

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**

Bauherrschaft:

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

Zürich, 30. März 2017



Efstratios Dartzalis
 Abteilungsleiter Bau

Zürich, 30. März 2017



Lutz Rainero
 Projektleiter Bau

Projektbasis

DOK - Nr. B218 – 102A

Index	Erstellt	Datum	Geprüft / Freigabe	Datum
	MHo	28.02.17	MHo	28.02.17
A	MHo	20.03.17	MHo	20.03.17

Filename: 04_102_Titelblatt_PB.docx

Format: A4

Sihltal Zürich Uetliberg Bahn
 Abteilung Bau
 Wolframplatz 21
 8045 Zürich

 **SZU**
 Sihltal Zürich Uetliberg
 Bahn

Inhalt	Seite
1. Allgemeines.....	4
1.1. Geltungsbereich	4
1.2. Grundlage Projekt.....	4
2. Bauwerk	4
2.1. Bestehende Bausubstanz.....	4
2.1.1. Manesse Tunnel.....	4
2.1.2. Gattikon Tunnel	5
2.2. Zustand	5
2.2.1. Manesse Tunnel.....	5
2.2.2. Gattikon Tunnel	6
3. Randbedingungen	6
3.1. Nutzungsdauer	6
3.2. Lichtraumprofil.....	6
3.3. Bahnbetriebskonzept.....	6
4. Tragwerkskonzept	7
4.1. Allgemeines.....	7
4.2. Tragsystem.....	7
4.2.1. Elemente des Tragsystems	7
4.3. Vorgabe zu wichtigen Konstruktionsdetails.....	8
4.3.1. Allgemeines.....	8
4.3.2. Massnahmen Gewölbeinstandsetzung	8
4.4. Tragwerks- und Berechnungsmodelle	8
4.4.1. Manesse Tunnel.....	8
4.4.2. Gattikon Tunnel	9
4.5. Baustoffe	9
4.6. Bauverfahren.....	10
4.6.1. Betriebsregime	10
4.6.2. Bauablauf	10
5. Einwirkungen.....	10
5.1. Ständige Einwirkungen.....	10
5.2. Veränderliche Einwirkungen	10
5.3. Aussergewöhnliche Einwirkungen	11
6. Tragsicherheit.....	11

7.	Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit	11
7.1.	Bauzustand	11
7.2.	Endzustand	12
7.3.	Akzeptierte Risiken.....	12
8.	Grundlagen.....	13

1. Allgemeines

1.1. Geltungsbereich

Die vorliegende Projektbasis umfasst das Projekt „Gewölbeinstandsetzung Tunnels SZU (Tunnel Manesse und Tunnel Gattikon)“. In diesem Dokument werden die wesentlichen Annahmen und die relevanten Gefährdungsbilder für den Bau- und Betriebszustand zusammengestellt.

Die Projektbasis dient als Grundlage für die Festlegung des Instandsetzungsumfanges und der Bauvorgänge sowie für die Wahl der Baustoffe.

1.2. Grundlage Projekt

Als Grundlage für die Projektbasis dient die Nutzungsvereinbarung. Die Nutzungsziele und die Vorgaben der Bauherrschaft sind in der Nutzungsvereinbarung festgehalten und werden in der Projektbasis nicht wiederholt.

2. Bauwerk

2.1. Bestehende Bausubstanz

2.1.1. Manesse Tunnel

Der Manesse Tunnel führt nur mit einer geringen Überdeckung unter verschiedenen Gebäuden hindurch und besteht aus einem alten (1927) und einem neuen Teil (1970). Ein Abwasserkanal unterquert den Tunnel als Düker.

Der Tunnel weist ein Hufeisenprofil mit einem lichten Querschnitt von 23.4 m² auf.

Die Tunnelwände und der Scheitel wurden mehrheitlich aus unbewehrtem Ortbeton erstellt. Lediglich die rechte Wand des ca. 40 m langen Anbaus besteht aus bewehrtem Ortbeton. Zudem besteht die linke Wand stellenweise aus einer bestehenden Stützmauer, welche als Tunnelwand verwendet wird. Die bestehende Stützmauer besteht aus Natursteinmauerwerk. Zum konstruktiven Gewölbeaufbau sind keine Dokumente vorhanden.

In durchschnittlichen Abständen von ca. 50 m sind im Tunnel beidseitig Fluchtnischen angeordnet. Das erste Nischenpaar befindet sich am Ende des neuen Teils, unmittelbar vor dem Übergang vom Rechteck- zum Hufeisenprofil.

Die Tunnelentwässerung (ø 500 mm) verläuft auf der linken Tunnelseite in Kilometrierungsrichtung. In unregelmässigen Abständen befinden sich Kontrollschächte. Im Bereich der Verlängerung beim Portal Giesshübel erfolgt die Längsentwässerung über zwei offen Rinnen auf beiden Tunnelseiten. Das Wasser fliesst in Kilometrierungsrichtung durch den Tunnel hindurch.

Der Tunnel Manesse mündet in den Ulmbergtunnel der SBB. Deshalb ist das Portalbauwerk, von direkten Witterungseinflüssen nicht betroffen.

2.1.2. Gattikon Tunnel

Der Gattikon Tunnel wurde als Tagbautunnel erstellt. Er führt mit geringer Überdeckung unter besiedeltem Gebiet hindurch.

Der Tunnel weist ein Hufeisenprofil mit einem lichten Querschnitt von 24 m² auf.

Die Tunnelwände wie auch der Scheitel wurden aus unbewehrtem Ortbeton erstellt. Zum genauen konstruktiven Gewölbeaufbau sind keine Dokumente vorhanden. Aus vergleichbaren Objekten kann die Gewölbestärke im Tunnelparament mit ca. 80 cm und im Scheitelbereich mit ca. 50 cm angenommen werden. Im Scheitel wurden lokal Aussparungen für Fahrleitungstragwerke ausgeführt.

In unterschiedlichen Abständen sind beidseitig Fluchtnischen angeordnet, die maximale Distanz beträgt ca. 50 m. Der Abstand der ersten Nischen ab den Portalen beträgt je ca. 30 m.

Die Tunnelentwässerung (ø 350 mm) verläuft auf der linken Tunnelseite in Kilometrierungsrichtung. Jeweils auf Nischenhöhe befindet sich ein Kontrollschacht. Das Wasser fliesst vom Portal Sihlwald gegen die Kilometrierungsrichtung zum Portal Langnau-Gattikon und von dort aus in den Vorfluter.

Beidseitig befindet sich je ein Kabelkanal.

2.2. Zustand

2.2.1. Manesse Tunnel

Der Ortbeton ist grundsätzlich in einem guten Zustand. Über die gesamte Länge des Tunnelgewölbes treten zahlreiche Kiesnester auf. Die Tiefe der Kiesnester beträgt stellenweise bis zu 2 cm.

Vereinzelt treten Abplatzungen in den Bereichen der Arbeitsfugen auf.

Im Bereich von Arbeitsfugen treten vermehrt Radialrisse auf. Auch wurden Längsrisse im Bereich von Ring- und Betonierfugen festgestellt.

Grössere Wassereintritte wurden in den Zonen 36-38 festgestellt. Die zahlreichen Kalkablagerungen sind jedoch Hinweise auf ehemalige Wassereintritte, welche bei entsprechender Witterung wieder Wasser führen können.

Im Portalbauwerk Giesshübel sind keine Schäden festzustellen.

Die beobachteten Schadensbilder geben keine Anzeichen dafür, dass eine Überbeanspruchung der Bausubstanz besteht, welche Massnahmen bezüglich Tragsicherheit erfordern würden.

2.2.2. Gattikon Tunnel

Der Ort beton ist durchgehend in einem guten Zustand. Als Betonschäden können vereinzelt Abplatzungen aufgeführt werden. Kiesnester wurden in fast allen Zonen festgestellt und treten stellenweise in einem grösserem Umfang auf.

Im Bereich von Arbeitsfugen wurden vermehrt Radialrisse festgestellt. An mehreren Stellen im Tunnel sind zudem feine Längsrisse in den Mörtelstreifen zu sehen. Unter dem Mörtelstreifen verläuft eine Betonierfuge.

Eintretendes Wasser in Form von Nassstellen wurde vorwiegend im Bereich der Arbeitsfugen festgestellt.

Hinweise auf frühere Wassereintritte stellen zahlreiche Kalkablagerungen im Gewölbe dar. Oft verlaufen die Aussinterungen entlang der Risse und verschliessen diese Öffnungen durch Kalkablagerungen („verheilte Risse“). Stellenweise sind die Aussinterungen in Form von Tropfsteinen ausgebildet.

In beiden Portalbauwerken sind Moosvorkommen sichtbar. Nassstellen treten speziell im Portalkranz auf.

Die beobachteten Schadensbilder geben keine Anzeichen dafür, dass eine Überbeanspruchung der Bausubstanz besteht, welche Massnahmen bezüglich Tragsicherheit erfordern würden.

3. Randbedingungen

3.1. Nutzungsdauer

Die Gewährleistung der in der Nutzungsvereinbarung geforderten Nutzungsdauer erfolgt mit den projektierten Massnahmen resp. mit den aufgeführten Baustoffen. Die geplanten Massnahmen haben zielen auf die lokale Verbesserung der Gebrauchstauglichkeit der Objekte ab. Auf die Tragsicherheit einwirkende Massnahmen sind nicht erforderlich.

3.2. Lichtraumprofil

Das Lichtraumprofil ist in der Nutzungsvereinbarung festgelegt.

3.3. Bahnbetriebskonzept

Die Instandsetzung wird während Nachtintervallen durchgeführt (s. Nutzungsvereinbarung).

4. Tragwerkskonzept

4.1. Allgemeines

Von beiden Tunnelbauwerken sind keine Archivunterlagen mit Angaben zum genauen Sohlen- und Gewölbeaufbau vorhanden. Aufgrund des geplanten Massnahmenumfangs wurde aus Gründen der Verhältnismässigkeit entschieden auf eine weitere Grundlagenbeschaffung (Sondagen, Kernbohrungen, etc.) diesbezüglich zu verzichten. Die Instandsetzung der bestehenden Tragstruktur verfolgt in erster Linie die Wiederherstellung der Gebrauchstauglichkeit (bauliche Unterhaltsmassnahmen am Gewölbe). Das bestehende Tragwerkskonzept wird durch die lokal ausgeprägten baulichen Massnahmen weder tangiert noch verändert. Es sind keine Nutzungsänderungen vorgesehen. Die Darstellung eines Normalprofils ist aus den oben genannten Gründen hinfällig.

Für die Massnahmenplanung stehen Profilaufnahmen/-auswertungen aus dem Jahre 2008 zur Verfügung. Anhand dieser Auswertungen ist nachgewiesen, dass die Profilverformung durch die baulichen Massnahmen weiterhin gewährleistet bleibt.

4.2. Tragsystem

4.2.1. Elemente des Tragsystems

4.2.1.1. Manesse

Element	Bausubstanz
Gewölbe	Hufeisenprofil (Einspurtunnel mit Normalspur): – Das Gewölbe besteht aus unbewehrtem Ortbeton Rechteckprofil (Neuer Teil) – Linke Seite aus Natursteinmauerwerk – Rechte Seite und Decke aus bewehrtem Ortbeton

4.2.1.2. Gattikon

Element	Bausubstanz
Gewölbe	Hufeisenprofil (Einspurtunnel mit Normalspur): – Das Gewölbe besteht aus unbewehrtem Ortbeton

4.3. Vorgabe zu wichtigen Konstruktionsdetails

4.3.1. Allgemeines

Aufgrund der Zustandsbeurteilung liegt der Schwerpunkt in der lokalen Gewölbeinstandsetzung. Bauliche Massnahmen in der Sohle, Fahrbahn und Gleislage sind nicht erforderlich. Daraus ergeben sich folgende bauliche Hauptelemente:

- Instandsetzung des Betongewölbes mit vorgängiger Gewölbereinigung
- Rissinjektionen
- Wasserableitung im Gewölbe
- Instandsetzung undichter Blockfugen

Nachfolgend werden die grundlegenden Eigenschaften der Konstruktionselemente umschrieben. In Abschnitt 4.5 werden diese Anforderungen in Materialparameter umgesetzt.

4.3.2. Massnahmen Gewölbeinstandsetzung

Typ	Bezeichnung	Beschreibung
M1	Betoninstandsetzung	<ul style="list-style-type: none"> - Reinigung der Betonoberfläche mittels Wasserhöchst-Druck bis auf den gesunden Beton (max. 1/3 der Gewölbestärke) - Freiliegende Bewehrung, sofern vorhanden, entrostet und mit Haftbrücke und Korrosionsschutz versehen - Freigelegte Fläche mit einer Spritzbetonausgleichsschicht (Reprofilierungsmörtel R4) verfüllen.
M2	Rissinjektion	<ul style="list-style-type: none"> - Offene Risse mit Packern versehen und ausinjizieren <ul style="list-style-type: none"> - Ziel: Verschluss der Risse und Schutz der Bewehrung (sofern vorhanden) vor Korrosionsangriffen.
M3	Gewölbeentwässerung	<ul style="list-style-type: none"> - Vorhandene Tropfstellen werden gefasst und in das Entwässerungssystem der Fahrbahn abgeleitet. - Die verwendeten Entwässerungssysteme sind unterhaltsfreundlich zu gestalten
M4	Instandsetzung undichter Blockfugen	<ul style="list-style-type: none"> - Die Fugen werden mittels eigeprägten Halbschalen bzw. Gummiprofilen abgedichtet und mit Combiflexbändern versehen. - Das Wasser wird am Paramentfuss gefasst und in die Entwässerungsanlagen der Fahrbahn geleitet.
M5	HDW - Reinigung	<ul style="list-style-type: none"> - Reinigungsgrad 95% - Wasserdruck 500-2500 bar

4.4. Tragwerks- und Berechnungsmodelle

4.4.1. Manesse Tunnel

Das bestehende Lichtraumprofil EBV 2 mit Stromabnehmerraum EBV S2 wird durch die lokalen Massnahmen im Gewölbe nicht tangiert. Die Profilverfreiheit bleibt gewährleistet.

Bei den Gewölbeinstandsetzungsmassnahmen handelt es sich um lokale, bauliche Unterhaltsmassnahmen, die das heutige Tragsystem nicht verändern oder tangieren. Auf statische Untersuchungen kann daher begründet verzichtet werden.

4.4.2. Gattikon Tunnel

Das bestehende Lichtraumprofil EBV 2 mit Stromabnehmerraum EBV S2 wird durch die lokalen Massnahmen im Gewölbe nicht tangiert. Die Profolfreiheit bleibt gewährleistet.

Bei den Gewölbeinstandsetzungsmassnahmen handelt es sich um lokale, bauliche Unterhaltsmassnahmen, die das heutige Tragsystem nicht verändern oder tangieren. Auf statische Untersuchungen kann daher begründet verzichtet werden.

4.5. Baustoffe

Die Wahl der Baustoffe richtet sich nach der Nutzungsvereinbarung sowie nach dem gültigen Regelwerk (Normen, Weisungen gemäss Grundlagen in der Nutzungsvereinbarung).

Beton	
Reprofilierungsmörtel R4	E-Modul bei + 20°C: Mittelwert $\leq 32 \text{ kN/mm}^2$, Maximalwert $\leq 35 \text{ kN/mm}^2$ $D_{\max} = 4 \text{ mm}$ Druckfestigkeit $\geq 50 \text{ N/mm}^2$ Haftzugfestigkeit $\geq 1.5 \text{ N/mm}^2$
Spritzmörtel (Befestigung Halbschale)	Druckfestigkeit: $\geq 30 \text{ N/mm}^2$ E-Modul: Mittelwert $\leq 30 \text{ kN/mm}^2$ Frühfestigkeit: hoch Dichtigkeit: hoch Gute Haftung am Untergrund schnellbindend

Abdichtung / Entwässerung		
Gewölbeabdichtung/-entwässerung	Fassung und Ableitung der Bergwasser möglichst nah mit Entlastungslöcher	Halbschalen verstärkt aus PVC / Entwässerungsschlitz mit Gummiprofilabdeckung aus EPDM
Membranabdichtungssystem	Zur Abdeckung der Blockfugen im Scheitelbereich.	System bestehend aus einem Abdichtungsband und einem Kleber auf Epoxidharzbasis

Sonstiges	
Injektionen	Injektionsmaterial auf Polyurethanbasis (PU) oder zementöse Feinstbindemittel Hohe Frostbeständigkeit Hohe Chemikalienbeständigkeit Reaktives und reversibles Quellverhalten Im Trinkwasser einsetzbar
Korrosionsschutz / Haftgrund	Die freiliegende Bewehrung (sofern vorhanden) ist zu entrostern und mit Korrosionsschutz / Haftgrund zu behandeln.

4.6. Bauverfahren

4.6.1. Betriebsregime

Die Instandsetzung wird während Nachtintervallen auf dauernd gesperrten Gleisen durchgeführt. Die Erschliessung der Baustelle erfolgt mit gleisgängigem Inventar.

4.6.2. Bauablauf

Der Bauablauf ist im technischen Bericht beschrieben.

5. Einwirkungen

5.1. Ständige Einwirkungen

Einwirkungen	Massnahmen	Weiterbearbeitung
Eigenlasten	Die Eigenlasten (Raumlaster Beton) werden nicht verändert.	Nicht erforderlich
Auflasten generell	Die Auflasten werden im Rahmen des Projektes nicht verändert. Im Rahmen der Bauarbeiten sind zusätzliche Belastungen zu vermeiden.	Nicht erforderlich

5.2. Veränderliche Einwirkungen

Einwirkungen	Massnahmen	Weiterbearbeitung
Wasserdruck	Die drucklose Wasserableitung wird mit den geplanten Entwässerungsmassnahmen verbessert und dauerhaft sichergestellt. Keine Beanspruchung durch Wasserdruck.	Umsetzung bauliche Massnahme (Ausführungsprojekt)
Verkehrslasten	Die bestehenden Verkehrslasten werden nicht verändert. Keine besonderen Massnahmen. Bauzustand: Nachtintervalle	Nicht erforderlich.
Einwirkungen aus Bautätigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> Bohr- und Fräsarbeiten für die Erstellung der Gewölbeentwässerung Im bestehenden Gewölbe sind nur schonende Baumassnahmen zugelassen	Vorgabe Submission Umsetzung bauliche Massnahme (Ausführungsprojekt)
Frost	Frostschäden an Bausubstanz in Portalbereichen Frostbeständige Konstruktionen und Materialspezifikationen	Vorgabe Submission Umsetzung bauliche Massnahme (Ausführungsprojekt)

5.3. Aussergewöhnliche Einwirkungen

Einwirkungen	Massnahmen	Weiterbearbeitung
Explosionen	Bau- und Endzustand: akzeptiertes Risiko	Nicht erforderlich
Entgleisung	Bauzustand: Arbeiten nur in Streckensperrung (Nachtintervalle), nur Bauinventar mit BAV-Zulassung, Kontrollen vor Freigabe gemäss Sicherheitsdispositiv. Endzustand: akzeptiertes Risiko	Vorgabe Submission / Ausführung
Anprall	Bauzustand: Arbeiten nur in Streckensperrung (Nachtintervalle), nur Bauinventar mit BAV-Zulassung, Kontrollen vor Freigabe gemäss Sicherheitsdispositiv.. Endzustand: akzeptiertes Risiko	Vorgabe Submission / Ausführung
Brand	Bauzustand: Löschvorrichtung auf Platz. Instruktion der Belegschaft durch örtliche Feuerwehr (Standorte Hydranten). Koordination mit örtl. Rettungsdiensten. Endzustand: akzeptiertes Risiko	Vorgabe Submission / Ausführung
Erdbebeneinwirkung	Bau- und Betriebszustand: akzeptiertes Risiko	Nicht erforderlich

6. Tragsicherheit

Die Tragsicherheit ist in allen Bauzuständen jederzeit sicherzustellen. In Bezug auf die heutige Situation wird die Tragsicherheit im Endzustand durch die bauliche Massnahmen nicht direkt beeinflusst. Durch die abdichtenden Massnahmen wird jedoch der fortlaufenden Alterung der Bausubstanz lokal entgegen gewirkt.

Gefährdungsbild	Massnahmen	Weiterbearbeitung
Temperatur	Vorgaben zur Ausführung Qualitätskontrollen gemäss Kontrollplan Ausführungs- und Umsetzungskontrollen	Submission (Kontrollplan) Ausführungsprojekt (Überwachungs- und Prüfplan)

7. Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit

7.1. Bauzustand

Die Gebrauchstauglichkeit des Bahntunnels betrifft in starkem Ausmass die Sicherheit des Bahnbetriebs, des Baustellenpersonals und des Inventar der SZU. Folgende Massnahmen sind zur Gewährleistung der Gebrauchstauglichkeit im Bauzustand vorgesehen:

- Beibehaltung der Funktion der Sicherheitseinrichtungen im Bauzustand (keine permanente Deponie von Baumaterialien und –geräten in den Personenschutzrisiken)

- Zweckmässiger Schutz der in Betrieb bleibenden bahntechnischen Anlagen vor mechanischer Beschädigung und Verschmutzung durch die Bauarbeiten
- Zweckmässiger Schutz der verbleibenden Bausubstanz vor mechanischer Beschädigung und Verschmutzung durch die Bauarbeiten
- Zweckmässiger Schutz von Bauwerken und Anlagen Dritter vor mechanischer Beschädigung und Verschmutzung durch die Bauarbeiten.
- Anwendung von schonenden Baumassnahmen
- Einhaltung der vorgegebenen Bedingungen hinsichtlich Beleuchtung, Lärm, Staubbelastungen und Baulüftung

Vorgaben zu den genannten Massnahmen sind wesentliche Bestandteile der Submission (Projekt, Besondere Bestimmungen, Kontrollplan) und deren Umsetzung sind im Rahmen der Ausführung konsequent zu kontrollieren und durchzusetzen (Ausführungsprojekt, Prüfplan, Sicherheitsdispositiv).

7.2. Endzustand

Kriterien	Anforderungen	Massnahmen	Weiterbearbeitung
Gebrauchstauglichkeit			
Risse in Tunnelverkleidung	Wasserführende Risse mit nachteiligen Auswirkungen auf die bahntechnischen Anlagen sind nicht toleriert.	Rissinjektionen Wasserableitungen	<ul style="list-style-type: none"> • Ausführungsprojekt • Kontroll- und Prüfplan
Dauerhaftigkeit			
Mörtel (Spezialmörtel und Reprofilierungsmörtel)	Festigkeitsklasse	Eignungskontrolle, Laufende Materialprüfungen	<ul style="list-style-type: none"> • Ausführungsprojekt • Kontroll- und Prüfplan
Gewölbeentwässerung	Drucklose Entwässerung des Gewölbes	Wiederherstellung von bestehenden Entwässerungen Unterstützung neuer Gewölbeentwässerungen durch Entlastungsbohrungen Gewährleistung eines Einlaufes in die Längsentwässerung.	<ul style="list-style-type: none"> • Ausführungsprojekt • Kontroll- und Prüfplan

7.3. Akzeptierte Risiken

Die akzeptierten Risiken sind in der Nutzungsvereinbarung dokumentiert.

8. Grundlagen

Die berücksichtigten Grundlagen sind in der Nutzungsvereinbarung dokumentiert.