Als Schutzziel sind neben den Liegenschaften über dem Tunnel auch die Werkleitungen (Wasser- Gasleitungen etc.) aufzunehmen.

6.2 PROJEKTBASIS

Prüfungsumfang	<ul style="list-style-type: none">• Umsetzung der Nutzungsvereinbarung in die Projektbasis• Vorgabe der wichtigsten Konstruktionsdetails und Baustoffe• Einwirkungen auf die Bauwerke• Nutzungszustände im Betriebszustand
Prüfungsergebnis	<p>Die Nutzungsvereinbarung wurde korrekt in die Projektbasis übernommen.</p> <p>Das vorliegende Schadenbild weist keine Anzeichen auf, die auf eine Deformation oder Überbelastung der Tunnelgewölbe schliessen lassen. Mit den lokalen Betoninstandsetzungsmassnahmen werden heutige materielle Schwachstellen im Beton ersetzt und das Bauwerk ertüchtigt. Das bestehende Tragwerkskonzept wird dadurch nicht verändert.</p> <p>In Anbetracht des sehr lang andauernden befriedigenden Tragverhaltens beider Bauwerke ohne Anzeichen von sicherheitsrelevanten Schäden und aufgrund dessen, dass keiner der in Art. 6.1.2.2 der Norm SIA 269 [10] aufgeführten Gründe für eine statische Überprüfung vorliegen, kann die Tragsicherheit angenommen werden. Der Verzicht auf den Tragsicherheitsnachweis für das heutige Tunnelprofil ist deshalb vertretbar.</p> <p>Die im Kapitel 4.3.2 hinreichend beschriebenen Massnahmen zur Erreichung der Nutzungsziele und der Nutzungsdauer sind zweckmässig und entsprechen dem heutigen Stand der Technik für Bauwerksanierungen.</p> <p>Die Einwirkungen auf die beiden Bauwerke sind erkannt, realistisch beurteilt und mit einem Massnahmenkonzept versehen.</p> <p>Ein sicherer Betriebszustand während den Bauarbeiten ist mit den umschriebenen Massnahmen und dem geplanten Bauablauf gewährleistet. Sie entsprechen dem Erfahrungstand von vergleichbaren Massnahmen in Bahntunnels, die erfolgreich umgesetzt wurden.</p>
Bemerkungen	<p>HDW-Reinigung Betongewölbe / Entfernen Sinterflächen:</p> <p>Im Gattikon Tunnel sollen grosse Flächen mit Kalksinterungen (Ausblühungen) mittels HDW-Reinigung abgetragen werden. Im Technischen Bericht Kapitel 5.3.5 ist das Ziel dieses Vorgehens beschrieben; es fehlen jedoch konkrete Folgemassnahmen (vergleiche Bemerkungen unter Projektkonzept). Diese Folgemassnahmen sind im Rahmen der Submission / Ausführung zu konkretisieren.</p>

6.3 PROJEKTKONZEPT

Prüfungsumfang	Abstimmung der Massnahmen auf die beschriebenen Anforderungen und Projektziele, insbesondere auf den Substanzerhalt der beiden Bauwerke.
-----------------------	--

- Instandsetzungsmassnahmen Gewölbe (Betoninstandsetzung und Wasserableitungen)
- Zweckmässigkeit

Prüfungsergebnis Das vorliegende Projektkonzept mit ausschliesslicher Gewölbeinstandsetzung ist zweckmässig und die Nutzungsziele und Anforderungen können unter Berücksichtigung nachstehender Bemerkungen mit den vorgesehenen Massnahmen erfüllt werden.

Gewölbeinstandsetzung:

Gemäss Massnahmenplan werden die Kiesnester konsequent ausgebrochen und reprofiliert. Je nach Betonqualität variiert die Ausbruchtiefe. Die im Massnahmentyp 1 (Planbuch) angenommene Abtragstärke von 3 – 10 cm dürfte aufgrund vergleichbarer Erfahrungen – mit Ausnahme weniger lokalen vertieften Ausbrüchen - realistisch gewählt sein. Der Massnahmentyp 1 zeigt, dass mit der Reprofilierung keine Reduktion des Tunnelprofils vorgesehen wird, die zu Lichtraumprofilenragungen führen könnten. Ausschliessliche Abdichtungsmassnahmen ausserhalb der zu sanierenden Kiesnester sind nicht vorgesehen. Nass und Tropfstellen werden versucht mit Wasserableitungen trocken zu legen.

Unter Berücksichtigung der vorgegebenen Dichtigkeitsklasse 3 (Nutzungsvereinbarung) im Parament- und Kämpferbereich und unter Betrachtung des Kosten-Nutzenverhältnisses ist dieses Vorgehen zweckmässig. Voraussetzung ist jedoch, dass es sich nicht um grossflächige Nass-/Feuchtstellen handelt sondern um lokal fassbare Wassereintritte.

Um die von der Norm verlangte Dichtigkeitsklasse 2 für den Scheitel über dem Fahrbahnbereich zu erfüllen, sind neben den geplanten Wasserableitungen und der Betoninstandsetzung (Kiesnester) ev. wenige zusätzliche abdichtende Massnahmen erforderlich.

Wasserableitungen:

Die im Planbuch dargestellten Wasserableitungen unterscheiden sich je nach Einsatzort. Im Paramentbereich werden Gummiprofile eingesetzt, die demontiert werden können und so eine Reinigung der Ableitungen erlauben. Die vorgesehenen Ableitungstypen werden seit Jahren in der Gewölbeabdichtung von Bahntunnels eingesetzt. Sie haben sich bewährt und entsprechen dem aktuellen Stand der Technik.

Profilmassnahmen am Gewölbe:

Profilmassnahmen zur Einhaltung des vorgegeben Lichtraumprofils sind keine erforderlich. Die Profilmfreiheit wird bereits im heutigen Zustand gewährleistet.

Bemerkungen Typische Normalprofile der Tunnels sind dem Projektdossier nicht beigelegt. Zur Verfügung gestellte Profilaufnahmen belegen, dass die heutigen Profilverhältnisse genügend sind.

Empfehlung **Abmessung Bauwerksteile:**
Es sind keine Archivunterlagen über den Gewölbeaufbau vorhanden. In Anbetracht der geringen Überdeckung, der unterschiedlichen Be-

tonqualität und der Aussage, dass lokal bis max. 1/3 der geschätzten Gewölbestärke ausgebrochen werden soll, empfehlen wir in der nächsten Planungsphase mehrere Kernbohrungen durchzuführen. Ziel: Erfassung der Gewölbestärke und gleichzeitig labormässige Prüfung der Bohrkerne.

HDW-Reinigung Betongewölbe / Entfernen Sinterflächen:

Im Tunnel Gattikon soll in Bereichen mit starken Kalksinterungen (Ausblühungen) das Mauerwerk mit HDW gereinigt resp. die Versinterungen entfernt werden. Auf eine Reinigung der Betonoberfläche mit zu hohem Druck ohne nachträgliche Betonsanierungsmassnahmen sollte verzichtet werden. Mit einem zu hohen Wasserdruck wird die Betonoberfläche zerstört und die Oberflächenstruktur gleicht anschliessend einem Waschbeton.

6.4 LICHTRAUMPROFIL

Prüfungsumfang • Normkonformität

Prüfungsergebnis Für beide Tunnel gilt das Lichtraumprofil EBV2/S2, Bereich 1 für die Sanierung bestehender Tunnels. Die Koordinaten des Lichtraumprofils sind für die verschiedenartigen Gleisgeometrien und Überhöhungen im Plan Nr. B218-33-181 korrekt dargestellt. Die Sonderwerte für bestehende Tunnels basieren auf dem massgebenden Regelwerk R RTE 20012 vom 10.12.2012 [6]. Der Fensterraum und der Schlupfweg sind im Lichtraumprofil integriert. Die engen Kurvenradien bedingen einen Korrekturwert d, der in den Lichtraumprofilabmessungen ausgewiesen und berücksichtigt ist.

Hebungsreserve für den Oberbau

Die nach R RTE 20012, Art. 2.6.3 [6] zu berücksichtigende Hebungsreserve von 100 mm bei Schottergleisen wird nicht eingehalten. Der Grund liegt in der minimalen Fahrleitungshöhe und dem Fahrleitungssystem.

Für die Einhaltung der Hebungsreserve wären entweder umfangreiche Profilausbrüche erforderlich oder die Gleisanlage müsste unter Berücksichtigung der Regelschotterstärke und der Hebungsreserve abgesenkt werden. Beide Massnahmen sprengen den Kostenrahmen im Vergleich zu der vorgesehenen Substanzerhaltungsplanung.

Bautechnischer Nutzraum

Für eine Beurteilung des Bautechnischen Nutzraumes liegen dem Auflageprojekt keine Unterlagen bei. Separat zur Verfügung gestellte Profilauswertungen zeigen, dass im Bereich des Wagenprofils und des Stromabnehmerraumes ein Bautechnischer Nutzraum gewährleistet ist. Im Bereich des Fahrleitungsraumes ist anhand der vorliegenden Unterlagen keine Beurteilung möglich. Aufgrund der minimalen Fahrleitungshöhe dürfte dort der bautechnische Nutzraum vermutlich nicht gewährleistet sein.

In bestehenden Tunnels, wo aus Lichtraumprofilgründen keine Profilaufweitung erforderlich wird, ist eine weitergehende Schaffung von zukünftigem Veränderungsspielraum unter der Wahrung der Verhältnismässigkeit nicht zweckmässig. Das Fehlen des Bautechnischen

Nutzraumes in bestehenden Tunnels wird deshalb unter diesen Voraussetzungen in der Regel toleriert.

Empfehlung Im Gattikon Tunnel müssen aufgrund der geringen Ausrundungsradien (Kuppe/Wanne) die oberen Eckpunkte um das Mass f angehoben werden ($f \neq 0$; vergleiche Plan Lichtraumprofil, Grundlagentabelle).

Abgrenzung Der Fahrleitungskonstruktionsraum wurde nicht geprüft

6.5 MATERIALIEN UND WERKSTOFFE

Prüfungsumfang • Eignung der vorgesehenen Materialien und Werkstoffe

Prüfungsergebnis Der Reprofilierungsmörtel sowie die Materialien für die Wasserableitungen sind in der Projektbasis und im Planbuch definiert. Sie sind für die geplanten Massnahmen geeignet und erprobt.

Empfehlung Im Technischen Bericht Seite 15 steht die Aussage, dass neben dem Reprofilierungsmörtel für die Verfüllung der Kiesnester ein zusätzlicher Sanierungsmörtel verwendet wird. Dieser ist in der Projektbasis und im Planbuch nicht dargestellt resp. definiert. Wir empfehlen diesen in der Anwendung wie auch in der Qualitätsanforderung im Rahmen der Submission / Ausführung zu definieren.

6.6 AUSFÜHRUNGSKONZEPT / BAUPHASEN / BAUPROGRAMM

Prüfungsumfang • Zweckmässigkeit Bauablauf und Bauphasen
• Plausibilität Bauzeit
• Ausgangsstandorte Bauzug

Prüfungsergebnis Die Bauarbeiten ab einem Bauzug auszuführen, der tagsüber auf in der Nähe befindlichen Abstellgleisen abgestellt und dort be- und entladen wird ist zweckmässig.

Aus betrieblichen Gründen können die Arbeiten nur in Nachtintervallen ausgeführt werden. Die Brutto-Intervallzeit beträgt 9 Std, so dass mit einer produktiven Arbeitszeit von ca. 8 Std gerechnet werden kann.

Der im Technischen Bericht grob umschriebene Arbeitsablauf mit geschätzten Bauzeiten pro Arbeitstätigkeit ist nachvollziehbar und die Bauzeit von je 10 Wochen pro Tunnel für den in den Massnahmenplänen bezeichnete Arbeitsumfang realistisch. Aufgrund der vielen kleinen Einzelflächen für Betonsanierung und der grossen Anzahl Wasserableitungen besteht keine zeitliche Reserve für Unvorhersehbarkeiten oder Mengenänderungen.

Die Abstellgleise liegen in Portalnähe, was eine kurze Anfahrtszeit bedeutet. Zusammen mit den Installationsplätzen befinden sie sich (inkl. Portale) im Bereich von Wohnbauten, deren Bewohner durch die nächtlichen Arbeiten betroffen sein werden. Im Technischen Bericht, Kapitel Umwelt sind unter Berücksichtigung der Baulärm-Richtlinie des BAFU mögliche zweckmässige Massnahmen zur Eindämmung der Immissionen vorgeschlagen.

Die benötigten Landflächen sind mit Ausnahme des Abstellgleises beim Nordportal (Stadt Zürich Werkhof) im Eigentum der SZU.

Empfehlung In der Submissionsphase sind konkrete Massnahmen gegen die Lärm- und Staubauswirkungen zu definieren und auszuschreiben. Unter anderem zu berücksichtigen sind auch Massnahmen gegen die Staubausdehnung in den Ulmbergtunnel der SBB.

6.7 GEOLOGIE, HYDROLOGIE, BAUGRUND, BAUWERKSABMESSUNGEN

Bemerkungen Geologische Grundlagen und Aussagen zum Baugrund liegen nicht vor. Aufgrund fehlender Archivunterlagen sind auch die Bauabmessungen nicht bekannt. Der Grundwasserspiegel befindet sich gemäss GIS-Informationen unter der Bauwerksfundation. Beide Tunneln befinden sich im Grundwasserschutzbereich A_u. Der Tunnel Manesse grenzt zusätzlich an den Grundwasserschutzbereich A_o. In der Nähe befindet sich eine Grundwasseranreicherungsanlage.

Empfehlung Auch wenn die baulichen Massnahmen aufgrund heutiger Beurteilung keine wirkliche Gefährdung gegen Aussen darstellen, empfehlen wir aufgrund der geringen Überdeckung zusätzliche Grundlagen im Tunnelbereich zu erheben. Diese dienen auch später der Bauwerksdokumentation

6.8 SICHERHEIT UND RETTUNG

Prüfungsumfang

- Zweckmässigkeit der Massnahmen während der Planungs- und Ausführungsphase.
- Zweckmässigkeit der Massnahmen zur Gewährleistung der Personen- und Betriebssicherheit während der Ausführungsphase.

Prüfungsergebnis Die wesentlichen Risiken sind im Technischen Bericht und in der Nutzungsvereinbarung umschrieben. Die Einschätzung der Risiken ist plausibel.

Der beschriebene bauliche Ablauf gewährleistet die Personen- und Betriebssicherheit.

Empfehlung **Ulmbergtunnel SBB**
Der Mannesstunnel endet auf seiner Nordseite im Ulmbergtunnel der SBB. Für die Ausführungsphase ist bezüglich der Sicherheits- und Rettungsmassnahmen zusammen mit der SBB ein Konzept auszuarbeiten.

Bauwerksabmessungen

Vergleiche dazu Empfehlung unter 6.3 Projektkonzept

6.9 ÜBERWACHUNGS- UND UNTERHALTSPLAN

Prüfungsumfang Zweckmässigkeit der Massnahmen

- Prüfungsergebnis** Der im Technischen Bericht beschriebene Überwachungs- und Unterhaltsplan ist zweckmässig. Er berücksichtigt die nötigen Überwachungsmassnahmen die sich aus den überblickbaren und vom Risiko gut abschätzbaren baulichen Instandsetzungsmassnahmen ergeben.
- Bemerkungen** Ob bei den geringsten Überdeckungen lokal rein präventiv eine Beweissicherung durchgeführt werden soll ist fallweise zu entscheiden.

7 ANHANG

Anhang A: Dokument «Fragen zum Auflageprojekt»

Zürich, 27. März 2017 / Na
(Unterschrift auf Titelblatt)