

Tunnel Gattikon - Sanierung

Vorprojekt

Erneuerung Fahrbahn



BE003
Zürich, 12. Juli 2019



Inhalt

1.	Zusammenfassung	1
2.	Einleitung	2
2.1	Ursache und Auftrag	2
2.2	Aufgabenstellung.....	3
2.3	Geltungsbereich und Abgrenzung.....	3
2.4	Grundlagen.....	3
3.	Nutzungsvereinbarung.....	6
3.2	Nutzungsziele.....	6
3.3	Nutzungsdauer	7
3.4	Umfeld und Drittanforderungen	7
3.5	Bedürfnisse des Betriebes und des Unterhalts	8
3.6	Besondere Anforderungen der Bauherrschaft	8
4.	Ausgangslage / Ist-Zustand	9
4.1	Entwässerung.....	9
4.2	Trassierung	11
4.3	Oberbau.....	12
4.4	Bettungshöhen	13
4.5	Unterbauverhältnisse	14
4.6	Kabelanlage	17
4.7	Erschütterung/Körperschall.....	17
5.	Fachtechnische Projektierung.....	18
5.1	Geomatik	18
5.2	Oberbau.....	18
5.3	Entwässerung.....	19
5.4	Kabelkanäle.....	20
5.5	Sicherheit	20
6.	Bauausführung	21
6.1	Betriebliche Randbedingungen	21
6.2	Bauablauf	21
6.3	Baustellenorganisation	21
7.	Umwelt.....	25
8.	Terminplanung.....	26
8.1	Projektierung	26
8.2	Bauausführung	26



9.	Kostenschätzung Fahrbahnerneuerung	27
10.	Planbeilagen	27
	Anhang 1 – Terminplan.....	28
	Anhang 2 – Kostenschätzung Fahrbahn	29

Verteiler:

1x SZU, Frau Martina Winkler (pdf)

Auftrag Nr.: 3008, Dokument Nr.: BE003, Bearbeitung: MV

Datei: P:\Projekte\3008 - SZU, Erneuerung Fahrbahn Gattikontunnel\Berichte und Pläne IBH\31_Vorprojekt\BE003_Tunnel-Gattikon_Vorprojekt-Fahrbahn.docx

Dokument-Revisionen:		<i>Erstellt</i>	<i>Geprüft/Freigabe</i>
<i>Index</i>	<i>Vorgenommene Änderungen</i>	<i>Visum/Datum</i>	<i>Visum/Datum</i>
0	Erstausgabe	MV / 12.07.2019	JL / 12.07.2019
A			
B			



1. Zusammenfassung

Aufgabenstellung

Die Ingenieurbureau Heierli AG (IBH) wurde von der Sihltal Zürich Uetliberg Bahn (SZU) beauftragt im Rahmen des Projektes Sanierung Tunnel Gattikon nach der erfolgten Vorstudie ein Vorprojekt für die Erneuerung der Fahrbahn, abgestimmt auf den aktuell gültigen Normen / Richtlinien, auszuarbeiten. Die im Rahmen der Studie und der Sondierungen im Juni 2019 gewählte Oberbaulösung in Schotter mit Holzschwellen wird im nachfolgenden Bericht technisch ausgearbeitet.

Folgende Punkte sollen dabei geklärt werden:

- Welcher Bauablauf ist vorgesehen?
- Wie sind die Baustellenlogistik und die Installationsflächen organisiert?
- Welche Termine ergeben sich für die Projektierung und die Ausführung?
- Welches sind die geschätzten Kosten für das Teilprojekt Fahrbahn?

Ausgangslage / Ist-Zustand

Durch die im April 2019 von IBH und CSD durchgeführten Sondagen konnte die nicht vorhandene normkonforme Schotterstärke bestätigt werden. Das Gewölbe des Fabrikkanals unter der Fahrbahn ist in einem schlechten Zustand. Auf Wunsch der SZU soll das Gewölbe über dem Fabrikkanal im Bereich des Tunnels rückgebaut werden. Die im Unterbau vorhandenen Querriegel des Tunnelrohbaus liegen nach aktuellem Wissensstand nicht höher als die Oberkannte der PSS-Schicht. Bei den Grabarbeiten der Unterbausanierung ist entsprechend vorsichtig vorzugehen.

Nach [17] ist der Körperschall in den umliegenden Gebäuden wahrnehmbar, jedoch sind die Grenzwerte nach [17] noch eingehalten. Die bestehende Kabelanlage kann grundsätzlich weiterverwendet werden.

Fachtechnische Projektierung Fahrbahn

Mit der geplanten Gleishebung und dem Rückbau des Fabrikkanals können die teilweise ungenügenden Schotterstärken verbessert werden. Im Tunnel und in der offenen Strecke auf der Seite Sihlwald werden Schotter, Schiene und Schwelle durch einen Schotteroberbau mit Holzschwellen ersetzt. Zudem wird im Tunnel der Unterbau saniert. Die Projektierung des Teilprojektes «Fabrikkanal» erfolgt im Bauprojekt.

Es ist vorgesehen den bestehenden Längskanal für die Entwässerung des Tunnels weiterhin zu verwenden. IBH schlägt als Variante vor in den Geraden mit ungenügendem Quergefälle eine Foundationsschicht von 20 cm Kiessand mit einer 10 cm starken Betonplatte (oder AC Rail) zu kombinieren, damit das Wasser in die Kanäle abfliessen kann. Die aktuelle Planung sieht als Sperrschicht Kiessand PSS vor.

Bauausführung

Die Gewölbeinstandsetzung kann nach [12] gleisgebunden in Nachtsperrpausen erfolgen. Der Rückbau des Fabrikkanals und die Sanierung der Entwässerungsquerungen muss während einer Vollsperrung durchgeführt werden. Die Sanierung der Fahrbahn wird während einer Vollsperrung von ca. 2 Wochen durchgeführt.

Terminprogramm

Das Planungsprogramm sieht folgendermassen aus:

- Bauprojekt / PGV: August 2019 - Dezember 2019
- Submission: September 2020 - Oktober 2020
- Ausführungsplanung: Dezember 2020 – Februar 2021
- Realisierung: Juli 2021 – Oktober 2021

2. Einleitung

2.1 Ursache und Auftrag

Der einspurige Tunnel Gattikon liegt im Streckenabschnitt Langnau – Sihlwald - Sihlbrugg bei km 11.038 (Portal Langnau) bis km 11.375 (Portal Sihlwald) und ist 337m lang. Er liegt im Gebiet der Gemeinde Gattikon. Der Tunnel wurde 1959 als Tagbautunnel erstellt und führt mit geringer Überdeckung unter besiedeltem Gebiet hindurch.

Etwa 50 m vor dem Portal Sihlwald schneidet der Tunnel im Sohlbereich den stillgelegten Fabrikkanal der ehemaligen Weberei Schmid an der Sihl. Als Überbrückung wurde auf einer Länge von 30 m eine armierte Sohlplatte mit einer Stärke von 18cm – 23 cm erstellt.

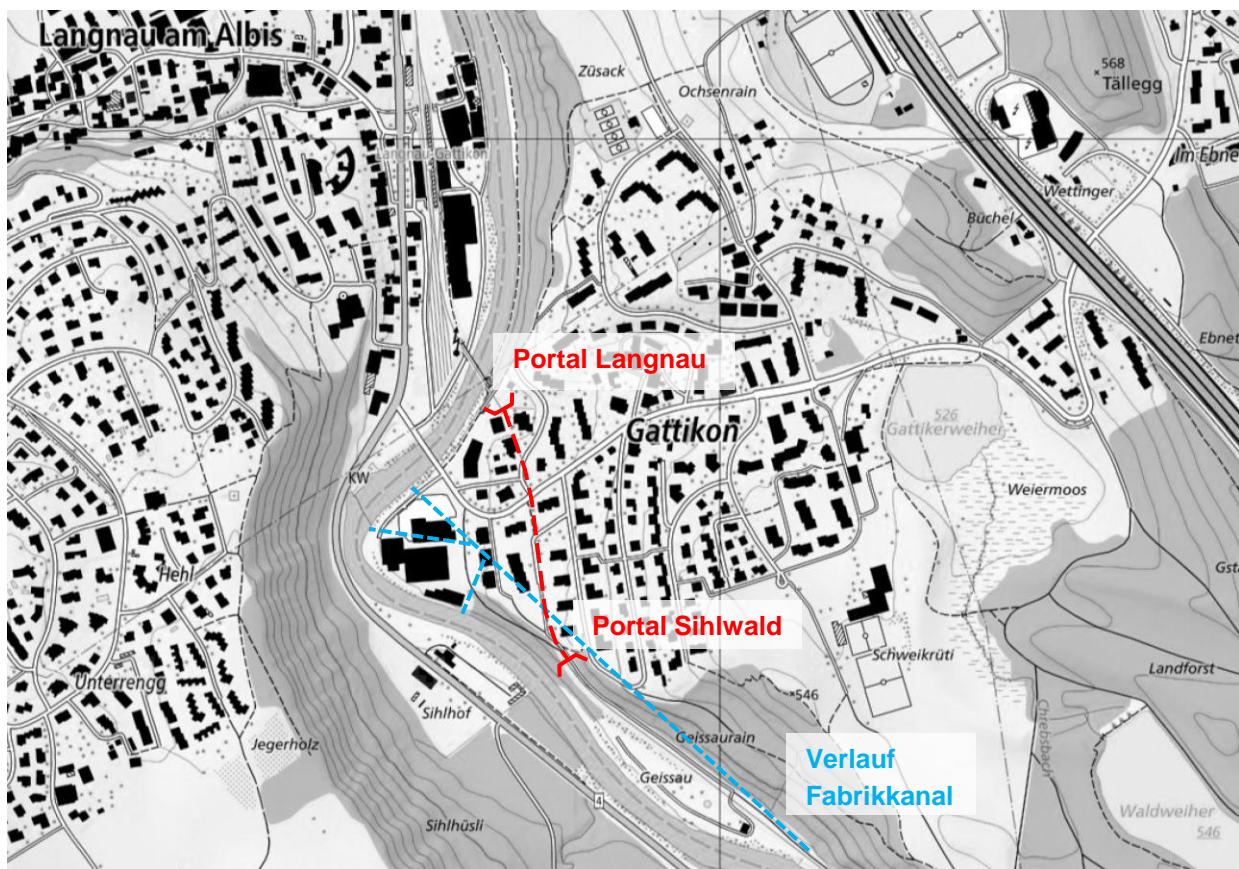


Abb. 1: Kartenausschnitt Situation Tunnel Gattikon (Massstab 1:10k)

Beim Tunnel Gattikon ist eine Gewölbesanierung mit einer weiteren Restnutzungsdauer von mindestens 25 Jahren vorgesehen. Die Bauarbeiten für die Gewölbearbeiten sind nach [12] in verlängerten Nachtintervallen während rund ca. 10 Wochen vorgesehen.

Der Oberbau hat Defizite in der Schotterbettdicke (Regeldicke teilweise bis zu 13 cm unterschritten). Zudem gibt es Abschnitte mit Verlehungen und einer Planie mit unbefriedigenden M_{E1} -Werten. Der Oberbau hat seine Lebensdauer erreicht und soll entsprechend saniert bzw. erneuert werden.



2.2 Aufgabenstellung

Die Ingenieurbureau Heierli AG (IBH) wurde von der Sihltal Zürich Uetliberg Bahn (SZU) beauftragt im Rahmen des Projektes Sanierung Tunnel Gattikon nach der erfolgten Vorstudie ein Vorprojekt für die Erneuerung der Fahrbahn, abgestimmt auf den aktuell gültigen Normen / Richtlinien, auszuarbeiten. Die im Rahmen der Studie und der Sondierungen im Juni 2019 gewählte Oberbaulösung in Schotter mit Holzschwellen wird im nachfolgenden Bericht technisch ausgearbeitet.

Folgende Punkte sollen dabei geklärt werden:

- Welcher Bauablauf ist vorgesehen?
- Wie sind die Baustellenlogistik und die Installationsflächen organisiert?
- Welche Termine ergeben sich für die Projektierung und die Ausführung?
- Welches sind die geschätzten Kosten für das Teilprojekt Fahrbahn?

2.3 Geltungsbereich und Abgrenzung

Folgende Leistungen sind in diesem Vorprojekt nicht enthalten:

- Berechnung und Erstellung von Plänen zur Gleisgeometrik
- Projektierung / Bearbeitung von Tunnelgewölbefestigung / Fahrleitung / Sicherheit / Tunnelentwässerung / Lichtraumprofilauswertung
- Projektierung und Planung Rückbau Fabrikkanal

2.4 Grundlagen

Die nachfolgend aufgeführten Grundlagen fassen die Ausgangslage der Dokumentation über den Tunnel Gattikon beim Start Vorprojekt für die Erstellung des Ertüchtigungskonzeptes zusammen.

2.4.1 Historie Plangrundlagen

Nachfolgend wird die Historie der Plangrundlage und der Entscheide zusammengefasst.

Tabelle 1 Historie Projektgrundlagen und Entscheide

Datum	Entscheid / Erhalt Grundlage / Tätigkeit
07.02.19	Rückmeldung WiVi: Hebung Fahrbahn von 7 cm möglich. Anpassung Studie Fahrbahn.
9.-11.04.19	Ausführung Sondagen Tunnel Gattikon (bzgl. Bettungshöhen und Entwässerung)
29.05.19	Erhalt Bericht CSD und Abgabe Bericht Sondagen Tunnel Gattikon
06.06.19	Entscheid SZU: -Rückbau Fabrikkanal -Fahrbahn in SchO
11.06.19	Neue Trassierung (Projekt V3) mit Gleishebung.



2.4.2 Plangrundlagen

Dokumente und Pläne, erhalten per Mail von SZU am 08.03.2018:

- [1] Situationsplan Gewölbeinstandsetzung, Auflageprojekt, Amberg Engineering, 11.01.17
- [2] Längenprofil Gewölbeinstandsetzung, Auflageprojekt, Amberg Engineering, 11.01.17
- [3] Archivplan (SZU), Übersicht des Tunnels, 1959 (Revision 1960)
- [4] Archivplan (SZU), Überbrückung des Fabrikkanals, 1958
- [5] Archivplan (SZU), Überbrückung des Fabrikkanals, 1959 (Ausführungsplan)
- [6] Ausschnitte aus dem Bewehrungsplan zur Überdeckung des Fabrikkanals, ca. 1959
- [7] SZU Bahnplan Nr. 47 (km 11.1 – 11.5), Basler&Hofmann AG, Revision C vom 22.01.2018
- [8] Situation Erneuerung Fahrbahn Langnau-Gattikon Km 11.06 – 11.038, F.Preisig AG, 05.10.2018
- [9] Normalprofile Erneuerung Fahrbahn Langnau-Gattikon Km 11.06 – 11.038, F.Preisig AG, 05.10.2018
- [10] Werkplan Abwasser Bereich Portal Langnau, Gemeinde Thalwil, 17.04.2019
- [11] Werkplan Wasser Bereich Portal Langnau, Gemeinde Thalwil, 17.04.2019

2.4.3 Weitere Grundlagen

- [12] Technischer Bericht Gewölbeinstandsetzung, Auflageprojekt, Amberg Engineering, 30.03.17
- [13] SV-Bericht zu min. Fahrdrachhöhe und Lichtraumprofil, WiVi, 03.05.2017
- [14] Geotechnische Untersuchung SchO-Bett und Unterbau, CSD, 23.10.2017
- [15] Trassierung aktuelle Soll-Lagge (Abbruch), Jörg Gämperle, 14.11.2018
- [16] Trassierung Projekt (V2), Jörg Gämperle, 14.11.2018
- [17] Bericht Erschütterungsschutz, Basler&Hofmann, 14.01.2019
- [18] Kurzbericht Georadarmessungen, CSD, 09.04.2019
- [19] Vorstudie Erneuerung Fahrbahn, Ingenieurbureau Heierli AG, Revision A vom 04.03.2019
- [20] Sondagekonzept und Terminprogramm, Ingenieurbureau Heierli AG, 20.03.2019
- [21] Vermessungspunkte Tunnel Gattikon (Nr., Koordinaten X|Y|Z), Basler&Hofmann, 25.03.2019
- [22] SZU LNG-Gattikertunnel, NGV-Punkte Km 11.0 – 11.5, Jörg Gämperle, 26.03.2019
- [23] Liste Kilometrierungsfehler Masten, Basler&Hofmann, erhalten am 30.04.2019
- [24] Geotechnische Untersuchung SchO-Bett und Unterbau, CSD, 23.05.2019
- [25] Bericht Sondagen Fahrbahn/Entwässerung, IBH, 05.06.2019
- [26] E-Mail: Zustandsbeurteilung Fabrikkanal, Flückiger-Bosshard, 07.06.2019
- [27] Trassierung Projekt (V3), Jörg Gämperle, 11.06.2019
- [28] E-Mail: Planung Entwässerung neu in Gewölbesanierung, SZU, 12.06.2019



2.4.4 Normenwerke

- [29] SIA 260 - Grundlagen der Projektierung von Tragwerken (2013)
- [30] SIA 261 - Einwirkungen auf Tragwerke (2014)
- [31] SIA 261/1 - Einwirkungen auf Tragwerke – Ergänzende Festlegungen (2003)
- [32] SIA 262 – Betonbau (2013)
- [33] SIA 262/1 – Betonbau – Ergänzende Festlegungen (2013)
- [34] AB-EBV - Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung (2014)
- [35] RTE – Gültige RTE-Regelungen
- [36] BAV - Richtlinie, Sicherheitsanforderungen für bestehende Eisenbahntunnel (2009)
- [37] BAV – Gleisaushubrichtlinie (2002)
- [38] BAV – Aushubrichtlinie (1999)
- [39] BEKS – Weisungen für die Beurteilung von Erschütterungen und Körperschall bei Schienenverkehrsanlagen (1999)

2.4.5 Dossierpläne / Beilagen

Folgende Planbeilagen sind dem Bericht angefügt:

Plan-Nummer	Planinhalt
3008.31.1000	Längenprofil Fahrbahn
3008.31.1100	Querprofile Fahrbahn
3008.31.1200	Situationsplan (aktualisierter Bestandesplan)
3008.31.1300	Aktueller Gleisprojektplan



3. Nutzungsvereinbarung

3.1.1 Kenndaten Projekt

Folgende Kenndaten für das Projekt sind bekannt:

Spurweite	1'435mm (Normalspur)
Maximale Achslast	25 to
Minimaler Radius	216 m
Maximale Überhöhung	110 mm
Maximale Geschwindigkeit	65 km/h
Schienenprofil	54 E2
Lichtraumprofil	EBV2 /S2
Länge Tunnel Gattikon	337 m

3.1.2 Geltungsbereich

Dieses Vorprojekt - Erneuerung Fahrbahn Tunnel Gattikon, gilt für folgende definierte Projektgrenzen:

Gleisoberbau auf freier Strecke	km 11.006 – 11.038 (L = 32 m)
Gleisoberbau im Tunnel	km 11.038 – 11.375 (L = 337 m)
Gleisoberbau auf freier Strecke	km 11.375 – 11.557 (L = 182 m)

3.2 Nutzungsziele

3.2.1 Allgemeine Nutzungsziele

Die Sanierung bzw. Ertüchtigung im Tunnel Gattikon soll folgende Ziele erfüllen:

1. Oberbau

- Der bestehende Oberbau im Tunnel und auf der freien Strecke wird mit einem neuen Schotteroberbau ersetzt.
- Der Fabrikkanal wird Rückgebaut, damit eine genügende Schotterstärke gewährleistet werden kann.

2. Entwässerung

- Das Entwässerungssystem bedarf einer Instandsetzung.
- Die bestehenden Entwässerungskanäle bleiben erhalten
- Die Weitere Ausarbeitung erfolgt durch den Planer der Gewölbeinstandsetzung im Bauprojekt

3. Kabelanlagen

- Die Kabelanlagen im Perimeter Bereich bleiben erhalten.

3.2.2 Vorgesehene Nutzung

- Nutzung Eisenbahnverkehr:
 - o Passagierzüge
 - o Wenige Dienstzüge



3.3 Nutzungsdauer

Die Ertüchtigungsmassnahmen der Fahrbahn sind auf eine Nutzungsdauer von mindestens 60 Jahren auszuliegen (Sanierungsziel). Nach der Instandsetzung sind für die gesamte Nutzungsdauer keine weiteren baulichen Massnahmen an den festen Einbauten der Fahrbahn, unter dem Vorbehalt der periodischen Überwachung und des Unterhaltes, notwendig.

Nutzungsdauer:

- Fahrbahnoberbau 60 Jahre

3.4 Umfeld und Drittanforderungen

3.4.1 Beeinflussung der Umwelt

Die baulichen Massnahmen führen zu geringen Einfluss auf die Umwelt. Es dürfen keine bleibenden Veränderungen des Landschaftsbildes ausserhalb des Tunnels nach der baulichen Massnahme zurückbleiben. Lärmimmissionsgrenzwerte auf dem Installationsplatz und im Portalbereich sind während der baulichen Massnahmen nach Möglichkeit einzuhalten.

3.4.2 Landbeanspruchung

Die Eigentums- und Unterhaltsverhältnisse bleiben unverändert. Vorübergehende Landbeanspruchungen Dritter sind nur für die Bauinstallationen zulässig.

Beanspruchte Flächen sind nach Abschluss der Bauarbeiten im ursprünglichen Zustand wieder Rückzubauen und zu übergeben.

3.4.3 Anlagen Dritter

Es befinden sich keine Drittanlagen im Perimeter Bereich.

3.4.4 Erschütterungsschutz

Es werden die aktuellen in der Schweiz geltenden Richtlinien angewendet (BEKS, 1999). Der Tunnel Gattikon liegt unter einem Wohnquartier. Der Körperschall wird generell wahrgenommen. Die Anwohner sind jedoch an die SZU gewöhnt, zudem besteht auf den umliegenden Grundstücken ein Immissionsrecht zugunsten der SZU. Aufgrund dieser Erkenntnis werden folgende Anforderungen an einen nachhaltigen, neuen Oberbau gestellt:

- Die Situation bezüglich Erschütterungen und Körperschall soll sich mit dem neuen Oberbau nicht verschlechtern.

3.4.5 Projekte Dritter

Der Bereich Bahnhof Langnau-Gattikon (km 11.06 – 11.038) wird im September 2019 saniert. Daher bestehen insbesondere Schnittstellen bei der Tunnelentwässerung. Zum aktuellen Zeitpunkt sind keine weiteren Projekte Dritter bekannt.



3.5 Bedürfnisse des Betriebes und des Unterhalts

3.5.1 Allgemein

Die Sicherheit des Bauwerks muss zu jeder Zeit gewährleistet sein. Ebenso, wie der Zugbetrieb im Tunnel sicher erfolgen muss.

3.5.2 Fahrbahntwässerung

Die Fahrbahntwässerung muss funktionstüchtig und unterhaltsfreundlich ausgebildet sein. Das vorhandene Entwässerungskonzept ist im Bauprojekt zu prüfen und zu optimieren.

3.5.3 Kabelanlagen

Für den Bau können die Kabel umgelegt respektive aus den Kabelkanälen herausgenommen und an die Tunnelwand gehängt werden.

Da die bestehenden Kabelkanäle als intakt angesehen werden, können sie weitestgehend wieder verwendet werden.

3.5.4 Bahnbetrieb

Der Bahnbetrieb ist während den Sanierungsarbeiten der Fahrbahn eingestellt.

3.6 Besondere Anforderungen der Bauherrschaft

Im Weiteren wurden durch die Bauherrschaft folgende Anforderungen gestellt:

- | | |
|-----------------------------------|---|
| - Nutzung während den Bauarbeiten | Die Sanierung erfolgt voraussichtlich unter einer Vollsperrung |
| - Arbeitszeiten | Bei einer <u>Vollsperrung</u> gibt es keine Einschränkungen in der Arbeitszeit für den Unternehmer. Mehrschichtbetrieb am Tage ist möglich, somit auch Nachtschichtbetrieb. |
| - Fabrikkanal | Die Überdeckung des Fabrikkanals soll rückgebaut werden, damit eine genügend grosse Schotterstärke erreicht wird. |

Abb. 3: Detail Nische Ablauf

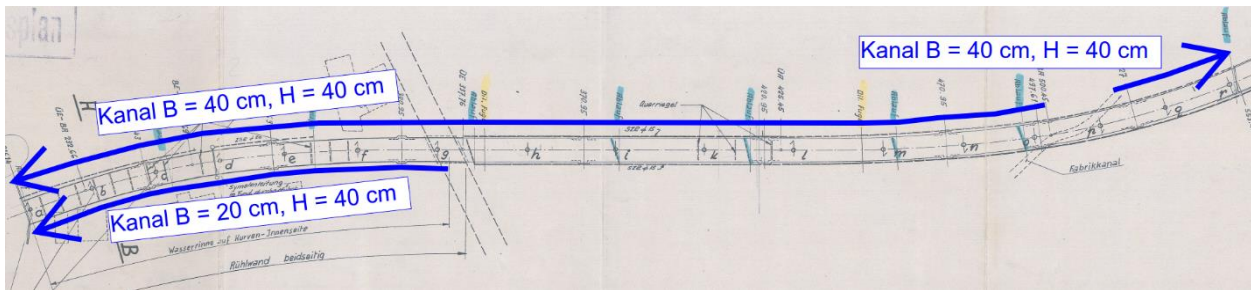


Abb. 4: Übersicht Entwässerungskanäle

4.1.2 Fahrbahntwässerung

Das Wasser aus dem Schotteroberbau wird mit einem Quergefälle in die Längsentwässerung geleitet. Auf Nischenhöhe befindet sich jeweils ein Kontrollschacht. Das Wasser fließt von der Überdeckung des Fabrikkanals jeweils zu den Portalen und von dort aus in den Vorfluter.

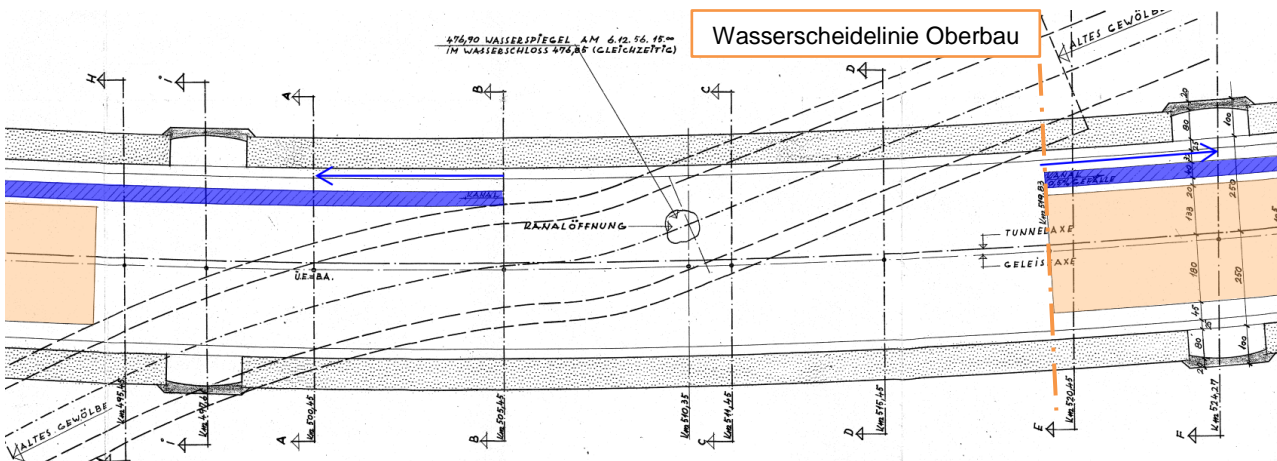


Abb. 5: Übersicht Entwässerung im Bereich Überdeckung Fabrikkanal

Folgende Schlussfolgerungen gehen aus den Sondagen der Entwässerung hervor:

- Die Schächte bei den Nischen sind grundsätzlich nicht praktikabel. Die Einleitung der Abläufe in die Entwässerung der Fahrbahn kann weder kontrolliert noch gewartet werden.
- Bei den Startpunkten des Entwässerungs-Kanals, vor und nach dem Fabrikkanal, sind ebenfalls keine Schächte angeordnet. Der Startpunkt des Entwässerungskanals kann derzeit nicht zweifelsfrei eruiert werden.
- Die Stelle der Einleitung der Entwässerung, aus der rechten Tunnelseite unter dem Schotter hindurch, in den Entwässerungskanal kann nicht eruiert werden.
- Der Verlauf des Kanals auf der Kurveninnenseite (sowie dessen Startpunkt und die Höhenverhältnisse) sind für die Ausführung zu verifizieren.



4.2 Trassierung

Nachfolgend wird die bestehende Trassierung nach [15] abgebildet.

Tabelle 3 Übersicht bestehende Trassierung im Perimeter

Trasse					
Kilometer	Länge	RadiusA	RadiusE	Bemerkung	
10998.21	55	0	215	AA	
11053.21	25.1938	215	215	AE/BA	
11078.41	83.0014	215	0	BE/AA	
11161.41	86.8378	0	0	AE/gerade	
11248.25	75.3841	0	-216.1	gerade/AA	
11323.63	100.3972	-216.1	-216.1	AE/BA	
11424.04	72.316	-216.1	0	BE/AA	
11496.35	60.2776	0	0	AE/gerade	
11556.63	19.9998	0	1900	AA	
Längenprofil					
Kilometer	Länge	Neigung	Radius	Höhe	Bemerkung
11004.31	310.014	20.8888	0	471.4409	AE
11314.33	32.7547	20.88863	3001.113	477.9167	AA
11347.08	32.6987	9.97057	0	478.4221	AE
11379.78	24.0092	9.97057	3000.119	478.7481	AA
11403.79	22.6367	1.96739	0	478.8914	AE
11426.43	105.0003	1.96741	6500.459	478.9359	AA
11531.43	79.9856	-14.187	0	478.2945	AE
Überhöhung					
Kilometer	Länge	Ueh		Km/h	Bemerkung
10998.21	55	0	110	65	AA
11053.21	25.1938	110	110	65	AE/BA
11078.41	83.0014	110	0	65	BE/AA
11161.41	86.8378	0	0	65	AE/gerade
11248.25	75.3841	0	-126	65	gerade/AA
11323.63	100.3972	-126	-126	65	AE/BA
11424.04	72.316	-126	0	65	BE/AA
11496.35	60.2776	0	0	65	AE/gerade
11556.63	19.9998	0	14	65	AA



4.3 Oberbau

Nachfolgend wird der bestehende Oberbau erläutert.

Tabelle 4 Übersicht bestehender Oberbau im Perimeter

Schwellensystem
SchO-Oberbau mit Holzschwellen (11.006 - 11.038) – auf freier Strecke
SchO-Oberbau mit Holzschwellen (11.038 – 11.365) – im Tunnel
SchO-Oberbau mit Bi-Block-Schwellen (11.365 – 11.375) – im Tunnel
SchO-Oberbau mit Bi-Block-Schwellen (11.375 – 11.557) – auf freier Strecke
Schienenprofil
46 E1 (SBB1)

In den Untenstehenden Abbildungen wird der Aufbau des bestehenden Oberbaus verdeutlicht.

	Bauteil	Bauteilhöhen [mm]
Schiene	46 E1, abgenutzt	138
Zwischenlage	ZW	6
Schienenlager		16
Schwelle	Holzschwelle	150
Bettung	Schotter	90 - 260

Abb. 6: Bestehender Oberbau mit Holzschwelle



Abb. 8: Foto Oberbau mit Holzschwelle

	Bauteil	Bauteilhöhen [mm]
Schiene	46 E1, abgenutzt	138
Zwischenlage	ZW	6
Schienenlager		16
Schwelle	Bi Block	220
Bettung	Schotter	130 - 240

Abb. 7: Bestehender Oberbau mit Bi-Block-Schwelle



Abb. 9: Foto Oberbau mit Bi-Block-Schwellen

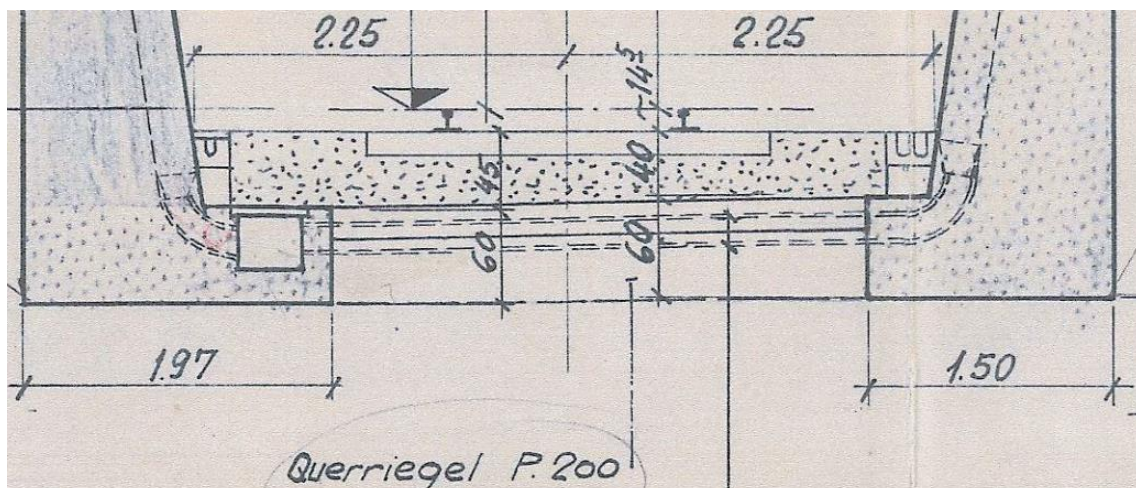


Abb. 10: Querschnitt bestehender Oberbau in der Geraden mit Holzschwellen

4.4 Bettungshöhen

Aufgrund der Aufnahmen in den Sondagen konnte die Gleishöhe und die Bettungshöhen verifiziert werden. Die von IBH berechneten Bettungshöhen [25] decken sich mit den Aufnahmen von CSD und belegen, dass die minimale Schotterstärke von 30 cm nicht eingehalten wird.

Im Bereich des Fabrikkanals wurden die Bettungshöhen in den Profilen gemäss Abb. 11 aufgenommen und in

Tabelle 5 dargestellt. Die minimalen Schotterstärken können im Bereich des Fabrikkanals deutlich nicht eingehalten werden.

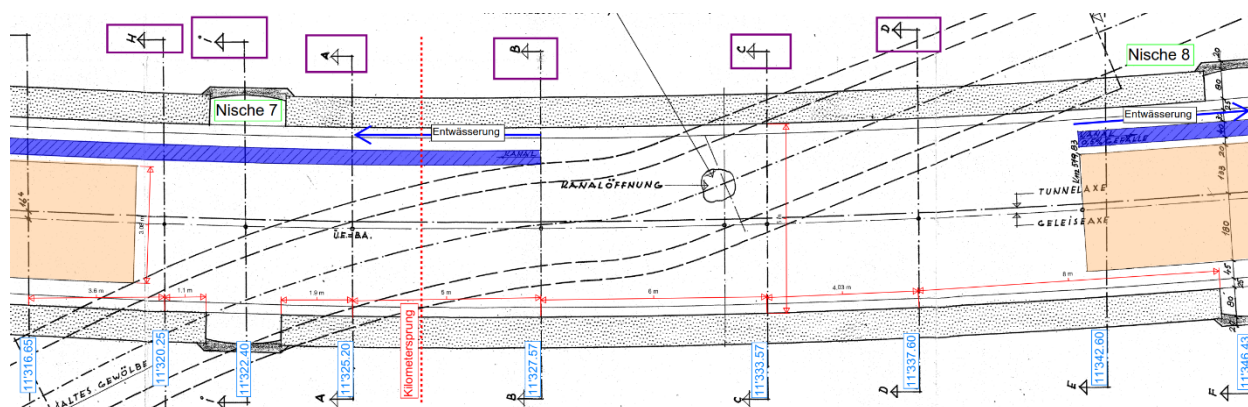


Abb. 11: Situation Fabrikkanal mit Querschnitten und Angepasster Kilometrierung (km 11'322.40 – km 11'346.43)

Tabelle 5 Aufgenommene Schotterstärken über Fabrikkanal

Profil	Schiene links	Gleisachse	Schiene rechts
D-D	14 cm	16 cm	16 cm
C-C	11 cm	13 cm	17 cm
B-B	12 cm	17 cm	20 cm
A-A	12 cm	13 cm	16 cm
i-i	11 cm	10 cm	14 cm
H-H	14 cm	9 cm	13 cm

4.5 Unterbauverhältnisse

4.5.1 Ergebnisse Untersuchungen CSD

Nachfolgend sind die Ergebnisse der Untersuchungen von CSD [14],[24] aufgeführt:

Tabelle 6 Untersuchungsergebnisse Unterbauverhältnisse durch CSD

Empfehlungen Schotterbehandlung	
km 11.000 – 11.040	Schotterersatz
km 11.040 – 11.090	mässig bis schlecht reinigbarer Schotter (Ausfall ca. 30%)
km 11.090 – 11.125	Schotterersatz
km 11.125 – 11.155	mässig bis schlecht reinigbarer Schotter (Ausfall ca. 30%)
km 11.155 – 11.190	Schotterersatz
km 11.190 – 11.270	mässig bis schlecht reinigbarer Schotter (Ausfall ca. 30%-35%)
km 11.270 – 11.365	Schotterersatz
km 11.365 – 11.550	mässig gut reinigbarer Schotter (Ausfall ca. 25%)
Planie - Verformbarkeit	
km 11.000 – 11.150	genügend ME ₁ : 55 - 80 MN/m ²
km 11.150 – 11.300	ungenügend ME ₁ : 28 MN/m ²
km 11.300 – 11.375	genügend ME ₁ : 59 MN/m ²
km 11.375 – 11.550	genügend ME ₁ : 100 MN/m ²
Planie - Form	
km 11.000 – 11.050	geneigt in Richtung Drainage
km 11.050 – 11.150	geneigt in falsche Richtung (weg von der Entwässerung)
km 11.150 – 11.375	geneigt in Richtung Entwässerung
km 11.375 – 11.550	geneigt in Richtung Entwässerung
Untergrund	
km 11.000 – 11.050	Keine erkennbare Grenze zwischen Unterbau und Untergrund
km 11.050 – 11.250	Es wurde kein Untergrund angetroffen. Steinbett ist mutmassliche Grenze zwischen Unterbau und Untergrund
km 11.250 – 11.375	ab einer Tiefe von 0.60 m ein nicht setzungsempfindliches, nicht aufweichungsgefährdetes Material angetroffen.
Km 11.375 – 11.550	Der Untergrund besteht aus Dammschütt-Material

4.5.2 Fabrikkanal

Der Fabrikkanal unterquert den Tunnel auf einer Länge von ca. 30 m im Abschnitt von ca. km 11'322.40 – km 11'346.43 von Südost nach Nordost in einem Winkel von ca. 25 – 30° (Abb. 12). Er hat eine lichte Breite von ca. 2.2 m und eine lichte Höhe von ca. 2.1 m. Die Kanalüberdeckung im Bereich der Fahrbahn besteht aus einer Stahlbetondecke, die 18 – 23 cm dick ist.

Die seitliche Abfangung des Gewölbes und der Sohlplatte {1} wurde mutmasslich mit einer Trennschicht zum Fabrikkanal versehen. Ebenso wurde die neue Überdeckung des Kanals {2} selbst so ausgestaltet, dass möglichst wenig Vertikalkräfte aus der Fahrbahn in den Kanal übertragen werden. Zwischen den Widerlagern {3} und der Überdeckung des Kanals wurde eine Sohlplatte {4} mit variabler Stärke erstellt.

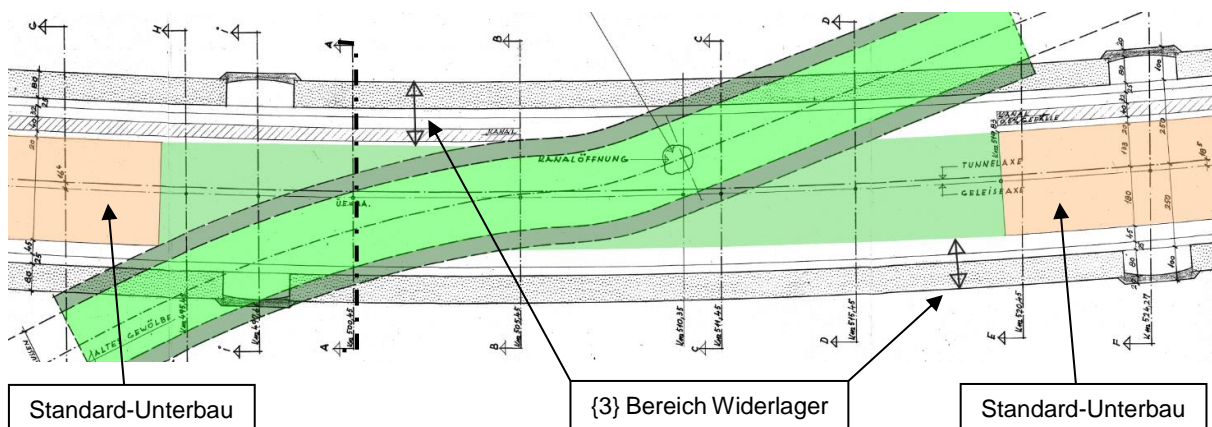


Abb. 12: Situation Konzept Überdeckung Fabrikkanal

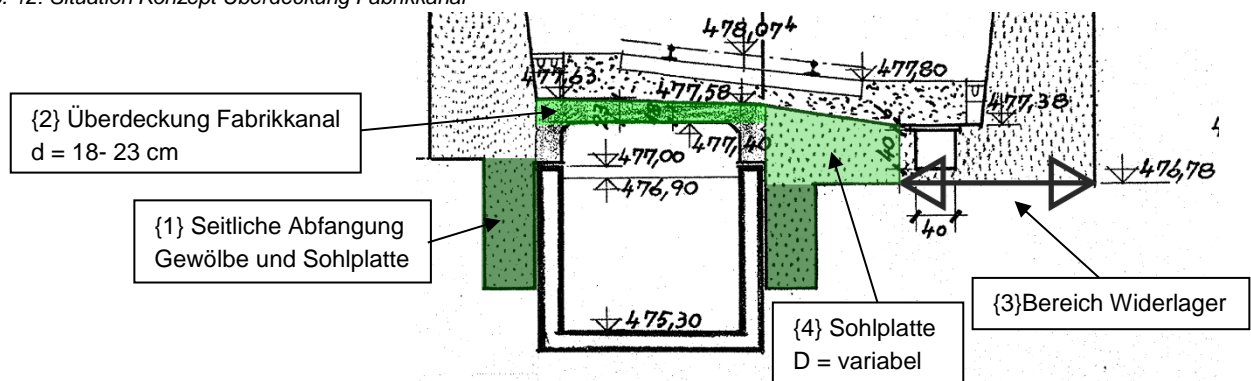


Abb. 13: Querschnitt Überdeckung Fabrikkanal (bei Schnitt A-A)

Im Juni 2019 wurden im Auftrag der SZU durch das Ingenieurbüro Flückiger + Bosshard weitere Untersuchungen am Fabrikkanal vorgenommen. Diese werden nachfolgend kurz aufgeführt:

- Die Substanz des Betons ist besser, als nach Bildern der ersten Aufnahmen zu erwarten war. Da die Nutzung aktuell nicht geändert wird, kann auf das «Bestandsrecht» des Deckels gegangen werden (Tragsicherheit / Gebrauchstauglichkeit hat sich bisher bestätigt).
- Das Gefüge des Betons ist nicht ideal. Stellenweise war die schlechte Verdichtung an den Bohrkerne deutlich erkennbar.
- Es konnte keine Bewehrung sondiert werden.
- Die Versinterungen unten waren klar erkennbar. Die Struktur (Wand und Deckel) ist nicht dicht. Es muss von einer Schädigungszunahme ausgegangen werden.
- Ohne genauere Untersuchung, die leider nicht möglich sein dürften, muss insgesamt muss wohl von einer Zustandsklasse 4 (schlechter Zustand) ausgegangen werden.

- Die Lage des Fabrikkanals entspricht wohl nicht den Planunterlagen resp. der Deckel wurde länger ausgebildet, als aus den Planunterlagen hervorgeht.
- Im Kanal war ein Wasserstand von ca. 30 cm vorhanden.
- Die Tunnelwände sind beidseitig im unteren Bereich über dem Kanal bewehrt. Teilweise gibt es Abplatzungen und die Bewehrungsstäbe liegen frei. Im Bereich der Nische ist ein Zugband ausgebildet.
- Auf längere Sicht ist die Situation vor Ort nicht tragbar. Der Deckel ist nicht inspizierbar und die Schädigungszunahme nicht zu überwachen.
- Der Abbruch des Deckels, die Einlage eines Betonrohrs und anschliessendes Verfüllen des Restquerschnitts halte ich für eine elegante und zweckmässige Lösung. Länger als den geplanten Realisierungszeitraum von 2021 würde ich die Massnahme nicht nach hinten schieben.

4.5.3 Querriegel Tunnelschale

Im Ausführungsplan von 1960 [4] (vgl. Abb. 14 und Abb. 15) sind einige Querriegel abgebildet. Sowohl die Stärke, die Breite, wie auch das Konzept der Anordnung der Riegel geht aus den vorhandenen Planunterlagen nicht hervor. Mit den durchgeführten Georadar-Messungen und den Sondagen konnten keine weiteren Erkenntnisse über die Querriegel gewonnen werden.

Aus statischen Gründen muss davon ausgegangen werden, dass die Querriegel vorhanden sind, um die Druckkräfte aus Erddruck auf die Tunnelwände abzufangen. Die Oberkante der Querriegel liegt maximal auf der Höhe von OK Widerlager (UK Schotter), könnte auch auf UK PSS liegen. Über die Breite und die exakte Lage der Riegel (bzgl. Bahn-km) bestehen keine Aufschlüsse.

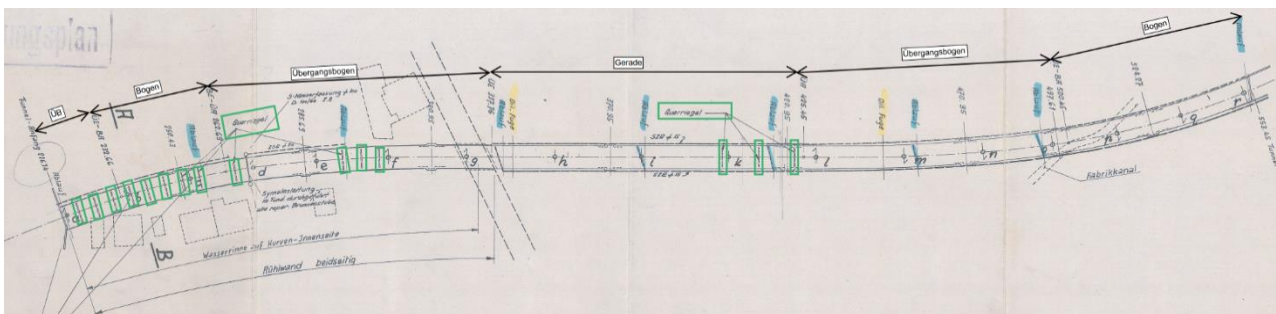


Abb. 14: Anordnung der Querriegel gemäss Ausführungsplan

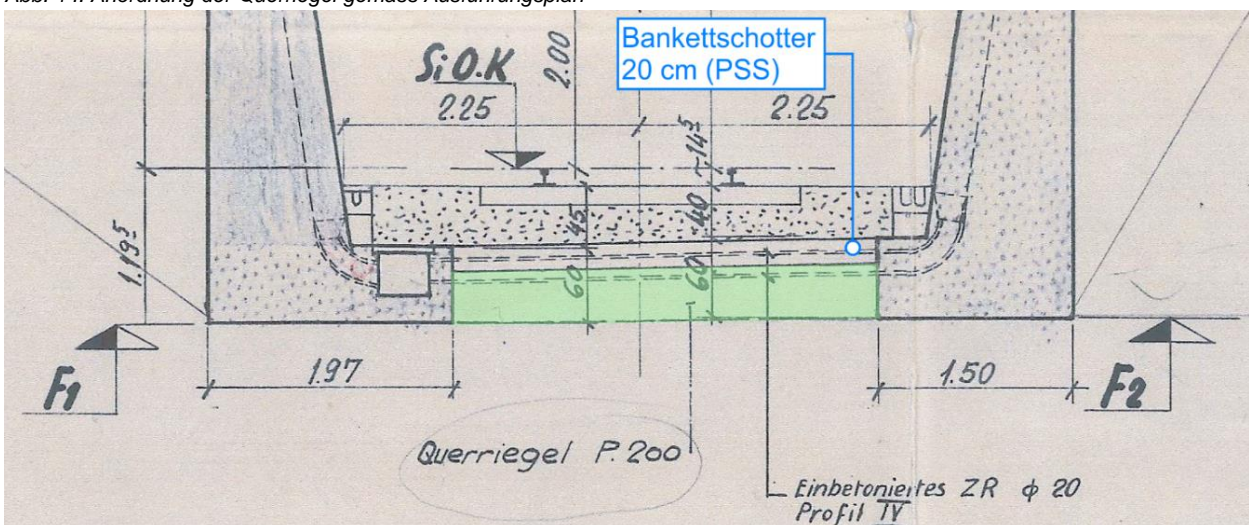


Abb. 15: oben: Querriegel mit 40 cm im Querschnitt, bei durchgehender PSS

4.6 Kabelanlage

Im Tunnel werden zurzeit zwei kleine Kabelkanäle (grüne Linien in Abbildung unten) geführt. Es ist nicht vorgesehen die Kabelkanäle zu ersetzen.

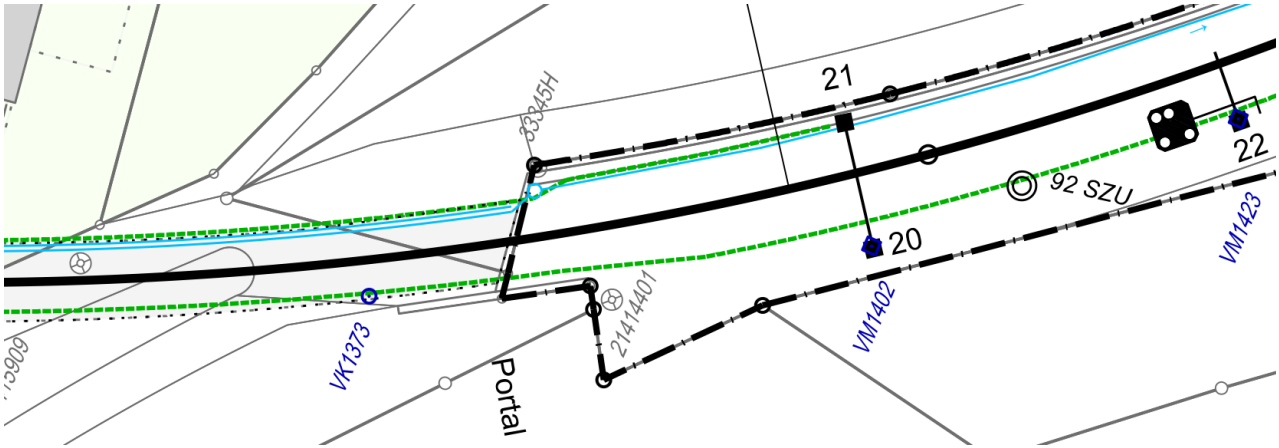


Abb. 16: Situation Portal Sihlwald (SZU, Bahnplan Nr. 47, 2016)

4.7 Erschütterung/Körperschall

Aufgrund der unmittelbaren Nähe zu Wohnhäusern wurden die Erschütterungs- und Körperschallimmissionen untersucht. Die Ergebnisse sind in [17] festgehalten und werden hier kurz zusammengefasst:

Erschütterungen:

Bei einer Liegenschaft (Sonnenmatt 5) stellen Erschütterungen ein Problem darstellen. Der obere Anhaltswert A_o wird nachts überschritten, der Anhaltswert $KBFT_r$, nachts jedoch Faktor 3 unterschritten. Die Grenzwerte nach BEKS sind aufgrund des geringen Zugverkehrs eingehalten.

Körperschall:

Bereits jetzt sind Zugsdurchfahrten in den angrenzenden Gebäuden gut wahrzunehmen und liegt an der Rütliwiesenstrasse 3 ca. 5 dB und an der Sonnenmatt 3 fast 10 dB über dem Immissionsrichtwert Nacht. Dieser sekundäre Luftschall ist in den Tagstunden gemäss BEKS zulässig.

Fazit:

Bei den Erschütterungen und beim Körperschall werden die Anforderungen der BEKS deutlich eingehalten. Verantwortlich dafür sind nach [17] folgende Gründe:

1. Nachts (von 22.00 – 06.00) verkehren keine Züge
2. Tagsüber wenig frequentierte Strecke (nur zwei Züge pro Stunde)

Empfehlung:

Es werden in [17] folgende zwei Optionen empfohlen (sollte kein 1 zu 1 Ersatz erfolgen):

- Ein Schottergleis mit Unterschottermatte
- Eine Feste-Fahrbahn des Typs LVT-HA

5. Fachtechnische Projektierung

5.1 Geomatik

Die Gleisgeometrie wird horizontal und vertikal angepasst (vgl. [15] und [16]). Aufgrund der geringen Schotterstärken im Tunnel wurde das Gleis angehoben, um die maximal mögliche Schotterstärke zu erhalten (vgl. Plan 3008.31.1300).

5.2 Oberbau

In der durchgeführten Variantenstudie von IBH wurden drei Fahrbahntypen (2xSchO, 1xFF) analysiert und untereinander verglichen. Mit den Reserven aus der Deckenstromschiene, erweiterten Sondierungen und Untersuchungen sowie einer erneuten Anpassung der Gleisgeometrie konnte die Variantenstudie abgeschlossen werden. Der Beschluss der SZU lautet einen 1 zu 1 Ersatz des Oberbaus im Tunnel vorzunehmen. Die vorhandenen Zwillingsbetonschwellen (Bi-Block-Schwellen) von km 11.365 – km 11.557 werden ebenfalls durch einen neuen Schotteroberbau ersetzt (vgl. Abb. 17).

Tabelle 7 Übersicht geplanter Oberbau im Perimeter

Schwellensystem	
SchO-Oberbau mit Holzschwellen (11.006 - 11.038) – auf freier Strecke – bereits 2019 ausgeführt	
SchO-Oberbau mit Holzschwellen (11.038 – 11.375) – im Tunnel	
SchO-Oberbau mit Holzschwellen (11.375 – 11.557) – auf freier Strecke	
Schienenprofil	
54 E2	

Mit der geplanten Gleishebung können die teilweise ungenügenden Schotterstärken verbessert werden.

	Bauteil	SchO bestehend Bauteilhöhen [mm]	Bauteil	SchO neu Bauteilhöhen [mm]
Schiene	46 E1, abgenutzt	138	54 E2	161
Zwischenlage	ZW	6	ZW	7
Schienenlager		16	Schienenlager	16
Schwelle	Holzschwelle Bi Block	150 220	Holzschwelle	150
Bettung	Schotter (durchschnittswert)	90-260	Schotter	250
Kiessand PSS		200	Kiessand PSS	300

Abb. 17 Geplanter Oberbau: SchO mit Holzschwellen (1 zu 1 Ersatz)

5.2.1 Fabrikkanal

Der Fabrikkanal, als starres Bauwerk unterhalb der Gleise, weist einen schlechten Zustand auf. Zudem sind die bestehenden Schotterstärken mit minimal 9cm nicht tolerierbar.

Nach ausführlichen Untersuchungen durch IBH [25] und eins weiteren Ingenieurbüros [26] wurde durch die SZU entschieden den Deckel über den Fabrikkanal Rückzubauen. Die Planung dafür erfolgt durch den Planer der Gewölbesanierung im Bauprojekt.

Die Entwässerung des Gewölbes soll grundsätzlich nicht verändert werden Die Abstimmung mit der Entwässerung der Fahrbahn erfolgt in der Phase Bauprojekt.

In der Geraden ist durch den Höhenunterschied der Widerlager von ca. 5cm ein Gefälle des Planums von nur 1.6% gegeben. Erforderlich wären jedoch 5 %. IBH schlägt als Variante vor in diesen ungenügenden Bereichen eine Fundationsschicht von 20 cm Kiessand mit einer 10 cm starken Betonplatte (oder AC Rail) zu kombinieren.



Abb. 18 Querschnitt Entwässerung in der Geraden



5.3.3 Freie Strecke Seite Langnau

Der Bereich vor dem Tunnelportal Seite Langnau wird im Herbst 2019 umgebaut. Dabei wird auch die Entwässerung erneuert. Die Entwässerung ist auf das anfallende Wasser aus dem Tunnel auszulegen. Während den Sanierungsarbeiten im Bereich Tunnel Gattikon soll einzig an die vorbereiteten Kontrollschächte angeschlossen werden können.

5.3.4 Freie Strecke Seite Sihlwald

Das Wasser wird generell über die Schulter in die bergseitig angeordnete, offene Rinne entwässert und in die Sihl geleitet. Ein Teil des Wassers versickert auch im Damm. Eine Anpassung der Entwässerung ist hier nicht angedacht. Um Zuge der Sanierung Tunnel Gattikon soll die Rinne gereinigt werden.

5.4 Kabelkanäle

Nach Möglichkeit ist nur auf einer Seite des Tunnels ein Kabelkanal zu verlegen. IBH empfiehlt der SZU zu prüfen, ob ein einseitiger Kabelkanal machbar ist und wo allfällige Querungen anzuordnen sind.

Die Kabelkanäle sollen nach Möglichkeit beibehalten werden. Wo notwendig sollen einzelne Teile gereinigt oder ersetzt werden.

5.5 Sicherheit

Durch die SZU ist abzuklären, ob im Tunnel ein Fluchtweg zur Selbstrettung angeordnet werden soll. Eine minimale Breite von 60cm ab innenkannte Tunnelwand sollte dabei eingehalten werden.



6. Bauausführung

6.1 Betriebliche Randbedingungen

Die Umsetzung der projektierten Massnahmen muss den relevanten Rahmenbedingungen Rechnung tragen. Die Baumassnahmen am Gewölbe können nach [12] gleisgebunden, in erweiterten Nachtsperrpausen ausgeführt werden. Für die Sanierung der Fahrbahn ist eine Totalsperrung erforderlich.

6.2 Bauablauf

Die generellen Bauphasen der Sanierung Tunnel Gattikon (Bauphasen Gewölbeinstandsetzung nach [12]) können wie folgt zusammengefasst werden:

Tabelle 8 Zusammenstellung Bauablauf

Bauphase	Beschreibung	Bemerkung
A	Vorbereitungsarbeiten / Installation	
B - E	Gewölbeinstandsetzung	Annahme: gleisgebunden gemäss Bauablauf in [12]
F	Instandsetzung Gewölbeentwässerung	Annahme: gleisgebunden
G	Installation Deckenstromschiene	Annahme: gleisgebunden
H	Abbruch Gleis und Entfernen Schotter	
J	Ersatzneubau und Absenken Deckel Fabrikkanal	
K	Unterbausanierung	
L	Instandsetzen Entwässerung	
M	Instandsetzen Kabelanlage	
N	Erstellen neues Schottergleis mit Holzschwellen	
O	Abschlussarbeiten	
P	Inbetriebnahme / Erstellen Installationsflächen	

6.3 Baustellenorganisation

6.3.1 Konzept

Als Installationsplätze werden dem Unternehmer durch den Bauherrn die Abstellanlagen Gattikon in Langnau für die Sanierung des Tunnels Gattikon zur Verfügung gestellt.

6.3.2 Bauinstallationsflächen

Der genaue Platzbedarf in den definierten Installationsflächen sind in den nächsten Projektphasen abzuklären. Die Installationsflächen sind gemäss [12] in Abb. 19 bis Abb. 21 auf gezeigt.

Die vorgegebenen Installationsflächen in Langnau am Albis umfassen gem. [12] folgende Parzellen:

- | - | Nr. | Eigentümer | mögliche Nutzung |
|---|------|------------|--|
| - | 4370 | SZU | Baustelleneinrichtung, Lagerfläche, Baustellenversorgung |
| - | 4369 | SZU | Temp. Zufahrt zu Abstellgleis
Via Stationsstrasse (bestehendes Einbahnregime) |

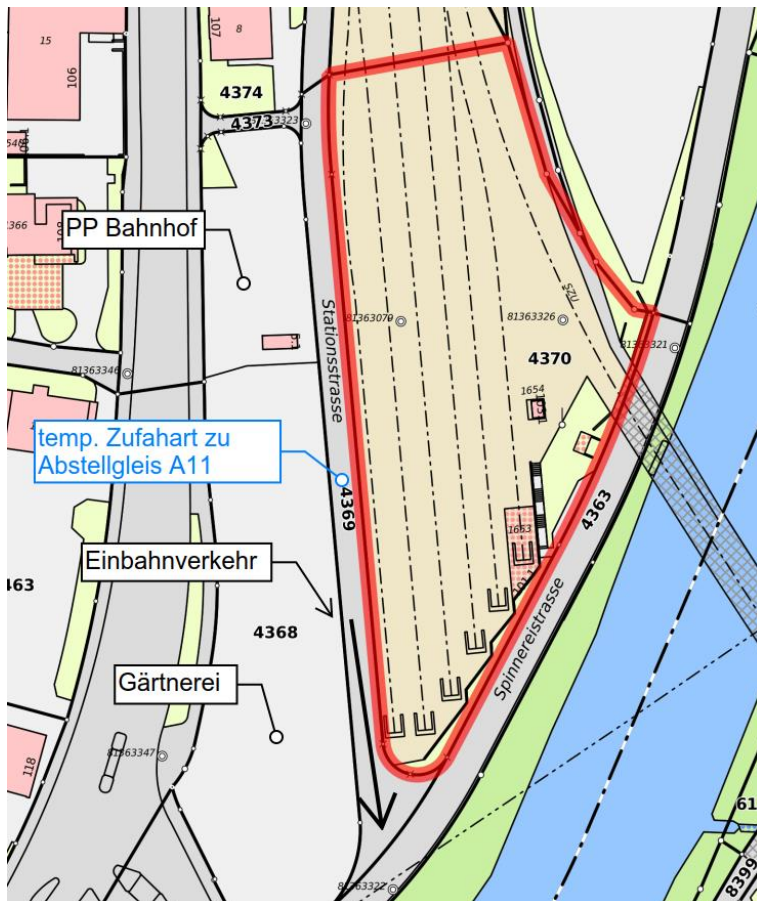


Abb. 19 Logistik Bahnhof Langnau-Gattikon (Grundstücke SZU)

Die vorgegebenen Installationsflächen in Gattikon umfassen gem. [12] folgende Parzellen:

- | | | | |
|---|------|------------|--|
| - | Nr. | Eigentümer | mögliche Nutzung |
| - | 8827 | SZU | Baustelleneinrichtung, Lagerfläche, Baustellenversorgung (Abb. 20) |
| - | 8966 | SZU | Baustelleneinrichtung, Lagerfläche, Baustellenversorgung (Abb. 20) |

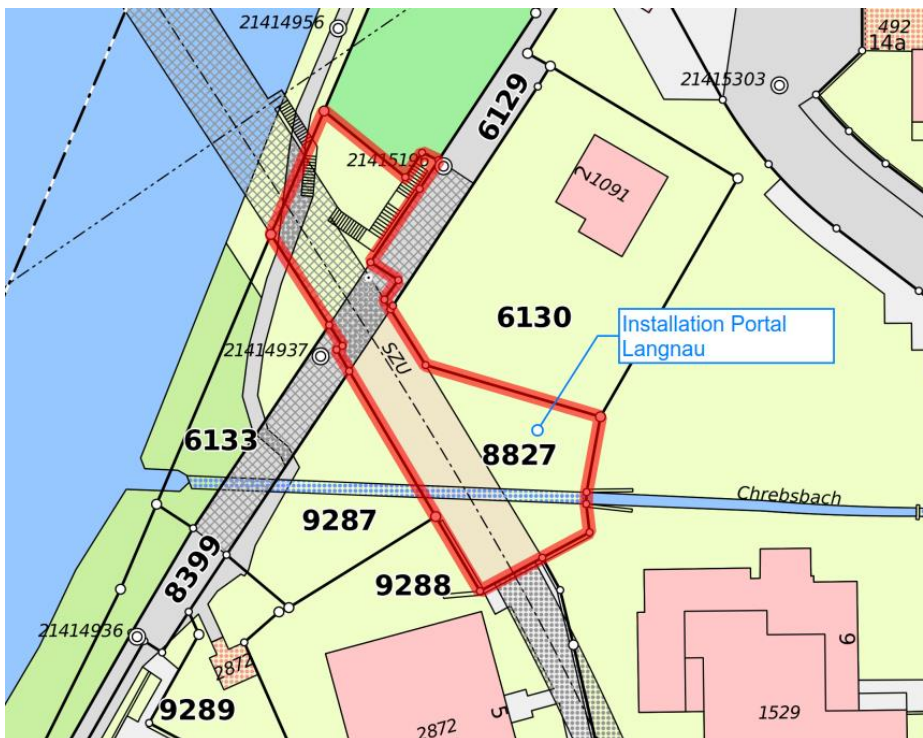


Abb. 20 Grundstück SZU für Installation bei Portal Langnau

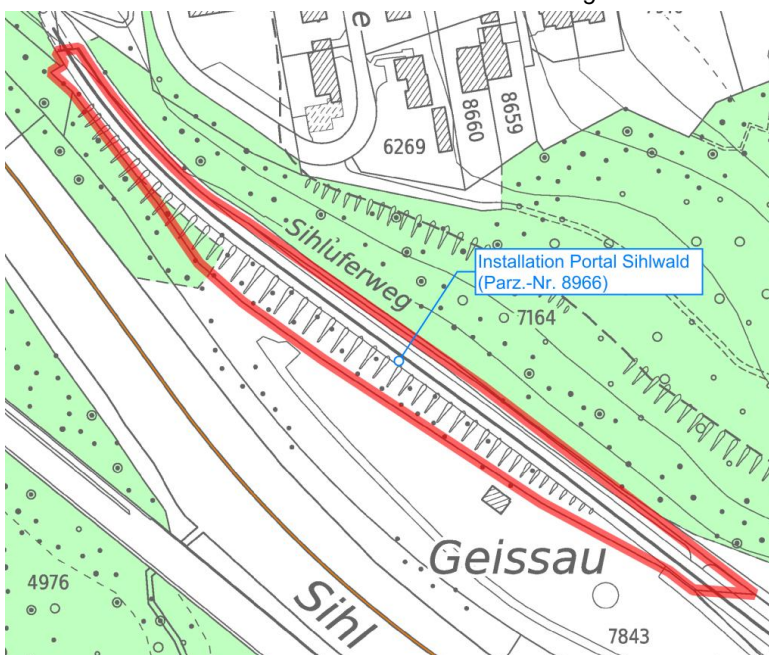


Abb. 21 Grundstück SZU für Installation bei Portal Sihlwald

6.3.3 Baulogistik

Die Baustellenerschliessung erfolgt nach [12] gleisgebunden vom Bahnhof Langnau-Gattikon aus. Da nicht alle Arbeiten gleisgebunden ausgeführt werden können, ist ebenfalls strassengängiges Inventar notwendig. Die Anlieferung von Beton kann u.U. soll just-in-time durch das Quartier erfolgen. Dies ist jedoch noch genauer abzuklären, da das Wenden nicht möglich ist und die Abfahrtsroute einen Umweg bedeutet (vgl. Abb. 23).

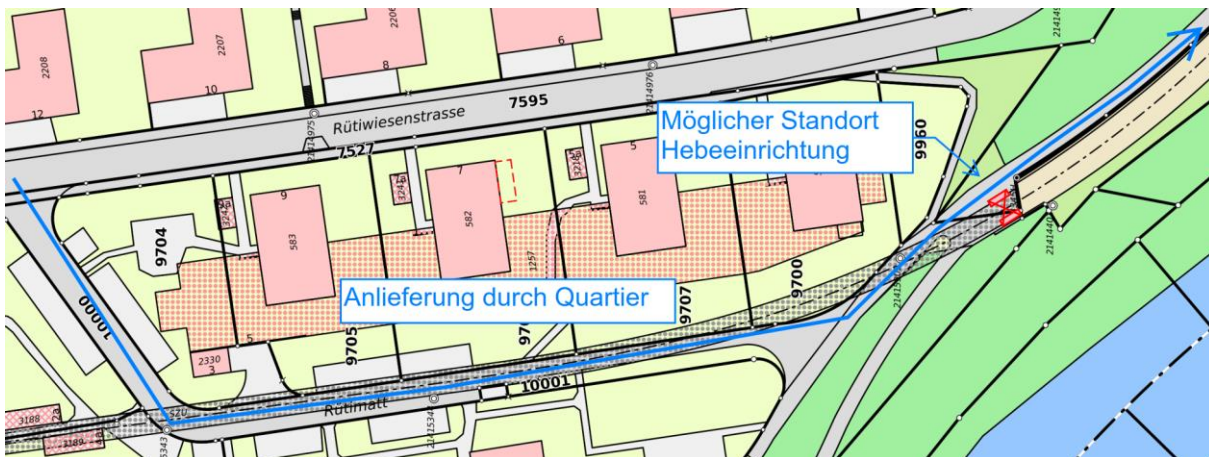


Abb. 22: Mögliche Anfahrt Lastwagen (tagsüber)

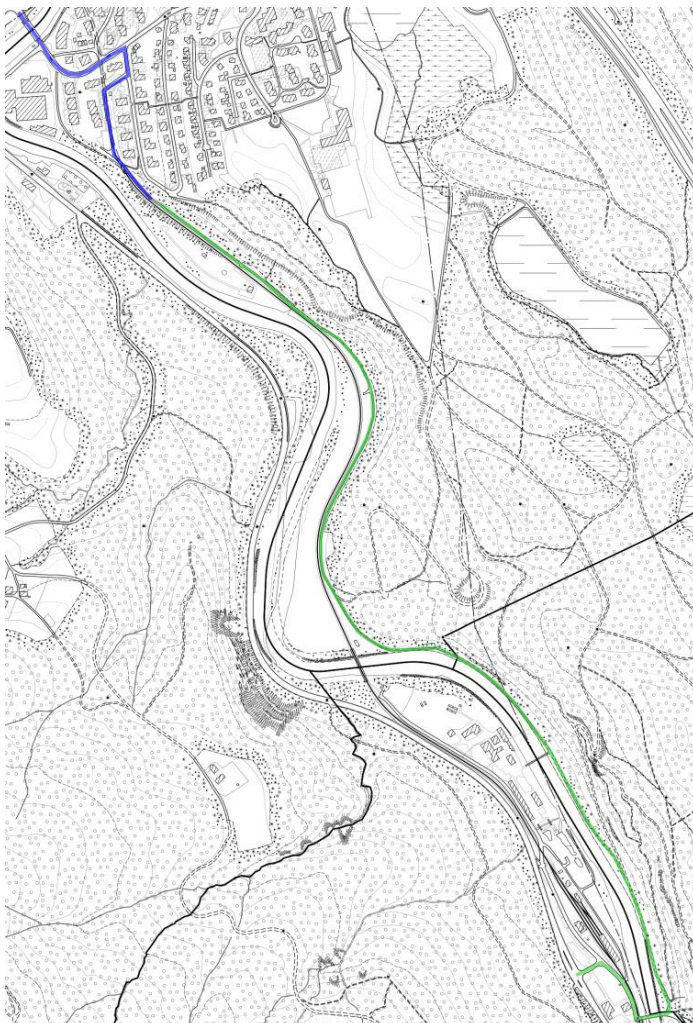


Abb. 23: An- und Abfahrtsroute in der Übersicht

Für die Materiallieferungen für die Fahrbahnsanierungen werden zwei mögliche Konzepte vorgeschlagen:

Lieferung just-in-time

Die Materiallieferungen erfolgen just-in-time und werden mit einem Hebegerät (Z.B. Kran) in den Gleisbereich gehoben und mit dem Dumper oder per Hand (mit Schubkarre) feinverteilt. Der Standort des Hebegerätes (vgl. Abb. 22) befindet sich auf zwei Parzellen der Gemeinde Thalwil. Die Benutzung muss noch abgeklärt werden.

Lieferung Gleisgebunden

Die Anlieferung kann als Alternative auch gleisgebunden mit dem Bauzug bis vor das Portal Langnau erfolgen und zur Feinverteilung auf Dumper oder dgl. umgeladen werden.



7. Umwelt

In der nächsten Projektphase sollen die Umweltbelange anhand der Detailanforderungen an nicht UVP-Pflichtige Bauvorhaben (gemäss BAV, 2010) geprüft werden. Diese beinhaltet folgende Themengebiete:

- Natur/Landschaft
- Wald
- Grundwasser/Wasserversorgung
- Entwässerung
- Oberflächengewässer/aquatische Ökosysteme
- Störfallverordnung
- Altlasten
- Abfälle
- Boden
- Luft
- Nichtionisierende Strahlung (NIS, elektromagnetische felder)
- Lärm
- Erschütterungen/abgestrahlter Körperschall

8. Terminplanung

8.1 Projektierung

Das folgend Terminprogramm wurde von IBH erarbeitet (vgl. Anhang 1 – Terminplan) und ist unter Bezug aller Projektbeteiligten zu verifizieren und weiterzuentwickeln.

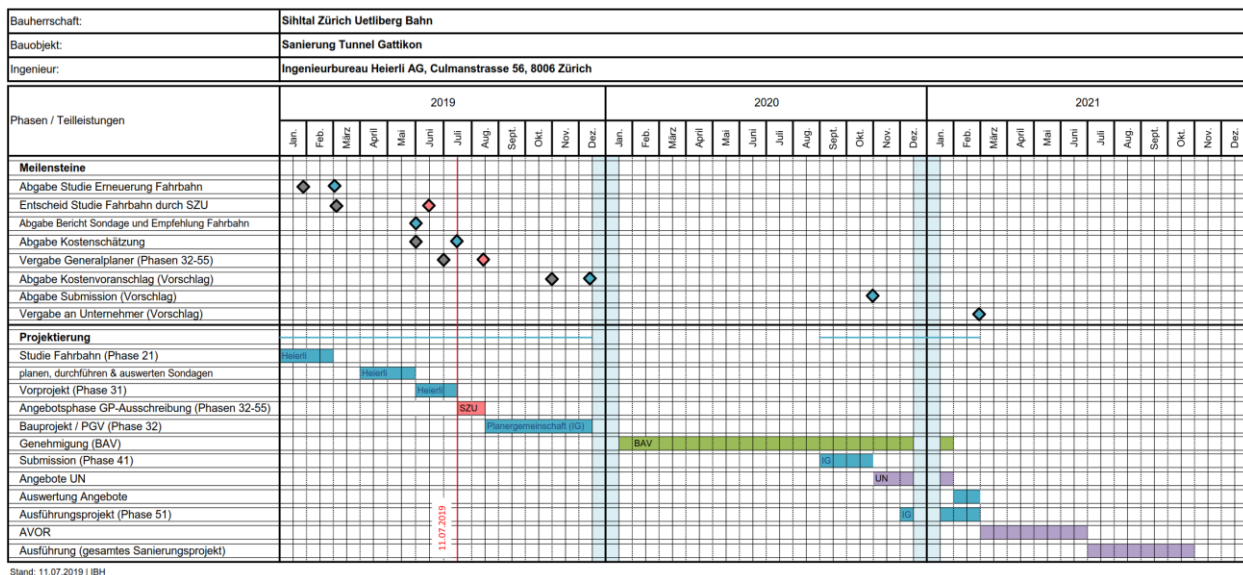


Abb. 24: Vorschlag: Terminprogramm Sanierung Tunnel Gattikon

8.2 Bauausführung

Nachfolgend wird der Zeitbedarf des Gesamtprojektes dargestellt. Für die Fahrleitung und die Absenkung des Fabrikkanals wurden Annahmen getroffen, die in der nächsten Projektphase verifiziert werden sollen:

Tabelle 9 Aufschlüsselung Bauzeit Fahrbahn

Teilprojekt		Zeitbedarf
Gewölbeinstandsetzung	Bauen unter Betrieb, gleisgebunden [12]	10 Wochen (nach [12])
Fahrleitung	Totalsperrung, gleisgebunden	1 Woche (Annahme)
Fabrikkanal	Totalsperrung	3 Wochen (Annahme)
Fahrbahn	Totalsperrung	2 Wochen

In der nächsten Projektphase ist der Zeitbedarf und die Abhängigkeiten der Teilprojekte in Abstimmung mit allen Fachplanern zu erarbeiten.



9. Kostenschätzung Fahrbahnerneuerung

- Preisbasis Juli 2019
- Excl. MwSt.
- Excl. Massnahmen Entwässerung
- Excl. Massnahmen Rückbau Fabrikkanal
- Genauigkeit Kostenschätzung (KS) $\pm 20\%$

Das Teilprojekt Fahrbahn wird von IBH auf ca. CHF 1.56 Mio. ($\pm 20\%$, exkl. MwSt) geschätzt. Die genauen Kosten sind im Anhang 2 – Kostenschätzung Fahrbahn, aufgeführt. Unten werden die Kosten in einer Übersicht zusammengestellt:

Tabelle 10 Kostenschätzung Fahrbahnerneuerung

Position	Kosten
1. Arbeitsvorbereitung (Summe gerundet)	400'000 CHF
2. Gleisrückbau (Summe gerundet)	100'000 CHF
3. Gleisbau (Summe gerundet)	730'000 CHF
4. Kabelanlagen (Summe gerundet)	52'000 CHF
Zwischentotal – Baumeisterkosten	1'282'000 CHF
Planerhonorare / örtl. Bauleitung (nur Fahrbahn)	200'000 CHF
Zwischentotal	1'482'000 CHF
Aufwendungen Fahrbahn SZU (Annahme)	80'000 CHF
Total Kostenschätzung ($\pm 20\%$, exkl. MwSt, Summe gerundet)	1'560'000 CHF

10. Planbeilagen

Folgende Planbeilagen sind dem Bericht angefügt:

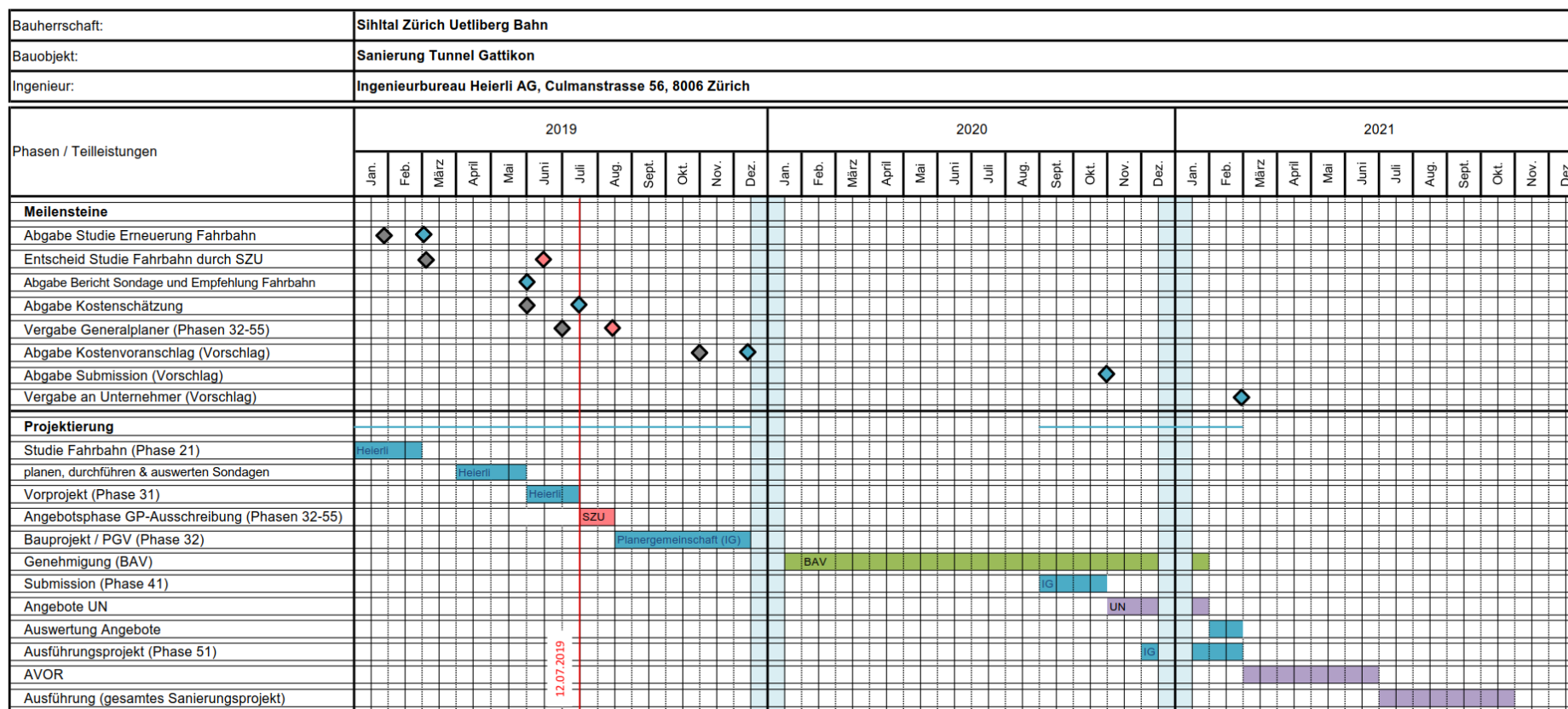
Plan-Nummer	Planinhalt
3008.31.1000	Längenprofil Fahrbahn
3008.31.1100	Querprofile Fahrbahn
3008.31.1200	Situationsplan (aktualisierter Bestandesplan)
3008.31.1300	Aktueller Gleisprojektplan



Anhang 1 – Terminplan

Nachfolgend ist der Terminplan für die Sanierung Tunnel Gattikon abgebildet:

Das folgende Terminpramm ist in Abhängigkeit aller Beteiligten zu verifizieren und zu vertiefen.





Anhang 2 – Kostenschätzung Fahrbahn

Nachfolgend ist die Kostenschätzung für die Erneuerung der Fahrbahn abgebildet:

Pos.	Bezeichnung	Gesamtmenge	Einheit	Kosten / Einheit	Gesamtkosten, exkl. MwSt.
				[CHF]	[CHF]
1	Arbeitsvorbereitung (Summe gerundet)				400'000.00
1.1	Baustelleneinrichtung Bahnbau	1	ps		400'000.00
2	Gleisrückbau (Summe gerundet)				100'000.00
2.1	Rückbau/Abtransport und Entsorgung Schiene/Schwellen (Tunnel und Seite Sihlwald)	522	m'	100.00	52'000.00
2.2	Aushub/Abtransport und Entsorgung Schotter & Unterbau (Tunnel und Seite Sihlwald)	522	m'	100.00	52'000.00
3	Gleisbau (Summe gerundet)				730'000.00
3.1	SchO komplett (inkl. Schienen, Holzschwellen mit Besohlung, Schotter)	522	m'	1'200.00	626'000.00
3.2	Unterbau PSS (inkl. Erschwerisse Querriegel und Querleitungen)	340	m	300.00	102'000.00
3.3	Schotterstopfen zwischen Brücke und Portal Langnau	32	m'	130.00	4'000.00
4	Kabelanlagen				52'000.00
4.1	Wiederverwendung Kabelkanal (beidseitig)	522	m'	100.00	52'000.00
	Zusammenfassung Kosten der Gleisarbeiten				
1	Arbeitsvorbereitung (Summe gerundet)				400'000.00
2	Gleisrückbau (Summe gerundet)				100'000.00
3	Gleisbau (Summe gerundet)				730'000.00
4	Kabelanlagen				52'000.00
	Baumeisterkosten				1'282'000.00
	Planerhonorare / örtl. Bauleitung (nur Fahrbahn)				200'000.00
	Zwischentotal				1'482'000.00
	Aufwendungen SZU (Annahme)				80'000.00
	Total (±20%), exkl. MwSt.				1'560'000.00