

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

**Technischer Bericht**

**DOK - Nr. B218 – 103A**

| Index | Erstellt | Datum    | Geprüft /<br>Freigabe | Datum    |
|-------|----------|----------|-----------------------|----------|
|       | MHo      | 28.02.17 | MHo                   | 28.02.17 |
| A     | MHo      | 20.03.17 | MHo                   | 20.03.17 |

Filename: 05\_103\_Titelblatt\_TB.docx

Format: **A4**

Sihltal Zürich Uetliberg Bahn  
 Abteilung Bau  
 Wolframplatz 21  
 8045 Zürich

 **SZU**  
 Sihltal Zürich Uetliberg  
 Bahn

| Inhalt   | Seite |
|--|-------|
| 1. Zusammenfassung.....                          | 4     |
| 1.1. Projektierungsauftrag .....                 | 4     |
| 1.2. Objekte.....                                | 4     |
| 1.3. Projektanforderungen .....                  | 5     |
| 1.4. Projektbeschreibung.....                    | 5     |
| 1.5. Bauausführung .....                         | 6     |
| 1.6. Kosten .....                                | 6     |
| 1.6.1. Manesse Tunnel.....                       | 6     |
| 1.6.2. Gattikon Tunnel .....                     | 6     |
| 2. Grundlagen.....                               | 7     |
| 2.1. Gesetzliche Grundlagen .....                | 7     |
| 2.2. Normen .....                                | 7     |
| 2.3. Reglemente, Weisungen und Merkblätter ..... | 8     |
| 2.4. Projektbezogene Grundlagen .....            | 8     |
| 3. Ausgangslage.....                             | 9     |
| 3.1. Grunddaten .....                            | 9     |
| 3.1.1. Allgemein .....                           | 9     |
| 3.1.2. Manesse Tunnel.....                       | 9     |
| 3.1.3. Gattikon Tunnel .....                     | 10    |
| 3.2. Bauwerksbeschreibung .....                  | 10    |
| 3.2.1. Manesse Tunnel.....                       | 10    |
| 3.2.2. Gattikon Tunnel .....                     | 11    |
| 4. Projektanforderungen .....                    | 12    |
| 4.1. Projektziele / Anforderungen .....          | 12    |
| 5. Projektbeschreibung.....                      | 13    |
| 5.1. Gleisgeometrie .....                        | 13    |
| 5.2. Lichtraumprofil.....                        | 13    |
| 5.2.1. Gattikon Tunnel .....                     | 13    |
| 5.2.2. Manesse Tunnel.....                       | 14    |
| 5.3. Massnahmen Tunnelgewölbe .....              | 15    |
| 5.3.1. M1 Instandsetzung Betongewölbe.....       | 15    |
| 5.3.2. M2 Rissinjektion .....                    | 16    |
| 5.3.3. M3 Wasserableitungen im Gewölbe .....     | 16    |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 5.3.4. | M4 Instandsetzung undichter Blockfugen ..... | 16 |
| 5.3.5. | M5 HDW – Reinigung .....                     | 16 |
| 5.4.   | Massnahmen Tunnelportale .....               | 16 |
| 6.     | Bauausführung .....                          | 17 |
| 6.1.   | Betriebliche Randbedingungen .....           | 17 |
| 6.2.   | Bauablauf / Rahmenterminprogramm .....       | 17 |
| 6.3.   | Installationen und Zufahrten .....           | 17 |
| 6.3.1. | Installationsflächen und Abstellgleise ..... | 17 |
| 6.3.2. | Baulogistik .....                            | 18 |
| 7.     | Landerwerb .....                             | 19 |
| 8.     | Umwelt .....                                 | 20 |
| 8.1.   | Grundwasserschutz, Entwässerung .....        | 21 |
| 8.2.   | Boden .....                                  | 22 |
| 8.3.   | Lärm .....                                   | 22 |
| 8.3.1. | Betroffenes Gebiet .....                     | 22 |
| 8.3.2. | Lärm durch Baustellenverkehr .....           | 22 |
| 8.3.3. | Baustellenlärm .....                         | 23 |
| 8.4.   | Abfälle .....                                | 23 |
| 8.5.   | Luftreinhaltung .....                        | 24 |
| 9.     | Sicherheitsbericht .....                     | 24 |
| 9.1.   | Bauzustand .....                             | 24 |
| 9.2.   | Betriebszustand .....                        | 24 |
| 10.    | Überwachungs- und Unterhaltsplan .....       | 25 |
| 10.1.  | Bauzustand .....                             | 25 |
| 10.2.  | Betriebszustand .....                        | 25 |
| 11.    | Bauzeit .....                                | 26 |
| 11.1.  | Manesse Tunnel .....                         | 26 |
| 11.2.  | Gattikon Tunnel .....                        | 26 |
| 12.    | Kosten .....                                 | 27 |
| 12.1.  | Manesse Tunnel .....                         | 27 |
| 12.2.  | Gattikon Tunnel .....                        | 27 |

## 1. Zusammenfassung

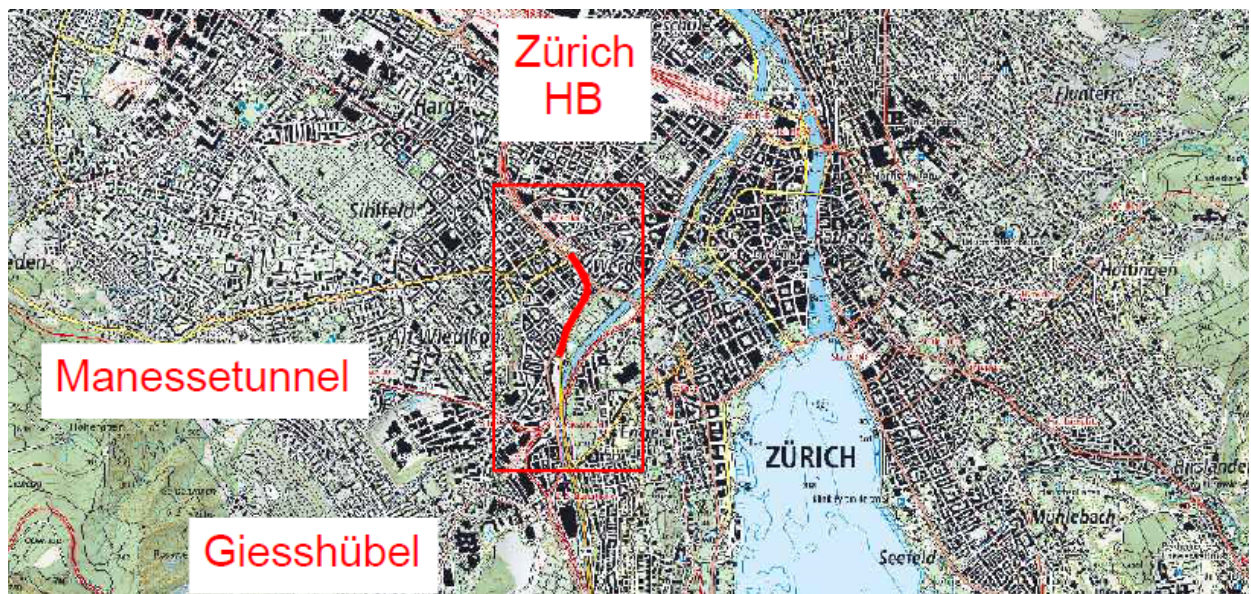
### 1.1. Projektierungsauftrag

Mit dem Projektauftrag vom 10.02.2016 wurde das Bauprojekt für dieses Bauvorhaben lanciert. Ziel ist es, die Schäden an den Gewölben zu beheben, um eine tiefgründige Schädigung der Gewölbe zu verhindern, die Gebrauchstauglichkeit für den Betrieb zu verbessern und letztlich auch Folgeschäden an den bahntechnischen Einrichtungen zu minimieren. Geplant ist, die Nutzungsdauer um mindestens 25 Jahre zu verlängern. Das heisst, es ist auf einen Horizont von 25 Jahren in den bearbeiteten Zonen mit keinen weiteren Massnahmen zu rechnen.

### 1.2. Objekte

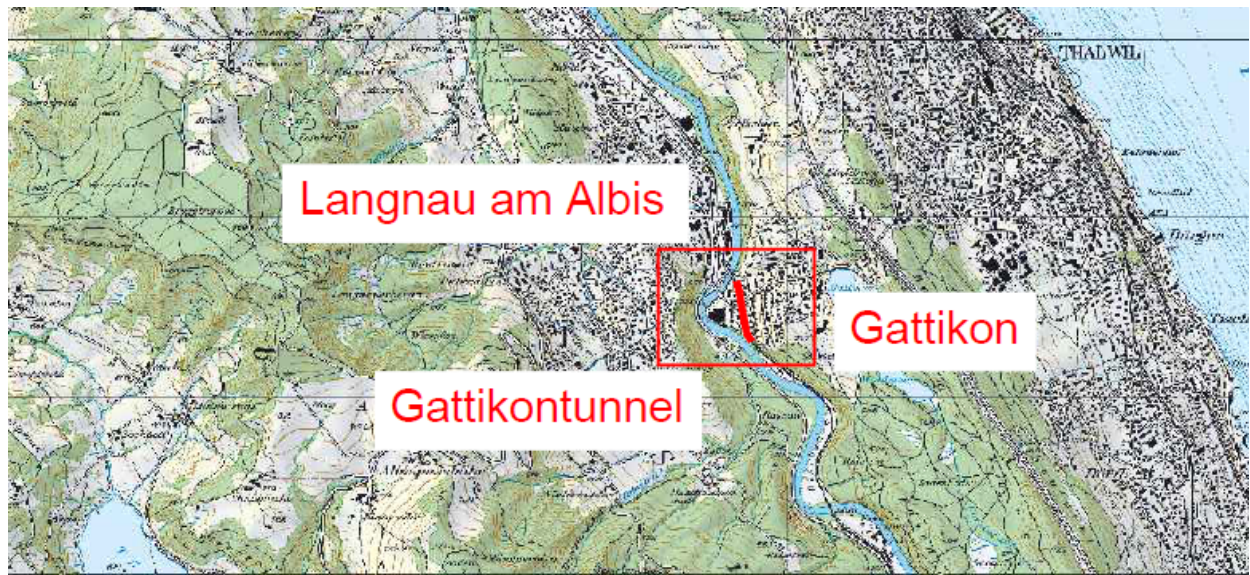
Das vorliegende Plangenehmigungsprojekt umfasst zwei Tunnelbauwerke der Sihltal Zürich Uetliberg Bahn AG. Dabei handelt es sich um bestehende, einspurige Eisenbahntunnel auf der Strecke Giesshübel – Wiedikon (Manesse Tunnel) bzw. Langnau – Sihlwald – Sihlbrugg (Gattikon Tunnel). Die Bauwerke wurden in den Zwanzigerjahren (Manesse Tunnel) resp. Fünfzigerjahren (Gattikon Tunnel) als Tagbautunnel erstellt.

- Manesse Tunnel                      km 0.495 – km 0.968                      L = 473 m





- Gattikon Tunnel km 11.043 – km 11.384 L = 341 m



### 1.3. Projektanforderungen

Die wichtigsten Rahmenbedingungen für das Erneuerungsprojekt lassen sich auf die folgenden Punkte zusammenfassen:

- Instandsetzungsziel: mind. 25 Jahre
- Garantie der Betriebssicherheit durch Erhalt Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit
- Wirtschaftlicher Werterhalt

### 1.4. Projektbeschreibung

Das Tunnelgewölbe wird in beiden Bauwerken lokal instand gesetzt. Die vorgesehenen Massnahmen unterscheiden sich in fünf Massnahmentypen:

- M1 Instandsetzung Betongewölbe: Oberflächliche Reparatur und Abdichtung vom Betongewölbe (Wiederherstellung der Bausubstanz)
- M2 Rissinjektionen bei Ortbeton: Dichtende, nicht kraftschlüssige Injektionen
- M3 Wasserableitung im Gewölbe: Wasserableitung im Paramentbereich mit abnehmbaren Gummiprofilen auf Schlitten und im Scheitelbereich mit zugedeckten Halbschalen in Schlitten
- M4 Sanierung undichter Blockfugen: Wasserableitung in Paramentblockfugen mit Gummiprofilen und in Scheitelblockfugen/Rundumblockfugen mit Halbschalen in Schlitten und Fugendichtungsband
- M5 HDW-Reinigung: HDW-Reinigung in Bereichen mit starken Versinterungen.

## **1.5. Bauausführung**

Die Bauarbeiten werden während verlängerten Nachtintervallen ausgeführt. Die Bauzeit wurde je Tunnel mit 10 Wochen abgeschätzt.

## **1.6. Kosten**

### **1.6.1. Manesse Tunnel**

Die Gesamtprojektkosten werden auf CHF 878'000 veranschlagt (Kostengenauigkeit +/- 10%, Preisbasis Januar 2017).

### **1.6.2. Gattikon Tunnel**

Die Gesamtprojektkosten werden auf CHF 734'000 veranschlagt (Kostengenauigkeit +/- 10%, Preisbasis Januar 2017).

## 2. Grundlagen

### 2.1. Gesetzliche Grundlagen

|        |   |            |
|--------|---|------------|
| EBV    | Eisenbahnverordnung                             | 23.11.1983 |
| AB-EBV | Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung | 01.07.2016 |

### 2.2. Normen

|             |   |      |
|-------------|---|------|
| SIA 118     | Allgemeine Bedingungen für Bauarbeiten  | 2013 |
| SIA 118/198 | Allgemeine Bedingungen für Untertagebau   | 2007 |
| SIA 197     | Projektierung Tunnel, Grundlagen  | 2004 |
| SIA 197/1   | Projektierung Tunnel, Bahntunnel  | 2004 |
| SIA 198     | Untertagebau, Ausführung  | 2004 |
| SIA 199     | Erfassen des Gebirges im Untertagebau   | 1998 |
| SIA 260     | Grundlagen der Projektierung von Tragwerken   | 2013 |
| SIA 261     | Einwirkungen auf Tragwerke  | 2014 |
| SIA 261/1   | Einwirkungen auf Tragwerke – Ergänzende Festlegungen                                | 2003 |
| SIA 262     | Betonbau  | 2013 |
| SIA 262/1   | Betonbau – Ergänzende Festlegungen  | 2013 |
| SIA 266     | Mauerwerk   | 2003 |
| SIA 266/2   | Natursteinmauerwerk   | 2012 |
| SIA 267     | Geotechnik  | 2013 |
| SIA 267/1   | Geotechnik – Ergänzende Festlegungen  | 2013 |
| SIA 269     | Grundlage der Erhaltung von Tragwerken  | 2011 |
| SIA 269/1   | Erhaltung von Tragwerken – Einwirkungen   | 2011 |
| SIA 269/2   | Erhaltung von Tragwerken – Betonbau   | 2011 |
| SIA 269/6-1 | Erhaltung von Tragwerken – Mauerwerksbau, Teil 1; Natursteinmauerwerk               | 2011 |
| SIA 269/6-2 | Erhaltung von Tragwerken – Mauerwerksbau, Teil 2; Mauerwerk aus künstlichen Steinen | 2011 |
| SIA 269/7   | Erhaltung von Tragwerken – Geotechnik   | 2011 |
| SIA 270     | Abdichtungen und Entwässerungen – Allgemeine Grundlagen und Abgrenzungen            | 2014 |
| SIA 272     | Abdichtungen und Entwässerungen von Bauten unter Terrain und im Untertagebau        | 2009 |
| SIA 469     | Erhaltung von Bauwerken   | 1997 |

### **2.3. Reglemente, Weisungen und Merkblätter**

|             |   |            |
|-------------|---|------------|
| R RTE 20012 | Lichtraumprofil                         | 10.12.2012 |
| R RTE 20100 | Sicherheit bei Arbeiten im Gleisbereich | 17.05.2016 |

### **2.4. Projektbezogene Grundlagen**

- Hauptinspektion Tunnelbauwerke SZU Gattikon Tunnel, Bericht Nr. B079/01, Januar 2009
- Hauptinspektion Tunnelbauwerke SZU Manesse Tunnel, Bericht Nr. B079/02, Januar 2009
- Hauptinspektion Tunnelbauwerke SZU Gattikon Tunnel, Bericht Nr. B161/01, Juni 2013
- Hauptinspektion Tunnelbauwerke SZU Manesse Tunnel, Bericht Nr. B161/01, Juni 2013
- Prüfergebnisse der Sondagen im Gewölbe, Januar 2015
- Massnahmenbericht Gattikon Tunnel und Manesse Tunnel, Bericht Nr. B161/2015, November 2015
- Alte Pläne und Unterlagen der Bauherrschaft
- Bahnpläne SZU



### 3. Ausgangslage

#### 3.1. Grunddaten

##### 3.1.1. Allgemein

| Tunnelangaben                        |                       |                         |
|--------------------------------------|-----------------------|-------------------------|
|                                      | Gattikon Tunnel       | Manesse Tunnel          |
| Länge [m]                            | 341 m                 | 473 m                   |
| Spurbreite                           | Normalspur            | Normalspur              |
| Ausbau                               | Ortbeton / Tagbau     | Ortbeton / Tagbau       |
| Höhe [m ü.M.] Portal Süd             | 472.26 m              | 409.45 m                |
| Höhe [m ü.M.] Portal Nord            | 478.77 m              | 405.40 m                |
| Gefälle [‰]                          | 19.09‰                | 8.56‰                   |
| Querschnittsfläche [m <sup>2</sup> ] | ca. 24 m <sup>2</sup> | ca. 23.4 m <sup>2</sup> |
| Personenschutznischen                | ca. alle 50 m         | ca. alle 50 m           |
| Ausbaugeschwindigkeit [km/h]         | 65 km/h               | 40 km/h                 |

##### 3.1.2. Manesse Tunnel

Der 473 m lange Manesse Tunnel liegt zwischen den Stationen Zürich Wiedikon und Zürich Giesshübel.

Der Manesse Tunnel besteht aus einem alten und einem neuen Teil. Der alte Teil wurde 1927 im Tagbau erstellt. Er führt mit sehr geringer Überdeckung unter verschiedenen Gebäuden hindurch, welche später, im Verlaufe der Zeit erstellt wurden. Ein Abwasserkanal unterquert den Tunnel als Düker. Der Manesse Tunnel weist ein Hufeisenprofil mit einem lichten Querschnitt von 23.4 m<sup>2</sup> auf.

Das Tunnelgewölbe wurde aus Ortbeton erstellt. Der neue Teil besteht aus einer Verlängerung um 40 m in Richtung Giesshübel, welche im Zusammenhang mit dem Bau der Sihlhochstrasse im Jahr 1970 erstellt wurde. In diesem Bereich weist der Tunnel einen Rechteckquerschnitt auf. Die rechte Tunnelwand wurde aus Ortbeton erstellt, während auf der linken Seite stellenweise eine bestehende Stützmauer aus Natursteinmauerwerk als Tunnelwand verwendet wurde. Die Decke des Rechteckprofils besteht aus Betonelementen.

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

Die Tunnellängsentwässerung (Ø 500 mm) verläuft links der Bahn. In unregelmässigen Abständen sind Kontrollschächte vorhanden. Im Bereich der Verlängerung beim Portal Giesshübel erfolgt die Längsentwässerung über zwei offene Rinnen auf beiden Tunnelseiten. Das Wasser fliesst in Kilometrierungsrichtung durch den Tunnel hindurch.

Auf der rechten Tunnelseite befindet sich ein Kabelkanal.

Der Manesse Tunnel wird aktuell hauptsächlich für den Güterverkehr genutzt.

### 3.1.3. Gattikon Tunnel

Der 341 m lange Gattikon Tunnel liegt zwischen den Stationen Langnau-Gattikon und Sihlwald. Der Tunnel wurde 1950 als Tagbautunnel erstellt und führt mit geringer Überdeckung unter besiedeltem Gebiet hindurch.

Der Gattikon Tunnel weist ein Hufeisenprofil mit einem lichten Querschnitt von 24.0 m<sup>2</sup> auf.

Das Tunnelgewölbe wurde in Ortbeton erstellt. In unterschiedlichen Abständen sind zwei einander gegenüberliegende Fluchtnischen angeordnet. Die maximale Distanz zwischen zwei Nischen beträgt ca. 50 m. Der Abstand der ersten Nische ab Portal beträgt je Portal ca. 30 m.

Die Tunnellängsentwässerung (Ø 350 mm) verläuft links der Bahn. Auf Nischenhöhe befindet sich jeweils ein Kontrollschacht. Das Wasser fliesst vom Portal Sihlwald gegen die Kilometrierungsrichtung zum Portal Langnau-Gattikon und von dort aus in den Vorfluter.

Auf beiden Tunnelseiten befindet sich ein Kabelkanal.

Die Fahrleitungstragwerke wurden aus Profilrunden in kleinen Nischen im Tunnelfirst befestigt.

Der Manesse Tunnel wird aktuell hauptsächlich für den Personenverkehr genutzt.

## 3.2. Bauwerksbeschreibung

### 3.2.1. Manesse Tunnel

Gemäss letzter Hauptinspektion 2013 wurde der Gewölbezustand des Tunnels Manesse gesamthaft als genügend beurteilt. Eine Ausführung von baulichen Massnahmen wird ungefähr für die Hälfte der Zonen empfohlen. Damit kann einem unverhältnismässigen Anstieg des Aufwandes für die Instandsetzung infolge eines progressiven Schadenfortschrittes vorgebeugt werden. Die ausgewiesenen Schadensbilder sind im wesentlichen zahlreiche Kiesnester. Meist handelt es sich um oberflächliche Erscheinungen, stellenweise beträgt die Tiefe der Kiesnester bis zu 2 cm. Zudem treten vereinzelt im Bereichen der Arbeitsfugen Abplatzungen auf.

Im Bereich des Rechteckprofils weist der Ortbeton keine Schäden auf. Jedoch wurden im Deckenbereich einige Stellen lokalisiert, die Verfärbungen aufweisen, welche auf Stahlkorrosion

schliessen lassen. Diese Stellen befinden sich zwischen den Fugen zweier Deckenelemente in Zone 4.

Radialrisse treten ausschliesslich im Bereich der Arbeitsfugen auf. Oft sind anstelle der Risse nur noch Kalkablagerungen sichtbar, welche auf die Existenz eines Risses hinweisen. In den Zonen 37 bis 39 ist im Kalottenbereich der rechten Hälfte ein Längsriss sichtbar, welcher mittels Gipsiegeln einer Überwachung unterzogen worden ist. Die Rissbreite beträgt maximal 0.5 mm. Zwischen den Zonen 46 und 47 ist am linken Parament ein Längsriss zu sehen, welcher eine grössere Breite aufweist. Es handelt sich dabei um eine offene Arbeitsfuge.

Die im Januar 2015 neu durchgeführten Betonuntersuchungen an den bestehenden Ortbetonbauteilen weisen eine gute Betonqualität mit einer Druckfestigkeit von 25 N/mm<sup>2</sup> bis über 60 N/mm<sup>2</sup> auf. Die Messungen der Karbonatisierungstiefe betrugen ca. 14 – 43 mm und sind als gut zu bezeichnen.

Die stichprobenartige Kontrolle der Bewehrungsüberdeckung deutet darauf hin, dass im alten Teil des Manesse Tunnels (Tm 40 – 473) keine Armierung vorhanden ist. Hingegen wurde im neuen Teil des Tunnels (Tm 0 – 40) eine Bewehrung mit einer Überdeckung von ca. 60 mm angetroffen. Die Betonqualität kann sowohl im neuen wie auch im alten Tunnelabschnitt als gut bezeichnet werden.

### 3.2.2. Gattikon Tunnel

Gemäss letzter Hauptinspektion 2013 wurde der Gewölbezustand des Tunnels Gattikon gesamthaft als genügend beurteilt. Eine Ausführung von baulichen Massnahmen wird ungefähr für einen Drittel der Zonen empfohlen. Damit kann einem unverhältnismässigen Anstieg des Aufwandes für die Instandsetzung infolge eines progressiven Schadenfortschrittes vorgebeugt werden. Die ausgewiesenen Schadensbilder sind im wesentlichen zahlreiche Kiesnester. Meist handelt es sich um oberflächliche Erscheinungen, stellenweise beträgt die Tiefe der Kiesnester bis zu 2 cm. Zudem treten vereinzelt im Bereichen der Arbeitsfugen Abplatzungen auf.

Neben den zuvor genannten Schäden weist der Gattikon Tunnel diverse Risse auf, welche zurzeit keinen Einfluss auf die Tragsicherheit und die Gebrauchstauglichkeit des Bauwerks haben. Im Vergleich zu den früheren Zustandsuntersuchung, die im Jahr 2002 und 2008 stattgefunden haben, sind zusätzliche Risse aufgenommen worden. Dies sind insbesondere Radialrisse in den Arbeitsfugen, feine Risse in den Mörtelstreifen sowie Haarrissflächen an den Paramenten der Zone 1.

Radialrisse befinden sich zum Grossteil im Bereich von Arbeitsfugen ("gerissene Fugen"). In der Regel weisen das Parament und die Kalotte eigene Arbeitsfugen auf, welche in Längsrichtung versetzt angeordnet sind. Selten handelt es sich um über die ganze Abwicklung durchgehende Fugen. Stellenweise sind diese Fugen im Paramentbereich nochmals unterteilt und versetzt. An einigen Stellen verlaufen Risse von der Arbeitsfuge im Parament zu jener in der Kalotte. Bei versetzten Fugen ist dies ein typisches Phänomen. Teilweise sind auch Radialrisse ausserhalb der Fugen zu beobachten, welche allerdings sehr kleine Rissbreiten aufweisen. Meistens sind es "Verlängerungen" der Risse bei den Arbeitsfugen.

Längsrisse treten grösstenteils in den Mörtelstreifen auf, welche sich im Übergang vom Parament zur Kalotte sowie in den Zonen 1 bis 14 im Parament befinden. Die Rissbreiten variieren dabei von Haarrissen bis hin zu Rissen mit einer Breite von ca. 2 mm. Da diese Längsrisse

stellenweise auch ausserhalb der Mörtelstreifen auf gleicher Höhe auftreten, ist anzunehmen, dass sich die Tiefe der Risse nicht nur auf den Mörtelstreifen beschränkt, sondern auch den Ort beton betrifft.

Die im Januar 2015 neu durchgeführten Betonuntersuchungen an den bestehenden Ort betonbauteilen weisen eine hohe Betonqualität mit einer Druckfestigkeit von über 70 N/mm<sup>2</sup> auf. Die Messungen der Karbonatisierungstiefe betrugen ca. 5 – 21 mm und sind als gut zu bezeichnen. Die stichprobenartige Kontrolle der Bewehrungsüberdeckung deutet darauf hin, dass keine Armierung vorhanden ist.

## **4. Projektanforderungen**

### **4.1. Projektziele / Anforderungen**

Durch die geplante Instandsetzung sollen unter Berücksichtigung der gesamtheitlichen Aspekte der Nutzung gemäss Nutzungsvereinbarung und Randbedingungen gemäss Projektbasis, folgende übergeordnet Ziele erreicht werden:

- Gewährleistung der Trag- und Betriebssicherheit während der Nutzungsdauer
- Sicherstellen der Gebrauchstauglichkeit
- Erhaltung des wirtschaftlichen Wertes (Bausubstanz)
- Das Instandsetzungsziel der instand gesetzten Bauteile beträgt mindestens 25 Jahre.

Aus der Zustandsbeurteilung lassen sich konkret folgende Hauptziele für die baulichen Massnahmen ableiten:

- Um längerfristig die Trag- und Betriebssicherheit, sowie die Gebrauchstauglichkeit des Tunnels zu gewährleisten, sind partielle Instandsetzungen des Gewölbes auszuführen. Die Instandsetzungsmassnahmen im Gewölbe haben Gewölbeentwässerungen zu berücksichtigen.
- Massnahmen am Entwässerungssystem oder an den Kabel-, Sicherungs- und Gleisanlagen sind nicht vorgesehen.

## 5. Projektbeschreibung

Aufgrund der Zustandsbeurteilung liegt der Schwerpunkt in der Gewölbeinstandsetzung. Davon betroffen sind insbesondere Zonen und lokale Schäden, für welche im Rahmen der Hauptinspektion 2013 ein Massnahmenbedarf festgehalten wurde. Bauliche Massnahmen in der Tunnelsohle sowie Veränderungen der Gleislage sind nicht erforderlich. Daraus ergeben sich folgende bauliche Hauptelemente:

- Gewölbeinstandsetzungsmassnahmen:
  - Oberflächliche Reparatur und Abdichtung des Betongewölbes
  - Rissinjektionen bei Ortbeton
  - Wasserableitung im Gewölbe
    - Wasserableitung im Paramentbereich mit Gummiprofil
    - Wasserableitung im Scheitelbereich mit Halbschale
  - Instandsetzung undichter Blockfugen
    - Wasserableitung im Paramentblockfugen mit Gummiprofil
    - Wasserableitung im Scheitblockfugen/Rundumblockfugen mit Halbschale und Combiflex
  - Oberflächenreinigung mit HDW
  - Portalinstandsetzungen

Die geplanten Massnahmen verfolgen in erster Linie die Verbesserung der Gebrauchstauglichkeit und somit eine hemmende Wirkung auf stetig fortschreitende Schadensentwicklungen bzw. der Verhinderung der Ausbreitung von lokalen Schadensbildern auf einen grösseren Umfang. In diesem Sinne haben die lokalen Sanierungsmassnahmen keinen Einfluss auf die allgemeine Tragsicherheit der Tunnels.

### 5.1. Gleisgeometrie

Die bestehende Gleisgeometrie bleibt unverändert.

### 5.2. Lichtraumprofil

#### 5.2.1. Gattikon Tunnel

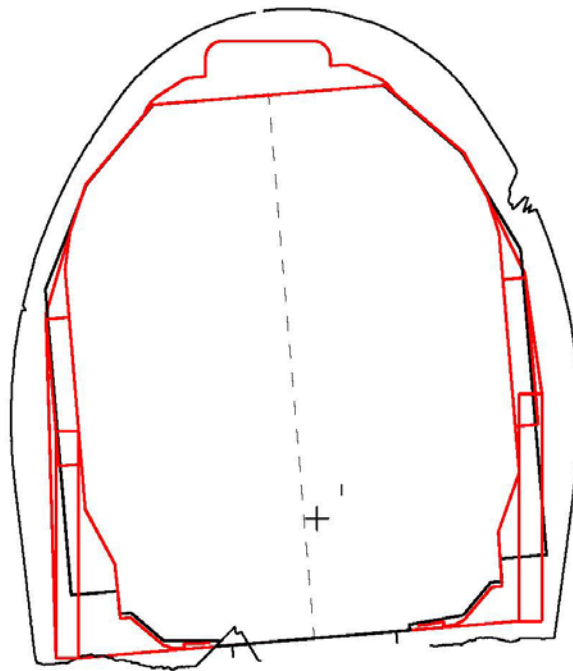
Der Gattikon Tunnel respektiert aktuell das Lichtraumprofil EBV2 / S2. Eine Anpassung des Lichtraumprofils ist nicht erforderlich – die bestehende Situation bleibt unverändert.

#### Profilparameter EVB 2 / S2 Giesshübel - Sihlbrugg

- Fahrgeschwindigkeit 65 km/h

|              |                            |
|--------------|----------------------------|
| • FL-Typ     | konventionelle Fahrleitung |
| • $h_f =$    | 4'820 mm                   |
| • $f_o =$    | 40 mm                      |
| • $f_g =$    | 0 mm                       |
| • $h_{fo} =$ | 4'860 mm                   |
| • $b_e =$    | 150 mm                     |

In der nachfolgenden Abbildung ist bezüglich Lichtraumprofilfreiheit das massgebende Querprofil bei km 11.340 dargestellt. Für die geplanten baulichen Massnahmen mit lokaler Ausprägung ist die Profilverfreiheit ausreichend und wird durch die Massnahmen weder tangiert noch verändert.



**Abbildung 1: Profilauswertung km 11.340 (rot: Projekt-LRP / schwarz: Tunnelprofil mit Auswertungs-LRP der Aufnahme 2008)**

#### 5.2.2. Manesse Tunnel

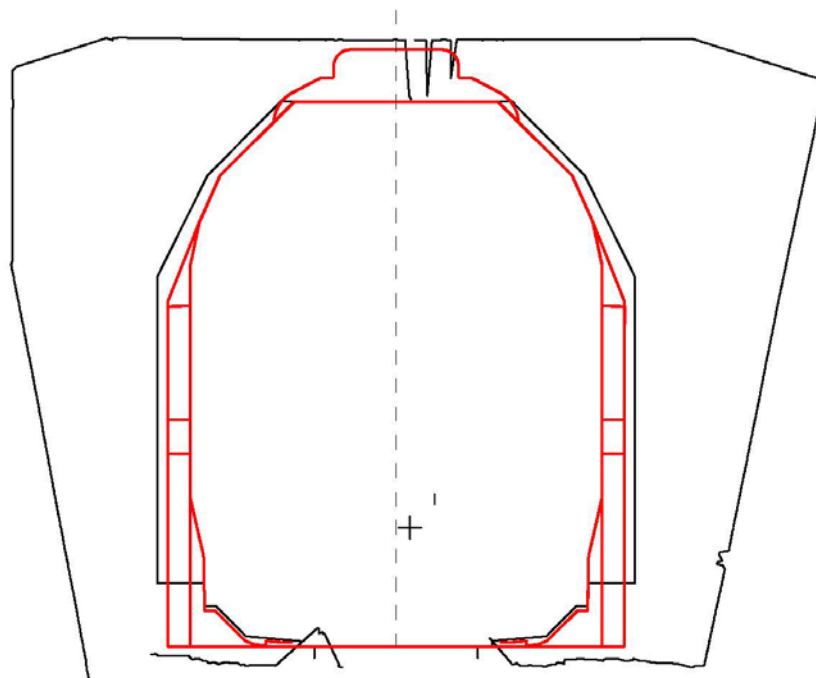
Der Manesse Tunnel respektiert aktuell das Lichtraumprofil EBV2 / S2. Eine Anpassung des Lichtraumprofils ist nicht erforderlich – die bestehende Situation bleibt unverändert.

|                       |                            |
|-----------------------|----------------------------|
| • Fahrgeschwindigkeit | 40 km/h                    |
| • FL-Typ              | konventionelle Fahrleitung |
| • $h_f =$             | 4'820 mm                   |
| • $f_o =$             | 40 mm                      |
| • $f_g =$             | 0 mm                       |



- $h_{fo} =$  4'860 mm
- $b_e =$  150 mm

In der nachfolgenden Abbildung ist bezüglich Lichtraumprofilfreiheit das massgebende Querprofil bei km 0.512 dargestellt. Für die geplanten baulichen Massnahmen mit lokaler Ausprägung ist die Profilverfreiheit ausreichend und wird durch die Massnahmen weder tangiert noch verändert.



**Abbildung 2: Profilauswertung km 0.512 (rot: Projekt-LRP / schwarz: Tunnelprofil mit Auswertungs-LRP der Aufnahme 2008)**

### 5.3. Massnahmen Tunnelgewölbe

Für den Gattikon und Manesse Tunnel sind keine grösseren Gewölbemassnahmen vorgesehen. Die lokalen Schäden, wie Kiesnester, Abplatzungen, Risse, Ausblühungen und Nass- bzw. Feuchtestellen können mehrheitlich mit oberflächigen Betoninstandsetzungen, Rissinjektionen, Fugenabdichtungen und Gewölbeentwässerungen instandgesetzt werden. Eine Beschreibung der Massnahmen kann den nachfolgenden Abschnitten entnommen werden.

#### 5.3.1. M1 Instandsetzung Betongewölbe

Grossflächige Abplatzungen werden mittels HDW bis auf den gesunden Beton gereinigt. Anschliessend wird die freiliegende Bewehrung, sofern vorhanden, entrostet und mit Korrosionsschutz versehen. Zur Fertigstellung wird die freiliegende Fläche mittels einer Spritzbetonaus-

gleichschicht (Reprofilierungsmörtel, Klasse R4) verfüllt und abgedichtet. Kiesnester werden mit einem Sanierungsmörtel verfüllt.

#### 5.3.2. M2 Rissinjektion

Offene Risse werden mit Packern versehen und ausinjiziert. Auf diese Weise werden die Risse verschlossen und die Bewehrung vor Korrosionsangriffen geschützt.

#### 5.3.3. M3 Wasserableitungen im Gewölbe

Vorhandene Tropfstellen im Paramentbereich werden mittels Gummiprofilen und im Scheitelbereich mittels Halbschalen gefasst und in die Entwässerungsanlagen in der Fahrbahn abgeleitet.

#### 5.3.4. M4 Instandsetzung undichter Blockfugen

Die Blockfugen, welche schadhaft sind, sind gerissen und führen somit zu Wassereintritten. Diese Blockfugen werden im Scheitelbereich mit Halbschalen und im Paramentbereich mit Gummiprofilen ausgerüstet. Das Wasser wird am Paramentfuss gefasst und in die Entwässerungsanlagen in der Fahrbahn geleitet.

#### 5.3.5. M5 HDW – Reinigung

Die grossflächigen Ausblühungen (Kalkablagerungen) sollen mittels HDW gereinigt werden. Anschliessend kann geprüft werden, ob weitere Feucht- bzw. Nassstellen vorhanden sind. Ebenso kann eine Aussage über den Zustand der Risse erfolgen, d.h. sind die Risse weiterhin versintert oder wasserführend.

### 5.4. Massnahmen Tunnelportale

Grundsätzlich können die Arbeiten an den Portalbauwerken im Schatten der Tunnelarbeiten erfolgen. Gerüstkonstruktionen sind erforderlich und haben den Bahnbetrieb (Lichtraumprofilfreiheit, Fahrleitung, usw.) zu berücksichtigen.

#### **Massnahmen Portalwände/Flügelmauern:**

- HDW-Reinigung
- Rissinjektionen
- Betoninstandsetzungen
- Instandsetzung bestehender Portalentwässerungen (Prüfen und Reinigen Drainageöffnungen und –leitungen)

## 6. Bauausführung

### 6.1. Betriebliche Randbedingungen

Die Umsetzung der projektierten Massnahmen muss den relevanten Randbedingungen aus Bau, Betrieb, Umwelt sowie Wirtschaftlichkeit Rechnung tragen. Die Baumassnahmen an beiden Bauwerken werden in den Nachtsperren durchgeführt. Die Intervalldauer beträgt 9 h Brutto (20.00 Uhr bis 05:00 Uhr) an fünf Nächten je Woche.

### 6.2. Bauablauf / Rahmenterminprogramm

Die Anordnung der Bauabläufe ist derart gewählt, dass Abhängigkeiten berücksichtigt sind sowie Beeinträchtigungen von fertigen Bauteilen durch Folgearbeiten vermieden werden können. Die hauptsächlichen Bauphasen der Instandsetzung können wie folgt zusammengefasst werden:

| Bauphase | Beschreibung              |
|----------|---------------------------|
| A        | Vorbereitungsarbeiten     |
| B        | Gewölbereinigung          |
| C        | Rissinjektionen           |
| D        | Betoninstandsetzung       |
| E        | Instandsetzung Blockfugen |
| F        | Gewölbeentwässerungen     |
| G        | Schlussarbeiten           |
| H        | Inbetriebnahme            |

Die Ausführung der Bauarbeiten sollte möglichst bei günstigen Temperaturbedingungen erfolgen (Frühling bis Herbst). Die Bauarbeiten dauern für beide Bauwerke insgesamt 20 Wochen.

### 6.3. Installationen und Zufahrten

#### 6.3.1. Installationsflächen und Abstellgleise

##### Manesse Tunnel

Für den Manesse Tunnel kann der Unternehmer den Werkhof der Stadt Zürich mit Gleisanschluss im Bereich des Stadtgleises Manesse verwenden. Hierfür stehen dem Unternehmer ca. 125 m<sup>2</sup> Fläche zur Verfügung. Diese Fläche teilt sich in ca. 110 m<sup>2</sup> und 15 m<sup>2</sup> auf. Zudem steht dem Unternehmer eine Fläche von ca. 467 m<sup>2</sup> zur Verfügung, die sich in Hanglage und direkt am Portal Giesshübel befindet.

##### Gattikon Tunnel

Dem Unternehmer werden für den Gattikon Tunnel die Abstellanlage Gattikon in Langnau zur Verfügung gestellt. Neben dem Abstellgleis A11 in Langnau am Albis stehen dem Unternehmer folgende Installationsplätze/Umschlagsplätze zur Verfügung:

- eine Fläche auf der Abstellanlage Gattikon: ca. 75 m<sup>2</sup>

- vor dem Portal Langnau: ca. 85 m<sup>2</sup>
- vor dem Portal Sihlwald: ca. 15 m<sup>2</sup>

#### 6.3.2. Baulogistik

Aufgrund der beschränkten Zugänglichkeit mit strassengängigem Inventar erfolgt die Bauausführung ausschliesslich ab Bauzügen und mittels schienengängigem Baumaschineninventar.

Die Bauzüge müssen auf den Abstellgleisen mit pneugebundenen Fahrzeugen bestückt bzw. beschickt werden.

Die Bauherrschaft stellt dem Unternehmer definierte Installationsplätze in der Nähe der Tunnel, mit Strassenzugang und Abstellgleis zur Verfügung (s. Kapitel 6.3.1).

## 7. Landerwerb

Für die Installationsflächen sowie Abstellgleise sind temporäre Beanspruchungen von Grundstücken und Anlagen Dritter erforderlich.

Die temporäre Nutzung der ausgeschiedenen Flächen werden im Zuge des Plangenehmigungsverfahrens mit der Eigentümerschaft besprochen und vereinbart.

Die beanspruchten Flächen und Anlagen werden mit der Rückgabe gleich dem bestehenden Zustand wieder instand gestellt.

Folgende Grundstücke sind durch die Bauarbeiten temporär tangiert:

### Grundstücksflächen und Zufahrtswege mit temporärer Beanspruchung:

| Parzellen Nr. | Gemeinde          | Grundeigentümer                      | Temporäre Nutzung  | Temp. beanspruchte Fläche |
|---------------|-------------------|--------------------------------------|--|---------------------------|
| WD 8448       | Zürich (Wiedikon) | Stadt Zürich (Werkhof)               | Temporäre Zufahrt ab und zu den Installationsflächen und Abstellgleis                              | 125 m <sup>2</sup>        |
| WD 8464       | Zürich (Wiedikon) | Sihltal Zürich Uetliberg Bahn SZU AG | Zusätzliche Installationsfläche in Hanglage  | 467 m <sup>2</sup>        |
| 8966          | Thalwil           | Sihltal Zürich Uetliberg Bahn SZU AG | Haupt-Installationsfläche:<br>Baustelleneinrichtungen<br>UN<br>Lagerfläche<br>Baustellenversorgung | 15 m <sup>2</sup>         |
| 8827          | Thalwil           | Sihltal Zürich Uetliberg Bahn SZU AG | Haupt-Installationsfläche:<br>Baustelleneinrichtungen<br>UN<br>Lagerfläche<br>Baustellenversorgung | 85 m <sup>2</sup>         |
| 4369          | Langnau am Albis  | Sihltal Zürich Uetliberg Bahn SZU AG | Temporäre Zufahrt ab und zum Abstellgleis A11  |                           |
| 4370          | Langnau am Albis  | Sihltal Zürich Uetliberg Bahn SZU AG | Hauptinstallationsfläche:<br>Baustelleneinrichtungen<br>UN<br>Lagerfläche<br>Baustellenversorgung  | 250 m <sup>2</sup>        |

### Gleisanlagen

| Parzellen Nr. | Gemeinde          | Eigentümer                           |                                      | Temporäre Nutzung                          |
|---------------|-------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--|
|               |                   | Grundstück                           | Gleisanlage                          |  |
| 4370          | Langnau am Albis  | Sihltal Zürich Uetliberg Bahn SZU AG | Sihltal Zürich Uetliberg Bahn SZU AG | Gleis A11: Abstellgleis, Materialumschlag  |
| WD 8448       | Zürich (Wiedikon) | Stadt Zürich (Werkhof)               | Stadt Zürich (Werkhof)               | Stadtgleis: Abstellgleis, Materialumschlag |

Eine Aussteckung ist nicht erforderlich.

## 8. Umwelt

Die Abklärungen über die Auswirkungen des Vorhabens auf die Umwelt richten sich nach der Checkliste für nicht UVP-pflichtige Eisenbahnbauvorhaben des Bundesamtes für Verkehr (BAV) vom Oktober 2010. Die untenstehende Tabelle gibt einen Überblick über die Umweltrelevanz der einzelnen Umweltbereiche und zeigt, auf welche Themen im Detail eingegangen werden muss bzw. welche durch das Projekt offensichtlich nicht tangiert werden.

Es wird zwischen folgenden Fachbereichen unterschieden:

- a) Fachbereiche, die im Bericht behandelt werden
  - 1 Mit relevanten Auswirkungen durch das Projekt (Massnahmen geplant. Die gesetzlichen Vorgaben können mit Standardmassnahmen eingehalten werden).
  - 2 Mit nicht relevanten Auswirkungen durch das Projekt (keine Massnahmen).
- b) Fachbereiche, die im Bericht nicht weiter behandelt werden
  - X Weil sie durch das Projekt nicht tangiert werden oder gesetzlich keine weiteren Betrachtungen brauchen.

| Beurteilung des Projektes: | Natur und Landschaft, Wild | Grundwasser | Wasserversorgung | Entwässerung | Oberflächengewässer, Fischerei | Störfallvorsorge | Altlasten | Abfälle | Boden | Luft | Nichtionisierende Strahlung | Lärm | Erschütterungen/Körperschal | Langsamverkehr, Fuss- und Wanderwege | Umweltbaubegleitung |
|----------------------------|----------------------------|-------------|------------------|--------------|--------------------------------|------------------|-----------|---------|-------|------|-----------------------------|------|-----------------------------|--------------------------------------|---------------------|
| Bauphase                   | 2                          | 1           | X                | 1            | 2                              | X                | X         | 1       | 1     | 1    | 2                           | 1    | X                           | 2                                    | Nein                |
| Betriebsphase              | X                          | 2           | X                | 2            | X                              | X                | X         | X       | X     | X    | 2                           | X    | X                           | 2                                    | X                   |

Grundlage : Checkliste Umwelt, BAV vom Oktober 2010



## 8.1. Grundwasserschutz, Entwässerung

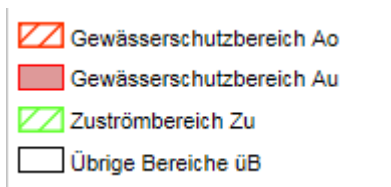
Die Voreinschnitte der Tunnel und die Installationsplätze liegen im Gewässerschutzbereich Au bzw. Ao. Eine Grundwasserschutzzone wird nicht tangiert.



Gewässerschutzkarte Bereich Manesse Tunnel



Gewässerschutzkarte Bereich Gattikon Tunnel



### Bauphase (1)

Die Gewässerschutzmassnahmen auf der Baustelle berücksichtigen die Vorgaben gemäss „Gewässerschutz auf Baustellen“. Damit kann eine Verunreinigung der Gewässer durch was-sergefährdende Flüssigkeiten während der Bauphase ausgeschlossen werden.

Das Baustellenabwasser, dass bei der Instandsetzung anfällt, wird auf den Installationsflächen am Portal über Absetzbecken und Ölabscheider in den Vorfluter geleitet. Die Einleitbedingun-gen der Gewässerschutzverordnung für Baustellen sowie Fassaden- und Tunnelreinigung wer-den eingehalten.

### Betriebsphase (2)

Das anfallende Tunnelabwasser wird in der Tunnelentwässerung gefasst und fliesst von dort in den Vorfluter.

An der Tunnelsohle und der Tunnelentwässerung sind keine Massnahmen geplant. Der heutige Zustand bleibt unverändert.

## **8.2. Boden**

Während der Bauphase beanspruchen die Installationsflächen bei den Tunnelportalen Bodenflächen.

Bei den Zufahrten zu den Abstellgleisen handelt es sich um öffentlich genutzte Strassen.

Für die Bauarbeiten müssen keine zusätzlichen Bodenflächen befahren werden, so dass nirgendwo sonst Verdichtungen oder andere Strukturveränderungen des Bodens auftreten werden.

Massnahmen: Bei den Installationsflächen bei den Tunnelportalen wird zum Schutz des Untergrundes getrennt durch ein Geotextil-Vlies eine Kiesschicht (Stärke mind. 30 cm) angelegt. Nach den Bauarbeiten wird diese wieder entfernt und der Boden aufbereitet, falls erforderlich aufgelockert und begrünt.

## **8.3. Lärm**

### **Bauphase (1)**

Zur Begrenzung des Lärms während der Bauphase ist die Baulärm-Richtlinie des BAFU „Richtlinie über bauliche und betriebliche Massnahmen zur Begrenzung des Baulärms gemäss Artikel 6 der Lärmschutz-Verordnung vom 15. Dezember 1986 (aktualisierte Ausgabe vom 24. März 2006)“ massgebend. Nachfolgend werden die Bauarbeiten nach den Kriterien dieser Richtlinie grob beurteilt.

#### **8.3.1. Betroffenes Gebiet**

Hinsichtlich des Baulärms (Lärmemissionen von Bauarbeiten, lärmintensive Bauarbeiten sowie Bautransporte) sind die Tätigkeiten im Tunnel sowie auf den Installationsplätzen von Bedeutung. Im vorliegenden Projekt sind daher die Portalzonen des Gattikon und Manesse Tunnels sowie die vorgesehenen Installationsflächen relevant.

Der Abstand zu den Räumen mit lärmempfindlicher Nutzung liegt unter 300 m, sodass Massnahmen gemäss Baulärmrichtlinie erforderlich sind.

#### **8.3.2. Lärm durch Baustellenverkehr**

Die erforderlichen Bautransporte werden inkl. Leerfahrten auf maximal ca. 75 LkW-Fahrten geschätzt. Bezogen auf die Gesamtdauer der Instandsetzungsarbeiten von ca. 20 Wochen ergeben sich im Durchschnitt ca. 4 Fahrten pro Woche. Selbstverständlich wird es Phasen mit mehr oder weniger Baustellenverkehr geben.

Die Transportfahrzeuge entsprechen der Normausrüstung und sind einwandfrei gewartet. Besondere Massnahmen sind nicht erforderlich. Unter Berücksichtigung der tatsächlichen Vorgehensweise des beauftragten Unternehmers werden zum gegebenen Zeitpunkt Verkehrslenkungsmassnahmen und Signalisierungen in Absprache mit den zuständigen Stellen der Polizei und Gemeinden festgelegt und umgesetzt.

### 8.3.3. Baustellenlärm

Auf den Installationsplätzen finden lärmige Tätigkeiten vor allem in Zusammenhang mit dem Materialumschlag statt (Beschickung Bauzüge, Hebezeuge, Pumpen).

Im Zusammenhang mit der Tunnelinstandsetzung sind im Wesentlichen folgende lärmige und lärmintensive Tätigkeiten im Tunnel erforderlich:

- Reinigung mit Höchstdruckwasser,
- Materialabtrag mit Höchstdruckwasser, Mehrblattfräse oder Spitzhammer,
- Arbeiten mit Mehrblattfräse für Gewölbeableitungen,
- Bohrarbeiten für Injektionen
- Diverse Montagearbeiten im Handgeräte

Die Bauarbeiten dauern insgesamt ca. 20 Wochen. Diese könnte unterschieden werden in ca. 10 Wochen für den Gattikon Tunnel und in ca. 10 Wochen für den Manesse Tunnel.

Die vom Baulärm betroffenen Anrainer werden über die verschiedenen Bauaktivitäten frühzeitig durch die Bauherrschaft informiert (Bauzeit, erwartete Lärmstörungen, Begründung, Anlaufstelle).

Um den Baulärm für die Anrainer zu reduzieren, darf die Unternehmung den Bauzug nur tagsüber (9 Uhr bis 17 Uhr) bestücken. Um den Baulärm an den Arbeitsstellen zu minimieren, werden in Abstimmung mit dem effektiv eingesetzten Inventar und gewählter Vorgehensweise verhältnismässige Schallschutzmassnahmen ergriffen (z. B. Schallschutztore an den Portalen, schallgedämpftes Bauinventar, etc.).

## 8.4. Abfälle

### Bauphase (1)

Für die Behandlung von Bauabfällen sind die Bestimmungen der VVEA (Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen) vom 4. Dezember 2015 (Stand am 19. Juli 2016) massgebend.

Bausperrgut wird gemäss den Empfehlungen der SIA-Norm 430 separiert (Mehrmuldenkonzept) und entsorgt.

## **8.5.     Luftreinhaltung**

### **Bauphase (1)**

Der Bahnhofsplatz ist durchgängig befestigt. Die regelmässige Trocken- und Nassreinigung dieser Fläche zur Bekämpfung des Staubs wird der Unternehmung als zwingende und regelmässig auszuführende Arbeit vorgeschrieben. Ebenso die Installation und der Betrieb einer wirkungsvollen Radwaschanlage, welche vor der Ausfahrt auf die Kantonstrasse von allen LKWs zu passieren ist.

Es wird den Unternehmungen vorgeschrieben, für die Transporte und den Baubetrieb nur Fahrzeuge, Maschinen und Geräte einzusetzen, welche dem heutigen technischen Standard entsprechen und die Richtlinien des BAFU einhalten.

An den Lärmschutztoren für die Portal müssen Lüftungs- und Entstaubungseinrichtungen berücksichtigt werden.

## **9.         Sicherheitsbericht**

### **9.1.     Bauzustand**

Die baulichen Unterhaltsmassnahmen im Manesse und Gattikon Tunnel wurden derart projektiert, dass ein sicherer Bahnbetrieb jederzeit sichergestellt ist. Es wird diesbezüglich auf die Nutzungsvereinbarung und Projektbasis verwiesen.

Das Bauvorhaben wird entsprechend den heutigen Vorschriften und den einschlägigen SIA Normen / Bestimmungen konstruiert und umgesetzt.

### **9.2.     Betriebszustand**

Durch die Umsetzung der geplanten Unterhaltsmassnahmen am Gewölbe wird die Gebrauchstauglichkeit wieder hergestellt. Durch die geplanten Massnahmen sind die baulichen Voraussetzungen für die betriebliche Sicherheit – unverändert der bestehenden Situation - gegeben.

## **10. Überwachungs- und Unterhaltsplan**

Im Rahmen der Ausführungsplanung wird ein detaillierter Überwachungs- und Unterhaltsplan erstellt.

### **10.1. Bauzustand**

Aus heutiger Sicht sind folgende Bauteile und Bauhilfsmassnahmen während der Ausführung zu überwachen:

- Zustand Gleis und Fahrleitung: permanent
- Profelfreiheit: permanent
- Qualität Baustellenwasser vor Einleitung in Vorflut. Permanent
- Kontrollbohrungen Injektionserfolg: in entsprechender Bauphase

### **10.2. Betriebszustand**

Die Massnahmen zur Überwachung und Unterhalt im Betriebszustand werden gemäss dem üblichen Vorgehen auf dem Streckennetz der SZU erfolgen:

- Regelmässige Kontrollen durch Streckenwärter
- Fahrten mit Messwagen
- Periodische Tunnelinspektionen
- Periodische Reinigung und Spülung der Entwässerungsleitungen und –schlitze der Gewölbeentwässerungen

## 11. Bauzeit

### 11.1. Manesse Tunnel

Für die Instandsetzung des 473 m langen Manesstunnels werden 10 Wochen Bauzeit inkl. der Installationsarbeiten abgeschätzt.

Die geschätzte Dauer setzt sich wie folgt zusammen:

| <b>Tätigkeit</b>                                  | <b>Dauer</b>     |
|---|------------------|
| Installationen – Logistik                         | 1 Woche          |
| Betoninstandsetzung inkl. Rissinjektion           | 2 Wochen         |
| Ringfugeninstandsetzung inkl. Gewölbeentwässerung | 6 Wochen         |
| Demontage   | 1 Woche          |
| <b>Gesamt</b>                                     | <b>10 Wochen</b> |

### 11.2. Gattikon Tunnel

Für die Instandsetzung des 341 m langen Gattikontunnels werden 10 Wochen Bauzeit inkl. der Installationsarbeiten abgeschätzt.

Die geschätzte Dauer setzt sich wie folgt zusammen:

| <b>Tätigkeit</b>                                  | <b>Dauer</b>     |
|---|------------------|
| Installationen – Logistik                         | 1 Woche          |
| HDW – Reinigung                                   | 1 Woche          |
| Betoninstandsetzung inkl. Rissinjektion           | 1 Woche          |
| Ringfugeninstandsetzung inkl. Gewölbeentwässerung | 6 Wochen         |
| Demontage   | 1 Woche          |
| <b>Gesamt</b>                                     | <b>10 Wochen</b> |



## 12. Kosten

Die Gesamtprojektkosten für die baulichen Unterhaltsmassnahmen werden insgesamt auf ca. CHF 1.6 Mio. (exkl. MwSt.) veranschlagt (+/- 10% / Preisbasis Januar 2017).

### 12.1. Manesse Tunnel

Die Gesamtprojektkosten des Manesse Tunnels werden auf ca. CHF 878'000 (exkl. MwSt.) geschätzt. Die Kosten setzen sich wie folgt zusammen:

| <b>Manesse Tunnel, Länge = 473 m, km 0'495 - km 0'968</b> |                                     |                |
|---|-------------------------------------|----------------|
| 1   | Baumeisterarbeiten                  | 598'067        |
| 2   | Installationen                      | 154'452        |
| 3   | Sicherheit (8 Wo à CHF 5'000)       | 40'000         |
| 4   | Honorare (10% der Baumeisterkosten) | 75'252         |
| 5   | Diverses                            | 10'000         |
| <b>Total (exkl. MwSt.)</b>                                |                                     | <b>877'771</b> |
| <b>Total (inkl. 8% MwSt.)</b>                             |                                     | <b>947'993</b> |

### 12.2. Gattikon Tunnel

Die Gesamtprojektkosten des Gattikon Tunnels werden auf ca. CHF 734'000 (inkl. MwSt.) geschätzt. Die Kosten setzen sich wie folgt zusammen:

| <b>Gattikon Tunnel, Länge = 341 m, km 11'043 - 11'384</b> |                                      |                |
|---|--------------------------------------|----------------|
| 1   | Baumeisterarbeiten                   | 492'964        |
| 2   | Installationen                       | 129'023        |
| 3   | Sicherheit (8 Wo à CHF 5'000)        | 40'000         |
| 4   | Honorare (10 % der Baumeisterkosten) | 62'199         |
| 5   | Diverses                             | 10'000         |
| <b>Total (exkl. MwSt.)</b>                                |                                      | <b>734'186</b> |
| <b>Total (inkl. 8% MwSt.)</b>                             |                                      | <b>792'921</b> |