

Spange Nord Luzern ZMB Phase 2, Verkehrstechnische Machbarkeit

Arbeitsbericht

23. Oktober 2019



Auftraggeber:

Verkehr und Infrastruktur

Projektleitung

Daniel Ender

Stabsplanung:

S-ce consulting AG

Projektleitung

Michel J. Simon

Projektverfasser:

SNZ Ingenieure und Planer AG

Dörflistrasse 112

CH-8050 Zürich

Telefon +41 44 318 78 78

Fax +41 44 312 64 11

info@snz.ch

www.snz.ch

Projektleitung:

Mitarbeit:

Martin Buck

Stefan Dasen

Nicole Grau

Simon Jakob

Projektdaten:

Auftragsnummer:

SNZ#5062

Ablagepfad:

R32\5062_ZMB_Phase2_VT_Spange Nord
Luzern_Bericht_v4

Version	Datum	Firma/Verfasser	Änderungen/Bemerkungen
1	20.06.2019	SNZ/bu, NG, sja	Entwurf
2	04.07.2019	SNZ/bu, NG, sja	Überarbeiteter Entwurf
3	29.08.2019	SNZ/bu, NG, sja	
4	23.10.2019	SNZ/bu, NG, sja	Korrekturen Abgleich Verkehrsmengen

Inhalt

1	Ausgangslage und Auftrag	5
1.1	Ausgangslage	5
1.2	Auftrag	6
1.3	Vorgehen und Methodik	6
1.4	Projektorganisation	10
2	Grundlagen	10
2.1	Dokumente	10
2.2	Verkehrsmodell	11
3	Variantenweiterentwicklung	13
3.1	Varianten aus ZMB-Phase 1	13
3.2	Weiterentwicklung Varianten Tunnel Rosenberg	15
3.3	Weiterentwicklung Varianten Spange Nord lang	17
3.4	Weiterentwicklung Varianten ohne ÖV-Massnahmen	18
4	Detailprüfung verkehrstechnische Machbarkeit	19
4.1	Varianten für die Detailprüfung	19
4.2	Referenzzustand	20
4.3	Referenzzustand mit Basisausbau	24
4.4	Variante 0+ (Umsetzung ÖV-Massnahmen)	27
4.5	Spange Nord kurz mit Anschluss an Schlossberg, VP _{optimiert} mit Fluhmühlebrücke (inkl. ÖV-Massnahmen)	32
4.6	Spange Nord kurz mit Anschluss an Schlossberg, VP _{optimiert} ohne Fluhmühlebrücke (inkl. ÖV-Massnahmen)	35
4.7	Spange Nord kurz mit Anschluss an Schlossberg, VP _{optimiert} mit Fluhmühlebrücke ohne ÖV-Massnahmen	38
4.8	Spange Nord kurz mit Anschluss an Schlossberg, mit Tunnel Rosenberg Tagbau ohne ÖV-Massnahmen	41
4.9	Variante Spange Nord lang (inkl. ÖV-Massnahmen)	44
4.10	Variante Anschluss Lochhof und Fluhmühlebrücke ohne ÖV-Massnahmen	48
	Abbildungsverzeichnis	52
	Tabellenverzeichnis	54
	Anhang	57
	Beilage	57

1 Ausgangslage und Auftrag

1.1 Ausgangslage

Der Luzerner Kantonsrat hat dem Sonderkredit für die Projektplanung der Spange Nord am 8. Mai 2018 zugestimmt und zudem weitere Abklärungen im Rahmen der Weiterbearbeitung verlangt. Genannt wurde dabei ein gänzlicher Verzicht auf die Spange Nord und die Fluhmühlebrücke oder die Untertunnelung des Schlossbergs.

Der politische Widerstand gegen die Spange Nord der Stadt Luzern und diverser Gruppierungen gründet vor allem auf den oberirdisch geführten Abschnitten der Linienführung (Anschluss Schlossberg und Ausbau Friedentalstrasse) mitten durch Wohngebiete, welche für die Stadtbevölkerung als nicht zumutbare Eingriffe eingeschätzt werden. Bei der Fluhmühlebrücke wird der Eingriff ins Landschafts- und Stadtbild als unverträglich beurteilt.



Abbildung 1: Gesamtsystem Bypass (Quelle: www.bypass.lu)

Die vom Luzerner Kantonsrat geforderten Zusatzabklärungen für die Spange Nord sollen mit Hilfe einer Zweckmässigkeitsbeurteilung (ZMB) durchgeführt werden, wie sie bereits erfolgreich für den Bypass Luzern und den Knoten Emmen/Littau (Seetalplatz) zur Anwendung gekommen ist.

In der Phase 1 der ZMB wurden der Variantenfächer von SNZ nochmals breit geöffnet und in einem zweistufigen Bewertungsverfahren die Varianten für die Weiterbearbeitung in den Phasen 2 und 3 bestimmt [1].

In der Phase 2 gilt es nun, die bauliche und verkehrstechnische Machbarkeit der Varianten zu prüfen.

1.2 Auftrag

SNZ Ingenieure und Planer wurden vom Kanton Luzern, Verkehr und Infrastruktur (vif) beauftragt, die aus der Phase 1 zur Weiterbearbeitung vorgeschlagenen Varianten hinsichtlich ihrer **verkehrstechnischen Machbarkeit** zu prüfen.

1.3 Vorgehen und Methodik

1.3.1 Übersicht

Die folgende Abbildung zeigt das Vorgehen der Abklärungen der verkehrstechnischen Machbarkeit im Rahmen der ZMB-Phase 2. In den folgenden Kapitel sind die einzelnen Arbeitsschritte kurz beschrieben.

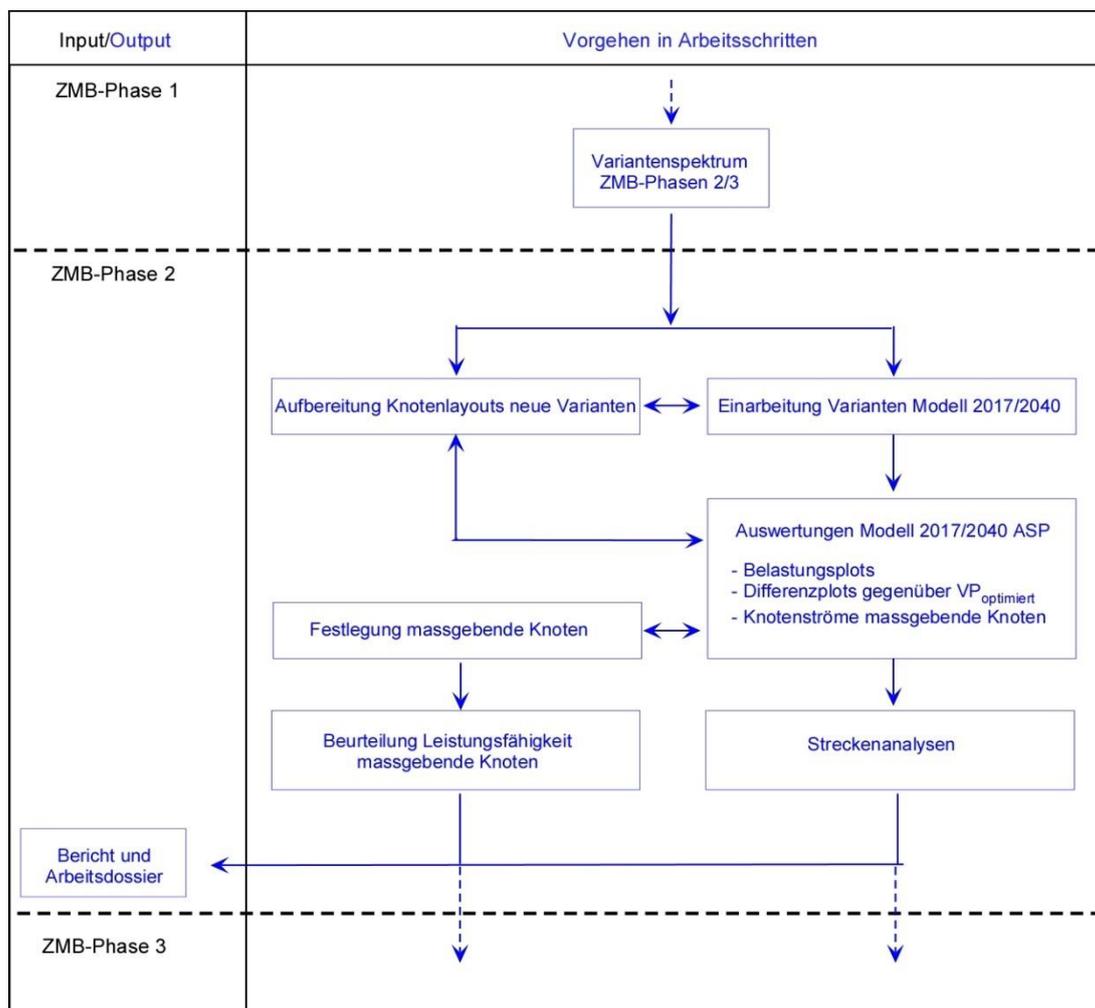


Abbildung 2: Vorgehen

1.3.2 Aufbereitung der Grundlagen

Als Vorarbeit für die Prüfung der verkehrstechnischen Machbarkeit galt es einerseits, die in der Phase 1 für die Weiterbearbeitung vorgeschlagenen Varianten ins Verkehrsmodell einzuarbeiten und andererseits, die genauen Linienführungen sowie Anschlussknoten der Varianten Spange Nord kurz mit Tunnel Rosenberg und der Variante Spange Nord lang festzulegen. Diese Festlegung erfolgte in einem iterativen Prozess zusammen mit den Abklärungen der bautechnischen Machbarkeit in der Phase 2 durch Emch+Berger WSB.

1.3.3 Bestimmung der massgebenden Knoten und Leistungsfähigkeits-Berechnungen

Für die schlussendlich festgelegten Varianten sowie zusätzlich den Referenzzustand galt es, die verkehrstechnische Machbarkeit zu prüfen. Im Rahmen der Phase 2 der ZMB konnten aufgrund des grossen Variantenspektrums und Bearbeitungsperrimeters sowie des vorgegebenen Zeitplans nicht für alle Varianten alle Knoten im Bearbeitungsperrimeter überprüft werden. Dies hätte auch nicht einer stufengerechten Bearbeitung entsprochen. Vielmehr sollten mit Hilfe des Verkehrsmodells und den bereits durchgeführten

verkehrstechnischen Abklärungen im Rahmen des GP Bypass sowie bei der Erarbeitung des Vorprojekts Spange Nord bei allen Varianten die **aus verkehrstechnischer Sicht massgebenden Knoten** bestimmt und diese hinsichtlich der Leistungsfähigkeit geprüft werden. Dafür wurde die Prämisse aufgestellt, dass für den Zustand mit dem Gesamtsystem Bypass inkl. der Spange Nord (VP_{optimiert}, vgl. [3] und [4]) die Knotenleistungsfähigkeiten und die verkehrstechnische Machbarkeit sichergestellt sind. Dieser Zustand dient als Vergleichszustand.

Aufgrund der höheren Verkehrsbelastung wurde die Abendspitzenstunde (ASP) als massgeblicher Belastungszustand bestimmt.

Für die Beurteilung der Varianten in der ZMB-Phase 3 werden die Leistungsbeurteilungen sowie die Veränderungen der Auslastungen an den bestehenden Autobahnanschlüssen Emmen-Süd, Luzern Zentrum und Kriens benötigt. Für die je Anschluss massgebenden Knoten wurden für alle Varianten Leistungsberechnungen durchgeführt. Für die übrigen Knoten wurden die Verkehrsmengen sowie die Veränderungen gegenüber VP_{optimiert} zusammengestellt.

Im übrigen Bearbeitungssperimeter wurden die massgebenden Knoten durch direkten Vergleich mit der Variante VP_{optimiert} lokalisiert. In erster Linie betrifft dies die Knoten entlang der Achse Fluhmühlebrücke – Rosenberg – Schlossberg. Zusätzlich wurden der Kreisel Kreuzstutz sowie je nach Variante weitere neue Knoten geprüft. Wenn die Knotenbelastungen eine massgebende Veränderung gegenüber der Variante VP_{optimiert} aufweisen, wurden Leistungsberechnungen durchgeführt und geprüft, ob Ausbaumassnahmen notwendig oder Redimensionierungen der Knoten möglich sind.

Dabei wurde grundsätzlich folgendes Vorgehen festgelegt, wobei aufgrund verschiedener Fragestellung bei der Variantenweiterentwicklung teilweise von diesem abgewichen wurde und zusätzliche Leistungsfähigkeitsberechnungen durchgeführt wurden:

- Generelle Abnahme oder Zunahme der Gesamtknotensumme (ASP) gegenüber VP_{optimiert} **bis 5 %**:
→ Keine relevante Veränderung, es wurden keine weiteren Nachweise erbracht.
- Zunahme der Gesamtknotensumme (ASP) gegenüber VP_{optimiert} von **5 % bis 20%**:
→ Basierend auf den verkehrstechnischen Nachweisen im Rahmen des VP_{optimiert} bzw. GP Bypass wurde abgeschätzt, ob die Zunahme aufgrund der vorhandenen Auslastung kritisch ist. Wenn nicht, wurden keine weiteren Nachweise erbracht. Wenn ja, wurden für die entsprechenden Knoten statische Leistungsfähigkeitsberechnungen durchgeführt.
Für diejenigen Knoten, welche in den verkehrstechnischen Nachweisen im Rahmen des VP_{optimiert} bzw. GP Bypass nicht berücksichtigt wurden, wurden statische Berechnungen für den Zustand mit Bypass und Spange Nord durchgeführt, um einen Vergleichswert zu ermitteln.
- Zunahme der Gesamtknotensumme (ASP) gegenüber VP_{optimiert} **grösser 20%**:
→ Für die entsprechenden Knoten wurden in jedem Fall statische Leistungsfähigkeitsberechnungen durchgeführt.

Die Leistungsfähigkeitsberechnungen wurden für die Abendspitzenstunde mittels statischer Berechnung gemäss VSS Normen SN 640 023a bzw. SN 640 204a durchgeführt.

Für die Berechnungen wurden folgende Annahmen zugrunde gelegt:

- Umlaufzeit: 90 Sekunden¹
- LW-Anteil = 3 %
- Berücksichtigung ÖV-Bevorzugung (Annahmen abgestützt auf Busplanungen AggloMobile)
- Berücksichtigung Fussgänger (teilweise keine direkte Querung der ganzen Strasse, sondern aufgeteilt in verschiedene Phasen, wo Schutzinseln vorhanden)

1.3.4 Beurteilung der verkehrstechnischen Machbarkeit

Für die Beurteilung der verkehrstechnischen Machbarkeit wurde einerseits die Verkehrsqualitätsstufe bestimmt, welche aufgrund der mittleren Wartezeit festgelegt wird. Für weitere Aussagen im kritischen Bereich der Verkehrsqualitätsstufen E und F wurde andererseits auch der Auslastungsgrad (A) des Knoten betrachtet. Dabei wurde für die Beurteilung folgende Abstufung vorgenommen.

- $A \leq 95 \%$: Auslastung mit akzeptierten Auswirkungen
- $95 \% < A \leq 105 \%$: vollständig ausgelastet bzw. überlastet, kritische Auswirkungen
- $105 \% < A$: überlastet mit grossen Auswirkungen

Eine Knotenauslastung von 95 % bis 105 % ist kritisch und hat entsprechende Folgen für den MIV und für den Busbetrieb. Es entstehen Wartezeiten und ÖV-Bevorzugungen können nicht mehr vollständig umgesetzt werden. Jedoch sind solche Auslastungen in den Spitzenzeiten in einem städtischen Verkehrsnetz keine Seltenheit. An vielen Stellen sind Knotenausbauten sehr schwierig umzusetzen und zudem häufig nicht erwünscht, da die zusätzlich geschaffene Kapazität zu unerwünschten Verkehrsverlagerungen führen würde. Knoten im Projektperimeter mit einem solchen Auslastungsgrad gilt es bei der weiteren Projektbearbeitung im Detail zu prüfen und erforderliche Massnahmen (insbesondere betriebliche Massnahmen wie Zuflussdosierungen) zu ergreifen.

Bei Knotenauslastungen über 105 % nehmen die negativen Auswirkungen deutlich zu. Einerseits sind ÖV-Bevorzugen nur noch teilweise möglich, und es sind für die Busse bereits in der Knotenzufahrt aufgrund von Staus Verlustzeiten zu erwarten. Zudem besteht die Gefahr, dass sich der Verkehr benachbarter Knoten gegenseitig behindert. Ohne weitere Massnahmen sind diese Knoten nicht genügend leistungsfähig und somit ist die verkehrstechnische Machbarkeit nicht gegeben. An diesen Knoten sind zwingend Massnahmen zu ergreifen, wobei Infrastrukturanpassungen oder grössere Zuflussdosierungen mit Busspuren im Vordergrund stehen.

¹ Es wurden abweichende Umlaufzeiten verwendet, wenn aus bestehenden Unterlagen andere Erkenntnisse vorliegen.

1.4 Projektorganisation

Für die Zusatzabklärungen Spange Nord wurde eine Gesamtprojektorganisation gebildet, welche die einzelnen Phasen der ZMB abdeckt, da unter den verschiedenen Phasen grosse Abhängigkeiten bestehen (vgl. nachfolgende Abbildung). Neben den kantonalen Stellen und den Auftragnehmern der einzelnen Phasen der ZMB ist auch das ASTRA aufgrund der Schnittstelle zum Gesamtsystem Bypass Luzern in die Projektorganisation miteingebunden.

Parallel zur Phase 1 der ZMB lief das Projekt «Modellverfeinerung KVM», welches die Grundlage für die weiterführenden Abklärungen in den Phasen 2 und 3 der ZMB lieferte.

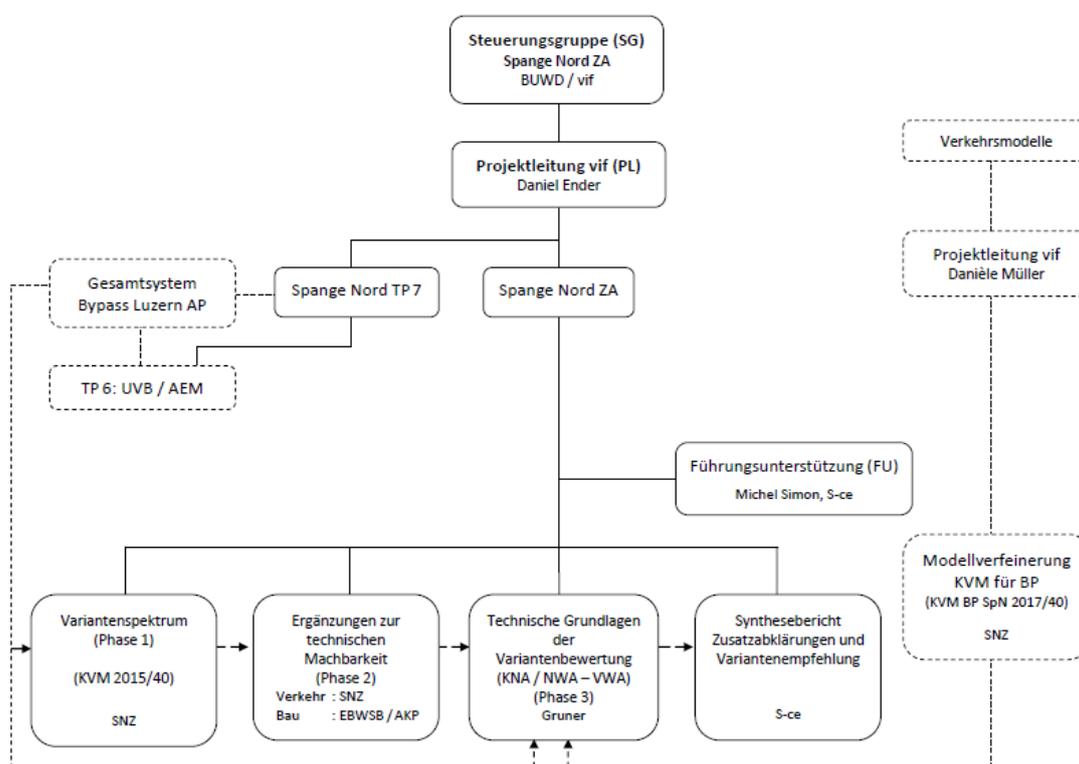


Abbildung 3: Organigramm Zusatzabklärungen Spange Nord

2 Grundlagen

2.1 Dokumente

- [1] Kanton Luzern, Verkehr und Infrastruktur; Spange Nord Luzern, ZMB Phase 1; Arbeitsbericht; SNZ Ingenieure und Planer AG; 25.01.2019
- [2] Kanton Luzern, Verkehr und Infrastruktur; Spange Nord Luzern, Verkehrsmodell 2017/2040; Arbeitsbericht; SNZ Ingenieure und Planer AG; 29.04.2019
- [3] Kanton Luzern, Verkehr und Infrastruktur; K 2 / 4 / 13 / 17 / 31 Luzern, Spange Nord und Massnahmen für den öffentlichen Verkehr, Vorprojekt optimiert, Technischer Bericht; Emch+Berger WSB / AKP; 21.10.2016

- [4] Kanton Luzern, Verkehr und Infrastruktur; K 2 / 4 / 13 / 17 / 31 Luzern, Spange Nord und Massnahmen für den öffentlichen Verkehr, Vorprojekt optimiert, Übersicht Spange Nord 1:2000; Emch+Berger WSB / AKP; 21.10.2016
- [5] Kanton Luzern, Verkehr und Infrastruktur; K 2 / 4 / 13 / 17 / 31 Luzern, Spange Nord und Massnahmen für den öffentlichen Verkehr; ZMB Phase 2, Bautechnische Machbarkeit; Arbeitsbericht; Emch+Berger WSB AG; 28.06.2019 (Vorabzug)
- [6] Kanton Luzern, Verkehr und Infrastruktur; K 2 / 4 / 13 / 17 / 31 Luzern, Spange Nord und Massnahmen für den öffentlichen Verkehr, Vorprojekt optimiert, Konzept Verkehrsmanagement und Massnahmen ÖV; Emch+Berger WSB / AKP; 21.10.2016
- [7] Kanton Luzern, Verkehr und Infrastruktur; K 17/K 31 Luzern, Umgestaltung Strassenraum Schlossberg, Vorprojekt; Situation; ewp AG Luzern; Dezember 2009

2.2 Verkehrsmodell

Für die Ermittlung der verkehrlichen Wirkungen der Varianten in der ZMB-Phase 1 wurde auf die aktuellste verfügbare Verkehrsmodellgrundlage zurückgegriffen, nämlich das Verkehrsmodell für das Ausführungsprojekt Gesamtsystem Bypass Luzern des ASTRA mit den Zeithorizonten 2015 (Ist-Zustand) und 2040 (Prognosezustand). Dieses Modell stellt eine Aktualisierung des kantonalen Verkehrsmodells mit den Zeithorizonten 2010 und 2030 dar.

Für die Weiterbearbeitung des kantonalen Projekts «Spange Nord und Massnahmen öffentlicher Verkehr» benötigt der Kanton ein Verkehrsmodell, welches den Verkehr insbesondere in den an den Bypass und Spange Nord anschliessenden Gebieten möglichst realistisch abbildet. Deshalb wurde durch den Kanton eine Überarbeitung des o.e. Modells durchgeführt, welche eine Verfeinerung und Aktualisierung beinhaltet, um einerseits den heutigen Zustand besser abzubilden und andererseits auch den zukünftigen Zustand mit einer angebotsorientierten Prognose 2040 adäquat zu schätzen.

Hierzu wurde in einem ersten Schritt das bestehende Modell bezüglich Netzabbildung und Verkehrserzeugung überprüft und plausibilisiert. In einem zweiten Schritt wurde der Ist-Zustand im Untersuchungsgebiet verfeinert und auf aktuelle Zählraten 2017/18 im Tagesverkehr (DTV) und in den Spitzenstunden am Abend (ASP) bzw. am Morgen (MSP) kalibriert. Ausgehend vom Verkehrszuwachs aus der bisherigen Prognose wurden mit einem mehrstufigen Verfahren die Reaktionsweisen der ungebremsten Mobilitätsnachfrage auf die beschränkten Netzkapazitäten nachgebildet. Zur Anwendung kam ein Nachfrage-Elastizitäten-Ansatz auf die Reisezeiten auf der Strasse und nachgelagert eine Reduktionskalibration auf bekannte maximale Durchflussmengen an kapazitätskritischen Abschnitten im Netz im Untersuchungsgebiet.

Das gewählte Verfahren ermöglichte die Berechnung von untersuchungsfallspezifischen Prognosen. Für die Anwendung in der Zweckmässigkeitsbeurteilung (ZMB) Spange Nord Luzern wurde aus Variantenvergleichsgründen eine konstante Nachfrage für alle Varianten angewendet (Nachfrageprognose des Referenzzustandes).

Für die Untersuchungen im Rahmen der ZMB Spange Nord Luzern umfasst der **Referenzzustand 0** das Gesamtsystem Bypass Luzern ohne Spange Nord, ohne Anschluss Lochhof und ohne der Umsetzung der Massnahmen für den öffentlichen Verkehr im Zustand 2040. Berücksichtigt werden somit der Bypass Luzern sowie der Ausbau Nord und die Ergänzung Süd (vgl. Abbildung 4).

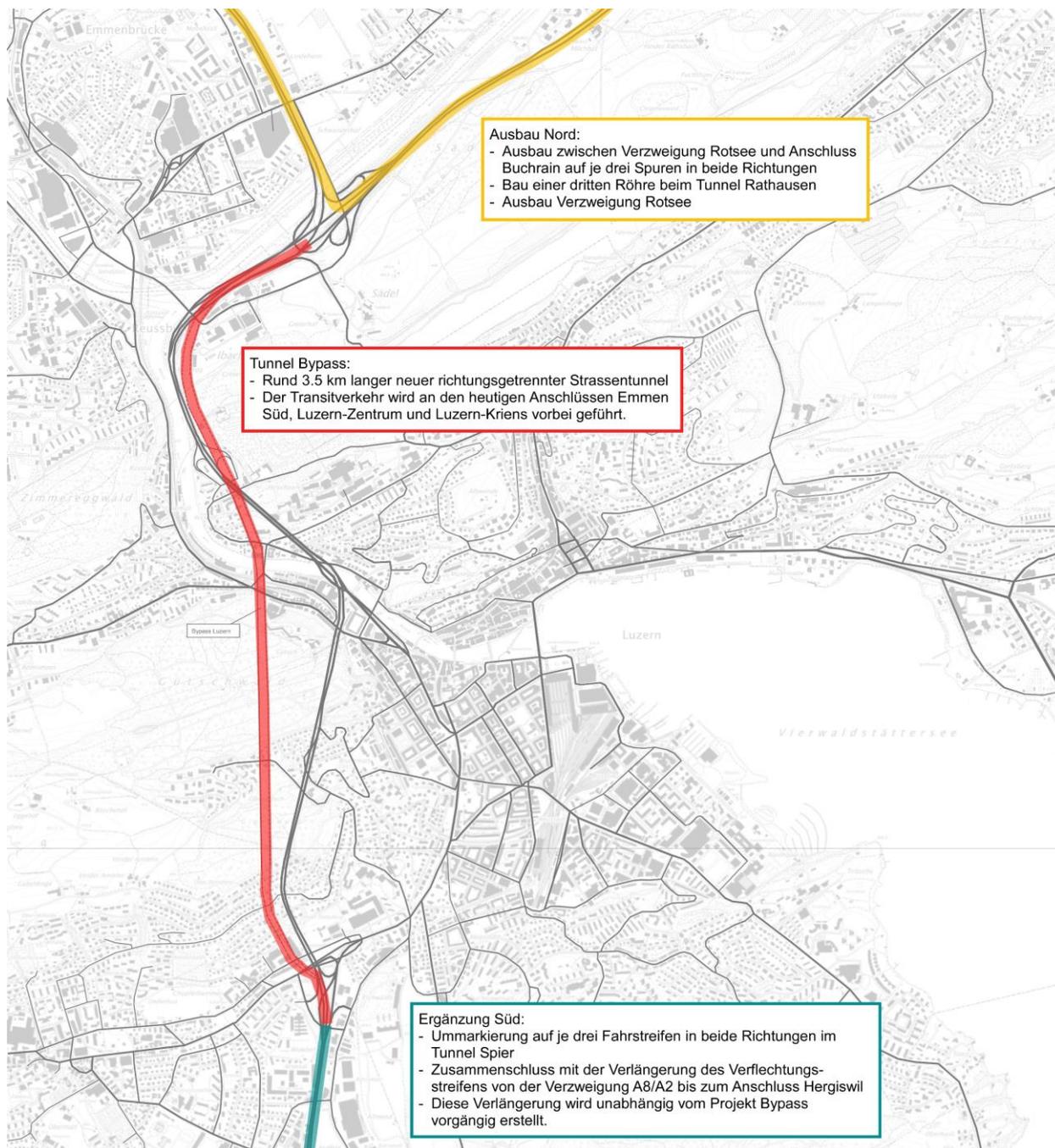


Abbildung 4: Strassennetz Referenzzustand

Gegenüber den grundlegenden verkehrstechnischen Analysen in der ZMB-Phase 1, welche auf Basis des DTV-Modells 2015/2040 durchgeführt wurden, wurde für die vorliegenden Abklärungen der verkehrstechnischen Machbarkeit in der ZMB-Phase 2 das Abendspitzen-Verkehrsmodell 2017/2040 (ASP, 17–18 Uhr, Mo-Fr) eingesetzt.

Für weitere Details zum verwendeten Verkehrsmodell wird auf den Arbeitsbericht zum Verkehrsmodell 2017/2040, Spange Nord [2] verwiesen.

3 Variantenweiterentwicklung

3.1 Varianten aus ZMB-Phase 1

Aus der Phase 1 der ZMB wurden folgende Varianten für die Weiterbearbeitung empfohlen (vgl. [1]) :

- Variante 0+ (Umsetzung ÖV-Massnahmen)
- Variante Spange Nord kurz mit Anschluss an Schlossberg, VP_{optimiert} mit Fluhmühlebrücke
- Variante Spange Nord kurz mit Anschluss an Schlossberg, VP_{optimiert} ohne Fluhmühlebrücke
- Variante Spange Nord kurz mit Anschluss an Schlossberg, VP_{optimiert} mit Tunnel Rosenberg mit Fluhmühlebrücke
- Variante Spange Nord kurz mit Anschluss an Schlossberg, VP_{optimiert} mit Tunnel Rosenberg ohne Fluhmühlebrücke
- Variante Spange Nord kurz mit Anschluss an Schlossberg, Tunnel Lochhof – Sedelstrasse – Schlossberg mit Fluhmühlebrücke
- Variante Spange Nord kurz mit Anschluss an Schlossberg, Tunnel Lochhof – Sedelstrasse – Schlossberg ohne Fluhmühlebrücke
- Variante Spange Nord lang mit Anschluss an Schlossberg und Haldenstrasse mit Fluhmühlebrücke
- Variante Spange Nord lang mit Anschluss an Schlossberg und Haldenstrasse ohne Fluhmühlebrücke
- Variante Anschluss Lochhof und Fluhmühlebrücke

Bei den Varianten Spange Nord kurz mit Tunnel Rosenberg sowie Tunnel Lochhof – Sedelstrasse – Schlossberg wurde für die Phase 2 entschieden, nach Bauweise und nicht nach Linienführung zu unterscheiden. Somit wurden Varianten mit Tunnel Rosenberg mit offener Bauweise (Tagbau) und Varianten mit Tunnel Rosenberg bergmännisch jeweils mit und ohne Fluhmühlebrücke weiterbearbeitet. Die nachfolgende Abbildung liefert einen Überblick über die Varianten, welche in der Phase 2 der ZMB Spange Nord berücksichtigt wurden.

Variante 0+	Spange Nord kurz, VP _{optimiert}	Spange Nord kurz mit Tunnel Rosenberg	Spange Nord lang	Anschluss Lochhof und Fluhmühlebrücke
Umsetzung ÖV-Massnahmen	mit Fluhmühlebrücke	offene Bauweise, mit Fluhmühlebrücke	mit Fluhmühlebrücke	
	ohne Fluhmühlebrücke	bergmännisch, mit Fluhmühlebrücke		
		offene Bauweise, ohne Fluhmühlebrücke		
		bergmännisch, ohne Fluhmühlebrücke		

Abbildung 5: Übersicht Varianten aus ZMB-Phase 1 für Bearbeitung ZMB-Phase 2

In der Phase 2 wurden die Varianten in einer iterativen Bearbeitung durch die Projektteams der verkehrstechnischen Machbarkeit und bautechnischen Machbarkeit weiterentwickelt, die Anschlussknoten ans bestehende Netz definiert und die Layouts der weiteren Knoten entlang der Varianten festgelegt (vgl. auch [5]).

In den nachfolgenden Kapiteln wird kurz aufgezeigt, wie die Varianten während der Bearbeitung der Phase 2 weiterentwickelt wurden.

3.2 Weiterentwicklung Varianten Tunnel Rosenberg

Bei der Weiterentwicklung der Varianten Tunnel Rosenberg wurden folgende Ansätze geprüft (vgl. auch [5]):

- Tunnel Rosenberg Tagbau
- Tunnel Rosenberg durchgehend mit Ausfahrt Friedental
- Tunnel Rosenberg durchgehend mit Ausfahrt Friedental mit Anbindung Schlossberg Nord
- Tunnel Rosenberg einstreifig
- Tunnel Rosenberg bergmännisch

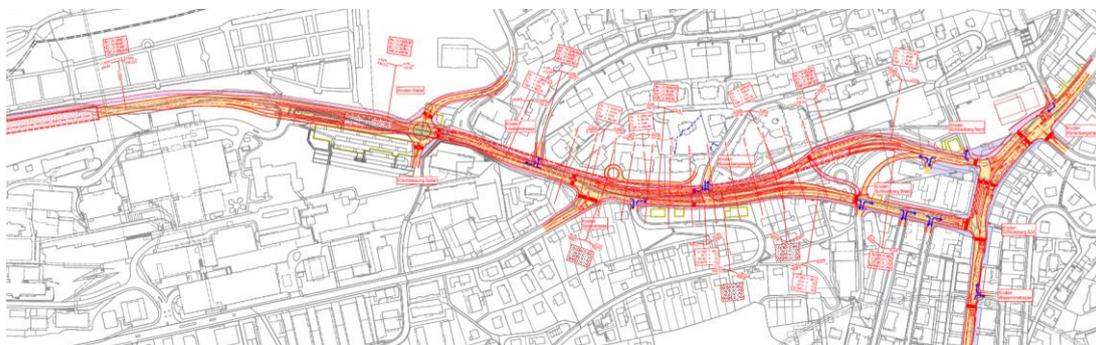


Abbildung 6: Variante Tunnel Rosenberg Tagbau (Entwurf Emch+Berger WSB AG, Stand 15.02.2019)

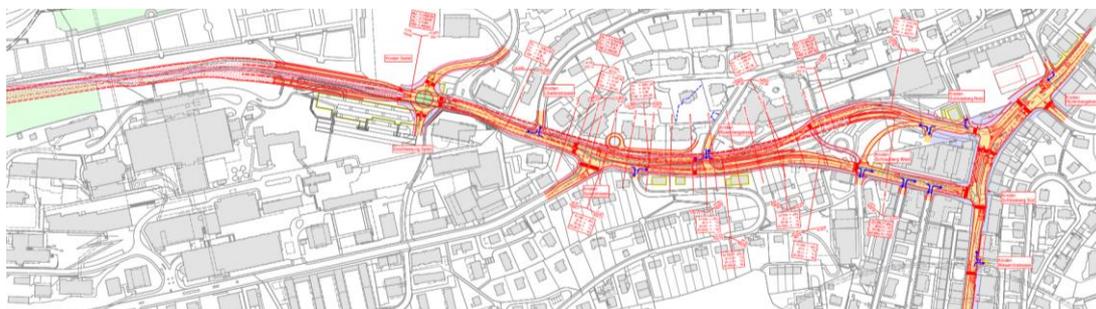


Abbildung 7: Variante Tunnel Rosenberg durchgehend mit Ausfahrt Friedentalstrasse (Entwurf Emch+Berger WSB AG, Stand 13.02.2019)



Abbildung 8: Variante Tunnel Rosenberg durchgehend mit Ausfahrt Friedentalstrasse mit Anbindung Schlossberg Nord (Entwurf Emch+Berger WSB AG, Stand 15.02.2019)

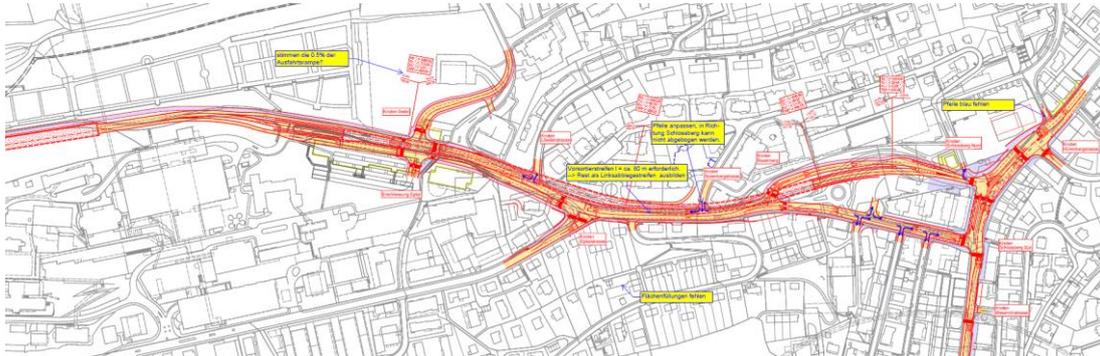


Abbildung 9: Variante Tunnel Rosenberg einstreifig (Entwurf Emch+Berger WSB AG, Stand 20.02.2019)



Abbildung 10: Variante Tunnel Rosenberg bergmännisch (Entwurf Emch+Berger WSB AG, Stand 18.02.2019)

Für die verschiedenen Varianten wurden verkehrstechnische Abklärungen der massgebenden Knoten durchgeführt. Eine kurze Zusammenstellung der Resultate und der Beurteilungen ist in Anhang 2 vorhanden. Für die weitere Projektierung wurde folgendes Fazit gezogen:

- Aufgrund der zu geringen Wirkung wurde der Tunnel Rosenberg einstreifig verworfen.
- Für die Anschlussknoten beim Schlossberg wurde kein definitiver Variantenentscheid gefällt. Die Unterschiede der Knotenauslastungen sind teilweise sehr gering und somit auf dieser Projektstufe zu klein, um eine gut abgestützte Beurteilung vornehmen zu können. Es werden verschiedenen Ansätze (Anbindung Tunnel an Knoten Süd und Nord oder nur an Knoten Nord) weiterverfolgt.
- Grundsätzlich zeigte sich bei allen untersuchten Ansätzen eines Tunnels Rosenberg, dass trotz des Tunnels Rosenberg die verbleibenden Verkehrsmengen auf der Friedentalstrasse im Abschnitt zwischen Schlossberg und Spitalstrasse weiterhin so hoch sind, dass keine massgebende Reduktion der Verkehrsfläche möglich ist.

Als möglicher Ansatz zur Reduktion des Verkehrs im Abschnitt zwischen Schlossberg und Spitalstrasse wurde ein Unterbruch der Spitalstrasse geprüft. Dafür wurde die Spitalstrasse im Verkehrsmodell an drei verschiedenen Orten unterbrochen und die Auswirkungen überprüft (vgl. Anhang 3). Es zeigte sich, dass trotz eines Unterbruchs der Spitalstrasse die Verkehrsmenge auf der Friedentalstrasse nicht auf ein Niveau sinkt, dass die Strasse den Charakter einer Quartierstrasse mit einer entsprechenden Gestaltung annehmen kann. Zudem würde ein Unterbruch der Spitalstrasse zu teilweise starkem Ausweichverkehr auf umliegende Quartierstrassen führen. Aus diesen Gründen wurde entschieden, diesen Ansatz nicht weiter zu verfolgen.

In der weiteren Projektentwicklung wurden die Varianten mit einem durchgehenden Tunnel aufgrund der baulichen Machbarkeit (Tunnellüftung) bzw. der daraus entstehenden hohen Kosten vorläufig zurückgestellt (vgl. [5]). Weitere Abklärungen für einen definitiven Entscheid würden bei der Weiterbearbeitung dieser Variante getroffen.

Von den ursprünglich fünf Ansätzen blieben somit die folgenden beiden Ansätze bestehen:

- Tunnel Rosenberg Tagbau
- Tunnel Rosenberg bergmännisch

Aufgrund der Erkenntnisse aus den Abklärungen zur bautechnischen Machbarkeit wurde entschieden, nur die Variante Tunnel Rosenberg Tagbau in der folgende Phase 3 weiter zu berücksichtigen. Die Variante mit einem bergmännischen Tunnel weist u. a. aufgrund der teilweise geringen Überdeckung (mehrere Gebäude müssten weichen) und der anspruchsvollen Geometrie im Bereich Schlossberg Nachteile auf (vgl. [5]).

Bei der weiterverfolgten Variante Tunnel Rosenberg Tagbau werden noch verschiedene Untervarianten für den Anschluss im Bereich Schlossberg berücksichtigt. Sowohl aus verkehrstechnischer als auch aus baulicher Sicht kann keine Variante definitiv ausgeschlossen werden und die Unterschiede bei der Beurteilung in der Phase 3 sind sehr gering, so dass diese momentan nicht berücksichtigt werden. Ein definitiver Variantenentscheid würde erst bei einer allfälligen Weiterbearbeitung nach der ZMB erfolgen.

3.3 Weiterentwicklung Varianten Spange Nord lang

Aufgrund der baulichen Abklärungen für einen möglichen Anschluss der Spange Nord lang im Bereich der Friedentalstrasse im Abschnitt Schlossberg bis Sedel (vgl. [5]) wurde für folgende zwei Varianten die verkehrstechnische Machbarkeit grob geprüft:

- Spange Nord lang **indirekt** mit Anschluss Verkehrshaus und Sedelstrasse
- Spange Nord lang **direkt** mit Anschluss Verkehrshaus und Friedentalstrasse nach Knoten Friedental-/Sedelstrasse (direkte Weiterführung in Tunnel Friedental)

Für beide Varianten wurden die Anforderungen für die Anschlussknoten für die weitere Projektausarbeitung festgelegt (vgl. Anhang 4).

Die verkehrstechnischen Abklärungen zeigten, dass mit der direkten Führung der Spange Nord lang zum Tunnel Friedental und somit zum Anschluss Lochhof bewirkt, dass der Anschluss Lochhof vollständig ausgelastet ist. Bei der Variante indirekt, ist diese Wirkung deutlich geringer. Die Variante indirekt weist zudem bei der Etappierbarkeit sowie bei der Spitalerschliessung Vorteile auf. Aus diesen Gründen wurde von der Projektleitung entschieden, vorläufig die **Variante indirekt** weiterzubearbeiten.

3.4 Weiterentwicklung Varianten ohne ÖV-Massnahmen

Die ÖV-Massnahmen wurden für den Zustand des Gesamtsystem Bypass Luzern, das heisst mit der kompletten Spange Nord ausgearbeitet. Die damit verbundenen Verkehrsverlagerungen können nur unter Inkaufnahme von deutlichen Reisezeitverlängerungen für den MIV im Netz verarbeitet werden.

Die ersten Abklärungen der verkehrstechnischen Machbarkeit zeigten, dass die Verkehrsverlagerungen durch die ÖV-Massnahmen je nach Variante und den entsprechenden Veränderungen gegenüber dem ursprünglichen Gesamtsystem Bypass Luzern zu hohen Überlastungen an gewissen Knoten, insbesondere beim Kreisel Kreuzstutz, führen. Aus der ZMB-Phase 1 ist zudem bekannt, dass die ÖV-Massnahmen je nach Variante zu teilweise grossen Reisezeitverlängerungen führen. Basierend auf diesen beiden Erkenntnissen, stellte sich die grundsätzliche Frage, ob die ÖV-Massnahmen tatsächlich bei allen Varianten als Variantenbestandteil berücksichtigt werden sollten.

Während der Bearbeitung der ZMB-Phase 2 wurde deshalb durch die Projektleitung entschieden, dass die Variante Anschluss Lochhof mit Fluhmühlebrücke und die Variante Tunnel Rosenberg für den Zustand ohne ÖV-Massnahmen berechnet werden.

Zur Vergleichbarkeit, insbesondere in der Phase 3, wurde auch die Variante VP_{optimiert} mit Fluhmühlebrücke ohne ÖV-Massnahmen berechnet.

Bei der Variante Spange Nord lang wurden die ÖV-Massnahmen jedoch berücksichtigt, da mit dem neuen Tunnel eine Verkehrsentlastung im Zentrum erzeugt werden soll, welche insbesondere zur Umsetzung der ÖV-Massnahmen genutzt werden soll.

4 Detailprüfung verkehrstechnische Machbarkeit

4.1 Varianten für die Detailprüfung

Basierend auf den Resultaten der ZMB-Phase 1 sowie den Erkenntnissen aus den ersten verkehrstechnischen und baulichen Abklärungen in der Phase 2 wurde die Detailprüfung der verkehrstechnischen Machbarkeit schlussendlich für folgende Varianten durchgeführt:

- Referenzzustand
- Referenzzustand mit zusätzlichen Massnahmen («Variante Basisausbau»)
- Variante 0+ (Umsetzung ÖV-Massnahmen)
- Spange Nord kurz mit Anschluss an Schlossberg, VP_{optimiert} mit Fluhmühlebrücke (inkl. ÖV-Massnahmen)
- Spange Nord kurz mit Anschluss an Schlossberg, VP_{optimiert} ohne Fluhmühlebrücke (inkl. ÖV-Massnahmen)
- Spange Nord kurz mit Anschluss an Schlossberg, VP_{optimiert} mit Fluhmühlebrücke ohne ÖV-Massnahmen
- Spange Nord kurz mit Anschluss an Schlossberg, mit Tunnel Rosenberg Tagbau ohne ÖV-Massnahmen
- Variante Spange Nord lang
- Variante Anschluss Lochhof und Fluhmühlebrücke ohne ÖV-Massnahmen²

Zu berücksichtigen ist, dass in einem ersten Schritt nur die Spange Nord kurz mit Anschluss an Schlossberg, VP_{optimiert} ohne Fluhmühlebrücke berechnet wurde. Die Unterschiede zwischen der Variante mit und ohne Fluhmühlebrücke können grob auch auf die weiteren Varianten übertragen werden und entsprechend bei den Beurteilungen in der ZMB-Phase 3 berücksichtigt werden. Falls sich bei der Bearbeitung der Phase 3 zeigen sollte, dass das Weglassen der Fluhmühlebrücke zweckmässig ist, werden allenfalls noch detaillierte Berechnungen für weitere Massnahmen durchgeführt

Die Resultate der Prüfung der verkehrstechnischen Machbarkeit sind in den folgenden Kapiteln 4.2 bis 4.10 zusammengestellt. Die zugehörigen Verkehrsgrundlagen sind in Anhang 5 angefügt. Die Leistungsfähigkeitsberechnungen der Knoten je Variante sind in der Beilage zusammengestellt.

² Die Berechnungen für die Variante Anschluss Lochhof und Fluhmühlebrücke (inkl. ÖV-Massnahmen) liegen zusätzlich vor, da der Entscheid für das Weglassen der ÖV-Massnahme erst während der Bearbeitung der Phase 2 erfolgte. Diese Berechnungen sind zur Vollständigkeit im Anhang angefügt.

4.2 Referenzzustand

4.2.1 Allgemeines

Im **Referenzzustand** 2040, welcher den Bypass Luzern und die Ausbauten auf der Autobahn beinhaltet, ergeben sich gegenüber dem heutigen Zustand teilweise grössere Veränderungen der Verkehrsbelastungen. Durch die Verlagerung von Verkehr auf den Bypass ergibt sich zusätzliche Kapazität auf der Stadtautobahn, welche wiederum zu einer Verlagerung von Verkehr aus der Stadt auf die Stadtautobahn führt. Dadurch ergeben sich auf gewissen innerstädtischen Strecken freie Kapazitäten, welche dann wiederum zu einer Veränderung der Verkehrsströme im städtischen Netz führen. Unter anderem werden für den Bereich Baselstrasse und Hirschengraben oder für die Spitalstrasse Verkehrszunahmen prognostiziert. Damit der Nutzen des Bypasses und der Stadtautobahn zum Tragen kommt, muss auch das untergeordnete Netz die veränderten Verkehrsströme verarbeiten können. Überlastungen an den Anschlussknoten führen dazu, dass die neue Infrastruktur nicht vollständig genutzt werden kann.

Nachfolgend sind die Resultate der Leistungsprüfung für die Autobahnanschlussknoten sowie massgebende Knoten im weiteren Netz aufgezeigt.

4.2.2 Autobahnanschlussknoten

Im **Referenzzustand** ergeben sich aufgrund der prognostizierten Verkehrszunahmen gegenüber dem Ist-Zustand sehr hohe Verkehrsbelastungen an den bestehenden Autobahnanschlüssen Emmen-Süd, Luzern Zentrum und Kriens. Die nachfolgende Tabelle zeigt die prognostizierten Verkehrsmengen sowie die damit vorhandenen Verkehrsqualitätsstufen bzw. Knoten-Auslastungen in der Abendspitzenstunde an den massgebenden Knoten der Anschlüsse (Lage der Knoten siehe Anhang 1, Übersicht Leistungsfähigkeitsberechnung aller Autobahnanschlussknoten siehe Anhang 6).

Knoten-Nr. ³	Knoten	Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	VQS	Auslastung
22	Emmen Süd Sedel West	3'227	D	80 %
30	Geissmattbrücke Süd	2'222	E	94 % ⁴
31	Basel-/Gütschstr.	2'553	F	101 % ⁴
32	Kasernenplatz	3'102	B	93 % ⁴
42	Grosshof 1	2'911	E	93 %
45	Grosshof 2	2'026	E	96 % ⁵

Tabelle 1: Verkehrsmengen und Beurteilung Leistungsfähigkeit Autobahnanschlüsse Referenzzustand

³ Vgl. Übersicht in Anhang 1

⁴ Aufgrund der hohen Auslastungen der Einzelknoten und der geringen Abstände zwischen den Knoten besteht die Gefahr, dass sich Ströme gegenseitig behindern und das gesamte Knotensystem überstaut wird. Es ist eine Koordination der Knoten erforderlich, welche die tatsächliche Leistungsfähigkeit der Einzelknoten reduziert (Koordinationsverlust). Eine solcher Koordinationsabzug ist in der vorliegenden Leistungsberechnung noch nicht enthalten, kann aber erfahrungsgemäss bis zu 5 – 10% der Leistungsfähigkeit ausmachen. Detaillierte Aussagen sind aber erst in späteren Projektstufen möglich. Das Gesamtsystem wird aus diesem Grund als nicht leistungsfähig beurteilt, obwohl die maximale Knotenauslastung mit 101 % noch in einem Bereich liegt, welcher an anderen Einzelknoten akzeptiert wird (< 105%).

⁵ Es wird davon ausgegangen, dass der Knoten aufgrund der bereits geplanten Massnahmen für die Beurteilung der Funktionalität der Autobahnanschlüsse nicht zu berücksichtigen ist.

Am Autobahnanschluss **Emmen-Süd** können die hohen Verkehrsmengen des Referenzzustandes mit den geplanten Knotenausbauten verarbeitet werden. Am massgebenden Knoten (Knoten 22) wird in der Abendspitze eine Verkehrsqualitätsstufe D erreicht.

Die Knoten im Bereich des Autobahnanschlusses **Luzern Zentrum** sind sehr stark ausgelastet bzw. überlastet (Knoten 30, 31 und 32). Dies führt zu Rückstausituationen, welche einerseits Behinderungen für den MIV ergeben und andererseits zu Verlustzeiten für die Busse führen, da diese in den Zufahrtbereichen im Stau stehen. Zudem können die heute bestehenden ÖV-Bevorzugungen in den Spitzenzeiten nur noch teilweise umgesetzt werden, um Überstauungssituationen des gesamten Knotensystems sowie Rückstausituationen auf die Autobahn zu verhindern. Das Knotensystem Anschluss Zentrum wird als nicht leistungsfähig beurteilt.⁴

Es zeigt sich zudem, dass im Referenzzustand in der Autobahneinfahrt beim Anschluss Zentrum nicht der gesamte Verkehr verarbeitet werden kann. In der Einfahrt findet eine Verflechtung des Verkehrs vom Hirschengraben und von der Rampe von der Geissmattbrücke statt, bei welcher es mit den hohen Verkehrsmengen des Referenzzustandes zu einer Überlastung kommt (vgl. Abbildung 11)⁶. Im Verflechtungsbereich entsteht ein Rückstau, welcher teilweise Auswirkungen auf das untergeordnete Netz hat.

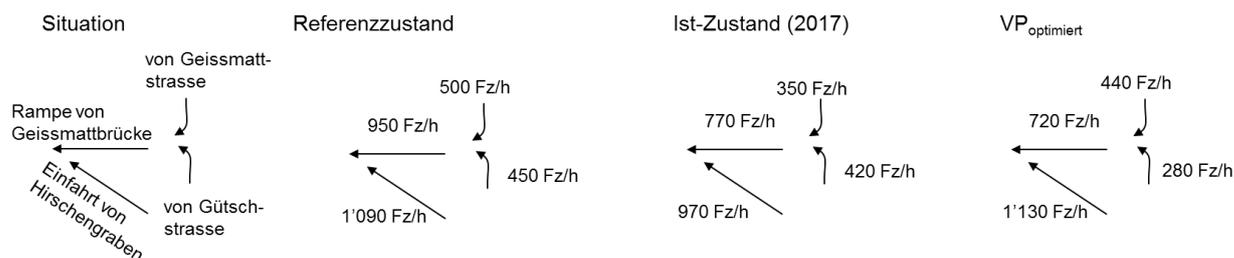


Abbildung 11: Verkehrsmengen Verflechtung in der Einfahrt beim Anschluss Zentrum Referenzzustand, Ist-Zustand und Zustand VP_{optimiert}

Im Bereich des Autobahnanschlusses **Kriens** sind die beiden Knoten Grosshof 1 (Luzerner-/Eichwilstrasse) und Grosshof 2 (Arsenal-/Eichwilstrasse) am stärksten ausgelastet. Beim Knoten Grosshof 1 kann in der Abendspitze Aufgrund der Gefahr von Rückstau auf die Autobahn die ÖV-Bevorzugung auf der Luzernerstrasse nur noch teilweise umgesetzt werden. Da in diesem Abschnitt keine Busspuren vorhanden sind, entstehen für die Busse entsprechende Verlustzeiten. Der Knoten Grosshof 2 ist in der Abendspitze vollständig ausgelastet und es ergeben sich entsprechende Auswirkungen für den ÖV. Jedoch weist diese Achse für den ÖV eine etwas geringere Bedeutung auf und es sind bereits Massnahmen zur Optimierung angedacht, so dass der Knoten für die Funktionalität des Autobahnanschlusses nicht berücksichtigt wird.

⁶ Grundsätzlich wird von einer Fahrstreifensättigung von 1'800 PWE/h ausgegangen. In hochbelasteten Abschnitten kann diese Sättigung noch weiter ansteigen, wobei eine grosse Störungsanfälligkeit vorliegt. Verkehrsmengen grösser 2'000 PWE/h können jedoch nicht verarbeitet werden.

4.2.3 Weitere massgebende Knoten im Bearbeitungsperimeter

Die Prüfung der verkehrstechnischen Machbarkeit zeigt auf, dass im Referenzzustand entlang der Baselstrasse sehr grosse Verkehrsmengen vorhanden sind. Als Vergleich zeigt die folgende Tabelle die Verkehrsmengen im Ist-Zustand und im Zustand der Variante VP_{optimiert}.

Kn.-Nr.	Knoten	Ist-Zustand	VP _{opt.}	Referenzzustand		
		Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	VQS	Auslastung
33	Kreisel Kreuzstutz	2'266	2'116	2'620	F	111 %

Tabelle 2: Verkehrsmengen und Beurteilung Leistungsfähigkeit Kreisel Kreuzstutz Referenzzustand

Die Verkehrszunahmen führen zu einer stark ungenügenden Leistungsfähigkeit des **Kreisels Kreuzstutz** mit hohen Verlustzeiten für den MIV und den ÖV, welcher auf den Zufahrten nur sehr gering bevorzugt werden kann. Zudem ergeben sich im Abschnitt vom Kreisel Kreuzstutz bis zum Kasernenplatz Verlustzeiten für die Busse aufgrund der hohen Verkehrsmengen auf der Strecke (Behinderungen von abbiegenden Fahrzeugen, Fussgängerquerungen etc.).

Mit den prognostizierten Verkehrszunahmen ergeben sich ohne Ausbaumassnahmen auch entlang der **Friedentalstrasse bis zum Knotensystem Schlossberg** hohe Auslastungen bzw. Überlastungen (vgl. folgende Tabelle).

Kn.-Nr.	Knoten	Ist-Zustand	VP _{opt.}	Referenzzustand		
		Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	VQS	Auslastung
2	Schlossberg Nord	1'981	2'383	2'095	D	89 %
3	Schlossberg Süd	1'458	2'063	1'405	- ⁷	- ⁷
4	Kreisel Rosenberg	1'747	2'868	1'894	C	85 %
5	Spital-/ Friedentalstrasse	2'145	3'419	2'294	F	- ⁸
6	Sedel-/Friedentalstrasse	1'469	2'783	1'839	B	60 %

Tabelle 3: Verkehrsmengen und Beurteilung Leistungsfähigkeit Knoten Friedentalstrasse und Schlossberg Referenzzustand mit bestehender Infrastruktur

Ohne Massnahmen am Knoten Spital-/Friedentalstrasse ergeben sich entlang der Friedental- und der Spitalstrasse sehr grosse Verkehrsbehinderungen (inkl. Verlustzeiten für die Busse).

Am Knotensystem Schlossberg / Rosenberg sind die Auslastungen hoch. Zusätzlich nimmt die Leistungsfähigkeit aufgrund der erforderlichen Koordination der LSA ab. Um einen geordneten Busbetrieb sicherstellen zu können, sind auch an diesen Knoten Massnahmen erforderlich.

⁷ Keine Berechnung, Abnahme gegenüber Ist-Zustand

⁸ Überlastung zu gross, keine zweckmässige Aussage über Auslastung möglich

4.2.4 Fazit

Die Prüfung der verkehrstechnischen Machbarkeit des **Referenzzustandes** zeigt, dass die Funktionalität des Autobahnanschlussknotens Luzern Zentrum nicht gegeben ist (Überlastung Knoten Basel-/Gütschstrasse). Zudem kann in der Autobahneinfahrt Luzern Zentrum nicht der gesamte Verkehr verarbeitet werden. Mit anderen Worten stellt also der Referenzzustand keine eigenständige Lösung oder Rückfallebene dar, falls sich keine andere Variante als zweckmässig erweisen würde.

Da auch die Variante 0+ keine funktionsfähige Lösung darstellt (vgl. Kapitel 4.4), wurde entschieden, die Variante **Basisausbau** zu erarbeiten. Diese Variante basiert auf dem Referenzzustand und beinhaltet punktuelle Massnahmen, um ein funktionsfähigen Zustand herzustellen, welcher in der ZMB-Phase 3 als Vergleichszustand dienen kann (vgl. folgendes Kapitel).

4.3 Referenzzustand mit Basisausbau

4.3.1 Allgemeines

Die Variante **Basisausbau** basiert auf dem **Referenzzustand** und beinhaltet Massnahmen, mit welchen die Funktionalität des Verkehrsnetzes hergestellt wird. Sie umfasst Massnahmen in den folgenden Bereichen:

- Autobahnanschluss Luzern Zentrum (Anschlussknoten und Einfahrt)
- Knoten Kreuzstutz
- Knotensystem Schlossberg/Rosenberg und Friedentalstrasse

In Anhang 7 sind die untersuchten Ansätze und die dazugehörigen verkehrstechnischen Abklärungen für die einzelnen Bereiche aufgezeigt. Basierend darauf wurden folgende Massnahmen für den Basisausbau festgelegt und die bauliche Machbarkeit geprüft.

- Der Linksabbieger von der Baselstrasse in die Gütschstrasse wird aufgehoben, stattdessen werden diese Fahrzeuge bis zum Kasernenplatz geführt und es wird ein neuer Linksabbieger erstellt, welcher entweder in die Autobahneinfahrt oder zur Rampe Richtung Geissmattstrasse führt. Der Linksabbieger in die Gibraltarstrasse wird aufgehoben. Die bestehende Busspur in der Baselstrasse stadteinwärts wird aufgehoben und die Busbevorzugung erfolgt am Knoten Basel-/Gütschstrasse über den MIV-Rechtsabbiegefahrstreifen.
- Die Autobahneinfahrt vom Hirschengraben wird soweit wie möglich zweistreifig geführt, so dass eine Rampenbewirtschaftung möglich ist. Beim Kasernenplatz kann zusätzlich auch auf dem rechten Fahrstreifen geradeaus Richtung Autobahn gefahren werden.
- Der Knoten Kreuzstutz wird zu einem LSA-Knoten ausgebaut.
- Ausbau Knotensystem Schlossberg/Rosenberg: Es werden beide Ansätze Einbahnsystem Schlossberg – Rosenberg analog $VP_{\text{optimiert}}$ und teilweises Einbahnsystem basierend auf dem Vorprojekt 2009 [7] weiterverfolgt.
- Ausbau Knoten Spital-/Friedentalstrasse: LSA-gesteuert, gegenüber dem $VP_{\text{optimiert}}$ wird die westliche Zufahrt auf einen Fahrstreifen reduziert (kombiniert geradeaus/rechts).

Zu berücksichtigen gilt, dass die Massnahmen des Basisausbaus unabhängig vom Bypass Luzern sind. Das heisst, die Massnahmen sind auch ohne die Umsetzung des Bypasses erforderlich, um ein funktionsfähiges Verkehrsnetz mit einem stabilen Busbetrieb sicherstellen zu können (vgl. Anhang 8).

4.3.2 Autobahnanschlussknoten

Mit den oben aufgezeigten Massnahmen ergeben sich beim **Basisausbau** gegenüber dem **Referenzzustand** nur Veränderungen beim Autobahnanschluss Luzern Zentrum. Die Leistungsfähigkeitsüberprüfung der massgebenden Autobahnanschlussknoten ergibt folgende Kennwerte (Übersicht Leistungsfähigkeitsberechnung aller Autobahnanschlussknoten siehe Anhang 6).

Knoten-Nr. ⁹	Knoten	Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	VQS	Auslastung
22	Emmen Süd Sedel West	3'227	D	80 %
30	Geissmattbrücke Süd	2'098	D	76 %
31	Basel-/Gütschstr.	2'494	D	94 %
32	Kasernenplatz	3'450	D	92 %
42	Grosshof 1	2'911	E	93 %
45	Grosshof 2	2'026	E	96 % ¹⁰

Tabelle 4: Verkehrsmengen und Beurteilung Leistungsfähigkeit Autobahnanschlüsse Referenzzustand mit Basisausbau

Am Autobahnanschluss **Emmen-Süd** können die hohen Verkehrsmengen des Referenzzustandes mit den geplanten Knotenausbauten verarbeitet werden. Am massgebenden Knoten (Knoten 22) wird in der Abendspitze eine Verkehrsqualitätsstufe D erreicht.

Mit den Massnahmen des Basisausbaus im Bereich des Anschlusses **Luzern Zentrum** ergeben sich ausgeglichene Knotenauslastungen und die Gesamtleistungsfähigkeit des Knotensystems verbessert sich, so dass die Funktionalität sichergestellt ist.

Der Knoten Kasernenplatz wird aufgrund des zusätzlichen Linksabbiegers jedoch grösser, was für die Verkehrssicherheit sowie für die Fussgängerführung negative Auswirkungen hat. Zudem ist das Linksabbiegen von der Baselstrasse in die Gibraltarstrasse nicht mehr möglich. Für diese Beziehung (sehr kleine Verkehrsmenge) ergeben sich grössere Umwegfahrten.

Mit einer Rampenbewirtschaftung in der Einfahrt Zentrum und der Schaffung von Stauraum im Bereich der Einfahrt (2 Fahrstreifen mit ca. 200 m ergibt Stauraum für ca. 45 Fahrzeuge) kann die Situation der überlasteten Einfahrt leicht entschärft werden. Es bleibt jedoch ein Leistungsdefizit bestehen, welches teilweise Auswirkungen auf das untergeordnete Verkehrsnetz hat.

Durch den **Basisausbau** ergeben sich im Bereich des Autobahnanschlusses **Kriens** keine Veränderungen gegenüber dem Referenzzustand. Die beiden Knoten Grosshof 1 (Luzerner-/Eichwilstrasse) und Grosshof 2 (Arsenal-/Eichwilstrasse) sind sehr stark ausgelastet. Beim Knoten Grosshof 1 kann in der Abendspitze Aufgrund der Gefahr von Rückstau auf die Autobahn die ÖV-Bevorzugung auf der Luzernerstrasse nur noch teilweise umgesetzt werden. Da in diesem Abschnitt keine Busspuren vorhanden sind, entstehen für die Busse entsprechende Verlustzeiten. Der Knoten Grosshof 2 ist in der Abendspitze vollständig ausgelastet und es ergeben sich entsprechende Auswirkungen für den ÖV. Jedoch weist diese Achse für den ÖV eine etwas geringere Bedeutung auf und es sind bereits Massnahmen zur Optimierung angedacht, so dass Auswirkungen auf die Autobahn vermieden werden können und der Knoten für die Funktionalität des Autobahnanschlusses nicht zu berücksichtigen ist.

⁹ Vgl. Übersicht in Anhang 1

¹⁰ Es wird davon ausgegangen, dass der Knoten aufgrund der bereits geplanten Massnahmen für die Beurteilung der Funktionalität der Autobahnanschlüsse nicht zu berücksichtigen ist.

4.3.3 Weitere massgebende Knoten im Bearbeitungsperimeter

Mit dem Umbau zu einem LSA-Knoten mit den entsprechenden Ausbaumassnahmen in den Zufahrten kann beim **Knoten Kreuzstutz** die gesamte Verkehrsmenge verarbeitet werden, jedoch ist der Knoten vollständig ausgelastet und die Stauräume in der Spitalstrasse sind nicht genügend lang. Mit der zusätzlichen Busspur in der Spitalstrasse können Behinderungen der Busse aber vermieden bzw. reduziert werden.

Kn.-Nr.	Knoten	Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	VQS	Auslastung
33	LSA Kreuzstutz	2'620	F	98 %

Tabelle 5: Beurteilung Leistungsfähigkeit LSA Kreuzstutz Referenzzustand mit Basisausbau

Zu berücksichtigen ist, dass mit dem Ausbau des Knotens Kreuzstutz geschützte Gebäude im unmittelbaren Umfeld des Knotens tangiert werden.

Die Knoten im Bereich **Schlossberg/Rosenberg** sowie der Knoten **Spital-/Friedentalstrasse** werden ausgebaut. Mit den vorgesehenen Ausbaumassnahmen ergeben sich folgende Knotenbeurteilungen.

Kn.-Nr.	Knoten	Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	VQS	Auslastung
2	Schlossberg Nord ¹¹	2'095	B	72%
3	Schlossberg Süd	1'740	.. ¹²	.. ¹²
4	Kreisel Rosenberg	2'236	A	58 %
5	Spital-/ Friedentalstrasse	2'294	C	75 %
6	Sedel-/Friedentalstrasse	1'839	B	60 %

Tabelle 6: Beurteilung Leistungsfähigkeit Knoten Friedentalstrasse und Schlossberg Referenzzustand mit Basisausbau

4.3.4 Fazit

Mit den Massnahmen des **Basisausbaus** kann die Funktionalität des untergeordneten Verkehrsnetzes für den Referenzzustand gewährleistet werden. Die Einfahrt Luzern Zentrum bleibt weiterhin überlastet, wobei die Situation mit den vorgesehenen Massnahmen (Rampenbewirtschaftung, Erstellung Stauraum) verbessert werden kann. Der Knoten Kreuzstutz bleibt trotz des Ausbaus und der LSA-Steuerung vollständig ausgelastet. Insgesamt ist das Verkehrsnetz im Bereich Anschluss Luzern Zentrum bis Knoten Kreuzstutz vollständig ausgelastet. Zusätzlicher Verkehr kann nicht verarbeitet werden, so dass die Umsetzung der öV-Massnahmen mit dem Basisausbau nicht möglich ist (vgl. Anhang 9).

Entlang der Friedentalstrasse bis zum Schlossberg kann mit den Ausbaumassnahmen eine deutliche Verbesserung erreicht werden, welche insbesondere den Busbetrieb stärkt.

¹¹ Für LF-Berechnung wurde Zustand Teileinbahnsystem nach VP 2009 berücksichtigt.

¹² Keine Berechnung, Referenzzustand weist Abnahme gegenüber Ist-Zustand auf (vgl. Kapitel4.2.3)

4.4 Variante 0+ (Umsetzung ÖV-Massnahmen)

4.4.1 Allgemeines

Für die **Variante 0+** wurden die Kapazitätsreduktionen im MIV durch die Umwandlung von MIV-Fahrbahnen in Busspuren entlang der öV-Achse von Kriens Kupferhammer bis Luzernerhof gem. dem Vorprojekt Spange Nord [3] berücksichtigt. Die Kapazitätsreduktion führt zu Verkehrsumlagerungen auf alternative Achsen – einerseits auf die Autobahnen und entsprechend zu den Autobahnanschlussknoten, aber andererseits auch auf die Baselsestrasse, die Spitalstrasse, die Friedentalstrasse, auf den Hirschengraben und auf Quartierstrassen (vgl. nachfolgende Abbildung).

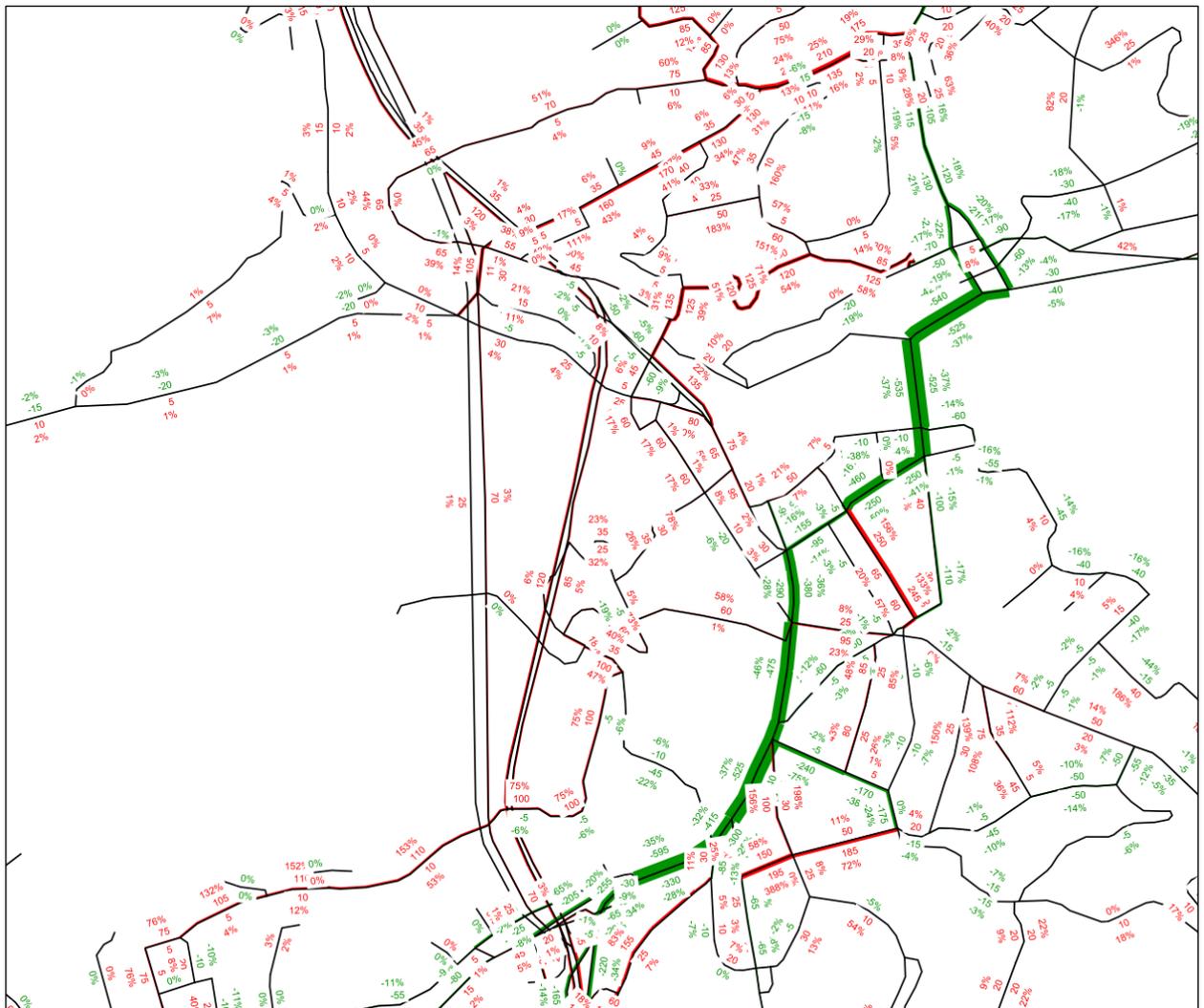


Abbildung 12: Verlagerungen in der ASP 2040 [Fz/h] durch Variante 0+ im Vergleich zum Referenzzustand

4.4.2 Autobahnanschlussknoten

Die Leistungsfähigkeitsüberprüfung der massgebenden Autobahnanschlussknoten ergibt folgende Kennwerte (Übersicht Leistungsfähigkeitsberechnung aller Autobahnanschlussknoten siehe Anhang 6).

Knoten-Nr. ¹³	Knoten	Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	VQS	Auslastung
22	Emmen Süd Sedel West	3'367	D	81 %
30	Geissmattbrücke Süd	2'396	F	100 %
31	Basel-/Gütschstr.	2'664	F	108 %
42	Grosshof 1	2'854	E	94 %
45	Grosshof 2	2'259	F	115 % ¹⁴

Tabelle 7: Verkehrsmengen und Beurteilung Leistungsfähigkeit Autobahnanschlüsse Variante 0+

Durch die Verkehrsverlagerungen ergeben sich an den drei Autobahnanschlüssen Emmen-Süd, Luzern Zentrum und Kriens gegenüber dem Referenzzustand Verkehrszunahmen.

Die bereits bestehenden Überlastungen beim Anschlussknoten **Luzern Zentrum** verschärfen sich durch die Verkehrszunahmen nochmals deutlich. Somit nehmen die Rückstausituationen und die Behinderungen des Busbetriebes stark zu und ein Rückstau bis auf die Autobahn ist schwer zu verhindern. Zudem besteht die Gefahr, dass das gesamte Knotensystem im Bereich des Anschlusses überstaut und somit der Verkehrsfluss über längere Zeit zum Erliegen kommt.

Beim Anschluss **Emmen-Süd** können die Verkehrsmengen weiterhin verarbeitet werden.

Beim Anschluss **Kriens** ergeben sich durch die reduzierte Leistungsfähigkeit für den MIV entlang der ÖV-Achse Verkehrsverlagerungen, welche zu einer Überlastung am Knoten Grosshof 2 führen. Für den Knoten sind jedoch bereits Massnahmen zur Optimierung angedacht, welche die Auswirkungen insbesondere für den ÖV reduzieren und Auswirkungen auf die Autobahn minimieren, so dass der Knoten für die Funktionalität des Autobahnanschlusses nicht zu berücksichtigen ist. Für den MIV werden sich jedoch Wartezeiten ergeben. Die im Referenzzustand bestehende hohe Auslastung am Knoten Grosshof 1 bleibt bestehen, so dass die ÖV-Bevorzugung auf dieser wichtigen ÖV-Achse nur teilweise aufrechterhalten werden kann.

4.4.3 Weitere massgebende Knoten im Bearbeitungsperimeter

Entlang der ÖV-Achse **Obergrundstrasse – Pilatusstrasse – Seebrücke – Schweizerhofquai – Zürichstrasse** ergeben sich mit den Leistungsreduktionen durch die Spurreduktionen für den MIV die gewünschten Reduktionen der Verkehrsbelastungen. Jedoch fallen diese ohne gleichzeitige Umsetzung der Spange Nord gegenüber der ursprünglich angestrebten Wirkung etwas tiefer aus. Beim Knoten Eichhof führt dies dazu, dass die

¹³ Vgl. Übersicht in Anhang 1

¹⁴ Es wird davon ausgegangen, dass der Knoten aufgrund der bereits geplanten Massnahmen für die Beurteilung der Funktionalität der Autobahnanschlüsse nicht zu berücksichtigen ist.

Knotenleistungsfähigkeit kritisch wird und die ÖV-Bevorzugung nicht in vollem Umfang umgesetzt werden kann.

Durch die Verkehrsverlagerung durch die ÖV-Massnahmen ergeben sich entlang der Spitalstrasse sowie der Baselstrasse grosse Verkehrszunahmen. Als Vergleich zeigt die folgende Tabelle die Verkehrsmengen am **Kreisel Kreuzstutz** im Ist-Zustand und im Zustand der Variante **VP_{optimiert}**. Durch die höheren Verkehrsmengen ergibt sich eine sehr grosse Überlastung (vgl. folgende Tabelle). Es entstehen lange Rückstaus und damit verbunden grosse Verlustzeiten für die Busse, da die Busbevorzugung in diesem Bereich nur sehr gering möglich ist.

Kn.-Nr.	Knoten	Ist-Zustand	VP _{opt.}	Variante 0+		
		Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	VQS	Auslastung
33	Kreisel Kreuzstutz	2'266	2'116	2'733	F	124 %

Tabelle 8: Verkehrsmengen und Beurteilung Leistungsfähigkeit Kreisel Kreuzstutz Variante 0+

Durch die ÖV-Massnahmen ergeben sich Verlagerungen des Verkehrs auf die **Achse Friedentalstrasse bis zum Schlossberg**, der Verkehr Richtung Zürichstrasse nimmt dagegen ab. Die Knoten entlang der Friedentalstrasse bis zum Schlossberg weisen folgende Verkehrsmengen und Verkehrsqualitätsstufen auf.

Kn.-Nr.	Knoten	Ist-Zustand	VP _{opt.}	Variante 0+		
		Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	VQS	Auslastung
2	Schlossberg Nord	1'981	2'383	1'996	D	86 %
3	Schlossberg Süd	1'458	2'063	1'249	¹⁵	¹⁵
4	Kreisel Rosenberg	1'747	2'868	2'232	F	102 %
5	Spital-/ Friedentalstrasse	2'145	3'419	2'675	F	¹⁶
6	Sedel-/Friedentalstrasse	1'469	2'783	2'142	C	78 %

Tabelle 9: Verkehrsmengen und Beurteilung Leistungsfähigkeit Knoten Friedentalstrasse und Schlossberg Variante 0+ mit bestehender Infrastruktur

Die Überlastung am Knoten Spital-/Friedentalstrasse verschärft sich bei der **Variante 0+** durch die Verkehrsverlagerungen auf die Friedentalstrasse und die Spitalstrasse gegenüber dem Referenzzustand deutlich. Zudem entsteht eine Überlastung beim Kreisel Rosenberg. Um eine funktionierende Verkehrsinfrastruktur und insbesondere den Busbetrieb sicherstellen zu können, ist ein Ausbau der kompletten Achse erforderlich.

¹⁵ Keine Berechnung, Abnahme gegenüber Ist-Zustand

¹⁶ Überlastung zu gross, keine zweckmässige Aussage über Auslastung möglich

4.4.4 Sensitivitätsprüfung Variante 0+

Für die ZMB-Phasen 2 und 3 wurde festgelegt, dass für alle Varianten mit einer einheitlichen Verkehrsnachfrage gerechnet werden soll. Als ZMB-Nachfrage wurde die Nachfrage des Referenzzustandes festgelegt. Für die **Variante 0+** wird somit die Nachfrage leicht überschätzt, da die reduzierte Leistungsfähigkeit im Netz in der Realität zu einer leichten Reduktion der Nachfrage führen wird. Zur Prüfung der Stabilität der oben beschriebenen Resultate wurden für die Variante 0+ zusätzlich Auswertungen mit der reduzierten Nachfrage durchgeführt.

Es zeigt sich, dass die Belastungen auf den überlasteten Abschnitten im Bereich Anschluss Zentrum, Baselstrasse und Friedentalstrasse gegenüber der Variante 0+ mit der Nachfrage aus dem **Referenzzustand** (vgl. Kapitel 4.4.3) um ca. 5 bis 8 % tiefer liegen. Die nachfolgende Tabelle liefert einen Überblick zu den veränderten Knotenauslastungen bei den Autobahnanschlussknoten.

Knoten-Nr. ¹⁷	Knoten	Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	VQS	Auslastung
22	Emmen Süd Sedel West	3'337	D	81 %
30	Geissmattbrücke Süd	2'259	F	102 %
31	Basel-/Gütschstr.	2'516	E	91 %
42	Grosshof 1	2'907	E	95 %
45	Grosshof 2	2'211	F	114 %

Tabelle 10: Verkehrsmengen und Beurteilung Leistungsfähigkeit Autobahnanschlüsse Variante 0+ (reduzierte Nachfrage)

Die Überlastungssituation beim Anschluss **Luzern Zentrum** ist mit den tieferen Belastungen geringer, es bleibt jedoch die Verkehrsqualitätsstufe F bestehen (durch veränderte Belastung anderer Knoten massgebend). Die Belastungen beim Anschluss Kriens verändern sich kaum, so dass die Überlastungssituation gleichbleibt.

Die Knotenbelastung beim **Kreisel Kreuzstutz** reduziert sich leicht (2'640 statt 2'733 PWE/h). Die Verkehrsmenge auf dem massgebenden Strom bleibt jedoch unverändert, so dass die Auslastung bei 124 % bleibt.

Die Entlastung entlang der **Friedentalstrasse** entschärft die Problematik der überlasteten Knoten im Bereich Schlossberg und Friedental-/Spitalstrasse kaum (vgl. nachfolgende Tabelle, beispielhaft Kreisel Rosenberg und Knoten Spital-/Friedentalstrasse).

¹⁷ Vgl. Übersicht in Anhang 1

Knoten-Nr.	Knoten	Ist-Zustand	Variante 0+	Variante 0+ (reduzierte Nachfrage)
		Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	Verkehrsmenge ASP [PWE/h]
4	Kreisel Rosenberg	1'747	2'232	2'069
5	Spital-/ Friedentalstrasse	2'145	2'675	2'511

Tabelle 11: Vergleich Verkehrsmengen Variant 0+ (2040, reduzierte Nachfrage) am Knoten Rosenberg und Spital-/Friedentalstrasse mit Ist-Zustand und Variante 0+

Insgesamt ergeben sich mit der tieferen Nachfrage auch spürbare Belastungsreduktionen an den massgebenden Knoten im betrachteten Netz. Diese Abnahmen würden zwar die Überlastungssituationen teilweise leicht entschärfen, führen aber nicht zu akzeptablen Verkehrsqualitätsstufen. Die negativen Auswirkungen für den MIV auf dem untergeordneten Netz und für den ÖV-Betrieb (Zunahme Verlustzeiten) bleiben bestehen.

4.4.5 Fazit

Die Auswertung der **Variante 0+** zeigt auf, dass diese Variante nicht dazu beiträgt, die Problematik der ungenügenden Funktionalität des Verkehrsnetzes im Bereich Anschluss Luzern Zentrum aus dem Referenzzustand zu beheben. Durch die Verkehrsverlagerung verschlechtert sich die Verkehrsqualität am bereits kritischen Autobahnanschlussknoten Luzern Zentrum.

Die Verkehrsverlagerungen auf dem Kantons- und Gemeindestrassennetz als Folge der ÖV-Massnahmen können ohne Umsetzung der Spange Nord und des Anschlusses Lochhof nur teilweise aufgenommen und verarbeitet werden. Beispielsweise sind die Spitalstrasse, die Baselstrasse sowie das Knotensystem Schlossberg bereits im Referenzzustand vollständig ausgelastet. Mit der Variante 0+ entstehen Überlastungen, welche insbesondere den Busbetrieb in diesem Abschnitt massiv beeinträchtigen.

Um die verkehrstechnische Machbarkeit der **Variante 0+** herzustellen, wären Ausbaumasnahmen an den Autobahnanschlussknoten Luzern Zentrum und Kriens sowie Massnahmen beim Kreisel Kreuzstutz, entlang der Baselstrasse, beim Knotensystem Schlossberg und beim Knoten Friedental-/Spitalstrasse notwendig. Alle diese Massnahmen lassen sich im bestehenden Strassenraum nicht umsetzen und es wären grössere Eingriffe in die bestehende Siedlung notwendig. Gerade dies widerspricht aber der Stossrichtung der Variante 0+, welche möglichst ohne zusätzliche Eingriffe in die bestehende Bausubstanz auskommen sollte.

Die Weiterentwicklung der **Variante 0+** hin zu einer funktionsfähigen Lösung ist mit den Verkehrsmengen gemäss Referenzzustand im Rahmen der ZMB nicht möglich. Auch eine ergänzende Betrachtung mit reduzierter Nachfrage für die Variante 0+ ändert nichts an dieser Einschätzung. Die Variante wird nicht weiterverfolgt.

4.5 Spange Nord kurz mit Anschluss an Schlossberg, VP_{optimiert} mit Fluhmühlebrücke (inkl. ÖV-Massnahmen)

4.5.1 Autobahnanschlussknoten

Die Leistungsfähigkeitsüberprüfung der massgebenden Autobahnanschlussknoten ergibt folgende Kennwerte (Übersicht Leistungsfähigkeitsberechnung aller Autobahnanschlussknoten siehe Anhang 6).

Knoten-Nr. ¹⁸	Knoten	Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	VQS	Auslastung
20	Emmen Süd Sedel Ost	2'825	C	73 %
7	Lochhof Ost	3'107	C	71 %
8	Lochhof West	2'932	D	93 %
30	Geissmattbrücke Süd	1'959	C	73 %
31	Basel-/Gütschstr.	1'836	C	74 %
32	Kasernenplatz	3'301	C	96 % ¹⁹
42	Grosshof 1	2'859	E	92 %
45	Grosshof 2	2'160	F	106 % ²⁰

Tabelle 12: Verkehrsmengen und Beurteilung Leistungsfähigkeit Autobahnanschlüsse Variante VP_{optimiert}

Mit dem zusätzlichen Anschluss Lochhof ergibt sich beim Autobahnanschluss **Emmen-Süd** eine Abnahme der Gesamtverkehrsmengen gegenüber dem Referenzzustand. Die Knoten weisen genügende Leistungsfähigkeit auf.

Beim Anschluss **Luzern-Zentrum** nimmt die Gesamtverkehrsmenge an den beiden für die Funktionalität des Autobahnanschlusses massgebenden Knoten Geissmattbrücke Süd (Knoten 30) und Basel-/Gütschstrasse (Knoten 31) gegenüber dem Referenzzustand ebenfalls deutlich ab und die Knoten weisen eine genügende Leistungsfähigkeit auf. Der Knoten Kasernenplatz (Knoten 32) weist eine hohe Auslastung auf, dies jedoch aufgrund der hohen Belastung auf dem Hirschengraben stadtauswärts, welche für die Funktionalität des Autobahnanschlusses nicht massgebend ist. Auf dem untergeordneten Netz baut sich jedoch Rückstau auf, welcher zu Verlustzeiten beim Busbetrieb führt. Bei der Weiterbearbeitung der Variante sind Massnahmen zur Verbesserung zu berücksichtigen (z. B. Ausbau Einfahrt Luzern Zentrum auf 2 Fahrstreifen von Hirschengraben gem. Basisvariante, vgl. Kapitel 4.3).

Die Knoten beim neuen Autobahnanschluss **Lochhof** sind genügend leistungsfähig, wobei der westliche Knoten stark ausgelastet ist.

Beim Autobahnanschluss **Kriens** ergeben sich insbesondere durch die ÖV-Massnahmen grössere Veränderungen gegenüber dem Referenzzustand, so dass an einzelnen Knoten grössere Abnahmen vorhanden sind, an anderen Knoten jedoch Zunahmen gegenüber dem

¹⁸ Vgl. Übersicht in Anhang 1

¹⁹ Der Knoten Kasernenplatz ist für die Funktionsfähigkeit des Autobahnanschlusses nicht zu berücksichtigen. Die massgebenden Ströme sind auf dem untergeordneten Netz und beeinträchtigen den Ablauf auf der Autobahn nicht.

²⁰ Es wird davon ausgegangen, dass der Knoten aufgrund der bereits geplanten Massnahmen für die Beurteilung der Funktionalität der Autobahnanschlüsse nicht zu berücksichtigen ist.

Referenzzustand entstehen. Aufgrund der Verkehrszunahmen ergibt sich beim Knoten Grosshof 2 eine Auslastung von 106 %. Jedoch weist diese Achse für den ÖV eine etwas geringere Bedeutung auf und es sind bereits Massnahmen zur Optimierung angedacht, so dass Auswirkungen auf die Autobahn vermieden werden können und der Knoten für die Funktionalität des Autobahnanschlusses nicht zu berücksichtigen ist. Bei der Weiterbearbeitung des Projekts sind diese Massnahmen im Detail zu prüfen und allenfalls Anpassungen bei den ÖV-Massnahmen vorzunehmen, dass die negativen Auswirkungen an diesem Knoten und in der Folge auf die umliegenden Knoten vermieden werden können. Der Knoten Grosshof 1 ist mit 92 % stark ausgelastet. Insbesondere aufgrund des Bedarfs der Koordination mit den benachbarten Knoten kann die ÖV-Bevorzugung am Knoten teilweise nicht vollständig umgesetzt werden.

4.5.2 Weitere massgebende Knoten im Bearbeitungsperimeter

Für die Variante VP_{optimiert} liegen aus dem Vorprojekt für den **Abschnitt Anschluss Lochhof bis Schlossberg** verkehrstechnische Analysen mittels VISSIM-Simulation vor. Diese beruhen jedoch auf dem Verkehrsmodell 2015 / 2030. Deshalb wurden zur Prüfung der Auswirkung der Belastungsveränderung die Knoten mittels statischer Leistungsberechnung für den Zustand 2040 geprüft.

Knoten-Nr.	Knoten	Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	VQS	Auslastung
2	Schlossberg Nord	2'383	C	84 %
3	Schlossberg Süd	2'063	C	88 %
4	Rosenberg	2'868	B	72 %
5	Spital-/ Friedentalstrasse	3'419	F	103 %
6	Sedel-/Friedentalstrasse	2'783	D	88 %

Tabelle 13: Verkehrsmengen und Beurteilung Leistungsfähigkeit Knoten Friedentalstrasse und Schlossberg Variante VP_{optimiert}

Die statische Berechnung im Rahmen der ZMB-Phase 2 zeigt auf, dass der Knoten Spital-/Friedentalstrasse im Zustand 2040 überlastet ist. Dabei ist zu berücksichtigen, dass durch eine koordinierte Steuerung etwas mehr Verkehr verarbeitet werden kann und zusätzlich Verkehr an vorgelagerten LSA-Knoten zurückgehalten wird. Diese Effekte werden bei der statischen Berechnung nicht berücksichtigt. Bei der weiteren Projektbearbeitung sind die genauen Steuerungen mit Hilfe der VISSIM-Simulation zu prüfen.

Beim **Kreisel Kreuzstutz** liegen die Verkehrsmengen bei der Variante VP_{optimiert} leicht unter den Verkehrsmengen im Ist-Zustand. Damit ergibt sich eine Auslastung von 81 % und eine Verkehrsqualitätsstufe C.²¹

Knoten-Nr.	Knoten	Ist-Zustand	VP _{opt.}		
		Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	VQS	Auslastung
33	Kreisel Kreuzstutz	2'266	2'116	C	81 %

Tabelle 14: Verkehrsmengen und Beurteilung Leistungsfähigkeit Kreisel Kreuzstutz Variante VP_{optimiert}

²¹ Siehe auch Anhang 12 bzgl. Auswirkungen von flankierenden Massnahmen entlang Fluhmühlerain

4.5.3 Fazit

Mit der Variante **Spange Nord kurz mit Anschluss an den Schlossberg und mit der Fluhmühlebrücke gem. VP_{optimiert}** kann ein Zustand hergestellt werden, bei welchem die Leistungsfähigkeit der massgebenden Knoten ausreichend ist und die Funktionalität des Verkehrsnetzes gegeben ist. Entlang der Achse Friedentalstrasse vom Knoten Schlossberg bis zum Anschluss Lochhof sind die Belastungen hoch, so dass trotz der Knotenausbauten die Leistungsfähigkeit teilweise vollständig ausgeschöpft wird.

4.6 Spange Nord kurz mit Anschluss an Schlossberg, VP_{optimiert} ohne Fluhmühlebrücke (inkl. ÖV-Massnahmen)

4.6.1 Allgemeines

Der Wegfall der Fluhmühlebrücke bei der **Spange Nord kurz mit Anschluss an den Schlossberg ohne Fluhmühlebrücke** führt in erster Linie zu einer Veränderung der Verkehrsströme entlang der Baselstrasse, Hauptstrasse und der Spitalstrasse. Auf der Baselstrasse im Abschnitt Kreuzstutz bis Anschluss Zentrum ergibt sich gegenüber dem Zustand mit der Fluhmühlebrücke in der Abendspitze eine Zunahme von rund 600 Fz/h im Querschnitt. Dagegen ergibt sich auf der Hauptstrasse nördlich des Anschlusses Lochhof eine Abnahme von rund 300 Fz/h.

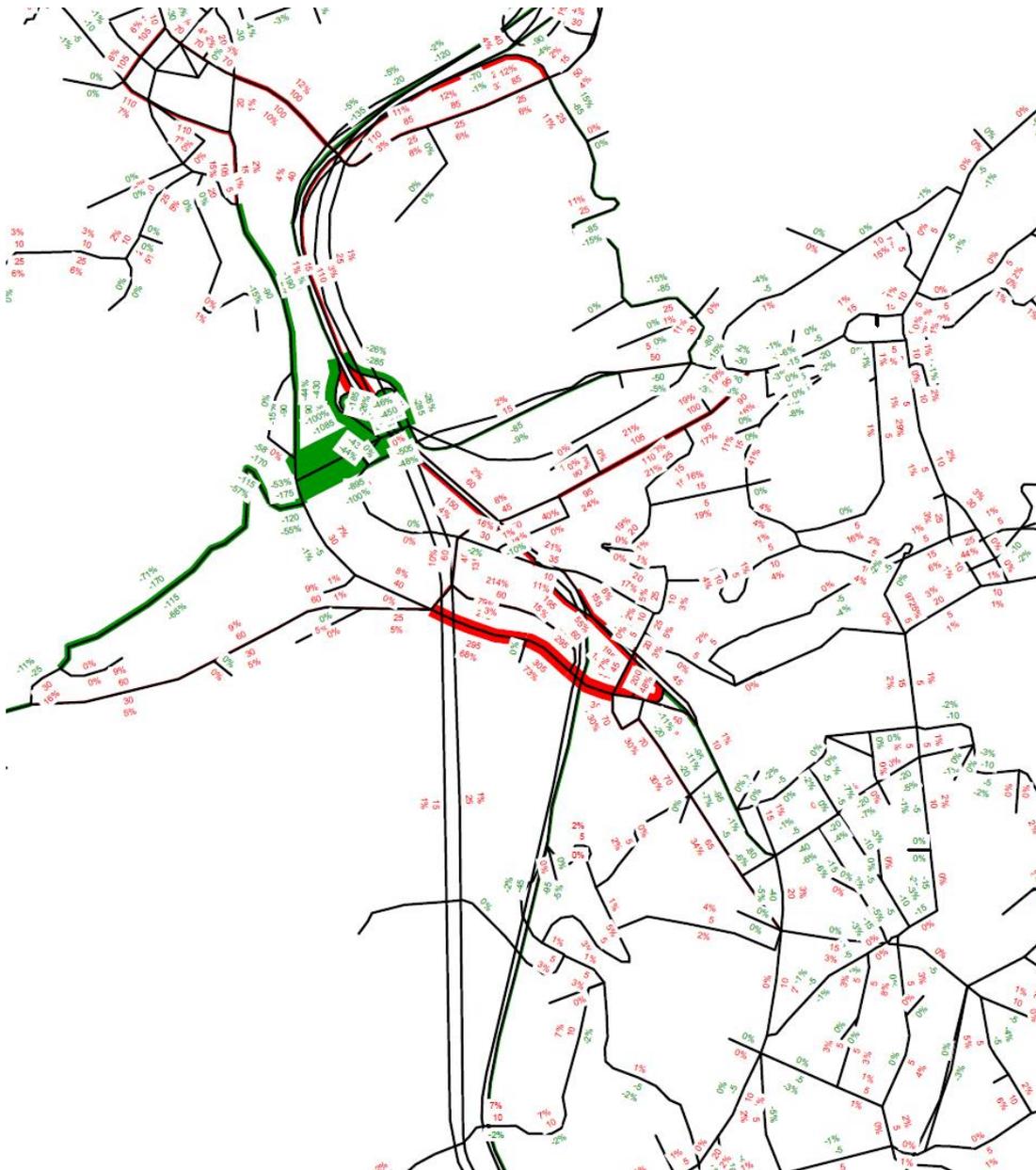


Abbildung 13: Verlagerungen in der ASP 2040 [Fz/h] mit der Spange Nord VP_{optimiert} durch Wegfall der Fluhmühlebrücke

Aufgrund der hohen Verkehrsmenge entlang der Baselstrasse und Geissmattbrücke ist das Knotensystem beim Anschluss Luzern Zentrum ohne Massnahmen überlastet und die Funktionsfähigkeit des Autobahnanschlusses ist nicht gegeben. Zur Herstellung der Funktionalität werden die Massnahmen beim Anschluss Zentrum aus dem Basisausbau (vgl. Kapitel 4.3.1) bei dieser Variante ebenfalls als Bestandteil aufgenommen.

4.6.2 Autobahnanschlussknoten

Die Leistungsfähigkeitsüberprüfung der massgebenden Autobahnanschlussknoten ergibt folgende Kennwerte (Übersicht Leistungsfähigkeitsberechnung aller Autobahnanschlussknoten siehe Anhang 6).

Knoten-Nr. ²²	Knoten	Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	VQS	Auslastung
22	Emmen Süd Sedel West	2'461	D	71 %
7	Lochhof Ost	2'260	_23	_23
30	Geissmattbrücke Süd	1'989	C	74 %
31	Basel-/Gütschstr.	2'471	D	94 %
32	Kasernenplatz	3'426	B	86 %
42	Grosshof 1	2'875	E	93 %
45	Grosshof 2	2'204	F	108 % ²⁴

Tabelle 15: Verkehrsmengen und Beurteilung Leistungsfähigkeit Autobahnanschlüsse Variante VP_{optimiert} ohne Fluhmühlebrücke

Der Wegfall der Fluhmühlebrücke führt beim Anschluss **Emmen-Süd** gegenüber der Variante VP_{optimiert} zu geringen Verkehrszunahmen, welche an diesen Knoten zu keiner massgebenden Veränderung der Auslastung führt.

Auch beim Autobahnanschluss **Kriens** ergeben sich geringe Veränderungen. Beim Knoten Grosshof 2 nehmen die Belastungen leicht zu. Jedoch ist der Knoten für die Beurteilung der Funktionalität des Autobahnanschlusses nicht zu berücksichtigen, da bereits Massnahmen zur Optimierung angedacht sind und so die Auswirkungen auf die Autobahn vermieden werden können.

Grössere Veränderungen entstehen bei den Knoten beim Autobahnanschluss **Luzern Zentrum**. Insbesondere beim Knoten Basel-/Gütschstrasse (Knoten 31) ergibt sich eine grössere Zunahme, welche nur mit den berücksichtigten Ausbaumassnahmen am Knotensystem (vgl. Kapitel 4.6.1) verarbeitet werden kann.

²² Vgl. Übersicht in Anhang 1

²³ Keine Berechnung, deutliche Abnahme gegenüber VP_{optimiert}

²⁴ Es wird davon ausgegangen, dass der Knoten aufgrund der bereits geplanten Massnahmen für die Beurteilung der Funktionalität der Autobahnanschlüsse nicht zu berücksichtigen ist.

4.6.3 Weitere massgebende Knoten im Bearbeitungsperimeter

Die oben bereits erwähnte Verkehrszunahme entlang der Baselstrasse und Spitalstrasse durch den Wegfall der Fluhmühlebrücke führt beim **Kreisel Kreuzstutz** zu einer Verkehrszunahme, welche der Knoten nicht verarbeiten kann.

Knoten-Nr.	Knoten	Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	VQS	Auslastung
33	Kreisel Kreuzstutz	2'489	F	102 %

Tabelle 16: Verkehrsmengen und Beurteilung Leistungsfähigkeit Knoten Kreuzstutz Variante VP_{optimiert} ohne Fluhmühlebrücke

Bei den Knoten entlang der Friedentalstrasse ergeben sich kaum Veränderungen gegenüber dem Zustand mit Fluhmühlebrücke. Es ist der gleiche Ausbau umzusetzen und entsprechend ist von der gleichen Verkehrsqualität auszugehen.

4.6.4 Fazit

Mit der Variante **Spange Nord kurz mit Anschluss an den Schlossberg ohne Fluhmühlebrücke** ergeben sich gegenüber dem Zustand mit der Fluhmühlebrücke vor allem Mehrbelastungen auf Abschnitten entlang der Baselstrasse. Damit dieser Mehrverkehr beim Anschluss Luzern Zentrum verarbeitet werden kann, sind Ausbaumassnahmen umzusetzen (Aufhebung Linksabbieger Baselstrasse Richtung Gütschstrasse und Ausbau Knoten Kasernenplatz).

Durch den Wegfall der Fluhmühlebrücke nimmt auch die Verkehrsmenge am Kreisel Kreuzstutz zu und der Kreisel ist überlastet.

4.7 Spange Nord kurz mit Anschluss an Schlossberg, VP_{optimiert} mit Fluhmühlebrücke ohne ÖV-Massnahmen

4.7.1 Allgemeines

Das Weglassen der ÖV-Massnahmen bei der Variante **VP_{optimiert} ohne ÖV-Massnahmen** bewirkt, dass der Verkehr entlang der ÖV-Achse Obergrundstrasse – Pilatusstrasse – Seebücke – Schweizerhofquai stark zunimmt (vgl. Abbildung 14). Entlang der Zürichstrasse nimmt der Verkehr noch leicht zu. Abnahmen sind entlang der Friedentalstrasse, der Spitalstrasse, der Baselstrasse und auf der St. Karlibrücke sowie der Geissmattbrücke vorhanden.

Für die Leistungsfähigkeitsprüfung wird davon ausgegangen, dass gegenüber der Variante VP_{optimiert} keine Anpassungen der Infrastruktur vorgenommen werden.

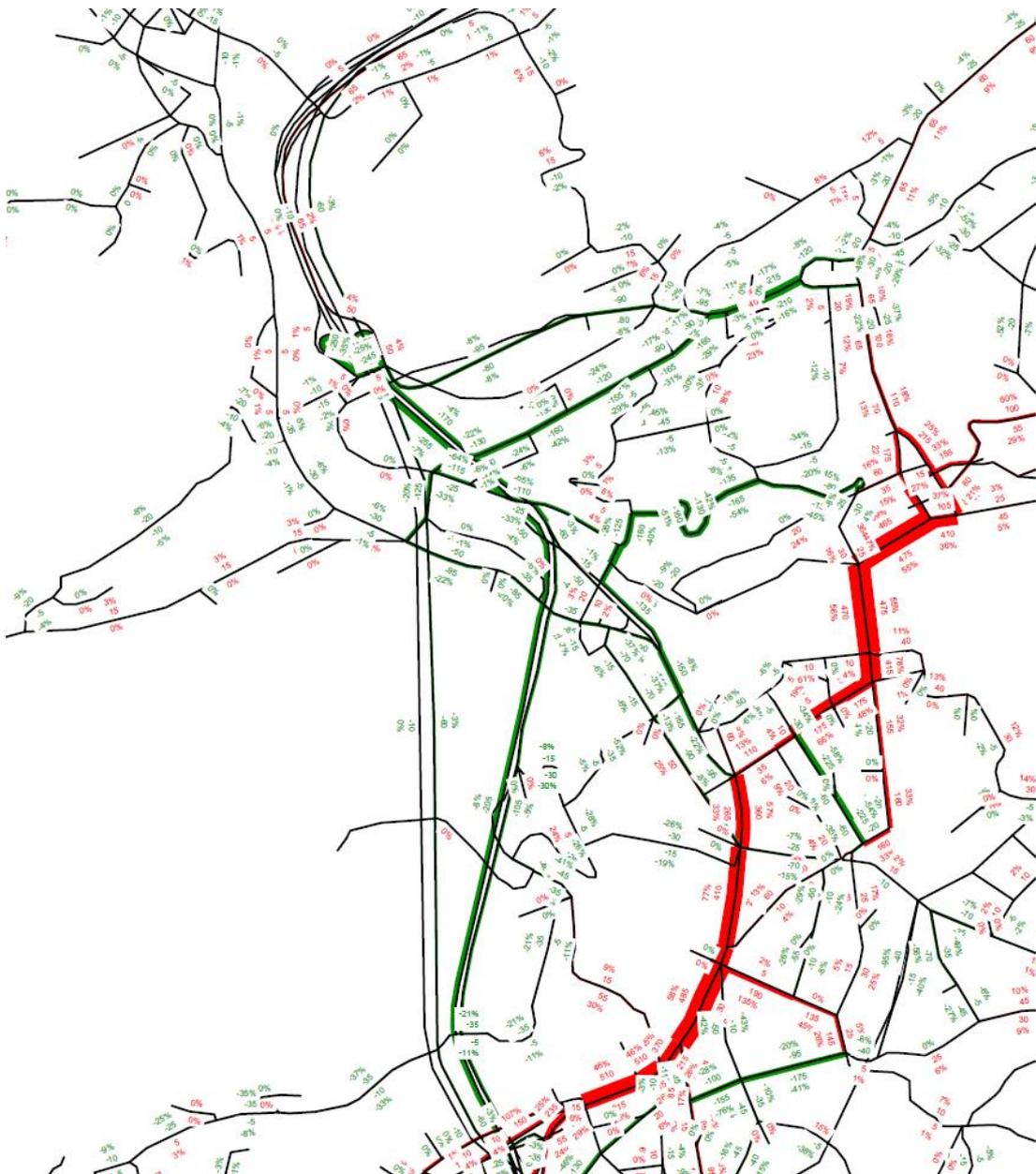


Abbildung 14: Verlagerungen in der ASP 2040 [Fz/h] mit der Spange Nord VP_{optimiert} durch Weglassen ÖV-Massnahmen

4.7.2 Autobahnanschlussknoten

Die Leistungsfähigkeitsüberprüfung der massgebenden Autobahnanschlussknoten ergibt folgende Kennwerte (Übersicht aller Autobahnanschlussknoten siehe (Übersicht Leistungsfähigkeitsberechnung aller Autobahnanschlussknoten siehe Anhang 6).

Knoten-Nr. ²⁵	Knoten	Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	VQS	Auslastung
20	Emmen Süd Sedel Ost	2'797	C	73 %
7	Lochhof Ost	2'824	_ ²⁶	_ ²⁶
8	Lochhof West	2'669	_ ²⁶	_ ²⁶
30	Geissmattbrücke Süd	1'748	C	74 %
31	Basel-/Gütschstr.	1'688	B	60 %
32	Kasernenplatz	2'999	B	95 % ²⁷
42	Grosshof 1	2'883	D	91 %
45	Grosshof 2	1'989	E	93 % ²⁸

Tabelle 17: Verkehrsmengen und Beurteilung Leistungsfähigkeit Autobahnanschlüsse Variante VP_{optimiert} ohne ÖV-Massnahmen

Durch das Weglassen der ÖV-Massnahmen ergibt sich beim Anschluss **Emmen-Süd** kaum eine Veränderung.

Beim Anschluss **Luzern Zentrum** nimmt der Verkehr an den beiden für die Funktionalität des Autobahnanschlusses massgebenden Knoten Geissmattbrücke Süd (Knoten 30) und Basel-/Gütschstrasse (Knoten 31) gegenüber der Variante **VP_{optimiert}** (inkl. ÖV-Massnahmen) ab, da die Verlagerung zur Geissmatt- und St. Kalibrücke aufgrund der ÖV-Massnahmen wegfällt. Die Knotenauslastungen nehmen entsprechend ab. Beim Kasernenplatz (Knoten 32) sind die Veränderungen beim massgebenden Strom auf dem Hirschengraben stadtauswärts gering und der Knoten weist hohe Auslastung auf, welche für die Funktionalität des Autobahnanschlusses jedoch nicht massgebend ist. Auf dem untergeordneten Netz baut sich Rückstau auf, welcher zu Verlustzeiten beim Busbetrieb führt. Bei der Weiterbearbeitung der Variante sind Massnahmen zur Verbesserung zu berücksichtigen (z. B. Ausbau Einfahrt Luzern Zentrum auf 2 Fahrstreifen von Hirschengraben gem. Basisvariante, vgl. Kapitel 4.3).

Beim Anschluss **Kriens** sind die Auswirkungen je nach Knoten unterschiedlich gross. Beim Knoten Grosshof 1 ergibt sich nur eine geringe Verbesserung der Auslastung. Beim Knoten Grosshof 2 sind die Auswirkungen deutlich grösser und die Auslastung sinkt von 106 % (**VP_{optimiert}**) auf 93 % (**VP_{optimiert} ohne ÖV-Massnahmen**). Zudem sind bereits Massnahmen zur Optimierung am Knoten Grosshof 2 angedacht, welche dazu beitragen Auswirkungen auf die Autobahn zu vermeiden, so dass der Knoten für die Funktionalität des Autobahnanschlusses nicht zu berücksichtigen ist.

Alle massgebenden Autobahnanschlussknoten weisen somit mindestens eine VQS D auf.

²⁵ Vgl. Übersicht in Anhang 1

²⁶ Keine Berechnung, deutliche Abnahme gegenüber VP_{optimiert}

²⁷ Der Knoten Kasernenplatz ist für die Funktionsfähigkeit des Autobahnanschlusses nicht zu berücksichtigen. Die massgebenden Ströme sind auf dem untergeordneten Netz und beeinträchtigen den Ablauf auf der Autobahn nicht.

²⁸ Es wird davon ausgegangen, dass der Knoten aufgrund der bereits geplanten Massnahmen für die Beurteilung der Funktionalität der Autobahnanschlüsse nicht zu berücksichtigen ist.

4.7.3 Weitere massgebende Knoten im Bearbeitungsbereich

Die Knoten entlang der **Achse Friedentalstrasse** weisen gegenüber der Variante $VP_{\text{optimiert}}$ alle eine Entlastung auf (vgl. folgende Tabelle).

Knoten-Nr.	Knoten	VP _{opt.}	VP _{opt.} ohne ÖV-Massnahmen		
		Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	VQS	Auslastung
2	Schlossberg Nord	2'383	2'285	„29	„29
3	Schlossberg Süd	2'063	2'026	„29	„29
4	Rosenberg	2'868	2'526	„29	„29
5	Spital-/ Friedentalstrasse	3'419	3'006	D	92 %-
6	Sedel-/Friedentalstrasse	2'783	2'617	„29	„29

Tabelle 18: Verkehrsmengen und Beurteilung Leistungsfähigkeit Knoten Friedentalstrasse und Schlossberg Variante $VP_{\text{optimiert}}$ ohne ÖV-Massnahmen

Die Entlastungen beim Knotensystem Schlossberg / Rosenberg und Sedel-/Friedentalstrasse sind zu gering, dass eine Redimensionierung der Knoten gegenüber dem $VP_{\text{optimiert}}$ möglich wäre.

Beim Knoten Spital-/Friedentalstrasse sind die Veränderungen etwas grösser. In der Abendspitze ergibt sich eine Abnahme von rund 400 Fz/h. Mit einer Auslastung von 92 % ist der Knoten jedoch immer noch hoch ausgelastet. Ein Weglassen eines Vorsortierstreifens (egal auf welcher Zufahrtsachse) führt deshalb zu einer Überlastung des Knotens und zu entsprechenden Verlustzeiten für den MIV, aber auch den ÖV. Eine Redimensionierung des Knotens wird deshalb nicht weiterverfolgt.

Beim **Kreisel Kreuzstutz** liegen die Verkehrsmengen mit 1'926 PWE/h tiefer als im Zustand mit $VP_{\text{optimiert}}$ (2'108 PWE/h) bzw. tiefer als im Ist-Zustand (2'266 PWE/h).³⁰

4.7.4 Fazit

Bei der Variante **$VP_{\text{optimiert}}$ ohne ÖV-Massnahmen** ergeben sich durch das Weglassen der ÖV-Massnahmen Verbesserungen bei den Autobahnanschlüssen Luzern Zentrum und Kriens. Insgesamt weisen alle massgebenden Knoten bei den Autobahnanschlüssen mindestens eine Verkehrsqualitätsstufe D auf.

Zudem ergeben sich auch Verkehrsabnahmen gegenüber $VP_{\text{optimiert}}$ entlang der stark belasteten Achse Friedentalstrasse, so dass der Verkehrsablauf und damit verbunden der Busbetrieb verbessert wird. Die Reduktion der Verkehrsmengen ist jedoch nicht so gross, dass eine Redimensionierung der Infrastruktur gegenüber $VP_{\text{optimiert}}$ zweckmässig wäre.

Durch das Weglassen der ÖV-Massnahmen ergeben sich entlang der ÖV-Achse Obergrundstrasse – Pilatusstrasse – Seebrücke – Schweizerhofquai – Zürichstrasse nur geringfügige Entlastungen gegenüber dem Referenzzustand. Inwieweit entlang dieser Achse trotzdem Verbesserungen für den ÖV umgesetzt werden können (teilweise Busspuren) sind bei einer allfälligen Weiterbearbeitung nach der ZMB zu prüfen.

²⁹ Aufgrund der geringen Veränderung gegenüber der Variante $VP_{\text{optimiert}}$ wird auf eine Berechnung verzichtet. Die Auslastungen der hoch belasteten Knoten nehmen etwas ab, jedoch sind immer noch hohe Anforderungen an die Steuerung erforderlich.

³⁰ Siehe auch Anhang 12 bzgl. Auswirkungen von flankierenden Massnahmen entlang Fluhmühlerain

4.8 Spange Nord kurz mit Anschluss an Schlossberg, mit Tunnel Rosenberg Tagbau ohne ÖV-Massnahmen

4.8.1 Allgemeines

Die Variante **Spange Nord kurz mit Anschluss an Schlossberg, mit Tunnel Rosenberg Tagbau ohne ÖV-Massnahmen** basiert auf der Variante **VP_{optimiert}** mit dem zusätzlichen Tunnel Rosenberg, welcher an den Tunnel Friedental anschliesst und bis zum Schlossberg führt.

Die Knoten entlang der Friedentalstrasse werden ausgebaut, wobei diese Massnahmen auf dem **VP_{optimiert}** basieren und wo möglich bzw. notwendig angepasst wurden. Ein definitiver Variantenentscheid zum Anschluss Schlossberg ist auf der momentanen Projektstufe noch nicht möglich. Für die LF-Beurteilungen wird die Variante mit dem Gabeltunnel 2 (gem. [5]) und den entsprechenden Ausbauten am Knotensystem Schlossberg/Rosenberg, welcher auf dem **VP_{optimiert}** basiert, berücksichtigt.

Das Fahrstreifenlayout für den Knoten Spital-/Friedentalstrasse entspricht dem **VP_{optimiert}**, jedoch können die Längen der Aufstellbereiche leicht reduziert werden.

Beim Knoten Sedel-/Friedentalstrasse wird ein Kreisell erstellt, welcher neben der Beziehung der Sedel- und Friedentalstrasse auch die Verbindung zum Tunnel Friedental Richtung Anschluss Lochhof herstellt (Halbanschluss) sowie die Erschliessung zum Spital beinhaltet.

Im Anhang 10 sind detaillierte Angaben der Leistungsprüfung vorhanden, welche als Grundlage für die Projektierung der Variante diente. Nachfolgend sind für die massgebenden Knoten die Resultate zusammengefasst.

4.8.2 Autobahnanschlussknoten

Die Leistungsfähigkeitsüberprüfung der massgebenden Autobahnanschlussknoten ergibt folgende Kennwerte (Übersicht Leistungsfähigkeitsberechnung aller Autobahnanschlussknoten siehe Anhang 6).

Knoten-Nr. ³¹	Knoten	Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	VQS	Auslastung
20	Emmen Süd Sedel Ost	2'819	C	73 %
23	Emmen Süd Ibachbrücke	2'239	B	78%
7	Lochhof Ost	3'037	C	63 %
8	Lochhof West	2'742	E	97 %
30	Geissmattbrücke Süd	1'662	C	74 %
31	Basel-/Gütschstr.	1'695	C	63 %
32	Kasernenplatz	3'026	C	98 % ³²
42	Grosshof 1	2'892	D	91 %
45	Grosshof 2	1'991	E	93 % ³³

Tabelle 19: Verkehrsmengen und Beurteilung Leistungsfähigkeit Autobahnanschlüsse Variante Spange Nord kurz mit Anschluss an Schlossberg, mit Tunnel Rosenberg Tagbau ohne ÖV-Massnahmen

Beim Autobahnanschlussknoten **Emmen-Süd** liegen die Gesamtsummen der Verkehrsmengen im Bereich der Variante $VP_{\text{optimiert}}$. Die Leistungsfähigkeit ist ausreichend.

Beim Anschluss **Lochhof West** ergibt sich gegenüber $VP_{\text{optimiert}}$ zwar eine Verkehrsabnahme, aufgrund der ungünstigeren Verteilung der Verkehrsströme (mehr Linkseinbieger von der Autobahnausfahrt) ergibt sich dennoch eine leichte Verschlechterung der Verkehrsqualität mit entsprechenden Rückstaulängen. Aufgrund der hohen Knotenauslastung ist zur Sicherstellung des Abflusses von der Autobahn und der Verhinderung von Rückstau bis auf die Autobahn, zeitweise Verkehr auf der Fluhmühlebrücke zurückzuhalten.

Beim Anschluss **Luzern Zentrum** nimmt der Verkehr an den beiden für die Funktionalität des Autobahnanschlusses massgebenden Knoten Geissmattbrücke Süd (Knoten 30) und Basel-/Gütschstrasse (Knoten 31) gegenüber der Variante $VP_{\text{optimiert}}$ mit ÖV-Massnahmen ab, da die Verlagerung zur Geissmatt- und St. Kalibrücke aufgrund der ÖV-Massnahmen wegfällt. Die Knotenauslastungen nehmen entsprechend ab. Beim Kasernenplatz (Knoten 32) sind die Veränderungen beim massgebenden Strom auf dem Hirschengraben stadtauswärts gering und der Knoten weist hohe Auslastung auf, welche für die Funktionalität des Autobahnanschlusses jedoch nicht massgebend ist. Auf dem untergeordneten Netz baut sich Rückstau auf, welcher zu Verlustzeiten beim Busbetrieb führt. Bei der Weiterbearbeitung der Variante sind allenfalls Massnahmen zur Verbesserung zu berücksichtigen (Weiterentwicklung ÖV-Massnahmen, Ausbau Einfahrt Luzern Zentrum).

Beim Anschluss **Kriens** ergibt sich insbesondere durch den Wegfall der ÖV-Massnahmen eine grössere Veränderung der Knotenströme gegenüber $VP_{\text{optimiert}}$ (inkl. ÖV-Massnahmen). Beim Knoten Grosshof 2 sinkt die Auslastung von 106 % ($VP_{\text{optimiert}}$) auf 93 % ($VP_{\text{optimiert}}$ **ohne ÖV-Massnahmen**). Zudem sind bereits Massnahmen zur Optimierung am Knoten Grosshof 2 angedacht, welche dazu beitragen Auswirkungen auf die Autobahn zu

³¹ Vgl. Übersicht in Anhang 1

³² Der Knoten Kasernenplatz ist für die Funktionsfähigkeit des Autobahnanschlusses nicht zu berücksichtigen. Die massgebenden Ströme sind auf dem untergeordneten Netz und beeinträchtigen den Ablauf auf der Autobahn nicht.

³³ Es wird davon ausgegangen, dass der Knoten aufgrund der bereits geplanten Massnahmen für die Beurteilung der Funktionalität der Autobahnanschlüsse nicht zu berücksichtigen ist.

vermeiden, so dass der Knoten für die Funktionalität des Autobahnanschlusses nicht zu berücksichtigen ist. Der Knoten Grosshof 1 bleibt weiterhin stark ausgelastet.

4.8.3 Weitere massgebende Knoten im Bearbeitungsperimeter

Mit den Knotenausbauten entlang der Friedentalstrasse ergeben sich folgende Knotenbeurteilungen.

Knoten-Nr.	Knoten	Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	VQS	Auslastung
2	Schlossberg Nord	2'406	C	79 %
3	Schlossberg Süd	2'182	B	78 %
X	Schlossberg West	1'537	D	96 %
4	Knoten Rosenberg	1'597	_ ³⁴	_ ³⁴
5	Spital-/ Friedentalstrasse	1'725	C	70 %
6	Kreisel Spital (Sedel-/Friedentalstrasse)	1'607	C	81 %

Tabelle 20: Beurteilung Leistungsfähigkeit Knoten Friedentalstrasse und Schlossberg Variante Spange Nord kurz mit Anschluss an Schlossberg, mit Tunnel Rosenberg Tagbau ohne ÖV-Massnahmen

Die Knoten weisen mit Ausnahme des Knotens Schlossberg West eine gute bis zufriedenstellende Verkehrsqualität auf. Der Knoten Schlossberg West muss aufgrund des nachfolgenden Verflechtungsbereichs im Rückstaubereich des Knotens Schlossberg Süd LSA-gesteuert betrieben werden. Die Abwicklung des Verkehrs ist knapp möglich (Auslastung 96 %), es bilden sich jedoch lange Rückstaus (u. a. in Tunnel).

Beim **Kreisel Kreuzstutz** liegen die Verkehrsmengen mit 1'925 PWE/h tiefer als im Zustand mit $VP_{\text{optimiert}}$ (2'108 PWE/h) bzw. tiefer als im Ist-Zustand (2'266 PWE/h).³⁵

4.8.4 Fazit

Mit der **Spange Nord kurz mit dem Tunnel Rosenberg** ergibt sich beim Anschluss Lochhof eine ungünstigere Verteilung der Verkehrsströme (mehr Linkseinbieger von der Autobahn beim Knoten Lochhof West), was zu einer sehr hohen Auslastung des Anschlusses führt. Zur Sicherstellung des Abflusses von der Autobahn muss zeitweise Verkehr am Knoten West auf der Brücke leicht zurückgehalten werden. Die weiteren Autobahnanschlussknoten weisen eine genügende Leistungsfähigkeit auf.

Mit dem Anschluss des Tunnels Rosenberg im Bereich des Schlossbergs ergibt sich in jedem Fall eine sehr grosse Verkehrsbelastung im Knotensystem. Mindestens ein Knoten ist jeweils vollständig aus- bzw. überlastet. Welcher Knoten massgebend wird, hängt vom definitiven Variantenentscheid des Anschlusses des Tunnels ab.

Weiter zeigt sich, dass trotz des Tunnels Rosenberg die verbleibenden Verkehrsmengen auf der Friedentalstrasse im Abschnitt zwischen Schlossberg und Spitalstrasse weiterhin so hoch sind, dass keine massgebende Reduktion der Verkehrsfläche möglich ist. Möglichen Anpassungen sind nur in kleinem Mass bei den Längen der Aufstellbereiche möglich.

³⁴ Keine Berechnung, Leistungsfähigkeit nicht kritisch

³⁵ Siehe auch Anhang 12 bzgl. Auswirkungen von flankierenden Massnahmen entlang Fluhmühlerain

4.9 Variante Spange Nord lang (inkl. ÖV-Massnahmen)

4.9.1 Allgemeines

Die **Spange Nord lang** umfasst einerseits den Tunnel Friedental, die Ausbaumassnahmen entlang der Friedentalstrasse bis zum Schlossberg sowie die Fluhmühlebrücke gemäss der Variante VP_{optimiert}. Andererseits ist ein Tunnel von der Haldenstrasse im Bereich Verkehrshaus bis zur Sedelstrasse vorhanden. Die beiden Tunnel sind somit nicht direkt sondern indirekt über die Sedelstrasse miteinander verknüpft.

Die Variante **Spange Nord lang** umfasst zudem die ÖV-Massnahmen, da die Verkehrsbelastung im Zentrum von Luzern insbesondere zur Umsetzung der ÖV-Massnahmen genutzt werden soll.

Mit der beschriebenen Variante ergeben sich gegenüber dem Referenzzustand folgende Verkehrsverlagerungen.

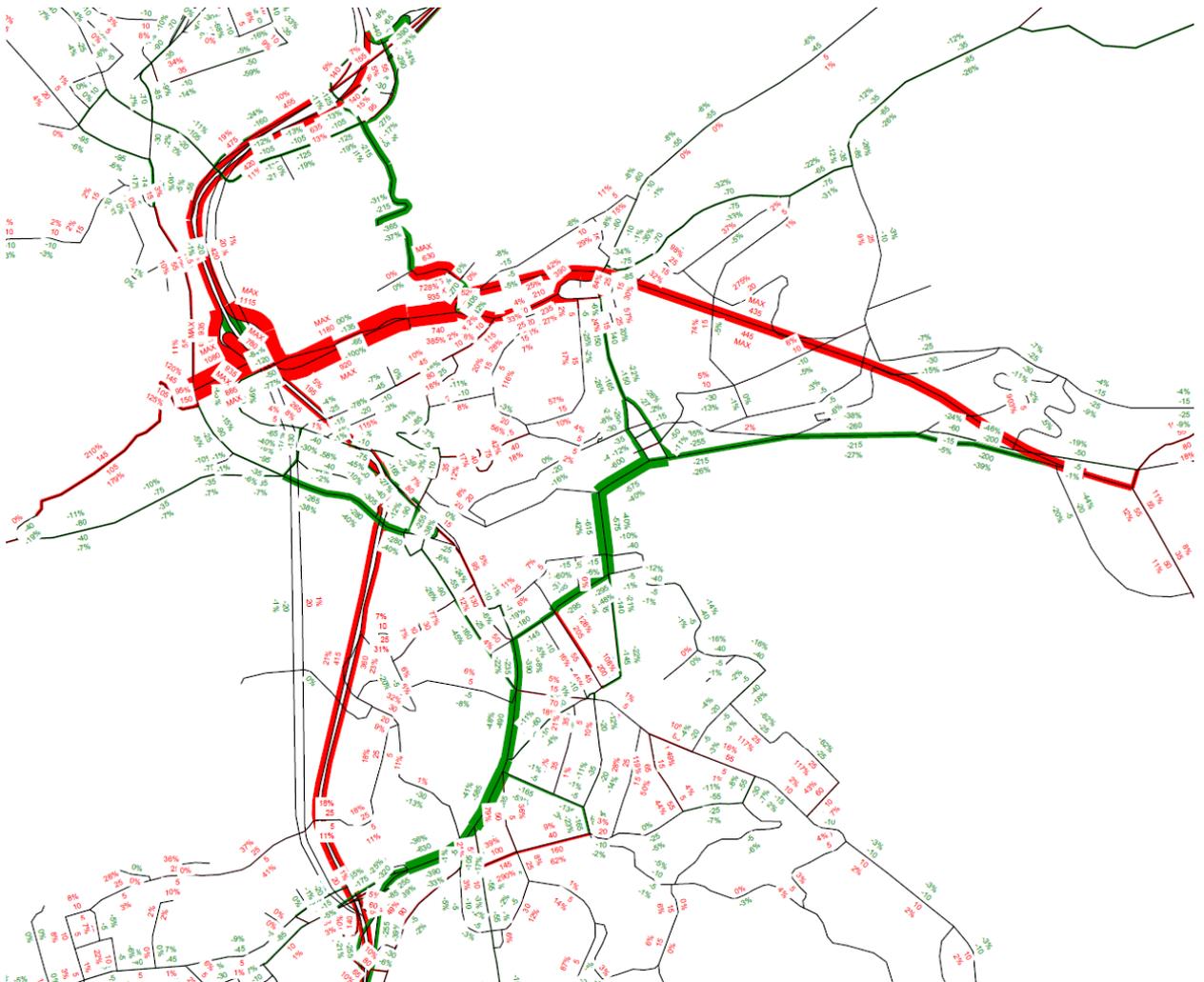


Abbildung 15: Verlagerungen in der ASP 2040 [Fz/h] durch Variante Spange Nord lang indirekt im Vergleich zum Referenzzustand (vgl. Anhang 5)

Im Tunnel von/zur Haldenstrasse ergibt sich eine relativ tiefe Belastung und die Entlastungen im Bereich Schlossberg / Rosenberg gegenüber der Variante VP_{optimiert} sind gering. Eine zusätzliche Entlastung gegenüber VP_{optimiert} ergibt sich bei der Haldenstrasse und entlang

der Zürichstrasse sind im Gegensatz zu $VP_{\text{optimiert}}$ Entlastungen gegenüber dem Referenzzustand vorhanden.

Die indirekte Anbindung des langen Tunnels über die Sedelstrasse führt dazu, dass gegenüber anderen Varianten mit einer Spange Nord kurz und dem Anschluss Lochhof mehr Verkehr via Sedelstrasse Richtung Autobahnanschluss Emmen-Süd fährt. Somit nimmt auch die Verkehrsbelastung im Tunnel Friedentalstrasse nicht stark zu (gegenüber $VP_{\text{optimiert}}$ ca. + 50 Fz/h im Querschnitt), so dass diese Verkehrsmengen beim Anschluss Lochhof verarbeitet werden können.

Der Anhang 4 enthält die Resultate der Leistungsfähigkeitsprüfung, welche als Grundlage für die Projektierung diente (Variante indirekt). In den nachfolgenden Kapiteln sind die Resultate für die massgebenden Knoten zusammengestellt.

4.9.2 Autobahnanschlussknoten

Die Leistungsfähigkeitsüberprüfung der massgebenden Autobahnanschlussknoten ergibt folgende Kennwerte (Übersicht Leistungsfähigkeitsberechnung aller Autobahnanschlussknoten siehe Anhang 6).

Knoten-Nr. ³⁶	Knoten	Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	VQS	Auslastung
20	Emmen Süd Sedel Ost	2'857	C	76 %
8	Lochhof West	2'902	D	91 %
30	Geissmattbrücke Süd	1'931	C	73 %
31	Basel-/Gütschstr.	1'630	C	69 %
32	Kasernenplatz	3'299	₃₇	₃₇
42	Grosshof 1	2'863	E	92 %
45	Grosshof 2	2'164	F	106 % ³⁸

Tabelle 21: Verkehrsmengen und Beurteilung Leistungsfähigkeit Autobahnanschlüsse Variante Spange Nord lang

Beim Autobahnanschlussknoten **Emmen-Süd** sind die Gesamtsummen der Verkehrsmengen leicht höher als bei der Variante $VP_{\text{optimiert}}$. Die Knoten können die Verkehrszunahmen gegenüber dem $VP_{\text{optimiert}}$ aufnehmen und weisen gute bis zufriedenstellende Verkehrsqualitätsstufen auf.

Bei den Anschlüssen **Lochhof** sowie beim Anschluss **Luzern Zentrum** liegen die Gesamtsummen der Verkehrsmengen im Bereich der Variante $VP_{\text{optimiert}}$. Die Leistungsfähigkeit der Autobahnanschlussknoten ist ausreichend.

³⁶ Vgl. Übersicht in Anhang 1

³⁷ Aufgrund der geringen Veränderung gegenüber der Variante $VP_{\text{optimiert}}$ wird auf eine Berechnung des Knotens Kasernenplatzes für die Variante Spange Nord lang verzichtet. Die Beurteilung entspricht der Variante $VP_{\text{optimiert}}$, vgl. Kapitel 4.5

³⁸ Es wird davon ausgegangen, dass der Knoten aufgrund der bereits geplanten Massnahmen für die Beurteilung der Funktionalität der Autobahnanschlüsse nicht zu berücksichtigen ist.

Der Knoten Kasernenplatz (Knoten 32) weist analog zur Variante VP_{optimiert} eine hohe Auslastung auf. Jedoch ist dies für die Funktionalität des Autobahnanschlusses nicht massgebend (vgl. Kapitel 4.5). Auf dem untergeordneten Netz baut sich jedoch Rückstau auf, welcher zu Verlustzeiten beim Busbetrieb führt. Bei der Weiterbearbeitung der Variante sind Massnahmen zur Verbesserung zu berücksichtigen (z. B. Ausbau Einfahrt Luzern Zentrum auf 2 Fahrstreifen von Hirschengraben gem. Basisvariante, vgl. Kapitel 4.3).

Beim Anschluss **Kriens** sind gegenüber der Variante VP_{optimiert} kaum Veränderungen vorhanden. Der Knoten Grosshof 2 weist wiederum eine Überlastung auf (106 %). Jedoch weist diese Achse für den ÖV eine etwas geringere Bedeutung auf und es sind bereits Massnahmen zur Optimierung angedacht, so dass Auswirkungen auf die Autobahn vermieden werden können und der Knoten für die Funktionalität des Autobahnanschlusses nicht zu berücksichtigen ist. (vgl. Kapitel 4.5.1). Der Knoten Grosshof 1 ist mit 92 % stark ausgelastet. Insbesondere aufgrund des Bedarfs der Koordination mit den benachbarten Knoten kann die ÖV-Bevorzugung am Knoten teilweise nicht vollständig umgesetzt werden.

4.9.3 Weitere massgebende Knoten im Bearbeitungssperimeter

Für die massgebenden Knoten ergeben sich folgende Beurteilungen.

Knoten-Nr.	Knoten	Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	VQS	Auslastung
2	Schlossberg Nord	2'131	B	73 %
3	Schlossberg Süd	1'809	B	78 %
4	Rosenberg	2'468	A	60 %
5	Spital-/ Friedentalstrasse	3'120	D	90 %
6	Sedel-/Friedentalstrasse	2'796	D	88 %
Y	Anschluss Tunnel / Sedelstrasse (neuer Knoten)	1'540	C	63 %
Z	Kreisel Verkehrshaus	ca. 1'770 ³⁹	D	91 %

Tabelle 22: Beurteilung Leistungsfähigkeit Knoten Friedentalstrasse, Schlossberg und Verkehrshaus Variante Spange lang

Gegenüber dem VP_{optimiert} weisen die Knoten **Schlossberg Nord**, **Schlossberg Süd** und **Spital-/Friedentalstrasse** tiefere Verkehrsmengen auf. Dies führt zu einer Verbesserung der Verkehrsqualität, diese ist jedoch nicht so gross, dass ein Fahrstreifen reduziert werden könnte. Anpassungen an Längen der Aufstellbereiche sind teilweise möglich.

Beim **Knoten Rosenberg** sind die Reduktionen noch stärker. Eine Redimensionierung auf einen Fahrstreifen in der Vallastrasse könnte möglich sein. Für einen definitiven Entscheid sind jedoch weitere Prüfungen notwendig (Prüfung mit VISSIM-Simulation), welche bei der Weiterbearbeitung durchgeführt werden könnten.

Der bestehende einstreifige **Kreisel beim Verkehrshaus** kann die zusätzliche Verkehrsmenge verarbeiten, wobei unter Berücksichtigung des vorgesehenen Linkseinbiegeverbots aus der Lidostrasse die Auslastung in der westlichen Zufahrt hoch ist. Es ergibt sich eine Verkehrsqualitätsstufe D (Auslastung 91%). Die maximale Rückstaulänge von Westen (d. h.

³⁹ Handumlegung mit Linkseinbiegeverbot aus Lidostrasse gem. Variante Spange Nord lang und Berücksichtigung Anbindung Parkplatz Verkehrshaus an Lidostrasse (Anpassung gegenüber Verkehrsmodell)

von der Haldenstrasse bzw. von der Rampe des Tunnels) beträgt ca. 150 m (95% Rückstaulänge). Dieser Rückstau wird sich vor der LSA aufbauen, welche die Zufahrten aus dem Tunnel und der Haldenstrasse Richtung Kreisel regelt. Teilweise wird sich Rückstau bis auf die Rampen des Tunnels aufbauen.

Entlang der Haldenstrasse ergibt sich gegenüber dem $VP_{\text{optimiert}}$ und auch gegenüber dem Ist-Zustand eine Verkehrsabnahme (vgl. folgende Tabelle). Insbesondere prozentual betrachtet handelt es sich um sehr grosse Abnahmen, welche zu einer deutlichen Verbesserung der Verkehrssituation im Bereich Haldenstrasse/Schweizerhofquai führen. Entlastungen ergeben sich ebenfalls entlang der Zürichstrasse.

Abschnitt	Ist-Zustand	VP_{opt}	Spange Nord lang
	Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	Verkehrsmenge ASP [PWE/h]
Haldenstrasse (Querschnitt, östlich Schweizerhofquai)	1'330	1'500	1'090
Zürichstrasse (Querschnitt,	1'230	1'140	1'000

Tabelle 23: Verkehrsmengen Haldenstrasse (östlich Schweizerhofquai) und Zürichstrasse Variante Spange lang im Vergleich zu Ist-Zustand und $VP_{\text{optimiert}}$

Beim **Kreisel Kreuzstutz** liegen die Verkehrsmengen mit 2'118 PWE/h leicht höher als im Zustand $VP_{\text{optimiert}}$ (2'108 PWE/h) und somit leicht tiefer als im Ist-Zustand (2'266 PWE/h).⁴⁰

4.9.4 Fazit

Bei der Variante **Spange Nord lang** ergeben sich im Tunnel von/zur Haldenstrasse relativ tiefe Belastungen. Die Abnahmen entlang der Haldenstrasse sind absolut auch nicht sehr gross, prozentual sind diese jedoch hoch und es ergibt sich eine deutliche Verbesserung der Verkehrssituation im Bereich Haldenstrasse/Schweizerhofquai.

Im Bereich Schlossberg / Rosenberg sind die Entlastungen gegenüber der Variante $VP_{\text{optimiert}}$ jedoch gering, so dass dieser Bereich trotzdem ausgebaut werden muss, um einen stabilen Verkehrsfluss und Busbetrieb sicherstellen zu können.

Die indirekte Anbindung des langen Tunnels über die Sedelstrasse führt dazu, dass zusätzlicher Verkehr via Sedelstrasse Richtung Autobahnanschluss Emmen-Süd fährt. Die Verkehrsbelastung im Tunnel Friedentalstrasse nimmt nur geringfügig zu, so dass diese Verkehrsmengen beim Anschluss Lochhof verarbeitet werden können.

Aus verkehrlicher Sicht, ergibt mit bei der Variante **Spange Nord lang** ein funktionsfähiges Strassennetz mit Verkehrsentslastungen auf massgebenden Abschnitten.

⁴⁰ Siehe auch Anhang 12 bzgl. Auswirkungen von flankierenden Massnahmen entlang Fluhmühlerain

4.10 Variante Anschluss Lochhof und Fluhmühlebrücke ohne ÖV-Massnahmen

4.10.1 Allgemeines

Die Variante **Anschluss Lochhof und Fluhmühlebrücke** basiert auf dem VP_{optimiert}, wobei das Tunnel Friedental und somit die Verbindung vom Anschluss Lochhof Richtung Osten wegfällt. Durch den Wegfall dieser Verbindung nehmen die Verkehrsmengen entlang der Friedentalstrasse vom Schlossberg bis zum Knoten Sedel-/Friedentalstrasse gegenüber dem Zustand VP_{optimiert} zwar ab, es sind jedoch trotzdem Ausbaumassnahmen notwendig, um den Verkehr verarbeiten und somit den Busbetrieb sicherstellen zu können. Beim Knotensystem Schlossberg/Rosenberg werden beide Ansätze «Einbahnsystem Schlossberg – Rosenberg analog VP_{optimiert}» und «teilweises Einbahnsystem basierend auf dem Vorprojekt 2009» [7] weiterverfolgt. Der Knoten Spital-/Friedentalstrasse wird ausgebaut und LSA-gesteuert, gegenüber dem VP_{optimiert} wird die westliche Zufahrt auf einen Fahrstreifen reduziert (kombiniert geradeaus/rechts).

Bei der Variante **Anschluss Lochhof und Fluhmühlebrücke** werden die ÖV-Massnahmen gemäss VP_{optimiert} nicht berücksichtigt. Diese wurden basierend auf der Infrastruktur des VP_{optimiert} erarbeitet. Da bei der Variante **Anschluss Lochhof und Fluhmühlebrücke** nur ein Teil der Infrastruktur des VP_{optimiert} enthalten ist, würden sich durch die ÖV-Massnahmen und die damit verbundene Reduktion der MIV-Leistungsfähigkeit teilweise unerwünschte Verkehrsverlagerungen sowie Überlastungen in gewissen Abschnitten ergeben.⁴¹

Der Anhang 11 enthält die Resultate der Leistungsfähigkeitsprüfung, welche als Grundlage für die Projektierung der Variante **Anschluss Lochhof und Fluhmühlebrücke** diene. In den nachfolgenden Kapiteln sind die Resultate für die massgebenden Knoten zusammengestellt.

4.10.2 Autobahnanschlussknoten

Die Leistungsfähigkeitsüberprüfung der massgebenden Autobahnanschlussknoten ergibt folgende Kennwerte (Übersicht Leistungsfähigkeitsberechnung aller Autobahnanschlussknoten siehe Anhang 6).

⁴¹ In Anhang 13 ist die Beurteilung der Variante Anschluss Lochhof und Fluhmühlebrücke mit den ÖV-Massnahmen vorhanden. Diese Beurteilung wurde während der Bearbeitung der Phase 2 durchgeführt und diene zusammen mit weiteren Abklärungen (u. a. Auswertungen Reisezeitverluste) als Grundlage für den Entscheid die ÖV-Massnahmen nicht bei allen Varianten zu berücksichtigen.

Knoten-Nr. ⁴²	Knoten	Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	VQS	Auslastung
22	Emmen Süd Sedel West	3'084	C	78 %
8	Lochhof West	2'081	_ ⁴³	_ ⁴³
30	Geissmattbrücke Süd	1'868	C	69 %
31	Basel-/Gütschstr.	1'743	C	64 %
32	Kasernenplatz	3'120	E	103 % ⁴⁴
42	Grosshof 1	2'899	D	91 %
45	Grosshof 2	1'998	E	94 % ⁴⁵

Tabelle 24: Verkehrsmengen und Beurteilung Leistungsfähigkeit Autobahnanschlüsse Variante Anschluss Lochhof und Fluhmühlebrücke ohne ÖV-Massnahmen

Beim Autobahnanschlussknoten **Emmen-Süd** ergeben sich gegenüber der Variante VP_{optimiert} mit ÖV-Massnahmen Zunahmen der Gesamtverkehrsmengen. Die Knoten weisen jedoch immer noch eine genügende Leistungsfähigkeit auf.

Beim Anschluss **Lochhof** liegen die Gesamtsummen der Verkehrsmengen deutlich unter der Variante VP_{optimiert}. Die Leistungsfähigkeit ist ausreichend.

Beim Anschluss **Luzern Zentrum** nimmt der Verkehr an den beiden für die Funktionalität des Autobahnanschlusses massgebenden Knoten Geissmattbrücke Süd (Knoten 30) und Basel-/Gütschstrasse (Knoten 31) gegenüber der Variante VP_{optimiert} mit ÖV-Massnahmen leicht ab, da die Verlagerung zur Geissmatt- und St. Kalibrücke aufgrund der ÖV-Massnahmen wegfällt. Die Knotenauslastungen nehmen entsprechend ab.

Beim Kasernenplatz (Knoten 32) ergibt sich hingegen beim massgebenden Strom auf dem Hirschengraben stadtauswärts eine leichte Zunahme, welche dazu führt, dass der Knoten eine Überlastung aufweist. Diese ist für die Funktionalität des Autobahnanschlusses jedoch nicht massgebend. Auf dem untergeordneten Netz baut sich Rückstau auf, welcher zu Verlustzeiten beim Busbetrieb führt. Bei der Weiterbearbeitung der Variante sind Massnahmen zur Verbesserung zu berücksichtigen⁴⁶. Mit einem Ausbau der Einfahrt Luzern Zentrum auf 2 Fahrstreifen vom Hirschengraben gem. der Basisvariante (vgl. Kapitel 4.5) kann die Auslastung des Knotens Kasernenplatz rezeziert und somit der Busbetrieb optimiert werden.

⁴² Vgl. Übersicht in Anhang 1

⁴³ Aufgrund der deutlichen Abnahme der Verkehrsmenge gegenüber der Variante VP_{optimiert} wird auf eine Berechnung verzichtet.

⁴⁴ Der Knoten Kasernenplatz ist für die Funktionsfähigkeit des Autobahnanschlusses nicht zu berücksichtigen. Die massgebenden Ströme sind auf dem untergeordneten Netz und beeinträchtigen den Ablauf auf der Autobahn nicht.

⁴⁵ Es wird davon ausgegangen, dass der Knoten aufgrund der bereits geplanten Massnahmen für die Beurteilung der Funktionalität der Autobahnanschlüsse nicht zu berücksichtigen ist.

⁴⁶ Im Rahmen der ZMB wird auf eine Berücksichtigung verzichtet. In der ZMB Phase 3 würden sich nur sehr geringe Veränderungen ergeben, da es sich um einen lokalen Effekt auf dem Kantonsstrassennetz handelt und die Kosten gering sind. Die Gesamtbeurteilung wird dadurch nicht beeinflusst.

Knoten-Nr.	Knoten	Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	VQS	Auslastung
32	Kasernenplatz (2 Fahrstreifen Hirschengraben Richtung Autobahneinfahrt)	3'026	B	94 %

Tabelle 25: Verkehrsmenge und Beurteilung Leistungsfähigkeit Knoten Kasernenplatz mit Ausbau (2 Fahrstreifen Hirschengraben und Autobahneinfahrt gem. Basisvariante) Variante Anschluss Lochhof und Fluhmühlebrücke ohne ÖV-Massnahmen

Beim Anschluss **Kriens** ergeben sich insbesondere durch den Wegfall der ÖV-Massnahmen grössere Veränderungen der Knotenströme gegenüber *VP_{optimiert}* mit ÖV-Massnahmen. Gegenüber *VP_{optimiert} ohne ÖV-Massnahmen* ergeben sich jedoch kaum Veränderungen. Die Knoten Grosshof 1 und Grosshof 2 weisen eine hohe Auslastung auf. Beim Knoten Grosshof 2 sind bereits Massnahmen zur Optimierung angedacht, welche dazu beitragen Auswirkungen auf die Autobahn zu vermeiden, so dass der Knoten für die Funktionalität des Autobahnanschlusses nicht zu berücksichtigen ist.

Alle massgebenden Autobahnanschlussknoten weisen somit mindestens eine VQS D auf.

4.10.3 Weitere massgebende Knoten im Bearbeitungsperimeter

Die Knoten im Bereich **Schlossberg/Rosenberg** sowie der Knoten **Spital-/Friedentalstrasse** werden ausgebaut. Mit den vorgesehenen Ausbaumassnahmen ergeben sich folgende Knotenbeurteilungen.

Kn.-Nr.	Knoten	Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	VQS	Auslastung
2	Schlossberg Nord ⁴⁷	2'073	B	71 %
3	Schlossberg Süd	1'371	_ ⁴⁸	_ ⁴⁸
4	Kreisel Rosenberg	2'199	A	57 %
5	Spital-/ Friedentalstrasse	2'232	C	76 %
6	Sedel-/Friedentalstrasse	1'874	C	61 %

Tabelle 26: Beurteilung Leistungsfähigkeit Knoten Friedentalstrasse und Schlossberg Variante Anschluss Lochhof und Fluhmühlebrücke ohne ÖV-Massnahmen

Die Knoten weisen alle eine gute Leistungsfähigkeit auf. Entlang der Friedentalstrasse ergibt sich ein guter Verkehrsablauf, was insbesondere den Busbetrieb stärkt.

Beim **Kreisel Kreuzstutz** liegen die Verkehrsmengen mit 2'170 PWE/h leicht höher als im Zustand *VP_{optimiert}* (2'108 PWE/h) und somit leicht tiefer als im Ist-Zustand (2'266 PWE/h). Es ergibt sich eine Verkehrsqualitätsstufe D (Auslastung 90 %).

Die Prüfung der verkehrstechnischen Machbarkeit in der ZMB-Phase 2 basiert auf den Verkehrsbelastungen aus dem Verkehrsmodell. Dieses berücksichtigt neben den neuen Netzelementen noch keine zusätzlichen Steuerungsmassnahmen bzw. flankierenden Massnahmen. Im Bereich Fluhmühlerain ergeben sich dadurch bei allen Varianten mit der Fluhmühlebrücke im Verkehrsmodell grössere Zunahmen, welche unerwünscht sind. Zur Vermeidung von Ausweichverkehr können auf dem Fluhmühlerain flankierende Massnahmen

⁴⁷ Für LF-Berechnung wurde Zustand Teileinbahnsystem nach VP 2009 berücksichtigt.

⁴⁸ Keine Berechnung, Zustand mit Anschluss Lochhof und Fluhmühlebrücke ohne ÖV-Massnahmen weist Abnahme gegenüber Ist-Zustand auf (vgl. Kapitel 0)

umgesetzt werden, welche dazu führen sollen, dass der Verkehr weiterhin auf der übergeordneten Bernstrasse bleibt. Dadurch steigt aber auch die Verkehrsbelastung beim bereits stark ausgelasteten Kreisel Kreuzstutz. Die Abklärung der Auswirkungen von flankierenden Massnahmen beim Fluhmühlerain mit Hilfe des Verkehrsmodells zeigen (vgl. Anhang 12), dass die Verkehrsmenge beim Kreisel Kreuzstutz auf 2'260 PWE/h ansteigt. Damit ergibt sich eine Auslastung von 93 % und die Leistungsfähigkeit des Knotens bleibt erhalten (Verkehrsqualitätsstufe E).

4.10.4 Fazit

Mit der Variante **Anschluss Lochhof und Fluhmühlebrücke** wird ein funktionsfähiges Verkehrsnetz erstellt. Gegenüber dem Referenzzustand wird durch die Fluhmühlebrücke und den Anschluss Lochhof insbesondere der südliche Abschnitt der Baselstrasse inkl. des Knotens Kreuzstutz und dem Knotensystem Anschluss Zentrum entlastet, so dass die Verkehrsmengen mit der bestehenden Infrastruktur verarbeitet werden können.

Im Bereich Schlossberg / Rosenberg sind zur Sicherstellung eines geregelten Verkehrsflusses und Busbetriebs trotz des Wegfalls des Tunnels Friedental gem. VP_{optimiert} Massnahmen umzusetzen.

Zur Verbesserung des Verkehrsablaufs auf dem Kantonsstrassennetz (Hirschengraben stadtauswärts) und der Optimierung des Busbetriebs sind beim Kasernenplatz bei der Weiterbearbeitung Massnahmen zu berücksichtigen. Mit einem Ausbau der Einfahrt Luzern Zentrum auf 2 Fahrstreifen vom Hirschengraben gem. der Basisvariante (vgl. Kapitel 4.5) kann die Auslastung des Knotens redeziiert werden.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Gesamtsystem Bypass (Quelle: www.bypass.lu)	5
Abbildung 2:	Vorgehen	7
Abbildung 3:	Organigramm Zusatzabklärungen Spange Nord	10
Abbildung 4:	Strassennetz Referenzzustand	12
Abbildung 5:	Übersicht Varianten aus ZMB-Phase 1 für Bearbeitung ZMB-Phase 2	14
Abbildung 6:	Variante Tunnel Rosenberg Tagbau (Entwurf Emch+Berger WSB AG, Stand 15.02.2019)	15
Abbildung 7:	Variante Tunnel Rosenberg durchgehend mit Ausfahrt Friedentalstrasse (Entwurf Emch+Berger WSB AG, Stand 13.02.2019)	15
Abbildung 8:	Variante Tunnel Rosenberg durchgehend mit Ausfahrt Friedentalstrasse mit Anbindung Schlossberg Nord (Entwurf Emch+Berger WSB AG, Stand 15.02.2019)	15
Abbildung 9:	Variante Tunnel Rosenberg einstreifig (Entwurf Emch+Berger WSB AG, Stand 20.02.2019)	16
Abbildung 10:	Variante Tunnel Rosenberg bergmännisch (Entwurf Emch+Berger WSB AG, Stand 18.02.2019)	16
Abbildung 11:	Verkehrsmengen Verflechtung in der Einfahrt beim Anschluss Zentrum Referenzzustand, Ist-Zustand und Zustand VP _{optimiert}	21
Abbildung 12:	Verlagerungen in der ASP 2040 [Fz/h] durch Variante 0+ im Vergleich zum Referenzzustand.....	27
Abbildung 13:	Verlagerungen in der ASP 2040 [Fz/h] mit der Spange Nord VP _{optimiert} durch Wegfall der Fluhmühlebrücke	35
Abbildung 14:	Verlagerungen in der ASP 2040 [Fz/h] mit der Spange Nord VP _{optimiert} durch Weglassen ÖV-Massnahmen.....	38
Abbildung 15:	Verlagerungen in der ASP 2040 [Fz/h] durch Variante Spange Nord lang indirekt im Vergleich zum Referenzzustand (vgl. Anhang 5)	44
Abbildung 16:	Skizze Anschluss Spange Nord lang indirekt an Sedelstrasse	69
Abbildung 17:	Skizze Anschluss Spange Nord lang an Haldenstrasse bzw. Kreisel Verkehrshaus.....	69
Abbildung 18:	Verlagerungen in der ASP 2040 [Fz/h] durch Variante Spange Nord lang indirekt im Vergleich zum Referenzzustand	70
Abbildung 19:	Skizze Anschluss Tunnel lang direkt an Friedentalstrasse	74
Abbildung 20:	Verlagerungen in der ASP 2040 [Fz/h] durch Variante Spange Nord lang direkt im Vergleich zum Referenzzustand	75
Abbildung 21:	Skizze Anschluss Luzern Zentrum Massnahmenansatz Einbahnsystem Gütschstrasse.....	85
Abbildung 22:	Skizze Anschluss Luzern Zentrum Massnahmenansatz Aufhebung Linksabbieger Baselstrasse Rtg. Gütschstrasse	86
Abbildung 23:	links: Ist-Infrastruktur mit Verkehrsmengen Referenzzustand, rechts: Ansatz 2-streifige einfahrt Luzern Zentrum	89
Abbildung 24:	Fahrtstreifenwechsel im bzw. nach Reussporttunnel bei Anpassung Fahrtstreifenlayout in der Einfahrt Luzern Zentrum	89
Abbildung 25:	Skizze Massnahmenansatz Ausbau Kreuzstutz zu LSA	91

Abbildung 26:	Bauinventar Bereich Kreisel Kreuzstutz	91
Abbildung 27:	Skizze Massnahmenansatz Ausbau Kreisel Kreuzstutz	92
Abbildung 28:	Ansatz Teileinbahnsystem Vorprojekt Schlossberg 2009 [7].....	93
Abbildung 29:	Verlagerungen in der ASP 2040 [Fz/h] durch Variante Anschluss Lochhof mit Fluhmühlebrücke im Vergleich zum Referenzzustand.....	103
Abbildung 30:	Verlagerungen in der ASP 2040 [Fz/h] durch Variante Anschluss Lochhof mit Fluhmühlebrücke mit flankierenden Massnahmen Fluhmühlerain im Vergleich zum Referenzzustand	104

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Verkehrsmengen und Beurteilung Leistungsfähigkeit Autobahnanschlüsse Referenzzustand.....	20
Tabelle 2:	Verkehrsmengen und Beurteilung Leistungsfähigkeit Kreisel Kreuzstutz Referenzzustand.....	22
Tabelle 3:	Verkehrsmengen und Beurteilung Leistungsfähigkeit Knoten Friedentalstrasse und Schlossberg Referenzzustand mit bestehender Infrastruktur	22
Tabelle 4:	Verkehrsmengen und Beurteilung Leistungsfähigkeit Autobahnanschlüsse Referenzzustand mit Basisausbau.....	25
Tabelle 5:	Beurteilung Leistungsfähigkeit LSA Kreuzstutz Referenzzustand mit Basisausbau	26
Tabelle 6:	Beurteilung Leistungsfähigkeit Knoten Friedentalstrasse und Schlossberg Referenzzustand mit Basisausbau.....	26
Tabelle 7:	Verkehrsmengen und Beurteilung Leistungsfähigkeit Autobahnanschlüsse Variante 0+	28
Tabelle 8:	Verkehrsmengen und Beurteilung Leistungsfähigkeit Kreisel Kreuzstutz Variante 0+	29
Tabelle 9:	Verkehrsmengen und Beurteilung Leistungsfähigkeit Knoten Friedentalstrasse und Schlossberg Variante 0+ mit bestehender Infrastruktur	29
Tabelle 10:	Verkehrsmengen und Beurteilung Leistungsfähigkeit Autobahnanschlüsse Variante 0+ (reduzierte Nachfrage).....	30
Tabelle 11:	Vergleich Verkehrsmengen Variant 0+ (2040, reduzierte Nachfrage) am Knoten Rosenberg und Spital-/Friedentalstrasse mit Ist-Zustand und Variante 0+	31
Tabelle 12:	Verkehrsmengen und Beurteilung Leistungsfähigkeit Autobahnanschlüsse Variante VP _{optimiert}	32
Tabelle 13:	Verkehrsmengen und Beurteilung Leistungsfähigkeit Knoten Friedentalstrasse und Schlossberg Variante VP _{optimiert}	33
Tabelle 14:	Verkehrsmengen und Beurteilung Leistungsfähigkeit Kreisel Kreuzstutz Variante VP _{optimiert}	33
Tabelle 15:	Verkehrsmengen und Beurteilung Leistungsfähigkeit Autobahnanschlüsse Variante VP _{optimiert} ohne Fluhmühlebrücke	36
Tabelle 16:	Verkehrsmengen und Beurteilung Leistungsfähigkeit Knoten Kreuzstutz Variante VP _{optimiert} ohne Fluhmühlebrücke	37
Tabelle 17:	Verkehrsmengen und Beurteilung Leistungsfähigkeit Autobahnanschlüsse Variante VP _{optimiert} ohne ÖV-Massnahmen.....	39
Tabelle 18:	Verkehrsmengen und Beurteilung Leistungsfähigkeit Knoten Friedentalstrasse und Schlossberg Variante VP _{optimiert} ohne ÖV- Massnahmen	40
Tabelle 19:	Verkehrsmengen und Beurteilung Leistungsfähigkeit Autobahnanschlüsse Variante Spange Nord kurz mit Anschluss an Schlossberg, mit Tunnel Rosenberg Tagbau ohne ÖV-Massnahmen.....	42

Tabelle 20:	Beurteilung Leistungsfähigkeit Knoten Friedentalstrasse und Schlossberg Variante Spange Nord kurz mit Anschluss an Schlossberg, mit Tunnel Rosenberg Tagbau ohne ÖV-Massnahmen.....	43
Tabelle 21:	Verkehrsmengen und Beurteilung Leistungsfähigkeit Autobahnanschlüsse Variante Spange Nord lang.....	45
Tabelle 22:	Beurteilung Leistungsfähigkeit Knoten Friedentalstrasse, Schlossberg und Verkehrshaus Variante Spange lang	46
Tabelle 23:	Verkehrsmengen Haldenstrasse (östlich Schweizerhofquai) und Zürichstrasse Variante Spange lang im Vergleich zu Ist-Zustand und VP _{optimiert}	47
Tabelle 24:	Verkehrsmengen und Beurteilung Leistungsfähigkeit Autobahnanschlüsse Variante Anschluss Lochhof und Fluhmühlebrücke ohne ÖV-Massnahmen	49
Tabelle 25:	Verkehrsmenge und Beurteilung Leistungsfähigkeit Knoten Kasernenplatz mit Ausbau (2 Fahrtreifen Hirschengraben und Autobahneinfahrt gem. Basisvariante) Variante Anschluss Lochhof und Fluhmühlebrücke ohne ÖV-Massnahmen	50
Tabelle 26:	Beurteilung Leistungsfähigkeit Knoten Friedentalstrasse und Schlossberg Variante Anschluss Lochhof und Fluhmühlebrücke ohne ÖV-Massnahmen	50
Tabelle 27	Verkehrsmengen und Beurteilung Leistungsfähigkeit Autobahnanschlüsse Variante Spange Lang indirekt im Vergleich mit der Variante VP _{opt}	71
Tabelle 28	Verkehrsmengen und Beurteilung Leistungsfähigkeit Knoten Friedentalstrasse, Schlossberg und Verkehrshaus Variante Spange lang indirekt mit Infrastruktur gem. VP _{opt}	71
Tabelle 29	Verkehrsmengen und Beurteilung Leistungsfähigkeit Autobahnanschlüsse Variante Spange lang direkt im Vergleich mit der Variante VP _{optimiert}	76
Tabelle 30:	Beurteilung Leistungsfähigkeit Knoten Anschluss Zentrum mit Basisausbau, Ansatz Einbahn Gütschstrasse	86
Tabelle 31:	Beurteilung Leistungsfähigkeit Knoten Anschluss Zentrum mit Basisausbau, Ansatz Aufhebung Linksabbieger Baselstrasse Rtg. Gütschstrasse.....	87
Tabelle 32:	Beurteilung Leistungsfähigkeit LSA Kreuzstutz Referenzzustand mit Basisausbau	91
Tabelle 33:	Vergleich Verkehrsmenge Zustand 2040 ohne Bypass mit Referenzzustand für Knoten Autobahnanschluss Luzern-Zentrum	95
Tabelle 34:	Beurteilung Leistungsfähigkeit Knoten Autobahnanschluss Luzern-Zentrum für Zustand 2040 ohne Bypass	95
Tabelle 35:	Vergleich Verkehrsmenge Zustand 240 ohne Bypass mit Referenzzustand für Kreisel Kreuzstutz.....	96
Tabelle 36:	Vergleich Verkehrsmenge Zustand 240 ohne Bypass mit Referenzzustand für Knoten Friedentalstrasse und Schlossberg	96
Tabelle 37:	Vergleich Leistungsfähigkeit Zustand Basisausbau und Zustand Basisausbau mit ÖV-Massnahmen für massgebende Knoten Autobahnanschluss Luzern-Zentrum	97

Tabelle 38:	Vergleich Leistungsfähigkeit Zustand Basisausbau und Zustand Basisausbau mit ÖV-Massnahmen für LSA-Knoten Kreuzstutz	97
Tabelle 39	Verkehrsmengen Knoten Friedentalstrasse und Schlossberg Variante Anschluss Lochhof und Fluhmühlebrücke ohne ÖV-Massnahmen im Vergleich zu Ist-Zustand bzw. VP _{optimiert}	101
Tabelle 40:	Verkehrsmengen und Beurteilung Leistungsfähigkeit Knoten Kreuzstutz Variante Anschluss Lochhof und Fluhmühlebrücke mit flankierenden Massnahmen Fluhmühlerain im Vergleich zu Ist-Zustand bzw. ohne flankierende Massnahmen	104
Tabelle 41:	Verkehrsmengen und Beurteilung Leistungsfähigkeit Autobahnanschlüsse Variante Anschluss Lochhof und Fluhmühlebrücke (inkl. ÖV-Massnahmen)	105
Tabelle 42:	Verkehrsmengen und Beurteilung Leistungsfähigkeit Knoten Kreuzstutz Variante Anschluss Lochhof und Fluhmühlebrücke (inkl. ÖV-Massnahmen)	105

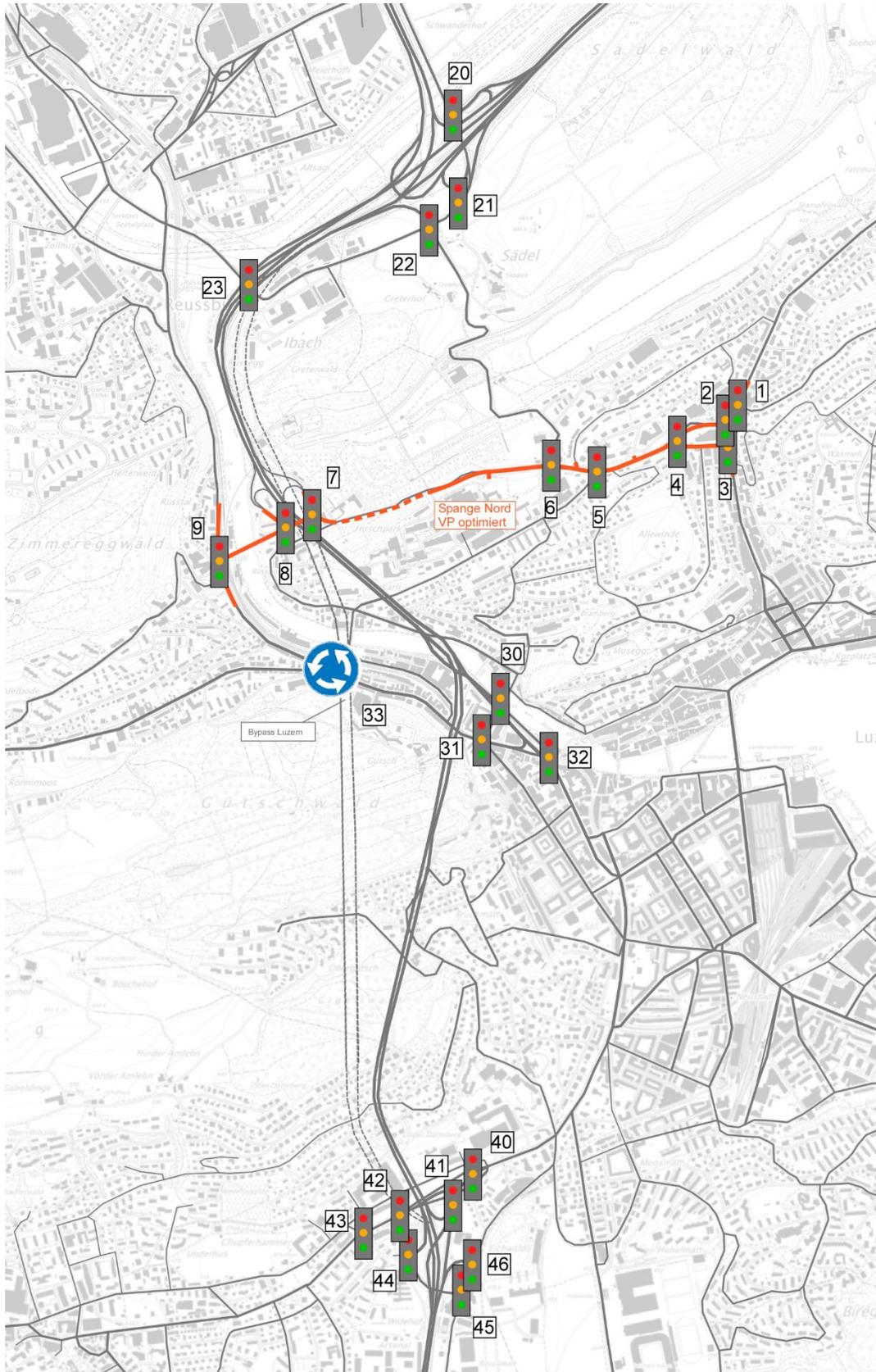
Anhang

- Anhang 1 Übersicht untersuchte Knoten
- Anhang 2 Verkehrstechnische Prüfung Varianten Tunnel Rosenberg
- Anhang 3 Variante Tunnel Rosenberg, Auswirkungen mit Unterbruch Spitalstrasse
- Anhang 4 Verkehrstechnische Prüfung Varianten Spange Nord lang
- Anhang 5 Verkehrsgrundlagen Phase 2
- Anhang 6 Übersicht Knotenbelastungen und -beurteilungen Varianten Detailprüfung
- Anhang 7 Verkehrstechnische Prüfung Ansätze Basisausbau
- Anhang 8 Zustand 2040 ohne Bypass
- Anhang 9 Basisausbau und ÖV-Massnahmen
- Anhang 10 Variante Spange Nord kurz mit Tunnel Rosenberg, Anforderungen Knoten entlang Friedentalstrasse bis Schlossberg
- Anhang 11 Variante Anschluss Lochhof und Fluhmühlebrücke ohne ÖV-Massnahmen, Anforderungen Knoten entlang Friedentalstrasse bis Schlossberg
- Anhang 12 Flankierende Massnahmen Fluhmühlerain
- Anhang 13 Variante Anschluss Lochhof und Fluhmühlebrücke (inkl. ÖV-Massnahmen)

Beilage

Leistungsfähigkeitsberechnungen Varianten Detailbeurteilung

Anhang 1 Übersicht untersuchte Knoten



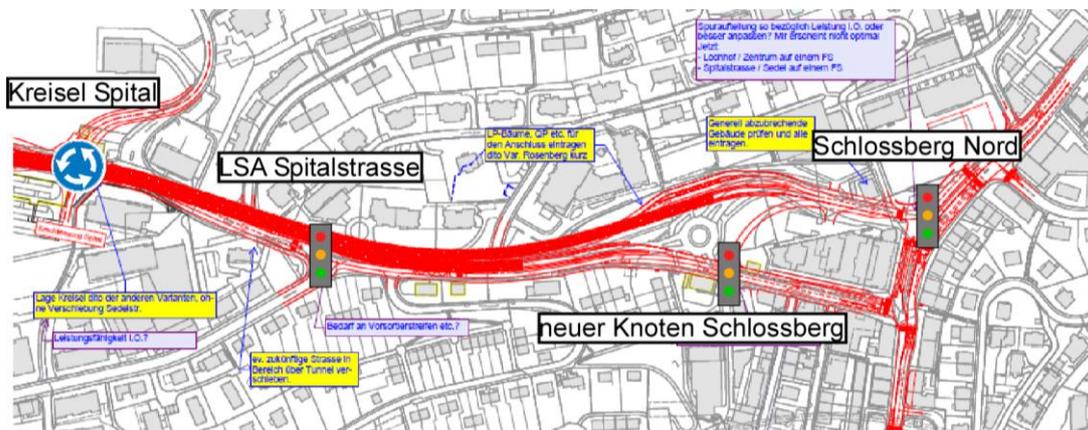
Anhang 2 Verkehrstechnische Prüfung Varianten Tunnel Rosenberg

In der Variantenweiterentwicklung zu Beginn der ZMB-Phase 2 wurden für folgende Varianten mit Tunnel Rosenberg, welche von Seiten des Projektteams der bautechnischen Machbarkeit in einem ersten Schritt aufgezeichnet wurden.

- Tunnel Rosenberg tagbau
- Tunnel Rosenberg durchgehend mit Ausfahrt Friedental
- Tunnel Rosenberg durchgehend mit Ausfahrt Friedental mit Anbindung Schlossberg Nord
- Tunnel Rosenberg einstreifig
- Tunnel Rosenberg bergmännisch

Tunnel Rosenberg tagbau

In der nachfolgenden Abbildung sind die Knoten dargestellt, welche geprüft wurden.

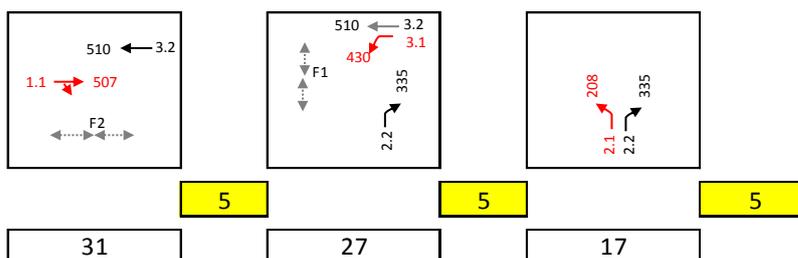


Kreisel Spital

Ein 4-armiger Kreislauf bietet in dieser Variante eine ausreichende Leistungsfähigkeit (VQS C, längster 95%-Rückstau ist in Richtung Schlossberg: 90 m)

LSA Spitalstrasse

Um die LSA Spitalstrasse leistungsfähig betreiben zu können sind separate Linksabbieger auf der Spitalstrasse und auf der Friedentalstrasse Ost notwendig.



Der Knoten erreicht so die VQS C und 95%-Rückstaulängen unter 100 m.

LSA neuer Knoten Schlossberg

Der Knoten erreicht so wie aufgezeichnet die VQS **C** und 95%-Rückstaulängen unter 100 m.

LSA Schlossberg Nord

Der Knoten Schlossberg Nord ist an der Leistungsgrenze. Aus der statischen Berechnung resultiert die VQS **E** und 95%-Rückstaulängen von 180 m Richtung Süden und 135 m Richtung Norden. (Die Rückstaulängen können gegebenenfalls durch eine Koordination der LSAs vermindert werden. Die Verkehrsmengen liegen im Bereich der VISSIM-Simulation des VP_{optimiert})

Eine andere Komposition der Ströme aus Norden (andere Anordnung Tunnelportal) bringt kaum Abhilfe, da die Ströme Richtung Lochhof und Spital praktisch gleich stark sind.

Zwischenfazit

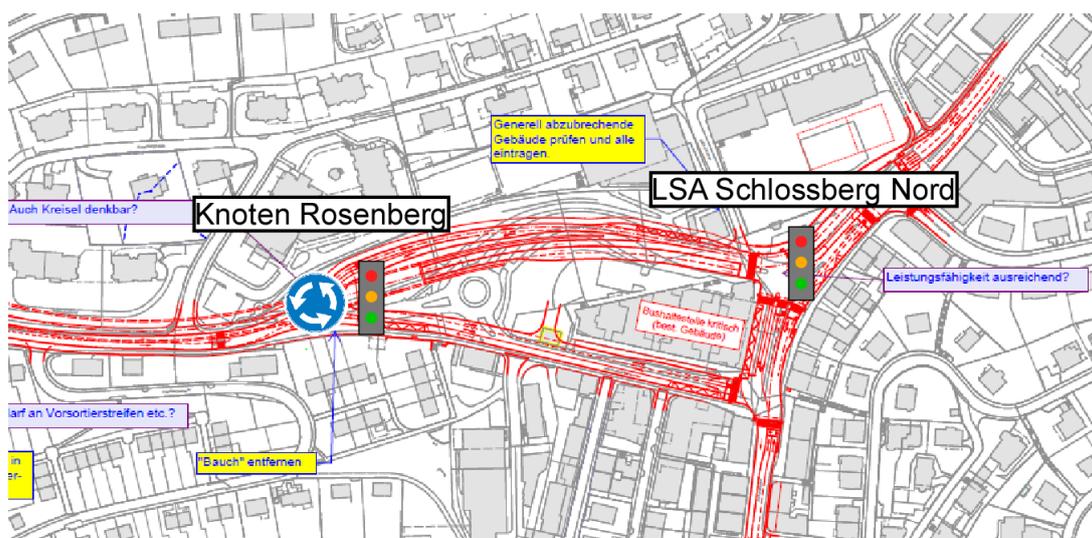
Die Leistungsfähigkeit der Variante Tunnel Rosenberg tagbau ist grundsätzlich gegeben, der kritischste Knoten ist die LSA Schlossberg Nord.

Tunnel durchgehend mit Ausfahrt Friedental

Diese Variante ist aus verkehrstechnischer Sicht identisch mit der Variante Tunnel Rosenberg tagbau.

Tunnel durchgehend mit Ausfahrt Friedental mit Anbindung Schlossberg Nord

Diese Variante unterscheidet sich von der Variante Tunnel Rosenberg tagbau nur an den Knoten Rosenberg und Schlossberg Nord (vgl. nachfolgende Abbildung).

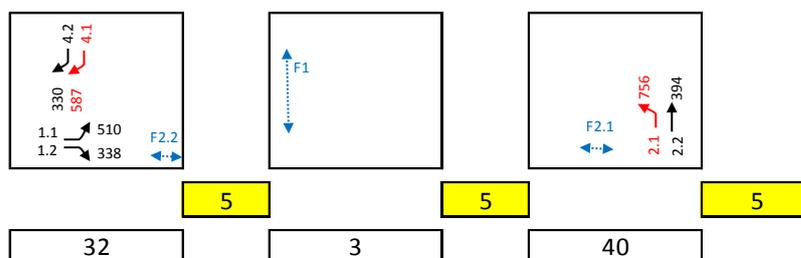


Knoten Rosenberg

Der Knoten Rosenberg ist als LSA (wie aufgezeichnet mit je einer Einfahrtsspur) oder als Kreisell leistungsfähig. Der Kreisell erreicht die VQS **B** und 95%-Rückstaulängen unter 50 m. Die LSA erreicht die VQS **C** und Rückstaulängen von 100-130 m.

LSA Schlossberg Nord

Der Knoten ist leistungsmässig absolut ausgereizt. Der FG-Übergang 1 kann nicht in jeder Phase angeboten werden und der FG-Übergang 2 muss gesplittet werden. Wird mit einem hohen Fussgängeraufkommen gerechnet, kann der Knoten nicht leistungsfähig betrieben werden.



Mit dem Phasenablauf wie aufgezeichnet (d.h. unter Annahme eines tiefen FG-Aufkommens) kann die VQS E und folgende 95%-Rückstaulängen erreicht werden:

- Westen: 90 m
- Süden: 185 m
- Norden: 140 m

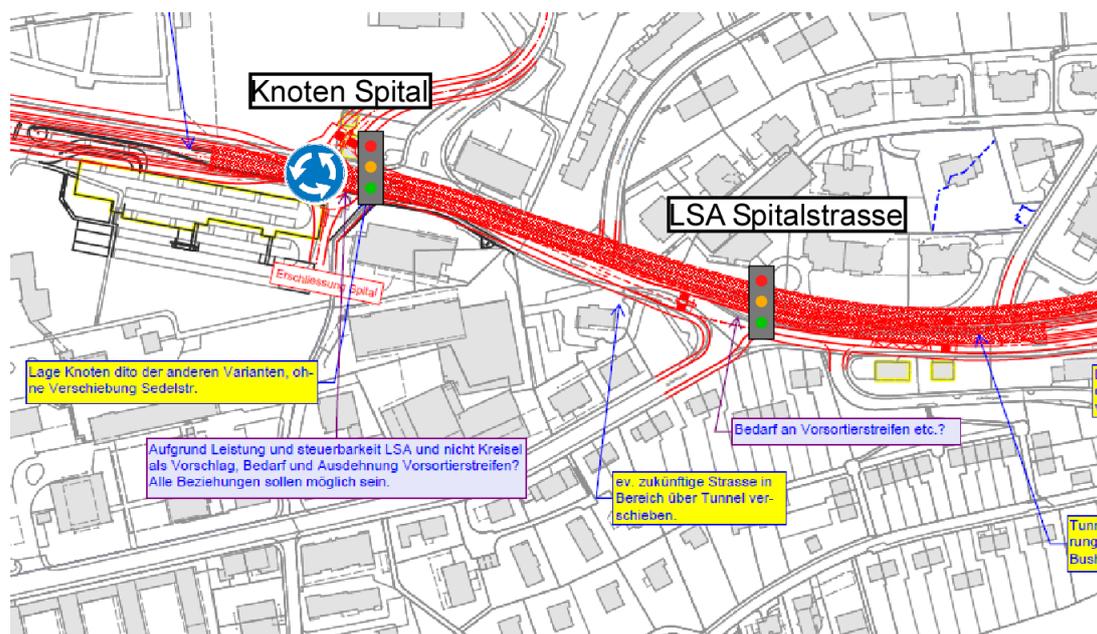
Die Rückstaulängen sind grösser als die vorhandenen Vorsortierstreifen. Somit entstehend grosse Abhängigkeiten zwischen den benachbarten LSA. Eine vollständige Priorisierung der Busse ist nicht mehr möglich und durch die Rückstaulängen entstehen Verlustzeiten für die Busse.

Zwischenfazit

Können die Fussgänger am Knoten Schlossberg Nord bis zu einem gewissen Punkt vernachlässigt werden, können die MIV-Verkehrsmengen in der Variante «Tunnel durchgehend mit Ausfahrt Friedental mit Anbindung Schlossberg Nord» knapp verarbeitet werden. Für die Busse entstehen jedoch Wartezeiten und eine vollständige Buspriorisierung ist nicht möglich.

Tunnel Rosenberg einstreifig

In dieser Variante werden der Knoten Spital sowie der Knoten Spitalstrasse vertieft untersucht (vgl. nachfolgende Abbildung). Die Erkenntnisse zu den anderen Knoten sind analog der Variante Tunnel Rosenberg tagbau.



Knoten Spital

Wird der Knoten als Kreisel ausgestaltet resultiert auf dem Knotenarm aus Richtung Lochhof die VQS **F**, der Knoten ist somit nicht leistungsfähig und es entstehen sehr lange Rückstaulängen.

Wird der Knoten als LSA mit zwei Spuren aus Westen und Osten realisiert, resultiert ebenfalls die VQS **F**. Es wären drei Spuren aus Westen und Osten nötig, um eine ausreichende Leistungsfähigkeit bieten zu können.

Knoten Spitalstrasse

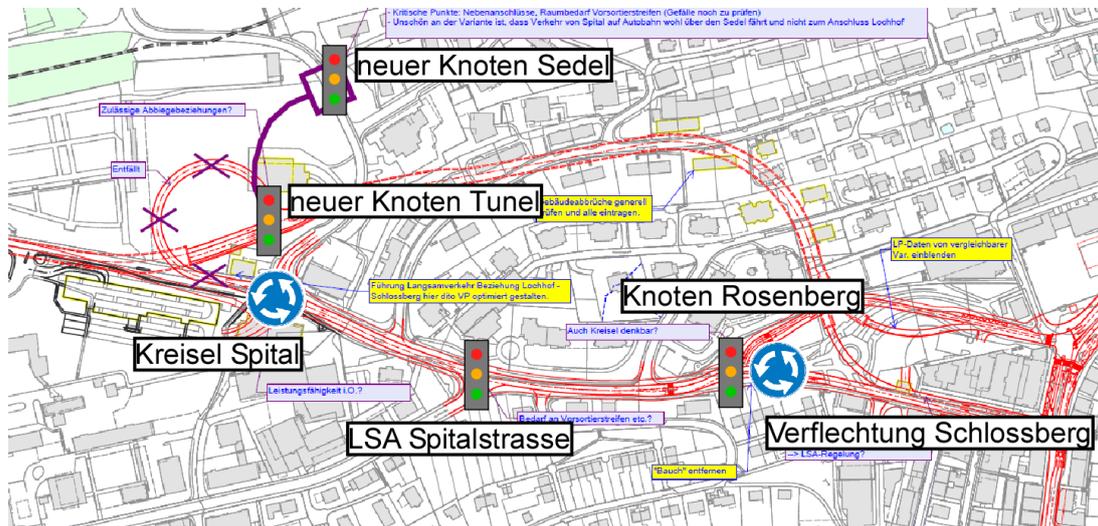
Der Knoten wird gegenüber VP optimiert nur bei dem Strom welcher ohnehin im Schatten läuft entlastet. Der Knoten ist vollständig ausgelastet (VQS **E** bis **F**).

Zwischenfazit

Mit der Variante Tunnel Rosenberg einstreifig ergibt sich eine Verkehrsentslastung im oberirdischen Abschnitt Rosenberg, welcher hinsichtlich der Ausgestaltung der Knoten keine Vorteile bringt. Der Knoten Spitalstrasse muss analog dem VP_{optimiert} gestaltet werden (Anzahl und Länge Vorsortierstreifen). Beim Knoten Spital ergibt sich ein vierarmiger Knoten, welcher sehr gross ausfallen müsste (LSA mit mehreren Fahrstreifen in der Hauptrichtung). Aus verkehrstechnischer Sicht empfehlen wir die Variante zu verwerfen.

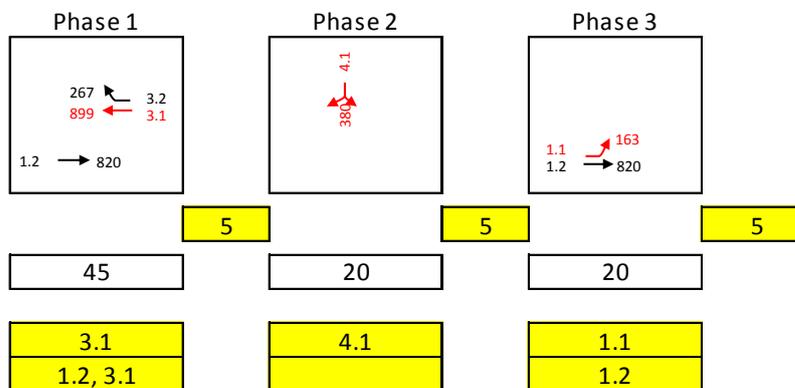
Tunnel Rosenberg bergmännisch

Für diese Variante wurden neue Knoten am nördlichen Tunnelarm, die Knoten Spital, Spitalstrasse sowie Rosenberg und zuletzt die Verflechtung im Schlossberg untersucht.



Neuer Knoten Tunnel

Der neue Knoten am nördlichen Tunnelarm ist mit je zwei Fahrspuren aus Westen und Osten knapp leistungsfähig und kann alle Abbiegebeziehungen anbieten. Jedoch entsteht Rückstau in den Tunnel

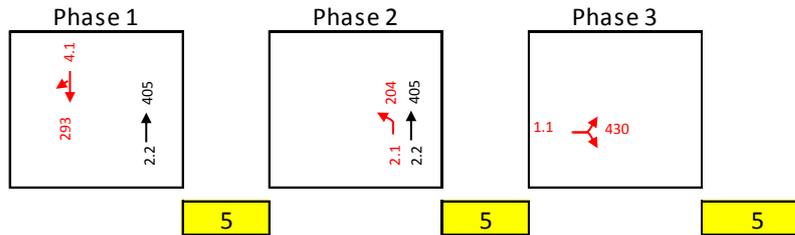


Der Knoten erreicht die VQS E und folgende 95%-Rückstaulängen:

- Westen: 50 m
- Osten: 205 m
- Norden: 110 m

Neuer Knoten Sedel

Der neue Knoten Sedelstrasse erreicht als LSA mit separatem Linksabbieger auf der Sedelstrasse die VQS C und 95%-Rückstaulängen unter 70 m.



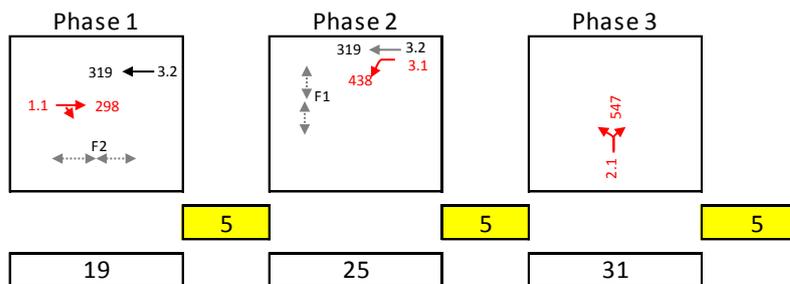
Der Knoten könnte auch im Vortritt geregelt werden, wobei dann der Linkseinbieger in die Sedelstrasse nur noch die VQS **E** erreicht.

Kreisel Spital

Der Kreisel Spital erreicht die VQS **B** und 95%-Rückstaulängen unter 50 m.

LSA Spitalstrasse

Die LSA Spitalstrasse erreicht mit nur aus Osten zweispuriger Zufahrt die VQS **D** und 95%-Rückstaulängen unter 100 m.



Knoten Rosenberg

Der Knoten Rosenberg ist als LSA (wie aufgezeichnet mit je einer Einfahrtsspur) oder als Kreisel leistungsfähig. Der Kreisel erreicht die VQS **B** und 95%-Rückstaulängen unter 50 m. Die LSA erreicht die VQS **B** und Rückstaulängen von 70-90 m.

Verflechtungsstrecke Schlossberg

Damit die Verflechtung im Rückstaubereich der LSA Schlossberg Süd möglich ist, ist eine LSA zwingend. Die vorhandenen Verkehrsmengen können knapp verarbeitet werden (VQS **E**) und es entstehen lange Rückstaulängen von je 190 m und somit bis in den Tunnel hinein sowie oberirdisch bis über die Busspur hinaus.

Zwischenfazit

Die Variante «Tunnel Rosenberg bergmännisch» ist aus verkehrstechnischer Sicht knapp machbar, wobei beim neuen Knoten Tunnel und der Verflechtungsstrecke Schlossberg keine Reserven bestehen. Es entsteht an beiden Knoten Rückstau bis in den Tunnel hinein und für die Busse auf der Friedentalstrasse Richtung Schlossberg ergeben sich Verlustzeiten.

Anhang 3 Variante Tunnel Rosenberg, Auswirkungen mit Unterbruch Spitalstrasse

Die Abklärungen zu den Auswirkungen eines Unterbruchs der Spitalstrasse wurde für die Variante Tunnel Rosenberg tagbau durchgeführt. Nachfolgend ist einerseits ein ASP-Belastungsplot der Variante Tunnel Rosenberg tagbau und andererseits die Veränderung durch die Sperrung (Differenzplot) aufgezeigt.

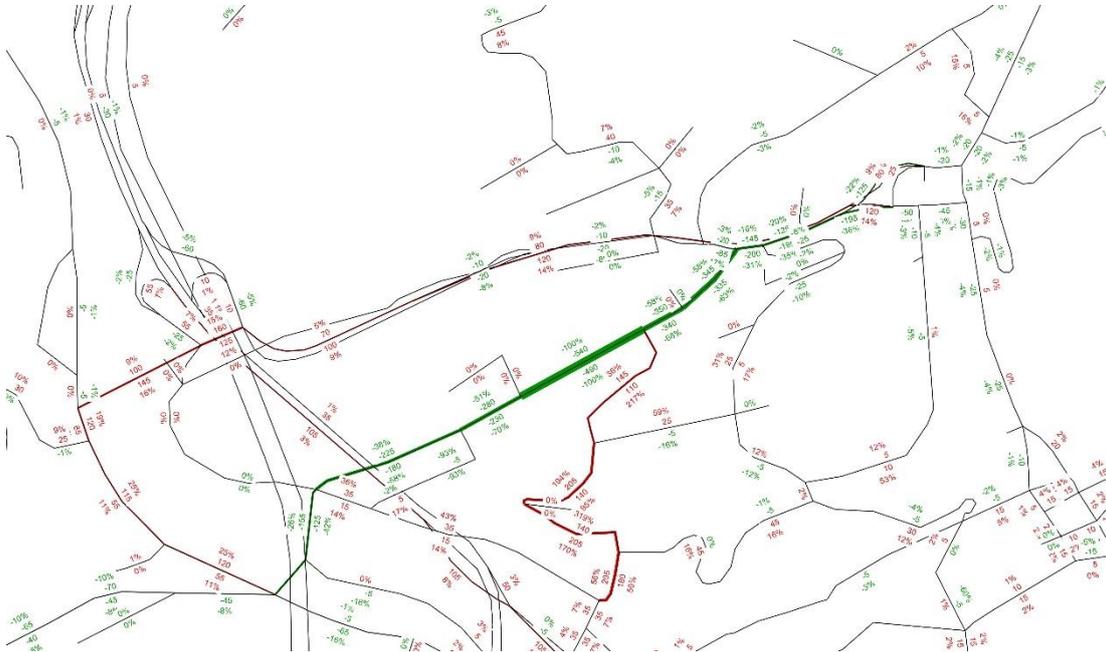
Verkehrsbelastungen ASP Variante Tunnel Rosenberg



Differenzplot ASP Variante Tunnel Rosenberg mit Unterbruch Spitalstrasse unmittelbar beim Knoten Spital-/Friedentalstrasse zu Variante Tunnel Rosenberg



Differenzplot ASP Variante Tunnel Rosenberg mit Unterbruch Spitalstrasse östlich Zufahrt Kantonsspital zu Variante Tunnel Rosenberg



Differenzplot ASP Variante Tunnel Rosenberg mit Unterbruch Spitalstrasse westlich Zufahrt Kantonsspital zu Variante Tunnel Rosenberg



Anhang 4 Verkehrstechnische Prüfung Varianten Spange Nord lang

Spange Nord lang indirekt

Annahmen für LF-Prüfung

Für die LF-Prüfung wird von folgendem Ausbau ausgegangen:

- Anschluss an Tunnel über Knoten Sedel-/Friedental und neuen Knoten (Prüfung welcher Ausbau an diesen Knoten erforderlich ist)
- Lochhof bis Schlossberg in Anlehnung an VP_{opt}
- Neue Spitalerschliessung westlich des Knotens Sedel-/Friedentalstrasse (wie bei VP_{opt})
- Knoten Spital-Friedentalstrasse und Knoten beim Knotensystem Schlossberg/Rosenberg:
Prüfung, ob reduzierter Ausbau gegenüber VP_{opt} möglich ist
- Anschlussknoten Verkehrshaus: Prüfung ob LF eines einstreifigen Kreisels ausreichend ist (vgl. Abbildung 17)

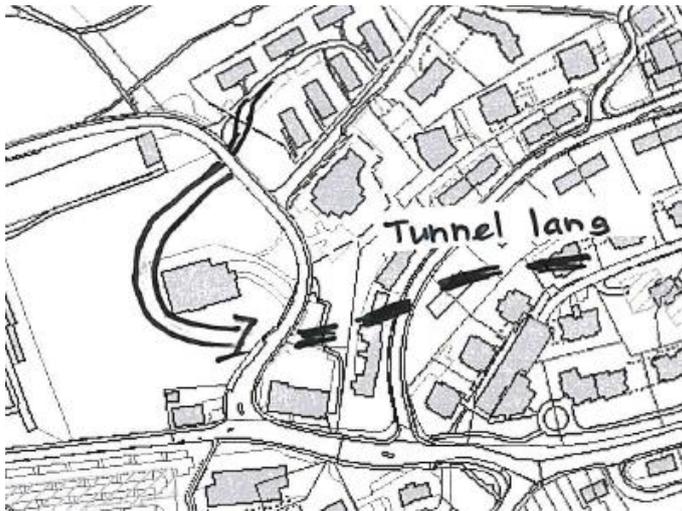


Abbildung 16: Skizze Anschluss Spange Nord lang indirekt an Sedelstrasse

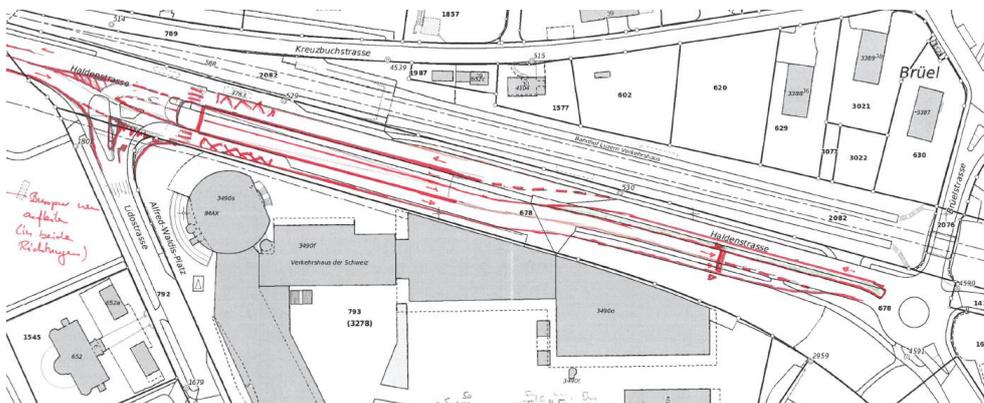


Abbildung 17: Skizze Anschluss Spange Nord lang an Haldenstrasse bzw. Kreisverkehr Verkehrshaus

Mit der beschriebenen Variante ergeben sich gegenüber dem Referenzzustand folgende Verkehrsverlagerungen.

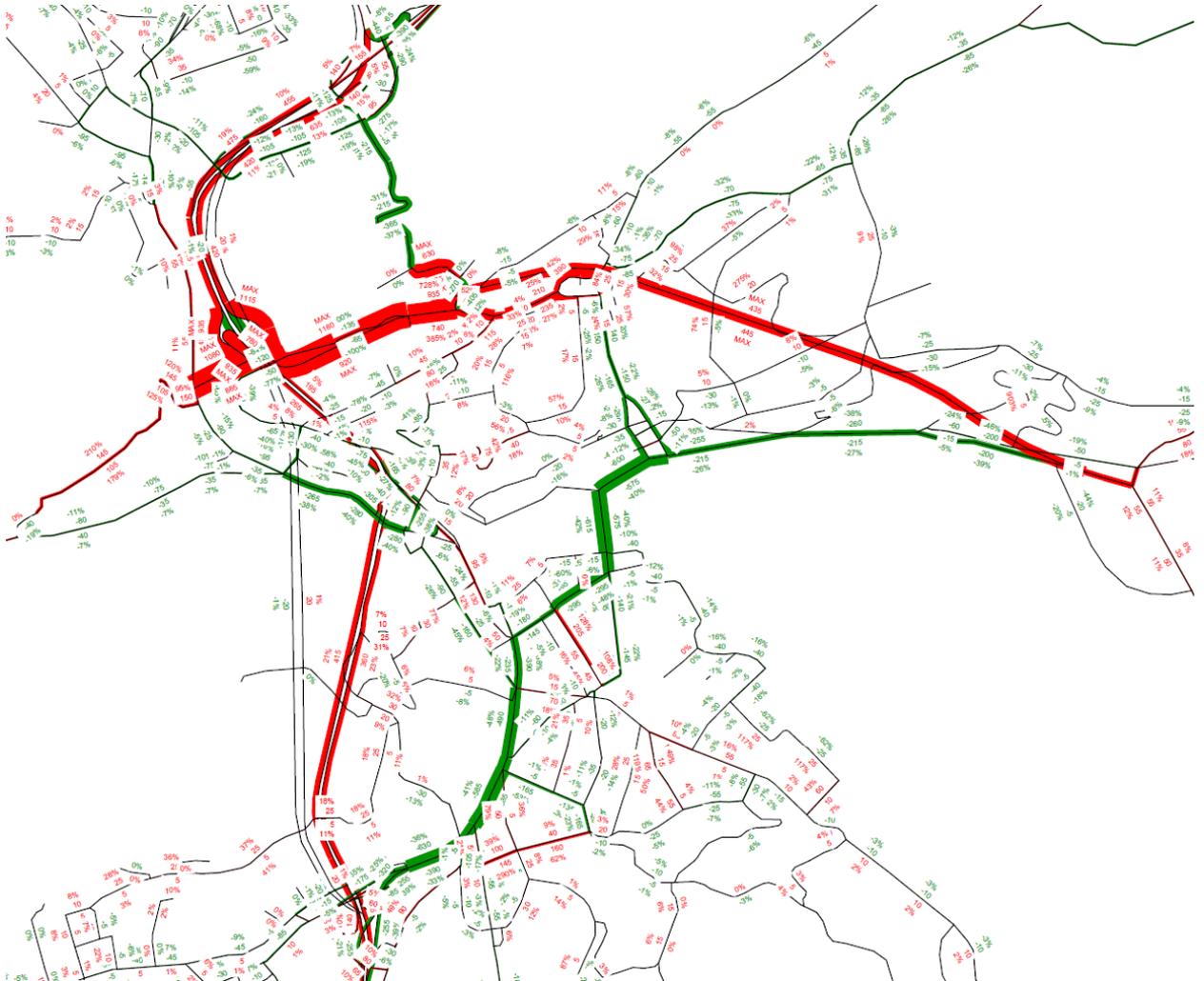


Abbildung 18: Verlagerungen in der ASP 2040 [Fz/h] durch Variante Spange Nord lang indirekt im Vergleich zum Referenzzustand

Die Belastung im Tunnel Haldenstrasse bis Friedentalstrasse ist mit knapp 900 Fz/h im Querschnitt tief.

Die indirekte Anbindung des langen Tunnels über die Sedelstrasse führt dazu, dass gegenüber anderen Varianten mit einer Spange Nord und dem Anschluss Lochhof mehr Verkehr via Sedelstrasse Richtung Autobahnanschluss Emmen Süd fährt. Somit nimmt auch die Verkehrsbelastung im Tunnel Friedentalstrasse nicht stark zu (gegenüber VP_{opt} ca. + 50 Fz/h im Querschnitt), so dass diese Verkehrsmengen beim Anschluss Lochhof verarbeitet werden können.

Im Abschnitt Schlossberg bis Spitalstrasse ist gegenüber dem Referenzzustand eine Verkehrszunahme vorhanden. Diese ist etwas geringer als bei der Variante $VP_{optimiert}$ jedoch ist aufgrund der Zunahme trotzdem ein Ausbau der Verkehrsinfrastruktur notwendig, um den Verkehr und insbesondere den Busbetrieb abwickeln zu können.

Autobahnanschlussknoten

Bei der Prüfung der verkehrstechnischen Machbarkeit wurden in einem ersten Schritt die Belastungen an den Knoten bei den Autobahnanschlüssen Emmen Süd, Lochhof, Luzern Zentrum und Kriens geprüft. Bei einer Mehrbelastung gegenüber $VP_{\text{optimiert}}$ von mehr als 5 % wurde die Leistungsfähigkeit des Einzelknotens aufgezeigt.

Kn.-Nr.	Knoten	VP _{opt.}	Variante Spange Nord lang indirekt		VQS ⁴⁹	Auslastung ⁴⁹
		Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	Veränderung geg. VP _{opt.}		
22	Emmen Süd Sedel West	2'289	2'615	14%	C -> C	66% -> 71%
23	Emmen Süd Ibachbrücke	2'253	2'399	7%	B -> B	71% -> 73%

Tabelle 27 Verkehrsmengen und Beurteilung Leistungsfähigkeit Autobahnanschlüsse Variante Spange Lang indirekt im Vergleich mit der Variante VP_{opt.}

Die Autobahnanschlussknoten können die Verkehrszunahmen gegenüber dem VP_{optimiert} aufnehmen und weisen gute bis zufriedenstellende Verkehrsqualitätsstufen auf.

Weitere Knoten im Bearbeitungsperimeter

Nachfolgend sind die weiter geprüften Knoten aufgeführt. Auf der einen Seite geht es darum zu prüfen, welche Knoten durch das neue Tunnel gegenüber VP_{optimiert} ausgebaut werden müssen (und in welcher Form, andererseits gilt es zu prüfen, ob Knoten gegenüber VP_{optimiert} redimensioniert werden können.

Kn.-Nr.	Knoten	VP _{opt.}	Variante Spange Nord lang indirekt		VQS ⁵⁰	Auslastung ⁴⁹
		Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	Veränderung geg. VP _{opt.}		
2	Schlossberg Nord	2'383	2'131	-11%	C -> B	84% -> 73%
3	Schlossberg Süd	2'063	1'809	-12%	C -> B	88% -> 78%
4	Rosenberg	2'868	2'468	-14%	B -> A	72% -> 60%
5	Spital-/ Friedentalstrasse	3'419	3'120	-9%	F -> D	103% -> 90%
6	Sedel-/Friedentalstrasse	2'783	2'796	0%	D -> F	88% -> 108%
X	Anschluss Tunnel / Sedelstrasse (neuer Knoten)	-	1'540	-	C	63%
Y	Kreisel Verkehrshaus	1'106	1'628	+47%	A -> B	48% -> 70%

Tabelle 28 Verkehrsmengen und Beurteilung Leistungsfähigkeit Knoten Friedentalstrasse, Schlossberg und Verkehrshaus Variante Spange lang indirekt mit Infrastruktur gem. VP_{opt.}

⁴⁹ VQS und Auslastung jeweils Veränderung von VP_{optimiert} zu Variante Spange Nord lang

⁵⁰ VQS und Auslastung jeweils Veränderung von VP_{optimiert} zu Variante Spange Nord lang

Die Reduktion der Verkehrsmenge an den beiden **Knoten Schlossberg Nord und Süd** führt zu einer Verbesserung der Verkehrsqualität. Sie reicht jedoch nicht aus, dass ein Fahrstreifen reduziert werden könnte.

Beim **Knoten Rosenberg** könnte eine Reduktion auf einen Fahrstreifen geradeaus in der Vallasterstrasse Richtung Lochhof sein. Aufgrund der statischen Berechnung ist eine definitive Aussage jedoch nicht möglich, da vor allem die Koordination mit dem Knoten Schlossberg Nord berücksichtigt werden muss (Prüfung mit VISSIM).

Beim **Knoten Spital-/Friedentalstrasse** ergibt die tiefere Verkehrsmenge gegenüber VP_{opt} eine Verbesserung der Verkehrsqualität. Damit ist die Leistungsfähigkeit ausreichend (bei VP_{opt} Überlastung). Eine Redimensionierung des Knotens um einen Fahrstreifen ist nicht möglich. Die Rückstaulänge auf der Friedentalstrasse Ost beträgt ca. 100 m (95%-Rückstau).

Fazit Abschnitt Schlossberg bis Spitalstrasse:

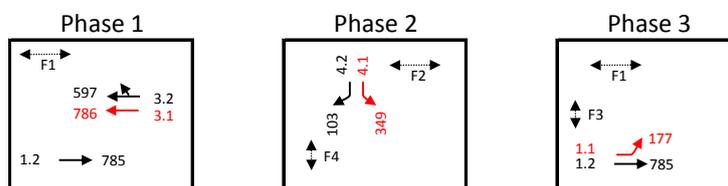
Für den Abschnitt vom Schlossberg bis zur Spitalstrasse sind zwei mögliche Ausbauszenarien vorhanden:

- System $VP_{optimiert}$ → ausreichende Leistungsfähigkeit
- System in Anlehnung an Tunnel Rosenberg bergmännisch, 1 Fahrstreifen Vallasterstrasse bis nach Einmündung Rosenbergstrasse, kurzer Linksabbiegefahrstreifen Richtung Rosenbergstrasse) → Leistungsfähigkeit vollständig ausgeschöpft (jedoch auf Niveau der Variante $VP_{optimiert}$)

Beim **Knoten Sedel-/Friedentalstrasse** ergibt sich mit einem Ausbau gemäss $VP_{optimiert}$ eine Überlastung. Es ist ein grösserer Ausbau erforderlich.

Mit einem zweiten Fahrstreifen in der Sedelstrasse kann eine Verbesserung erreicht werden, jedoch ist immer noch eine Überlastung vorhanden (Auslastung 101 %, VQS F).

Erst mit einem zusätzlichen Geradesausfahrstreifen auf der Friedentalstrasse Richtung Lochhof kann eine genügende Leistungsfähigkeit erreicht werden (Auslastung 88 %, VQS D).



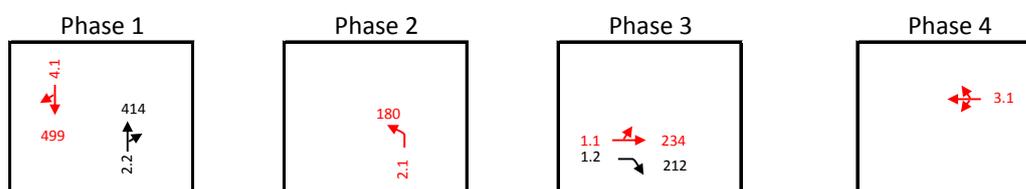
Folgende Anforderungen bestehen an den Knoten:

- Zufahrt Sedelstrasse: ein Fahrstreifen rechts und ein Fahrstreifen links (95%-Rückstaulänge = ca. 80 m)
- Zufahrt Friedentalstrasse Ost: ein Fahrstreifen geradeaus und ein Fahrstreifen geradeaus/rechts (95%-Rückstaulänge = ca. 130 m bzw. 80 m)

- Zufahrt Friedentalstrasse West: ein Fahrstreifen links und ein Fahrstreifen geradeaus (95%-Rückstaulänge = ca. 50 m)
- Ausfahrt Friedentalstrasse West: Zweispurig, bis zur Verflechtung nach mindestens 80 m

Zu beachten gilt, dass die Fussgänger die Sedelstrasse nicht in einer Phase überqueren können oder der Fussgängerstreifen im Konflikt mit den Rechtsabbiegern geführt werden muss. Ansonsten wäre ein separater Rechtsabbiegefahrstreifen und somit zusätzlicher Fahrstreifen erforderlich.

Um eine genügende Leistungsfähigkeit zu erreichen, müsste der neue **Knoten Anschluss Tunnel / Sedelstrasse** folgendes Knotenlayout aufweisen (analog Variante Tunnel Rosenberg bergmännisch).



Folgende Anforderungen bestehen an den Knoten:

- Zufahrt Sedelstrasse Nord: ein Fahrstreifen geradeaus/rechts (95%-Rückstaulänge = ca. 90 m)
- Zufahrt Anschluss Tunnel: ein Fahrstreifen rechts und ein Fahrstreifen geradeaus/links (95%-Rückstaulänge = ca. 60 m)
- Zufahrt Sedelstrasse Süd: ein Fahrstreifen geradeaus/rechts und ein Fahrstreifen links (95%-Rückstaulänge = ca. 50 m)
- Untergeordnete Zufahrt: ein Fahrstreifen

Der bestehende einstreifige **Kreisel beim Verkehrshaus** kann die zusätzliche Verkehrsmenge verarbeiten. Es ergibt sich eine Verkehrsqualitätsstufe B (Auslastung 71%). Die maximale Rückstaulänge ist von Westen (d.h. von der Haldenstrasse bzw. von der Rampe des Tunnels) vorhanden und beträgt ca. 50 m (95% Rückstaulänge), wobei diese durch die LSA-Steuerung nicht vor dem Kreisel, sondern vor der LSA entstehen wird. Die Verkehrsmengen in der Zufahrt erlauben eine abwechselnde Grün-Schaltung. Die genaue Steuerung ist zu einem späteren Zeitpunkt zu betrachten.

Mit der Berücksichtigung des Linkseinbiegeverbot aus der Lidostrasse sowie der Anbindung des Parkplatzes des Verkehrshaus an die Lidostrasse ergibt sich eine zusätzliche Belastung des Kreisels in der Zufahrt Haldenstrasse bzw. der Rampe des Tunnels. Die Auslastung beträgt 91 % (VQS D). Die Verkehrsnachfrage kann verarbeitet werden, es entsteht jedoch ein Rückstau, welcher teilweise bis zum Tunnelportal reicht.

Spange Nord lang direkt

Annahmen für LF-Prüfung

Für die LF-Prüfung wird von folgendem Ausbau ausgegangen:

- Tunnel Friedental wird bis Haldenstrasse verlängert (analog Tunnel Rosenberg)
- Anschluss von und nach Lochhof an Friedentalstrasse mit Rampen an zentralem Knoten Sedel-/Friedentalstrasse, neue Spitalerschliessung auch an Knoten Sedel-/Friedentalstrasse (aufzeigen, wie Knoten aussehen muss)
- Lochhof bis Schlossberg in Anlehnung an VP_{optimiert}
- Anschlussknoten Verkehrshaus: Prüfung ob Leistungsfähigkeit eines einstreifigen Kreisels ausreichend ist (analog Variante Spange lang indirekt)

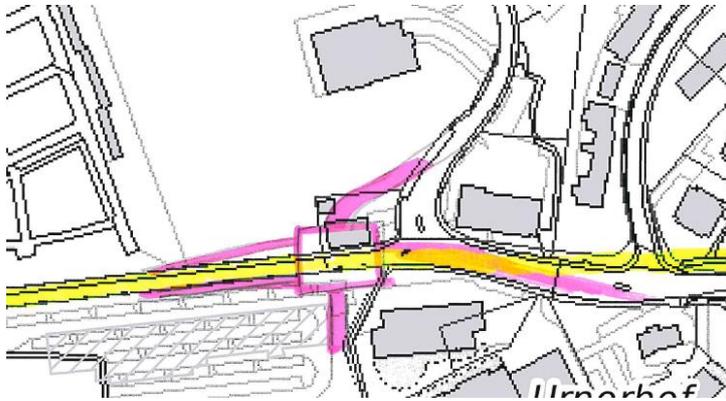


Abbildung 19: Skizze Anschluss Tunnel lang direkt an Friedentalstrasse

Mit der beschriebenen Variante ergeben sich gegenüber dem Referenzzustand folgende Verkehrsverlagerungen.

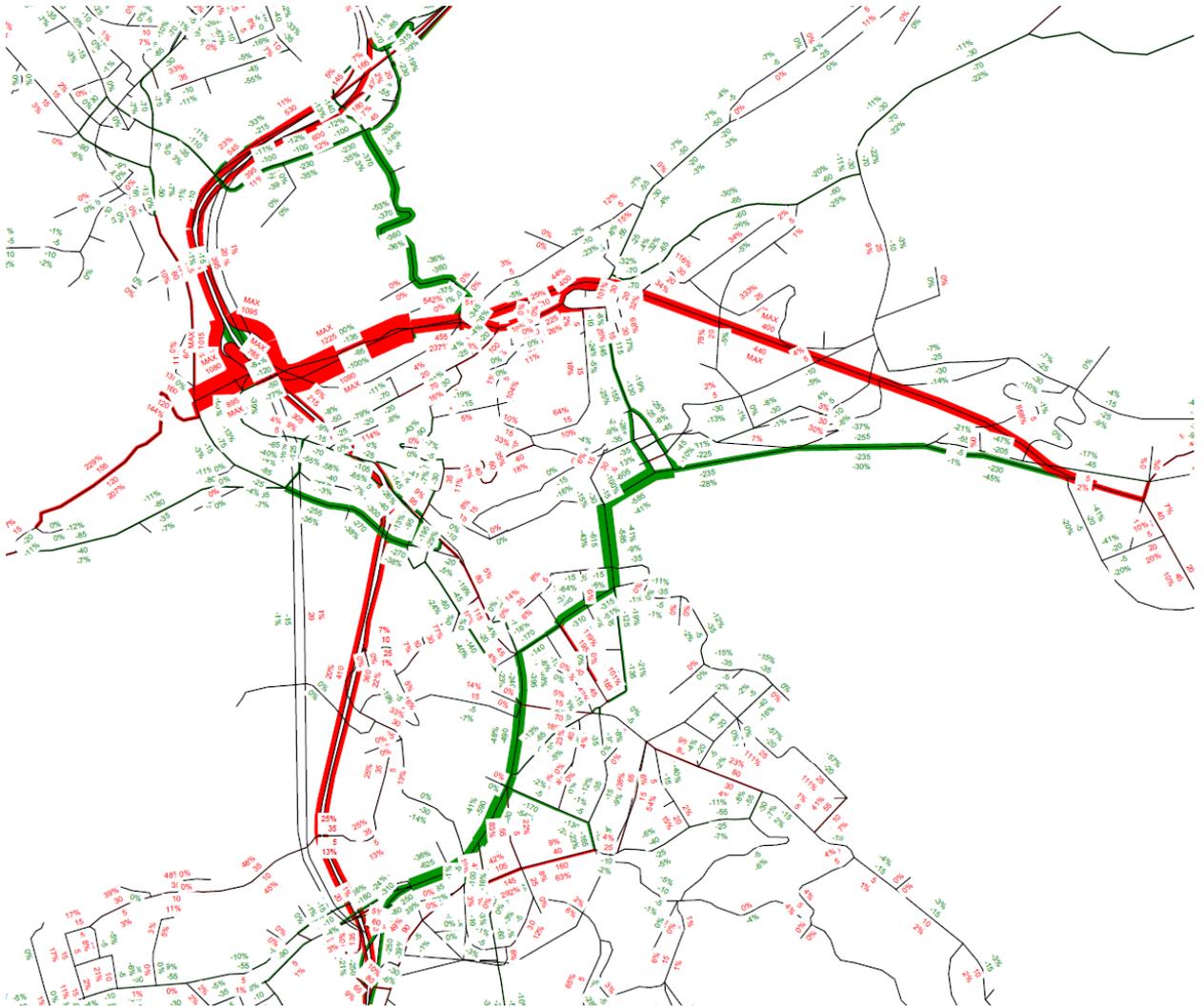


Abbildung 20: Verlagerungen in der ASP 2040 [Fz/h] durch Variante Spange Nord lang direkt im Vergleich zum Referenzzustand

Die Belastung im Tunnel Haldenstrasse bis Friedentalstrasse ist mit knapp 850 Fz/h im Querschnitt tief und im Vergleich zur Variante indirekt sogar noch etwas tiefer.

Die Belastungen im Tunnel Friedental und beim Anschluss Lochhof nehmen dagegen im Vergleich zur Variante mit dem indirekten Anschluss zu, da weniger Verkehr über den Sedel Richtung Anschluss Emmen-Süd fährt.

Im übrigen Netz (inkl. Abschnitt Schlossberg bis Spitalstrasse) ergeben sich gegenüber des indirekten Anschlusses des langen Tunnels kaum Veränderungen bezüglich der Verkehrsbelastung.

Autobahnanschlussknoten

Bei der Prüfung der verkehrstechnischen Machbarkeit wurden in einem ersten Schritt die Belastungen an den Knoten bei den Autobahnanschlüssen Emmen Süd, Lochhof, Luzern Zentrum und Kriens geprüft. Bei einer Mehrbelastung gegenüber VP_{opt} von mehr als 5% wurde die Leistungsfähigkeit des Einzelknotens aufgezeigt. (Zusätzliche Betrachtung Lochhof West, da Auslastung kritisch.)

Kn.-Nr.	Knoten	VP _{opt.}	Variante Spange Nord lang direkt		VQS ⁵¹	Auslastung ⁴⁹
		Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	Veränderung geg. VP _{opt.}		
7	Lochhof Ost	3'107	3348	8%	C -> C	64% -> 63%
8	Lochhof West	2'932	3'067	5%	D -> E	93% -> 98%
22	Emmen Süd Sedel West	2'289	2'478	8%	C -> D	66% -> 85%

Tabelle 29 Verkehrsmengen und Beurteilung Leistungsfähigkeit Autobahnanschlüsse Variante Spange lang direkt im Vergleich mit der Variante VP_{optimiert}

Beim Anschluss Lochhof West ergibt sich durch die Verkehrszunahme eine Verschlechterung der Verkehrsqualität mit entsprechenden Rückstaulängen. Zur Sicherstellung des Abflusses von der Autobahn und der Verhinderung von Rückstau bis auf die Autobahn, muss Verkehr im Tunnel Friedental und auf der Fluhmühlebrücke zurückgehalten werden, so dass der Abfluss von der Autobahn immer gewährleistet bleibt).

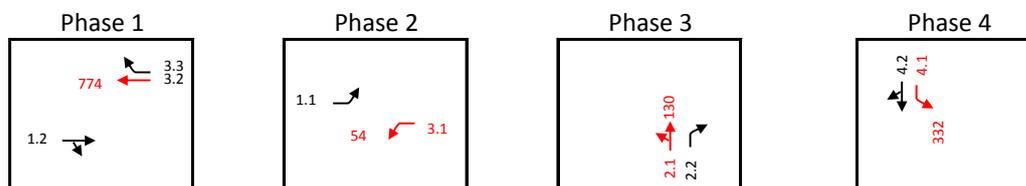
Die weiteren Autobahnanschlussknoten können die Verkehrszunahmen gegenüber dem VP_{opt} aufnehmen und weisen zufriedenstellende bis genügende Verkehrsqualitätsstufen auf.

Weitere kritische Knoten im Bearbeitungsperimeter

Die Verkehrsbelastungen im Abschnitt Schlossberg bis Spitalstrasse unterscheiden sich von der Variante Spange Nord lang indirekt nur geringfügig. Es ergibt sich die gleiche Beurteilung und die gleichen Anforderungen an den Ausbau.

Beim Kreisverkehrshaus sind die Verkehrsbelastungen gegenüber der indirekten Variante etwas tiefer. Somit ist der einstreifige Kreisverkehr auch in dieser Variante genügend leistungsfähig.

Die Verkehrsbelastungen am zentrale **Knoten Sedel-/Friedentalstrasse** (vierarmiger Knoten) sind sehr hoch (2'648 Fz/h). Ein Kreisverkehr ist zu wenig leistungsfähig um diese Verkehrsmengen verarbeiten zu können. Es ist eine LSA mit folgendem Knotenausbau erforderlich.



⁵¹ VQS und Auslastung jeweils Veränderung von VP_{optimiert} zu Variante nur Fluhmühlebrücke

Folgende Anforderungen bestehen an den Knoten:

- Zufahrt Friedentalstr. West (Rampe): ein Fahrstreifen geradeaus/rechts (95%-Rückstaulänge = ca. 100 m)⁵² und ein Fahrstreifen links (95%-Rückstaulänge = 15 m)
- Zufahrt Sedelstrasse: ein Fahrstreifen geradeaus/rechts (95%-Rückstaulänge = ca. 20 m) und ein Fahrstreifen links (95%-Rückstaulänge = ca. 100 m)
- Zufahrt Friedentalstrasse Ost: ein Fahrstreifen geradeaus (95%-Rückstaulänge = ca. 160 m), ein Fahrstreifen rechts (95%-Rückstaulänge = ca. 80 m) und ein Fahrstreifen links (95%-Rückstaulänge = ca. 25 m)
- Zufahrt Spital: ein Fahrstreifen geradeaus/links (95%-Rückstaulänge = ca. 50 m) und ein Fahrstreifen rechts (95%-Rückstaulänge = ca. 40 m)

Mit diesem Knotenausbau wird eine Verkehrsqualitätsstufe E (Auslastung 92 %) erreicht. Die grosse Verkehrsmenge auf dem Hauptstrom Richtung Lochhof ergibt in der Friedentalstrasse sehr lange Rückstaulängen. Zu beachten ist zudem, dass dabei keine Fussgängerführung berücksichtigt ist. Um eine genügende Leistungsfähigkeit zu erreichen, können keine direkten Führungen angeboten werden (Aufteilung des Fussgängerübergangs auf 2 Phasen).

Fazit

Bei beiden Varianten ergeben sich tiefe Belastungen im Tunnel von/zur Haldenstrasse. Dagegen gibt es im Bereich Rosenberg keine grossen Entlastungen und es ergeben sich bei den Anschlussknoten an die Friedentalstrasse bzw. Sedelstrasse sehr grosse Knoten mit sehr hohen Verkehrsmengen.

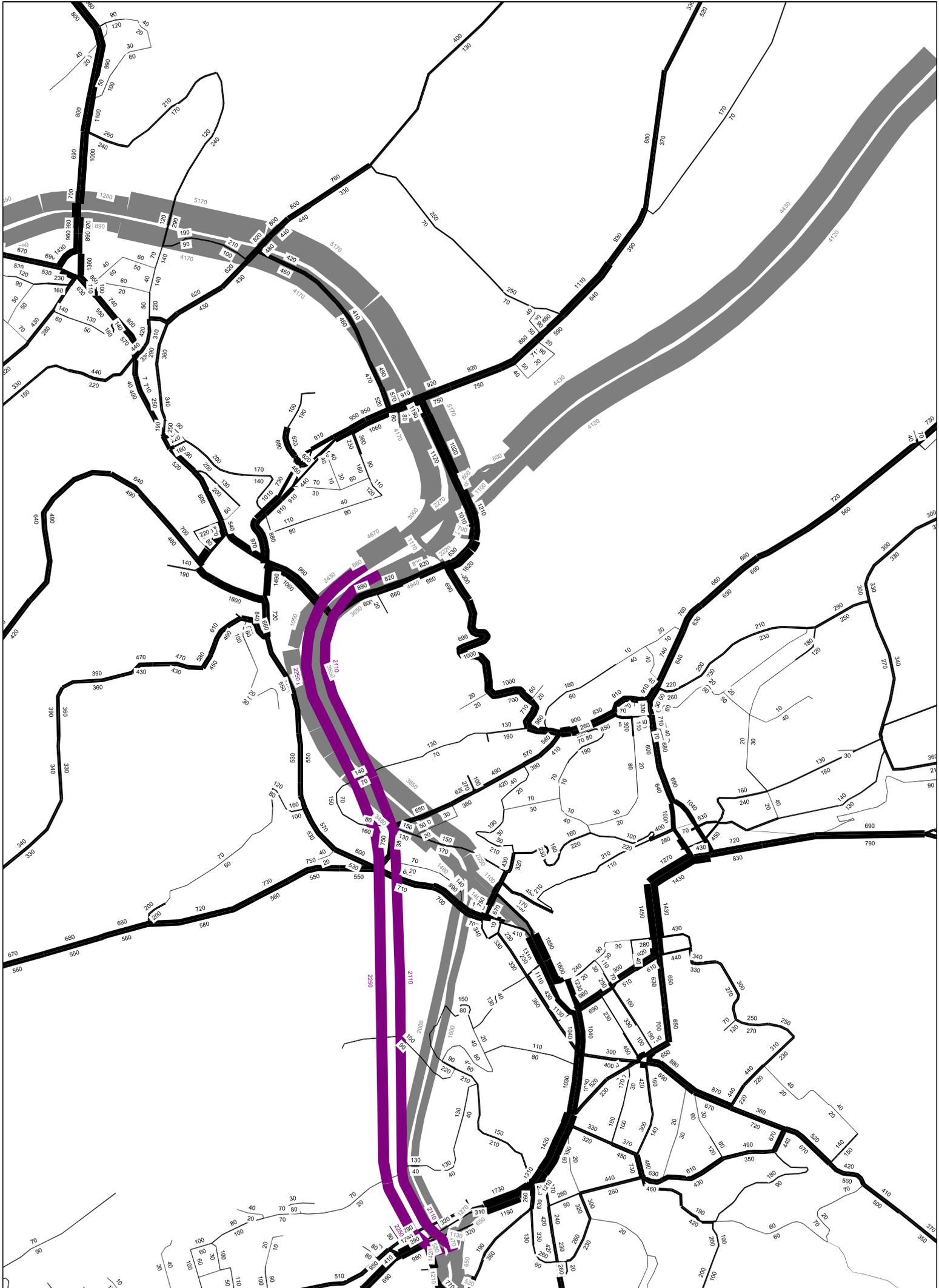
Die leichten Verkehrszunahmen im Tunnel Friedental bei der direkten Variante führen dazu, dass der Anschluss Lochhof bereits vollständig ausgelastet ist. Eine weitere Erhöhung der Verkehrsmenge, welche aus Sicht der Wirkung des langen Tunnels eigentlich anzustreben ist, würde zu einer Überlastung führen.

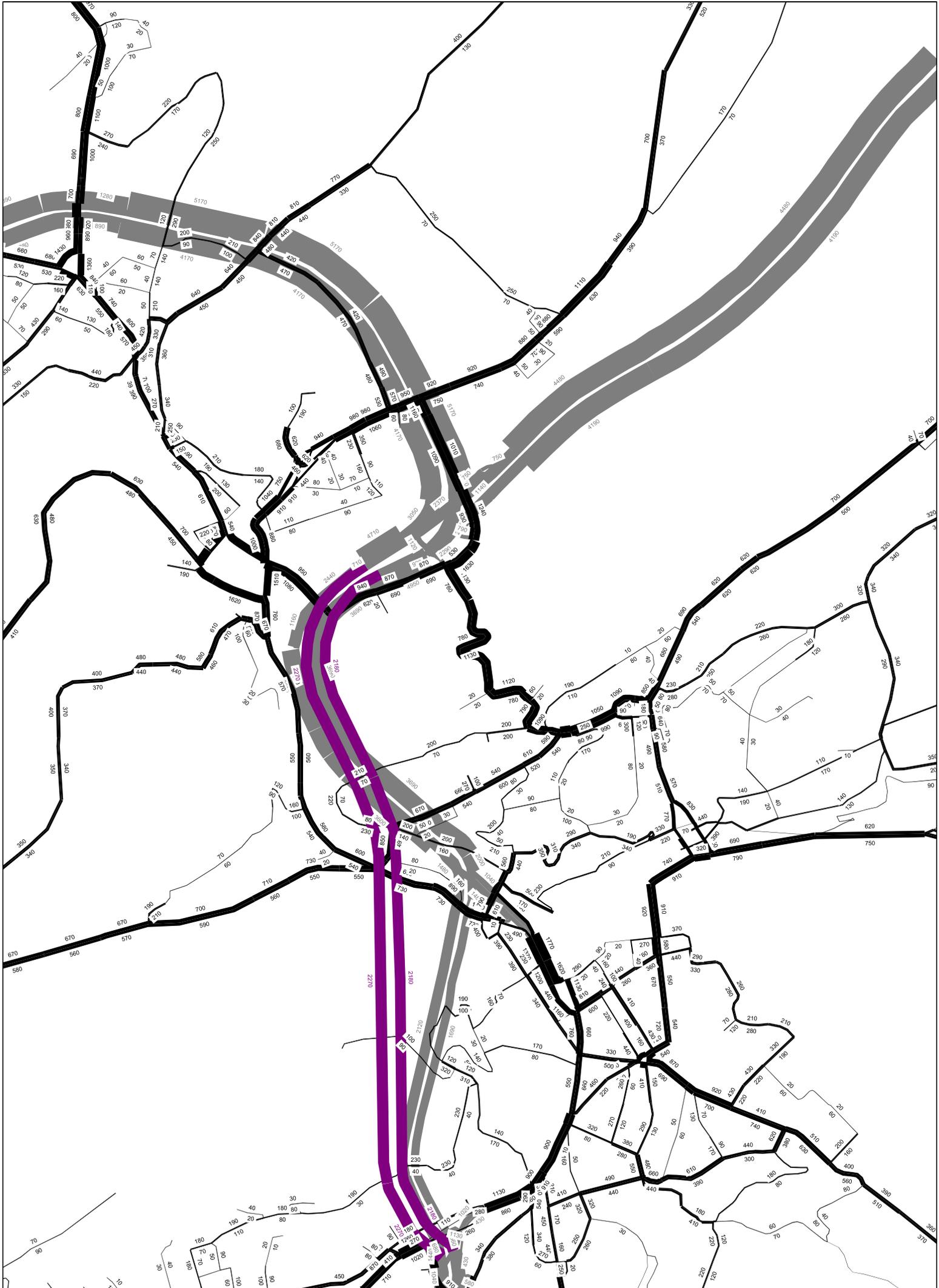
Eine merkliche Entlastung wird mit beiden Varianten auf der Haldenstrasse und in etwas geringerem Ausmass auf der Zürichstrasse erreicht.

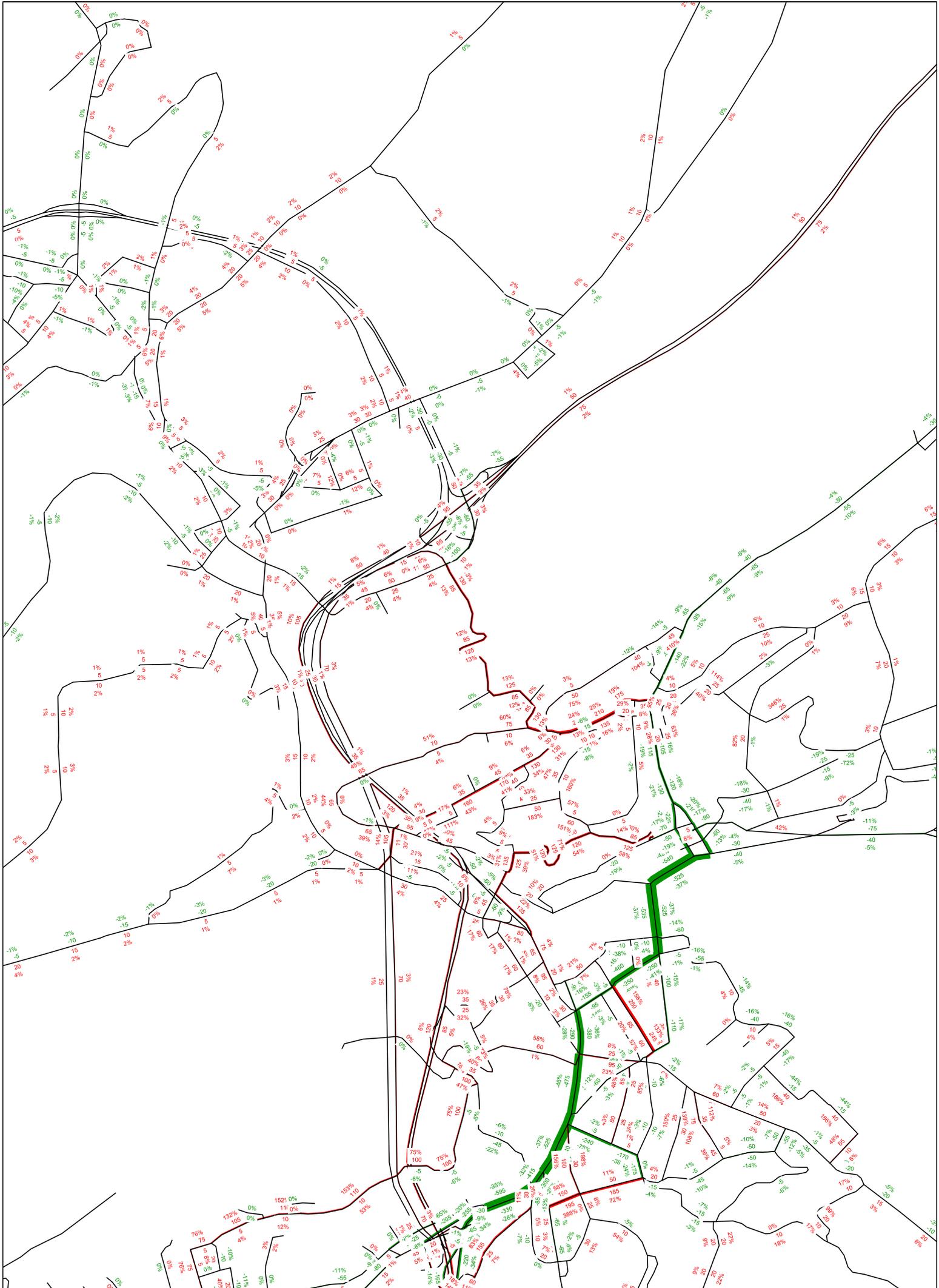
⁵² Für die definitive Dimensionierung der Rampenlänge müsste zusätzlich die MSP angeschaut werden. Rückstaulänge in der Morgenspitze dürfte in dieser Zufahrt höher sein.

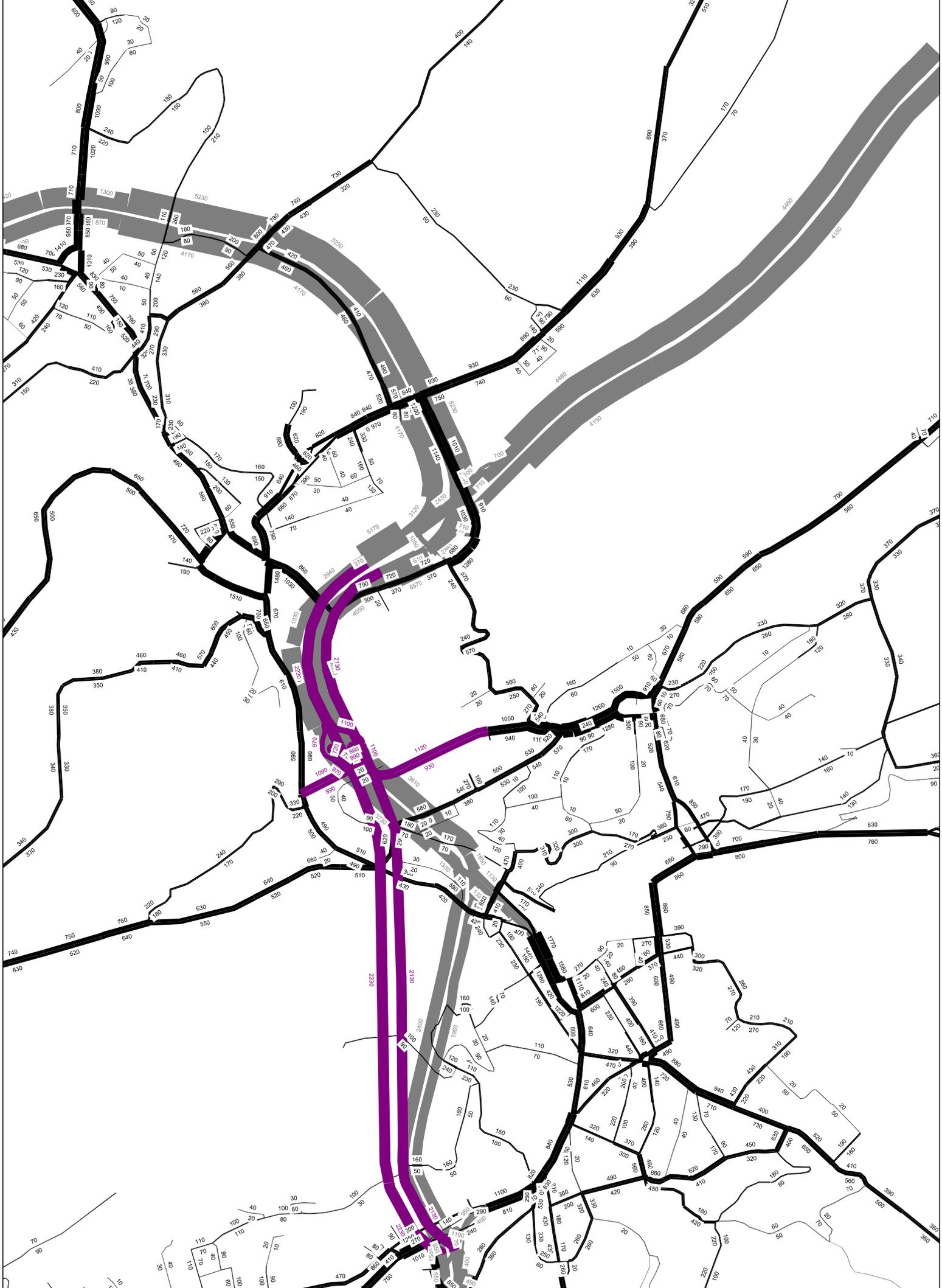
Anhang 5 Verkehrsgrundlagen Phase 2

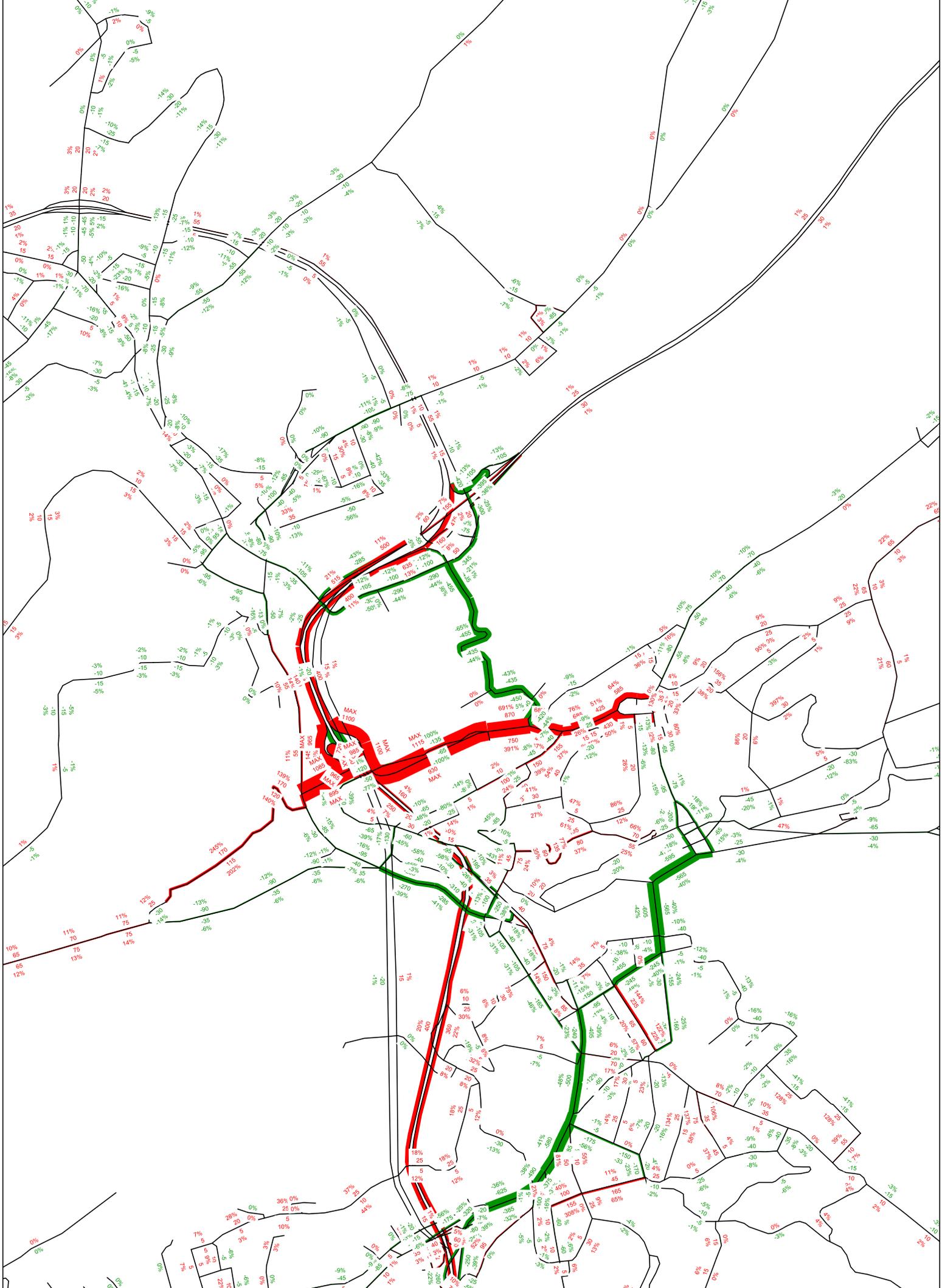
Anhang 5.1 Belastungs- und Differenzplots ASP Varianten Phase 2

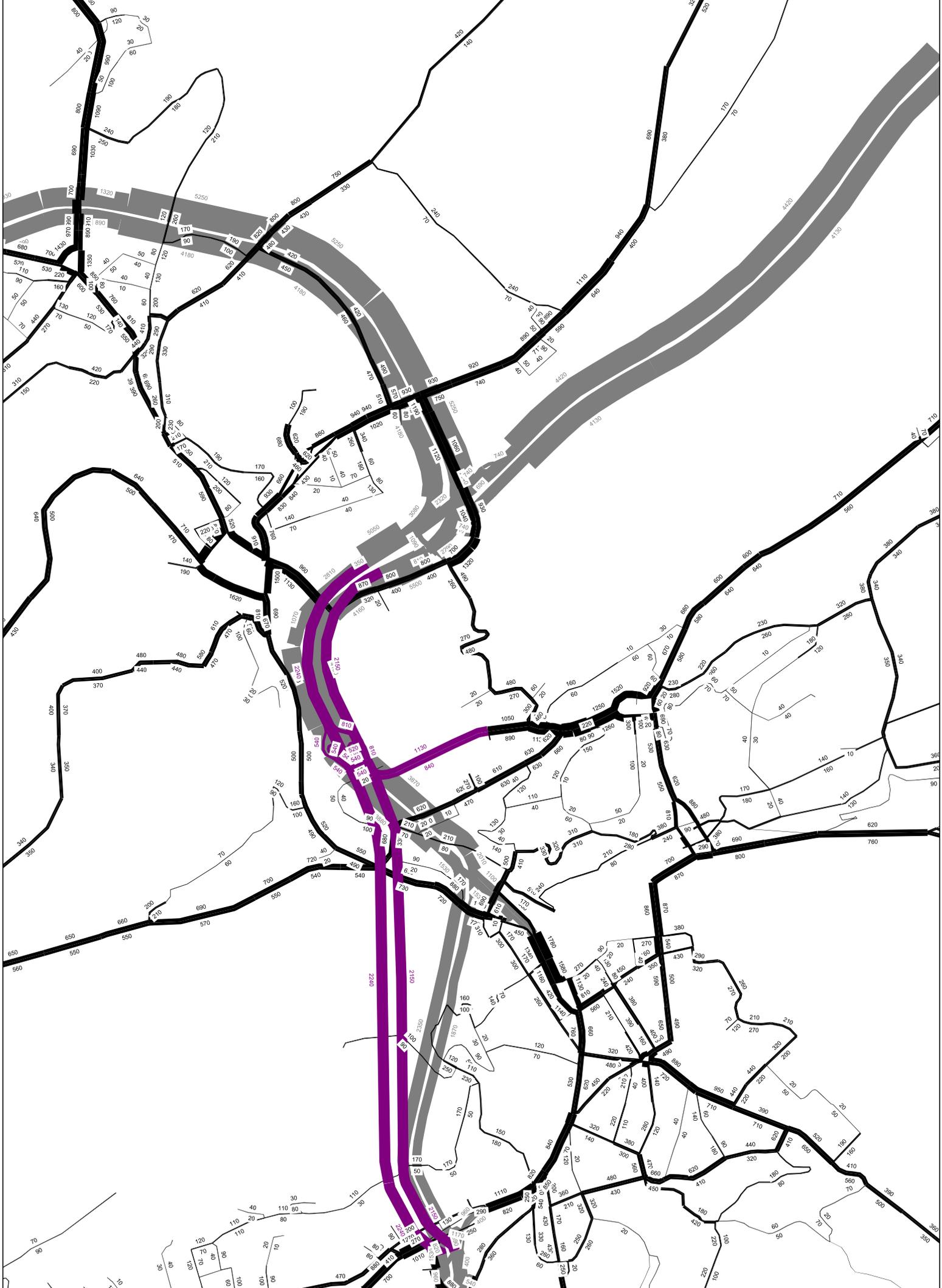


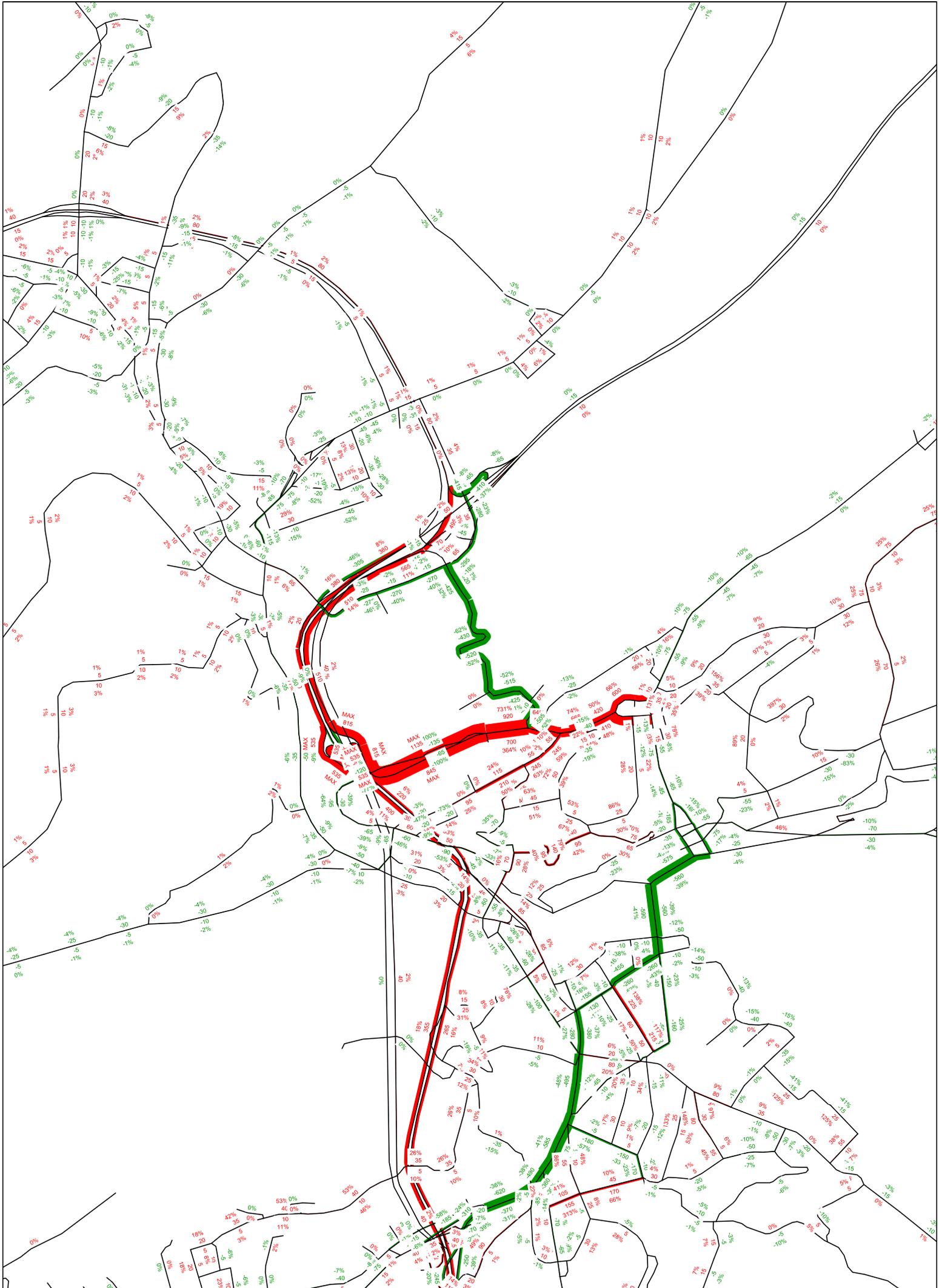


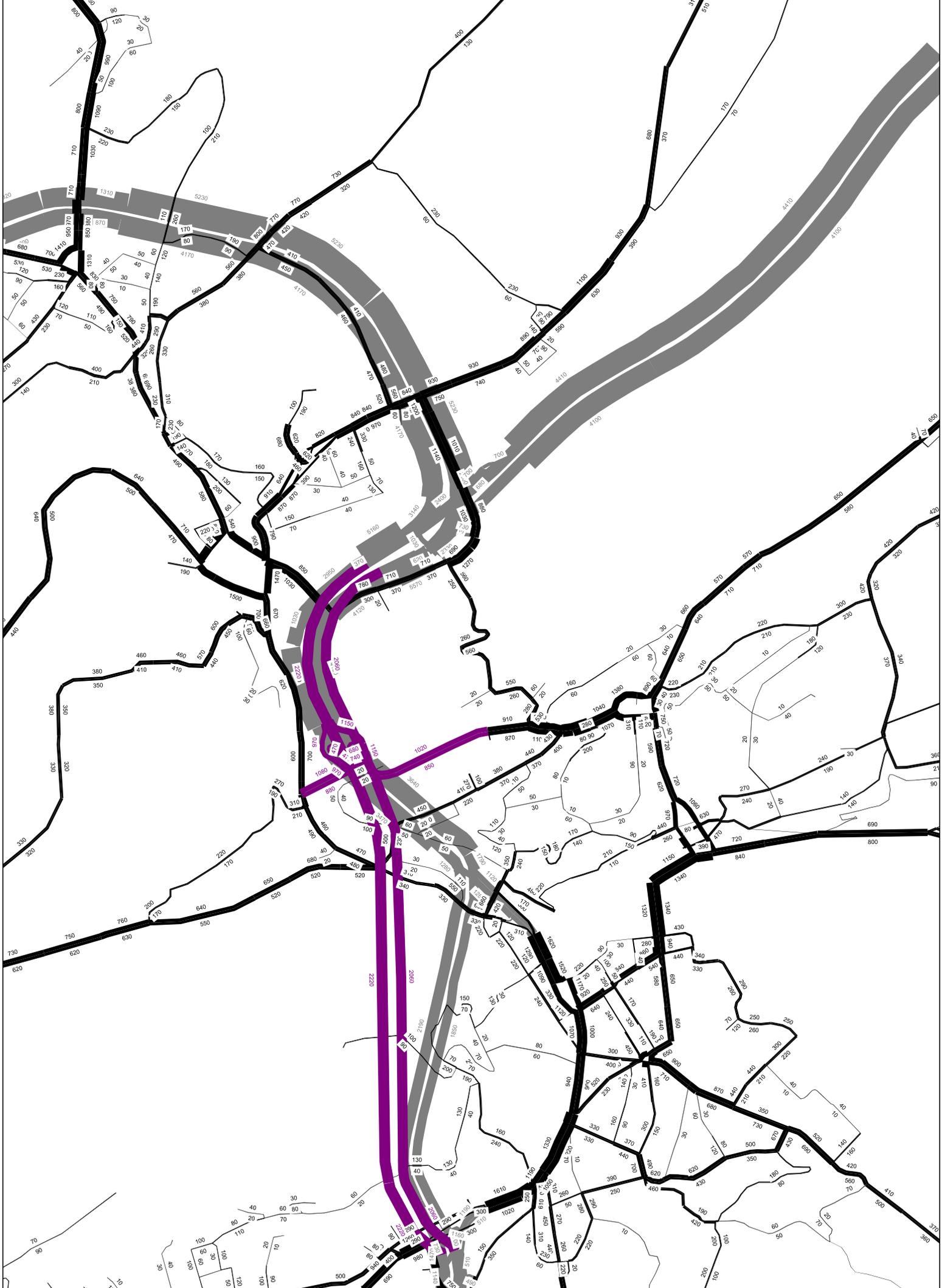


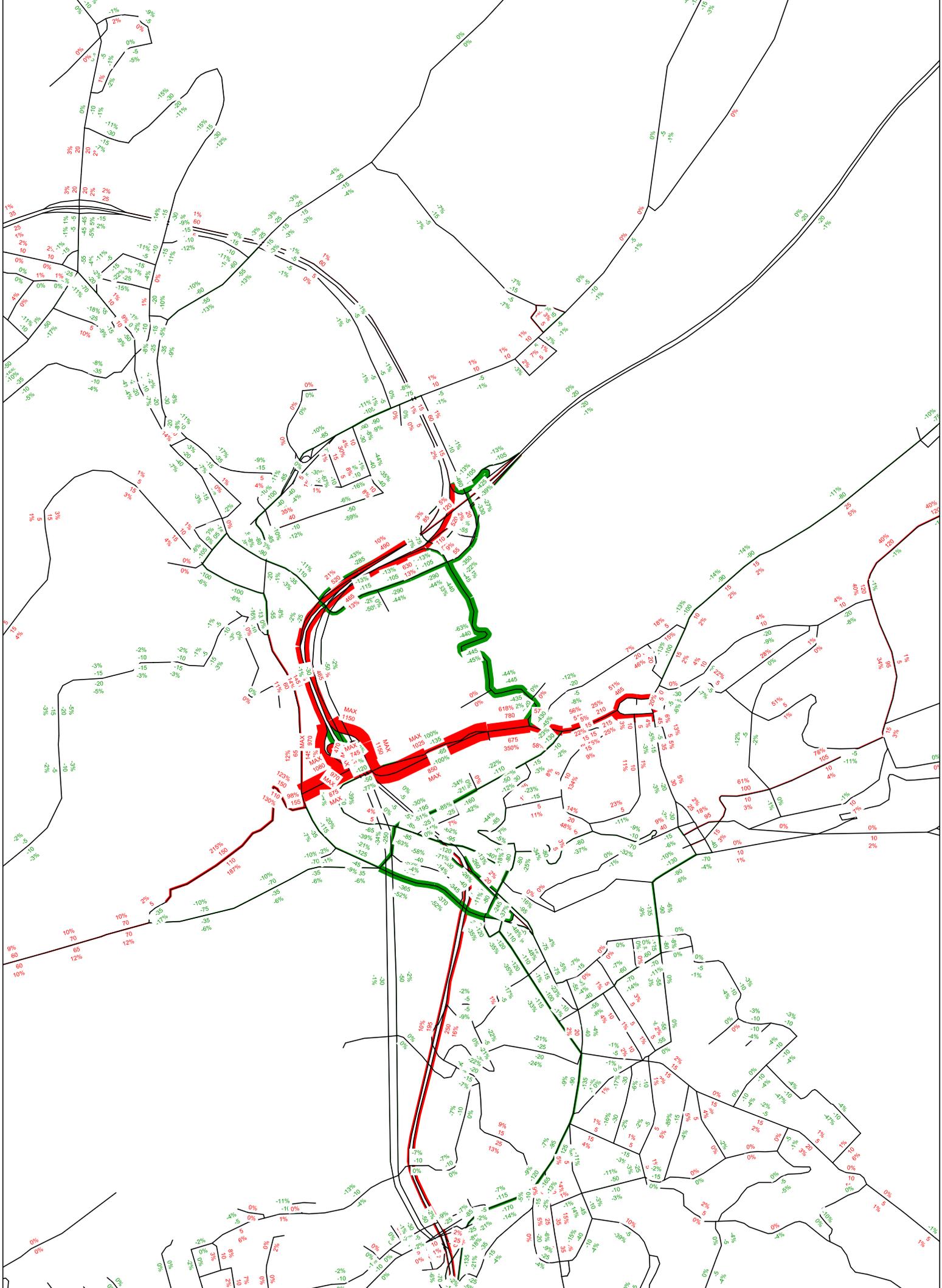


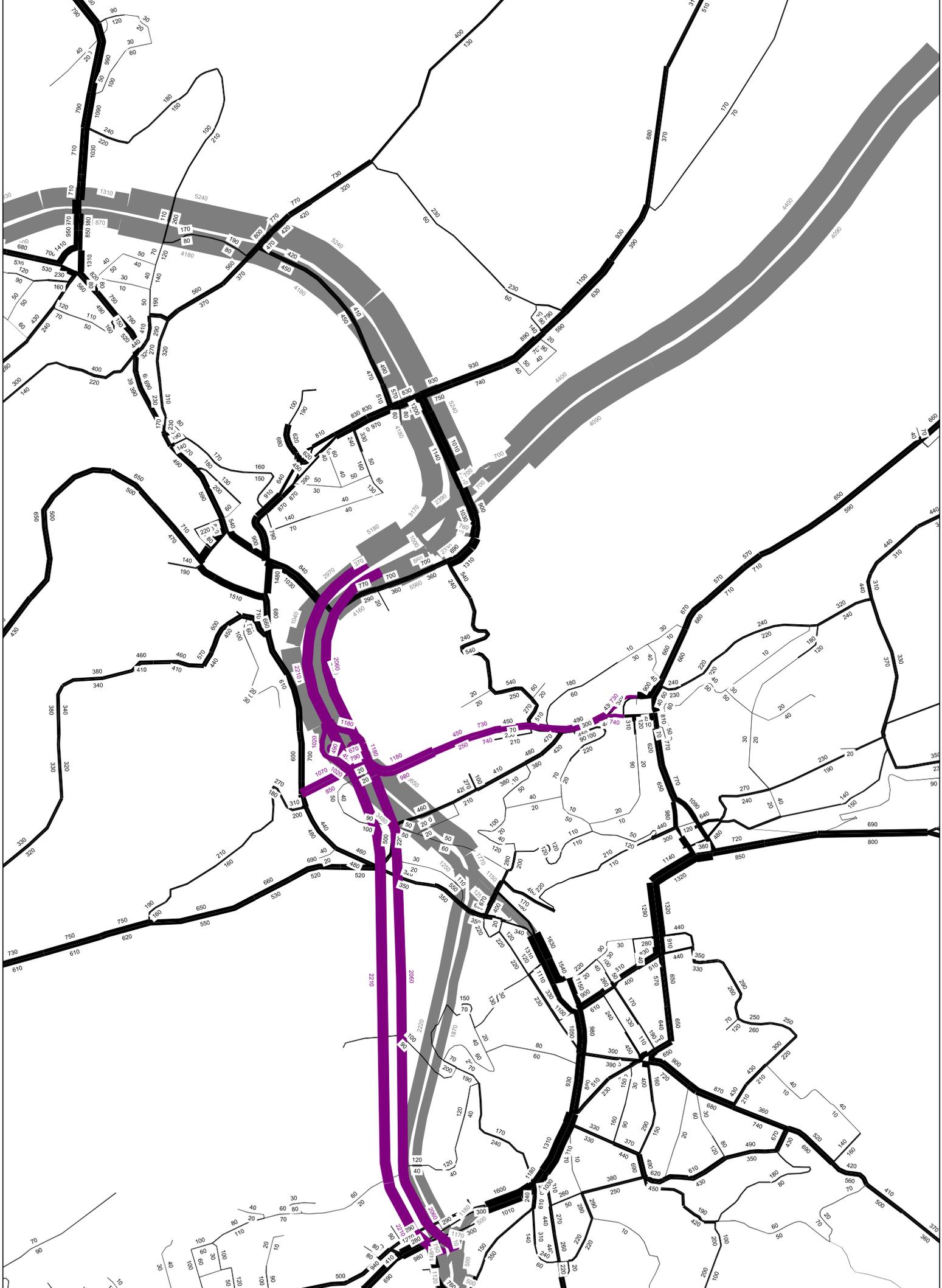


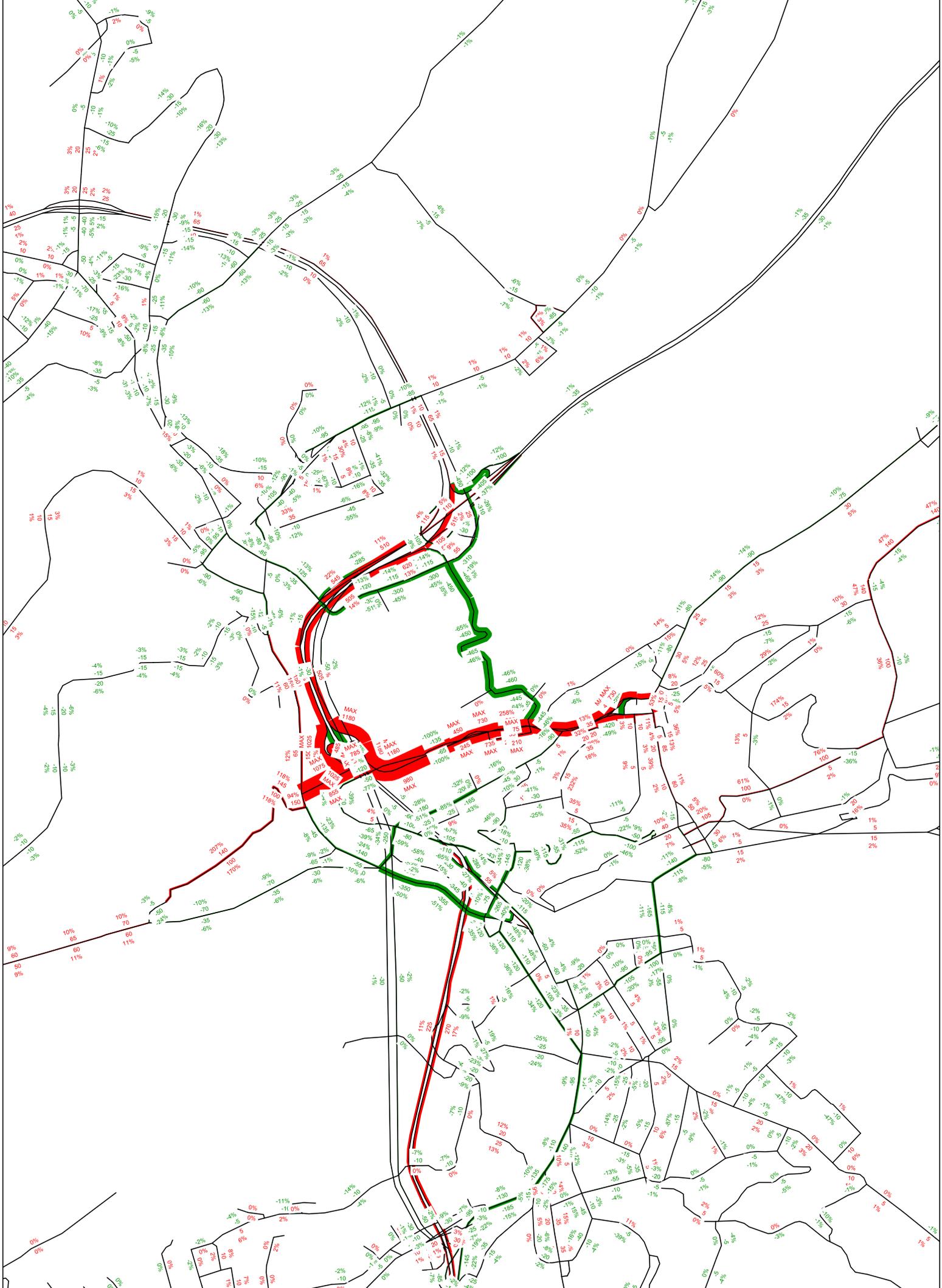




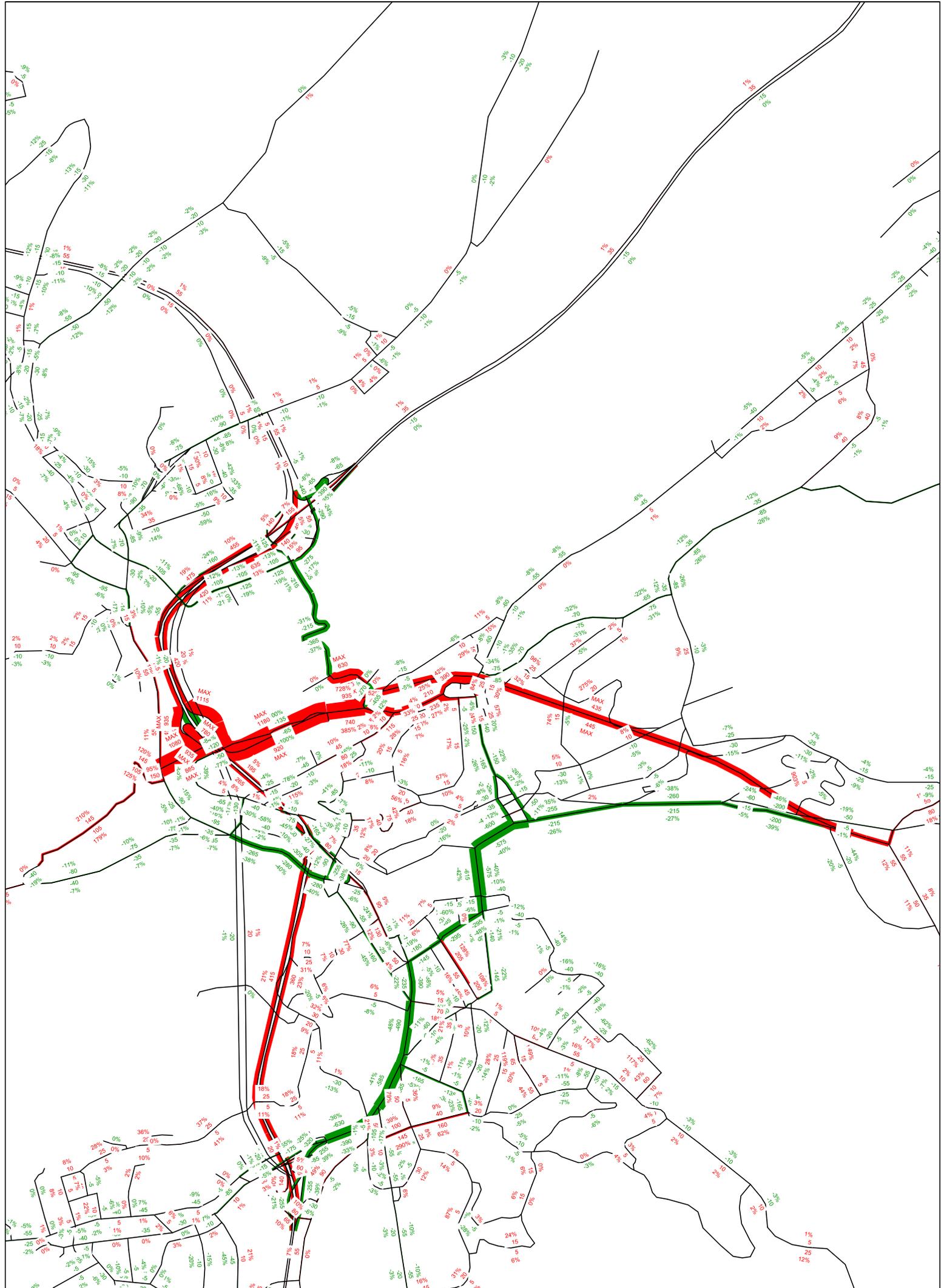


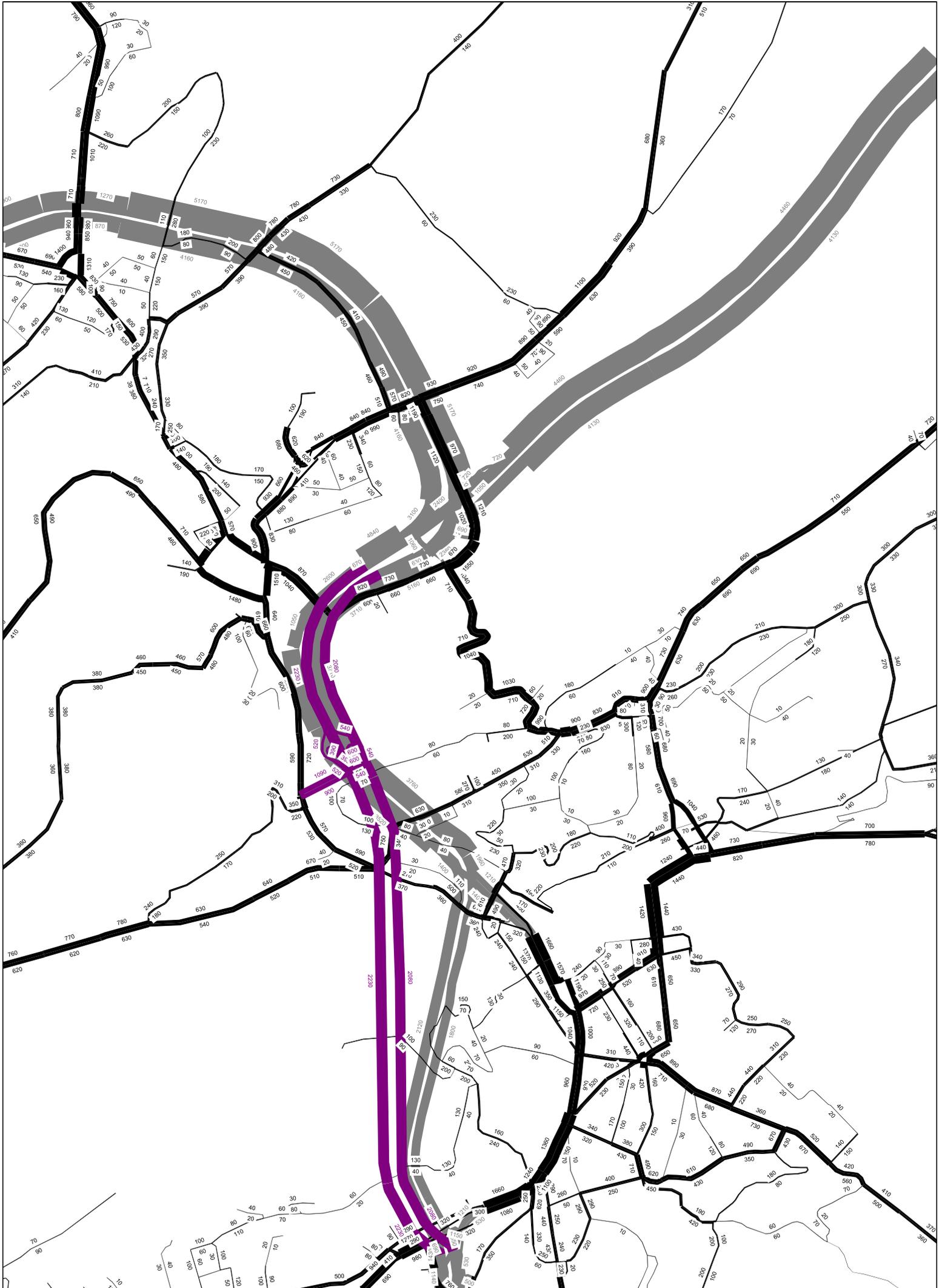


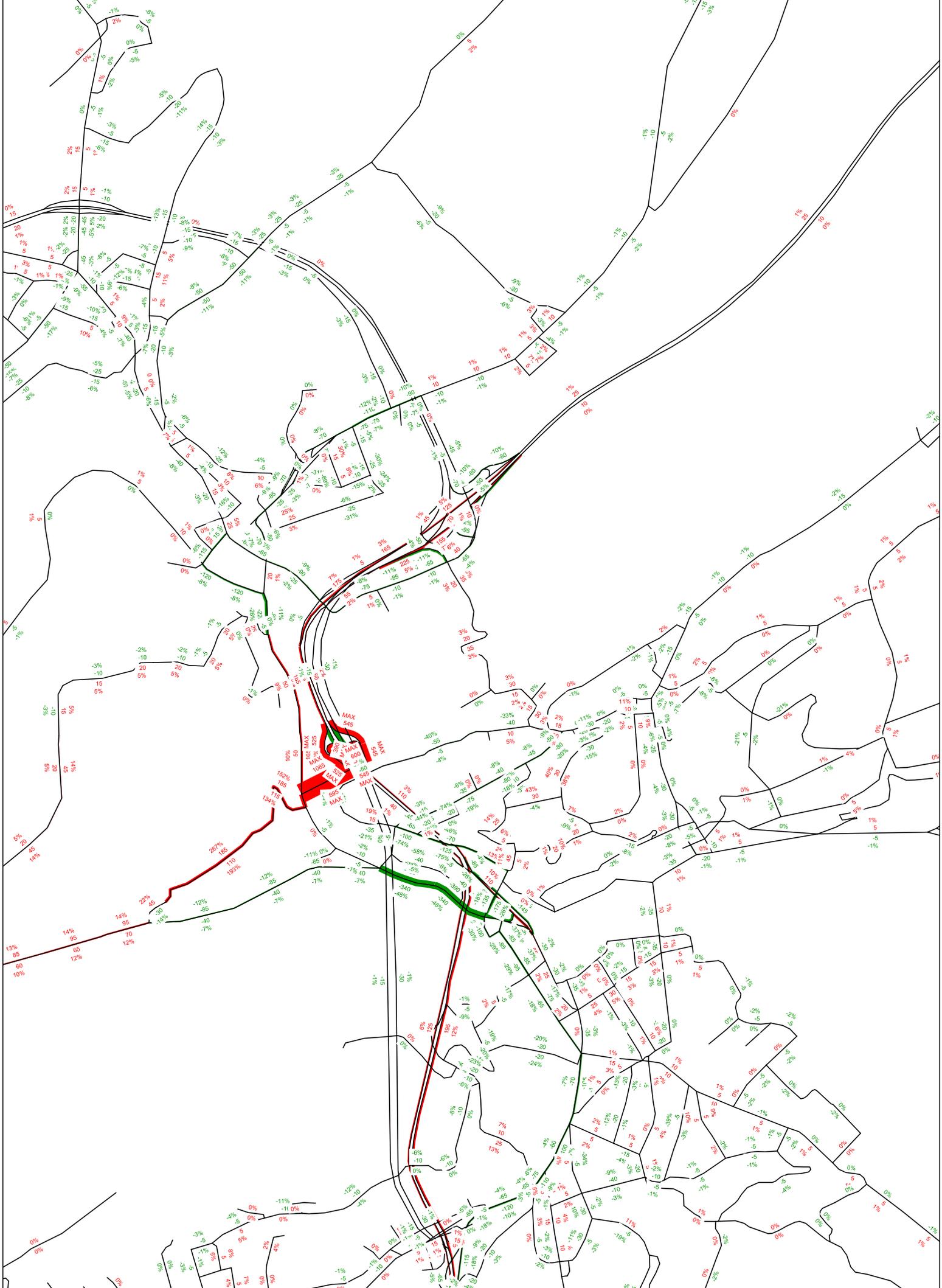




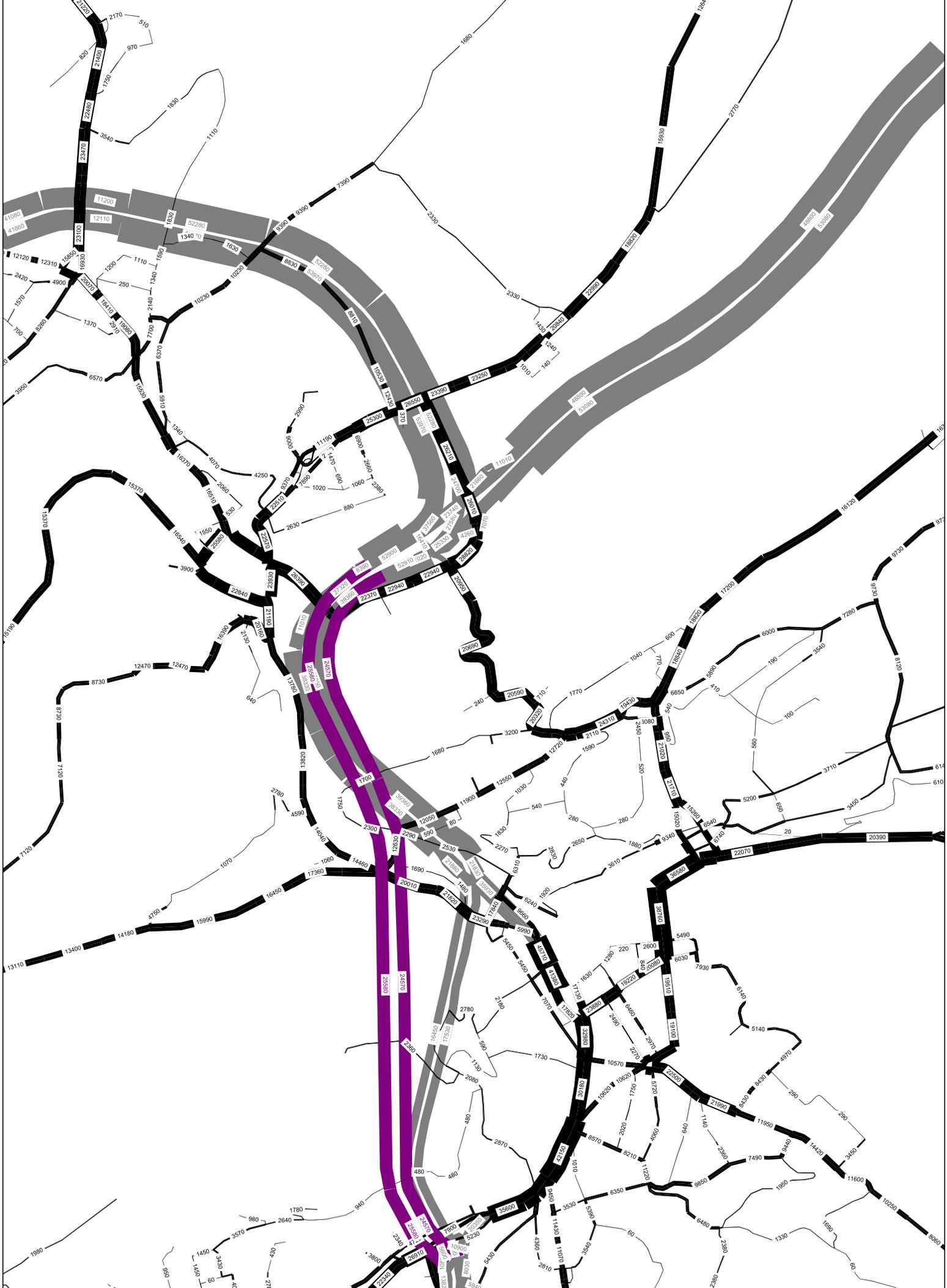


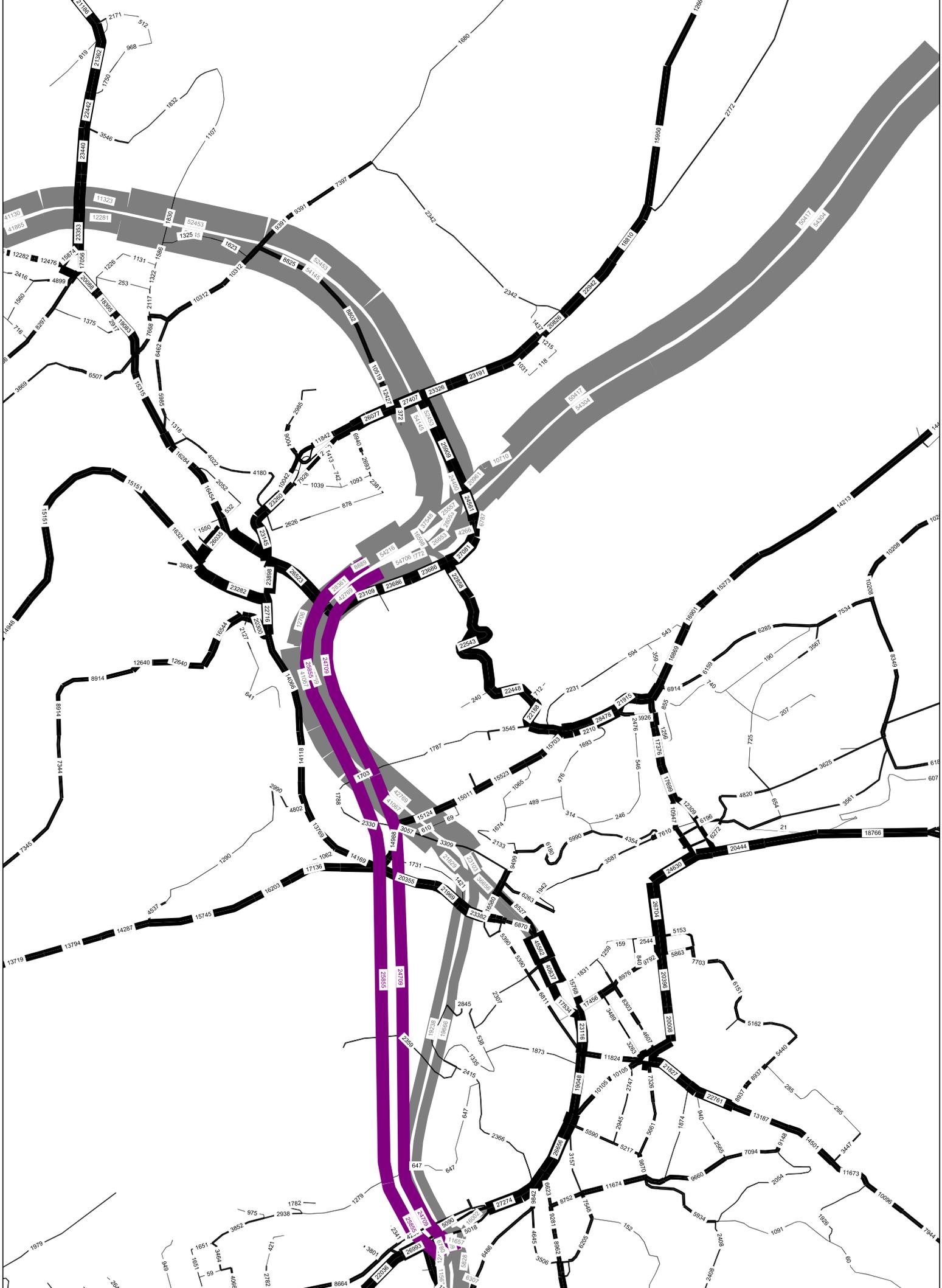


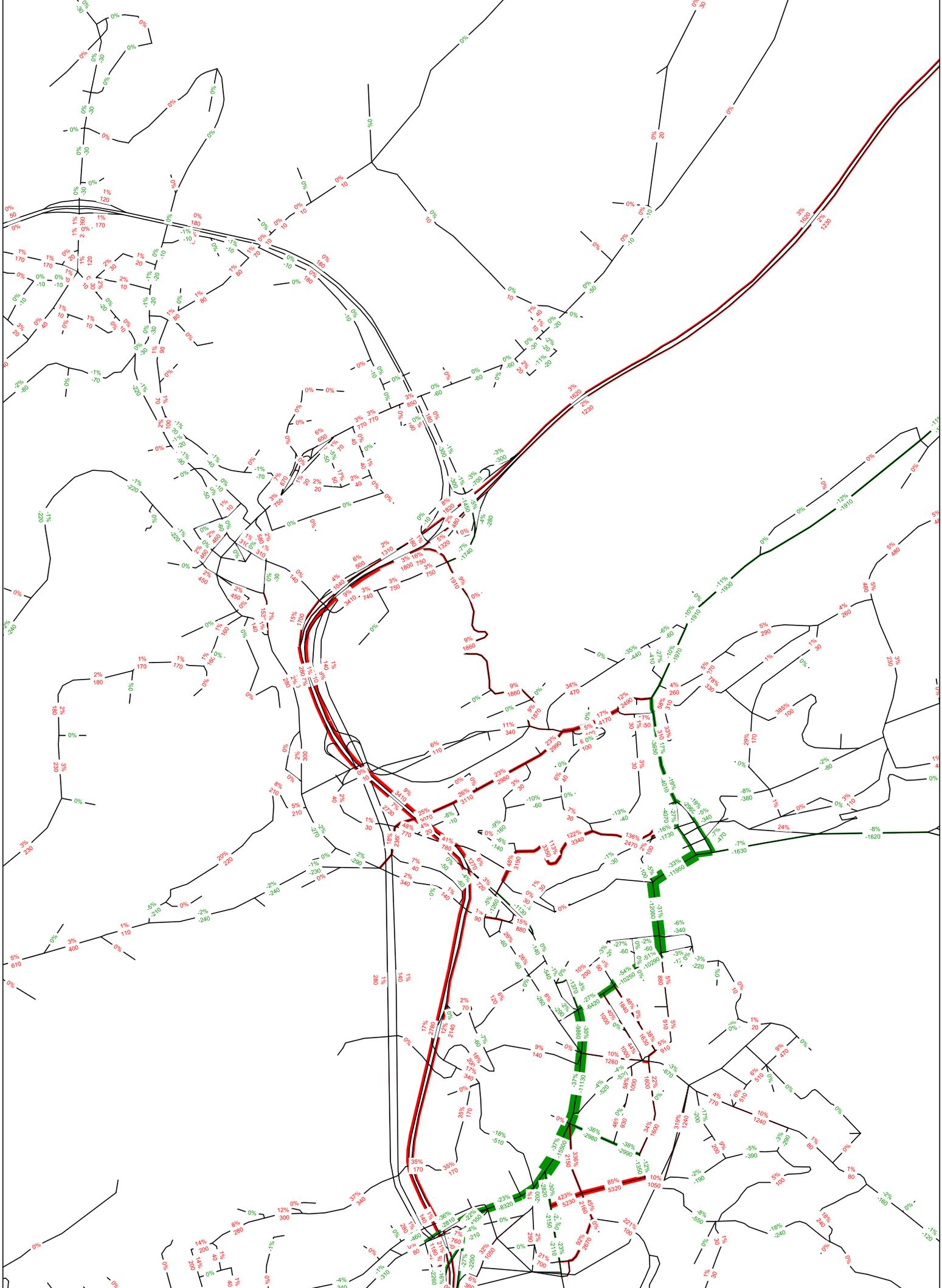


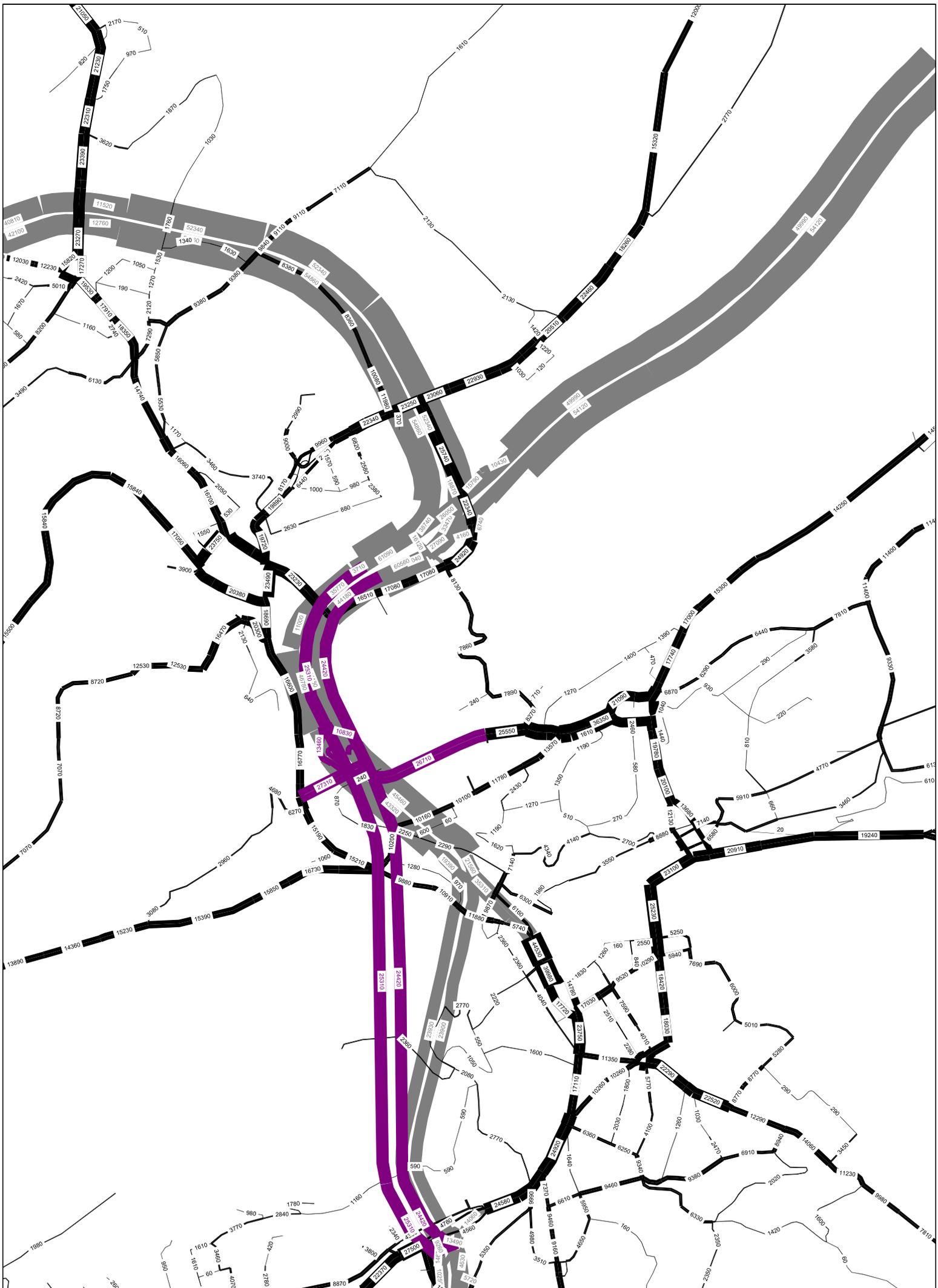


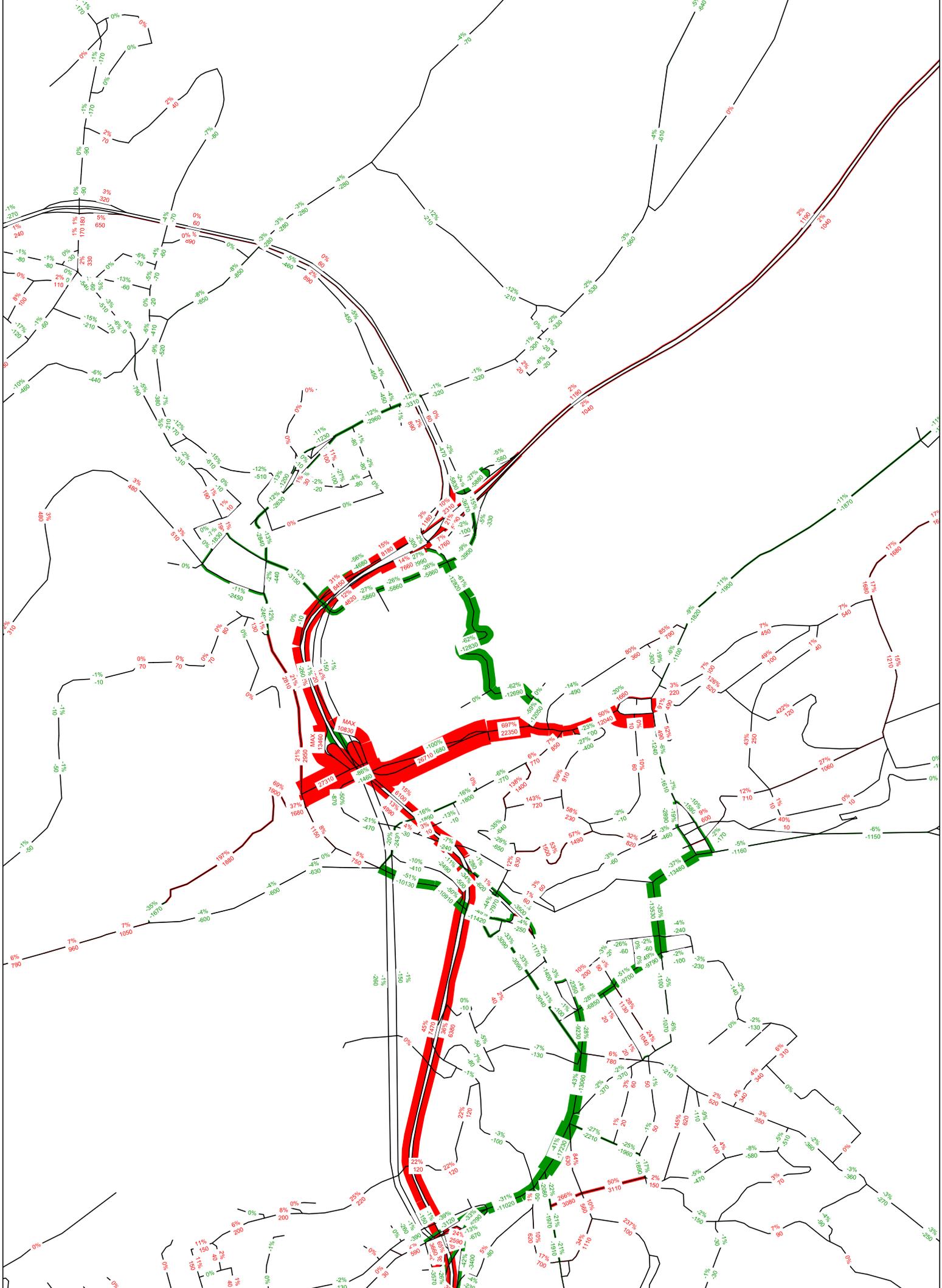
Anhang 5.2 Belastungs- und Differenzplots DTV Varianten Phase 2

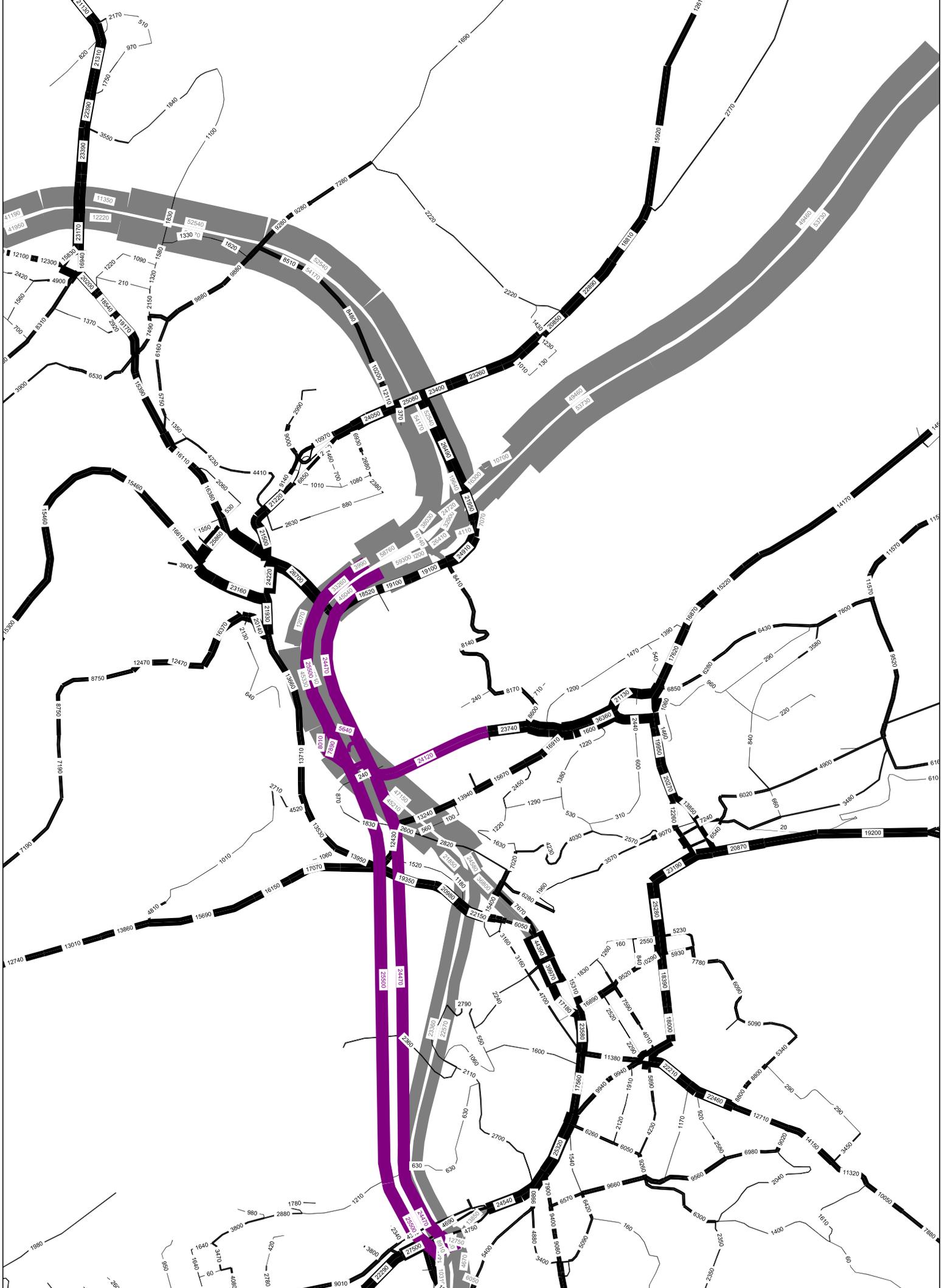


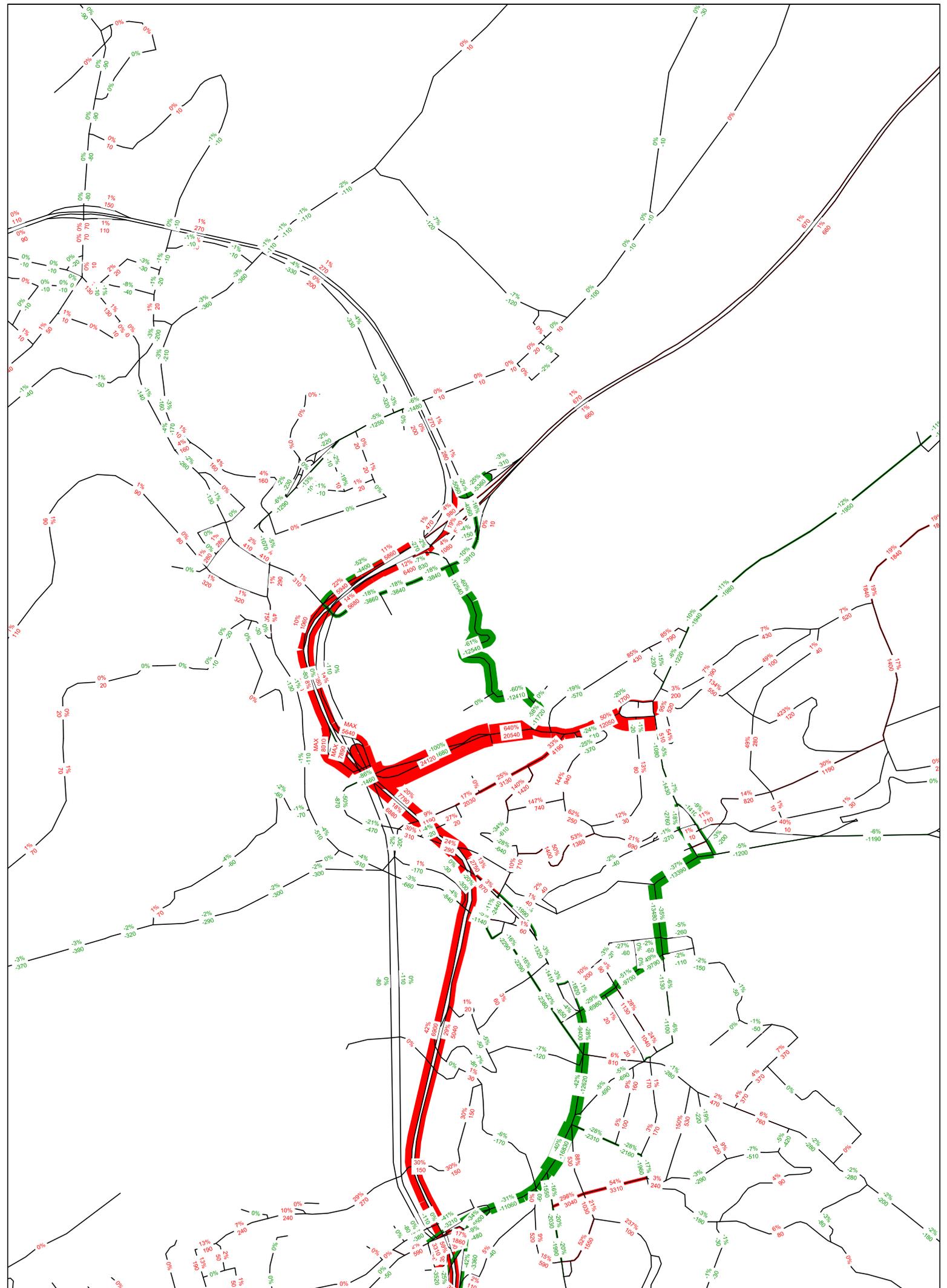


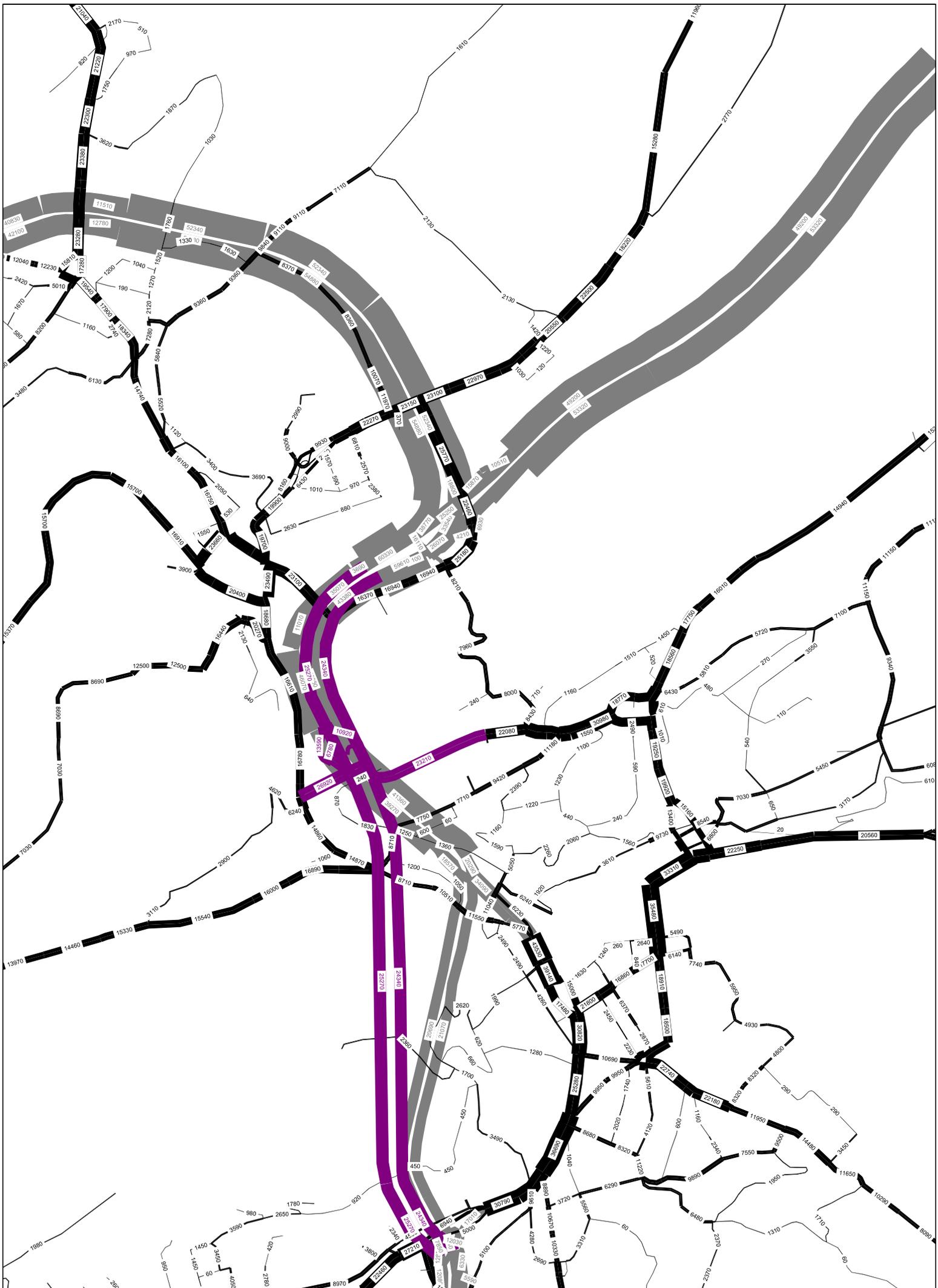


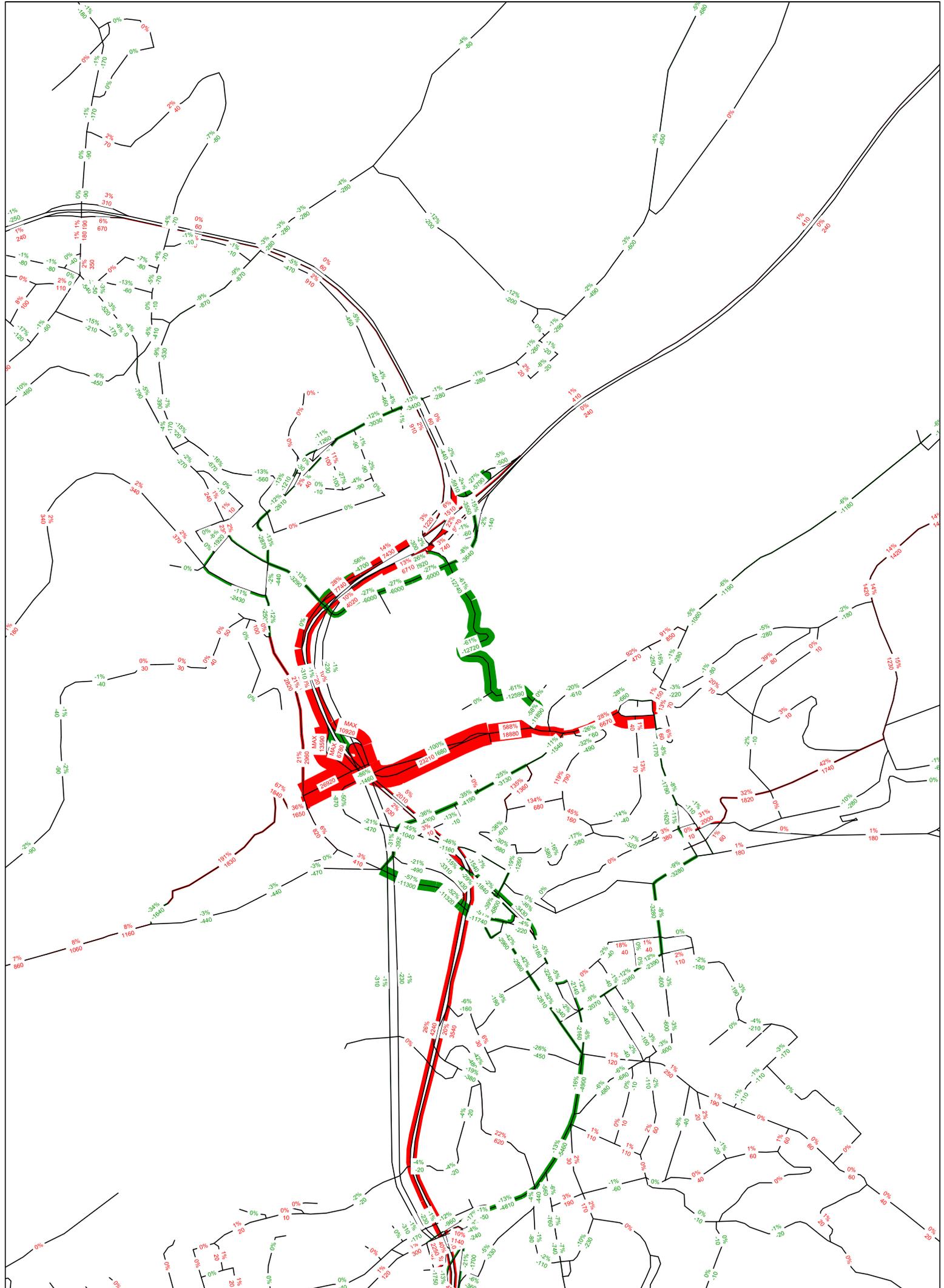


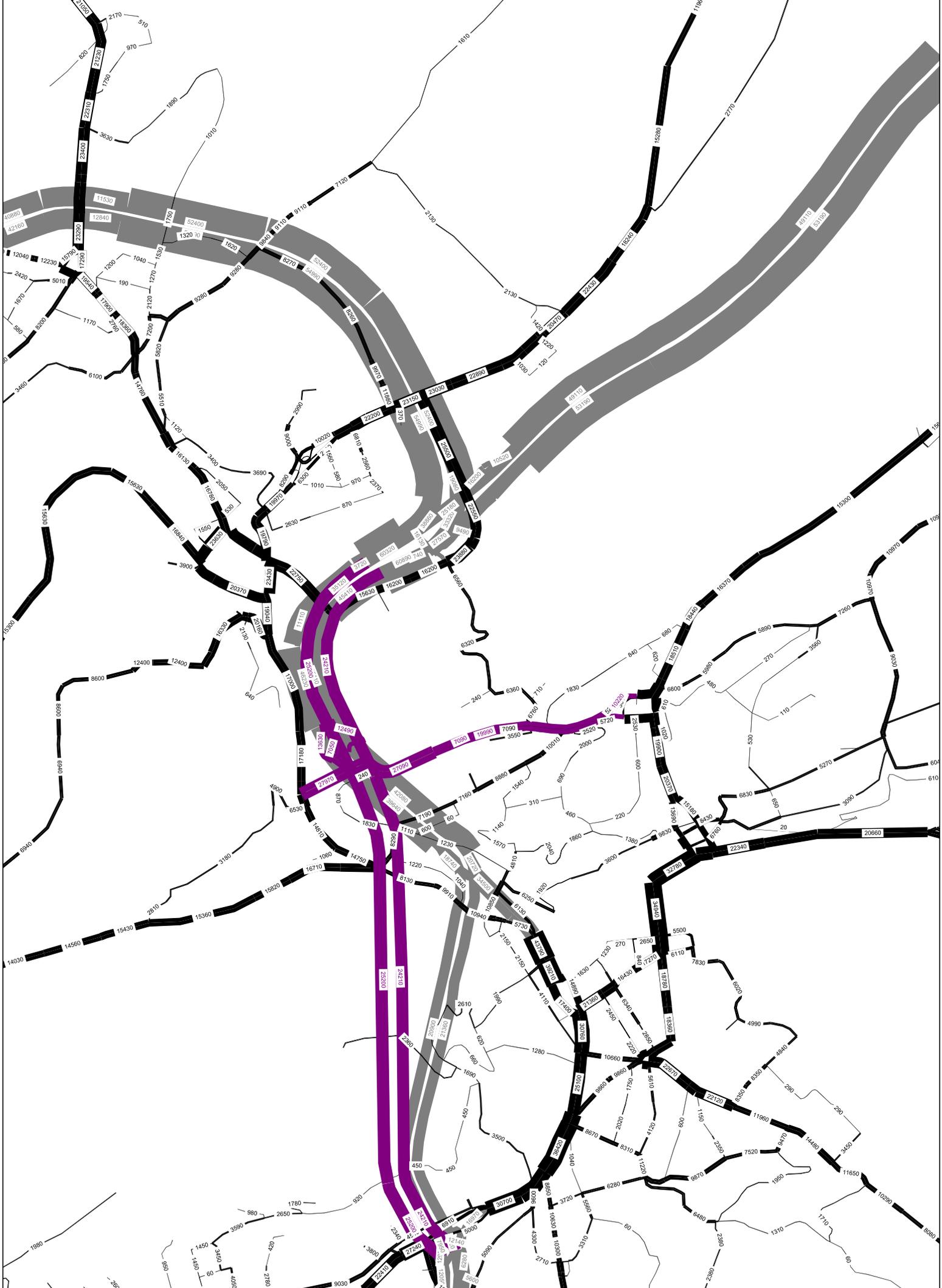


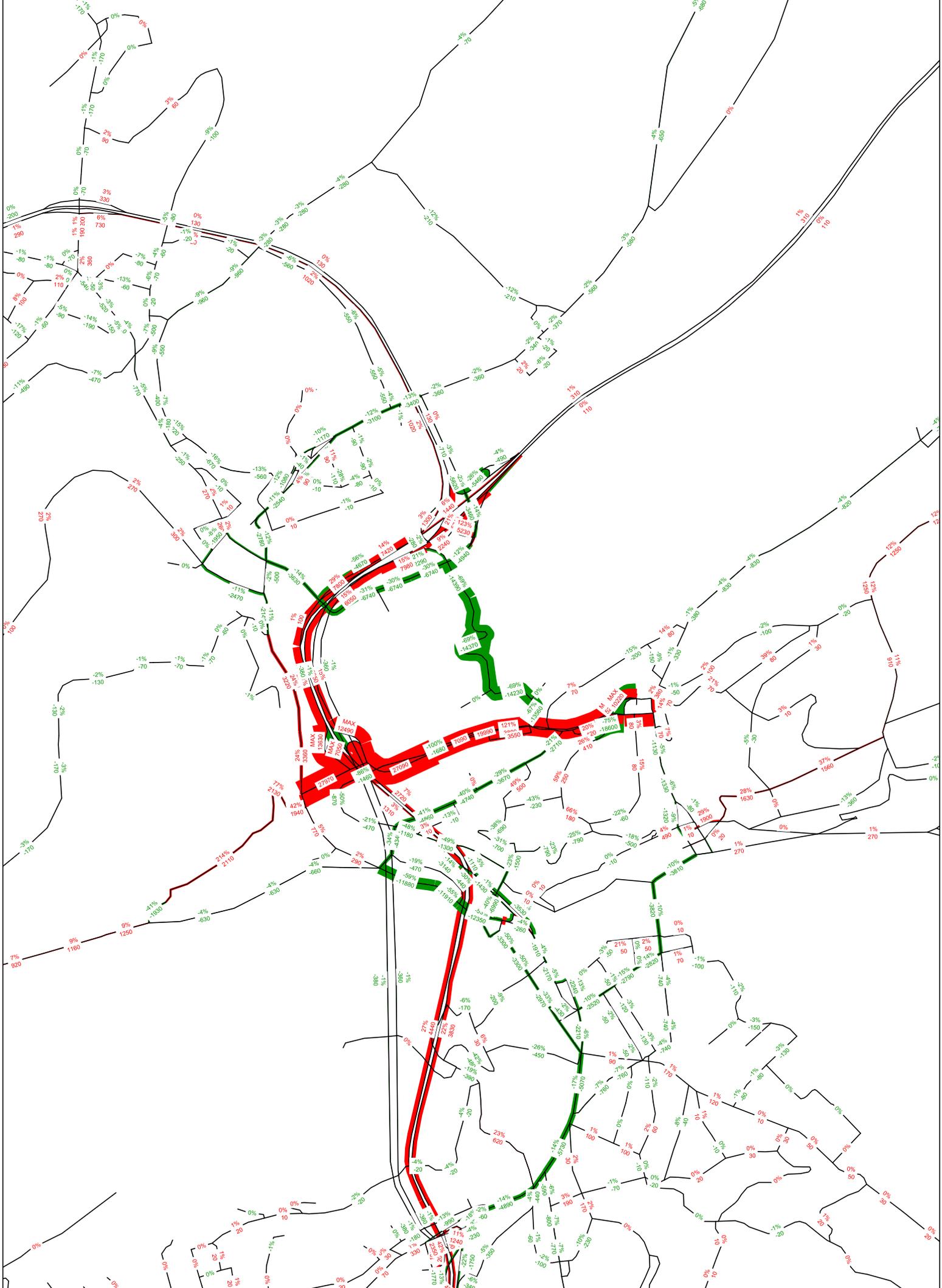


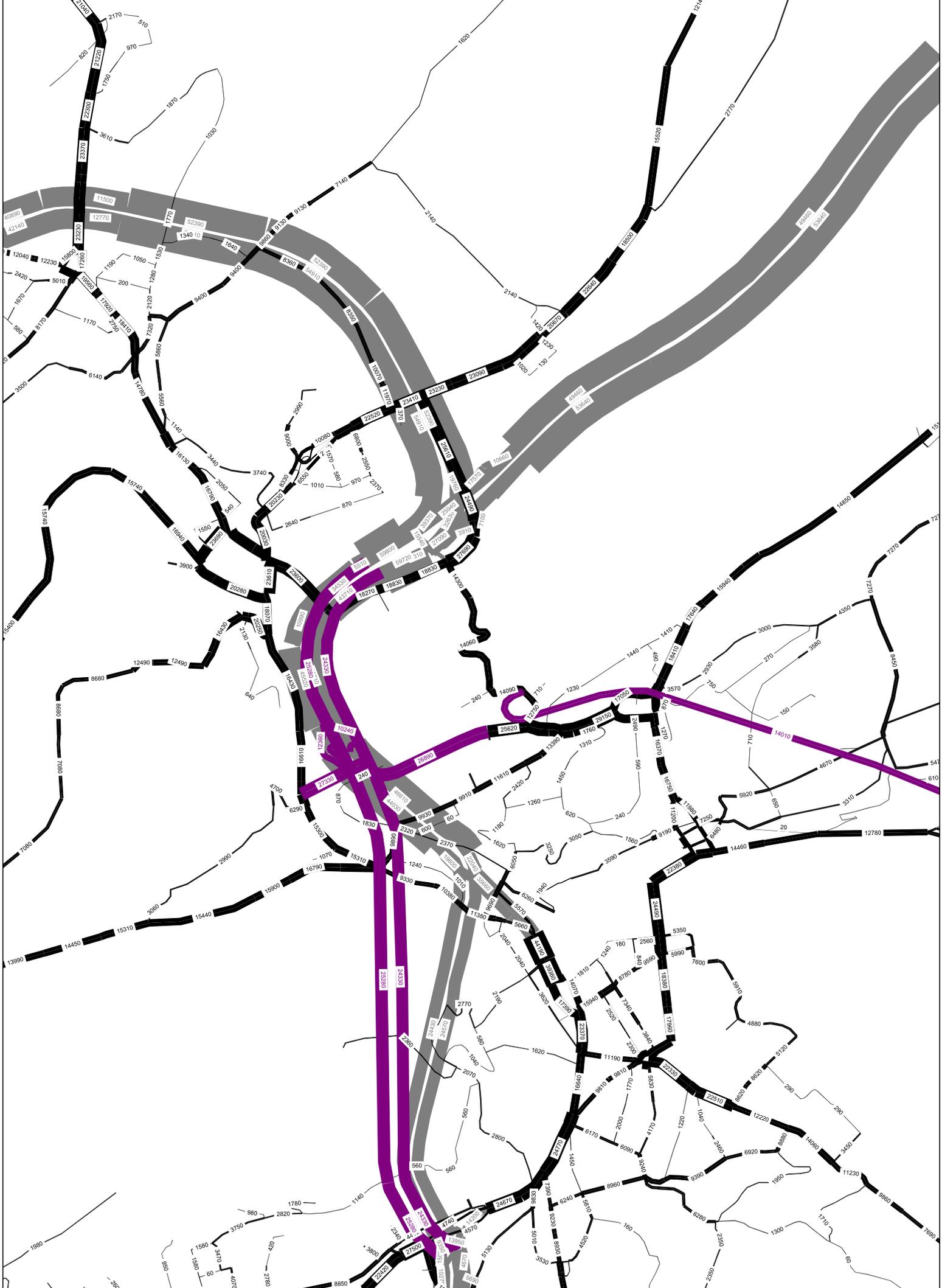


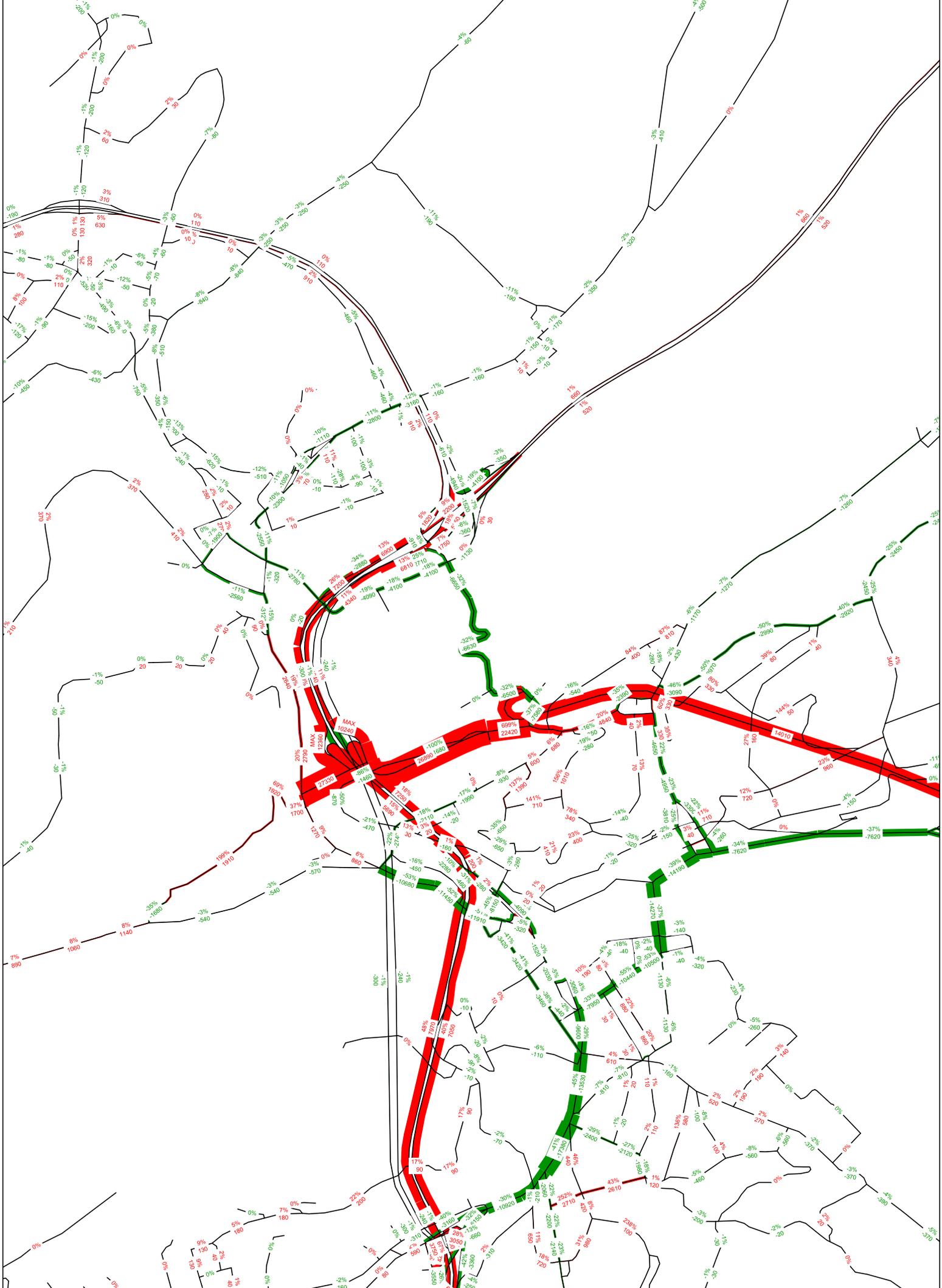


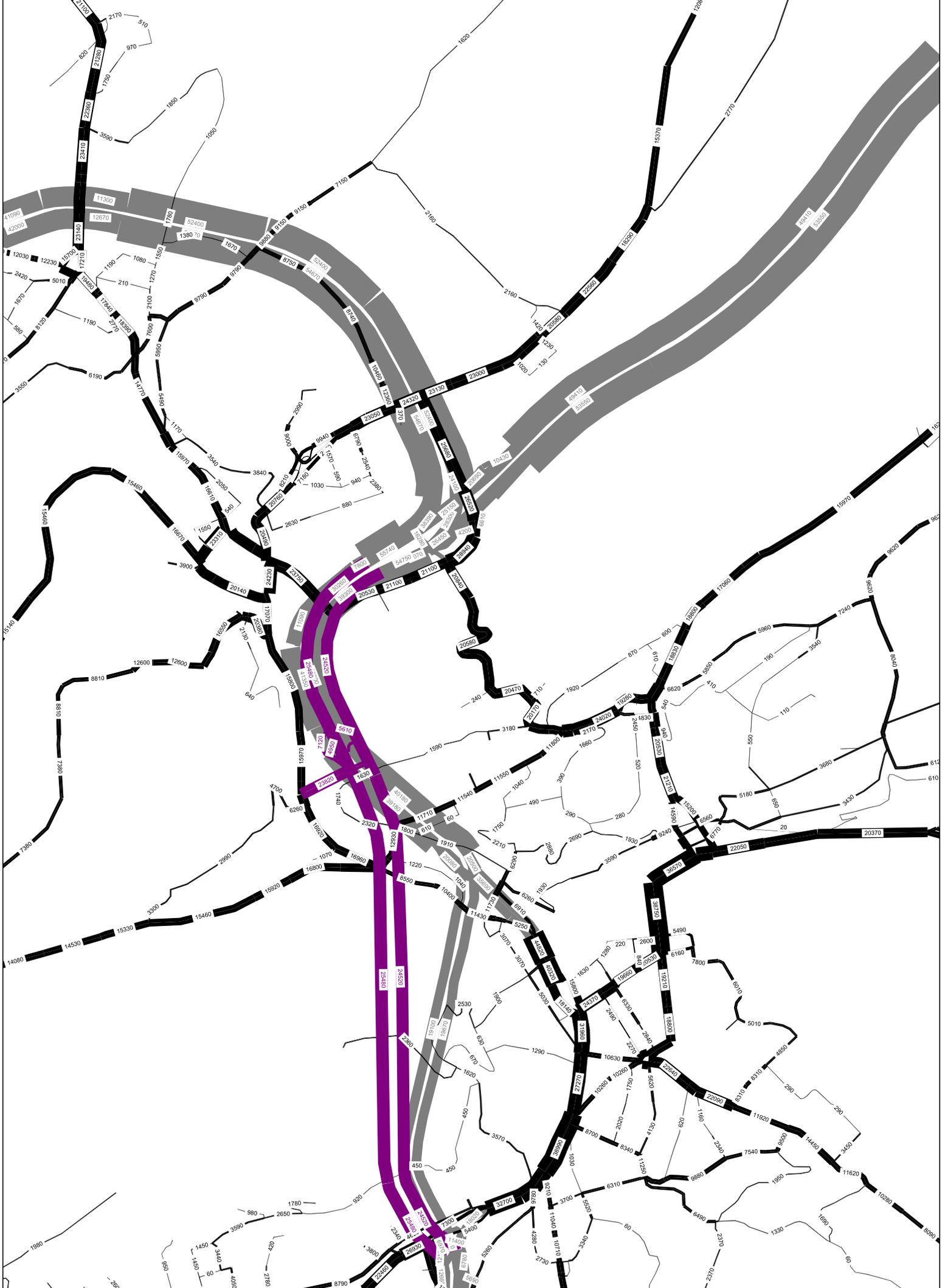


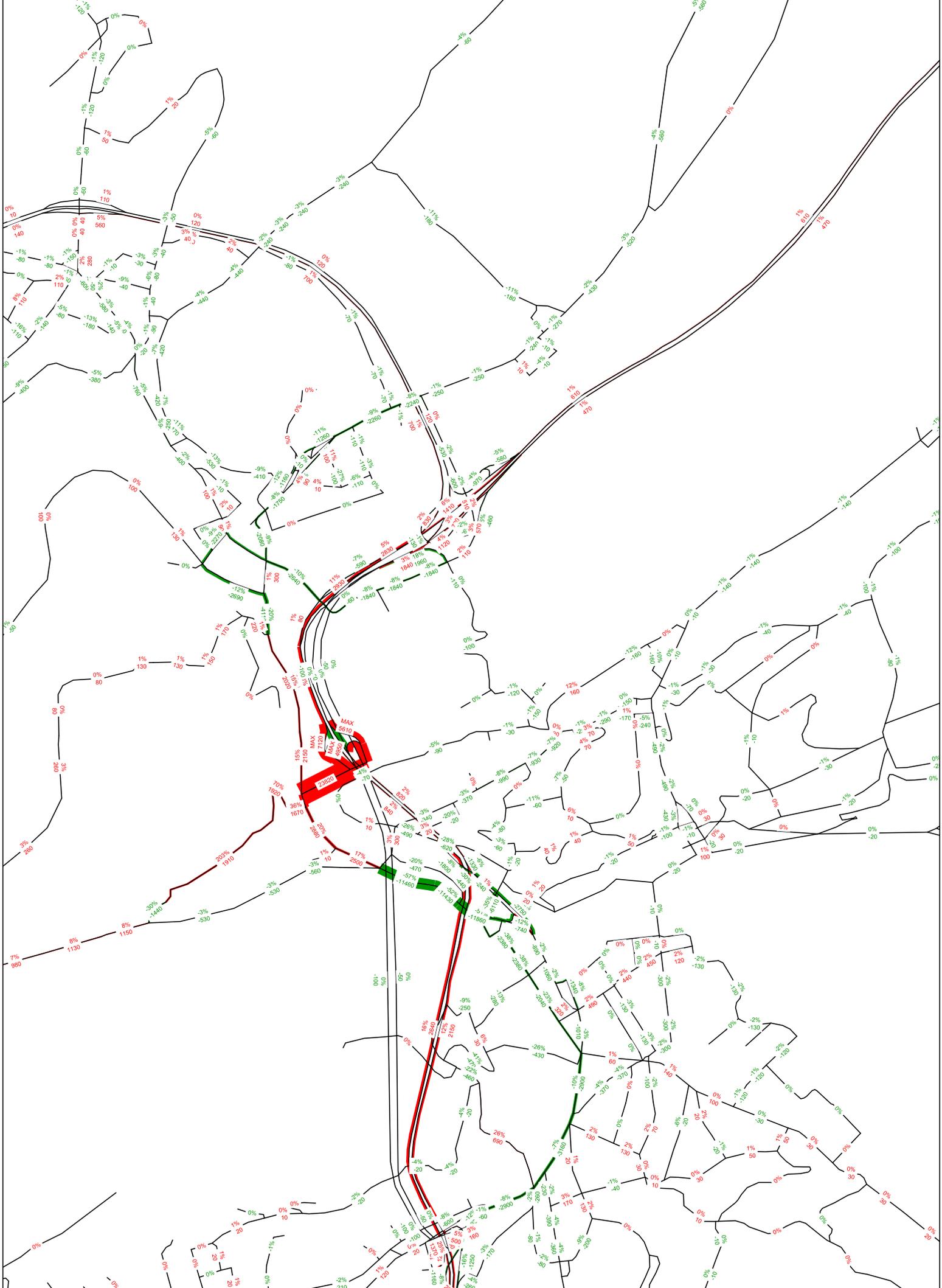












Anhang 6 Übersicht Knotenbelastungen und -beurteilungen Varianten Detailprüfung

Knoten-Nr.	Knoten	Referenzzustand				Referenz. m. Basisausbau				0+				VP _{optimiert}			VP _{optimiert} ohne Fluhmühlebrücke				VP _{optimiert} ohne ÖV-Massnahmen				Inel Rosenberg Tagbau ohne ÖV-Mas				Spange Nord lang (indirekt)				Anschl. Lochhof und Fluhm.brücke (o. ÖV-Massn.)			
		ASP [PWE/h]	ΔVP _{opt}	VQS	Ausl.	ASP [PWE/h]	ΔVP _{opt}	VQS	Ausl.	ASP [PWE/h]	ΔVP _{opt}	VQS	Ausl.	ASP [PWE/h]	VQS	Ausl.	ASP [PWE/h]	ΔVP _{opt}	VQS	Ausl.	ASP [PWE/h]	ΔVP _{opt}	VQS	Ausl.	ASP [PWE/h]	ΔVP _{opt}	VQS	Ausl.	ASP [PWE/h]	ΔVP _{opt}	VQS	Ausl.	ASP [PWE/h]	ΔVP _{opt}	VQS	Ausl.
1	Hünenberg-/Maihofstr.	1'855	2%			1'855	2%			1'668	-8%			1'815	B	56%	1'829	1%			1'817	0%			1'848	2%			1'691	-7%			1'843	2%		
2	Schlossberg Nord	2'095	-12%	D	89%	2'095	-12%	B	52%	1'996	-16%	D	86%	2'383	C	84%	2'401	1%			2'285	-4%			2'406	1%	C	79%	2'131	-11%	B	73%	2'074	-13%	B	50%
3	Schlossberg Süd	1'405	-32%			1'405	-32%			1'249	-39%			2'063	C	88%	2'075	1%			2'026	-2%			2'182	6%	B	78%	1'809	-12%	B	78%	1'370	-34%		
4	Rosenberg	1'894	-34%			2'236	-22%	A	58%	2'232	-22%			2'868	B	72%	2'862	0%			2'526	-12%			1'537	-46%			2'468	-14%	A	60%	2'199	-23%	A	57%
5	Spital-/Friedentalstr.	2'294	-33%	F		2'294	-33%	C	75%	2'675	-22%	F		3'419	F	103%	3'462	1%			3'006	-12%	D	92%	1'725	-50%	C	70%	3'120	-9%	D	90%	2'234	-35%	C	76%
6	Sedel-/Friedentalstr.	1'839	-34%	D	60%	1'839	-34%	C	60%	2'142	-23%	F		2'783	D	88%	2'719	-2%			2'617	-6%			1'607	-42%	C	81%	2'796	0%	D	88%	1'875	-33%	C	61%
7	Lochhof Ost													3'107	C	81%	2'260	-27%			2'824	-9%			3'037	-2%	C	65%	3'121	0%	C	78%	1'179	-62%		
8	Lochhof West													2'932	D	93%	1'104	-62%			2'669	-9%			2'742	-7%	E	97%	2'902	-1%	D	91%	2'081	-29%		
9	Fluhmühlebrücke West	1'124	-54%			1'124	-54%			1'151	-53%			2'437	D	91%	1'036	-57%			2'398	-2%			2'369	-3%			2'418	-1%			2'486	2%		
20	Emmen Süd Sedel Ost	3'223	14%	C	64%	3'223	14%	C	64%	3'170	12%	B	59%	2'825	C	73%	2'871	2%			2'797	-1%	C	73%	2'819	0%	C	73%	2'857	1%	C	76%	3'135	11%	C	68%
21	Emmen Süd neu	2'706	14%	B	51%	2'706	14%	B	51%	2'632	11%	B	51%	2'371	B	34%	2'435	3%			2'365	0%	B	50%	2'411	2%	A	35%	2'469	4%	B	54%	2'649	12%	A	34%
22	Emmen Süd Sedel West	3'223	40%	D	80%	3'223	40%	D	80%	3'372	47%	D	81%	2'298	C	64%	2'461	7%	D	81%	2'301	0%	C	63%	2'323	1%	C	78%	2'615	14%	C	63%	3'084	34%	C	76%
23	Emmen Süd Ibachbrücke	2'694	20%	B	65%	2'694	20%	B	65%	2'807	25%	B	72%	2'252	B	71%	2'421	8%	B	60%	2'249	0%	B	71%	2'239	-1%	B	54%	2'399	7%	B	73%	2'601	16%	B	77%
30	Geissmattbrücke Süd	2'219	13%	E	94%	1'964	0%	D	76%	2'395	22%	F	100%	1'959	C	73%	1'989	2%	C	74%	1'748	-11%	C	74%	1'662	-15%	C	74%	1'931	-1%	C	73%	1'868	-5%	C	69%
31	Basel-/Gütschstr.	2'552	39%	F	101%	2'495	36%	D	94%	2'645	44%	F	108%	1'836	C	74%	2'471	35%	D	94%	1'688	-8%	B	60%	1'695	-8%	B	54%	1'830	0%	C	69%	1'743	-5%	C	64%
32	Kasernenplatz*	3'093	-6%	B	93%	3'451	5%	D	92%	3'238	-2%			3'301	C	96%	3'426	4%	B	86%	2'999	-9%	B	95%	3'026	-8%	C	98%	3'299	0%			3'120	-5%	E	103%
33	Kreisel Kreuzstutz	2'620	24%	F	111%	2'620	24%	F	98%	2'731	30%	F	124%	2'108	C	81%	2'489	18%	F	102%	1'926	-9%			1'925	-9%			2'118	0%			2'170	3%		
40	Grosshof 3	3'093	48%	B	32%	3'093	48%	B	32%	2'157	4%			2'083			2'100	1%			2'803	35%	B	43%	2'776	33%	B	44%	2'078	0%			2'904	39%	B	57%
41	Grosshof 4	3'077	18%	B	78%	3'077	18%	B	78%	2'675	2%			2'612			2'609	0%			2'889	11%	B	80%	2'875	10%	B	80%	2'611	0%			2'909	11%	B	79%
42	Grosshof 1	2'911	2%	E	93%	2'911	2%	E	93%	2'854	0%	E	94%	2'859	E	92%	2'875	1%	E	93%	2'883	1%	D	91%	2'892	1%	D	91%	2'863	0%	E	92%	2'899	1%	D	91%
43	Kupferhammer	2'322	0%			2'322	0%			2'336	1%			2'313			2'341	1%			2'303	0%			2'312	0%			2'315	0%			2'311	0%		
44	Grosshof 5	2'460	-6%			2'460	-6%			2'580	-1%			2'613			2'639	1%			2'479	-5%			2'485	-5%			2'630	1%			2'451	-6%		
45	Grosshof 2**	2'026	-6%	E	96%	2'026	-6%	E	96%	2'259	5%	F	115%	2'160	F	106%	2'204	2%	F	108%	1'989	-8%	E	93%	1'991	-8%	E	93%	2'164	0%	F	106%	1'998	-8%	E	94%
46	Grosshof 7	1'094	-6%			1'094	-6%			1'340	15%	C		1'168	B		1'213	4%	B		1'021	-13%			1'020	-13%			1'156	-1%			1'043	-11%		
X	Schlossberg West																																			
Y	Tunnel/ Sedelstrasse																																			
Z	Kreisel Verkehrshaus													1'106	A	48%																				

Zunahme Knotensumme gegenüber VP_{optimiert} > 5 % bis 20%

Zunahme Knotensumme gegenüber VP_{optimiert} > 20%

Verkehrsqualitätsstufe E

Verkehrsqualitätsstufe F

kursiv: Werte aus Handumlegung

* Der Knoten Kasernenplatz ist für die Funktionsfähigkeit des Autobahnanschlusses nicht zu berücksichtigen. Die massgebenden Ströme sind auf dem untergeordneten Netz und beeinträchtigen den Ablauf auf der Autobahn nicht.

** Der Knoten Grosshof 2 ist in allen Varianten stark ausgelastet bzw. bei den Varianten mit ÖV-Massnahmen überlastet. Für die weitere Bearbeitung der ZMB wird davon ausgegangen, dass der Knoten mit bereits geplanten Massnahmen bzw. mit einer entsprechenden Anpassung der ÖV-Massnahmen soweit verbessert wird, dass der Knoten genügend Leistung aufweist. Aus diesem Grund wird der Knoten nicht in die weitere Bewertung miteinbezogen.

Anhang 7 Verkehrstechnische Prüfung Ansätze Basisausbau

Bereich Autobahnanschlussknoten Luzern Zentrum

Die beiden Knoten Basel-/Gütschstrasse und Geissmattbrücke Süd sind im Referenzzustand überlastet bzw. sehr stark ausgelastet. Es entstehen Verlustzeiten für die Busse, da diese in den Zufahrtsbereichen im Stau stehen und die ÖV-Bevorzugungen in den Spitzenzeiten nur noch teilweise umgesetzt werden können, da Überstauungssituationen des gesamten Knotensystems sowie Rückstausituationen auf die Autobahn verhindert werden müssen.

Es werden folgende zwei Ansätze eines Ausbaus verfolgt:

- Einbahnbetrieb Gütschstrasse
- Aufhebung Linksabbieger Baselstrasse Richtung Gütschstrasse



Abbildung 21: Skizze Anschluss Luzern Zentrum Massnahmenansatz Einbahnsystem Gütschstrasse

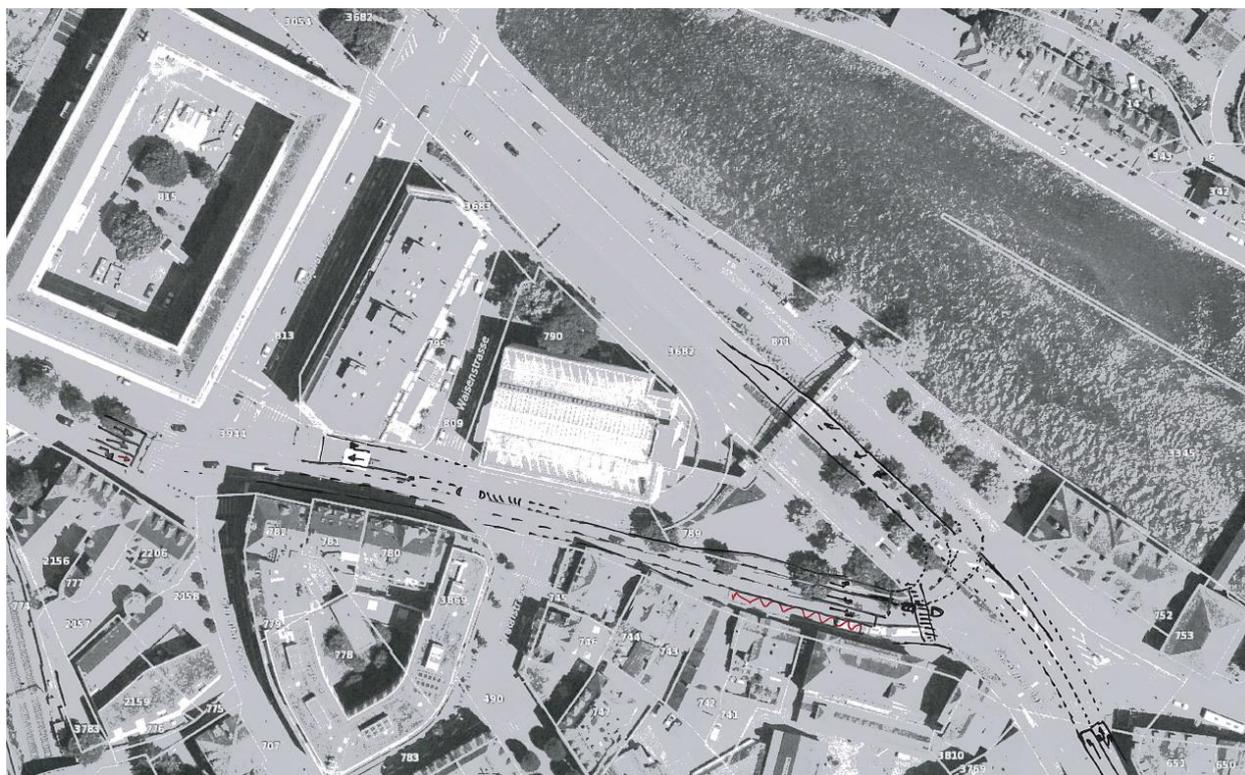


Abbildung 22: Skizze Anschluss Luzern Zentrum Massnahmenansatz Aufhebung Linksabbieger Baselstrasse Rtg. Gütschstrasse

Für beide Fälle wurden als Grundlage für die Leistungsfähigkeitsberechnungen Handumlegungen und Leistungsberechnungen durchgeführt.

Ansatz Einbahnbetrieb Gütschstrasse

Bei diesem Ansatz wird die Gütschstrasse zwischen den Knoten Basel-/Gütschstrasse und Geismattbrücke im Einbahnbetrieb geführt. Der Verkehr von der Baselstrasse Richtung Geismattstrasse und Autobahn wird via Kasernenplatz geführt. Ebenso wird der Verkehr von der Autobahnausfahrt Richtung Geismattstrasse via Kasernenplatz geführt (vgl. Abbildung 21). Durch den Einbahnbetrieb in der Gütschstrasse kann unter anderem auch die heute enge Abbiegebeziehung für den Bus von der Gütschstrasse Richtung Baselstrasse verbessert werden, was den Betrieb erleichtert.

Die Knoten weisen dabei folgende Auslastungen auf.

Knoten-Nr.	Knoten	Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	VQS	Auslastung
30	Geismattbrücke Süd	1'753	B	73 %
31	Basel-/Gütschstr.	2'154	C	90 %
32	Kasernenplatz	3'790	F	100 %

Tabelle 30: Beurteilung Leistungsfähigkeit Knoten Anschluss Zentrum mit Basisausbau, Ansatz Einbahn Gütschstrasse

Aus Sicht der baulichen Machbarkeit dürften folgende Punkte kritisch sein:

- Öffnung in der Ausfahrt von 1 auf 2 Fahrstreifen aufgrund Platzverhältnisse kaum möglich
- 2 zusätzliche Linksabbieger beim Kasernenplatz

Aus verkehrstechnischer Sicht sind folgende Punkte kritisch:

- LSA Kasernenplatz vollständig ausgelastet
- Neue Verflechtung in der Autobahneinfahrt
- Bestehender Abschnitt mit Bussfahrstreifen auf Baselstrasse stadteinwärts nicht mehr möglich, Busbevorzugung an LSA Basel-/Gütschstrasse (aufgrund Leistungsgewinn möglich)
- Linkseinbieger aus Parkhaus nehmen stark zu (Handumlegung: 60 + 230 = 290 Fz/h), evtl. LSA erforderlich
- Zusätzliche LSA bei Zufahrt von Autobahn Richtung Kasernenplatz

Ansatz Aufhebung Linksabbieger Baselstrasse Rtg. Gütschstrasse

Um die Problematik des überlasteten Knoten Kasernenplatz beim Ansatz Einbahnsystem Gütschstrasse zu reduzieren, wird der Ansatz verfolgt, nur die Linksabbieger von der Baselstrasse zur Gütschstrasse via Kasernenplatz zu führen (vgl. Abbildung 22). Von der Autobahnausfahrt kann via Gütschstrasse zur Geissmattstrasse gefahren werden. Damit eine Verbesserung der Leistungsfähigkeit am Knoten Basel-/Gütschstrasse entsteht, muss der Linksabbieger von der Baselstrasse Richtung Gibraltarstrasse aufgehoben werden oder wenn der Platz ausreicht mit einem kurzen separaten Linksabbiegefahrstreifen geführt werden. Falls diese Beziehung aufgehoben werden muss, ergeben sich teilweise längere Umwegfahrten via Hirschengraben und Klosterstrasse.

Die Knoten weisen dabei folgende Auslastungen auf.

Knoten-Nr.	Knoten	Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	VQS	Auslastung
30	Geissmattbrücke Süd	2'098	D	76 %
31	Basel-/Gütschstr.	2'494	D	94 %
32	Kaserneplatz	3'450	D	92 %

Tabelle 31: Beurteilung Leistungsfähigkeit Knoten Anschluss Zentrum mit Basisausbau, Ansatz Aufhebung Linksabbieger Baselstrasse Rtg. Gütschstrasse

Aus Sicht der baulichen Machbarkeit dürften folgende Punkte kritisch sein:

- zusätzlicher Linksabbieger beim Kasernenplatz
- Linksabbiegefahrstreifen von Baselstrasse in Gibraltarstrasse möglich?

Aus verkehrstechnischer Sicht sind folgende Punkte kritisch:

- Neue Verflechtung in der Autobahneinfahrt
- Beziehung Baselstrasse – Gibraltarstrasse evtl. nicht mehr möglich bzw. mit grosser Umwegfahrt
- Bestehender Abschnitt mit Bussfahrstreifen auf Baselstrasse stadteinwärts nicht mehr möglich, Busbevorzugung an LSA Basel-/Gütschstrasse (aufgrund Leistungsgewinn möglich)

Fazit

Aufgrund der ausgeglichenen Knotenauslastungen wird der zweite Ansatz mit der Aufhebung des Linksabbiegers von der Baselstrasse Richtung Geissmattstrasse bzw. Richtung Autobahn beim Knoten Basel-/Gütschstrasse weiterverfolgt.

Es ist zu berücksichtigen, dass die Infrastrukturanpassungen die Leistungsfähigkeit des Gesamtsystems beim Anschluss Luzern Zentrum verbessert. Bestehen bleibt hingegen die Problematik der hohen Verkehrsmenge in der Autobahneinfahrt. Ohne weitere Massnahmen kann im Referenzzustand nicht die gesamte Verkehrsmenge Richtung Autobahn in der Einfahrt verarbeitet werden. Zu gewissen Zeiten, kommt es zu Rückstausituationen, welche auch auf das untergeordnete Netz Auswirkungen haben werden.

Nachfolgend sind Ansätze zur Verbesserung der Situation in der Autobahneinfahrt aufgezeigt.

Autobahneinfahrt Luzern Zentrum

Rampenbewirtschaftung

Ein Ansatz zur Verbesserung der Überlastungssituation in der Einfahrt Luzern Zentrum ist die Einrichtung einer Rampenbewirtschaftung mit einem zweistreifigen Abschnitt in der Einfahrt vom Hirschengraben. Der zweistreifige Bereich sollte dafür möglichst lang erstellt werden. Es ist jedoch zu prüfen, ob aus bautechnischer Sicht überhaupt ein zweistreifiger Abschnitt möglich ist und wie lang dieser ausfallen kann.

Zweistreifige Einfahrt Luzern Zentrum

Eine deutliche Verbesserung in der Einfahrt Luzern Zentrum könnte erreicht werden, wenn die Einfahrt zweistreifig in den Reussporttunnel geführt werden könnte. Somit würde die Verflechtung von den beiden Rampen Hirschengraben und Geissmattbrücke wegfallen, jedoch muss eine Fahrstreifenreduktion im Sonnenbergtunnel erfolgen (vgl. nachfolgende Abbildung).

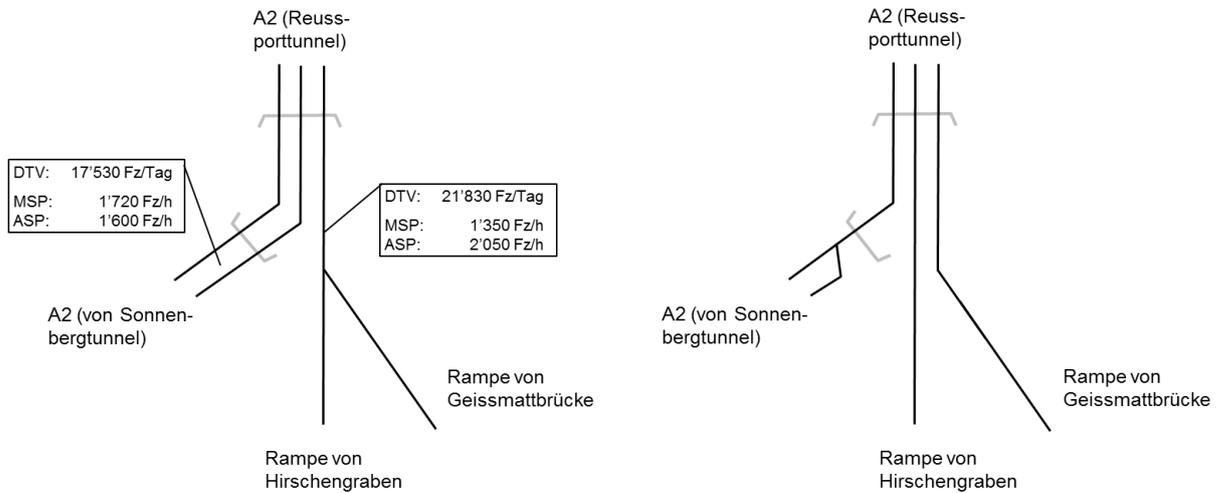


Abbildung 23: links: Ist-Infrastruktur mit Verkehrsmengen Referenzzustand, rechts: Ansatz 2-streifige einfahrt Luzern Zentrum

Dieser Ansatz basiert auf den Prognosen aus dem Verkehrsmodell, welche zeigen, dass die Verkehrsmengen in der Einfahrt im DTV und in der massgebenden ASP höher sind als auf der durchgehenden Fahrbahn vom Sonnenbergtunnel. In der MSP ist die Verkehrsmenge auf der durchgehenden Fahrbahn höher, jedoch liegen sie in einem Bereich, in welchem ein Fahrstreifen knapp ausreichend ist.

Aus verkehrstechnischer Sicht bzw. aus Sicht der Verkehrssicherheit kritisch sind neben der Fahrstreifenreduktion im Sonnenbergtunnel jedoch die Verflechtungsvorgänge im bzw. nach dem Reussportunnel bis zur Verzweigung Rotsee.

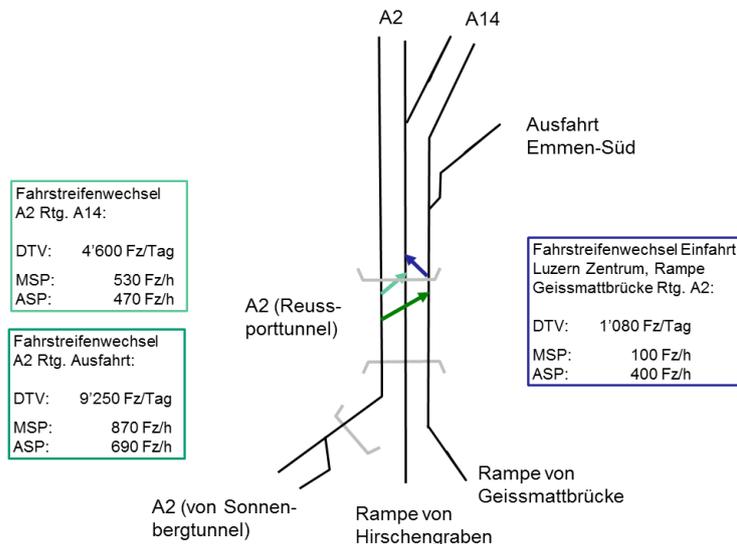


Abbildung 24: Fahrstreifenwechsel im bzw. nach Reussportunnel bei Anpassung Fahrstreifenlayout in der Einfahrt Luzern Zentrum

Fazit

Bei einer Anpassung des Fahrstreifenlayouts beim Anschluss Luzern Zentrum (inkl. Anpassung auf Stadtautobahn) ergibt sich zwar eine Verbesserung in der Einfahrt, jedoch ergeben sich nach der Einfahrt sehr viele und ungünstige Fahrstreifenwechsel. Aufgrund dieser Fahrstreifenwechsel und der ungünstigen Fahrstreifenreduktion im Sonnenbergtunnel wird insbesondere aufgrund der Verkehrssicherheit empfohlen, diesen Ansatz nicht weiter zu verfolgen. Darüber hinaus wäre auch die Reduktion der Leistungsfähigkeit der Stammlinie zu Gunsten der Einfahrt aus verkehrsplanerischer Sicht sowie die bauliche Machbarkeit in Frage zu stellen (Breiten Einfahrt, Konstriktion Brücken vor Reussporttunnel).

Mit einer Rampenbewirtschaftung in der Einfahrt Zentrum und der Schaffung von Stauraum im Bereich der Einfahrt kann die Situation leicht verbessert werden. Es bleibt jedoch ein Leistungsdefizit bestehen, welches teilweise Auswirkungen auf das untergeordnete Verkehrsnetz hat.

Knoten Kreuzstutz

Der Kreisel Kreuzstutz ist ohne einen Ausbau stark überlastet. Der Verkehr in der Zufahrt Spitalstrasse kann nicht verarbeitet werden und es baut sich ein langer Rückstau auf. Auch die Zufahrt der Baselstrasse Nord ist stark ausgelastet, wobei mit der bereits geplanten Dosierung entlang der Hauptstrasse eine Zufahrtdosierung und Busbevorzugung erfolgen kann.

Damit die gesamte Verkehrsnachfrage am Knoten verarbeitet werden kann, ist ein grosser Ausbau erforderlich. Mit der nachfolgend aufskizzierten LSA kann die gesamte Verkehrsmenge verarbeitet werden, jedoch ist der Knoten vollständig ausgelastet und es entstehen u. a. in der Spitalstrasse aufgrund der ungenügend langen Stauräume Behinderungen für die Busse in der Knotenzufahrt. Es sind zusätzliche Massnahmen zur Busbevorzugung in der Zufahrt erforderlich (mindestens elektronische Busspur bzw. Abschnitte mit Busspur in der Spitalstrasse).

Auch in den anderen Zufahrten sind die Rückstauräume knapp bzw. die Möglichkeiten für die Erstellung der Busspuren gering. In einem weiteren Schritt ist aus bautechnischer Sicht zu klären, welche Möglichkeiten bestehen.

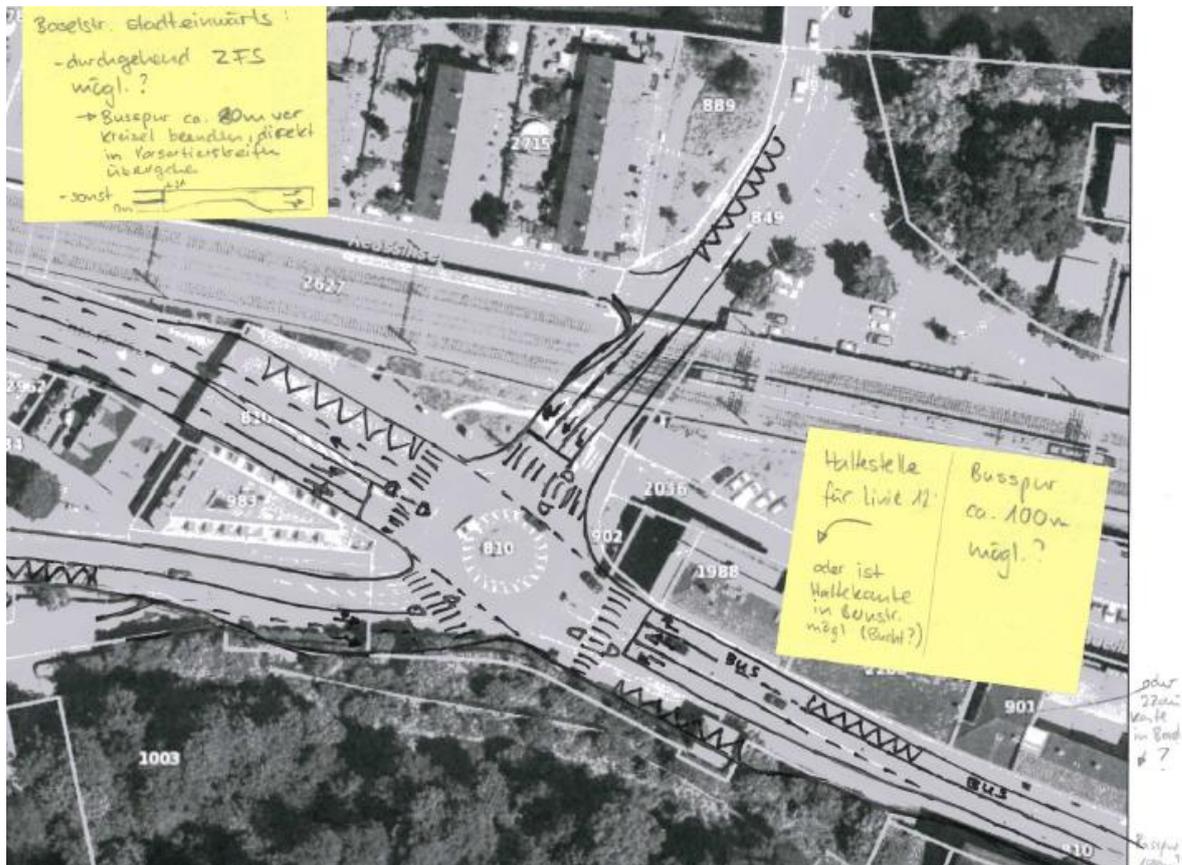


Abbildung 25: Skizze Massnahmenansatz Ausbau Kreuzstutz zu LSA

Kn.- Nr.	Knoten	Referenzzustand		
		Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	VQS	Auslastung
33	LSA Kreuzstutz	2'620	F	98 %

Tabelle 32: Beurteilung Leistungsfähigkeit LSA Kreuzstutz Referenzzustand mit Basisausbau

Zu berücksichtigen ist, dass mit dem Ausbau des Knotens Kreuzstutz geschützte Gebäude im unmittelbaren Umfeld des Knotens tangiert werden (vgl. nachfolgende Abbildung).



Abbildung 26: Bauinventar Bereich Kreisel Kreuzstutz

Wenn die Betriebsform Kreisell beibehalten werden soll, gibt es die Möglichkeit zur Erstellung eines Bypasses von der Spitalstrasse zur Baselstrasse. Dies führt einerseits zu einer ungenügenden Bushaltestellenanordnung, welche unter anderem die Leistungsfähigkeit zur Zufahrt Baselstrasse Ost negativ beeinflusst und andererseits wird die Beziehung Spitalstrasse – Baselstrasse verbessert, was aus Überlegungen der Netzhierarchie nicht erwünscht ist und zu Ausweichverkehr auf das untergeordnete Netz führen würde. Dieser Ansatz wird nicht weiterverfolgt.

Zur Verbesserung der stark ungenügenden Situation mit einem Kreisell bleibt somit nur noch die Möglichkeit den Busbetrieb trotz ungenügender Leistungsfähigkeit für den MIV (vgl. Tabelle 2) zu stärken. In der Zufahrt Baselstrasse Ost kann eine kurze Busspur (ca. 100 m bis Fussgängerstreifen) erstellt werden, welche zur einer Reduktion der Verlustzeiten für die Busse führt, jedoch aufgrund der begrenzten Länge nicht zur vollständigen Entschärfung der Situation führt. Die Problematik der stark ungenügenden Leistungsfähigkeit in der Spitalstrasse bleibt jedoch bestehen. Zur Verbesserung der Situation wäre die Erstellung einer langen Busspur in der Spitalstrasse erforderlich.

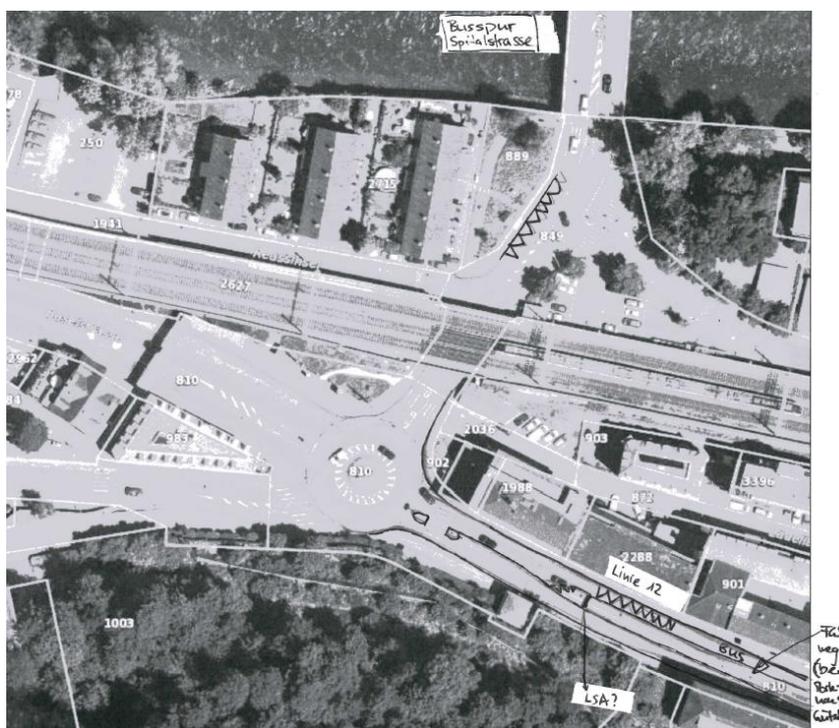


Abbildung 27: Skizze Massnahmenansatz Ausbau Kreisell Kreuzstutz

Fazit

Eine wirkliche Verbesserung für den Verkehrsablauf und somit für den Busbetrieb kann nur mit der Erstellung einer LSA erreicht werden. Die Variante mit LSA wird weiterverfolgt. Zusätzlich soll die Busspur in der Spitalstrasse baulich erstellt werden.

Knotensystem Schlossberg/Rosenberg und Friedentalstrasse

Der Knoten **Schlossberg Nord** ist bereits heute aufgrund der erforderlichen Koordinationen mit den Nachbarknoten an der Leistungsgrenze. Mit der prognostizierten Verkehrszunahme verschlechtert sich der Zustand weiter. Obwohl in der Einzelknotenbetrachtung noch eine VQS D vorhanden ist, sind Massnahmen zu ergreifen, um die negativen Auswirkungen für den Busbetrieb zu reduzieren.

Für den Bereich Schlossberg/Rosenberg werden folgende Ansätze verfolgt, wobei für die vorliegende ZMB noch keinen Variantenentscheid getroffen wird, da die Flughöhe dafür noch zu hoch ist.

- Ansatz Einbahnsystem Schlossberg – Rosenberg analog VP_{optimiert}, gegenüber VP_{optimiert} Reduktion auf 1 Fahrstreifen geradeaus Richtung Friedentalstrasse
- Ansatz Teileinbahnsystem Vorprojekt Schlossberg 2009 [7]: Umsetzung Kreisellösung Rosenberg mit 2 x Bypass

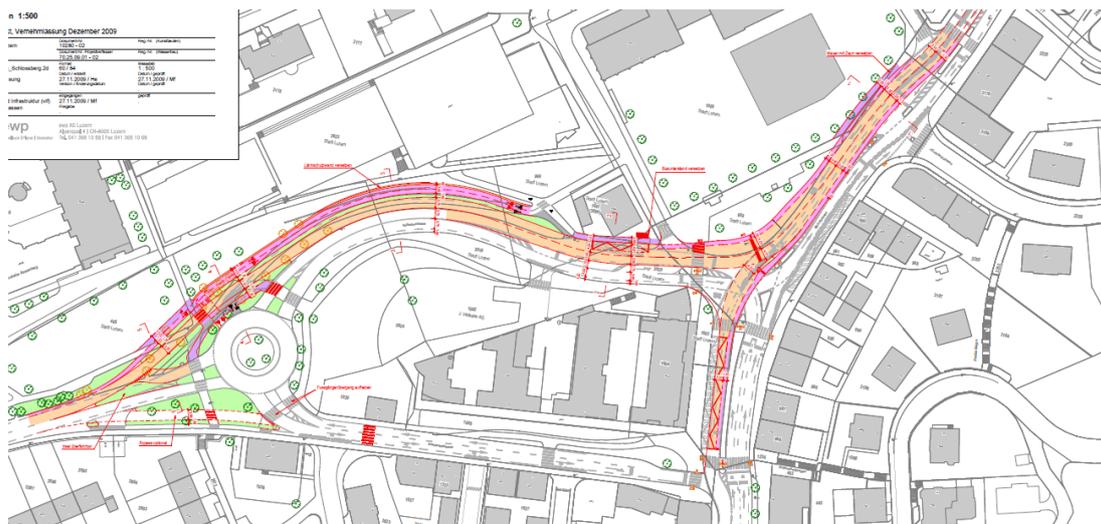
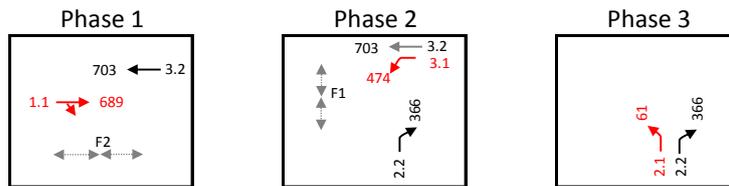


Abbildung 28: Ansatz Teileinbahnsystem Vorprojekt Schlossberg 2009 [7]

Der Knoten **Spital-/Friedentalstrasse** ist mittels LSA zu steuern. Es ergeben sich folgende Anforderungen für den Ausbau:

- Zufahrt Friedentalstrasse Ost: ein Fahrstreifen geradeaus und ein Linksabbiegefahrstreifen (95%-Rückstaulänge = ca. 80 m)
- Zufahrt Friedentalstrasse West: ein Fahrstreifen kombiniert geradeaus/rechts ausreichend (95%-Rückstaulänge = ca. 100 m), Koordination mit Knoten Sedel-/ Friedentalstrasse
- Zufahrt Spitalstrasse: Linksabbiegefahrstreifen (95%-Rückstaulänge = ca. 25 m) und Rechtsabbiegefahrstreifen

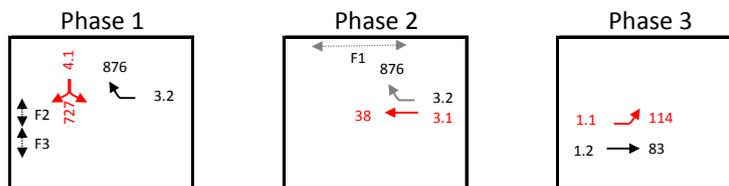


Mit diesem Ausbau ergibt sich eine Verkehrsqualitätsstufe C (Auslastung 75 %).

Der Knoten **Sedel-/Friedentalstrasse** ist heute LSA gesteuert. Die Verkehrszunahmen können mit dem bestehenden Knotenlayout verarbeitet werden. Es ergibt sich eine Verkehrsqualitätsstufe C (Auslastung 66 %). Aufgrund der geplanten Erschliessung des Spitals über die Friedentalstrasse wird empfohlen einen separaten Linksabbiegefahrstreifen von der Friedentalstrasse West zu berücksichtigen.

Es ergeben sich folgende Anforderungen für den Ausbau:

- Zufahrt Sedelstrasse: ein Fahrstreifen kombiniert rechts / links (95%-Rückstaulänge = ca. 70 m)
- Zufahrt Friedentalstrasse Ost: ein Fahrstreifen rechts und ein Fahrstreifen geradeaus (95%-Rückstaulänge = ca. 20 m)
- Zufahrt Friedentalstrasse West: ein Fahrstreifen links und ein Fahrstreifen geradeaus (95%-Rückstaulänge = ca. 30 m)



Mit diesem Ausbau ergibt sich eine Verkehrsqualitätsstufe C (Auslastung 60 %).

Anhang 8 Zustand 2040 ohne Bypass

Im Rahmen der Erarbeitung der Massnahmen des Referenzzustands mit Basisausbau tauchte die Frage auf, ob diese Massnahmen auch ohne den Bypass Luzern umzusetzen wären, um ein funktionsfähiges Verkehrsnetz sicherzustellen oder ob die Massnahmen aufgrund der Veränderungen durch den Bypass notwendig werden. Zur Klärung dieser Frage werden für die Bereiche Anschluss Luzern-Zentrum, Kreuzstutz und Schlossberg/Friedentalstrasse in einem ersten Schritt die Gesamtverkehrsmengen der Knoten des Referenzzustands und des Zustands 2040 ohne Bypass gegenübergestellt. Für die Knoten, bei welchen die Verkehrsmengen im Zustand 2040 ohne Bypass tiefer liegen, wird geprüft, ob die Leistungsfähigkeit mit der heute vorhandenen Infrastruktur gegeben ist.

Anschluss Luzern-Zentrum

Kn.-Nr.	Knoten	Referenzzustand			2040 ohne Bypass
		Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	VQS	Auslastung	Verkehrsmenge ASP [PWE/h]
30	Geissmattbrücke Süd	2'222	E	94 % ⁵³	2'167
31	Basel-/Gütschstr.	2'553	F	101 % ⁵³	2'444
32	Kasernenplatz	3'102	B	92 % ⁵³	3'194

Tabelle 33: Vergleich Verkehrsmenge Zustand 2040 ohne Bypass mit Referenzzustand für Knoten Autobahnanschluss Luzern-Zentrum

Gegenüber dem Referenzzustand liegen die Verkehrsmengen ohne Bypass Luzern bei den beiden für die Funktionalität des Autobahnanschlusses massgebenden Knoten 30 und 31 leicht tiefer. Beim Kasernenplatz (Knoten 32) ist die Verkehrsmenge leicht höher. Zur Beurteilung, ob mit den tieferen Verkehrsmengen die Funktionalität des Autobahnanschlusses mit der heutigen Infrastruktur gegeben ist, werden Leistungsfähigkeitsberechnungen durchgeführt.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Leistungsüberprüfung der Knoten für den Zustand ohne Bypass mit der heutigen Verkehrsinfrastruktur dargestellt.

Kn.-Nr.	Knoten	2040 ohne Bypass		
		Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	VQS	Auslastung
30	Geissmattbrücke Süd	2'167	E	94 %
31	Basel-/Gütschstr.	2'444	D/E	92 %
32	Kasernenplatz	3'194	B	90 %

Tabelle 34: Beurteilung Leistungsfähigkeit Knoten Autobahnanschluss Luzern-Zentrum für Zustand 2040 ohne Bypass

⁵³ Aufgrund der hohen Auslastungen der Einzelknoten und der geringen Abstände zwischen den Knoten besteht die Gefahr, dass sich Ströme gegenseitig behindern und das gesamte Knotensystem überstaut wird. Es ist eine Koordination der Knoten erforderlich, welche die tatsächliche Leistungsfähigkeit der Einzelknoten reduziert. Eine solcher Koordinationsabzug ist in der vorliegenden Leistungsberechnung noch nicht enthalten. Detaillierte Aussagen sind erst in späteren Projektstufen möglich. Das Gesamtsystem wird aber als nicht leistungsfähig beurteilt, obwohl die maximale Knotenauslastung mit 101 % noch in einem Bereich liegt, welcher an anderen Einzelknoten akzeptiert wird (< 105%).

Das Knotensystem beim Anschluss Luzern-Zentrum ist im Zustand 2040 ohne Bypass vollständig ausgelastet (Berechnung noch ohne Berücksichtigung eines Koordinationsabzugs). Die Funktionalität des Autobahnanschlusses kann knapp gewährleistet werden, jedoch können die heute bestehenden ÖV-Bevorzugungen nur noch teilweise umgesetzt werden.

Zudem ergeben sich auf dem untergeordneten Netz längere Rückstaus, welche den Busbetrieb behindern. Insbesondere auf der Zufahrt der Baselstrasse Richtung Zentrum sind hohe Verkehrsmengen vorhanden (ca. + 200 Fz/h gegenüber Ist-Zustand), welche dazu führen, dass grössere Verlustzeiten für die Busse entstehen.

Zur Sicherstellung eines funktionierenden Gesamtsystems inkl. Busbetrieb ist somit ein Ausbau auch ohne Bypass Luzern notwendig.

Kreisel Kreuzstutz

Kn.-Nr.	Knoten	Referenzzustand			2040 ohne Bypass
		Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	VQS	Auslastung	Verkehrsmenge ASP [PWE/h]
33	Kreisel Kreuzstutz	2'620	F	111 %	2'582

Tabelle 35: Vergleich Verkehrsmenge Zustand 240 ohne Bypass mit Referenzzustand für Kreisel Kreuzstutz

Die Gegenüberstellung zeigt, dass die Verkehrsmengen beim Kreisel Kreuzstutz im Zustand 2040 ohne Bypass leicht tiefer liegen als im Referenzzustand. Jedoch ist die Gesamtverkehrsmenge noch so hoch, dass der Kreisel nicht leistungsfähig ist und ein Ausbau analog Basisausbau erforderlich ist.

Friedentalstrasse / Schlossberg

Kn.-Nr.	Knoten	Referenzzustand			2040 ohne Bypass
		Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	VQS	Auslastung	Verkehrsmenge ASP [PWE/h]
2	Schlossberg Nord	2'095	D	89 %	2'136
3	Schlossberg Süd	1'405	. ⁵⁴	. ⁵⁴	1'435
4	Kreisel Rosenberg	1'894	C	85 %	1'957
5	Spital-/ Friedentalstrasse	2'294	F	. ⁵⁵	2'440
6	Sedel-/Friedentalstrasse	1'839	C	66 %	1'954

Tabelle 36: Vergleich Verkehrsmenge Zustand 240 ohne Bypass mit Referenzzustand für Knoten Friedentalstrasse und Schlossberg

Die Verkehrsmengen im Zustand 2040 ohne Bypass liegen leicht höher als im Referenzzustand. Die Massnahmen aus dem Basisausbau sind entsprechend unabhängig von der Umsetzung des Bypass Luzern umzusetzen.

⁵⁴ Keine Berechnung, Abnahme gegenüber Ist-Zustand

⁵⁵ Überlastung zu gross, keine zweckmässige Aussage über Auslastung möglich

Anhang 9 Basisausbau und ÖV-Massnahmen

Die Abklärungen zur Variante 0+ (Umsetzung ÖV-Massnahmen gem. dem Vorprojekt Spange Nord [3]) zeigte, dass ohne Umsetzung der Spange Nord und des Anschlusses Lochhof die Verkehrsverlagerungen durch die ÖV-Massnahmen nur teilweise aufgenommen werden können und in verschiedenen Netzabschnitten negative Auswirkungen entstehen. Es ist nun zu klären, ob mit dem Basisausbau ein genügender Netzausbau erfolgt, so dass die Umsetzung der ÖV-Massnahmen ohne relevante negative Auswirkungen auf das übrige möglich ist.

Die Leistungsprüfung an den Knoten des Anschlusses Luzern Zentrum gemäss dem Basisausbau (vgl. Kapitel 4.3) mit den Verkehrsmengen des Zustands 0+ zeigt, dass insbesondere beim Knoten Basel-/Gütschstrasse die Auslastung zunimmt (vgl. Tabelle 37). Die Auslastung liegt ohne Berücksichtigung eines Koordinationsabzugs bei 97 % und der Knoten weist nur noch eine VQS E auf. Der Knoten ist vollständig ausgelastet und es entstehen längere Rückstaus, was dazu führt, dass ein Überstauen des Gesamtsystem nicht ausgeschlossen werden kann. ÖV-Bevorzugungsmassnahmen sind am Gesamtsystem des Anschlusses Luzern Zentrum kaum mehr umsetzbar.

Kn.-Nr.	Knoten	Basisausbau			Basisausbau mit ÖV-Massnahmen		
		Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	VQS	Auslastung	Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	VQS	Auslastung
31	Basel-/Gütschstr.	2'494	D	94 %	2'607	E	97 %
32	Kasernenplatz	3'450	D	92 %	3'557	D	89 %

Tabelle 37: Vergleich Leistungsfähigkeit Zustand Basisausbau und Zustand Basisausbau mit ÖV-Massnahmen für massgebende Knoten Autobahnanschluss Luzern-Zentrum

Der LSA-Knoten Kreuzstutz ist im Zustand des Basisausbau vollständig ausgelastet. Bereits in diesem Zustand sind ÖV-Massnahmen nur noch teilweise umsetzbar. Durch die Zunahme des Verkehrs durch die ÖV-Massnahmen ergibt sich rechnerisch nur eine geringfügige Verschlechterung der Auslastung (vgl. Tabelle 38). Jedoch ist zu berücksichtigen, dass die negativen Auswirkungen auf den Busbetrieb stärker sind, da durch den zusätzlichen Verkehr (rund 100 PWE/h) die Rückstaulängen noch weiter anwachsen und somit die Verlustzeiten der Busse zunehmen. Eine ÖV-Bevorzugung ist kaum mehr möglich.

Kn.-Nr.	Knoten	Basisausbau			Basisausbau mit ÖV-Massnahmen		
		Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	VQS	Auslastung	Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	VQS	Auslastung
33	Kreisel Kreuzstutz	2'620	F	98 %	2'733	F	99 %

Tabelle 38: Vergleich Leistungsfähigkeit Zustand Basisausbau und Zustand Basisausbau mit ÖV-Massnahmen für LSA-Knoten Kreuzstutz

Fazit

Das Knotensystem beim Anschluss Luzern-Zentrum sowie der Knoten Kreuzstutz sind im Zustand 2040 mit Basisausbau vollständig ausgelastet. Die Funktionalität des Autobahnanschlusses kann knapp gewährleistet werden, jedoch können die heute bestehenden ÖV-Bevorzugungen nur noch teilweise umgesetzt werden. Mit einer zusätzlichen Verkehrszunahme durch die ÖV-Massnahmen sind einerseits ÖV-Bevorzugungen kaum mehr umsetzbar und die Verlustzeiten in den Knotenzufahrten steigen durch längere Rückstaus zusätzlich an. Andererseits kann ein Überstauen des Knotensystems beim Anschluss Luzern Zentrum nicht ausgeschlossen werden.

Analog zur Variante 0+ sind zudem auch negative Auswirkungen auf die untergeordneten Achsen durch Verkehrsverlagerungen durch die Kapazitätsreduktion für den MIV entlang des ÖV-Korridors vorhanden. Unter anderem sind massgebende Verkehrszunahmen auf der Spitalstrasse, Friedentalstrasse, auf dem Hirschengraben sowie weiteren Quartierstrasse vorhanden (vgl. Kapitel 4.4.1)

Insgesamt wird die Umsetzung der ÖV-Massnahmen mit dem Basisausbau aus verkehrstechnischer Sicht als nicht machbar beurteilt.

Anhang 10 Variante Spange Nord kurz mit Tunnel Rosenberg, Anforderungen Knoten entlang Friedentalstrasse bis Schlossberg

Kreisel Spital

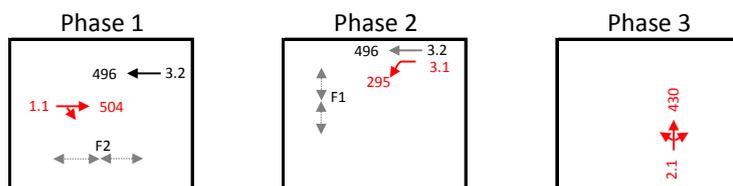
Ein 4-armiger Kreisel bietet in dieser Variante eine ausreichende Leistungsfähigkeit (VQS C, längster 95%-Rückstau in Richtung Schlossberg: ca. 80 m).

LSA Spitalstrasse

Die Knotenbelastung ist mit 1'725 PWE/h deutlich tiefer als im Ist-Zustand (2'145 Fz/h).

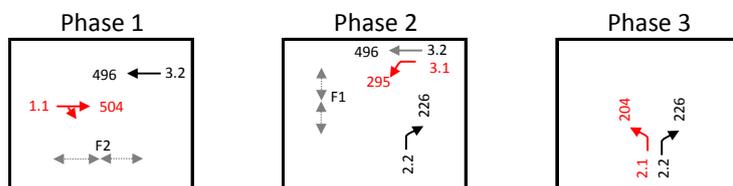
Ein unregelmäßiger Knoten wie im Ist-Zustand ergibt gem. statischer Berechnung eine ungenügende Leistungsfähigkeit (VQS F). Zudem sollte der Knoten für die Busbevorzugung und die Koordination Richtung Schlossberg gesteuert werden.

Eine LSA mit einem Minimal-Ausbau (nur 1 Fahrstreifen in der Spitalstrasse) wäre aufgrund der statischen Berechnung möglich (VQS C, Auslastung 78%).



Jedoch ergeben sich in der Spitalstrasse längere Wartezeiten und Rückstaulängen (95%-Rückstaulänge ca. 90 m), welche zu Behinderungen der Busse in der Knotenzufahrt führen kann.

Es wird deshalb empfohlen einen kurzen Linksabbiegefahrstreifen in der Spitalstrasse zu erstellen.



Der Knoten erreicht mit diesem Ausbau die VQS C (Auslastung 70%).

Folgende Anforderungen bestehen an den Knoten:

- Zufahrt Friedentalstrasse Ost: ein Fahrstreifen geradeaus und ein Linksabbiegefahrstreifen (95%-Rückstaulänge = ca. 70 m)
- Zufahrt Friedentalstrasse West: ein Fahrstreifen kombiniert geradeaus/rechts ausreichend (95%-Rückstaulänge = ca. 80 m)
- Zufahrt Spitalstrasse: Linksabbiegefahrstreifen (95%-Rückstaulänge = ca. 50 m) und Rechtsabbiegefahrstreifen

LSA Schlossberg Nord

Mit dem Knotenlayout gem. dem VP_{optimiert} ergibt sich eine Knotenauslastung von 79 % und eine VQS C. Die Rückstaulängen betragen immer noch rund 80 m auf beiden Zufahrten, so dass keine Reduktion oder Kürzung der Fahrstreifen gegenüber VP_{optimiert} möglich ist.

LSA Schlossberg Süd

Beim Knoten Schlossberg Süd ergibt sich mit dem Knotenlayout gem. dem VP_{optimiert} eine VQS B (Auslastung 78%). Eine Reduktion eines Fahrstreifens ist jedoch aufgrund der Abhängigkeiten mit den benachbarten Knoten nicht möglich.

LSA Schlossberg West

Da der nachfolgende Verflechtungsbereich im Rückstaubereich des Knotens Schlossberg Süd liegt, muss der Knoten Schlossberg West LSA-gesteuert betrieben werden. Die Abwicklung des Verkehrs ist knapp möglich (Auslastung 96 %), es bilden sich jedoch lange Rückstaus (u. a. in Tunnel zurück).

Offen ist die Integration der untergeordneten Zufahrt in die Knotensteuerung. (Bei Weiterbearbeitung zu klären).

Anhang 11 Variante Anschluss Lochhof und Fluhmühlebrücke ohne ÖV-Massnahmen, Anforderungen Knoten entlang Friedentalstrasse bis Schlossberg

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Verkehrsmengen der Variante Anschluss Lochhof und Fluhmühlebrücke ohne ÖV-Massnahmen an den Knoten entlang der Friedentalstrasse bis zum Schlossberg im Vergleich zum Ist-Zustand und dem Zustand VP_{optimiert}. Basierend auf diesen Verkehrsmengen werden die Anforderungen für die Knoten festgelegt.

Kn.-Nr.	Knoten	Ist-Zustand	VP _{opt.}	Variante Anschluss Lochhof und Fluhmühlebrücke ohne ÖV-Massnahmen
		Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	Verkehrsmenge ASP [PWE/h]
2	Schlossberg Nord	1'981	2'383	2'073
3	Schlossberg Süd	1'458	2'063	1'371
4	Kreisel Rosenberg	1'747	2'868	1'878
5	Spital-/ Friedentalstrasse	2'145	3'419	2'232
6	Sedel-/Friedentalstrasse	1'469	2'783	1'874

Tabelle 39 Verkehrsmengen Knoten Friedentalstrasse und Schlossberg Variante Anschluss Lochhof und Fluhmühlebrücke ohne ÖV-Massnahmen im Vergleich zu Ist-Zustand bzw. VP_{optimiert}

Der Knoten **Schlossberg Nord** ist bereits heute aufgrund der erforderlichen Koordinationen mit den Nachbarknoten an der Leistungsgrenze. Mit der prognostizierten Verkehrszunahme verschlechtert sich der Zustand weiter. Obwohl in der Einzelknotenbetrachtung noch eine VQS D vorhanden ist, sind Massnahmen zu ergreifen, um die negativen Auswirkungen für den Busbetrieb zu reduzieren. Es können folgende Ansätze eines Einbahnringes weiterverfolgt werden:

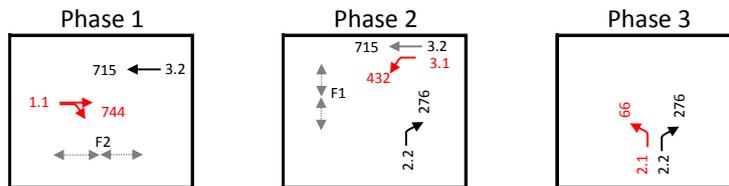
- Ansatz Einbahnsystem Schlossberg – Rosenberg analog VP_{optimiert}, gegenüber VP_{optimiert} Reduktion auf 1 Fahrstreifen geradeaus Richtung Friedentalstrasse
- Ansatz Vorprojekt Schlossberg 2009 [7]: Umsetzung Kreisel Rosenberg mit 2 x Bypass

Mit einem Ausbau ergeben sich am Knotensystem Schlossberg/Rosenberg gute Verkehrsqualitätsstufen. Mit dem Teileinbahnsystem nach VP 2009 ist beim **Knoten Schlossberg Nord** eine Auslastung von 50 % vorhanden. Aufgrund der Nähe zu den benachbarten Knoten und den entstehenden Rückstaulängen im Phasenumlauf sind jedoch keine Möglichkeiten zur Reduktion von Fahrstreifen. vorhanden

Beim Knoten **Spital-/Friedentalstrasse** könnte der Ausbau des Knoten nach statischer Berechnung mit nur einem Fahrstreifen in der Zufahrt Friedentalstrasse Ost und mit einem Fahrstreifen in der Spitalstrasse erstellt werden (Auslastung 76 %). Es ergeben sich jedoch sehr lange Rückstaulängen (100 bis 150 m), was zu Problemen an den benachbarten

Knoten führen kann. Für eine Neuanlage ist eine solche Umsetzung nicht zweckmässig. Somit wird folgendes Knotenlayout empfohlen.

- Zufahrt Friedentalstrasse Ost: ein Fahrstreifen geradeaus und ein Linksabbiegefahrstreifen (95%-Rückstaulänge = ca. 80 m)
- Zufahrt Friedentalstrasse West: ein Fahrstreifen kombiniert geradeaus/rechts ausreichend (95%-Rückstaulänge = ca. 110 m), Koordination mit Knoten Sedel-/ Friedentalstrasse
- Zufahrt Spitalstrasse: Linksabbiegefahrstreifen (95%-Rückstaulänge = ca. 30 m) und Rechtsabbiegefahrstreifen



Mit diesem Ausbau ergibt sich eine Verkehrsqualitätsstufe C (Auslastung 76 %).

Beim Knoten **Sedel-/Friedentalstrasse** ist das heute bestehende Knotenlayout beizubehalten. Es ergibt sich eine Verkehrsqualitätsstufe C (Auslastung 61 %).

Die Verkehrsmenge beim Kreisel **Kreuzstutz** liegt mit 2'170 PWE/h unter der Verkehrsmenge des Ist-Zustands (2'266 PWE/h). Es ergibt sich eine Verkehrsqualitätsstufe D (Auslastung 90 %).

Anhang 12 Flankierende Massnahmen Fluhmühlerain

Die Prüfung der verkehrstechnischen Machbarkeit in der ZMB-Phase 2 basiert auf den Verkehrsbelastungen aus dem Verkehrsmodell. Dieses berücksichtigt neben den neuen Netzelemente noch keine zusätzlichen Steuerungs- bzw. flankierenden Massnahmen. Im Bereich Fluhmühlerain ergeben sich dadurch bei allen Varianten mit der Fluhmühlebrücke im Verkehrsmodell grössere Zunahmen, welche unerwünscht sind (vgl. beispielhaft Auswirkungen Variante Anschluss Lochhof mit Fluhmühlebrücke in der folgenden Abbildung).

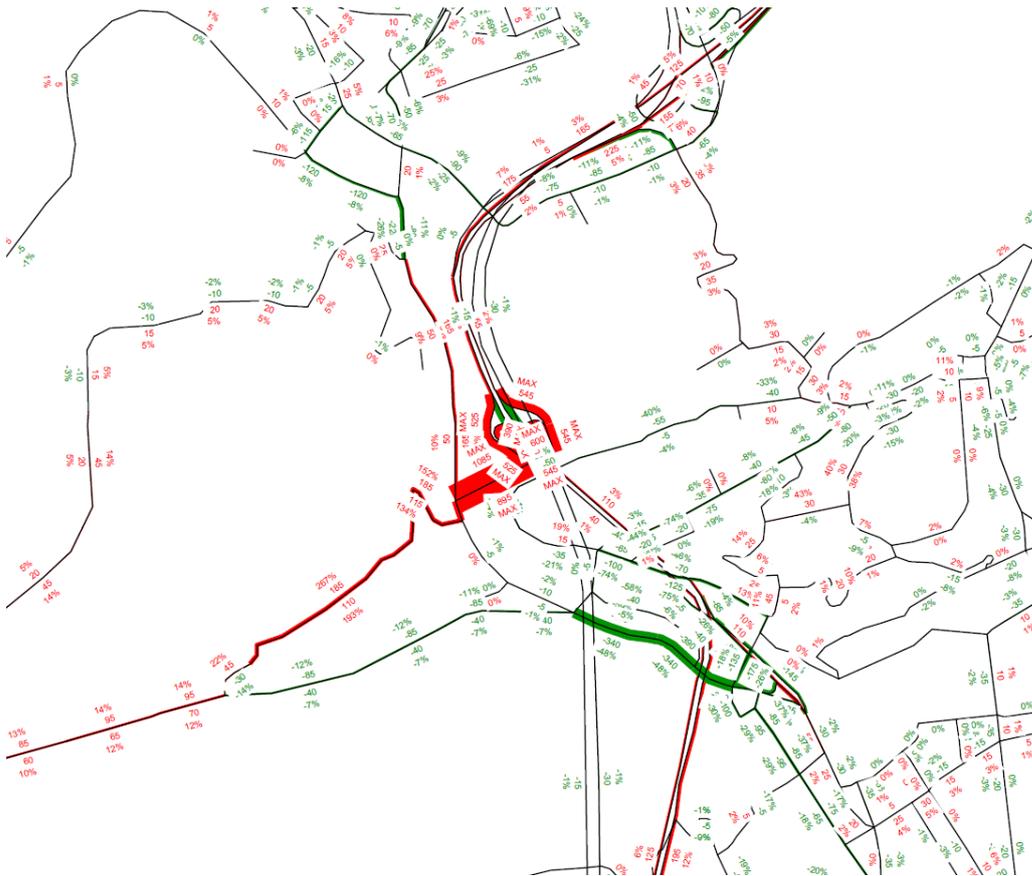


Abbildung 29: Verlagerungen in der ASP 2040 [Fz/h] durch Variante Anschluss Lochhof mit Fluhmühlebrücke im Vergleich zum Referenzzustand

Zur Vermeidung von Ausweichverkehr können auf dem Fluhmühlerain flankierende Massnahmen umgesetzt werden, welche dazu führen sollen, dass der Verkehr weiterhin auf der übergeordneten Bernstrasse bleibt. Dadurch steigt jedoch die Verkehrsbelastung beim bereits stark ausgelasteten Kreisel Kreuzstutz.

Die Auswirkungen von flankierenden Massnahmen beim Fluhmühlerain werden stellvertretend für die Variante Anschluss Lochhof mit Fluhmühlebrücke mit Hilfe des Verkehrsmodells geprüft. Bei allen anderen Varianten mit Fluhmühlebrücke sind die Verkehrsbelastungen beim Kreisel Kreuzstutz leicht tiefer und somit die Auswirkungen durch die Verlagerung zur Bernstrasse etwas weniger kritisch.

Für die Überprüfung der Auswirkungen von flankierenden Massnahmen wird die Annahme getroffen, dass auf dem Fluhmühlerain nicht mehr Verkehr vorhanden ist als im Referenzzustand (im Verkehrsmodell entspricht die Kapazität des Fluhmühlerains der Belastung aus dem Referenzzustand).

Mit diesem Ansatz der flankierenden Massnahmen ergibt sich für die **Variante Anschluss Lochhof mit Fluhmühlebrücke** eine Verlagerung des Verkehrs Richtung Kreuzstutz. Diese ist jedoch gerade etwa so gross, dass sie die vorhandene Entlastung auf der Bernstrasse bei der Variante ohne flankierende Massnahmen gegenüber dem Referenzzustand kompensiert (vgl. folgende Abbildung). Der restliche Verkehr wird auf andere Achsen verlagert.

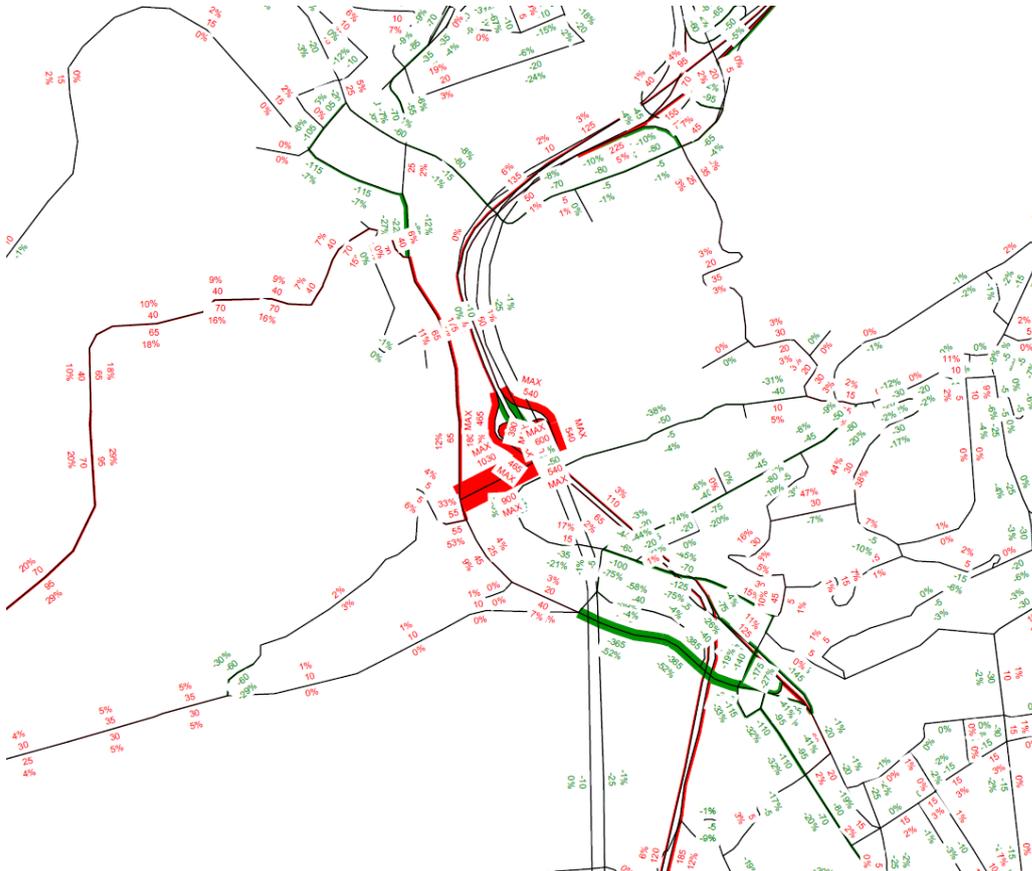


Abbildung 30: Verlagerungen in der ASP 2040 [Fz/h] durch Variante Anschluss Lochhof mit Fluhmühlebrücke mit flankierenden Massnahmen Fluhmülerain im Vergleich zum Referenzzustand

Mit den flankierenden Massnahmen beim Fluhmülerain steigt die Verkehrsmenge beim Kreisell Kreuzstutz auf 2'260 PWE/h an. Damit ergibt sich eine Auslastung von 93 % und die Leistungsfähigkeit des Knotens bleibt erhalten (Verkehrsqualitätsstufe E).

Kn.-Nr.	Knoten	Ist-Zustand	Variante Anschl. Lochhof und Fluhmühlebrücke ohne ÖV-Massn.	Variante Anschl. Lochhof und Fluhmühlebrücke ohne ÖV-Massn. inkl. FlaMa Fluhmülerain		
		Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	VQS	Auslastung
33	Kreisel Kreuzstutz	2'266	2'108	2'260	E	93 %

Tabelle 40: Verkehrsmengen und Beurteilung Leistungsfähigkeit Knoten Kreuzstutz Variante Anschluss Lochhof und Fluhmühlebrücke mit flankierenden Massnahmen Fluhmülerain im Vergleich zu Ist-Zustand bzw. ohne flankierende Massnahmen

Anhang 13 Variante Anschluss Lochhof und Fluhmühlebrücke (inkl. ÖV-Massnahmen)

Autobahnanschlussknoten

Die Leistungsfähigkeitsüberprüfung der massgebenden Autobahnanschlussknoten ergibt folgende Kennwerte.

Knoten-Nr.	Knoten	Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	VQS	Auslastung
23	Emmen Süd Ibachbrücke	2'663	C	82 %
30	Geissmattbrücke Süd	2'081	C	71 %
31	Basel-/Gütschstr.	1'820	C	70 %
42	Grosshof 1	2'835	E	92 %
45	Grosshof 2	2'167	F	107 %

Tabelle 41: Verkehrsmengen und Beurteilung Leistungsfähigkeit Autobahnanschlüsse Variante Anschluss Lochhof und Fluhmühlebrücke (inkl. ÖV-Massnahmen)

Bei der Variante Anschluss Lochhof und Fluhmühlebrücke ergeben sich gegenüber der Variante $VP_{\text{optimiert}}$ Zunahmen beim Anschluss **Emmen-Süd**. Die Knoten weisen jedoch immer noch eine genügende Leistungsfähigkeit auf.

Beim Anschluss **Luzern Zentrum** ergeben sich gegenüber der Variante $VP_{\text{optimiert}}$ leichte Zunahmen. Die Knoten weisen eine genügende Leistungsfähigkeit auf.

Beim Anschluss **Kriens** ergeben sich kaum Veränderungen gegenüber der Variante $VP_{\text{optimiert}}$. Der Knoten Grosshof 1 ist sehr stark ausgelastet, der Knoten Grosshof 2 überlastet.

Weitere massgebende Knoten im Bearbeitungsperimeter

Die Verkehrszunahme auf der St. Karli-Brücke gegenüber der Variante $VP_{\text{optimiert}}$ führt beim **Kreisel Kreuzstutz** dazu, dass der Knoten nicht mehr den gesamten Verkehr verarbeiten kann. Insbesondere in der Zufahrt von der Spitalstrasse baut sich ein längerer Stau auf.

Knoten-Nr.	Knoten	Verkehrsmenge ASP [PWE/h]	VQS	Auslastung
33	Kreisel Kreuzstutz	2'359	F	104 %

Tabelle 42: Verkehrsmengen und Beurteilung Leistungsfähigkeit Knoten Kreuzstutz Variante Anschluss Lochhof und Fluhmühlebrücke (inkl. ÖV-Massnahmen)

In der Phase 3 der ZMB wird die Variante Anschluss Lochhof und Fluhmühlebrücke unter anderem der Variante $VP_{\text{optimiert}}$ gegenübergestellt. Um einen vergleichbaren Bearbeitungsstand zu erreichen, sind bei der Variante Anschluss Lochhof und Fluhmühlebrücke entlang der **Friedentalstrasse** und beim **Schlossberg** ebenfalls Massnahmen zu berücksichtigen, welche verhindern, dass grössere Verkehrsüberlastungen mit den entsprechenden Auswirkungen auf den Busbetrieb entstehen. Die Analysen sind in Anhang 11 aufgezeigt.

Aufgrund der grossen Verkehrszunahmen beim Kreisel Rosenberg gegenüber dem Ist-Zustand sind am **Knotensystem Schlossberg / Rosenberg** Massnahmen zu berücksichtigen. Es werden folgende Ansätze verfolgt, wobei für die vorliegende ZMB noch keinen Variantenentscheid getroffen wird, da die Flughöhe dafür noch zu hoch ist.

- Ansatz Einbahnsystem Schlossberg – Rosenberg analog $VP_{\text{optimiert}}$, gegenüber $VP_{\text{optimiert}}$ Reduktion auf 1 Fahrstreifen geradeaus Richtung Friedentalstrasse
- Ansatz Vorprojekt Schlossberg 2009 [7]:
Umsetzung Kreisel Rosenberg mit 2 x Bypass

Beim Knoten **Spital-/Friedentalstrasse** wird gegenüber der Variante $VP_{\text{optimiert}}$ auf einen separaten Rechtsabbiegefahrstreifen in die Spitalstrasse verzichtet. Die beiden Linksabbiegefahrstreifen in der Spitalstrasse und der Friedentalstrasse sind jedoch erforderlich.

Beim Knoten **Sedel-/Friedentalstrasse** weist der heute vorhandenen Knoten eine knapp genügende Leistungsfähigkeit auf. Die vorhandenen Breiten sind jedoch an der unteren Grenze und die Führung des Veloverkehrs ist nicht optimal. Mit einem Ausbau können diese Defizite behoben werden. Im Rahmen der ZMB wird kein Variantenentscheid gefällt.