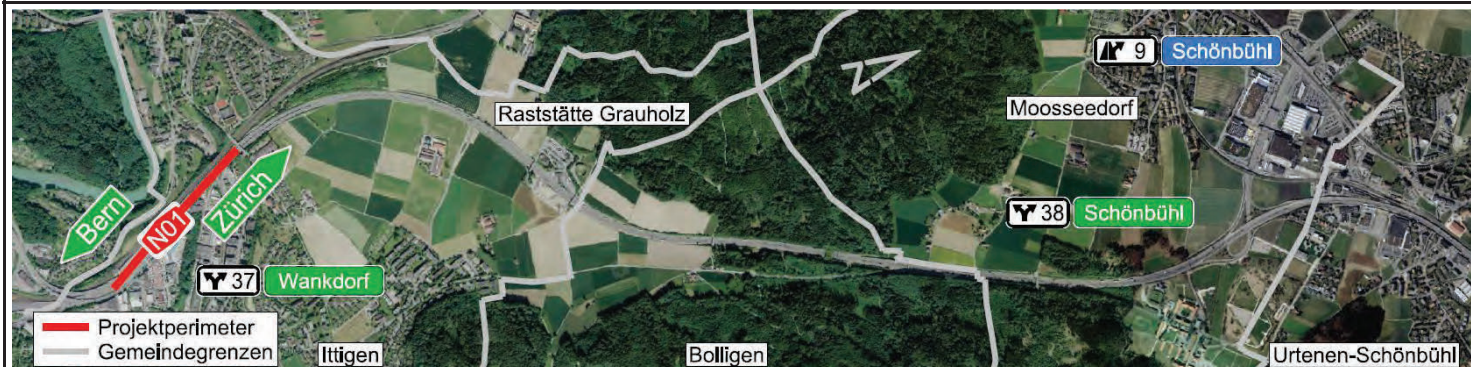


Nationalstrassen

N01 / Wankdorf - Schönbühl




VoMa Worblen

Unterhaltsabschnitt:	22	Unterhaltskilometer: N01 km 0.400 – km 1.075
Objekt / Los:	VoMa Worblen	Kurzbezeichnung: N01.22-004
Projekt-Nummer:	090037	Inventarobjekt-Nr.: 02.01.22.410.01 / 02.01.22.410.02

Massnahmenprojekt

Technischer Bericht

Projektverantwortung IG EBA c/o Basler & Hofmann AG Forchstrasse 395, Postfach 8032 Zürich T 044 387 11 22 F 044 387 11 00						Dokument-Nr. MP-21.10.3	
							
Rev.	Erstellt	Index A	Index B	Index C	Index D	Dokument / Plan - Nr. (PV):	1615-32-VoMa-002
Datum	15.07.2020					Visum PL-PV:	THI
Gez.	DL/MUL					Format:	---
Gepr.	MSu					Massstab:	---
Projektleitung Bundesamt für Strassen ASTRA Filiale Thun Uttigenstrasse 54 3600 Thun						Eingegangen:	
						Geprüft / Prüfung.:	
						Freigabe:	

Impressum

Vertragspartner

Auftragnehmer	Auftraggeber
IG EBA c/o Basler & Hofmann AG Forchstrasse 395, Postfach 8032 Zürich Tel. : Fax : E-Mail : Verfasser :	Bundesamt für Strassen ASTRA Filiale Thun Uttigenstrasse 54 3600 Thun Tel. : Fax : E-Mail : Ansprechperson :

Zusammenfassung

Die beiden Worblentalbrücken wurden im Rahmen des Erhaltungskonzepts zum Projekt Kapazitätserweiterung N01 Wankdorf - Schönbühl rechnerisch überprüft. Dabei wurde festgestellt, dass statische Defizite bestehen. Aus diesem Grund müssen die beiden Brücken punktuell verstärkt werden. Die erforderlichen Verstärkungs- und Instandsetzungsmassnahmen sollen baldmöglichst umgesetzt werden, damit die Tragsicherheitsdefizite zeitnah eliminiert und die aktuellen Nutzungseinschränkungen für Sondertransporte aufgehoben werden können.

Die baulichen Massnahmen sind ohne Landerwerb und ohne temporäre Landbeanspruchung möglich. Die Machbarkeit der erforderlichen temporären Verkehrsführungen während der Realisierung der VoMa Worblen wurde untersucht und bestätigt. Weiter konnte aufgezeigt werden, dass der Trasseabschnitt von der Verzweigung Wankdorf bis zu den Worblentalbrücken bezüglich der temporären Verkehrsführung im Schatten der Massnahmen an den Brücken instandgesetzt werden kann. Dadurch kann die Gesamtbauzeit für die Realisierung der Kapazitätserweiterung Wankdorf – Schönbühl entsprechend verkürzt werden.

Seitens ASTRA wurde entschieden, den Abschnitt von der Verzweigung Wankdorf bis und mit den beiden Worblentalbrücken als Vorgezogene Massnahme (VoMa) auszuführen. Die IG EBA wurde mit der Ausarbeitung eines Massnahmenkonzepts und eines Massnahmenprojekts beauftragt.

Projektziele:

- Statische Ertüchtigung der Brücken
- Nutzung der für die Massnahmen an den Brücken erforderlichen temporären Verkehrsführung für die Instandsetzung des Trassees
- Reduktion der Bauzeit für die Realisierung des Projektes N01.22 Kapazitätserweiterung Wankdorf - Schönbühl
- Gewährleistung einer möglichst hohen Verfügbarkeit der Stammachse im Bau- und Endzustand
- Instandsetzung Fahrbahnübergänge S 02 Brücke Worblaufenstrasse

Die Gesamtkosten für die VoMa Worblen werden zu CHF 26.8 Mio. veranschlagt (inkl. 7.7 % MWST). Die reinen Realisierungskosten werden zu rund CHF 19.2 Mio. geschätzt (exkl. Projektierung, Unvorhergesehenes und MWST).

Die Realisierung der VoMa Worblen ist im Zeitraum März 2022 bis Oktober 2023 vorgesehen. Erarbeitung und Genehmigung des Massnahmenprojekts sind bis Ende 2020 geplant. Die Erarbeitung der Submissionsunterlagen sowie die Ausschreibung der Bauarbeiten sollen bis Ende 2021 erfolgen.

Inhalt

1	Einleitung	10
1.1	Ausgangslage.....	10
1.2	Auftrag	10
1.3	Projektziele	10
1.4	Projektperimeter	11
1.5	Technische Daten der Objekte.....	11
1.6	Projektgrundlagen	12
1.7	Abgrenzung und Schnittstellen	13
2	Verkehr	14
2.1	Fachbericht Verkehr	14
2.2	Verkehrlich flankierende Massnahmen während dem Bau.....	15
3	Objektbeschrieb und Zustandsbeurteilung.....	16
3.1	Kunstabauten	16
3.2	Entwässerung.....	25
3.3	Trasse	25
3.4	Lärmschutzwände Trasse	31
3.5	Signalisation und Markierung.....	31
3.6	BSA	32
4	Massnahmen Kunstbauten	35
4.1	S 04 Worblentalviadukt	35
4.2	S 04A Neue Worblentalbrücke.....	42
4.3	S 03 UNF Eyfeld.....	45
4.4	S101 SM Eyfeld.....	45
4.5	S 601 LSW Fischrain 1 BE-ZH.....	45
4.6	S 602 LSW Fischrain Mitte.....	45
4.7	S 603 LSW Fischrain ZH-BE	45
4.8	S 02 Brücke Worblaufenstrasse.....	45
5	Massnahmen Trasse	47
5.1	Fahrbahn	47
5.2	Belag	48
5.3	Entwässerung.....	49
5.4	FZRS und Zäune.....	49
5.5	Lärmschutzwände	49
5.6	Signalisation und Markierung.....	49

6	Massnahmen BSA	50
6.1	Notruftelefon	50
6.2	Erdungsanlage	50
6.3	Lichtwellenleiterausrüstung	51
6.4	Signalübertragungskabel	51
6.5	Rohranlage BSA (Vorgaben an den Bau)	51
6.6	Nebeneinrichtungen	51
7	Bauablauf und temporäre Verkehrsführung	52
7.1	Temporäre Verkehrsführung	52
7.2	Bauablauf Brücken	57
7.3	Generelles Bauprogramm	59
8	Umwelt.....	61
9	Weitere Bewilligungen im Zuständigkeitsbereich des Bundes.....	62
9.1	Bahntrasse SBB	62
9.2	Bahntrasse RBS	62
10	Projektrisiken.....	63
10.1	Temporäre Verkehrsführung	63
10.2	Genehmigung bzw. Auflagen SBB und RBS	63
11	Termine	64
12	Kostenvoranschlag	65
13	Themenspeicher für Folgephasen.....	66
14	Anhang	68
14.1	Anhang I: BSA - Zustandsbeurteilung.....	68
14.2	Anhang II: Fachbericht Verkehr	72
14.3	Anhang III: Verkehrlich flankierende Massnahmen während dem Bau	73

Verzeichnis der Abkürzungen

Abkürzung	Begriff / Erläuterung
AAR	Alkali-Aggregat-Reaktion
AP	Ausführungsprojekt nach NSG
AN	Aktennotiz
ARS	Arbeitssitzung
DTV	Durchschnittlicher täglicher Verkehr
EK	Globales Erhaltungskonzept
EP	Entscheidungspapier
FFF	Fruchtfolgefläche
FZ/d	Fahrzeuge pro Tag
FZRS	Fahrzeugrückhaltesystem
GP	Generelles Projekt
GPLS	Gesamtprojektleitersitzung
IG	Ingenieurgemeinschaft
LM	Leitmauer
LKW	Lastkraftwagen
LSW	Lärmschutzwand
MK	Massnahmenkonzept
MP	Massnahmenprojekt
MwSt.	Mehrwertsteuer
NSG	Nationalstrassengesetz
NSV	Nationalstrassenverordnung
PFS	Projektfachsitzung
PSS	Projektsteuerungssitzung
PUN	Pannestreifenumnutzung
PV	Projektverfasser
SABA	Strassenabwasserbehandlungsanlagen
SM	Stützmauer
TMB	Technisches Merkblatt
TP	Teilprojekt
T/U	Trassee / Umwelt
UeMa	Übergangsmassnahme
UEF	Überführung
UNF	Unterführung
UPIaNS	Unterhaltsplanung Nationalstrassen
UVEK	Eidg. Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
VBS	Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport
VoMa	Vorgezogene Massnahmen

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Projektperimeter	11
Abbildung 2: Längsschnitt Worblentalviadukt.....	16
Abbildung 3: Querschnitt Worblentalviadukt mit angrenzender Neuer Worblentalbrücke (S 04A)	16
Abbildung 4: Längsschnitt Neue Worblentalbrücke	18
Abbildung 5: Querschnitt Neue Worblentalbrücke	18
Abbildung 6: Längsschnitt UNF Eyfeld	20
Abbildung 7: Ansicht SM Eyfeld	20
Abbildung 8: Querschnitt Lärmschutzwand Fischrain 1 BE-ZH	21
Abbildung 9: Querschnitt Lärmschutzwand Fischrain Mitte	22
Abbildung 10: Querschnitt Lärmschutzwand Fischrain ZH-BE	23
Abbildung 11: S 02 Brücke Worblaufenstrasse, Grundriss	24
Abbildung 12: S 02 Brücke Worblaufenstrasse, Querschnitt	24
Abbildung 13: Belagsuntersuchungen.....	25
Abbildung 14: Aufhängung Drittanlagen am Worblentalviadukt	28
Abbildung 15: Vorhandene Rohranlage im Bereich der VoMa Worblen	29
Abbildung 16: Beleuchtung Rad- / Gehweg im Bereich vom Worblentalviadukt.....	30
Abbildung 17: Verstärkung untere Kastenplatte, Draufsicht.....	35
Abbildung 18: Verstärkung der Stützenquerträger, Querschnitt	36
Abbildung 19: Massnahmen Konsolkopf Rad-/Gehweg.....	37
Abbildung 20: Vorgesehene Instandsetzungsmassnahme für die SM WL Bern Mitte	38
Abbildung 21: Massnahmen Leitmauer Ost Neue Worblentalbrücke	42
Abbildung 22: Brücke Worblaufenstrasse, Projektskizze Ersatz flexible Fahrbahnübergänge.....	46
Abbildung 23: Fahrstreifenaufteilung Projekt Kapazitätserweiterung.....	47
Abbildung 24: Belagsaufbau.....	48
Abbildung 25: Ausschnitt Signalisationsplan	49
Abbildung 26: Prinzip Erdungsanlage offene Strecke	50
Abbildung 27: Umleitungsrouten für den Veloweg (Variante "2") Fischrainweg, Grauholzstr., Papiermühlestr. [Quelle: Google Maps].....	53
Abbildung 28: Alternative Umleitungsrouten für den Veloweg (Variante "3") Länggasse, Chasseralstr., Grauholzstr., Papiermühlestr. [Quelle: Google Maps]	54
Abbildung 29: Schräg verlaufende Fahrbahnübergänge des Objekts S 02 [Quelle: Google Maps]	55
Abbildung 30: Bau- /Verkehrsphasen im Querschnitt Thun → ZH.....	55

Abbildung 31: Skizze für die Anordnung der Platten des Mini Fly-over bei einem schräg verlaufenden
Fahrbahnübergang56

Abbildung 32: Generelles Bauprogramm59

Abbildung 33: Rahmenterminprogramm der VoMa Worblen64

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Wichtigste Kenndaten der Bauwerke	11
Tabelle 2: Normprüfung Fahrstreifenbreiten.....	26
Tabelle 3: Grenzwerte der horizontalen Linienführung	26
Tabelle 4: Normprüfung Ist-Zustand horizontale Linienführung N01	27
Tabelle 5: Grenzwerte vertikale Linienführung	27
Tabelle 6: Normprüfung Ist-Zustand vertikale Linienführung (Kuppe, Wanne) N01	27
Tabelle 7: Normprüfung Ist-Zustand vertikale Linienführung (Längsgefälle) N01	27
Tabelle 8: Vorhandenes Quergefälle N01	28
Tabelle 9: Übersicht Zustand der Hausinstallation N01	29
Tabelle 10: Übersicht Zustand der Pumpwerke N01	30
Tabelle 11: Übersicht Zustand der Barrierenanlage N01	30
Tabelle 12: BSA IST-Zustand	34
Tabelle 13: Übersicht Massnahmen Worblentalviadukt	41
Tabelle 14: Übersicht Massnahmen Neue Worblentalbrücke	44
Tabelle 15: Fahrstreifenbreiten Bestand	47
Tabelle 16: Übersicht Massnahmen der Hausinstallation N01	51
Tabelle 17: Verkehrsführung während den Bauphasen	52
Tabelle 18: Umweltrelevanzmatrix	61
Tabelle 19: Gesamtkosten	65
Tabelle 20: Realisierungskosten, exkl. MWST	65

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Die beiden Worblentalbrücken (S 04 Worblentalviadukt und S 04A Neue Worblentalbrücke) wurden im Rahmen des Erhaltungskonzepts zum Projekt Kapazitätserweiterung N01 Wankdorf - Schönbühl rechnerisch überprüft. Dabei wurde festgestellt, dass statische Defizite bestehen. Aus diesem Grund müssen die beiden Brücken punktuell verstärkt werden. Die erforderlichen Verstärkungs- und Instandsetzungsmassnahmen sollen baldmöglichst umgesetzt werden, damit die Tragsicherheitsdefizite zeitnah eliminiert und die aktuellen Nutzungseinschränkungen für Sondertransporte aufgehoben werden können.

Die untersuchten Verstärkungs- und Instandsetzungsmassnahmen an den Kunstbauten sind ohne Land-erwerb und ohne temporäre Landbeanspruchung möglich. Ein Installationsplatz ist in Fahrtrichtung Bern unmittelbar an das südliche Widerlager angrenzend vorhanden. Die Machbarkeit der für die Realisierung der VoMa erforderlichen temporären Verkehrsführungen wurde untersucht und bestätigt. Weiter konnte aufgezeigt werden, dass der Trasseabschnitt von der Verzweigung Wankdorf bis zu den Worblentalbrücken bzgl. der temporären Verkehrsführung im Schatten der Massnahmen an den Worblentalbrücken instandgesetzt werden kann. Dadurch kann die Gesamtbauzeit für die Realisierung der Kapazitätserweiterung Wankdorf – Schönbühl entsprechend verkürzt werden.

1.2 Auftrag

Im Rahmen der GPLS vom 06.06.2019 wurde entschieden, den Abschnitt von der Verzweigung Wankdorf bis und mit den beiden Worblentalbrücken als Vorgezogene Massnahme (VoMa) auszuführen.

Die IG EBA wurde mit der Ausarbeitung des Massnahmenkonzepts und des Massnahmenprojekts beauftragt.

1.3 Projektziele

- Statische Ertüchtigung der Brücken, so dass einerseits die Nutzungseinschränkungen für die Sondertransporte möglichst rasch aufgehoben werden können und andererseits die Tragsicherheit für den Lastfall Anprall auf die Leitmauern wieder gewährleistet ist.
- Ausnutzung der für die Massnahmen an den Brücken erforderlichen temporären Verkehrsführung für die Instandsetzung des Trassees.
- Reduktion der Bauzeit für die Arbeiten des Projektes N01.22 Kapazitätserweiterung Wankdorf - Schönbühl.
- Gewährleistung einer möglichst hohen Verfügbarkeit der Stammachse in Bau- und Endzustand.

1.4 Projektperimeter

Der Projektperimeter umfasst die N01 von km 0+400 (nördlich der Verzweigung Wankdorf) bis km 1+075 (Widerlager Zürich der Worblentalbrücken) und liegt vollständig in der Gemeinde Ittigen. Als einzige Arbeit ausserhalb dieses Perimeters ist der Ersatz der Fahrbahnübergänge am Objekt S 02 Brücke Worblauenstrasse vorgesehen.

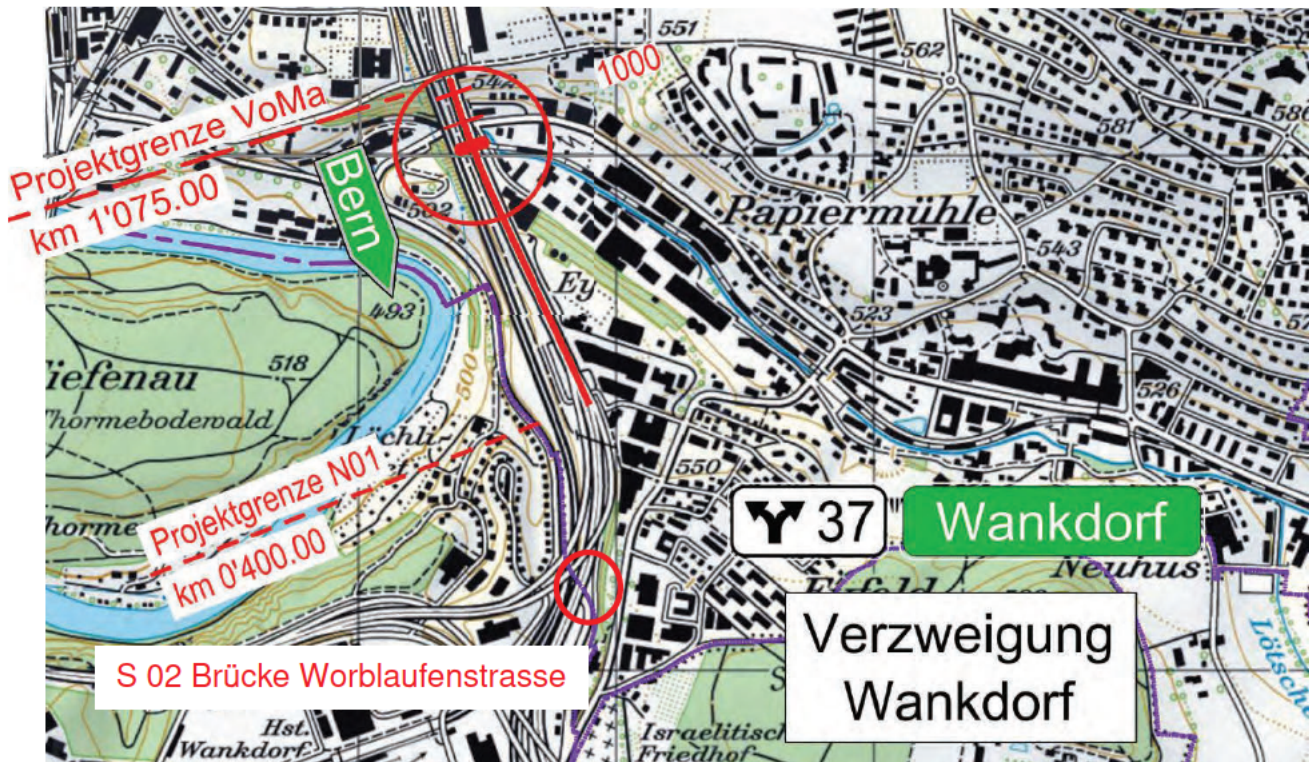


Abbildung 1: Projektperimeter

1.5 Technische Daten der Objekte

Der oben gezeigte Projektperimeter beinhaltet eine Unterführung, zwei Brückenbauwerke sowie drei Lärmschutzwände (Kenndaten, s. Tabelle 1). Ein detaillierter Objektbeschreibung folgt im Kapitel 2.

Bezeichnung	Inventarobjekt Nr.	Länge [m]	Breite [m]	Baujahr
S 04 Worblentalviadukt	02.01.22.410.01	250.0	20.0	1962
S 04A Neue Worblentalbrücke	02.01.22.410.02	259.0	17.6	1995
S 03 UNF Eyfeld	02.01.20.430.07	41.6	5.9	1961
S 101 SM Eyfeld	02.01.22.724.07	48.0	0.11 – 3.15	1995
LSW 1 Fischrain BE-ZHZH	02.01.22.712.14	373.0	1.20	1995
LSW Fischrain ZH-BE	02.01.22.712.15	206.0	2.68 – 3.06	1996
LSW Fischrain Mitte	02.01.22.712.16	751.0	2.65	1995

Tabelle 1: Wichtigste Kenndaten der Bauwerke

Das Objekt S 02 Brücke Worblauenstrasse ist im engeren Sinne nicht Bestandteil der VoMa Worblen, wird aus Gründen der Synergien bezüglich der temporären Verkehrsführung jedoch simultan zur Realisierung der VoMa Worblen instandgesetzt. Somit wird der signalisierte Bereich als eine Baustelle wahrgenommen.

1.6 Projektgrundlagen

Als Grundlagen für die Bearbeitung wurden Überprüfungsberichte, das genehmigte generelle Projekt (30.11.2018), das genehmigte globale Erhaltungskonzept (21.06.2017), das genehmigte Massnahmenkonzept zur VoMa Worblen (15.05.2020), die allgemein gültigen Normen, Richtlinien und Dokumentationen sowie Fachhandbücher des ASTRA verwendet:

- Grundleistung gem. TMB „Allgemeine Projektierungsleistungen“ (FHB TMB Nr. 20 001-00003)
- Dokumentation des Systems KUBA (Kunstabautendatenbank)
- Richtlinie „Überwachung und Unterhalt der Kunstbauten der Nationalstrasse“
- Richtlinie „Projektierung und Ausführung von Kunstbauten der Nationalstrasse“
- Richtlinie „Anprall von Strassenfahrzeugen auf Kunstbauten“
- „Richtlinien für konstruktive Einzelheiten von Brücken“
- FHB K TMB Nr. 22 001-20101 „Überprüfung der Tragsicherheit bestehender Bauwerke“
- Projektfachsitzungen K und T/U
- Archivgrundlagen ASTRA

Verkehr

- N01 Wankdorf-Schönbühl, Kapazitätserweiterung, AP, Fachbericht Verkehr, Zwischenstand vom 03.02.2020
- ASTRA (2013-2017) AVZ 056 – Schönbühl, Grauholz (AB)
- transoptima/ECoplan/transsol: Gesamtverkehrsmodell Kanton Bern, Modellaktualisierung 2016, Schlussbericht, Oktober 2018
- Wankdorf-Schönbühl, Kapazitätserweiterung, Pläne Bauphasen, IG EBA, 2019
- Entscheidpapier VoMa Abschnitt Worblen (Stand 11.06.2019), IG EBA / BHU
- Verkehrsführung VoMa Worblen, Factsheet, IG EBA, 14. Februar 2020
- VSS (1998) 40 016a, Massgebender Verkehr
- VSS (2006) 40 018a, Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit, Freie Strecke auf Autobahnen
- VSS (1999) 40 019, Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit, Einfahrten in Hochleistungsstrassen
- VSS (1998) 40 261, Knoten, kreuzungsfreie Knoten
- HBS Teil A Autobahnen, Ausgabe 2015
- PUN N06 Bern Wankdorf – Muri, Ausführungsprojekt, Verkehrsbericht Bauphase, RKP, ohne Datum
- Bundesamt für Strassen ASTRA, Betrieb NS – Verkehrsmanagement Schweiz, Zeitfenster für Tagesbaustellen auf Nationalstrassen 1. und 2. Klasse, Ausgabe 2011 V2.90, ASTRA 86023

Flankierende Massnahmen (FlaMa)

- Wankdorf-Schönbühl, Kapazitätserweiterung, Pläne Bauphasen, IG EBA, 2019
- Entscheidpapier VoMa Abschnitt Worblen (Stand 11.06.2019), IG EBA / BHU
- Verkehrsführung VoMa Worblen, Factsheet, IG EBA, 14. Februar 2020
- B+S AG, VoMa Worblen, Fachbericht Verkehr, 03.07. 2020
- Rudolf Keller & Partner, PUN Wankdorf-Muri, Bauzustand, Bericht Verkehr
- Verkehrsbelastungen über das gesamte Kantonsstrassennetz per 2015, Tiefbauamt des Kantons Bern, Ausgabe Februar 2015
- Gesamtverkehrsmodell Kanton Bern (GVM BE), Anwendung im Rahmen AP N01.22-004, Wankdorf-Schönbühl, Kapazitätserweiterung, B+S AG 2019
- Verkehrsmanagement Region Bern Nord, Bauprojekt TA, 26.02.2019, erstellt durch die IG BENO, im Auftrag des Tiefbauamts des Kantons Bern, DLZ Fachstelle VM.

1.7 Abgrenzung und Schnittstellen

Das vorliegende Dossier ist Bestandteil des EP N01.22 Wankdorf – Schönbühl, Kapazitätserweiterung, wird jedoch als VoMa Worblen aus dem Projekt herausgelöst und separat als Projekt geführt. Folgende Drittprojekte sind nicht Bestandteil des vorliegenden Dossiers:

- Umgestaltung Anschluss Wankdorf, Bauherrschaft ASTRA
- Bypass Bern Ost, Bauherrschaft ASTRA
- Pannestreifenumnutzung (PUN) Wankdorf – Muri, Bauherrschaft ASTRA

2 Verkehr

2.1 Fachbericht Verkehr

Der PV Verkehr hat zur Beurteilung der verkehrlichen Situation der VoMa Worblen einen Fachbericht Verkehr erstellt (siehe Anhang II). Nachfolgend sind die wichtigsten Ergebnisse und Empfehlungen zusammengefasst:

- Mit den prognostizierten Verkehrsbelastungen für 2022 (50.h) ergeben sich für den betrachteten Perimeter im Normalzustand in Richtung Bern eine Verkehrsqualitätsstufe D und für die Richtung Zürich eine Qualitätsstufe E an der Grenze zu D (massgebend hier Fahrstreifenabbau von 4 auf 3 Fahrstreifen).
- Für den Bauzustand mit leicht reduzierten Kapazitäten (jedoch gleicher Anzahl Fahrstreifen) liegen die Qualitätsstufen in Richtung ZH für die 50.h bei einem E, für die 100.h bei einem D bzw. beim Fahrstreifenabbau bei einem E an der Grenze zu D. In Richtung Bern resultiert für die 50.h ein E, für die 100.h ein E an der Grenze zu D.
- Das bedeutet, dass im Bauzustand im Durchschnitt mit rund 1-2 Stunden pro Woche und Richtung mit instabilen Verhältnissen gerechnet werden muss, wobei die damit verbundenen Stausituationen in der Regel örtlich beschränkt bleiben.
- Die Situation verschärfend können baustellenbezogene Tätigkeiten wie z.B. Zu- und Wegfahrten zu den Baustellen sein. Solche müssen unter Berücksichtigung von Verkehrsflussaspekten sorgfältig geplant werden und während der Pendlerspitzen auf ein Minimum beschränkt bleiben.
- Lokale Verschwenkungen sind möglichst dynamisch auszulegen, so dass es nicht zu abrupten Bremsmanövern kommt. Bei Fahrstreifenbreiten, welche für LKW nicht zulässig sind, ist darauf zu achten, dass diese nicht auf mittleren Fahrstreifen in Verflechtungsbereichen zu liegen kommen.
- In Bauphasen, wo der linke Fahrstreifen aus Richtung Thun in der Baustelle übergeleitet wird und der rechte auf die beiden Fahrstreifen aus Richtung Lausanne abgebaut wird, empfiehlt es sich, die LKW aus Richtung Thun auf dem linken Fahrstreifen zu führen, so dass diese nicht einfädeln müssen (Kapazitätsproblem). Der übergeleitete Fahrstreifen wird addiert.
- Eine spezielle Situation stellen Ereignisse wie Unfälle oder Pannenfahrzeuge im Baustellenbereich dar, dies vor dem Hintergrund von fehlenden Pannestreifen. Solche Situationen können gegenüber dem Normalzustand zu deutlich längeren Behinderungen führen.

2.2 Verkehrlich flankierende Massnahmen während dem Bau

Zur Beurteilung bezüglich flankierender Massnahmen (FlaMa) während der VoMa Worblen hat der PV Verkehr einen Fachbericht Verkehr erstellt (siehe Anhang III). Nachfolgend sind die wichtigsten Ergebnisse und Empfehlungen zusammengefasst:

- Durch die Tatsache, dass während der Bauzeit das Fahrstreifenangebot während der Tageszeit erhalten bleibt und gleichzeitig die parallel verlaufenden Routen des untergeordneten Netzes grösstenteils ebenfalls stark belastet sind, ist das Potenzial für Ausweichverkehr spürbaren Ausmasses grundsätzlich gering. Bei speziellen Ereignissen wie Unfällen oder Pannenfahrzeugen ist jedoch bei fehlenden Pannestreifen mit deutlich mehr Ausweichverkehr zu rechnen.
- Untersuchungen mit dem Verkehrsmodell für "normale" baustellenbedingte Kapazitätseinschränkungen während der Pendlerspitzenstunden zeigen, dass auf den stark belasteten Parallelrouten (Ittigen/Sand, Zollikofen) maximal Verkehrszunahmen um 5% zu erwarten sind. Das liegt unterhalb des wahrnehmbaren Bereichs. Auf kleineren Strassen können, in erster Linie aufgrund der niedrigen Grundbelastungen, die Zunahmen deutlich höher sein, was örtlich spürbar sein kann, aber nicht zu Kapazitätsproblemen führen muss.
- Es empfiehlt sich folglich, entsprechende Gegenmassnahmen, welche immer auch negative Effekte aufweisen, nicht vorgängig und flächendeckend auszulösen, sondern diese im Sinne von vorbehaltenen Beschlüssen zu planen und bei Bedarf gezielt einzusetzen.
- Auf der Massnahmenebene ergeben sich zwei Hauptansatzpunkte: einerseits die Verfügbarkeit von zuverlässiger Verkehrsinformation (Verlustzeiten) auf der Autobahn mittels WTA (in Ergänzung zu den fahrzeugseitigen Informationsmedien) im Wissen, dass der informierte Verkehrsteilnehmer weniger dazu neigt, Ausweichrouten zu benutzen, da die Planbarkeit seiner Reise weitgehend gewährleistet bleibt. Andererseits die Nutzung der Ausrüstung des Verkehrsmanagements Region Bern Nord (VM RBN). Hier geht es im Bedarfsfall darum, die vorhandenen Dosierstellen, welche auf dem Netz der potenziellen Ausweichrouten eine gute Abdeckung aufweisen, auf den Ausweichverkehr anzupassen. Dazu sind bei der Trägerschaft des VM RBN entsprechende Abklärungen vorzunehmen.
- Im Bedarfsfall sind auf von Ausweichverkehr betroffenen Nebenrouten (durch teilweise empfindliche Gebiete) Massnahmen mit Einschränkungen beim Verkehrsregime zu prüfen und mit den entsprechenden Gemeinden zu diskutieren.
- Grundlage für die Einschätzung von Problemen und entsprechender Auslösung von Massnahmen wird ein Verkehrsmonitoring sein, welches das relevante Netz abdecken muss. Im Wesentlichen wird es darum gehen, Verkehrsdaten zu erfassen und periodisch auszuwerten. Zuständig für die Beurteilung und Auslösung von Massnahmen bzw. vorbehaltenen Entschlüssen ist eine Task Force Verkehr, welche bereits für das Notfallmanagement gebildet werden muss.
- Der Bereich Anschluss Muri bis Anschluss Wankdorf (N06) bzw. die parallel verlaufenden Ausweichrouten bedarf einer Koordination mit dem Projekt PUN Wankdorf-Muri, welches gleichzeitig mit der VoMa Worblen realisiert wird. Es ist zu prüfen, ob eine gemeinsame Task Force Verkehr für beide Baustellen Sinn macht.

3 Objektbeschreibung und Zustandsbeurteilung

Die aktuellen Inspektionsberichte der Gebietseinheit stammen aus dem Jahr 2019. Sobald neue Informationen aus Inspektions- oder Unterhaltstätigkeiten vorliegen, werden diese in der Projektierung berücksichtigt. Aufgrund der bisherigen Zustandsentwicklung ist allerdings keine massgebliche Zustandsverschlechterung der Kunstbauten zu erwarten.

3.1 Kunstbauten

3.1.1 S 04 Worblentalviadukt

Das Worblentalviadukt liegt auf der Nationalstrasse N01 unmittelbar nach der Verzweigung Wankdorf und überquert das Worblental in der Gemeinde Ittigen. Die 5-feldrige Brücke wurde 1962 als vorgespannte Betonkonstruktion errichtet. Die Stützen tragen den Doppelhohlkasten des Überbaus. Die grösste Spannweite beträgt 60.60 m. Die Brücke weist im Längenprofil ungefähr in Brückenmitte einen Tiefpunkt auf. Die Längsgefälle von 0.06 % in Richtung Zürich und 0.79 % in Richtung Bern sind sehr klein. Im Grundriss hat die Brücke eine gekrümmte Form (liegt in Klothoide der N01-Achse, $A = 899.61$ m, $R1/R2 = \infty/1'155$ m).

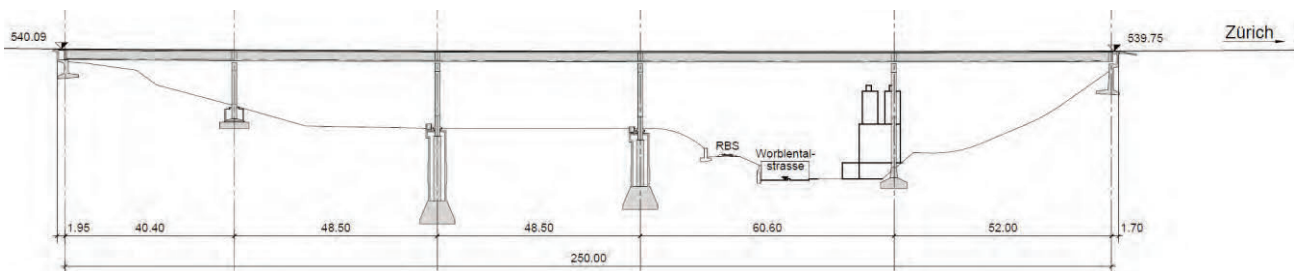


Abbildung 2: Längsschnitt Worblentalviadukt

Mit der Erweiterung der Nationalstrasse 1995 und dem Bau der parallel verlaufenden, neuen Worbentalbrücke wurden beidseitig Leitmauern ergänzt und die Entwässerung angepasst. Die Fahrbahn ist ca. 15.20 m breit und verfügt über 3 Fahrstreifen in Richtungen Bern sowie einen Rad-/Gehweg auf der Westseite der Brücke (Seite SBB-Trasse).

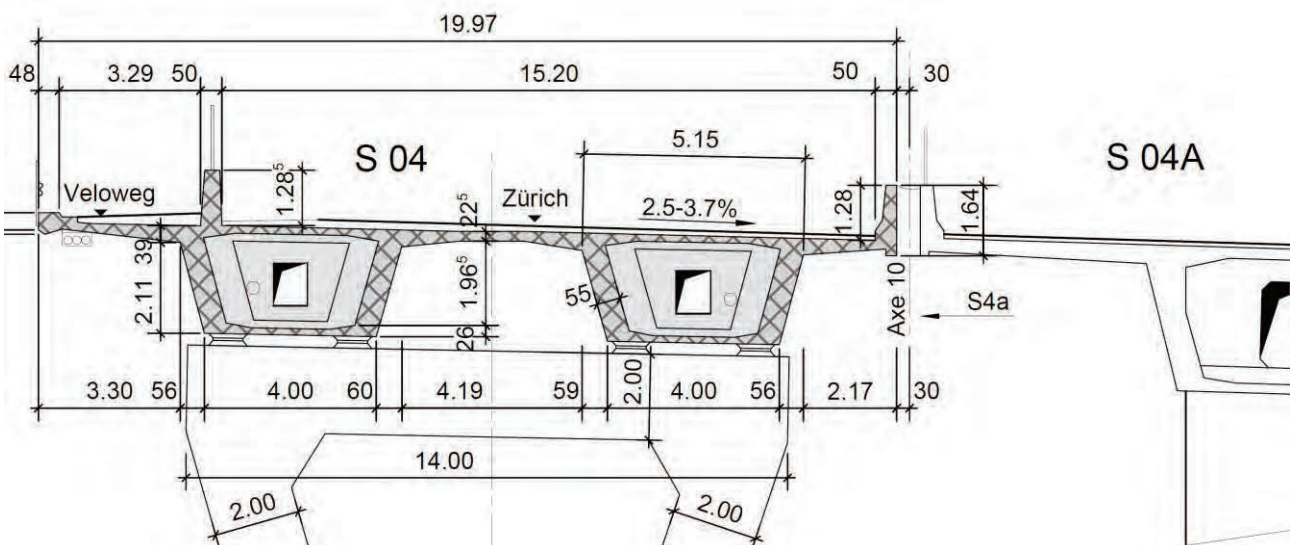


Abbildung 3: Querschnitt Worblentalviadukt mit angrenzender Neuer Worblentalbrücke (S 04A)

Die im Jahre 2012 durchgeführten visuellen Inspektionen des damaligen Projektverfassers zeigen, dass das Worblentalviadukt insgesamt einen annehmbaren Zustand aufweist (siehe *MP-22.10.1*). Als Schäden wurden im Rahmen der letzten Hauptinspektionen der Gebietseinheit in den Jahren 2015 und 2019 ausführungsbedingte Risse, lokal korrodierte Bewehrung mit Abplatzungen sowie schadhafte Belagsfugen festgestellt. Die Schäden führten bislang zu keiner Reduktion der Tragfähigkeit der Brücke.

Die Ergebnisse der statischen Überprüfung (siehe *MP-22.10.1*) zeigen Defizite bezüglich der Ermüdungsfestigkeit der Fahrbahnplatte. Zudem ist die Schubtragfähigkeit der Längsträger nicht gewährleistet.

Die Ergebnisse der statischen Überprüfung wurden in der Phase GP/EK durch die IG EBA verifiziert und durch weitere Berechnungen ergänzt. Die detaillierten Ergebnisse der rechnerischen Überprüfung sind im Dokument *MP-22.10.2* zusammengestellt. Die ergänzenden Berechnungen zeigen, dass die Schubtragfähigkeit der Stützenquerträger ungenügend ist. Weiter ist die Querbewehrung der unteren Kastenplatte zur Aufnahme der Querkraft zu wenig stark ausgebildet. Die Schubtragfähigkeit der Längsträger konnte mit verfeinerten Berechnungsmodellen nachgewiesen werden. Die Ermüdungsfestigkeit der Fahrbahnplatte ist ungenügend.

Im Rahmen der Phase MK wurden ergänzende Zustandsuntersuchungen durchgeführt. Diese sind im Dokument *MP-22.10.3* dokumentiert. Gemäss den Untersuchungsberichten ist der Hohlkasten West in einem annehmbaren und der Hohlkasten Ost in einem guten Zustand. Es wurden Potenzialfeldmessungen, Bewehrungsüberdeckungsmessungen, Bewehrungssondierungen sowie Bestimmungen der Karbonatisierungstiefe und des Chloridgehalts durchgeführt. Weiter wurden die Lager inspiziert. Es wurden keine oder unbedeutende Schäden festgestellt. Der Lamellenfahrbahnübergang beim Widerlager Zürich wurde ebenfalls inspiziert. Er soll gemäss Empfehlung des Inspizienten innerhalb der nächsten 6 – 10 Jahre ersetzt werden.

Die Stützmauer Widerlager Bern Mitte bildet den östlichen Seitenabschluss des Widerlagers Bern des Worblentalviadukts. Sie ist als Winkelstützmauer konzipiert. Die Leitmauer (Höhe ca. 1.2 m ab Oberkante Belag), welche nachträglich auf die Stützmauer aufbetoniert wurde, ist monolithisch mit der Mauerkrone verbunden. Die Länge der Mauerelemente ist variabel und beträgt 8.0 – 9.0 m. Die Mauerhöhe beträgt im Brückenauflegerbereich maximal 7.4 m (inkl. Leitmauer).

Die Statik der Stützmauer wurde im Rahmen des Globalen Erhaltungskonzepts 2012 durch die IG K+Z / BEP nicht überprüft. Aus dem Überprüfungsbericht geht hervor, dass die Stützmauer Schäden in Form von ausführungsbedingten Rissen sowie Aussinterungen aufweist. Angaben über die Bewehrungsüberdeckung oder über die zu erwartende Schadensentwicklung liegen nicht vor.

Die statische Überprüfung der Stützmauer im Rahmen der Projektphase GP/EK durch die IG EBA hat gezeigt, dass weder die innere noch die äussere Tragsicherheit nachgewiesen werden kann und folglich Massnahmenbedarf besteht.

3.1.2 S 04A Neue Worblentalbrücke

Die neue Worblentalbrücke verläuft parallel zum Worblentalviadukt (Brückenachse im Grundriss ebenfalls gekrümmt). Die 5-feldrige Brücke wurde 1995 als vorgespannte Konstruktion neu errichtet. Der Überbau liegt auf 4 Stützen auf. Die grösste Spannweite beträgt 57.75 m. Die Brücke weist im Längsprofil ungefähr in Brückenmitte einen Tiefpunkt auf. Die Längsgefälle von 0.06 % in Richtung Zürich und 0.79 % in Richtung Bern sind sehr klein. Die Brücke wurde im Rahmen der Erweiterung der Nationalstrasse erstellt und trägt

den Verkehr in Richtung Zürich. Die Fahrbahn ist ca. 16.50 m breit und verfügt über 4 Fahrstreifen. Das Quergefälle der Brücke ist nach aussen (gegen Osten) gerichtet.

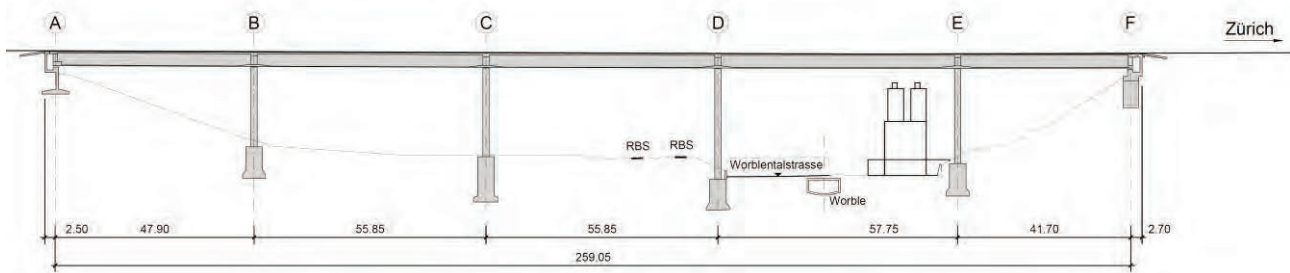


Abbildung 4: Längsschnitt Neue Worblentalbrücke

Die im Mai 2012 durchgeführte visuelle Inspektion durch den damaligen Projektverfasser sowie die 2015 und 2019 durchgeführten Hauptinspektionen der Gebietseinheit zeigen, dass die Neue Worblentalbrücke insgesamt einen annehmbaren Zustand aufweist (vgl. MP-22.20.1). Als Schäden wurden ausführungsbedingte Risse, Abplatzungen beziehungsweise abgeplatzte Reprofilierungen, Rostflecken, schadhafte Belagsfugen und Belagsanschlüsse sowie Nassstellen und Kalkausscheidungen an verschiedenen Bauteilen festgestellt. Weiter wurden Undichtigkeiten beim Fahrbahnübergang beim Widerlager Zürich (Lamellenübergang) festgestellt. Die Schäden führten bislang zu keiner Reduktion der Tragfähigkeit der Brücke.

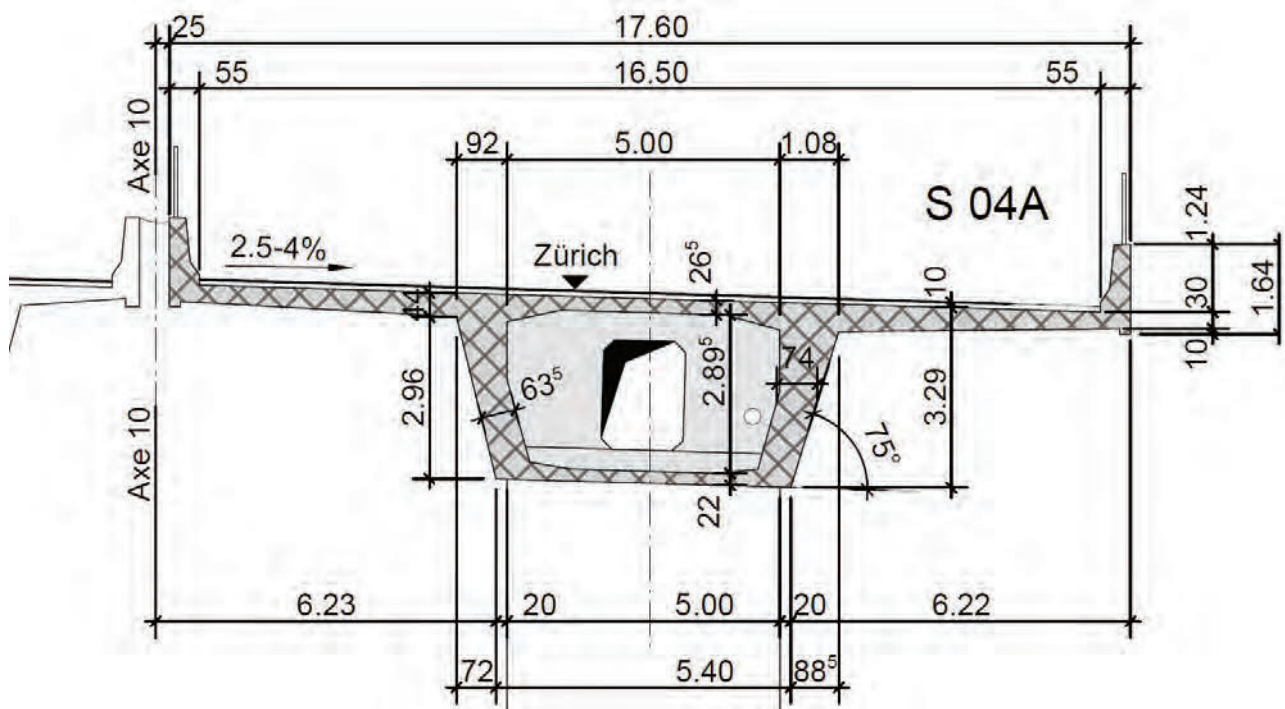


Abbildung 5: Querschnitt Neue Worblentalbrücke

Die Ergebnisse der statischen Überprüfung aus dem Jahre 2013 zeigen Defizite bezüglich der Ermüdungsfestigkeit der Fahrbahnplatte (im Feld zwischen den Längsträgern) sowie bei der Auskragung.

Die Ergebnisse der statischen Überprüfung wurden in der Phase MK durch die IG EBA verifiziert und durch weitere Berechnungen ergänzt. Die detaillierten Ergebnisse sind im Dokument MP-22.20.2 aufgeführt. Der Widerstand der Leitmauer Ost auf Anprallkräfte ist ungenügend. Weiter kann der Nachweis der Ermüdungsfestigkeit der Fahrbahnplatte knapp nicht erfüllt werden.

Im Rahmen der Phase MK wurden ergänzende Zustandsuntersuchungen durchgeführt. Diese sind im Dokument MP-22.20.3 beschrieben. Gemäss den Untersuchungsberichten sind an den Lagern keine oder nur geringfügige Schäden vorhanden. Der Lamellenfahrbahnübergang beim Widerlager Zürich soll gemäss Empfehlung des Inspizienten innerhalb der nächsten 6 – 10 Jahre ersetzt werden.

Die Leitmauern der Neuen Worblentalbrücke weisen eine Höhe ab OK Belag von 1.10 m auf. Für neue Leitmauern ist gemäss der ASTRA-Richtlinie *Fahrzeugrückhaltesysteme* eine Höhe von 1.15 m gefordert. Gemäss Entscheid ASTRA in der PFS K 07/19 vom 31.10.2019 wird aus Gründen der Verhältnismässigkeit (Auswirkung auf Lärmschutzwand) auf eine Erhöhung der Leitmauer auf die richtlinienkonforme Höhe von 1.15 m verzichtet.

Die Stützmauer Widerlager Bern Ost bildet den östlichen Seitenabschluss des Widerlagers Bern der neuen Worblentalbrücke. Sie ist als Winkelstützmauer konzipiert. Die Leitmauer mit einer Höhe von ca. 1.2 m ab Oberkante Belag ist monolithisch mit dem Stützmauerkopf verbunden. Die Länge der Mauerelemente beträgt konstant 6.0 m. Die gesamte Mauerhöhe beträgt im Brückenauflegerbereich maximal 9.44 m (inkl. Leitmauer) und reduziert sich Richtung Süden schrittweise bis auf 3.65 m. Die Fussbreite der Stützmauer ist variabel und liegt zwischen 2.6 und 2.4 m.

Die Statik der Stützmauer wurde im Rahmen des Globalen Erhaltungskonzepts 2012 durch die IG K+Z / BEP nicht überprüft. Aus dem Überprüfungsbericht geht hervor, dass die Stützmauer Schäden in Form von Abplatzungen sowie Rostflecken (Bewehrungskorrosion) aufweist. Angaben über Bewehrungsüberdeckung oder einer möglichen Schadensentwicklung fehlen.

Die statische Überprüfung der Stützmauer im Rahmen der Projektphase GP/EK durch die IG EBA hat gezeigt, dass die innere Tragsicherheit für die aussergewöhnliche Bemessungssituation Anprall knapp nicht nachgewiesen werden kann (minimaler Erfüllungsgrad $n = 0.95$). Der Nachweis der äusseren Tragsicherheit konnte erbracht werden.

3.1.3 S 03 UNF Eyfeld

Die Unterführung Eyfeld liegt unmittelbar an der Verzweigung Wankdorf. Das schlaff bewehrte Rahmen-tragwerk unterquert die Nationalstrasse N01, wurde im Jahr 1961 gebaut und 1970 auf beiden Seiten erweitert. Im Rahmen des Ausbaus auf 6 Streifen wurde die Unterführung 1992 ein zweites Mal auf beiden Seiten verlängert. Die Spannweite der Unterführung beträgt 5.90 m. Die darüberliegende Fahrbahn der N01 ist ca. 41 m breit und verfügt über je 2 Fahrstreifen in beiden Richtungen sowie eine Ab- und Auffahrt zur Nationalstrasse N06 mit jeweils 2 Fahrstreifen. Das Quergefälle der Brückenfahrbahn ist nach Westen geneigt. Die Unterführung weist eine minimale lichte Höhe von 3.84 m auf der Seite Tiefenau/Bahntrasse im Bereich der Rahmenwand Bern auf.

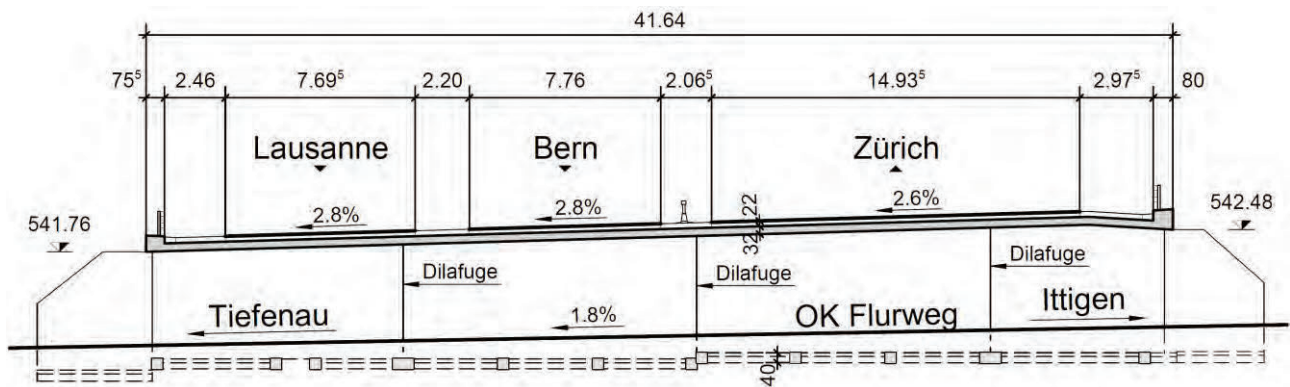


Abbildung 6: Längsschnitt UNF Eyfeld

Die durchgeführte visuelle Inspektion im Mai 2012 durch den damaligen Projektverfasser sowie die 2010 durchgeführte Hauptinspektion der Gebietseinheit zeigen, dass die Unterführung Eyfeld insgesamt einen annehmbaren Zustand aufweist (Überprüfungsbericht 2013).

Als Schäden wurden ausführungsbedingte Risse mit Kalkausscheidungen und diverse Abplatzungen am gesamten Bauwerk festgestellt. Die Schäden führten bislang zu keiner Reduktion der Tragfähigkeit der Unterführung.

Die Ergebnisse der statischen Überprüfung (Überprüfungsbericht 2013) zeigen keine Defizite.

Die Unterführung wurde 2018 im Rahmen einer kleinen baulichen Unterhaltsmassnahme instandgesetzt.

3.1.4 S 101 SM Eyfeld

Die Stützmauer Eyfeld liegt unmittelbar nach der Verzweigung Wankdorf. Sie befindet sich direkt am Pannestreifen der Fahrbahn in Richtung Zürich. Oberhalb der Mauer befindet sich in rund 3.5 m Abstand zum Mauerkopf eine private Zufahrtsstrasse. Die Länge der Mauerelemente beträgt 8.0 m.

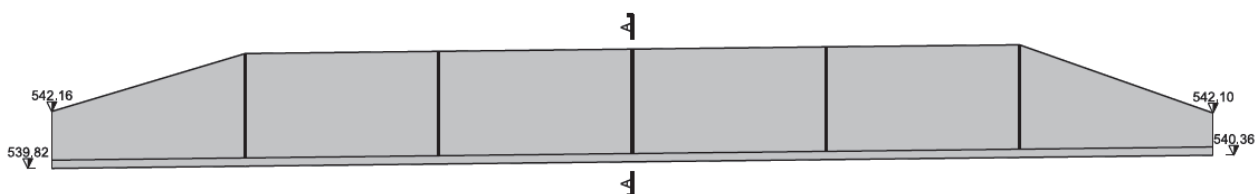


Abbildung 7: Ansicht SM Eyfeld

Die erdseitige Drainage ist am nördlichen Ende der Stützmauer an die Autobahntwässerung angeschlossen.

Die wichtigsten Kenndaten der Stützmauer sind:

- Länge in Achse der N01 48 m
- Stützhöhe 0.11 – 3.15 m
- Bauwerkstyp Winkelstützmauer, Beton
- Erstellungsjahr 1995
- Objektart Bestehende SM, wird instandgehalten

Die im Mai 2012 durchgeführte visuelle Inspektion vom damaligen Projektverfasser sowie die 2010 durchgeführte Hauptinspektion der Gebietseinheit zeigen, dass die Stützmauer Eyfeld insgesamt einen annehmbaren Zustand aufweist. Eine statische Überprüfung wurde nicht durchgeführt.

Als Schäden wurden Risse mit Öffnungsweiten über 0.3 mm und eine schadhafte Sicherheitseinrichtung festgestellt. Die Schäden führten bislang zu keiner Reduktion der Tragfähigkeit der Stützmauer. Die minimale Bewehrungsüberdeckung beträgt mehr als 4 cm. Die Schadensentwicklung ist als gering und sehr langsam einzuschätzen.

3.1.5 S 601 LSW Fischrain 1 BE-ZH

Die Lärmschutzwand Fischrain 1 BE-ZH befindet sich auf der Leitmauer Ost der neuen Worblentalbrücke in Fahrtrichtung Zürich. Die gesamte Lärmschutzwand ist Bestandteil des Abschnitts VoMa Worblen.

- Länge in Achse der N01 373.00 m
- Lärmschutzhöhe 1.20 m (ohne Leitmauer)
- Bauwerkstyp einseitig schallabsorbierende Lärmschutzwand, Elementbau
- Erstellungsjahr 1995
- Objektart Bestehendes Objekt

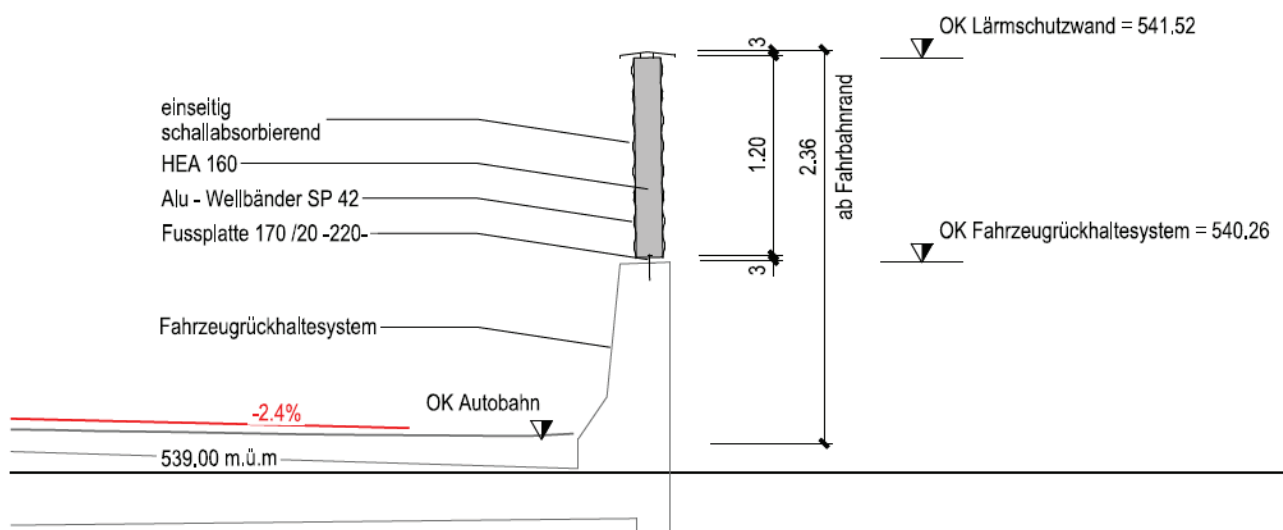


Abbildung 8: Querschnitt Lärmschutzwand Fischrain 1 BE-ZH

Die durchgeführte visuelle Inspektion im März 2013 des damaligen Projektverfassers sowie die 2010 durchgeführte Hauptinspektion der Gebietseinheit zeigen, dass die Lärmschutzwand Fischrain 1 BE-ZH insgesamt einen guten Zustand aufweist.

Als Schäden wurden durch die Hauptinspektion mechanische Schäden und Verschmutzungen festgestellt. Die Schäden führten bislang zu keiner Reduktion der Tragfähigkeit der Lärmschutzwand. Die Schadensentwicklung ist als gering und sehr langsam einzuschätzen.

3.1.6 S 602 LSW Fischrain Mitte

Die Lärmschutzwand Fischrain Mitte befindet sich auf der Leitmauer West der neuen Worblentalbrücke in Fahrtrichtung Zürich. Die Lärmschutzwand ist insgesamt 751 m lang, wobei ca. 335 m im Abschnitt der VoMa Worblen liegen.

– Länge in Achse der N01	751.00 m
– Lärmschutzhöhe	max. 2.00 m (ohne Leitmauer)
– Bauwerkstyp	beidseitig schallabsorbierende Lärmschutzwand, Elementbau
– Erstellungsjahr	1995
– Objektart	Bestehendes Objekt

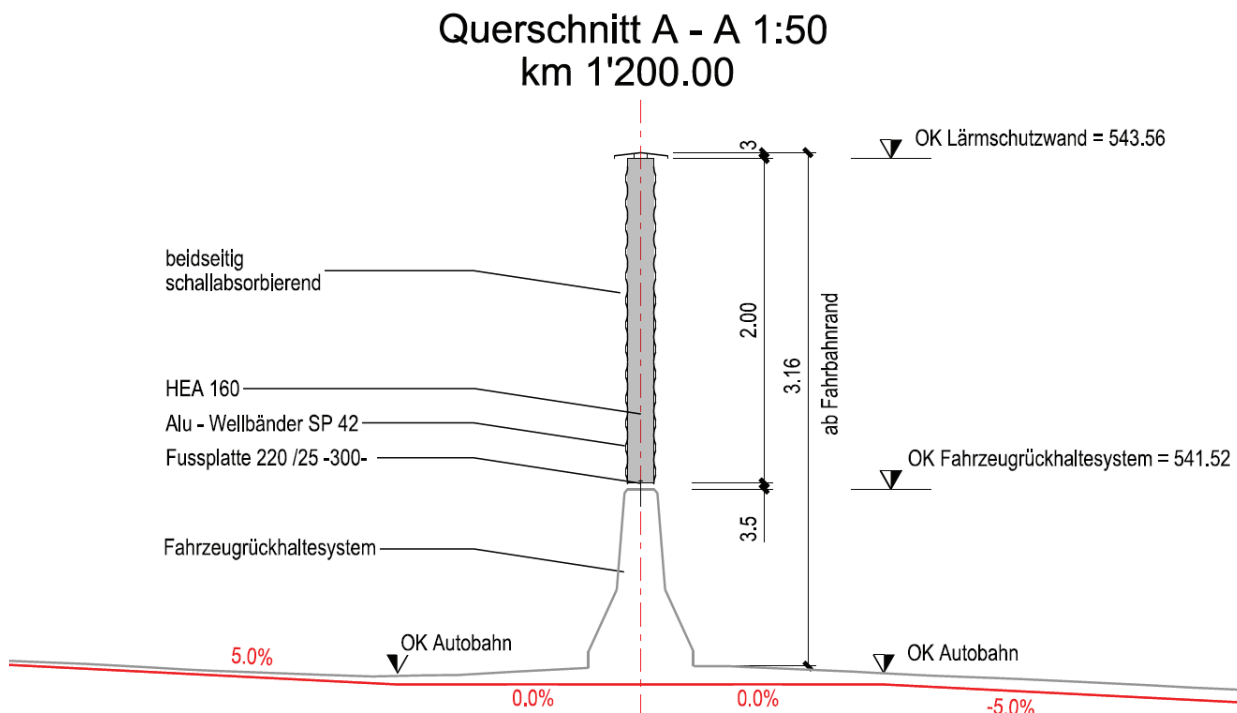


Abbildung 9: Querschnitt Lärmschutzwand Fischrain Mitte

Die durchgeführte visuelle Inspektion im März 2013 sowie die 2011 durchgeführte Hauptinspektion zeigen, dass die Lärmschutzwand Fischrain Mitte insgesamt einen annehmbaren Zustand aufweist.

Als Schäden wurden durch die Hauptinspektion starke Verschmutzungen festgestellt. Die Schäden führten bislang zu keiner Reduktion der Tragfähigkeit der Lärmschutzwand.

Bei der Lärmschutzwand ist die Schadensentwicklung als gering und sehr langsam einzuschätzen.

3.1.7 S 603 LSW Fischrain ZH-BE

Die Lärmschutzwand Fischrain ZH-BE steht auf der Leitmauer West des Worblentalviadukts (Fahrtrichtung Bern). Im Abschnitt der VoMa Worblen ist sie mit ALU-Kassetten ausgebildet. Die Lärmschutzwand ist insgesamt 728 m lang, wobei ca. 365 m im Abschnitt der VoMa Worblen liegen.

- Länge in Achse der N01 728.00 m
- Lärmschutzhöhe max. 3.00 m (ohne Leitmauer)
- Bauwerkstyp einseitig schallabsorbierende Lärmschutzwand, Elementbau
stellenweise zweiseitig schallabsorbierend
- Erstellungsjahr 1996
- Objektart Bestehendes Objekt

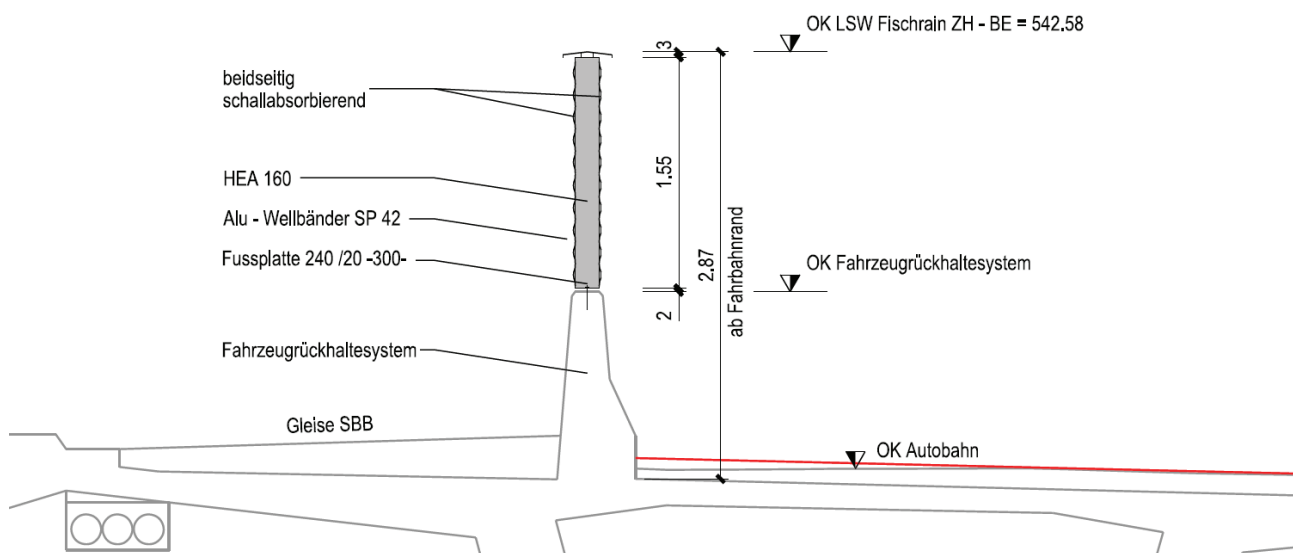


Abbildung 10: Querschnitt Lärmschutzwand Fischrain ZH-BE

Die durchgeführte visuelle Inspektion im März 2013 durch den damaligen Projektverfasser sowie die 2011 durchgeführte Hauptinspektion der Gebietseinheit zeigen, dass die Lärmschutzwand Fischrain ZH-BE insgesamt einen annehmbaren Zustand aufweist.

Als Schäden wurden durch die Hauptinspektion eine beginnende AAR (Leitmauer, siehe Überprüfungsbericht S 04) und Verschmutzungen (Graffiti) festgestellt. Die Schäden führten bislang zu keiner Reduktion der Tragfähigkeit der Lärmschutzwand.

3.1.8 S 02 Brücke Worblaufenstrasse

Die 5-feldrige, rund 90 m lange Brücke Worblaufenstrasse liegt im Bereich der Verzweigung Wankdorf und damit ausserhalb des eigentlichen Perimeters der VoMa Worblen. Sie wurde 2010 neu erstellt und ist Teil der N06. Die Brücke ist rund 28 m breit und trägt den Nationalstrassenverkehr mit je 2 Fahrstreifen je Fahrtrichtung. Sie weist eine im Grundriss gekrümmte Geometrie auf und ist auf den Widerlagern und den Pfeilern schief gelagert (50...55° schief zur Achse der N06). Grundriss und Querschnitt der Brücke sind in Abbildung 11 bzw. Abbildung 12 ersichtlich.

Als zweite ungünstige Randbedingung wird die materialtechnische Schnittstelle zwischen Polymerbitumen-Fugenfüllung und Walzasphalt auf der Trasseeseite beurteilt. Wünschenswert wäre ein Gussasphaltstreifen, der einen dichten Anschluss (da Gussasphalt praktisch porenfrei) ermöglicht.

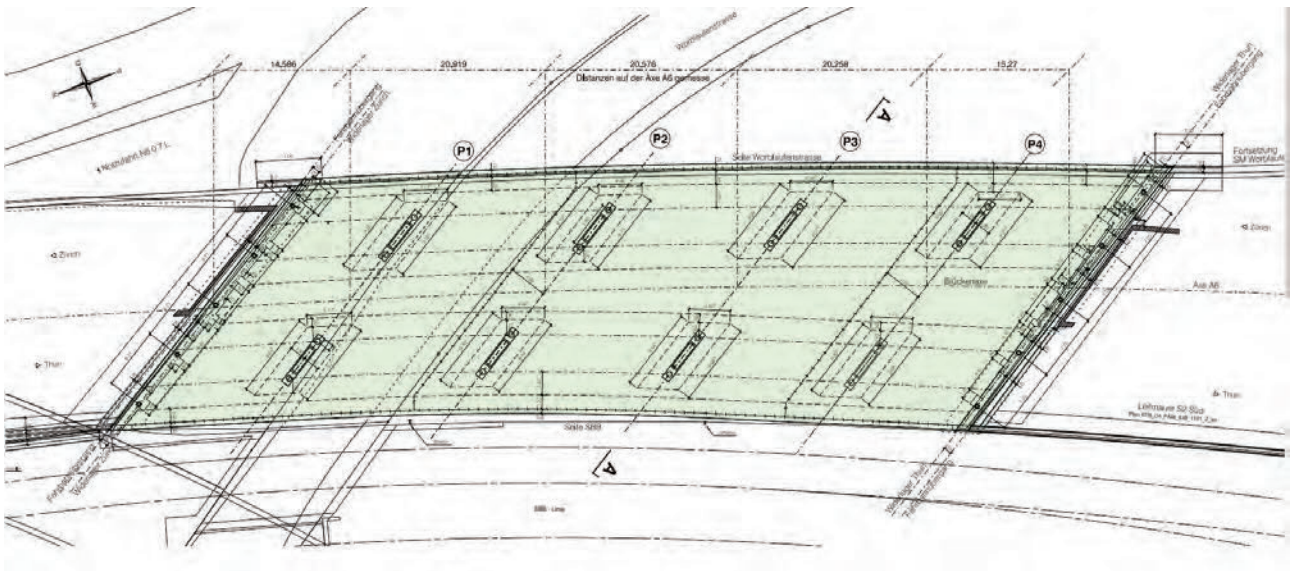


Abbildung 11: S 02 Brücke Worblaufenstrasse, Grundriss

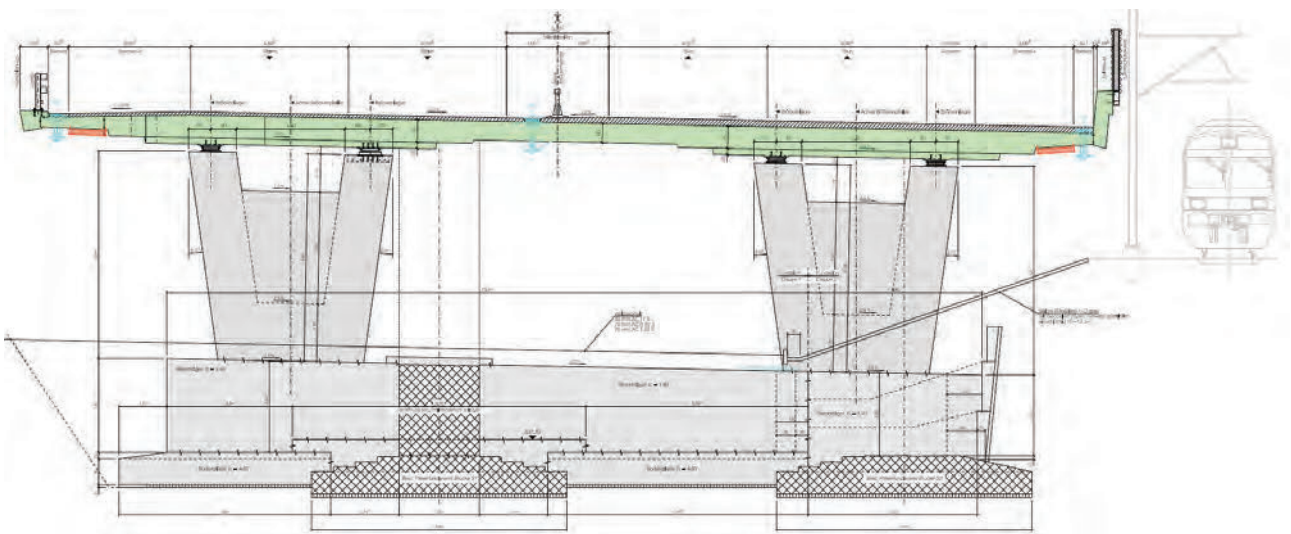


Abbildung 12: S 02 Brücke Worblaufenstrasse, Querschnitt

3.2 Entwässerung

Im Jahr 2013 wurde der Zustand des Entwässerungsnetzes im Projektperimeter aufgenommen. Aus dem Schema der Schadensbilder geht hervor, dass die meisten Entwässerungsleitungen in einem guten beziehungsweise annehmbaren Zustand sind.

3.3 Trasse

Im April 2018 wurden im ganzen Abschnitt Bohrkernuntersuchungen am Belag vorgenommen. 5 Bohrkern wurden im Bereich der VoMa Worblen bei km 0.500 entnommen.

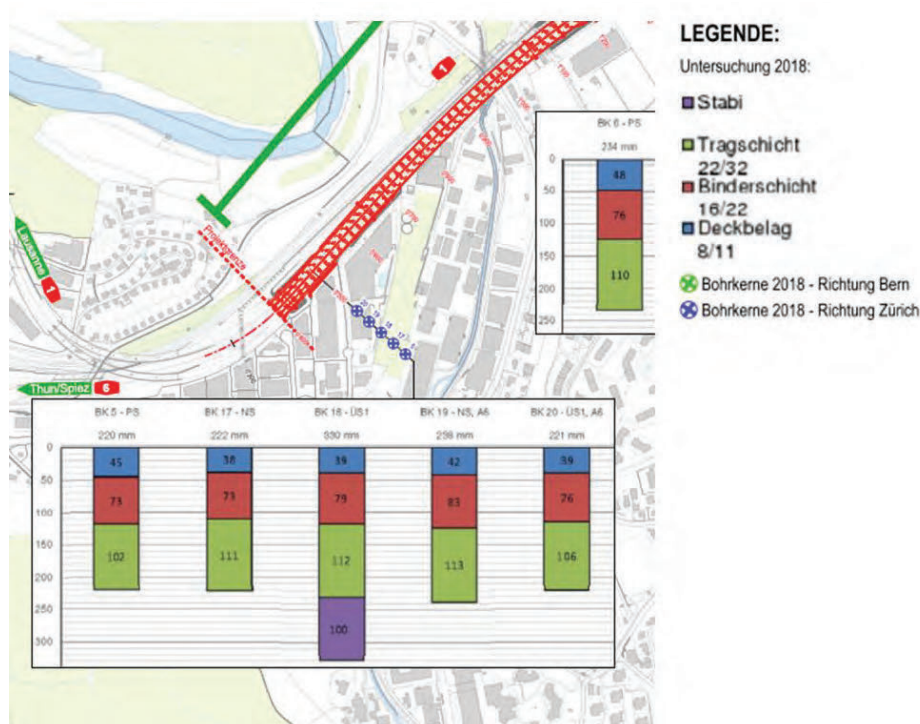


Abbildung 13: Belagsuntersuchungen

Die Gesamtdicken der Bohrkern betragen zwischen 22 bis 24 cm und liegen somit eher an der unteren Grenze des Normbedarfs. Da stabilisierende Schichten nur teilweise vorliegen, kommt es an manchen Stellen vor, dass nur 22 cm Belagsdicke vorhanden ist. Die Beläge weisen für die vorhandene Beanspruchung ausreichende Eigenschaften auf. Es wurden keine Schäden bei den Belägen festgestellt. Sollte sich die Verkehrsbelastung nicht nennenswert ändern, sollten die Beläge weitere ca. 5 - 10 Jahre ohne eine Instandsetzung genutzt werden können. Dennoch können Unterhaltsarbeiten (z.B. Füllen von Rissen im Deckbelag) notwendig sein (siehe Beilage, U173804 N01 PEB Wankdorf-Schönbühl Zustandsuntersuchungen, 01.10.2018). Die Bohrkern weisen keine PAK-Belastung auf.

3.3.1 Normprüfung

Im nachfolgenden Abschnitt wird die Normprüfung der Trassierung aufgezeigt.

Fahrstreifenbreiten:

Gemäss der ASTRA Richtlinie 11 001 müssen die folgenden Werte für die Fahrstreifenbreiten eingehalten werden.

Fahrtrichtung	Fahrstreifen	Fahrstreifenbreite Ist-Zustand	Fahrstreifenbreite gemäss Richtlinie	Norm erfüllt?	Abweichung genehmigt durch FU
Bern	NS	3.50	3.75	Norm nicht erfüllt	PFS T/U 09/19 (25.10.2019)
Bern	ÜS 1	3.50	3.50	Norm erfüllt	
Bern	ÜS 2	3.50	3.50	Norm erfüllt	
Bern	ÜS3	3.50	3.50	Norm erfüllt	
Zürich	NS	3.75	3.75	Norm erfüllt	
Zürich	ÜS 1	3.25	3.50	Norm nicht erfüllt	PFS T/U 09/19 (25.10.2019)
Zürich	ÜS 2	3.50	3.50	Norm erfüllt	
Zürich	ÜS 3	3.25	3.50	Norm nicht erfüllt	PFS T/U 09/19 (25.10.2019)

Tabelle 2: Normprüfung Fahrstreifenbreiten

Die geforderten Fahrstreifenbreiten werden in Fahrtrichtung Zürich und in Fahrtrichtung Bern aufgrund der bestehenden Breite der Worblentalbrücke (welche nicht verbreitert wird) nicht eingehalten und werden wie im Bestand belassen. An der PFS T/U 09/19 vom 25.10.2019 wurde diese Nichterfüllung der Richtlinie durch die FU akzeptiert. Die Aufteilung der Fahrstreifenbreiten entspricht jener des Bestandes.

Horizontale Linienführung:

Laut Norm SN 40 100a müssen die folgenden Werte für die horizontale Linienführung eingehalten werden.

Richtwerte	v=80 km/h	v=100 km/h
Min. Radius Kreisbogen [m]	240	420
Min. Wert Parameter A [m]	120	180
Max. Länge der Geraden [m]	1'200	1'500
Min. Länge der Geraden [m]	90	150
Min. Länge Kreisbogen [m]	90	150

Tabelle 3: Grenzwerte der horizontalen Linienführung

In der Tabelle 4 ist die Normprüfung der horizontalen Linienführung dargestellt.

Stationierung [km]	Länge [m]	Trassierungselement	Gerade / Klothoide / Radius [m]	Norm erfüllt?
0.500 – 0.630	130	Gerade	$R=\infty$	Norm erfüllt
0.630 – 0.680	50	Klothoide	$A=439.42$	Norm erfüllt
0.680 – 0.900	220	Kreisbogen	$R=3'490.25$	Norm erfüllt
0.900 – 1.000	100	Klothoide	$A=518.13$	Norm erfüllt
1.000 – 1.100	100	Kreisbogen	$R=1'575.8$	Norm erfüllt

Tabelle 4: Normprüfung Ist-Zustand horizontale Linienführung N01

Die horizontale Linienführung erfüllt auf dem gesamten Perimeter die Norm.

Vertikale Linienführung:

Laut Norm SN 40 110 müssen die folgenden Werte für die vertikale Linienführung eingehalten werden.

Richtwerte	v=80 km/h	v=100 km/h
Ausrundungsradius Kuppe [m]	6'000	12'500
Ausrundungsradius Wanne [m]	3'500	6'000
Max. Längsneigung [%]	8	6
Min. Längsneigung [%]	0.5	0.5

Tabelle 5: Grenzwerte vertikale Linienführung

In der Tabelle 5 ist die Normprüfung der vertikalen Linienführung und in Tabelle 6 die Normprüfung der Längsneigung dargestellt.

Stationierung N01 [km]	Kuppe [m]	Wanne [m]	Norm erfüllt?
0.400 – 0.550	60'000		Norm erfüllt
0.550 – 0.890		28'000	Norm erfüllt
0.890 – 1.200		20'000	Norm erfüllt

Tabelle 6: Normprüfung Ist-Zustand vertikale Linienführung (Kuppe, Wanne) N01

Stationierung N01 [km]	Längsgefälle [%]	Norm erfüllt?
0.400 – 0.550	0.66	Norm erfüllt
0.550 – 0.890	0.79	Norm erfüllt
0.890 – 1.200	0.06	Norm nicht erfüllt

Tabelle 7: Normprüfung Ist-Zustand vertikale Linienführung (Längsgefälle) N01

Die vertikale Linienführung ist nur teilweise normgerecht. Die vertikale Linienführung erfüllt die Norm bezüglich Kuppen und Wannen, jedoch entspricht das Längsgefälle auf dem Perimeter zwischen km 0+890 und km 1+200 nicht der Norm. Das Längsgefälle beträgt heute 0.06%, sollte jedoch gemäss der Norm SN 40 110 mindestens 0.5% entsprechen. Aus der PFS T/U 02/16 vom 26.02.2016 geht hervor, dass auf diesen Streckenabschnitten keine Unfallhäufung feststellbar ist. Somit können diese Abweichungen akzeptiert werden.

Quergefälle:

Gemäss Norm SN 40 120 sollte das Quergefälle zwischen 3.0% und 5.5% liegen.

Station	Radius [m]	Quergefälle _{Ist} [%]	Quergefälle _{Norm} [%]	Norm erfüllt?	Abweichung genehmigt durch FU
0.481 – 0.627	∞	2.0	$p_{\infty} = 3.0 \%$	Norm nicht erfüllt	PFS T/U 02/16 vom 26.02.16
0.683 – 0.895	3490	2.5	$p_{3490} = 3.0 \%$	Norm nicht erfüllt	PFS T/U 02/16 vom 26.02.16
0.989 – 1.105	1576	4.0	$p_{1576} = 5.5 \%$	Norm nicht erfüllt	PFS T/U 02/16 vom 26.02.16

Tabelle 8: Vorhandenes Quergefälle N01

Das vorhandene Quergefälle ist auf dem Projektperimeter nicht normkonform. Aus der PFS T/U 02/16 vom 26.02.2016 geht hervor, dass das Quergefälle auf dem Streckenanfang vom km 0.400 bis km 1.100 (Worblentalviadukt) wie im Bestand bestehen bleibt. Die vertikale Linienführung wird grundsätzlich nicht angepasst. Bestehende Normabweichungen beim Quergefälle werden akzeptiert.

3.3.2 Erdungsanlage

Die Erdungsanlage der N01 ist in Form eines Stahlrohrs ausgeführt. Die Erdungsanlage weist einen annehmbaren Zustand auf.

3.3.3 Lichtwellenleiterausrüstung

Die LWL Ausrüstung ASTRA auf dem Abschnitt N01 weist einen guten Zustand auf. Diese ist in der Rohranlage des ASTRA geführt (siehe Abbildung 14).

Die LWL Ausrüstung euNetworks (bisher Fibrelac) ist heute in einer separaten 3 PE 150 Rohranlage geführt. Diese ist am Worblentalviadukt aufgehängt. Diese Rohranlage und die LWL Kabelanlage Dritter sind von den Bauarbeiten nicht betroffen.

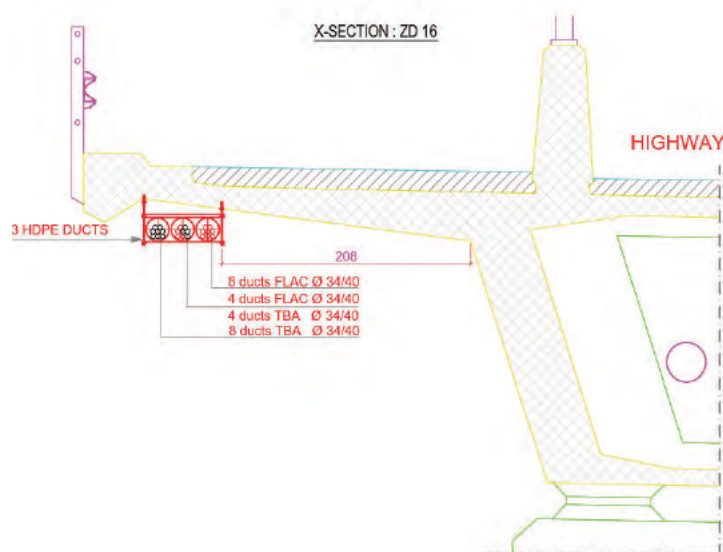


Abbildung 14: Aufhängung Drittanlagen am Worblentalviadukt

3.3.4 Signalübertragungskabel

Das Signalübertragungskabel auf dem Abschnitt N01 weist einen guten Zustand auf.

3.3.5 Rohranlage BSA

Die Rohranlage umfasst in Fahrtrichtung Zürich 5 PE 100 Rohre und 1 Stahl Rohr 4“. Die Rohranlage in Fahrtrichtung Bern umfasst 4 PE 100 Rohre. Sie ist zu ca. 60% ausgelastet. Die Rohranlage befindet sich in einem annehmbaren Zustand.

Gemäss dem DAW werden folgende Kabel in der Rohranlage geführt:

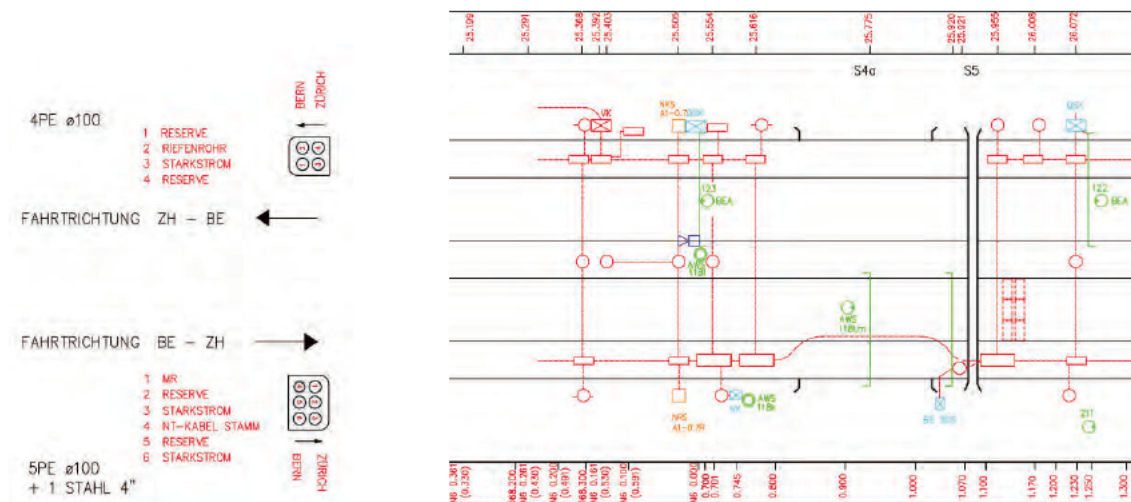


Abbildung 15: Vorhandene Rohranlage im Bereich der VoMa Worblen

3.3.6 Nebeneinrichtungen

Hausinstallation N01:

Im Abschnitt N01 sind verschiedene Anlagen mit Beleuchtungsinstallationen ausgerüstet. Die Installationen wurden in den letzten 25 Jahren erstellt. Einige der Anlagen wurden im Jahr 2015 erstellt und sind in einem guten Zustand. Die Hausinstallationen der N01 sind im Allgemeinen in einem guten bis annehmbaren Zustand.

Die nachfolgende Tabelle beschreibt den Zustand pro Aggregat:

Nr.	Aggregat / Ort	km	Beschreibung Ist-Zustand
01	Beleuchtung Pump-becken Eyfeld S 301	0.6	Die Beleuchtungen wurden im Jahr 2015 erstellt und befinden sich entsprechend in einem guten Zustand.
02	Hohlraumbeleuchtung Worblentalviadukt	0.6 – 1.1	Die Beleuchtung befindet sich in einem guten Zustand, sie wird im Zuge der VoMa ersetzt.

Tabelle 9: Übersicht Zustand der Hausinstallation N01

Pumpwerk, Ölabscheider, Rückhaltebecken N01:

Auf dem Abschnitt der VoMa Worblen befindet sich nur eine entsprechende Anlage. Das Pumpbecken Eyfeld wurde im Jahr 2015 erstellt und weist einen guten Zustand auf.

Nr.	Aggregat / Ort	km	Beschreibung Ist-Zustand
01	Pumpbecken Eyfeld S 301	0.6	Die Anlagen wurden im Jahr 2015 erstellt und befinden sich entsprechend in einem guten Zustand.

Tabelle 10: Übersicht Zustand der Pumpwerke N01

Barrierenanlage:

Im Abschnitt N01 sind verschiedene elektrische Barrierenanlagen mit Fernbedienung vorhanden. Die Feuerwehr, Rettung, Gebietseinheit und Polizei sind im Besitz einer Fernbedienung. Die Barrieren sind in einem guten Zustand.

Die nachfolgende Tabelle listet die Barrierenstandorte mit deren Ist-Zustand auf:

Nr.	Aggregat / Ort	km	Beschreibung Ist-Zustand
01	Barriere	N6 / 0.28	Die Barrieren sind in einem guten Zustand.
02	Barriere	N6 / 0.16	

Tabelle 11: Übersicht Zustand der Barrierenanlage N01

Beleuchtung Rad- / Gehweg Worblentalviadukt:

Die Beleuchtung des Rad- / Gehwegs ist nicht durchgehend ausgeführt. Im Bereich vom Eyfeld hat es keine Beleuchtung.

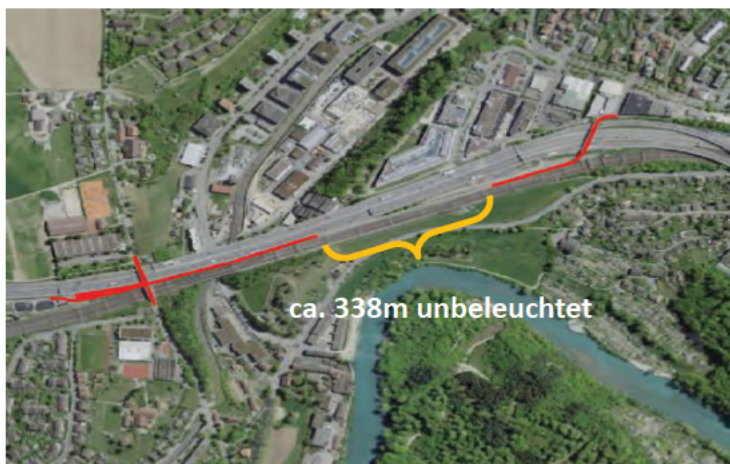


Abbildung 16: Beleuchtung Rad- / Gehweg im Bereich vom Worblentalviadukt

3.4 Lärmschutzwände Trasse

Im Projektperimeter der VoMa befinden sich die Lärmschutzwände (LSW) Fischrain. Sie bestehen aus drei Objekten; der LSW Fischrain 1 BE-ZH, der LSW Fischrain Mitte und der LSW Fischrain ZH-BE. Der akustische Zustand der Bauwerke ist "gut" bis "sehr gut".

3.5 Signalisation und Markierung

Die heutige Signalisation ist in einem guten Zustand.

3.6 BSA

Im Folgenden wird der IST-Zustand BSA für den Perimeter der VoMa beschrieben.

Der Ist-Zustand wird gemäss der Zustandsaufnahme der BSA in folgende Stufen eingeteilt:

1	Guter Zustand
2	Annehmbarer Zustand
3	Schadhafter Zustand
4	Schlechter Zustand
5	Alarmierender Zustand
9	Nicht überprüfter Zustand

Nr.	km	Anlage / Ort	Bemerkungen	Datum Installation	Lebensdauer SIA	Ist-Zustand	Lebensende
1 Energieversorgung							
1.03		Niederspannung			25-30		
1.03.01	N1 / km 0.53 N6 / km 0.14	VK Z3 / Eyfeld	- 80A, EW-Einspeisung (BKW) - Strassenbeleuchtung Eyfeld - Hohlraumbeleuchtung Worblentalviadukt - 2 Barrieren Eyfeld - QSK km0.701-1.436 (4 Stk) - VK AWS - Div. Steckdosenkasten - VK S 301 / Pumpwerk Eyfeld - VK ohne Überwachung	1992		2	2022
4 Signalisation							
4.01		Zentrale Einrichtung			10-15		
4.01.01	N6 / km 0.245	QSK WNK'M'01	- Fahrrichtung Zürich - Einspeisung von VK Z3 LS 25A/ FI 300mA - Totalsanierung im Rahmen Stadttangente	2013		1	2028
4.01.02	0.701	QSK WNK'N'08	- Fahrrichtung Zürich - Einspeisung von VK Z3 LS 25A/ FI 300mA - Totalsanierung im Rahmen Stadttangente	2013		1	2028
4.01.03	1.07	QSK WNK'N'01	- Fahrrichtung Zürich - Einspeisung von VK Z3 LS 25A/ FI 300mA - Totalsanierung im Rahmen Stadttangente	2013		1	2028
4.02		Statisch	Sämtliche Signale mit Ist-Zustand = 2 mit Folien Reflektionsklasse R2		20-25		
4.02.01	0.706	Signale (118e, 118f)	Fahrrichtung Bern - Zürich	2013		1	2038
4.02.02	0.930	Signalportal Nr. 118, Anzeige der Fahrstreifen (118g, 118h)	Fahrrichtung Bern - Zürich	2013		1	2038
4.03		VM-Systeme			20-25		
4.03.01	N6 / km 0.253	Wechselsignal (PWS)	Fahrrichtung Bern	2013		1	2038

4.03.02	N6 / km 0.253	Wechselsignal (LWS)	Fahrriichtung Zürich	2013		1	2038
4.03.03	0.706	Wechselwegweiser (WWW)	Fahrriichtung Bern	2013		1	2038
4.03.04	1.070	Wechselsignal (PWS/LWS)	Fahrriichtung Zürich	2013		1	2038
4.08		Mittelstreifen Überleitsystem			30-40		
4.08.01	N6 / km 0.100	Mittelstreifen Überleitsystem	Mechanisch, keine elektrischen Komponenten	1996		2	2036
5 Überwachungsanlagen							
5.02		Videoanlage			10-15		
5.02.01	0.706	Kamera	Fahrriichtung Bern (Blickrichtung Bern)	2013		1	2028
6 Kommunikation und Leittechnik							
6.02		Kommunikationsnetzwerk Abschnitt			10-15		
6.02.01		Infra 3		2013		1	2028
6.03		Leittechnik Strecke			10-15		
6.03.01		Infra 3	Arbeitsplatz Bedienrechner in UZ Schönbühl (Inbetriebnahme 2015)	2015		1	2030
6.06		Notruftelefon			20-25		
6.06.01	N6 / km 0.03	NRS 0.7L	An NT-Kabelanlage (im Rahmen der Stadt tangente Umbau analog -> digital)	2013		1	2038
6.06.02	N6 / km 0.03	NRS 0.7R	An NT-Kabelanlage (im Rahmen der Stadt tangente Umbau analog -> digital)	2013		1	2038
7 Kabelanlage							
7.01		Erdungsanlage			25-30		
7.01.01	-	N1	Stahlrohr	1996		2	2026
7.02		Lichtwellenleiterausrüstung			20-25		
7.02.01	-	N1	Kabel mit 144 Fasern (Transit- /Objektebene) Transitebene: - Wankdorf - Schönbühl 108 Fasern - Ab Schönbühl 72 Fasern Objektebene: - Wankdorf - Rastst. Grauholz 36 Fasern - Rastst. Grauholz - Schönbühl 36 Fasern Feldebene (12/24 Fasern): - QSK, VTV, RRB - Drittanlagen (Video Restaurant Grauholz)	2013		1	2038
7.04		Signalübertragungskabel			30-35		
7.04.01	-	NT-Kabelanlage N1		1996		2	2031
7.05		Infrastruktur BSA			30		

7.05.01		Rohranlage	<p>Abschnitt Wankdorf - Schönbühl (exkl. Worblentalviadukt) 6 Rohre Richtung Zürich (5 PE 100, 1 Stahl 4"):</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2 Starkstrom (auch für LSVA) - 1 NT-Stammkabel - 1 LWL (Transit-, Objekt-, Feldebene) - 2 Reserve <p>4 Rohre Richtung Bern (4 PE 100):</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1 Starkstrom - 1 LWL (Feldebene) - 2 Reserve <p>Abschnitt Worblentalviadukt 10 PE 100 Rohre Richtung Zürich</p>	1996		2	2026
8 Nebeneinrichtungen							
8.01		Hausinstallation			25-30		
8.01.01	0.85	Hohlraumbeleuchtung Worblentalviadukt		1991		2	2021
8.01.02	0.6	Beleuchtung Pumpbecken Eyfeld S 301		2015		1	2045
8.05		Pumpwerk, Oelabscheider Rückhaltebecken			.		
8.05.01	N1 / km 0.56 N6 / km 0.13	Pumpbecken Eyfeld (VK S301)	<ul style="list-style-type: none"> - 50A, wird von VK Z3 gespiesen - Pumpen, Schieber - VK mit Überwachung 	2015		1	2045
8.07		Barrierenanlage		~1995-1999	20 -25	1	2021
8.07.01	N6 / km 0.28	Barriere		.	.	9	.
8.07.02	N6 / km 0.16	Barriere		.	.	9	.
9 Drittanlagen							
9.02		euNetworks (bisher Fibrelac)	Zustand nicht erfasst Eigene Rohranlage

Tabelle 12: BSA IST-Zustand

Die ausführliche Tabelle zu der Zustandsbeurteilung BSA ist im Anhang I zu finden.

4 Massnahmen Kunstbauten

Im Rahmen der VoMa Worblen werden die Kunstbauten im genannten Abschnitt instandgesetzt. Die Verkehrsfläche bleibt mit der Instandsetzung unverändert. Nach Abschluss der VoMa stehen dem Verkehr keine zusätzlichen Fahrstreifen zur Verfügung. Die bestehende Fahrstreifentypologie wird wiederhergestellt. Im Verlaufe der Kapazitätserweiterung erfolgt die Ummarkierung von heute 3 auf künftig 4 Fahrstreifen pro Fahrtrichtung.

Die nachstehend beschriebenen Massnahmen sind in den Massnahmenplänen *MP-22.10.7.1* bis *MP-22.10.7.9* bzw. *MP-22.20.7.1* bis *MP-22.20.7.7* dargestellt.

4.1 S 04 Worblentalviadukt

Verstärkung untere Kastenplatte:

Um die Zugtragfähigkeit der unteren Kastenplatte in Querrichtung zu erhöhen, wird diese mittels Zugstangen zusammengespannt. Diese Stangen werden unmittelbar über der unteren Kastenplatte, orthogonal zur Brückenlängsachse angeordnet. Der Stangenabstand beträgt 1 - 1.5 m. Der zu verstärkende Bereich erstreckt sich über 10 bis 14 m Länge beidseits ab der jeweiligen Stützenachse (vgl. Abbildung 17).

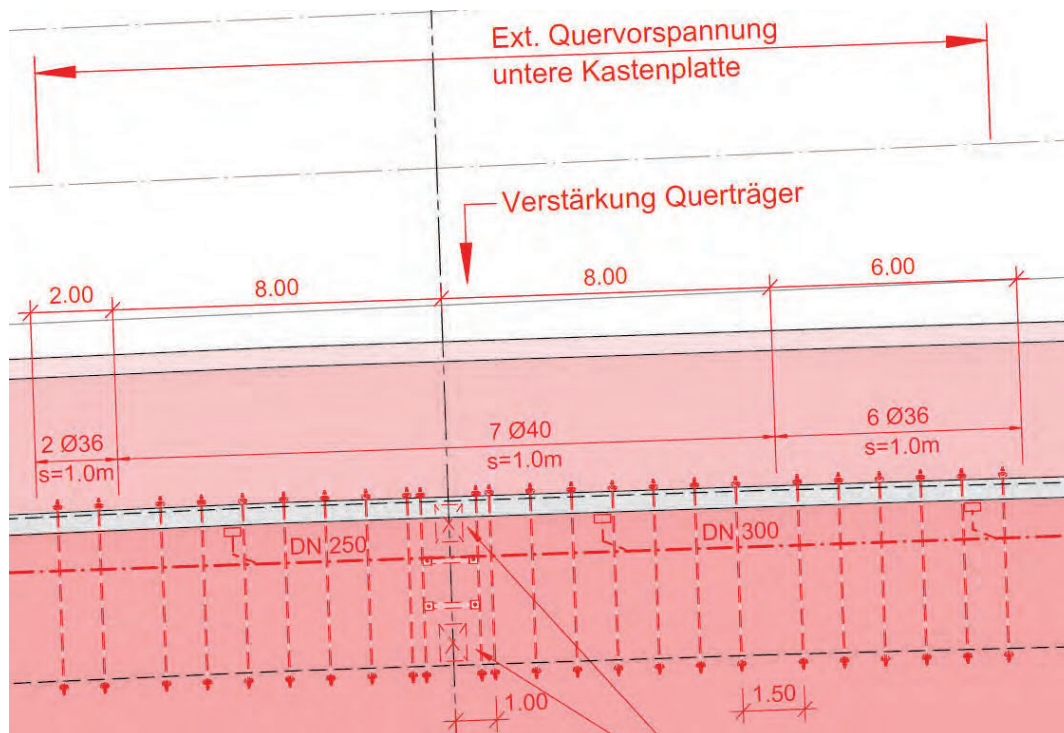


Abbildung 17: Verstärkung untere Kastenplatte, Draufsicht

Verstärkung Stützenquerträger:

Die Stützenquerträger werden in ähnlicher Weise wie die untere Kastenplatte verstärkt (vgl. Abbildung 18). Dabei werden je 4 horizontale und 4 vertikale Zugstangen beidseits der Querträger angebracht und vorgespannt, um die Schubtragfähigkeit zu erhöhen.

Im Rahmen der Ausführung der horizontal angeordneten Zugstangen sind die bei der Projektierung getroffenen Annahmen bezüglich der Lage der Spannglieder (Vorspannung Längsträger; Lage der Spannglieder ist

gemäss den Bestandesplänen berücksichtigt) mit Hilfe von zerstörungsfreien Untersuchungen und gegebenenfalls mittels Sondagen zu verifizieren. Da sich bei Abweichungen bezüglich der erwarteten Lage der Spannglieder unter Umständen eine Verschiebung der geplanten Zugstangen ergibt, sind mögliche geometrische Konflikte zwischen Zugstangen und den in den Hohlkästen geführten Längsleitungen (v.a. Entwässerung) zu überprüfen. Es ist in jedem Fall mit angemessener Sorgfalt und Verlässlichkeit zu verhindern, dass beim Erstellen der Kernbohrungen für die Durchdringung der Längsträger bestehende Spannglieder verletzt werden.

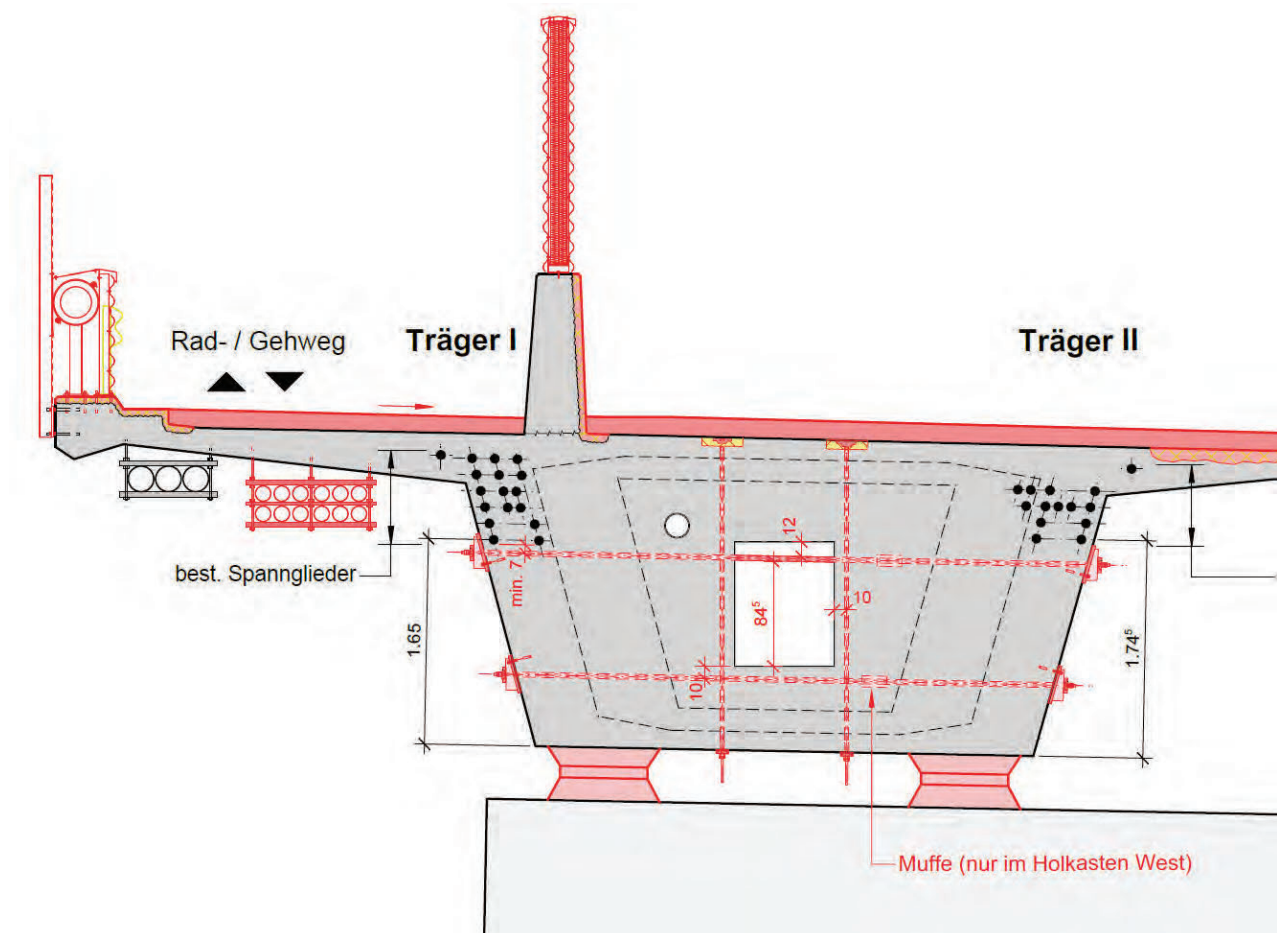


Abbildung 18: Verstärkung der Stützenquerträger, Querschnitt

Ermüdung Fahrbahnplatte:

Die Ermüdungsnachweise der Fahrbahnplatte können nicht erbracht werden. In der PFS K 05/20 vom 19.06.2020 wurde in Absprache mit der Fachunterstützung entschieden, die kritischen Bereiche während der Ausführung auf Ermüdungsrisse zu kontrollieren. Auf die Planung von Eventualmassnahmen bezüglich Ermüdung wird gemäss Entscheid ASTRA verzichtet. Dieses Vorgehen wird damit begründet, dass die Untersicht der Fahrbahnplatte im kritischen Bereich von den Hohlkästen aus visuell auf Risse untersucht wurde und dabei keinerlei Risse festgestellt wurden.

Betoninstandsetzung:

Im Rahmen der Ausführung werden auf der Brückenplatte vollflächige Potenzialfeld- und Bewehrungsüberdeckungsmessung sowie Chloridanalysen durchgeführt. Je nach Untersuchungsergebnis sind anschliessend

lokale Betoninstandsetzungsmassnahmen inklusive Bewehrungszulagen erforderlich. Zudem werden die schadhaften Bereiche der Widerlager und der Pfeiler (inkl. Pfeilerschächte) instandgesetzt.

Bei den Leitmauern wird auf der fahrbahnzugewandten Seite der Beton vollflächig bis 20 mm hinter die bestehende Bewehrung mittels Höchstdruckwasserstrahlen (HDW) abgetragen und anschliessend vollflächig mit UHFB reprofiliert. Auf den von der Fahrbahn abgewandten Flächen sind lediglich lokale Betoninstandsetzungsarbeiten erforderlich.

Instandsetzung Konsolkopf Rad-/Gehweg:

Auf dem Konsolkopf entlang des Rad-/Gehwegs ist im Bestand ein Fahrzeugrückhaltesystem, eine Entwässerungsdruckleitung und ein Zaun vorhanden (vgl. Abbildung 19). Das Fahrzeugrückhaltesystem wird durch ein Geländer ersetzt, welches durch den PV Gestaltung zur Realisierung empfohlen wurde (mit Sinusblech-Verkleidung, analog zur Oberfläche der Lärmschutzwände). Die Druckleitung wird nach der Instandsetzung des Konsolkopfs wieder in gleiche Lage erstellt. Der Zaun wird erneuert.

Um die schadhafte Beschichtung auf dem Konsolkopf sowie der darunterliegende, chloridkontaminierte Deckbeton zu ersetzen, wird der Deckbeton (max. 10 cm) mittels HDW abgetragen und mit Ultra-Hochleistungs-Faserbeton (UHFB) reprofiliert.

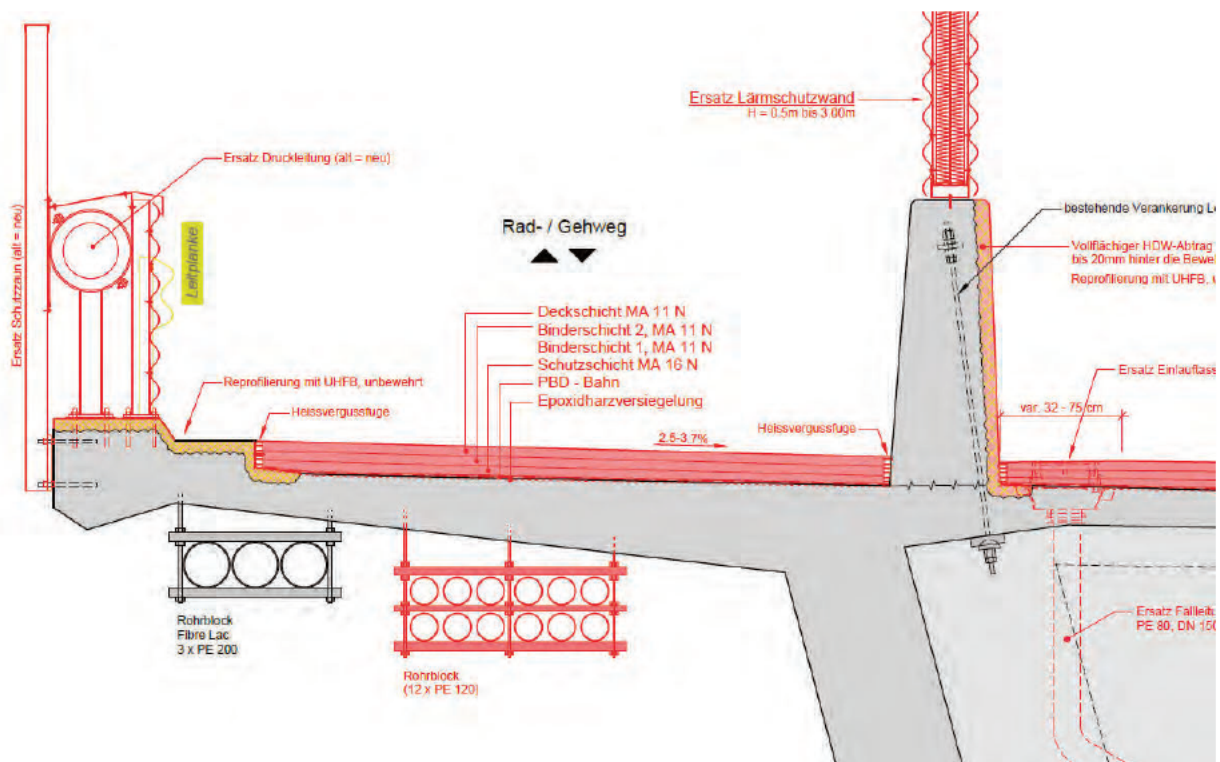


Abbildung 19: Massnahmen Konsolkopf Rad-/Gehweg

Stützmauer Widerlager Bern Mitte:

Die Stützmauer Widerlager Bern Mitte wird mittels einer Vorsatzschale aus vollflächig verdübeltem Stahlbeton und drei vorgespannten Permanentankern instandgesetzt und verstärkt (vgl. Abbildung 20). Durch diese Massnahme sind sowohl die äusseren wie auch die inneren Tragsicherheitsnachweise für alle massgebenden Bemessungssituationen erfüllt. Detaillierte Angaben zur Verstärkungsmassnahme sind dem Massnahmenplan *MP-22.10.7.9* zu entnehmen.

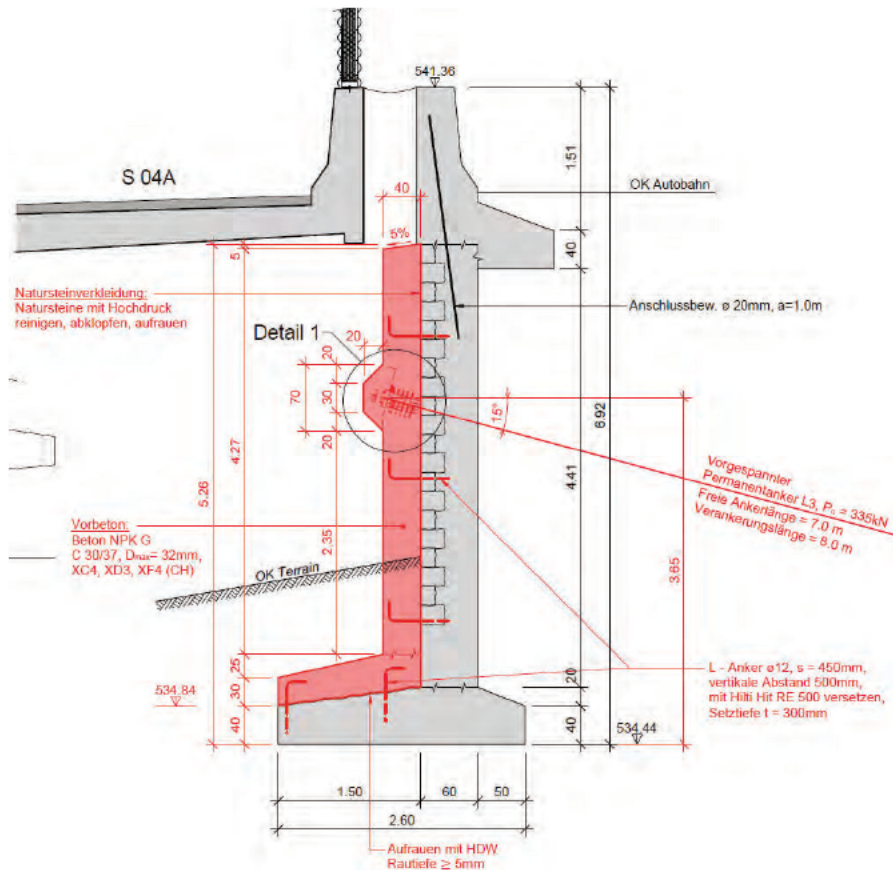


Abbildung 20: Vorgesehene Instandsetzungsmassnahme für die SM WL Bern Mitte

Abdichtung und Belag:

Neben den oben erwähnten Massnahmen werden die Abdichtung sowie der Belag der Fahrbahn und des Rad-/Gehwegs ersetzt. Die Belagsoberfläche weist im Bestand zwischen äusserstem Fahrstreifen und Pannestreifen einen Quergefällsknick auf. Da der Pannestreifen mit der Realisierung der Kapazitätserweiterung aufgehoben wird, wird der Quergefällsknick im Rahmen der VoMa an den Aussenrand des neuen vierten Fahrstreifens verschoben. Unabhängig von dieser Veränderung wurde im Rahmen der Zustandsuntersuchungen festgestellt, dass der bestehende Brückenbelag grossflächig Stärken von 15 bis 20 cm aufweist. Aufgrund dieser beiden Randbedingungen wurde Seitens ASTRA entschieden, dass der Belagsaufbau dahingehend zu optimieren ist, dass die Belagsstärken grossflächig reduziert werden können. Dieses Ziel wird mit dem projektierten Belagsdeckenbuch und dem gewählten Belagsaufbau erreicht. Die Belagsstärken können grossflächig um 3 bis 5 cm reduziert werden. Es ist jedoch unvermeidbar, dass die Belagsstärken in Quer- und Längsrichtung zwischen ca. 8 und 17 cm variieren. Folglich muss der Brücken-

belag in minimal 2 (Belagsrand entlang Leitmauer Mitte) bis maximal 4 Belagsschichten eingebaut werden (mit Schiffungen in den Übergangsbereichen mit feinkörnigem Gussasphalt, z.B. MA 4).

Die Deckschicht der Fahrbahn wird aufgrund der Anforderungen bezüglich Akustik mit einem lärmmindernden Gussasphalt MA 8 LA ausgeführt. Die Schutz- und Binderschichten sowie die Belagsschichten im Rad-/Gehweg werden mit konventionellem Gussasphalt erstellt.

Als Abdichtungssystem ist eine Abdichtung mit vollflächigem Verbund, bestehend aus einer Epoxidharzversiegelung und PBD-Bahnen vorgesehen. Der detaillierte Aufbau von Abdichtung und Belag ist in den Massnahmenplänen ersichtlich.

Entwässerung:

Sämtliche Einlaufassen der Strassenabläufe und Reinigungsschächte werden ersetzt. Die in der östlichen Kragplatte verlaufenden Entwässerungsleitungen (Querungen) und die im Hohlkasten Ost geführte Längsleitung werden neu ausserhalb der Kragplatte respektive des Hohlkastens geführt. Die Leitungen in der Kragplatte werden verfüllt.

Die Entwässerungsleitung im Hohlkasten West kann aufgrund der Gefällsverhältnisse der Belagsoberfläche nicht ausserhalb des Hohlkastens geführt werden. Die Längsleitung wird gemäss Entscheid ASTRA in bestehender Lage belassen und aufgrund des guten Zustands nicht ersetzt. Die Anschlussleitungen der Strassenabläufe und Reinigungsschächte werden jedoch erneuert.

Die Entwässerung des Rad-/Gehwegs wird grundsätzlich gemäss Bestand erhalten. Das heisst, die Entwässerungsdurchlässe in der Leitmauer (Niveau Deckbelag) bleiben bestehen. Der Rad-/Gehweg wird damit weiterhin über die Strassenabläufe am äusseren Fahrbahnrand entwässert. Davon ausgenommen sind die letzten 50 m ab Widerlager Zürich. In diesem Bereich ist aufgrund der Niveauekorrektur der Fahrbahn (Belagsrand wird angehoben) eine separate Entwässerung zu erstellen. Hierfür werden 2 neue Einlaufassen mit separater Längsableitung (an Kragplattenuntersicht aufgehängt) erstellt. Der Zusammenschluss mit der bestehenden Entwässerung erfolgt im Trasse. Es ist eine separate Durchdringung des Widerlagers erforderlich. Die Entwässerungsdurchlässe in diesem Bereich werden verschlossen.

Fahrbahnübergang und Brückenlager:

Der Fahrbahnübergang Seite Zürich wird ersetzt. Es ist eine Stahlfugenkonstruktion mit Kragfingern vorgesehen. Die Systemwahl ist auf Basis eines Variantenvergleichs nach Kriterien und Gewichtung gemäss den entsprechenden Fachdokumenten ASTRA gefällt worden. Auf der Seite Bern ist kein Fahrbahnübergang vorhanden und auch kein neuer Fahrbahnübergang vorgesehen.

Die Brückenlager wurden 2019 inspiziert. Es sind lediglich Instandsetzungsmassnahmen an Korrosionsschutz und Dichtungen erforderlich.

Lärmschutzwand:

Im Rahmen der Instandsetzung werden sämtliche Lärmschutzkassetten ersetzt. Im gleichen Zuge werden auch die Stahlstützen ersetzt.

An der Geometrie der Lärmschutzwand wird nichts verändert. Die Kassetten werden in gleicher Lage und in gleicher Höhe wieder auf die Leitmauer montiert.

Kabelrohranlage:

Unter der Kragplatte West sind 3 Kabelschutzrohre euNetworks (bisher Fibrelac) vorhanden. Dieser Rohrblock wird während den Instandsetzungsarbeiten nicht tangiert und bleibt erhalten. Neu werden 12 Kabelschutzrohre (12 PE 120) für die Kabelrohranlage ASTRA ergänzt. Dieser Rohrblock wird parallel zum Rohrblock der euNetworks an der Kragplattenuntersicht (unter Rad- / Gehweg) montiert.

Pfeilerschächte:

Die Einstiegsbereiche sowie die Schachtinnenwände der Pfeilerschächte müssen im Rahmen der Realisierung komplett gereinigt werden (Hochdruckreiniger), damit eine visuelle Inspektion als Grundlage für die Definition von lokalen Betoninstandsetzungs- oder Abdichtungsmassnahmen durchgeführt werden kann. Die Einstiegshilfen, Leitern und Podeste sind auf Korrosionsschäden zu kontrollieren und gegebenenfalls zu ersetzen.

Massnahmenübersicht:

Die vorgesehenen Verstärkungs- und Instandsetzungsmassnahmen sind in Tabelle 13 zusammengefasst und in den Massnahmenplänen (K8.5) ersichtlich.

Funktion	Bauteil	Massnahmen
Tragwerk	Brückenplatte	<ul style="list-style-type: none"> - vollflächige Potenzialfeld- und Bewehrungsüberdeckungsmessung, Bestimmung Chloridgehalt - lokale Betoninstandsetzung, gegebenenfalls Bewehrungszulagen
	Längsträger	- keine Massnahmen
	Hohlkasten	- lokale Betoninstandsetzung
	Konsolkopf Rad-/Gehweg	<ul style="list-style-type: none"> - HDW-Abtrag und Reprofilierung mit UHFB - Ersatz Fahrzeugrückhaltesystem - Ersatz Zaun - Ersatz Druckleitung
	Leitmauer Ost	- vollflächiger HDW-Abtrag und Reprofilierung mit UHFB
	Leitmauer West	- Vollflächiger HDW-Abtrag und Reprofilierung mit UHFB auf der fahrbahnzugewandten Seite
	Pfeiler	- lokale Betoninstandsetzung
	Pfeilerschacht	<ul style="list-style-type: none"> - vollflächige visuelle Inspektion - lokale Betoninstandsetzung
	Querträger	- horizontale und vertikale vorgespannte Zugstangen zur Erhöhung der Schubtragfähigkeit
	Untere Kastenplatte	- horizontale vorgespannte Zugstangen von Momentennullpunkt bis Pfeiler zur Erhöhung des Querkzugwiderstands
	Widerlager Bern	<ul style="list-style-type: none"> - Vorbetonschale mit vorgespannten Permanentanker (Stützmauer Widerlager Bern Mitte) - lokale Betoninstandsetzung
	Widerlager Zürich	- lokale Betoninstandsetzung
Ausrüstung	Belag und Abdichtung	<ul style="list-style-type: none"> - Ersatz Belag Fahrbahn; neuer Belag mit Schutz- und Binderschicht(en) aus Gussasphalt, Deckschicht aus lärmarmem Gussasphalt (MA 8 LA) - Ersatz Belag Rad-/Gehweg; neuer Belag mit Schutz-, Binder- und Deckschicht aus Gussasphalt - Ersatz Abdichtung; neue Abdichtung mit Verbund (Epoxidharzversiegelung und PBD-Bahn)
	BSA	<ul style="list-style-type: none"> - 3 bestehende Kabelschutzrohre Fibrelac erhalten - 12 projektierte Kabelschutzrohre unter Kragplatte Radweg ergänzen
	Entwässerung	<ul style="list-style-type: none"> - Ersatz Einlauffassen von Strassenabläufen und Reinigungsschächten, inkl. Ersatz Anschlussleitungen bis an Längsleitung - Ersatz Längsleitung im Hohlkasten Ost in neuer Lage (ausserhalb Hohlkasten) - Erhalt Längsleitung im Hohlkasten West
	Fahrbahnübergang Zürich	- Ersatz Lamellenfahrbahnübergang (gesamte Fugenkonstruktion) durch neue Stahlfugenkonstruktion mit Kragfingern
	Fahrbahnübergang Bern	- durchgehender Belag mit Fugenspalt-Abdichtung aus PBD-Streifen und ggf. Fugenblech
	Lärmschutzwand	- Ersatz Lärmschutzkassetten, inkl. Stahlstützen
	Absturzsicherung / FZRS Rad-/Gehweg	<ul style="list-style-type: none"> - Ersatz Schutzzaun und Abbruch Fahrzeugrückhaltesystem - Neubau Geländer
	Lager	- Korrosionsschutz erneuern und Dichtungen instandstellen

Tabelle 13: Übersicht Massnahmen Worblentalviadukt

4.2 S 04A Neue Worblentalbrücke

Leitmauern:

Um die Anprallsicherheit der Leitmauer Ost (Fahrtrichtung Zürich) zu erhöhen, wird diese mittels vertikalen Bewehrungsstäben, welche an der Untersicht der Kragplatte verankert werden, verstärkt. Diese werden über horizontale Verbunddübel und mittels Vorbetonschale aus Ultra-Hochleistungs-Faserbeton (UHFB) mit der bestehenden Leitmauerkonstruktion verbunden (vgl. Abbildung 21).

Bei der Leitmauer West wird der Beton vollflächig bis 20 mm hinter die bestehende Bewehrung mittels HDW abgetragen und anschliessend vollflächig in ursprünglicher Stärke mit UHFB reprofiliert (kein Vorbeton).

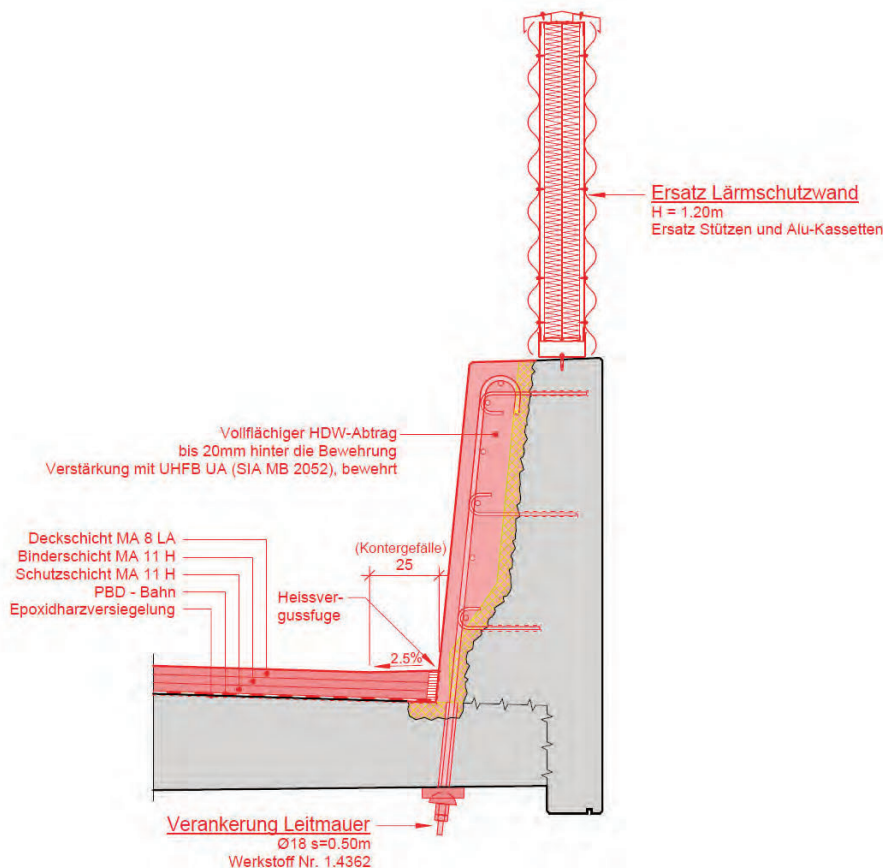


Abbildung 21: Massnahmen Leitmauer Ost Neue Worblentalbrücke

Betoninstandsetzung:

Es ist eine lokale Betoninstandsetzung der Widerlager vorgesehen. Die statische Überprüfung der Stützmauer im Rahmen der Projektphase GP/EK durch die IG EBA hat gezeigt, dass die innere Tragsicherheit für die aussergewöhnliche Bemessungssituation Anprall knapp nicht nachgewiesen werden kann (minimaler Erfüllungsgrad $n = 0.95$). Gemäss der ASTRA Richtlinie "Anprall von Strassenfahrzeugen auf Bauwerksteile von Kunstbauten (2005)" sind Massnahmen bei einem Erfüllungsgrad $n > 0.8$ für Objekte der Bauwerksklasse II unverhältnismässig. Aus diesem Grund wird die Stützmauer nicht verstärkt, sondern nur lokal instandgesetzt.

Auf der Brückenplatte werden vollflächig Potenzialfeld- und Bewehrungsüberdeckungsmessungen sowie Chloridanalysen durchgeführt. Je nach Ergebnis sind anschliessend lokale Instandsetzungsarbeiten (Betonersatz) und gegebenenfalls Bewehrungszulagen erforderlich.

Belag und Abdichtung:

Neben den oben erwähnten Verstärkungen werden Abdichtung und Belag komplett ersetzt. Die Deckschicht der Fahrbahn wird gemäss Vorgabe PV Akustik mit einem lärm mindernden Belag MA 8 LA ausgeführt. Die Schutz- und Binderschicht werden mit konventionellem Gussasphalt erstellt.

Als Abdichtung ist ein System mit vollflächigem Verbund, bestehend aus Epoxidharzversiegelung und PBD-Bahnen vorgesehen.

Entwässerung:

Die Einlauffassen der Strassenabläufe und Reinigungsschächte werden ersetzt. Die Längsleitung wird neu ausserhalb des Hohlkastens geführt. Die Querleitungen werden komplett ersetzt.

Fahrbahnübergänge und Brückenlager:

Der Fahrbahnübergang Seite Zürich wird ersetzt. Es wird eine Stahlfugenkonstruktion mit Kragfingern erstellt.

Beim Widerlager Seite Bern ist kein Fahrbahnübergang vorhanden und auch kein neuer Fahrbahnübergang vorgesehen.

An den Brückenlagern wird lediglich der Korrosionsschutz erneuert.

Lärmschutzwände:

Im Rahmen der Instandsetzung werden sämtliche Lärmschutzkassetten beider Lärmschutzwände ersetzt. Im gleichen Zuge werden die Stahlstützen ersetzt.

An der Geometrie der Lärmschutzwände wird nichts verändert. Die Kassetten werden in gleicher Lage und in gleicher Höhe wieder auf die Leitmauern montiert.

Kabelrohranlage:

Im Hohlkasten sind 10 bestehende Kabelschutzrohre der Kabelrohranlage ASTRA vorhanden. Diese wird um 6 zusätzliche Kabelschutzrohre ergänzt (6 PE 120), welche längs durch den Hohlkasten geführt werden. Hierfür sind Kernbohrungen durch die Stützenquerträger erforderlich.

Massnahmenübersicht:

Die Verstärkungs- und Instandsetzungsmassnahmen sind in Tabelle 14 zusammengefasst und in den Massnahmenplänen (K8.5) ersichtlich.

Funktion	Bauteil	Massnahmen
Tragwerk	Brückenplatte	- vollflächige Potenzialfeld- und Bewehrungsüberdeckungsmessung, Bestimmung Chloridgehalt - lokale Betoninstandsetzung, gegebenenfalls Bewehrungszulagen
	Längsträger	- keine Massnahmen
	Hohlkasten	- lokale Betoninstandsetzung
	Leitmauer Ost	- Verstärkung mit Vorbetonschale
	Leitmauer West	- vollflächiger HDW-Abtrag und Reprofilierung mit UHFB
	Pfeiler	- lokale Betoninstandsetzung
	Querträger	- keine Massnahmen
	Untere Kastenplatte	- keine Massnahmen
	Widerlager Bern	- lokale Betoninstandsetzung
	Widerlager Zürich	- lokale Betoninstandsetzung
Ausrüstung	Belag und Abdichtung	- Ersatz Belag; neuer Belag mit Schutz- und Binderschichten aus Gussasphalt, Deckschicht aus lärmarmem Gussasphalt (MA 8 LA) - Ersatz Abdichtung; neue Abdichtung mit Verbund (Epoxidharzversiegelung und PBD-Bahn)
	Kabelrohranlage	- 10 bestehende Kabelschutzrohre in Hohlkasten erhalten - 6 neue Kabelschutzrohre in Hohlkasten ergänzen
	Entwässerung	- Ersatz Einlaufassen der Strassenabläufe und Reinigungsschächte - Ersatz Entwässerungsleitungen, neue Leitungen ausserhalb Hohlkasten
	Fahrbahnübergang Zürich	- Ersatz Lamellenfahrbahnübergang (gesamte Fugenkonstruktion)
	Fahrbahnübergang Bern	- durchgehender Belag mit Fugenspalt-Abdichtung aus PBD-Streifen und ggf. Fugenblech
	Lärmschutzwände	- Ersatz Lärmschutzkassetten inkl. Stahlstützen
	Lager	- Korrosionsschutz erneuern

Tabelle 14: Übersicht Massnahmen Neue Worblentalbrücke

4.3 S 03 UNF Eyfeld

Da die Unterführung im Jahr 2018 instandgesetzt wurde, sind keine Massnahmen vorgesehen.

4.4 S101 SM Eyfeld

Im Rahmen der VoMa Worblen sind keine Massnahmen an der Stützmauer vorgesehen. Im Laufe der Kapazitätserweiterung wird sie zur Verlängerung des Beschleunigungsstreifens der Werkeinfahrt nach aussen versetzt.

4.5 S 601 LSW Fischrain 1 BE-ZH

Im Rahmen der VoMa Worblen werden sämtliche Lärmschutzkassetten ersetzt und der Korrosionsschutz der Stahlstützen instand gestellt.

4.6 S 602 LSW Fischrain Mitte

Im Rahmen der VoMa Worblen werden sämtliche Lärmschutzkassetten im Projektperimeter der VoMa Worblen ersetzt und der Korrosionsschutz der Stahlstützen instand gestellt.

4.7 S 603 LSW Fischrain ZH-BE

Im Rahmen der VoMa Worblen werden sämtliche Lärmschutzkassetten im Projektperimeter der VoMa Worblen ersetzt und der Korrosionsschutz der Stahlstützen instand gestellt.

4.8 S 02 Brücke Worblaufenstrasse

Die beiden flexiblen Fahrbahnübergänge aus Polymerbitumen werden durch neue flexible Fahrbahnübergänge aus Polyurethan-Giessharz ersetzt (siehe Abbildung 22). Die Systemwahl wurde auf Basis eines Variantenvergleichs zwischen einem flexiblen Fahrbahnübergang und einer in Polymerbeton schwimmend gelagerten Stahlfugenkonstruktion getroffen. Die Evaluation der Bestvariante erfolgte in enger Absprache mit der Projektleitung, Fachunterstützung und Gebietseinheit im Rahmen der Projektfachsitzungen Kunstbauten. Dabei wurden auch die Konzeptgedanken vom damaligen Projektverfasser sowie die diesbezügliche Einschätzung des Prüfenieurs miteinbezogen (v.a. in Bezug auf die markant schiefe Lagerung der Brücke).

Zur Elimination der materialtechnischen und bezüglich Dichtigkeit nachteiligen Schnittstelle zwischen Fugenfüllung und Walzasphalt wird beidseits des flexiblen Fahrbahnübergangs ein Randbalken aus Polymerbeton erstellt. Unter der elastischen Fugenfüllung aus Polyurethan-Giessharz (Elastomer) wird ein Unterbau aus Polymerbeton erstellt. Dieser ist als Untergrund bezüglich Haftung und Dichtigkeit geeignet und übernimmt darüber hinaus die Funktion als Schiftung. Diese Schiftung ist erforderlich, da die Belagsstärke im Querschnitt der Brücke zwischen ca. 12 und 19 cm variiert und die Einbaustärke der elastischen Fugenfüllung eine möglichst konstante Stärke aufweisen sollte.

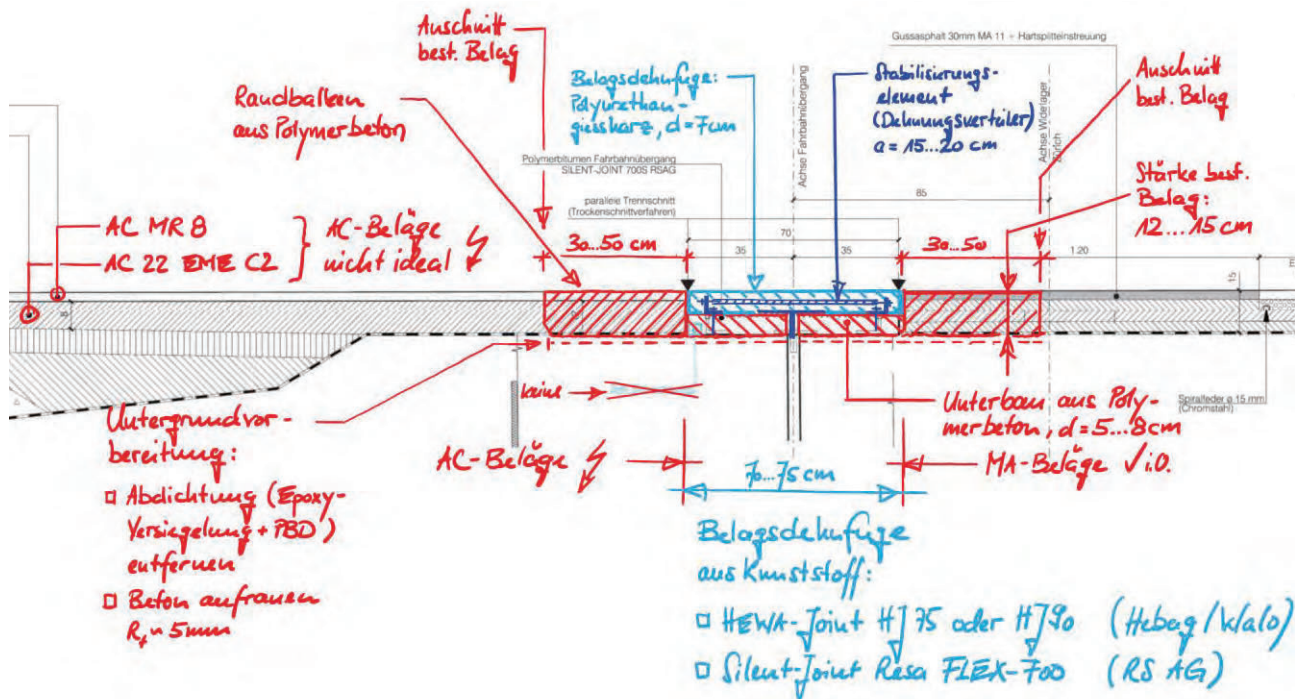


Abbildung 22: Brücke Worblaufenstrasse, Projektskizze Ersatz flexible Fahrbahnübergänge

5 Massnahmen Trasse

5.1 Fahrbahn

Im Rahmen der VoMa Worblen bleibt die Verkehrsfläche mit der Instandsetzung unverändert. Nach Abschluss der VoMa steht dem Verkehr die bestehende Anzahl Fahrstreifen zur Verfügung und die bestehende Fahrstreifentypologie wird wiederhergestellt. Die Ummarkierung auf acht Fahrstreifen erfolgt im Verlaufe der Kapazitätserweiterung. Weiter sind Anpassungen, welche Landerwerb mit sich ziehen, nicht Bestandteil der VoMa und werden erst mit dem Projekt Kapazitätserweiterung realisiert.

In Fahrtrichtung Bern gibt es somit mit der VoMa Worblen 3 Fahrstreifen und in Fahrtrichtung Zürich 4. Die Fahrstreifenbreiten sind der Tabelle 15 zu entnehmen.

Fahrtrichtung Bern			Fahrtrichtung Zürich			
NS	ÜS1	ÜS 2	ÜS 3	ÜS 2	ÜS 1	NS
3.75 m	3.50 m	3.75 m	3.50 m	3.50 m	3.25 m	3.75 m

Tabelle 15: Fahrstreifenbreiten Bestand

Nach erfolgtem Projekt Kapazitätserweiterung werden sowohl in Fahrtrichtung Bern als auch in Fahrtrichtung Zürich 4 Fahrstreifen vorhanden sein. In Fahrtrichtung Zürich wird der Normalfahrstreifen 4.00 m breit sein. Die Überholstreifen (ÜS) 1 und 2 werden jeweils 3.5 m breit sein, der ÜS3 wird 3.75 m breit sein. In Richtung Bern werden alle Fahrstreifen 3.5 m breit sein.

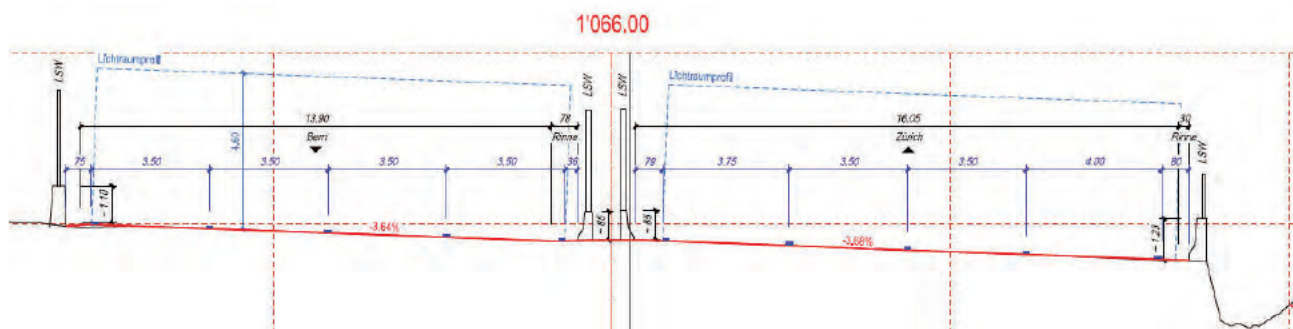


Abbildung 23: Fahrstreifenaufteilung Projekt Kapazitätserweiterung

5.2 Belag

Der Belag im Projektperimeter wird vollständig ersetzt.

Aus dem Entscheidpapier 006 "Belag" (vgl. Beilage 4, im Dossier Dokument *EK-21.10.3.1 Beilage zum Technischen Bericht* aus der Phase GP/EK) geht hervor, dass unter Berücksichtigung eines erforderlichen Strukturwertes (Verkehrslastklasse T6, Tragfähigkeitsklasse S3) von 123 der folgende Oberbau für die N01 angewendet wird:

- Deckschicht: 3 cm – SDA 8-12, a-Wert = 4
- Binderschicht: 8 cm – AC EME 22 C1, a-Wert = 4.4
- Tragschicht: 8 cm – AC EME 22 C2, a-Wert = 5.6
- Foundationsschicht: 8 cm – ACF 22, a-Wert = 3.2
20 cm – Kiesfundation UG 0/45, a-Wert = 1.25

Der Aufbau des Oberbaus ist in Abbildung 24 dargestellt und entspricht dem Standardaufbau ASTRA.

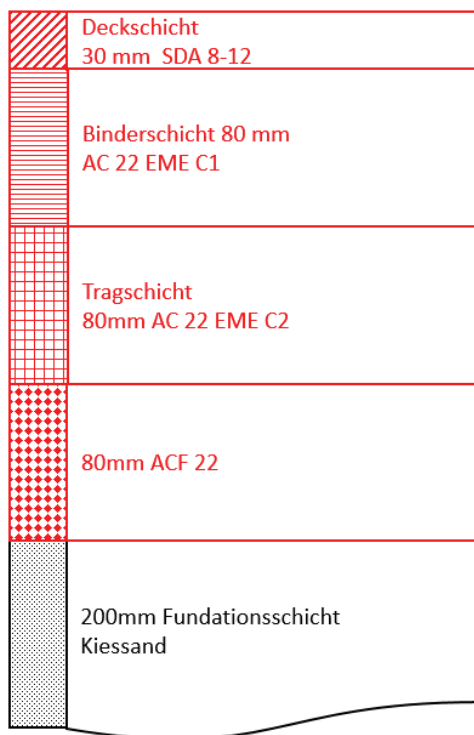


Abbildung 24: Belagsaufbau

Aufgrund der Verkehrsphasen kann der Deckbelag nicht über die gesamte Fahrbahnbreite eingebaut werden. Im Querschnitt entstehen dadurch verschiedene Belagsfugen. Erfahrungen der Gebietseinheit zeigen, dass bei Belagsnähten im Deckbelag des SDA 8-12 auf der Fahrbahn Wasser aufstossen kann. An der GPLS vom 15.03.2020 wurde entschieden, dass der Deckbelag des Typs SDA 8-12 im Bereich des Trassees eingebaut wird. Die Problematik des aufstossenden Wassers bei den Belagsnähten ist dem ASTRA bekannt und die daraus folgenden Risiken werden akzeptiert.

5.3 Entwässerung

Das Entwässerungsnetz ist grösstenteils ohne Schäden (Aufnahmen 2013). Die Kapazität der Entwässerung ist gemäss Norm genügend (früher musste ein 10-jährliches und neu ein 1-jähriges Regenereignis abgedeckt werden).

Es wird angenommen, dass sich der Anteil der beschädigten Rohre im Laufe der Jahre (seit 2013) auf 50 % erhöht hat. Die beschädigten Rohre werden mittels Inliner oder Roboter instandgesetzt. Dazu sind Kanal-TV-Aufnahmen zu Beginn der Submission vorzusehen.

5.4 FZRS und Zäune

Die FZRS und Zäune im Bereich der VoMa entsprechen teilweise nicht der Norm und müssten im Rahmen der VoMa Worblen ersetzt werden. Ca. 4 Jahre nach der Realisierung der VoMa Worblen startet die Realisierung der Kapazitätserweiterung Wankdorf-Schönbühl. Diese beinhaltet u.a. auflagerrelevante Arbeiten im Bereich der VoMa Worblen. Dazu gehören die Anpassungen im Randbereich der N01 und damit werden die FZRS und Zäune erneuert. Die Erneuerung der FZRS und Zäune im Rahmen der VoMa Worblen würde damit einen ungünstigen Kosten-Nutzen-Wert aufweisen. Deshalb werden die FZRS und Zäune in deren Bestand belassen und im Rahmen der VoMa Worblen nicht ersetzt.

5.5 Lärmschutzwände

Im Rahmen der VoMa Worblen werden sämtliche Lärmschuttkassetten ersetzt und der Korrosionsschutz der Stahlstützen instand gestellt (siehe Kapitel 4.5, 4.6, 4.7).

5.6 Signalisation und Markierung

Die Signalisation bleibt wie im Bestand, weil die Anzahl Fahrstreifen mit der VoMa Worblen unverändert bleibt. Die neue Signalisation und Ummarkierung auf 8 Fahrstreifen erfolgt mit dem Projekt Kapazitätserweiterung Wankdorf-Schönbühl. Die Markierung wird im ganzen Perimeter der VoMa erneuert.

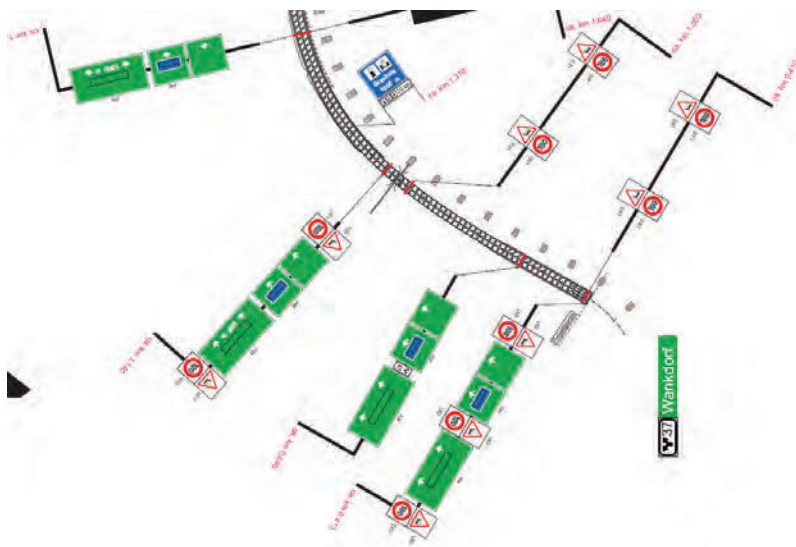


Abbildung 25: Ausschnitt Signalisationsplan

6.3 Lichtwellenleiterausrüstung

Die bestehenden LWL Ausrüstungen werden während der VoMa nicht ersetzt oder ergänzt. Es werden für die Umlegung und Provisorien der LWL entsprechende Kosten eingerechnet.

Die LWL Ausrüstung euNetworks (bisher Fibrelac) ist von den Massnahmen nicht betroffen.

6.4 Signalübertragungskabel

Das bestehende Signalübertragungskabel wird während der VoMa nicht ersetzt oder ergänzt. Es werden für die Umlegung und Provisorien entsprechende Kosten eingerechnet.

6.5 Rohranlage BSA (Vorgaben an den Bau)

Durch den Bau wird auf Seite Bern des Worblentals eine neue Rohranlage mit je 12 PE 120 Rohren pro Fahrtrichtung im Pannestreifen gebaut. Auf Seite Zürich wird die Rohranlage im Rahmen der Kapazitätserweiterung Wankdorf-Schönbühl mit je 12 PE 120 Rohren realisiert.

Auf der Seite des Worblentalviadukts S 04 werden die 12 Rohre unter der Kragplatte befestigt (siehe Abbildung 19). Auf der Seite der neuen Worblentalbrücke S 04A werden die bestehenden 10 PE 100 Rohre mit 6 PE 120 Rohren ergänzt. Auf diese Weise ist die Kapazität in beide Fahrtrichtungen von je 12 PE 120 Rohren gegeben. Auf Seite Zürich des Worblentals erfolgt die Rohrblockergänzung im Rahmen der Kapazitätserweiterung Wankdorf-Schönbühl.

Die bestehende Rohranlage der euNetworks (bisher Fibrelac SA) ist von der VoMa Worblen nicht tangiert. Die Rohranlage bleibt unverändert (siehe Abbildung 19).

6.6 Nebeneinrichtungen

6.6.1 Hausinstallation N01

In der nachfolgenden Tabelle sind die vorgesehenen Hausinstallationen mit ihren Standorten aufgeführt.

Nr.	Aggregat / Ort	km	Beschreibung Soll-Zustand
01	Beleuchtung Pump-becken Eyfeld S 301	0.6	Bestehende Beleuchtungen aus dem Jahr 2015 belassen.
02	Hohlraumbeleuchtung Worblentalviadukt	0.6 – 1.1	Die bestehende Beleuchtung wird mit energieeffizienten LED Leuchten ersetzt. Massnahme wird im Projekt VoMa Worblen umgesetzt.

Tabelle 16: Übersicht Massnahmen der Hausinstallation N01

6.6.2 Beleuchtung Rad- / Gehweg Worblentalviadukt

Die bestehende Beleuchtung entlang des Rad- / Gehwegs im Bereich vom Worblentalviadukt wird gemäss Koordinationssitzung Langsamverkehr vom 17.12.2019 ersetzt. Der Entscheid aus der PFS BSA 03-19 vom 31.10.2019 wurde korrigiert.

Es wird eine norm- und gestaltungskonforme Beleuchtung vorgesehen.

7 Bauablauf und temporäre Verkehrsführung

7.1 Temporäre Verkehrsführung

VoMa Worblen:

Aufgrund der hohen Verkehrsbelastungen auf der N01 und der N06 sowie der Lage der Baustelle im direkten Einflussbereich der Verzweigung Wankdorf, sind Beeinträchtigungen des Verkehrsflusses so gering wie möglich zu halten. Die temporäre Verkehrsführung basiert auf dem Grundsatz, dass im Bereich mit reduzierten Streifenbreiten möglichst keine Verflechtungen nötig sind oder diese sogar unterbunden werden. In Fahrtrichtung Zürich wird der Fahrstreifenabbau von 4 auf 3 Streifen deshalb auf den Bereich zwischen dem Worblentalviadukt und der Raststätte Grauholz verschoben.

In allen Bauphasen ist die Überführung eines Fahrstreifens auf die Gegenfahrbahn nötig. Diese Fahrstreifen sind nicht für Schwerverkehr oder Reisedars vorgesehen. Ausserdem sind je nach Bauphase Anpassungen der Wegweisung erforderlich, um die Anzahl an Spurwechseln im Bereich vor und nach der Baustelle zu minimieren.

Die Einrichtung und Umstellung der temporären Verkehrsführung erfordert Fahrstreifenabbauten und kann daher nur nachts erfolgen. Die Zeitfenster sind mit dem PV Verkehr zu klären.

Es können zeitliche Beschränkungen für die Baustellenein- und -ausfahrten angeordnet werden, wenn aufgrund der Insellage eine sichere Zu- oder Wegfahrt nicht möglich ist.

Die temporäre Verkehrsführung ist in Tabelle 17 dargestellt. In der ersten Spalte befindet sich jeweils die Bauphase, in der zweiten die Verkehrsführung. Die Verkehrsführung wird angegeben mit "Anzahl Fahrstreifen auf Worblentalviadukt + Anzahl Fahrstreifen auf Neuer Worblentalbrücke".

Um diese Verkehrsführung zu ermöglichen, ist auf der N06 bei km 0+550 eine Mittelstreifenüberfahrt erforderlich. Zudem schlägt der PV Bau vor, die Geschwindigkeit in den Bereichen mit reduzierten Fahrstreifenbreiten von 80 auf 60 km/h zu reduzieren.

Bauphase	Fahrstreifentopologie (Anzahl Fahrstreifen auf Worblentalviadukt + Anzahl Fahrstreifen auf Neuer Worblentalbrücke)
Bauphase 1	4 + 3
Bauphase 2	4 + 3
Bauphase 3	4 + 3
Bauphase 4	4 + 3
Bauphase 5	2 + 5
Bauphase 6	2 + 5

Tabelle 17: Verkehrsführung während den Bauphasen

Die Verkehrsphasen und Bauphasen werden in den Plänen *MP-21.12.1.1* bis *MP-21.12.1.12* gezeigt. Im Bereich zwischen den Worblentalbrücken und der Verzweigung Wankdorf sind in den Phasen 5 und 6 Unterphasen nötig, damit das Trasse in dem Bereich, der im Bestand von 3 auf 4 Fahrstreifen aufweitet, im kompletten Querschnitt erneuert werden kann.

In den Phasen 5 und 6 weist der übergeleitete Fahrstreifen, der von ZH in Richtung Bern Ostring / Thun verläuft, im Bereich zwischen der Mittelstreifenüberfahrt und dem Beginn der neuen Worblentalbrücke eine minimale Breite von 3.00 m auf. Die 4 Fahrstreifen in Richtung ZH weisen in diesem Bereich die Breiten 2.50, 3.00, 2.50 und 3.00 m auf. Daher ist auf den Zulaufstrecken N01 und N06 ein Verbot für breite

Fahrzeuge auf den Überholstreifen zu signalisieren und Spurwechsel sind im Bereich der Baustelle bis zur Mittelstreifenüberfahrt beim Kilometer 1.550 nicht erlaubt.

Veloweg auf dem Worblentalviadukt:

Im Anschluss an die 6 Bauphasen der Autobahn N01 folgt noch Bauphase 7, die den Veloweg auf dem Worblentalviadukt betrifft. Der Verkehr auf der N01 wird von dieser Bauphase nicht tangiert.

Die Veloroute über das Worblentalviadukt muss während Bauphase 7 für mehrere Wochen gesperrt und umgeleitet werden.

Der Veloweg ist Teil der Regionalen Strecke 64 – «Lötschberg–Jura» Etappe 2, Thun–Biel/Bienne. Im Sachplan Veloverkehr ist er als Alltagsroute mit kantonaler Netzfunktion bzw. als Hauptverbindung auf kantonalem Radweg bezeichnet.

Ausserdem ist der Veloweg als Skating-Strecke 22 – «Bärnbiet Skate» Bern – Burgdorf signalisiert.

Es wurden 5 Varianten untersucht und mit der Route über das Worblentalviadukt verglichen. Die geringsten Nachteile haben die dargestellten Varianten 2 und 3. Alle möglichen Umleitungsrouten weisen grössere Höhenunterschiede und die Fahrt über relativ stark durch MIV belastete Abschnitte auf. Daher ist es als günstig zu betrachten, dass die Phase 7 im Herbst erfolgen soll. Für die Skating-Route wird auf die gleichen Umleitungsvarianten verwiesen.



Abbildung 27: Umleitungsrouten für den Veloweg (Variante "2") Fischrainweg, Grauholzstr., Papiermühlestr.
[Quelle: Google Maps]

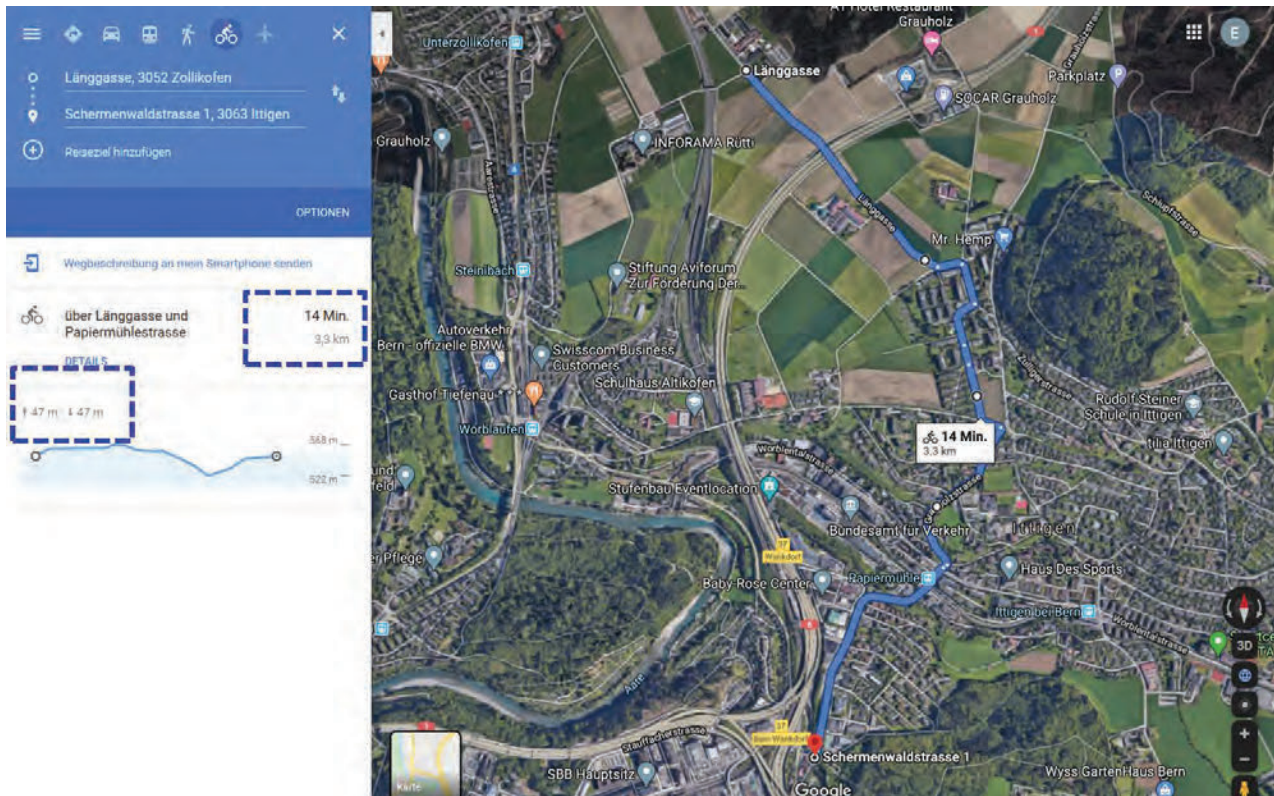


Abbildung 28: Alternative Umleitungsroute für den Veloweg (Variante "3") Länggasse, Chasseralstr., Grauholzstr., Papiermühlestr. [Quelle: Google Maps]

Koordination mit Baustelle PUN Wankdorf – Muri:

Die Realisierung der Baustelle PUN Wankdorf – Muri ist für Juli 2021 – Oktober 2023 vorgesehen. Die Hauptarbeiten finden im Jahr 2022 statt.

Damit überlappen sich die Bau- und Verkehrsphasen im Jahr 2022 und sind zu koordinieren. Allenfalls ist eine übergreifende Baustelle zu signalisieren.

Instandsetzung Fahrbahnübergänge am Objekt S 02 Brücke Worblaufenstrasse:

Die Instandsetzung der Fahrbahnübergänge des Objekts S 02 soll im Schatten der Baustelle VoMa Worblen erfolgen. Das Objekt S 02 ist durch die temporäre Verkehrsführung für die VoMa Worblen nicht betroffen bzw. die Markierung der Baustelle (für die Überleitung eines Fahrstreifens) beginnt/endet in der Nähe.

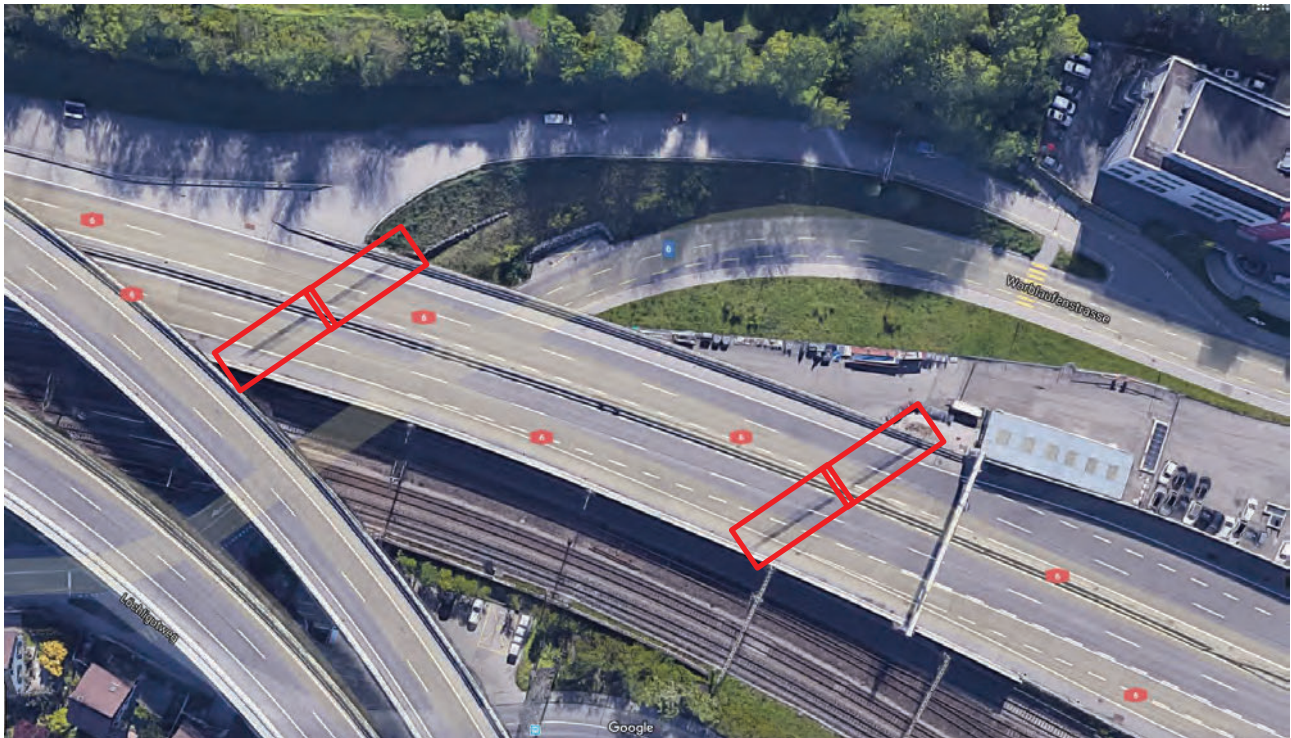


Abbildung 29: Schräg verlaufende Fahrbahnübergänge des Objekts S 02 [Quelle: Google Maps]

Als Verkehrsführung sind pro Fahrbahnseite 3 Phasen vorgesehen. Die folgende Grafik zeigt den engsten Querschnitt Thun → ZH (11.9 m).

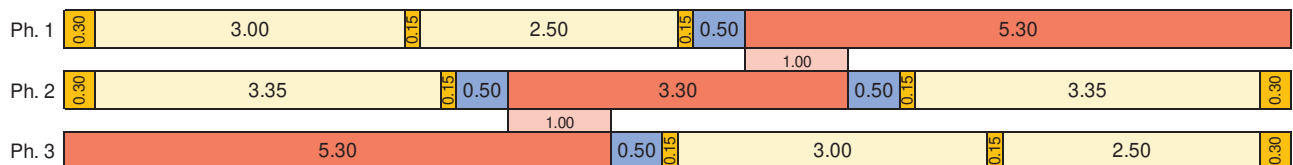
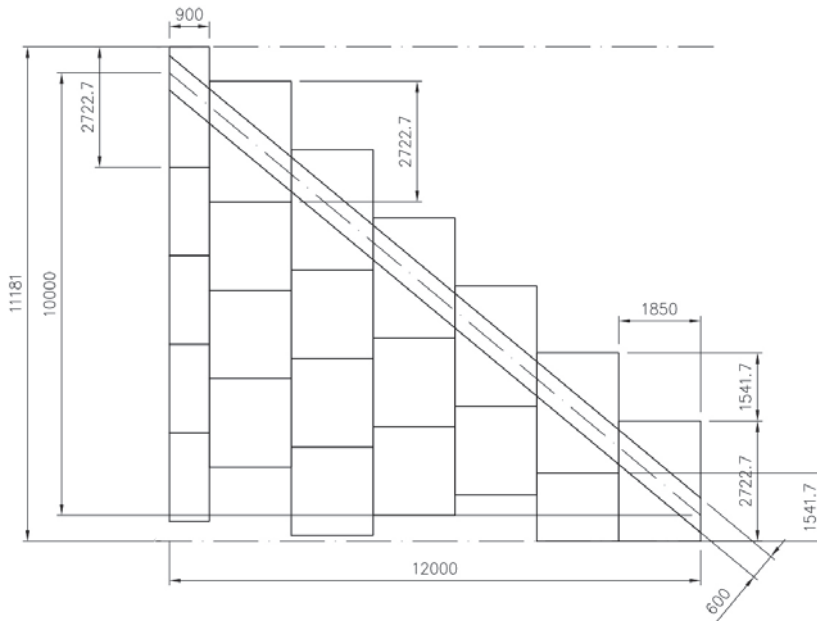


Abbildung 30: Bau- /Verkehrsphasen im Querschnitt Thun → ZH

Die Breiten gemäss SN 40 885 ergeben eine Überlappung von 1.00 m zwischen den Phasen. Alle 4 Fahrbahnübergänge könnten gleichzeitig bearbeitet werden. Somit ergeben sich mindestens 3 Phasen.

Alternativ zur oben gezeigten Verkehrsführung wurde der Einsatz eines Mini Fly-over geprüft. Hier würde nachts gearbeitet, wenn der Verkehr auf einen Fahrstreifen reduziert werden kann. Tagsüber würden 2 Fahrstreifen und Pannestreifen über den Fly-over geführt.

Weil die Fahrbahnübergänge stark schräg über die Fahrbahn verlaufen und die Platten des Mini Fly-over in Fahrtrichtung ausgerichtet sein müssen, ergibt sich eine komplexe Anordnung der Platten, damit der Fahrbahnübergang zugänglich ist. Dennoch würde der Baubereich seitlich eingeengt und die erwünschte Breite von ca. 1.7 m kann nicht erreicht werden.



**Abbildung 31: Skizze für die Anordnung der Platten des Mini Fly-over bei einem schräg verlaufenden
 Fahrbahnübergang**

Neben dem unzureichenden Arbeitsbereich um den Fahrbahnübergang spricht in diesem Fall die Komplexität des Mini Fly-overs gegen dessen Einsatz. Die vollständige Installation und der Abbau sind über Nacht nicht möglich und würden damit zu weiteren Sonderphasen führen. Auch das Ende des Beschleunigungsstreifens der Einfahrt Wankdorf in Richtung ZH und die am S 02 beginnenden Ausfahrtsfahrstreifen zum Schermenweg bzw. zur Papiermühlestrasse sind mit dem Mini-Fly-over kaum vereinbar.

7.2 Bauablauf Brücken

Der folgende Beschrieb der groben Bauabläufe bezieht sich auf die bautechnischen Massnahmen an den Kunstbauten. Der effektive Zusammenhang mit den Bauarbeiten und Bauphasen der Trasseearbeiten sind den Dokumenten *MP-21.12.1.1* bis *MP-21.12.1.12* zu entnehmen.

7.2.1 S 04 Worblentalviadukt

Folgender Bauablauf ist für die Instandsetzungsmassnahmen und für die Verstärkung der unteren Kastenplatte sowie der Stützenquerträger geplant:

- Baustelleninstallation ausserhalb der Verkehrsflächen
- Erstellung Arbeitsgerüste an Untersichten und Konsolen für unterseitigen Zugang zur Brücke
- Einrichten bzw. Umstellen der temporären Verkehrsführung
- Abbruch Belag und Abdichtung mit anschliessender Potenzialfeldmessung (inkl. Chloridanalysen und Bewehrungsüberdeckungsmessung)
- Abbruch Stahlfahrbahnübergang und Vorbereitung Fugenmulde für neue Fugenkonstruktion
- Einbau neuer Fahrbahnübergang (etappenweise, mit Schweiss-Stössen)
- Abbruch bestehende Einlauffassen (HDW-Abtrag)
- Lokale Betoninstandsetzung Brückenplatte und Hohlkästen, inkl. Versetzen neuer Einlauffassen
- Vollflächiger Betonabtrag auf der fahrbahnzugewandten Seite der Leitmauer
- Reprofilierung der Leitmauer mit UHFB
- Montage neue Entwässerungsleitungen und neuer Kabelrohrblock an der Kragplattenuntersicht
- Montage neue Druckleitung (Entwässerung N01) auf Konsolkopf
- Einbau vertikale Zugstangen und obere Verankerungsplatten (inkl. HDW-Abtrag, Kernbohrungen durch untere Kastenplatte und Fahrbahnplatte sowie Untergiessen obere Verankerungen)
- Spannen und Ablängen der Zugstangen (von Untersichtsgerüst aus)
- Aufbringen neue Abdichtung (Epoxidharzversiegelung und PBD-Bahnen)
- Einbau Gussasphalt (Schutz-, Binder- und Deckschicht)
- Einbau horizontale Zugstangen, inkl. Kernbohrungen und Verankerungen in Längsträgern
- Instandsetzungsmassnahmen an Widerlagern (Reinigung und Betoninstandsetzung)
- Instandsetzungsmassnahmen an Brückenlagern (Korrosionsschutz)
- Umstellung temporäre Verkehrsführung
- Nach Abschluss aller Massnahmen und der Technischen Prüfung: Rückbau Arbeitsgerüste

Die zeitliche Auflösung der Arbeiten ist im Dokument *MP-22.5.2 Detailbauprogramm Kunstbauten* ersichtlich.

7.2.2 S 04A Neue Worblentalbrücke

Folgender Bauablauf ist für die Instandsetzungsmassnahmen sowie zur Verstärkung der Leitmauer Ost geplant:

- Baustelleninstallation ausserhalb der Verkehrsflächen
- Erstellung Arbeitsgerüste an Untersichten und Konsolen für unterseitigen Zugang zur Brücke
- Einrichten bzw. Umstellen der temporären Verkehrsführung
- Abbruch Belag und Abdichtung mit anschliessender Potenzialfeldmessung (inkl. Chloridanalysen und Bewehrungsüberdeckungsmessung)
- Abbruch Stahlfahrbahnübergang und Vorbereitung Fugenmulde für neue Fugenkonstruktion
- Einbau neuer Fahrbahnübergang (etappenweise, mit Schweiss-Stössen)
- Abbruch bestehende Einlauffassen (HDW-Abtrag)
- Lokale Betoninstandsetzung Brückenplatte und Hohlkasten, inkl. Versetzen neuer Einlauffassen
- Montage neue Entwässerungsleitungen und neuer Kabelrohrblock im Hohlkasten bzw. an der Kragplattenuntersicht
- Vollflächiger Betonabtrag auf der fahrbahnzugewandten Seite der Leitmauer
- Erstellen Vorbetonschale aus UHFB entlang Leitmauer Ost, inkl. Einbau Zugstangen
- Reprofilierung der Leitmauer West mit UHFB
- Aufbringen neue Abdichtung (Epoxidharzversiegelung und PBD-Bahnen)
- Einbau Gussasphalt (Schutz-, Binder und Deckschicht)
- Instandsetzungsmassnahmen an Widerlager (Reinigung und Betoninstandsetzung)
- Instandsetzungsmassnahmen an Brückenlagern (Korrosionsschutz)
- Umstellung temporäre Verkehrsführung
- Nach Abschluss aller Massnahmen und der Technischen Prüfung: Rückbau Arbeitsgerüste

Die zeitliche Auflösung der Arbeiten ist im Dokument *MP-22.5.2 Detailbauprogramm Kunstbauten* ersichtlich.

7.3 Generelles Bauprogramm

Die Bauarbeiten starten mit der 1. Queretappe am äusseren, östlichen Rand der Neuen Worblentalbrücke und enden mit der 7. Queretappe im Bereich des Rad-/Gehwegs am SBB-seitigen, westlichen Rand des Worblentalviadukts. Die Ausführung der gesamten Arbeiten an den Brücken und im Trassee dauert gemäss Bauzeitschätzung rund 75 Wochen (siehe Abbildung 32). In diesen 75 Wochen werden die Arbeiten mit Auswirkungen auf die Verkehrsführung ausgeführt (exkl. Installationen und Vorarbeiten ausserhalb der Verkehrsflächen).

Der Bauzeitschätzung liegt die Annahme zugrunde, dass sämtliche Bauarbeiten in normaler Tagarbeit und im 1-Schicht-Betrieb ausgeführt werden. Zudem wird davon ausgegangen, dass die Rad- und Gehwegverbindung über das Worblentalviadukt für die Dauer der Arbeiten im Rad-/Gehwegbereich unterbrochen und umgeleitet werden kann.

Um die Qualitätsanforderungen an die Betoninstandsetzungs- und Belagsarbeiten zu gewährleisten, wird empfohlen, die Realisierung der beiden Objekte in zwei Baujahren mit einem Bauunterbruch über die Wintermonate durchzuführen.

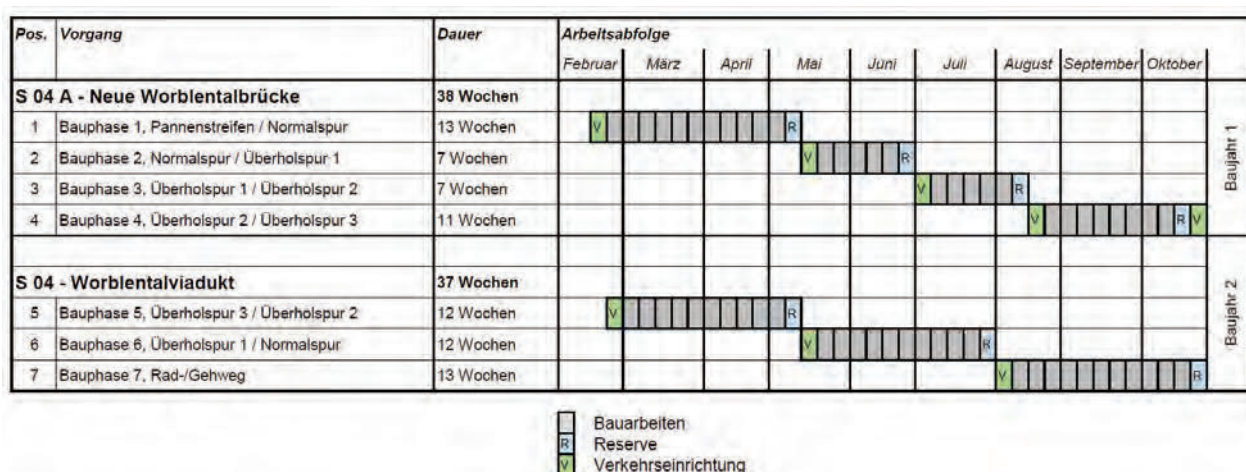


Abbildung 32: Generelles Bauprogramm

Potenzial bzgl. Beschleunigung des Bauablaufs:

Als Beschleunigungsmassnahme wäre ein 2-Schicht-Betrieb Stand heutiger Kenntnisse umsetzbar. Dadurch liesse sich die auf 75 Wochen geschätzte Bauzeit um maximal 10 Wochen verkürzen. Um die Bauzeit weiter zu verkürzen, könnte der Einsatz von speziellen Baustoffen (z.B. schnell erhärtende und trocknende Mörtel, schnellhärtende Epoxidharzversiegelung) vorgesehen werden. Diese Massnahmen würden zu Zusatzkosten führen. Im Rahmen der Submission soll beurteilt werden, ob ein 2-Schichtbetrieb zweckmässig ist oder nicht. Als Basis für die Entscheidung muss der auf die Baustelle PUN Wankdorf-Muri koordinierte Bauablauf und die entsprechende Verkehrsführung vorliegen.

Eine Realisierung als reine Nachtbaustelle mit hindernisfreier Fahrt tagsüber ist technisch machbar. Um die Fahrbahnübergänge und die Beläge zu ersetzen, sind jedoch zeit- und kostenintensive Zusatzmassnahmen erforderlich (z.B. Verkehrseinrichtung für jede einzelne Arbeitsnacht, Fly-Over und / oder Systemwechsel beim Ersatz des Fahrbahnübergangs). Es sind Qualitätseinbussen in Kauf zu nehmen (z.B. Gussasphaltbeläge und Abdichtung). Um die Vorgaben des Lärmschutzes während der Nacht einzuhalten, sind aufwendige Zusatzmassnahmen erforderlich. Des Weiteren ist bei einer Realisierung in reiner Nachtarbeit durch die verkürzte Netto-Arbeitszeit für den Unternehmer und die beengten Platzverhältnisse mit einer

erheblichen Verlängerung der Bauzeit zu rechnen. Zusammen mit den Mehrkosten für die Zusatzmassnahmen resultiert ein schlechtes Kosten-Nutzen-Verhältnis, weshalb von einer Realisierung als reine Nachtbaustelle abgeraten wird.

Bei einer Realisierung der Baumassnahmen im 3-Schicht-Betrieb wären die Zeitersparnisse gegenüber einer Realisierung im 2-Schicht-Betrieb nur sehr gering. Dies hängt damit zusammen, dass diverse Vorgänge nicht beschleunigt werden können (wegen Aushärtungs- und Trocknungszeiten von Beton, Mörtel, Epoxidharzen und Belägen) und zusätzliche Effizienzverluste durch die Schichtübergabe entstehen. Lärmintensive Arbeiten (z.B. HDW-Abtrag) können nicht oder nur mit aufwändigen Zusatzmassnahmen zwischen 19.00 Uhr und 07.00 Uhr durchgeführt werden. Bestimmte Arbeiten werden durch Spezialéquipen ausgeführt (z.B. Einbau Fahrbahnübergänge), welche aufgrund begrenzter personeller Ressourcen nicht oder nur eingeschränkt im 3-Schicht-Betrieb eingesetzt werden können. Der insgesamt geringen Zeitersparnis stehen die zusätzlichen Kosten für die schichtbedingte Nachtarbeit gegenüber (ca. + 30 % gegenüber Realisierung in einschichtiger Tagarbeit), weshalb aus Sicht des Projektverfassers eine Realisierung im 3-Schicht-Betrieb als nicht sinnvoll beurteilt wird.

8 Umwelt

Die Ausführung der VoMa Worblen zeigt insbesondere während der Bauphase Auswirkungen auf die Umwelt. Die Anlage selbst wird abschnittsbezogen instand gestellt und ertüchtigt. Betrieblich gibt es keinen Ausbau, so dass die Betriebsphase in umwelttechnischer Hinsicht dem Ausgangszustand nahesteht.

Die nachfolgende Relevanzmatrix zeigt die voraussichtlich zu erwartenden Einwirkungen auf die Umwelt:

Umweltbereich	Natur und Landschaft	Licht	Wald	Grundwasser, Wasserversorgung	Entwässerung	Oberirdische Gewässer, Fischerei	Störfallvorsorge	Altlasten	Abfälle und Materialbewirtschaftung	Boden	Luft	Lärm	Erschütterungen	Denkmalpflege und Ortsbildschutz	Archäologie, Paläontologie	Historische Verkehrswege	Langsamverkehr	Naturfahren	Umweltbaubegleitung
Bauphase	○	○	○	○	■	■	○	·	■	○	○	■	·	·	○	·	■	○	■
Betriebsphase	-	○	·	·	■	■	○	·	·	○	·	○	·	·	·	·	·	·	·
Standard- massnahme	N+L 2, 4, 5, 6 & 12	Li 2 und 3	Wa 1	Gw 2, 3 & 5	Entw 3	-	Stf 1		Abf 1 & 2	Bo 1	Lu 1, 2 & 3	Lä 1 & 2	-	-	Arch 1 & 4	-	-	Nge 2	-

Legende:

- Keine Umweltauswirkungen (ohne Massnahmen)
- Auswirkungen auf die Umwelt werden mit Standardmassnahmen begrenzt
- Auswirkungen auf die Umwelt werden mit spezifischen Massnahmen begrenzt

Tabelle 18: Umweltrelevanzmatrix

Ausführliche Details zu den Umweltthemen sind in der Umweltnotiz (Dokument *MP-21.11.1*) enthalten.

9 Weitere Bewilligungen im Zuständigkeitsbereich des Bundes

9.1 Bahntrasse SBB

Entlang dem Worblentalviadukt verläuft auf Seite des Rad- / Gehwegs das Bahntrasse der SBB. Der Abstand vom Konsolkopf des Worblentalviadukts bis zum Konsolkopf der SBB-Brücke variiert zwischen 1.0 und 3.9 m. Die erforderlichen Sicherheits- bzw. Schutzmassnahmen (u.a. Schutzgerüste, Erdungsmassnahmen, Überwachungsmassnahmen, etc.) wurden im Rahmen des Massnahmenkonzepts abgeschätzt. Projektspezifische Absprachen mit der SBB sind erfolgt (vgl. *MP-22.8.1* und *MP-22.8.3*).

9.2 Bahntrasse RBS

Unter den beiden Worblentalbrücken der N01 quert das 2-spurige Trasse der Regionalbahn Bern Solothurn (RBS). Im Rahmen des Massnahmenkonzepts hat ein Erstkontakt mit Vertretern der RBS stattgefunden. Dabei wurden die erforderlichen Sicherheits- und Schutzmassnahmen im Bereich des RBS-Trassees besprochen und festgehalten (vgl. *MP-22.8.2* und *MP-22.8.3*).

10 Projektrisiken

10.1 Temporäre Verkehrsführung

Geschwindigkeiten während der Bauausführung: Um die Unfallgefahren zu reduzieren, schlägt der PV Bau vor, die Geschwindigkeit im Baustellenbereich und in den Bereichen mit reduzierten Fahrstreifenbreiten von 80 auf 60 km/h zu reduzieren. Dieser Aspekt wird durch den PV Verkehr unterstützt, ist aber entgegen den Vorgaben des ASTRA.

10.2 Genehmigung bzw. Auflagen SBB und RBS

Aufgrund der Nähe zu den Bahnanlagen der SBB und RBS können terminkritische bzw. kostenrelevante Auflagen von Seite SBB und RBS nicht ausgeschlossen werden. Durch den frühzeitigen Einbezug der SBB und RBS wurde das Risiko minimiert.

11 Termine

In Abbildung 33 ist das Terminprogramm für die Planung der VoMa Worblen dargestellt. Die Realisierung startet voraussichtlich im März 2022 und dauert bis ca. im Oktober 2023.

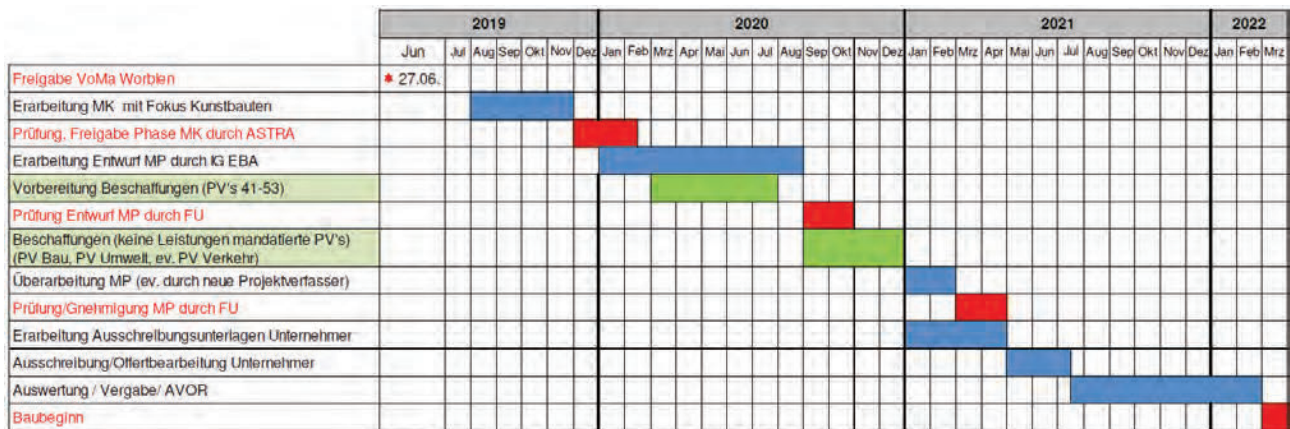


Abbildung 33: Rahmenterminprogramm der VoMa Worblen

12 Kostenvoranschlag

Der Kostenvoranschlag basiert auf Preisen aus vergleichbaren Projekten (Preisbasis: 4. Quartal 2019). Die aufgeführten Kosten haben eine Genauigkeit von $\pm 10\%$. In der Tabelle 19 sind die Gesamtkosten für die VoMa Worblen in zusammengefasster Form aufgeführt. Die Tabelle 20 führt die reinen Realisierungskosten pro Inventarobjekt auf (ohne Projektierungskosten, Unvorhergesehenes, MWST). Eine detailliertere Aufstellung der Kosten ist im Dokument *MP-21.10.6* ersichtlich.

ASTRA-Konto	Kapazitäts- erweiterung	Ausbau	Unterhalt	Total [CHF]
2 Unterstützung und Beratung allg.	-	-	566'000.-	566'000.-
3 Projektierung	-	-	2'868'000.-	2'868'000.-
4 Landerwerb	-	-	-	-
5 Realisierung	-	-	19'163'000.-	19'163'000.-
<i>Zwischentotal Pos. 2 - 5</i>	-	-	<i>22'597'000.-</i>	<i>22'597'000.-</i>
6 Unvorhergesehenes, 10 %	-	-	2'260'000.-	2'260'000.-
<i>Zwischentotal inkl. Unvorhergesehenes</i>	-	-	<i>24'857'000.-</i>	<i>24'857'000.-</i>
MWST, 7.7 %	-	-	1'914'000.-	1'914'000.-
<i>Rundung</i>				<i>29'000.-</i>
Total, inkl. 7.7 % MWST				26'800'000.-

Tabelle 19: Gesamtkosten

Bezeichnung	Länge [m]	Breite [m]	Bau- jahr	Massnahme	Konto ASTRA	Total [CHF]
S 02 Brücke Worblaufenstrasse	91.6	26.0	2011	Instandsetzung Fahrbahnübergang	U	489'000.-
S 03 UNF Eyfeld	41.6	5.9	1961	keine	U	-
S 04 Worblentalviadukt	250.0	20.0	1962	Verstärkung, Ersatz Abdichtung + Belag	U	5'474'000.-
S 04A Neue Worblental- brücke	259.0	17.6	1995	Verstärkung, Ersatz Abdichtung + Belag	U	3'165'000.-
S 601 LSW 1 Fischrain BE-ZH	373	1.20	1995	Ersatz	U	355'000.-
S 602 LSW Fischrain Mitte	751	2.65	1995	Ersatz	U	426'000.-
S 603 LSW Fischrain ZH-BE	206	2.68 - 3.06	1996	Ersatz	U	633'000.-
Trassee					U	8'322'000.-
BSA					U	299'000.-
Total						19'163'000.-

Tabelle 20: Realisierungskosten, exkl. MWST

Die Realisierungskosten der VoMa Worblen betragen rund CHF 19.2 Mio. (exkl. Projektierung, Unvorhergesehenes und MWST). Die Gesamtkosten der VoMa Worblen, inklusive der Kosten für die Planung, für Unvorhergesehenes und MWST werden zu CHF 26.8 Mio. veranschlagt.

13 Themenspeicher für Folgephasen

Folgende Punkte sind in den Folgephasen zu erarbeiten beziehungsweise zu klären:

- Installationsplatz Eyfeld, Umweltaspekte
Die für die Realisierung der VoMa Worblen vorgesehene Fläche im Bereich zwischen N01 und Rad-/Gehweg (nahe Widerlager Bern der Worblentalbrücken) weist grösstenteils eine unbefestigte Oberfläche auf. Falls diese Fläche für die Nutzung als Installationsfläche im Rahmen der VoMa mit Asphalt befestigt werden soll, ist die nachträgliche Instandstellung vorgängig mit dem PV Umwelt zu klären.
- Worblentalbrücken, Fahrbahnübergänge Widerlager Zürich
Im Rahmen des Massnahmenkonzepts wurde beschlossen, die Fugenspaltöffnung der beiden Brücken in den Widerlagern Seite Zürich periodisch zu messen. Diese Messungen werden nach wie vor durchgeführt. Die Messungen wurden bei der Wahl der in den Plänen dargestellten Stahl-Fugenkonstruktion berücksichtigt. Eine abschliessende Berechnung der minimalen und maximalen Fugenspaltöffnung ist jedoch noch nicht erfolgt.
Die Messergebnisse sollen in der Phase Submission bei der abschliessenden Berechnung des erforderlichen Bewegungsvermögens der Fahrbahnübergänge sowie der entsprechenden Wahl der Stahl-Fugenkonstruktion berücksichtigt werden. Es ist eine frühzeitige Absprache mit Gebietseinheit (bzgl. den aktuellen Messergebnissen) und dem Fachspezialisten Kunstbauten (bzgl. Beiwerte für die Berechnung der Längenänderung des Überbaus) erforderlich.
Gemäss Vorentscheid ASTRA werden die Fahrbahnübergänge im Rahmen einer separaten Submission beschafft und sind folglich nicht Bestandteil der Baumeistersubmission, da für die termingerechte Lieferung der Stahl-Fugenkonstruktionen ausreichend Vorlaufzeit für die Detailplanung und Herstellung erforderlich ist.
- Belagsstärken S 04 Worblentalviadukt, Optimierung
Aufgrund der stark variierenden und lokal grossen Belagsstärken wurden in der Phase MP rund 100 Sondierbohrungen zur Bestimmung der Belagsstärken durchgeführt. In der Folge wurde das Belagsdeckenbuch in einer ersten Optimierungsrunde über Brücke und angrenzende Trasseabschnitte so optimiert, dass die Belagsstärken gegenüber dem Ist-Zustand massgeblich reduziert werden können. Im Rahmen der Ausführungsplanung ist dieser Aspekt zu beachten und gegebenenfalls eine weitere Optimierung vorzunehmen. Dabei sind der Belagsaufbau (Anzahl Schichten, Schichtstärken und Schiftungen), die Entwässerung des Radwegs (Leitmauerdurchlässe) sowie die Quergefälisanpassung zu berücksichtigen (v.a. bzgl. der Verschiebung des Knicks zwischen Normalspur und Pannestreifen in Richtung Leitmauer West).
- Verstärkungsmassnahmen S 04 Worblentalviadukt, Dimensionierung
Die Wahl der Durchmesser der Zugstangen für die externe Vorspannung erfolgte auf Basis der Ergebnisse der statischen Überprüfung. Die in den Plänen dargestellten Verankerungselemente der Zugstangen (Keilplatten für Verankerung horizontale Zugstangen in Längsträgern oder obere Verankerungen der vertikalen Zugstangen) sind hingegen noch nicht dimensioniert. Dies ist im Rahmen der abschliessenden Wahl des Spannsystems (Zugstangen-Typ) und der Präzisierung der Ausführungsdetails zu erledigen.

- Verstärkungsmassnahmen S 04 Worblentalviadukt, potenzielle geometrische Konflikte
Die Längsvorspannung der Längsträger wurde den Bestandesplänen entsprechend in den Plan zu den Verstärkungsmassnahmen an den Querträgern dargestellt. Gleiches gilt für die Leitungen in den Hohlkästen der Brücke.
Im Rahmen der Ausführungsplanung bzw. der Ausführung sollte die Lage von allen in der Brücke verbleibenden Leitungen mittels Messungen vor Ort verifiziert und die Lage der Spannglieder sondiert werden. Damit soll sichergestellt werden, dass keine geometrischen Konflikte zwischen den vorgesehenen Zugstangen (v.a. horizontale Stangen) und den bestehenden und vorgesehenen Leitungen bestehen. Für potenzielle Konflikte, welche erst im Rahmen der Ausführung mit angemessener Sicherheit geklärt werden können, ist eine Eventualplanung vorzunehmen (z.B. Umlenk-konstruktion für horizontale Zugstangen, falls Konflikt mit Spanngliedern und Leitungen anders nicht lösbar).
- Geländer Rad-/Gehweg S 04 Worblentalviadukt, Detailplanung und Dimensionierung
Die Gestaltung des Geländers (Sinusblech analog Lärmschutzwand) erfolgte auf Empfehlung des PV Gestaltung. Die Detailplanung des Geländers (Längselemente, Pfosten und Verankerung) ist in der Ausführungsplanung vorzunehmen. Die in den Plänen dargestellten Profile und Verankerungen sind entsprechend zu überprüfen und zu aktualisieren.
- Approximatives Sicherheitsdispositiv für Bahnnahes Bauen, Absprache mit SBB
Gemäss Vorabsprache mit den Vertretern SBB und RBS sind in der Phase Submission so früh wie möglich Absprachen betreffend der Erarbeitung eines approximativen Sicherheitsdispositiv für die Baumeistersubmission zu treffen.

14 Anhang

14.1 Anhang I: BSA - Zustandsbeurteilung

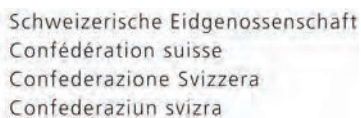
Nr.	km	Anlage / Ort	Bemerkungen	Datum Installation	Lebensdauer S/A	Ist-Zustand	Lebensende
1 Energieversorgung							
1.01		Zentrale Einrichtung	Nicht vorhanden		10-15		
1.02		Mittelspannung	Nicht vorhanden (Eigentum EWs)		30-40		
1.03		Niederspannung			25-30		
1.03.01	N1 / km 0.53 N6 / km 0.14	VK Z3 / Eyfeld	- 80A, EW-Einspeisung (BKW) - Strassenbeleuchtung Eyfeld - Hohlraumbeleuchtung Worblentalviadukt - 2 Barrieren Eyfeld - QSK km0.701-1.436 (4 Stk) - VK AWS - Div. Steckdosenkasten - VK S 301 / Pumpwerk Eyfeld - VK ohne Überwachung	1992		2	2022
1.04		Kleinspannung	Nicht vorhanden				
1.05		Notstrom					
1.06		Photovoltaik	Nicht vorhanden				
2 Beleuchtung							
2.01		Zentrale Einrichtung	Nicht vorhanden				
2.02		Durchfahrtsbeleuchtung	Nicht vorhanden				
2.03		Adaptionsbeleuchtung	Nicht vorhanden				
2.04		Brandnotbeleuchtung	Nicht vorhanden				
2.05		Optische Leiteinrichtung	Nicht vorhanden				
2.06		Fluchtwegbeleuchtung	Nicht vorhanden				
2.07		Strassenbeleuchtung	Nicht vorhanden				
3 Lüftung							
3.01		Zentrale Einrichtung	Nicht vorhanden				
3.02		Abluft	Nicht vorhanden				
3.03		Längslüftung	Nicht vorhanden				
3.04		Zuluft	Nicht vorhanden				
3.05		Fluchtwegbelüftung	Nicht vorhanden				
4 Signalisation							
4.01		Zentrale Einrichtung			10-15		
4.01.01	N6 / km 0.245	QSK WNK'M'01	- Fahrrichtung Zürich - Einspeisung von VK Z3 LS 25A/ FI 300mA - Totalsanierung im Rahmen Stadt tangente	2013		1	2028

4.01.02	0.701	QSK WNK'N'08	- Fahrrichtung Zürich - Einspeisung von VK Z3 LS 25A/ FI 300mA - Totalsanierung im Rahmen Stadttangente	2013		1	2028
4.01.03	1.07	QSK WNK'N'01	- Fahrrichtung Zürich - Einspeisung von VK Z3 LS 25A/ FI 300mA - Totalsanierung im Rahmen Stadttangente	2013		1	2028
4.02		Statisch	Sämtliche Signale mit Ist-Zustand = 2 mit Folien Reflektionsklasse R2		20-25		
4.02.01	0.706	Signale (118e, 118f)	Fahrrichtung Bern - Zürich	2013		1	2038
4.02.02	0.930	Signalportal Nr. 118, Anzeige der Fahrstreifen (118g, 118h)	Fahrrichtung Bern - Zürich	2013		1	2038
4.03		VM-Systeme			20-25		
4.03.01	N6 /km 0.253	Wechsel signal (PWS)	Fahrrichtung Bern	2013		1	2038
4.03.02	N6 /km 0.253	Wechsel signal (LWS)	Fahrrichtung Zürich	2013		1	2038
4.03.03	0.706	Wechselwegweiser (WWW)	Fahrrichtung Bern	2013		1	2038
4.03.04	1.070	Wechsel signal (PWS/LWS)	Fahrrichtung Zürich	2013		1	2038
4.04		Lichtsignalanlage	Nicht vorhanden				
4.05		Verkehrserfassung	Nicht vorhanden				
4.06		Sicherheitseinrichtung	Nicht vorhanden				
4.07		Unterflurbeleuchtung	Nicht vorhanden				
4.08		Mittelstreifen Überleitsystem			30-40		
4.08.01	N6 /km 0.100	Mittelstreifen Überleitsystem	Mechanisch, keine elektrischen Komponenten	1996		2	2036
4.09		Notbedienungssystem	Nicht vorhanden				
5 Überwachungsanlagen							
5.01		Brandmeldeanlage Tunnel	Nicht vorhanden				
5.02		Videoanlage			10-15		
5.02.01	0.706	Kamera	Fahrrichtung Bern (Blickrichtung Bern)	2013		1	2028
5.03		Zentrale Einrichtung - Diversanlage	Nicht vorhanden				
5.04		Meteoüberwachungs- und -warnsystem					
5.05		Warn- und Meldesystem von Naturgefahren	Nicht vorhanden				
5.06		Höhenmessanlage	Nicht vorhanden				
5.07		Luftüberwachung	Nicht vorhanden				
5.08		Geschwindigkeitsmessanlage	Nicht vorhanden				
5.09		Lichtsignalüberwachung	Nicht vorhanden				
5.10		Waageanlage	Nicht vorhanden				
5.11		Profilmessanlage	Nicht vorhanden				
5.12		Abstandsmessanlage	Nicht vorhanden				
6 Kommunikation und Leittechnik							
6.01		Kommunikationsnetzwerk Strecke	Nicht vorhanden				

6.02		Kommunikationsnetzwerk Abschnitt			10-15		
6.02.01		Infra 3		2013		1	2028
6.03		Leittechnik Strecke			10-15		
6.03.01		Infra 3	Arbeitsplatz Bedienrechner in UZ Schönbühl (Inbetriebnahme 2015)	2015		1	2030
6.04		Leittechnik Abschnitt			10-15		
6.04.01		Infra 3		2013		1	2028
6.05		Funksystem	Nicht vorhanden				
6.06		Notruftelefon			20-25		
6.06.01	N6 / km 0.03	NRS GSM 0.7L	An NT-Kabelanlage (im Rahmen der Stadttangente Umbau analog --> digital)	2013		1	2038
6.06.02	N6 / km 0.03	NRS GSM 0.7R	An NT-Kabelanlage (im Rahmen der Stadttangente Umbau analog --> digital)	2013		1	2038
6.07		VM-CH Ausrüstung					
7 Kabelanlage							
7.01		Erdungsanlage			25-30		
7.01.01	-	N1	Stahlrohr	1996		2	2026
7.02		Lichtwellenleitersausrüstung			20-25		
7.02.01	-	N1	Kabel mit 144 Fasern (Transit-/Objektebene) Transitebene: - Wankdorf - Schönbühl 108 Fasern - Ab Schönbühl 72 Fasern Objektebene: - Wankdorf - Rastst. Grauholz 36 Fasern - Rastst. Grauholz - Schönbühl 36 Fasern Feldebene (12/24 Fasern): - QSK, VTV, RRB - Drittanlagen (Video Restaurant Grauholz)	2013		1	2038
7.03		Universelle Gebäudeverkabelung					
7.04		Signalübertragungskabel			30-35		
7.04.01	-	NT-Kabelanlage N1		1996		2	2031
7.05		Infrastruktur BSA			30		

7.05.01		Rohranlage	<p>Abschnitt Wankdorf - Schönbühl (exkl. Worblentalviadukt) 6 Rohre Richtung Zürich (5 PE 100, 1 Stahl 4"): - 2 Starkstrom (auch für LSVA) - 1 NT-Stammkabel - 1 LWL (Transit-, Objekt-, Feldebene) - 2 Reserve</p> <p>4 Rohre Richtung Bern (4 PE 100): - 1 Starkstrom - 1 LWL (Feldebene) - 2 Reserve</p> <p>Abschnitt Worblentalviadukt 10 PE 100 Rohre Richtung Zürich</p>	1996		2	2026
8 Nebeneinrichtungen							
8.01		Hausinstallation			25-30		
8.01.01	0.85	Hohlraumbeleuchtung Worblentalviadukt		1991		2	2021
8.01.02	0.6	Beleuchtung Pumpbecken Eyfeld S 301		2015		1	2045
8.02		Heizung, Lüftung, Klima	Nicht vorhanden				
8.03		Brandmeldeanlage Gebäude	Nicht vorhanden				
8.04		Krananlage / Hebezeug	Nicht vorhanden				
8.05		Pumpwerk, Oelabscheider Rückhaltebecken					
8.05.01	N1 / km 0.56 N6 / km 0.13	Pumpbecken Eyfeld (VK S301)	<p>- 50A, wird von VK Z3 gespiesen - Pumpen, Schieber - VK mit Überwachung</p>	2015		1	2045
8.06		Löscheinrichtung	Nicht vorhanden				
8.07		Barrierenanlage		~1995-1999	20 -25	1	2021
8.07.01	N6 / km 0.28	Barriere				9	
8.07.02	N6 / km 0.16	Barriere				9	
8.08		Tür / Tor / Zutrittskontrolle	Nicht vorhanden				
8.09		Bauliche Einrichtung	Nicht vorhanden				
8.10		Wasserversorgung	Nicht vorhanden				
8.11		Telefonie	Nicht vorhanden				
8.12		Strassenabwasserbehandlungsanlage	Nicht vorhanden				
9 Drittanlagen							
9.02		euNetworks (bisher Fibrelac)	Zustand nicht erfasst Eigene Rohranlage				

14.2 Anhang II: Fachbericht Verkehr



Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Strassen ASTRA

Nationalstrassen




VoMa Worblen

Unterhaltsabschnitt:	22	Unterhaltskilometer: N01 km 0.400 – km 1.075
Objekt / Los:	VoMa Worblen	Kurzbezeichnung: N01.22-004
Projekt-Nummer:	090037	Inventarobjekt-Nr.: div.

Massnahmenprojekt

Fachbericht Verkehr

Projektverantwortung  B+S AG Weltpoststrasse 5 Postfach 313 CH-3000 Bern 15 +41 31 356 80 80 www.bs-ing.ch							Bürointerne Dokument-Nr.
Rev.	Erstellt	Index A	Index B	Index C	Index D	Dokument / Plan - Nr. (PV):	
Datum	15.07.2020					Visum PL-PV:	Schw
Gez.						Format:	---
Gepr.						Massstab:	---
Projektleitung Bundesamt für Strassen ASTRA Filiale Thun Uttigenstrasse 54 3600 Thun						Eingegangen:	
						Geprüft / Prüfung.:	
						Freigabe:	

Impressum

Vertragspartner

Auftragnehmer	
B+S AG	
Weltpoststrasse 5	
Postfach 313	
CH-3000 Bern 15	
Tel.:	██████████
Fax:	██████████
E-Mail:	██████████
Verfasser:	██████████

Auftraggeber	
Bundesamt für Strassen ASTRA	
Filiale Thun	
Uttigenstrasse 54	
3600 Thun	
Tel.:	██████████
Fax:	██████████
E-Mail:	██████████
Ansprechperson:	██████████

Inhalt

1	Einleitung	6
1.1	Berichtsinhalt	6
1.2	Ausgangslage und Perimeter	6
1.3	Grundlagen	7
1.4	Vorgehen	7
2	Verkehrliches Mengengerüst	8
2.1	Belastungen und Verkehrsqualitäten 2022/23	8
2.2	Anteile Schwerverkehr	10
2.3	Tagesgang und Jahresgang	11
2.4	Wechselwirkung mit Baustelle PUN Wankdorf-Muri	12
3	Leistungsanalyse	13
3.1	Übersicht	13
3.2	Fahrstreifenbezogene Belastungen während der Bauphase	14
3.3	Kapazitäten	17
3.4	Auslastungen pro Bauphase	17
3.5	Zwischenfazit Leistungsanalyse	25
4	Aspekte des Langsamverkehrs im Bauzustand	27
5	Fazit und Empfehlungen	28
	Anhang 1 Verkehrsqualitätsstufen gemäss Norm	29

Verzeichnis der Abkürzungen

Abkürzung	Begriff / Erläuterung
ASTRA	Bundesamt für Strassen
ASP	Abendspitzenstunde
ASVZ	Automatische Strassenverkehrszählung des ASTRA
DTV	Durchschnittlicher täglicher Verkehr (365 Tage)
DWV	Durchschnittlicher Werktagsverkehr
EKZ	Einkaufszentrum
GP	Generelles Projekt
GVM BE	Gesamtverkehrsmodell Kanton Bern
HLS	Hochleistungsstrasse
HVS	Hauptverkehrsstrasse
LSA	Lichtsignalanlage
LW, LKW	Lastwagen
Mfz	Motorfahrzeug
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MR	Motorrad
MSP	Morgenspitzenstunde
ÖV	Öffentlicher Verkehr
PEB	Programm Engpassbeseitigung
PUN	Pannestreifenumnutzung
PV	Projektverfasser
PW	Personenwagen
Q	Verkehrsmenge
SV	Schwerverkehr
UeMa	Überbrückungsmassnahme
UPlaNS	Unterhaltsplanung Nationalstrasse
VM	Verkehrsmanagement
V _P	Projektierungsgeschwindigkeit (km/H)
VQ	Verkehrsqualität
VQS	Verkehrsqualitätsstufe
VSS	(Schweizer) Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Projektperimeter (gelb: Baumassnahmen; blau: Verkehrsmassnahmen)	6
Abbildung 2: Verkehrsbelastungen 2022 (DWV, ASP, MSP).....	9
Abbildung 3: Tagesgang DWV	11
Abbildung 4: PUN Wankdorf-Muri – VoMa Worblen	12
Abbildung 5: Maximale Rückstaulängen pro Richtung, rechnerische Betrachtung.....	25
Abbildung 6: Einfahrtsdosierung Anschluss Wankdorf mit Herkunft Verkehrsbelastungen Worblentalbrücke [Mfz/h]	26

1 Einleitung

1.1 Berichtsinhalt

Gegenstand des vorliegenden Berichtes sind die verkehrlichen Grundlagen für das Massnahmenprojekt der *Vorgezogenen Massnahmen VoMa Worblen* im Rahmen der *N01.22-004 Wankdorf-Schönbühl Kapazitätserweiterung* (8-Spur-Ausbau im Rahmen Engpassbeseitigung).

Dazu gehören Prognosen des Verkehrsaufkommens für den Realisierungszeitraum 2022/23 für Tagesverkehr und Spitzenstunden sowie eine Einschätzung der Verkehrsqualitäten für den Bau- und Endzustand.

Flankierende Massnahmen während der Bauphasen zur Verhinderung von Ausweichverkehr auf das untergeordnete Netz sind in einem separaten Bericht zusammengestellt.

1.2 Ausgangslage und Perimeter

Die rund 200 m langen Worblentalbrücken überbrücken den Einschnitt der Worble in der Gemeinde Ittigen und führen die Autobahn N01 über das Bahntrasse der Regionalbahn Bern-Solothurn RBS, die Worble und die Worblentalstrasse. Im Rahmen der Kapazitätserweiterung des Autobahnabschnitts zwischen Wankdorf und Schönbühl sollen die Brücken umfassen instandgesetzt und punktuell verstärkt werden (Sondertransportroute). Im gleichen Zug soll die Instandsetzung des Trassees erfolgen. Da die Anforderungen an Sondertransportrouten möglichst rasch erreicht werden sollen, werden diese Arbeiten als Vorgezogene Massnahmen (VoMa) realisiert.



Abbildung 1: Projektperimeter (gelb: Baumassnahmen; blau: Verkehrsmassnahmen)

Die Baumassnahmen erfolgen auf dem Bereich ab der Perimetergrenze Verzweigung Wankdorf bei km 0.400 und auf den beiden Brücken Worblentalviadukt (Richtung Bern) und Neue Worblentalbrücke (Richtung Schönbühl) bis zu den Widerlagern auf Seite Zürich (ca. km 1.075).

Auswirkungen auf die Verkehrsführung (Anpassungen der Fahrstreifen, Überleitungen, Rückführungen etc.) sind in einem weiter gefassten Bereich aus der Verzweigung Wankdorf heraus (Mittelstreifenüberfahrt Verzweigungsrampen N06 von/nach Thun) bis vor die Unterführung Länggasse (ca. km 2.250) geplant.

1.3 Grundlagen

Die für den vorliegenden Bericht verwendeten Grundlagen sind die folgenden:

- [1] N01 Wankdorf-Schönbühl, Kapazitätserweiterung, AP, Fachbericht Verkehr, Zwischenstand vom 03.02.2020
- [2] ASTRA (2013-2017) AVZ 056 – Schönbühl, Grauholz (AB)
- [3] transoptima/Ecoplan/transsol: Gesamtverkehrsmodell Kanton Bern, Modellaktualisierung 2016, Schlussbericht, Oktober 2018
- [4] Wankdorf-Schönbühl, Kapazitätserweiterung, Pläne Bauphasen, IG BEA, 2019
- [5] Entscheidpapier VoMa Abschnitt Worblen (Stand 11.06.2019), IG BEA / BHU
- [6] Verkehrsführung VoMa Worblen, Factsheet, IG BEA, 14. Februar 2020
- [7] VSS (1998) 40 016a, Massgebender Verkehr
- [8] VSS (2006) 40 018a, Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit, Freie Strecke auf Autobahnen
- [9] VSS (1999) 40 019, Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit, Einfahrten in Hochleistungsstrassen
- [10] VSS (1998) 40 261, Knoten, kreuzungsfreie Knoten
- [11] HBS Teil A Autobahnen, Ausgabe 2015
- [12] PUN N06 Bern Wankdorf – Muri, Ausführungsprojekt, Verkehrsbericht Bauphase, RKP, ohne Datum
- [13] Bundesamt für Strassen ASTRA, Betrieb NS – Verkehrsmanagement Schweiz, Zeitfenster für Tagesbaustellen auf Nationalstrassen 1. und 2. Klasse, Ausgabe 2011 V2.90, ASTRA 86023

1.4 Vorgehen

Grundsätzlich liegt der Fokus der verkehrlichen Betrachtung auf der Bauphase 2022/23. Genügen die Kapazitäten bei der geplanten Verkehrsführung, in welchem Ausmass sind Überlastungen zu erwarten und mit welchen Massnahmen ist diesen zu begegnen? Ein Ausbau der Kapazitäten gegenüber dem Ist-Zustand ist im Rahmen dieser VoMa nicht vorgesehen.

Das längerfristige Verkehrswachstum wird ab ca. 2027 im Rahmen der Kapazitätserweiterung Wankdorf-Schönbühl aufgefangen.

In einem ersten Schritt wurde das verkehrliche Mengengerüst (DWV, MSP und ASP) für den Zustand 2022/23 bestimmt. Dies auf der Basis Ist-Zustand 2018 der Modellanwendung GVM Kanton Bern im Rahmen der Kapazitätserweiterung Wankdorf Schönbühl [1]. Dazu gehören auch Einschätzungen zur Jahresganglinie auf Basis der Werte der ASTRA-Zählstelle 056 Schönbühl, Grauholz [2]. Ebenso wird die zeitliche Überlagerung der Baustelle PUN Wankdorf-Muri mitberücksichtigt.

In einem zweiten Schritt werden die Kapazitäten (unter Berücksichtigung der Verkehrsführung während der verschiedenen Bauphasen) richtungsgetreunt abgeschätzt.

Schliesslich kann anhand der Gegenüberstellung von Angebot (Kapazität) und Nachfrage (Verkehrsaufkommen) eine Einschätzung der Auslastung und allenfalls Überlastung inkl. deren Häufigkeit vorgenommen werden.

2 Verkehrliches Mengengerüst

2.1 Belastungen und Verkehrsqualitäten 2022/23

Für die Ermittlung der Verkehrsbelastungen 2022 wurden die Daten der Modellzustände 2018 und 2045 aus dem Fachbericht Verkehr der Kapazitätserweiterung Wankdorf-Schönbühl [1] zu Grunde gelegt. Unter der Annahme einer linearen Entwicklung des Verkehrs zwischen 2018 und 2045 konnte der entsprechende Aufwertefaktor von 2018 auf 2022 ermittelt werden. Die Analyse erfolgte richtungsgetrennt im Querschnitt der Worblentalbrücke und auch auf den vor- bzw. nachgelagerten Rampen der Verzweigung Wankdorf. Je nach Querschnitt und Tageszeit (DWV, MSP, ASP) ergaben sich jährliche Steigerungsraten zwischen 0.1 % und 0.8%. Im Schnitt resultiert ein für alle Tageszeiten einheitliche jährliche Zunahme von 0.5%. Ausgehend von den Modellzahlen 2018 wurde folglich für die Generierung der Zahlen 2022 ein Faktor 1.02 angesetzt (2% über 4 Jahre, Zinseszinsseffekt vernachlässigbar)¹. Abbildung 2 enthält die entsprechenden Werte.

¹ Aktuelle Zählwerte ASTRA-Zählstelle 056 2017: Richtung ZH: DWV 56'621, MSP 3'752, ASP 4'735; Richtung Bern: DWV 58'848, MSP 4'841, ASP 4'421

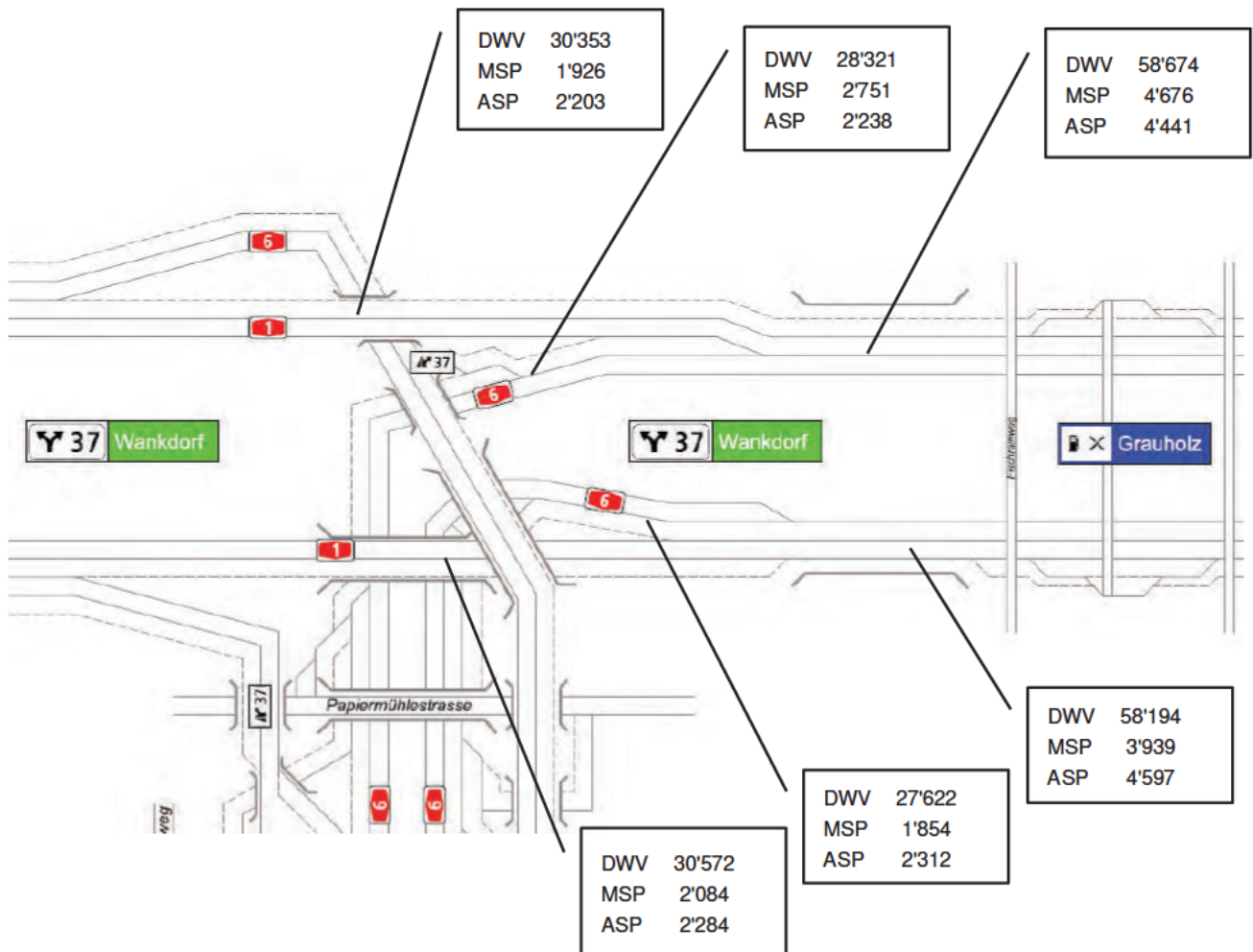


Abbildung 2: Verkehrsbelastungen 2022 (DWV, ASP, MSP)

Die Kapazität des Ist-Zustandes (Normalzustand) kann gemäss Norm *Freie Strecken auf Autobahnen* [8] bei einem Schwerverkehrsanteil von 5-15%, einer Neigung < 2% und 80 km/h bei 3 Fahrstreifen auf **5'600 Mfz/h** festgelegt werden.

Daraus resultieren die folgenden Qualitätsstufen für die 50 h¹:

Richtung Bern

Morgenspitze $5003/5600=0.89 \rightarrow$ VQS D

Richtung Zürich

Abendspitze $4918/5600=0.88 \rightarrow$ VQS D

Für den Fahrstreifenabbau von 4 auf 3 Fahrstreifen resultiert gemäss [9] die folgende VQS: (Angaben in PWE/h, gleichmässige Verteilung auf die je 2 Fahrstreifen aus Richtung Thun und Lausanne) $\rightarrow qm=1'728 \rightarrow$ VQS E²



Im **Normalzustand 2022** liegt die Verkehrsqualität in Richtung Bern für die 50. h somit bei einem D an der Grenze zu E, Richtung Zürich aufgrund des Fahrstreifenabbaus bei einem E. Zusammenfassend: ausreichend bis instabil.

2.2 Anteile Schwerverkehr

Der Anteil Schwerverkehr (Busse, Lastwagen, Lastenzüge, Sattelzüge) am DTV liegt gemäss ASTRA-Zählstelle 056 [2] bei 6.4 %, der Anteil am DWV bei 8.2%.

¹ Faktor für durchschnittliche ASP \rightarrow 50.h: 1.06 (Richtung ZH); Faktor für durchschnittliche MSP \rightarrow 50.h: 1.07 (Richtung BE) (vgl. 2.3)

² Wobei dieser Fahrstreifenabbau im täglichen Geschehen keine grossen Probleme verursacht

2.3 Tagesgang und Jahresgang

Im Tagesgang stellt sich der DWV gemäss ASTRA-Zählstelle 056 [2] folgendermassen dar:

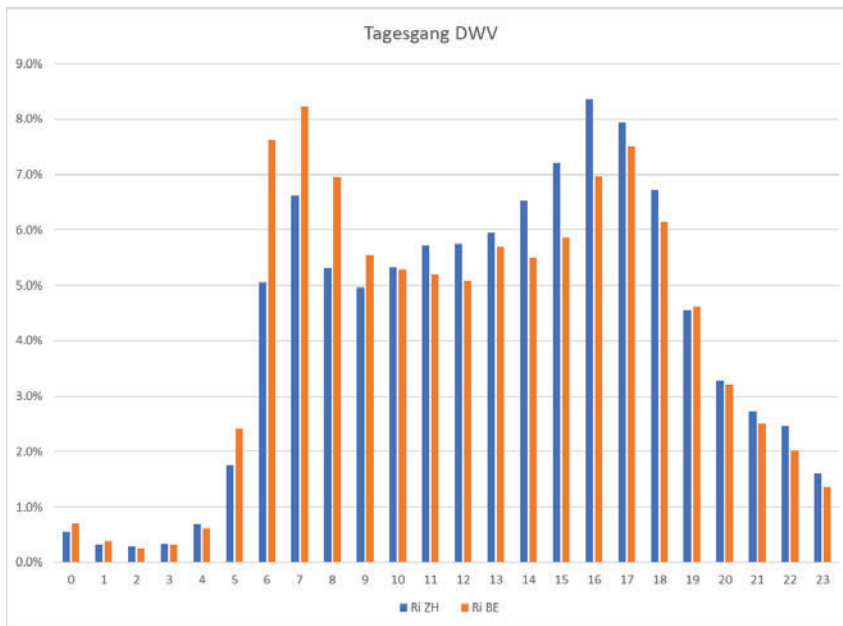


Abbildung 3: Tagesgang DWV

Es ist ersichtlich, dass Richtung Bern die Morgenspitze (07:00-08:00 Uhr) am stärksten ausgeprägt ist, in Richtung Zürich die Abendspitze (16:00-17:00 Uhr). Es existieren somit wahrnehmbare Lastrichtungen. Der maximale Stundenanteil beträgt gut 8% des Werktagsverkehrs.

In einer Betrachtung der Stundenbelastungen über das Jahr können die Morgen- und Abendspitze des Durchschnittswerktages ("durchschnittliche Spitzenstunden" gemäss Abbildung 2) über folgende Faktoren auf die 30. Stunde, 50. Stunde und 100. Stunde umgerechnet werden:

Richtung Zürich:

- 30. Stunde = Durchschnittliche Spitzenstunde (ASP) x 1.07
- 50. Stunde = Durchschnittliche Spitzenstunde (ASP) x 1.06
- 100. Stunde = Durchschnittliche Spitzenstunde (ASP) x 1.04

Richtung Bern:

- 30. Stunde = Durchschnittliche Spitzenstunde (MSP) x 1.08
- 50. Stunde = Durchschnittliche Spitzenstunde (MSP) x 1.07
- 100. Stunde = Durchschnittliche Spitzenstunde (MSP) x 1.04

2.4 Wechselwirkung mit Baustelle PUN Wankdorf-Muri

Die Baustelle PUN Wankdorf-Muri überschneidet sich zeitlich mit derjenigen der VoMa (gleichzeitige Realisierung). Gemäss derzeit gültigen Zeitplänen wird in den Jahren 2022 und 2023 an beiden Orten gebaut. Was bedeutet dies für das Verkehrsaufkommen bei der VoMa? Da die PUN auf einer Zubringerstrecke der neuen Worblentalbrücke liegt, wird der zulaufende Verkehr entsprechend beeinflusst.

Die auf der PUN-Strecke bereits heute vor allem während der Morgenspitze auftretenden Überlastungen in Richtung Bern werden durch das Verkehrsregime während dem Bau der PUN noch verschärft. Für die Baustelle VoMa bedeutet dies in Richtung ZH/Schönbühl vor allem während der Morgenspitze tendenziell eine Verkehrsentlastung. Dabei muss jedoch berücksichtigt werden, dass die Verkehrsbelastung auf der Worblentalbrücke während der Morgen- bzw. Abendspitze gemäss Verkehrsmodell nur zu max. 25% aus dem PUN-Abschnitt gespeist wird¹. Wird dieser Anteil im Zufluss durch die PUN-Baustelle etwas gebremst, hat dies nur eine beschränkte Entlastung des Viaduktes zur Folge.

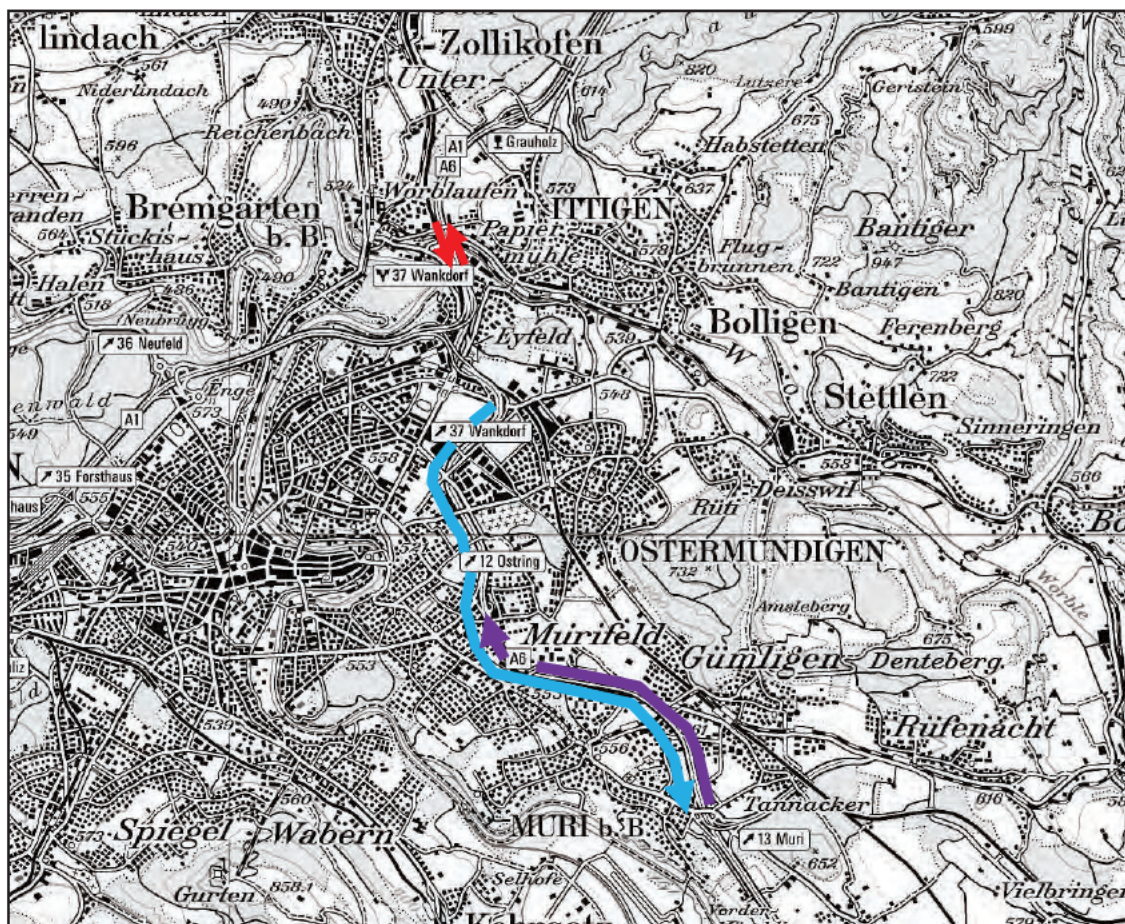


Abbildung 4: PUN Wankdorf-Muri – VoMa Worblen

¹ Restliche Anteile: über N01 Felsenauviadukt ca. 50%, über Einfahrt Wankdorf ca. 20%, über Einfahrt Ostring ca. 5%,

3 Leistungsanalyse

3.1 Übersicht

3.1.1 Verkehrsführung während der Bauphase

Die nachfolgenden Angaben sind dem entsprechenden Factsheet [6] entnommen. Die Bau- und Verkehrsphasen sind auf hohe Verkehrsmengen ausgelegt, entsprechend gelten die folgenden Randbedingungen:

- Anzahl Fahrstreifen analog Ist-Zustand
- Möglichst keine Verflechtungen und verengte Fahrstreifen in der Baustelle
- Möglichst kein Fahrstreifenabbau in der Baustelle

In der Baustelle sind keine Ein und Ausfahrten vorhanden. Die Ausfahrt Wankdorf (Fahrtrichtung Thun) verlangt keine Vorseparierung im Bereich der Baustelle, wobei die dort Ausfahrenden in der Regel den mittleren der drei Fahrstreifen wählen werden.

Folgende Einschränkungen sind vorgesehen:

- In beiden Richtungen Tempo 60 Km/h (Normalzustand 80 km/h)
- Fahrstreifenbreiten in der Regel zwischen 3.15 m und 3.30, übergeleiteter Fahrstreifen 3.65 m, in Bauphasen 5 und 6 Richtung ZH stehen auf Überholstreifen z.T. nur 2.70 m zur Verfügung.

Speziell Richtung ZH:

- Phasen 1-4: Fahrstreifenabbau von 3 auf 2 und 1 übergeleiteter Fahrstreifen
- Phasen 5-6: Fahrstreifenabbau von 4 auf 3 (analog Normalzustand)

Die konkreten Angaben inkl. der fahrstreifenbezogenen Belastungen sind im Kapitel 3.2 dargestellt.

3.1.2 Endzustand

Nach Realisierung der vorgezogenen Massnahmen sind Spurbild und Kapazitäten des Ist-Zustandes wiederhergestellt. Bei den vorliegenden bzw. für die nahe Zukunft zu erwartenden Belastungen sind Verkehrsqualitäten im Bereich D/E gewährleistet (vgl. Kap. 2.1).

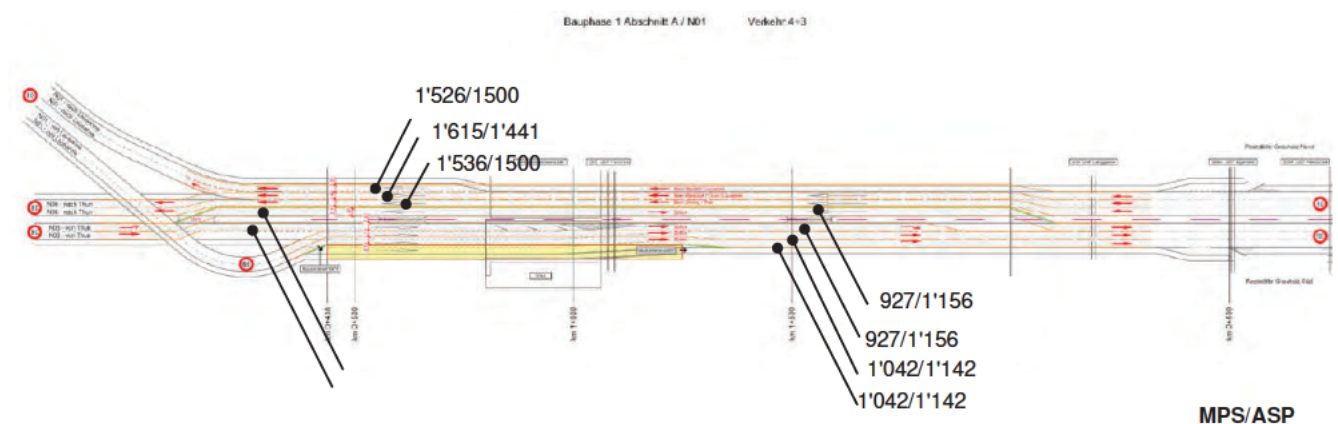
3.2 Fahrstreifenbezogene Belastungen während der Bauphase

In den nachfolgenden Abbildungen werden die Fahrstreifenbelastungen von Abbildung 2 Richtung ZH jeweils gleichmässig auf die je 2 Fahrstreifen aus Richtung Thun und Lausanne verteilt. Richtung Bern wird der Verkehr Richtung Thun, welcher die Ausfahrt Wankdorf benutzt, auf den mittleren Fahrstreifen verteilt und mit Verkehr Richtung Thun und Lausanne ergänzt, so dass in etwa auf allen drei Fahrstreifen ähnliche Belastungen resultieren.

Bauphase 1:

Bauzeit: 13 Wochen in Jahr 1

Worblentalviadukt: 3 Fahrstreifen Richtung Bern
 1 Fahrstreifen Richtung Zürich
 Neue Worblentalbrücke 3 Fahrstreifen Richtung Zürich

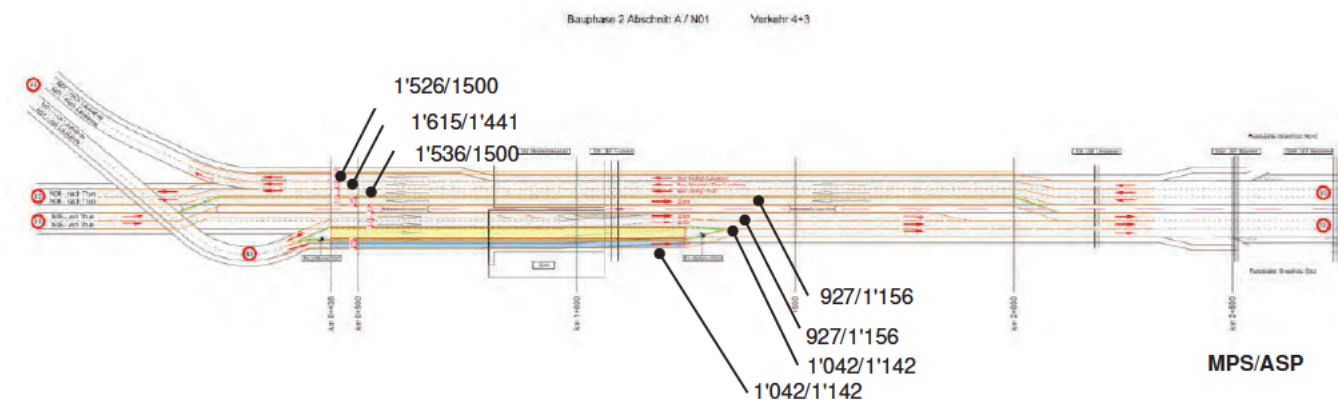


Einfädelungslänge Fahrstreifenabbau Ri ZH: ca. 1km

Bauphase 2:

Bauzeit: 6 Wochen in Jahr 1

Worblentalviadukt: 3 Fahrstreifen Richtung Bern
 1 Fahrstreifen Richtung Zürich
 Neue Worblentalbrücke 2+1 Fahrstreifen Richtung Zürich



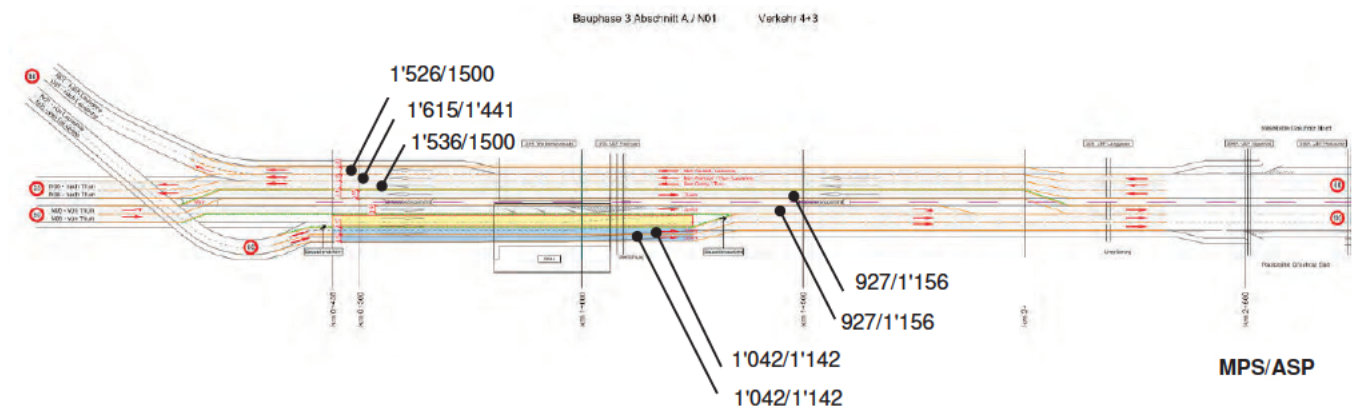
Einfädelungslänge Fahrstreifenabbau Ri ZH: total ca. 1 km, davon 0.7 km auf 1 Fahrstreifen und 0.3 km auf 2 Fahrstreifen

Bauphase 3:

Bauzeit: 6 Wochen in Jahr 1

Worblentalviadukt: 3 Fahrstreifen Richtung Bern
 1 Fahrstreifen Richtung Zürich

Neue Worblentalbrücke 1+2 Fahrstreifen Richtung Zürich



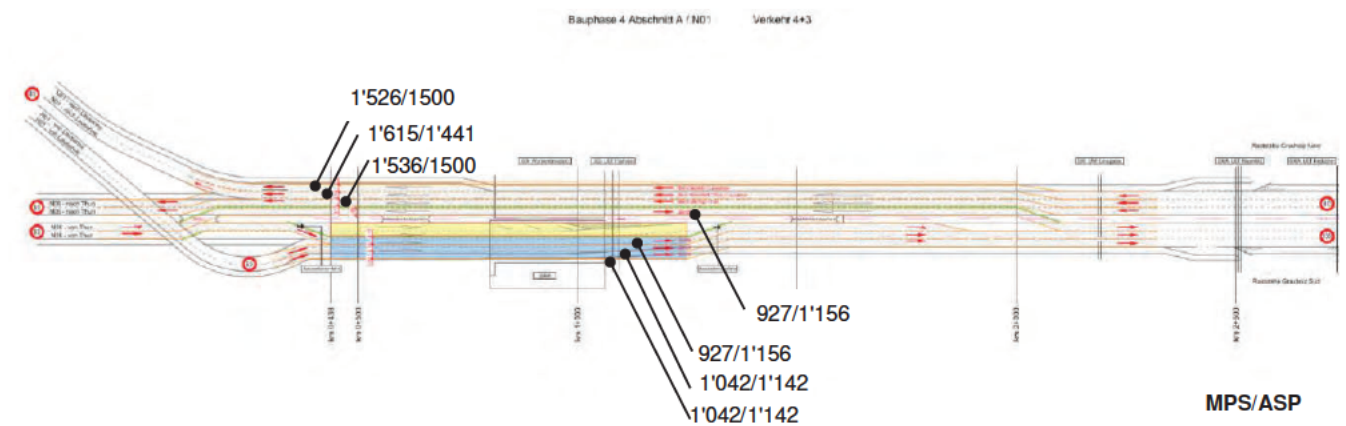
Einfädelungslänge Fahrstreifenabbau Ri ZH: ca. 0.3 km

Bauphase 4:

Bauzeit: 7 Wochen in Jahr 1

Worblentalviadukt: 3 Fahrstreifen Richtung Bern
 1 Fahrstreifen Richtung Zürich

Neue Worblentalbrücke 3 Fahrstreifen Richtung Zürich



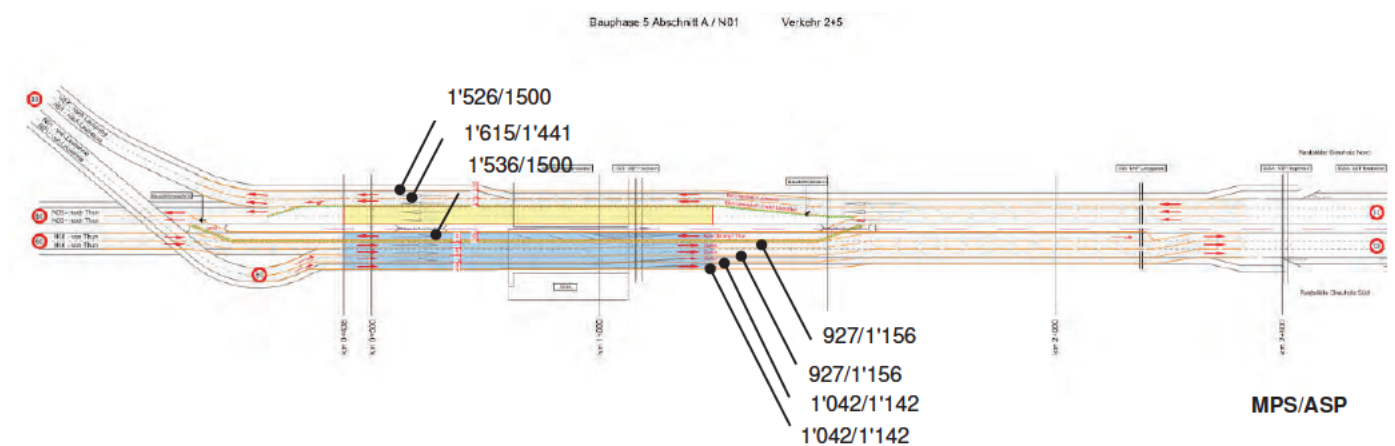
Einfädelungslänge Fahrstreifenabbau Ri ZH: ca. 1km

Bauphase 5:

Bauzeit: 12 Wochen in Jahr 2

Worblentalviadukt: 2 Fahrstreifen Richtung Bern

Neue Worblentalbrücke 1 Fahrstreifen Richtung Bern Ostring/Thun
 4 Fahrstreifen Richtung Zürich



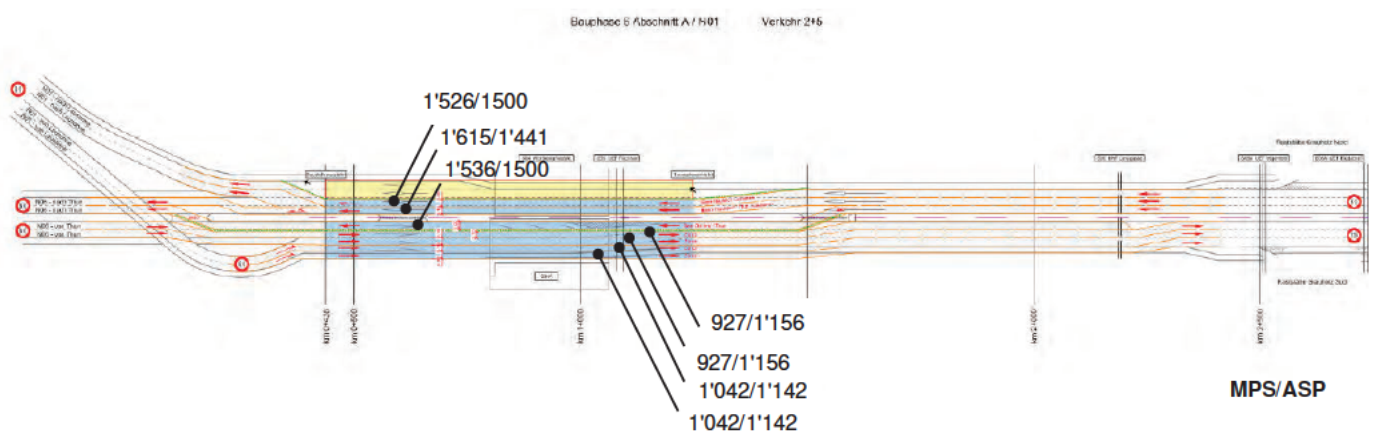
Einfädelungslänge Fahrstreifenabbau Ri ZH: ca. 1.5 km (4 auf 3 wie Ist-Zustand)

Bauphase 6:

Bauzeit: 9 Wochen in Jahr 2

Worblentalviadukt: 2 Fahrstreifen Richtung Bern

Neue Worblentalbrücke 1 Fahrstreifen Richtung Bern Ostring/Thun
 4 Fahrstreifen Richtung Zürich



Einfädelungslänge Fahrstreifenabbau Ri ZH: ca. 1.5 km (4 auf 3 wie Ist-Zustand)

3.3 Kapazitäten

Die fahrriktungsbezogene Kapazität auf dem Viadukt ist nicht einfach zu definieren, zumal gerade während der Bauphasen zusätzliche mindernde Einflüsse zu erwarten sind. Neben dem vorhandenen Fahrstreifenangebot sind aufgrund der angrenzenden Verzweigung (und Richtung Thun auch Ausfahrten) auch Verflechtungsvorgänge zu beachten, welche in der Regel kapazitätsmindernde Einflüsse aufweisen. Dazu kommen während der Bauphasen verringerte Fahrstreifenbreiten. Aus Erfahrung u.a. der Baustelle Westtangente Stadt Bern [12] kann bei den vorhandenen rund 9.5 m Breite bei drei Fahrstreifen von einer verminderten Kapazität von 5'300 Mfz/h ausgegangen werden¹ (Normalzustand gemäss Kapitel 2.1 5'600 Mfz/h).

In Richtung Zürich findet zudem ein Fahrstreifenabbau von 4 auf 3 Fahrstreifen statt, während einzelner Bauphasen auch von 3 auf 2 Fahrstreifen.

Die signalisierte Höchstgeschwindigkeit während der Bauphase von 60 km/h dürfte dagegen die Kapazität nicht wahrnehmbar vermindern. Vielmehr wirkt eine solche Unfällen und damit Verkehrseinschränkungen entgegen.

Es empfiehlt sich folglich im Rahmen der **Leistungsanalyse für alle Bauphasen die folgenden Kapazitäten** zu prüfen:

- Betrachtung als freie Strecke
 - Ri ZH: 3 Fahrstreifen → 5'300 Mfz/h²
 - Ri BE: 3 Fahrstreifen → 5'300 Mfz/h
- Betrachtung pro Fahrstreifen (falls von den restlichen Fahrstreifen physisch getrennt) → 1'800 Mfz/h
- Betrachtung Fahrstreifenabbau Ri ZH ("Einfahrten")

3.4 Auslastungen pro Bauphase

Es werden nachfolgend für die einzelnen Bauphasen die in Kapitel 3.3. definierten Kapazitäten bzw. Auslastungen Q/K geprüft (ja nach Lastrichtung Ri ZH die Abendspitze, Richtung Bern die Morgenspitze). Ziel ist es, dass eine Qualitätsstufe D/E eingehalten werden kann (also minimal ein "knappes E", vgl. Anhang 1). Es können jedoch nicht bessere Qualitätsstufen als im Normalzustand verlangt werden (vgl. Kap. 2.1). Die Betrachtung wird, wo nicht anders vermerkt, für die 50. h gemacht, Sachverhalte für andere Stunden werden verbal gewürdigt. Die Sachverhalte wiederholen sich über die 6 Bauphasen teilweise und werden folglich nicht jedes Mal neu beschrieben.

¹ Die Angaben in [13] liegen in derselben Grössenordnung

² Richtung ZH stehen bis Ende Viadukt sogar 4 Fahrstreifen zur Verfügung. Diese werden jedoch innerhalb der Baustelle immer auf 3 Fahrstreifen reduziert. Somit wird von der massgebenden Kapazität von 3 Fahrstreifen ausgegangen.

Bauphase 1:

Richtung ZH:

Freie Strecke: $4'900/5'300 = 0.92 \rightarrow \text{E}$ (bei der 100. h ergibt sich eine Auslastung von 0.9 $\rightarrow \text{D}$)

Einzelne Fahrstreifen: Belastung immer $< 1'600^1 \rightarrow \text{ausreichend}$

Fahrstreifenabbau: Betrachtung für durchschnittliche Spitzenstunde



$q1/q2 = 1'142 \text{ Mfz/h} = 1199 \text{ PWE/h}$; $q12 = 2'398 \text{ PWE/h}$

$q_e = 1'156 \text{ Mfz/h} = 1213 \text{ PWE/h}$

$q_m = 1'736 \text{ PWE/h} \rightarrow \text{E}$

Der Betrachtung liegt eine gleichmässige Belastung der 4 Fahrstreifen zu Grunde. Im Falle einer Überlastung bei diesem Fahrstreifenabbau, wie es ein "E" vermuten lässt, und des damit verbundenen stockenden Verkehrs auf dem abzubauenden Fahrstreifen werden mehr Fahrzeuge auf den linken (übergeleiteten) Fahrstreifen wechseln. Ist q_e statt 1213 PWE/h nur noch 1'000 PWE/h (bei entsprechender höherer Belastung des separierten linken Fahrstreifens aus Richtung Thun), ergibt sich für die durchschnittliche Spitzenstunde bereits ein D, für die 100. h immer noch ein E an der Grenze zu D. Zusätzlich muss folgendes beachtet werden: Das beschriebene Verfahren bezieht sich auf "Einfahrten in Hochleistungsstrassen", welche in der Regel auf 300 m beschränkt sind. Im vorliegenden Fall besteht jedoch eine Strecke von rund 1 km für den notwendigen Fahrstreifenabbau. Das bedeutet, die effektive Situation stellt sich günstiger dar als die rechnerische.

Fazit Bauphase 1 Richtung ZH: mindestens 50 h pro Jahr sind sehr stauanfällig, bezogen auf die rund 3-monatige Bauphase 1 also 1-2 Stunden pro Woche². Kritisches Element ist der Fahrstreifenabbau von 3 auf 2 Fahrstreifen.

¹ bei einer Kapazität von 1'800 Mfz/h resultiert ein D bis 1'600 Mfz/h (Auslastung < 0.9)

² Diese Aussage gilt bei einer gleichmässigen Verteilung der frequenzstarken Stunden über das Jahr. Effektiv dürften die 50 höchsten Stunden im Jahr vor allem auf die frequenzstarken Monate fallen (überdurchschnittlich sind gemäss [2] die Monate März, Juni, August, September, Oktober). Somit können je nach Bauphase die kritischen Stunden gar nicht oder eher vermehrt auftreten.

Richtung Bern:

Freie Strecke: $5'003/5'300 = 0.94 \rightarrow \text{E}$ (bei der 100. h ergibt sich eine Auslastung von 0.92 \rightarrow E an der Grenze zu D)

Einzelne Fahrstreifen: Belastung immer $< 1'600^1 \rightarrow \text{ausreichend}$

Fazit Bauphase 1 Richtung BE: die 100. h kann knapp bewältigt werden, bezogen auf die 3-monatige Bauzeit ist folglich mit rund 2 stauanfälligen Stunden pro Woche zu rechnen.

¹ bei einer Kapazität von 1'800 Mfz/h resultiert ein D bis 1'600 Mfz/h (Auslastung < 0.9)

Bauphase 2:

Richtung ZH:

Freie Strecke: $4'900/5'300 = 0.92 \rightarrow \text{E}$ (bei der 100. h ergibt sich eine Auslastung von 0.9 \rightarrow D)

Einzelne Fahrstreifen: Belastung immer $< 1'600 \rightarrow$ ausreichend

Fahrstreifenabbau: Betrachtung für durchschnittliche Spitzenstunde



$q1/q2 = 1'142 \text{ Mfz/h} = 1199 \text{ PWE/h}$; $q12 = 2'398 \text{ PWE/h}$

$q_e = 1'156 \text{ Mfz/h} = 1213 \text{ PWE/h}$

$q_m = 1'736 \text{ PWE/h} \rightarrow \text{E}$

Die Situation ist rechnerisch dieselbe wie in Bauphase 1, wobei sich hier die Situation so darstellt, dass sich die Länge des Abbaus 3 auf 2 auf faktisch ca. 300 m beschränkt, was gegenüber der Bauphase 1 eine Verschlechterung bedeutet. Diesem 300 m-Bereich sind rund 700 m vorgeschaltet, wo im Prinzip ein Abbau 2 auf 1 stattfinden kann. Dieser sollte jedoch nicht forciert stattfinden, da sonst der aufnehmende Fahrstreifen überlastet wird.

Fazit Bauphase 2 Richtung ZH: mindestens 50 h pro Jahr sind sehr stauanfällig, bezogen auf die 6 Wochen Bauphase 1 also 1-2 Stunden pro Woche. Kritisches Element ist der Fahrstreifenabbau von 3 auf 2

Richtung Bern:

Freie Strecke: $5'003/5'300 = 0.94 \rightarrow \text{E}$ (bei der 100. h ergibt sich eine Auslastung von 0.92 \rightarrow E an der Grenze zu D)

Einzelne Fahrstreifen: Belastung immer $< 1'600 \rightarrow$ ausreichend

Fazit Bauphase 2 Richtung BE: die 100. h kann knapp bewältigt werden, bezogen auf die 6 Wochen Bauzeit ist folglich mit rund 2 stauanfälligen Stunden pro Woche zu rechnen.

Bauphase 3:

Richtung ZH:

Freie Strecke: $4'900/5'300 = 0.92 \rightarrow \text{E}$ (bei der 100. h ergibt sich eine Auslastung von 0.9 $\rightarrow \text{D}$)

Einzelne Fahrstreifen: Belastung immer $< 1'600 \rightarrow \text{ausreichend}$

Fahrstreifenabbau: Betrachtung für durchschnittliche Spitzenstunde



$q1/q2 = 1'142 \text{ Mfz/h} = 1199 \text{ PWE/h}$; $q12 = 2'398 \text{ PWE/h}$

$q_e = 1'156 \text{ Mfz/h} = 1213 \text{ PWE/h}$

$q_m = 1'736 \text{ PWE/h} \rightarrow \text{E}$

Die Situation ist auch hier rechnerisch dieselbe wie in in Bauphase 1. Es stehen für den Fahrstreifenabbau jedoch nur rund 300 m zur Verfügung, womit sich gegenüber der Bauphase 2 die Situation tendenziell nochmals verschärft.

Fazit Bauphase 3 Richtung ZH: mindestens 50 h pro Jahr sind sehr stauanfällig, bezogen auf die 6-wöchige Bauphase 1 also 1-2 Stunden pro Woche. Kritisches Element ist der Fahrstreifenabbau von 3 auf 2

Richtung Bern:

Freie Strecke: $5'003/5'300 = 0.94 \rightarrow \text{E}$ (bei der 100. h ergibt sich eine Auslastung von 0.92 $\rightarrow \text{E}$ an der Grenze zu D)

Einzelne Fahrstreifen: Belastung immer $< 1'600 \rightarrow \text{ausreichend}$

Fazit Bauphase 3 Richtung BE: die 100. h kann knapp bewältigt werden, bezogen auf die 6-wöchige Bauzeit ist folglich mit rund 2 stauanfälligen Stunden pro Woche zu rechnen.

Bauphase 4:

Richtung ZH:

Freie Strecke: $4'900/5'300 = 0.92 \rightarrow \text{E}$ (bei der 100. h ergibt sich eine Auslastung von 0.9 $\rightarrow \text{D}$)

Einzelne Fahrstreifen: Belastung immer $< 1'600 \rightarrow \text{ausreichend}$

Fahrstreifenabbau: Betrachtung für durchschnittliche Spitzenstunde



$q1/q2 = 1'142 \text{ Mfz/h} = 1199 \text{ PWE/h}$; $q12 = 2'398 \text{ PWE/h}$

$q_e = 1'156 \text{ Mfz/h} = 1213 \text{ PWE/h}$

$q_m = 1'736 \text{ PWE/h} \rightarrow \text{E}$

Die Situation ist auch hier rechnerisch dieselbe wie in Bauphase 1. Für den Fahrstreifenabbau von 3 auf 2 steht ebenfalls rund 1 km zur Verfügung.

Fazit Bauphase 4 Richtung ZH: mindestens 50 h pro Jahr sind sehr stauanfällig, bezogen auf die rund 7-wöchige Bauphase 1 also 1-2 Stunden pro Woche. Kritisches Element ist der Fahrstreifenabbau von 3 auf 2

Richtung Bern:

Freie Strecke: $5'003/5'300 = 0.94 \rightarrow \text{E}$ (bei der 100. h ergibt sich eine Auslastung von 0.92 $\rightarrow \text{E}$ an der Grenze zu D)

Einzelne Fahrstreifen: Belastung immer $< 1'600 \rightarrow \text{ausreichend}$

Fazit Bauphase 4 Richtung BE: die 100. h kann knapp bewältigt werden, bezogen auf die 7-wöchige Bauzeit ist folglich mit rund 2 stauanfälligen Stunden pro Woche zu rechnen.

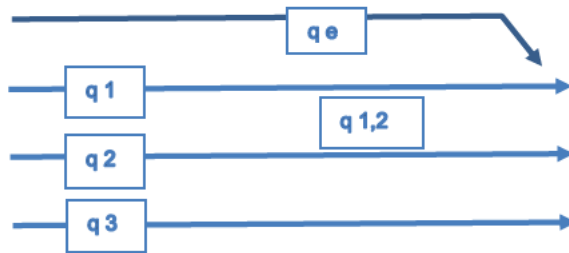
Bauphase 5:

Richtung ZH:

Freie Strecke: $4'900/5'300 = 0.92 \rightarrow \text{E}$ (bei der 100. h ergibt sich eine Auslastung von 0.9 \rightarrow D)

Einzelne Fahrstreifen: Belastung immer $< 1'600 \rightarrow$ ausreichend

Fahrstreifenabbau: Betrachtung für durchschnittliche Spitzenstunde



$$q_1 = 1'156 \text{ Mfz/h} = 1'213 \text{ PWE/h}$$

$$q_2/q_3 = 1'142 \text{ Mfz/h} = 1'199 \text{ PWE/h}$$

$$q_{1,2} = 2'407 \text{ PWE/h}$$

$$q_e = 1'156 \text{ Mfz/h} = 1'213 \text{ PWE/h}$$

$$q_m = 1'738 \text{ PWE/h} \rightarrow \text{E}$$

Der Betrachtung liegt eine gleichmässige Belastung der 4 Fahrstreifen zu Grunde. Die rechnerisch ermittelte VQS "E" lässt auf eine Überlastung bzw. instabile Verhältnisse bereits für die durchschnittlich Spitzenstunde schliessen. Auch hier gilt: Das beschriebene Verfahren bezieht sich auf "Einfahrten in Hochleistungsstrassen", welche in der Regel auf 300 m beschränkt sind. Im vorliegenden Fall besteht jedoch eine Strecke von rund 1,5 km für den notwendigen Fahrstreifenabbau. Das bedeutet, die effektive Situation stellt sich günstiger dar als die rechnerische, was im Übrigen auch im Ist-Zustand beobachtet werden kann, wo genau dieser Fahrstreifenabbau nicht als Stauwurzel bekannt ist.

Fazit Bauphase 5 Richtung ZH: Rund 100 h pro Jahr sind sehr stauanfällig, bezogen auf die rund 3-monatige Bauphase 5 also ca. 2 Stunden pro Woche. Kritisches Element ist der Fahrstreifenabbau von 4 auf 3.

Richtung Bern:

Freie Strecke: $5'003/5'300 = 0.94 \rightarrow \text{E}$ (bei der 100. h ergibt sich eine Auslastung von 0.92 \rightarrow E an der Grenze zu D)

Einzelne Fahrstreifen: Belastung immer $< 1'600 \rightarrow$ ausreichend

Fazit Bauphase 5 Richtung BE: die 100. h kann knapp bewältigt werden, bezogen auf die 3-monatige Bauzeit ist folglich mit rund 2 stauanfälligen Stunden pro Woche zu rechnen.

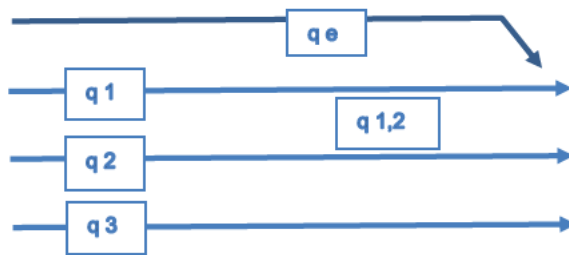
Bauphase 6:

Richtung ZH:

Freie Strecke: $4'900/5'300 = 0.92 \rightarrow \text{E}$ (bei der 100. h ergibt sich eine Auslastung von 0.9 \rightarrow D)

Einzelne Fahrstreifen: Belastung immer $< 1'600 \rightarrow$ ausreichend (knapp eingehalten)

Fahrstreifenabbau: Betrachtung für durchschnittliche Spitzenstunde



$$q_1 = 1'156 \text{ Mfz/h} = 1'213 \text{ PWE/h}$$

$$q_2/q_3 = 1'142 \text{ Mfz/h} = 1'199 \text{ PWE/h}$$

$$q_{1,2} = 2'407 \text{ PWE/h}$$

$$q_e = 1'156 \text{ Mfz/h} = 1'213 \text{ PWE/h}$$

$$q_m = 1'738 \text{ PWE/h} \rightarrow \text{E}$$

Es gelten die Aussagen von Bauphase 5.

Fazit Bauphase 6 Richtung ZH: Rund 100 h pro Jahr sind sehr stauanfällig, bezogen auf die rund 9-wöchige Bauphase ca. 2 Stunden pro Woche. Kritisches Element ist der Fahrstreifenabbau von 4 auf 3

Richtung Bern:

Freie Strecke: $5'003/5'300 = 0.94 \rightarrow \text{E}$ (bei der 100. h ergibt sich eine Auslastung von 0.92 \rightarrow E an der Grenze zu D)

Einzelne Fahrstreifen: Belastung immer $< 1'600^1 \rightarrow$ ausreichend

Fazit Bauphase 6 Richtung BE: die 100. h kann knapp bewältigt werden, bezogen auf die 9-wöchige Bauzeit ist folglich mit rund 2 stauanfälligen Stunden pro Woche zu rechnen.

¹ bei einer Kapazität von 1'800 Mfz/h resultiert ein D bis 1'600 Mfz/h (Auslastung < 0.9)

3.5 Zwischenfazit Leistungsanalyse

Die rechnerische, auf normmässigen Verfahren basierende Leistungsanalyse zeigt auf, dass die Kapazitäten während der Bauphasen für die durchschnittlichen Morgen- und Abendspitzenbelastungen 2022 ausreichen. Instabil dürfte der Verkehrsfluss bei Belastungen werden, welche in etwa der 50.h bis 100.h entsprechen. Das dürfte grob umgerechnet an maximal 2 h pro Woche und Richtung der Fall sein (Richtung BE Morgenspitze, Richtung ZH Abendspitze).

Der Nachfrageüberhang beträgt dann rund 200 Mfz/h, was einer Staulänge von rund 1'200 m entspricht. Daraus ergibt sich ein Staubild gemäss Abbildung 4. Es wird deutlich, dass es sich um lokal begrenzte Staus ohne grössere Beeinträchtigungen von unbeteiligten Verkehrsbeziehungen handelt.

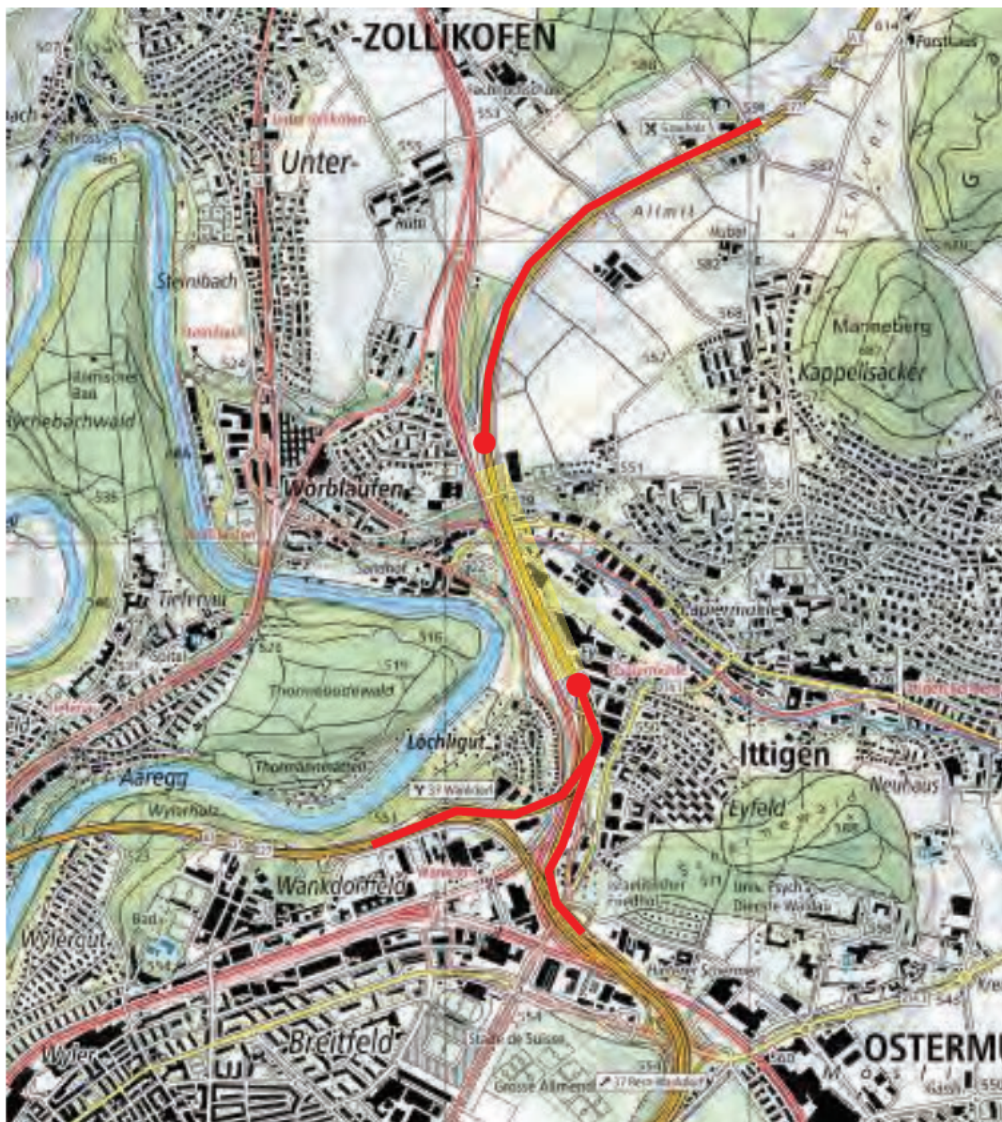


Abbildung 5: Maximale Rückstaulängen pro Richtung, rechnerische Betrachtung

Es stellt sich die Frage, ob der Verkehrsfluss mittels einer Zuflussdosierung bei Einfahrten verbessert bzw. aufrechterhalten werden könnte. Dabei drängt sich diese Lösung in erster Linie für die Einfahrt Wankdorf Richtung ZH auf, da hier sämtliche Einfahrten effektiv über das Worblentalviadukt verkehren und damit keine nicht Stau verursachende Fahrzeuge betroffen wären. Quantitativ stellt sich der Sachverhalt folgendermassen dar: Mit einer solchen Dosierung könnte theoretisch Zugriff auf rund 900 Mfz/h während der Abendspitze geschaffen werden (Einfahrten Schermenweg und Papiermühlestrasse)

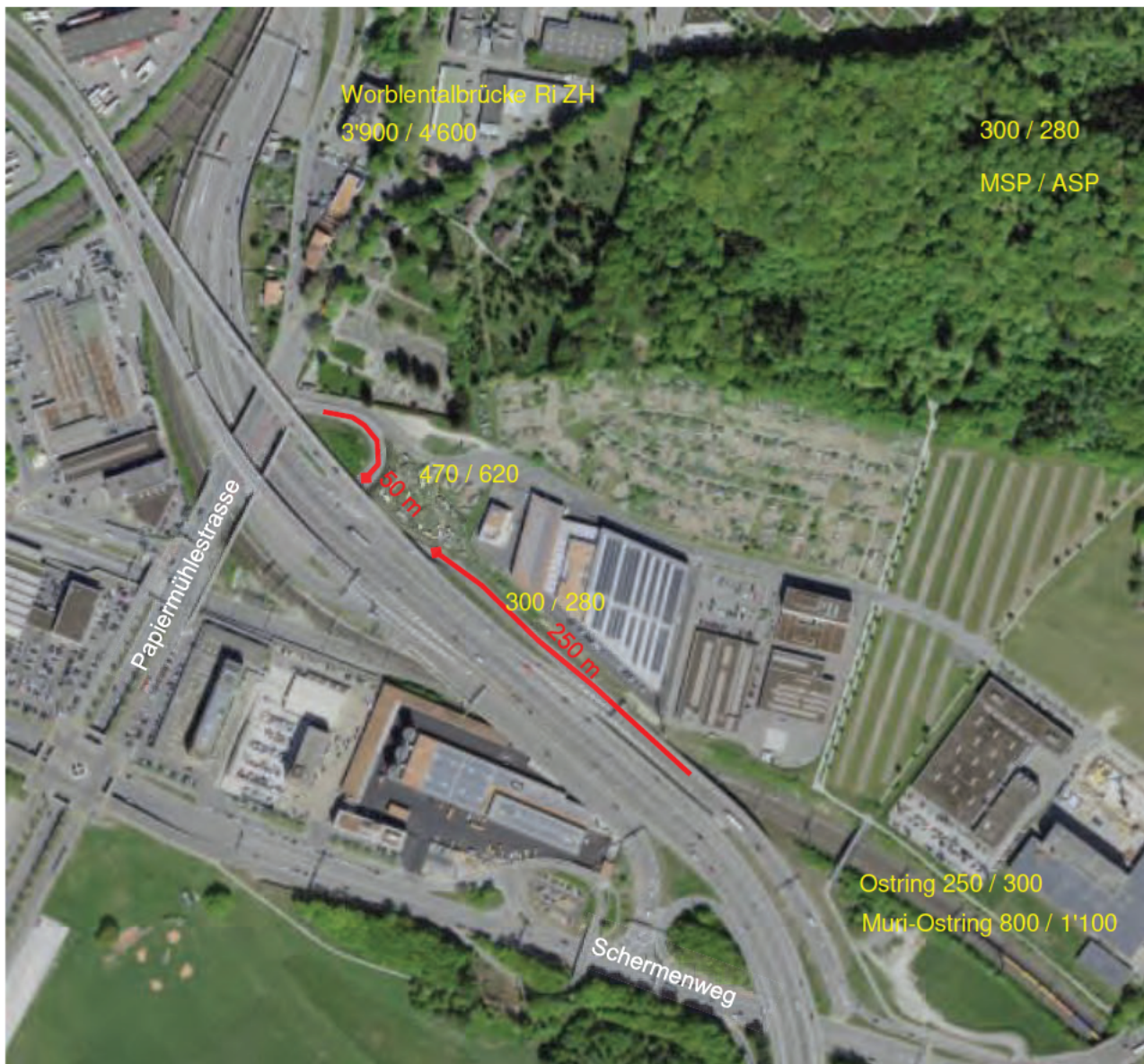


Abbildung 6: Einfahrtsdosierung Anschluss Wankdorf mit Herkunft Verkehrsbelastungen Worblentalbrücke [Mfz/h]

Es wäre notwendig, beide Einfahrten Richtung ZH (Papiermühlestrasse und Schermenweg) zu dosieren, da sonst Ausweichverkehr von der einen zur anderen Einfahrt verursacht würde. Dabei sind die Möglichkeiten bei der Einfahrt Papiermühlestrasse deutlich eingeschränkt, da kaum Stauraum zur Verfügung steht. Bei der Einfahrt Schermenweg könnten ca. 250 m Stauraum aktiviert werden, was für rund 40 Mfz/h ausreichen würde.

Bezogen auf den Nachfrageüberhang von rund 200 Mfz/h für die 50. h ist das ein relativ kleiner Anteil. Es kann damit allenfalls ein Beitrag dazu geleistet werden, dass im Bereich der 100. h der Verkehrsfluss auf der

Brücke aufrechterhalten bleibt. Nachteilig dabei wird jedoch die Tatsache sein, dass Einfahrdosierungen ihrerseits mit Zeitverlusten verbunden sind und dadurch Ausweichverkehr über das untergeordnete Netz und eventuell auch über die Einfahrt Ostring auslösen können. Alles in allem kann die Massnahme aus Kosten-Nutzen-Überlegungen nicht empfohlen werden.

4 Aspekte des Langsamverkehrs im Bauzustand

Mit der Realisierung des Vorhabens wird auch der Radweg auf dem Worblentalviadukt Instand gesetzt. Während dieser Zeit ist dieser nur eingeschränkt befahrbar. Während ca. 12 Wochen ist mit Einschränkungen zu rechnen, für ca. 8 Wochen muss der Veloweg über die Grauholz- und die Papiermühlestrasse durch Ittigen umgeleitet werden.

5 Fazit und Empfehlungen

- Mit den prognostizierten Verkehrsbelastungen für 2022 (50. h) ergeben sich für den betrachteten Perimeter im Normalzustand in Richtung Bern eine Verkehrsqualitätsstufe D und für die Richtung Zürich eine Qualitätsstufe E an der Grenze zu D (massgebend hier Fahrstreifenabbau von 4 auf 3 Fahrstreifen).
- Für den Bauzustand mit leicht reduzierten Kapazitäten (jedoch gleicher Anzahl Fahrstreifen) liegen die Qualitätsstufen in Richtung ZH für die 50.h bei einem E, für die 100.h bei einem D bzw. beim Fahrstreifenabbau bei einem E an der Grenze zu D. In Richtung Bern bei resultiert für die 50.h ein E, für die 100.h ein E an der Grenze zu D.
- Das bedeutet, dass im Bauzustand im Durchschnitt mit rund 1-2 Stunden pro Woche und Richtung mit instabilen Verhältnissen gerechnet werden muss, wobei die damit verbundenen Stausituationen in der Regel örtlich beschränkt bleiben.
- Die Situation verschärfend können baustellenbezogene Tätigkeiten wie z.B. Zu- und Wegfahrten zu den Baustellen sein. Solche müssen unter Berücksichtigung von Verkehrsflussaspekten sorgfältig geplant werden und während der Pendlerspitzen auf ein Minimum beschränkt bleiben.
- Lokale Verschwenkungen sind möglichst dynamisch auszulegen, so dass es nicht zu abrupten Bremsmanövern kommt. Bei Fahrstreifenbreiten, welche für Lkw nicht zulässig sind, ist darauf zu achten, dass diese nicht auf mittleren Fahrstreifen in Verflechtungsbereichen zu liegen kommen.
- In Bauphasen, wo der linke Fahrstreifen aus Richtung Thun in der Baustelle übergeleitet wird und der rechte auf die beiden Fahrstreifen aus Richtung Lausanne abgebaut wird, empfiehlt es sich, die Lkw aus Richtung Thun auf dem linken Fahrstreifen zu führen, so dass diese nicht einfädeln müssen (Kapazitätsproblem). Der übergeleitete Fahrstreifen wird addiert.
- Eine spezielle Situation stellen Ereignisse wie Unfälle oder Pannenfahrzeuge im Baustellenbereich dar, dies vor dem Hintergrund von fehlenden Pannestreifen. Solche Situationen können gegenüber dem Normalzustand zu deutlich längeren Behinderungen führen.

Anhang 1

Verkehrsqualitätsstufen gemäss Norm

Freie Strecken auf Autobahnen [8]

Verkehrsqualitätsstufen für freie Strecken auf Autobahnen <i>Degrés du niveau de service pour des autoroutes en sections courantes</i>				
Verkehrsqualitätsstufe <i>Degré du niveau de service</i>	Verkehrsqualität <i>Niveau de service</i>	Verkehrsfluss <i>Courant de circulation</i>	Merkmale <i>Caractéristiques</i>	Auslastungsgrad <i>Degré d'utilisation</i>
A	Sehr gut <i>Très bon</i>	Frei <i>Libre</i>	Völlige Bewegungsfreiheit, sehr geringer Auslastungsgrad <i>Trafic totalement fluide, degré d'utilisation très faible</i>	$X \leq 0,4$
B	Gut <i>Bon</i>	Nahezu frei <i>A peu près libre</i>	Geringfügige Beeinträchtigung der Bewegungsfreiheit, geringer Auslastungsgrad <i>Trafic légèrement gêné, degré d'utilisation faible</i>	$X \leq 0,6$
C	Zufrieden stellend <i>Satisfaisant</i>	Teilgebunden bis synchron <i>Partiellement dépendante à synchrone</i>	Eingeschränkte Bewegungsfreiheit, mittlerer Auslastungsgrad <i>Trafic encombré, degré d'utilisation moyen</i>	$X \leq 0,8$
D	Ausreichend <i>Suffisant</i>	Gebunden bis stockend, aber weitgehend stabil <i>Dépendante jusqu'au ralenti, mais stable en grande partie</i>	Stark eingeschränkte Bewegungsfreiheit, Konfliktsituationen und gegenseitige Behinderungen, hoher Auslastungsgrad <i>Trafic très encombré, situations de conflit et entraves réciproques, degré d'utilisation élevé</i>	$X \leq 0,9$
E	Mangelhaft <i>Insuffisant</i>	Stockend bis gestaut <i>Au ralenti à bloquée</i>	Extrem eingeschränkte Bewegungsfreiheit, ständiger Wechsel zwischen stabilem und instabilem Verkehrsablauf, bereits z. B. geringfügige Verhaltensänderungen können zum Verkehrszusammenbruch (Staubildung und Stillstand) führen, sehr hoher Auslastungsgrad <i>Trafic très ralenti, changement constant entre l'écoulement de la circulation stable et instable, de petites modifications p. ex. peuvent déjà bloquer le trafic (bouchon et à l'arrêt), degré d'utilisation très élevé</i>	$X \leq 1,0$
F	Völlig ungenügend <i>Totalement insuffisant</i>	Gestaut <i>Bloquée</i>	Verkehrszusammenbruch unvermeidlich, Überlastung (Zufluss ist grösser als Leistungsfähigkeit) <i>Trafic interrompu (inévitabile), saturation (le débit est plus élevé que la capacité)</i>	$X > 1,0$

Einfahrten in HLS [9]

Verkehrsqualitätsstufe <i>Niveau de service</i>	Bereich von q_m [PWE/h] ¹⁾ <i>Domaine de q_m [UVP/h]¹⁾</i>
A	0... 600
B	600... 950
C	950... 1350
D	1350... 1650
E	1650... 1900
F	2)

14.3 Anhang III: Verkehrlich flankierende Massnahmen während dem Bau



Rev.	Erstellt	Index A	Index B	Index C	Index D	Dokument / Plan - Nr. (PV):	
Datum	15.07.2020					Visum PL-PV:	Schw
Gez.						Format:	---
Gepr.	Schw					Massstab:	---
Projektleitung Bundesamt für Strassen ASTRA Filiale Thun Uttigenstrasse 54 3600 Thun						Eingegangen:	
						Geprüft / Prüfung.:	
						Freigabe:	

Impressum

Vertragspartner

Auftragnehmer
B+S AG
Weltpoststrasse 5
Postfach 313
CH-3000 Bern 15
Tel. :
Fax :
E-Mail :
Verfasser :

Auftraggeber
Bundesamt für Strassen ASTRA
Filiale Thun
Uttigenstrasse 54
3600 Thun
Tel. :
Fax :
E-Mail :
Ansprechperson :

Inhalt

1	Einleitung	6
1.1	Berichtsinhalt	6
1.2	Ausgangslage und Perimeter	6
1.3	Grundlagen.....	8
2	Vorgehen	8
3	Bauphasen und potenzielle Engpässe.....	9
4	Potenzielle Ausweichrouten	11
4.1	Ausweichverkehr gemäss Modellumlegung.....	11
4.2	Auswirkungen der Baustelle PUN Wankdorf-Muri	12
4.3	Zwischenfazit.....	13
5	Massnahmenspektrum	13
5.1	Übersicht	13
5.2	Effektive Anwendung von Massnahmen	14
5.3	Organisation und Umsetzung.....	15
6	Fazit und Empfehlungen	17
	Anhang 1 Modellplots.....	18
	Anhang 2 Verkehrsqualitäten Abendspitze	20
	Anhang 3 Ausweichrouten mit Gemeinden und ÖV-Linien.....	21
	Anhang 4 Verkehrsmanagement Region Bern Nord Übersichtsplan Objekte	22

Verzeichnis der Abkürzungen

Abkürzung	Begriff / Erläuterung
AP	Ausführungsprojekt
ASP	Abendspitzenstunde
DTV	Durchschnittlicher tägliche Verkehr
DWV	Durchschnittlicher werktäglicher Verkehr
Mfz/d	Fahrzeuge pro Tag
Mfz/h	Fahrzeuge pro Stunde
GP	Generelles Projekt
MSP	Morgenspitzenstunde
PUN	Pannestreifenumnutzung
VMRBN	Verkehrsmanagement Region Bern Nord
WTA	Wechseltextanzeige

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Projektperimeter VoMa Worblen, gelb: Baustelle; blau: Verkehr6

Abbildung 2: Bautätigkeiten, Zeitplan7

Abbildung 3: Potenzielle Kapazitätsengpässe bzw. Stauwurzeln am Beispiel der Bauphase 210

Abbildung 4: Ausweichrouten gemäss Verkehrsmodell und nach Erfahrungswerten12

Abbildung 5: Relevantes Netz mit Massnahmen16

1 Einleitung

1.1 Berichtsinhalt

Die nachfolgenden Betrachtungen erfolgen für das Massnahmenprojekt der *Vorgezogenen Massnahmen VoMa Worblen* im Rahmen der *N01.22-004 Wankdorf-Schönbühl Kapazitätserweiterung* (8-Spur-Ausbau im Rahmen Engpassbeseitigung).

Gegenstand des vorliegenden Berichts ist die Problematik des Ausweichverkehrs auf das untergeordnete Netz aufgrund von Kapazitätsengpässen während des Bauzustandes der VoMa Worblen. Darauf aufbauend werden flankierende Massnahmen diskutiert und vorgeschlagen, welche geeignet sind, solchen Ausweichverkehr zu minimieren.

Die eigentliche Leistungsanalyse für den Bauzustand (Kapazitäten und Auslastungen während der verschiedenen Bauphasen) wie auch Massnahmen zur Aufrechterhaltung des Verkehrsflusses sind im Fachbericht Verkehr VoMa Worblen abgehandelt [4].

1.2 Ausgangslage und Perimeter

Mit dem Ausbauprojekt "N01.22-004, Wankdorf-Schönbühl, Kapazitätserweiterung" soll der bestehende Engpass mit zusätzlichen Fahrstreifen beseitigt und die Verkehrsqualität verbessert werden.

Die rund 200 m langen Worblentalbrücken und Worblentalviadukt überbrücken den Einschnitt der Worble in der Gemeinde Ittigen und führen die Autobahn N01 über das Bahntrasse der Regionalbahn Bern-Solothurn RBS, die Worble und die Worblentalstrasse. Im Rahmen der Kapazitätserweiterung des Autobahnabschnitts zwischen Wankdorf und Schönbühl sollen die Brücken umfassen instandgesetzt und punktuell verstärkt werden (Sondertransportroute). Im gleichen Zug soll die Instandsetzung des Trassees erfolgen. Da die Anforderungen an Sondertransportrouten möglichst rasch erreicht werden sollen, werden diese Arbeiten als Vorgezogene Massnahmen (VoMa) realisiert.



Abbildung 1: Projektperimeter VoMa Worblen, gelb: Baustelle; blau: Verkehr

Diese VoMa starten im Jahr 2022 und dauern bis ins Jahr 2023. Dabei findet eine zeitliche Überlappung mit der Baustelle der Pannenstreifenumnutzung (PUN) Wankdorf-Muri statt (gleichzeitige Realisierung). Die restlichen Arbeiten der Kapazitätserweiterung entlang der N01 und N06 sind für den Zeitraum 2027 bis 2030 vorgesehen (Abbildung 2).

Grundsätzlich gilt, dass das Fahrstreifenangebot des Bestandes während der stark belasteten Tageszeiten aufrechterhalten wird. Baustellenbedingt kann es jedoch zu Kapazitätsvermindierungen kommen. Somit können Staus und Behinderungen nicht ausgeschlossen werden, als Folge davon können insbesondere während der Pendlerspitzen Verkehrsverlagerungen auf das untergeordnete Netz resultieren, was mit geeigneten Massnahmen verhindert werden soll.

Der vorliegende Kurzbericht dokumentiert für die VoMa die folgenden Aspekte:

- Welches sind plausible Ausweichrouten auf dem untergeordneten Netz im Falle von Staus im Baustellenbereich?
- Wie hoch ist das Potenzial des Ausweichverkehrs in einem solchen Fall zu veranschlagen?
- Welche Massnahmen sind zweckmässig, um den Ausweichverkehr zu minimieren und wie sind diese auszugestalten, so dass keine unakzeptablen "Nebenwirkungen" resultieren?

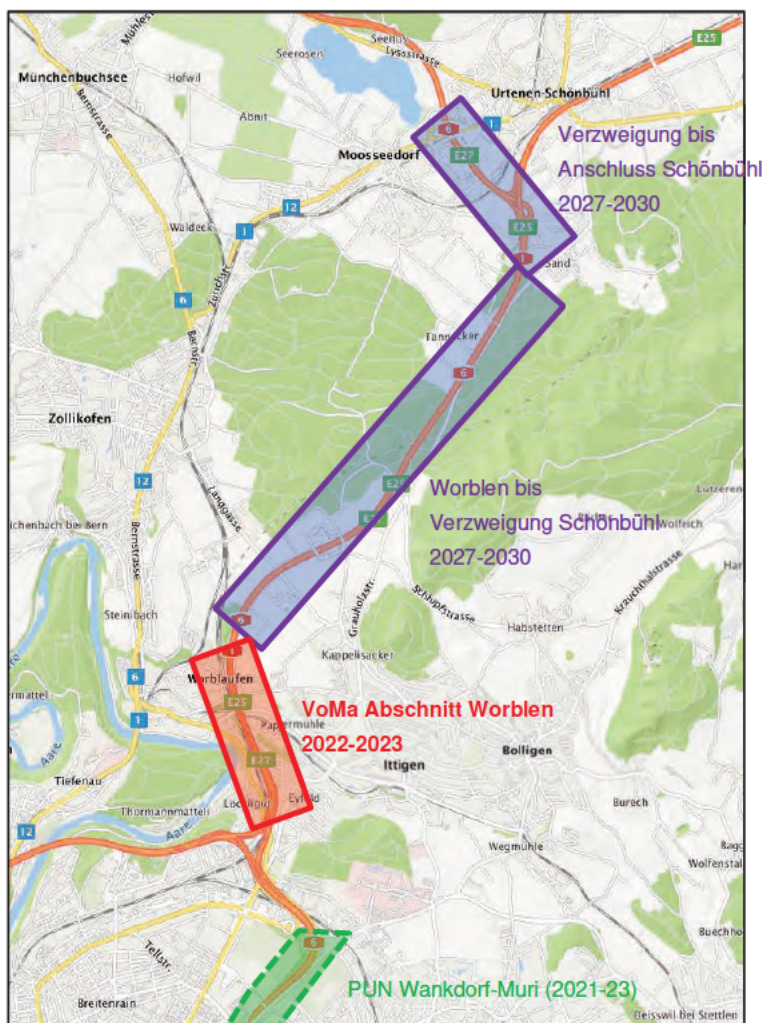


Abbildung 2: Bautätigkeiten, Zeitplan

1.3 Grundlagen

Folgende Grundlagen wurden für den vorliegenden Bericht verwendet:

- [1] Wankdorf-Schönbühl, Kapazitätserweiterung, Pläne Bauphasen, IG BEA, 2019
- [2] Entscheidungspapier VoMa Abschnitt Worblen (Stand 11.06.2019), IG BEA / BHU
- [3] Verkehrsführung VoMa Worblen, Factsheet, IG BEA, 14. Februar 2020
- [4] B+S AG, VoMa Worblen, Fachbericht Verkehr, 03.07. 2020
- [5] Rudolf Keller & Partner, PUN Wankdorf-Muri, Bauzustand, Bericht Verkehr
- [6] Verkehrsbelastungen über das gesamte Kantonsstrassennetz per 2015, Tiefbauamt des Kantons Bern, Ausgabe Februar 2015
- [7] Gesamtverkehrsmodell Kanton Bern (GVM BE), Anwendung im Rahmen AP N01.22-004, Wankdorf-Schönbühl, Kapazitätserweiterung, B+S AG 2019
- [8] Verkehrsmanagement Region Bern Nord, Bauprojekt TA, 26.02.2019, erstellt durch die IG BENO, im Auftrag des Tiefbauamts des Kantons Bern, DLZ Fachstelle VM.

2 Vorgehen

In einem ersten Schritt geht es um die Diskussion und Festlegung potenzieller Ausweichrouten bei Stau auf der Nationalstrasse und um die Einschätzung der Relevanz von Ausweichverkehr, in einem zweiten Schritt um die Diskussion und Definition möglicher Gegenmassnahmen.

Schritt 1: Diskussion potenzieller Ausweichrouten u.a. mittels Simulationen mit Verkehrsmodell

Eine Ausweichroute führt in der Regel von Anschluss zu Anschluss. Bei bezogen auf den Perimeter durchgehendem Verkehr (Quelle/Ziel ausserhalb Perimeter) wird die Autobahn über einen Anschluss verlassen und am nächsten oder übernächstem Anschluss wieder auf die Autobahn eingefahren (Beispiel für solche Quelle-Ziel-Beziehungen: Bern-Biel mit Verlassen der Autobahn in Bern-Wankdorf oder Bern-Neufeld und Wiederauffahren in Schönbühl oder Münchenbuchsee).

Bei einer kleinräumigen Quelle-Ziel-Beziehung wird im Zielgebiet nicht mehr auf die Autobahn eingefahren sondern direkt der Zielort angesteuert oder sogar die ganze Fahrt auf einer Ausweichroute statt auf der Autobahn absolviert (Beispiel für eine solche Quelle-Ziel-Beziehung: Bern-Moosseedorf).

Die Ausweichrouten werden hier im Prinzip nach Erfahrungswerten und Plausibilität festgelegt (wie sie bereits heute bei Ereignissen auf der Autobahn festzustellen sind) und mittels Umlegungen mit dem Verkehrsmodell überprüft bzw. ergänzt.

Die Umlegungen mit dem Verkehrsmodell wurden mit den folgenden Attributen vorgenommen:

- Netz grösstenteils gemäss Referenzzustand 2045 (also mit zweistreifiger Rampe Bern-Biel, da heute bereits in Betrieb)
- Quelle-Ziel-Matrix Morgen- und Abendspitze 2018 (auf eine Erzeugung einer Quelle-Ziel-Matrix 2022 wurde verzichtet, da sich deren Werte gegenüber 2018 nur geringfügig unterscheiden und es folglich für die vorliegende Anwendung keinen Unterschied macht).

Für die Simulation der eingeschränkten Kapazität aufgrund der Baustelle wurden die folgenden Annahmen getroffen:

- Der Abschnitt der beiden Worblentalbrücken wurde mit einer um 10% verringerten Kapazität und mit einer Maximalgeschwindigkeit von 60 km/h belegt. Zusätzlich wurde richtungsweise auch der jeweils vorangehende Abschnitt mit einer Höchstgeschwindigkeit von 60 km/h belegt. Dies deshalb, weil sich Verzögerungen im Verkehrsablauf und damit verbunden Fahrzeitverluste nicht nur auf den Abschnitt mit den Kapazitätseinschränkungen bzw. der Stauwurzel beschränken lassen.

Mittels Differenzplots zum Zustand ohne Baustelle konnte der modellmässig verlagerte Verkehr abgelesen werden und eine Einschätzung der Problemtiefe vorgenommen werden. Dabei muss berücksichtigt werden, dass das Modell die Verteilung der Fahrten nach Reisezeiten vornimmt. Die subjektive Einschätzung der Verkehrsteilnehmer findet keine Berücksichtigung.

Schritt 2: Massnahmenspektrum

Für das so definierte, also relevante Netz wird ein Massnahmenspektrum gegen den Ausweichverkehr aufgezeigt und eine Einschätzung der Zweckmässigkeit der einzelnen Massnahmen vorgenommen.

3 Bauphasen und potenzielle Engpässe

Die Realisierung der VoMa erfolgt gemäss [1] in 6 Bauphasen von jeweils 6 Wochen bis 3 Monaten Dauer. Die Phasen 1-4 sind im Jahr 2022, die Phasen 5 und 6 im Jahr 2023 vorgesehen.

Grundsätzlich gilt: das Fahrstreifenangebot des Normalzustandes bleibt zumindest während der Tageszeit erhalten. In den jeweiligen Bauabschnitten kann es trotzdem zu Kapazitätsreduktionen kommen. Das liegt an den verminderten Fahrstreifenbreiten, Über- und Rückführungen auf bzw. von der Gegenfahrbahn, verkürzten Verflechtungsbereichen sowie Baustellenerschliessungen. Dazu kommen spezielle Ereignisse wie Unfälle oder Pannenfahrzeuge, welche im Baustellenbereich u.a. aufgrund fehlender Pannestreifen grössere Auswirkungen haben können als im Normalfall.

Folgende Engpässe sind aus heutiger Sicht am ehesten geeignet, während der Spitzenstunde eine Wirkung hinsichtlich Ausweichverkehr zu entfalten (vgl. Fachbericht Verkehr [4]):

Richtung Zürich:

Fahrstreifenbreiten zwischen 3.15 m und 3.65 m (übergeleiteter Fahrstreifen), bei 4-streifiger paralleler Führung in den Bauphasen 5 und 6 z.T. nur 2.70 m auf den Überholstreifen, Baustellenerschliessungen, Überleitung und Rückführung Fahrstreifen, Fahrstreifenabbau von 3 auf 2 auf 300 m

Richtung Bern:

Fahrstreifenbreiten zwischen 3.15 m und 3.65 m, Baustellenerschliessungen, Überleitung und Rückführung Fahrstreifen, Entflechtung Thun/Lausanne auf mittlerem Fahrstreifen ohne Aufweitung

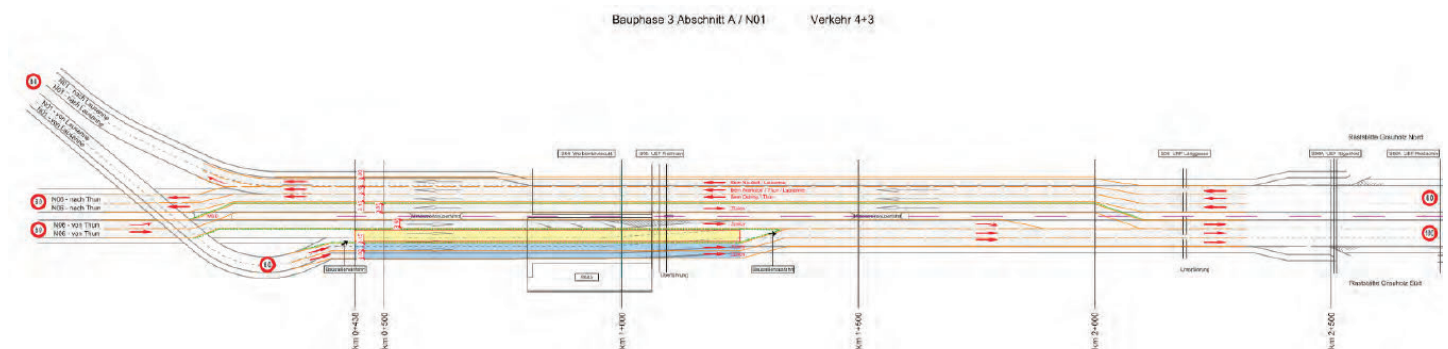


Abbildung 3: Potenzielle Kapazitätsengpässe bzw. Stauwurzeln am Beispiel der Bauphase 2

Dabei muss gemäss den Auslastungsanalysen im Fachbericht Verkehr [4] pro Woche und Richtung von rund 2 kritischen Stunden mit instabilem Verkehrsfluss und Stauerscheinungen ausgegangen werden. In Richtung Bern während der Morgenspitze, in Richtung Zürich während der Abendspitze (jeweilige Lastrichtungen).

4 Potenzielle Ausweichrouten

4.1 Ausweichverkehr gemäss Modellumlegung

Aus den Umlegungen mit dem GVM gemäss Kapitel 2 können hinsichtlich Ausweichrouten (Wahl und Belastung) die folgenden Schlüsse gezogen werden (vgl. dazu Plots im Anhang 1)¹:

- Während der Morgenspitze wird ca. 1%, während der Abendspitze 1%-2% des Verkehrs der Nationalstrasse auf das untergeordnete Netz verdrängt. Je nach Richtung und Spitzenstunde sind das 50 Mfz/h bis 70 Mfz/h. Das sind geringe Werte und liegt daran, dass weite Teile des untergeordneten Netzes während der Pendlerspitzen ebenfalls stark ausgelastet sind und somit keine Reisezeitvorteile bieten, z.B. Ortsdurchfahrten Zollikofen, Ittigen, Ostermundigen vgl. Anhang 2).
- Folgende Ausweichrouten werden vornehmlich belastet (Zusatzbelastungen im Querschnitt Grössenordnung 10-30 Mfz/h):
 - (1) Ittigen-Zollikofen (Länggasse)-Moosseedorf-Münchenbuchsee
 - (2) Ittigen-Worblaufen-Zollikofen-Moosseedorf-Münchenbuchsee
 - (3) Ittigen-Sand-Schönbühl
 - (4) Ittigen-Tannacker-Mooseedorf
 - (5) Worblaufen-Zollikofen-Moosseedorf/Münchenbuchsee
 - (6) Herrenschwenden-Kirchlindach-Münchenbuchsee

Weitere Routen gemäss Modell mit geringerer Zusatzbelastung (bis ca. 10 Mfz/h und Querschnitt):

- (7) Bolligen-Krauchthal- Bärswil
- (8) Bolligen-Habstetten-Sand

Die Zusatzbelastungen auf den entsprechenden Routen liegen während der Abendspitze in einem Bereich von 2% bis max. 5%, während der Morgenspitze eher noch tiefer. Kleinere Nebenstrasse mit sehr geringem bestehendem Verkehr (z.B. Tannackerstrasse Mooseedorf) können jedoch prozentual deutlich höhere Zunahmen erreichen (in absoluten Zahlen jedoch immer noch sehr gering).

Aufgrund von Erfahrungen von Verkehrsüberlastungen und Ereignissen im Ist-Zustand stehen zusätzlich die folgenden Ausweichrouten im Vordergrund der Betrachtung (auch wenn in der Modellanwendung nicht mit Ausweichverkehr belastet). Diese könnten insbesondere aufgrund der gleichzeitigen Baustelle der PUN Wankdorf-Muri relevant sein.

- (9) Untere Zollgasse, Ostermundigen/Ittigen
- (10) Worblentalstrasse, Ittigen
- (11) Tannackerstrasse, Gümligen

¹ Diese Angaben gelten für die normalen Kapazitätsrestriktionen während der Bauphase, nicht jedoch bei Ereignissen wie Unfällen oder Pannenfahrzeugen mit blockierten Fahrstreifen

- (12) Worbstrasse, Gümligen
- (13) Dennigkofenweg Gümligen/Ostermundigen

Somit ergeben sich die Ausweichrouten gemäss Abbildung 4. Anhang 3 enthält ergänzend eine Tabelle mit den Ausweichrouten gemäss Abbildung 5, den betroffenen Gemeinden und dem strassengebundenen und somit potenziell betroffenen Linien des öffentlichen Verkehrs.

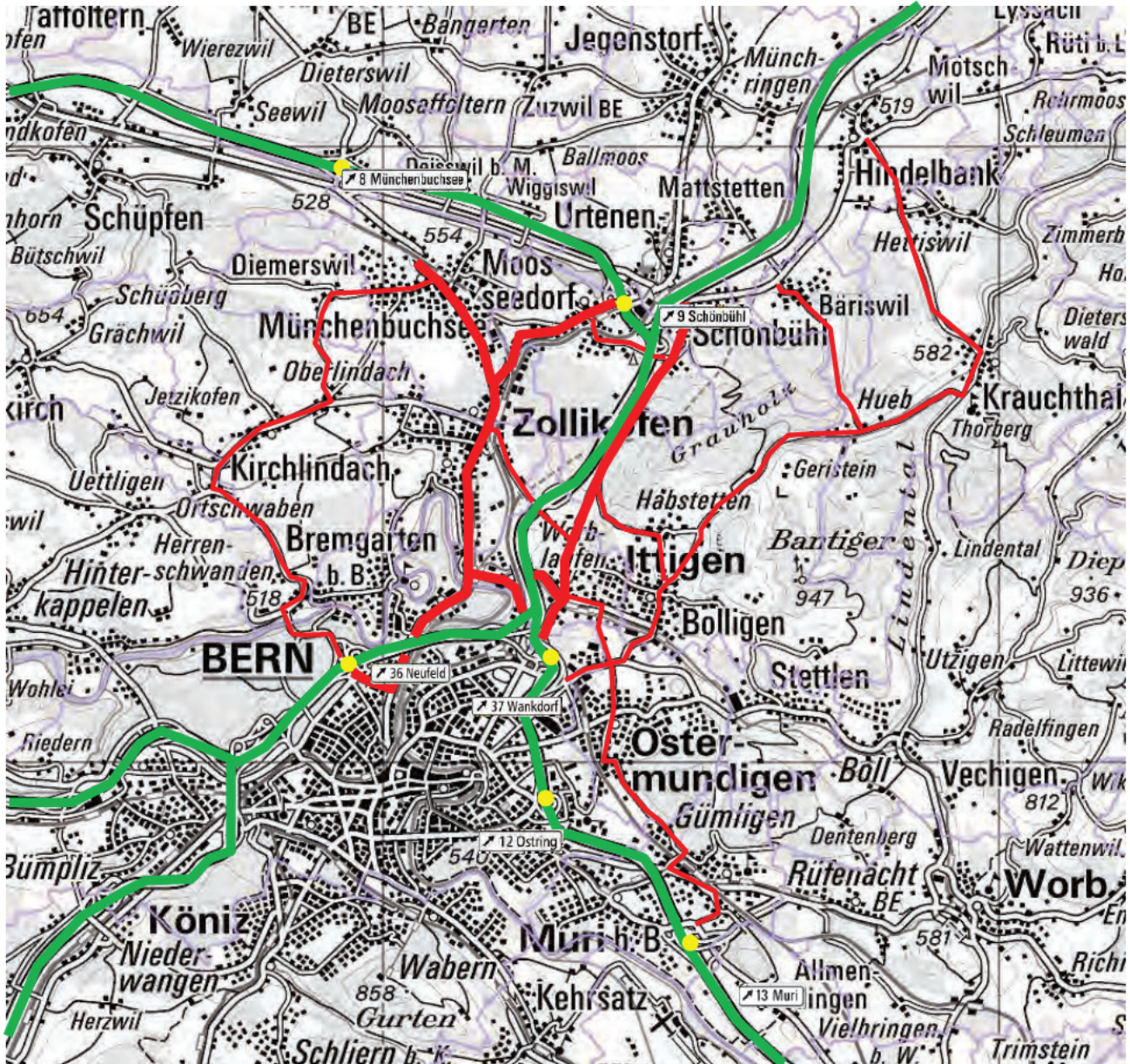


Abbildung 4: Ausweichrouten gemäss Verkehrsmodell und nach Erfahrungswerten

4.2 Auswirkungen der Baustelle PUN Wankdorf-Muri

In Fahrtrichtung Muri-Bern stellt die N06 eine Zulaufstrecke zum Perimeter der VoMa (Fahrtrichtung ZH) dar. Die gleichzeitige Realisierung der PUN und die damit verbundene Kapazitätsreduktion auf dem Abschnitt Muri bis Ostring bewirkt im Perimeter VoMa Fahrtrichtung ZH eine tendenzielle Verringerung des zuströmenden Verkehrs aus Richtung Thun. Somit wirkt sich die Baustelle PUN eher positiv aus was den Verkehrsfluss in der Baustelle VoMa Fahrtrichtung Zürich betrifft (vgl. dazu auch Fachbericht Verkehr [4]).

4.3 Zwischenfazit

Im grossen Ganzen liegen **gemäss Modell** die Zunahmen aufgrund Ausweichverkehr auf den verkehrsorientierten Routen kaum im wahrnehmbaren Bereich (hohe Grundbelastungen, relativ geringe Zusatzbelastung). Auf verschiedenen Nebenstrassen und siedlungsorientierten Strassen können jedoch, bei faktisch immer noch relativ geringen absoluten Werten, hohe relative Zunahmen resultieren. Die gleichzeitige Realisierung der PUN bewirkt im Abschnitt VoMa für die Fahrtrichtung Zürich tendenziell eine Verkehrsentslastung.

5 Massnahmenspektrum

5.1 Übersicht

Die flankierenden Massnahmen sollen dazu beitragen, dass während der Bauzeit und den damit verbundenen Behinderungen nicht mehr Verkehr als üblich die Autobahn verlässt und sich einen Weg auf dem untergeordneten Netz insbesondere durch empfindliche Gebiete sucht. Wichtigste Voraussetzung dafür ist die Aufrechterhaltung der erforderlichen Kapazitäten und damit des Verkehrsflusses während der Bauphase. Das ist gemäss [4] grösstenteils gewährleistet.

Folgende Massnahmentypen werden in der Regel, je nach örtlicher Eignung, angewandt:

- **Verkehrssteuerung**

- Zielgerichtete Bevorzugung bzw. Dosierung von Verkehrsströmen an bestehenden Lichtsignalanlagen (LSA) oder an spezifisch zu errichtenden Dosierstellen im Sinne der Ziele der flankierenden Massnahmen. Voraussetzung ist die Erhebung von Verkehrsdaten und das Definieren von Schwellenwerten als Auslöser von Steuerungsmechanismen.

In diesem Zusammenhang muss das Verkehrsmanagement Region Bern Nord (VM RBN) erwähnt werden, welches 2021 in Betrieb gehen soll (Anhang 4). Dieses besteht aus diversen Verkehrserfassungsstellen, welche die Inputdaten für eine Vielzahl von Dosierstellen liefern. Ziel ist es, während der Spitzenstunden vorhandene Stauräume zu nutzen und dadurch die Ortskerne zu entlasten. Hinsichtlich der Anwendung im Sinne der flankierenden Massnahmen sind zwei Wirkungsweisen denkbar: als erstes wird bereits als Anwendung für das VM RBN eine Wirkung erzielt, indem ein Grossteil der Ausweichrouten gegenüber der Autobahn an Attraktivität verliert (zusätzlich zu der teilweise bereits hohen Belastung). Darüber hinaus wäre es denkbar, Anpassungen an den Steuerungen spezifisch auf beobachtete Ausweichverkehre vorzunehmen.

- **Verkehrsregime**

- Herabsetzen von signalisierten Höchstgeschwindigkeiten, vor allem in sensiblen Gebieten
- Fahrverbote/Einbahnregime/Abbiegeverbote allenfalls beschränkt auf gewisse Zielgruppen ("Zubringer gestattet" o.ä.), je nach Situation nur zu gewissen Tageszeiten

Die Massnahmen kommen eher auf Schleichwegen durch Wohngebiete zur Anwendung, also auf siedlungsorientierten Strassen.

- **Information**

- Angabe von Reisezeiten bzw. Verlustzeiten über bestehende Wechseltextanzeigen auf der Nationalstrasse ("on trip") → Beseitigen der Ungewissheit verhindert häufig ein Ausweichen auf Alternativrouten

- Häufig bereits in den Fahrzeugen vorhanden: Navigationsgeräte mit dynamischer Verkehrsinformation → Angabe über Lage und Verlustzeit von Staus
- Informationskampagne vor und während der Bauphasen (Effekte durch tageszeitliche Verlagerungen von Fahrten), dazu gehören auch die Durchsagen per Radio mit der Angabe von Verlustzeiten.

Die Massnahmentypen Verkehrssteuerung und Verkehrsregime betreffen immer auch Verkehr, der nicht als Ausweichverkehr unterwegs ist und somit nicht problemverursachend ist. Darüber hinaus ist auch darauf zu achten, dass nicht Linien des öffentlichen Verkehrs behindert werden. Entsprechend sorgfältig müssen diese Massnahmen eingesetzt werden. In der Regel können Massnahmen auf untergeordneten Strassen effizienter umgesetzt werden, da hier eindeutig zwischen notwendigem und unerwünschten Verkehr unterschieden werden kann (Beispiel: Fahrverbot mit Zubringer gestattet auf Quartierstrassen).

5.2 Effektive Anwendung von Massnahmen

Folgende Massnahmen werden zur vertieften Prüfung und allenfalls Anwendung vorgeschlagen (vgl. Abbildung 5):

- Nutzung der Dosierstellen von VM RBN (neue Dosierstellen und bestehende LSA), allenfalls Anpassungen durch spezifische Steuerungsprogramme, welche aufgrund von definierten Schwellenwerten aktiviert werden: Auf folgenden Routen sind solche geplant und entsprechend im Sinne der flankierenden Massnahmen von Interesse:
 - Münchenbuchsee-Zollikofen
 - Anschlussknoten Schönbühl
 - Sand-Schönbühl
 - Zollikofen-Schönbühl
 - Verzweigung Schönbühl Rampe ZH-Biel
 - Worblaufen-Zollikofen
 - Sand-Ittigen (Grauholzstrasse)
 - Zollikofen-Ittigen (Länggasse)
 - Worblaufen-Ittigen
 - Worblaufen-Bern/Wankdorf
 - Bolligen-Ostermundigen (beide Richtungen)
 - Stettlen-Ostermundigen
 - Ostermundigen-Ittigen (Untere Zollgasse)
- Einbezug zusätzlicher bestehender LSA zum Zwecke der Dosierung, insbesondere im Raum Muri-Wankdorf die Route über den Dennigkofenweg (in Koordination mit PUN Wankdorf-Muri).
- Verkehrsregimemassnahmen in Absprache mit den betroffenen Gemeinden auf sensiblen siedlungsorientierten Routen allenfalls tageszeitlich beschränkt. In Frage kommen die folgenden Routen (in Abbildung 5 orange ausgewiesen):
 - Tannackerstrasse Moosseedorf
 - Dennigkofenweg Gümligen/Ostermundigen
 - Durchfahrt Habstetten
 - Verbindungstrasse Krauchthal-Bäriswil
- Verkehrsinformation auf der Nationalstrasse mit Angabe der Verlustzeiten mittels WTA jeweils vor den Entscheidungspunkten, insbesondere
 - vor dem Anschluss Schönbühl aus Richtung Kirchberg (N01)

- vor dem Anschluss Münchenbuchsee aus Richtung Lyss (N06)
- vor dem Anschluss Neufeld aus Richtung Fribourg/Lausanne (N01)
- vor dem Anschluss Muri und Anschluss Ostring aus Richtung Thun (N06)

5.3 Organisation und Umsetzung

Den Massnahmen gemäss Kapitel 5.2 übergeordnet ist eine breit angelegte Infokampagne vor und auch während der Bauphasen.

Die Massnahmen selbst sind als vorbehaltene Entschlüsse vorzubereiten und je nach Problemlage umzusetzen. Dabei kommt ein Regelkreis *Beobachten (Monitoring) – Beurteilen – Massnahmen auslösen* zur Anwendung. Dies wird durch eine Organisation *Task force Verkehr*, welche bereits im Rahmen des Notfallmanagements gebildet werden muss, ausgeführt. In der Gruppe sind u.a. die folgenden Stellen vertreten: ASTRA, Kapo, Sibe, Verkehrsingenieur.

Das Beobachten erfolgt mittels eines Verkehrsmonitorings, welches auf periodisch zu erfassenden Verkehrsdaten basiert. Dazu sind bestehende Datenerfassungsstellen zu nutzen und je nach Bedarf mit zusätzlichen Erfassungsstellen zu ergänzen. Die Erfassungsstellen, -medien und Erfassungsperioden werden im Rahmen eines Verkehrsmonitoringkonzeptes definiert.

Die Beurteilung der Lage erfolgt anhand der erfassten Zählraten und allfälliger zusätzlicher Beobachtungswerte. Dabei sind an definierten Querschnitten des untergeordneten Netzes Schwellenwerte zu definieren, deren Erreichen oder Überschreiten Massnahmen auslösen.

Die anzuwendenden Massnahmen gemäss Kapitel 5.2 sind u.a. unter Einbezug der betroffenen Gemeinden (vgl. Anhang 3) zu konkretisieren.

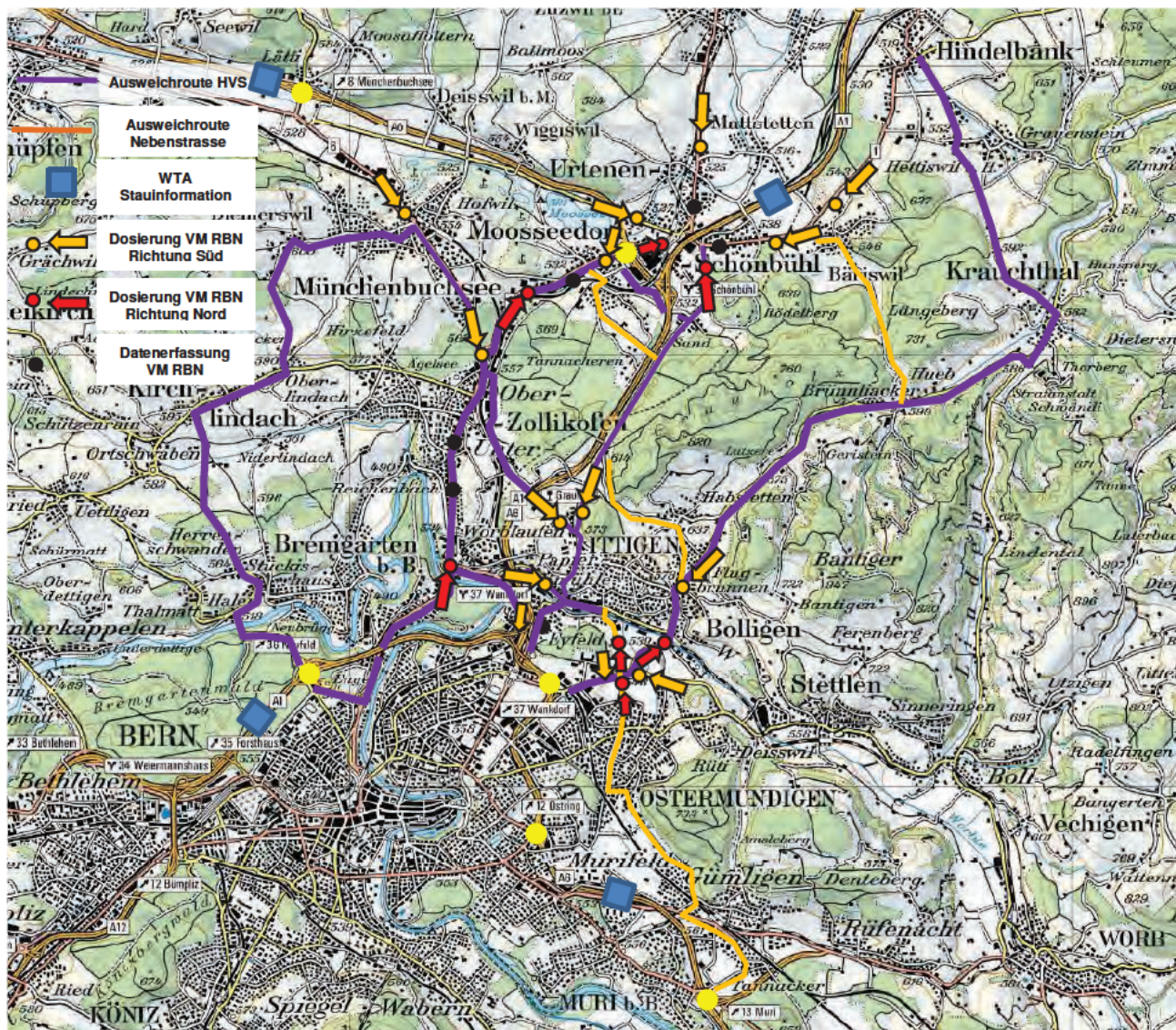


Abbildung 5: Relevantes Netz mit Massnahmen

6 Fazit und Empfehlungen

- Durch die Tatsache, dass während der Bauzeit das Fahrstreifenangebot während der Tageszeit erhalten bleibt und gleichzeitig die parallel verlaufenden Routen des untergeordneten Netzes grösstenteils ebenfalls stark belastet sind, ist das Potenzial für Ausweichverkehr spürbaren Ausmasses grundsätzlich gering. Bei speziellen Ereignissen wie Unfällen oder Pannenfahrzeugen ist jedoch bei fehlenden Pannestreifen mit deutlich mehr Ausweichverkehr zu rechnen.
- Untersuchungen mit dem Verkehrsmodell für "normale" baustellenbedingte Kapazitätseinschränkungen während der Pendlerspitzenstunden zeigen, dass auf den stark belasteten Parallelrouten (Ittigen/Sand, Zollikofen) maximal Verkehrszunahmen um 5% zu erwarten sind. Das liegt unterhalb des wahrnehmbaren Bereichs. Auf kleineren Strassen können, in erster Linie aufgrund der niedrigen Grundbelastungen, die Zunahmen deutlich höher sein, was örtlich spürbar sein kann, aber nicht zu Kapazitätsproblemen führen muss.
- Es empfiehlt sich folglich, entsprechende Gegenmassnahmen, welche immer auch negative Effekte aufweisen, nicht vorgängig und flächendeckend auszulösen, sondern diese im Sinne von vorbehaltenen Beschlüssen zu planen und bei Bedarf gezielt einzusetzen.
- Auf der Massnahmenebene ergeben sich zwei Hauptansatzpunkte: einerseits die Verfügbarkeit von zuverlässiger Verkehrsinformation (Verlustzeiten) auf der Autobahn mittels WTA (in Ergänzung zu den fahrzeugseitigen Informationsmedien) im Wissen, dass der informierte Verkehrsteilnehmer weniger dazu neigt, Ausweichrouten zu benutzen, da die Planbarkeit seiner Reise weitgehend gewährleistet bleibt. Andererseits die Nutzung der Ausrüstung des Verkehrsmanagements Region Bern Nord (VM RBN). Hier geht es im Bedarfsfall darum, die vorhandenen Dosierstellen, welche auf dem Netz der potenziellen Ausweichrouten eine gute Abdeckung aufweisen, auf den Ausweichverkehr anzupassen. Dazu sind bei der Trägerschaft des VM RBN entsprechende Abklärungen vorzunehmen.

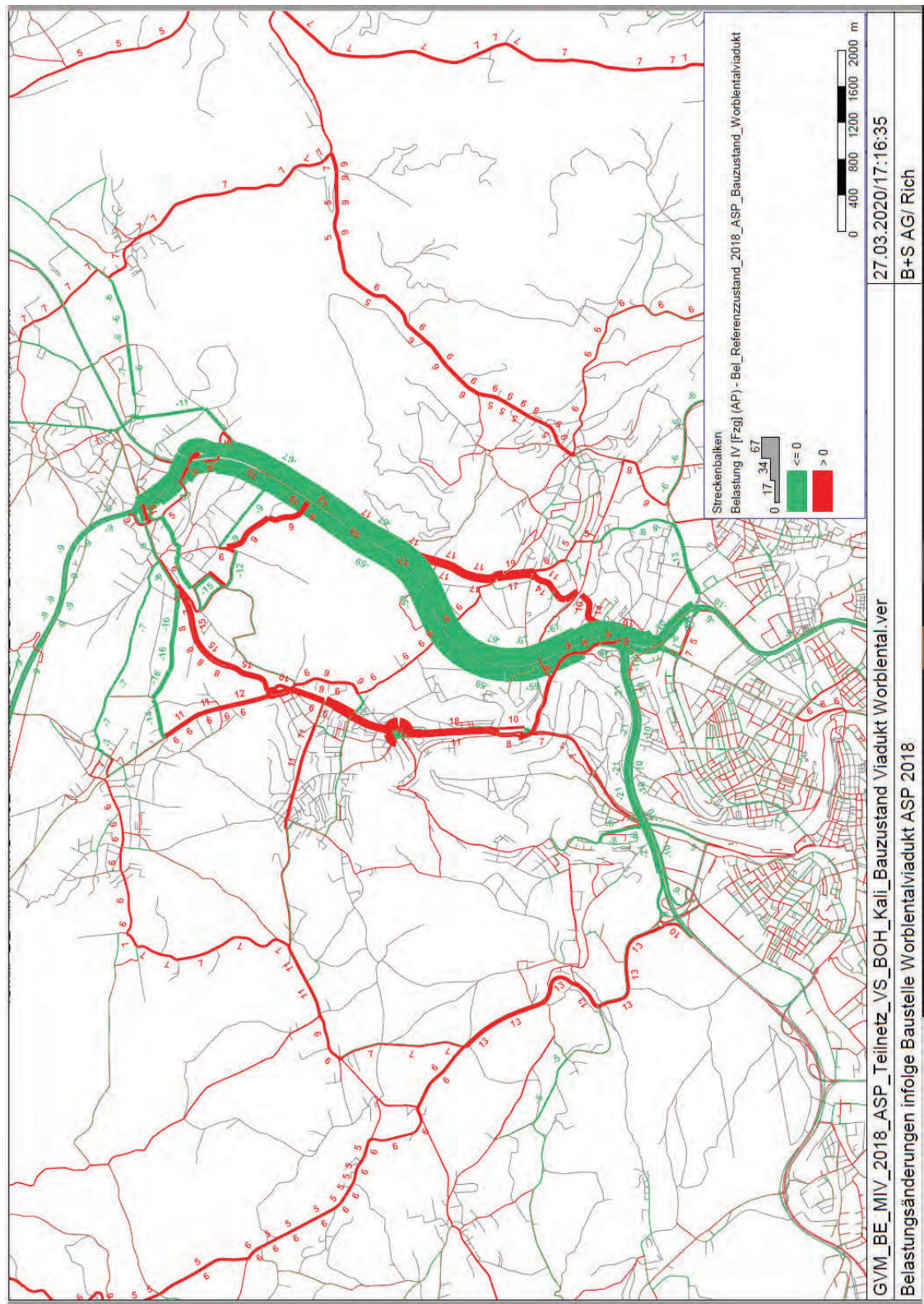
Im Bedarfsfall sind auf von Ausweichverkehr betroffenen Nebenrouten (durch teilweise empfindliche Gebiete) Massnahmen mit Einschränkungen beim Verkehrsregime zu prüfen und mit den entsprechenden Gemeinden zu diskutieren.

- Grundlage für die Einschätzung von Problemen und entsprechender Auslösung von Massnahmen wird ein Verkehrsmonitoring sein, welches das relevante Netz abdecken muss. Im Wesentlichen wird es darum gehen, Verkehrsdaten zu erfassen und periodisch auszuwerten. Zuständig für die Beurteilung und Auslösung von Massnahmen bzw. vorbehaltenen Entschlüssen ist eine *Task force Verkehr*, welche bereits für das Notfallmanagement gebildet werden muss.
- Der Bereich Anschluss Muri bis Anschluss Wankdorf (N06) bzw. die parallel verlaufenden Ausweichrouten bedarf einer Koordination mit dem Projekt PUN Wankdorf-Muri, welches gleichzeitig mit der VoMa Worblen realisiert wird. Es ist zu prüfen, ob eine gemeinsame Task force Verkehr für beide Baustellen Sinn macht.

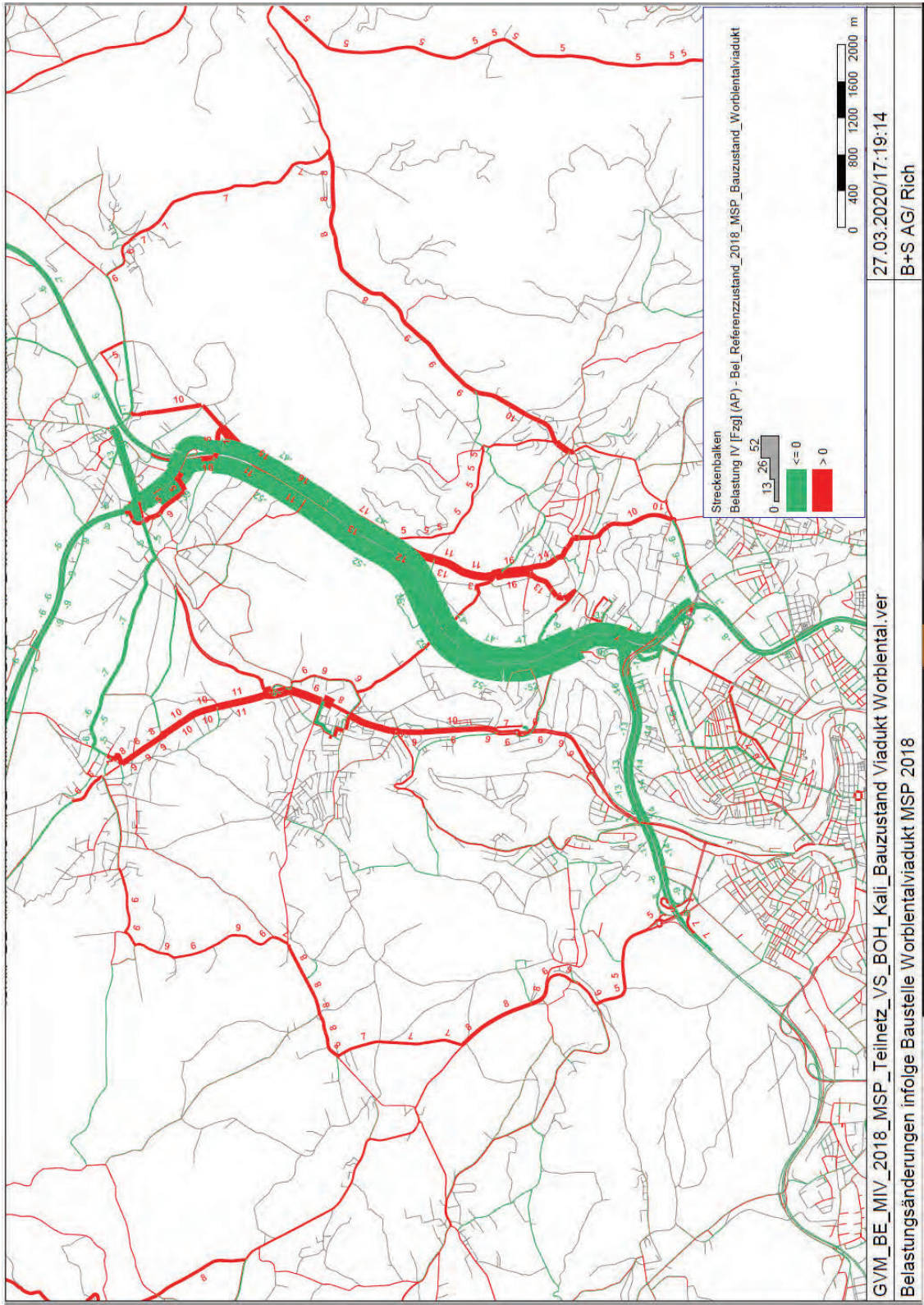
Anhang 1

Modellplots

ASP

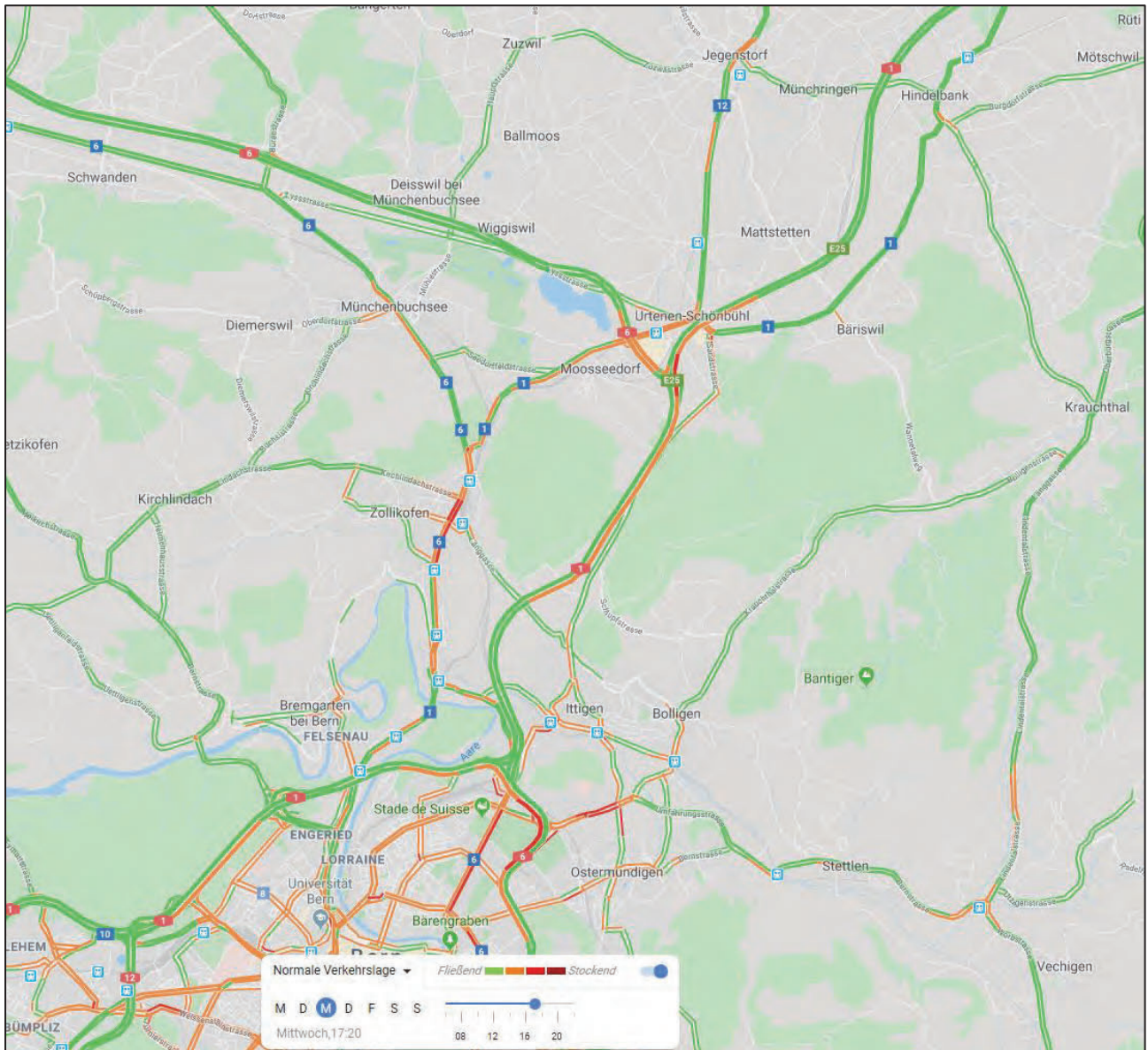


MSP



Anhang 2

Verkehrsqualitäten Abendspitze



Quelle: Google Maps 2019

Anhang 3

Ausweichrouten mit Gemeinden und ÖV-Linien

	Route	Betroffene Gemeinden											ÖV-Linien	
		Bär	Bol	Die	Itt	Kir	Kra	Mo	Mü	MG	Os	US	Zo	
1	Ittigen-Zollikofen (Länggasse)-Moosseedorf/Münchenbuchsee													41, 40, 36
2	Ittigen-Worblaufen-Zollikofen -Moosseedorf/Münchenbuchsee													41, 40, 33,36
3	Ittigen-Sand-Schönbühl													41, 40
4	Ittigen-Tannacker -Moosseedorf													41, 40
5	Worblaufen-Zollikofen-Moosseedorf/Münchenbuchsee													41, 33, 36
6	Herrenschwanden-Kirchlindach-Münchenbuchsee													104, 105, 106
7	Bolligen-Krauchthal-Bäriswil													46, 47 451
8	Bolligen-Habstetten-Sand													46, 47
9	Untere Zollgasse, Ostermundigen/Ittigen													
10	Worbentalstrasse, Ittigen													33
11	Tannackerstrasse, Gümligen													40
12	Worbstrasse, Gümligen													
13	Dennigkofenweg Gümligen/Ostermundigen													28, 44
ÖV-Linien														
41	Breitenrain-Zollikofen Bhf										Bär	Bäriswil		
40	Ittigen Kappelisacker-Gümligen Sonnenfeld										Bol	Bolligen		
33	Talgut-Altikofen-Seftau										Die	Diemerswil		
36	Breitenrain-Worblaufen-Zollikofen-Münchenbuchsee										Itt	Ittigen		
28	Weissenbühl-Bhf Wankdorf										Kir	Kirchlindach		
44	Gümligen Bhf-Bolligen Bhf										Kra	Krauchthal		
104	Bern Bhf Herrenschwanden-Ortschwaben-Wahlendorf										Mo	Moosseedorf		
105	Bern Bhf Herrenschwanden-Ortschwaben-Lyss										Mü	Münchenbuchsee		
106	Bern Bhf Herrenschwanden-Kirchlindach-Zollikofen										MG	Muri-Gümligen		
46	Bolligen Bhf-Mannenber										Os	Ostermundigen		
47	Bolligen Bhf-Habstetten										US	Urtenen-Schönbühl		
451	Bolligen Bhf-Krauchthal-Hindelbankd										Zo	Zollikofen		

Übersichtsplan Objekte

