

8045	Zürich	Räffelstrasse 32	044 555 36 00	
8820	Wädenswil	Seestrasse 203	044 555 37 90	
8812	Horgen	Oberdorfstrasse 17	044 555 36 40	www.fbag.ch
7000	Chur	Theaterweg 1	081 254 11 90	info@fbag.ch

	Stadt Bern - Tiefbauamt
20032.4.1	Unterführung Neubrückstrasse - Anpassung
	Brückenpfeiler Viadukt Schützenmatte - Neubrückstrasse

Stellungnahme Sachverständiger Fachbereich Bautechnik zum Umbau am Bremspfeiler 5/6

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	3
1.1	Beteiligte.....	3
1.2	Auftrag und Abgrenzung.....	3
1.3	Gesetze, Richtlinien und Normen	3
2	Ausgangslage	4
3	Vorliegende Unterlagen.....	4
4	Prüfvorgang.....	4
5	Anmerkungen zu den durchgeführten Berechnungen	4
5.1	Modellbildung und Baustoffe	4
5.2	Einwirkungen und Gefährdungsbilder	5
5.3	Nachweise der Tragsicherheit.....	5
6	Schlussfolgerung.....	6

1 Allgemeines

1.1 Beteiligte

Auftraggeber:	Stadt Bern Direktion für Tiefbau, Verkehr und Stadtgrün Tiefbauamt Bundesgasse 38 3011 Bern Herr Simon Mosimann
Projektverfasser	B+S AG Weltpoststrasse 5 3000 Bern Herr Dominik Joray
Sachverständiger:	Flückiger + Bosshard AG DIPL. ING. ETH/SIA/USIC Räffelstrasse 32 8045 Zürich Herr Pirmin Steck, Herr Christoph Singer

1.2 Auftrag und Abgrenzung

Das Tiefbauamt der Stadt Bern beauftragte die Flückiger + Bosshard AG mit der konzeptionellen Prüfung der vorgesehenen Umbaumaassnahmen am Bremspfeiler 5/6 des Viadukts Schützenmatte. Weitere Massnahmen oder Bauteile sind nicht Bestandteil der Prüfung.

1.3 Gesetze, Richtlinien und Normen

- Eisenbahngesetz (EBG)
- Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung (AB-EBV), 01. Juli 2016
- Richtlinie unabhängige Prüfstellen Eisenbahnen (RL UP-EB), 16. Januar 2017
- SIA 260 ff, 2013/2014
- SIA 269 ff, 2011

2 Ausgangslage

Um eine Nutzbreite des Gehwegs Neubrückestrasse von 2.00 m erreichen zu können, soll ein Teil im Eckbereich des Bremspfeilers des Viadukts Schützenmatte abgebrochen werden. Zur Gewährleistung der erforderlichen Nutzbreite genügt der Rückbau einer Dreieckfläche mit der Höhe von knapp 40 cm im Grundriss für den Endzustand. Für den Bauzustand sollen knapp 50 cm abgebrochen werden und horizontale Bewehrung eingeklebt werden, bevor abschliessend eine Reprofilierung mit ca. 10 cm erfolgt. Der Abbruch beschränkt sich in der Höhe auf den Bereich des Gehwegs, weder die darüberliegende Lagerbank noch das darunterliegende Pfahlbankett sind von den Massnahmen betroffen. Bei der bestehenden Vertikalbewehrung in der Wand sind ca. 5 stehende Eisen betroffen.

3 Vorliegende Unterlagen

- Technische Dokumentation, B+S AG, Phase Bauprojekt 04.06.2020
- Stellungnahme zu Rückfragen vom 23.03.20 von SV konzeptionelle Prüfung 04.06.2020
- Statikmodell PV 04.06.2020
- Auszüge aus den Bauwerksakten ca. 1940

4 Prüfvorgang

Der Bericht zu den vorgesehenen Massnahmen wurde am 14.03.2020 zur Prüfung eingereicht. Darüber hinaus wurde das CUBUS-Statik-Modell zur Verfügung gestellt. Unsere Rückfragen vom 23.03. wurden telefonisch besprochen und die finalen Unterlagen erarbeitet. Diese wurden am 5. Juni zur Prüfung eingereicht.

Innerhalb der Prüfung wurden die Lastannahmen, Berechnungsmodelle und Nachweise hinsichtlich Vollständigkeit und Normkonformität beurteilt. Die Beurteilung des Einflusses der Umbaumasnahmen sowie die erforderlichen Massnahmen erfolgte abschliessend anhand eigener Berechnungen.

5 Anmerkungen zu den durchgeführten Berechnungen

5.1 Modellbildung und Baustoffe

- Der Überbau wurde als Stabmodell in STATIK 7 abgebildet, wobei sich die Modellierung auf den Randbereich beschränkt und vereinfachend gerade Stäbe verwendet werden. Die vereinfachte Modellbildung ist für den Stahlbeton-Verbund-Überbau zweckmässig und die Verwendung des Teilmodells im Randbereich liefert ausreichend genaue Auflagerreaktionen.

- Wir gehen aufgrund der Biegeformen davon aus, dass Baustahl I beim Viadukt Schützenmatte verwendet wurde. Die in den Berechnungen des PV verwendete Festigkeit von $f_{sd} = 300 \text{ N/mm}^2$ anstatt $f_{sd} = 205 \text{ N/mm}^2$ für Baustahl I dürfte deutlich zu hoch sein. In den überschlägigen Gegenrechnungen wurden die Werte für Baustahl I angesetzt. Die verwendete Betondruckfestigkeit $f_{cd} = 10.9 \text{ N/mm}^2$ ist für die Beurteilung der Machbarkeit von untergeordneter Bedeutung.

5.2 Einwirkungen und Gefährdungsbilder

- Die Berücksichtigung der vertikalen Bahnlasten mit dem Lastmodell D4 in der finalen Version ist vernünftig. Das Gefährdungsbild Entgleisen wurde in den Berechnungen des PV nicht berücksichtigt. Innerhalb der Gegenrechnung wurde die Belastung im STATIK-Modell des PV berücksichtigt.
- Für die Ermittlung der Bremskraft wurde auf der sicheren Seite liegend die Streckenklasse E5 verwendet. Die verwendeten Einflusslängen zur Ermittlung der Bremslasten können nicht nachvollzogen werden. Wir gehen nicht davon aus, dass der Überbau ohne Dilatationen an allen Bremspfeilern angeschlossen ist. Für eine abschliessende Beurteilung fehlen jedoch Bestandsunterlagen. Die Beurteilung der Machbarkeit des vorgesehenen Umbaus kann ohne die Bestandsunterlagen erfolgen.
- Bisher werden vom Projektverfasser keine Entgleisungslastmodelle geprüft. Gemäss Gegenrechnung dürfte das Entgleisungslastmodell 2 für den Grenzzustand der Tragfähigkeit Typ 2 massgebend werden.
- Auf die Reduktion des Teilsicherheitsbeiwerts für Eigengewicht auf 1.20 wird verzichtet, was ohne Kontrollen der Abmessungen korrekt ist.

5.3 Nachweise der Tragsicherheit

- Ob der Bestandspfeiler 5/6 ausreichend tragfähig ist, um die Anfahr- und Bremskräfte abzutragen, kann anhand der vorliegenden Unterlagen nicht beurteilt werden (s.o.). Für die Beurteilung der Machbarkeit ist der effektiv vorhandene Erfüllungsgrad der Nachweise aus unserer Sicht nicht zwingend erforderlich. Wir empfehlen den Ansatz zu prüfen, den Bestand hinsichtlich des Abtrags der Längskräfte durch den Umbau nicht resp. unwesentlich zu schwächen.
- Im Falle des Abtrags der Längskräfte beträgt die Reduktion der Biegebewehrung rund 1.5% im Endzustand resp. rund 2% im Bauzustand (Länge des Abbruchs bezogen auf die Breite des Gesamtpfeilers und 2 Bewehrungslagen). Aus unserer Sicht ist die Reduktion vertretbar, die geschnittene Bewehrung kann falls erforderlich durch eingebohrte Eisen ersetzt werden. Die zusätzlichen Bewehrungseisen wären in Pfahlbankett und Lagerbalken zu verankern.

- Die Reduktion der Druckzone beträgt ca. 1% im Endzustand (Fläche Reduktion bezogen auf die Fläche einer Wandscheibe), was aus unserer Sicht akzeptiert werden kann.
- Die Ermittlung des Zugwiderstands der bestehenden Bewehrung kann nicht nachvollzogen werden. Das vom PV gewählte System zur Umlenkung der Lagerreaktionen aus dem Randträger dürfte jedoch auf der sicheren Seite liegen. Der Lagerbalken dürfte gemäss Planunterlagen auf der Widerlagerscheibe zentriert sein, wodurch keine Umlenkung in Brückenlängsrichtung erforderlich wird. Die Bestandsbewehrung im Riegel (16 Ø 28, $f_{sd} = 205 \text{ N/mm}^2$, $F_{Rd} = 1'767 \text{ kN}$) deckt die erforderliche Umlenkraft auch im Lastfall Entgleisen ab.
- Der Ermüdungsnachweis der Eisen zur Umlenkung wird vom Projektverfasser nicht geführt. Dieser dürfte jedoch ohne zusätzliche Verstärkung gelingen.

6 Schlussfolgerung

Die durchgeführte konzeptionelle Prüfung zeigt auf, dass die vorgesehenen Massnahmen grundsätzlich umsetzbar sind. Dafür ist vorgängig das statische System der Längslagerung zu klären, falls am Nachweiskonzept festgehalten wird. Allenfalls kann in Absprache mit der SBB eine Einigung erzielt werden, dass der Nachweis des Längskraftabtrags über eine Ermittlung der Reduktion erfolgen kann. Für die Nachweise des Lagerbalkens sind im Zuge der weiteren Projektierung sowohl das Entgleisungslastmodell 2 als auch die Ermüdungsbeanspruchungen zu untersuchen. Sollten die Nachweise nicht gelingen, kann der Lagerbalken relativ einfach verstärkt werden. Wir gehen aktuell jedoch davon aus, dass keine Verstärkungen des Lagerbalkens erforderlich werden.

Flückiger + Bosshard AG
Zürich, 15. Juni 2020



Pirmin Steck



Christoph Singer