

Stadt Rohrschach

Bauprojekt Unterführung Stadtbahnhof
Etappe SBB, km 145.23 – 216.46

Prüfbericht Bauprojekt

Unterführung Stadtbahnhof, Etappe SBB

Auftraggeber / Bauherr: Stadt Rohrschach
Bereich Bau und Stadtentwicklung
Promenadenstrasse 74
9401 Rorschach

Herr Markus Fäh

Projektverfasser (PV): Gruner Wepf AG, Zürich
Herr Manuel Iasiello

Prüfingenieur: dsp Ingenieure & Planer AG
Stationsstrasse 20
8606 Greifensee

Herr Tobias Brügger

Prüfdatum: 02.06.2017
Revision: 11.07.2017

Inhalt

1	Auftrag und Prüfablauf	3
1.1	Auftrag	3
1.2	Allgemeines	3
1.3	Ablauf	3
2	Grundlagen	4
2.1	Normen, Weisungen, Richtlinien	4
2.2	Dokumente des Projektverfassers	4
3	Objektbeschreibung / Bauvorhaben	4
3.1	Allgemeines	4
3.2	Strassenunterführung unter SBB	4
3.3	Bachdurchlass	5
3.4	Bauzustände / Bauhilfsmassnahmen	5
3.5	Geologie / Grundwasser	5
3.6	Bauablauf	5
4	Prüfung	5
4.1	Nutzungsvereinbarung	5
4.2	Projektbasis	6
4.3	Überwachungskonzept	6
4.4	Statische Berechnung – Teil Beton	6
4.5	Statische Berechnung – Teil Baugrube und Hilfsbrücke	7
4.6	Pläne	8
5	Zusammenfassung und Folgerungen	9
6	Unterschrift	9

1 Auftrag und Prüfablauf

1.1 Auftrag

Prüfingenieurmandat dsp Ingenieure & Planer AG gemäss Bestellung der Stadt Rorschach vom 01. Mai 2017.

Gegenstand der Prüfung sind die im Rahmen des Bauprojektes „Unterführung Stadtbahnhof“ erarbeiteten Unterlagen des Projektverfassers Gruner Wepf AG, Zürich.

Die Strassenunterführung ist in drei Etappen aufgeteilt (Etappe Nord, Etappe SBB und Etappe Süd). Bestandteil der Prüfung sind nur die Unterlagen der Etappe SBB. In diesem 71.23 m langen Abschnitt wird das bestehende Gleis der SBB unterquert.

1.2 Allgemeines

Die Leistungen umfassen eine sicherheitsorientierte Prüfung der statischen Berechnungen auf Basis der aktuellen Generation der SIA-Normen, sowie die Umsetzung in den Planunterlagen. Da die Strassenunterführung unter der SBB liegt, erfolgt die Prüfung auf der Grundlage der Richtlinie Unabhängige Prüfstellen Eisenbahn des BAV vom 1.7.2013 (ersetzt Sachverständigen-Richtlinie des BAV vom 1.5.2000). Die für die SBB wichtigen Punkte wurden zudem im Mail vom 18.04.2017 zusammengefasst.

1.3 Ablauf

Am 12.04.2017 fand in Rorschach die Startsitzenz für die Prüfingenieurarbeiten mit dem Projektverfasser, der Bauherrschaft (Stadt Rorschach), der SBB und dem Prüfingenieur (dsp) statt. Dabei wurde das Projekt vorgestellt und der Prüfumfang festgelegt.

Grundlagen für die Prüfung sind die Statischen Berechnungen, Pläne und Berichte (für den Endzustand und alle Bauzustände) der Gruner Wepf AG. Diese Unterlagen wurden vertieft durchgesehen, analysiert und geprüft sowie eigene Abschätzungen und Berechnungen durchgeführt.

Die Prüfergebnisse wurden am 02.06.2017 in einem Bericht zusammengestellt und am 15.06.2017 mit dem Projektverfasser besprochen. Die festgestellten Punkte wurden anschliessend vom Projektverfasser überarbeitet und nochmals zur Prüfung vorgelegt. Ziel war es, dass alle Punkte, welche die SBB-Anlagen betreffen, vorbehaltlos bereinigt werden konnten.

2 Grundlagen

2.1 Normen, Weisungen, Richtlinien

- [1] Aktuelle SIA Normen 260-267
- [2] SBB Richtlinien und Weisungen
- [3] RL UP-EB, BAV 1. Juli 2013

2.2 Dokumente des Projektverfassers

		Datum	(Revision)
1.	Nutzungsvereinbarung	04.05.2017	(23.06.2017)
2.	Projektbasis	04.05.2017	(23.06.2017)
3.	Überwachungskonzept	04.05.2017	(23.06.2017)
4.	Statischer Bericht – Teil Beton	04.05.2017	(23.06.2017)
5.	Statischer Bericht – Teil Baugrube / Hilfsbrücke	04.05.2017	(23.06.2017)
6.	Bauphasen SBB inkl. Vor- und Hauptarbeiten	04.05.2017	
7.	Geotechnische Berichte	04.05.2017	
8.1	Situation (Übersicht)	1:500	04.05.2017
8.2	Längenprofil Unterführung	1:500/50	04.05.2017
8.3	Querprofile Etappe SBB	1:100	04.05.2017 (28.06.2017)
8.4	Situation Bauzustand Etappe SBB	1:100	04.05.2017 (28.06.2017)
8.5	Situation Endzustand Etappe SBB	1:100	04.05.2017 (28.06.2017)
8.6	Schnitte Bau- und Endzustand Etappe SBB	1:100	04.05.2017 (28.06.2017)
8.7	Bauzustände und Bahnhilfsbrücke (Vorarbeiten)	1:100	04.05.2017 (28.06.2017)

3 Objektbeschreibung / Bauvorhaben

3.1 Allgemeines

Parallel zu den Projekten Doppelspurausbau SBB und Neubau des Stadtbahnhofs Rorschach möchte die Stadt Rorschach eine Strassenunterführung realisieren. Die Abschnittslänge der Unterführung im Bereich der SBB beträgt ca. 71 m. Neben der Unterführung soll auch ein neuer Durchlass für den Feldmühlebach und den kleinen Feldmühlebach erstellt werden.

3.2 Strassenunterführung unter SBB

Bei der Strassenunterführung handelt es sich um einen geschlossenen Rahmen aus Stahlbeton. Sie besitzt eine lichte Breite von 9.5 m und eine mittlere lichte Höhe von 4.75 m. Die Konstruktion wird mit schlaff bewehrtem Beton ausgeführt und ist über die Bodenplatte flach fundiert. Die beiden SBB-Linien queren das Bauwerk in einem Winkel von 25°. Gerade über der Unterführung liegen zudem die neuen Perrons des Stadtbahnhofs inkl. den Perrondächer.

3.3 Bachdurchlass

Die geplante Strassenunterführung tangiert im Bahnbereich den Feldmühlebach und den kleinen Feldmühlebach. Deshalb müssen diese umgeleitet werden in eine neu geplante Bacheindolung. Die neue Bacheindolung verläuft südlich bzw. östlich neben der Strassenunterführung und wird als geschlossener Rahmen ausgeführt. Sie besitzt eine lichte Höhe von 2.0 m und eine lichte Breite von 2.0 m. Der Rahmen besitzt im Einflussbereich der Bahn eine Betonstärke von 30 cm. Dieser wird in Ortbeton ausgeführt mit einer vorfabrizierten Innenschalung aus Beton.

3.4 Bauzustände / Bauhilfsmassnahmen

Für die Erstellung der beiden Bauwerke ist ein senkrechter und wasserdichter Baugrubenabschluss mittels verankerten Spundwänden (2-3 Ankerlagen) notwendig. Der derzeit einspurige Bahnverkehr wird über eine vorgängig eingebaute Hilfsbrücke geführt. Diese Hilfsbrücke ist auf bewehrten Bohrpfählen fundiert. Die Bohrpfähle bilden in diesem Bereich auch die vertikale Baugrubensicherung (überschnittene Bohrpfahlwand). Der Übergang von der Bohrpfahlwand zu den Spundwänden wird mit gebohrten Manschettenrohren und einer Verpressung mit Zementsuspension abgedichtet. Der Grundwasserspiegel in der Baugrube muss abgesenkt werden. Vorgesehen ist eine offene Wasserhaltung. In der Baugrube werden Filterbrunnen zur Minimierung des Sohlenaufbruchs angeordnet.

3.5 Geologie / Grundwasser

Im Projektperimeter wird der Untergrund charakterisiert durch eine Abfolge von sandig-kiesigen Deltaablagerungen und feinkörnigeren Seeablagerungen. Darüber liegen meist künstlich eingebrachte Aufschüttungen. Die Basis der Seeablagerungen bildet eine kompakte Grundmoräne, welche ihrerseits über dem anstehenden Molassefels der oberen Meeresmolasse liegt (20-25 m Tiefe). Der Grundwasserspiegel weist ein starkes Gefälle in Richtung See auf und liegt ca. 4.0 m unterhalb OK Terrain. Die Bodenplatte der Strassenunterführung kommt in die Deltaablagerungen und ins Grundwasser zu liegen.

3.6 Bauablauf

Die Erstellung der Unterführung Stadtbahnhof ist zeitlich vom Projekt SBB-Doppelspurausbau abhängig. Nach der Erstellung des 2. Gleises kann mit den Widerlagern der Hilfsbrücke begonnen werden. Nachdem der Bahnverkehr auf die Hilfsbrücke verlegt wurde, können Baugrubenabschluss und Bauwerke erstellt werden.

4 Prüfung

4.1 Nutzungsvereinbarung

In der Nutzungsvereinbarung werden die Bauabläufe für die Erstellung der beiden Bauwerke im Bereich der SBB-Gleise beschrieben. Zudem werden die Bauhilfsmassnahmen (Bohrpfahlwand, Spundwände, Hilfsbrücke und Wasserhaltung) definiert. Wir erachten die Abläufe und die geplanten Massnahmen für plausibel und so ausführbar.

Ansonsten enthält das Dokument die wesentlichen Nutzungsanforderungen an die beiden Bauwerke Unterführung und Bacheindolung, und ist korrekt und vollständig.

4.2 Projektbasis

Das Dokument ist formal und inhaltlich korrekt. Im Rahmen des Bauprojektes wurden vom Projektverfasser insbesondere folgende Punkte näher untersucht:

- Grundwasserspiegel: Der in den geologischen Berichten angegebene mittlere Grundwasserstand von 4 m unterhalb OK Terrain ist über die Länge des Unterführung stark variabel. Deshalb wurde vom Projektverfasser der Einfluss eines minimalen und maximalen Grundwasserspiegels auf die Bau- und Endzustände im Detail untersucht.
- Statisches System Rahmentragwerke: Das vertikale Auflager der Unterführung und der Bacheindolung wurden mit einer elastischen Bettung modelliert. Eine weiche Federlagerung der Bodenplatten liegt für die Bemessung der übrigen Bauteile nicht immer auf der sicheren Seite. Daher wurde eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt, welche eine unterschiedliche Steifigkeit der anstehenden Fundamentalschicht simuliert.
- Betonqualitäten: Die Betoneigenschaften der einzelnen Bauteile wurden im Hinblick auf mögliche Umwelteinflüsse optimiert.

4.3 Überwachungskonzept

Das Dokument zeigt die Massnahmen für die Überwachung der Bahnanlagen und weiterer naheliegender Bauten während und nach den Bauarbeiten auf. Es ist formal und inhaltlich korrekt.

Insbesondere durch die Erstellung eines vertikalen Baugrubenabschlusses sind Setzungen oder Verwindungen des Bahntrasses nicht auszuschliessen. Die beschriebenen Massnahmen stellen sicher, dass mögliche Gefahren frühzeitig erkannt und Massnahmen eingeleitet werden können.

4.4 Statische Berechnung – Teil Beton

Im diesem Dokument wurden bei den massgebenden Schnitten der Unterführung resp. Eindolung Tragsicherheitsnachweise (Bahn, Strassenverkehr), Ermüdungsnachweise und Gebrauchstauglichkeitsnachweise (Setzungen, Gleisverwindung) durchgeführt. Die Berechnungen sind korrekt und vollständig. Im Rahmen des Bauprojektes wurden vom Projektverfasser insbesondere noch folgende Punkte untersucht:

- Statisches System Rahmentragwerke: siehe Bemerkungen Projektbasis
- Horizontale Erddrücke: Da die beiden Bauwerke unmittelbar nebeneinander liegen, ist fraglich wie viel Erddruck übertragen werden kann (dazwischenliegende Dilatationsfuge). Daher wurde der Einfluss eines einseitigen Erddruckes untersucht und beide Tragwerke entsprechend darauf bemessen.

- Ermüdung: An allen massgebenden Stellen beider Bauwerke wurden Ermüdungsnachweise durchgeführt. Die Nachweise der Biege- und Querkraftbewehrung, sowie des Betons sind erfüllt.
- Auftrieb: Aufgrund der tiefen Einbindung der Unterführung ins Grundwasser muss der Auftrieb nachgewiesen werden können. Das Bauwerk wurde so bemessen, dass auch im Bauzustand (Unterführung ohne Auflasten) ein Aufschwimmen nicht möglich ist. Während dem Bau der Unterführung wird das Grundwasser bis auf UK Bodenplatte abgesenkt.
- Verwindung des Gleises: Aufgrund der schiefwinkligen Querung der SBB auf der Unterführung wurde nachgewiesen, dass die Verwindung des Gleises innerhalb der zulässigen Grenzen liegt. Dies erfolgte mittels Ermittlung der Durchbiegungen am gerissenen Querschnitt der Deckenplatte an der effektiven Lage der Schienenprofile.

4.5 Statische Berechnung – Teil Baugrube und Hilfsbrücke

In diesem Dokument sind die statischen Berechnungen zum Baugrubenabschluss und der Foundation der Hilfsbrücke (Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit) dokumentiert. Die Berechnungen sind korrekt und vollständig. Im Rahmen des Bauprojektes wurden vom Projektverfasser insbesondere noch folgende Punkte untersucht:

- Pfahlwand/Hilfsbrückenfoundation: Wir erachten es als richtig, dass die überschnittenen Bohrpfähle in den Fels in ca. 20 m Tiefe fundiert werden, damit die Setzungen der Hilfsbrücke minimiert werden können.
- Übergang Spundwand – Pfahlwand: Gleich im Anschluss an die Pfahlwand werden die Spundwände gerammt. Statisch gesehen ist keine Lücke vorhanden. Die angeordneten Manschettenrohre und Zementsuspension dienen nur dazu, dass die Baugrubenwand wasserdicht gemacht werden kann.
- Nachweise Spundwände: Es wurde noch eine Beurteilung der horizontalen Verformungen vorgenommen (Übernahme ins Überwachungskonzept), sowie das Gleichgewicht der Spundwände in vertikale Richtung (vertikale Ankerkräfte/Reibungskräfte Erddruck) ergänzt.
- Rammen/Ziehen Spundwände: Das Einrammen und v.a. Ziehen der Spundwände kann bei den umliegenden Anlagen Setzungen verursachen. Auf diesen Umstand wird auch im geologischen Bericht hingewiesen. Daher hat der Projektverfasser definiert, dass im unmittelbaren Bereich der SBB-Anlagen die Spundwände nicht gezogen werden (Anschlussbereiche an überschnittene Bohrpfahlwand).
- Litzenanker: Die horizontalen Ankerabstände sind z.T. gering (1.3 – 2.0 m). Bei den statischen Berechnungen wurde mit einer Festsetzkraft von 400 kN gerechnet. Mit dem Projektverfasser wurde besprochen, dass im Voraus zwingend Ankerversuche durchzuführen

sind, um den Wert der Festsetzkraft zu bestätigen. Dies sollte in Begleitung mit einem Geologen passieren.

- Grundwasserabsenkung / Wasserhaltungskonzept: Der Grundwasserspiegel soll mit einer dichten Baugrubenwand und einer offenen Wasserhaltung nur im Innern der Baugrube abgesenkt werden. Die Filterbrunnen dienen nur zur Entlastung des Grundwasserdruckes, d.h. es wird nicht gepumpt. Daher sollte die Setzungsgefahr infolge Absenkung des Grundwasserspiegels im Bahnbereich nur sehr gering sein.

4.6 Pläne

Die Pläne stellen alle Bauzustände und den Endzustand im Bereich der Etappe SBB dar. Sie weisen einen fürs Bauprojekt angemessenen Detaillierungsgrad auf und sind korrekt und vollständig. Im Rahmen des Bauprojektes wurden folgende Punkte besprochen und optimiert.

- Pläne 8.3/8.4/8.6, Lage der Litzenanker: Die Anordnung der Anker wurde so optimiert, dass deren Verpresskörper genügend grosse Erdüberdeckungen aufweisen. Somit kann der Einfluss der Krafteinleitungsbereiche auf die Bahnanlagen minimiert werden. Trotzdem sind Gleissetzungen infolge der verdichteten Anordnung der Verankerungskörper nicht ganz ausgeschlossen. Die entsprechenden Überwachungsmassnahmen dazu sind im Überwachungsbericht beschrieben.

- Plan 8.6, Erstellung Bacheindolung vor der Unterführung: Der Magerbetonkeil wurde entsprechend angepasst, dass die Gefahr eines Grundbruches im Bereich der Bodenplatte Unterführung während dem Bau ausgeschlossen werden kann.

- Plan 8.6, Abdichtungsdetails: Im Bereich der Arbeitsfugen Wand – Deckenplatte wurde die Abdichtung entsprechend den „AQUABAU Bauwerksabdichtung“ der SBB angepasst. Bei der Arbeitsfuge Bodenplatte – Wand soll mittels gelber Wanne gewährleistet werden, dass kein Wasser von aussen eindringen kann.

- Plan 8.7, Bauphasen: In den Plänen wurde ergänzt, welche Arbeiten in Nachtsperre und welche während dem Bahnbetrieb stattfinden können. Für Letztere wurden zudem die Sicherheitsabstände zur Gleisanlage eingetragen.

5 Zusammenfassung und Folgerungen

Die neue Strassenunterführung unter der SBB führt durch bewohntes Gebiet und kommt unterhalb den Grundwasserspiegel zu liegen. Strassenunterführung und Bacheindolung, als geschlossene Rahmenquerschnitte ausgebildet, sind eine bewährte Lösung und wenig setzungsanfällig. Der Baugrubenabschluss mit einer Spundwand und einer überschnittenen Bohrpfahlwand im Bereich der Bahnhilfsbrücke ist aufgrund der Lage unter dem Grundwasserspiegel eine sinnvolle Lösung. Allfällige Setzungen oder Verwindungen des Gleises im Bauzustand können mit dem Überwachungskonzept frühzeitig erkannt werden. Wegen den umfangreichen Arbeiten im anstehenden Baugrund und Grundwasser empfehlen wir die Begleitung eines Geologen in Projekt- und Ausführungsphase.

Die vorliegenden Unterlagen sind stufengerecht und für den Stand des Bauprojektes ausreichend. In den Plänen wurden die relevanten Abmessungen und Details dargestellt. Der Prüfingenieur hat keine Vorbehalte zum vorliegenden Bauprojekt. Er empfiehlt der SBB das Projekt zu bewilligen.

6 Unterschrift

Greifensee, 11.07.2017

dsp INGENIEURE & PLANER AG | SIA/USIC



T. Brügger