

STADT **Baden**

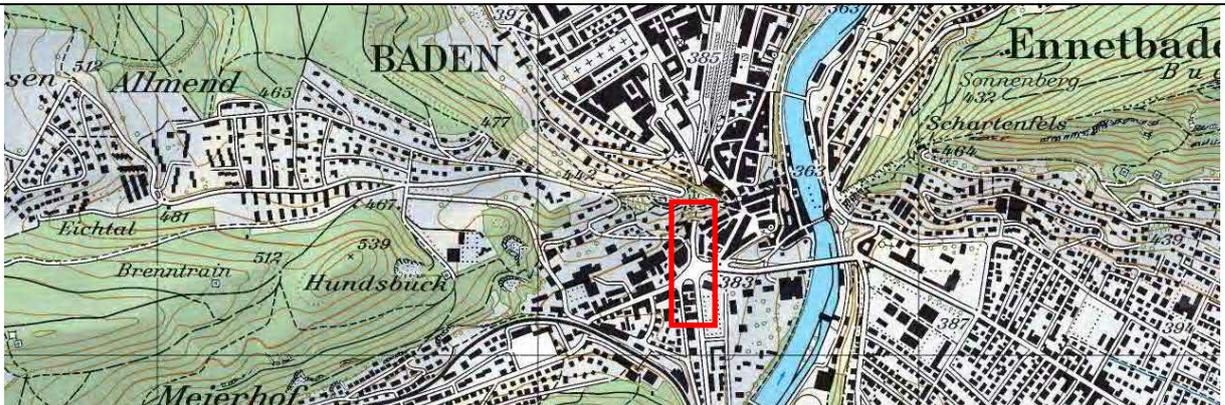
STRASSE **K117**

VORHABEN **Führung Limmattalbahn über Schulhausplatz / Bruggerstrasse**

OBJEKT B-299 Schulhausplatzpassage
B-218 D / F Fahrbahnplatte Bruggerstrasse / Tunnelgarage
B-218 c Decke Tankanlage
B-218 b Bahntunnel SBB

Bericht **Machbarkeitsstudie Limmattalbahn**

Machbarkeitsstudie Limmattalbahn



PROJEKTVERFASSER

 **TBF + Partner AG**
Planer und Ingenieure

Turnerstrasse 25
Postfach
8033 Zürich, Schweiz
T: +41 43 255 23 00
F: +41 43 255 23 99
E: tbf@tbf.ch
www.tbf.ch

Zweigniederlassungen:
4982 Agno TI (CH)
3011 Bern (CH)
71032 Böblingen (DE)



BÄNZIGER PARTNER AG

Bänziger Partner AG
Ingenieure + Planer SIA USIC
Im Roggebode 1
5400 Baden
www.bp-ing.ch

Tel. 056 221 62 21
Fax 056 221 62 23
baden@bp-ing.ch

Zürich/Baden, 11.06.2013

Dokument Nr. 19930.005
Version 1.0
Genehmigt / geprüft WEN / FE
Ergänzt -

Änderungsnachweis

Version	Datum	Bezeichnung der Änderungen	Verteiler
1	11.06.13	Originalfassung	TBA Kt. AG / TBF
2			
3			
4			

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
1. Einführung	8
1.1 Ausgangssituation	8
1.2 Aufgabenstellung	9
1.3 Perimeter	9
1.4 Vorgehen	10
1.5 Randbedingungen	10
1.6 Grundlagen	11
2. Variantenstudie Linienführung	12
2.1 Variante 1, richtungsgetrennte Linienführung	12
2.2 Beurteilung	13
2.2.1 Öffentlicher Verkehr (öV)	13
2.2.2 Motorisierter Individualverkehr (MIV)	13
2.2.3 Langsamverkehr (LV)	14
2.2.4 Schlussfolgerung	14
2.3 Variante 2, Gleistrasse mit Gegenverkehr	14
2.4 Beurteilung	15
2.4.1 Öffentlicher Verkehr (öV)	15
2.4.2 Motorisierter Individualverkehr (MIV)	15
2.4.3 Langsamverkehr (LV)	15
2.4.4 Schlussfolgerung	15
2.5 Variante 3, richtungsgetreintes Trasse mit Haltestelle Hochbrücke	16
2.6 Beurteilung	16
2.6.1 Öffentlicher Verkehr (öV)	16
2.6.2 Motorisierter Individualverkehr (MIV)	16
2.6.3 Langsamverkehr (LV)	17
2.6.4 Schlussfolgerung	17
2.7 Variantenempfehlung	17
3. Machbarkeitsstudie Linienführung	18
4. Machbarkeitsstudie Kunstbauten	21
4.1 Grundlagen	21
4.1.1 Auftrag und Abgrenzung	21

4.1.2	Organisation	21
4.1.3	Dokumente	22
4.2	Linienführung der Limmattalbahn	23
4.2.1	Variante A: Linienführung bekannt	23
4.2.2	Variante B: Linienführung unbekannt	23
4.3	Einwirkung Limmattalbahn (Schmalspurbahn)	24
4.4	Statische Überprüfung Kunstbauten mit Limmattalbahn (LTB)	25
4.4.1	B-299, Schulhausplatzpassage	25
4.4.2	B-218 D/F, Fahrbahnplatte Bruggerstrasse / Tunnelgarage	34
4.4.3	B-218 c, Decke Tankanlage	48
4.4.4	B-218 b, Bahntunnel SBB	59
4.5	Empfehlungen	71
4.5.1	B-299, Schulhausplatzpassage	71
4.5.2	B-218 D/F, Fahrbahnplatte Bruggerstrasse / Tunnelgarage	73
4.5.3	B-218 c, Decke Tankanlage	75
4.5.4	B-218 b, Bahntunnel SBB	77
4.6	Vorinvestitionen zu Gunsten der Limmattalbahn	78
4.6.1	B-299, Schulhausplatzpassage	78
4.6.2	B-218 D/F, Fahrbahnplatte Bruggerstrasse / Tunnelgarage	79
4.6.3	B-218 c, Decke Tankanlage	79
4.6.4	B-218 b, Bahntunnel SBB	79
4.7	Machbarkeitsstudie Linienführung	80
4.8	Machbarkeit Kunstbauten (Bänziger Partner AG)	82
4.9	Vorinvestitionen Projekt Schulhausplatz	82
4.10	Schlussbemerkung	83

Tabellenverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Anhang

Situation 1:500

Längenprofil 1:500/25

Total Seiten (inkl. Anhang)

90

Zusammenfassung

Die Limmattalbahnhof AG sieht vor, bis 2020 eine Stadtbahn zwischen Altstetten (ZH) und Spreitenbach (AG) zu realisieren. Die Weiterführung der Bahn bis zum Bahnhof Baden steht zurzeit zur Diskussion. Für die vorgesehene Linienführung von Wettingen über die Hochbrücke und den Schulhausplatz bis zum Bahnhof Baden muss die Machbarkeit nachgewiesen werden. Es ist ein Realisierungshorizont von ca. 20 Jahren vorgesehen.

A) Variantenstudie

In der Variantenstudie werden mögliche Linienführungen für eine Realisierung der Limmattalbahnhof über den Schulhausplatz geprüft. Dabei konnten drei grundsätzlich verschiedene Varianten ausgearbeitet und miteinander verglichen werden:

Variante 1: Richtungsgetrennte Linienführung

In der Variante 1 wird die Limmattalbahnhof in beiden Fahrrichtungen mit dem MIV geführt. In der Fahrrichtung Wettingen kann die neue Haltestelle „Schulhausplatz Süd“ zwischen dem Vorplatz des Bezirksgebäudes und der neuen Busrampe eingepasst werden. Die Haltestelle Nord ist bereits bestehend, wird aber infolge der Doppelnutzung von Bahn und Bus angepasst werden müssen.

Variante 2: Gleistrasse mit Gegenverkehr

Die Variante 2 ist bis auf die Querung des Schulhausplatzes und die Funktion der Haltestelle Schulhausplatz Nord identisch zu Variante 1. Dabei wird der Streckenabschnitt von der LTB im Gegenverkehr befahren und die Haltestelle Schulhausplatz Nord in beiden Fahrrichtungen bedient. Es sind Anpassungen an der Haltestellengeometrie notwendig.

Da die Stadtbahn in Fahrrichtung Wettingen über die Gegenfahrbahn des MIV und die Radstreifen führt, ist der gesamte Verkehr auf der Mellingerstrasse in Fahrrichtung Bahnhof bereits auf der Hochbrücke zurückzuhalten.

Variante 3: Richtungsgetrenntes Trasse mit Haltestelle Hochbrücke

Mit der Variante 3 wird die Idee verfolgt, eine Haltestelle auf der Hochbrücke zu realisieren. Zum einen wird die bestehende, gut ausgelastete Bushaltestelle nicht durch die Limmattalbahnhof zusätzlich belastet zum anderen sind die Auswirkungen auf den Knoten Schulhausplatz geringer. Die Velostreifen müssen im Bereich der Haltestelle unterbrochen werden.

Variantenvergleich

Die Variante 1 weist durch die geringste Beeinträchtigung der anderen Verkehrsteilnehmer die besten Chancen für eine Umsetzung auf.

Es stellt sich aber die Frage, ob die Haltestelle Schulhausplatz durch den sehr dichten Busfahrplan (in Fahrtrichtung Bahnhof fährt ca. alle 2-4 Minuten ein Bus) das Passagieraufkommen genügend abdecken kann. Die gegenseitige Behinderung an der Haltestelle wirkt sich ausserdem sowohl auf den MIV als auch auf den LV aus. Auch in der Fahrtrichtung Hochbrücke stellt sich die Frage, welche Auswirkungen auf den Veloverkehr in Kauf genommen werden können.

Die Variante 2 mit Gegenverkehr und der Nutzung der Haltestelle in beiden Fahrtrichtungen muss aufgrund der Verkehrsmenge (MIV / öV) und der geringen Chancen auf eine Bewilligung (Stadtbahn fährt im Gegenverkehr zum MIV) durch das BAV, ausgeschlossen werden. Zudem wäre ein kostenintensives Zugsicherungssystem notwendig.

Die Variante 3 mit der Fahrbahnhaltstelle auf der Hochbrücke ist ebenfalls in Frage zu stellen, da die Haltestelle auf der Brücke weit entfernt von der Anbindung zur Altstadt und zur Schule liegt. Nur mit einer neuen Fussgängerquerung könnten unkontrollierbare Seitenwechsel über die Mellingerstrasse verhindert werden.

Werden die Varianten einander gegenüber gestellt, so vermag keine der Varianten bei der heutigen Verkehrsbelastung des Schulhausplatzes zu überzeugen. Ist eine Verkehrsreduktion des MIV umsetzbar (siehe „verkehrstechnische Machbarkeit“), so empfehlen wir für die weitere Bearbeitung die Variante 1 weiter zu verfolgen.

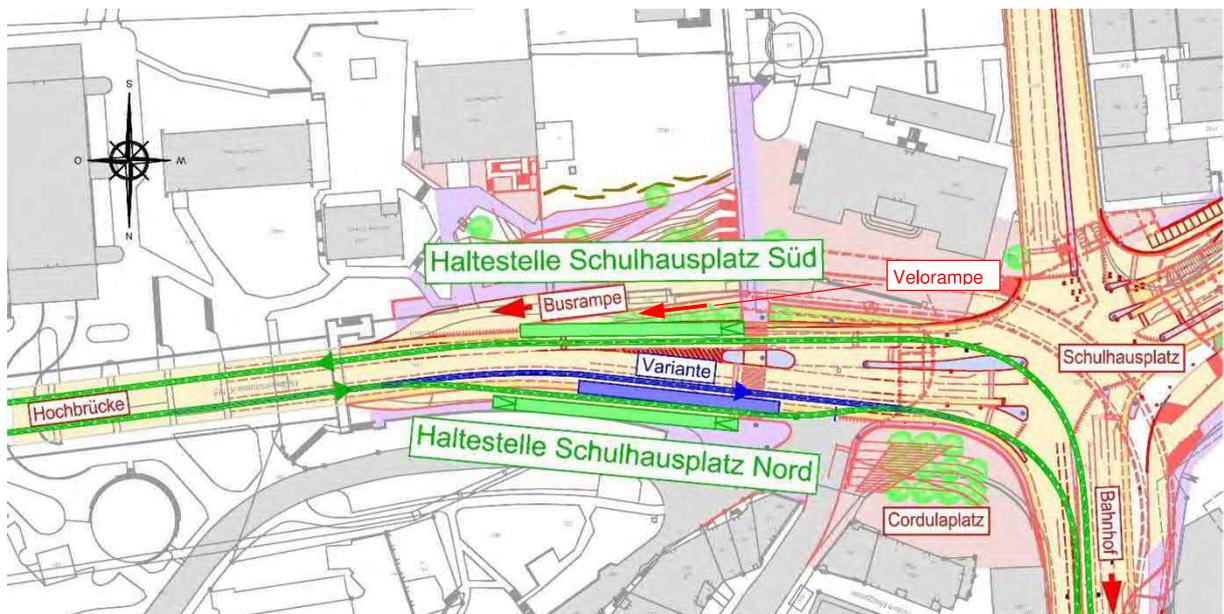


Abbildung 1 Variante 1 richtungstrennte Linienführung

B) Machbarkeitsstudie Linienführung

In der Machbarkeitsstudie wurde der Perimeter von der Hochbrücke über den Schulhausplatz und Schlossbergtunnel bis und mit der Busrampe überprüft.

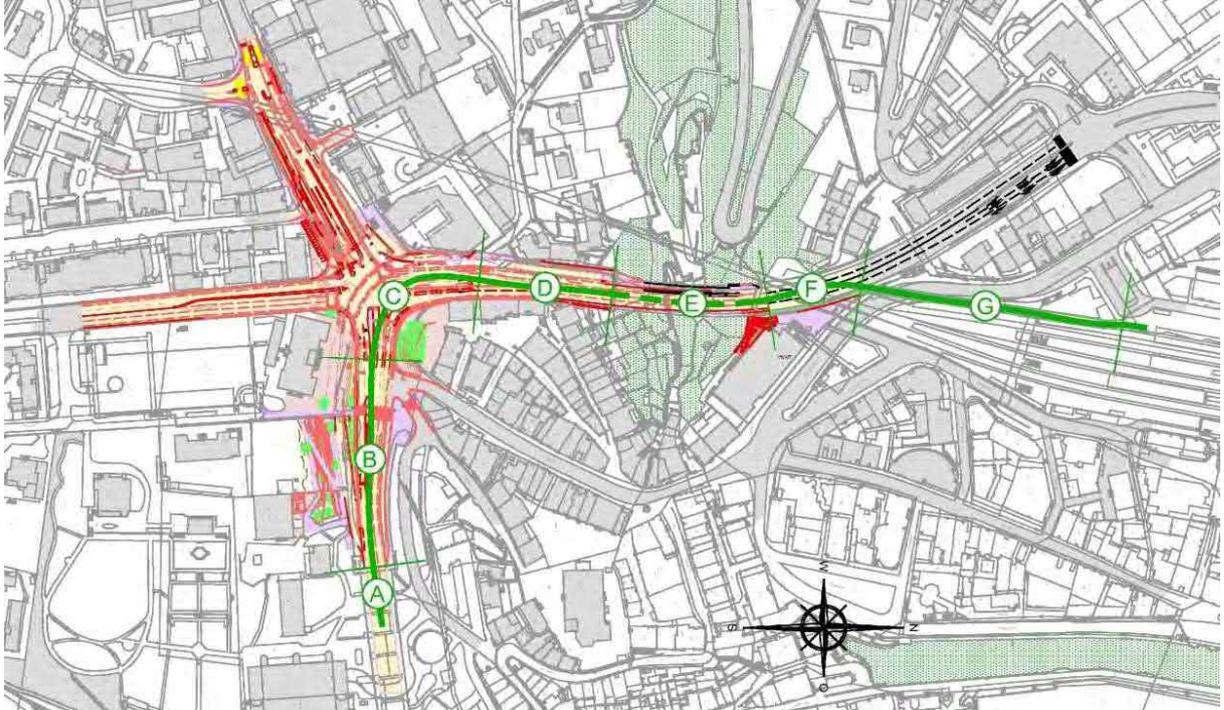


Abbildung 2 Übersichtplan / Perimeter mit Einteilung der Abschnitte:

A) Hochbrücke, B) Haltestelle Schulhausplatz, C) Schulhausplatz / Fussgängerpassage, D) Tunnelgarage, E) Zugangsstollen / Schlossbergtunnel, F) SBB-Brücke / Bruggerstrasse, G) Busrampe

In der Machbarkeitsstudie konnte aufgezeigt werden, dass eine richtungstrennte Linienführung der Limmattalbahn (Variante 1) inklusive den Haltestellen Schulhausplatz Süd und Nord unter Vorbehalt der Bewilligung des BAV und Anpassung der Kunstbauten realisiert werden kann.

Im heutigen Projekt „Schulhausplatz“ wurde dem Veloverkehr eine grosse Bedeutung zuerkannt. Mit der Inbetriebnahme der Limmattalbahn werden für den Veloverkehr neue Lösungen gesucht werden müssen d.h., dass teilweise auf Velostreifen verzichtet werden muss. Konfliktpunkte sind auf der Hochbrücke, im Bereich der Haltestelle Schulhausplatz Nord und Süd, dem Schulhausplatz und der SBB-Brücke durch enge Platzverhältnisse und Kreuzungen der Verkehrswege gegeben. Da die Limmattalbahn aufgrund des Lichtraumprofils mehr Platz benötigt, liegen Anpassungen am Velokonzept auf der Hand. Die Limmattalbahn kann nur umgesetzt werden, wenn der Veloverkehr in der Priorität entsprechend zurückgestuft oder umorganisiert bzw. mit dem MIV geführt wird. Können die von der Limmattalbahn betroffenen Velostreifen nicht anderweitig platziert werden, so ist die Machbarkeit in Frage zu stellen resp. nicht mehr gegeben.

Aus der Sicht des öffentlichen Verkehrs ist die Doppelnutzung der Haltestelle Nord durch die Stadtbahn und die Busse nicht optimal. Zum einen darf durch die höhere Auslastung der Haltestelle Nord kein Rückstau auf die Hochbrücke durch wartende Busse oder Schienenfahrzeuge erzeugt werden. Zum andern ist zu beachten, dass für die Busse bei den örtlichen Erhöhungen der Haltekante (Kissen infolge verschiedener Haltekantenhöhen; Bus 16 – 23 cm, Bahn 30 cm) nur Teilbereiche der Haltestelle behindertengerecht nutzbar sind. Zudem muss das bestehende Perron auf 3m verbreitert werden.

Für die Machbarkeit wird vorausgesetzt, dass die Lage der Haltestellen Nord und Süd beim Knoten Schulhausplatz durch das BAV bewilligt wird.

Im Rahmen dieser Machbarkeitsstudie wurde die verkehrstechnische Machbarkeit nicht detailliert überprüft. Die Auswirkungen der Linienführung der Limmattalbahn auf die anderen Verkehrsteilnehmer wurde qualitativ (z.B. längere Warte- / Stauzeiten) nicht jedoch quantitativ abschliessend beurteilt. Die quantitative Beurteilung erfolgte durch das Ingenieurbüro SNZ mit dem Bericht „Zusatzuntersuchung Schulhausplatz / Brückenkopf Ost“ vom 30.06.2010. Ein verkehrstechnisches Gutachten über die Funktionalität des Schulhausplatzes unter Berücksichtigung der Umsetzung des Baldeggtunnels (Süd-West-Umfahrung via Autobahn) ist nicht bekannt.

C) Machbarkeit Kunstbauten (Bänziger Partner AG)

Das Ingenieurbüro Bänziger Partner AG überprüfte die Kunstbauten auf die zusätzliche statische Belastung mit der Realisierung der Limmattalbahn. Daraus konnten die Vorinvestitionen, welche mit dem Projekt Schulhausplatz zu realisieren sind ermittelt und Empfehlungen abgegeben werden. Da noch kein konkretes Projekt vorliegt, wird eine unbekannte Linienführung angenommen. Falls von der Realisierung der Limmattalbahn ausgegangen werden kann, ist es sinnvoll, die Schulhausplatzpassage auf die erhöhten Lasten auszulegen. Bei der Fahrbahnplatte Bruggerstrasse / Tunnelgarage ist es zweckmässig, die Konstruktion zu verstärken und die neuen Deckenteile auf die erhöhten Lasten auszulegen. Die Decke bei der Tankanlage (Einfahrtsbereich Tunnelgarage) muss ebenfalls für den neuen Belastungsfall verstärkt werden. Da der betroffene Bereich ausserhalb des Projektperimeters des Schulhausplatzes liegt, sind derzeit keine Vorinvestitionen sinnvoll.

Die statische Überprüfung des Bahntunnels (SBB-Brücke) ergab, dass die Tragsicherheit mit der Limmattalbahn nur teilweise erfüllt ist. Auch hier wird empfohlen, aufgrund der Lage ausserhalb des Projektperimeters des SHP vorerst auf die Vorinvestitionen zu verzichten.

D) Kosten

Unter der Voraussetzung der Realisierung der Limmattalbahn werden mit dem Projekt Schulhausplatz folgende Vorinvestitionen (Grobkostenschätzung +/- 25%) notwendig:

	Schulhausplatzpassage	Fahrbahnplatte Bruggerstrasse / Tunnelgarage
Baukosten	Fr. 810'000	Fr. 450'000
Honorare + Drittkosten	Fr. 130'000	Fr. 100'000
Total	Fr. 940'000	Fr. 550'000
MWST 8%	Fr. 75'200	Fr. 44'000
Rundung	Fr. 4'800	Fr. 6'000
Total inkl. MWST	Fr. 1'020'000	Fr. 600'000

Tabelle 1 Grobkostenschätzung +/- 25% über die Vorinvestitionen für das Projekt Schulhausplatz

Alle weiteren baulichen Massnahmen (z.B. Busrampe, Hochbrücke, Anpassung an der Oberfläche etc.) die infolge der Limmattalbahn notwendig werden sind in den Kosten nicht enthalten.

E) Schlussbemerkung

In der Machbarkeitsstudie konnte nachgewiesen werden, dass eine Linienführung für die Limmattalbahn von der Hochbrücke, via Schulhausplatz und Busrampe bis zum Bahnhof grundsätzlich möglich ist. Es muss jedoch vorausgesetzt werden, dass:

- die Verkehrsmenge (MIV) den Mischverkehr mit der Bahn zulässt
- die Linienführung und Lichtraumprofile durch das BAV genehmigt werden
- der Veloverkehr teilweise mit dem MIV geführt wird
- die Haltestellen Schulhausplatz Nord und Süd durch das BAV bewilligt werden
- der Fahrplan der Haltestelle Nord die Bedienung durch die Limmattalbahn ermöglicht, ohne Rückstau durch wartende Busse zu erzeugen

Um zu einem späteren Zeitpunkt die Limmattalbahn von Spreitenbach bis zum Bahnhof Baden via Schulhausplatz realisieren zu können, sind die vorgeschlagenen Vorinvestitionen mit den baulichen Massnahmen an der Schulhausplatzpassage und in der Tunnelgarage von Fr. ca. 1.62 Mio. sinnvoll.

1. Einführung

1.1 Ausgangssituation

Die Limmattalbahn AG sieht vor, bis 2020 eine Stadtbahn zwischen Altstetten (ZH) und Spreitenbach (AG) zu erstellen. Die Weiterführung der Bahn bis zum Bahnhof Baden steht zurzeit zur Diskussion. Für die vorgesehene Linienführung von Wettingen über die Hochbrücke und den Schulhausplatz bis zum Bahnhof Baden muss die Machbarkeit nachgewiesen werden. Es ist ein Realisierungshorizont von ca. 20 Jahren vorgesehen.

Im Zusammenhang mit dem bereits laufenden Projekt „Schulhausplatz“ (Bustunnel / Fussgängerpassage / Neugestaltung Knoten) stellen sich nun Fragen nach allfälligen Vorinvestitionen oder notwendigen Anpassungen an der neuen Fussgängerpassage und Stadttunnel / Tunnelgarage.

Im Dezember 2012 wurden die Ingenieurbüros TBF Partner AG und Bänziger Partner AG vom Departement Bau, Verkehr und Umwelt des Kantons Aargau mit einer Varianten- und Machbarkeitsstudie beauftragt. Der Perimeter umfasst die Linienführung ab der Hochbrücke – Schulhausplatz – Stadttunnel – SBB-Brücke Bruggerstrasse und die Busrampe Richtung Bahnhof Baden.

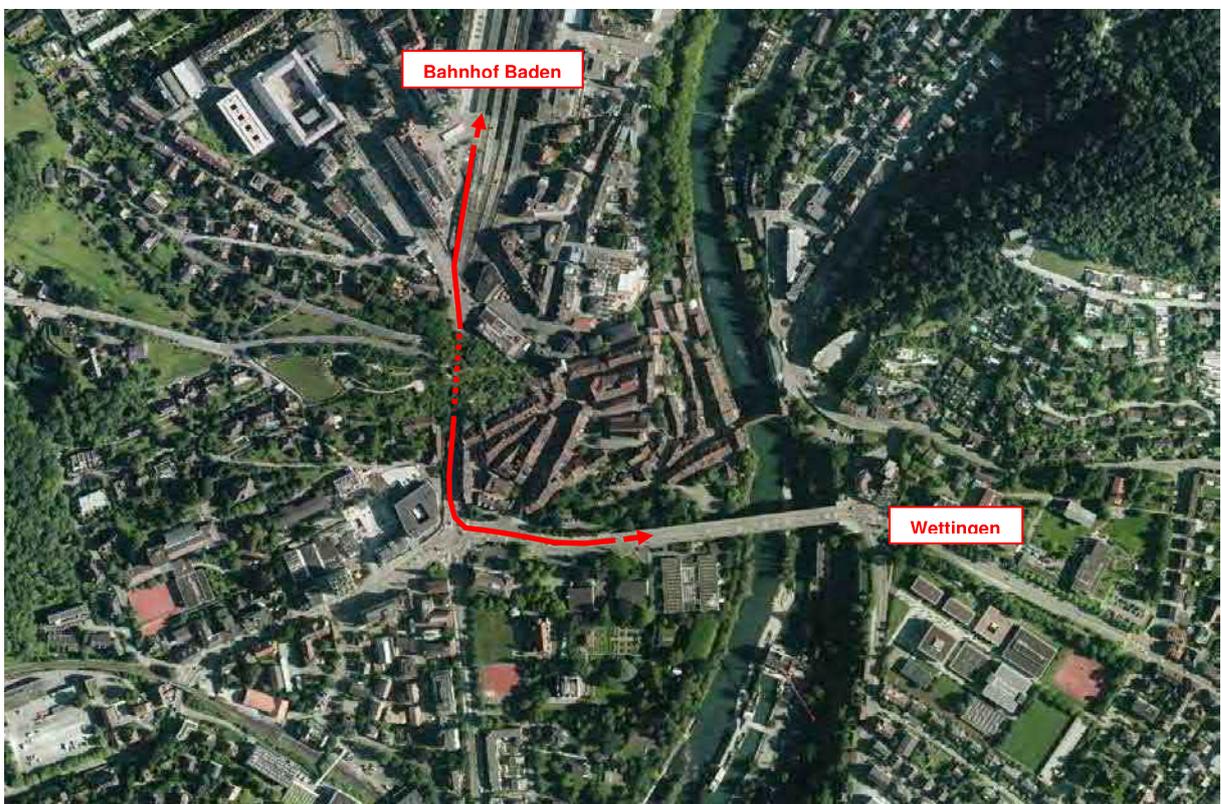


Abbildung 3 Zu prüfende Linienführung der Limmattalbahn – Orthofoto aus AGIS

1.2 Aufgabenstellung

In erster Linie ist das in Bearbeitung stehende Projekt „Schulhausplatz“ in Bezug auf die Realisierung der Limmattalbahn hin zu überprüfen (Bereich C). Dabei muss für beide Fahrrichtungen eine Haltestelle beim Bezirksgebäude / Schulhausplatz (Bereiche A/B/C/D) ermöglicht werden können. In diesem Zusammenhang sind in einer Variantenuntersuchung die Möglichkeiten aufzuzeigen und in einem Vergleich die Bestvariante zu ermitteln.

Im Weiteren soll der Betrachtungsperimeter von der Hochbrücke (Bereich A) bis zur Busrampe (Bereich G) erweitert werden. Anhand der Untersuchung der Auswirkungen auf die bestehenden und neuen Bauwerke ist die Machbarkeit der Linienführung nachzuweisen.

1.3 Perimeter

Der Perimeter der Varianten- und Machbarkeitsstudie umfasst folgendes Gebiet und Abschnitteinteilung:

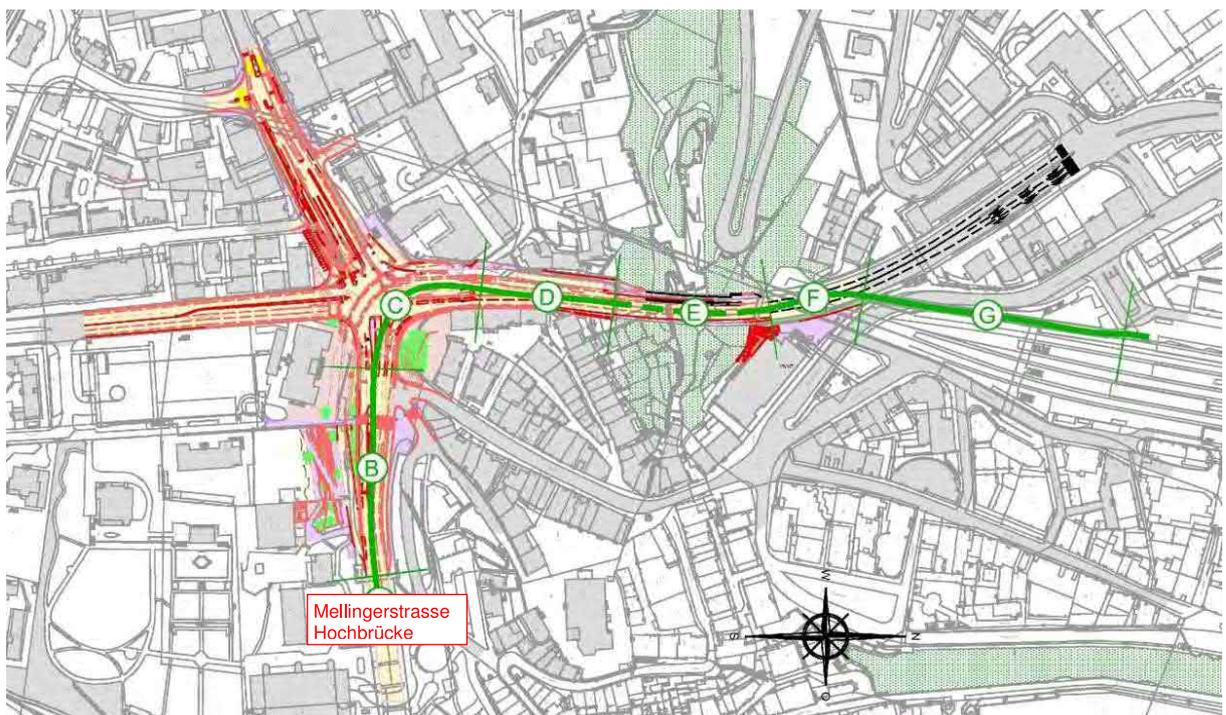


Abbildung 4 Übersichtsplan / Perimeter mit Einteilung der Abschnitte:

A) Hochbrücke, B) Haltestelle Schulhausplatz, C) Schulhausplatz / Fussgängerpassage, D) Tunnelgarage, E) Zugangstollen / Schlossbergtunnel, F) SBB-Brücke / Bruggerstrasse, G) Busrampe

1.4 Vorgehen

Die Varianten- und Machbarkeitsstudie basiert auf dem Projekt „Schulhausplatz“, das sich momentan in der Bearbeitungsstufe „Auflageprojekt“ befindet.

Variantenstudie Schulhausplatz:

Zwischen der Hochbrücke und dem Stadttunnel konnten anhand von grob definierten Trassierungselementen (Horizontalachse) drei verschiedene Varianten für die Linienführung und die Haltestellen ermittelt werden. Darauf folgte die Zusammenstellung der Auswirkungen auf die anderen Verkehrsteilnehmer (öffentlicher Verkehr, Individual- und Langsamverkehr). Aufgrund der Resultate bestimmte das Departement Bau, Verkehr und Umwelt des Kantons Aargau an der Projektsitzung vom 18.02.2013 die weiter zu verfolgende Variante für den Nachweis der Machbarkeit.

Nachweis der Machbarkeit:

Für den Nachweis der Machbarkeit wurde der Betrachtungsperimeter von der Hochbrücke bis zur Busrampe Richtung Bahnhof erweitert, siehe Grafik im Kapitel Perimeter. Die Untersuchung erfolgte abschnittsweise pro Bauwerk resp. Strassenabschnitt für die Horizontal- und Vertikalachse.

1.5 Randbedingungen

1. Das neue Trasse der Limmattalbahnhof soll von der Hochbrücke, über den Schulhausplatz und Schlossbergtunnel sowie die bestehende Busrampe zum Bahnhof führen.
2. Die zurzeit zur Diskussion stehende Südumfahrung mit dem Baldeggtunnel (Autobahn Dättwil - Untersiggenthal) könnte bei entsprechender Verkehrsbelastung des Schulhausplatzes die Weiterführung der Limmattalbahnhof bis zum Bahnhof Baden ermöglichen. Die Südumfahrung von Baden mit dem Baldeggtunnel wird in der Studie jedoch nicht berücksichtigt.
3. Der Individual- und Langsamverkehr wird dem öffentlichen Verkehr (Bus / LTB) untergeordnet.
4. Es sind für beiden Fahrrichtungen je eine Haltestelle beim Schulhausplatz zu berücksichtigen.
5. In dieser Studie wird der eigentliche Knoten nicht überarbeitet. Die genauen Auswirkungen auf die Verkehrsteilnehmer werden nur ansatzweise abgeschätzt.
6. Der Cordulaplatz darf durch die LTB nicht verändert werden, kleine Korrekturen sind aber möglich.
7. Auf der LTB-Linie werden Zweirichtungsfahrzeuge eingesetzt.

8. Die Linienführung der LTB soll künftig einen Intervall von 15 min zulassen.

1.6 Grundlagen

1. Vorgaben aus den Projektsitzungen
2. Projekt Schulhausplatz Baden, Stand Januar 2013
3. Factsheet Schulhausplatz Baden, Limmattalbahn auf Schulhausplatz, Generalplaner Gähler und Partner AG, dat. 11.10.2012
4. Deckenanpassungen – Varianten, Bänziger + Partner, dat. 21.01.2013
5. Projektierungsrichtlinien Limmattalbahn, Entwurf, TBF, Stand Dez. 2012
6. Empfehlungen für die Planung von Strassenbahnanlagen auf dem Netz der Verkehrsbetriebe Zürich, Stand August 2008
7. Empfehlung Bushaltestellen, Dep. Bau, Verkehr und Umwelt, Kt. AG, 2011
8. Normalprofile 1:50, Sanierung Schlossbergtunnel, dat. 29.03.2011
9. Projektpläne Busrampe, dat. 1999
10. Bericht Zusatzuntersuchung Schulhausplatz / Brückenkopf Ost (Baden), SNZ, dat. 30.06.2010.

2. Variantenstudie Linienführung

Die Variantenstudie beinhaltet die Bereiche A-D, von Hochbrücke bis zum Portal des Schlossbergtunnels, gemäss Grafik Seite 3.

2.1 Variante 1, richtungsgetrennte Linienführung

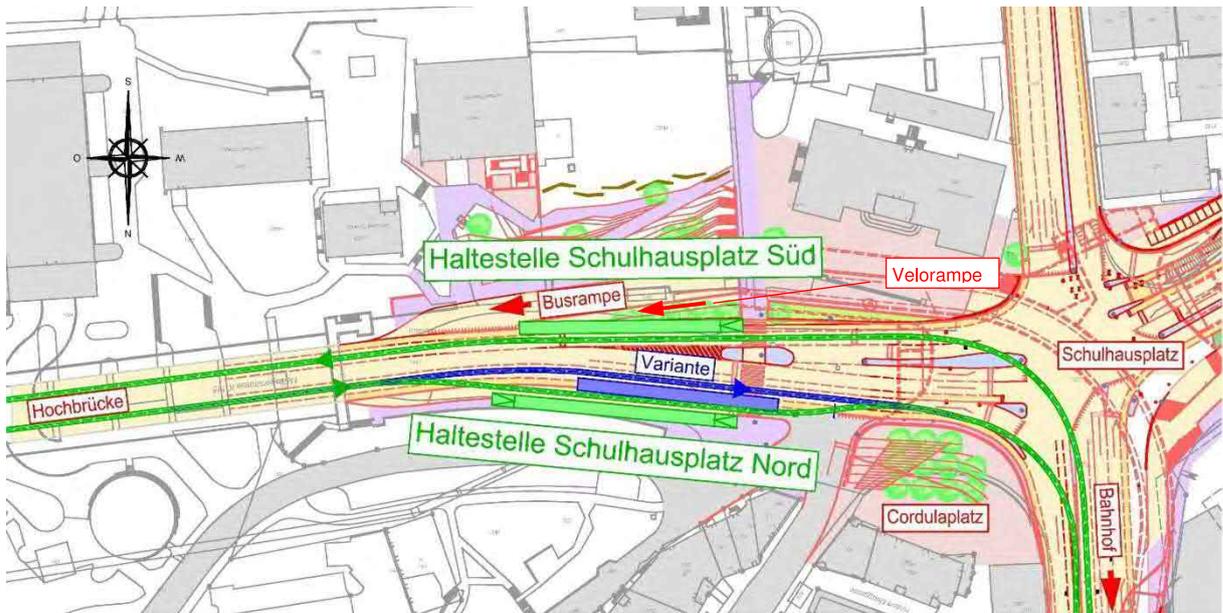


Abbildung 5 Variante 1 richtungsgetrennte Linienführung

In der Variante 1 wird die Limmattalbahn in beiden Fahrrichtungen mit dem MIV geführt. In der Fahrrichtung Wettingen kann die neue Haltestelle „Schulhausplatz Süd“ zwischen dem Vorplatz des Bezirksgebäudes und der neuen Busrampe eingepasst werden. Aufgrund der Haltestellenlänge von min. 45 m + Anrampung von 4 m bleiben je nach Positionierung die Fussgängerquerung über die Mellingerstrasse oder der Einlenker der Velorampe in Richtung Hochbrücke ungelöst.

In Fahrrichtung Bahnhof wird die bestehende Busbucht der Haltestelle Schulhausplatz Nord, in der Grafik grün dargestellt, an der heutigen Lage belassen und für die Doppelnutzung LTB / Bus umgebaut. Die behindertengerechte d.h. niveaugleiche Ausbildung des Perrons ist mit örtlichen Höhenanpassungen in Form von Kissen (Höhe für Busse 16-23 cm und die Bahn 30 cm) sicher zu stellen.

Für die Bedienung der Haltestelle werden die Busse und die Bahn aus dem MIV ausgeflochten; somit muss der Radstreifen entlang der Mellingerstrasse zweimal gequert werden. Um die Verkehrssicherheit garantieren zu können ist eine öV-Bevorzugung mittels VRA zu prüfen.

Untervariante, in der Grafik blau dargestellt:

Mit der Untervariante der vorgeschobenen Haltestelle verbleiben die Bahn und die Busse auf der MIV-Spur. Der Radstreifen wird im Haltestellenbereich unterbrochen. Für die Sicherstellung des Fussgängerübergangs über die Mellingerstrasse muss das Perron örtlich abgesenkt werden. Die öV-Bevorzugung entfällt.

2.2 Beurteilung

2.2.1 Öffentlicher Verkehr (öV)

Die Verkehrsinseln müssen für die LTB überfahrbar ausgestaltet oder an die Situation angepasst werden. Der enge Kurvenradius vom 25 m lässt nur eine geringe Fahrgeschwindigkeit unter 16 km/h zu. Die Querung der Kreuzung benötigt daher viel Zeit, auf Kosten des MIV und des Langsamverkehrs. Die Bahn beeinflusst resp. reduziert die Knotenleistung für die anderen Verkehrsteilnehmer.

Die Haltestelle Schulhausplatz wird heute (2013) in der Hauptverkehrszeit von ca. 25 Bussen / Stunde frequentiert. Mit der Betriebsaufnahme der LTB erhöht sich die Belastung der Haltestelle und der Knotenzufahrt. Dabei spielt die Kompositionslänge, die erhöhte Verzögerungs- und Beschleunigungszeit (gegenüber den Bussen) und auch der Platzbedarf bei der Eingliederung in den MIV eine Rolle. Ausgehend von den Verkehrsberechnungen des Ingenieurbüros SNZ führt die Einführung der LTB zur Knotenüberlastung. Durch die Überlastung des Knotens sind zusätzliche Stauzeiten zu erwarten, die nicht nur den MIV sondern auch die Linienbusse beeinflussen. Die Kapazität des öV insbesondere auch der Haltestelle wird demzufolge reduziert. Ob nur schon die veränderte Haltestellen-Geometrie die Kapazität den künftigen Busbetrieb einschränkt, kann aufgrund fehlender Daten nicht beurteilt werden.

Aufgrund der technischen Vorgaben aus den Projektierungsrichtlinien der Limmattalbahn konnte eine machbare Linienführung inkl. Haltestellen beim Schulhausplatz ermittelt werden.

2.2.2 Motorisierter Individualverkehr (MIV)

Es wird davon ausgegangen, dass die LTB gegenüber dem MIV priorisiert wird. Um einen fahrplanmässigen Betrieb der LTB durchsetzen zu können muss die betroffene Fahrspur vor der Durchfahrt geräumt werden. Dies gilt auch für die Eingliederung der Bahn in den MIV bei der Haltestelle Nord. Mit längeren Stauzeiten ist zu rechnen.

Für die Querung des Knotens benötigen die Schienenfahrzeuge ca. 40 Sekunden. Während dieser Zeit ist der Knoten für den MIV nur eingeschränkt befahrbar. Eine weitere Behinderung stellt die Bedienung der LTB der Haltestelle Süd dar und die damit verbundene Blockierung der Fahrspur während dem Fahrgastwechsel.

Mit der Untervariante (Fahrbahnhaltestelle) bleibt die LTB im Verkehrsfluss integriert, auch während der Bedienung der Haltestelle Nord.

2.2.3 Langsamverkehr (LV)

In der Bruggerstrasse muss das Funktionieren der Velospuren nach der Knotenanpassung nochmals überprüft werden, könnte aber grundsätzlich möglich sein. Die Velospuren in der Mellingerstrasse müssen in den Haltestellenbereichen unterbrochen werden.

Der Fussgängerübergang über die Mellingerstrasse wird beibehalten, siehe unter Kapitel öffentlicher Verkehr.

2.2.4 Schlussfolgerung

Gemäss Bericht des Ingenieurbüros SNZ ist die Stadtbahn aus der Sicht des Verkehrs realisierbar, wenn die Verkehrsbelastung des Knotens entsprechend reduziert wird. Ob die Reduktion des Verkehrs mit der Realisierung der Umfahrung Baden (Autobahntunnel Baldegg) mit der Variante 1 ausreicht ist offen. Ebenfalls nicht untersucht wurde das Funktionieren der Haltestelle Nord mit der Bedienung durch die Stadtbahn und den Bus, inkl. des Entwicklungspotentials. Die Untervariante (blau) kann aus der Sicht des Verkehrs (öV / MIV) nicht empfohlen werden, da die MIV-Spur durch den öV zu stark eingeschränkt wird.

Die technische Machbarkeit ist grundsätzlich bei beiden Untervarianten gegeben.

2.3 Variante 2, Gleistrasse mit Gegenverkehr

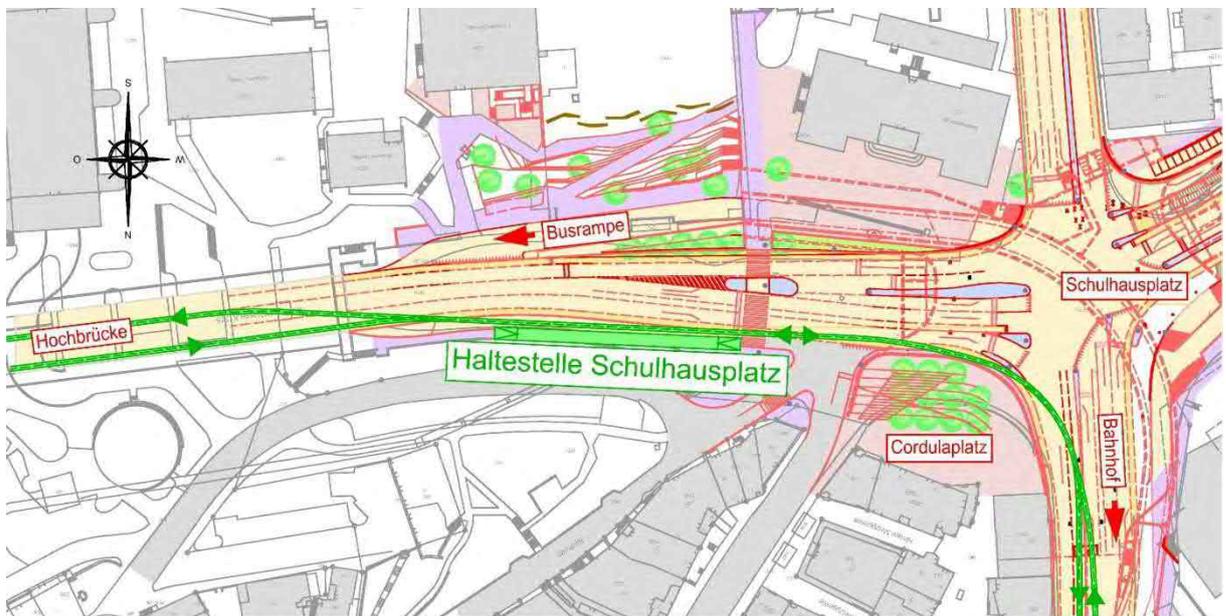


Abbildung 6 Variante 2, Gleistrasse mit Gegenverkehr

Im Gegensatz zur Variante 1 mit der richtungsgetreten Linienführung wird der Streckenabschnitt über den Schulhausplatz von der LTB im Gegenverkehr befahren. Die Haltestelle Schulhausplatz wird in beiden Fahrtrichtungen bedient. Die Geometrie der bestehenden Haltestelle muss an die Linienführung angepasst werden. Da die Stadtbahn in Fahrtrichtung

Wettingen über die Gegenfahrbahn des MIV und Radstreifen führt, ist der gesamte Verkehr auf der Mellingerstrasse in Fahrtrichtung Bahnhof bereits auf der Hochbrücke anzuhalten.

2.4 Beurteilung

2.4.1 Öffentlicher Verkehr (öV)

Die einspurige Linienführung der Stadtbahn über den Schulhausplatz ist nur mit einem Zug-sicherungssystem realisierbar. Dieses muss auf das gesamte Verkehrsregelungssystem des Knotens abgestimmt werden. Während die LTB den einspurigen Streckenabschnitt in Rich-tung Wettingen befährt, ist die Knotenzufahrt von der Hochbrücke für den MIV und den öV blockiert. Die bereits heute hohe Auslastung der Haltestelle Schulhausplatz (25 Bus-se/Stunde) lässt eine Nutzung aus der Gegenrichtung kaum zu. Der Busbetreiber wie auch der MIV würden in Fahrtrichtung Bahnhof massiv gestört. Die Bewilligungsfähigkeit durch das BAV (Bundesamt für Verkehr) ist in Frage zu stellen.

2.4.2 Motorisierter Individualverkehr (MIV)

Die Stadtbahn darf aufgrund der engen Kurvenradien den Streckenteil nur langsam befah-ren. Die für die Strecke benötigte Zeit sowie auch die Bedienung der Haltestelle verunmögli-chen einen flüssigen Verkehr. Aus der Sicht des MIV ist die Variante 2 wenig sinnvoll.

2.4.3 Langsamverkehr (LV)

Auf der Mellingerstrasse, zwischen der Hochbrücke und dem Schulhausplatz muss in Fahrt-richtung Bahnhof auf den Radstreifen verzichtet werden. Die Velofahrer sind gezwungen mit dem MIV auf der Hochbrücke anzuhalten (z.B. VRA-gesteuert) bis die Stadtbahn den einspu-rigen Streckenabschnitt auf der Hochbrücke in Fahrtrichtung Wettingen verlassen hat. Die Möglichkeit, den Radstreifen auf den Gehweg über den Haltestellenbereich zu führen würde nur für das Fahrziel Altstadt / Bahnhof einen Nutzen bringen. Gesamthaft betrachtet wirkt sich die Variante 2 für die Velofahrer sehr ungünstig aus und wird kaum funktionieren.

Der Fussgängerübergang über die Mellingerstrasse kann gewährleistet werden.

2.4.4 Schlussfolgerung

Die Variante 2 mit Gegenverkehr (einspurig) bringt für keine Verkehrsteilnehmer einen signi-fikanten Vorteil. Wir schlagen vor, die Variante nicht mehr weiter zu verfolgen.

2.5 Variante 3, richtungsgetreuntes Trasse mit Haltestelle Hochbrücke

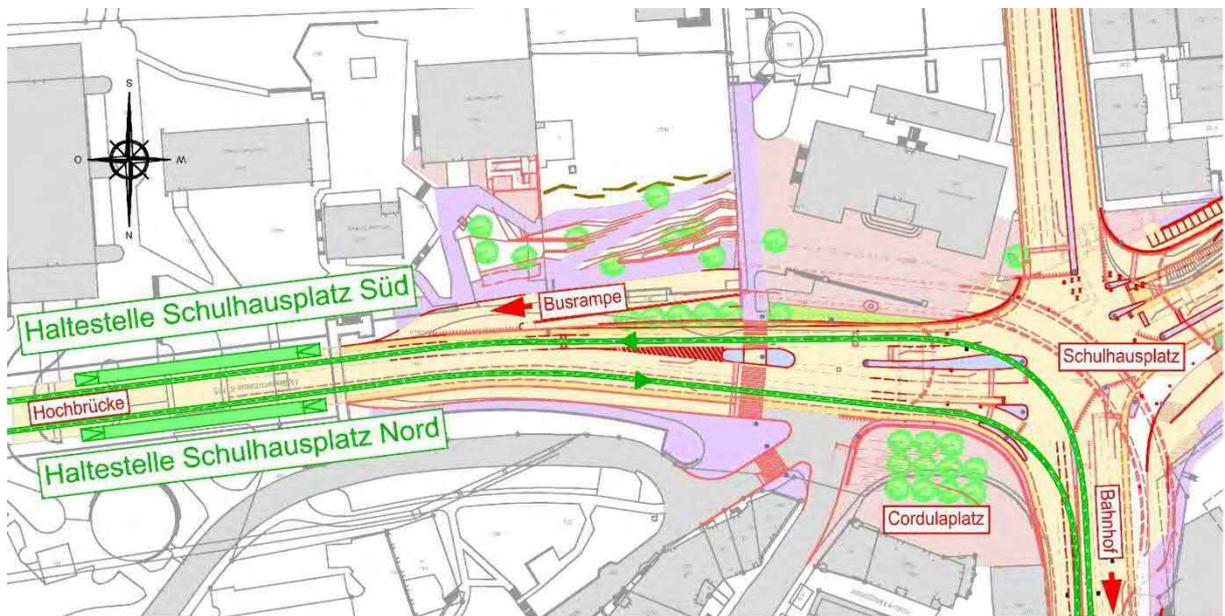


Abbildung 7 Variante 3, Haltestelle Hochbrücke

Mit der Variante 3 wird die Idee verfolgt, eine Haltestelle auf der Hochbrücke zu realisieren. Zum einen wird die bestehende gut ausgelastete Bushaltestelle nicht durch die Limmattal-bahn zusätzlich belastet zum andern sind die Auswirkungen auf den Knoten Schulhausplatz gering. Die Velostreifen sind im Bereich der Haltestelle unterbrochen.

Um eine Haltestelle auf der Hochbrücke realisieren zu können, sind die Statik und die Platz-verhältnisse (Verbreiterung Gehweg / Haltestelle) zu berücksichtigen und allenfalls Mass-nahmen festzulegen.

2.6 Beurteilung

2.6.1 Öffentlicher Verkehr (ÖV)

Der Abstand zum Schulhausplatz und die Loslösung von der bestehenden Bushaltestelle vermindern den gegenseitigen Einfluss von Bus und LTB auf einen Stopp der Stadtbahn an der Fahrbahnhaltestelle.

2.6.2 Motorisierter Individualverkehr (MIV)

Durch die grosse Distanz zwischen der Haltestelle und dem Schulhausplatz kann diese Zone als Puffer für den MIV genutzt werden. Die Verkehrsbehinderungen wirken sich in geringe-rem Mass auf die Knotenkapazität aus als bei den Varianten 1 und 2. In Fahrtrichtung Bahn-hof kann die Bahn an der Haltestelle überholt werden. Die Verkehrssicherheit ist noch zu überprüfen, ist aber mit grosser Wahrscheinlichkeit lösbar.

2.6.3 Langsamverkehr (LV)

Die Fahrbahnhaltestelle behindert den Radverkehr kurzzeitig. Die Variante muss bezüglich der Verkehrssicherheit überprüft werden.

Für die Fussgänger liegt die Haltestelle auf der Brücke an einem eher ungünstigen Ort. Zum einen fehlt eine Fussgängerquerung in diesem Bereich zum andern ist die Distanz zur Anbindung an die Altstadt oder zum Schulhaus mit über 100 m sehr gross. Die Benutzung der Bahnhaltestelle ist somit fraglich bzw. ohne zusätzlichen Übergang eventuell sogar gefährlich, z.B. unkontrollierbare Strassenwechsel durch Fussgänger.

2.6.4 Schlussfolgerung

Trotz dem positiven Effekt auf den MIV und den Schulhausplatz ist die Variante 3 aus der Sicht des öV-Benutzers aufgrund der abseits stehenden Lage nicht sehr sinnvoll. Die notwendigen Anpassungen an der Brücke sind noch vertieft abzuklären.

2.7 Variantenempfehlung

Werden die Varianten einander gegenüber gestellt, so vermag keine der Varianten bei der heutigen Verkehrsbelastung des Schulhausplatzes zu überzeugen. Ist eine Verkehrsreduktion (MIV) machbar, so empfehlen wir die Variante 1 weiter zu verfolgen. Bautechnisch sind alle drei Varianten realisierbar.

Begründung:

Die Variante 1 weist aufgrund des Zusammenspiels mit den anderen Verkehrsteilnehmern die grössten Vorteile für eine Umsetzung auf.

Es stellt sich die Frage, ob die Haltestelle Schulhausplatz durch den sehr dichten Busfahrplan (ca. alle 2-4 Minuten ein Bus in Fahrtrichtung Bahnhof) das Passagieraufkommen nicht genügend abdecken kann. Die gegenseitige Behinderung an der Haltestelle wirkt sich bis in den MIV und LV aus. Auch in der Fahrtrichtung Hochbrücke stellt sich die Frage, welche Auswirkungen auf den Veloverkehr in Kauf genommen werden können.

Die Variante 2 mit Gegenverkehr und der Nutzung der Haltestelle in beiden Fahrtrichtungen muss aufgrund der Verkehrsmenge (MIV / öV) und der Chancenlosigkeit auf eine Bewilligung (Stadtbahn fährt im Gegenverkehr zum MIV) durch das BAV ausgeschlossen werden.

Die Variante 3 mit der Fahrbahnhaltestelle auf der Brücke ist ebenfalls in Frage zu stellen, da die Haltestelle auf der Brücke zu weit entfernt von der Anbindung zur Altstadt und Schule liegt.

3. Machbarkeitsstudie Linienführung

Aus der Variantenstudie geht hervor, dass die Variante 1 mit der richtungsgetrenten Linienführung und den Haltestellen beim Bezirksgebäude (Haltestelle Süd) resp. der bestehenden Haltestelle „Schulhausplatz“ (Haltestelle Nord) sich am besten für die Umsetzung eignet.

Im folgenden Kapiteln wird die Machbarkeit von der Hochbrücke bis zum Fuss der Busrampe geprüft. Dabei werden die quantitativen verkehrstechnischen Aspekte nicht in die Betrachtung einbezogen. Die Schleppkurven wurden ebenfalls nicht geprüft.

Die Prüfung der Machbarkeit stützt sich auf den Projektierungsrichtlinien der Limmattalbahn AG und der VBZ sowie die VSS-Norm.

In den beiliegenden Plänen ist eine mögliche Linienführung der Limmattalbahn dargestellt:

Beilage 1: Situation 1:500

Beilage 2: Längenprofil 1:500/25

Legende:

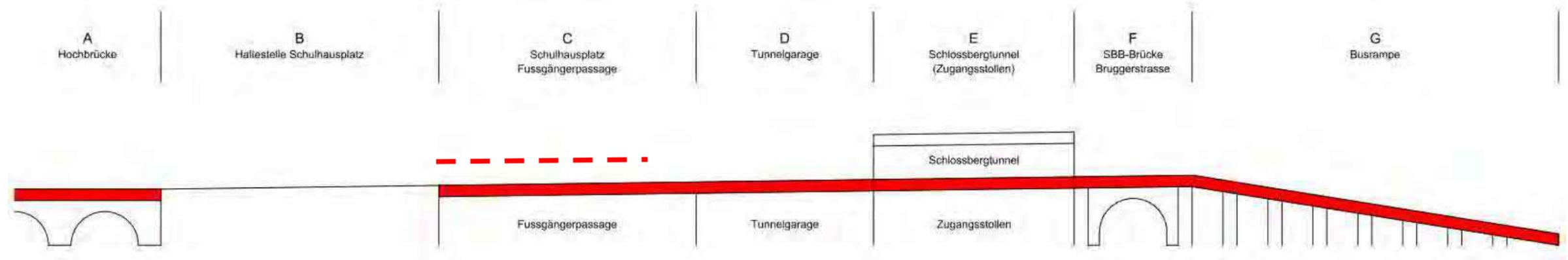
Abkürzungen:

FG	Fussgänger
FR B	Fahrtrichtung Bahnhof Baden
FR W	Fahrtrichtung Wettingen
Fsp	Fahrspur
Hst. N	Haltestelle Nord (Seite Bezirksgebäude)
Hst.S	Haltestelle Süd (Seite best. Bushaltestelle / Altstadt)
LRP	Lichttraumprofil
LTB	Limmattalbahn (Stadtbahn)
LV	Langsamverkehr
MIV	Motorisierter Individualverkehr
öV	öffentlicher Verkehr
V	Velo

Beurteilung:

	LTB ist machbar, keine oder geringe Auswirkungen zu erwarten
	Massnahmen für die technische Machbarkeit erforderlich oder die Bewilligungsfähigkeit wird trotz unterschreiten der Projektierungsrichtlinie der Limmattalbahn als realistisch eingeschätzt
	Die Machbarkeit der LTB ist fraglich oder nicht mehr gegeben
	Beurteilung nicht relevant

Prüfung der Machbarkeit



Legende:
 Massnahmen erforderlich

Abschnitt	A	B	C	D	E	F	G
	Hochbrücke	Haltestelle Schulhausplatz <small>Seite Bezirksgebäude = Haltestelle Süd Best. Bushaltestelle / Altstadt = Haltestelle Nord</small>	Schulhausplatz Fussgängerpassage	Tunnelgarage	Schlossbergtunnel Zugangsstollen	SBB-Brücke Brückenstrasse	Busrampe

Prüfung der horizontalen Linienführung							
Trassierung Rmin = 25 m	Gerade	Rmin = 120 m	Rmin = 25 m	Rmin = 300 m	Rmin = 450 m	Rmin = 200 m	Rmin = 200 m
Länge der Trassierungselemente	i.o.	Teilweise < 10 m; muss später mit der Limmattalbahn AG geklärt werden	Teilweise < 10 m; muss später mit der Limmattalbahn AG geklärt werden	Teilweise < 10 m; muss später mit der Limmattalbahn AG geklärt werden	Teilweise < 10 m; muss später mit der Limmattalbahn AG geklärt werden	Teilweise < 10 m; muss später mit der Limmattalbahn AG geklärt werden	i.o.
Max. mögliche Fahrgeschwindigkeiten [V], Überhöhungen nicht berücksichtigt Vmax = 50 km/h, wie MIV	V = 50 km/h	(V = 34.5 km/h) Beschleunigungs- und Verzögerungsreich bei der Haltestelle	V = ca. 15 km/h	V = 50 km/h	V = 50 km/h	V = 44.6 km/h	V = 44.6 km/h
Haltestelle L = 45 m, B = 3.50 m H = 30 cm	keine	Hst. N+S: L= 45 m; B= 3.0 m (B = 3.50m mit entsprechenden Anpassungen möglich) Hst. N: Nutzung mit Bus => Kissen mit H = 30cm notwendig Hst. S: H = 30 cm, durchgehend	keine	keine	keine	keine	keine
Lichtraumprofil V = Velo PW = Personenwagen LW = Lastwagen (Bus) B = Bahn Fsp = Fahrspur	V / B+LW // PW / B+LW / V 1.50m / 3.65m // 2.90m / 3.65m / 1.5m Total Breite 13.20m Fahrbahn (Gesamtbreite) muss um min. 0.45m verbreitert werden. Anpassung an Brücke notwendig	Sperrfläche / Fsp / V / Fsp. / (V) / Haltestelle Der Velostreifen (V) neben der Haltestelle ist aufgrund Lichtraumprofil der Bahn nicht realisierbar.	Insel / Fsp / Fsp (V) / Fsp / V Der Velostreifen (V) neben der Haltestelle ist aufgrund Lichtraumprofil der Bahn nicht realisierbar. Verkehrinseln und die Lage der VRA müssen angepasst werden	Aufgrund der grösseren Fahrspurbreite für die Bahn mit MIV (LW) von min. 3.30m muss ein Radstreifen entfernt werden. Dadurch verändert sich die Geometrie.	LW / B+PW // B+PW / LW 3.35m / 3.30m // 3.30m / 3.35m B Total = 13.30m Die Fahrbahn (Gesamtbreite) muss um 0.10m verbreitert werden oder die Mindebreite kann bewilligt werden.	LW / B+PW // B+PW / LW 3.35m / 3.30m // 3.30m / 3.35m B Total = 13.30m Es steht eine genügende Fahrbahnbreite zur Verfügung.	Aufgrund der Doppelspur muss die Busrampe um 2.60m verbreitert werden.

Prüfung der vertikalen Linienführung							
Max. Querneigung 1%	Da zurzeit keine definitiven Projekthöhen (Projekt Schulhausplatz) vorhanden sind, können bezüglich der Querneigung und der Auswirkungen keine Aussagen gemacht werden.						
Max. Längsneigung [i] i ≤ 30% / Ausnahme i = 70% Haltestelle i = 20%	i = 1.9‰	i = 31.5‰ Die max. Längsneigung ist im Haltestellenbereich überschritten und muss mit der LTB AG geklärt werden.	i = 31.5‰	i = 31.5‰	i = 31.5‰	i = 48.5‰	i = 48.5‰
Ausrundungsradius Rv ≥ 2'000m	Gerade	Rv = 2'000 m Ausrundungsradius in der Haltestelle ist nicht optimal, aber machbar	Gerade	Gerade	Gerade	Rv = 1'200 m min. Ausrundungsradius unterschritten, aber Rv = 500 m machbar (gem. RL VBZ)	Rv = 1'200 m min. Ausrundungsradius unterschritten, aber Rv = 500 m machbar (gem. RL VBZ)

Abschnitt	A Hochbrücke	B Haltestelle Schulhausplatz <small>Seite Bezirksgebäude = Haltestelle Süd Best. Bushaltestelle / Altstadt = Haltestelle Nord</small>	C Schulhausplatz Fussgängerpassage	D Tunnelgarage	E Schlossbergtunnel Zugangsstollen	F SBB-Brücke Brückenstrasse	G Busrampe
Schlussfolgerungen							
öV, LTB	Die Schienen sind in bestehende Fahrbahnplatte zu integrieren oder entsprechend zu erhöhen.	Die VRA-Steuerung muss über den gesamten Knoten Schulhausplatz auf die LTB abgestimmt werden. Die Realisierung der Velostreifen in den Haltestellenbereichen ist fraglich. Haltestelle Nord: Die Anpassungen die durch die Doppelnutzung Stadtbahn / Bus notwendig werden z.B. das Erstellen von örtlichen Kissens sind noch zu klären. Die LTB muss für die Bedienung der Haltestelle die MIV verlassen und sich unmittelbar vor der Kreuzung wieder in den Verkehr eingliedern. Der MIV und die Velofahrer müssen für die (An-) und Wegfahrt der LTB auf der Brücke durch eine zusätzliche VRA angehalten werden. Durch den bereits heute dichten Busfahrplan muss die zusätzliche Belastung der Haltestelle, verursacht durch die LTB detailliert geprüft werden. Haltestelle Süd: Zu prüfen ist, ob ein Radius am Ende der Haltestelle (ev. minim grösseres Spaltmass) für die LTB AG bewilligungsfähig ist.	Knotengeometrie (Verkehrsinself, etc.) muss infolge der Stadtbahn überprüft und angepasst werden. Da die genaue Linienführung in 20 Jahren nicht genau bekannt ist, soll die Deckenkonstruktion der Fussgängerpassage über die gesamte Fläche so angepasst werden, dass eine veränderte Linienführung ermöglicht werden kann: Var A: Umprojektierung Decke Fussgängerpassage mit Verminderung der Passagenhöhe Var B: Umprojektierung Decke Fussgängerpassage mit Erhöhung der Fahrbahn (Schulhausplatzebene) Anpassung der VRA-Steuerung über den gesamten Knoten Schulhausplatz	Ein Trasse in der Strassenmitte ist machbar: Var A: Neubau Decke Tunnelgarage mit Verminderung der Durchfahrts Höhe Tunnelgarage Var B: Anpassung / Neubau Decke Tunnelgarage mit Erhöhung der Fahrbahn (Schulhausplatzebene)	Ein Trasse in der Strassenmitte (Tunnelmitte) ist machbar: Allfällige Deckenverstärkungen (Zugangsstollen) sind aufgrund des ausgezeigten Lichtraumprofils im Schlossbergtunnel nur nach unten in den Zugangsstollen möglich.	Trasse in Strassenmitte machbar. Für die Querung der MIV Fahrbahn in Richtung Busrampe ist eine VRA notwendig.	Die best. Busrampe muss zweigleisig ausgeführt werden, da die Stadtbahn die Bruggerstrasse durch wartende Schienenfahrzeuge / Busse nicht blockieren darf. Die Brückenplatte ist für zwei Gleise zu schmal und muss um 2.6m verbreitert werden.
öV, Bus		FR B: In der nächsten Planungsphase muss die Haltekante detailliert überprüft werden. Die Leistungsfähigkeit der Haltestelle könnte mit der Bedienung durch die LTB reduziert werden. FR W: kein Busbetrieb	FR B: Reduktion der Leistungsfähigkeit der Buslinien	Generelle Leistungsreduktion	Generelle Leistungsreduktion	Generelle Leistungsreduktion	Um die Leistungsfähigkeit (Verkehr) der Busrampe aufrecht zu erhalten, muss diese auf zwei Spuren verbreitert werden.
MIV		FR B: Die Stadtbahn muss sich nach der Bedienung der Haltestelle in den Verkehr eingliedern. Um dies gewährleisten zu können wird auf der Hochbrücke eine VRA notwendig. Dieser Vorgang führt zu zusätzlichen Wartezeiten.	FR B: Abbiegespur muss vor der Tram-durchfahrt geräumt werden. VRA muss auf den Stadtbahnbetrieb angepasst werden; längere Wartezeiten sind wahrscheinlich	Generelle Leistungsreduktion FR W: die Abbiegespur muss vor der Bahndurchfahrt geräumt werden; es besteht Rückstaugefahr	Generelle Leistungsreduktion	Generelle Leistungsreduktion FR B: Der Einlenker der LTB auf die Busrampe muss für alle Verkehrsteilnehmer mit einer VRA geregelt werden	Nicht vorgesehen
LV	FG: wird nicht tangiert; keine Massnahmen erforderlich V: Die gesamte Fahrbahnbreite ist mit der Stadtbahn zu schmal; es ist zu prüfen, ob einer der beiden Velostreifen weggelassen bzw. auf den Gehweg verlegt werden kann.	Haltestelle Nord: Die LTB quert den Velostreifen bei der Haltestelle min. 2x. Die Haltestelle muss auf min. 3.25m verbreitert werden. Die Umsetzung des Velostreifens ist fraglich. Haltestelle Süd: Der Velostreifen muss im Haltestellenbereich unterbrochen werden. Die Haltestelle versperrt die Ausfahrt aus dem Velotunnel und ist nicht mehr realisierbar.	FR B: Im Bereich Cordulaplatz muss die Decke der Fussgängerunterführung örtlich verbreitert werden, falls die Velostreifen im Knotenbereich erforderlich sind.	FR W: Aufgrund der Platzverhältnisse muss eine Velospur entfernt werden.	Keine Auswirkungen, Fahrräder benutzen Gehwege	FR B: Der Einlenker der LTB auf die Busrampe muss für alle Verkehrsteilnehmer mit einer VRA geregelt werden	Nicht vorgesehen
Machbarkeit	Die Machbarkeit ist mit dem Umsetzen von Massnahmen gegeben.	Die Machbarkeit ist mit dem Umsetzen von Massnahmen gegeben.	Die Machbarkeit ist mit dem Umsetzen von Massnahmen gegeben.	Die Machbarkeit ist mit dem Umsetzen von Massnahmen gegeben.	Die Machbarkeit ist mit dem Umsetzen von Massnahmen gegeben.	Die Machbarkeit ist mit dem Umsetzen von Massnahmen gegeben.	Die Machbarkeit ist mit dem Umsetzen von Massnahmen gegeben.

Tabelle 2 Prüfung der LTB-Linienführung auf die Machbarkeit

4. Machbarkeitsstudie Kunstbauten

Die Kunstbauten müssen an die Anforderungen der Limmattalbahnen (Konstruktion des Gleiskörpers) und die statische Belastung angepasst werden. Das Ingenieurbüro Bänziger Partner AG, Baden überprüfte die Kunstbauten und definierte die notwendigen Vorinvestitionen.

4.1 Grundlagen

4.1.1 Auftrag und Abgrenzung

Im Auftrag des Departementes Bau, Verkehr und Umwelt des Kantons Aargau ist eine Machbarkeitsstudie für die Limmattalbahnen im Bereich Schulhausplatz - Bruggerstrasse zu erarbeiten. Der Perimeter umfasst folgende Kunstbauten:

- B-299 Schulhausplatz
- B-218 D/F Fahrbahnplatte Bruggerstrasse / Tunnelgarage
- B-218c Decke Tankanlage
- B-218b Bahntunnel SBB

Die Machbarkeitsstudie bezieht sich auf die Tragkonstruktionen der Kunstbauten. Die statischen Auswirkungen sowie die konstruktive Realisierbarkeit werden überprüft. Anhand dieser Überprüfungen werden sinnvolle bzw. notwendige Vorinvestitionen zu Gunsten der Limmattalbahnen vorgeschlagen. Die finanziellen Auswirkungen werden in einer Grobkostenschätzung ermittelt.

Die im Perimeter befindlichen Kunstbauten werden mit den Vorgaben aus folgenden Normen und Dokumentationen geprüft.

SIA 260, 261, 262	2003
SIA 269, 269-1, 269-2	2011

4.1.2 Organisation

Auftraggeber / Bauherr:

Kanton Aargau
Departement
Bau, Verkehr und Umwelt
Abteilung Tiefbau

Vertreter: Michael Wägli

Projektverfasser / Ingenieure:

Bänziger Partner AG
Ingenieure + Planer SIA USIC
Im Roggebode 1
5400 Baden

Vertreter: Harry Fehlmann, Stefan Hung,
Stefan Sander

4.1.3 Dokumente

Folgende Dokumente und Unterlagen bilden die Grundlage für diesen Bericht:

[1]	Pläne und Listen der bestehenden Bauwerke	1963/ 1964
[2]	Statische Berechnung Neubau Schulhausplatz, Bänziger Partner AG	2013
[3]	Statische Berechnung Umbau Tunnelgarage, Bänziger Partner AG	2013
[4]	Generelle statische Überprüfung Decke Tankanlage, Bänziger Partner AG	2012
[5]	Detaillierte statische Überprüfung Decke Tankanlage, Bänziger Partner AG	2012
[6]	Statische Überprüfung SBB-Tunnel, Bänziger Partner AG	2013

Folgende Normen und Richtlinien wurden für die Beurteilung verwendet:

Normen + Dokumentationen

SIA 260	(2003)	Grundlagen der Projektierung von Tragwerken
SIA 261	(2003)	Einwirkungen auf Tragwerke
SIA 262	(2003)	Betonbau
SIA 269	(2011)	Erhaltung von Tragwerken – Grundlagen
SIA 269-1	(2011)	Erhaltung von Tragwerken – Einwirkungen
SIA 269-2	(2011)	Erhaltung von Tragwerken – Betonbau

4.3 Einwirkung Limmattalbahn (Schmalspurbahn)

Einwirkung	Charakteristische Werte
Schmalspurbahnverkehr (LTB)	Lastmodell 4 Beiwerte gemäss SIA 260ff Bahnverkehrslasten: $Q_{k1} = 130 \text{ kN}$ $q_{k1} = 25 \text{ kN/m}$ Normwert zur Klassifizierung der Normlastmodelle: $\alpha = 1$ Dynamischer Beiwert: $\phi = \frac{1.44}{\sqrt{1\phi - 0.2}} + 0.82$

Lastausbreitung verteilte Lasten (Bsp. bei einer Deckenstärke von 75 cm):

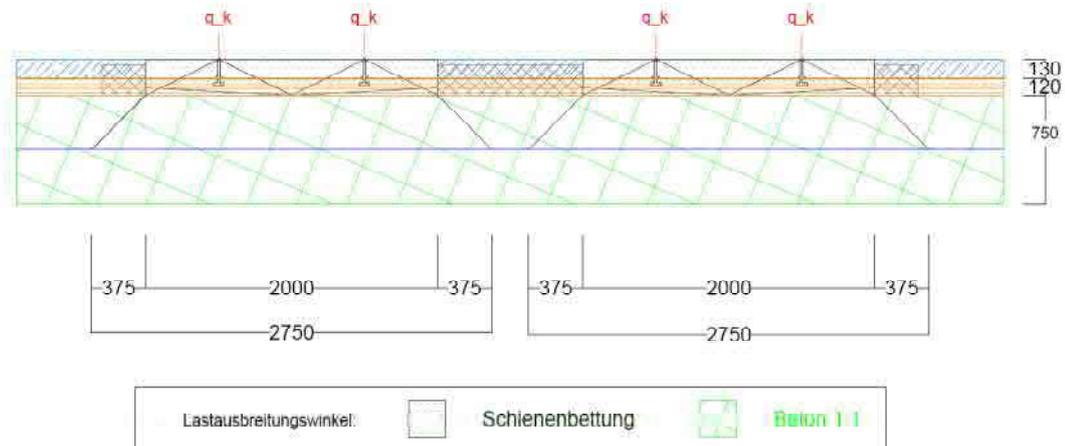


Abb. 3: Lastausbreitung verteilte Last Schmalspurbahn (Lastmodell 4)

- Deckenstärke 75 cm: $q_k = 1 \times 25 \text{ kN/m} \times \phi \times 1 / 2.75 \text{ m}$
- Deckenstärke 50 cm: $q_k = 1 \times 25 \text{ kN/m} \times \phi \times 1 / 2.50 \text{ m}$

Lastausbreitung Einzellasten:

Einzellasten aus Lastmodell 4 werden auf eine Fläche von 1.0 m^2 verteilt.

- Deckenstärke 50 resp. 75 cm: $Q_k = 0.5 \times 130 \text{ kN} \times \phi \times 1 / 1.0 \text{ m}^2$

4.4 Statische Überprüfung Kunstbauten mit Limmattalbahh (LTB)

4.4.1 B-299, Schulhausplatzpassage

Objektbeschreibung

Die Schulhausplatzpassage wird als Ortbetonkonstruktion erstellt. Die Decke wird in Stahlbeton ausgeführt.

Der Stützenabstand beträgt im Mittel ca. 8.0 m. Es sind vorgefertigte Orso-B Stützen vorgesehen. Bei den erdberührten Rändern liegt die Deckenplatte auf Stahlbetonwänden. Stützen und Wände sind flach fundiert mittels Einzel bzw. Streifenfundamenten. Es gibt insgesamt drei Nebenräume (Mellingerstrasse, Neuenhoferstrasse sowie Wettingerstrasse). In der untenstehenden Abbildung sind für die Nebenräume nur die tragenden Betonwände eingezeichnet. Der Bodenbelag der Passage ist aus Natursteinplatten, welche auf einen sickerfähigen Beton zu liegen kommen, im Bereich der Nebenräume wird eine Bodenplatte ausgeführt.

Die beiden ovalförmigen Ladeneinbauten sind losgelöst von der Tragstruktur, sie sind nicht tragend.

Decken und Wände werden in Sichtbeton ausgeführt. Es ist eine monolithische Bauweise ohne Dilatationsfugen, jedoch mit Arbeitsfugen vorgesehen. Werkleitungen zur Erschliessung der Lichtsignalanlagen und der Strassenbeleuchtung werden in die Deckenplatte integriert. Entwässerungsleitungen werden nicht in die Decke eingelegt. Sie werden von den Einlaufschächten direkt der jeweiligen Stütze entlang hinuntergeführt unter den Bodenbelag der Passage.

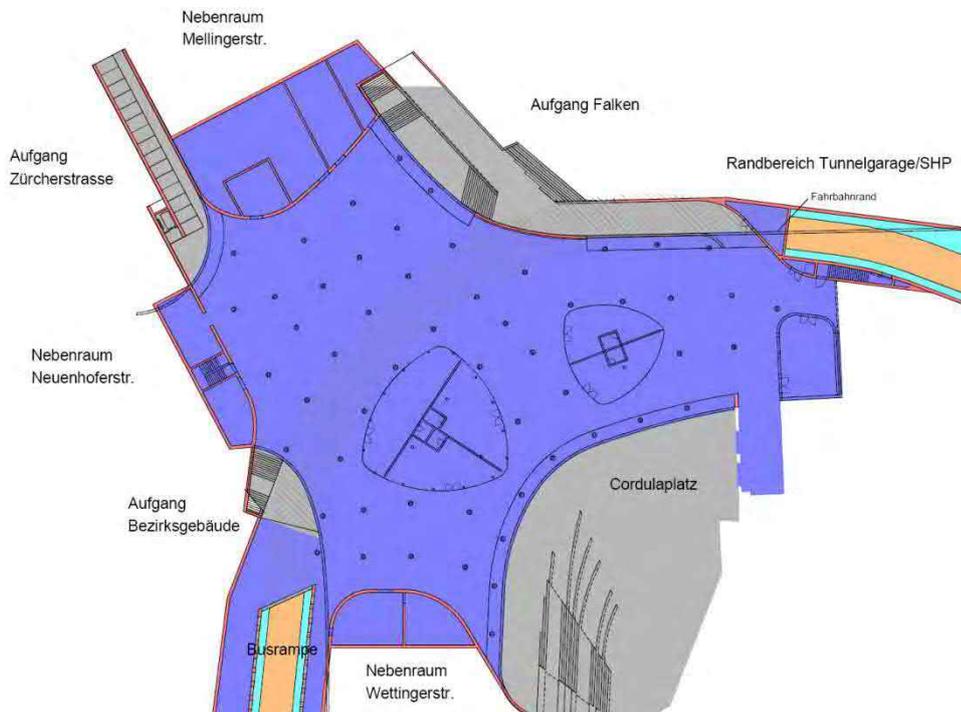


Abb. 4: Übersichtsplan Situation Neubau (nicht massstäblich)

Freie Plattenränder finden sich in obenstehender Abbildung im Übergang der blauen zu der grauen Fläche vor. Beim Aufgang Bezirksgebäude ist keine Deckenverjüngung vorgesehen. Bei allen anderen Plattenrändern (Cordulaplatz, Aufgang Falken, Aufgang Zürcherstrasse) ist eine Deckenverjüngung gemäss folgender Skizze geplant. An den freien Plattenrändern ist eine Absturzsicherung mittels Betonbrüstung und aufgesetztem Handlauf vorgesehen. Die Gesamthöhe ab Belag beträgt 1.30 m.

Lastkombination unter Berücksichtigung der Limmattalbahn

Die Variante A sieht vor den Bahntrog direkt in die Decke zu integrieren. Die Stützen dürfen bei Variante A aufgrund der massiv dünneren Deckenstärke und des somit reduzierten Durchstanzwiderstandes nicht direkt unterhalb des Gleistroges zu liegen kommen. Die Stützeinteilung in der Passage müsste komplett überdacht werden. Folgende Stützen wären bei aktueller Linienführung davon betroffen (gelb umrahmt).

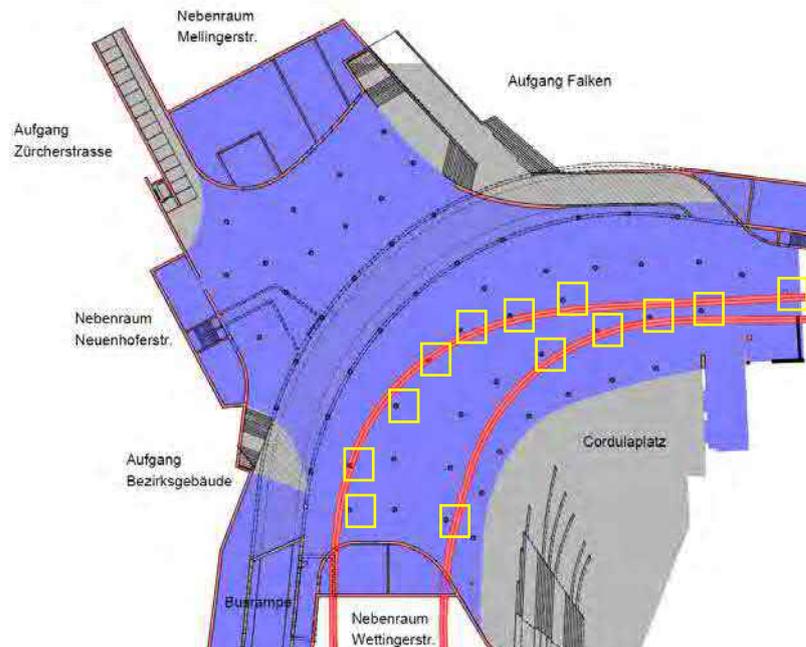


Abb. 5: Auswirkungen der Variante A auf die Stützeinteilung in der Passage SHP

Da einerseits die Linienführung der Limmattalbahn nicht definitiv bekannt ist und andererseits nicht klar ist, ob die Limmattalbahn eines Tages kommt, wird die Variante A nicht weiterverfolgt.

Für die statische Überprüfung wird somit nur die Variante B (keine bekannte Linienführung) untersucht.

Die Decke der Schulhausplatzpassage ist bei Variante B folgenden zusätzlichen Belastungen ausgesetzt:

- Auflast: Zusätzlicher Belag um die notwendige Belagsstärke von 25 cm zu erreichen.
- Bahnlasten: Zusätzlich zu den Strassenverkehrslasten werden die Bahnlasten der Limmattalbahn (Schmalspurbahn) angeordnet.

A) Modell

Da es sich bei der Decke Schulhausplatz um einen Neubau handelt, werden die Verkehrslasten gemäss den SIA Normen 260ff angenommen.

Die Modellierung erfolgt in Cedrus-6 und die verwendeten Parameter sind in [2] beschrieben. Einer allfälligen Setzungsdifferenz der Stützen wird wiederum Rechnung getragen. Die maximale Setzungsdifferenz zwischen zwei Stützen wird zu 5 mm angenommen. Für die Lastumlagerung der ständigen Lasten aufgrund der Setzungen wird von einem E-Modul von 10 kN/mm², was Kriechen und Rissbildung der Decke berücksichtigt.

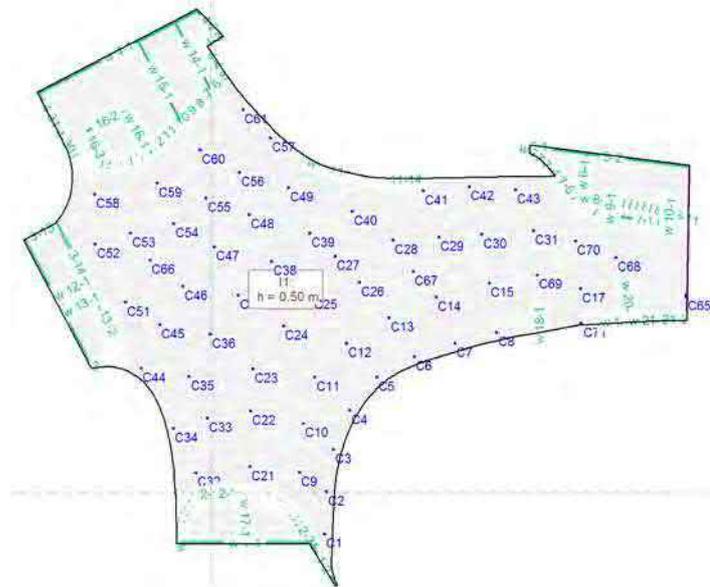


Abb. 6: Modellierung Decke SHP in Cedrus-6

B) Ständige Einwirkungen

Einwirkung	Charakteristische Werte
Eigengewicht	$\gamma_k = 25 \text{ kN/m}^3$ Raumgewicht Beton Deckenstärke: $d = 0.50 \text{ m}$ $g_k = 0.50 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^3 = \mathbf{12.50 \text{ kN/m}^2}$

Einwirkung	Charakteristische Werte
Auflast	Belag (Bituminös) $d = 0.25 \text{ m}$ $\gamma_k = 24 \text{ kN/m}^3$ $q_k = \mathbf{6.0 \text{ kN/m}^2}$

C) Veränderliche Einwirkungen

Einwirkung	Charakteristische Werte
Strassenverkehr	Lastmodell 1 Beiwerte gemäss SIA 260ff Fiktiver Fahrstreifen 1 $Q_{k1} = 300 \text{ kN}$ $q_{k1} = 9.0 \text{ kN/m}^2$ Fiktiver Fahrstreifen 2 $Q_{k2} = 200 \text{ kN}$ $q_{k2} = 2.5 \text{ kN/m}^2$ Restfläche $q_{kr} = 2.5 \text{ kN/m}^2$ Aufgrund der Überdeckung und der fehlenden Fahrbahnüber- gänge muss kein dynamischer Faktor berücksichtigt werden.

Die Lastausbreitung der Einwirkungen infolge Limmattalbahnhof ist in Kapitel 3 definiert.

Der dynamische Beiwert für die Decke SHP beträgt gemäss SIA 261 11.3.1.1.

$$\Phi = \frac{1.44}{\sqrt{l_\varphi - 0.2}} + 0.82 \quad l_\varphi = \sum l_i \frac{k}{n} \text{ mit } k = 1 + 0.1 * n < 1.5$$

Bei der Decke SHP handelt es sich um eine Platte über mehr als 5 ($n > 5 \rightarrow k = 1.5$) Spannweiten mit einer durchschnittlichen Spannweite von 8.0 m.

$$l_\varphi = 8.0 \text{ m} * 1.5 = 12.0 \text{ m}$$

$$\Phi = \frac{1.44}{\sqrt{12.0 - 0.2}} + 0.82 = 1.26$$

Verteilte Belastung Schmalspurbahn (Lastmodell 4):

$$q_k = 1 \times 25 \text{ kN/m}^2 \times \Phi \times 1 / 2.50 \text{ m} = 1 \times 25 \text{ kN/m}^2 \times 1.26 \times 1 / 2.50 \text{ m} = 12.6 \text{ kN/m}^2$$

Einzellast Schmalspurbahn (Lastmodell 4):

$$Q_k = 0.5 \times 130 \text{ kN} \times \Phi \times 1 / 1.0 \text{ m}^2 = 0.5 \times 130 \text{ kN} \times 1.26 \times 1 / 1.0 \text{ m}^2 = 81.9 \text{ kN/m}^2$$

D) Bemessungsfall: Beiwerte gemäss SIA 260 ff

SIA 260 ff			
Ständig	γ_g	=	1.35
Verkehr	γ_Q	=	1.5
Strassenverkehr FS1	α_{Q1}	=	0.9
Strassenverkehr FS2	α_{Q2}	=	0.9
Strassenverkehr FS1	α_{q1}	=	0.9
Strassenverkehr FS2	α_{q2}	=	0.9
Strassenverkehr Restfläche	α_{qr}	=	0.9
Schmalspurbahn	α	=	1.0

E) Durchstanzen Innenstütze

Die Durchstanzlast für Innenstützen unter Berücksichtigung der Limmattalbahnhof nimmt im Vergleich zur Durchstanzlast ohne Limmattalbahnhof um ca. 25% zu.

	LM1	LM1 + LTB	
	N_d [kN]	N_d [kN]	Differenz [%]
C15	3'011	3'849	27.8
C23	3'043	3'741	22.9
C58	2'512	3'060	21.8
C36	2'813	3'516	25.0

Nachstehend ist die massgebende Laststellung für vier Innenstützen dargestellt. Der Fahrstreifen 1 ist jeweils direkt über der Stütze angeordnet, der Fahrstreifen 2 sowie die beiden Linien der Limmattalbahnhof sind im gleichen Querschnitt wirkend angesetzt.

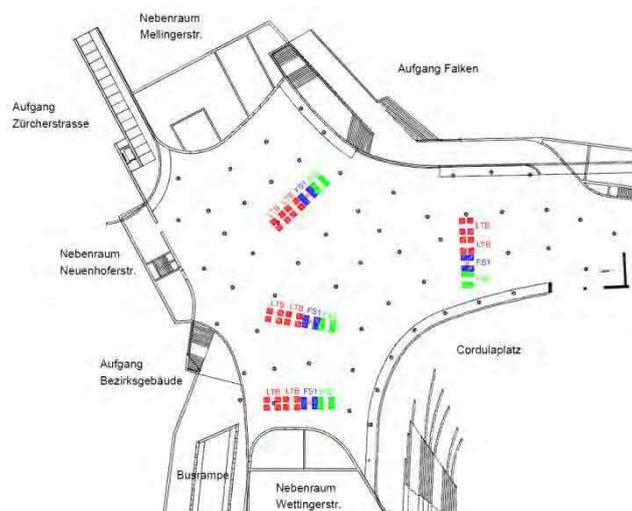


Abb. 7: Massgebende Laststellung für Stützenreaktion (für vier ausgewählte Stützen)

Nachstehend sind die Durchstanznachweise für die beiden rot umkreisten Stützen dargestellt.

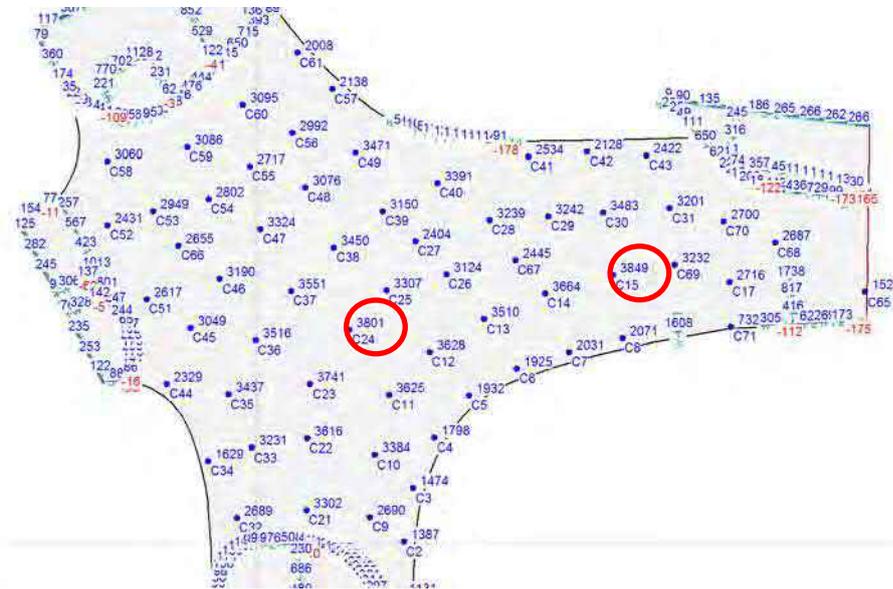


Abb. 8: Maximale Stützenreaktion unter Berücksichtigung der LTB auf Basis der Normen SIA260ff

Stützenreaktion mit Zuschlag Setzungsdifferenz 5 mm			
	ohne Setzungsdifferenz [kN]	Zuschlag [kN]	Stützenlast [kN]
C15	3'849	120	3'970
C24	3'801	150	3'950

Die maximale Stützenreaktion beträgt somit 3'970 kN. Um den Durchstanznachweis zu erfüllen ist eine Betonqualität C45/55 notwendig, sowie eine obere Bewehrung bestehend aus $\varnothing 20$ e=150 + $\varnothing 26$ e=150 in beide Richtungen. Durch Zulage einer Durchstanzbewehrung (Schubdübel) kann ein Widerstand von 4'421 kN erreicht werden.

Durchstanznachweis Innenstütze					
Deckenstärke [m]	Stützenlast [kN]	k_e [-]	Durchstanzlast V_{Ed} [kN]	Durchstanzwiderstand V_{Rd} [kN]	Nachweis
0.50	3'970	0.90	4'411	4'421	erfüllt

F) Durchstanzen Randstütze

Die Durchstanzlast für Randstützen unter Berücksichtigung der Limmattalbahnhof nimmt im Vergleich zur Durchstanzlast ohne Limmattalbahnhof um ca. 15% zu.

	LM1	LM1 + LTB	
	N_d	N_d	Differenz
	[kN]	[kN]	[%]
C5	1'668	1'932	15.8
C8	1'886	2'071	9.8
C41	2'261	2'534	12.1
C57	1'940	2'138	10.2

Die Nachweisführung für die Durchstanzproblematik der Randstützen erfolgt wie in [2]. Die mittlere Deckenstärke wurde mit 44 cm angesetzt. Die obere Bewehrung besteht aus $\varnothing 22$ e=75. Die erforderliche Betonqualität ist wiederum ein C45/55. Durch Zulage einer Durchstanzbewehrung (Schubdübel) können für alle Randstützen ausreichende Durchstanzwiderstände erzielt werden.

G) Biegung

Aufgrund der Durchstanzproblematik ist eine höhere Betonqualität von C45/55 notwendig. Dies führt zu einer grösseren Minimalbewehrung in der Decke bei erhöhten Anforderungen von $\varnothing 20$ e=150. Mit dieser Bewehrung können die Biegenachweise im Feld (pos. Momente) in der Decke Schulhausplatz erbracht werden.

	x-Richtung		y-Richtung	
[kNm/m]	m _{ed}	m _{Rd}	m _{ed}	m _{Rd}
Feldmoment	380	394	371	394

x-Rtg.	y-Rtg.
m _{Rd}	m _{Rd}
[\varnothing]	[\varnothing]
20 ¹⁵⁰	20 ¹⁵⁰

Die Biegebewehrung über den Innenstützen besteht aus $\varnothing 20$ e=150 + $\varnothing 26$ e=150 und über den Randstützen aus $\varnothing 22$ e=75. Unter Berücksichtigung der Querverteilung können die Stützenmomente in beiden Fällen abgedeckt werden.

Für die Decken über den Nebenräumen ist ebenfalls eine Betonqualität C45/55 und somit auch eine Minimalbewehrung von $\varnothing 20$ e=150 vorgesehen. Unter diesen Annahmen können die Querkraft- sowie Biegenachweise erbracht werden.

H) Stützenbemessung auf Anprall

Der Stützendurchmesser kann auch für die Stützenlasten von knapp 4'000 kN bei 35 cm belassen werden. Für die Krafteinleitung im Stützenkopf wird jedoch eine Lastverteilplatte benötigt. Für die Anprallkraft von 180 kN (Kat. G Mischverkehr) konnte die Stütze mit der minimalen Normalkraft sowie diejenige mit der maximalen Normalkraft nachgewiesen werden.

I) Einzelfundamente Stützen

Nachstehend ist die Stützeinteilung aufgrund ihrer Lastklasse und des jeweiligen Baugrunds dargestellt:

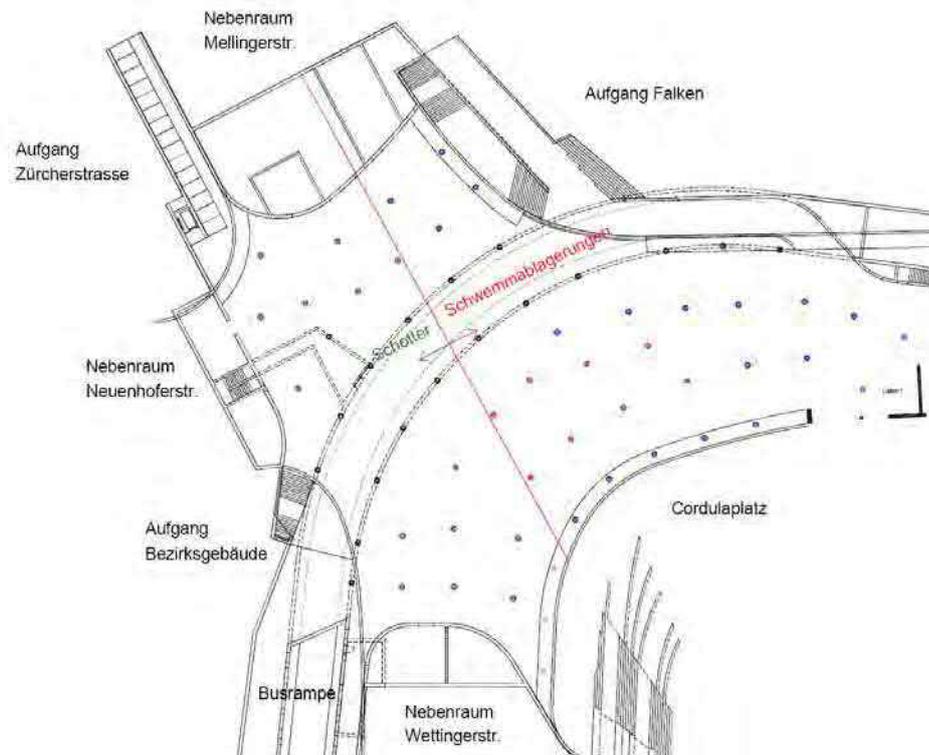


Abb. 9: Stützeinteilung aufgrund Lastklasse und Baugrund

Aufgrund der erhöhten Stützenlasten sind alle Einzelfundamente in einer Stärke von 85 cm auszuführen, zudem wird für alle Stützenklassen eine grössere Fundamentabmessung benötigt. Im Bereich der Schwemmablagerungen, wo die Stützen auf Mikropfählen gegründet werden müssen, ist für jede Stütze im Vergleich zur Bemessung ohne Berücksichtigung der Limmattalbahn ein zusätzlicher Mikropfahl notwendig. Zusammengefasst ergeben sich somit folgende Einzelfundamente:

Anzahl	Stützenfarbe	Stützenlast (Designniveau) [kN]	Baugrund [-]	Fundamentabmessungen [m]	Untere Bewehrung	Mikropfähle
18	schwarz	3'700	Tunnelwand	-	-	-
14	grün	3'900	Schotter	2.80 x 2.80 x 0.85	ø20, e=150	Nein
3	orange	1'600	Schotter	2.0 x 2.0 x 0.85	ø16, e=150	Nein
19	blau	4'000 für Innenstützen 2'250 für Randstützen	Schwemmablagerungen / Moräne	1.65 x 1.65 x 0.85	ø20, e=150	Ja, 5 Stk.
8	rot	4'000	Schwemmablagerungen	2.20 x 2.20 x 0.85	ø20, e=150	Ja, 7 Stk.

Die unwesentlich grösseren Wandreaktionen in den Nebenräumen haben keine Auswirkungen auf die Dicke sowie allfällige Vertiefungen der Bodenplatte.

4.4.2 B-218 D/F, Fahrbahnplatte Bruggerstrasse / Tunnelgarage

Objektbeschreibung

A) Aktuelle Situation

Die Tunnelgarage B-218 d (alte Bezeichnung) setzt sich aus vier Deckenfeldern (III-VI), welche mittels Dilatationsfuge voneinander getrennt sind, zusammen. Die Deckenstärke beträgt im gesamten Bereich 45 cm. Das Deckenfeld III liegt östlich und westlich auf einer Wand. Die westlich gelegene Wand ist abgestuft, da der Felsbereich zwischen Tunnelgarage und SBB-Bahntunnel nicht ausgebrochen wurde. Nördlich liegt die Decke auf einem Unterzug auf (Einfahrtsbereich Tunnelgarage). Zusätzlich ist die Decke im Bereich III durch drei Stützen auf Einzelfundamenten gelagert. Die Deckenbereiche IV bis VI sind allesamt östlich und westlich auf einer Konsole frei aufgelegt und durch je acht Stützen auf Einzelfundamenten gelagert. Die erste Lage der Armierung befindet sich in diesen Feldern in Längsrichtung des Tunnels.

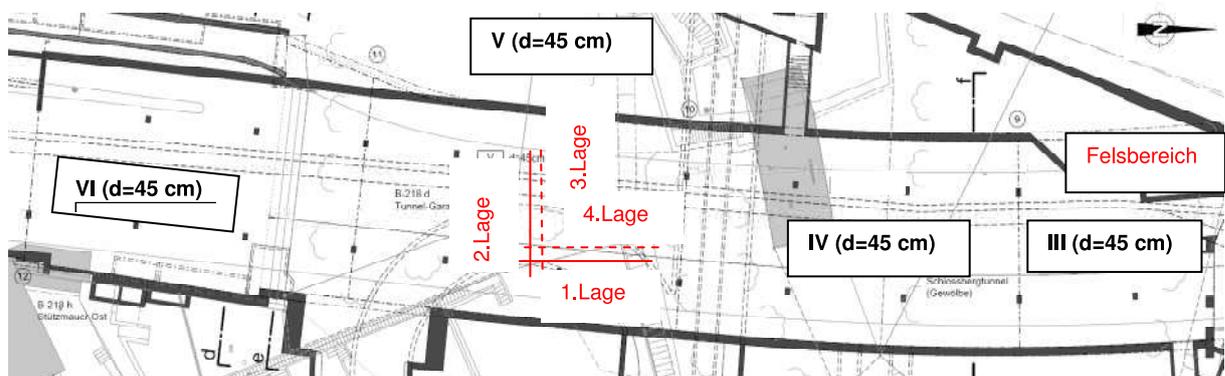


Abb. 10: Bereich Deckenfeld III bis VI

Die Einstellhalle B-218 f (alte Bezeichnung) besteht aus den Deckenfeldern VII, VIII und IX. Die Felder VII und VIII besitzen eine Stärke von 70 cm, sind westlich auf einem Unterzug aufgelagert und östlich teilweise in der Wand eingespannt. Die Haupttragrichtung ist senkrecht zur Garage, in diesem Falle liegt die 1. Lage der Bewehrung auch in Querrichtung. Das Deckenfeld IX ist praktisch identisch zu den Deckenfeldern IV - VI, die Deckenstärke beträgt jedoch 50 cm. Die Sondagearbeiten haben ans Licht gebracht, dass die 1. Lage der Bewehrung in diesem Deckenfeld in Querrichtung der Einstellhalle liegt (entgegen der Pläne).

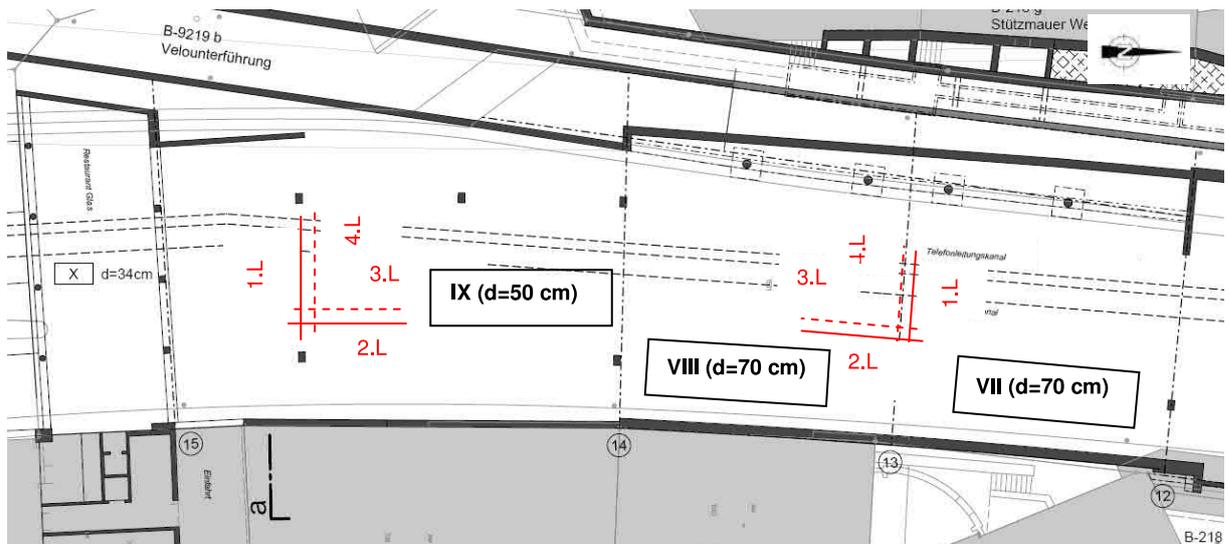


Abb. 11: Bereich Deckenfeld VII bis IX

B) Situation Neubau



Abb. 12: Übersichtsplan Situation Neubau (nicht massstäblich)

Der Bustunnel mit einer lichten Breite von 5.45 m kommt in die westliche Hälfte der Tunnelgarage zu liegen. Der Felspfeiler im Eingangsbereich wird abgetragen und somit eine genügende Breite für die Buseinfahrt ermöglicht. Die Stützenreihe im westlichen Bereich wird auf die gesamte Länge der Tunnelgarage abgebrochen. Die Spannweite des Deckenfeldes oberhalb Bustunnel vergrössert sich somit um 1.15 m wie in der folgenden Abbildung dargestellt.

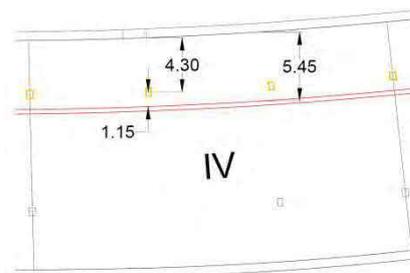


Abb. 13: Bustunnel im Deckenfeld IV

Im Bereich des Deckenfeldes V verzweigt sich der Bustunnel. Die westliche Rampe führt zurück auf die Verkehrsebene 0 in Richtung Mellingerstrasse, der Bustunnel führt unterhalb der Fussgängerebene des Schulhausplatzes durch und taucht vor der Hochbrücke wieder auf. In diesem Bereich kommt die neue Trennwand praktisch in die Mitte der Tunnelgarage zu liegen.

Bestehende Lastkombination (nur Strassenverkehr = heutige Nutzung)

Die Tragsicherheit der Fahrbahnplatte B-218 D kann auf Basis der aktuellen Normen SIA 260ff unter bestehender Belastung nachgewiesen werden. Nachstehend werden nur die Erfüllungsgrade für den bestehenden Deckenbereich aufgelistet [3]. Der neu zu erstellende Deckenbereich (grün schraffiert) wurde im Zuge des Projekts N West Schulhausplatz neu bemessen.

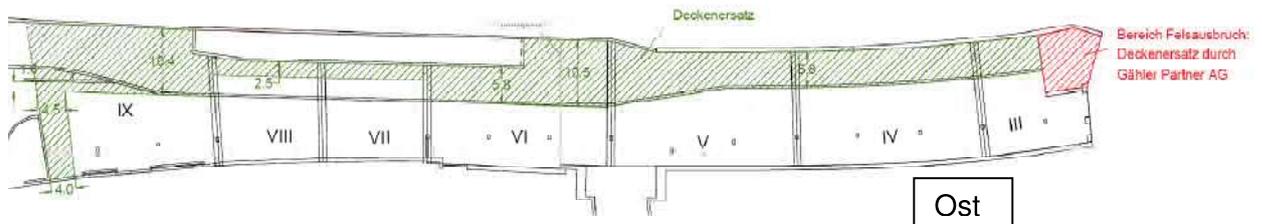


Abb. 14: Deckenersatz Tunnelgarage gemäss Auflageprojekt Neubau Schulhausplatz

Erfüllungsgrade bestehende Decke nach SIA 260ff:

Materialkennwerte:

Beton C50/60, $f_{cd} = 28 \text{ N/mm}^2$, $\tau_{cd} = 1.2 \text{ N/mm}^2$

Bewehrung mit $f_{sd} = 345 \text{ N/mm}^2$

Biegetragsicherheit Feld III:

Haupttragrichtung Plattenmitte: $n = 1.42$

Verteiltragrichtung Plattenmitte: $n = 1.49$

Haupttragrichtung Randbereich Ost: $n = 1.01$

Biegetragsicherheit Feld IV:

teiltragrichtung Plattenmitte:

Haupttragrichtung Plattenmitte: $n = 1.29$ Ver-

$n = 0.99$ Haupttragrichtung Randbereich Ost:

$n = 1.0$

Biegetragsicherheit Feld V:

teiltragrichtung Plattenmitte:

Haupttragrichtung Plattenmitte: $n = 1.43$ Ver-

$n = 0.97$ Haupttragrichtung Randbereich Ost:

$n = 1.0$

Biegetragsicherheit Feld VI:

teiltragrichtung Plattenmitte:

Haupttragrichtung Plattenmitte: $n = 2.30$ Ver-

$n = 1.29$ Haupttragrichtung Randbereich Ost:

$n = 1.27$

Biegetragsicherheit Feld VII:

teiltragrichtung Plattenmitte:

Haupttragrichtung Plattenmitte: $n = 2.69$ Ver-

$n = 1.22$

Biegetragsicherheit Feld VIII:

teiltragrichtung Plattenmitte:

Haupttragrichtung Plattenmitte: $n = 2.35$ Ver-

$n = 1.12$

Biegetragsicherheit Feld IX:

teiltragrichtung Plattenmitte:

Haupttragrichtung Plattenmitte: $n = 1.10$ Ver-

$n = 0.96$ Haupttragrichtung Randbereich Ost:

$n = 1.60$

Die Querkraftnachweise für die Decke beim Auflagerrand Ost, sowie bei der neu zu erstellenden Trennwand konnten erbracht werden.

Für die Stützen sind Durchstanzverstärkungen in Form eines Betonpilzes mit einem Durchmesser von 2.0 m und einer Höhe von 0.40 m geplant.

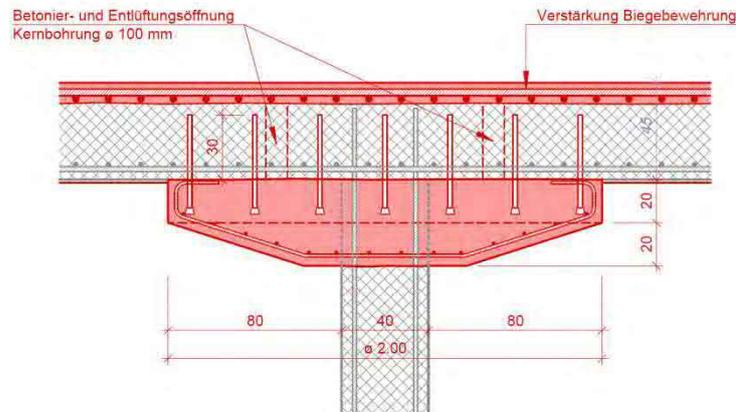


Abb. 15: Durchstanzverstärkung mittels Betonpilz gemäss Auflageprojekt Neubau Schulhausplatz

Lastkombination unter Berücksichtigung der Limmattalbahn

Für die statische Überprüfung ist nur Variante B zu überprüfen. Variante A bedingt einen kompletten Deckenersatz, wodurch eine Überprüfung der bestehenden Struktur hinfällig wird.

Das bestehende Objekt ist durch Variante B folgenden zusätzlichen Belastungen ausgesetzt:

- Zusätzliche Auflast: Zusätzlicher Belag, um die notwendige Belagsstärke von mind. 25 cm zu erreichen.
- Bahnlasten: Zusätzlich zu Strassenverkehrslasten neue Bahnlasten genehmigt durch den Verkehr der Limmattalbahn (Schmalspurbahn)

Die Tragsicherheit der Fahrbahnplatte B-218 D kann auf Basis der aktuellen Normen SIA 260ff unter zusätzlicher Belastung durch Verkehrslast der Limmattalbahn und zusätzlichem Belag nicht nachgewiesen werden.

Die Erfüllungsgrade wurden daher mit aktualisierten Einwirkungen (Reduzierung der α -Werte bei Lastmodell 1) gemäss SIA 269ff berechnet.

A) Ständige Einwirkungen

Einwirkung	Charakteristische Werte
Eigengewicht	$\gamma_k = 25 \text{ kN/m}^3$ Raumgewicht Beton Deckenstärke: Feld III – VI : d = 0.45 m $g_k = 0.45 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^3 = 11.25 \text{ kN/m}^2$ Feld VII und VIII : d = 0.70 m

	$g_k = 0.70 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^3 = 17.5 \text{ kN/m}^2$ Feld IX : $d = 0.50 \text{ m}$ $g_k = 0.50 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^3 = 12.5 \text{ kN/m}^2$
Einwirkung	Charakteristische Werte
Auflast	<p>Belag (Bituminös) $d = 0.25 \text{ m}$ $\gamma_k = 24 \text{ kN/m}^3$ $q_k = 6.0 \text{ kN/m}^2$</p> <p>Zusätzliche Auflast im Bereich Trottoir Bruggerstrasse West (Gefälle Trottoir – Decke nicht parallel) $d = 0.19 \text{ m}$ $\gamma_k = 24 \text{ kN/m}^3$ $q_k = 4.56 \text{ kN/m}^2$ $q_{k\text{tot}} = 6.0 \text{ kN/m}^2 + 4.56 \text{ kN/m}^2 = 10.56 \text{ kN/m}^2$</p> <p>Zusätzliche Auflast im Bereich Trottoir Bruggerstrasse Ost (Gefälle Trottoir – Decke parallel) $d = 0.14 \text{ m}$ $\gamma_k = 24 \text{ kN/m}^3$ $q_k = 3.36 \text{ kN/m}^2$ $q_{k\text{tot}} = 6 \text{ kN/m}^2 + 3.36 \text{ kN/m}^2 = 9.36 \text{ kN/m}^2$</p>

B) Veränderliche Einwirkungen

Einwirkung	Charakteristische Werte
Strassenverkehr	<p>Lastmodell 1 Beiwerte gemäss SIA 260ff Fiktiver Fahrstreifen 1 $Q_{k1} = 300 \text{ kN}$ $q_{k1} = 9.0 \text{ kN/m}^2$ Fiktiver Fahrstreifen 2 $Q_{k2} = 200 \text{ kN}$ $q_{k2} = 2.5 \text{ kN/m}^2$ Restfläche $q_{kr} = 2.5 \text{ kN/m}^2$ Aufgrund der Überdeckung und der fehlenden Fahrbahnübergänge muss kein dynamischer Faktor berücksichtigt werden.</p>

Die Lastausbreitung der Einwirkungen infolge Limmattalbahnhof ist in Kapitel 3 definiert.

Der dynamische Beiwert für die Decke Tunnelgarage beträgt gemäss SIA 261 11.3.1.1.

$$\Phi = \frac{1.44}{\sqrt{l_\varphi - 0.2}} + 0.82 \quad l_\varphi = \sum l_i \frac{k}{n} \text{ mit } k = 1 + 0.1 * n < 1.5$$

Eine über die gesamte Deckenlänge gemittelte Betrachtung ergab eine massgebende Länge $l_\phi = 10.0$ m. Der dynamische Faktor beträgt somit:

$$\Phi = \frac{1.44}{\sqrt{10.0} - 0.2} + 0.82 = \mathbf{1.30}$$

Verteilte Belastung Schmalspurbahn (Lastmodell 4):

$$q_k = 1 \times 25 \text{ kN/m}^2 \times \phi \times 1/2.50 \text{ m} = 1 \times 25 \text{ kN/m}^2 \times 1.30 \times 1/2.50 \text{ m} = \mathbf{13.0 \text{ kN/m}^2}$$

Einzellast Schmalspurbahn (Lastmodell 4):

$$Q_k = 0.5 \times 130 \text{ kN} \times \phi \times 1/1.0 \text{ m}^2 = 0.5 \times 130 \text{ kN} \times 1.30 \times 1/1.0 \text{ m}^2 = \mathbf{84.5 \text{ kN/m}^2}$$

C) Bemessungsfall: Beiwerte gemäss SIA 269

SIA 269			
Ständig	γ_g	=	1.35
Verkehr	γ_Q	=	1.5
Strassenverkehr FS1	α_{Q1}	=	0.7
Strassenverkehr FS2	α_{Q2}	=	0.5
Strassenverkehr FS1	α_{q1}	=	0.4
Strassenverkehr FS2	α_{q2}	=	0.4
Strassenverkehr Restfläche	α_{qr}	=	0.4
Schmalspurbahn	α	=	1.0

D) Biege- und Querkrafttragsicherheit bestehender Deckenteil

Materialkennwerte: Beton C50/60, $f_{cd} = 28 \text{ N/mm}^2$, $\tau_{cd} = 1.2 \text{ N/mm}^2$

Bewehrung mit $f_{sd} = 345 \text{ N/mm}^2$

Es werden die folgenden drei aussagekräftigsten Deckenfelder der Tunnelgarage nachgewiesen:

- Deckenfeld IV (repräsentativ für Deckenfeld III, V und VI)
- Deckenfeld VIII (repräsentativ für Deckenfeld VII)
- Deckenfeld IX

Deckenfeld IV

Die vier unterschiedlichen Fahrstreifen werden als in einem Querschnitt wirkend angenommen. Beispielhaft ist die für die Biegung in Plattenmitte massgebende Laststellung nachfolgend dargestellt:

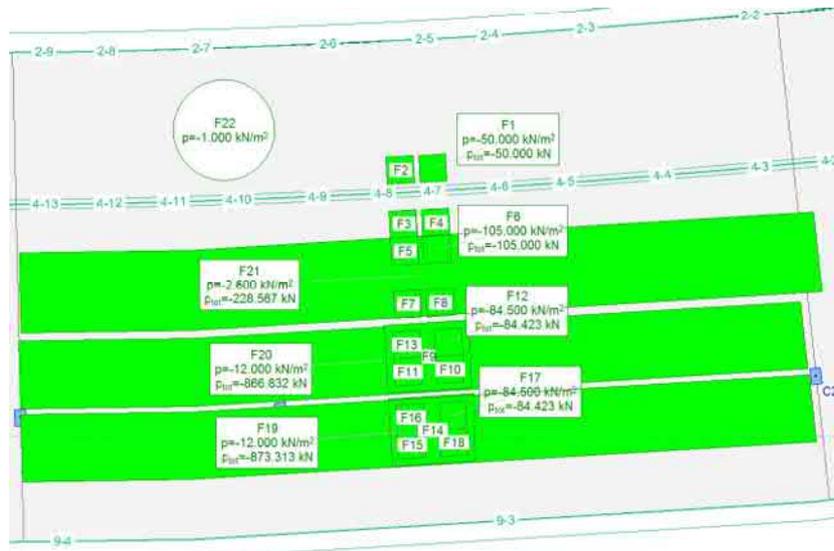


Abb. 16: Massgebende Laststellung für Feldmoment Plattenmitte Deckenfeld IV

Für die bestehende Decke im Feld IV wurden folgende Nachweisschnitte erbracht. Für jeden Nachweis wurde die jeweils massgebende Laststellung ermittelt.

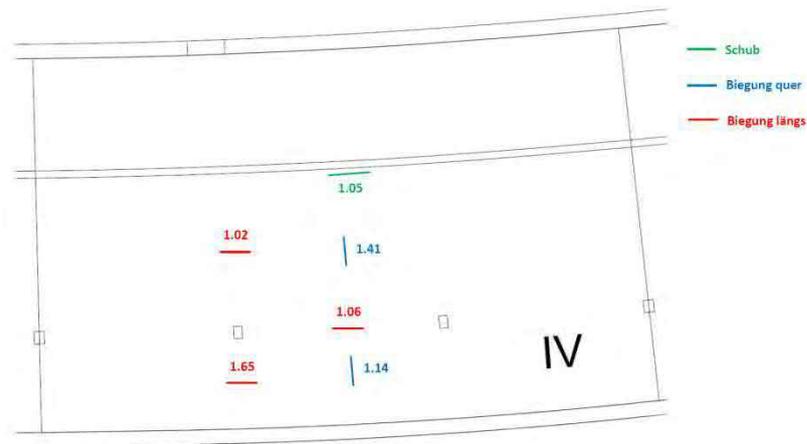


Abb. 17: Nachweisführung für bestehende Decke Feld IV

Biegetragsicherheit Deckenfeld IV

Teil	Haupttragrichtung			Verteilbewehrung unten			Haupttragrtg.	Verteilbew. unten
	m_{Ed} [kNm/m]	m_{Rd} [kNm/m]	Erfüllungs- grad	m_{ed} [kNm/m]	m_{Rd} [kNm/m]	Erfüllungs- grad	$m_{rdField}$ [Ø]	$m_{rdField}$ [Ø]
Feldmoment Plattenmitte	278	391	1.41	230	234	1.02	24 ¹⁵⁰	18 ¹⁵⁰
Stützenmoment in x-Rtg.				270	287	1.06	-	20 ¹⁵⁰
Feldmoment Bruggerstr. Ost	122	139	1.14	142	234	1.65	14 ¹⁵⁰	18 ¹⁵⁰

Nachweis Querkraft bei Trennwand West

	Einsenkung Trennwand blockiert		
	V_{ed} [kN/m]	V_{rd} [kN/m]	Erfüllungs- grad
SIA 269	298	312	1.05

C50/60					
m_{Ed} [kNm/m]	$m_{Rd}^{(1)}$ [kNm/m]	k_v [-]	d [m]	k_d [-]	τ_{cd} [N/mm ²]
200	327	1.346	0.4	0.650	1.2

Deckenfeld VIII

Beispielhaft ist die für die Biegung in Plattenmitte massgebende Laststellung nachstehend abgebildet:

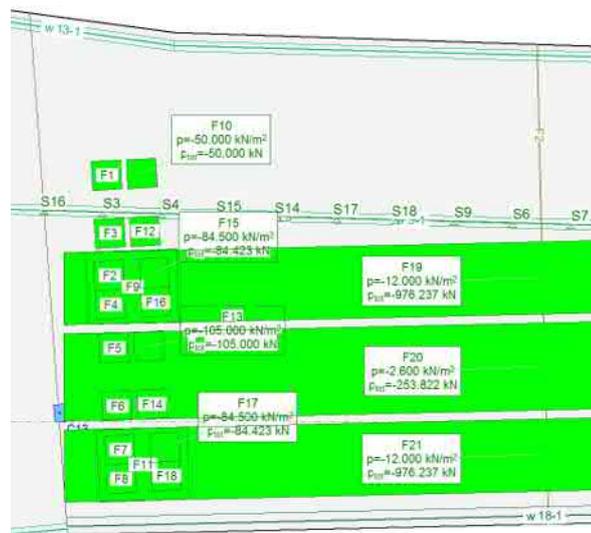


Abb. 18: Massgebende Laststellung für Feldmoment Plattenmitte Deckenfeld VIII

Für die bestehende Decke im Feld VIII wurden folgende Nachweisschnitte erbracht. Für jeden Nachweis wurde die jeweils massgebende Laststellung ermittelt.

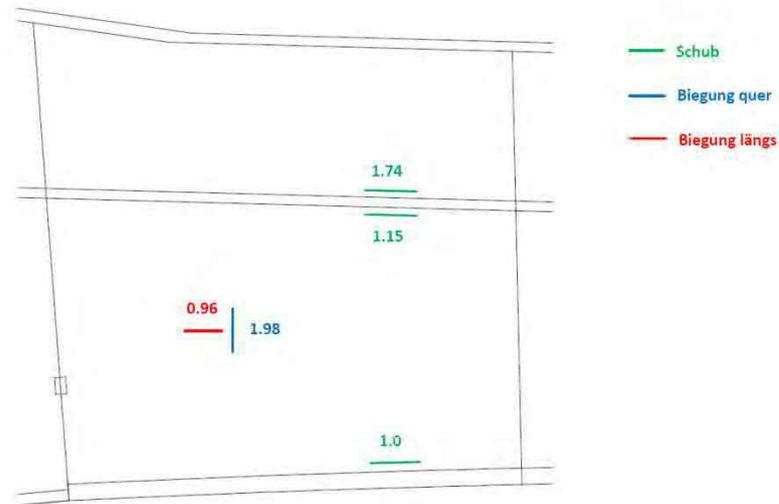


Abb. 19: Nachweisführung für bestehende Decke Feld VIII

Biegetragsicherheit Deckenfeld VIII

Teil	Haupttragrichtung			Verteilbewehrung unten			Haupttragrtg.	Verteilbew. unten
	m_{Ed} [kNm/m]	m_{Rd} [kNm/m]	Erfüllungs- grad	m_{Ed} [kNm/m]	m_{Rd} [kNm/m]	Erfüllungs- grad	m_{rdFeld} [Ø]	m_{rdFeld} [Ø]
Feldmoment Plattenmitte	502	996	1.98	286	274	0.96	$26^{250} + 28^{250}$	18^{200}

Nachweis Querkraft bei Trennwand West

$$v_{Rd} = k_d * \tau_{cd} * d \quad k_d = \frac{1}{1 + k_v * d}$$

Einsenkung Trennwand 3.0 mm				C50/60						
	v_{Ed} [kN/m]	v_{Rd} [kN/m]	Erfüllungs- grad	m_{Ed} [kNm/m]	m_{Rd} [kNm/m]	k_v [-]	d [m]	k_d [-]	τ_{cd} [N/mm ²]	
SIA 269	178	310	1.74	176	176	2.200	0.6	0.431	1.2	

Nachweis Querkraft bei Trennwand Ost

Einsenkung Trennwand 3.0 mm				C50/60						
	v_{Ed} [kN/m]	v_{Rd} [kN/m]	Erfüllungs- grad	m_{Ed} [kNm/m]	m_{Rd} [kNm/m]	k_v [-]	d [m]	k_d [-]	τ_{cd} [N/mm ²]	
SIA 269	270	310	1.15	176	176	2.200	0.6	0.431	1.2	

Nachweis Querkraft bei Auflagerwand Ost

Einsenkung Trennwand 3.0 mm				C50/60						
	v_{Ed} [kN/m]	v_{Rd} [kN/m]	Erfüllungs- grad	m_{Ed} [kNm/m]	m_{Rd} [kNm/m]	k_v [-] (2)	d [m]	k_d [-]	τ_{cd} [N/mm ²]	
SIA 269	353	352	1.00	500	500	1.745	0.6	0.489	1.2	

Der knapp ungenügende Erfüllungsgrad der Verteilbewehrung kann aufgrund der hohen Tragreserven in Haupttragrichtung akzeptiert werden. Die Querkraftnachweise können alleamt als i.O. ausgewiesen werden.

Deckenfeld IX

Beispielhaft ist die für die Biegung in Plattenmitte massgebende Laststellung nachstehend abgebildet:



Abb. 20: Massgebende Laststellung für Feldmoment Plattenmitte Deckenfeld IX

Für die bestehende Decke im Feld IX wurden folgende Nachweisschnitte erbracht. Für jeden Nachweis wurde die jeweils massgebende Laststellung ermittelt. Die gestrichelte Linie repräsentiert die Abbruchkante der bestehenden Decke.

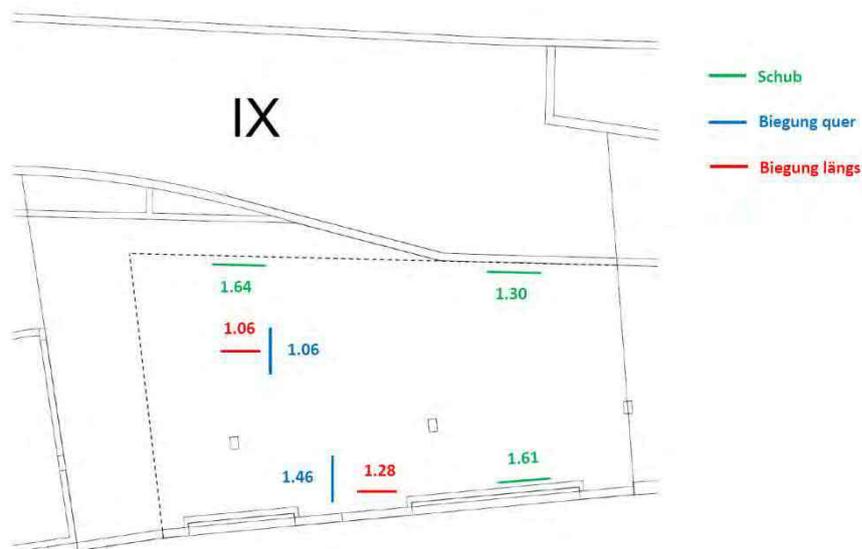


Abb. 21: Nachweisführung für bestehende Decke Feld IX

Biegetragsicherheit Deckenfeld IX

Teil	Haupttragrichtung			Verteilbewehrung unten			Haupttragrtg.	Verteilbew. unten
	m_{Ed} [kNm/m]	m_{Rd} [kNm/m]	Erfüllungs- grad	m_{Ed} [kNm/m]	m_{Rd} [kNm/m]	Erfüllungs- grad	$m_{rdField}$ [Ø]	$m_{rdField}$ [Ø]
Feldmoment Plattenmitte	360	382	1.06	294	312	1.06	22 ¹⁵⁰	18 ¹⁵⁰
Feldmoment Bruggerstr. Ost	111	162	1.46	200	256	1.28	14 ¹⁵⁰	18 ¹⁵⁰

Nachweis Querkraft bei Trennwand Ost 1

SIA 269	V_{Ed} [kN/m]	V_{Rd} [kN/m]	Erfüllungs- grad	m_{Ed} [kNm/m]	$m_{Rd}^{(1)}$ [kNm/m]	k_v [-]	d [m]	k_d [-]	τ_{cd} [N/mm ²]
		281	367	1.30	190	398	1.050	0.45	0.679

C50/60
ø20 e=150

Nachweis Querkraft bei Trennwand Ost 2

SIA 269	V_{Ed} [kN/m]	V_{Rd} [kN/m]	Erfüllungs- grad	m_{Ed} [kNm/m]	$m_{Rd}^{(1)}$ [kNm/m]	k_v [-]	d [m]	k_d [-]	τ_{cd} [N/mm ²]
		263	432	1.64	100	398	0.553	0.45	0.801

C50/60
ø20 e=150

Nachweis Querkraft bei Auflagerwand Ost

SIA 269	V_{Ed} [kN/m]	V_{Rd} [kN/m]	Erfüllungs- grad	k_v [-]	d [m]	k_d [-]	τ_{cd} [N/mm ²]
		169	271	1.61	2.2	0.45	0.503

C50/60

E) Fazit

Der gesamte bestehende Deckenbereich weist für den Bemessungsfall der Strassenverkehrslasten nach SIA 269 und unter Berücksichtigung der Limmattalbahnen keine Biege- und auch keine Querkraftdefizite auf.

F) Durchstanzen

Folgende Stützen in der Tunnelgarage sind von der Durchstanzproblematik betroffen:

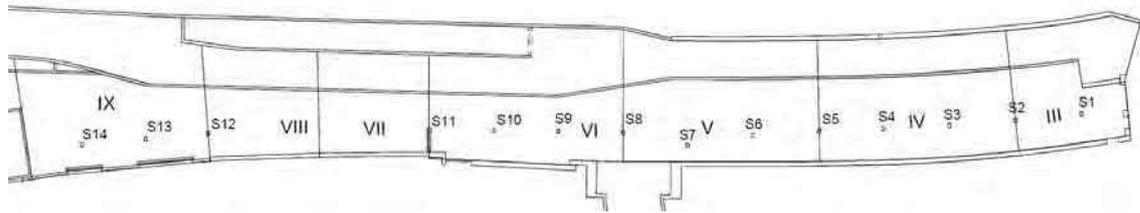


Abb. 22: Stützenreihe Ost Tunnelgarage

Die im Auflageprojekt des Neubaus Schulhausplatz vorgesehenen Durchstanzverstärkungen in der Tunnelgarage bestehen aus Betonpilzen an den Stützenköpfen mit einem Durchmesser von 2.0 m und einer Höhe von 0.40 m. Die Durchstanzlasten betragen ca. 3'200 kN.

Unter Berücksichtigung der Limmattalbahn erhöhen sich die Durchstanzlasten auf 3'600 kN, weshalb Pilzdurchmesser von 2.50 m und einer Höhe von min. 0.50 m notwendig werden. Die beiden exzentrischen Stützen S7 und S14 benötigen aufgrund ihrer grossen Lasteintragsflächen zusätzlich ausserhalb des Betonpilzes Schubdübel. Für die Stütze S7 sind dies insgesamt 34 Schubdübel Durchmesser 20 mm und für die Stütze S14 total 36 Schubdübel Durchmesser 22 mm.

Die Stützenkopfverstärkung der beiden Stützen S11 und S12 erfolgt analog dem Auflageprojekt Neubau Schulhausplatz mit einer einseitigen Verstärkung auf einer Fläche von 2.0 x 1.0 auf die Deckenstärke von 70 cm (Deckenstärke der Felder VII und VIII).

G) Foundation

Aufgrund der erhöhten Stützenlasten müssen folgende Einzelfundamente freigelegt und je nach Baugrund verbreitert werden. Für die Baugrundüberprüfung und um über eine allfällige Verbreiterung entscheiden zu können sind vorgängig Sondagen durchzuführen.

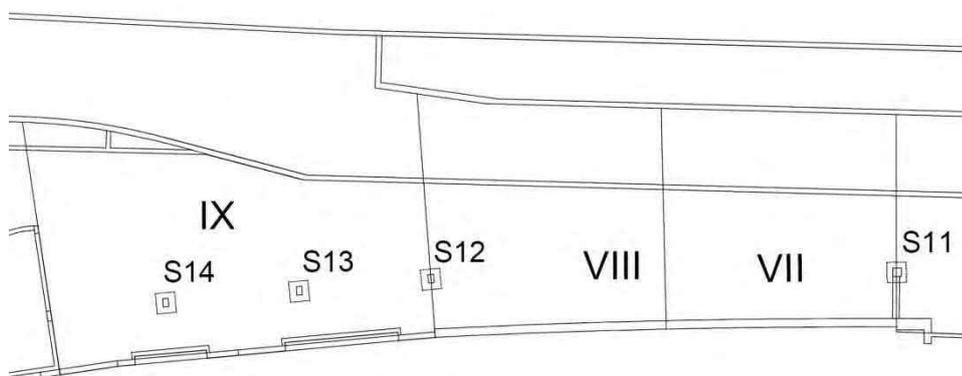


Abb. 23: Verbreiterung der Einzelfundamente im südlichen Bereich Tunnelgarage

H) Biege- und Querkrafttragsicherheit neuer Deckenteil

Für die Bemessung der neuen Decke oberhalb Bustunnel werden die Strassenverkehrslasten nach SIA 261 angesetzt. Es ergibt sich somit unter Berücksichtigung der Limmattalbahnhof folgender Bemessungsfall.

SIA 261			
Ständig	γ_g	=	1.35
Verkehr	γ_Q	=	1.5
Strassenverkehr FS1	α_{Q1}	=	0.9
Strassenverkehr FS2	α_{Q2}	=	0.9
Strassenverkehr FS1	α_{q1}	=	0.9
Strassenverkehr FS2	α_{q2}	=	0.9
Strassenverkehr Restfläche	α_{qr}	=	0.9
Schmalspurbahn	α	=	1.0

Die projektierte Deckenstärke kann beibehalten werden, es sind jedoch örtlich grössere Bewehrungsgehalte für die Biege- sowie Querkrafttragsicherheit notwendig. Die benötigten Bewehrungszulagen über der neuen Trennwand Bustunnel fallen ebenfalls grösser aus.

4.4.3 B-218 c, Decke Tankanlage

Objektbeschreibung

Die Tankanlage B-218c liegt zwischen der Tunnelgarage und dem SBB- Bahntunnel.

Die Decke über der Tankanlage besteht aus vier Teilen, die früher durch drei Fugen getrennt waren.

Im Zuge von Sanierungsarbeiten wurden die Fugen jedoch geschlossen, da diese nicht sauber abgedichtet werden konnten und es daher immer zu Schädigungen infolge Wassereintritten (Chlorid verseucht) gekommen ist.

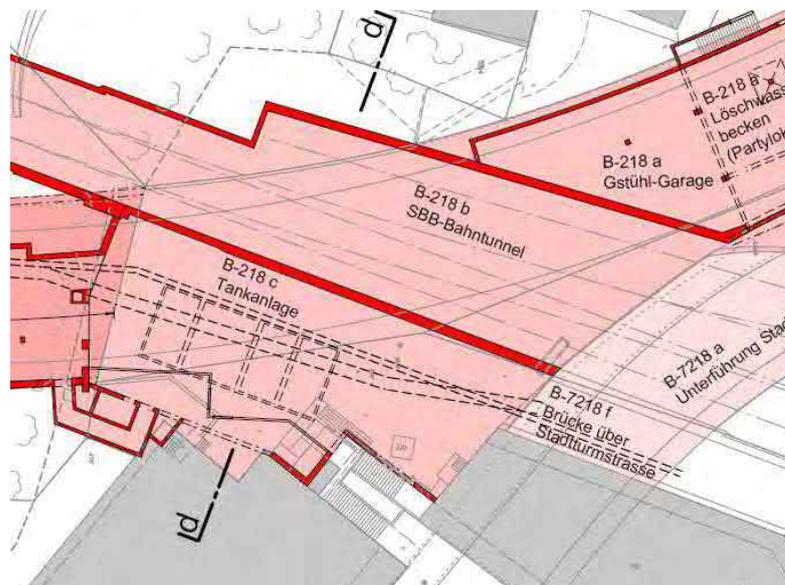


Abb. 24: Situation (Perimeter)

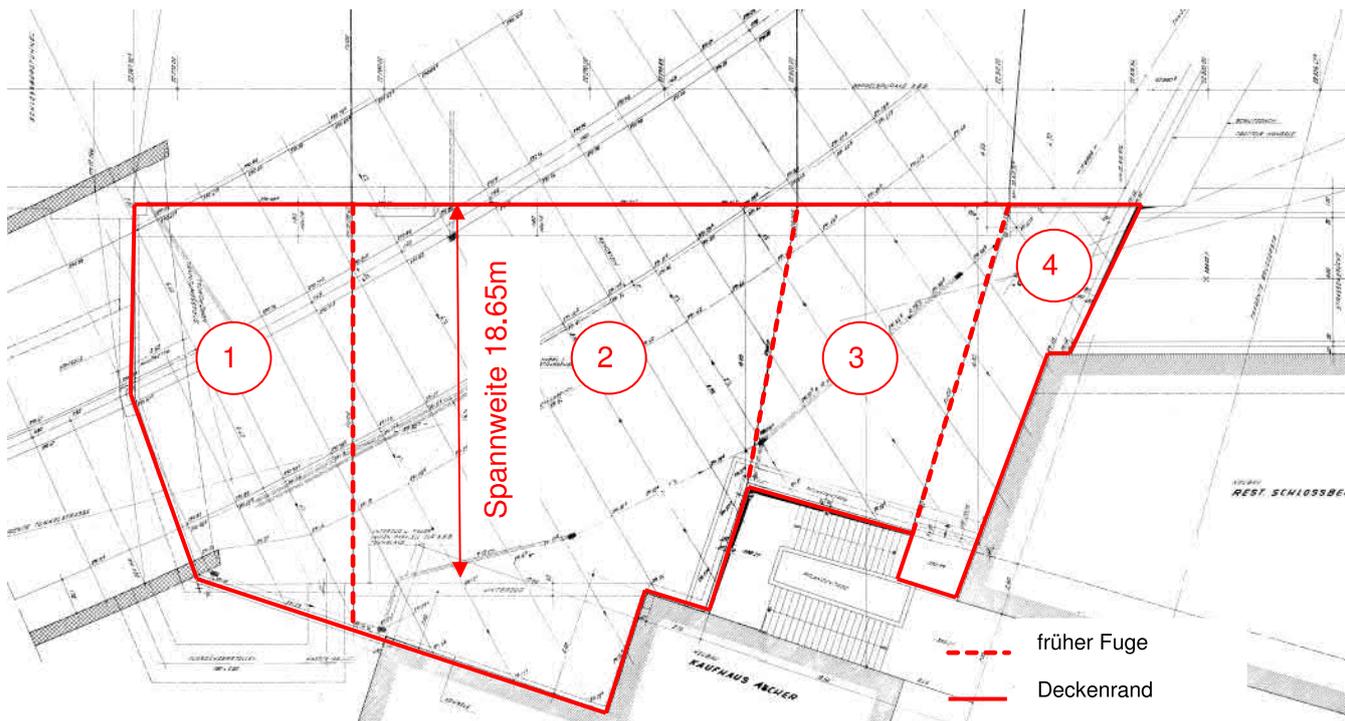


Abb. 25: Decke Tankanlage bestehend aus vier Teilen (gedreht)

Die Deckenteile 3 und 4 werden im Zuge der Machbarkeitsstudie nicht betrachtet, da diese Deckenteile nicht durch die Limmattalbahn befahren werden können.

Bei der statischen Überprüfung wird nur die Variante B (keine bekannte Linienführung) überprüft. Variante A bedingt einen kompletten Deckenersatz, wodurch eine Überprüfung der bestehenden Struktur hinfällig wird.

Die Decke über der Tankanlage ist bei Variante B folgender zusätzlichen Belastung ausgesetzt:

- Bahnlasten: Zusätzlich zu den Strassenverkehrslasten werden die Bahnlasten der Limmattalbahn (Schmalspurbahn) angeordnet.

Anmerkung: Bei der Decke über der Tankanlage muss keine zusätzliche Auflast berücksichtigt werden, da bereits bei der generellen statischen Überprüfung eine Belagsstärke von 26 cm berücksichtigt wurde.

Bestehende Lastkombination (nur Strassenverkehr = heutige Nutzung)

Bei der Decke über der Tankanlage wurden bereits eine generelle statische Überprüfung [4] und eine detaillierte statische Überprüfung [5] durchgeführt. Als Grundlage für die detaillierte statische Überprüfung wurden zudem materialtechnologische Untersuchungen durchgeführt.

Nachfolgend werden die Resultate der detaillierten statischen Berechnungen aufgeführt. Im Rahmen dieser Untersuchungen wurden Berechnungen an einem Plattenstreifenmodell durchgeführt, die dann mit den Resultaten der Plattenberechnung verglichen wurden.

A) Deckenteil 1 (Verkehrslasten gemäss SIA 269/1):

Erfüllungsgrad Biegung Plattenstreifen:	n = 0.84	($\gamma_g = 1.35$)
Erfüllungsgrad Querkraft Plattenstreifen:	n = 1.03	($\gamma_g = 1.35$)
Erfüllungsgrad Biegung Plattenmodell	n = 1.09 (Haupttragrichtung)	($\gamma_g = 1.20$)
	n = 0.91 (Verteiltragrichtung)	($\gamma_g = 1.20$)

Bei Deckenfeld 1 ist ein Biegetragsicherheitsdefizit vorhanden. Unter Anwendung des Plattenmodells mit reduziertem Lastfaktor beträgt der Erfüllungsgrad in Querrichtung 0.91, wobei noch kleine Reserven in Haupttragrichtung vorhanden sind. Damit die Aktualisierung des Lastfaktors Gültigkeit erlangt, muss gemäss SIA 269ff aber noch eine Überprüfung der Geometrie erfolgen. Falls diese Bedingung erfüllt wird, kann die Biegetragsicherheit als annehmbar eingestuft werden.

B) Deckenteil 2 (Verkehrslasten gemäss SIA 269/1, $\gamma_g = 1.35$):

	Parameterwahl 1 (300 N/mm ²)	Parameterwahl 2 (390 N/mm ² im Feld)
Erfüllungsgrad Biegung:	n = 0.84	n = 1.00
Erfüllungsgrad Querkraft:	n = 1.03	n = 1.03

Bei Deckenteil 2 können zwei unterschiedliche Lösungsansätze verfolgt werden:

1. Flächendeckende visuelle Sondagen, damit Parameterwahl 2 eindeutig bestätigt werden kann.
2. Biegeverstärkung ($f_{sd}=300\text{N/mm}^2 \rightarrow f_{sd} = 390\text{N/mm}^2$)

Lastkombination unter Berücksichtigung der Limmattalbahn (Variante B)

A) Statisches Modell



Abb. 26: Eingabe in Cubus, wichtigste Abmessungen

Die verwendeten Parameter der Modellierung (Fugen, Teileinspannungen, orthotropes Verhalten) sind in der generellen statischen Überprüfung [4] beschrieben.

Die Lastausbreitung der Einwirkungen infolge Limmattalbahn ist in Kapitel 3 definiert.

Der dynamische Beiwert für die Decke Tankanlage beträgt gemäss SIA 261 11.3.1.1.

$$\phi = \frac{1.44}{\sqrt{l_{\phi}} - 0.2} + 0.82 \quad l_{\phi} = 18.65 \text{ m}$$

Der dynamische Faktor beträgt somit:

$$\Phi = \frac{1.44}{\sqrt{18.65} - 0.2} + 0.82 = \mathbf{1.17}$$

Verteilte Belastung Schmalspurbahn (Lastmodell 4):

$$q_k = 1 \times 25 \text{ kN/m}^2 \times \phi \times 1 / 2.75 \text{ m} = 1 \times 25 \text{ kN/m}^2 \times 1.17 \times 1 / 2.75 \text{ m} = \mathbf{10.64 \text{ kN/m}^2}$$

Einzellast Schmalspurbahn (Lastmodell 4):

$$Q_k = 0.5 \times 130 \text{ kN} \times \phi \times 1 / 1.0 \text{ m}^2 = 0.5 \times 130 \text{ kN} \times 1.17 \times 1 / 1.0 \text{ m}^2 = \mathbf{76.05 \text{ kN/m}^2}$$

B) Biegetragsicherheit Feld 1 (Verkehrslasten gemäss SIA 269/1, $\gamma_g = 1.20$):

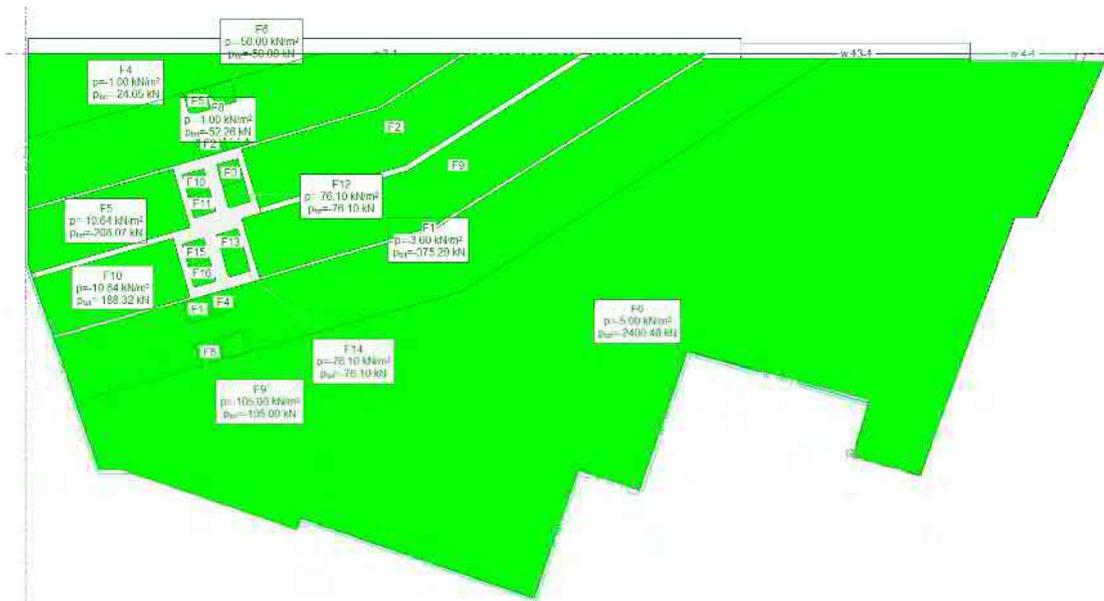


Abb. 27: Massgebende Laststellung Biegung Feld 1 mit LM 1 (Strasse) und LM 4 (Strassenbahn)

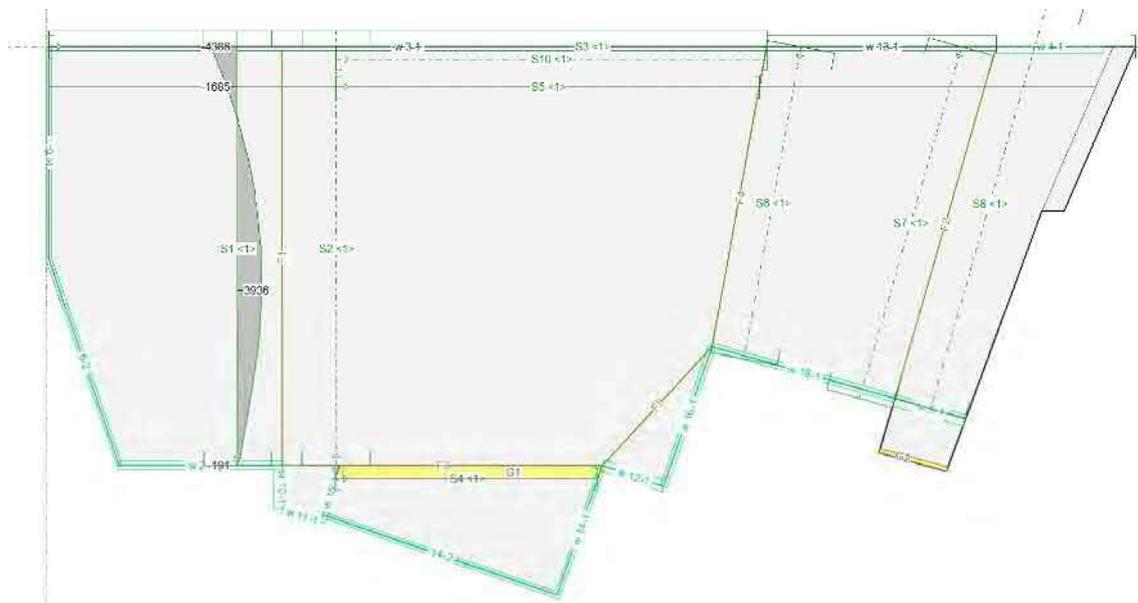


Abb. 28: Resultierende Schnittkräfte Biegung (Balkenschnitt Breite = 3m)

C) Erfüllungsgrade Biegung Feld 1 (Verkehrslasten gemäss SIA 269/1, $\gamma_g = 1.20$)
 (Beton C35/45; $f_{cd} = 22 \text{ N/mm}^2$, Bewehrungsstahl Typ IIb; $f_{sd} = 300 \text{ N/mm}^2$)

Teil	Haupttragrichtung						Verteilbewehrung unten		
	m_{edFeld} [kNm/m]	m_{rdFeld} [kNm/m]	Erfüllungs- grad	$m_{edEinsp}$ [kNm/m]	$m_{rdEinsp}$ [kNm/m]	Erfüllungs- grad	m_{edFeld} [kNm/m]	m_{rdFeld} [kNm/m]	Erfüllungs- grad
1	1312	1254	0.96	-1462	-1377	0.94	350	392	1.12

D) Querkrafttragsicherheit Feld 1 (Verkehrslasten gemäss SIA 269/1, $\gamma_g = 1.20$):



Abb. 29: Schnitt A; Massgebende Laststellung (vereinfacht, gedreht), Resultierende Schnittkraft Querkraft



Abb. 30: Schnitt B; Massgebende Laststellung (vereinfacht, gedreht), Resultierende Schnittkraft Querkraft



Abb. 31: Schnitt C; Massgebende Laststellung (vereinfacht, gedreht), Resultierende Schnittkraft Querkraft

E) Erfüllungsgrade Querkraft Feld 1 (Verkehrslasten gemäss SIA 269/1, $\gamma_g = 1.20$)

(Beton C35/45; $\tau_{cd} = 1.2 \text{ N/mm}^2$)

Teil	Querkraft Voute (Seite Bahntunnel, Widerstand gemäss detaillierter statischer Berechnung)			Querkraft Decke (Seite Bahntunnel, $kv = 2.2 * m_{Ed} / m_{Rd} * f_{sd} / 435$)			Querkraft Decke (Seite Manor, $kv = 2.2 * m_{Ed} / m_{Rd} * f_{sd} / 435$)		
	V_{edA} [kN/m]	V_{rdA} [kN/m]	Erfüllungs- grad	V_{edB} [kN/m]	V_{rdB} [kN/m]	Erfüllungs- grad	V_{edC} [kN/m]	V_{rdC} [kN/m]	Erfüllungs- grad
1	518	520	1.00	411	532	1.30	337	532	1.58

Bemerkung:

Beim Querkraftnachweis im Bereich der Voute auf der Seite des Bahntunnels wurde der Querkraftwiderstand (v_{rdA}) vereinfachend aus der detaillierten statischen Überprüfung übernommen.

Da der Querkraftwiderstand bei der critical shear crack theory von der Biegebemessung abhängig ist, handelt es sich beim Querkraftwiderstand lediglich um eine Annäherung. Detaillierte Berechnungen sind im Rahmen der Machbarkeitsstudie aber zu aufwendig. Für die Beurteilung im Sinne der Machbarkeitsstudie ist diese Annäherung genügend.

F) Biegetragsicherheit Feld 2 (Verkehrslasten gemäss SIA 269/1, $\gamma_g = 1.20$):



Abb. 32: Massgebende Laststellung Biegung Feld 2 mit LM 1 (Strasse) und LM 4 (Strassenbahn)



Abb. 33: Resultierende Schnittkräfte Biegung (Balkenschnitt Breite = 3m)

G) Erfüllungsgrade Biegung Feld 2 (Verkehrslasten gemäss SIA 269/1, $\gamma_g = 1.20$)
 (Beton C35/45; $f_{cd} = 22 \text{ N/mm}^2$, Feld Bewehrungsstahl Typ IIIa; $f_{sd} = 390 \text{ N/mm}^2$, Einspannung Bewehrungsstahl Typ IIb; $f_{sd} = 300 \text{ N/mm}^2$)

Teil	Haupttragrichtung						Verteilbewehrung unten		
	m_{edFeld} [kNm/m]	m_{rdFeld} [kNm/m]	Erfüllungs- grad	$m_{edEinsp}$ [kNm/m]	$m_{rdEinsp}$ [kNm/m]	Erfüllungs- grad	m_{edFeld} [kNm/m]	m_{rdFeld} [kNm/m]	Erfüllungs- grad
2	1764	1595	0.90	-1435	-1293	0.90	448	579	1.29

H) Querkrafttragsicherheit Feld 2 (Verkehrslasten gemäss SIA 269/1, $\gamma_g = 1.20$):



Abb. 34: Schnitt A; Massgebende Laststellung (vereinfacht, gedreht), Resultierende Schnittkraft Querkraft



Abb. 35: Schnitt B; Massgebende Laststellung (vereinfacht, gedreht), Resultierende Schnittkraft Querkraft



Abb. 36: Schnitt C; Massgebende Laststellung (vereinfacht, gedreht), Resultierende Schnittkraft Querkraft

H) Erfüllungsgrade Querkraft Feld 2 (Verkehrslasten gemäss SIA 269/1, $\gamma_g = 1.20$)
(Beton C35/45; $\tau_{cd} = 1.2 \text{ N/mm}^2$)

Teil	Querkraft Voute (Seite Bahntunnel, Widerstand gemäss detaillierter statischer Berechnung)			Querkraft Decke (Seite Bahntunnel, $kv = 2.2 * m_{Ed}/m_{Rd} * f_{sd}/435$)			Querkraft Decke (Seite Manor, $kv = 2.2 * m_{Ed}/m_{Rd} * f_{sd}/435$)		
	V_{edA} [kN/m]	V_{rdA} [kN/m]	Erfüllungs- grad	V_{edB} [kN/m]	V_{rdB} [kN/m]	Erfüllungs- grad	V_{edC} [kN/m]	V_{rdC} [kN/m]	Erfüllungs- grad
2	588	520	0.88	506	483	0.96	388	483	1.25

I) Zusammenfassung der Resultate der statischen Überprüfung mit Limmattalbahnhof

Deckenteil 1 (Limmattalbahnhof, Verkehrslasten gemäss SIA 269/1, $\gamma_g = 1.20$):
(Beton C35/45; $f_{cd} = 22 \text{ N/mm}^2$; $\tau_{cd} = 1.2 \text{ N/mm}^2$, Bewehrungsstahl Typ IIb; $f_{sd} = 300 \text{ N/mm}^2$)

Erfüllungsgrad Biegung $n = 0.94$ (Haupttragrichtung)
 $n = 1.12$ (Verteiltragrichtung)

Erfüllungsgrad Querkraft $n = 1.00$

Unter Anwendung der aktualisierten Beiwerte nach SIA 269ff und unter Berücksichtigung eines Lasfaktors $\gamma_g = 1.20$ sind die Querkraftnachweise erfüllt, die Biegenachweise jedoch nicht.

Deckenteil 2 (Limmattalbahnhof, Verkehrslasten gemäss SIA 269/1, $\gamma_g = 1.20$):
(Beton C35/45; $f_{cd} = 22 \text{ N/mm}^2$; $\tau_{cd} = 1.2 \text{ N/mm}^2$, Feld Bewehrungsstahl Typ IIIa; $f_{sd} = 390 \text{ N/mm}^2$, Einspannung Bewehrungsstahl Typ IIb; $f_{sd} = 300 \text{ N/mm}^2$)

Erfüllungsgrad Biegung $n = 0.90$ (Haupttragrichtung)

n = 1.29 (Verteiltragrichtung)

Erfüllungsgrad Querkraft

n = 0.88

Unter Anwendung der aktualisierten Beiwerte nach SIA 269ff und unter Berücksichtigung eines Lasfaktors $\gamma_g = 1.20$ sind die Biege- wie auch Querkraftnachweise nicht erfüllt.

4.4.4 B-218 b, Bahntunnel SBB

Objektbeschreibung

Der SBB – Bahntunnel B218 b unterquert die Bruggerstrasse im Bereich zwischen dem Nordportal des Schlossbergtunnels und der Gstühl - Garage.

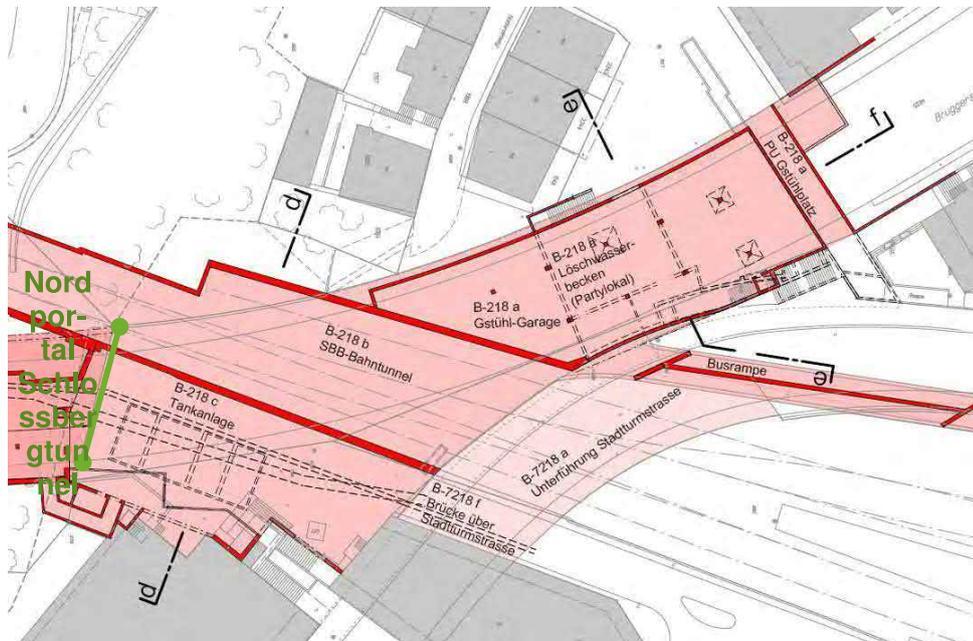


Abb. 37: Situation (Perimeter)

Der Tunnel besteht im Bereich der Strassenunterquerung aus vier unterschiedlichen Rahmenprofilen. Die Rahmenprofile weisen gemäss nachfolgender Tabelle unterschiedliche Spannweiten und Abmessungen auf.

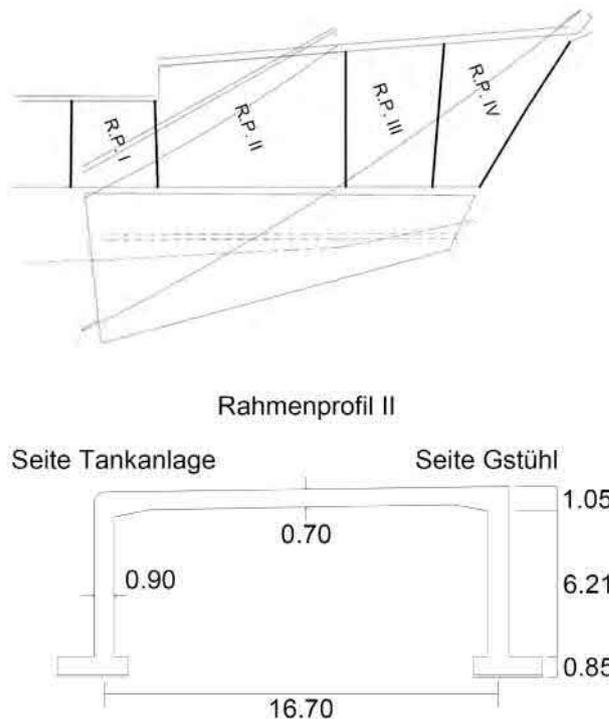


Abb. 38: Rahmenprofile Grundriss (links), beispielhafte Abmessungen Rahmenprofil II [m] (rechts)

	Rahmenprofil 1 (R.pr.I)	Rahmenprofil 2 (R.pr.II)	Rahmenprofil 3 (R.pr.III)	Rahmenprofil 4 (R.pr.IV)
Spannweiten	11.00 m	16.70 m	17.50 m	max. 18.00 m
Wandstärken	0.70 m	0.90 m	0.85 m	0.90 m
Deckenstärke	0.65 m	0.70 m	0.80 m	0.75 m
max. Voutenstärke	0.95 m	1.05 m	1.05 m	1.10 m

Tab. 1: Abmessungen Rahmenprofile

Das Rahmenprofil I wird nicht genauer betrachtet, da es durch die Zusatzbelastung (Strassenauflast, Bahnverkehr) nur geringfügig tangiert wird (siehe Strassenverlauf Abb.4).

Für die statische Überprüfung ist nur Variante B zu überprüfen. Variante A bedingt einen kompletten Deckenersatz, wodurch eine Überprüfung der bestehenden Struktur hinfällig wird.

Das bestehende Objekt ist durch Variante B folgenden zusätzlichen Belastungen ausgesetzt:

- Zusätzliche Auflast: Zusätzlicher Belag um die notwendige Belagsstärke von mind. 25 cm zu erreichen.
- Bahnlasten: Zusätzlich zu Strassenverkehrslasten neue Bahnlasten gegen Verkehr der Limmattalbahn (Schmalspurbahn)

Die detaillierten Nachweise sind in der statischen Überprüfung SBB-Tunnel [6] ersichtlich.

Bestehende Lastkombination (nur Strassenverkehr = heutige Nutzung)

Die Tragsicherheit des SBB-Tunnels B-218b kann auf Basis der aktuellen Normen SIA 260ff unter bestehender Belastung nachgewiesen werden.

Erfüllungsgrade:

Materialkennwerte:	Beton C35/45, Bewehrung mit $f_{sd} = 300 \text{ N/mm}^2$	
Biegetragsicherheit: Rahmenprofil II Rahmenprofil III Rahmenprofil IV (mit plastischer Umlagerung)	$n \geq 1.05$	(mit plastischer Umlagerung)
	$n \geq 1.00$	(mit plastischer Umlagerung)
	$n \geq 1.00$	(mit plastischer Umlagerung)
Schubtragsicherheit Seite Gstühl:	Rahmenprofil II	$n \geq 1.03$
	Rahmenprofil III	$n \geq 1.10$
	Rahmenprofil IV	$n \geq 1.04$
Schubtragsicherheit Seite Tankanlage:	Rahmenprofil II	$n \geq 1.13$
	Rahmenprofil III	$n \geq 1.21$
	Rahmenprofil IV	$n \geq 1.01$

Lastkombination unter Berücksichtigung der Limmattalbahn (Variante B)

Die Tragsicherheit des SBB-Tunnels B-218b kann auf Basis der aktuellen Normen SIA 260ff unter zusätzlicher Belastung durch Verkehrslast und zusätzlichem Belag der Limmattalbahn nicht nachgewiesen werden.

Die Erfüllungsgrade wurden daher mit aktualisierten Einwirkungen (Reduzierung der α -Werte bei Lastmodell 1) gemäss SIA 269ff berechnet.

Die Lastausbreitung der Einwirkungen infolge Limmattalbahn ist in Kapitel 3 definiert.

Der dynamische Beiwert für die Decke SBB-Tunnel beträgt gemäss SIA 261 11.3.1.1.

$$\Phi = \frac{1.44}{\sqrt{l_\varphi - 0.2}} + 0.82 \quad l_\varphi = 9.14 \text{ m}$$

Der dynamische Faktor beträgt somit:

$$\Phi = \frac{1.44}{\sqrt{9.14 - 0.2}} + 0.82 = 1.33$$

Verteilte Belastung Schmalspurbahn (Lastmodell 4):

$$q_k = 1 \times 25 \text{ kN/m}^2 \times \Phi \times 1/2.50 \text{ m} = 1 \times 25 \text{ kN/m}^2 \times 1.33 \times 1/2.50 \text{ m} = 13.3 \text{ kN/m}^2$$

Einzellast Schmalspurbahn (Lastmodell 4):

$$Q_k = 0.5 \times 130 \text{ kN} \times \Phi \times 1/1.0 \text{ m}^2 = 0.5 \times 130 \text{ kN} \times 1.33 \times 1/1.0 \text{ m}^2 = 86.45 \text{ kN/m}^2$$

Rahmenprofil II

A) Biegetragsicherheit Rahmenprofil II:

Teileinspannung über Wand mit abgeminderten Beiwerten gemäss SIA 269



Abb. 39: massgebende Laststellung mit abgeminderten Beiwerten gemäss SIA 269 (L.S. IX, TRG 3,4)

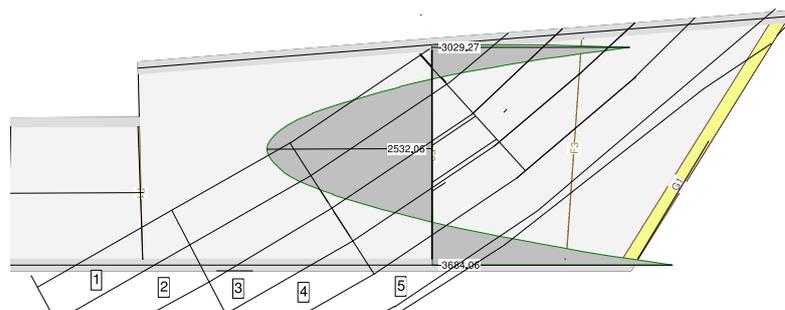


Abb. 40 Biegung R.pr. II (Balkenschnitt Breite = 3 m) mit Teileinspannung über Wand (SIA 269)

Schnittkräfte	Haupttragrichtung											
	Feld-QS [kNm/m']				Einspannung Seite Gstühl [kNm/m']				Einspannung Seite Tankanlage [kNm/m']			
	EG	Auflast	Verkehr	Total	EG	Auflast	Verkehr	Total	EG	Auflast	Verkehr	Total
Volle Einspannung	308	103	274	685	-573	-188	-601	-1362	-620	-216	-496	-1332
Teileinspannung	389	131	324	844	-449	-151	-410	-1010	-589	-206	-433	-1228
Tragsicherheit	Haupttragrichtung											
	Feld-QS [kNm/m']			Einspannung Seite Gstühl [kNm/m']			Einspannung Seite Tankanlage [kNm/m']					
	m_Ed	m_Rd	Erfüllungsgrad n	m_Ed	m_Rd	Erfüllungsgrad n	m_Ed	m_Rd	Erfüllungsgrad n			
Volle Einspannung	685		1.37	1362		0.76	1332		1.06			
Teileinspannung	844	936	1.11	1010	1038	1.03	1228	1406	1.14			

Tab. 2: Biegenachweise nach SIA 269

B) Querkrafttragsicherheit Rahmenprofil II:

Maximale Querkräfte bei voller Einspannung über Wand nach SIA 269:



Abb. 41: massgebende Laststellung Querkraft R.pr. II Seite Gstühl (L.S. XIII, TRG 1,4)

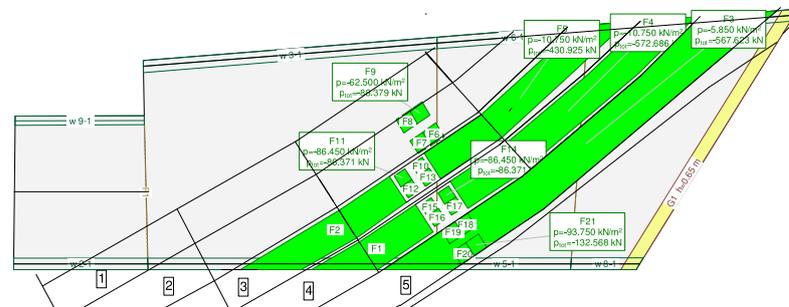


Abb. 42: massgebende Laststellung Querkraft R.pr. II Seite Tankanlage (L.S. XXIV, TRG 5,2)

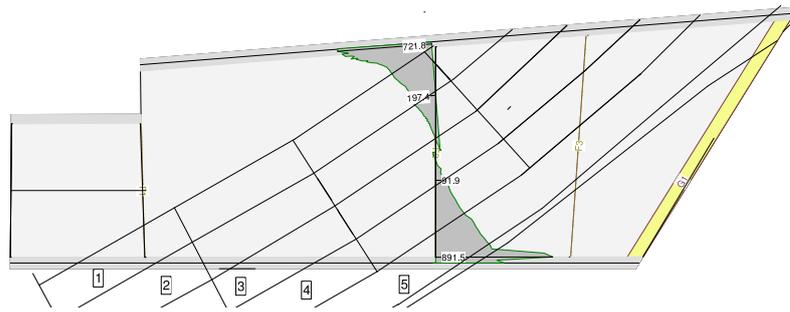


Abb. 43: Querkraft in massgebenden Schnitten, R.pr. II (Balkenschnitt Breite = 1 m) nach SIA 269

Schnittkräfte		Haupttragrichtung											
Querkraft	Schnitt 1				Schnitt 2				Schnitt 3				
	EG	Auflast	Verkehr	Total	EG	Auflast	Verkehr	Total	EG	Auflast	Verkehr	Total	
Gstühl (L.S. XIII, TRG 1,4)	214	69	249	532	152	50	134	336	126	42	105	273	
Tankanlage (L.S. XXIV, TRG ,5,2)	229	82	270	581	156	51	174	381	127	42	147	316	

Tragsicherheit		Haupttragrichtung Seite Gstühl								
Querkraft (L.S. XIII, TRG 1,4)	Schnitt 1			Schnitt 2			Schnitt 3			
	m_Ed	m_Rd	Erfüllungsgrad n	m_Ed	m_Rd	Erfüllungsgrad n	m_Ed	m_Rd	Erfüllungsgrad n	
Betondruckwiderstand	532	341	0.64	336	289	0.86	273	289	1.06	
Aufgebogene Bewehrung		720	1.35		528	1.57		250	0.92	

Tragsicherheit		Haupttragrichtung Seite Tankanlage								
Querkraft (L.S. XXIV, TRG ,5,2)	Schnitt 1			Schnitt 2			Schnitt 3			
	m_Ed	m_Rd	Erfüllungsgrad n	m_Ed	m_Rd	Erfüllungsgrad n	m_Ed	m_Rd	Erfüllungsgrad n	
Betondruckwiderstand	581	341	0.59	381	289	0.76	316	289	0.92	
Aufgebogene Bewehrung		720	1.24		528	1.39		250	0.79	

Tab. 3: Querkraftnachweise nach SIA 269 (plastisch)

Rahmenprofil III

A) Biegetragsicherheit Rahmenprofil III:

Teileinspannung über Wand mit abgeminderten Beiwerten gemäss SIA 269

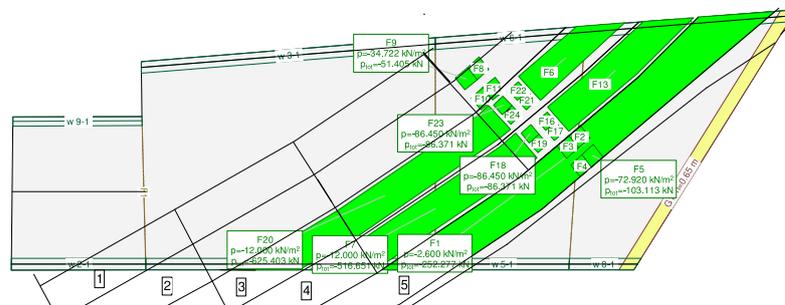


Abb. 44: massgebende Laststellung R.pr. III mit abgeminderten Beiwerten gemäss SIA 269

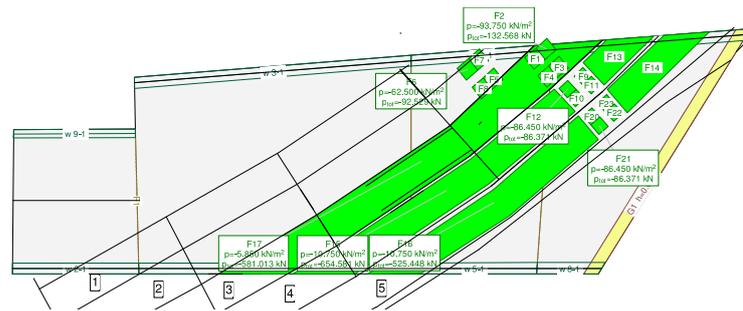


Abb. 46: massgebende Laststellung Querkraft R.pr. III Seite Gstühl (L.S. XXII, TRG 3,2)

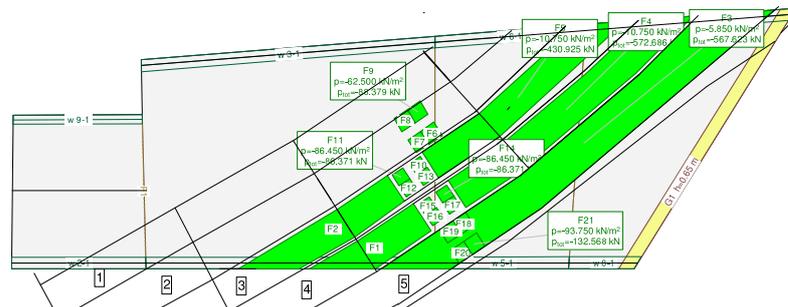


Abb. 47: massgebende Laststellung Querkraft R.pr. III Seite Tankanlage (L.S. XXIV, TRG 5,2)

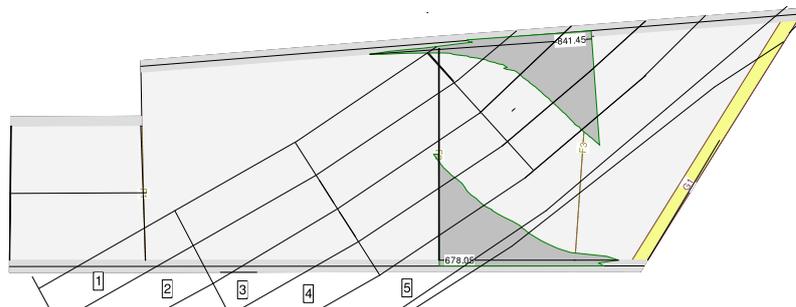


Abb. 48: Querkraft in massgebenden Schnitte, R.pr. III (Balkenschnitt Breite = 1 m) nach SIA 269

Schnittkräfte		Haupttragrichtung											
Querkraft	Schnitt 1				Schnitt 2				Schnitt 3				
	EG	Auflast	Verkehr	Total	EG	Auflast	Verkehr	Total	EG	Auflast	Verkehr	Total	
Gstühl (L.S. XXII, TRG 3,2)	230	85	263	578	161	61	134	356	138	53	92	283	
Tankanlage (L.S. XXIV, TRG ,5,2)	229	82	270	581	156	51	174	381	127	42	147	316	

Tragsicherheit		Haupttragrichtung Seite Gstühl											
Querkraft (L.S. XXII, TRG 3,2)	Schnitt 1			Schnitt 2			Schnitt 3						
	m_Ed	m_Rd	Erfüllungsgrad n	m_Ed	m_Rd	Erfüllungsgrad n	m_Ed	m_Rd	Erfüllungsgrad n				
Betondruckwiderstand	578	341	0.59	356	322	0.91	283	309	1.09				
Aufgebogene Bewehrung	578	723	1.25	356	618	1.74	283	250	0.88				

Tragsicherheit		Haupttragrichtung Seite Tankanlage											
Querkraft (L.S. XXIV, TRG ,5,2)	Schnitt 1			Schnitt 2			Schnitt 3						
	m_Ed	m_Rd	Erfüllungsgrad n	m_Ed	m_Rd	Erfüllungsgrad n	m_Ed	m_Rd	Erfüllungsgrad n				
Betondruckwiderstand	581	341	0.59	381	308	0.81	316	308	0.98				
Aufgebogene Bewehrung	581	716	1.23	381	611	1.60	316	250	0.79				

Tab. 5: Querkraftnachweise R.pr. III nach SIA 269 (plastisch)

Rahmenprofil IV

A) Biegetragsicherheit Rahmenprofil IV:

Teileinspannung über Wand mit abgeminderten Beiwerten gemäss SIA 269

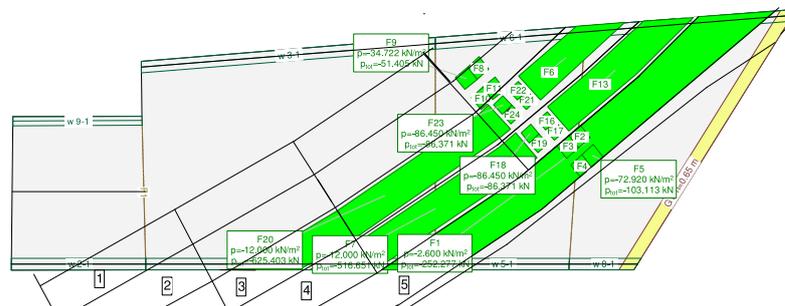


Abb. 49: massgebende Laststellung R.pr. IV mit abgeminderten Beiwerten gemäss SIA 269

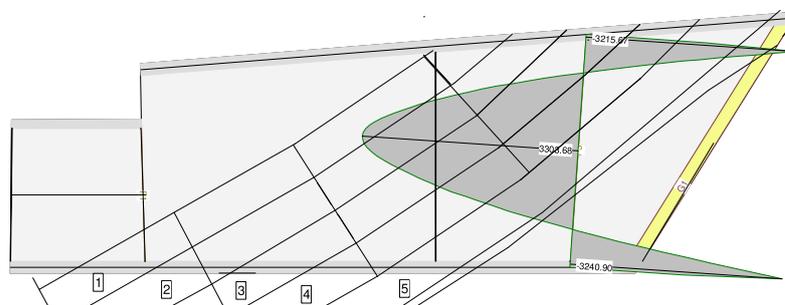


Abb. 50 Biegung R.pr. IV (Balkenschnitt Breite = 3 m) mit Teileinspannung über Wand (SIA 269)

Schnittkräfte	Haupttragrichtung											
	Feld-QS [kNm/m]				Einspannung Seite Gstühl [kNm/m]				Einspannung Seite Tankanlage [kNm/m]			
	EG	Auflast	Verkehr	Total	EG	Auflast	Verkehr	Total	EG	Auflast	Verkehr	Total
Volle Einspannung	357	141	323	821	-644	-244	-498	-1386	-662	-256	-456	-1374
Teileinspannung	502	195	404	1101	-509	-191	-371	-1071	-532	-204	-344	-1080

Tragsicherheit	Haupttragrichtung								
	Feld-QS [kNm/m]			Einspannung Seite Gstühl [kNm/m]			Einspannung Seite Tankanlage [kNm/m]		
	m_Ed	m_Rd	Erfüllungsgrad n	m_Ed	m_Rd	Erfüllungsgrad n	m_Ed	m_Rd	Erfüllungsgrad n
Volle Einspannung	821	834	1.02	1386	1084	0.78	1374	1104	0.80
Teileinspannung	1101		0.76	1071		1.01	1080		1.02

Tab. 6: Biegnachweise nach SIA 269

B) Querkrafttragsicherheit Rahmenprofil IV:

Maximale Querkräfte bei voller Einspannung über Wand nach SIA 269

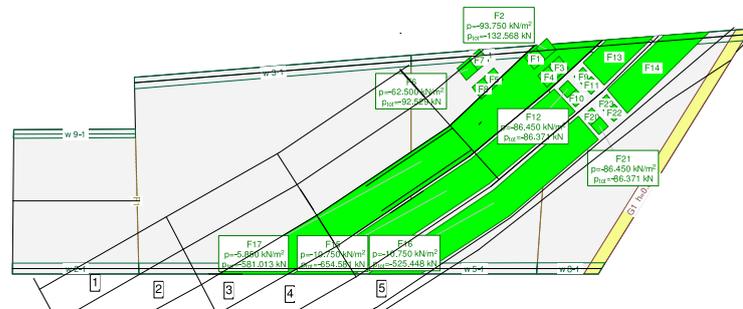


Abb. 51: massgebende Laststellung Querkraft R.pr. IV Seite Gstühl (L.S. XXII, TRG 3,2)

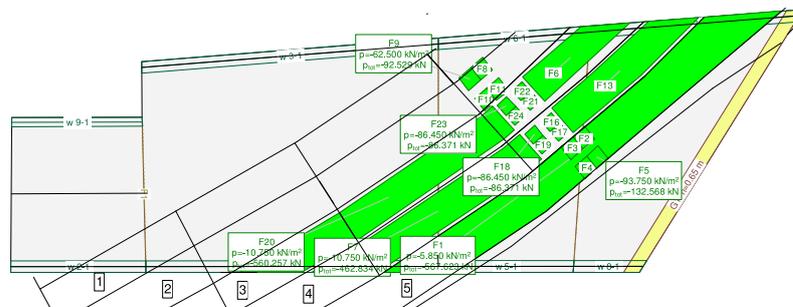


Abb. 52: massgebende Laststellung Querkraft R.pr. IV Seite Tankanlage (L.S. XXV, TRG 5,2)

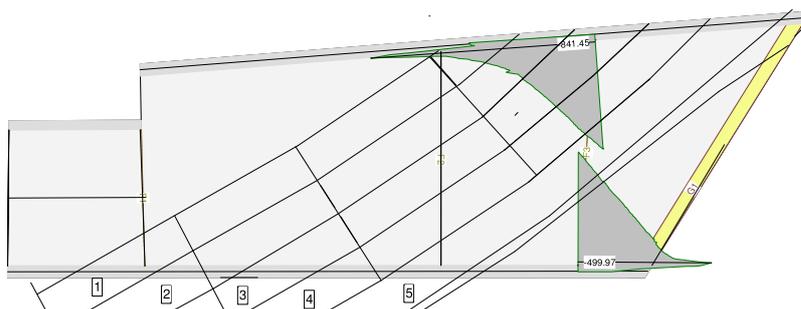


Abb. 53: Querkraft in massgebenden Schnitten, R.pr. IV (Balkenschnitt Breite = 1 m) nach SIA 269

Schnittkräfte		Haupttragrichtung											
Querkraft	Schnitt 1				Schnitt 2				Schnitt 3				
	EG	Auflast	Verkehr	Total	EG	Auflast	Verkehr	Total	EG	Auflast	Verkehr	Total	
Gstühl (L.S. XXII, TRG 3,2)	230	85	263	578	161	61	134	356	138	53	92	283	
Tankanlage (L.S. XXV, TRG ,5,2)	243	90	94	427	170	65	59	294	153	58	52	263	

Tragsicherheit		Haupttragrichtung Seite Gstühl								
Querkraft (L.S. XXII, TRG 3,2)	Schnitt 1			Schnitt 2			Schnitt 3			
	m_Ed	m_Rd	Erfüllungsgrad n	m_Ed	m_Rd	Erfüllungsgrad n	m_Ed	m_Rd	Erfüllungsgrad n	
Betondruckwiderstand	578	341	0.59	356	323	0.91	283	309	1.09	
Aufgebogene Bewehrung		724	1.25		619	1.74		250	0.88	

Tragsicherheit		Haupttragrichtung Seite Tankanlage								
Querkraft (L.S. XXV, TRG ,5,2)	Schnitt 1			Schnitt 2			Schnitt 3			
	m_Ed	m_Rd	Erfüllungsgrad n	m_Ed	m_Rd	Erfüllungsgrad n	m_Ed	m_Rd	Erfüllungsgrad n	
Betondruckwiderstand	427	342	0.80	294	342	1.16	263	310	1.18	
Aufgebogene Bewehrung		726	1.70		726	2.47		250	0.95	

Tab. 7: Querkräftenachweise R.pr. IV nach SIA 269 (plastisch)

Zusammenfassung der Resultate der statischen Überprüfung mit Limmattalbahnhof (Verkehrslasten gemäss SIA 269/1)

Materialkennwerte:

Beton C30/37, Bewehrung mit $f_{sd} = 300 \text{ N/mm}^2$

Biegetragsicherheit:

Rahmenprofil II $n \geq 1.03$ (mit plastischer Umlagerung)

(Umlagerung)

Rahmenprofil III $n \geq 1.01$ (mit plastischer Umlagerung)

(Umlagerung)

Rahmenprofil IV $n \geq 0.76$ (mit plastischer Umlagerung)

Schubtragsicherheit Seite Gstühl:

Rahmenprofil II $n \geq 1.06$

Rahmenprofil III $n \geq 1.09$

Rahmenprofil IV $n \geq 1.09$

Schubtragsicherheit Seite Tankanlage:

Rahmenprofil II $n \geq 0.92$

Rahmenprofil III $n \geq 0.98$

Rahmenprofil IV $n \geq 1.18$

Die Nachweise der Schubtragsicherheit sind knapp ungenügend. Aufgrund des hohen Betonalters kann jedoch mit grosser Sicherheit davon ausgegangen werden, dass eine höhere Betonqualität vorhanden ist.

Erfüllungsgrade mit erhöhten Materialkennwerten:

Materialkennwerte: **Beton C35/45**, Bewehrung mit $f_{sd} = 300 \text{ N/mm}^2$

Schubtragsicherheit Seite Gstühl: Rahmenprofil II **$n \geq 1.16$**
Rahmenprofil III **$n \geq 1.19$**
Rahmenprofil IV **$n \geq 1.19$**

Schubtragsicherheit Seite Tankanlage: Rahmenprofil II **$n \geq 1.00$**
Rahmenprofil III **$n \geq 1.06$**
Rahmenprofil IV **$n \geq 1.27$**

Unter der Annahme einer Betonqualität von mindestens C35/45 kann die Schubtragsicherheit bei allen Rahmenprofilen nachgewiesen werden.

Die Tragsicherheit des SBB-Tunnels B-218b kann auf Basis der aktuellen Normen SIA 269ff unter zusätzlicher Belastung durch Verkehrslast und zusätzlichem Belag der Limmattalbahn für das Rahmenprofil II & III nachgewiesen werden.

Das Rahmenprofil IV erfüllt nur die Nachweise bezüglich Tragsicherheit Querkraft, die Tragsicherheit Biegung ist ungenügend.

4.5 Empfehlungen

4.5.1 B-299, Schulhausplatzpassage

Variante A: Linienführung bekannt

Variante A bedingt eine komplette Neugestaltung der Stützeinteilung in der Langsamverkehrsebene Schulhausplatz. Ohne Auflage eines konkreten Projektes mit definitiver Linienwahl ist von Vorinvestitionen für Variante A abzusehen.

Variante B: Linienführung unbekannt

Die statischen Berechnungen unter Berücksichtigung der zusätzlichen Belastung infolge der Limmattalbahn haben folgende Auswirkungen auf die unterschiedlichen Bauteile gezeigt:

A) Decke Passage:

Die Nachweise bezüglich Durchstanzen konnten nicht erfüllt werden, weshalb eine erhöhte Betonqualität von C45/55 anstatt C30/37 für die Decke SHP gewählt wird. Von einer grösseren Deckenstärke wird abgeraten, da dies eine Zunahme der Eigenlasten zur Folge hätte (grössere Durchstanzlasten, grössere Fundamente, etc.) und die gesamte SHP-Passage um ca. 10 cm tiefer gelegt werden müsste (Mehraushub), damit die lichte Höhe beibehalten werden kann.

Aufgrund der erhöhten Betonqualität ist eine grössere Minimalbewehrung in der Decke SHP von $\varnothing 20$ e=150 erforderlich. Die Biege- sowie die Querkraftnachweise können mit den Beiwerten nach SIA 260ff erbracht werden.

B) Stützen Passage:

Der Stützendurchmesser kann bei 35 cm belassen, es ist jedoch eine erhöhte Bewehrung erforderlich. Der Stützenanprall konnte für die Passage SHP (Kat.G gemäss SIA 261) nachgewiesen werden.

C) Einzelfundamente Stützen:

Alle Einzelfundamente werden im Vergleich zum Auflageprojekt 10 cm dicker, was zu einer Gesamtstärke von 85 cm führt. Auch die Fundamentabmessungen fallen im Vergleich zum Auflageprojekt grösser aus. Zudem benötigen die Einzelfundamente, welche in Schwemmlagerungen zu liegen kommen, neu 5 anstatt 4 bzw. 7 anstatt 6 Mikropfähle (abhängig vom Baugrund).

D) Bustunnel

Die im Auflageprojekt vorgesehene Verbügelung der Krafteinleitungszone der Stützen in die Tunnelwand ist von grosser Wichtigkeit. Die geplante Fundamentvertiefung des Bustunnels ist ausreichend um die erhöhten Stützenlasten infolge Limmattalbahn aufzunehmen.

E) Vorplatz Bezirksgebäude

Die Limmattalbahn hat keinen Einfluss auf den Vorplatz Bezirksgebäude.

Empfehlung:

Falls davon ausgegangen wird, dass die Limmattalbahn in den nächsten Jahrzehnten realisiert wird, ist es zweckmässig die SHP-Passage auf diese erhöhten Lasten auszulegen.

4.5.2 B-218 D/F, Fahrbahnplatte Bruggerstrasse / Tunnelgarage

Variante A: Linienführung bekannt

Variante A bedingt für die Fahrbahnplatte ein kompletter Ersatz. Ohne Auflage eines konkreten Projektes mit definitiver Linienwahl ist von Vorinvestitionen für Variante A abzusehen.

Variante B: Linienführung unbekannt

Die statische Überprüfung der Fahrbahnplatte B-218 D hat gezeigt, dass die Nachweise bezüglich Tragsicherheit Biegung und Querkraft unter zusätzlicher Belastung durch die Limmattalbahnhof auf Basis der aktuellen Normen SIA 260ff nicht nachgewiesen werden können. Die Erfüllungsgrade wurden daher mit aktualisierten Einwirkungen (Reduzierung der α -Werte bei Lastmodell 1) gemäss SIA 269ff berechnet.

A) Bestehende Decke Feld III bis IX:

Die Nachweise bezüglich Tragsicherheit Biegung und Querkraft sind unter Anwendung der aktualisierten Beiwerte nach SIA 269ff erfüllt. Es sind keine Massnahmen notwendig.

B) Durchstanzen Stützenreihe Ost:

Die Nachweise bezüglich Tragsicherheit Durchstanzen sind unter Anwendung der aktualisierten Beiwerte nach SIA 269ff für die im Auflageprojekt vorgeschlagenen Verstärkungsmassnahmen nicht erfüllt. Es werden grössere Betonpilze mit einem Durchmesser von 2.50 m und einer Höhe von min. 0.50 m benötigt. Zudem müssen für zwei Stützen (siehe Kapitel 0) zusätzlich Schubdübel ausserhalb des Betonpilzes in die bestehende Decke versetzt werden.

C) Stützenanprall:

Der Stützenanprall in der Tunnelgarage (Lastbeschränkung auf 3.5 t) konnte nachgewiesen werden.

D) Verbreiterung Einzelfundamente:

Kommen die Einzelfundamente in den harten Kalksteinfels zu liegen ist eine Fundamentverbreiterung nicht notwendig (nördlicher Bereich). Im südlichen Bereich senkt sich der Kalksteinfels und es ist möglich, dass die Einzelfundamente im Boluston gegründet sind und somit eine Fundamentverbreiterung zwingend notwendig wird. Um dies abzuklären, sind im Zuge des Umbaus der Tunnelgarage Sondagen auszuführen.

E) Neue Decke oberhalb Bustunnel

Die neue Decke kann auf Basis der aktuellen Normen SIA 260ff bemessen werden. Um die zusätzliche Belastung durch die Limmattalbahnhof aufnehmen zu können kann die Deckenstärke belassen werden, es sind jedoch grössere Bewehrungsgehalte notwendig.

Empfehlung:

Falls davon ausgegangen wird, dass die Limmattalbahn in den nächsten Jahrzehnten realisiert wird, ist es zweckmässig die geplanten Verstärkungen und die neuen Deckenteile auf die erhöhten Lasten der Limmattalbahn auszulegen.

4.5.3 B-218 c, Decke Tankanlage

Variante A: Linienführung bekannt

Variante A bedingt bei der Decke über der Tankanlage ein kompletter Deckenersatz. Ohne Auflage eines konkreten Projektes mit definitiver Linienwahl ist von Vorinvestitionen für Variante A abzusehen.

Variante B: Linienführung unbekannt

Die statischen Überprüfungen unter Berücksichtigung der zusätzlichen Belastung infolge der Limmattalbahn haben gezeigt, dass die Nachweise bezüglich Biegung und Querkraft mehrheitlich nicht erfüllt werden können.

A) Deckenteil 1:

Die Nachweise bezüglich Tragsicherheit Querkraft sind unter Anwendung der aktualisierten Beiwerte nach SIA 269ff und unter Berücksichtigung eines Lastfaktors $\gamma_g = 1.20$ erfüllt. Damit die Aktualisierung des Lastfaktors Gültigkeit erlangt, muss gemäss SIA 269ff aber noch eine Überprüfung der Geometrie erfolgen. Falls diese Bedingung erfüllt wird, kann die Querkrafttragsicherheit als genügend eingestuft werden.

Die Nachweise bezüglich Tragsicherheit Biegung sind auch unter Anwendung der aktualisierten Beiwerte nach SIA 269ff und unter Berücksichtigung eines Lastfaktors $\gamma_g = 1.20$ nicht erfüllt. Mögliche Massnahmen sind:

- Detaillierte statische Überprüfung mit definitiver Linienführung der Limmattalbahn. Eventuell resultieren noch leicht kleinere Biegemomente, da bei der statischen Überprüfung im Rahmen der Machbarkeitsstudie die Einwirkungen der Limmattalbahn so angesetzt wurden, dass maximale Biegemomente resultieren.
- Biegeverstärkung des Deckenteils 1 in Feldmitte (ev. mit Klebebewehrung)

B) Deckenteil 2:

Die Nachweise bezüglich Tragsicherheit Biegung und Querkraft sind auch unter Anwendung der aktualisierten Beiwerte nach SIA 269ff und unter Berücksichtigung eines Lastfaktors $\gamma_g = 1.20$ nicht erfüllt. Mögliche Massnahmen sind:

- Detaillierte statische Überprüfung mit definitiver Linienführung der Limmattalbahn. Bei der statischen Überprüfung im Rahmen der Machbarkeitsstudie sind die Einwirkungen der Limmattalbahn so angesetzt worden, dass maximale Biegemomente resultieren. Falls die Limmattalbahn in Strassenmitte angeordnet wird, tangiert diese den Deckenteil 2 nur noch an einer Ecke, weshalb in diesem Falle für die Limmattalbahn keine Massnahmen notwendig sind.
- Falls auch aufgrund der detaillierten Überprüfung mit definitiver Linienführung der Limmattalbahn keine genügenden Tragsicherheiten errechnet werden können, muss eine Biege- und Schubverstärkung ausgeführt werden. Eine Biegeverstärkung könnte mit Klebebewehrung in Feldmitte realisiert werden. Um den Querschnitt im Voutenbereich bezüglich Querkraft zu verstärken, könnten zum Beispiel Bewehrungsseisen eingeklebt werden.

Die erforderlichen Massnahmen sind nicht abhängig vom Projekt Neubau Schulhausplatz und können ohne Probleme in späteren Projektphasen der Limmattalbahn ausgeführt werden.

Empfehlung:

Es wird daher empfohlen im Rahmen des Projektes SHP im Bereich Tankanlage keine Vorinvestitionen für die Limmattalbahn zu tätigen.

4.5.4 B-218 b, Bahntunnel SBB

Variante A: Linienführung bekannt

Variante 1 bedingt beim Bahntunnel SBB ein kompletter Deckenersatz. Ohne Auflage eines konkreten Projektes mit definitiver Linienwahl ist von Vorinvestitionen für Variante 1 abzusehen.

Variante B: Linienführung unbekannt

Die statische Überprüfung des Bahntunnel – SBB haben gezeigt, dass die Nachweise bezüglich Tragsicherheit Biegung und Querkraft unter zusätzlicher Belastung durch die Limmattalbahn nur teilweise erfüllt sind:

A) Rahmenprofil II:

Die Nachweise bezüglich Tragsicherheit Biegung und Querkraft sind unter Anwendung der aktualisierten Beiwerte nach SIA 269ff erfüllt. Es sind keine Massnahmen notwendig.

B) Rahmenprofil III:

Die Nachweise bezüglich Tragsicherheit Biegung und Querkraft sind unter Anwendung der aktualisierten Beiwerte nach SIA 269ff erfüllt. Es sind keine Massnahmen notwendig.

C) Rahmenprofil IV:

Die Nachweise bezüglich Tragsicherheit Querkraft sind unter Anwendung der aktualisierten Beiwerte nach SIA 269ff erfüllt. Es sind keine Massnahmen notwendig.

Die Nachweise bezüglich Tragsicherheit Biegung sind auch unter Anwendung der aktualisierten Beiwerte nach SIA 269ff nicht erfüllt. Mögliche Massnahmen sind:

- Materialtechnologische Untersuchungen, damit höhere Materialfestigkeiten angesetzt werden können. Die notwendige Stahlzugfestigkeit beträgt 400 N/mm^2 , was einem hohen Wert entspricht.
- Verstärkung des Rahmenprofils IV durch Klebebewehrung in Feldmitte.

Die erforderlichen Massnahmen sind nicht abhängig vom Projekt Neubau Schulhausplatz und können ohne Probleme in späteren Projektphasen der Limmattalbahn ausgeführt werden.

Empfehlung:

Es wird daher empfohlen im Rahmen des Projektes SHP im Bereich Bahntunnel SBB keine Vorinvestitionen für die Limmattalbahn zu tätigen.

4.6 Vorinvestitionen zu Gunsten der Limmattalbahn

4.6.1 B-299, Schulhausplatzpassage

Grobe Kostenschätzung (±25%, Stand Mai 2013):

Reine Baukosten ohne Honorare und Drittkosten, etc.

Regiearbeiten	CHF	20'000
Prüfungen	CHF	30'000
Baustelleneinrichtung	CHF	50'000
Mikropfähle	CHF	120'000
Mehraushub, Minderauffüllung	CHF	40'000
Ortbetonbau	CHF	480'000
Unvorhergesehenes	CHF	70'000
	CHF	<u>810'000</u>

Schätzung Honorare + Drittkosten

Überarbeitung Bauprojekt	CHF	90'000
Ausführungsprojekt	CHF	20'000
Prüfingenieur	CHF	5'000
Unvorhergesehenes	CHF	15'000
	CHF	<u>130'000</u>

Total	CHF	940'000
MWSt. 8%	CHF	75'200
Rundung	CHF	+4'800
Total inkl. MWSt.	CHF	<u>1'020'000</u>

4.6.2 B-218 D/F, Fahrbahnplatte Bruggerstrasse / Tunnelgarage

Grobe Kostenschätzung ($\pm 25\%$, Stand Mai 2013):

Reine Baukosten ohne Honorare und Drittkosten, etc.

Regiearbeiten	CHF	10'000
Baustelleneinrichtung	CHF	20'000
Instandsetzung von Bauteilen	CHF	250'000
Mehraushub, Fundamentverbreiterung	CHF	30'000
Ortbetonbau	CHF	90'000
Unvorhergesehenes	CHF	50'000
	CHF	<u>450'000</u>

Schätzung Honorare + Drittkosten

Überarbeitung Bauprojekt	CHF	60'000
Ausführungsprojekt	CHF	20'000
Prüfingenieur	CHF	5'000
Unvorhergesehenes	CHF	15'000
	CHF	<u>100'000</u>

Total	CHF	550'000
MWSt. 8%	CHF	44'000
Rundung	CHF	+6'000
Total inkl. MWSt.	CHF	<u>600'000</u>

4.6.3 B-218 c, Decke Tankanlage

Die empfohlenen Massnahmen sind nicht abhängig vom Projekt Neubau Schulhausplatz und können ohne Probleme in späteren Projektphasen der Limmattalbahnhof ausgeführt werden.

Es sind keine Vorinvestitionen notwendig.

4.6.4 B-218 b, Bahntunnel SBB

Die empfohlenen Massnahmen sind nicht abhängig vom Projekt Neubau Schulhausplatz und können ohne Probleme in späteren Projektphasen der Limmattalbahnhof ausgeführt werden.

Es sind keine Vorinvestitionen notwendig.

Schlussfolgerungen

4.7 Machbarkeitsstudie Linienführung

In der Varianten- und Machbarkeitsstudie konnte aufgezeigt werden, dass eine richtungsgetrennte Linienführung der Limmattalbahn (Variante 1) inklusive den Haltestellen Schulhausplatz Süd und Nord unter Vorbehalt der Bewilligung des BAV und Anpassung der Kunstbauten realisiert werden kann.

Im heutigen Projekt „Schulhausplatz“ wurde dem Veloverkehr eine grosse Bedeutung zuerkannt. Mit der Inbetriebnahme der Limmattalbahn werden für den Veloverkehr neue Lösungen gesucht werden müssen d.h., dass aus Sicherheitsgründen teilweise auf Velostreifen verzichtet werden muss. Die Konfliktpunkte sind auf der Hochbrücke, im Bereich der Haltestelle Schulhausplatz Nord und Süd, dem Schulhausplatz und der SBB-Brücke durch enge Platzverhältnisse und Kreuzungen der Verkehrswege gegeben. Da die Limmattalbahn aufgrund des Lichtraumprofils mehr Platz benötigt, liegt das Entfernen der Velostreifen auf der Hand. Die Limmattalbahn kann nur umgesetzt werden, wenn den Veloverkehr in der Priorität entsprechend zurückgestuft und mit dem MIV geführt wird. Können die von der Limmattalbahn betroffenen Velostreifen nicht weggelassen werden, so ist die Machbarkeit in Frage zu stellen resp. nicht mehr gegeben.

Aus der Sicht des öffentlichen Verkehrs ist die Doppelnutzung der Haltestelle Nord durch die Stadtbahn und die Busse nicht optimal. Zum einen darf durch die höhere Auslastung der Haltestelle Nord kein Rückstau auf die Hochbrücke durch wartende Busse oder Schienenfahrzeuge erzeugt werden. Zum andern ist zu beachten, dass die Busse bei den örtlichen Erhöhungen der Haltekante (Kissen infolge verschiedener Haltekantenhöhen; beim Bus mit 16 – 23 cm und der Bahn mit 30 cm) nur Teilbereiche der Haltestelle behindertengerecht nutzen können. Zudem muss das bestehende Perron auf 3m verbreitert werden. Mit den verschiedenen Busbetreibern und der Limmattalbahn muss eine Lösung gefunden werden. Es stellt sich aber auch die Frage, ob die Haltestelle Schulhausplatz durch den sehr dichten Busfahrplan (in Fahrtrichtung Bahnhof fährt ca. alle 2.4 Minuten ein Bus) das Passagieraufkommen nicht genügend abdecken kann.

Für die Machbarkeit muss vorausgesetzt werden, dass die Lage der Haltestellen Nord und Süd beim Knoten Schulhausplatz durch das BAV bewilligt wird.

Im Rahmen dieser Machbarkeitsstudie wurde die Verkehrstechnische Machbarkeit nicht weiter überprüft. Die Auswirkungen der Linienführung der Limmattalbahn auf die anderen Verkehrsteilnehmer konnten ausschliesslich qualitativ (z.B. längere Warte- / Stauzeiten) nicht jedoch quantitativ beurteilt werden. Die quantitative Beurteilung erfolgte durch das Ingenieurbüro SNZ mit dem Bericht „Zusatzuntersuchung Schulhausplatz / Brückenkopf Ost“ vom 30.06.2010. Ein verkehrstechnisches Gutachten über das Funktionieren des Schulhausplatz-

zes unter Berücksichtigung der Umsetzung des Baldeggtunnels (Süd-West-Umfahrung via Autobahn) ist nicht bekannt.

Aus der Machbarkeitsstudie konnten folgende Massnahmen ermittelt werden:

- A) Hochbrücke
Verbreiterung der Fahrbahnplatte oder weglassen von Velostreifen
Anpassung der Fahrbahnplatte infolge Einbau des Schienenkörpers
- B) Haltestellenbereiche
Neuerstellung der Haltestelle Süd (nur Bahnbetrieb)
Anpassung der Haltestelle Nord für die Benutzung durch Bahn und Bus
Weglassen der Velostreifen im Bereich der Haltestellen
Erstellung einer Verkehrsregelungsanlage für die Haltestelle Nord für alle Verkehrsteilnehmer um die An- und Wegfahrt von Bahn und Bus regeln zu können
Prüfung der Haltestellenauslastung und der Auswirkungen infolge Bedienung durch die LTB und den Bus (Rückstaugefahr)
- C) Schulhausplatz
Anpassung der Knotengeometrie (Fahrspuren, Verkehrsinseln, etc.), Verkehrsregelungsanlage notwendig
Weglassen von Velostreifen im Bereich des Cordulaplatzes infolge Konflikt mit der LTB
Anpassungen der Decke der Fussgängerpassage infolge Einbau des Schienenkörpers
- D) Tunnelgarage
Weglassen von Velostreifen
Anpassungen an der Decke der Tunnelgarage infolge Einbau Schienenkörper
- E) Schlossbergtunnel
Anpassungen an der Fahrbahnplatte (Decke Zugangsstollen) infolge Einbau des Schienenkörpers.
Aufgrund der Unterschreitung von Normwerten (Lichtraumprofil) ist die Zustimmung der Limmattalbahn AG und des Kantons Aargau sowie die Bewilligung durch das BAV notwendig.
- F) Fahrbahnplatte SBB-Brücke Bruggerstrasse
Anpassungen an der Fahrbahnplatte infolge Einbau des Schienenkörpers
Verkehrsregelungsanlage für alle Verkehrsteilnehmer für den Abzweiger der Limmattalbahn auf die Busrampe.
- G) Busrampe Richtung Bahnhof
(Teil-) Neubau der Rampe infolge Verbreiterung der Fahrbahn

4.8 Machbarkeit Kunstbauten (Bänziger Partner AG)

Das Ingenieurbüro Bänziger Partner AG überprüfte die Kunstbauten auf die zusätzliche statische Belastung mit der Realisierung der Limmattalbahn. Daraus konnten die Vorinvestitionen, welche mit dem Projekt Schulhausplatz zu realisieren sind ermittelt und Empfehlungen abgegeben werden. Da noch kein konkretes Projekt vorliegt, wird eine unbekannte Linienführung angenommen. Falls von der Realisierung der Limmattalbahn ausgegangen werden kann, ist es sinnvoll, die Schulhausplatzpassage auf die erhöhten Lasten auszulegen. Bei der Fahrbahnplatte Bruggerstrasse / Tunnelgarage ist es zweckmässig, die Konstruktion zu verstärken und die neuen Deckenteile auf die erhöhten Lasten auszulegen. Die Decke bei der Tankanlage (Einfahrtsbereich Tunnelgarage) muss ebenfalls für den neuen Belastungsfall verstärkt werden. Da der betroffene Bereich ausserhalb des Projektperimeters des Schulhausplatzes liegt, sind derzeit keine Vorinvestitionen sinnvoll.

Die statische Überprüfung des Bahntunnels (SBB-Brücke) ergab, dass die Tragsicherheit mit der Limmattalbahn nur teilweise erfüllt ist. Auch hier wird empfohlen, aufgrund der Lage ausserhalb des Projektperimeters des SHP vorerst auf die Vorinvestitionen zu verzichten.

4.9 Vorinvestitionen Projekt Schulhausplatz

Unter der Voraussetzung der Realisierung der Limmattalbahn werden mit dem Projekt Schulhausplatz folgende Vorinvestitionen (Grobkostenschätzung +/- 25%) notwendig:

	Schulhausplatzpassage	Fahrbahnplatte Bruggerstrasse / Tunnelgarage
Baukosten	Fr. 810'000	Fr. 450'000
Honorare + Drittkosten	Fr. 130'000	Fr. 100'000
Total	Fr. 940'000	Fr. 550'000
MWST 8%	Fr. 75'200	Fr. 44'000
Rundung	Fr. 4'800	Fr. 6'000
Total inkl. MWST	Fr. 1'020'000	Fr. 600'000

Tabelle 3 Grobkostenschätzung +/- 25% über die Vorinvestitionen für das Projekt Schulhausplatz

Alle weiteren baulichen Massnahmen (z.B. Busrampe, Hochbrücke, Anpassung an der Oberfläche etc.) die infolge der Limmattalbahn notwendig werden sind in den Kosten nicht enthalten.

4.10 Schlussbemerkung

In der Machbarkeitsstudie konnte nachgewiesen werden, dass eine Linienführung für die Limmattalbahn von der Hochbrücke, via Schulhausplatz und Busrampe bis zum Bahnhof grundsätzlich möglich ist. Es muss jedoch vorausgesetzt werden, dass:

- die Verkehrsmenge (MIV) den Mischverkehr mit der Bahn zulässt
- die Linienführung und Lichtraumprofile durch das BAV genehmigt werden kann
- der Veloverkehr teilweise mit dem MIV geführt wird
- die Haltestellen Schulhausplatz Nord und Süd durch das BAV bewilligt werden kann
- der Fahrplan der Haltestelle Nord die Bedienung durch die Limmattalbahn ermöglicht, ohne Rückstau durch wartende Busse zu erzeugen

Um zu einem späteren Zeitpunkt die Limmattalbahn von Spreitenbach bis zum Bahnhof Baden via Schulhausplatz realisieren zu können, sind die vorgeschlagenen Vorinvestitionen mit den baulichen Massnahmen an der Schulhausplatzpassage und in der Tunnelgarage von Fr. ca. 1.62 Mio. sinnvoll.

Bericht Machbarkeit Linienführung / Verkehr

Projektleiter



Torsten Wenk

TBF + Partner AG

Projektingenieur



Gion Flurin Schmucki

TBF + Partner AG

Bericht Machbarkeit Kunstbauten

Projektleiter



Harry Fehlmann

Bänziger Partner AG

Projektingenieur



Stefan Hung

Bänziger Partner AG

Projektingenieur



Stefan Sander

Bänziger Partner AG

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Grobkostenschätzung +/- 25% über die Vorinvestitionen für das Projekt Schulhausplatz	7
Tabelle 2	Prüfung der LTB-Linienführung auf die Machbarkeit	20
Tabelle 3	Grobkostenschätzung +/- 25% über die Vorinvestitionen für das Projekt Schulhausplatz	82

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Variante 1 richtungsgetrennte Linienführung	4
Abbildung 2	Übersichtsplan / Perimeter mit Einteilung der Abschnitte: A) Hochbrücke, B) Haltestelle Schulhausplatz, C) Schulhausplatz / Fussgängerpassage, D) Tunnelgarage, E) Zugangsstollen / Schlossbergtunnel, F) SBB-Brücke / Bruggerstrasse, G) Busrampe	5
Abbildung 3	Zu prüfende Linienführung der Limmattalbahn – Orthofoto aus AGIS	8
Abbildung 4	Übersichtsplan / Perimeter mit Einteilung der Abschnitte: A) Hochbrücke, B) Haltestelle Schulhausplatz, C) Schulhausplatz / Fussgängerpassage, D) Tunnelgarage, E) Zugangsstollen / Schlossbergtunnel, F) SBB-Brücke / Bruggerstrasse, G) Busrampe	9
Abbildung 5	Variante 1 richtungsgetrennte Linienführung	12
Abbildung 6	Variante 2, Gleistrasse mit Gegenverkehr	14
Abbildung 7	Variante 3, Haltestelle Hochbrücke	16

ANHANG 1

Situation 1:500, Machbarkeitsstudie

LEGENDE :

- proj. Randabschluss
- proj. Stützmauern
- proj. Hochstämmer
- FR+FG Fahrrad + Fussgänger
- best. Strasse
- best. Trottoir
- best. Grünfläche
- proj. Strasse
- Radweg
- proj. Gehweg
- proj. Rad- Gehweg kombiniert
- proj. Betonplatte Bushaltestelle -Rampe
- proj. Bankett
- proj. Insel- oder Grünfläche
- proj. Oberflächenneugestaltung

Machbarkeitsstudie LTB

LEGENDE :

- Linienführung Limmattalbahnhof
- Aufhebung Radstreifen
- Neubau / Anpassung Haltestelle
- Neu- / Teilneubau Tram- / Busrampe
- Versorgungsroute
- Kantonale Radroute

KANTON AARGAU Departement Bau, Verkehr und Umwelt
Abteilung Tiefbau

GEMEINDE Baden

STRASSE Hochbrücke - Schulhausplatz - Busrampe

BEREICH Km 20'325 - 20'906

OBJEKT Limmattalbahnhof

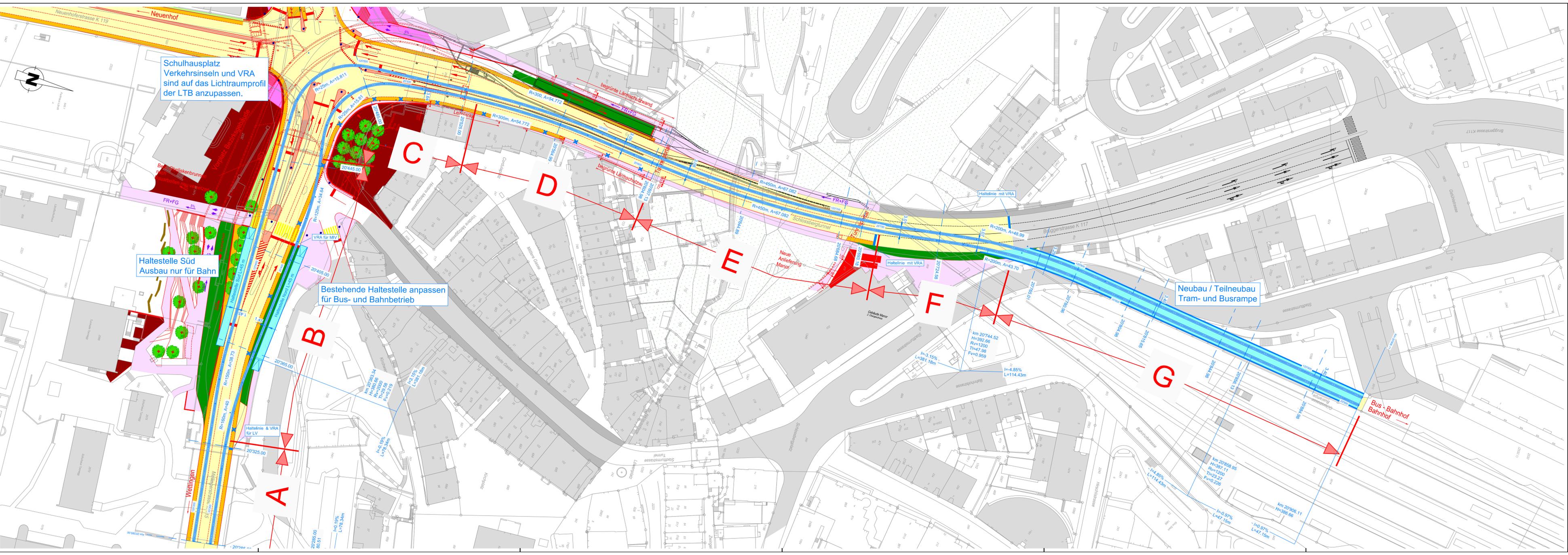
PLAN Situation 1:500

Vorstudien Generelles Projekt | **Auflageprojekt** | Ausführungsprojekt | Ausgeführtes Werk

ÜBERSICHTSSKIZZE:

Reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes für Landestopographie (A002104)

PLAN NR. 19930-1004	FORMAT : 45 / 147 FLÄCHE : 0.662m²
PROJEKT GEZEICHNET GEPRÜFT	NAME GU/duef DATUM 11.06.2013
ÄNDERUNGEN	INDEX
A	
B	
C	
EINGESEHEN	
FREIGABE	
REG. NR.	PLAN NR. 1004



BAUHERR: Departement Bau, Verkehr und Umwelt
Abteilung Tiefbau / Realisierung
Entfelderstrasse 22
5001 Aarau

PLANERSTELLER: **tbf** TBF+Partner AG
Planer und Ingenieure
Tunersstrasse 25 | T +41 43 255 23 00
Postfach | F +41 43 255 23 99
CH-8033 Zurich | E-Mail tbf@tbf.ch

ANHANG 2

Längenprofil 1:500/25, Machbarkeitsstudie

KANTON AARGAU
 Departement Bau, Verkehr und Umwelt
 Abteilung Tiefbau

GEMEINDE Baden
STRASSE Hochbrücke - Schulhausplatz - Busrampe
BEREICH Km 20'325 - 20'906

OBJEKT Limmattalbahn
PLAN Längenprofil Tramaxe 1, 1:500/25

Vorstudien | **Generelles Projekt** | **Auflageprojekt** | **Ausführungsprojekt** | **Ausgeführtes Werk**

ÜBERSICHTSSKIZZE:

Reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes für Landestopographie (JA002104)

PLANERSTELLER:	PLAN NR. 19930-1005	FORMAT : 30 / 168 FLÄCHE : 0.504m ²
lbf TB+Partner AG Planer und Ingenieure Torenstrasse 25 T +41 43 255 23 00 Postfach F +41 43 255 23 99 CH-8033 Zürich E-Mail lbf@lbf.ch	NAME	DATUM
	PROJEKT	11.06.2013
	GEZEICHNET	
	GEPRÜFT	
	ÄNDERUNGEN	INDEX
		A
		B
		C
	EINGESEHEN	
	FREIGABE	
BAUHERR: Departement Bau/Verkehr und Umwelt Abteilung Tiefbau / Realisierung Entfelderstrasse 22 5001 Aarau	REG. NR. ---	PLAN NR. 1005

