KANTON LUZERN
Bau-, Umwelt- und Wirtschaftsdepartement

Verkehr und Infrastruktur (vif)

SNZ Ingenieure und Planer AG

Spange Nord Luzern
Verkehrsmodell 2017/2040

Arbeitsbericht

29. April 2019



SNZ@Work

Auftraggeber:

Kt. LU, Verkehr und Infrastruktur (vif)	Projektleitung:	Daniel Ender Danièle Müller

Begleitung

S-ce consulting AG	Koordination ZA Spange Nord	Michel 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: Koreferat:	Stefan Dasen Simon Jakob durch Auftraggeber

Projektdaten:

Auftragsnummer:	SNZ#5061
Ablagepfad:	R32\5061_TB_VM-Spange-Nord_V3

Version	Datum	Firma/Verfasser	Änderungen/Bemerkungen
0	17.12.2018	SNZ/SD	Zwischenstand
1	22.01.2019	SNZ/SD	Roh-Entwurf
2	05.04.2019	SNZ/SD	Vollständiger Entwurf
3	29.04.2019	SNZ/SD	Definitive Fassung

Inhalt

Zusammenfassung **5**

1 Ausgangslage und Auftrag **7**

1.1 Ausgangslage 7

1.2 Problemstellung und Auftrag 7

2 Grundlagen und Randbedingungen **7**

2.1 Grundlagen 7

2.2 Untersuchungsperimeter 8

2.3 Randbedingungen 8

3 Vorgehensmethodik **9**

4 Aufbereitung Ist-Zustand 2017 **12**

4.1 Analyse bestehendes Verkehrsmodell 12

4.1.1 Überprüfung Netzmodell 2015 12

4.1.2 Überprüfung Nachfrage 2015 12

4.2 Netzverfeinerung 13

4.2.1 Ergänzung Zonenanbindungen 13

4.2.2 Knotendetaillierung 15

4.3 Abstimmung Widerstandsfunktionen 16

4.4 Aufbereitung Zähldaten 16

4.5 Kalibration auf Zustand 2017 17

4.5.1 Vorgehen 17

4.5.2 Kalibration Tagesverkehr DTV 18

4.5.3 Vergleich Modell Bypass 2015 und Spange Nord 2017 im DTV Ist-Zustand 21

4.5.4 Kalibration Abendspitzenstunde ASP 23

4.5.5 Vergleich Modell Bypass 2015 und Spange Nord 2017 im Ist-Zustand ASP 26

4.5.6 Kalibration Morgenspitzenstunde MSP 27

4.5.7 Vergleich Modell Bypass 2015 und Spange Nord 2017 im Ist-Zustand MSP 30

4.6 Plausibilisierung Ergebnisse Ist-Zustand 32

4.6.1 Vergleich Verkehrserzeugung 32

4.6.2 Vergleich der Fahrweitenverteilungen 33

4.6.3 Vergleich Wunschlinienspinnen in wichtigen Querschnitten 34

5	**Erstellung Prognosezustand 2040**	**38**
	5.1 Vorgehen	38
	5.2 Basis-Prognose	39
	5.3 Bewältigbare Verkehrsnachfrage	40
	5.3.1 Auswirkungen Fahrassistenzsysteme	40
	5.3.2 Nachfragereaktionen auf überlastetes Strassennetz	42
	5.3.3 Berücksichtigung Zuflussdosierung bzw. beschränkter Angebotskapazitäten	45
	5.4 Ergebnisse für Modell-Prognose-Zustand 2040	48
	5.4.1 Verkehrszuwächse 2017 – 2040	48
	5.4.2 Belastungen 2040	51
	5.5 Plausibilisierung Ergebnisse Prognose-Zustand	54
	5.6 Vergleich mit bisheriger Prognose Modell AP Bypass 2040	56
6	**Untersuchungsfälle**	**59**
	6.1 ZMB-Referenzzustand	59
	6.2 Zustand nur öV-Massnahmen/flankierende Massnahmen	61
	6.3 Projektzustand Spange Nord (Vorprojekt optimiert)	63
	6.4 Weitere Untersuchungsfälle	68
	6.4.1 Projektzustand Spange Nord ohne Fluhmühlebrücke	68
	6.4.2 Projektzustand Spange Nord ohne öV-Massnahmen	71
	6.4.3 Fluhmühlebrücke mit AS Lochhof (Bypass und öV-Massnahmen)	74
	6.5 Wirkung der Projektmassnahmen auf die Nachfrage	77
	6.5.1 Vergleich der Nachfragewirkungen im DTV	77
	6.5.2 Vergleich der Nachfragewirkungen in der ASP	79
7	**Vergleich mit Verkehrsmodell AP Bypass**	**81**
	7.1 Vergleich Verkehrsbelastungen Ist- und Prognose-Zustand	81
	7.2 Vergleich der Wirkungen im Projekt-Zustand	84
Abbildungsverzeichnis		**86**
Tabellenverzeichnis		**89**
Anhang		**90**

Zusammenfassung

Ausgangslage

Für das Ausführungsprojekt Gesamtsystem Bypass Luzern des ASTRA wurde aus dem kantonalen Verkehrsmodell Luzern (KVM-LU) durch Anpassung und Aktualisierung ein Verkehrsumlegungsmodell Bypass mit Prognosehorizont 2040 erstellt. Der Kanton Luzern will das kantonale Projekt «Spange Nord und Massnahmen öffentlicher Verkehr» weiterbearbeiten und benötigt dafür ein Verkehrsmodell, welches den Verkehr insbesondere in den an den Bypass und Spange Nord anschliessenden Gebieten möglichst realistisch abbildet.

Problemstellung und Auftrag

Das vorhandene Verkehrsmodell Bypass 2015/2040 wurde mit Fokus Nationalstrassen entwickelt. Es muss daher im Untersuchungsgebiet (Projektperimeter Bypass und Spange Nord Luzern) verfeinert und aktualisiert werden, um einerseits den heutigen Zustand besser abzubilden und andererseits auch den zukünftigen Zustand mit einer angebotsorientierten Prognose 2040 adäquat abzubilden.

Vorgehensweise

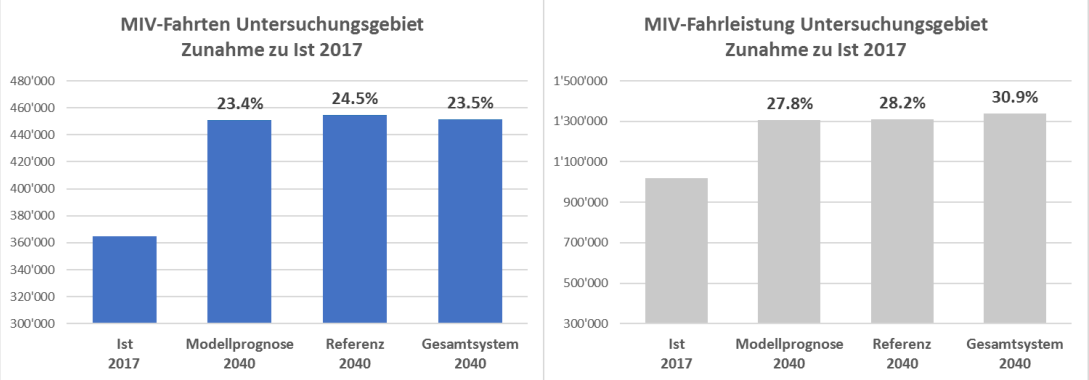
In einem ersten Schritt wurde das bestehende Modell bezüglich Netzabbildung und Verkehrserzeugung überprüft und plausibilisiert. In einem zweiten Schritt wurde der Ist-Zustand im Untersuchungsgebiet verfeinert und auf aktuelle Zähldaten 2017/18 im Tagesverkehr (DTV) und in den Spitzenstunden am Abend (ASP) bzw. am Morgen (MSP) kalibriert.

Ausgehend vom Verkehrszuwachs aus der bisherigen Prognose wurde 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.

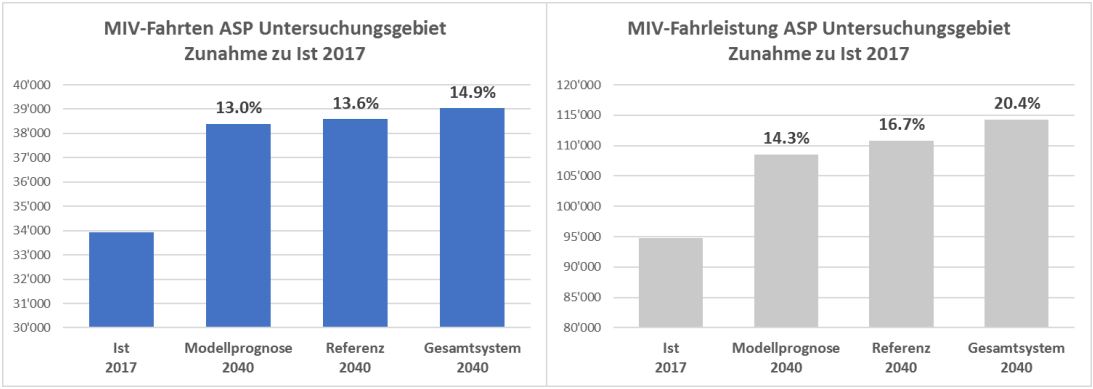
Das gewählte Verfahren ermöglicht die Berechnung von untersuchungsfallspezifischen Prognosen. Für die Anwendung in der Zweckmässigkeitsbeurteilung (ZMB) Spange Nord Luzern musste hingegen aus Variantenvergleichsgründen eine konstante Nachfrage für alle Varianten angewendet werden (Nachfrageprognose des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

Ergebnisse

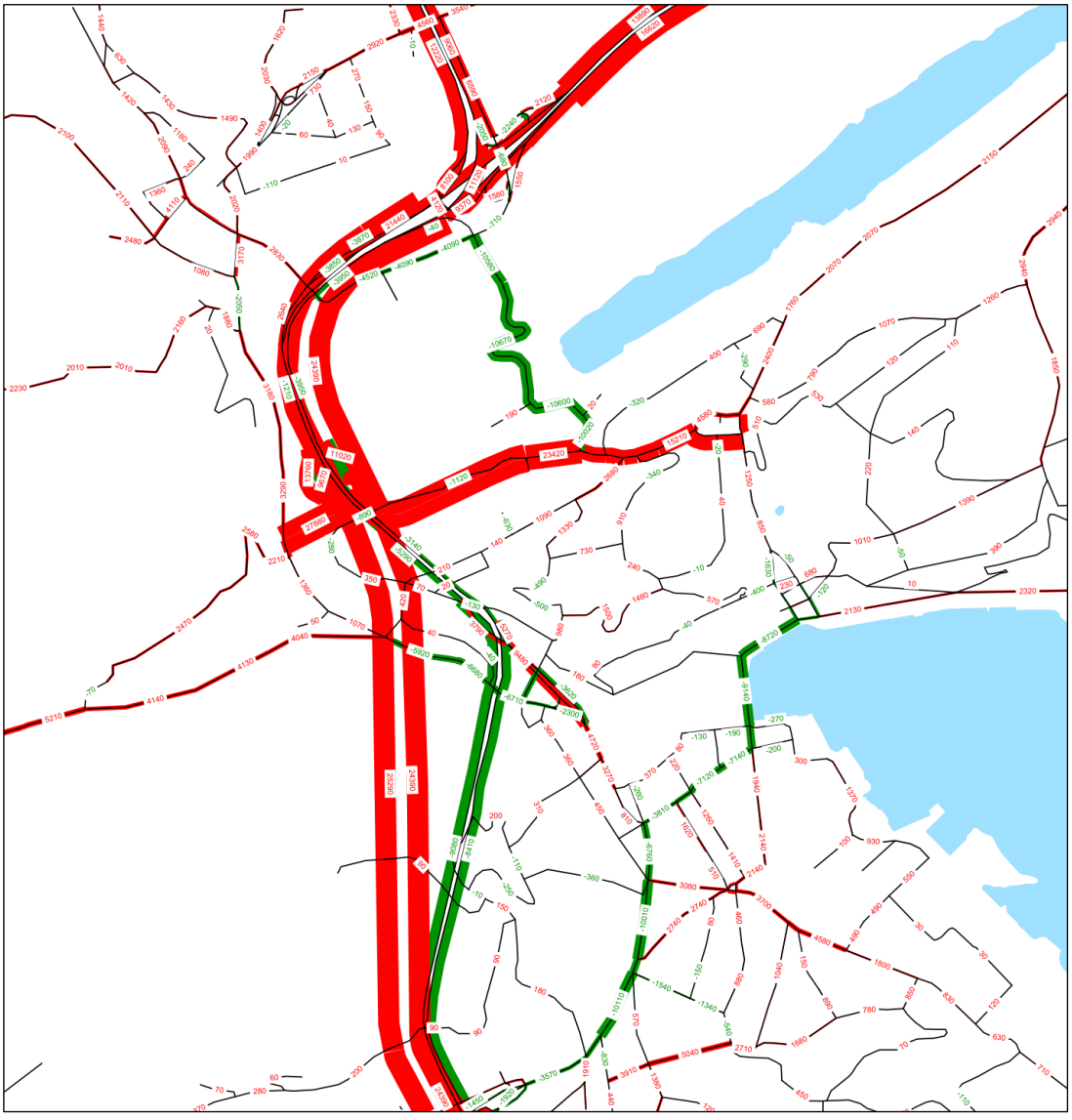
Die Prognose 2040 weist folgende Verkehrszuwächse im DTV für die Zustände Modellprognose, Referenz (nur Bypass) und Gesamtsystem (Bypass + Spange Nord) aus:



Für die Abendspitze 2040 weist die Prognose 2040 folgende Verkehrszuwächse für die Zustände Modellprognose, Referenz (nur Bypass) und Gesamtsystem (Bypass + Spange Nord) aus (in der Morgenspitze MSP ähnliche Verhältnisse):



Für das Projekt Gesamtsystem Bypass mit Spange Nord und öV-Massnahmen ergibt sich für den Tagesverkehr (DTV) 2040 folgender Zuwachs bzw. Entlastungen im Vergleich zum Ist-Zustand 2017 ohne Projekt:



1 Ausgangslage und Auftrag

1.1 Ausgangslage

Für das Ausführungsprojekt Gesamtsystem Bypass Luzern des ASTRA wurde aus dem kantonalen Verkehrsmodell Luzern (KVM-LU) durch Anpassung und Aktualisierung ein Verkehrsumlegungsmodell Bypass mit Prognosehorizont 2040 erstellt. Der Kanton Luzern will das kantonale Projekt «Spange Nord und Massnahmen öffentlicher Verkehr» weiterbearbeiten und benötigt dafür ein Verkehrsmodell, welches den Verkehr insbesondere in den an den Bypass und Spange Nord anschliessenden Gebieten möglichst realistisch abbildet.

Zwar wird zurzeit ein neues Gesamtverkehrsmodell für den Kanton Luzern erarbeitet, dieses liegt aber erst im Verlaufe des Jahres 2019 bereitstehen.

1.2 Problemstellung und Auftrag

Das vorhandene Verkehrsmodell Bypass wurde mit Fokus Nationalstrassen entwickelt und weist Ungenauigkeiten im untergeordneten Netz auf. Es muss daher im Untersuchungsgebiet verfeinert und aktualisiert werden, um einerseits den heutigen Zustand besser abzubilden und andererseits auch die zukünftige Prognose 2040 vorhersagen können. Dabei ist insbesondere die Überlastsituation in den Spitzenstunden sowie der geplante Kapazitätsabbau im Strassennetz zugunsten Eigentrasse öV adäquat abzubilden.

Als Resultat soll ein Verkehrsmodell mit Prognose für 2040 im DTV, MSP und ASP für den Prognose-Referenzzustand sowie folgende Untersuchungsfälle vorliegen:

- A2/A14 Gesamtsystem Bypass (mit Spange Nord, Anschluss Lochhof und Reuss brücke, inkl. öV-Massnahmen)
- A2/A14 Gesamtsystem Bypass aber ohne Reussbrücke
- A2/A14 Gesamtsystem Bypass aber ohne öV-Massnahmen
- A2/A14 Bypass ohne weitere Massnahmen (ohne Spange Nord, Anschluss Lochhof, Reussbrücke und öV-Massnahmen)
- Weitere Varianten gemäss ZMB Spange Nord

2 Grundlagen und Randbedingungen

2.1 Grundlagen

Folgende Grundlagen standen für die Bearbeitung zur Verfügung:

- Verkehrsmodell Bypass in folgenden Zustände:
  - Ist-Zustand 2015 im DTV, MSP und ASP
  - Prognose-Referenzzustand 2040 im DTV, MSP und ASP
  - Prognose-Zustand mit Gesamtsystem Bypass 2040 im DTV, MSP und ASP
- Strukturdaten (Einwohner, Beschäftigte) für die aktuelle Zoneneinteilung (461 Binnenzonen)
- Zoneneinteilung des zukünftigen GVM als Shape-File

- Zähldaten vif Kt. LU; 70 Zählstellen mit Zählwerten 2017, 15 Zählstellen mit Zählwerten erste Hälfte 2018
- Zähldaten Stadt Luzern; 40 Zählstellen mit Zählwerten 2017
- Zähldaten ASTRA; 46 Zählstellen mit Zählwerten aus neuer GVM-Netzcodierung übernommen

2.2 Untersuchungsperimeter

Grundsätzlich gilt es den gesamten Modellperimeter zu berücksichtigen, weshalb kein Teilmodell ausgeschnitten wird. Der Fokus liegt aber auf dem eigentlichen Untersuchungsraum im Umfeld des Bypasses und der Spange Nord:



Engeres Untersuchungsgebiet:
Zonen- und Netzverfeinerungen

Untersuchungsgebiet:
Bereich für Darstellung der Ergebnisse

Einflusssgebiet:
Für die Kalibration Ist-Zustand, die Berechnung des bewältigbaren Verkehrs und die Modellierung der Varianten im Prognosezustand ist, infolge der Routenwahl, ein Perimeter vom Anschluss Gisikon im Osten über Anschluss Rothenburg im Norden bis Hergiswil zu betrachten.

Abbildung 1: Untersuchungsperimeter

2.3 Randbedingungen

Die Aufarbeitung des Verkehrsmodells Spange Nord Luzern ist eingebettet in einen Gesamtprozess für Zusatzabklärungen des Kantons für die K31 Spange Nord und die Ausarbeitung des Ausführungsprojektes (AP) zum Bypass Luzern unter Führung des ASTRA.

3 Vorgehensmethodik

Grundsätzlich wird das Umlegungsmodell für den motorisierten Individualverkehr aus dem AP Gesamtsystem Bypass weiterbearbeitet und auf die Anwendung für die anstehenden Untersuchungen hin optimiert. Eine komplette Neuberechnung der Verkehrsnachfrage, Aufteilung und Verteilung wird in Anbetracht der kurzen Erarbeitungszeit und in Aussicht auf eine neue Verkehrsmodellgrundlage (GVM) nicht vorgenommen.

Das gewählte Vorgehen teilt sich in folgende Arbeitsschritte auf:

a) Grundlagenanalyse
Das bestehende Verkehrsmodell wird insbesondere im Untersuchungsraum vom Seetalplatz über die Spange Nord und entlang der öV-Achse bis Luzern Süd genau auf Plausibilität überprüft. Die vorliegenden Unterlagen zum bestehenden Modell AP Bypass 2015/2040 sowie des älteren Modells GP Bypass 2010/2030 werden eingehend analysiert.

b) Verfeinerung Netz und Zonen
Damit die Verkehrsströme adäquat abgebildet werden können und eine gute Kalibration möglich ist, muss eine zweckmässige Netzfeinheit im Untersuchungsgebiet vorliegen sowie der Verkehr aus den Modellzonen an geeigneten Punkten ins Netz eingespiesen werden.

c) Zähldatenaufbereitung
Es werden die neusten verfügbaren Zähldaten für das Jahr 2017 für die Kalibration aufbereitet und ins Modell eingebaut. Dies vor allem im Untersuchungs- und Einflussgebiet, im gesamten Modellgebiet werden je nach Verfügbarkeit die bestehenden Zählungen aktualisiert.

d) Plausibilisierung und Anpassung Nachfragematrizen
Die vorliegenden Nachfragematrizen des Modells AP 2015/2040 werden bezüglich Verkehrserzeugungsraten und Spitzenstundenanteile plausibilisiert. Wo konkrete Verkehrsdaten vorliegen, werden diese im Modell übernommen (z.B. Kantonsspital). Wo neue Zonenanbindungen hinzugefügt werden, sind die Aufteilungen auf die einzelnen Anbindungen zu bestimmen. Dafür werden die Hektarrasterdaten verwendet.

e) Kalibration
Der Ist-Zustand wird auf Grund der neueren Zähldaten 2017 und der Netz- und Zonenverfeinerungen kalibriert. In erster Linie wird auf die Streckenzählwerte und wo vorhanden in zweiter Linie auf die Knotenströme fokussiert. Ziel ist eine möglichst gute Übereinstimmung bei gleichzeitig möglichst geringer Verzerrung der Matrixstruktur. Es ist sowohl der DTV wie auch die Spitzenstunden (MSP/ASP) zu kalibrieren. Die Modellgüte wird mit dem neuen Beurteilungsmass SQV gemäss SVI-Forschung 2015/001 bestimmt.

f) Basisprognose 2040 (nachfrageorientiert)
Die Prognose für den Horizont 2040 liegt grundsätzlich vor und wird nicht im gesamten Modellgebiet überprüft. Der Verkehrszuwachs vom Ist-Zustand 2015 zum Prognosezustand wird absolut vom bestehenden Modell übernommen und dem neu kalibrierten Ist-Zustand 2017 zugeschlagen. Für die Zonen im engeren Untersuchungsgebiet wird die Verkehrsentwicklung auf Grund der Strukturdatenentwicklung plausibilisiert und allenfalls angepasst. Die resultierende Prognose stellt eine Basisprognose dar, in der die beschlossenen und sehr wahrscheinlichen Infrastrukturmassnahmen enthalten sind, wie z.B. das GVK Agglomerationszentrum Luzern und die öV Massnahmen gemäss Agglomobil tre.

g) Berechnung angebotsorientierte Prognose 2040

Mit der Basisprognose (Nachfrageorientierte Prognose) wird es an einigen Stellen im Netz, insbesondere auch im Untersuchungsgebiet zu Kapazitätsüberschreitungen kommen, d.h. die Nachfrage wird grösser sein, als die lokal verfügbare Kapazität im Strassennetz. Damit wären die ausgewiesenen Belastungen und Knotenströme nicht realistisch, sie könnten so ohne grössere Ausbauten gar nicht auftreten (und sind damit für die Dimensionierung der Steuerungsanlagen ungeeignet). Es müssen daher grundsätzlich die nachfrageorientierte und angebotsorientierte Prognose unterschieden werden:

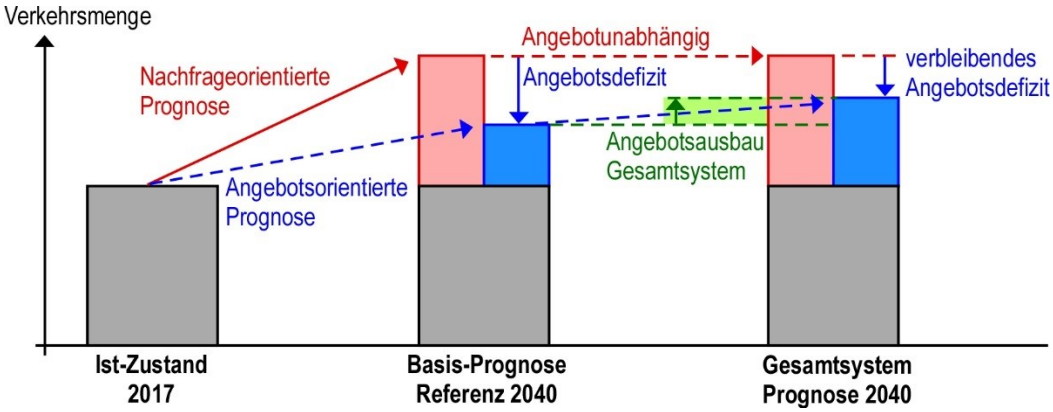


Abbildung 2: Zusammenhang Ist-Nachfrage und Nachfrage- bzw. Angebots-orientierte Nachfrage

Die Basisprognose zum Referenzzustand stellt eine nachfrageorientierte Prognose dar, welche zu einem Angebotsdefizit führt. Dieses wird teilweise mit dem Projekt A2/A14-Gesamtsystem Bypass behoben, womit auch bei der angebotsorientierten Prognose eine Zunahme möglich ist (Nutzen Bypass). Für die Berücksichtigung der Wirkung des Angebotsdefizites kommen verschiedene Ansätze zur Anwendung:

Veränderung Widerstands-funktionen	**Rückkoppelungsberechnung (vereinfacht über Fahrzeiten)**	**Reduktionskalibration auf Kapazitätsvorgaben**
Berücksichtigung Effizienzgewinne der Hochleistungsinfrastruktur und Bekämpfung Ausweichverkehr durch Anpassung Widerstandsfunktionen (CR-Funktion)	Verlängerung der Fahrzeiten durch Überlastung werden zur Reduktion der MIV-Nachfrage (Verlagerung zu öV/LV) verwendet	geplante/vorhandene Kapazität als Sollwerte > «Kalibration» Prognose auf verfügbare Kapazität
Verkehr wird neu auf verschiedene Strassenkategorien verteilt (mehr auf HLS)	Verringerung der Nachfrage entsprechend der Betroffenheit der Nachfragebeziehung	in kritischen Abschnitten wird «Zielverkehrsmenge» erreicht
Nachfragematrix bleibt gleich d.h. nicht angebotsorientiert	Nachfragematrix wird reduziert d.h. wird angebotsorientiert	Nachfragematrix wird reduziert d.h. wird angebotsorientiert
+ gezielte Verlagerung auf HLS - grossflächige Verkehrsverlagerungen - Zielverkehrsmengen nur iterativ erreichbar	- Zielverkehrsmengen schwierig zu erreichen (iterativ) grossflächige Veränderungen + je nach Berechnungsfunktion in Wirkung gut erklärbar	- nur auf wenige Strecken sinnvoll anwendbar + Zielmengen werden ca. erreicht (implizite Iteration in VStrom) + angebotsorientierte Prognose - Nachfragereduktion «unkontrolliert» und flächig verteilt

Tabelle 1: Wirkungsansätze für angebotsorientiere Nachfrageprognose

Diese Ansätze haben alle Vor- und Nachteile und unterschiedliche Wirkungsstärke. Es werden daher in mehreren Testreihen die Eckvarianten (Zustände) angebotsorientiert berechnet (ASP und DTV bei Referenzvariante, Planungsvariante(n) mit Gesamtsystem Bypass), um eine sinnvolle Wirkungskaskade zu erreichen.

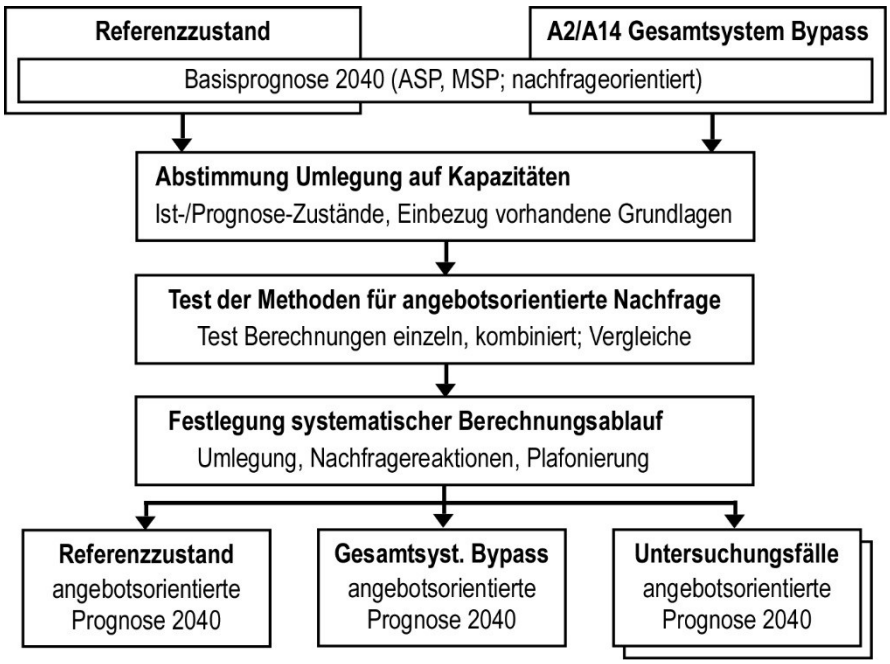


Abbildung 3: Vorgehen nachfrageorientierte Prognose

h) Bereitstellung Untersuchungsfälle

Mit dem aufgezeigten Berechnungsverfahren für die Prognose werden folgende Untersuchungsfälle im DTV, MSP und ASP aufbereitet:

- A2/A14 Bypass ohne weitere Massnhamen (ohne Spange Nord, Anschluss Lochhof, Reussbrücke und öV-Massnahmen) = Referenzfall ZMB Spange Nord
- A2/A14 Bypass nur mit öV-Massnahmen = Null+ Zustand ZMB Spange Nord
- A2/A14 Gesamtsystem Bypass (mit Spange Nord, Anschluss Lochhof und Reussbrücke, inkl. öV-Massnahmen) = Basisvariante ZMB Spange Nord (VP-optimiert)
- A2/A14 Gesamtsystem Bypass aber ohne Fluhmühlebrücke (Reussbrücke)
- A2/A14 Gesamtsystem Bypass aber ohne öV-Massnahmen

Dafür werden Belastungsplots, Differenzplots zu Referenz und die wichtigsten Wunschlinienspinnen erstellt.

Für die Anwendung in der ZMB Spangen Nord werden weitere Untersuchungsfälle für den Variantenvergleich berechnet. Diese werden aber zur Vergleichbarkeit alle mit der gleichen Nachfrageprognose (entsprechend ZMB-Referenzvariante) im Modell umgelegt.

4 Aufbereitung Ist-Zustand 2017

4.1 Analyse bestehendes Verkehrsmodell

4.1.1 Überprüfung Netzmodell 2015

Die bestehenden Netzmodelle wurden bezüglich verwendeten Streckenkapazitäten, Basisgeschwindigkeiten und Netzstruktur hinsichtlich der anstehenden Anwendungen im Zusammenhang mit dem Bypass Luzern, Anschluss Lochhof und Spange Nord untersucht. Stark vereinfachte Knotensysteme entlang der Untersuchungsstrecken müssen für das Bauprojekt der Spange Nord realitätsnah abgebildet werden.

Für eine bessere Abbildung der lokalen Streckenbelastungen und Knotenströme wurden die bestehenden, meist nur einfach vorhandenen Zonen-Anbindungen im Untersuchungsgebiet überprüft, welche teilweise sprunghafte Veränderungen der Verkehrsbelastungen bewirken bzw. bei Anbindung direkt in wichtige Knoten die Verwendung der Knotenströme für die Dimensionierung erschweren.

Die Kalibration des bestehenden Modells Bypass erfolgte auf den Ist-Zustand im Horizont 2015, seither sind aber wieder einige Entwicklungen eingetreten, welche noch nicht im Modell berücksichtigt sind (Umbau Seetalplatz).

4.1.2 Überprüfung Nachfrage 2015

Die Nachfrage MIV aus dem GP Gesamtsystem Bypass 2010 wurde mit der Aktualisierung 2015 entsprechend der aufbereiteten Siedlungsdaten 2015 angepasst und auf die Zähldaten kalibriert. Es wurde eine grobe Plausibilitätsüberprüfung vorgenommen um allfällige Fehler identifizieren zu können. Dazu wurde u.a. die Verteilung der Verkehrserzeugungsraten mit PW-Fahrten pro Kopf (Einwohner und Beschäftigte), die Symmetrie der DTV-Matrix sowie die Anteile der Spitzenstunden (Morgen- und Abendspitzenstunde) am Tagesverkehr (DTV) ermittelt.

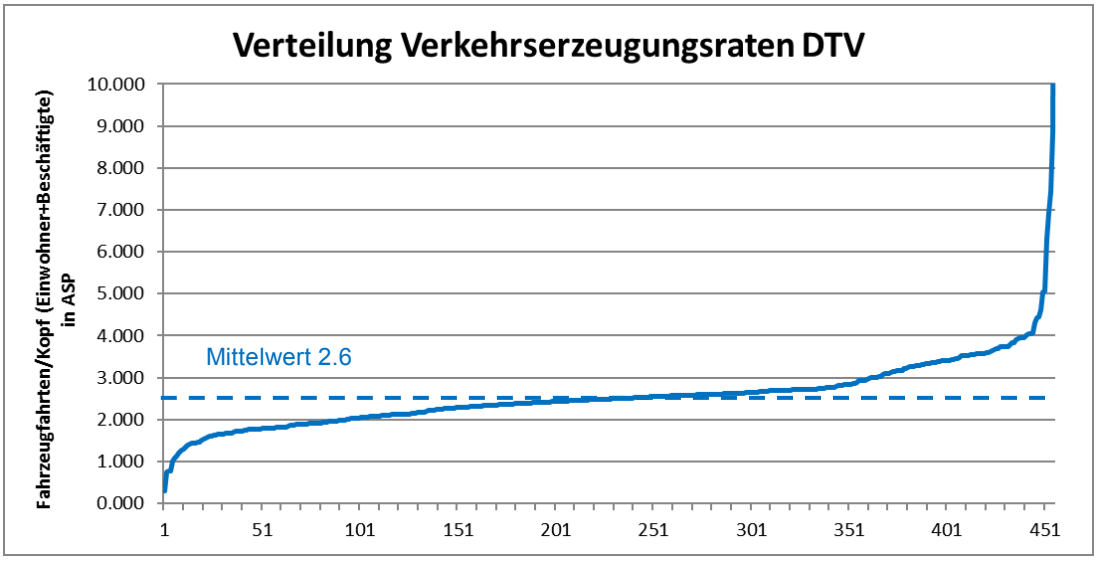


Abbildung 4: Diagramm Verteilung der Quell-/Zielverkehr-Erzeugungsraten im DTV

Im Mittel liegt die Verkehrserzeugung im DTV bei 2.6 MIV-Fahrten pro Kopf und Tag, der Grossteil liegt zwischen plausiblen 1.5 bis 3.5 MIV-Fahrten pro Tag. Ausreisser gibt es

einerseits nach oben bei Zonen mit Einkaufszentren bzw. nach unten bei grossen ländlichen Zonen mit einem hohen, nicht berücksichtigten Binnenverkehrsanteil.

Die Spitzenstundenanteile der Morgen- (MSP) und Abendspitze (ASP) bewegen sich im Bereich von plausiblen 3%-15%. Im Durchschnitt sind es bei der MSP 8% und bei der ASP 10% des DTV, Unterdurchschnittliche Werte weisen in der Morgenspitze v. a. Zonen mit Einkaufsnutzung auf; die wenigen hohen Spitzenstundenanteile weisen ebenfalls Zonen mit Einkaufsnutzung oder Parkhäusern auf.

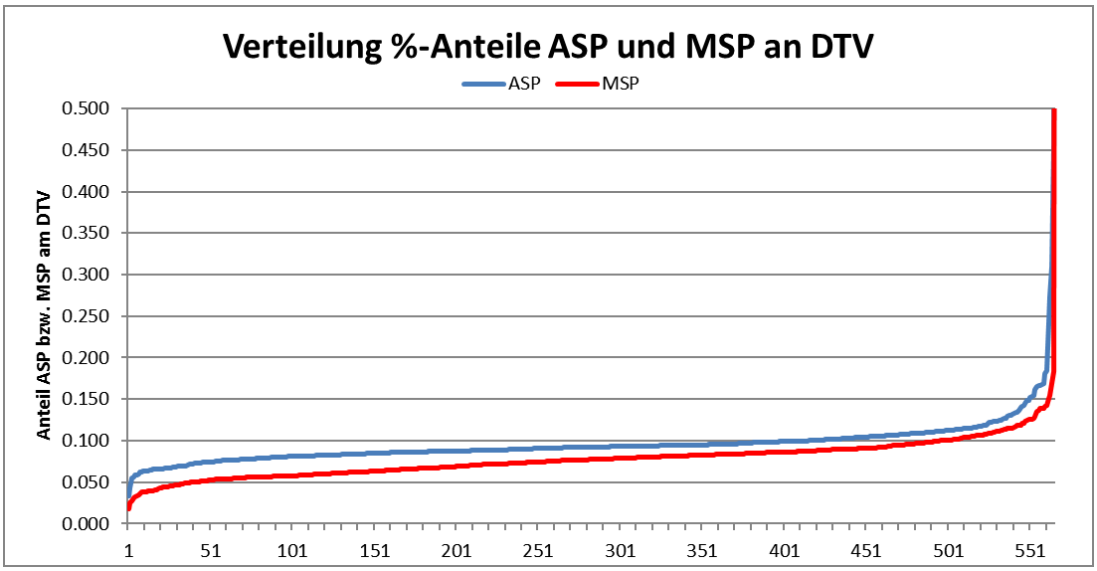


Abbildung 5: Diagramm Verteilung der Spitzenstundenanteile (MSP und ASP) am DTV

Die Tagesverkehrsmatrix müsste rein theoretisch symmetrisch sein. In der Praxis wird diese aber durch die Kalibration etwas «verzogen», da das konkrete Netz- und die Zonenanbindungen zu Asymmetrien im Netz führen. Die mittlere Abweichung der DTV-Matrix von der Idealsymmetrie beträgt 3.9% und ist ausreichend gut.

Da das Kantonsspital ein grosser Verkehrserzeuger direkt im Bereich der Spange Nord ist, wurde hier auf die Verkehrsstudie zur Parkierung am Luzerner Kantonsspital zurückgegriffen (LUKS, LU 42 Parkhaus Ost – Technischer Bericht Verkehr; B&H März 2017). Damit konnte sowohl die heutige wie zukünftige Verkehrsmenge, wie auch die Verteilung auf die beiden Zufahrten Nord und Süd ins Modell integriert werden.

4.2 Netzverfeinerung

Um eine einfachere Netzbearbeitung mit Hintergrundkarte bzw. Luftbild zu ermöglichen, wurde das Koordinatensystem des Netzes transformiert zu «CH1903+_LV95_TOWGS». Damit sind die integrierten Kartendienste (OpenStreetMap und Bing Satelitenbilder) von VISUM direkt nutzbar.

4.2.1 Ergänzung Zonenanbindungen

Im engeren Untersuchungsgebiet um den Rosenberg, Schlossberg und Altstadt wurden die Anbindungsdichte pro Zone (Bezirk) von je einer auf 2-5 Anbindungen erhöht. Dadurch wurde die Zahl der Anbindungen um 86 von 1382 auf 1468 erhöht (vgl. Abbildung 6).

Damit sich der Verkehr auch effektiv besser im Netz verteilt wurde die Verkehrsaufteilung in diesen Zonen anteilsmässig auf «jede einzelne Bezirksbeziehung» umgestellt. Die Aufteilungsanteile wurden auf Basis der Hektarraster-Daten des Bundesamtes für Statistik für die Bevölkerung 2016 sowie die Beschäftigten 2015 (Summe beider) vorgenommen. Die Zuteilung der einzelnen Hektaren zu den Zonen und Zonenanbindungen wurde von Hand vorgenommen (vgl. Abbildung 7).

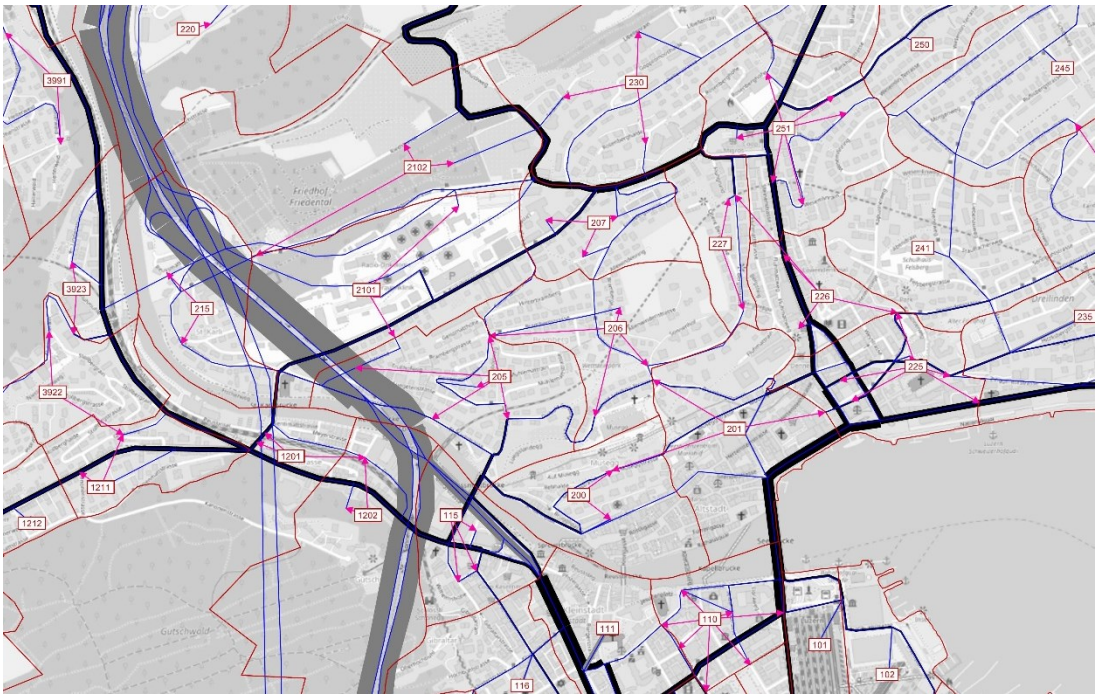


Abbildung 6: Verfeinerte Zonen-Anbindungen im engeren Untersuchungsgebiet der Stadt Luzern

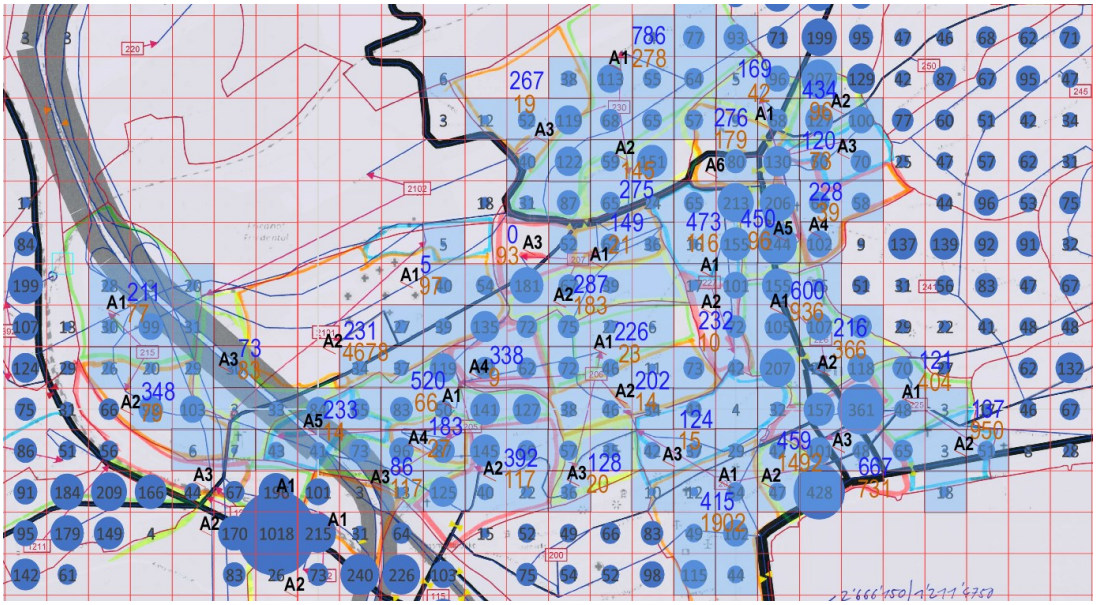


Abbildung 7: Bestimmung der Anbindungsanteile auf Grund der Hektarrasterdaten (hier Bevölkerung 2016)

4.2.2 Knotendetaillierung

Durch die verfeinerte Zonenanbindung musste auch die Knotenausbildung am Schlossberg besser abgebildet werden. Insbesondere mit der Berücksichtigung der Parkhauszufahrt des Einkaufszentrums mussten auch die bestehenden Einbiegeverbote von Westen in die Maihofstrasse korrekt abgebildet werden:



Abbildung 8: Detailansicht Modellnetz am Schlossberg

Am Kasernenplatz wurde der bisherige Zonenanschluss direkt in den Knoten aufgeteilt in Parkhaus Altstadt und weitere Teilquartiere. Damit verbunden wurde auch der Knoten detaillierter mit Gibraltar- und Bruchstrasse abgebildet:

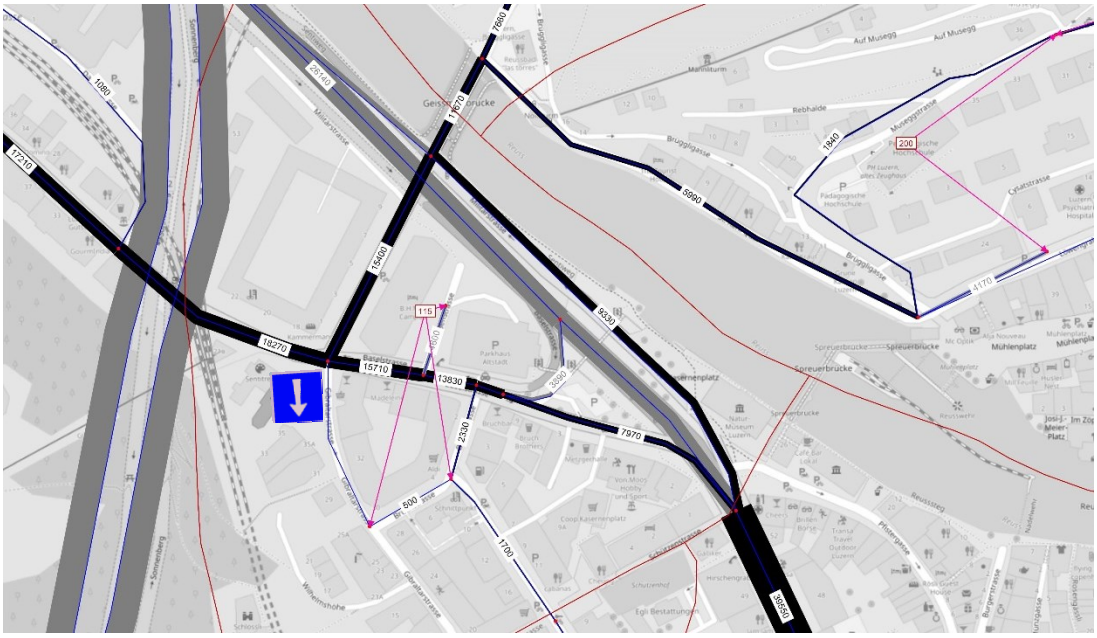


Abbildung 9: Detailansicht Modellnetz am Kasernenplatz

4.3 Abstimmung Widerstandsfunktionen

Die Analyse der hinterlegten Widerstandsfunktionen ergab, dass bei hoher Auslastung des übergeordneten Hauptstrassennetzes die Ausweichrouten über untergeordnete Strassen kaum Widerstand bieten. Grund dafür ist die ungünstige Funktion für den Strassentyp 40 (vgl. gelbe Kurve in Abbildung 10).

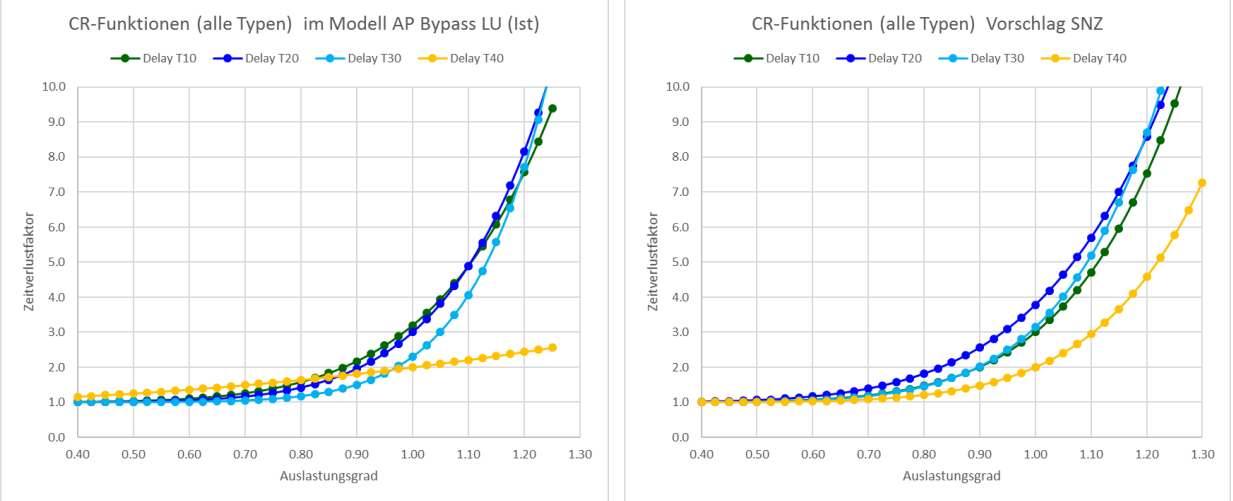


Abbildung 10: Vergleich der Widerstandsfunktionen bisheriges Modell (l.) und Vorschlag SNZ (r.)

Die Funktionsparameter wurden daher so angepasst, dass auch die untergeordneten Strassen (Typ 40) Widerstand bei zunehmender Belastung aufbauen. Zudem wurde das Verhältnis zwischen Hauptstrassen (Typ 20 und 30) und Autobahnen (Typ 10) so angepasst, dass der Verkehr länger auf der Autobahn bleibt, indem sich der Widerstand auf den HVS etwas schneller aufbaut, als auf den HLS.

4.4 Aufbereitung Zähldaten

Für die Kalibration auf den neueren Zustand 2017 wurden alle verfügbaren und durch das vif gesammelten Zähldaten im Modellnetz auf die vorhandenen Zählstellen übertragen. Durch diese Aktualisierung konnten 384 Zählwerte erneuert werden. Wo keine aktuellen Zähldaten vorhanden waren, wurden die bisherigen Zählwerte aus der Kalibration 2015 im Rahmen des Verkehrsmodells AP Bypass verwendet. Insgesamt konnten so 490 aktuelle Zählwerte für die nachfolgende Kalibration bereitgestellt werden (vgl. auch Abbildung 11).

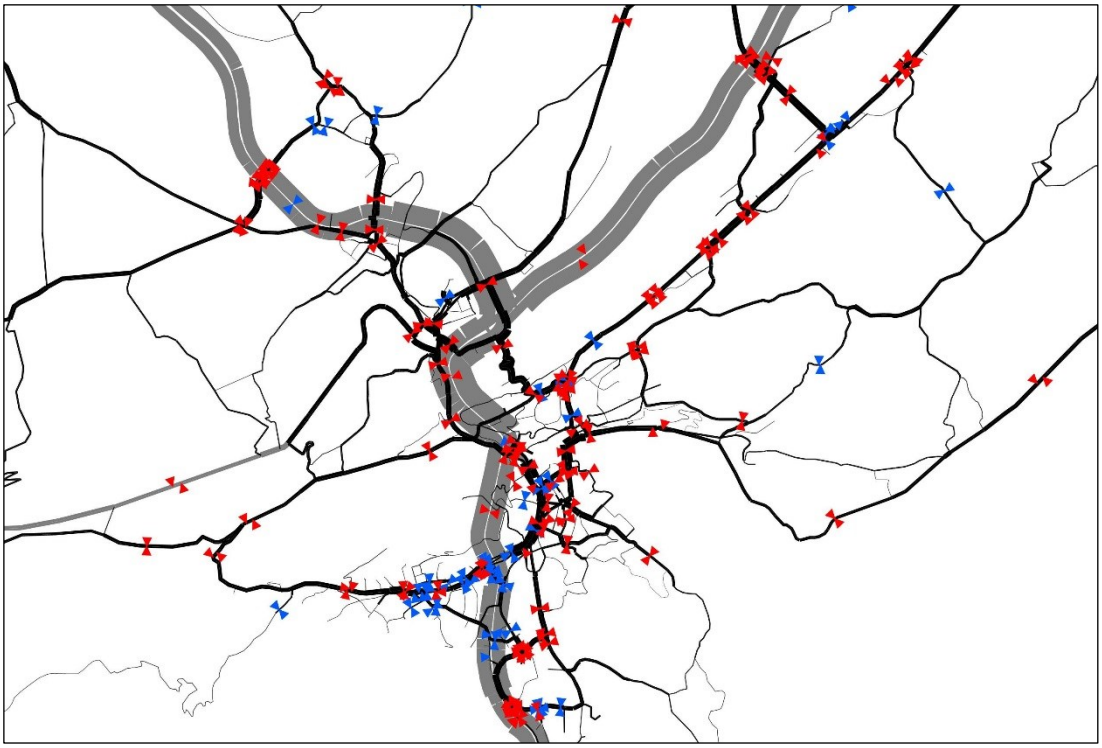


Abbildung 11: Lage der Zählstellen im Untersuchungsraum (**rot** = Werte 2017/18; **blau** = Werte 2015)

4.5 Kalibration auf Zustand 2017

4.5.1 Vorgehen

Für die Kalibration wird der VStromFuzzy-Algorithmus von VISUM verwendet. Neben dem Sollwert wird dabei auch ein zugelassener Streubereich der Werte definiert. Da im vorliegendem Fall nicht alle Werte gleich aktuell sind, wurde ein engerer Streubereich für die aktuelleren Zählwerte 2016-2018 gesetzt und ein etwas erweiterter für die älteren Daten.

Die Kalibration erfolgte in drei Iterationen mit jeweils enger werdendem Streubereich und geringerem zugelassenen Korrekturfaktor.

Für die Beurteilung der Güte der Übereinstimmung von Modell- und Zählwerte wurde der neu definierte Scalable Quality Value (SQV) aus der Forschungsarbeit SVI 2015/001, Qualitätssicherung von Verkehrsmodellberechnungen bestimmt. Dieser ist vom GEH-Wert abgeleitet, zusätzlich aber mit dem Faktor f auf die zu beurteilende Grösse skalierbar.

$$g_{SQV} = \frac{1}{1+\sqrt{\frac{a^2}{f \cdot c}}}$$

mit

$a = |m - c|$ m = Modellwert c = Messwert und f = Skalierungsfaktor

Formel 1: Definition des SQV gemäss SVI 2015/001

Es wird jeweils ausgewertet, wie viele Werte einen akzeptablen (0.8), einen guten (0.85) oder sehr guten (0.9) SQV erreichen.

Da im Tagesverkehr DTV die Matrix grundsätzlich symmetrisch sein sollte, wurde sie nach jedem Kalibrationsdurchgang zusätzlich auch symmetrisiert.

4.5.2 Kalibration Tagesverkehr DTV

Für die Kalibration des Tagesverkehrs DTV standen 489 Zählwerte zur Verfügung. Vor der Kalibration waren die Abweichungen zwischen Modell- und Zählwert wie folgt im Untersuchungsgebiet verteilt:

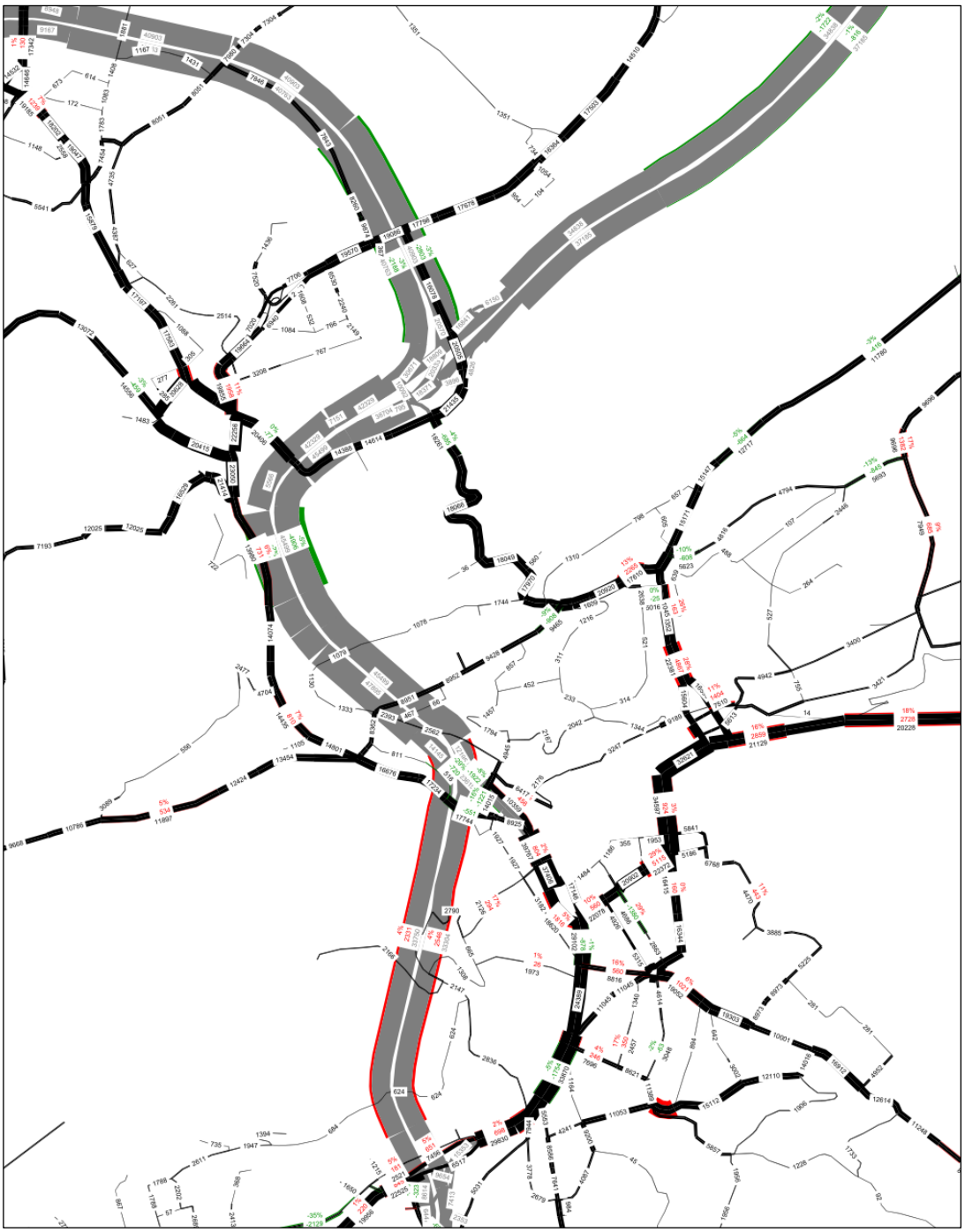


Abbildung 12: Abweichungen Modell- zu Zählwert im DTV im Untersuchungsgebiet vor der Kalibration

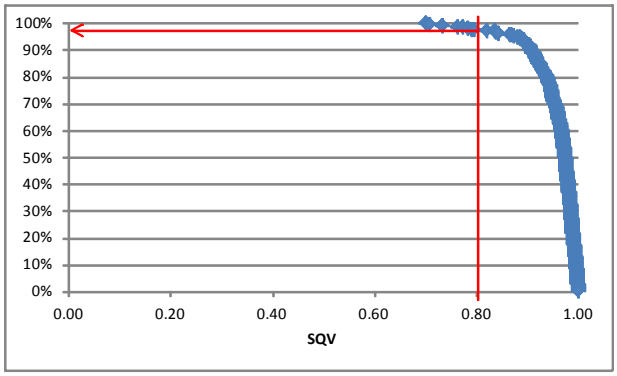
Die Kalibration im DTV erfolgte in drei Schritten mit folgenden Vorgaben:

1. Schritt: max. 30% Abweichung bei den aktuellen Zählwerten, max. 50% Abweichung bei den älteren Zählwerten, max. Skalierungsfaktor = 10
2. Schritt: max. 20% Abweichung bei den aktuellen Zählwerten, max. 30% Abweichung bei den älteren Zählwerten, max. Skalierungsfaktor = 5
3. Schritt: max. 10% Abweichung bei den aktuellen Zählwerten, max. 20% Abweichung bei den älteren Zählwerten, max. Skalierungsfaktor = 5

Zwischen den einzelnen Schritten wurde zudem die Nachfragematrix wieder symmetrisiert.

Im Vergleich zum Modell AP 2015 wurde eine ähnliche gute Übereinstimmung zwischen Modell- und Zählwert erreicht:

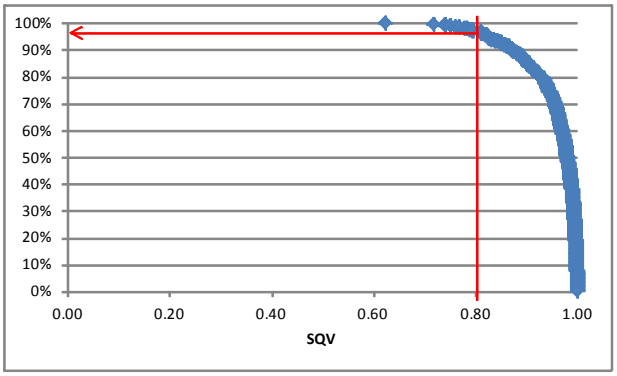
Modell AP Bypass 2015



Beurteilung der Abweichungen Modell- zu Zählwert nach Kalibration DTV

93%	haben einen SQV von mindestens	0.90	sehr gut
96%	haben einen SQV von mindestens	0.85	gut
98%	haben einen SQV von mindestens	0.80	akzeptabel

Modell Spange Nord 2017



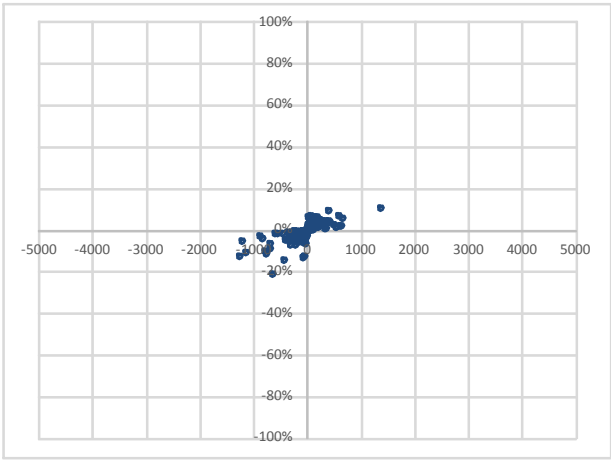
Beurteilung der Abweichungen Modell- zu Zählwert nach Kalibration DTV

87%	haben einen SQV von mindestens	0.90	sehr gut
93%	haben einen SQV von mindestens	0.85	gut
97%	haben einen SQV von mindestens	0.80	akzeptabel

Abbildung 13: Beurteilung der Abweichungen nach der Kalibration im DTV mit dem SQV für Modell AP Bypass 2015 (l.) und im Modell Spange Nord 2017 (r.)

Die Streuung der relativen und absoluten Abweichungen können den nachfolgenden Diagrammen in Abbildung 14 entnommen werden:

Modell AP Bypass 2015



Modell Spange Nord 2017

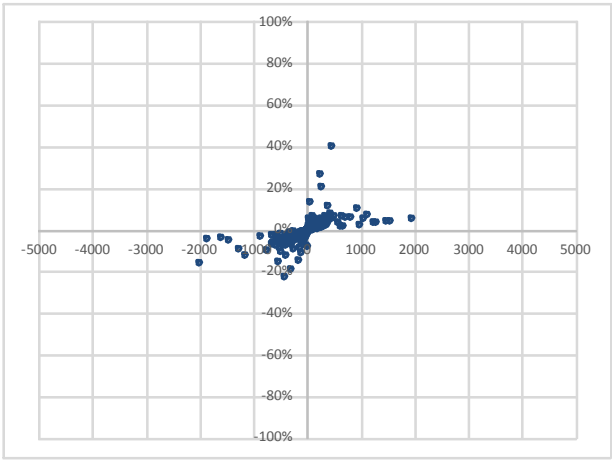


Abbildung 14: Streuung der Abweichungen im Modell AP Bypass 2015 (l.) und Modell Spange Nord 2017 (r.)

Durch die Kalibration wurde die Gesamtfahrtenmatrix um 0.9% bzw. 10’300 Fahrten erhöht.

Die verbleibenden Abweichungen zwischen Modell- und Zählwert sind in Abbildung 15 im Netz ersichtlich:

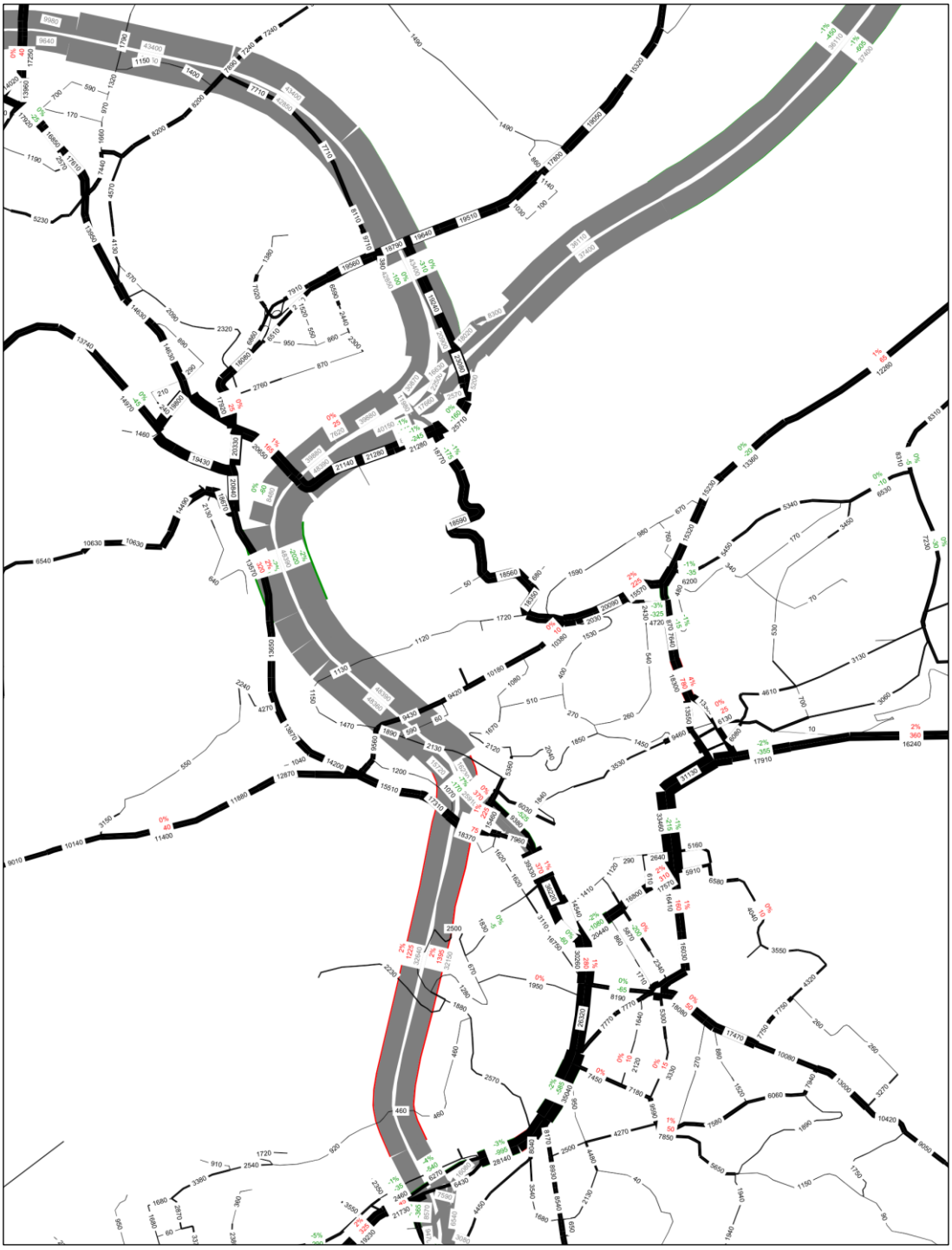


Abbildung 15 Abweichungen Modell- zu Zählwert im DTV im Untersuchungsgebiet nach der Kalibration

4.5.3 Vergleich Modell Bypass 2015 und Spange Nord 2017 im DTV Ist-Zustand

In der nachfolgenden Tabelle 2 wird eine Auswahl von Vergleichsquerschnitten im Untersuchungsgebiet gemäss Abbildung 16 aufgelistet:

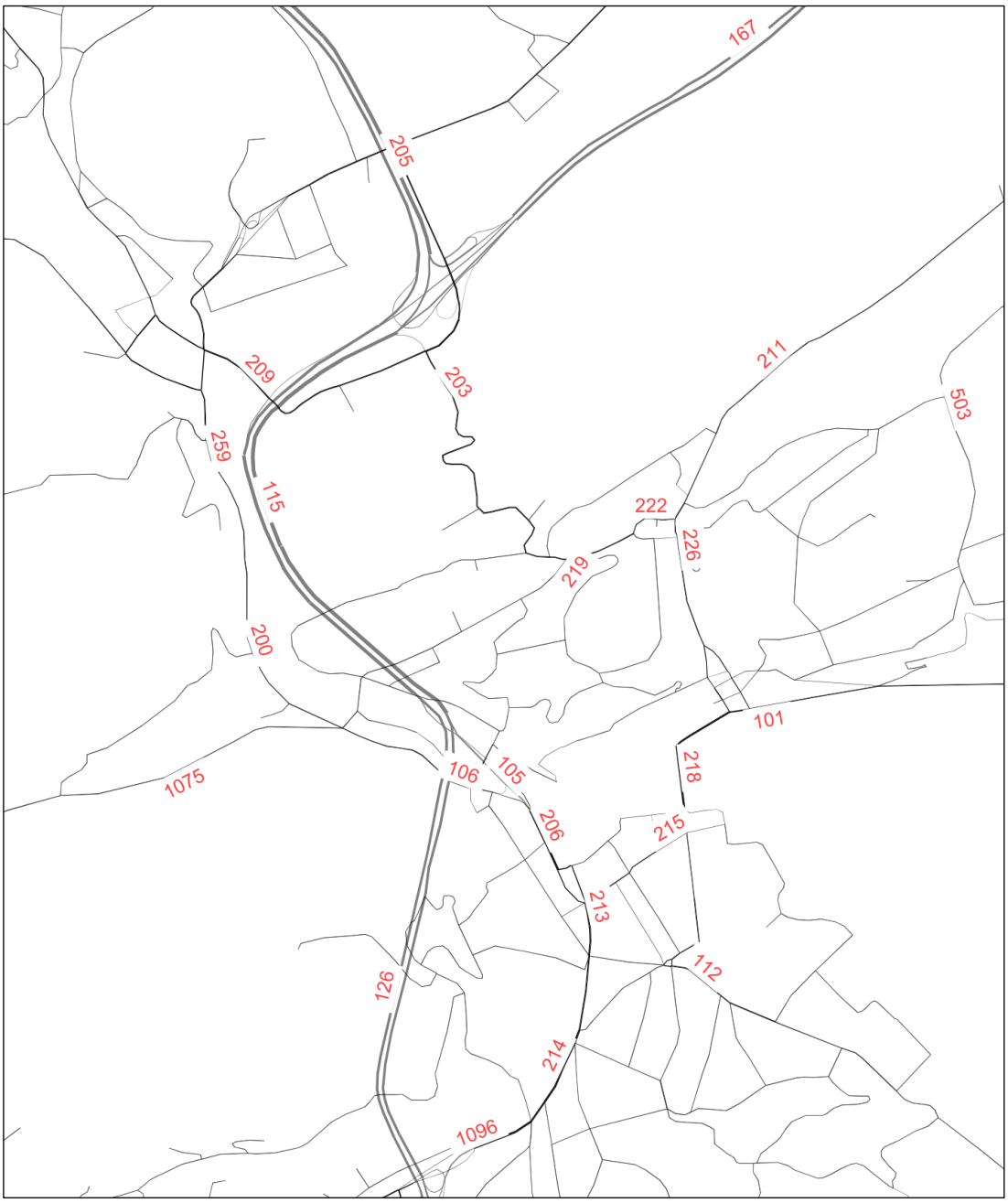


Abbildung 16: Vergleichsquerschnitte mit Zähldaten (Zählstellen-Nr) im Untersuchungsgebiet

Zählstellen-Querschnitt	DTV-Belastungen					Abweichungen		Veränderung	
	Zählwert alt	Modell 2015	Zählwert neu	Jahr	Modell 2017	Modell 2015	Modell 2017	Zählwert alt > neu	Modell 15 > 17
205 A2 Emmenbrücke	82'149	82'134	86'657	2'017	86'250	0%	0%	5%	5%
167 A14 Ebikon Rathausen	71'911	72'787	74'561	2'017	73'506	1%	-1%	4%	1%
209 Emmen Reusseggstrasse	0	19'013	20'483	2'018	20'650	-	1%	-	9%
259 K13 Littau	0	11'330	13'249	2'018	13'568	-	2%	-	20%
115 A2 Reussporttunnel	97'187	96'984	100'457	2'017	96'745	0%	-4%	3%	0%
203 Ebikon LSA Sedel (Süd)	18'668	18'698	18'946	2'018	18'770	0%	-1%	1%	0%
211 Maihofstr. 95	13'034	13'028	13'381	2'015	13'359	0%	0%	3%	3%
222 Vallasterstrasse	15'748	15'687	15'345	2'017	15'571	0%	1%	-3%	-1%
219 Spitalstrasse	10'786	10'823	10'373	2'017	10'384	0%	0%	-4%	-4%
226 Zürichstrasse Schlossberg	0	18'429	17'893	2'017	18'244	-	2%	-	-1%
503 Oberlöchli St. Anna	7'723	7'498	7'264	2'017	7'233	-3%	0%	-6%	-4%
101 Haldenstrasse Luzernerhof	19'152	19'659	18'270	2'017	17'915	3%	-2%	-5%	-9%
218 Seebrücke	36'508	36'772	33'673	2'017	33'457	1%	-1%	-8%	-9%
215 Pilatusstr. Bahnhof	0	21'171	17'257	2'017	17'565	-	2%	-	-17%
206 Hirschengraben	0	38'521	38'963	2'017	39'335	-	1%	-	2%
200 Baselstrasse Flumühle	0	11'616	13'625	2'018	13'789	-	1%	-	19%
106 Baselstrasse Senti	18'986	19'300	18'295	2'017	18'369	2%	0%	-4%	-5%
105 A2 Anschl. Zentrum Kaserne	25'350	25'867	25'537	2'017	25'906	2%	1%	1%	0%
213 Obergrundstr. Pilatusplatz	0	27'374	29'980	2'015	30'258	-	1%	-	11%
214 Obergrundstr. Eichhof	0	33'297	35'624	2'015	35'040	-	-2%	-	5%
1096 Obergrundstr. Grosshof	29'132	28'855	29'132	2'015	28'138	-1%	-3%	0%	-2%
126 A2 Sonnenbergtunnel	68'018	67'609	62'177	2'017	64'797	-1%	4%	-9%	-4%
1075 Littau Grenzhof	11'952	12'057	11'363	2'018	11'402	1%	0%	-5%	-5%
112 Langensandbrücke	18'770	19'105	18'031	2'017	18'081	2%	0%	-4%	-5%
296 A2 Schlundtunnel	0	63'829	64'346	2'015	67'723	-	5%	-	6%
Total		791'442			796'055			-0.3%	0.6%

Tabelle 2: Vergleichsquerschnitte im DTV mit Zähl- und Modellwerten 2015-2018

Wo vorhanden wird einerseits der Modellwert und der dazugehörige Zählwert des Modells AP Bypass 2015 und andererseits der neueste Zählwert und Modellwert 2017 einander gegenübergestellt. Weiter werden die Abweichungen der Modellwerte und Zählwerte für 2015 und 2017 ausgewiesen und die Veränderungen 2015 bis 2017/2018 sowohl für Zähl- als auch für die Modellwerte angegeben.

Beim Querschnitt Seebrücke wurde die städtische Zählstelle (Nr. 218) zur Kalibration verwendet, um die Kontinuität zu den anderen städtischen Zählstellen in der Umgebung zu gewährleisten. Normalerweise kommuniziert der Kanton die Daten der kantonalen Zählstelle (Nr. 71), welche geringfügig höhere Werte aufweist:

Vergleich Zählwerte Seebrücke	Nr.	DTV 2017	MSP * 2017	ASP * 2017
Kanton vif LU	71	34'828	2'272	2'587
Stadt Luzern	218	33'673	2'243	2'521
Abweichung zu Nr.	71	-3%	-1%	-3%

* Stadt Luzern gibt MSP und ASP nur für Di-Do an (tendenziell höhere Spitzen)

Tabelle 3: Vergleich der Zählwerte 2017 der Zählstelle Kanton (71) und Stadt Luzern (Nr. 2018)

Es kann festgestellt werden, dass die Entwicklung der Zählwerte insgesamt recht flach aber auch heterogen ausfällt; für die aufgezeigte Auswahl wird 0.3% weniger Verkehr ausgewiesen. Die Veränderung bei den Modellwerten folgt dieser Entwicklung grundsätzlich, jedoch ergeben sich auf Grund des verfeinerten Netzes etwas grössere Abweichungen in den Querschnitten, welche über keine früheren Zählwerte vorliegen. Es wird aber ebenfalls nur eine geringe Veränderung von 0.6% mehr Verkehr ausgewiesen.

4.5.4 Kalibration Abendspitzenstunde ASP

Für die Kalibration der Abendspitzenstunde ASP standen 493 Zählwerte zur Verfügung. Vor der Kalibration waren die Abweichungen zwischen Modell- und Zählwert wie folgt im Untersuchungsgebiet verteilt:

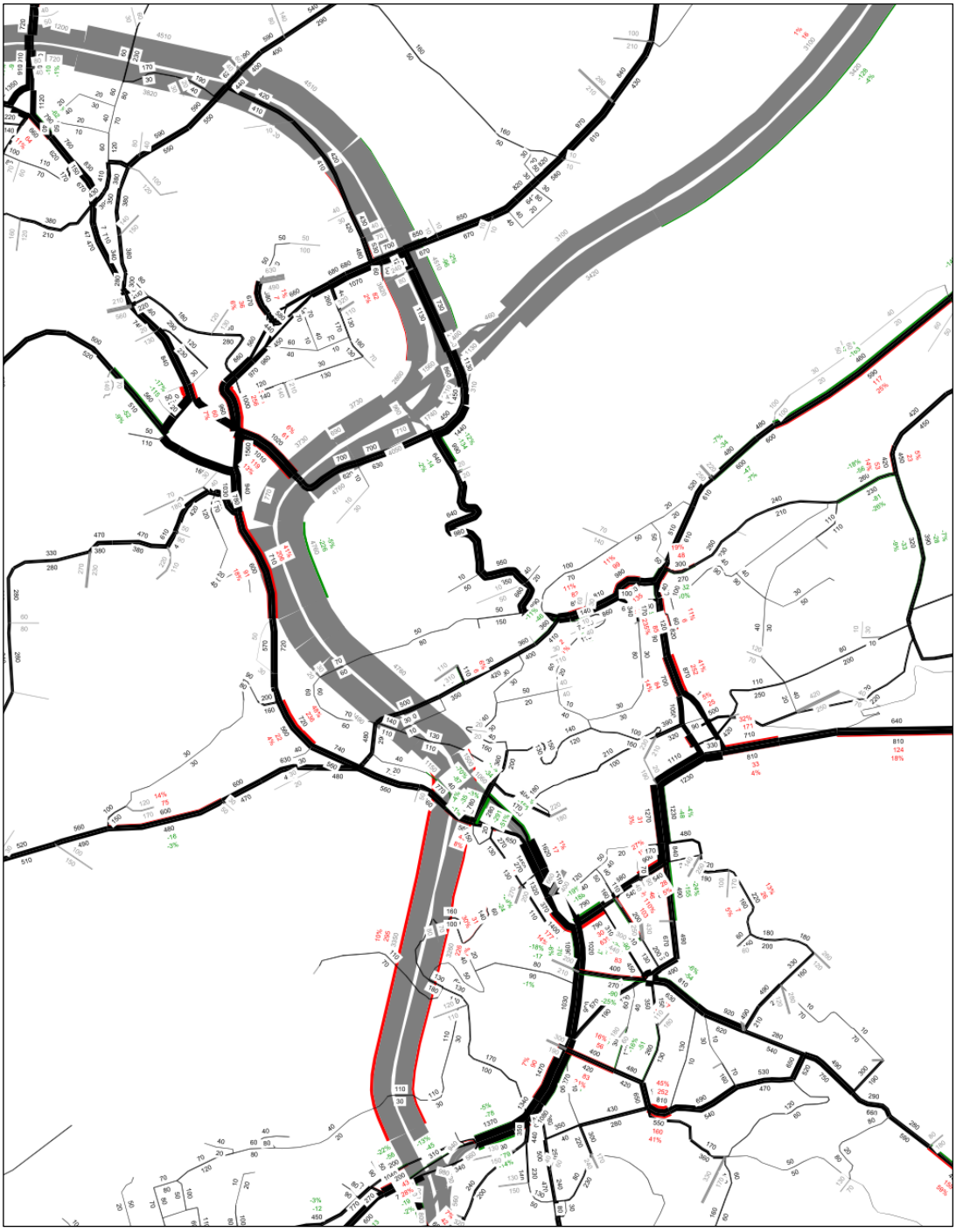
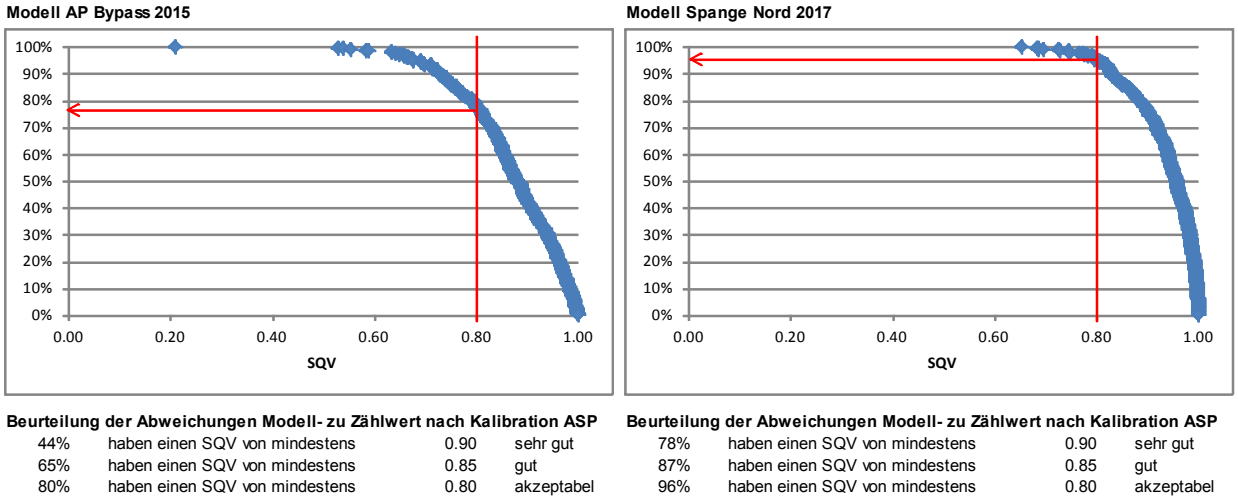


Abbildung 17: Abweichungen Modell- zu Zählwert im ASP im Untersuchungsgebiet vor der Kalibration

Die Kalibration in der ASP erfolgte in drei Schritten mit folgenden Vorgaben:

1. Schritt: max. 30% Abweichung bei den aktuellen Zählwerten, max. 50% Abweichung bei den älteren Zählwerten, max. Skalierungsfaktor = 10
2. Schritt: max. 20% Abweichung bei den aktuellen Zählwerten, max. 30% Abweichung bei den älteren Zählwerten, max. Skalierungsfaktor = 5
3. Schritt: max. 10% Abweichung bei den aktuellen Zählwerten, max. 20% Abweichung bei den älteren Zählwerten, max. Skalierungsfaktor = 5

Im Vergleich zum Modell AP 2015 wurde eine bessere Übereinstimmung zwischen Modell- und Zählwert erreicht:



Beurteilung der Abweichungen Modell- zu Zählwert nach Kalibration ASP

44%	haben einen SQV von mindestens	0.90	sehr gut
65%	haben einen SQV von mindestens	0.85	gut
80%	haben einen SQV von mindestens	0.80	akzeptabel

Beurteilung der Abweichungen Modell- zu Zählwert nach Kalibration ASP

78%	haben einen SQV von mindestens	0.90	sehr gut
87%	haben einen SQV von mindestens	0.85	gut
96%	haben einen SQV von mindestens	0.80	akzeptabel

Abbildung 18: Beurteilung der Abweichungen nach der Kalibration in der ASP mit dem SQV für Modell AP Bypass 2015 (l.) und im Modell Spange Nord 2017 (r.)

Die Streuung der relativen und absoluten Abweichungen können den nachfolgenden Diagrammen in Abbildung 19 entnommen werden:

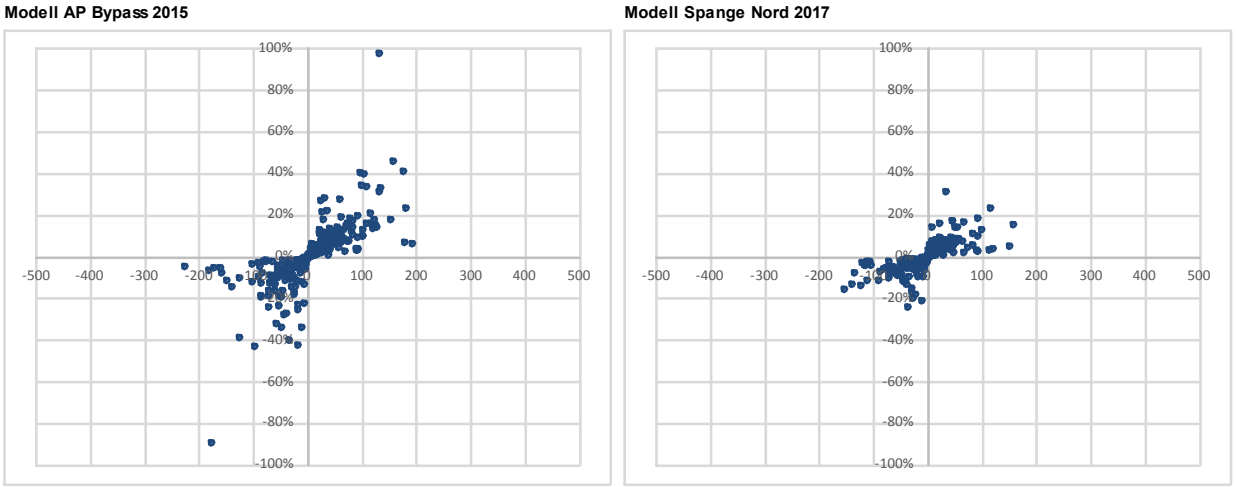


Abbildung 19: Streuung der Abweichungen im Modell AP Bypass 2015 (l.) und Modell Spange Nord 2017 (r.)

Durch die Kalibration wurde die Gesamtfahrtenmatrix um 1.4% bzw. 1’395 Fahrten erhöht.

Die verbleibenden Abweichungen zwischen Modell- und Zählwert sind in Abbildung 20 im Netz ersichtlich:

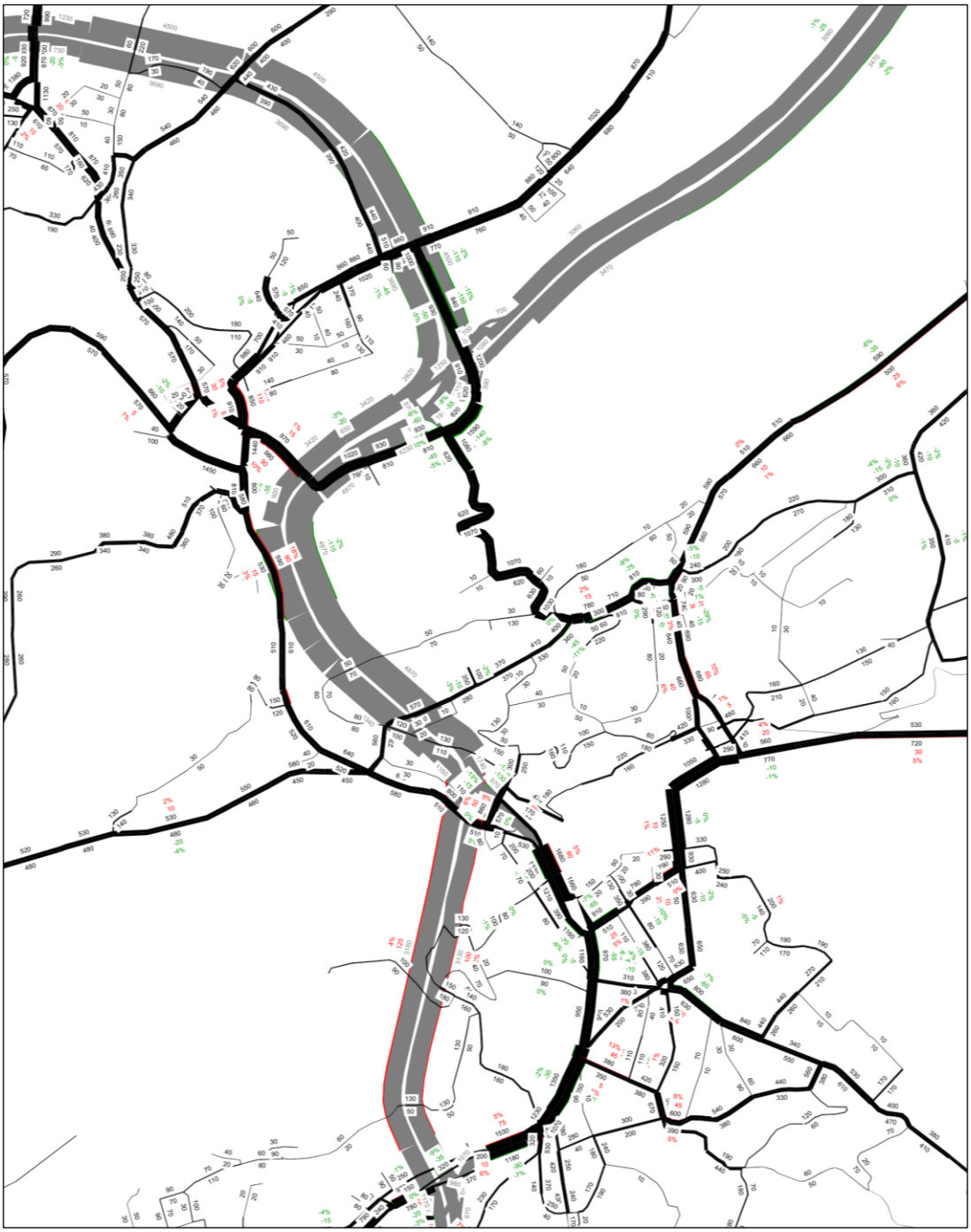


Abbildung 20 Abweichungen Modell- zu Zählwert in der ASP im Untersuchungsgebiet nach der Kalibration

4.5.5 Vergleich Modell Bypass 2015 und Spange Nord 2017 im Ist-Zustand ASP

In der nachfolgenden Tabelle 2 wird eine Auswahl von Vergleichsquerschnitten im Untersuchungsgebiet aufgelistet:

Zählstellen-Querschnitt		ASP-Belastungen					Abweichungen		Veränderung	
		Zählwert alt	Modell 2015	Zählwert neu	Jahr	Modell 2017	Modell 2015	Modell 2017	Zählwert alt > neu	Modell 15 > 17
205	Emmenbr. Grueblisch., R1 Verzw. N2/N14	4'325	4'244	4'607	2017	4'498	-2%	-2%	7%	6%
205	Emmenbrücke Grueblisch., R2 Sempach	3'645	3'683	3'736	2017	3'688	1%	-1%	2%	0%
167	A14 Ebikon, Rathausen, R2 Verzw. A4/A2	3'448	3'275	3'548	2017	3'468	-5%	-2%	3%	6%
167	A14 Ebikon, Rathausen (AB) R1 Luzern	2'859	3'050	3'083	2017	3'056	7%	-1%	8%	0%
209	Emmen Reusseggstr., R1 A2	-	941	957	2018	979	-	2%	-	4%
209	Emmen Reusseggstr., R2 Emmenbrücke	-	962	995	2018	970	-	-3%	-	1%
259	K13 Littau R1 Emmen	-	663	500	2018	592	-	18%	-	-11%
259	K13 Littau, R2 Luzern	-	517	513	2018	529	-	3%	-	2%
115	A2 Reussporttunnel, R1 Luzern	4'464	4'386	4'472	2017	4'336	-2%	-3%	0%	-1%
115	A2 Reussporttunnel, R2 Emmenbrücke	4'807	4'581	4'984	2017	4'868	-5%	-2%	4%	6%
203	Ebikon Sedel, R2 Emmen	1'127	1'043	1'144	2018	1'075	-7%	-6%	2%	3%
203	Ebikon Sedel, R1 Luzern	649	704	656	2018	618	8%	-6%	1%	-12%
211	Maihofstr 95 R2 Ebikon	429	473	511	2015	513	10%	0%	19%	8%
211	Maihofstr 95 R1 Bahnhof	652	654	652	2015	661	0%	1%	0%	1%
222	Vallasterstrasse R Ebikon	891	886	884	2017	809	-1%	-8%	-1%	-9%
222	Vallasterstrasse R Sedel	397	414	391	2017	386	4%	-1%	-2%	-7%
219	Spitalstr 1, R Rotsee	421	382	402	2017	360	-9%	-10%	-5%	-6%
219	Spitalstr 1, R Spital	407	427	404	2017	402	5%	0%	-1%	-6%
226	Zürichstrasse Nr. 64 R Luzernerhof	-	697	654	2017	676	-	3%	-	-3%
226	Zürichstrasse Nr. 64 R Ebikon	-	854	710	2017	739	-	4%	-	-13%
503	Oberlöchli Kreisel Wegfahrt R Kreisel	392	320	351	2017	349	-18%	-1%	-10%	9%
503	Oberlöchli Kreisel Wegfahrt R St Anna	452	366	419	2017	415	-19%	-1%	-7%	13%
101	Haldenstr. Luzernerhof R. Meggen	815	860	779	2017	769	6%	-1%	-4%	-11%
101	Haldenstr. Luzernerhof R. Bahnhof	579	660	539	2017	558	14%	4%	-7%	-15%
218	Seebrücke R Luzern Schweizerhof	1'309	1'302	1'282	2017	1'276	-1%	0%	-2%	-2%
218	Seebrücke R Gotthard, Bahnhof	1'339	1'342	1'239	2017	1'248	0%	1%	-7%	-7%
215	Pilatusstrasse Nr. 4 R Pilatusplatz	-	916	714	2017	795	-	11%	-	-13%
215	Pilatusstrasse Nr. 4 R Bahnhof	-	445	513	2017	514	-	0%	-	16%
206	Hirschengraben 48 R Pilatusplatz	-	1'508	1'444	2017	1'369	-	-5%	-	-9%
206	Hirschengraben 48 R Kasernenplatz	-	1'635	1'604	2017	1'683	-	5%	-	3%
200	Littau Flühmühle R2 Emmenbrücke	-	682	488	2018	602	-	23%	-	-12%
200	Littau Flühmühle R1 Luzern	-	520	535	2018	531	-	-1%	-	2%
106	Baselstrasse Senti R Bahnhof	531	582	516	2017	514	10%	0%	-3%	-12%
106	Baselstrasse Senti R Emmebrücke	865	815	832	2017	903	-6%	9%	-4%	11%
105	Kasernenplatz von Autobahn R Bahnhof	1'053	1'090	1'095	2017	966	4%	-12%	4%	-11%
105	Kasernenplatz R Emmenbrücke	1'162	1'188	1'163	2017	1'159	2%	0%	0%	-2%
213	Obergrundstrasse Nr. 9, R Kriens	-	1'134	1'023	2012	966	-	-6%	-	-15%
213	Obergrundstrasse Nr. 9, R Pilatusplatz	-	1'266	1'163	2012	1'160	-	0%	-	-8%
214	Obergrundstrasse 88 R Bahnhof	-	1'607	1'379	2015	1'350	-	-2%	-	-16%
214	Obergrundstrasse 88 R Kriens	-	1'334	1'322	2015	1'250	-	-5%	-	-6%
1096	LSA 1096 Grosshof (Heinecken) R Luzern	1'274	1'148	1'274	2015	1'185	-10%	-7%	0%	3%
1096	LSA 1096 Grosshof (Heinecken) R Kriens	1'450	1'443	1'450	2015	1'527	0%	5%	0%	6%
126	A2 Sonnenbergtunnel (AB) R1 Kriens	3'303	3'142	3'034	2017	3'178	-5%	5%	-8%	1%
126	A2 Sonnenbergtunnel (AB) R2 Emmen	3'301	3'199	3'051	2017	3'132	-3%	3%	-8%	-2%
1075	LSA 1075 Littau Grenzhof R1 Littau	508	541	500	2018	480	6%	-4%	-2%	-11%
1075	LSA 1075 Littau Grenzhof R2 Luzern	594	623	522	2018	532	5%	2%	-12%	-15%
112	Langensandbrücke Stadteinwärts	644	657	617	2017	627	2%	2%	-4%	-5%
112	Langensandbrücke Stadtauswärts	859	870	860	2017	800	1%	-7%	0%	-8%
296	A2 Schlundtunnel (AB) R1 Stans	-	3'201	3'213	2015	3'167	-	-1%	-	-1%
296	A2 Schlundtunnel (AB) R2 Luzern	-	3'091	3'018	2015	3'141	-	4%	-	2%
Total			70'323			69'369			0.1%	-1.4%

Tabelle 4: Vergleichsquerschnitte in der ASP mit Zähl- und Modellwerten 2015-2018

Wo vorhanden wird einerseits der Modellwert und der dazugehörige Zählwert des Modells AP Bypass 2015 und andererseits der neueste Zählwert und Modellwert 2017 einander

gegenübergestellt. Weiter werden die Abweichungen der Modellwerte und Zählwerte für 2015 und 2017 ausgewiesen und die Veränderungen 2015 bis 2017/2018 sowohl für Zähl- als auch für die Modellwerte angegeben.

Beim Querschnitt Seebrücke wurde die städtische Zählstelle (Nr. 218) zur Kalibration verwendet, um die Kontinuität zu den anderen städtischen Zählstellen in der Umgebung zu gewährleisten. Normalerweise kommuniziert der Kanton die Daten der kantonalen Zählstelle (Nr. 71), welche geringfügig höhere Werte aufweist (vgl. dazu Tabelle 3 auf Seite 22).

Es kann festgestellt werden, dass die Entwicklung der Zählwerte in der Abendspitzenstunde insgesamt recht flach aber auch heterogen ausfällt; für die aufgezeigte Auswahl wird praktisch gleichviel Verkehr für 2015 wie für 2017/2018 ausgewiesen. Die Veränderung bei den Modellwerten folgt dieser Entwicklung grundsätzlich, jedoch ergeben sich auf Grund des verfeinerten Netzes etwas grössere Abweichungen in den Querschnitten, welche über keine früheren Zählwerte vorliegen. Es wird aber ebenfalls nur eine geringe Veränderung von 1% weniger Verkehr ausgewiesen.

4.5.6 Kalibration Morgenspitzenstunde MSP

Für die Kalibration der Morgenspitzenstunde MSP standen 447 Zählwerte zur Verfügung. Vor der Kalibration waren die Abweichungen zwischen Modell- und Zählwert wie folgt im Untersuchungsgebiet verteilt:

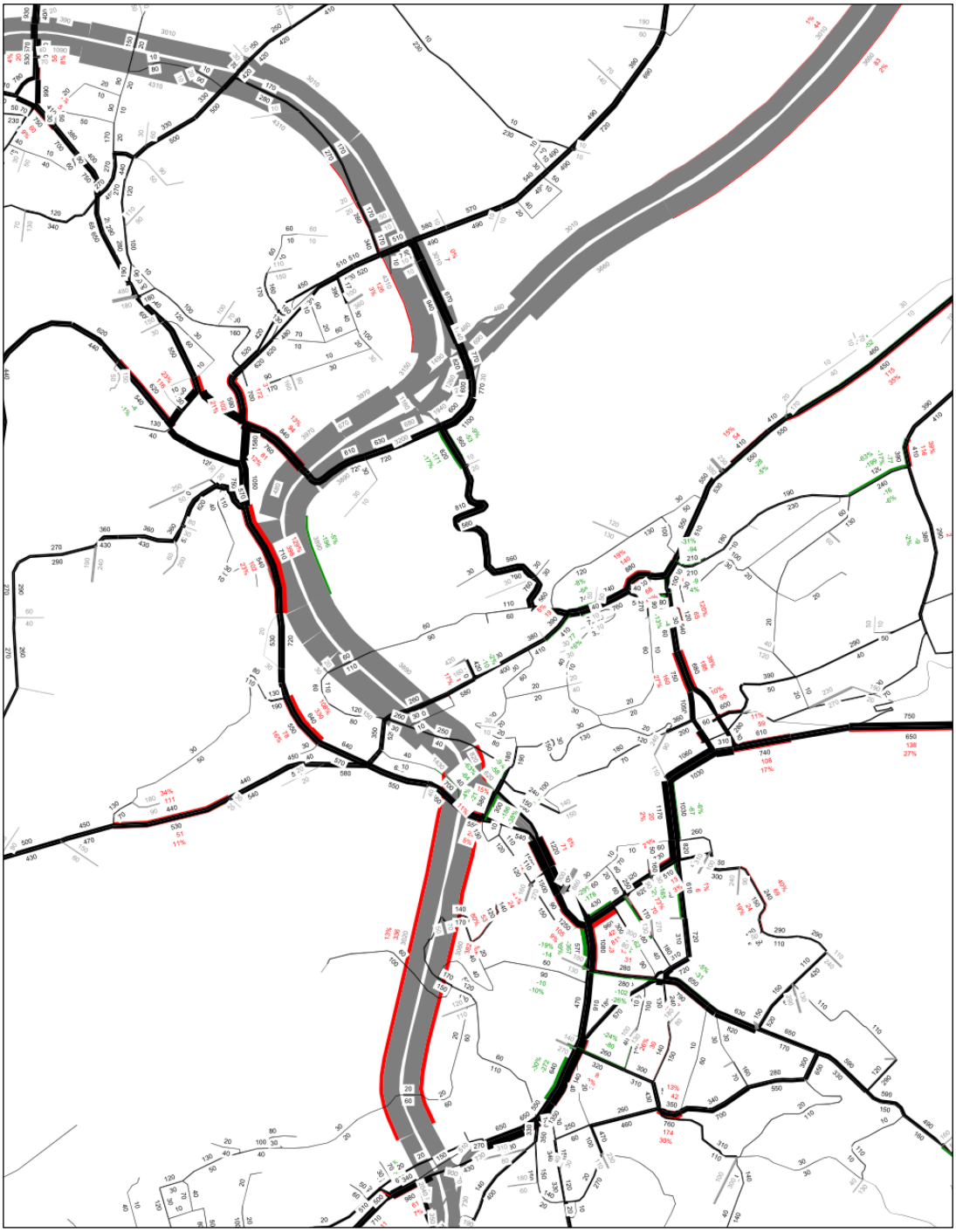
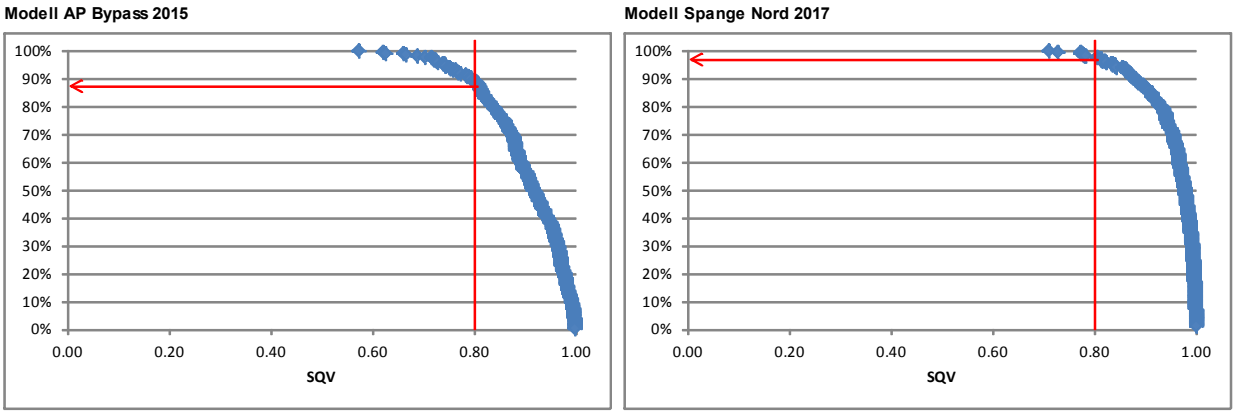


Abbildung 21: Abweichungen Modell- zu Zählwert im MSP im Untersuchungsgebiet vor der Kalibration

Die Kalibration in der ASP erfolgte in drei Schritten mit folgenden Vorgaben:

1. Schritt: max. 25% Abweichung bei den aktuellen Zählwerten, max. 50% Abweichung bei den älteren Zählwerten, max. Skalierungsfaktor = 5
2. Schritt: max. 15% Abweichung bei den aktuellen Zählwerten, max. 30% Abweichung bei den älteren Zählwerten, max. Skalierungsfaktor = 5
3. Schritt: max. 10% Abweichung bei den aktuellen Zählwerten, max. 20% Abweichung bei den älteren Zählwerten, max. Skalierungsfaktor = 2

Im Vergleich zum Modell AP 2015 wurde eine bessere Übereinstimmung zwischen Modell- und Zählwert erreicht:



Beurteilung der Abweichungen Modell- zu Zählwert nach Kalibration MSP

58%	haben einen SQV von mindestens	0.9	sehr gut
78%	haben einen SQV von mindestens	0.85	gut
90%	haben einen SQV von mindestens	0.8	akzeptabel

Beurteilung der Abweichungen Modell- zu Zählwert nach Kalibration ASP

87%	haben einen SQV von mindestens	0.9	sehr gut
94%	haben einen SQV von mindestens	0.85	gut
98%	haben einen SQV von mindestens	0.8	akzeptabel

Abbildung 22: Beurteilung der Abweichungen nach der Kalibration in der MSP mit dem SQV für Modell AP Bypass 2015 (l.) und im Modell Spange Nord 2017 (r.)

Die Streuung der relativen und absoluten Abweichungen können den nachfolgenden Diagrammen in Abbildung 23 entnommen werden:

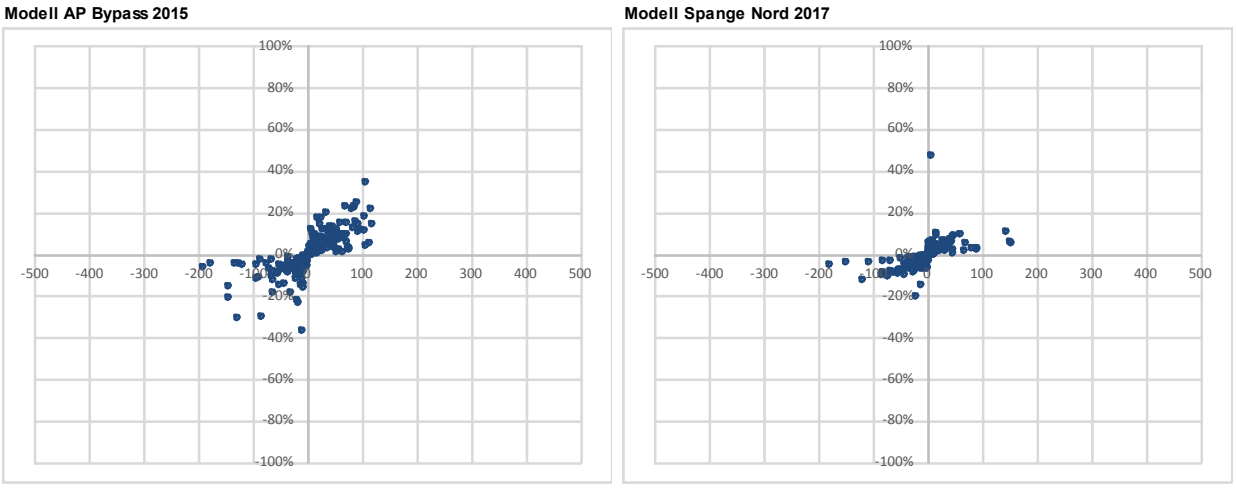


Abbildung 23: Streuung der Abweichungen im Modell AP Bypass 2015 (l.) und Modell Spange Nord 2017 (r.)

Durch die Kalibration wurde die Gesamtfahrtenmatrix um -0.2% bzw. 174 Fahrten verringert.

Die verbleibenden Abweichungen zwischen Modell- und Zählwert sind in Abbildung 24 im Netz ersichtlich:

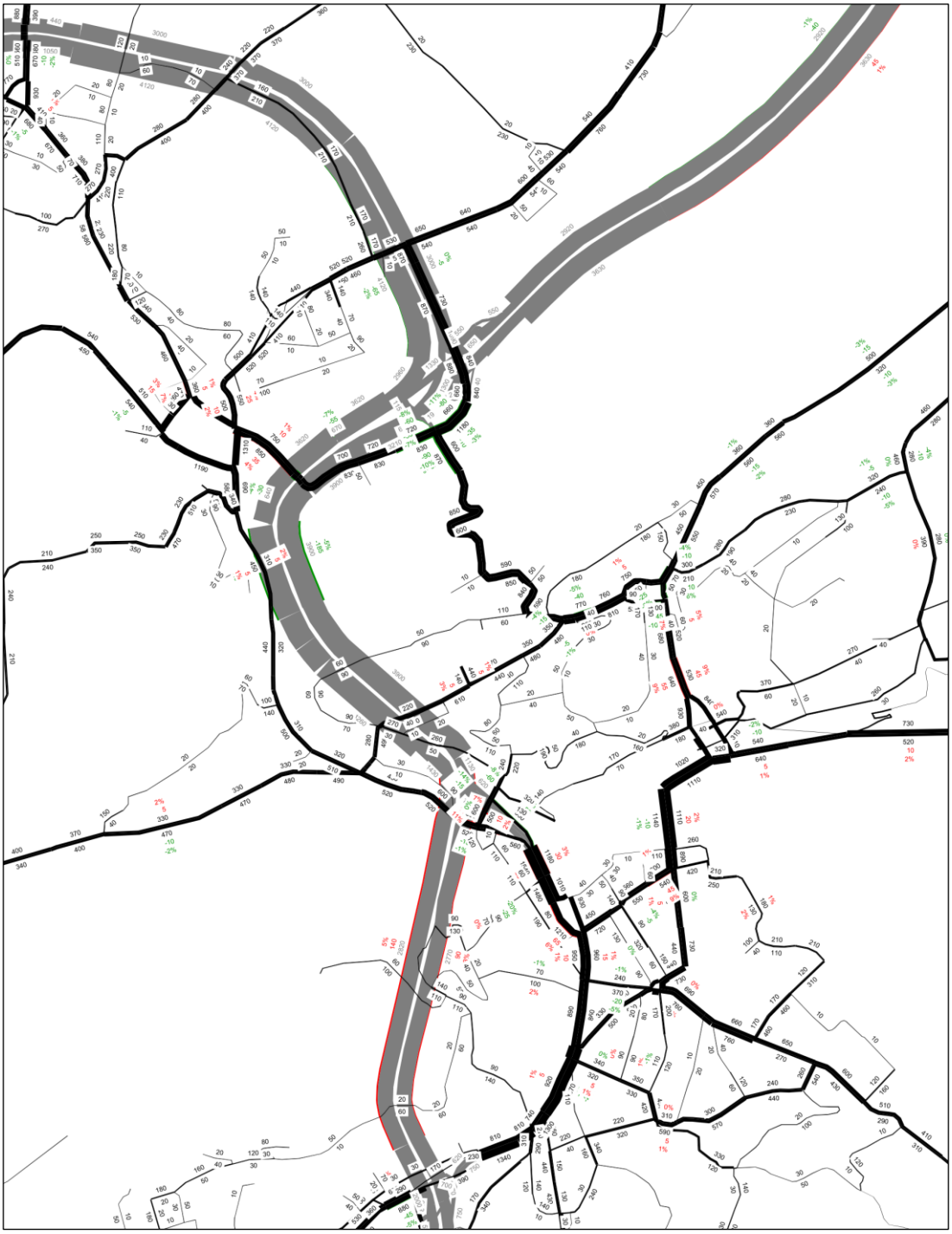


Abbildung 24 Abweichungen Modell- zu Zählwert in der MSP im Untersuchungsgebiet nach der Kalibration

4.5.7 Vergleich Modell Bypass 2015 und Spange Nord 2017 im Ist-Zustand MSP

In der nachfolgenden Tabelle 4 wird eine Auswahl von Vergleichsquerschnitten im Untersuchungsgebiet gemäss Abbildung 16 aufgelistet aufgelistet:

Zählstellen-Querschnitt		MSP-Belastungen					Abweichungen		Veränderung	
		Zählwert alt	Modell 2015	Zählwert neu	Jahr	Modell 2017	Modell 2015	Modell 2017	Zählwert alt > neu	Modell 15 > 17
205	Emmenbr. Grueblisch., R1 Verzw. N2/N14	3'001	2'933	2'999	2017	2'995	-2%	0%	0%	2%
205	Emmenbrücke Grueblisch., R2 Sempach	4'179	4'187	4'182	2017	4'117	0%	-2%	0%	-2%
167	A14 Ebikon, Rathausen, R2 Verzw. A4/A2	3'532	3'581	3'579	2017	3'625	1%	1%	1%	1%
167	A14 Ebikon, Rathausen (AB) R1 Luzern	3'162	2'970	2'964	2017	2'924	-6%	-1%	-6%	-2%
209	Emmen Reusseggstr., R1 A2	-	726	743	2018	753	-	1%	-	4%
209	Emmen Reusseggstr., R2 Emmenbrücke	-	747	813	2018	848	-	4%	-	14%
259	K13 Littau R1 Emmen	-	587	308	2018	313	-	2%	-	-47%
259	K13 Littau, R2 Luzern	-	451	441	2018	445	-	1%	-	-1%
115	A2 Reussporttunnel, R1 Luzern	4'458	4'282	4'420	2017	4'257	-4%	-4%	-1%	-1%
115	A2 Reussporttunnel, R2 Emmenbrücke	4'028	3'940	4'084	2017	3'898	-2%	-5%	1%	-1%
203	Ebikon Sedel, R2 Emmen	592	610	635	2018	597	3%	-6%	7%	-2%
203	Ebikon Sedel, R1 Luzern	1'040	1'018	992	2018	869	-2%	-12%	-5%	-15%
211	Maihofstr 95 R2 Ebikon	389	380	359	2015	357	-2%	-1%	-8%	-6%
211	Maihofstr 95 R1 Bahnhof	576	606	576	2015	562	5%	-2%	0%	-7%
222	Vallasterstrasse R Ebikon	823	777	742	2017	748	-6%	1%	-10%	-4%
222	Vallasterstrasse R Sedel	384	411	373	2017	349	7%	-6%	-3%	-15%
219	Spitalstr 1, R Rotsee	375	420	367	2017	354	12%	-4%	-2%	-16%
219	Spitalstr 1, R Spital	509	514	485	2017	482	1%	-1%	-5%	-6%
226	Zürichstrasse Nr. 64 R Luzernerhof	530	614	760	2017	730	16%	-4%	43%	19%
226	Zürichstrasse Nr. 64 R Ebikon	-	631	603	2017	590	-	-2%	-	-7%
503	Oberlöchli Kreisel Wegfahrt R Kreisel	410	403	385	2017	385	-2%	0%	-6%	-5%
503	Oberlöchli Kreisel Wegfahrt R St Anna	302	278	284	2017	283	-8%	0%	-6%	2%
101	Haldenstr. Luzernerhof R. Meggen	665	702	633	2017	640	6%	1%	-5%	-9%
101	Haldenstr. Luzernerhof R. Bahnhof	594	649	549	2017	538	9%	-2%	-8%	-17%
218	Seebrücke R Luzern Schweizerhof	1'055	1'092	1'093	2017	1'112	3%	2%	4%	2%
218	Seebrücke R Gotthard, Bahnhof	1'167	1'193	1'150	2017	1'137	2%	-1%	-1%	-5%
215	Pilatusstrasse Nr. 4 R Pilatusplatz	-	621	590	2017	596	-	1%	-	-4%
215	Pilatusstrasse Nr. 4 R Bahnhof	-	513	500	2017	544	-	9%	-	6%
206	Hirschengraben 48 R Pilatusplatz	-	1'645	1'514	2017	1'541	-	2%	-	-6%
206	Hirschengraben 48 R Kasernenplatz	-	1'142	1'147	2017	1'179	-	3%	-	3%
200	Littau Flühmühle R2 Emmenbrücke	-	588	305	2018	316	-	4%	-	-46%
200	Littau Flühmühle R1 Luzern	-	463	474	2018	463	-	-2%	-	0%
106	Baselstrasse Senti R Bahnhof	552	583	525	2017	517	6%	-2%	-5%	-11%
106	Baselstrasse Senti R Emmebrücke	685	683	645	2017	688	0%	7%	-6%	1%
105	Kasernenplatz von Autobahn R Bahnhof	681	686	682	2017	624	1%	-9%	0%	-9%
105	Kasernenplatz R Emmenbrücke	1'312	1'311	1'288	2017	1'433	0%	11%	-2%	9%
213	Obergrundstrasse Nr. 9, R Kriens	-	1'081	948	2012	950	-	0%	-	-12%
213	Obergrundstrasse Nr. 9, R Pilatusplatz	-	570	940	2012	961	-	2%	-	69%
214	Obergrundstrasse 88 R Bahnhof	-	680	911	2015	918	-	1%	-	35%
214	Obergrundstrasse 88 R Kriens	-	1'530	1'397	2015	1'372	-	-2%	-	-10%
1096	LSA 1096 Grosshof (Heinecken) R Luzern	-	1'436	0	2015	1'338	-	-	-	-7%
1096	LSA 1096 Grosshof (Heinecken) R Kriens	-	645	0	2015	810	-	-	-	26%
126	A2 Sonnenbergtunnel (AB) R1 Kriens	3'022	3'019	2'682	2017	2'824	0%	5%	-11%	-6%
126	A2 Sonnenbergtunnel (AB) R2 Emmen	3'099	2'971	2'686	2017	2'771	-4%	3%	-13%	-7%
1075	LSA 1075 Littau Grenzhof R1 Littau	531	561	475	2018	465	6%	-2%	-11%	-17%
1075	LSA 1075 Littau Grenzhof R2 Luzern	358	441	325	2018	331	23%	2%	-9%	-25%
112	Langensandbrücke Stadteinwärts	779	845	755	2017	757	8%	0%	-3%	-10%
112	Langensandbrücke Stadtauswärts	710	714	686	2017	688	1%	0%	-3%	-4%
296	A2 Schlundtunnel (AB) R1 Stans	-	2'379	2'389	2015	2'530	-	6%	-	6%
296	A2 Schlundtunnel (AB) R2 Luzern	-	3'061	3'188	2015	3'108	-	-3%	-	2%
Total			62'868			61'632			-2.6%	-2.0%

Tabelle 5: Vergleichsquerschnitte in der MSP mit Zähl- und Modellwerten 2015-2018

Wo vorhanden wird einerseits der Modellwert und der dazugehörige Zählwert des Modells AP Bypass 2015 und andererseits der neueste Zählwert und Modellwert 2017 einander gegenübergestellt. Weiter werden die Abweichungen der Modellwerte und Zählwerte für 2015 und 2017 ausgewiesen und die Veränderungen 2015 bis 2017/2018 sowohl für Zähl- als auch für die Modellwerte angegeben.

Beim Querschnitt Seebrücke wurde die städtische Zählstelle (Nr. 218) zur Kalibration verwendet, um die Kontinuität zu den anderen städtischen Zählstellen in der Umgebung zu gewährleisten. Normalerweise kommuniziert der Kanton die Daten der kantonalen Zählstelle (Nr. 71), welche geringfügig höhere Werte aufweist (vgl. dazu Tabelle 3 auf Seite 22).

Es kann festgestellt werden, dass die Entwicklung der Zählwerte in der Morgenspitzenstunde in der Tendenz eher abnehmend ist, aber auch heterogen ausfällt; für die aufgezeigte Auswahl wird fast 3% weniger Verkehr ausgewiesen. Die Veränderung bei den Modellwerten folgt dieser Entwicklung grundsätzlich, jedoch ergeben sich auf Grund des verfeinerten Netzes etwas grössere Abweichungen in den Querschnitten, welche über keine früheren Zählwerte vorliegen. Das Modell zeigt in der Morgenspitze eine etwas geringere Abnahme von 2% weniger Verkehr auf.

4.6 Plausibilisierung Ergebnisse Ist-Zustand

4.6.1 Vergleich Verkehrserzeugung

Die Verkehrserzeugung im Quell-/Ziel-Verkehr pro Kopf (Einwohner und Beschäftigte) schwankt im Bereich von plausiblen 1 – 7 MIV-Fahrten pro Tag. Es gibt nur wenige Extremwerte von 0.3 (Innenstadtzonen Luzern) sowie 15-30 bei Zonen mit Fachmärkten. Die Verteilung veränderte sich gegenüber dem Modell AP Bypass 2015 nicht wesentlich, wie der Abbildung 25 entnommen werden kann.

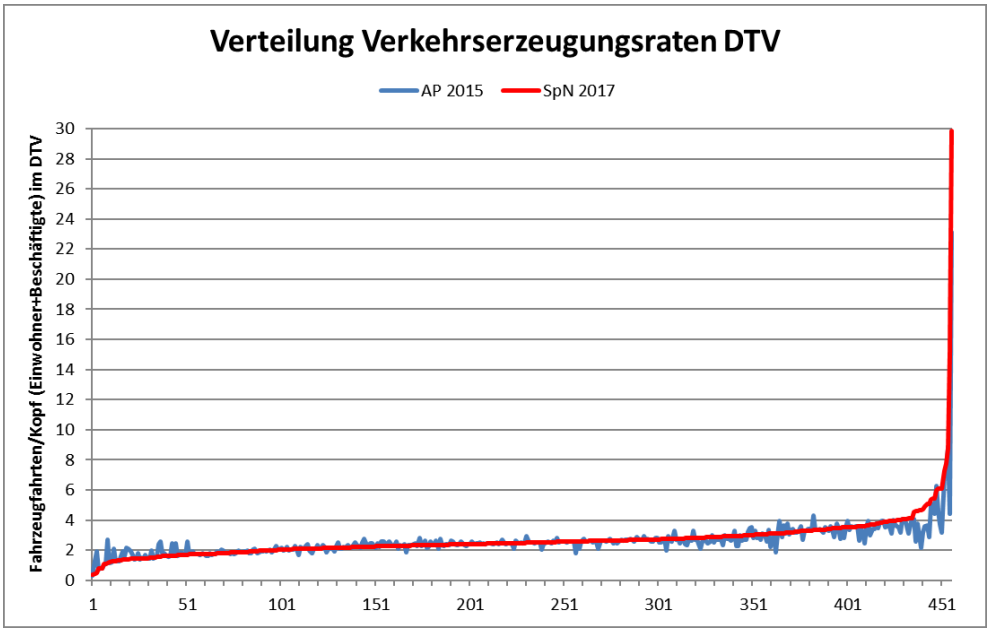


Abbildung 25: Vergleich der Verteilung der Verkehrserzeugungsraten im DTV der Modelle AP Bypass 2015 und Spange Nord 2017

Die Verteilung der Anteile der Abendspitzenstunde am Tagesverkehr bleibt in einem ähnlichen Bereich wie im Modell AP Bypass 2015 im Bereich von 5% bis 15% des DTV. In der Abbildung 26 ist die Verteilung der Anteile über alle 577 Zonen (inkl. Aussenzonen) dargestellt:

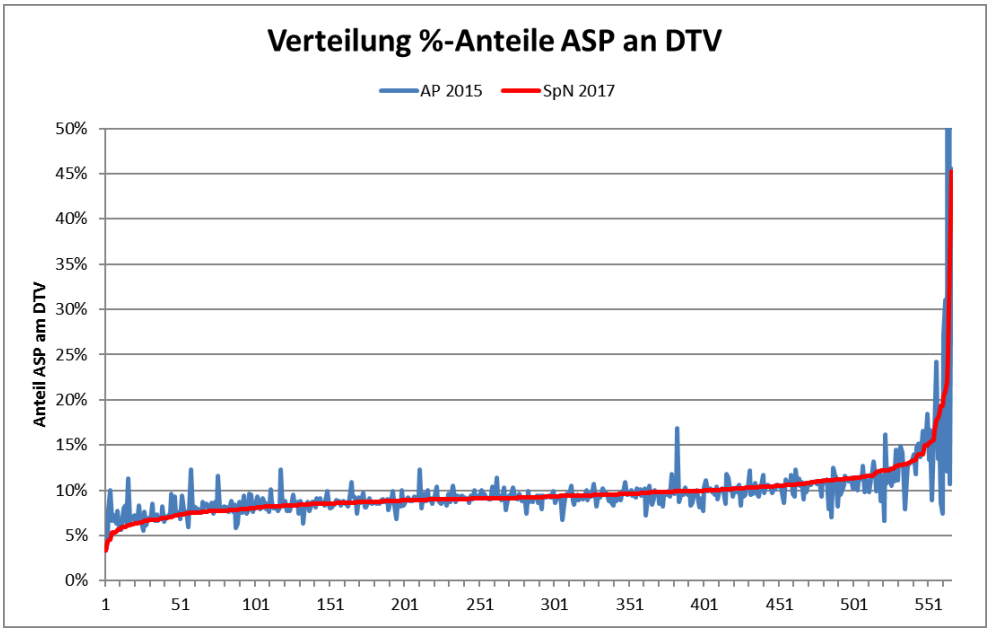


Abbildung 26: Vergleich der Verteilung der %-Anteile der ASP am DTV der Modelle AP Bypass 2015 und Spange Nord 2017

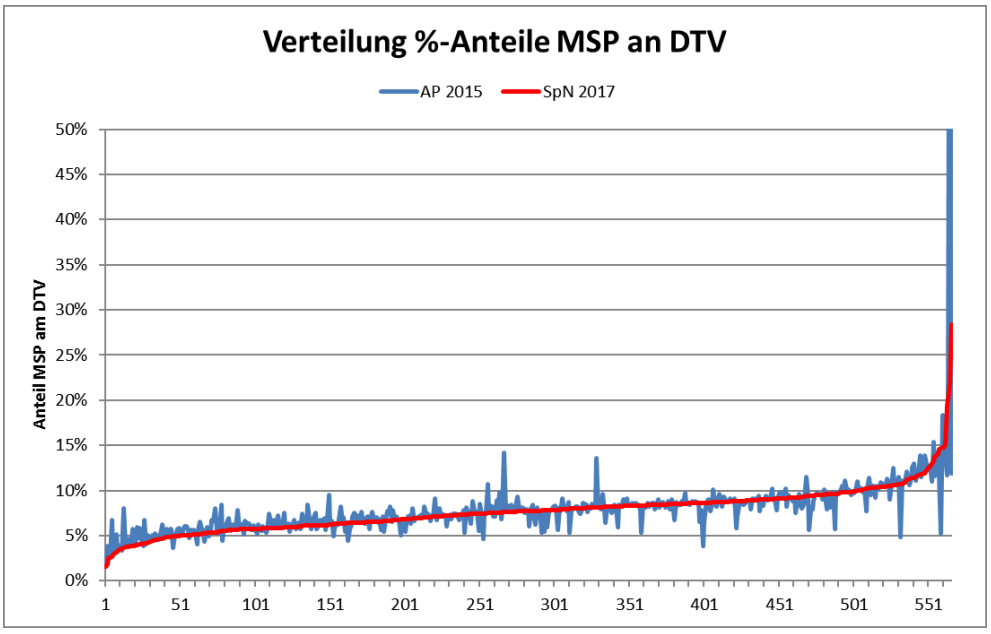


Abbildung 27: Vergleich der Verteilung der %-Anteile der MSP am DTV der Modelle AP Bypass 2015 und Spange Nord 2017

4.6.2 Vergleich der Fahrweitenverteilungen

Eine weitere Vergleichsgrösse bezüglich der Matrixstruktur ist die Fahrweitenverteilung. Wie aus Abbildung 28 entnommen werden kann, hat sich die Verteilung durch die Kalibration kaum verändert:

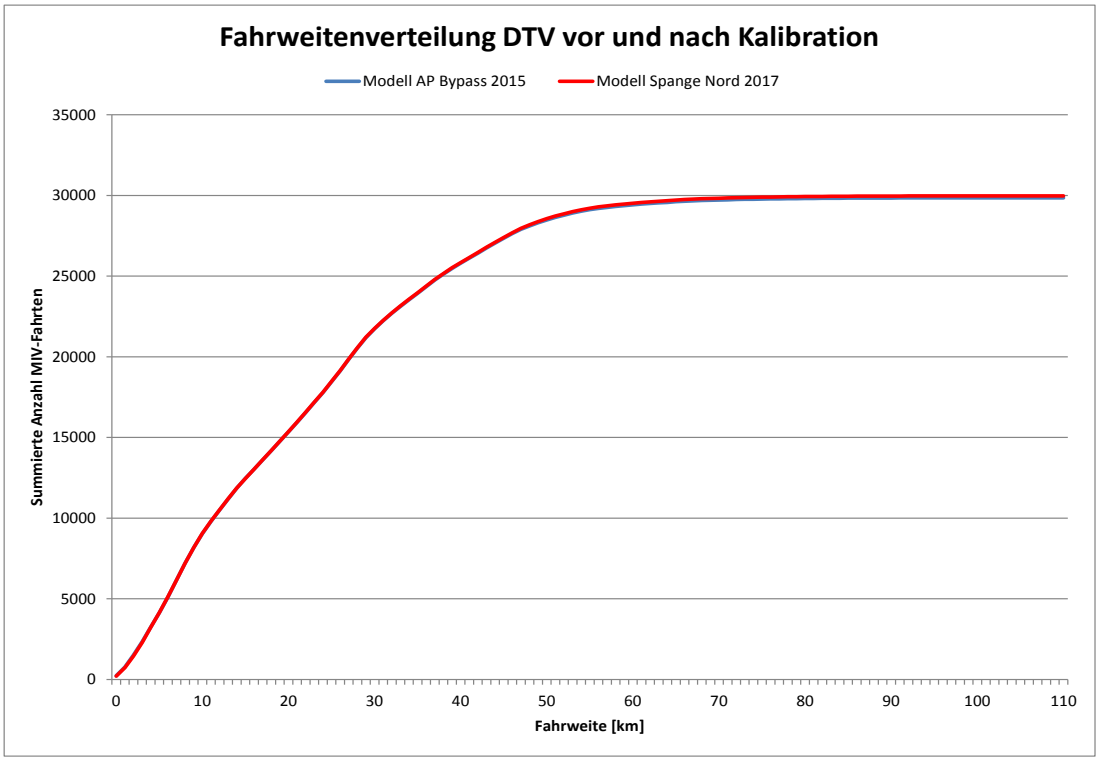


Abbildung 28: Fahrweitenverteilung im DTV vor und nach der Kalibration

4.6.3 Vergleich Wunschlinienspinnen in wichtigen Querschnitten

Veränderungen der Fahrtenstruktur lassen sich auch über den Vergleich von Wunschlinienspinnen feststellen. Für eine Auswahl wichtiger Querschnitte wurden die Wunschlinienspinnen im DTV für den Ist-Zustand gemäss Modell AP Bypass 2015 und für das Modell Spange Nord 2017 analysiert:

Wunschlinien A2 Reussegg

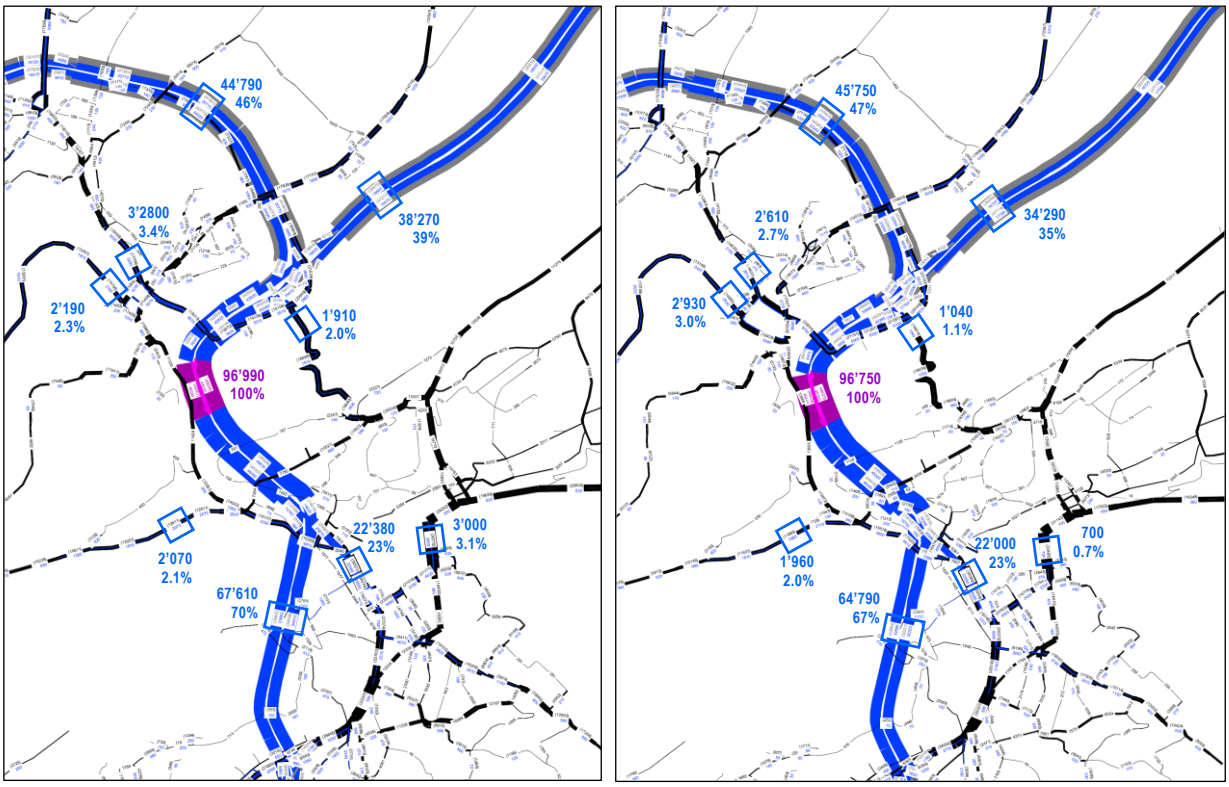


Abbildung 29: Vergleich der Wunschlinienspinnen im Querschnitt A2 Reussegg im DTV gemäss Modell AP Bypass 2015 (l.) und Modell Spange Nord 2017 (r.)

Die Verkehrsmenge auf der Autobahn A2 ist zwar in beiden Modellen praktisch gleich, die Anteile der Herkunft nördlich und südlich des Wunschlinienquerschnittes unterscheiden sich geringfügig. Gemäss dem Modell Spange Nord ist der Anteil via Seebrücke etwas geringer als noch im Modell AP Bypass.

Wunschlinien Rosenberg (Friedentalstrasse)

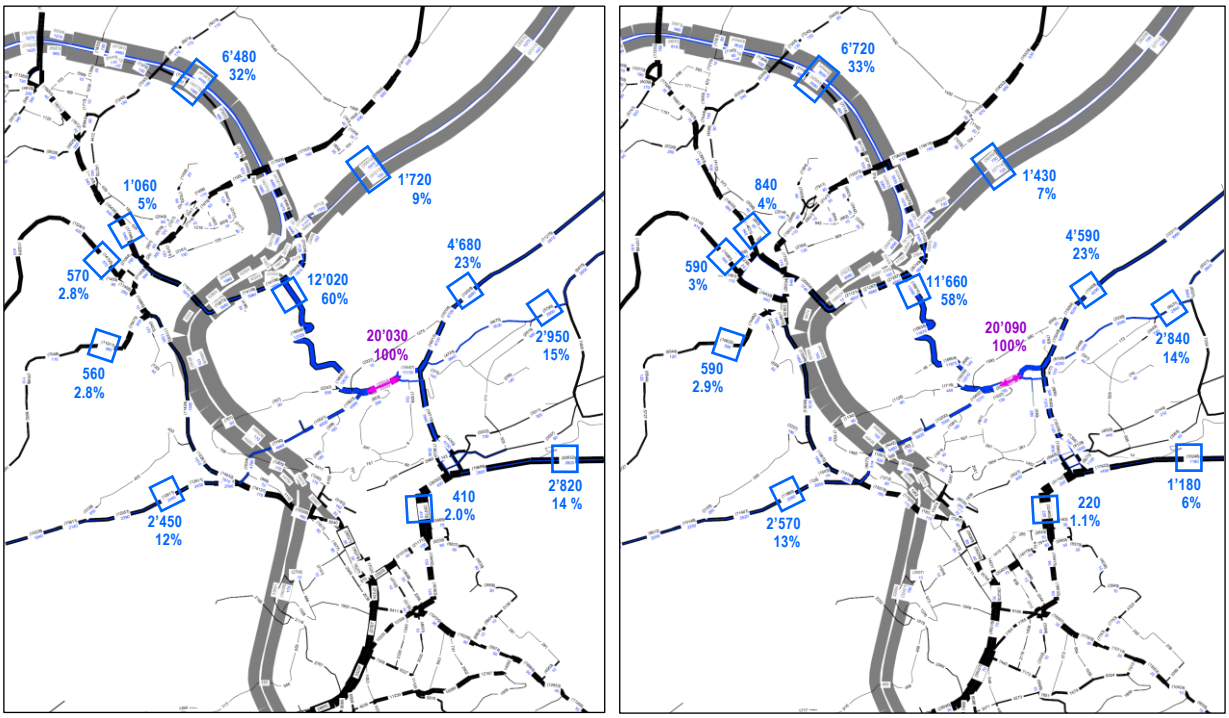


Abbildung 30: Vergleich der Wunschlinienspinnen im Querschnitt Rosenberg (Friedentalstr.) im DTV gemäss Modell AP Bypass 2015 (l.) und Modell Spange Nord 2017 (r.)

Die Verkehrsmenge am Rosenberg ist auch nach der Kalibration praktisch gleich, und die Anteile der Herkunft nördlich und südlich des Wunschlinienquerschnittes weitgehend auch.

Wunschlinien Seebrücke

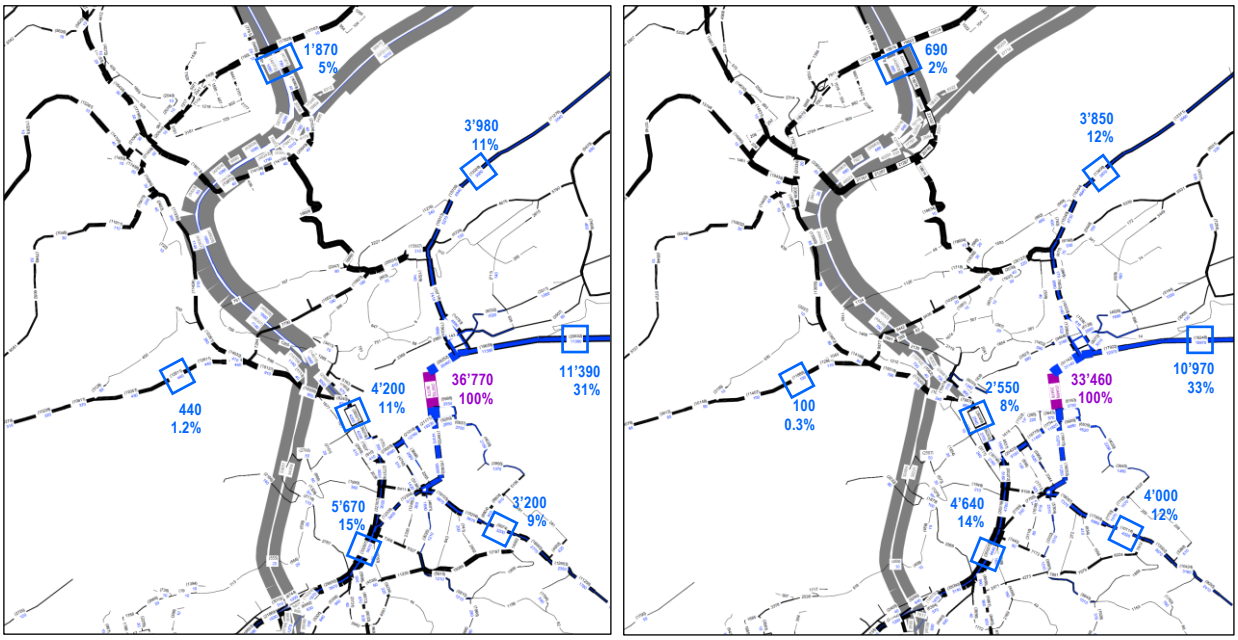


Abbildung 31: Vergleich der Wunschlinienspinnen im Querschnitt Seebrücke im DTV gemäss Modell AP Bypass 2015 (l.) und Modell Spange Nord 2017 (r.)

Die Verkehrsmenge auf der Seebrücke ist nach der Kalibration etwas kleiner, die Anteile der Herkunft nördlich und südlich des Wunschlinienquerschnittes sind aber weitgehend vergleichbar. Der Durchgangsverkehr durch das südliche Stadtzentrum von der Seebrücke wird entsprechend auch etwas geringer (13’070 zu 11’200).

5 Erstellung Prognosezustand 2040

5.1 Vorgehen

Die bisherige Prognose stand u. a. in Kritik bezüglich der Berücksichtigung der beschränkten Netzkapazitäten nur im Zustand mit Projekt und nur für den Spitzenstundenverkehr. Dadurch wurden im Tagesverkehr auch im städtischen Netz hohe Zuwächse prognostiziert und zudem im Referenzzustand ohne Projekt v. a. im städtischen Strassennetz hohe Verkehrszuwächse auch in den Spitzenstunden ausgewiesen, welche mit den vorhandenen und auch zukünftig unveränderten Kapazitäten gar nicht auftreten können.

Eine vollständige Neuberechnung der Verkehrsnachfrage, der Ziel- und Verkehrsmittelwahl unter iterativer Berücksichtigung der Netzkapazitäten stand auf Grund der beschränkten Bearbeitungszeit und angesichts der bereits laufenden Arbeiten zu einem neuen Gesamtverkehrsmodell nicht zur Debatte.

Daher wurde ein vereinfachtes, aber für die vorliegende Fragestellung praktikables Vorgehen gewählt, welches die beschränkte Netzkapazität situationsbezogen berücksichtigt:

a) Basis-Roh-Prognose aus Siedlungswachstum
Es wird die bereits für das Verkehrsmodell AP Bypass erstellte detaillierte Verkehrsnachfrageprognose auf Grund des Siedlungswachstums übernommen. Diese stellt das eigentliche gewünschte Verkehrswachstum ohne Reaktion auf allfällige Netzengpässe dar.

b) Effizienzgewinne der Verkehrsinfrastruktur
Es wird auf Grund verbreiteter Fahrerassistenzsysteme angenommen, dass die Verkehrsinfrastruktur effizienter genutzt werden kann. Dies wird insbesondere auf den Autobahnen eine leicht höhere Kapazität ermöglichen und den Druck zu Ausweichverkehr aufs untergeordnete Netz verringern. Dies wird mittels entsprechend angepassten Capacity-Restraint-Funktionen (CR-Funktionen) berücksichtigt.

c) Nachfragereaktion im MIV auf Netzüberlastung
Das Verkehrswachstum wird v. a. in den Spitzenstunden, aber auch im Tagesverkehr, zu längeren Fahrzeiten im MIV führen. Aus der Forschung ist bekannt, dass die MIV-Nachfrage bei steigenden Fahrzeiten abnimmt; kurzfristig mit einer Elastizität von -0.4, langfristig gar mit -0.9.
Es wird daher eine MIV-Nachfrageanpassung unter Berücksichtigung einer zurückhaltend gewählten Nachfrageelastizität von -0.4 auf MIV-Fahrzeiten vorgenommen, welche unterschiedliche Fahrzeiten mit und ohne Netzausbauten berücksichtigt.

d) Berücksichtigung von kapazitätslimitierten Abschnitten
Die Zufahrtsachsen durch die Agglommeration nach Luzern weisen Dosierstellen und kapazitätsbeschränkende Knoten auf. Im Modell AP Bypass wurden diese limitierten Kapazitäten aufbereitet und teilweise angewendet. Im vorliegenden Modell wird nun als letzter Schritt noch diejenigen Streckenabschnitte, welche auch nach Schritt a) bis c) noch immer Belastungen über der Kapazitätsvorgabe aufweisen, einer Reduktionskalibration auf den Sollwert unterzogen.

Nach diesen vier Bearbeitungsschritten liegt eine Prognose 2040 für den «bewältigbaren» Verkehr vor. Das gewählte Vorgehen ermöglicht die Berechnung angebotssensitiver Nachfrageprognosen für verschiedene Ausbauzustände.

5.2 Basis-Prognose

Die Basisprognose wird vom bisherigen Modell AP Bypass übernommen. Für das Modell AP Bypass wurde eine detaillierte Siedlungsprognose erstellt und der Verkehrszuwachs berechnet (vgl. Arbeitsdokumentation Verkehrsmodell Kanton Luzern zum AP Gesamtsystem Bypass Luzern vom 08.12.2017). Die vorgenommene Überprüfung der Verkehrszuwächse im Vergleich des Siedlungszuwachses hat keine grösseren Unplausibilitäten festgestellt. Es werden daher die Zuwachsmatrizen 2015-2040 auf die kalibrierten Matrizen 2017 addiert um die Basisprognose zu bilden.

Übersicht Basisprognose aus Modell AP Bypass 2015	**Siedlungswachstum**		**Verkehrswachstum und Verkehrserzeugung**			
	Einwohner	Beschäftigte	MIV-Fahrten/Tag DTV	MIV-Fahrten/h MSP	MIV-Fahrten/h ASP	MIV-Fahrten/Kopf +Tag
Zustand 2015	399'030	243'081	1'393'473	107'295	130'188	2.17
Prognose 2040	481'875	295'556	1'710'312	135'546	155'734	2.20
Zuwachs	82'845	52'475	316'838	28'251	25'546	0.03
Zuwachs-%	21%	22%	23%	26%	20%	1%

Tabelle 6: Übersicht der Eckwerte Basisprognose 2040 gemäss Modell AP Bypass 2015

Die Addition der Zuwachsmatrix 2015 bis 2040 gemäss Modell AP 2015 bildet **Schritt 1** der Prognosen gemäss Verkehrsmodell Spange Nord Luzern. Die Umlegung dieser Basis-Roh-Prognose ergibt hohe Verkehrsbelastungen, welche z.T. die vorhandenen Strassenkapazitäten übersteigen. Zudem erhöht sich durch die Überlastungssituation der summierte Fahrzeitbedarf überproportional (vgl. Tabelle 7); während die Fahrtenmenge in der Abendspitzenstunde (ASP) um 21% (im DTV um 24%) erhöht, steigen die Fahrzeugstunden um 54% (im DTV um 33%) an.

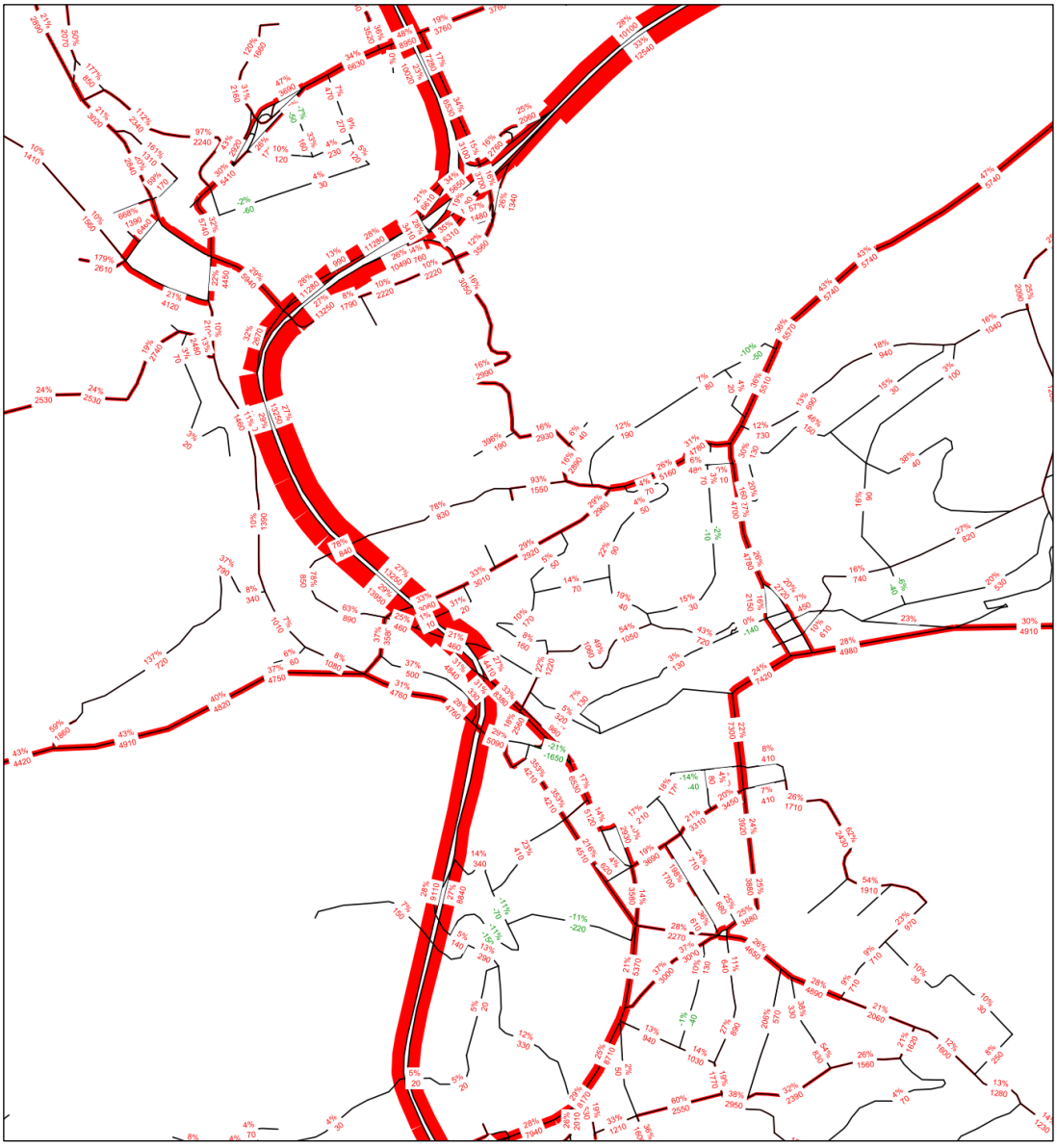


Abbildung 32: Verkehrszunahme im DTV 2017 – 2040 in der Basisprognose

Die Basisprognose stellt den «Rohverkehrszuwachs» dar, welcher die begrenzten Kapazitäten nur in der Routenwahl, nicht aber in der Nachfrage berücksichtigt. In den nachfolgenden Arbeitsschritten wird daher die effektiv bewältigbare Verkehrsnachfrage ermittelt.

5.3 Bewältigbare Verkehrsnachfrage

5.3.1 Auswirkungen Fahrassistenzsysteme

Als **Schritt 2** der Prognose gemäss Verkehrsmodell Spange Nord Luzern wird eine erhöhte Kapazität bzw. eine effizientere Ausnutzung der vorhandenen Kapazitäten abgebildet, indem die CR-Funktion der Autobahnen (Typ 10) so angepasst wird, dass die Verlustzeiten erst bei höherer Auslastung ansteigen. Die gewählten Parameter wirken primär im Auslastungsbereich von 80% bis ca. 115%, danach steigt die Verlustzeit wie bisher an.

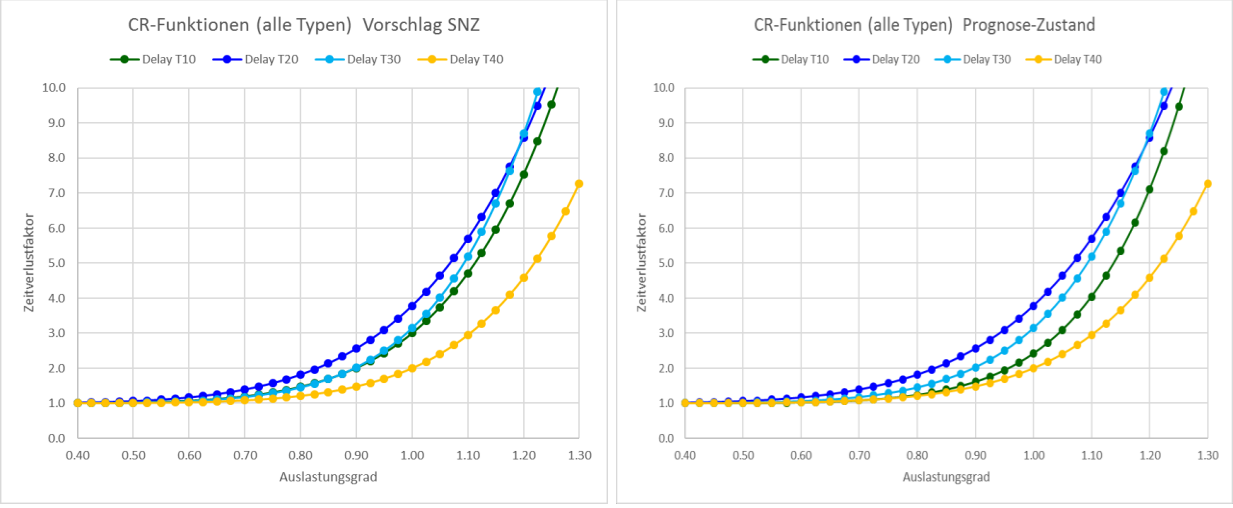


Abbildung 33: Vergleich der CR-Funktionen Ist-Zustand (l.) und Prognose-Zustand (r.)

Auf die Umlegung der Roh-Nachfrageprognose führt dieser Effekt in der Abendspitzenstunde zu folgenden Umlagerungen im Netz:

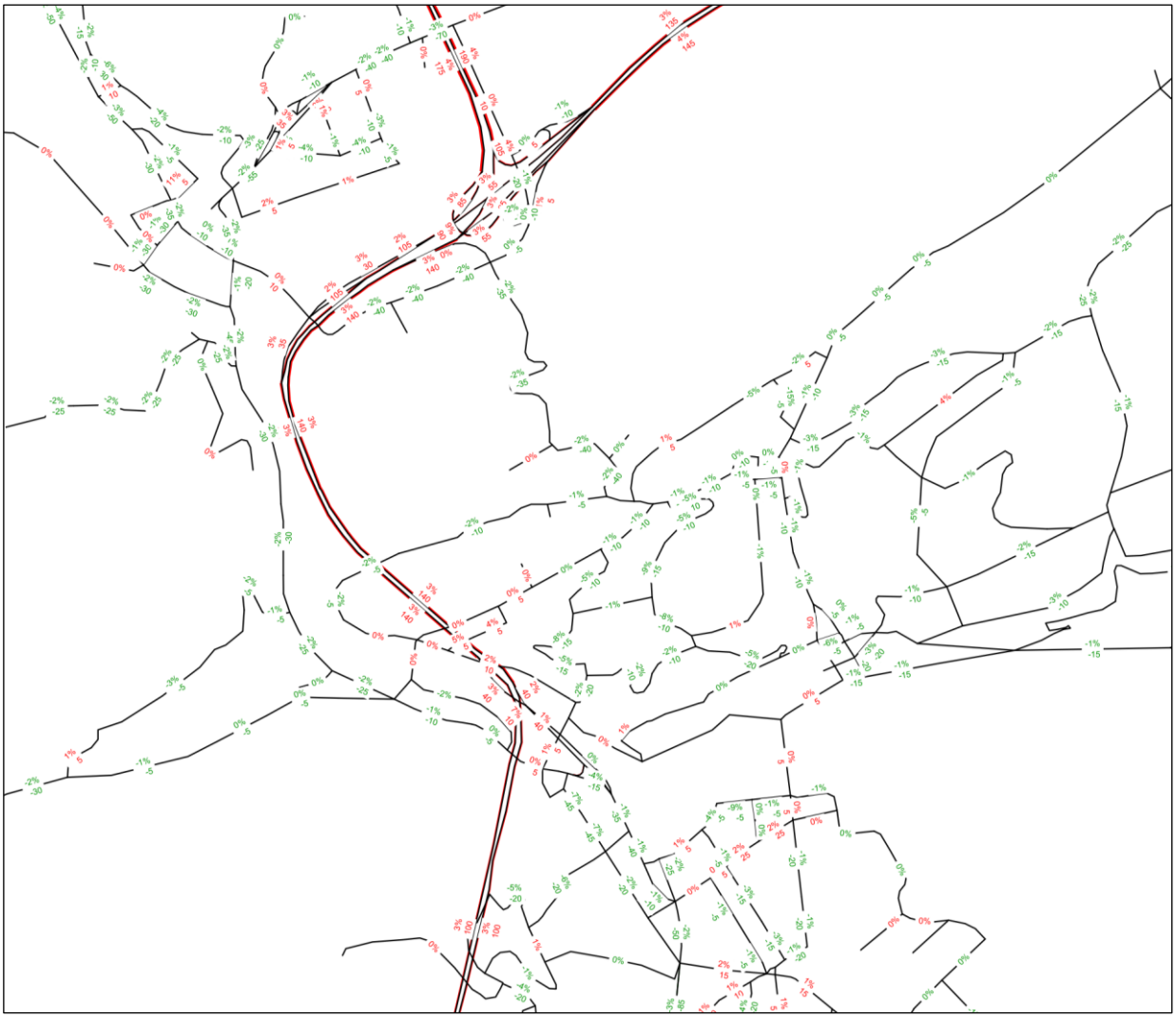


Abbildung 34: Verlagerungen durch angepasste CR-Funktionen für Typ 10 HLS in der ASP 2040

Auf den Autobahnen verkehren ca. 3-5% mehr Fahrzeuge und auf den Einfallsachsen in die Stadt Luzern ca. 1-5% weniger. Die Fahrtenmenge bleibt dabei gleich, durch die höhere Kapazität der Autobahnen reduziert sich der Ausweichverkehr und damit die Zeitverluste, wie das in Tabelle 7 nachvollzogen werden kann.

5.3.2 Nachfragereaktionen auf überlastetes Strassennetz

Die Verkehrszunahme gemäss Roh-Prognose führt wegen der höheren Netzauslastung zu längeren Fahrzeiten, insbesondere in den Spitzenzeiten. Die Verkehrsteilnehmer reagieren mit unterschiedlichen Strategien auf diese «Verschlechterung» ihrer Fahrbeziehung:

a) Andere Routenwahl

b) Anderer Fahrtzeitpunkt ausserhalb der Spitzenstunde

c) Anderes Verkehrsmittel (öV, Velo, kombiniert)

d) Anderes Ziel

Mit Ausnahme von a) führen alle Strategien zu einer veränderten Fahrtenmatrix in der Spitzenstunde, bei b) und c) wird gar die Nachfrage im MIV reduziert.

Als **Schritt 3** der Prognose gemäss Verkehrsmodell Spange Nord Luzern werden mit der Anwendung von Nachfrage-Elastizitäten im MIV auf die Fahrzeit MIV diese Strategien zwar nicht konsistent nachgebildet, es wird jedoch deren Resultat in der Verminderung der Nachfrage in der Spitzenstunde angenähert.

Die Eigenelastizität misst die relative Veränderung in Prozenten der Marktanteile einer bestimmten Alternative in Bezug auf die relative Veränderung eines Attributes derselben Alternative. Als Formel ausgedrückt, wird die Eigenelastizität ε^i_k der Alternative i bezüglich der Änderung des Attributes k zwischen dem Zustand 0 und dem Zustand 1 folgendermassen berechnet:

$$(Eigen) - Elastizität\ \varepsilon_i^k = \frac{dQ_i/Q_i}{dK_i/K_i} \sim \frac{(Q_i^1 - Q_i^0)/Q_i^0}{(K_i^1 - K_i^0)/K_i^0}$$

Formel 2: Formel der Eigenelastizität für einen Zustand 1 im Vergleich zu Zustand 0 (Quelle[1])

In einer Untersuchung[1] des Bundesamtes für Raumentwicklung zur Analyse von Stated-Preference-Studien in der Schweiz werden folgende Empfehlungen für grobe Richtwerte der kurz- und langfristigen Gesamtelastizitäten für die Schweiz gegeben:

- MIV Gesamtelastizität bezüglich MIV-Zeit: -0.40/-0.90

In der vorliegenden Anwendung wurden die Fahrzeiten des Ist-Zustandes und die Fahrzeiten des Prognosezustandes mit der Rohnachfrage für die Nachfragekorrektur jeder einzelnen Beziehung herangezogen (Kenngrössenmatrize Fahrzeit MIV). Es wird eine vorsichtig gewählte Eigenelastizität von -0.4 auf die MIV-Fahrzeit verwendet. Da die Fahrzeitverlängerung nach einer ersten Nachfragereduktion weniger stark ausfällt, wird eine zweite Berechnung mit Vergleich der Fahrzeiten mit Rohnachfrage und mit Fahrzeiten der

[1] Bundesamt für Raumentwicklung ARE (2012), Übersicht zu Stated Preference-Studien in der Schweiz und Abschätzung von Gesamtelastizitäten, Statusbericht 2012

reduzierten Nachfrage durchgeführt und eine erneute, meist etwas rückkorrigierende Berechnung vorgenommen.

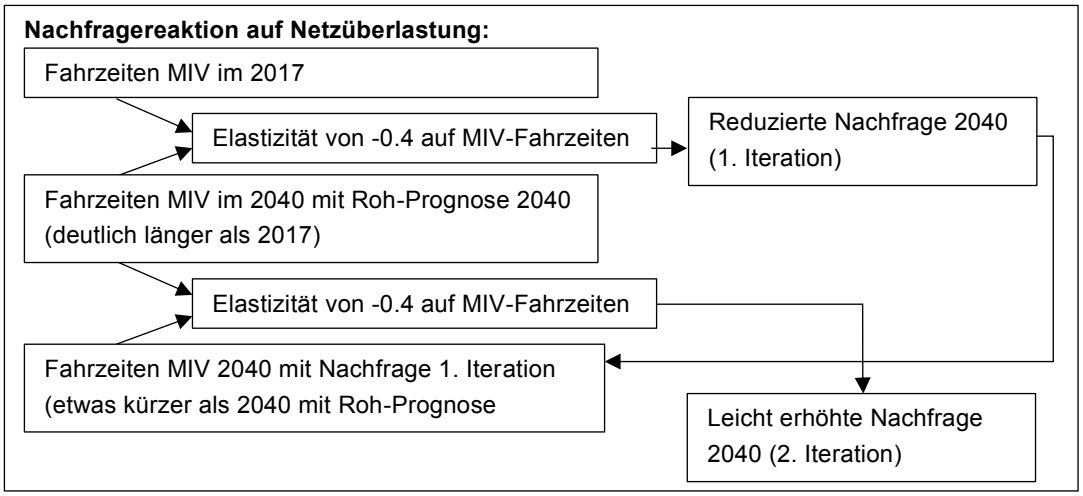


Abbildung 35: Iterationsablauf der Nachfragereduktion mit Elastizitäten-Anwendung

Durch die zweimalige Iteration der Elastizitäten-Anwendung ergeben sich folgende Nachfrageveränderungen[2]:

		Schritt 1	Schritt 2	Schritt 3	
DTV Prognose-Referenzzustand	Ist-Zustand	Rohprognose (Siedlung)	Kapazitäts-funktion	Elastäten 1. Iteration	Elastäten 2. Iteration
Fahrtenzahl	1'099'023	1'363'075	1'363'075	1'338'366	1'341'471
Veränderung zu Ist		24.0%	24.0%	21.8%	22.1%
Fahrleistung	14'694'774	18'515'642	18'538'311	18'538'311	18'318'932
Veränderung zu Ist		26.0%	26.2%	26.2%	24.7%
Fahrzeugstunden	235'613	312'123	308'796	301'862	302'850
Veränderung zu Ist		32.5%	31.1%	28.1%	28.5%

		Schritt 1	Schritt 2	Schritt 3	
ASP Prognose-Referenzzustand	Ist-Zustand	Rohprognose (Siedlung)	Kapazitäts-funktion	Elastäten 1. Iteration	Elastäten 2. Iteration
Fahrtenzahl	103'797	125'806	125'806	115'237	119'714
Veränderung zu Ist		21.2%	21.2%	11.0%	15.3%
Fahrleistung	1'421'075	1'762'620	1'764'687	1'621'094	1'689'396
Veränderung zu Ist		24.0%	24.2%	14.1%	18.9%
Fahrzeugstunden	25'923	39'897	38'776	31'019	34'017
Veränderung zu Ist		53.9%	49.6%	19.7%	31.2%

		Schritt 1	Schritt 2	Schritt 3	
MSP Prognose-Referenzzustand	Ist-Zustand	Rohprognose (Siedlung)	Kapazitäts-funktion	Elastäten 1. Iteration	Elastäten 2. Iteration
Fahrtenzahl	86'758	109'937	109'937	100'490	103'910
Veränderung zu Ist		26.7%	26.7%	15.8%	19.8%
Fahrleistung	1'188'644	1'508'794	1'514'388	1'407'874	1'452'514
Veränderung zu Ist		26.9%	27.4%	18.4%	22.2%
Fahrzeugstunden	20'470	31'704	31'804	25'539	27'353
Veränderung zu Ist		54.9%	55.4%	24.8%	33.6%

Tabelle 7: Veränderung der Nachfrage auf Grund der Elastizitäten-Anwendung

[2] Damit die Veränderungen und Unterschiede besser dokumentiert und nachvollzogen werden können, werden hier und in allen weiteren Prognoseschritten ungerundete Werte und %-Werte mit einer Kommastelle dargestellt. Dies darf aber nicht als Genauigkeitstiefe interpretiert werden, die Ergebnisse werden gerundet.

Aus den Ergebnissen gemäss Tabelle 7 wird gut ersichtlich, wie einerseits die Nachfrage im ersten Schritt stärker nach unten korrigiert wird, als nach dem zweiten. Zudem ist auch ersichtlich, dass der Effekt erwartungsgemäss in den Spitzenstunden stärker greift (-5.9 % in der ASP bzw. -6.9% in der MSP) als im Tagesverkehr (-1.9 %).

Insgesamt ergibt sich im Netz durch die Anwendung der Nachfrageelastizitäten folgende Veränderung in den Streckenbelastungen in der Abendspitzenstunde:

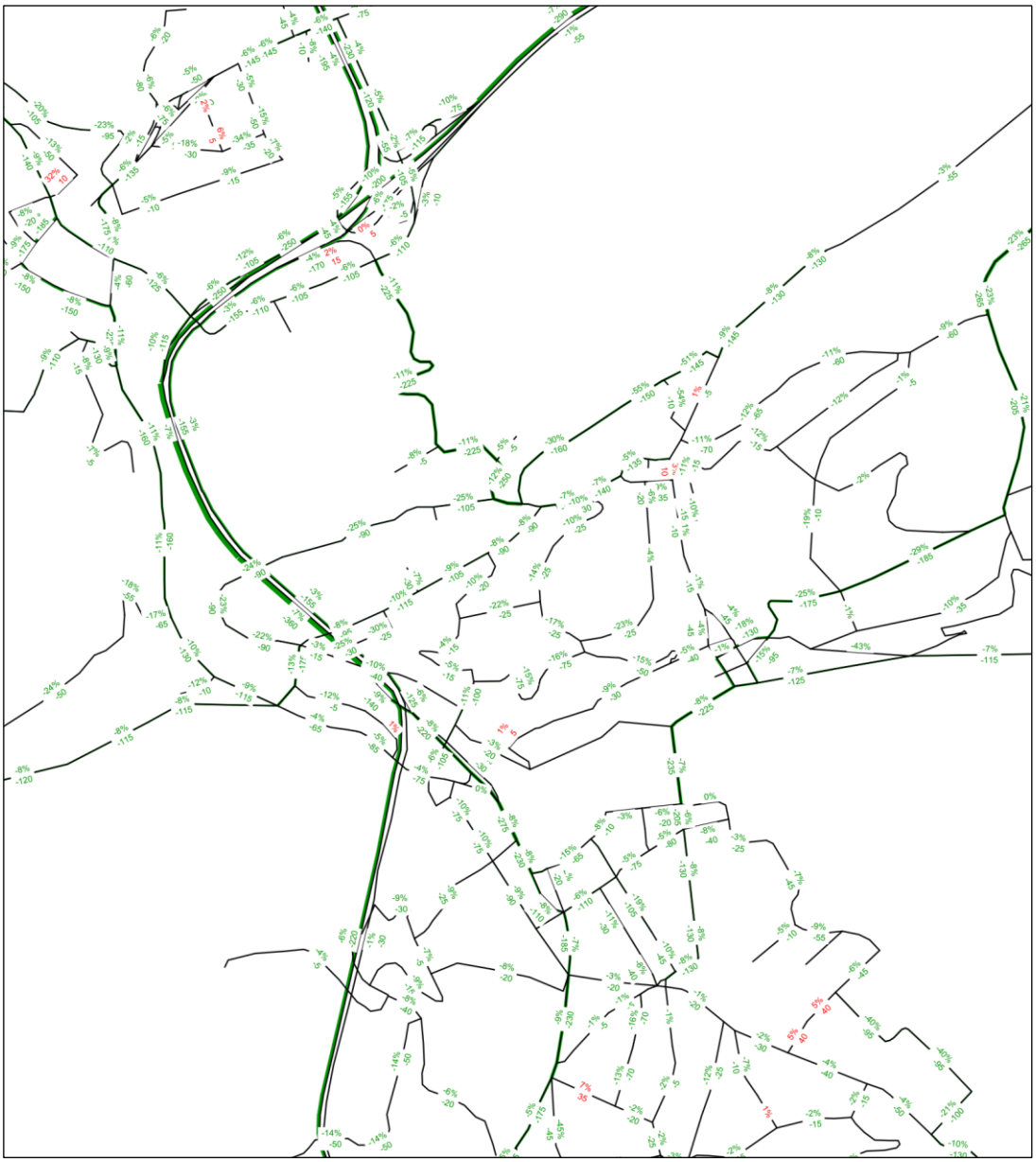


Abbildung 36: Veränderung der Netzbelastung ASP 2040 durch Anwendung Nachfrageelastizitäten

Die Reduktion beträgt je nach Querschnitt zwischen 1% bis über 10%, auf vielen Abschnitten sind es um die 6% weniger.

5.3.3 Berücksichtigung Zuflussdosierung bzw. beschränkter Angebotskapazitäten

Im Verkehrsmodell AP Bypass wurden die beschränkten Kapazitäten an Knoten und Dosierungsstellen für 106 Stellen in der Abendspitze definiert (vgl. Abbildung 37). In der Morgenspitze war dies hingegen nur an 50 Stellen der Fall. Um eine gleichwertige Behandlung der Nachfrage auch in der Morgenspitze zu erhalten, wurden die kapazitätsbeschränkten Stellen der MSP durch diejenigen der ASP ergänzt. Wo die Belastung in der MSP höher war, als der Begrenzungswert in der ASP, wurde von Hand auf Plausibilität geprüft. Stand ein Zählwert MSP zur Verfügung, wurde der Begrenzungswert in der MSP nach oben korrigiert (bei 6 Abschnitten). Total wurden bei der MSP 124 Abschnitte verwendet (vgl. Abbildung 38).

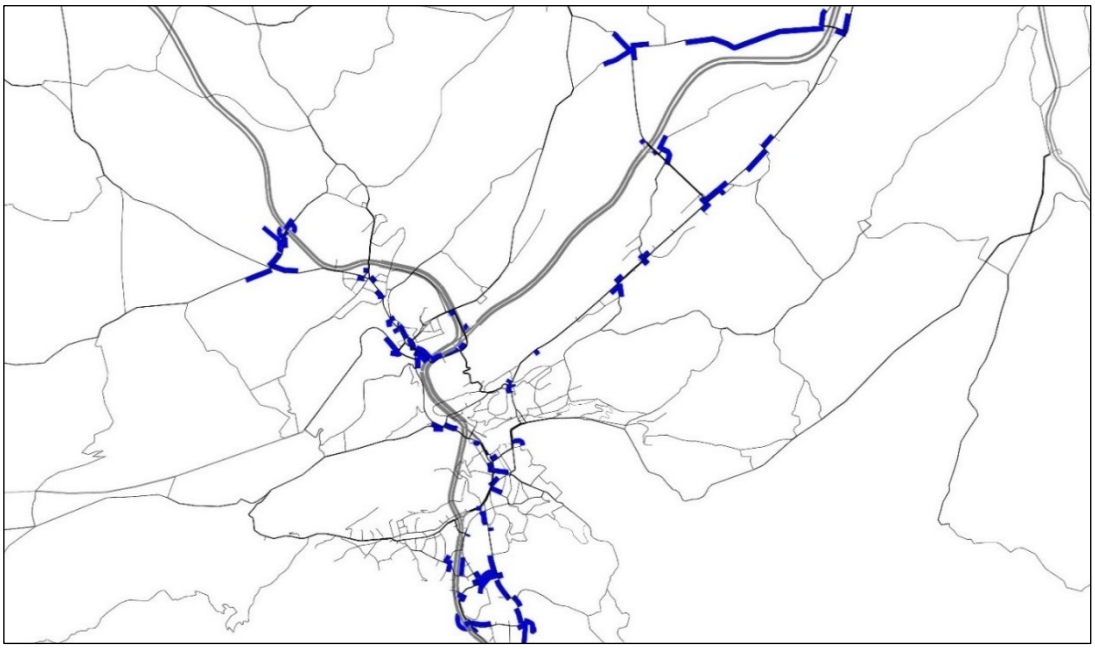


Abbildung 37: Abschnitte mit beschränkter Kapazität in der ASP gemäss Verkehrsmodell AP Bypass



Abbildung 38: Abschnitte mit beschränkter Kapazität in MSP (inkl. ASP) gemäss Verkehrsmodell AP Bypass

Als **Schritt 4** der Prognose gemäss Verkehrsmodell Spange Nord Luzern werden nur die Abschnitte mit Kapazitätsbeschränkungen berücksichtigt, welche auch nach den drei vorhergehenden Schritten noch eine zu hohe Belastung aufweisen. Das sind in der ASP noch 22 Abschnitte, welche total 740 Fz/h zu viel aufweisen (in der MSP 19 Abschnitte mit total 880 Fz/h zu viel). Zur Reduktion der Nachfrage über diese Abschnitte wird eine Kalibration mit Zielwert gemäss der Kapazitätsbeschränkung vorgenommen. Hierzu wird VStrom-Fuzzy angewendet, mit einem engen Toleranzwert von 5% und einem Maximalkorrekturfaktor 5. Damit sich die Fahrtenzahl insgesamt nicht stark ändert, wird als geschätzte Fahrtenzahl die bisherige Summe der Nachfragematrix vorgegeben.

Durch die Reduktionskalibration wird der Nachfrageüberschuss an den identifizierten Abschnitten mehr als halbiert und es ergeben sich noch geringfügige Änderungen in der Gesamtfahrtenzahl in der Nachfragematrix. Insgesamt wird über die vier Schritte die Rohnachfrageprognose in der Abendspitzenstunde um 6.7% (MSP um 8.1%) reduziert (Tabelle 8). Der letzte Schritt macht dabei aber nur geringe 0.8% der Nachfragereduktion in der ASP aus (MSP 1.2%). Die Fahrleistung wird in der ASP insgesamt um 6.2% etwas unterproportional reduziert (MSP 7.3%).

Die Fahrzeugstunden hingegen werden deutlich überproportional reduziert. Die etwas geringere Nachfrage in den kritischen Korridoren relativiert die ursprünglich markante Zunahme der Fahrzeugstunden von +53.9% auf noch +28.8%, womit diese nur noch leicht höher ist, als die Gesamtnachfragezunahme von 14.5%. Auch in der Morgenspitzenstunde verhält sich dies ähnlich.

		Schritt 1	**Schritt 2**	**Schritt 3**		**Schritt 4**
ASP Prognose-Referenzzustand	Ist-Zustand	Rohprognose (Siedlung)	Kapazitäts-funktion	Elastäten 1. Iteration	Elastäten 2. Iteration	Kapazitäten-Beschränkung
Fahrtenzahl	103'797	125'806	125'806	115'237	119'714	118'875
Veränderung zu Ist		21.2%	21.2%	11.0%	15.3%	14.5%
Fahrleistung	1'421'075	1'762'620	1'764'687	1'621'094	1'689'396	1'676'954
Veränderung zu Ist		24.0%	24.2%	14.1%	18.9%	18.0%
Fahrzeugstunden	25'923	39'897	38'776	31'019	34'017	33'379
Veränderung zu Ist		53.9%	49.6%	19.7%	31.2%	28.8%

		Schritt 1	**Schritt 2**	**Schritt 3**		**Schritt 4**
MSP Prognose-Referenzzustand	Ist-Zustand	Rohprognose (Siedlung)	Kapazitäts-funktion	Elastäten 1. Iteration	Elastäten 2. Iteration	Kapazitäten-Beschränkung
Fahrtenzahl	86'758	109'937	109'937	100'490	103'910	102'943
Veränderung zu Ist		26.7%	26.7%	15.8%	19.8%	18.7%
Fahrleistung	1'188'644	1'508'794	1'514'388	1'407'874	1'452'514	1'428'044
Veränderung zu Ist		26.9%	27.4%	18.4%	22.2%	20.1%
Fahrzeugstunden	20'470	31'704	31'804	25'539	27'353	26'514
Veränderung zu Ist		54.9%	55.4%	24.8%	33.6%	29.5%

Tabelle 8: Veränderung der Nachfrage durch die vier Prognose-Anpassungsschritte in der ASP und MSP 2040

Im Strassennetz sind die Nachfragereduktionen des letzten Anpassungsschrittes sehr dispers verteilt.

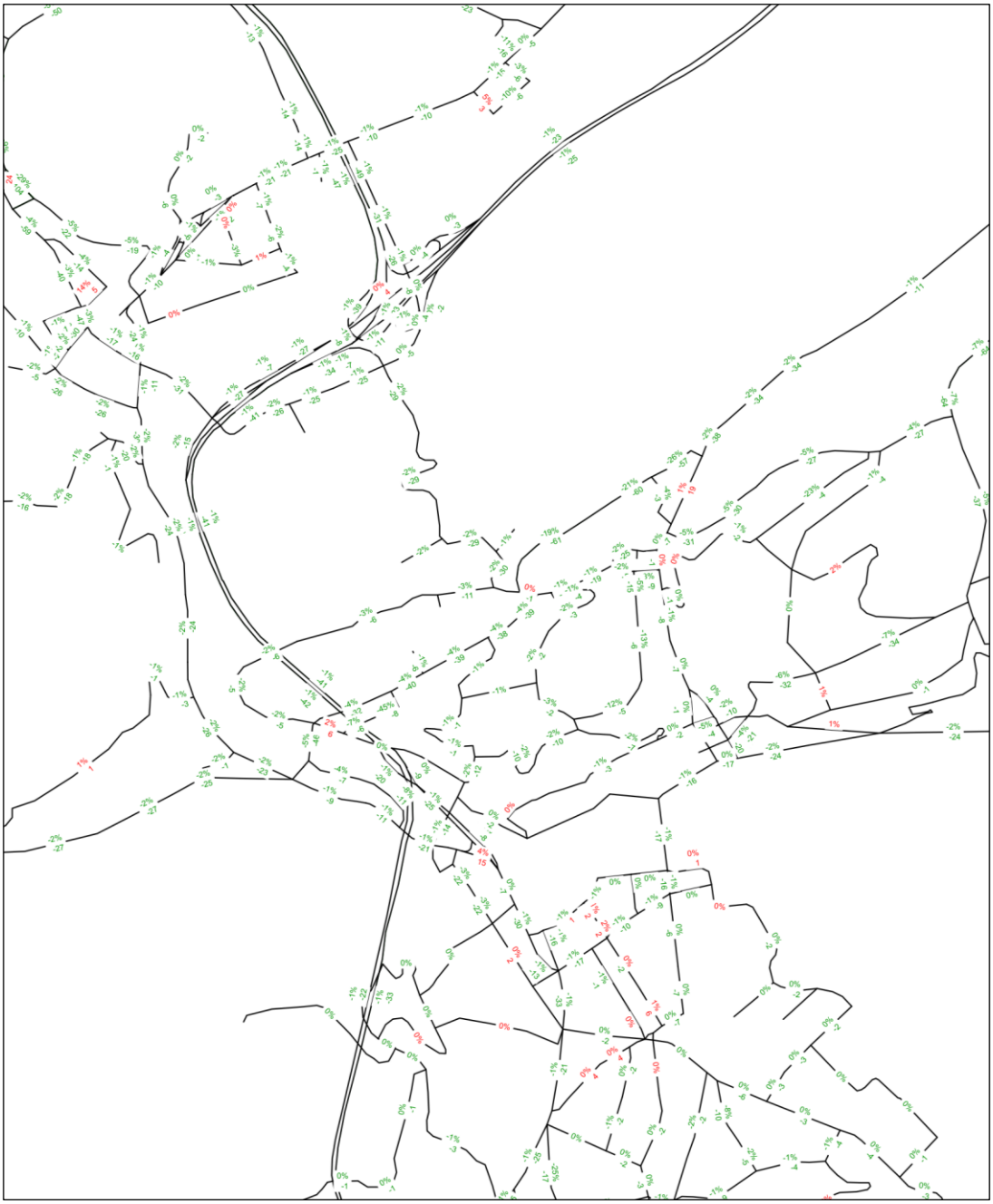


Abbildung 39: Veränderungen der Netzbelastung auf Grund der Kapazitätsbeschränkungen in der ASP

5.4 Ergebnisse für Modell-Prognose-Zustand 2040

5.4.1 Verkehrszuwächse 2017 – 2040

Tagesverkehr DTV 2040

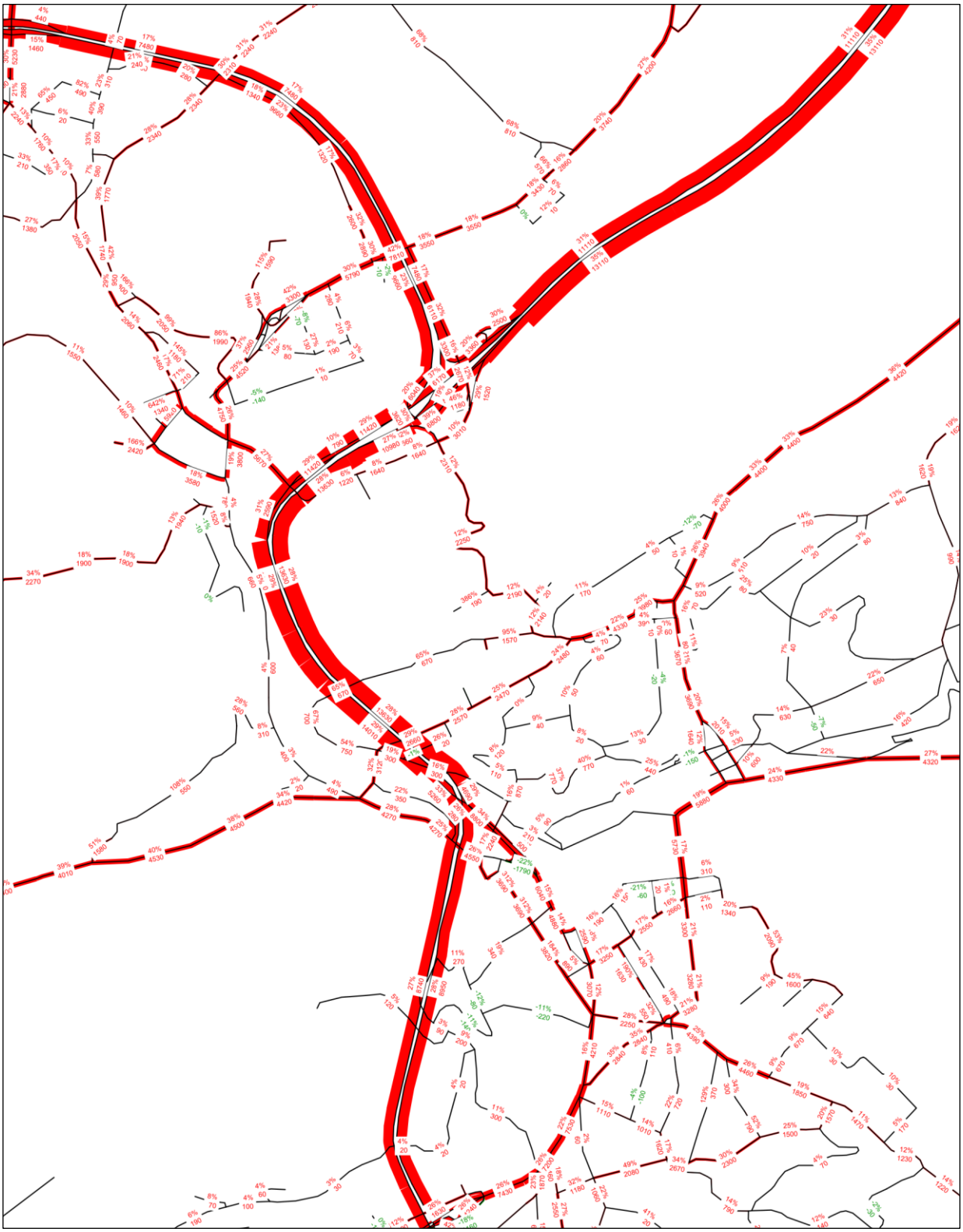


Abbildung 40: Verkehrszuwächse 2017 – 2040 im DTV (rot=Zunahme, grün=Abnahme)

Abendspitzenstunde ASP 2040

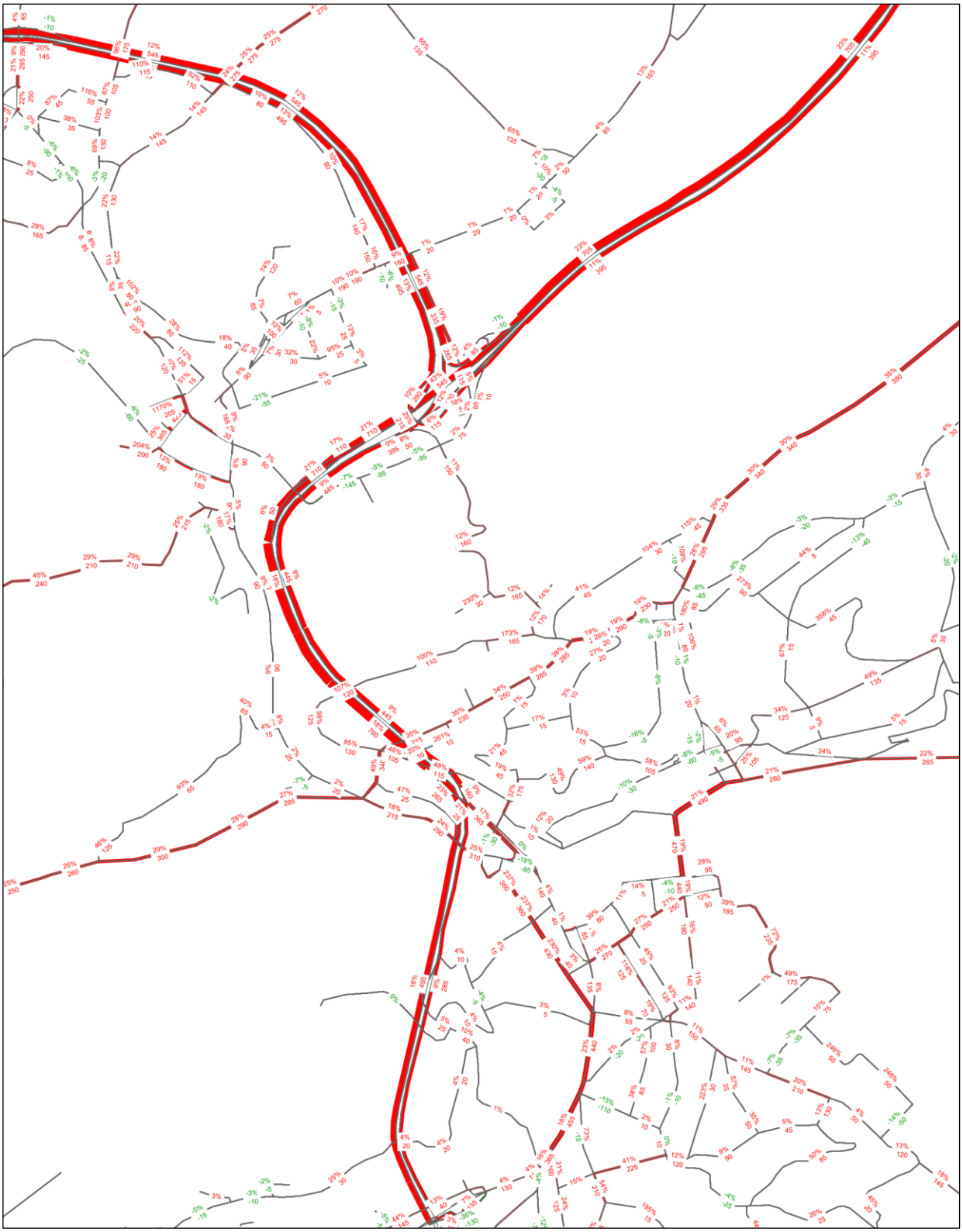


Abbildung 41: Verkehrszuwächse 2017 – 2040 in der ASP (rot=Zunahme, grün=Abnahme)

Morgenspitzenstunde MSP 2040

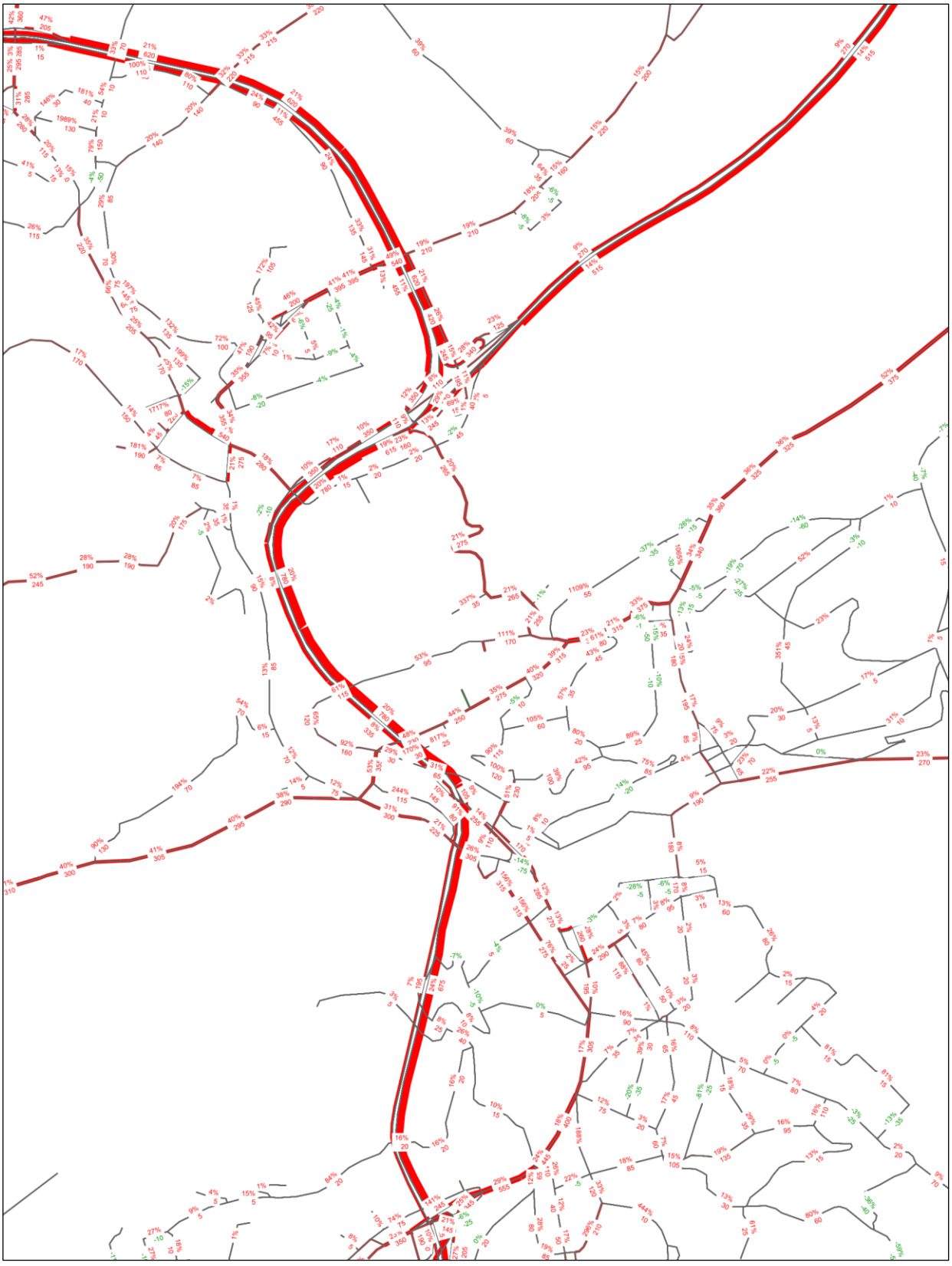


Abbildung 42: Verkehrszuwächse 2017 – 2040 in der MSP (rot=Zunahme, grün=Abnahme)

5.4.2 Belastungen 2040

Tagesverkehr DTV 2040



Abbildung 43: Verkehrsbelastungen 2040 im DTV (Prognose «bewältigbar»)

Abendspitzenstunde ASP 2040

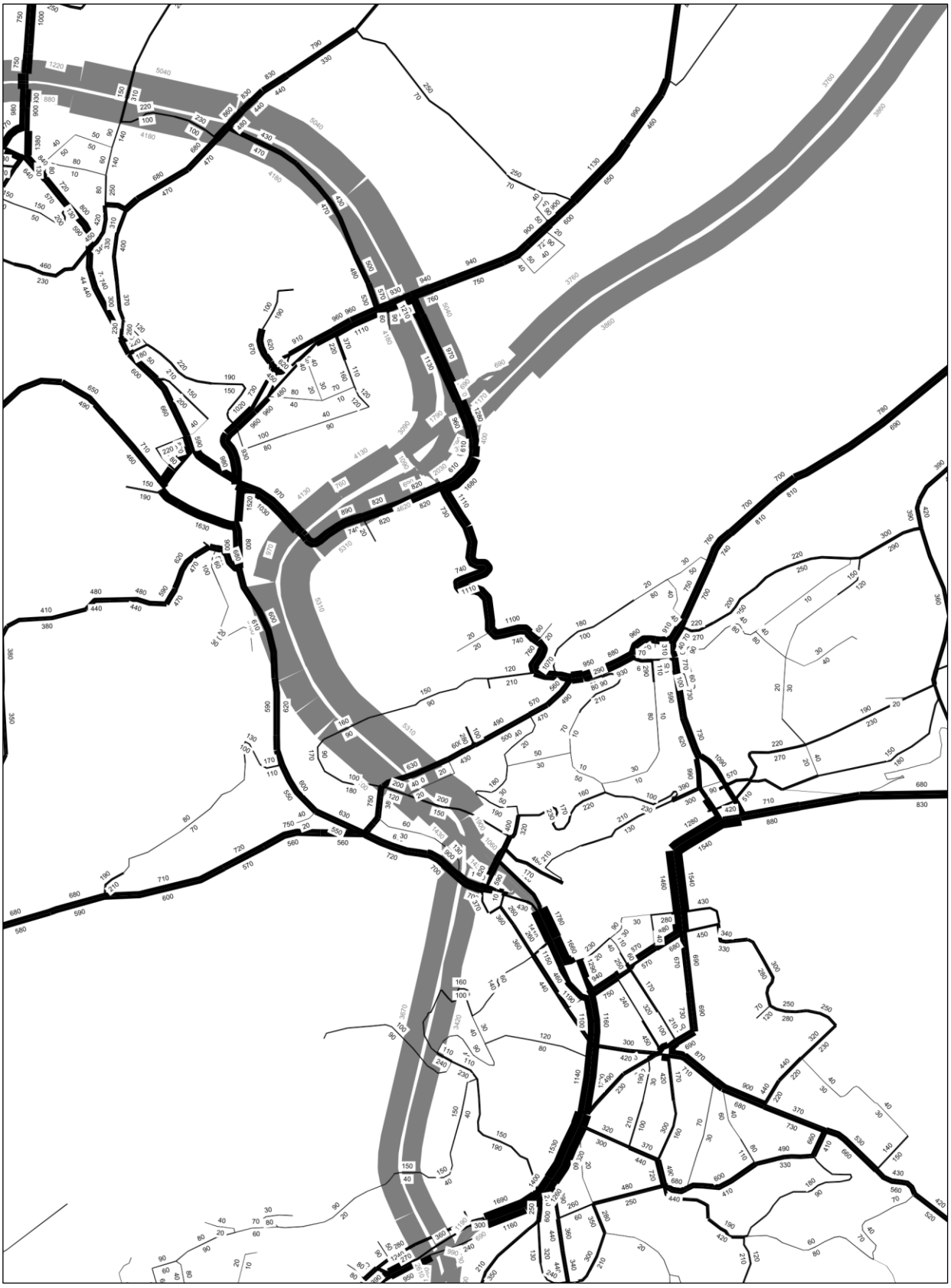


Abbildung 44: Verkehrsbelastungen 2040 in der ASP (Prognose «bewältigbar»)

Morgenspitzenstunde MSP 2040

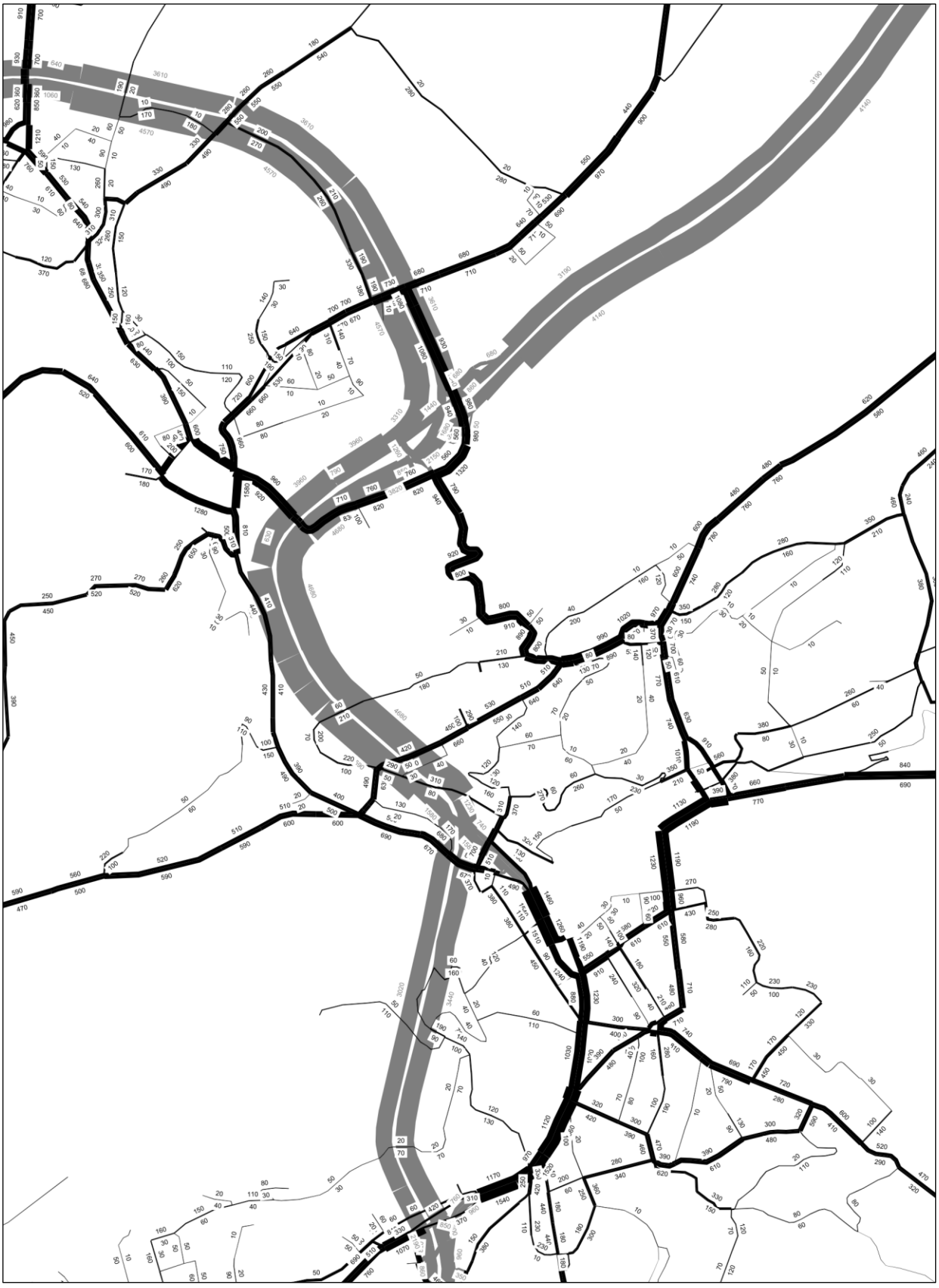


Abbildung 45: Verkehrsbelastungen 2040 in der MSP (Prognose «bewältigbar»)

5.5 Plausibilisierung Ergebnisse Prognose-Zustand

Die durch den erläuterten Berechnungsgang über 3-4 Schritten resultierenden Prognosen werden bezüglich Verkehrserzeugungsraten, Spitzenstundenanteile plausibilisiert.

Für den DTV bleibt die Verteilung der Verkehrserzeugungsraten pro Kopf (Einwohner und Beschäftigte) praktisch gleich. Einzig bei den Zonen mit höherer Verkehrserzeugung verringert sich diese durch die Prognoseberechnung mit beschränkten Kapazitäten erwartungsgemäss etwas:

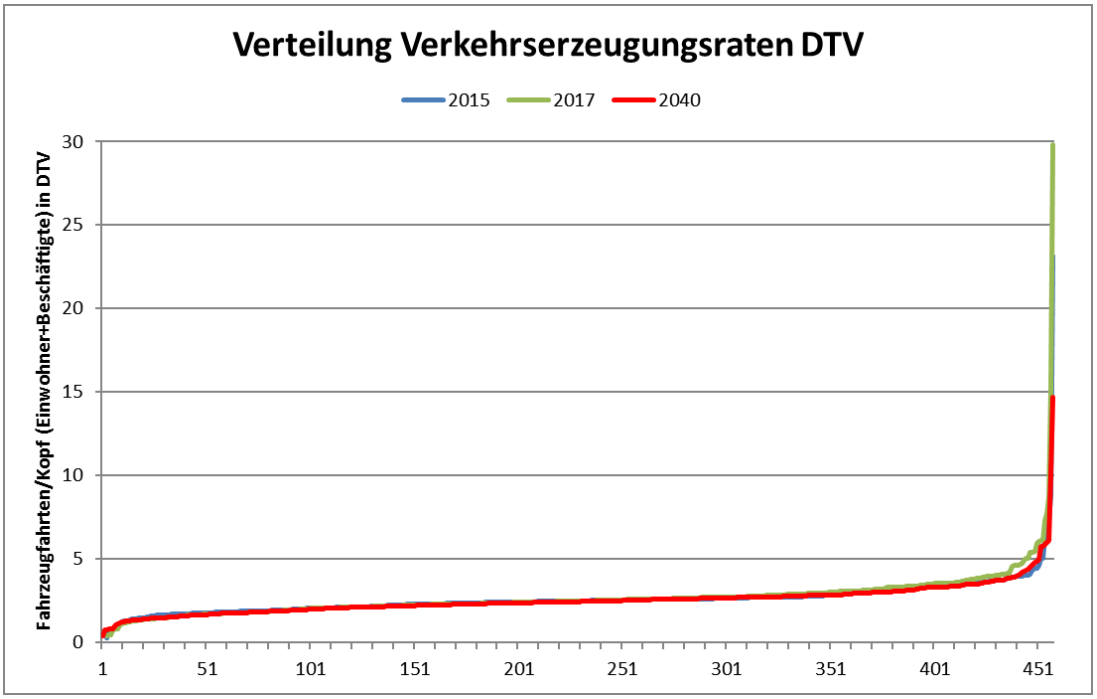


Abbildung 46: Vergleich der Verteilung der Verkehrserzeugungsraten pro Kopf im DTV der Modelle AP 2015, Spangen Nord 2017 und Spange Nord 2040

In der Abendspitzenstunde ist der Effekt erwartungsgemäss noch etwas ausgeprägter, insgesamt bleibt die Verteilung aber für praktisch alle Verkehrsmodellzonen gleich.

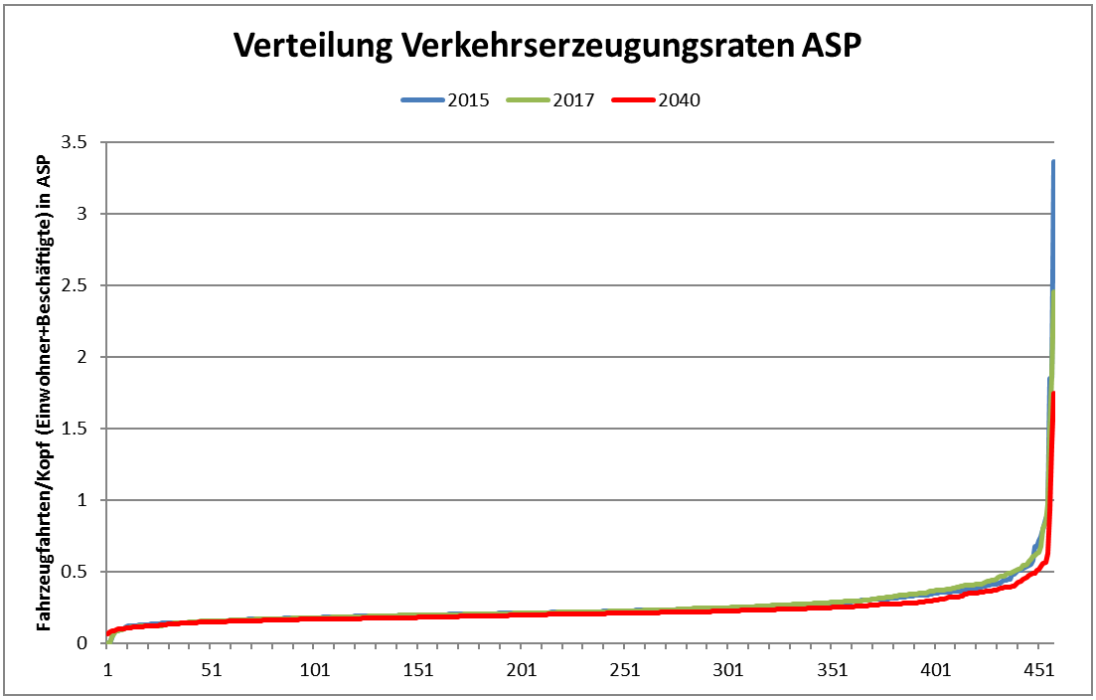


Abbildung 47: Vergleich der Verteilung der Verkehrserzeugungsraten pro Kopf in der ASP der Modelle AP 2015, Spangen Nord 2017 und Spange Nord 2040

Auch die Verteilungen der Anteile der Spitzenstunden am DTV verändern sich kaum, sie sind in der Abendspitzenstunde geringfügig kleiner und zusätzlich wurde extrem hohe Anteile auf ein plausibles Mass reduziert.

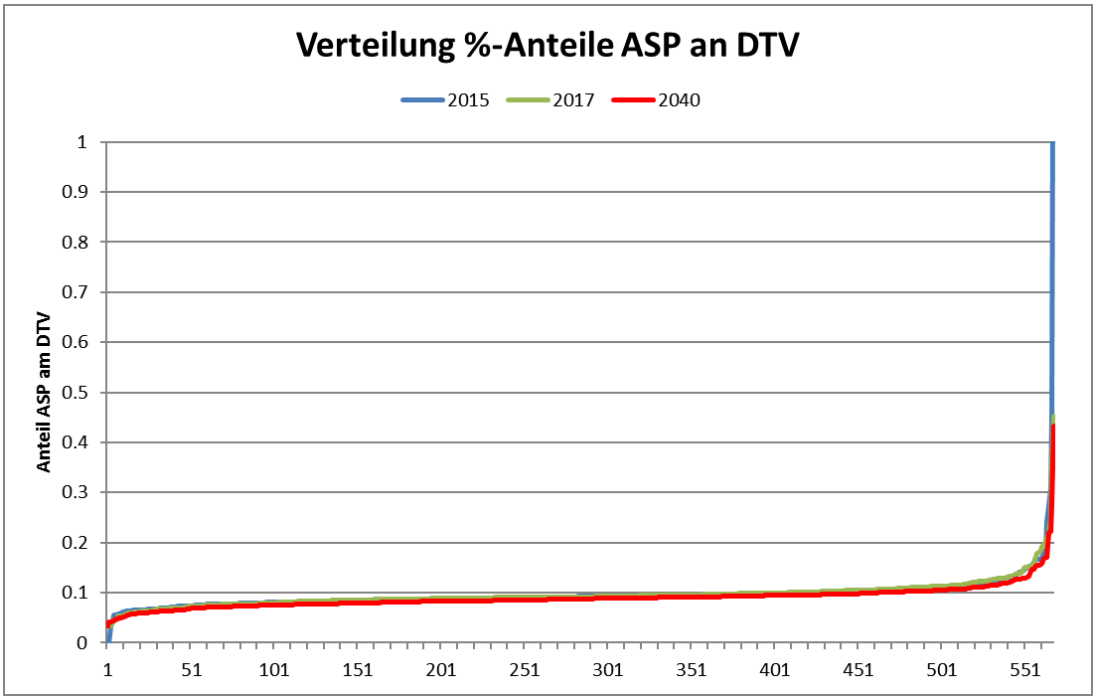


Abbildung 48: Vergleich der Verteilung der Abendspitzenstundenanteile am DTV der Modelle AP 2015, Spangen Nord 2017 und Spange Nord 2040

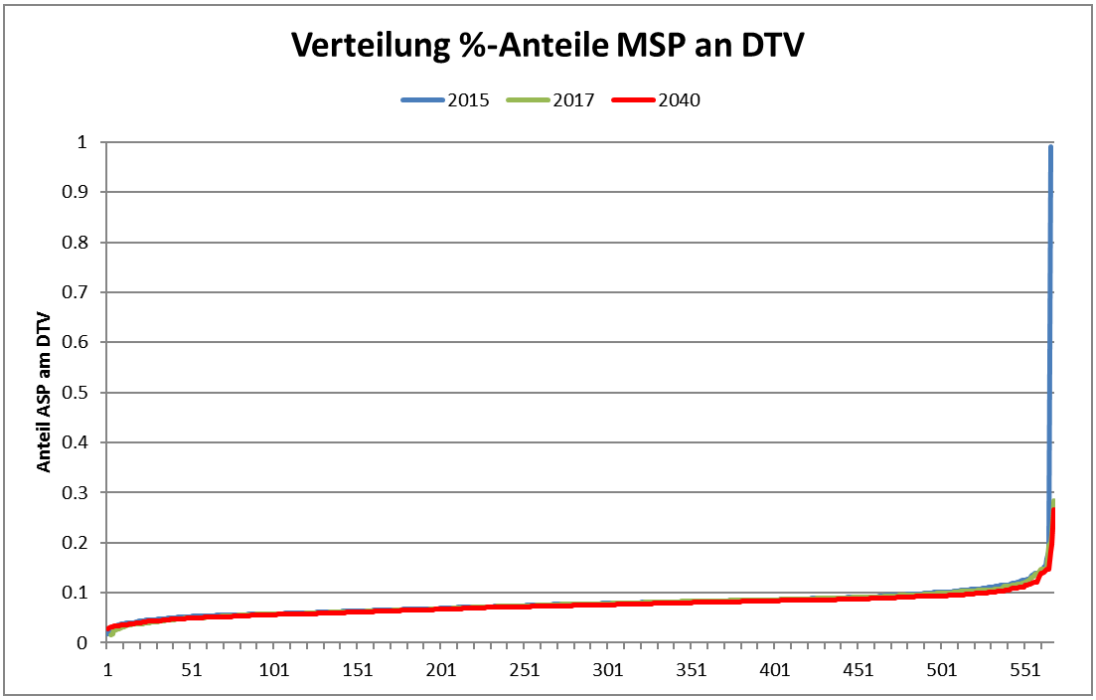


Abbildung 49: Vergleich der Verteilung der Morgenspitzenstundenanteile am DTV der Modelle AP 2015, Spangen Nord 2017 und Spange Nord 2040

5.6 Vergleich mit bisheriger Prognose Modell AP Bypass 2040

Neben dem Vergleich der Streckenbelastungen (vgl. hierzu Abbildung 67) ist auch der Vergleich von ausgewählten Streckenspinnen aufschlussreich über veränderte Verkehrsströme in der Prognose 2040.

Die **Wunschlinienspinne im Querschnitt A2 Reussegg** zeigt westlich der A2 kaum Unterschiede zwischen den Modellen, die Anteile liegen in einem vergleichbaren Bereich. Östlich der A2 sind hingegen leichte Unterschiede feststellbar: Im neuen Modell Spange Nord ist der Anteil zur A14 4% geringer und die Bedeutung der Seebrücke und des Sedels ist in Bezug auf die A2 im Querschnitt Reussegg nur ca. halb so gross.

Wunschlinien A2 Reussegg

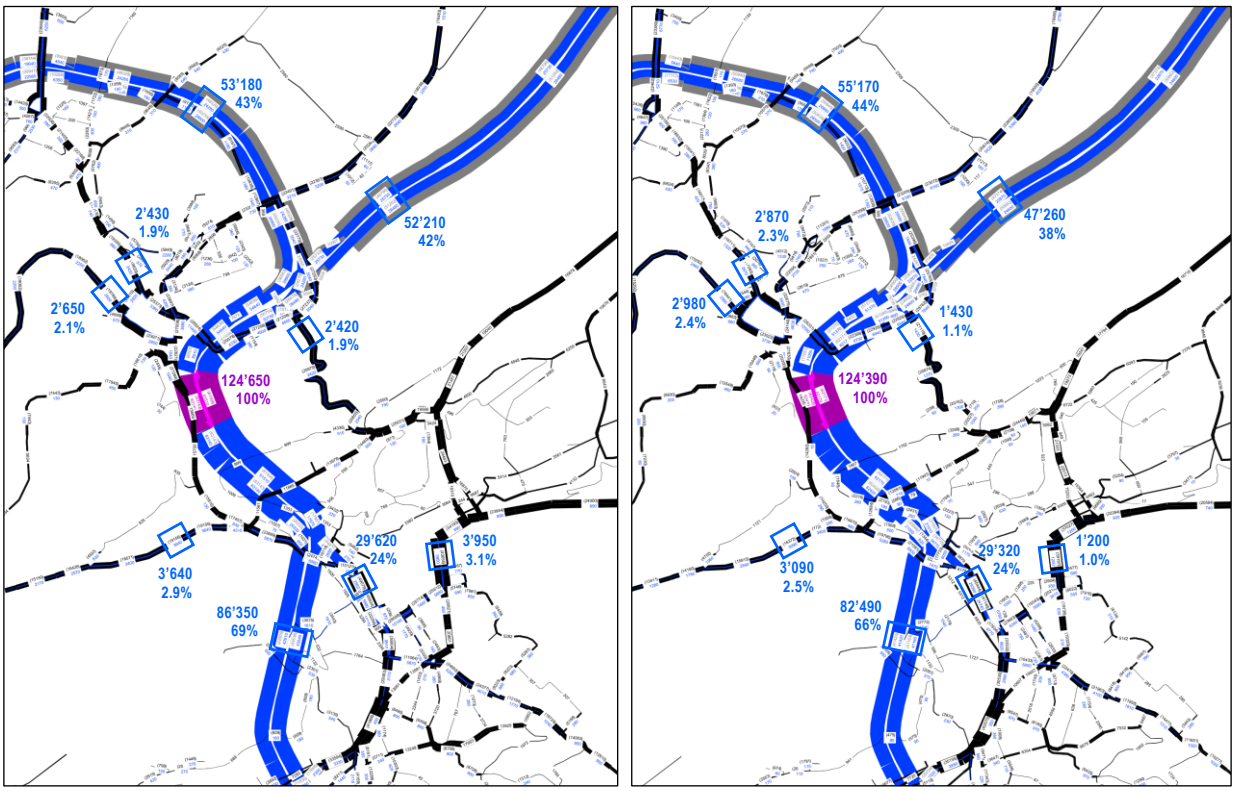


Abbildung 50: Vergleich der Wunschlinienspinnen im Querschnitt A2 Reussegg im DTV gemäss Modell AP Bypass 2040 (l.) und Modell Spange Nord 2040 (r.)

Wunschlinien K13 Littau

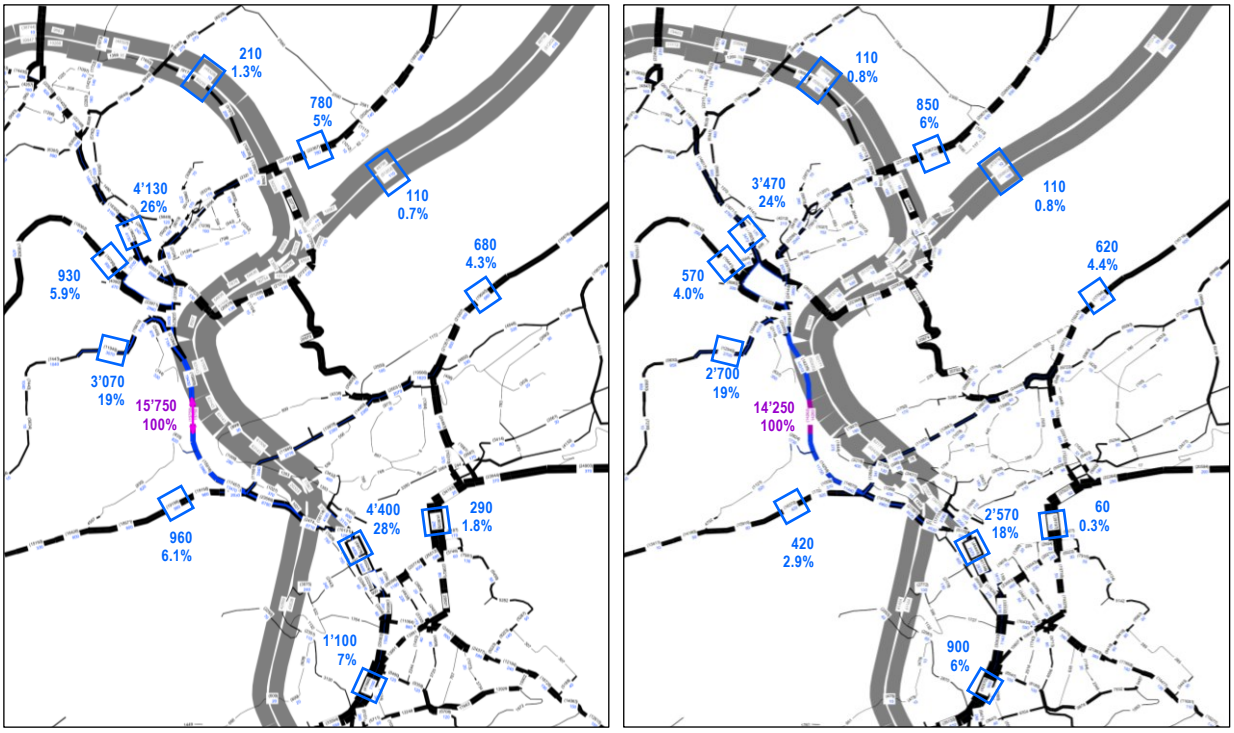


Abbildung 51: Vergleich der Wunschlinienspinnen im Querschnitt K13 Littau im DTV gemäss Modell AP Bypass 2040 (l.) und Modell Spange Nord 2040 (r.)

Im **Querschnitt K13 Littau** gibt es bereits in der Verkehrsmenge einen Unterschied von 10% weniger Verkehr in der neuen Prognose. Die Anteile der Wunschlinien sind für die nördliche Seite hingegen praktisch gleich zur älteren Prognose, jedoch ist der Anteil via Anschluss Zentrum und Seebrücke deutlich geringer, ebenso zur Bernstrasse. Südlich zur Obergrundstrasse ist der Anteil wiederum praktisch gleich.

Wunschlinien Rosenberg (Friedentalstrasse)

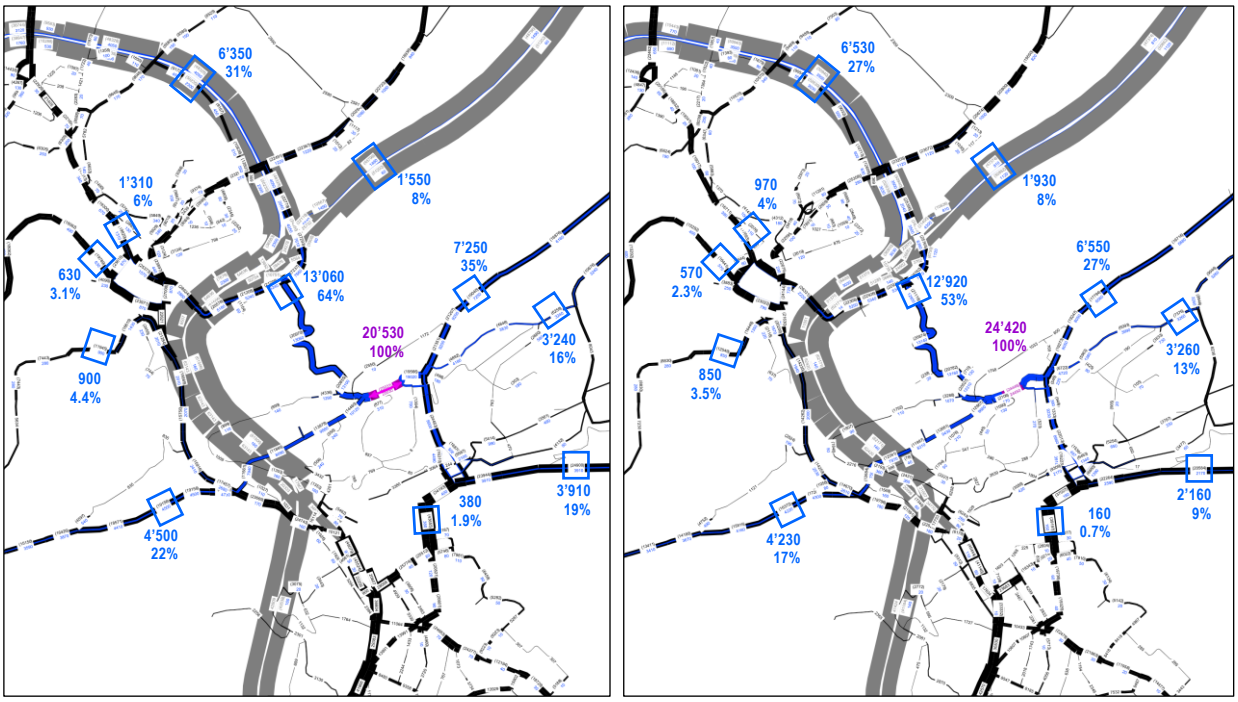


Abbildung 52: Vergleich der Wunschlinienspinnen im Querschnitt Rosenberg (Friedentalstr.) im DTV gemäss Modell AP Bypass 2040 (l.) und Modell Spange Nord 2040 (r.)

Im **Querschnitt Rosenberg (Friedentalstrasse)** gibt es bereits in der Verkehrsmenge einen Unterschied von 19% mehr Verkehr in der neuen Prognose. Die Anteile der Wunschlinien sind aber generell nach aussen etwas geringer, d.h. der Anteil Binnenverkehr ist etwas grösser.

6 Untersuchungsfälle

6.1 ZMB-Referenzzustand

Der Referenzzustand der ZMB-Spange Nord unterscheidet sich vom Modell-Referenzzustand um folgende Infrastrukturausbauten:

- Bypass Luzern
- Ausbauten A2 und A14 nördlich und südlich des Bypasses

Da durch den Bypass und die Ausbauten auf der A2 und A14 mehr Kapazität zur Verfügung steht, kann sich die «bewältigbare Nachfrageprognose» auf einem etwas höheren Niveau einstellen als bei Modell-Prognose-Zustand ohne Netzausbauten. Daher wird für diesen Untersuchungsfall die Prognoseberechnung gemäss den Kapiteln 5.2 und 5.3 mit den 3 bzw. 4 Schritten vorgenommen. Die Nachfrage und Verkehrsleistung durch die Ausbauten am Autobahnsystem verändert sich dabei wie folgt:

		Modell 2040		ZMB-Ref. 2040	
DTV Prognose-Referenzzustand	Ist-Zustand	Rohprognose (Siedlung)	Prognose Modell-Ref	Rohprognose (Siedlung)	Prognose "bewältigb."
Fahrtenzahl	1'099'023	1'363'075	1'341'471	1'363'075	1'343'701
Veränderung zu Ist		24.0%	22.1%	24.0%	22.3%
Fahrleistung	14'694'774	18'538'311	18'318'932	18'542'542	18'375'378
Veränderung zu Ist		26.2%	24.7%	26.2%	25.0%
Fahrzeugstunden	235'613	308'796	302'850	306'678	301'908
Veränderung zu Ist		31.1%	28.5%	30.2%	28.1%

		Modell 2040		ZMB-Ref. 2040	
ASP Prognose-Referenzzustand	Ist-Zustand	Rohprognose (Siedlung)	Prognose Modell-Ref	Rohprognose (Siedlung)	Prognose "bewältigb."
Fahrtenzahl	103'797	125'806	118'875	125'806	118'431
Veränderung zu Ist		21.2%	14.5%	21.2%	14.1%
Fahrleistung	1'421'075	1'764'687	1'676'954	1'767'210	1'673'839
Veränderung zu Ist		24.2%	18.0%	24.4%	17.8%
Fahrzeugstunden	25'923	38'776	33'379	37'306	32'225
Veränderung zu Ist		49.6%	28.8%	43.9%	24.3%

		Modell 2040		ZMB-Ref. 2040	
MSP Prognose-Referenzzustand	Ist-Zustand	Rohprognose (Siedlung)	Prognose Modell-Ref	Rohprognose (Siedlung)	Prognose "bewältigb."
Fahrtenzahl	86'758	109'937	102'943	109'938	103'461
Veränderung zu Ist		26.7%	18.7%	26.7%	19.3%
Fahrleistung	1'188'644	1'514'388	1'428'044	1'513'950	1'438'974
Veränderung zu Ist		27.4%	20.1%	27.4%	21.1%
Fahrzeugstunden	20'470	31'804	26'514	30'749	26'354
Veränderung zu Ist		55.4%	29.5%	50.2%	28.7%

Tabelle 9: Veränderung Fahrtenzahl und Verkehrsleistung durch Bypass (ZMB-Referenzfall)

Im Vergleich zum Modell-Prognose-Zustand ohne Infrastrukturausbauten ist die Nachfrage im DTV um 0.2% und in der Morgenspitze um 0.6% höher, jedoch in der ASP um 0.4% geringer. Die Fahrzeugstunden sind aber durch den Infrastrukturausbau sowohl im DTV wie auch in der ASP und MSP geringer, die Fahrleistung jedoch tendenziell etwas höher (Umwege über schnellere Autobahn). Dass die Nachfrage in der Abendspitzenstunde trotz Kapazitätsausbau nicht zunimmt, hat u.a. die Ursache, dass durch die erhöhte Kapazität (Bypass, Stadtautobahn und auch im Rontal) auf der A14 eine Rückverlagerung von be-

reits ausserhalb des Kantons Luzern verdrängten Fahrten, nun mit Bypass zurück über die A14 – A2 stattfindet. Dies führt zu grösseren Belastungen (und höhere Überlastung) zwischen der Verzweigung Rotkreuz und Gisikon/Root bis Buchrain als im Zustand ohne Projekt.

Wie der Abbildung 53 zu entnehmen ist, findet in erster Linie die Umlagerung von der bestehenden Stadtautobahn auf den neuen Bypass statt. Durch den Ausbau der A14 findet in zweiter Linie auch eine Umlagerung von Ausweichverkehr zurück auf die A14 statt, womit die K17 um ca. 10% entlastet wird. Ansonsten sind die Entlastungen sehr dispers im Netz verteilt und liegen meist unter 10% (z.B. Seebrücke -3%). Einzig auf der Obergrundstrasse wird abschnittsweise über 10% entlastet.

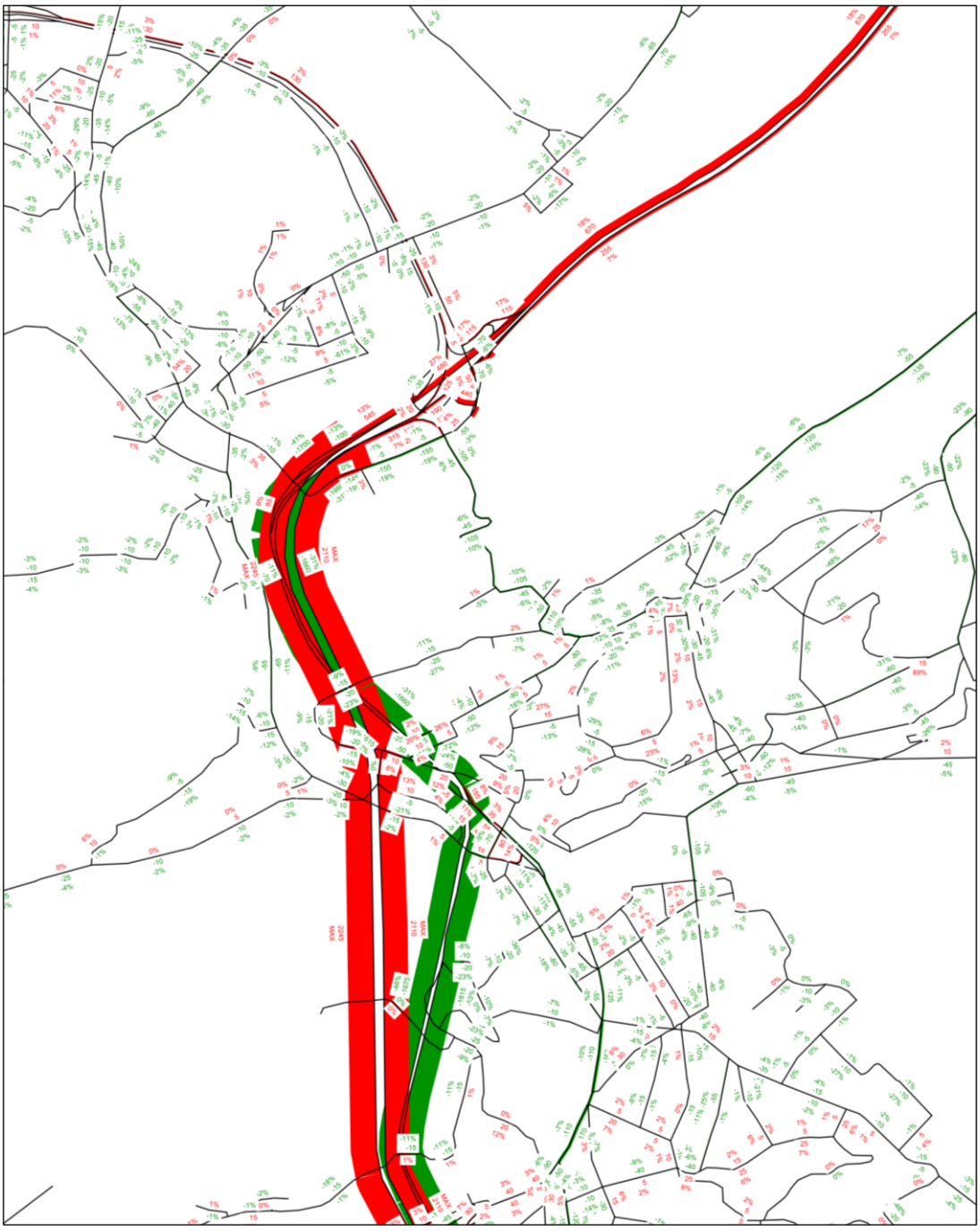


Abbildung 53: Verlagerung durch den Bypass im Vergleich zum Modell-Prognosezustand in der ASP 2040

Im DTV sind die Verlagerungen ausserhalb der Autobahn noch geringer. Ohne weitere Massnahmen dient der Bypass praktisch nur dem (durchgehenden) Autobahnverkehr.

6.2 Zustand nur öV-Massnahmen/flankierende Massnahmen

In der ZMB Spange Nord wird auch ein Zustand mit Bypass nur mit Einrichtung der durchgehenden Busspur von Kriens bis Luzernerhof mit der entsprechenden Kapazitätsreduktion beim MIV betrachtet (öV-Massnahme). Dies stellt eine «Variante 0+» dar.

Durch die Kapazitätsreduktion in der Stadt durch die öV-Massnahme bei gleichzeitig mehr Kapazität durch den Bypass und die Ausbauten auf der A2 und A14 werden sich umfangreichere Umlagerungen einstellen. Die «bewältigbare Nachfrageprognose» stellt sich dabei auf einem etwas tieferen Niveau ein, als bei Modell-Referenz-Zustand ohne Netzausbauten. Der Nachfragezuwachs ab dem Ist-Zustand beträgt nur 21.5% statt 22.1% im DTV, in der Abendspitze beträgt der Rückgang gar 0.8% und in der Morgenspitze 0.4%.

Die Nachfrage und Verkehrsleistung verändert sich durch die Kapazitätsreduktion in der Stadt Luzern wie folgt:

		Modell 2040		ZMB-Null+ 2040	
DTV Prognose-Referenzzustand	Ist-Zustand	Rohprognose (Siedlung)	Prognose Modell-Ref	Rohprognose (Siedlung)	Prognose "bewältigb."
Fahrtenzahl	1'099'023	1'363'075	1'341'471	1'363'075	1'335'610
Veränderung zu Ist		24.0%	22.1%	24.0%	21.5%
Fahrleistung	14'694'774	18'538'311	18'318'932	18'583'123	18'365'490
Veränderung zu Ist		26.2%	24.7%	26.5%	25.0%
Fahrzeugstunden	235'613	308'796	302'850	310'222	302'954
Veränderung zu Ist		31.1%	28.5%	31.7%	28.6%

		Modell 2040		ZMB-Null+ 2040	
ASP Prognose-Referenzzustand	Ist-Zustand	Rohprognose (Siedlung)	Prognose Modell-Ref	Rohprognose (Siedlung)	Prognose "bewältigb."
Fahrtenzahl	103'797	125'806	118'875	125'806	118'017
Veränderung zu Ist		21.2%	14.5%	21.2%	13.7%
Fahrleistung	1'421'075	1'764'687	1'676'954	1'771'026	1'685'552
Veränderung zu Ist		24.2%	18.0%	24.6%	18.6%
Fahrzeugstunden	25'923	38'776	33'379	38'078	32'799
Veränderung zu Ist		49.6%	28.8%	46.9%	26.5%

		Modell 2040		ZMB-Null+ 2040	
MSP Prognose-Referenzzustand	Ist-Zustand	Rohprognose (Siedlung)	Prognose Modell-Ref	Rohprognose (Siedlung)	Prognose "bewältigb."
Fahrtenzahl	86'758	109'937	102'943	109'938	102'653
Veränderung zu Ist		26.7%	18.7%	26.7%	18.3%
Fahrleistung	1'188'644	1'514'388	1'428'044	1'515'791	1'435'748
Veränderung zu Ist		27.4%	20.1%	27.5%	20.8%
Fahrzeugstunden	20'470	31'804	26'514	31'264	26'286
Veränderung zu Ist		55.4%	29.5%	52.7%	28.4%

Tabelle 10: Veränderung Fahrtenzahl und Verkehrsleistung durch öV-Massnahme (ZMB-Variante Null+)

Die Fahrleistung nimmt durch die Verlagerungen sowohl im DTV wie in der ASP zu, die Fahrzeugstunden bleiben im DTV gleich, in der ASP nehmen sie dank dem Autobahnausbau etwas weniger stark zu.

Wie der Abbildung 54 zu entnehmen ist, dominieren zwei Effekte: Die Umlagerung von der bestehenden Stadtautobahn auf den neuen Bypass und die Verlagerung des Verkehrs von der öV-Achse auf die Autobahn. Durch den Ausbau der A14 findet zudem auch eine Umlagerung von Ausweichverkehr zurück auf die A14 statt, womit die K17 um ca. 15% entlastet wird. Die Entlastung entlang der öV-Achse ist entsprechend der Kapazitätsreduktion bedeutend und beträgt um die 50%.

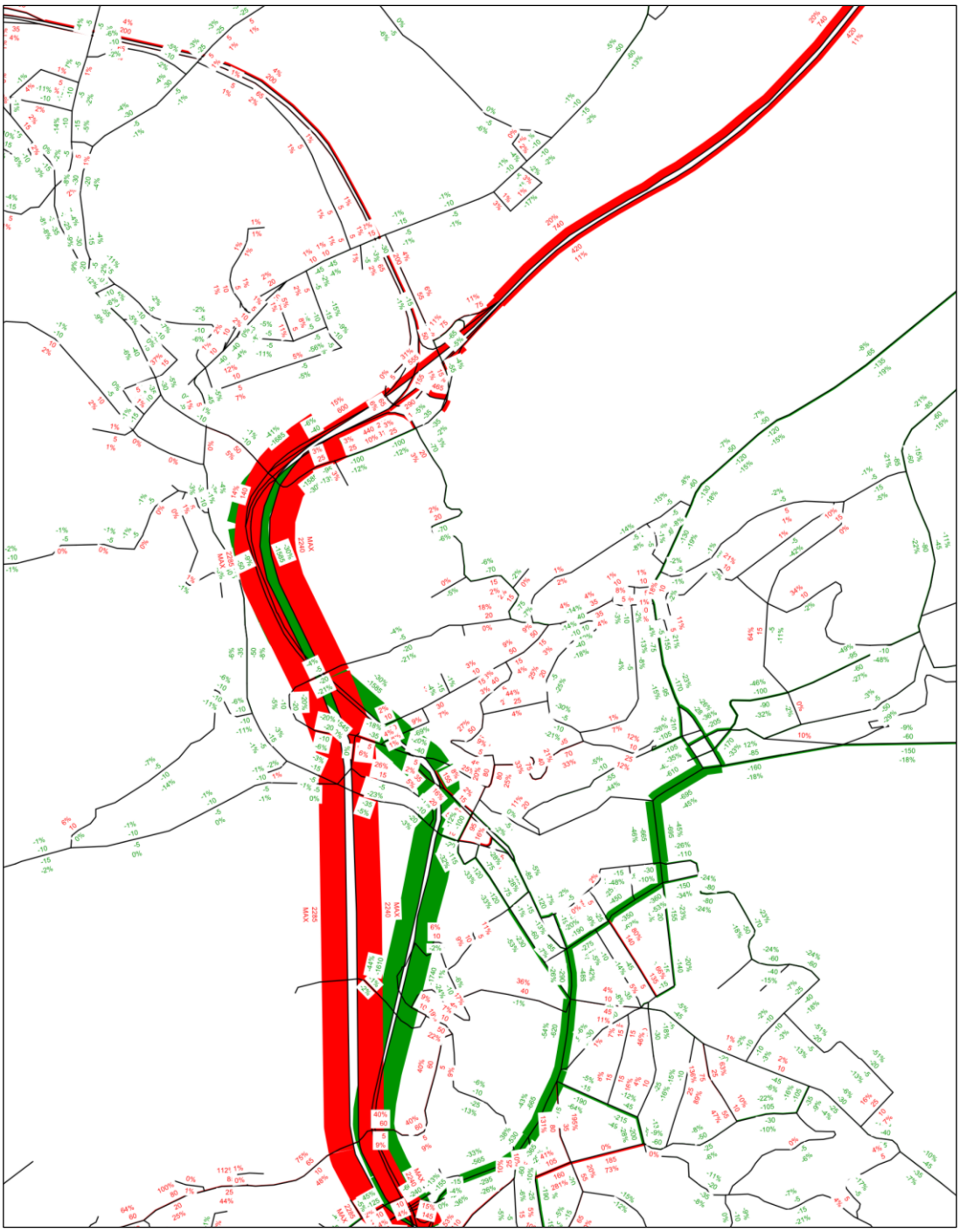


Abbildung 54: Verlagerung durch den Bypass und die öV-Massnahmen im Vergleich zum Modell-Prognosezustand in der ASP 2040

Im DTV sind die Verlagerungen grundsätzlich ähnlich wie im DTV, jedoch entlang der öV-Achse erwartungsgemäss mit rund 35-40% etwas geringer.

6.3 Projektzustand Spange Nord (Vorprojekt optimiert)

Grundlage für diesen Untersuchungsfall ist das Vorprojekt optimiert mit einem Tunnel Friedental und offener Linienführung über den Rosenberg zum Schlossberg (vgl. Abbildung 55). Durch den Ausbau der Friedentalstrasse mit längeren Vorsortierstreifen ist aus verschiedenen Nebenstrassen nur noch ein «rechts-rechts»-Anschluss möglich, welcher soweit im Modell möglich abgebildet wurde. Die Abbildung im Modell wurde weitgehend aus dem Modell AP Bypass übernommen, jedoch lokal an das Projekt angepasst.

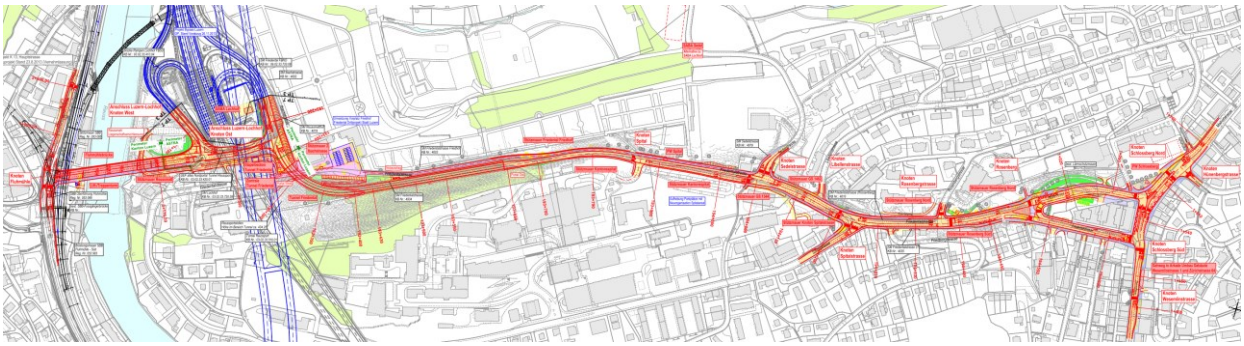


Abbildung 55: Projekt Spange Nord

Durch den Ausbau mit Spange Nord und Bypass inkl. Ausbauten auf der A2 und A14 steht ein bedeutender Kapazitätsausbau der Kapazitätsreduktion in der Stadt durch die öV-Massnahme gegenüber. Die «bewältigbare Nachfrageprognose» stellt sich dabei auf einem vergleichbaren Niveau ein, wie beim Modell-Referenz-Zustand ohne Netzausbauten. Der Nachfragezuwachs ab dem Ist-Zustand beträgt 22.0% statt 22.1% im DTV, auch in der Abendspitze ist eine leichte Zunahme um 0.2% (Morgenspitze +0.8%) zu verzeichnen.

Die Nachfrage und Verkehrsleistung verändert sich durch die Spange Nord wie folgt:

		Modell 2040		Spange N (VPopt) 2040	
DTV Prognose-Referenzzustand	Ist-Zustand	Rohprognose (Siedlung)	Prognose Modell-Ref	Rohprognose (Siedlung)	Prognose "bewältigb."
Fahrtenzahl	1'099'023	1'363'075	1'341'471	1'363'075	1'340'412
Veränderung zu Ist		24.0%	22.1%	24.0%	22.0%
Fahrleistung	14'694'774	18'538'311	18'318'932	18'578'922	18'405'054
Veränderung zu Ist		26.2%	24.7%	26.4%	25.2%
Fahrzeugstunden	235'613	308'796	302'850	307'659	302'195
Veränderung zu Ist		31.1%	28.5%	30.6%	28.3%

		Modell 2040		Spange N (VPopt) 2040	
ASP Prognose-Referenzzustand	Ist-Zustand	Rohprognose (Siedlung)	Prognose Modell-Ref	Rohprognose (Siedlung)	Prognose "bewältigb."
Fahrtenzahl	103'797	125'806	118'875	125'806	119'041
Veränderung zu Ist		21.2%	14.5%	21.2%	14.7%
Fahrleistung	1'421'075	1'764'687	1'676'954	1'768'949	1'692'240
Veränderung zu Ist		24.2%	18.0%	24.5%	19.1%
Fahrzeugstunden	25'923	38'776	33'379	37'379	32'909
Veränderung zu Ist		49.6%	28.8%	44.2%	27.0%

		Modell 2040		Spange N (VPopt) 2040	
MSP Prognose-Referenzzustand	Ist-Zustand	Rohprognose (Siedlung)	Prognose Modell-Ref	Rohprognose (Siedlung)	Prognose "bewältigb."
Fahrtenzahl	86'758	109'937	102'943	109'938	103'701
Veränderung zu Ist		26.7%	18.7%	26.7%	19.5%
Fahrleistung	1'188'644	1'514'388	1'428'044	1'514'691	1'445'243
Veränderung zu Ist		27.4%	20.1%	27.4%	21.6%
Fahrzeugstunden	20'470	31'804	26'514	30'609	26'491
Veränderung zu Ist		55.4%	29.5%	49.5%	29.4%

Tabelle 11: Veränderung Fahrtenzahl und Verkehrsleistung durch Spange Nord (VP-optimiert) im DTV und in der ASP und MSP 2040

Die Fahrleistung nimmt durch die Verlagerungen sowohl im DTV wie in der ASP zu, die Fahrzeugstunden nehmen dank dem Kapazitätsausbau sowohl im DTV wie auch in der ASP leicht ab.

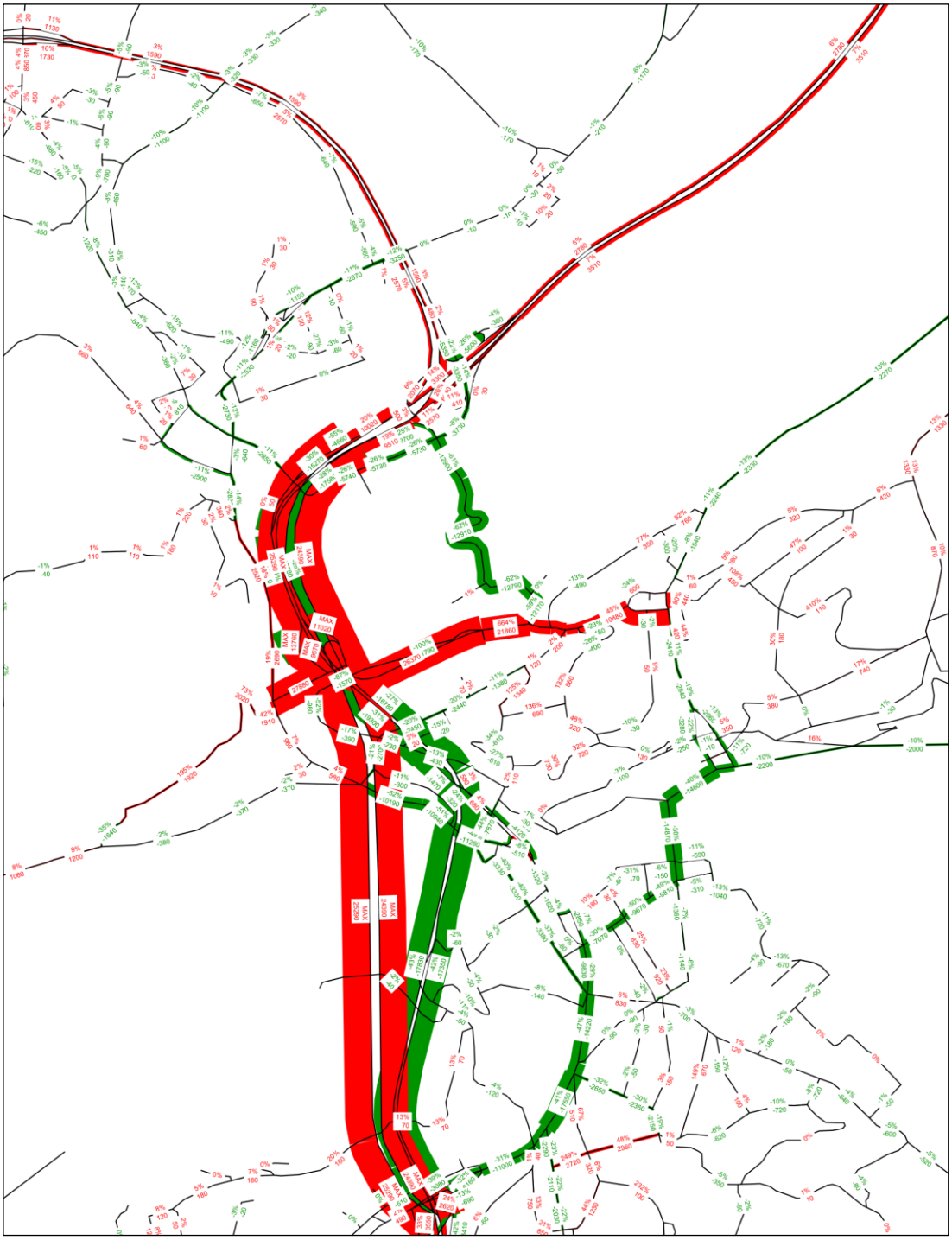


Abbildung 56: Verlagerung durch das Gesamtsystem Bypass im Vergleich zum Modell-Prognosezustand im DTV 2040

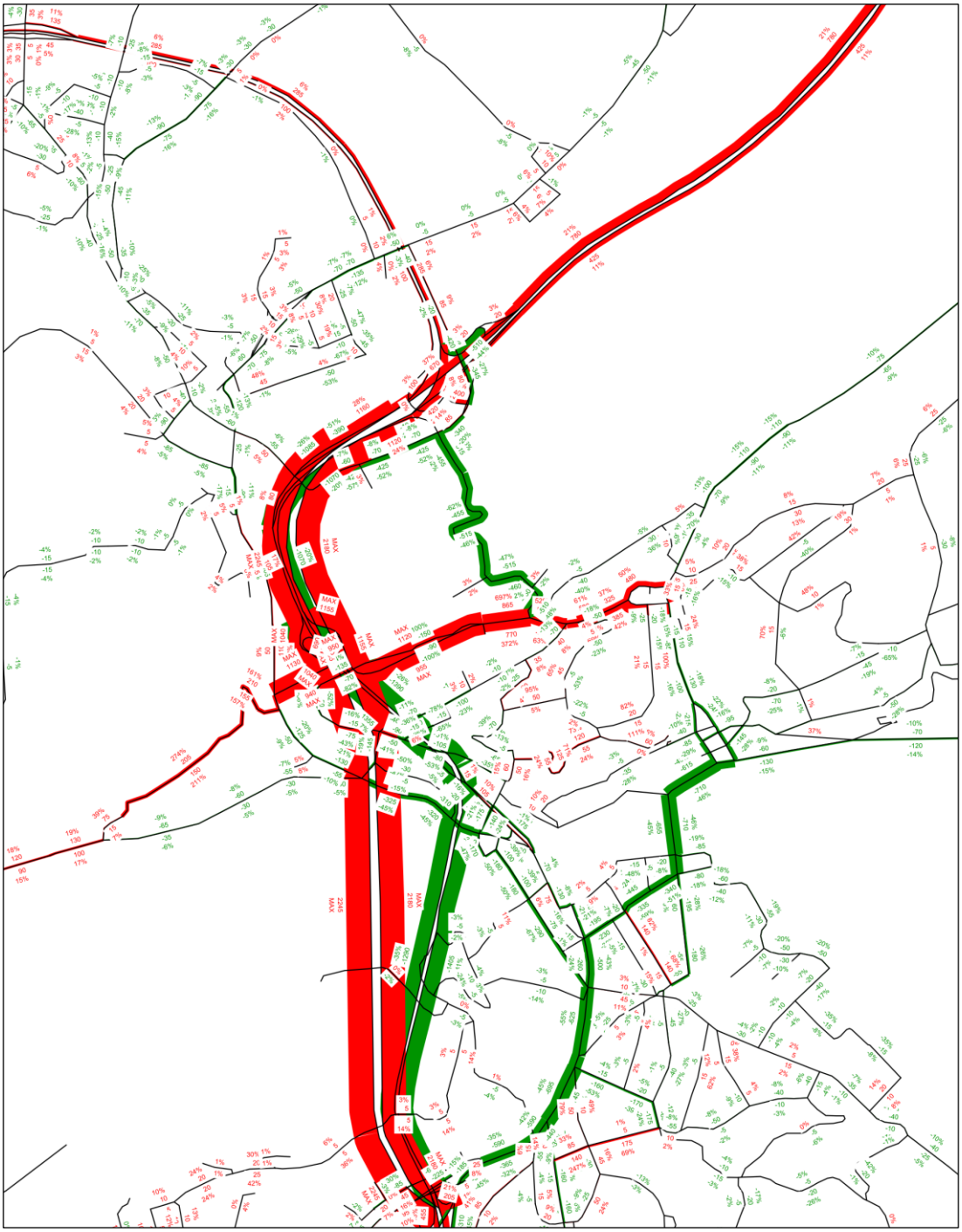


Abbildung 57: Verlagerung durch Gesamtsystem Bypass im Vergleich zum Modell-Prognosezustand in der ASP 2040

Wie der Abbildung 57 zu entnehmen ist, dominieren mit der Spange Nord drei Effekte: Die Umlagerung von der bestehenden Stadtautobahn auf den neuen Bypass, die Verlagerung des Verkehrs von der öV-Achse auf die Autobahn und die Verlagerung des Verkehrs via Sedel auf die Spange und den Anschluss Lochhof. Durch den Ausbau der A14 findet zudem auch eine Umlagerung von Ausweichverkehr zurück auf die A14 statt, womit die K17 um ca. 15% entlastet wird. Die Entlastung entlang der öV-Achse ist entsprechend der Kapazitätsreduktion bedeutend und beträgt um die 50%. Am Rosenberg/Schlossberg

ergibt sich durch die Konzentration des Verkehrs zum Anschluss Lochhof eine erhebliche Zunahme.

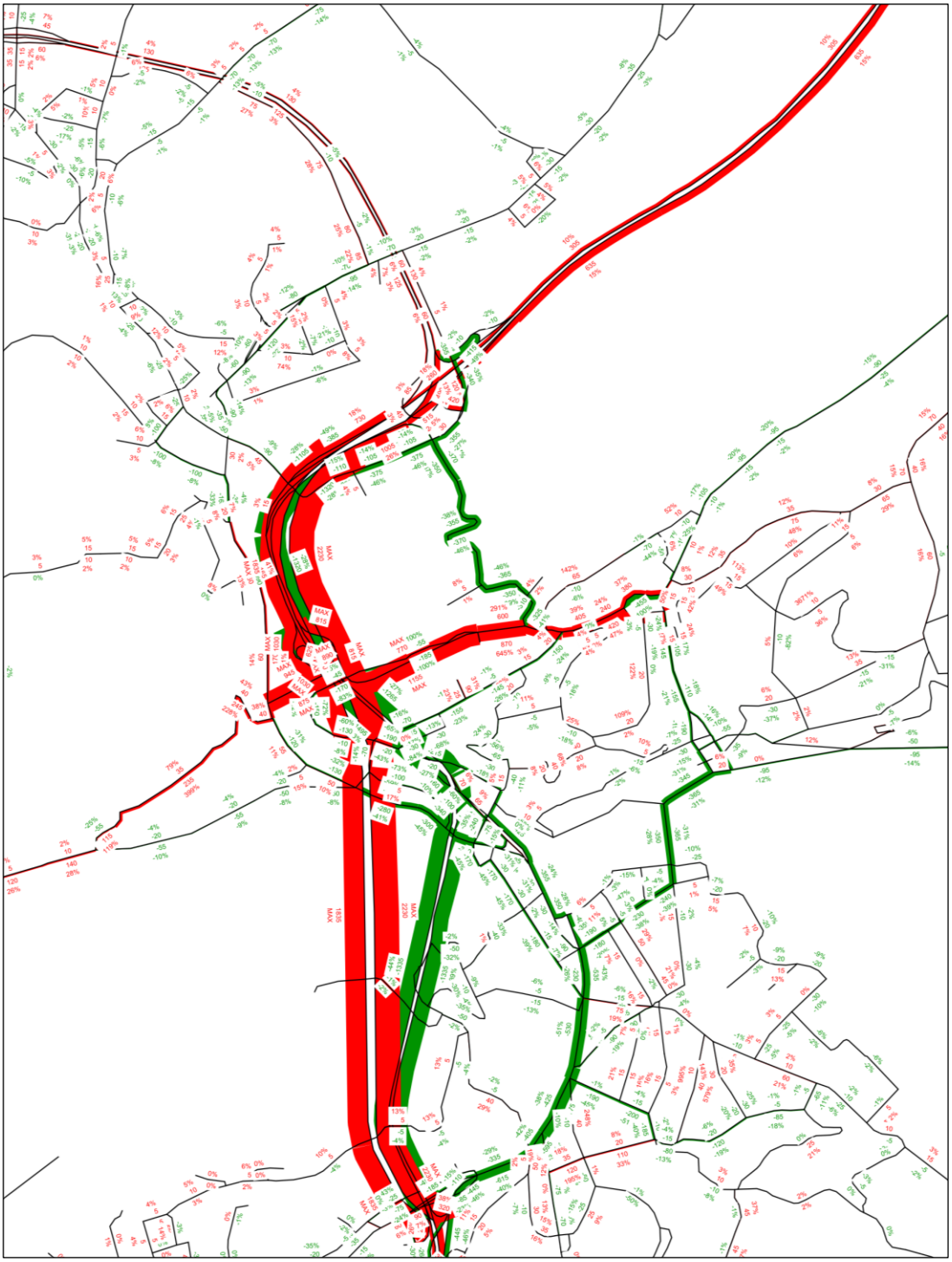


Abbildung 58: Verlagerung durch Gesamtsystem Bypass im Vergleich zum ModelI-Prognosezustand in der MSP 2040

6.4 Weitere Untersuchungsfälle

6.4.1 Projektzustand Spange Nord ohne Fluhmühlebrücke

Wird im Gesamtsystem Bypass mit Spange Nord auf die Fluhmühlebrücke verzichtet, fallen die Verkehrsverlagerungen im Vergleich zum Prognosezustand im DTV wie folgt aus:

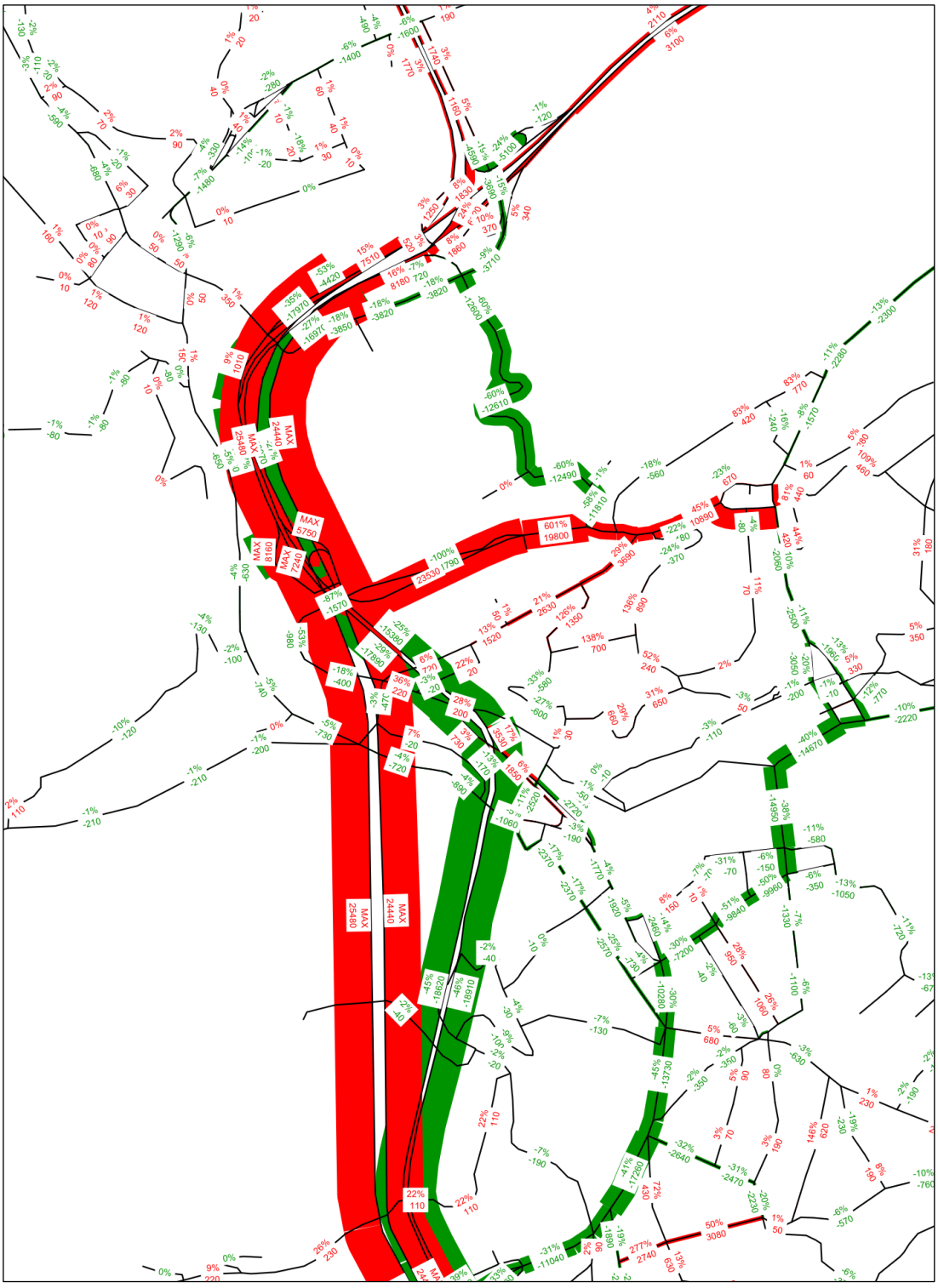


Abbildung 59: Verlagerung durch das Gesamtsystem Bypass ohne Fluhmühlebrücke im Vergleich zum Modell-Prognosezustand im DTV 2040

Im Wesentlichen fällt mit dem Wegfall der Fluhmühlebrücke die Entlastung des Anschlusses Luzern Zentrum weg. Kreuzstutz, Baslerstrasse und Kasernenplatz werden praktisch nicht entlastet, womit ein bedeutender Projektnutzen nicht erzielt werden kann. Auch nimmt der Verkehr auf der Spitalstrasse zu, da die neue Tangentialverbindung über die Spange Nord nicht komplett ist.

		Modell 2040		Spange N o. FB 2040	
DTV Prognose-Referenzzustand	Ist-Zustand	Rohprognose (Siedlung)	Prognose Modell-Ref	Rohprognose (Siedlung)	Prognose "bewältigb."
Fahrtenzahl	1'099'023	1'363'075	1'341'471	1'363'075	1'338'758
Veränderung zu Ist		24.0%	22.1%	24.0%	21.8%
Fahrleistung	14'694'774	18'538'311	18'318'932	18'589'694	18'399'762
Veränderung zu Ist		26.2%	24.7%	26.5%	25.2%
Fahrzeugstunden	235'613	308'796	302'850	308'487	302'511
Veränderung zu Ist		31.1%	28.5%	30.9%	28.4%

		Modell 2040		Spange N o. FB 2040	
ASP Prognose-Referenzzustand	Ist-Zustand	Rohprognose (Siedlung)	Prognose Modell-Ref	Rohprognose (Siedlung)	Prognose "bewältigb."
Fahrtenzahl	103'797	125'806	118'875	125'806	118'730
Veränderung zu Ist		21.2%	14.5%	21.2%	14.4%
Fahrleistung	1'421'075	1'764'687	1'676'954	1'770'278	1'691'148
Veränderung zu Ist		24.2%	18.0%	24.6%	19.0%
Fahrzeugstunden	25'923	38'776	33'379	37'600	32'914
Veränderung zu Ist		49.6%	28.8%	45.0%	27.0%

		Modell 2040		Spange N o. FB 2040	
MSP Prognose-Referenzzustand	Ist-Zustand	Rohprognose (Siedlung)	Prognose Modell-Ref	Rohprognose (Siedlung)	Prognose "bewältigb."
Fahrtenzahl	86'758	109'937	102'943	109'938	103'451
Veränderung zu Ist		26.7%	18.7%	26.7%	19.2%
Fahrleistung	1'188'644	1'514'388	1'428'044	1'515'569	1'442'927
Veränderung zu Ist		27.4%	20.1%	27.5%	21.4%
Fahrzeugstunden	20'470	31'804	26'514	30'729	26'442
Veränderung zu Ist		55.4%	29.5%	50.1%	29.2%

Tabelle 12: Veränderung Fahrtenzahl und Verkehrsleistung durch Spange Nord ohne Fluhmühlebrücke im DTV, ASP und MSP 2040

Durch den Wegfall der Fluhmühlebrücke hat das System weniger Kapazität, was sich in einer 0.2% geringeren Nachfrage im DTV sowie 0.3% weniger in den Spitzenstunden (ASP, MSP) bemerkbar macht. Auch die Fahrzeugstunden sind mit 0.1% leicht höher als beim Gesamtsystem Bypass.

Die **Wirkung der Fluhmühlebrücke** lässt sich am besten visualisieren durch eine Differenzdarstellung von Gesamtsystem Bypass und Spange Nord und dem Zustand ohne Fluhmühlebrücke (vgl. Abbildung 60):

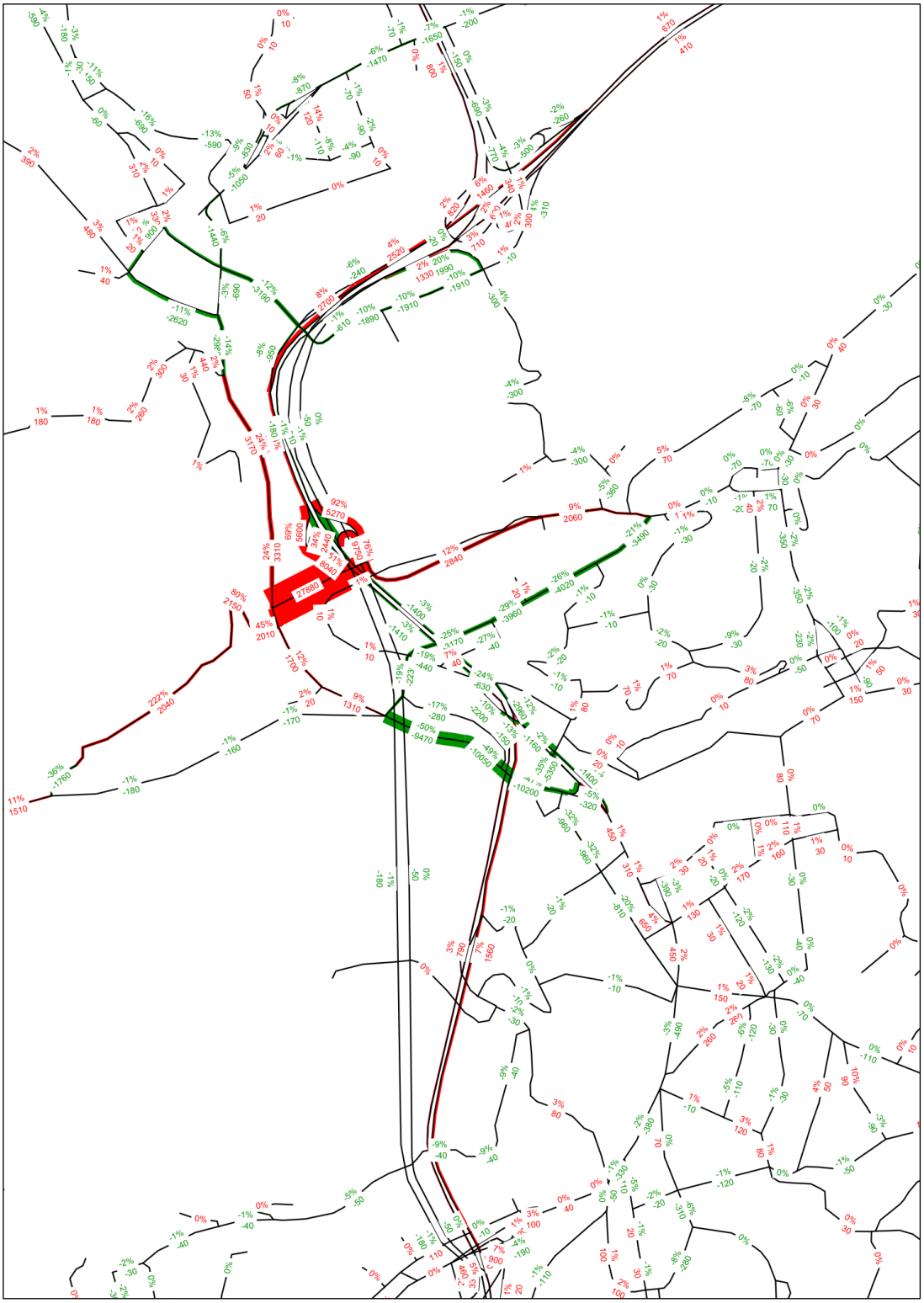


Abbildung 60: Wirkung der Fluhmühlebrücke im Gesamtsystem Bypass und Spange Nord im DTV 2040 (Differenzen zwischen Gesamtsystem mit MINUS ohne Fluhmühlebrücke)

Durch die Fluhmühlebrücke wird einerseits die Spitalstrasse entlastet und der Tangentialverkehr auf die Spange Nord verlagert, aber andererseits wird auch der Anschluss Luzern Zentrum sowie die Baselstrasse als dessen Zulaufstrecke deutlich entlastet. Dies weil der

Verkehr von Westen über die Fluhmühlebrücke den Anschluss Lochhof erreichen kann. In etwas geringeren Mass wird auch der Anschluss Emmen Süd entlastet.

6.4.2 Projektzustand Spange Nord ohne öV-Massnahmen

Würde das Gesamtsystem Bypass mit Spange Nord ohne die öV-Massnahmen entlang der Achse Kupferhammer-Luzernerhof umgesetzt, so wäre die Entlastung in der Innenstadt deutlich geringer, z. B. auf der Seebrücke weniger als 10% Entlastung im Vergleich zu fast 40% mit öV-Massnahmen (vgl. Abbildung 61).

Hingegen verbliebe mehr Strassenkapazität im System und entsprechend wäre mit einer um 0.5% höheren Nachfrage im Tagesverkehr (DTV) bzw. 0.6% in der Morgenspitze im Modellgebiet zu rechnen. In der Abendspitzenstunde hingegen bliebe die Nachfrage praktisch gleich gross.

		Modell 2040		Spange N ohne ÖV 2040	
DTV Prognose-Referenzzustand	Ist-Zustand	Rohprognose (Siedlung)	Prognose Modell-Ref	Rohprognose (Siedlung)	Prognose "bewältigb."
Fahrtenzahl	1'099'023	1'363'075	1'341'471	1'363'075	1'346'247
Veränderung zu Ist		24.0%	22.1%	24.0%	22.5%
Fahrleistung	14'694'774	18'538'311	18'318'932	18'549'508	18'409'129
Veränderung zu Ist		26.2%	24.7%	26.2%	25.3%
Fahrzeugstunden	235'613	308'796	302'850	305'290	301'318
Veränderung zu Ist		31.1%	28.5%	29.6%	27.9%

		Modell 2040		Spange N ohne ÖV 2040	
ASP Prognose-Referenzzustand	Ist-Zustand	Rohprognose (Siedlung)	Prognose Modell-Ref	Rohprognose (Siedlung)	Prognose "bewältigb."
Fahrtenzahl	103'797	125'806	118'875	125'806	119'041
Veränderung zu Ist		21.2%	14.5%	21.2%	14.7%
Fahrleistung	1'421'075	1'764'687	1'676'954	1'766'292	1'692'240
Veränderung zu Ist		24.2%	18.0%	24.3%	19.1%
Fahrzeugstunden	25'923	38'776	33'379	36'883	32'909
Veränderung zu Ist		49.6%	28.8%	42.3%	27.0%

		Modell 2040		Spange N ohne ÖV 2040	
MSP Prognose-Referenzzustand	Ist-Zustand	Rohprognose (Siedlung)	Prognose Modell-Ref	Rohprognose (Siedlung)	Prognose "bewältigb."
Fahrtenzahl	86'758	109'937	102'943	109'938	104'215
Veränderung zu Ist		26.7%	18.7%	26.7%	20.1%
Fahrleistung	1'188'644	1'514'388	1'428'044	1'513'408	1'446'867
Veränderung zu Ist		27.4%	20.1%	27.3%	21.7%
Fahrzeugstunden	20'470	31'804	26'514	30'300	26'479
Veränderung zu Ist		55.4%	29.5%	48.0%	29.4%

Tabelle 13: Veränderung Fahrtenzahl und Verkehrsleistung durch Spange Nord ohne öV-Massnahmen im DTV, ASP und MSP 2040

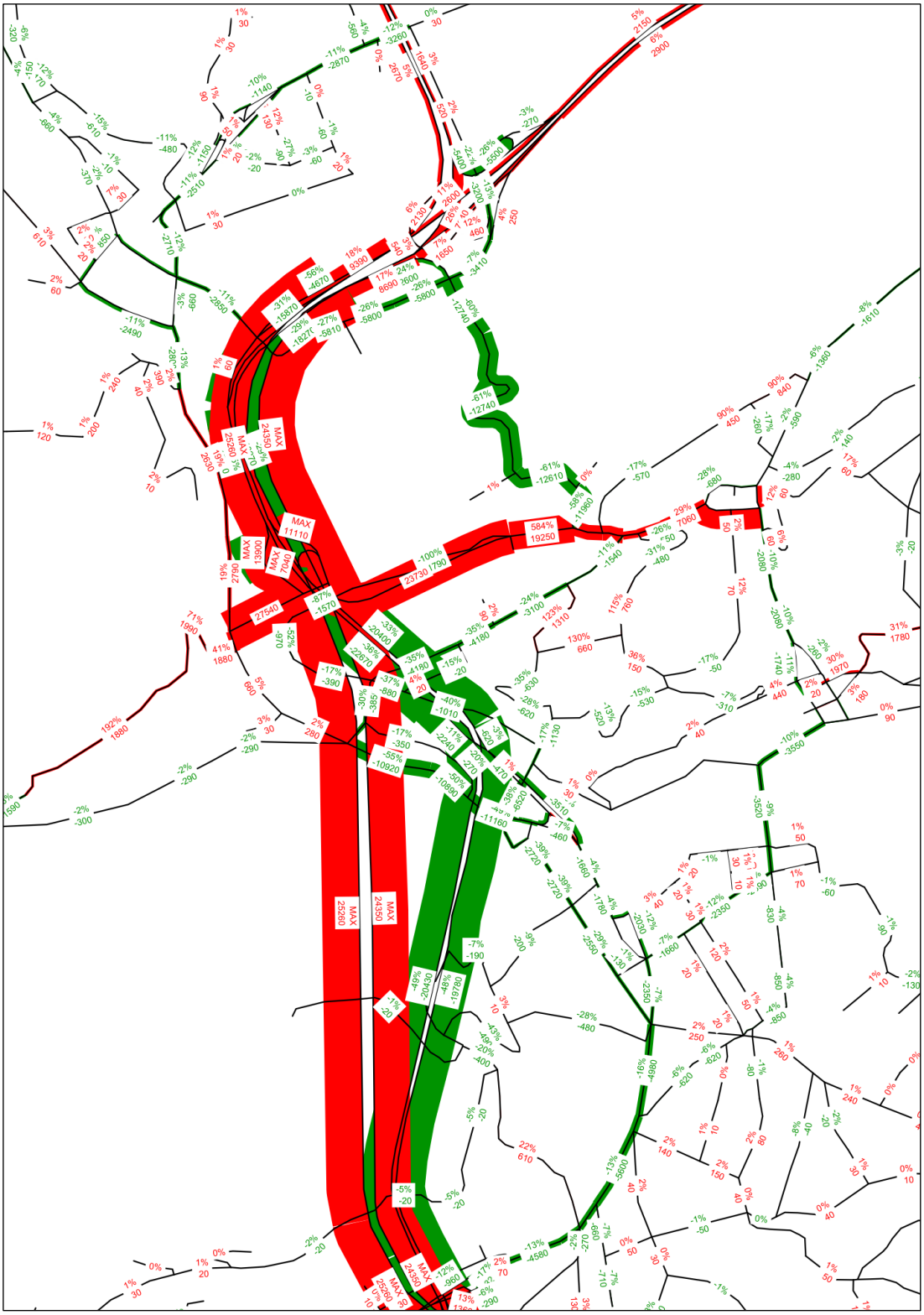


Abbildung 61: Verlagerung durch das Gesamtsystem Bypass ohne öV-Massnahmen im Vergleich zum Modell-Prognosezustand im DTV 2040

Auch in der Abendspitzenstunde sind die Entlastungen ohne öV-Massnahmen in der Stadt deutlich geringer, entlang der Hauptachsen wird kaum mehr als 10% erreicht (vgl. Abbildung 62).

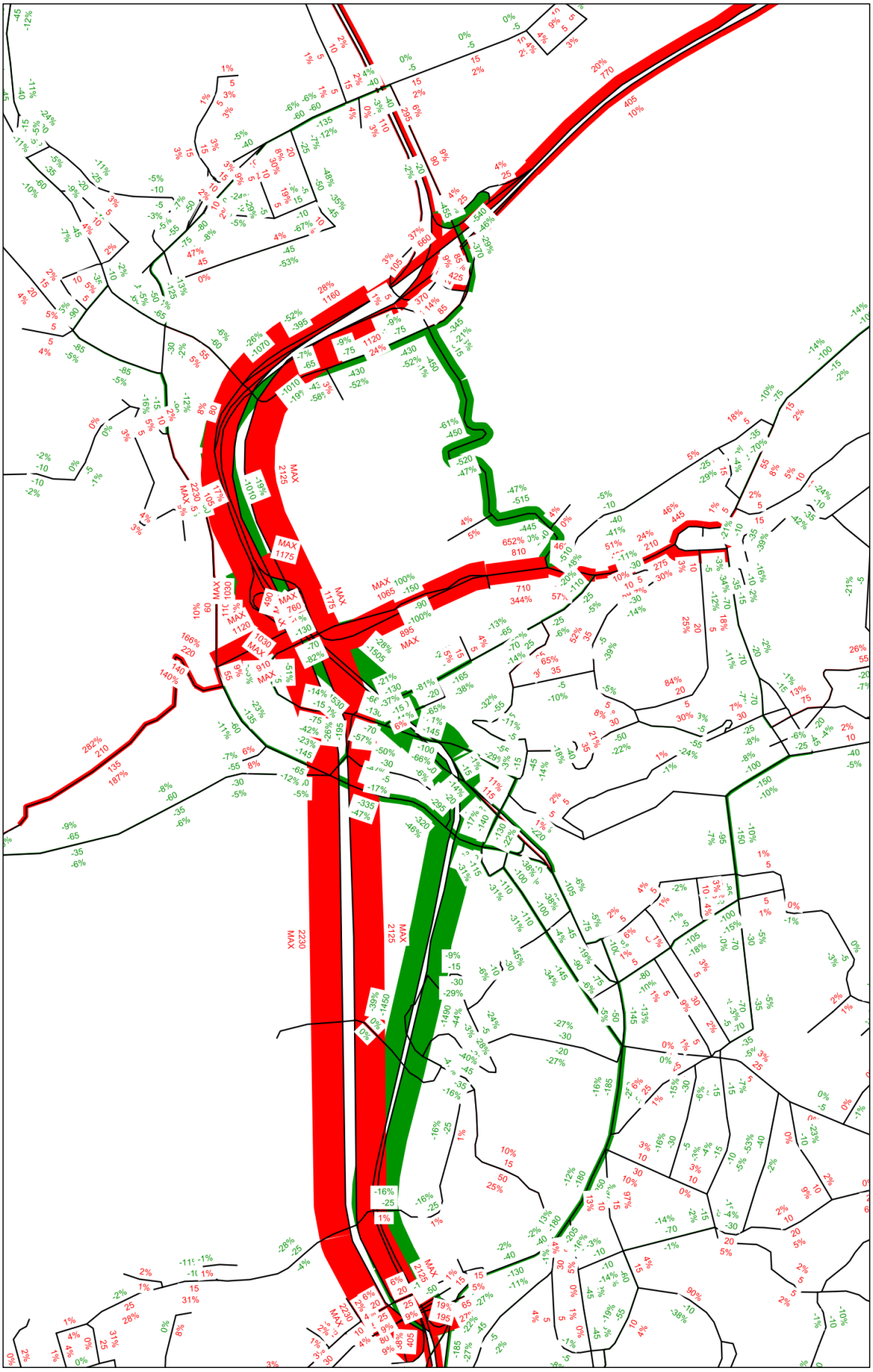


Abbildung 62: Verlagerung durch das Gesamtsystem Bypass ohne öV-Massnahmen im Vergleich zum Modell-Prognosezustand im ASP 2040

6.4.3 Fluhmühlebrücke mit AS Lochhof (Bypass und öV-Massnahmen)

Dieser Untersuchungsfall zeigt die Wirkung des Gesamtsystems Bypass ohne Spange Nord aber mit Fluhmühlebrücke auf:

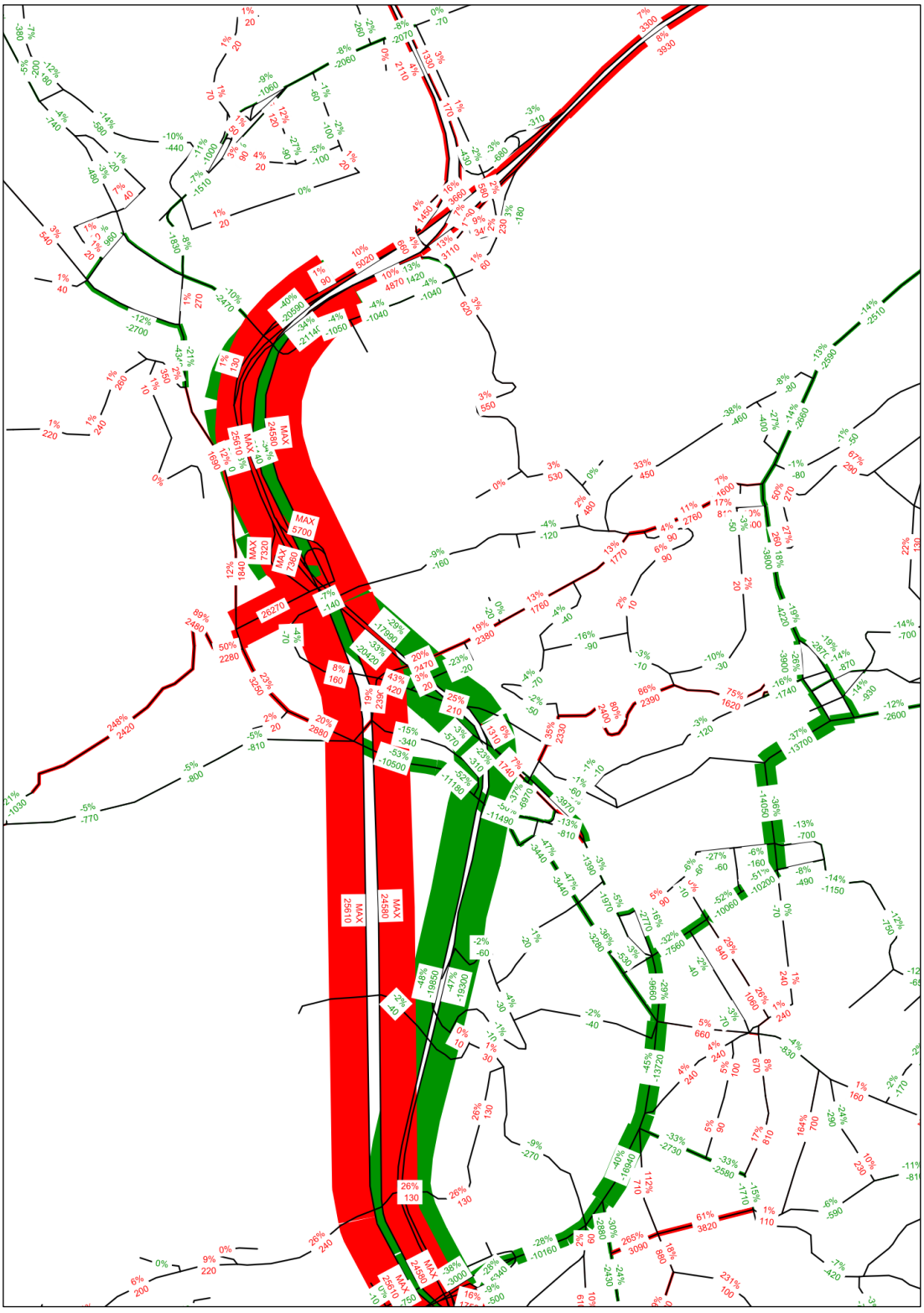


Abbildung 63: Verlagerung durch Bypass mit AS Lochhof und Fluhmühlebrücke (inkl. öV-Massnahmen) im Vergleich zum Modell-Prognosezustand im DTV 2040

Die Entlastungswirkungen in der Innenstadt und beim Anschluss Luzern Zentrum sind ähnlich hoch wie beim Gesamtsystem. Hingegen gibt es keine Entlastung über die Sedelstrasse und auf der Spitalstrasse gibt es Mehrverkehr.

		Modell 2040		FM-Brücke+AS LH 2040	
DTV Prognose-Referenzzustand	Ist-Zustand	Rohprognose (Siedlung)	Prognose Modell-Ref	Rohprognose (Siedlung)	Prognose "bewältigb."
Fahrtenzahl	1'099'023	1'363'075	1'341'471	1'363'075	1'337'926
Veränderung zu Ist		24.0%	22.1%	24.0%	21.7%
Fahrleistung	14'694'774	18'538'311	18'318'932	18'578'149	18'380'481
Veränderung zu Ist		26.2%	24.7%	26.4%	25.1%
Fahrzeugstunden	235'613	308'796	302'850	308'915	302'529
Veränderung zu Ist		31.1%	28.5%	31.1%	28.4%

		Modell 2040		FM-Brücke+AS LH 2040	
ASP Prognose-Referenzzustand	Ist-Zustand	Rohprognose (Siedlung)	Prognose Modell-Ref	Rohprognose (Siedlung)	Prognose "bewältigb."
Fahrtenzahl	103'797	125'806	118'875	125'806	118'495
Veränderung zu Ist		21.2%	14.5%	21.2%	14.2%
Fahrleistung	1'421'075	1'764'687	1'676'954	1'769'861	1'689'128
Veränderung zu Ist		24.2%	18.0%	24.5%	18.9%
Fahrzeugstunden	25'923	38'776	33'379	37'791	32'870
Veränderung zu Ist		49.6%	28.8%	45.8%	26.8%

		Modell 2040		FM-Brücke+AS LH 2040	
MSP Prognose-Referenzzustand	Ist-Zustand	Rohprognose (Siedlung)	Prognose Modell-Ref	Rohprognose (Siedlung)	Prognose "bewältigb."
Fahrtenzahl	86'758	109'937	102'943	109'938	103'023
Veränderung zu Ist		26.7%	18.7%	26.7%	18.7%
Fahrleistung	1'188'644	1'514'388	1'428'044	1'515'164	1'438'747
Veränderung zu Ist		27.4%	20.1%	27.5%	21.0%
Fahrzeugstunden	20'470	31'804	26'514	31'112	26'310
Veränderung zu Ist		55.4%	29.5%	52.0%	28.5%

Tabelle 14: Veränderung Fahrtenzahl und Verkehrsleistung durch Fluhmühlebrücke und AS Lochhof inkl. öV-Massnahmen im DTV, ASP und MSP 2040

Da die Strassenkapazitäten weniger ausgebaut werden, nimmt auch die Nachfrage im DTV um 0.3% weniger zu im Vergleich mit dem Gesamtsystem mit Spange Nord VP optimiert. In den Spitzenstunden fällt die Verkehrszunahme gar noch etwas geringer aus (0.5% in der ASP, 0.8% in der MSP weniger als für Gesamtsystem).

Die **Wirkung der Spange Nord** im Gesamtsystem Bypass lässt sich am besten visualisieren durch eine Differenzdarstellung von Gesamtsystem Bypass und Spange Nord und dem Zustand nur Fluhmühlebrücke (vgl. Abbildung 64).

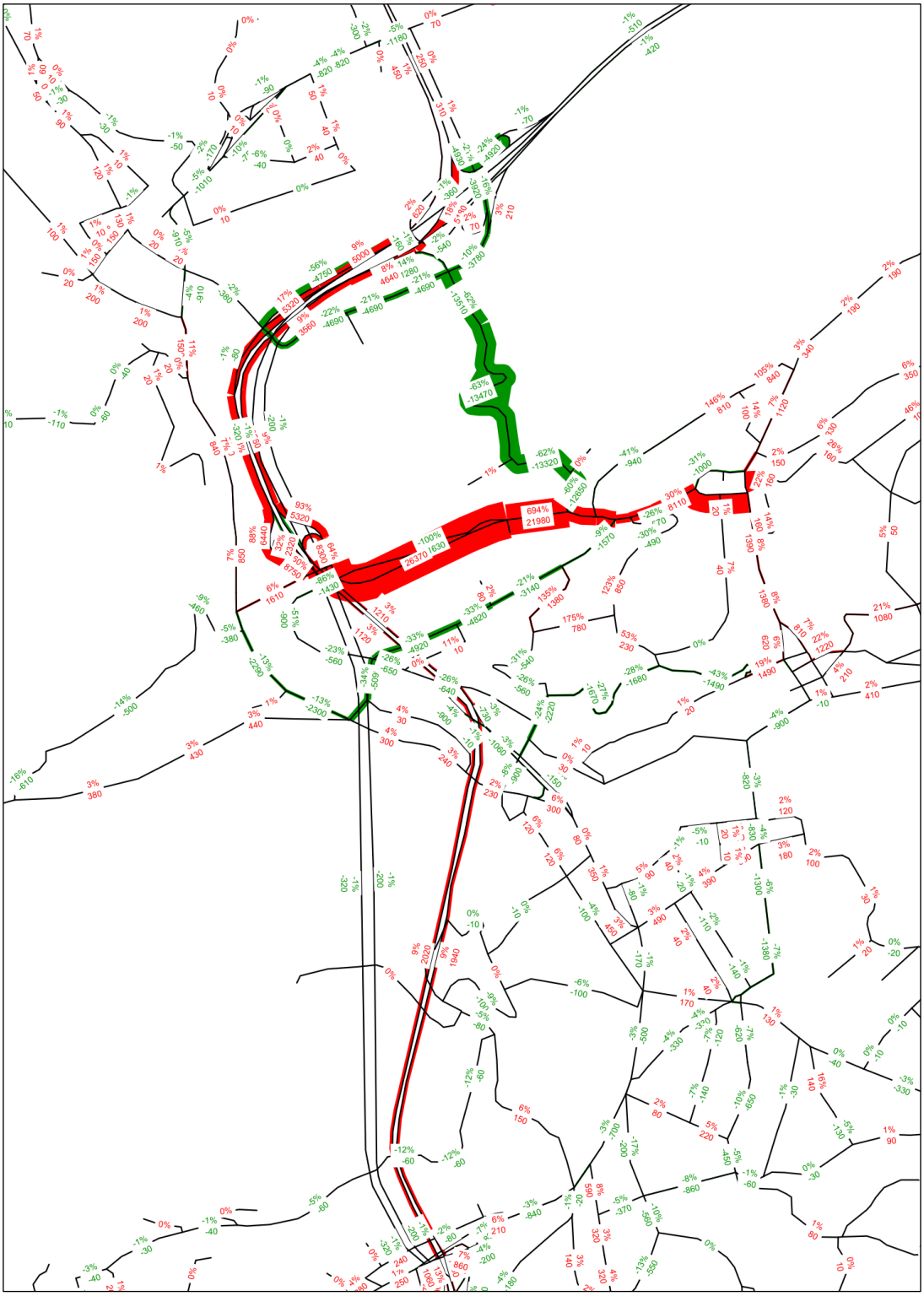


Abbildung 64: Wirkung der Spange Nord im Gesamtsystem Bypass und Spange Nord im DTV 2040 (Differenzen zwischen Gesamtsystem MINUS nur Fluhmühlebrücke)

Die Spange Nord führt v.a. zu einer massgeblichen Entlastung der Sedelstrasse und der Spitalastrasse. Sie führt der Stadtautobahn (A2) mehr Verkehr zu und entlastet damit v.a. den Anschluss Emmen Süd, der Anschluss Luzern Zentrum hingegen wird nur wenig entlastet.

6.5 Wirkung der Projektmassnahmen auf die Nachfrage

Die Wirkung auf die Nachfrage bei den verschiedenen Untersuchungsfällen ist bezogen auf das ganze Modellgebiet sehr gering. Etwas deutlicher lässt sich dies mit einer Eingrenzung der Nachfrage und der resultierenden Fahrleistung und Fahrzeugstunden auf das effektive Untersuchungsgebiet herausschälen. Mit folgender Abgrenzung des Untersuchungsgebietes wurden die Wirkungen für den DTV und die ASP ausgewertet:

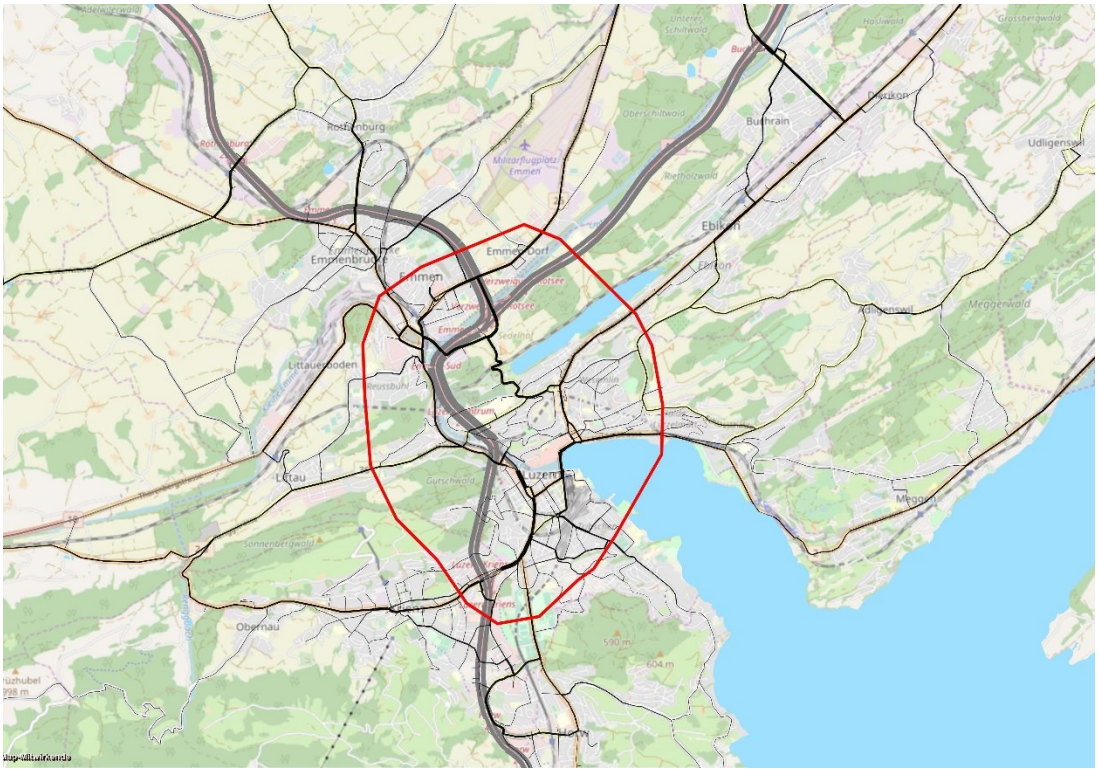


Abbildung 65: Untersuchungsgebiet (rot) für Auswertung der lokalen Nachfragewirkung (OpenStreetMap)

6.5.1 Vergleich der Nachfragewirkungen im DTV

In der Tabelle 15 werden die Veränderung der Nachfrage im DTV im Vergleich zum Ist-Zustand dargestellt; bei den Untersuchungsfällen wird farblich hervorgehoben, ob die Nachfrage grösser oder kleiner ist als im Modell-Prognosezustand.

Wirkungsvergleich im Untersuchungsgebiet	Ist 2017	Prognose 2040	Referenz 2040	0+ 2040	FB+AS 2040	VP o. FB 2040	VP opt 2040	VP o. ÖV 2040
Fahrtenzahl im DTV	365'055	450'380	454'326	445'752	448'525	448'542	450'971	457'319
vgl. zu Ist 2017		23.4%	24.5%	22.1%	22.9%	22.9%	23.5%	25.3%
Fahrleistung im DTV	1'020'504	1'304'698	1'308'402	1'299'402	1'311'906	1'331'127	1'336'010	1'336'890
vgl. zu Ist 2017		27.8%	28.2%	27.3%	28.6%	30.4%	30.9%	31.0%
Fahrstunden im DTV	22'895	32'052	31'455	32'491	32'170	31'964	31'964	31'008
vgl. zu Ist 2017		40.0%	37.4%	41.9%	40.5%	39.6%	39.6%	35.4%
QS HLS (DTV)								
A14 Rathausen	73'510	97'720	101'880	103'910	104'960	102'940	104'020	102'780
A2 Emmen	86'250	103'390	106'250	106'520	106'830	106'890	107'540	107'700
A2 Reussegg	96'750	124'390	77'690	82'760	82'790	90'450	91'590	90'310
A2 Sonnenberg	64'790	82'490	33'980	37'990	43'340	44'960	47'310	42'280
A2 Schlund	67'720	88'900	90'170	88'540	89'540	89'530	89'970	90'810
Bypass	0	0	50'150	50'470	50'195	49'920	49'680	49'610
Total QS HLS	389'020	496'890	460'120	470'190	477'655	484'690	490'110	483'490
vgl. zu Ist 2017		27.7%	18.3%	20.9%	22.8%	24.6%	26.0%	24.3%
QS HVS (DTV)								
K17 Maihof	13'360	17'760	17'200	15'240	15'250	15'460	15'430	16'150
Sedelstrasse	18'590	20'840	20'690	22'130	21'390	8'230	7'930	8'100
Rosenberg	20'090	24'420	24'310	26'930	27'190	35'310	35'300	31'480
Zürichstrasse	18'300	21'990	21'710	17'730	17'760	19'490	19'140	19'900
Seebrücke	33'460	39'190	38'760	25'140	25'140	24'240	24'320	35'670
Spitalstrasse Mitte	10'180	12'660	12'550	14'320	14'420	15'290	11'270	9'560
K13 Littau	13'650	14'250	13'820	13'990	16'090	13'630	16'940	17'040
St. Karlibrücke	9'560	12'680	12'630	13'730	15'080	12'210	9'990	8'840
Baselstr. Kreuzstutz	15'510	19'790	20'010	19'460	9'290	19'060	9'560	8'860
Obergrundstrasse	35'040	42'570	42'150	26'410	25'630	25'310	24'930	36'970
Fluhmühlebrücke	0	0	0	0	26'270	0	27'880	27'540
Spange Nord	0	0	0	0	0	23'530	26'370	23'730
Total QS HVS bestehend	187'740	226'150	223'830	195'080	187'240	188'230	174'810	192'570
vgl. zu Ist 2017		20.5%	19.2%	3.9%	-0.3%	0.3%	-6.9%	2.6%
Total QS HVS alle	187'740	226'150	223'830	195'080	213'510	211'760	229'060	243'840
vgl. zu Ist 2017		20.5%	19.2%	3.9%	13.7%	12.8%	22.0%	29.9%

Tabelle 15: Vergleich der Wirkungen der Untersuchungsfälle im DTV im Untersuchungsgebiet

Es wird ersichtlich, dass der Infrastrukturausbau zur Stimulierung der Nachfrage führt, so ist im Referenzzustand (Bypass) und Zustand Gesamtsystem Bypass und Spange Nord ohne öV-Massnahmen eine um 1.1% bis 1.9% höhere Nachfrage festzustellen. Demgegenüber führt im Untersuchungsfall 0+ (Bypass mit nur öV-Massnahmen) die Kapazitätsreduktion im Stadtzentrum zu einer um 1.3% geringeren Nachfrage. Bei den übrigen Untersuchungsfällen hingegen gleicht sich der Kapazitätszu- wie -abbau praktisch aus und der Nachfragezuwachs bis 2040 verbleibt bei rund 23% gegenüber dem Ist-Zustand.

Bei der Fahrleistung ist bei praktisch allen Untersuchungsfällen durch die Infrastrukturmassnahmen eine etwas grössere Zunahme im Vergleich zum Prognosefall ohne Ausbauten zu verzeichnen, dies weil sich mit kleineren Umwegen über die neuen Strecken Zeit gewinnen lässt. Über alles genommen resultiert aber kaum ein grosser Zeitgewinn, da mit den öV-Massnahmen auch Fahrzeiten verlängert werden (v.a. bei 0+).

Auf den bestehenden städtischen HVS-Querschnitten tritt mit allen Varianten eine Reduktion auf das Niveau des Ist-Zustandes ein, während im Prognose- und Referenzzustand (nur Bypass) ein Wachstum um 20% zu verzeichnen ist. Mit dem Gesamtsystem (VP opt) wird die beste Entlastung von fast -7% erreicht.

6.5.2 Vergleich der Nachfragewirkungen in der ASP

In der Tabelle 16 werden die Veränderung der Nachfrage in der ASP im Vergleich zum Ist-Zustand dargestellt; bei den Untersuchungsfällen wird farblich hervorgehoben, ob die Nachfrage grösser oder kleiner ist als im Modell-Prognosezustand.

Wirkungsvergleich im Untersuchungsgebiet	Ist 2017	Prognose 2040	Referenz 2040	0+ 2040	FB+AS 2040	VP o. FB 2040	VP opt 2040	VP o. ÖV 2040
Fahrtenzahl in ASP	33'942	38'357	38'552	38'030	38'499	38'656	39'001	39'782
vgl. zu Ist 2017		13.0%	13.6%	12.0%	13.4%	13.9%	14.9%	17.2%
Fahrleistung in ASP	94'812	108'418	110'682	109'761	111'659	113'517	114'166	115'524
vgl. zu Ist 2017		14.3%	16.7%	15.8%	17.8%	19.7%	20.4%	21.8%
Fahrstunden in ASP	2'750	3'687	3'126	3'228	3'226	3'253	3'253	3'184
vgl. zu Ist 2017		34.1%	13.7%	17.4%	17.3%	18.3%	18.3%	15.8%
QS HLS (ASP)								
A14 Rathausen	6'530	7'620	8'550	8'780	8'860	8'760	8'830	8'800
A2 Emmen	8'190	9'220	9'340	9'490	9'500	9'640	9'600	9'630
A2 Reussegg	5'210	10'410	7'130	7'270	7'470	8'320	8'330	8'410
A2 Sonnenberg	6'310	7'090	3'600	3'730	4'190	4'170	4'390	4'140
A2 Schlund	6'310	7'610	7'790	7'860	7'970	7'990	8'020	8'080
Bypass	0	0	4'360	4'540	4'470	4'470	4'430	4'360
Total QS HLS	32'550	41'950	40'770	41'670	42'460	43'350	43'600	43'420
vgl. zu Ist 2017		28.9%	25.3%	28.0%	30.4%	33.2%	33.9%	33.4%
QS HVS (ASP)								
K17 Maihof	1'170	1'510	1'350	1'340	1'330	1'300	1'310	1'400
Sedelstrasse	1'690	1'850	1'700	1'800	1'850	790	880	880
Rosenberg	1'520	1'810	1'690	1'880	1'920	2'500	2'520	2'290
Zürichstrasse	1'340	1'360	1'330	1'090	1'110	1'130	1'130	1'270
Seebrücke	2'520	2'990	2'880	1'630	1'630	1'620	1'630	2'750
Spitalstrasse Mitte	740	990	920	1'020	940	1'220	970	860
K13 Littau	1'120	1'210	1'080	1'120	1'360	1'070	1'370	1'370
St. Karlibrücke	790	1'130	1'130	1'180	1'200	1'040	910	820
Baselstr. Kreuzstutz	1'190	1'400	1'360	1'340	740	1'340	760	750
Obergrundstrasse	2'600	3'050	2'770	1'670	1'640	1'610	1'610	2'620
Fluhmühlebrücke	0	0	0	0	2'000	0	2'070	2'030
Spange Nord	0	0	0	0	0	2'010	2'080	1'960
Total QS HVS bestehend	14'680	17'300	16'210	14'070	13'720	13'620	13'090	15'010
vgl. zu Ist 2017		17.8%	10.4%	-4.2%	-6.5%	-7.2%	-10.8%	2.2%
Total QS HVS alle	14'680	17'300	16'210	14'070	15'720	15'630	17'240	19'000
vgl. zu Ist 2017		17.8%	10.4%	-4.2%	7.1%	6.5%	17.4%	29.4%

Tabelle 16: Vergleich der Wirkungen der Untersuchungsfälle im ASP im Untersuchungsgebiet

In der Abendspitzenstunde wird noch deutlicher ersichtlich, dass der Infrastrukturausbau zur Stimulierung der Nachfrage führt. So ist mit Ausnahme des 0+ Zustandes in allen Varianten eine um 0.4% bis 4.2% höhere Nachfrage festzustellen. Am deutlichsten ist dies beim Gesamtsystem ohne die kapazitätsreduzierenden öV-Massnahmen im Stadtnetz ersichtlich.

Bei der Fahrleistung ist bei allen Untersuchungsfällen durch die Infrastrukturmassnahmen eine etwas grössere Zunahme im Vergleich zum Prognosefall ohne Ausbauten zu verzeichnen, dies weil sich mit kleineren Umwegen über die neuen Strecken Zeit gewinnen lässt. Bei allen Untersuchungsfällen reduziert sich der Gesamtreisezeitaufwand 15-20%.

Auf den bestehenden städtischen HVS-Querschnitten tritt bei praktisch allen Varianten eine Reduktion unter das Niveau des Ist-Zustandes ein, ausser beim Gesamtsystem ohne öV-Massnahmen.

In der Tabelle 17 werden die Veränderung der Nachfrage in der MSP im Vergleich zum Ist-Zustand dargestellt; bei den Untersuchungsfällen wird farblich hervorgehoben, ob die Nachfrage grösser oder kleiner ist als im Modell-Prognosezustand.

Wirkungsvergleich im Untersuchungsgebiet	Ist 2017	Prognose 2040	Referenz 2040	0+ 2040	FB+AS 2040	VP o. FB 2040	VP opt 2040	VP o. ÖV 2040
Fahrtenzahl in MSP	28'302	33'092	33'776	33'054	33'429	33'701	33'959	34'439
vgl. zu Ist 2017		16.9%	19.3%	16.8%	18.1%	19.1%	20.0%	21.7%
Fahrleistung in MSP	82'482	96'316	99'184	97'499	98'842	100'437	100'925	101'894
vgl. zu Ist 2017		16.8%	20.2%	18.2%	19.8%	21.8%	22.4%	23.5%
Fahrstunden in MSP	2'095	2'836	2'616	2'625	2'615	2'641	2'641	2'594
vgl. zu Ist 2017		35.4%	24.9%	25.3%	24.8%	26.1%	26.1%	23.8%
QS HLS (MSP)								
A14 Rathausen	6'550	7'330	8'180	8'210	8'280	8'230	8'270	8'250
A2 Emmen	7'120	8'180	8'300	8'300	8'330	8'410	8'440	8'460
A2 Reussegg	8'160	9'270	5'980	6'200	6'200	6'730	6'850	6'900
A2 Sonnenberg	5'590	6'460	2'990	3'200	3'630	3'630	3'790	3'570
A2 Schlund	5'640	6'970	7'170	7'020	7'130	7'120	7'160	7'240
Bypass	0	0	4'090	4'120	4'100	4'090	4'070	4'050
Total QS HLS	33'060	38'210	36'710	37'050	37'670	38'210	38'580	38'470
vgl. zu Ist 2017		15.6%	11.0%	12.1%	13.9%	15.6%	16.7%	16.4%
QS HVS (MSP)								
K17 Maihof	920	1'250	1'140	1'070	1'050	1'140	1'140	1'180
Sedelstrasse	1'450	1'720	1'720	1'800	1'730	970	1'000	1'000
Rosenberg	1'570	1'880	1'840	1'880	1'870	2'530	2'540	2'450
Zürichstrasse	1'170	1'370	1'290	1'050	1'040	1'150	1'100	1'190
Seebrücke	2'250	2'430	2'380	1'720	1'720	1'710	1'710	2'240
Spitalstrasse Mitte	800	1'080	1'060	1'080	1'100	1'200	930	880
K13 Littau	760	850	810	820	1'040	770	1'080	1'090
St. Karlibrücke	770	1'120	1'110	1'160	1'360	960	980	890
Baselstr. Kreuzstutz	960	1'260	1'290	1'230	660	1'230	640	630
Obergrundstrasse	2'290	2'690	2'550	1'590	1'520	1'490	1'490	2'210
Fluhmühlebrücke	0	0	0	0	1'850	0	1'820	1'780
Spange Nord	0	0	0	0	0	1'910	1'920	1'850
Total QS HVS bestehend	12'940	15'650	15'190	13'400	13'090	13'150	12'610	13'760
vgl. zu Ist 2017		20.9%	17.4%	3.6%	1.2%	1.6%	-2.6%	6.3%
Total QS HVS alle	12'940	15'650	15'190	13'400	14'940	15'060	16'350	17'390
vgl. zu Ist 2017		20.9%	17.4%	3.6%	15.5%	16.4%	26.4%	34.4%

Tabelle 17 Vergleich der Wirkungen der Untersuchungsfälle im MSP im Untersuchungsgebiet

Auch in der Morgenspitzenstunde wird deutlich, dass der Infrastrukturausbau zur Stimulierung der Nachfrage führt. So ist mit Ausnahme des 0+ Zustandes in allen Varianten eine um 1.2% bis 4.8% höhere Nachfrage festzustellen. Am deutlichsten ist dies beim Gesamtsystem ohne die kapazitätsreduzierenden öV-Massnahmen im Stadtnetz ersichtlich.

Bei der Fahrleistung ist bei allen Untersuchungsfällen durch die Infrastrukturmassnahmen eine etwas grössere Zunahme im Vergleich zum Prognosefall ohne Ausbauten zu verzeichnen, dies weil sich mit kleineren Umwegen über die neuen Strecken Zeit gewinnen lässt. Bei allen Untersuchungsfällen reduziert sich der Gesamtreisezeitaufwand um rund 10%.

Auf den bestehenden städtischen HVS-Querschnitten tritt bei praktisch allen Varianten eine Reduktion auf das Niveau des Ist-Zustandes ein, ausser beim Gesamtsystem ohne öV-Massnahmen.

7 Vergleich mit Verkehrsmodell AP Bypass

7.1 Vergleich Verkehrsbelastungen Ist- und Prognose-Zustand

Nachfolgende Darstellung gibt einen Überblick über die Ergebnisse der verschiedenen Verkehrsmodellprognosen im Untersuchungsgebiet (Modell AP Bypass 2015/2040 und Modell Spange Nord 2017/2040) im DTV:



Abbildung 66: Vergleich der Modelle für Ist-, Prognosereferenz- und Gesamtsystemzustand im DTV

Nachfolgende Darstellung gibt einen Überblick über die Ergebnisse der verschiedenen Verkehrsmodellprognosen im Untersuchungsgebiet (Modell AP Bypass 2015/2040 und Modell Spange Nord 2017/2040) in der ASP:



Abbildung 67: Vergleich der Modelle für Ist-, Prognosereferenz- und Gesamtsystemzustand in der ASP

Nachfolgende Darstellung gibt einen Überblick über die Ergebnisse der verschiedenen Verkehrsmodellprognosen im Untersuchungsgebiet (Modell AP Bypass 2015/2040 und Modell Spange Nord 2017/2040) in der MSP:



Abbildung 68: Vergleich der Modelle für Ist-, Prognosereferenz- und Gesamtsystemzustand in der MSP

Der Vergleich der Modellergebnisse zeigt, dass das neuere Modell Spange Nord 2017/2040 tendenziell etwas geringere Streckenbelastungen aufweist, jedoch nicht gene-

rell. Somit ist auch die Prognose für die Spange Nord etwas geringer und die Entlastungswirkung durch das Gesamtsystem Bypass etwas grösser. Dies v.a. auch auf Grund der Berechnungsmethodik der angebotsorientierten Nachfrageprognose.

7.2 Vergleich der Wirkungen im Projekt-Zustand

Die nachfolgende Abbildung 69 zeigt einen Vergleich der Verlagerungswirkungen im DTV in den unterschiedlichen Modellen AP und Spange Nord:

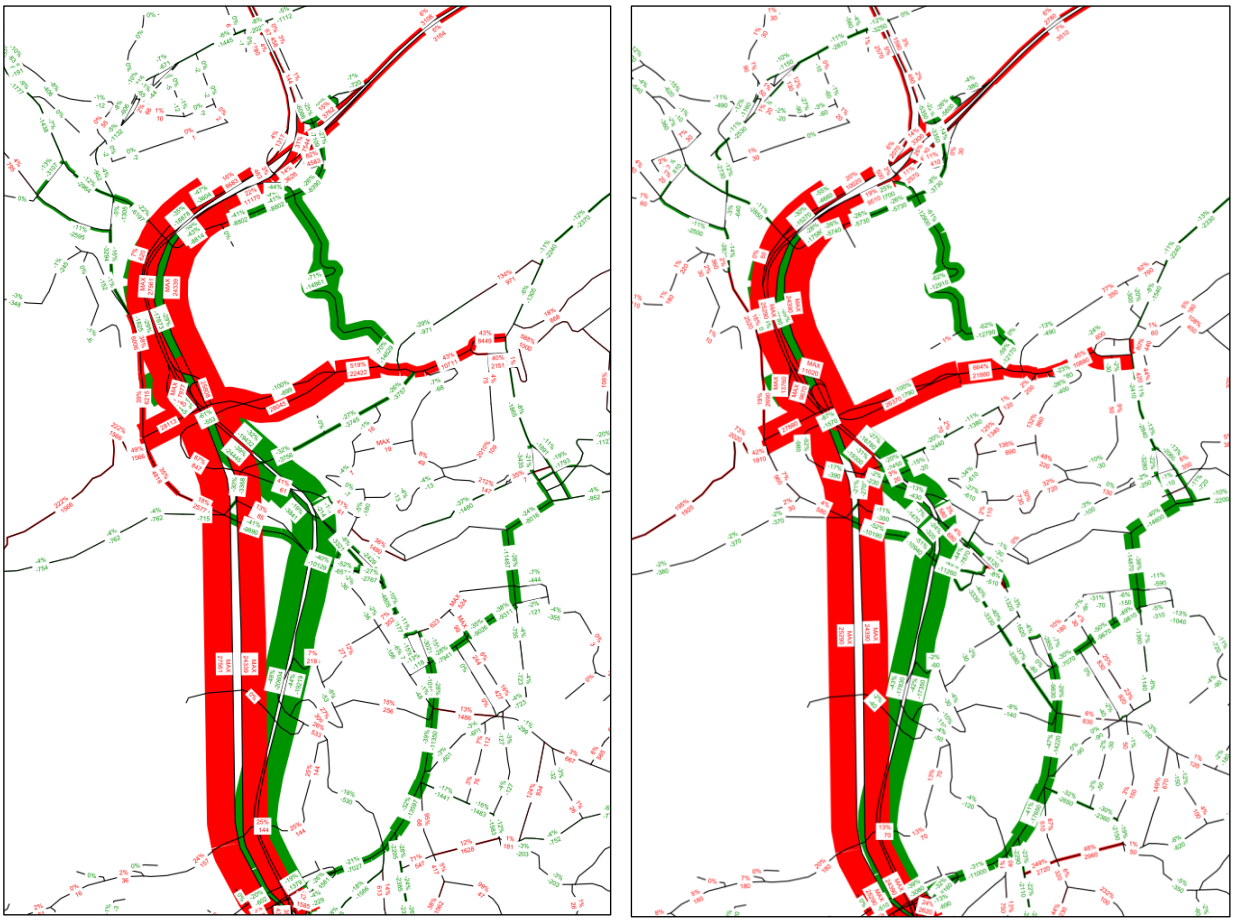


Abbildung 69: Verlagerungswirkungen Gesamtsystem Bypass Luzern mit Spange Nord im DTV; Vergleich der Modelle AP (l.) und Spange Nord (r.)

Die Verlagerungswirkungen sind im Grossen und Ganzen vergleichbar. In der neuen Prognose sind aber die Entlastungswirkung in der Stadt Luzern entlang des öV-Korridors um rund 10% grösser, jedoch entlang der Spitalstrasse/St. Karlibrücke um 10% geringer. Trotz praktisch gleicher Belastung der Fluhmühlebrücke sind die Mehrbelastungen auf der K13 Richtung Seetalplatz und Kreuzstutz geringer.

Wunschlinien Anschluss Lochhof

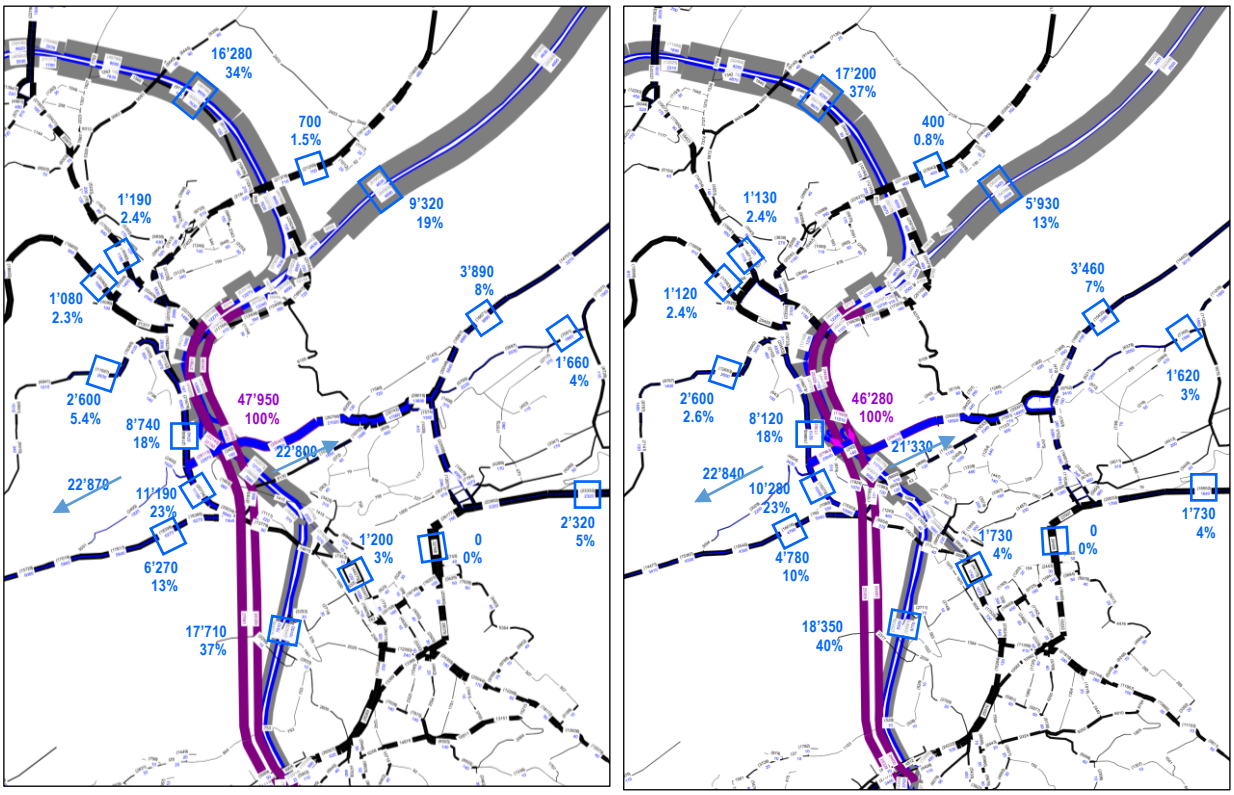


Abbildung 70: Vergleich der Wunschlinienspinnen des Anschlusses Lochhof im DTV gemäss Modell AP Bypass 2040 (l.) und Modell Spange Nord 2040 (r.)

Vergleicht man die Wunschlinienspinnen der Ein-/Ausfahrten am Anschluss Lochhof, so gibt es einen geringen Mengenunterschied von 3% weniger Verkehr zum Modell AP 2040. Auch verschiebt sich die 50%/50% Aufteilung auf Fluhmühlebrücke und Spange Nord geringfügig zur Fluhmühlebrücke (52%). Ansonsten sind die Anteile weitgehend gleich, bis auf eine Verschiebung von A14 zur A2. Ein Teil des geringeren Verkehrs über den Anschluss Lochhof resultiert aus weniger Verkehr von der A14 via Anschluss Lochhof.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Untersuchungsperimeter ... 8
Abbildung 2: Zusammenhang Ist-Nachfrage und Nachfrage- bzw. Angebots-orientierte Nachfrage ... 10
Abbildung 3: Vorgehen nachfrageorientierte Prognose ... 11
Abbildung 4: Diagramm Verteilung der Quell-/Zielverkehr-Erzeugungsraten im DTV ... 12
Abbildung 5: Diagramm Verteilung der Spitzenstundenanteile (MSP und ASP) am DTV ... 13
Abbildung 6: Verfeinerte Zonen-Anbindungen im engeren Untersuchungsgebiet der Stadt Luzern ... 14
Abbildung 7: Bestimmung der Anbindungsanteile auf Grund der Hektarrasterdaten (hier Bevölkerung 2016) ... 14
Abbildung 8: Detailansicht Modellnetz am Schlossberg ... 15
Abbildung 9: Detailansicht Modellnetz am Kasernenplatz ... 15
Abbildung 10: Vergleich der Widerstandsfunktionen bisheriges Modell (l.) und Vorschlag SNZ (r.) ... 16
Abbildung 11: Lage der Zählstellen im Untersuchungsraum (rot = Werte 2017/18; blau = Werte 2015) ... 17
Abbildung 12: Abweichungen Modell- zu Zählwert im DTV im Untersuchungsgebiet vor der Kalibration ... 18
Abbildung 13: Beurteilung der Abweichungen nach der Kalibration im DTV mit dem SQV für Modell AP Bypass 2015 (l.) und im Modell Spange Nord 2017 (r.) ... 19
Abbildung 14: Streuung der Abweichungen im Modell AP Bypass 2015 (l.) und Modell Spange Nord 2017 (r.) ... 19
Abbildung 15 Abweichungen Modell- zu Zählwert im DTV im Untersuchungsgebiet nach der Kalibration ... 20
Abbildung 16: Vergleichsquerschnitte mit Zähldaten (Zählstellen-Nr) im Untersuchungsgebiet ... 21
Abbildung 17: Abweichungen Modell- zu Zählwert im ASP im Untersuchungsgebiet vor der Kalibration ... 23
Abbildung 18: Beurteilung der Abweichungen nach der Kalibration in der ASP mit dem SQV für Modell AP Bypass 2015 (l.) und im Modell Spange Nord 2017 (r.) ... 24
Abbildung 19: Streuung der Abweichungen im Modell AP Bypass 2015 (l.) und Modell Spange Nord 2017 (r.) ... 24
Abbildung 20 Abweichungen Modell- zu Zählwert in der ASP im Untersuchungsgebiet nach der Kalibration ... 25
Abbildung 21: Abweichungen Modell- zu Zählwert im MSP im Untersuchungsgebiet vor der Kalibration ... 28
Abbildung 22: Beurteilung der Abweichungen nach der Kalibration in der MSP mit dem SQV für Modell AP Bypass 2015 (l.) und im Modell Spange Nord 2017 (r.) ... 29
Abbildung 23: Streuung der Abweichungen im Modell AP Bypass 2015 (l.) und Modell Spange Nord 2017 (r.) ... 29

Abbildung 24 Abweichungen Modell- zu Zählwert in der MSP im Untersuchungsgebiet nach der Kalibration 30
Abbildung 25: Vergleich der Verteilung der Verkehrserzeugungsraten im DTV der Modelle AP Bypass 2015 und Spange Nord 2017 32
Abbildung 26: Vergleich der Verteilung der %-Anteile der ASP am DTV der Modelle AP Bypass 2015 und Spange Nord 2017 33
Abbildung 27: Vergleich der Verteilung der %-Anteile der MSP am DTV der Modelle AP Bypass 2015 und Spange Nord 2017 33
Abbildung 28: Fahrweitenverteilung im DTV vor und nach der Kalibration 34
Abbildung 29: Vergleich der Wunschlinienspinnen im Querschnitt A2 Reussegg im DTV gemäss Modell AP Bypass 2015 (l.) und Modell Spange Nord 2017 (r.) 35
Abbildung 30: Vergleich der Wunschlinienspinnen im Querschnitt Rosenberg (Friedentalstr.) im DTV gemäss Modell AP Bypass 2015 (l.) und Modell Spange Nord 2017 (r.) 36
Abbildung 31: Vergleich der Wunschlinienspinnen im Querschnitt Seebrücke im DTV gemäss Modell AP Bypass 2015 (l.) und Modell Spange Nord 2017 (r.) 36
Abbildung 32: Verkehrszunahme im DTV 2017 – 2040 in der Basisprognose 40
Abbildung 33: Vergleich der CR-Funktionen Ist-Zustand (l.) und Prognose-Zustand (r.) 41
Abbildung 34: Verlagerungen durch angepasste CR-Funktionen für Typ 10 HLS in der ASP 2040 41
Abbildung 35: Iterationsablauf der Nachfragereduktion mit Elastizitäten-Anwendung 43
Abbildung 36: Veränderung der Netzbelastung ASP 2040 durch Anwendung Nachfrageelastizitäten 44
Abbildung 37: Abschnitte mit beschränkter Kapazität in der ASP gemäss Verkehrsmodell AP Bypass 45
Abbildung 38: Abschnitte mit beschränkter Kapazität in MSP (inkl. ASP) gemäss Verkehrsmodell AP Bypass 45
Abbildung 39: Veränderungen der Netzbelastung auf Grund der Kapazitätsbeschränkungen in der ASP 47
Abbildung 40: Verkehrszuwächse 2017 – 2040 im DTV (rot=Zunahme, grün=Abnahme) 48
Abbildung 41: Verkehrszuwächse 2017 – 2040 in der ASP (rot=Zunahme, grün=Abnahme) 49
Abbildung 42: Verkehrszuwächse 2017 – 2040 in der MSP (rot=Zunahme, grün=Abnahme) 50
Abbildung 43: Verkehrsbelastungen 2040 im DTV (Prognose «bewältigbar») 51
Abbildung 44: Verkehrsbelastungen 2040 in der ASP (Prognose «bewältigbar») 52
Abbildung 45: Verkehrsbelastungen 2040 in der MSP (Prognose «bewältigbar») 53
Abbildung 46: Vergleich der Verteilung der Verkehrserzeugungsraten pro Kopf im DTV der Modelle AP 2015, Spangen Nord 2017 und Spange Nord 2040 54
Abbildung 47: Vergleich der Verteilung der Verkehrserzeugungsraten pro Kopf in der ASP der Modelle AP 2015, Spangen Nord 2017 und Spange Nord 2040 55
Abbildung 48: Vergleich der Verteilung der Abendspitzenstundenanteile am DTV der Modelle AP 2015, Spangen Nord 2017 und Spange Nord 2040 55
Abbildung 49: Vergleich der Verteilung der Morgenspitzenstundenanteile am DTV der Modelle AP 2015, Spangen Nord 2017 und Spange Nord 2040 56

Abbildung 50: Vergleich der Wunschlinienspinnen im Querschnitt A2 Reussegg im DTV gemäss Modell AP Bypass 2040 (l.) und Modell Spange Nord 2040 (r.) 57
Abbildung 51: Vergleich der Wunschlinienspinnen im Querschnitt K13 Littau im DTV gemäss Modell AP Bypass 2040 (l.) und Modell Spange Nord 2040 (r.) 57
Abbildung 52: Vergleich der Wunschlinienspinnen im Querschnitt Rosenberg (Friedentalstr.) im DTV gemäss Modell AP Bypass 2040 (l.) und Modell Spange Nord 2040 (r.) 58
Abbildung 53: Verlagerung durch den Bypass im Vergleich zum Modell-Prognosezustand in der ASP 2040 60
Abbildung 54: Verlagerung durch den Bypass und die öV-Massnahmen im Vergleich zum Modell-Prognosezustand in der ASP 2040 62
Abbildung 55: Projekt Spange Nord 63
Abbildung 56: Verlagerung durch das Gesamtsystem Bypass im Vergleich zum Modell-Prognosezustand im DTV 2040 65
Abbildung 57: Verlagerung durch Gesamtsystem Bypass im Vergleich zum Modell-Prognosezustand in der ASP 2040 66
Abbildung 58: Verlagerung durch Gesamtsystem Bypass im Vergleich zum Modell-Prognosezustand in der MSP 2040 67
Abbildung 59: Verlagerung durch das Gesamtsystem Bypass ohne Fluhmühlebrücke im Vergleich zum Modell-Prognosezustand im DTV 2040 68
Abbildung 60: Wirkung der Fluhmühlebrücke im Gesamtsystem Bypass und Spange Nord im DTV 2040 (Differenzen zwischen Gesamtsystem mit MINUS ohne Fluhmühlebrücke) 70
Abbildung 61: Verlagerung durch das Gesamtsystem Bypass ohne öV-Massnahmen im Vergleich zum Modell-Prognosezustand im DTV 2040 72
Abbildung 62: Verlagerung durch das Gesamtsystem Bypass ohne öV-Massnahmen im Vergleich zum Modell-Prognosezustand im ASP 2040 73
Abbildung 63: Verlagerung durch Bypass mit AS Lochhof und Fluhmühlebrücke (inkl. öV-Massnahmen) im Vergleich zum Modell-Prognosezustand im DTV 2040 74
Abbildung 64: Wirkung der Spange Nord im Gesamtsystem Bypass und Spange Nord im DTV 2040 (Differenzen zwischen Gesamtsystem MINUS nur Fluhmühlebrücke) 76
Abbildung 65: Untersuchungsgebiet (rot) für Auswertung der lokalen Nachfragewirkung (OpenStreetMap) 77
Abbildung 66: Vergleich der Modelle für Ist-, Prognosereferenz- und Gesamtsystemzustand im DTV 81
Abbildung 67: Vergleich der Modelle für Ist-, Prognosereferenz- und Gesamtsystemzustand in der ASP 82
Abbildung 68: Vergleich der Modelle für Ist-, Prognosereferenz- und Gesamtsystemzustand in der MSP 83
Abbildung 69: Verlagerungswirkungen Gesamtsystem Bypass Luzern mit Spange Nord im DTV; Vergleich der Modelle AP (l.) und Spange Nord (r.) 84
Abbildung 70: Vergleich der Wunschlinienspinnen des Anschlusses Lochhof im DTV gemäss Modell AP Bypass 2040 (l.) und Modell Spange Nord 2040 (r.) 85

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Wirkungsansätze für angebotsorientiere Nachfrageprognose 10
Tabelle 2: Vergleichsquerschnitte im DTV mit Zähl- und Modellwerten 2015-2018 22
Tabelle 3: Vergleich der Zählwerte 2017 der Zählstelle Kanton (71) und Stadt Luzern (Nr. 2018) 22
Tabelle 4: Vergleichsquerschnitte in der ASP mit Zähl- und Modellwerten 2015-2018 26
Tabelle 5: Vergleichsquerschnitte in der MSP mit Zähl- und Modellwerten 2015-2018 31
Tabelle 6: Übersicht der Eckwerte Basisprognose 2040 gemäss Modell AP Bypass 2015 39
Tabelle 7: Veränderung der Nachfrage auf Grund der Elastizitäten-Anwendung 43
Tabelle 8: Veränderung der Nachfrage durch die vier Prognose-Anpassungsschritte in der ASP und MSP 2040 46
Tabelle 9: Veränderung Fahrtenzahl und Verkehrsleistung durch Bypass (ZMB-Referenzfall) 59
Tabelle 10: Veränderung Fahrtenzahl und Verkehrsleistung durch öV-Massnahme (ZMB-Variante Null+) 61
Tabelle 11: Veränderung Fahrtenzahl und Verkehrsleistung durch Spange Nord (VP-optimiert) im DTV und in der ASP und MSP 2040 64
Tabelle 12: Veränderung Fahrtenzahl und Verkehrsleistung durch Spange Nord ohne Fluhmühlebrücke im DTV, ASP und MSP 2040 69
Tabelle 13: Veränderung Fahrtenzahl und Verkehrsleistung durch Spange Nord ohne öV-Massnahmen im DTV, ASP und MSP 2040 71
Tabelle 14: Veränderung Fahrtenzahl und Verkehrsleistung durch Fluhmühlebrücke und AS Lochhof inkl. öV-Massnahmen im DTV, ASP und MSP 2040 75
Tabelle 15: Vergleich der Wirkungen der Untersuchungsfälle im DTV im Untersuchungsgebiet 78
Tabelle 16: Vergleich der Wirkungen der Untersuchungsfälle im ASP im Untersuchungsgebiet 79
Tabelle 17 Vergleich der Wirkungen der Untersuchungsfälle im MSP im Untersuchungsgebiet 80

Anhang

Anhang 1 DTV-Modell, Ist-Zustand (2017) und Prognose-Zustand (2040)
Anhang 2 ASP-Modell, Ist-Zustand (2017) und Prognose-Zustand (2040)
Anhang 3 MSP-Modell, Ist-Zustand (2017) und Prognose-Zustand (2040)
Anhang 4 Untersuchungsfall 2040 ZMB-Referenz
Anhang 5 Untersuchungsfall 2040 ZMB Null+
Anhang 6 Untersuchungsfall 2040 Spange Nord
Anhang 7 Untersuchungsfall 2040 Spange Nord ohne Fluhmühlebrücke
Anhang 8 Untersuchungsfall 2040 Spange Nord ohne öV-Massnahmen
Anhang 9 Untersuchungsfall 2040 AS Lochhof und Fluhmühlebrücke
Anhang 10 Vergleiche 2015 / 2017 /2040

Anhang 1 DTV-Modell, Ist-Zustand (2017) und Prognose-Zustand (2040)

Belastungen DTV Ist-Zustand 2017

Belastungen DTV Prognose-Zustand 2040

Differenzbelastungen DTV Prognose 2040 – Ist 2017

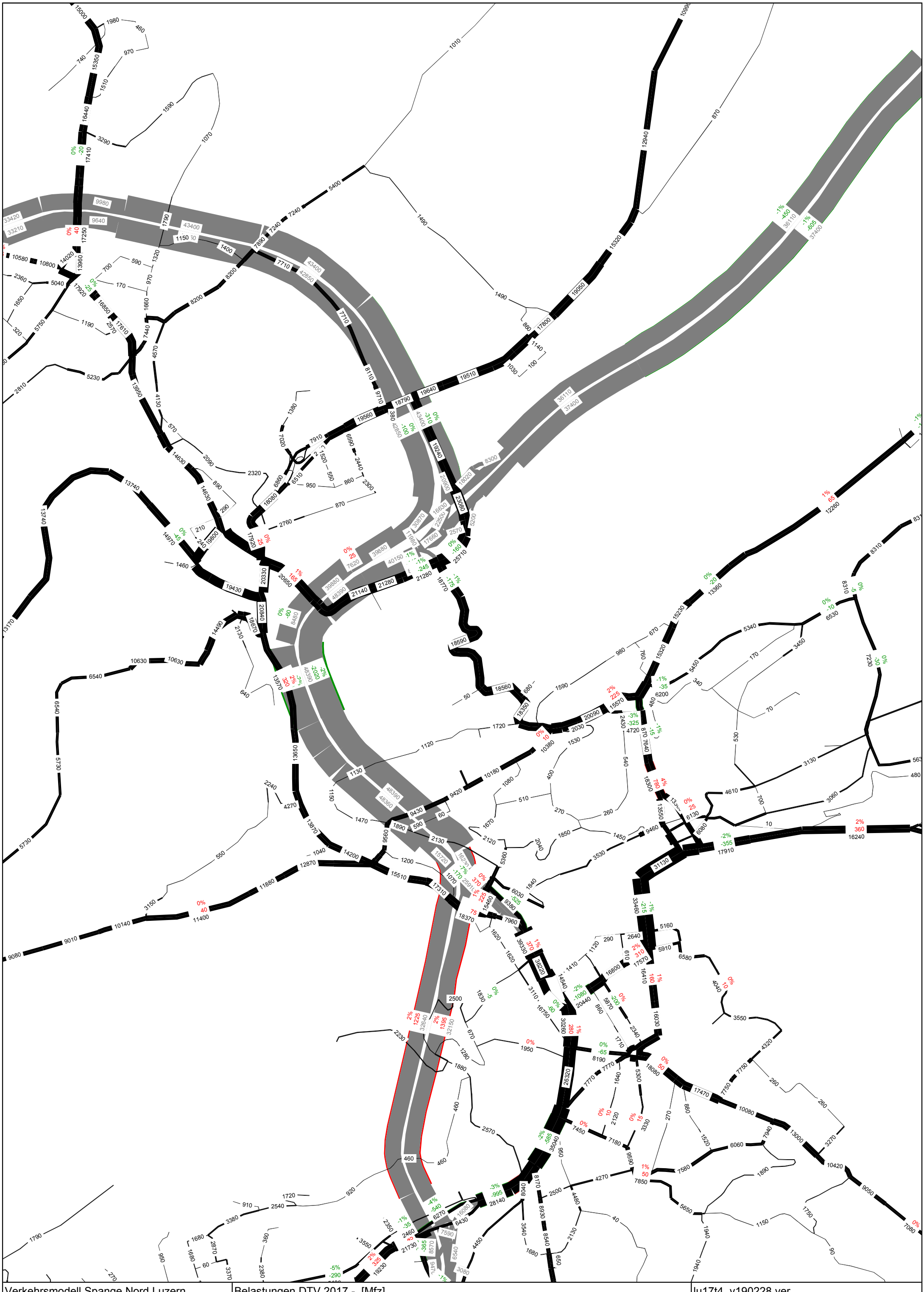
Wunschlinienspinne DTV A2 Reussegg (2017 und 2040)

Wunschlinienspinne DTV K13 Littau (2017 und 2040)

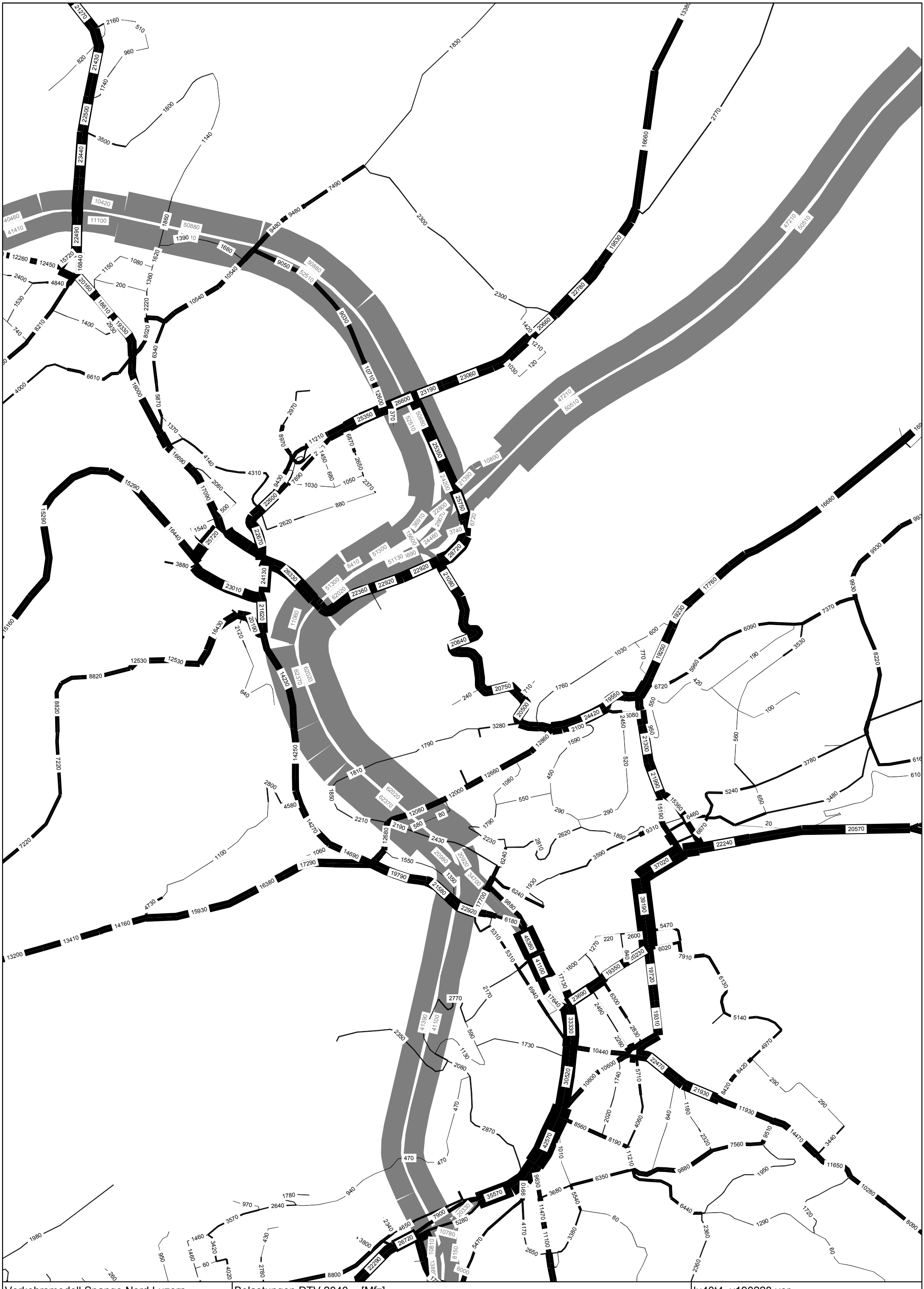
Wunschlinienspinne DTV Rosenberg (2017 und 2040)

Wunschlinienspinne DTV Zürichstrasse (2017 und 2040)

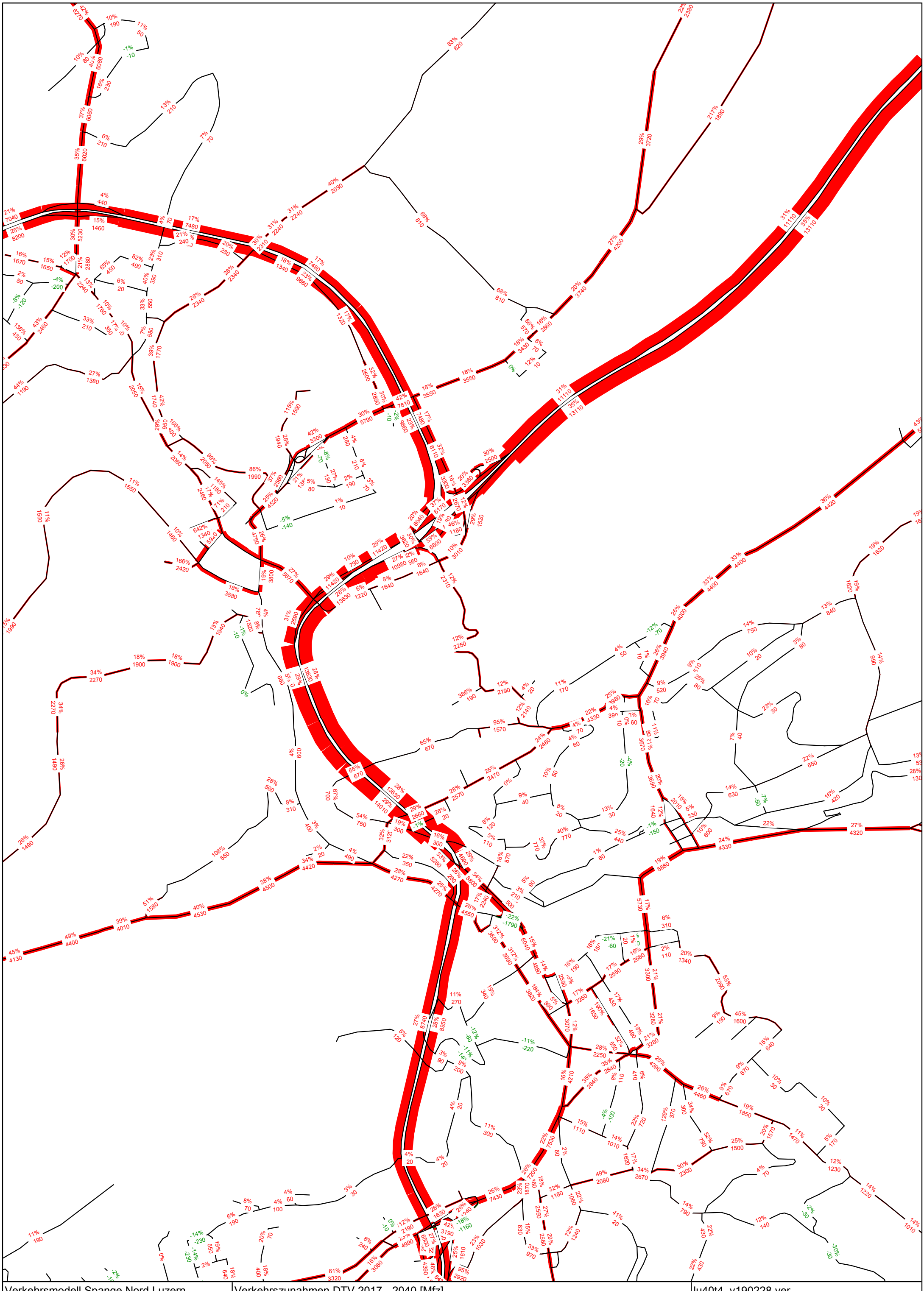
Wunschlinienspinne DTV Seebrücke (2017 und 2040)



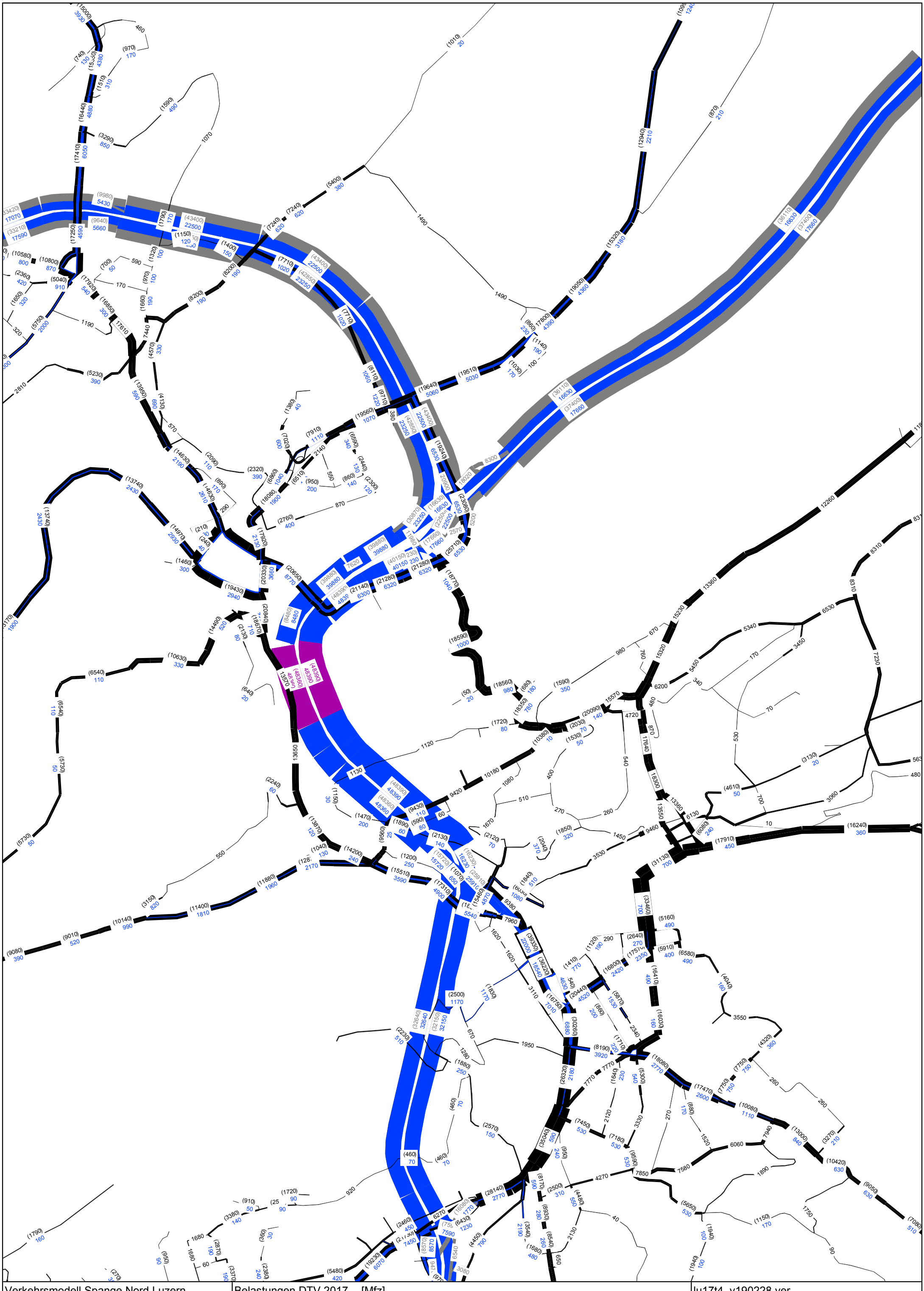
Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Belastungen DTV 2017 - [Mfz]	lu17t4_v190228.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 28.02.2019	Ist-Zustand 2017 nach Kalibration (Abweichungen zu Zählwerten)	1:16077



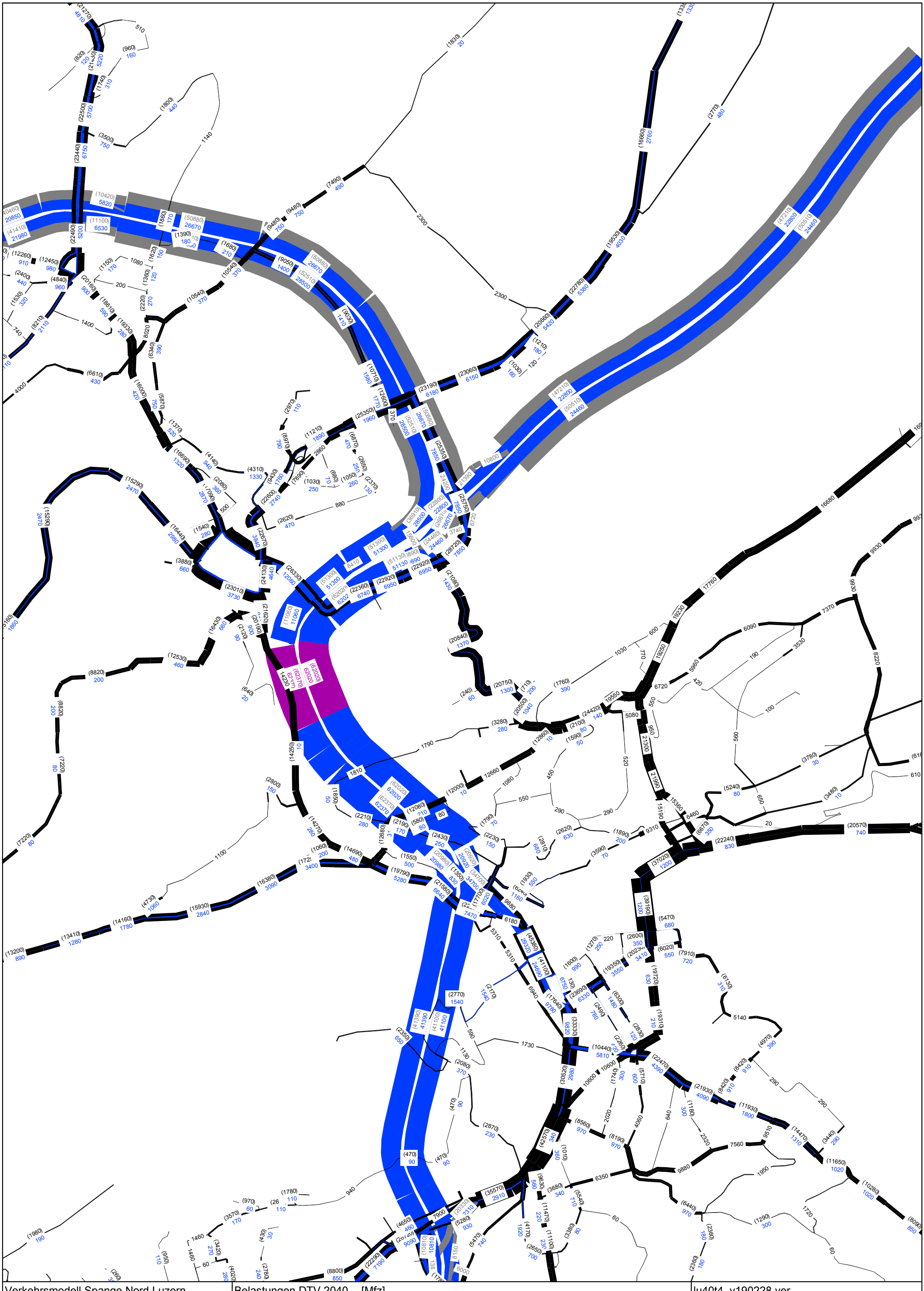
Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Belastungen DTV 2040 - [Mfz]	lu40t4_v190228.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 28.02.2019	Prognose 2040 def	1:16077



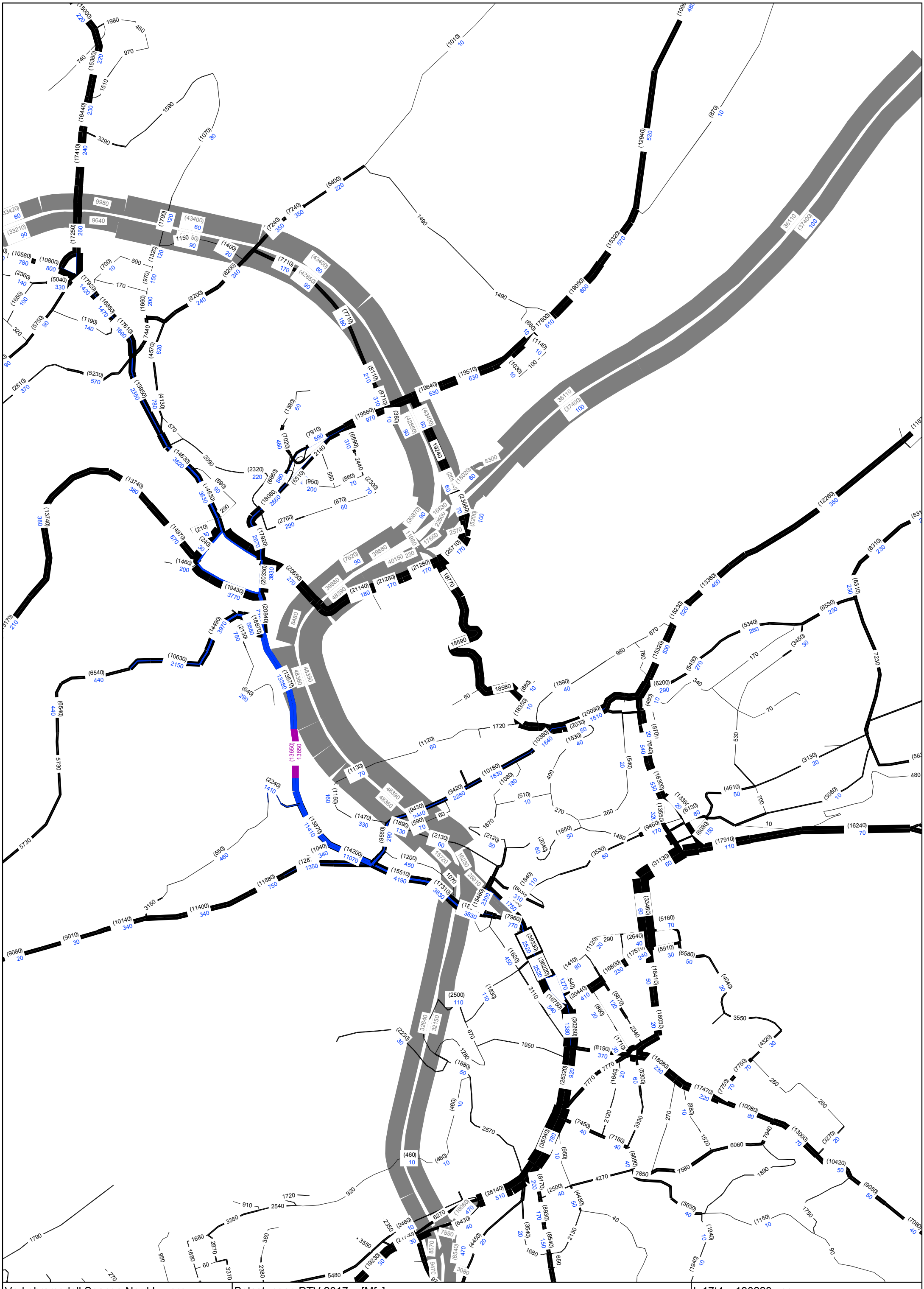
Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Verkehrszunahmen DTV 2017 - 2040 [Mfz]	lu40t4_v190228.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 28.02.2019	Prognose 2040 def MINUS Ist-Zustand 2017	1:16077



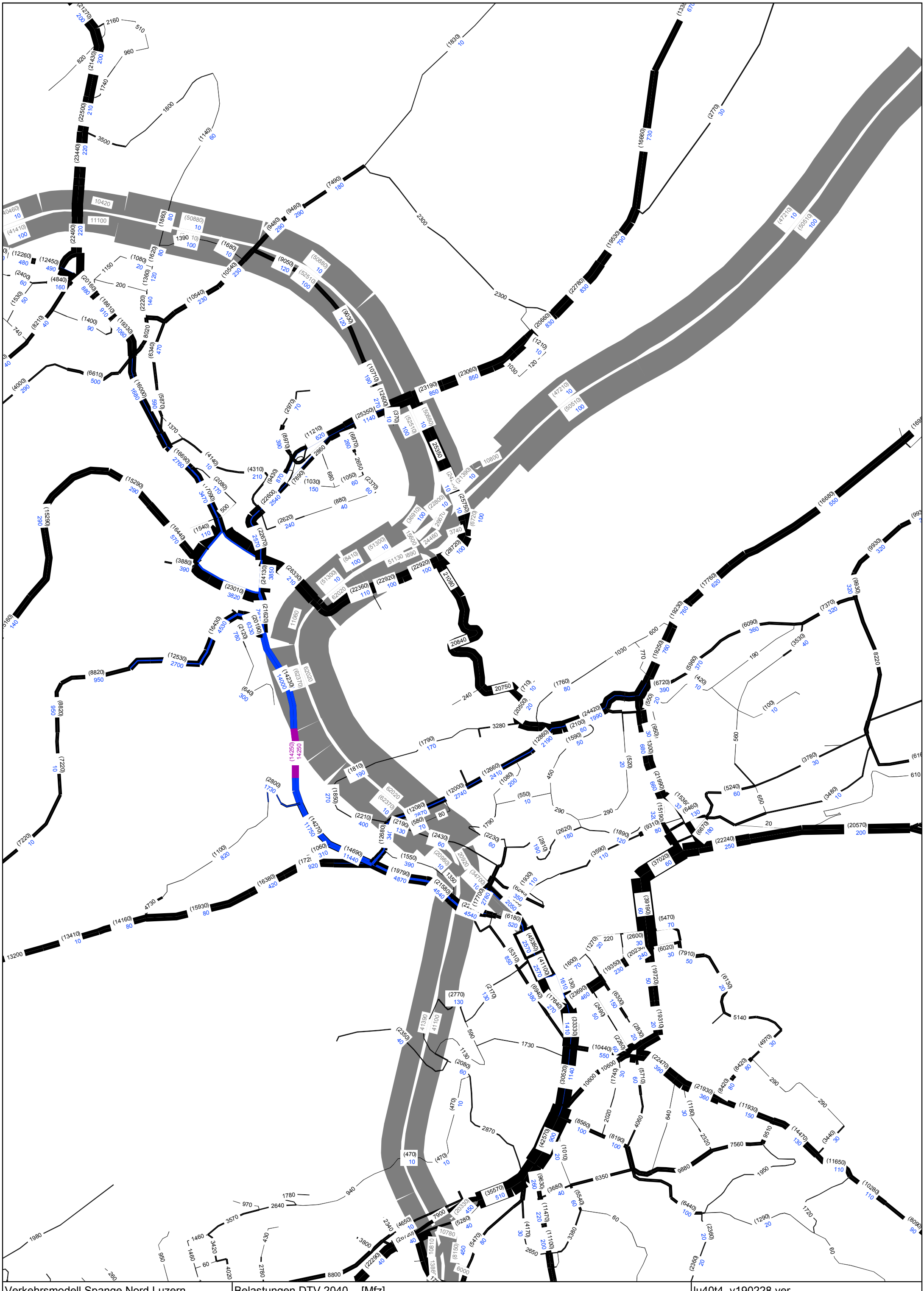
Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Belastungen DTV 2017 - [Mfz]	lu17t4_v190228.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 28.02.2019	Ist-Zustand 2017 kalibriert; Wunschlinienspinne A2-Reussegg	1:16077



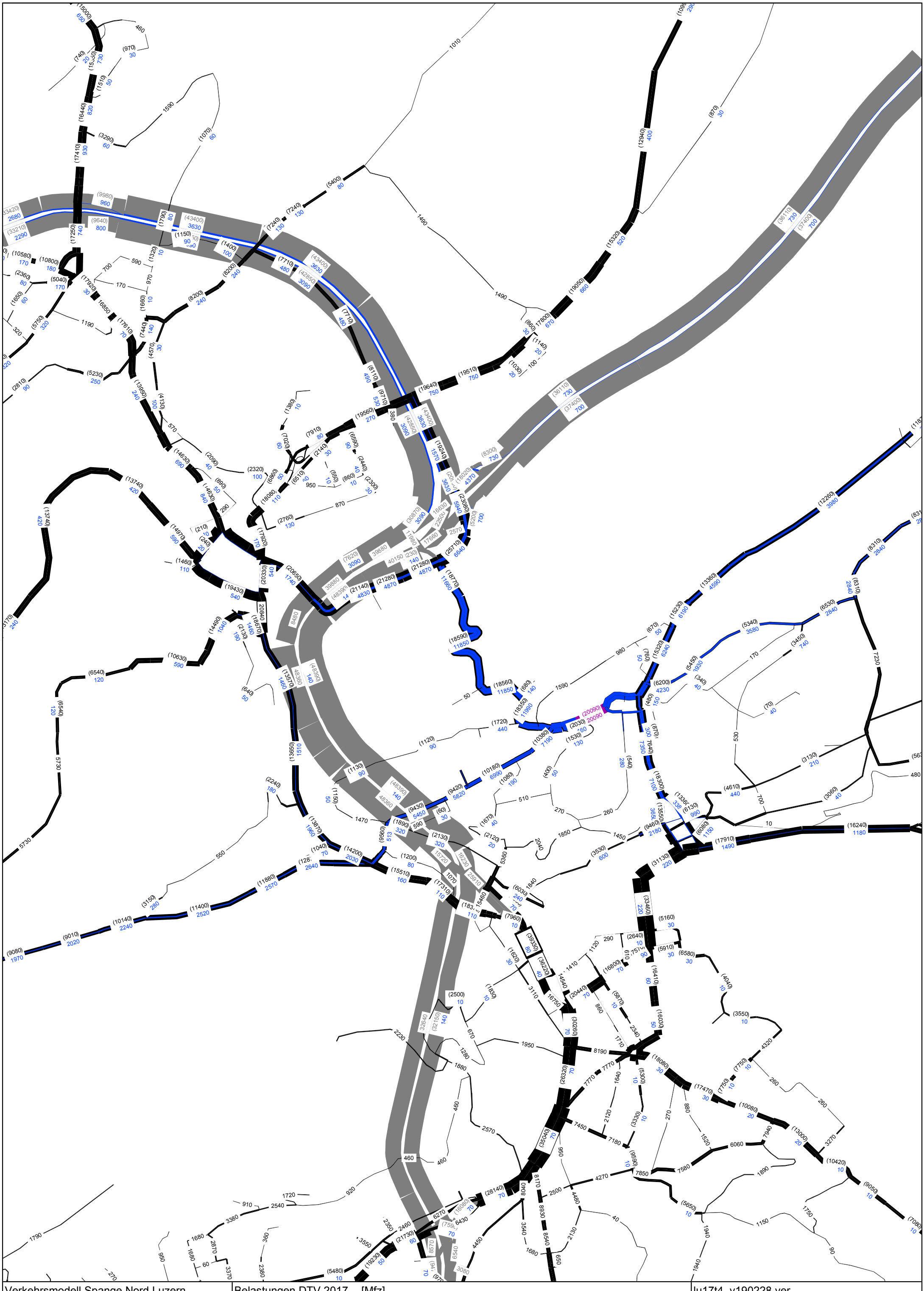
Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Belastungen DTV 2040 - [Mfz]	lu40t4_v190228.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 28.02.2019	Prognose 2040 def; Wunschlinienspinne A2 Reussegg	1:16077



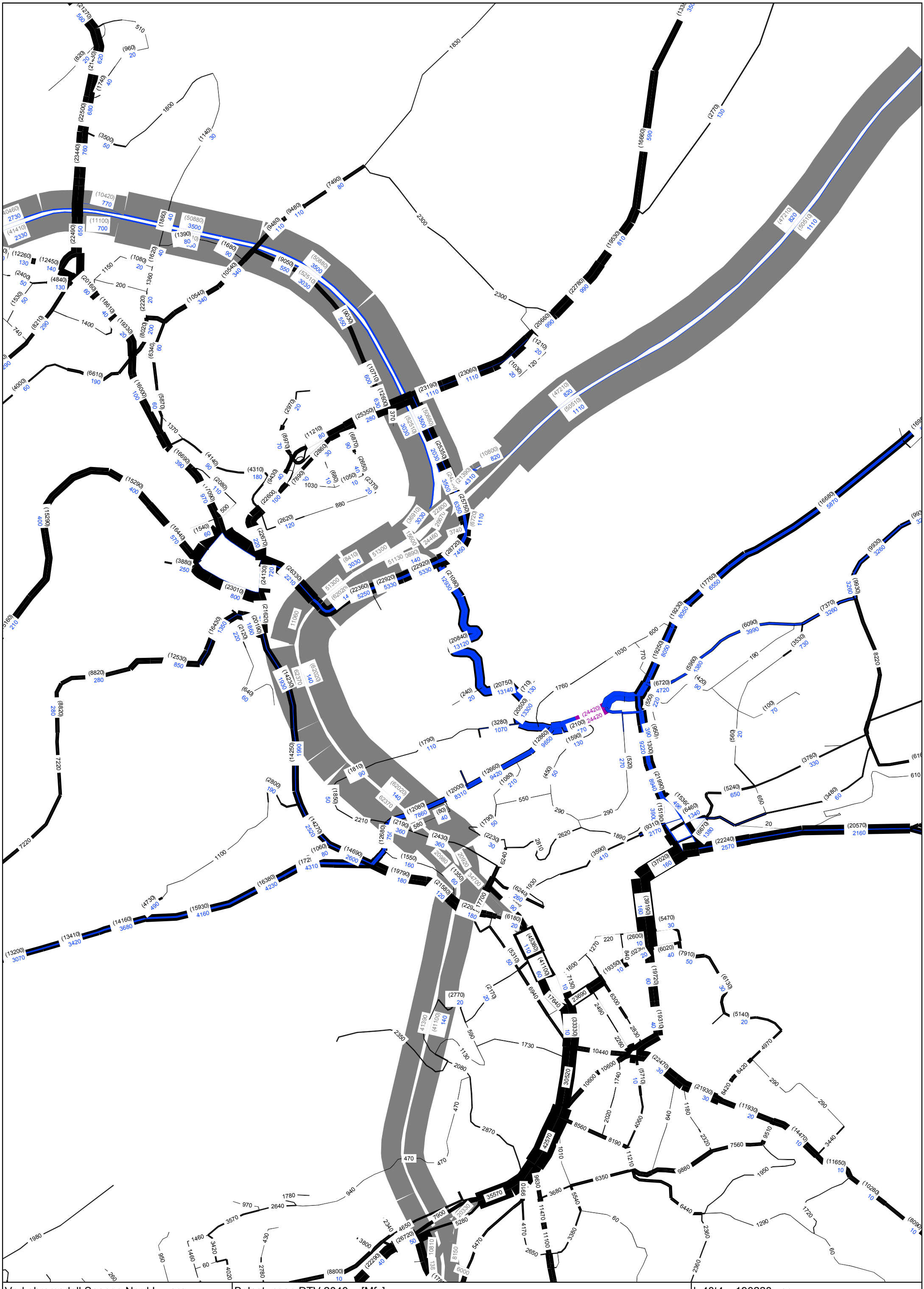
Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Belastungen DTV 2017 - [Mfz]	lu17t4_v190228.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 05.04.2019	Ist-Zustand 2017 kalibriert; Wunschlinienspinne K13 Littau	1:16077



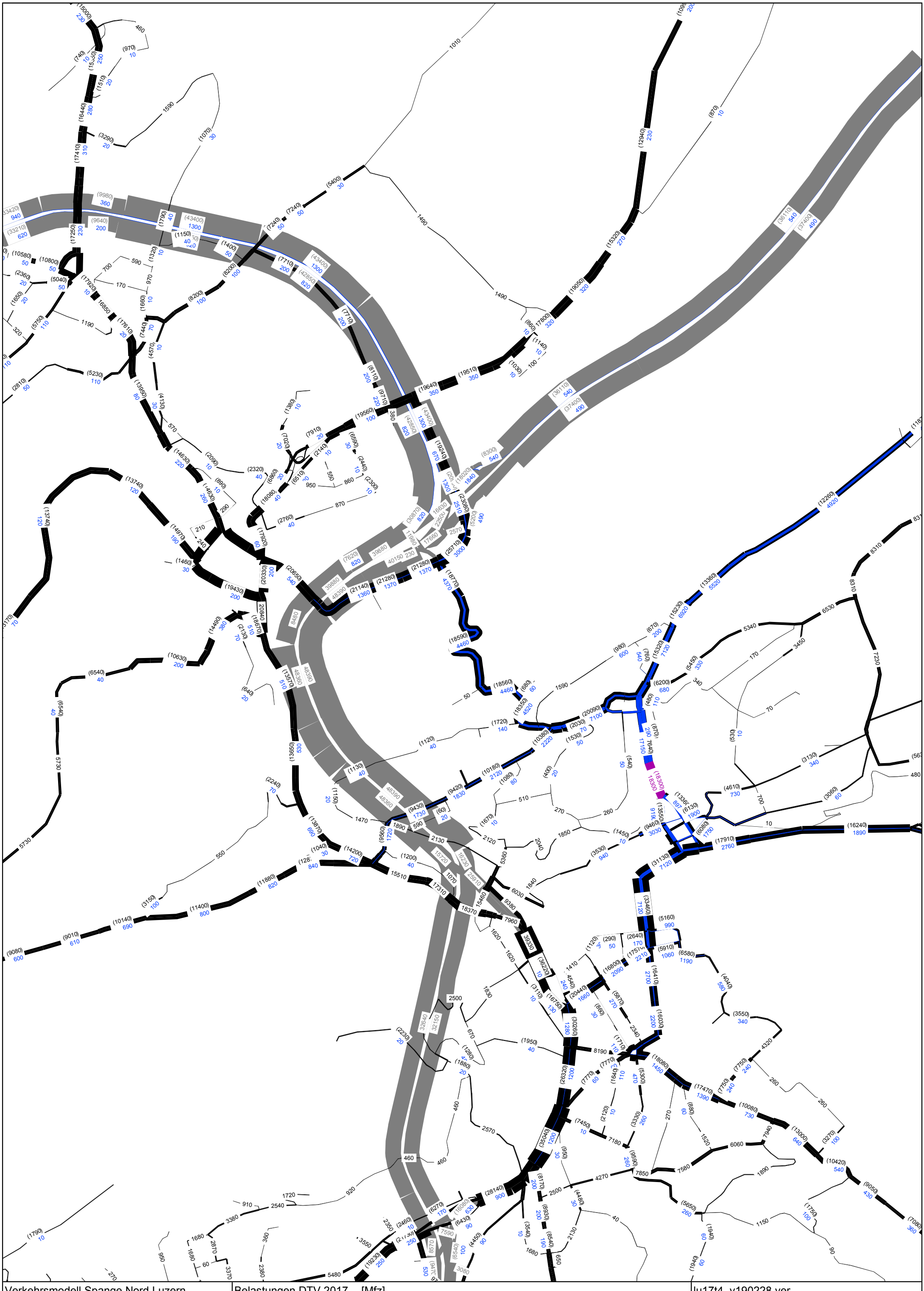
Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Belastungen DTV 2040 - [Mfz]	lu40t4_v190228.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 28.02.2019	Prognose 2040 def; Wunschlinienspinne K13 Littau	1:16077

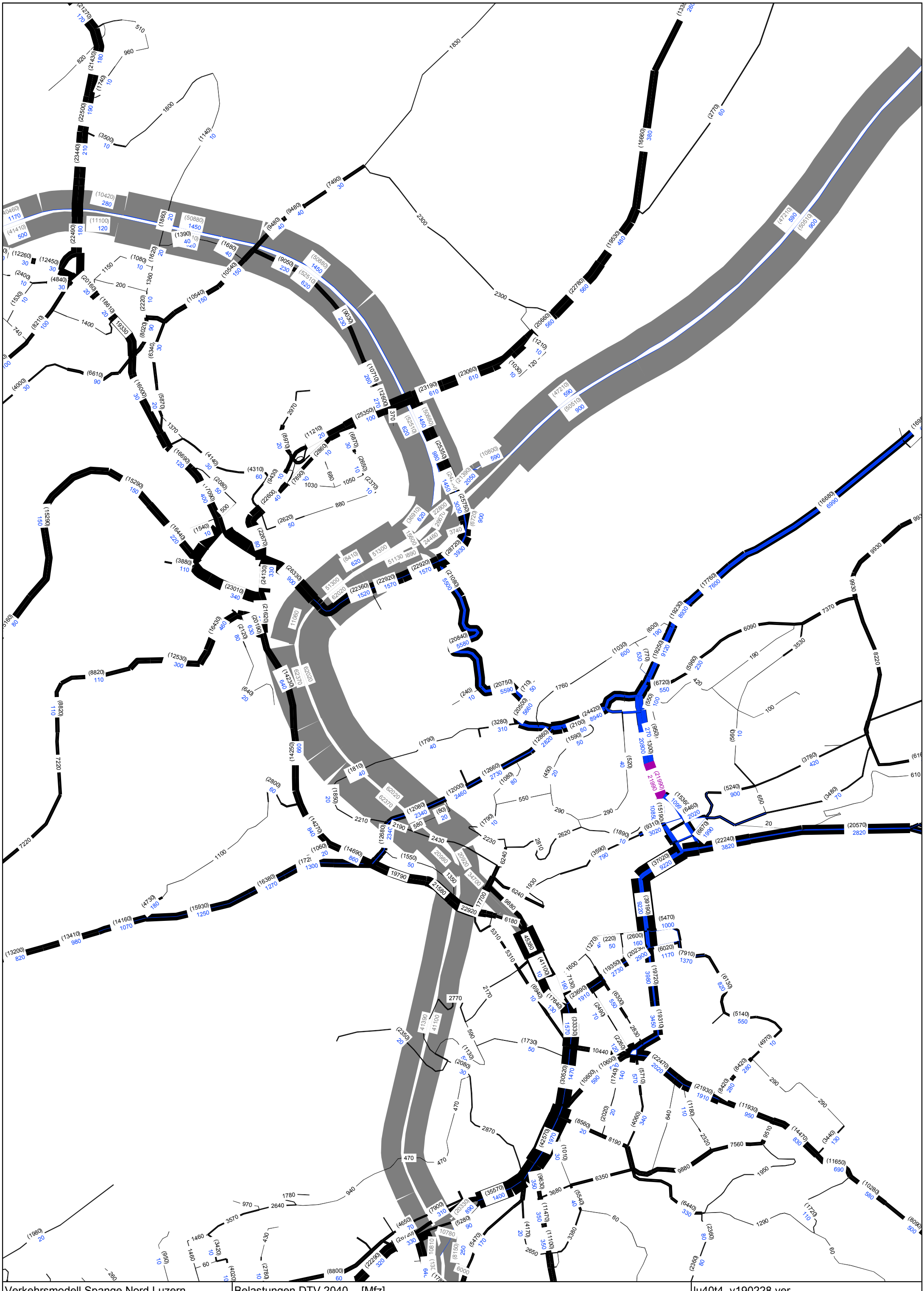


Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Belastungen DTV 2017 - [Mfz]	lu17t4_v190228.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 28.02.2019	Ist-Zustand 2017 kalibriert; Wunschlinienspinne Rosenberg	1:16077

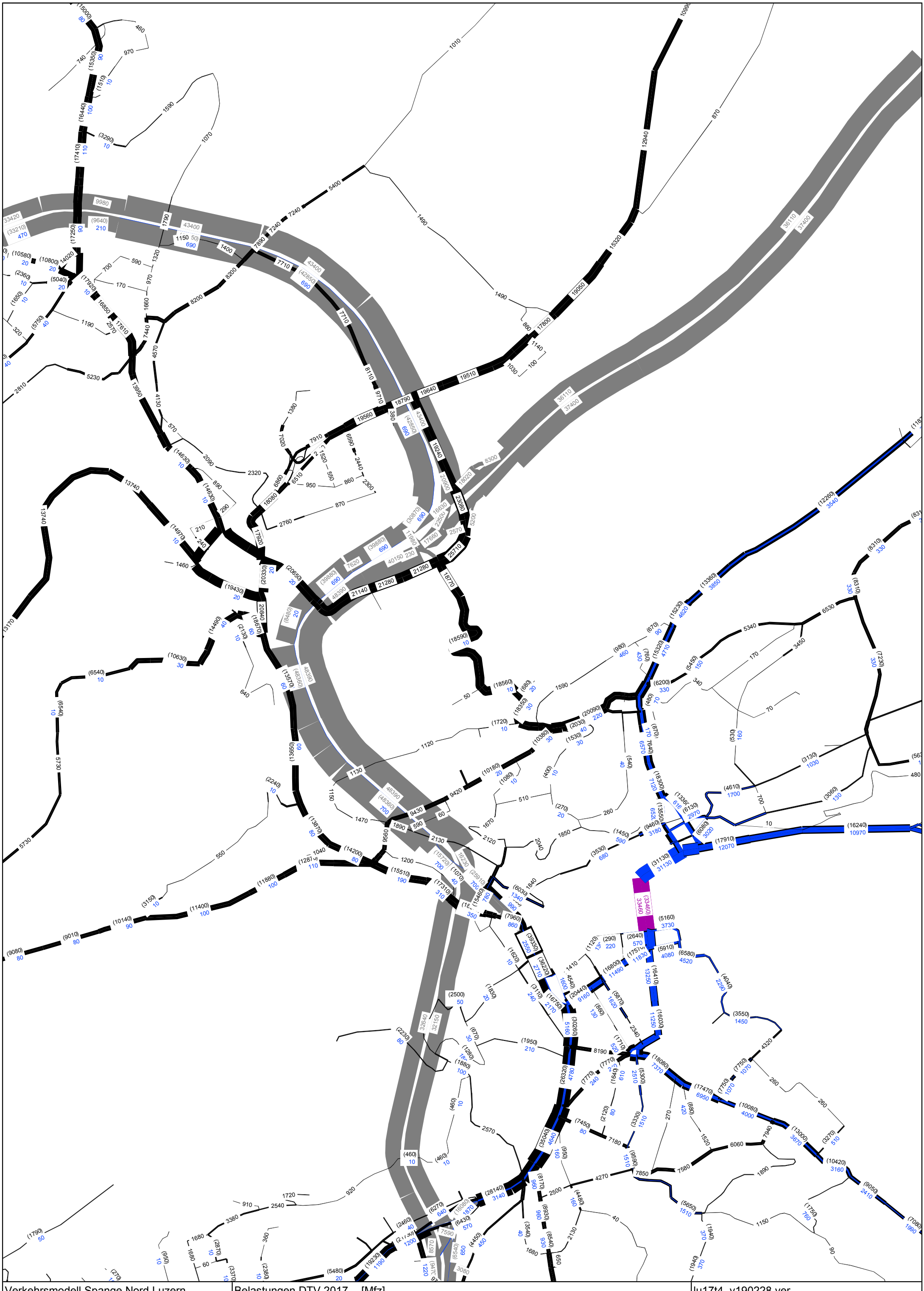


Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Belastungen DTV 2040 - [Mfz]	lu40t4_v190228.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 28.02.2019	Prognose 2040 def; Wunschlinienspinne A2 Rosenberg	1:16077

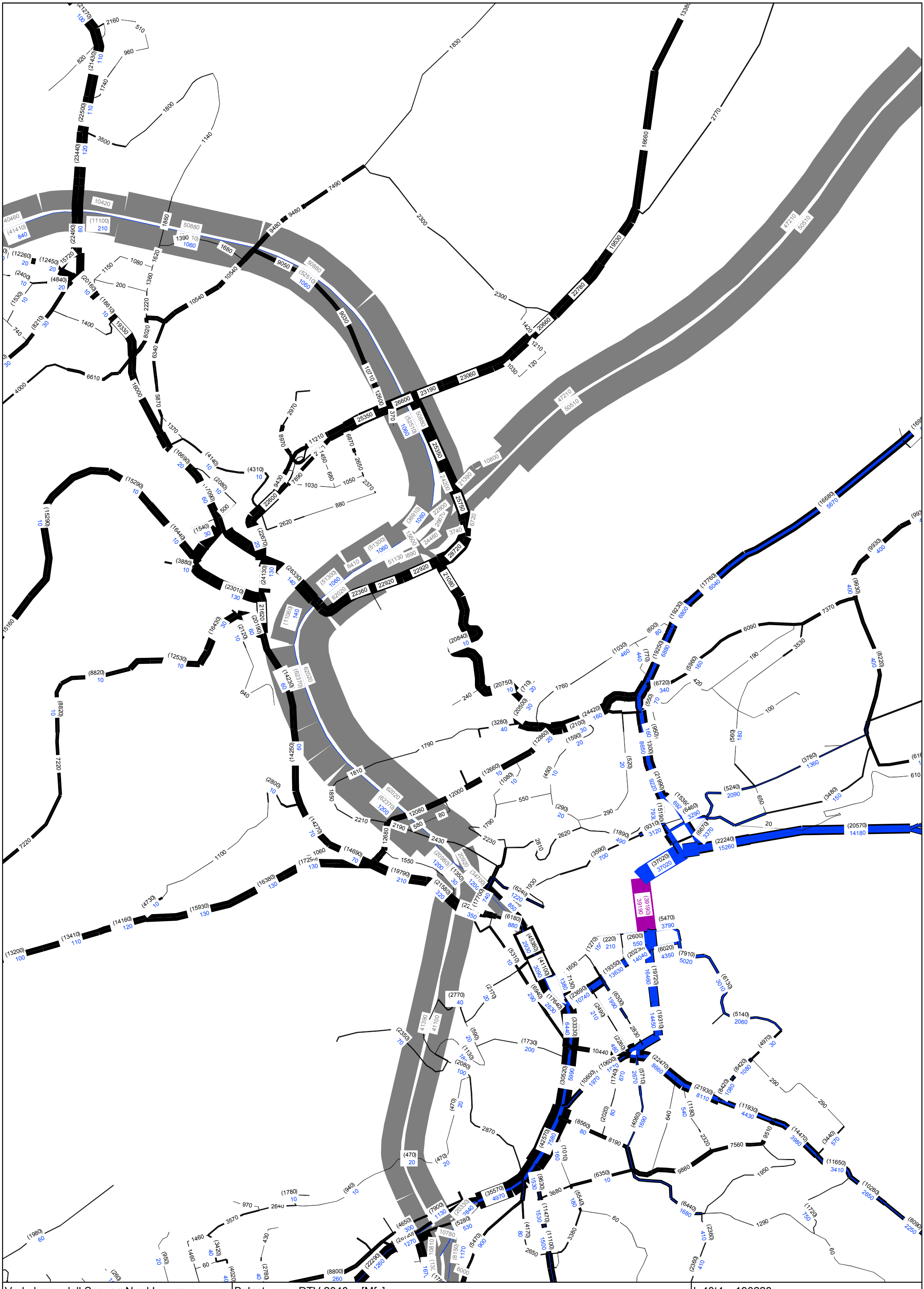

(15000) 230
460
(740) 10
(15300) 250
(970) 10
(1510) 20
(16440) 280
1590
(3290) 20
(1070) 30
(17410) 310
1010
(5400) 30
(7240) 50
1490
(12940) 230
(870) 10
(9980) 360
(9640) 200
(17250) 230
(1790) 40
(43400) 1300
(1150) 40
(1400) 50
(7710) 200
(42850) 820
(15320) 270
(19050) 320
17800 320
(36110) 540
(37400) 490
(10580) 50
(10800) 50
(2360) 20
(5040) 50
(1320) 10
(8200) 100
(1660) 10
(17920) 10
16850
(17610) 20
(7440) 70
(4570) 10
(1650) 20
(5750) 110
1190
(5230) 110
(2810) 50
(13950) 80
(4130) 30
(1380) 10
(19560) 100
(7910) 20
(7020) 20
(2140) 10
(6590) 30
(2440) 10
(2300) 10
(19640) 350
(19510) 350
(8110) 200
(9710) 220
(19240) 670
(8300) 540
(18020) 1840
(2090) 10
(2320) 40
(6860) 20
(6510) 20
(14630) 220
(14630) 260
(890) 10
(18080) 40
(2760) 40
(13740) 120
(14970) 190
(1460) 30
(20330) 200
(19430) 200
(20650) 540
(30870) 820
(21280) 1370
(21140) 1360
(25710) 3000
(23080) 2510
(5200) 490
(12260) 4920
(13360) 5520
(15230) 6920
(15320) 7120
(18770) 4370
(18590) 4460
(18560) 4460
(18350) 4520
(20090) 7100
(1720) 140
(1120) 40
(1130) 40
(10380) 2220
(10180) 2120
(9420) 1830
(9430) 1730
(1150) 20
(1470) 1890
(9560) 1720
(13870) 690
(1040) 30
(14200) 720
(15510) 1070
(17310) 15460
(18370) 7960
(6030) 9380
(39330) 10
(36220) 10
(3110) 10
(16750) 130
(32640) 32150
(32320) 1200
(1880) 20
(1280) 40
(2230) 20
(1950) 40
(8190) 2500
(1830) 670
(1620) 1620
(1410) 4540
(20440) 1660
(16800) 2090
(16410) 2700
(16030) 2200
(1710) 110
(7770) 60
(7770) 20
(1640) 110
(5300) 470
(5870) 270
(860) 30
(2340) 1590
(680) 60
(18080) 1450
(17470) 1390
(7750) 240
(7750) 240
(10080) 730
(13000) 640
(3270) 100
(7940) 6060
(1520) 7580
(880) 60
(270) 7850
(9590) 260
(3330) 260
(2120) 10
(7450) 10
7180
(3504) 1200
(960) 30
(28140) 900
(8170) 200
(8930) 200
(8540) 190
(3540) 10
(4480) 30
(4450) 90
(6540) 100
(6430) 90
(6270) 170
(16080) 630
7590
8570
(2460) 10
(2350) 250
(19230) 250
5480
(9410) 530
3080
(1790) 10
(9080) 600
(9010) 610
(10140) 690
(11400) 800
(11880) 820
(3150) 100
(1040) 840
(1200) 40
(1120) 30
(290) 50
(2640) 170
(17570) 2210
(5910) 1060
(6580) 1190
(4040) 580
(3550) 340
4320
260
260
(10420) 540
(9050) 430
(7080) 380
(1759) 100
(1940) 60
(1940) 60
(5650) 260
1150
90
(31130) 7120
(33460) 7120
(5160) 990
(16240) 1890
(17910) 2760
(6080) 1750
(6130) 1900
(13360) 891
(13550) 919
(9460) 3030
(4610) 730
(3130) 340
(3060) 60
700
10
(530) 10
(870) 290
17150
(18300) 18300
(540) 50
(400) 20
(1080) 80
(10180) 2120
(10380) 2220
(1530) 70
50
(2030) 70
(20090) 7100
(18350) 4520
(18560) 4460
(680) 60
(1590)
(980) 600
(760) 540
(670) 200
(15230) 6920
(15320) 7120
(5450) 330
(6200) 680
(480) 110
340
70
170
3450
5340
6530
8310
7230
(36110) 540
(37400) 490
(12260) 4920
(13360) 5520
(8300) 540
(19240) 670
(43400) 1300
(42850) 820
(19640) 350
(19510) 350
(1030) 10
100
(1140) 10
(860) 10
17800 320
1490
(1490)
(1070) 30
(1510) 20
(16440) 280
(17410) 310
(3290) 20
(1590)
(970) 10
(740) 10
(15300) 250
(15000) 230
460
(1010)
(870) 10
(12940) 230
(1095) 200
(5400) 30
(7240) 50
(43400) 1300
(1150) 40
(1400) 50
(7710) 200
(42850) 820
(9980) 360
(9640) 200
(17250) 230
(1790) 40
(1320) 10
(8200) 100
(1660) 10
(17920) 10
16850
(17610) 20
(7440) 70
(4570) 10
(1650) 20
(5750) 110
1190
(5230) 110
(2810) 50
(13950) 80
(4130) 30
(1380) 10
(19560) 100
(7910) 20
(7020) 20
(2140) 10
(6590) 30
(2440) 10
(2300) 10
(19640) 350
(19510) 350
(1030) 10
100
(1140) 10
(860) 10
17800 320
(8110) 200
(9710) 220
(19240) 670
(8300) 540
(18020) 1840
(2090) 10
(2320) 40
(6860) 20
(6510) 20
(14630) 220
(14630) 260
(890) 10
(18080) 40
(2760) 40
(13740) 120
(14970) 190
(1460) 30
(20330) 200
(19430) 200
(20650) 540
(30870) 820
(21280) 1370
(21140) 1360
(25710) 3000
(23080) 2510
(5200) 490
(12260) 4920
(13360) 5520
(15230) 6920
(15320) 7120
(18770) 4370
(18590) 4460
(18560) 4460
(18350) 4520
(20090) 7100
(1720) 140
(1120) 40
(1130) 40
(10380) 2220
(10180) 2120
(9420) 1830
(9430) 1730
(1150) 20
(1470) 1890
(9560) 1720
(13870) 690
(1040) 30
(14200) 720
(15510) 1070
(17310) 15460
(18370) 7960
(6030) 9380
(39330) 10
(36220) 10
(3110) 10
(16750) 130
(32640) 32150
(32320) 1200
(1880) 20
(1280) 40
(2230) 20
(1950) 40
(8190) 2500
(1830) 670
(1620) 1620
(1410) 4540
(20440) 1660
(16800) 2090
(16410) 2700
(16030) 2200
(1710) 110
(7770) 60
(7770) 20
(1640) 110
(5300) 470
(5870) 270
(860) 30
(2340) 1590
(680) 60
(18080) 1450
(17470) 1390
(7750) 240
(7750) 240
(10080) 730
(13000) 640
(3270) 100
(7940) 6060
(1520) 7580
(880) 60
(270) 7850
(9590) 260
(3330) 260
(2120) 10
(7450) 10
7180
(3504) 1200
(960) 30
(28140) 900
(8170) 200
(8930) 200
(8540) 190
(3540) 10
(4480) 30
(4450) 90
(6540) 100
(6430) 90
(6270) 170
(16080) 630
7590
8570
(2460) 10
(2350) 250
(19230) 250
5480
(9410) 530
3080
(1790) 10
(9080) 600
(9010) 610
(10140) 690
(11400) 800
(11880) 820
(3150) 100
(1040) 840
(1200) 40
(1120) 30
(290) 50
(2640) 170
(17570) 2210
(5910) 1060
(6580) 1190
(4040) 580
(3550) 340
4320
260
260
(10420) 540
(9050) 430
(7080) 380
(1759) 100
(1940) 60
(1940) 60
(5650) 260
1150
90
(31130) 7120
(33460) 7120
(5160) 990
(16240) 1890
(17910) 2760
(6080) 1750
(6130) 1900
(13360) 891
(13550) 919
(9460) 3030
(4610) 730
(3130) 340
(3060) 60
700
10
(530) 10
(870) 290
17150
(18300) 18300
(540) 50
(400) 20
(1080) 80
(10180) 2120
(10380) 2220
(1530) 70
50
(2030) 70
(20090) 7100
(18350) 4520
(18560) 4460
(680) 60
(1590)
(980) 600
(760) 540
(670) 200
(15230) 6920
(15320) 7120
(5450) 330
(6200) 680
(480) 110
340
70
170
3450
5340
6530
8310
7230
(36110) 540
(37400) 490
(12260) 4920
(13360) 5520
(8300) 540
(19240) 670
(43400) 1300
(42850) 820



Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Belastungen DTV 2040 - [Mfz]	lu40t4_v190228.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 28.02.2019	Prognose 2040 def; Wunschlinienspinne A2 Zürichstrasse	1:16077



Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Belastungen DTV 2017 - [Mfz]	lu17t4_v190228.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 28.02.2019	Ist-Zustand 2017 kalibriert; Wunschlinienspinne Seebrücke	1:16077



Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Belastungen DTV 2040 - [Mfz]	lu40t4_v190228.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 28.02.2019	Prognose 2040 def; Wunschlinienspinne Seebrücke	1:16077

Anhang 2 ASP-Modell, Ist-Zustand (2017) und Prognose-Zustand (2040)

Belastungen ASP Ist-Zustand 2017

Belastungen ASP Prognose-Zustand 2040

Differenzbelastungen ASP Prognose 2040 – Ist 2017

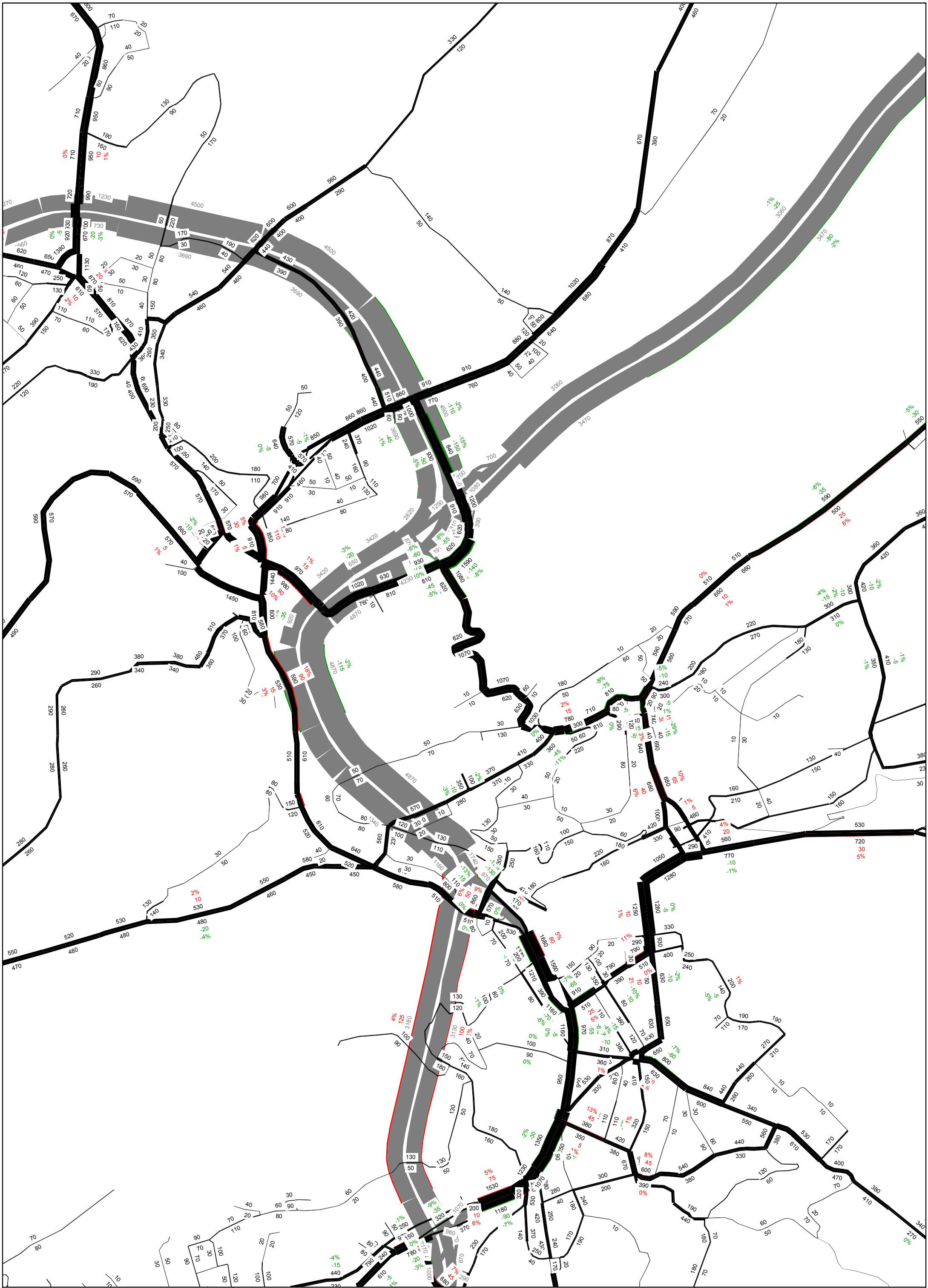
Wunschlinienspinne ASP A2 Reussegg (2017 und 2040)

Wunschlinienspinne ASP K13 Littau (2017 und 2040)

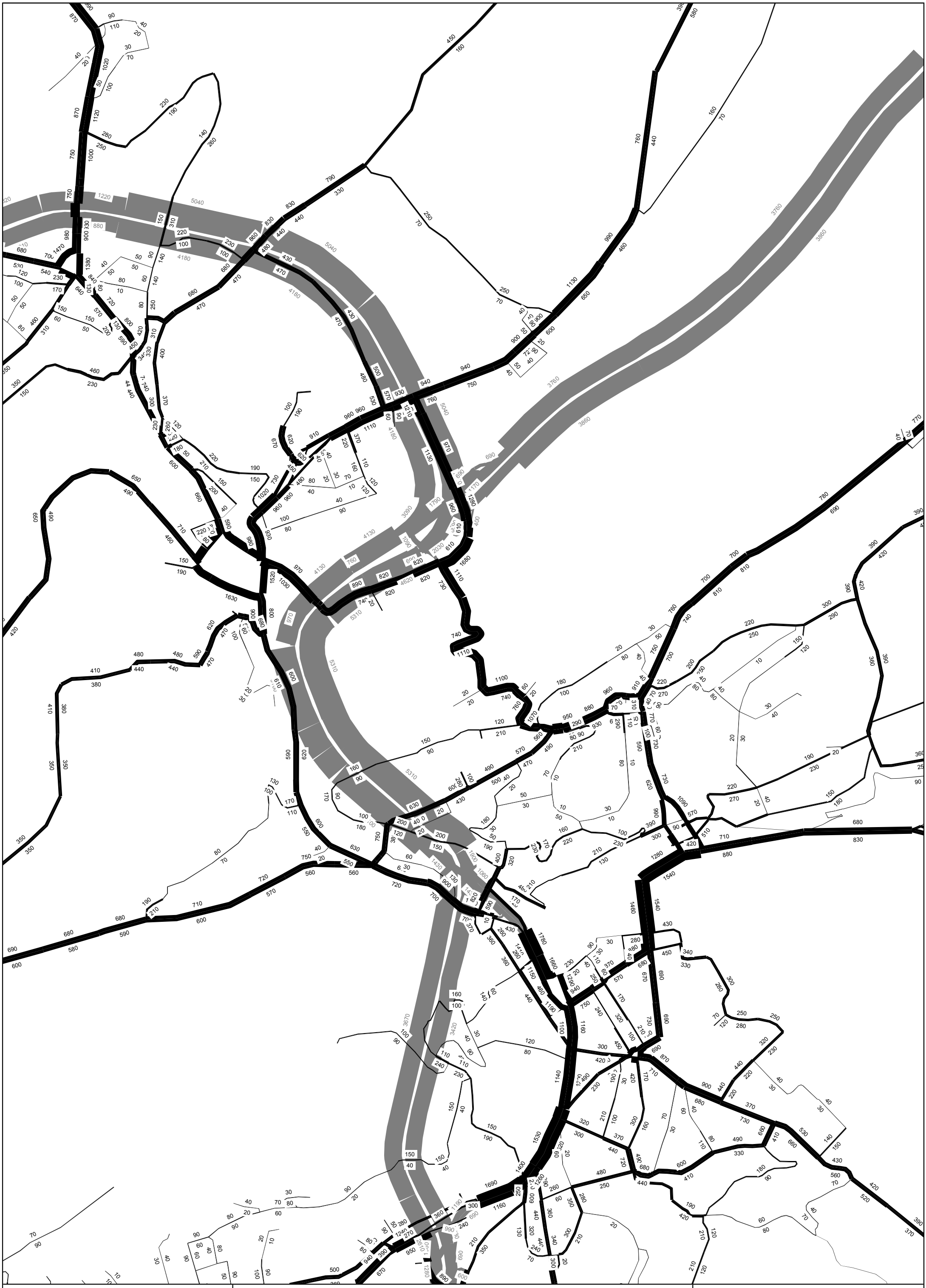
Wunschlinienspinne ASP Rosenberg (2017 und 2040)

Wunschlinienspinne ASP Zürichstrasse (2017 und 2040)

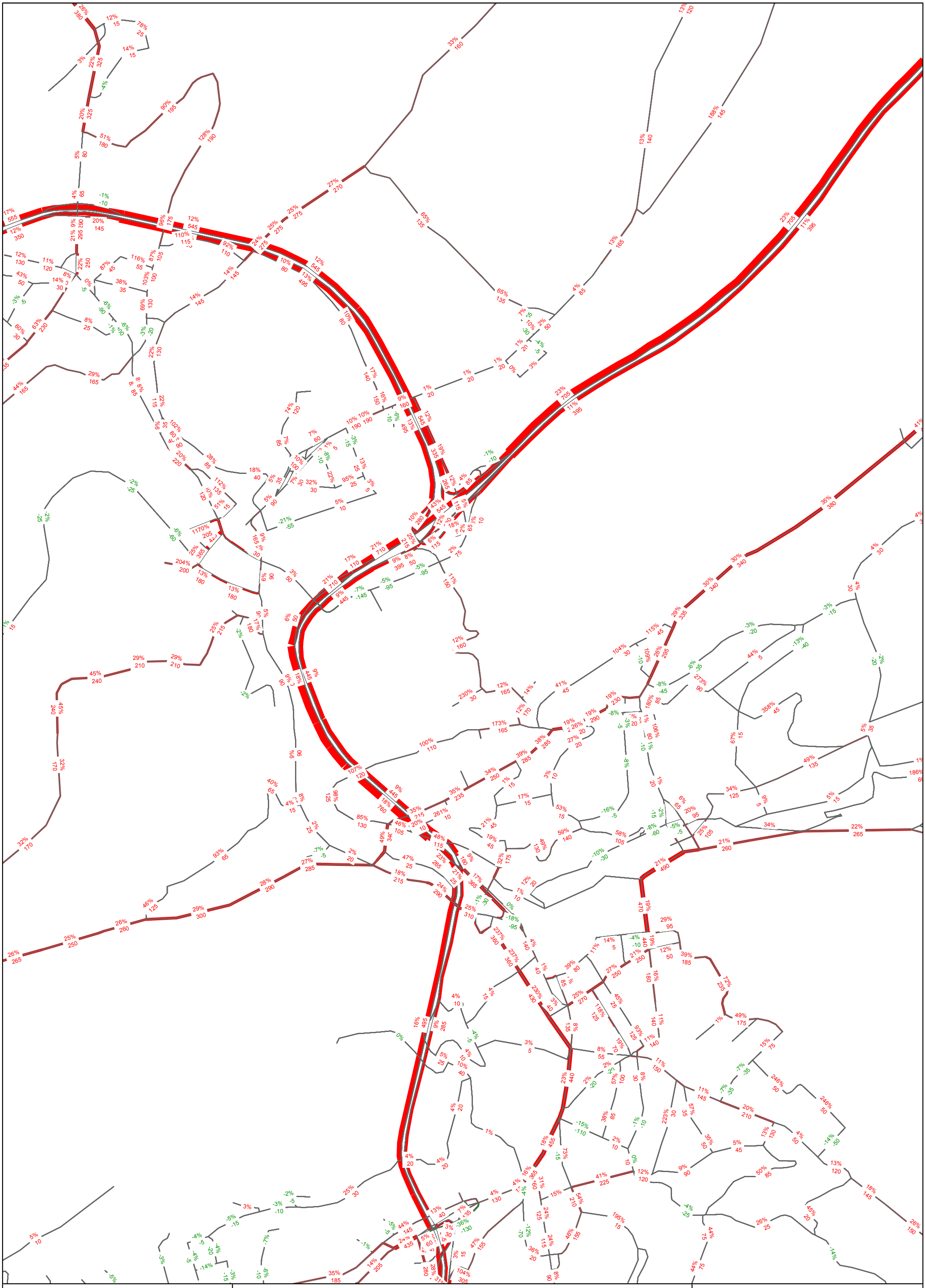
Wunschlinienspinne ASP Seebrücke (2017 und 2040)



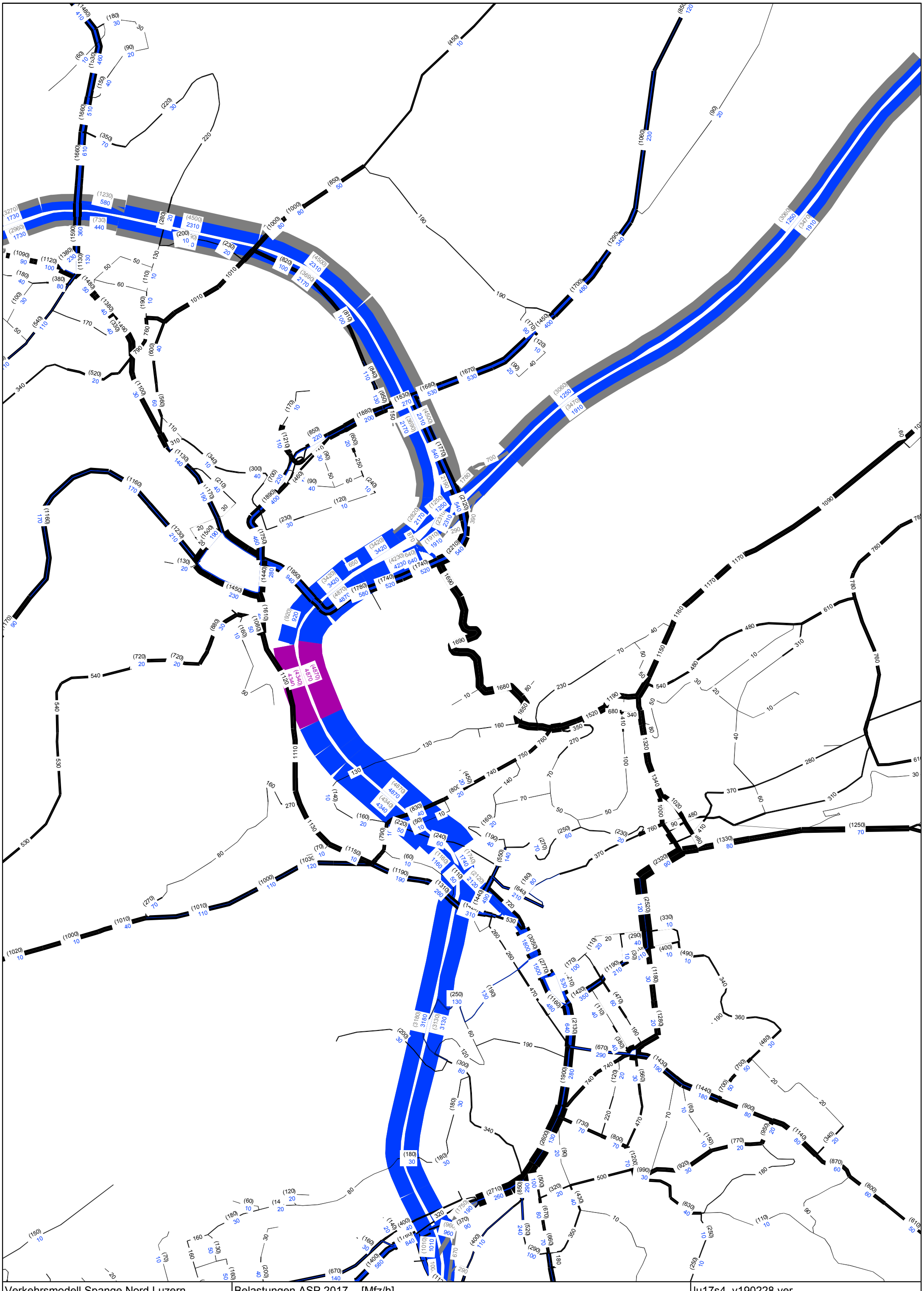
SNZ#5061 Verkehrsmodell Spange Nord Luze	Belastungen ASP 2017 - [Mfz]	lu17s4_v190228.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 28.02.2019	Ist-Zustand 2017 nach Kalibration (Abweichungen zu Zählwerten)	1:16077



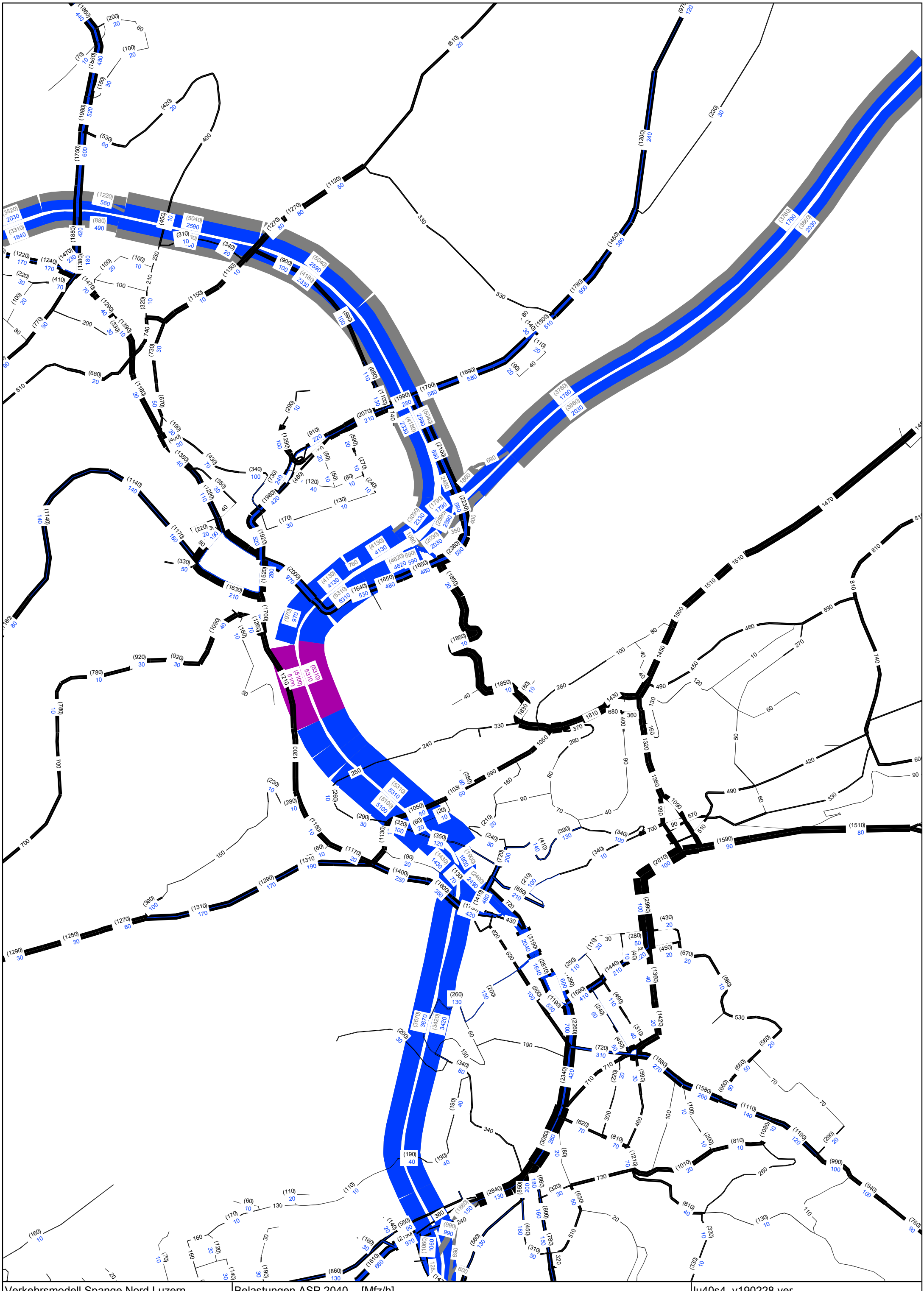
SNZ#5061 Verkehrsmodell Spange Nord Luze	Belastungen ASP 2040 - [Mfz]	lu40s4_v190228.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 28.02.2019	Prognose 2040 def	1:16077



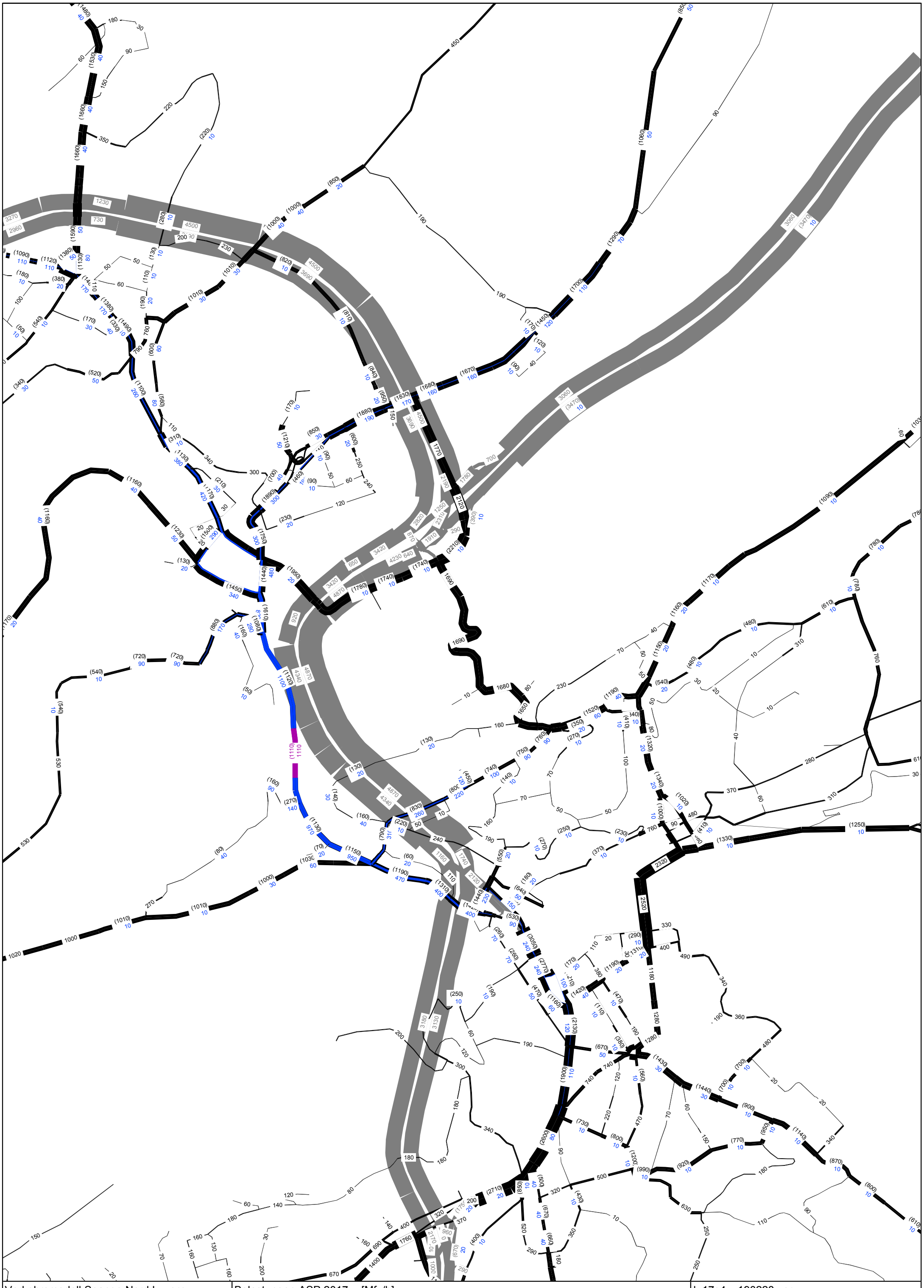
Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Verkehrszuwachs ASP 2017-2040 [Mfz/h]	lu40s4_v190228.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 28.02.2019	Prognose def 2040 MINUS Ist-Zustand 2017	1:16077



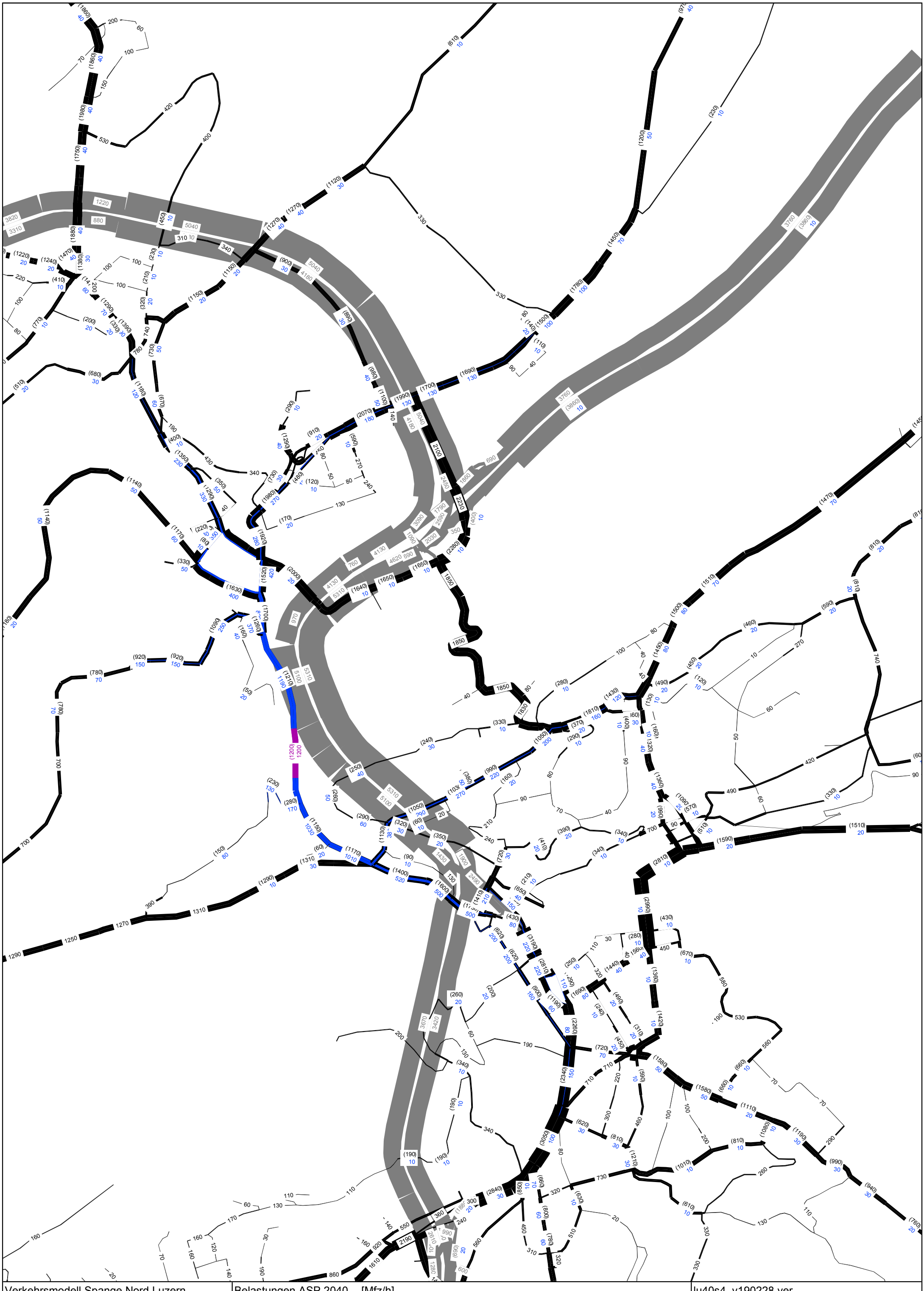
Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Belastungen ASP 2017 - [Mfz/h]	lu17s4_v190228.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 05.04.2019	Ist-Zustand 2017 nach Kalibration; Wunschlinienspinne A2 Reussegg	1:16077



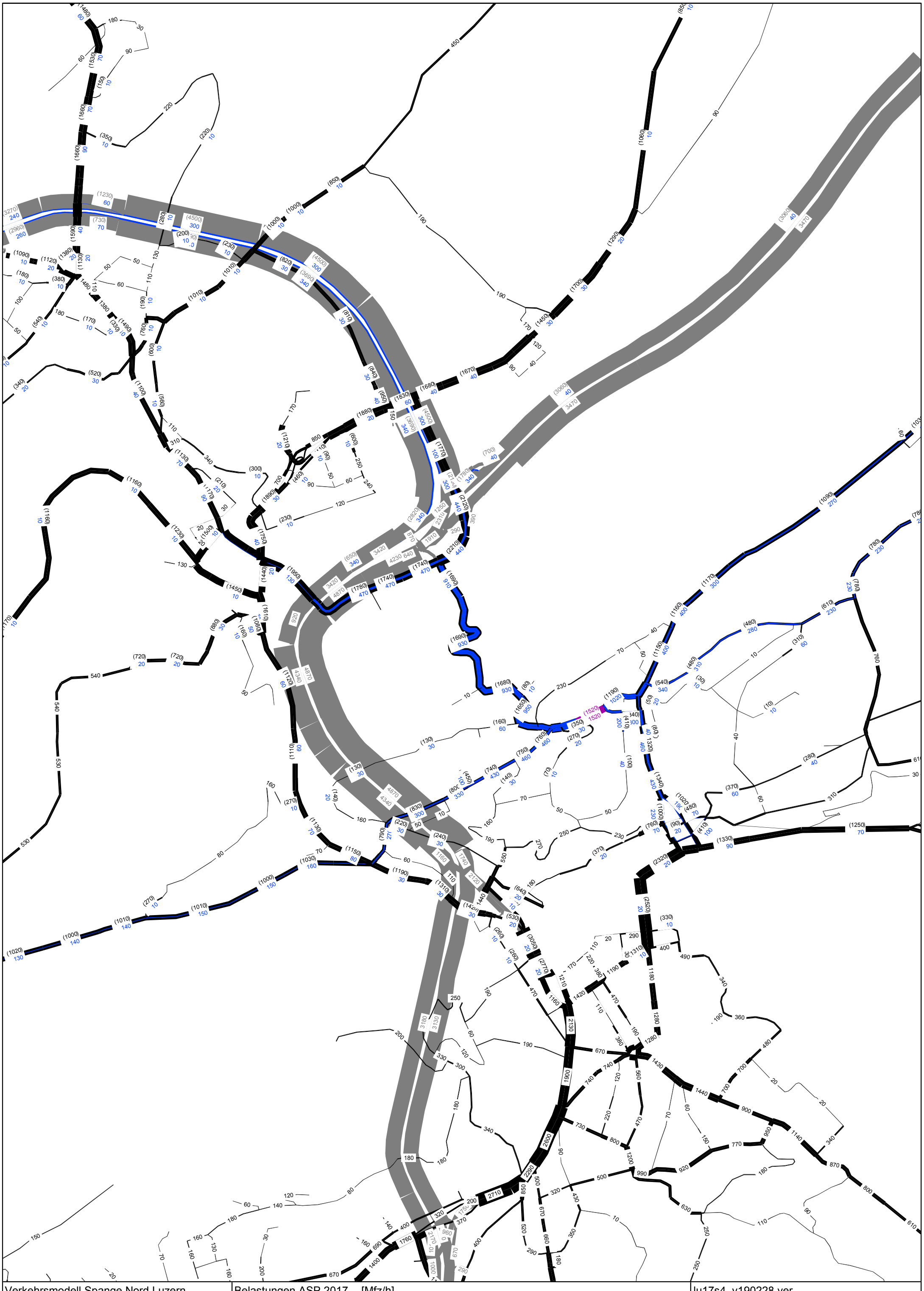
Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Belastungen ASP 2040 - [Mfz/h]	lu40s4_v190228.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 05.04.2019	Prognose 2040 def; Wunschlinienspinne A2 Reussegg	1:16077



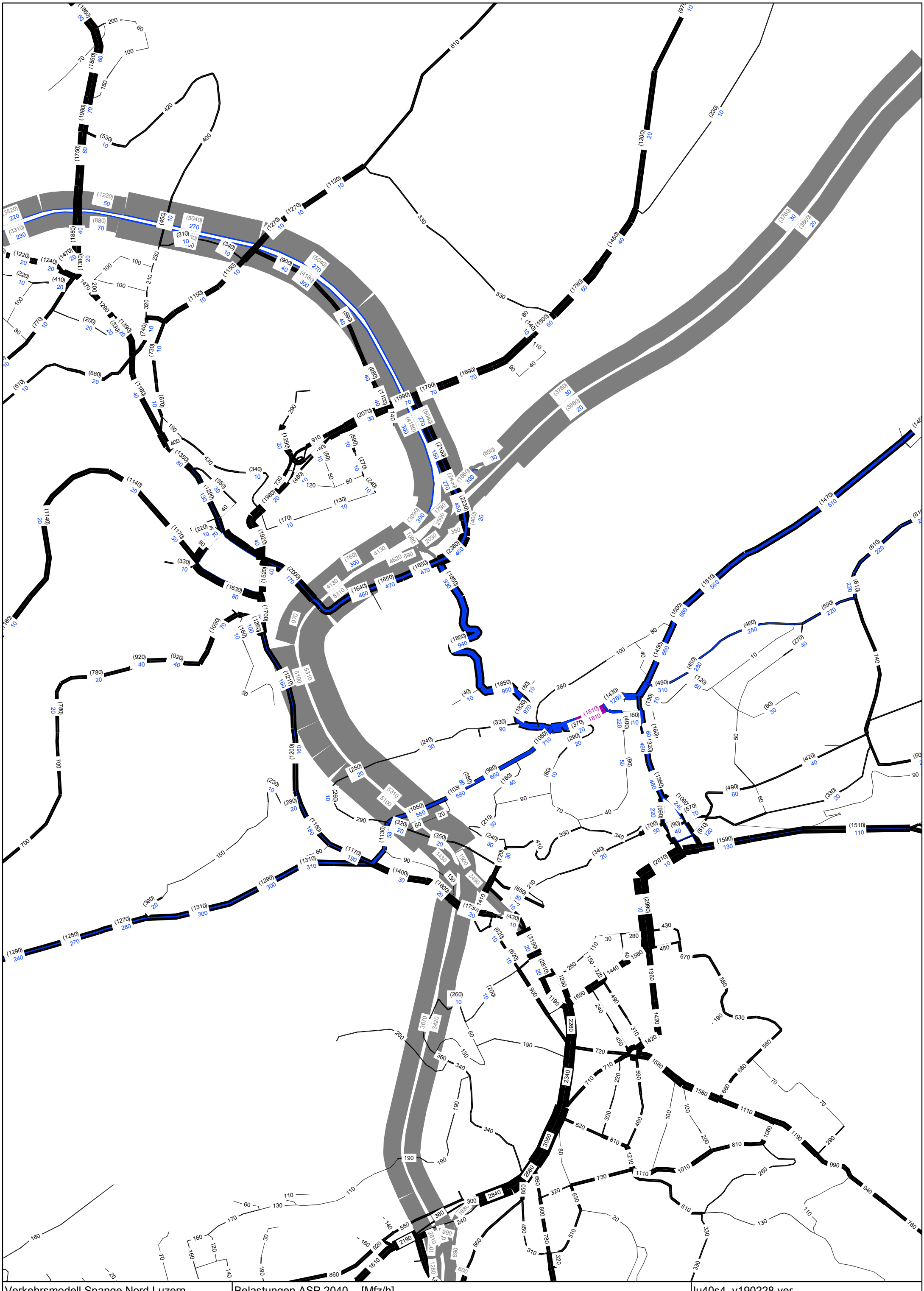
Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Belastungen ASP 2017 - [Mfz/h]	lu17s4_v190228.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 05.04.2019	Ist-Zustand 2017 nach Kalibration; Wunschlinienspinne A2 K13 Littau	1:16077



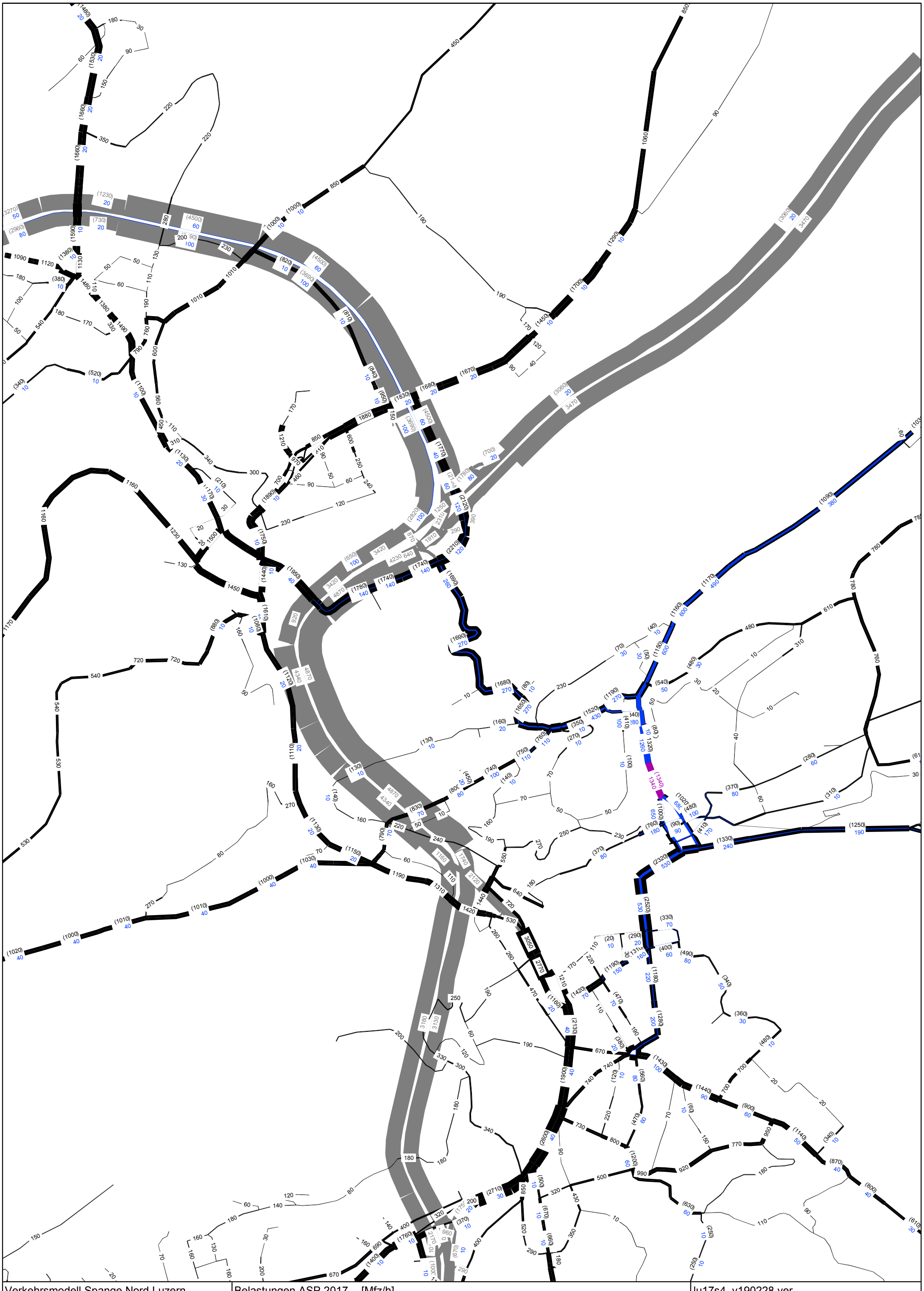
Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Belastungen ASP 2040 - [Mfz/h]	lu40s4_v190228.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 05.04.2019	Prognose 2040 def; Wunschlinienspinne K13 Littau	1:16077



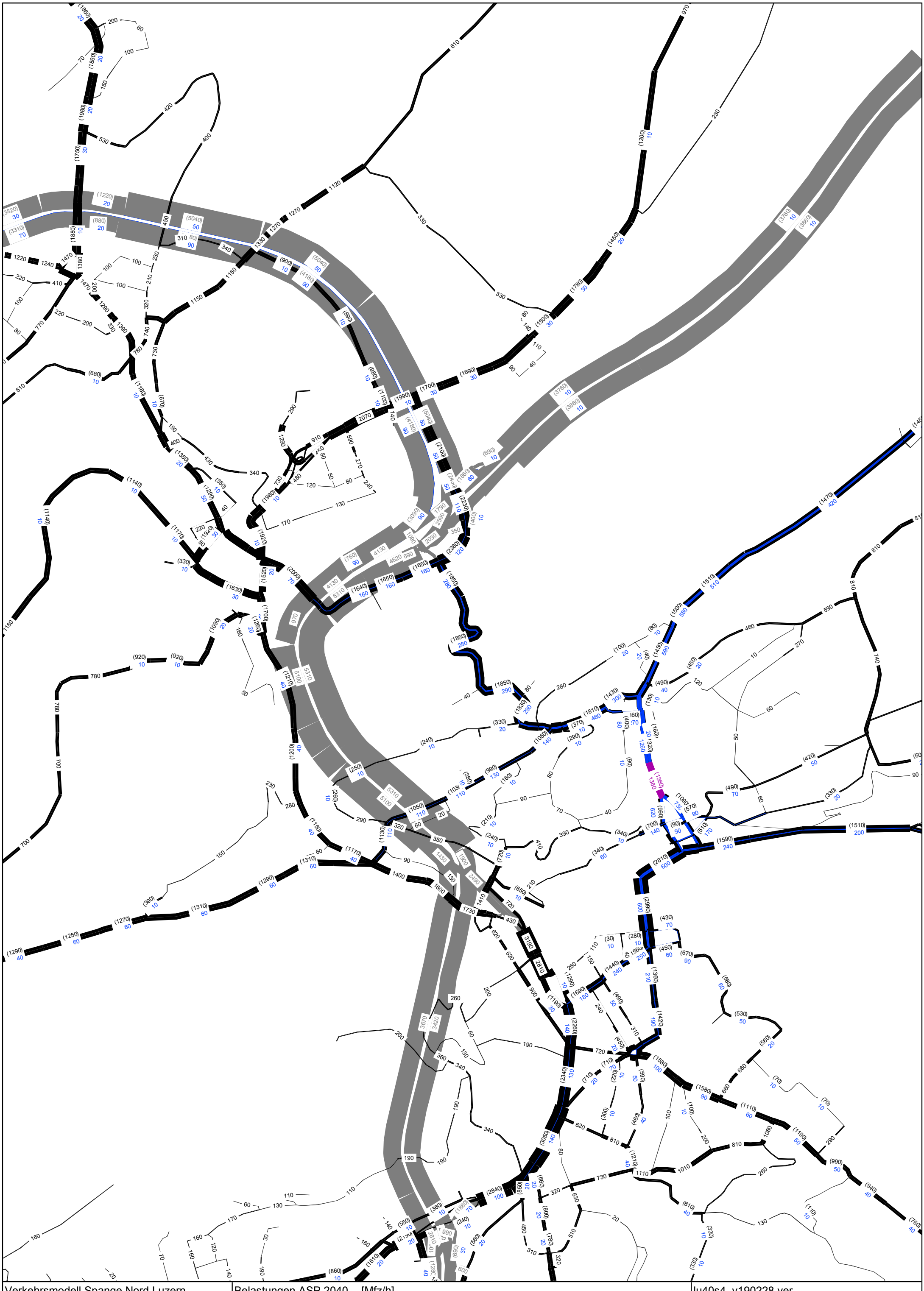
Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Belastungen ASP 2017 - [Mfz/h]	lu17s4_v190228.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 05.04.2019	Ist-Zustand 2017 nach Kalibration; Wunschlinienspinne Rosenberg	1:16077



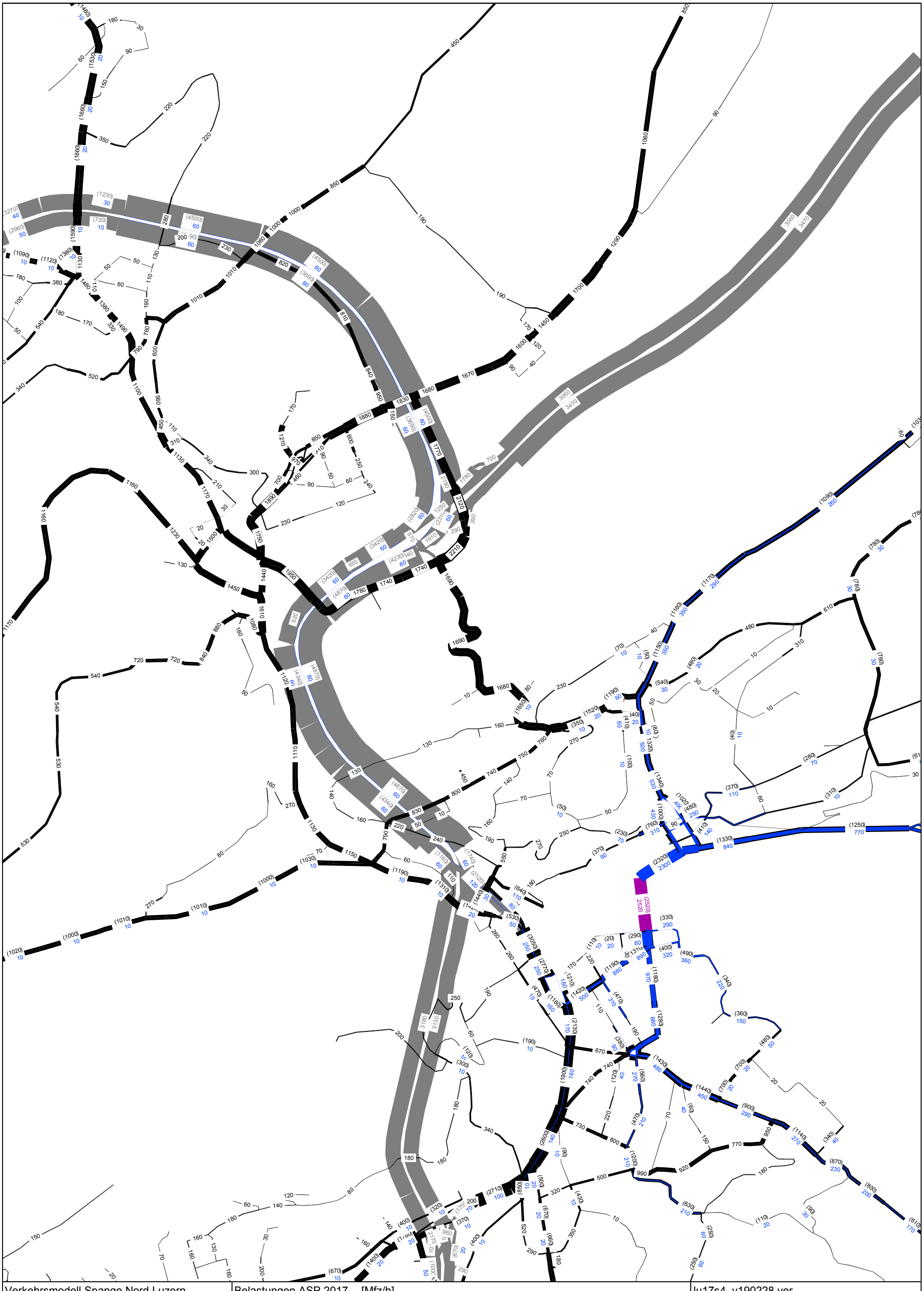
Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Belastungen ASP 2040 - [Mfz/h]	lu40s4_v190228.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 05.04.2019	Prognose 2040 def; Wunschlinienspinne Rosenberg	1:16077



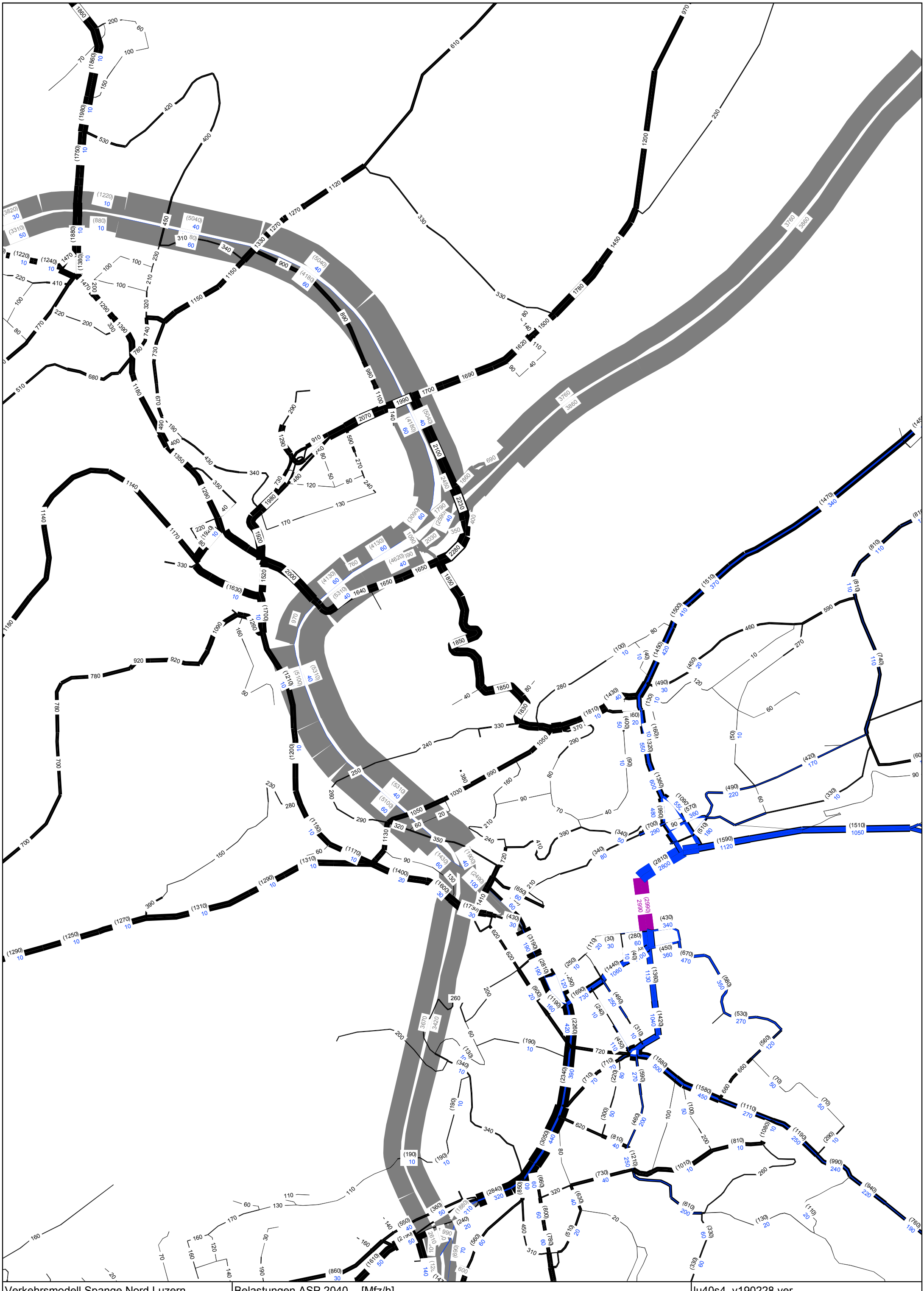
Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Belastungen ASP 2017 - [Mfz/h]	lu17s4_v190228.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 05.04.2019	Ist-Zustand 2017 nach Kalibration; Wunschlinienspinne Zürichstrasse	1:16077



Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Belastungen ASP 2040 - [Mfz/h]	lu40s4_v190228.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 05.04.2019	Prognose 2040 def; Wunschlinienspinne Zürichstrasse	1:16077



Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Belastungen ASP 2017 - [Mfz/h]	lu17s4_v190228.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 05.04.2019	Ist-Zustand 2017 nach Kalibration; Wunschlinienspinne Seebrücke	1:16077



Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Belastungen ASP 2040 - [Mfz/h]	lu40s4_v190228.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 05.04.2019	Prognose 2040 def; Wunschlinienspinne Seebrücke	1:16077

Anhang 3 MSP-Modell, Ist-Zustand (2017) und Prognose-Zustand (2040)

Belastungen MSP Ist-Zustand 2017

Belastungen MSP Prognose-Zustand 2040

Differenzbelastungen MSP Prognose 2040 – Ist 2017

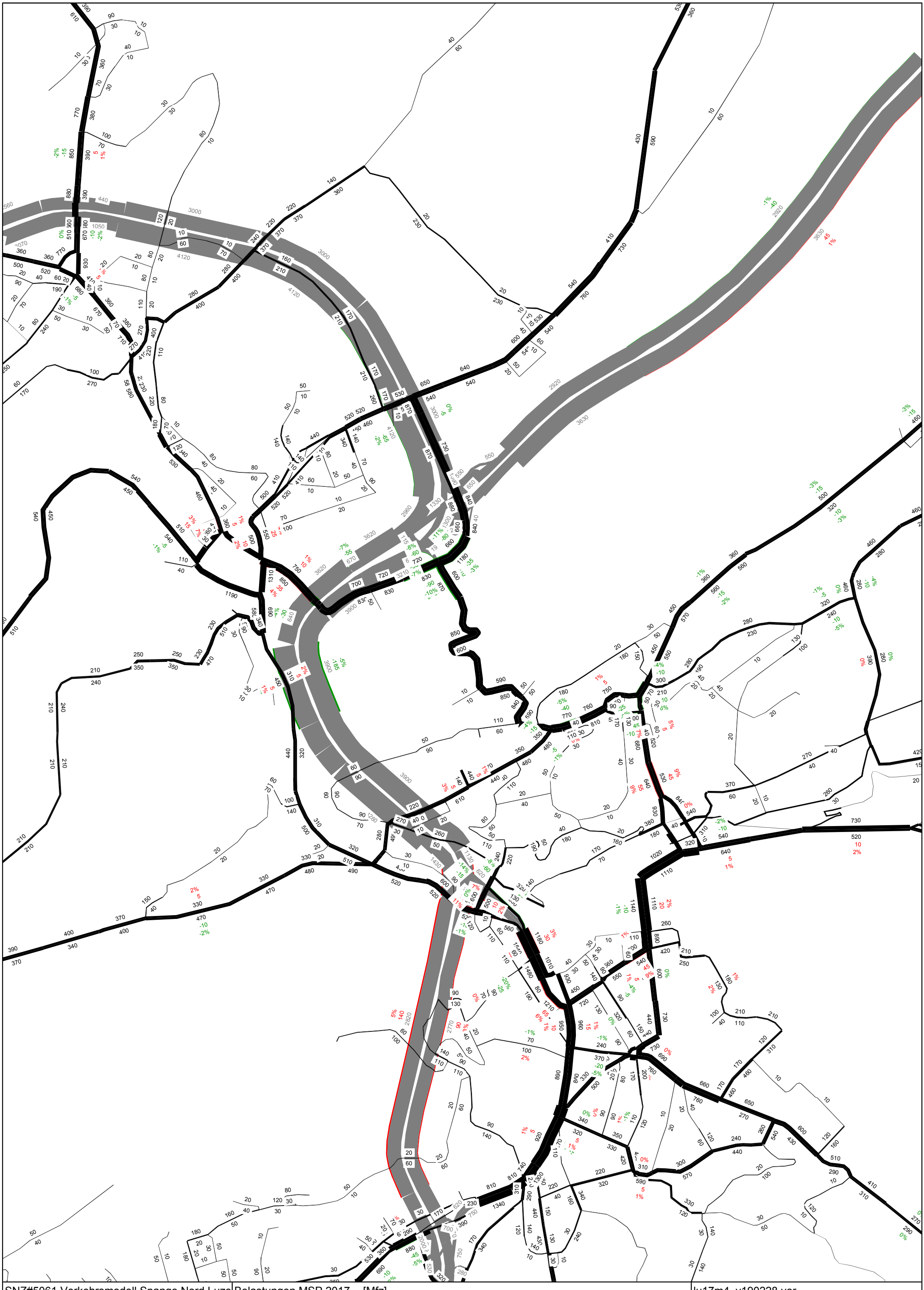
Wunschlinienspinne MSP A2 Reussegg (2017 und 2040)

Wunschlinienspinne MSP K13 Littau (2017 und 2040)

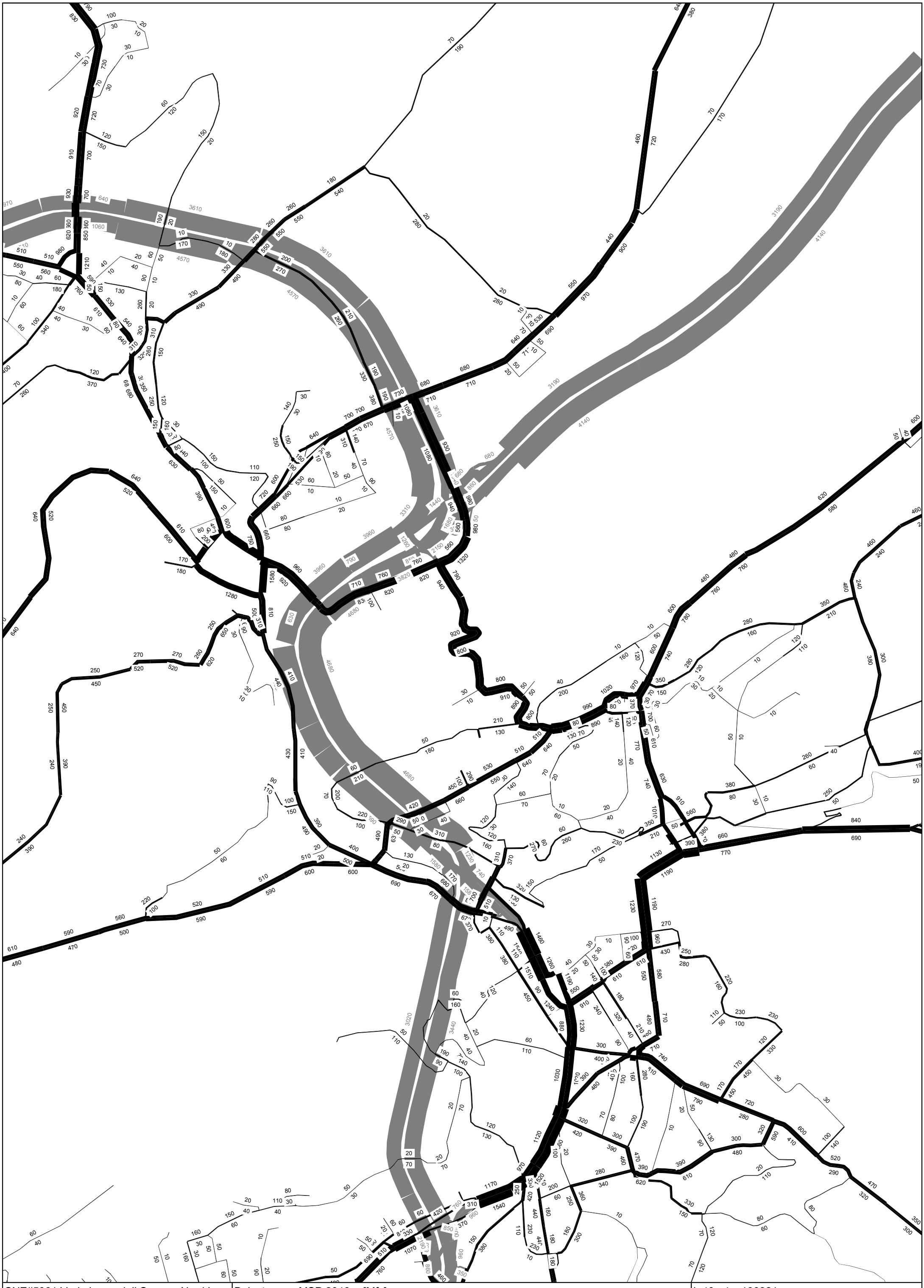
Wunschlinienspinne MSP Rosenberg (2017 und 2040)

Wunschlinienspinne MSP Zürichstrasse (2017 und 2040)

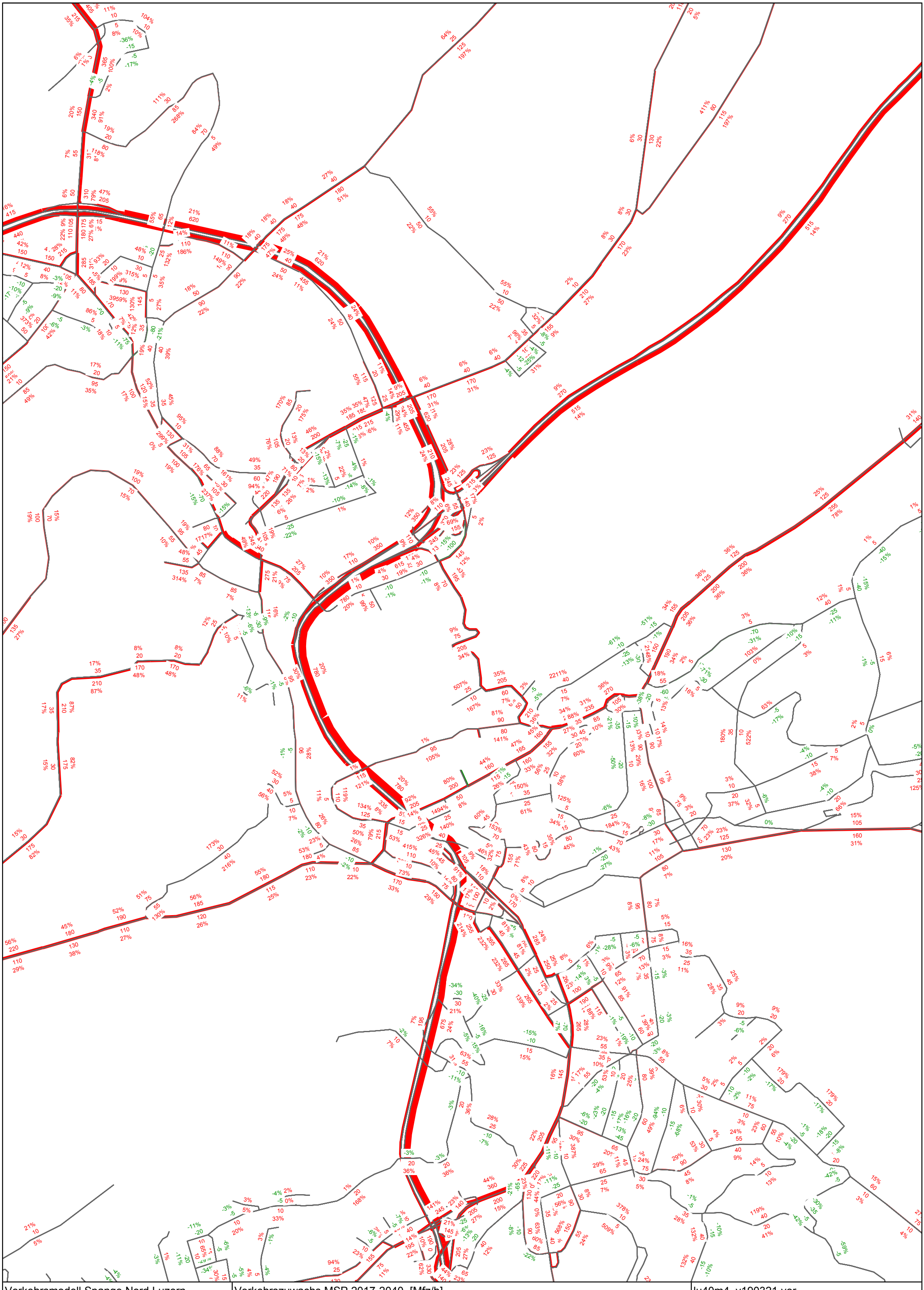
Wunschlinienspinne MSP Seebrücke (2017 und 2040)



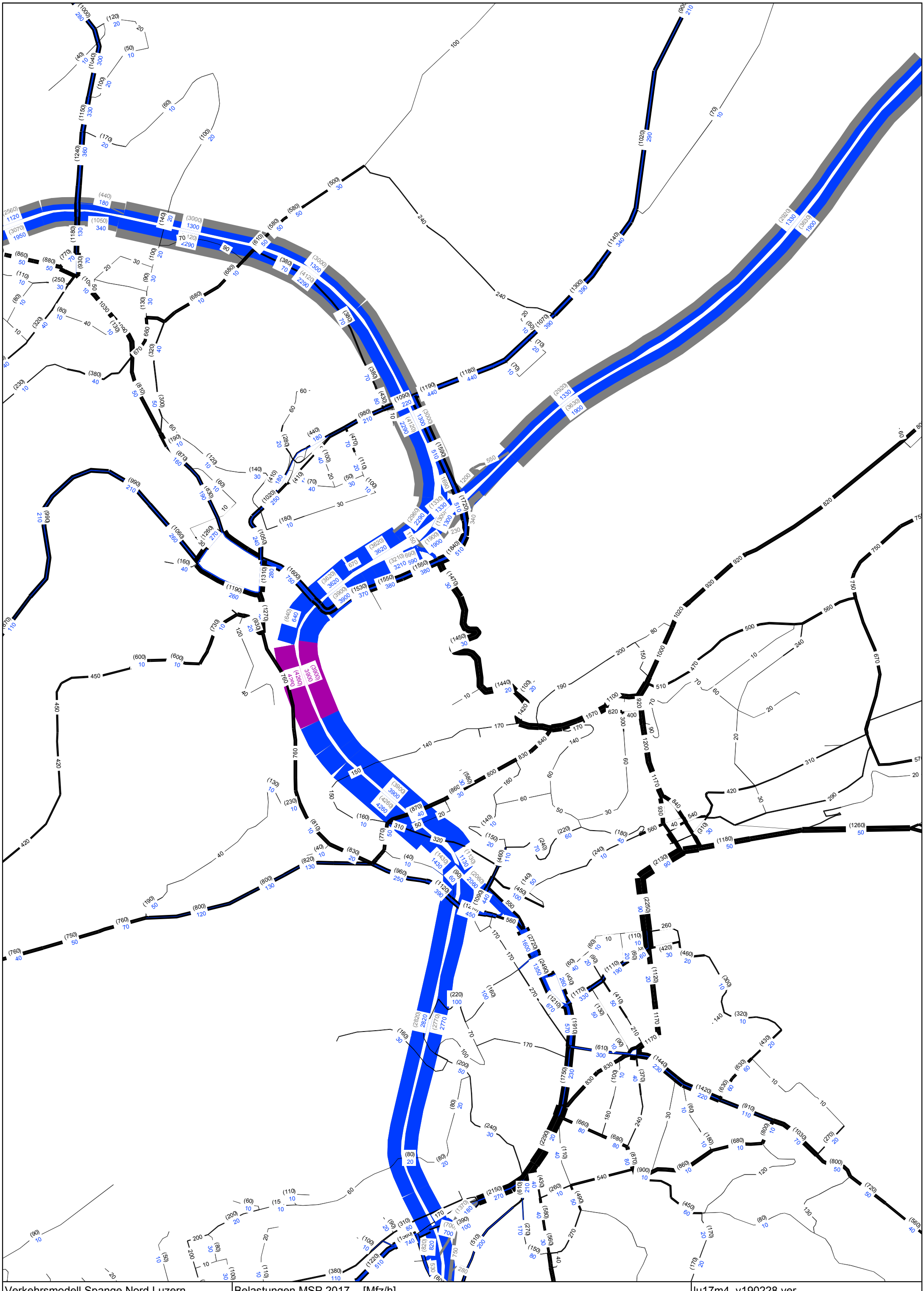
SNZ#5061 Verkehrsmodell Spange Nord Luze	Belastungen MSP 2017 - [Mfz]	lu17m4_v190228.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 28.02.2019	Ist-Zustand 2017 nach Kalibration (Abweichungen zu Zählwerten)	1:16077



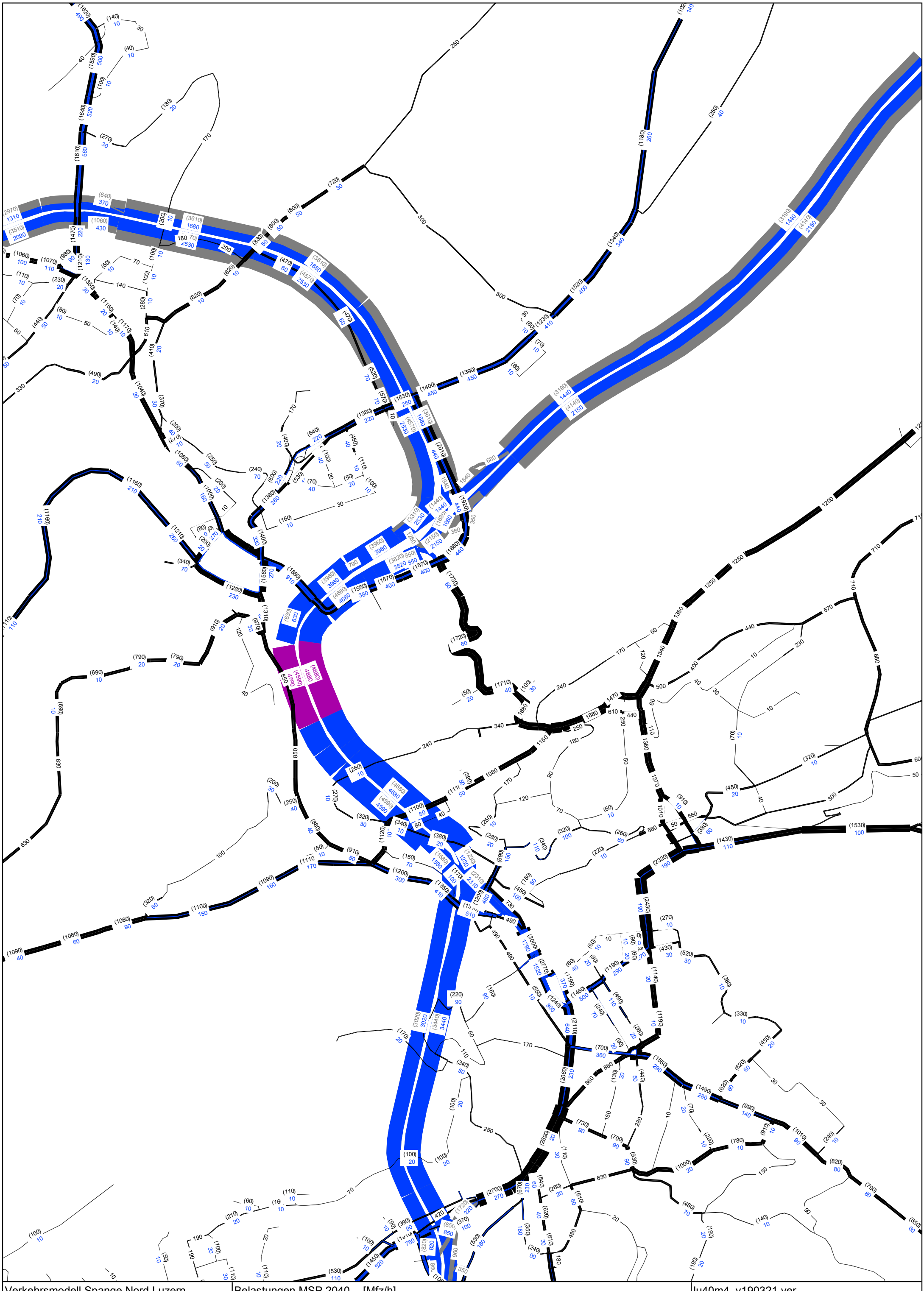
SNZ#5061 Verkehrsmodell Spange Nord Luze	Belastungen MSP 2040 - [Mfz]	lu40m4_v190321.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 21.03.2019	Prognose 2040 def	1:16077



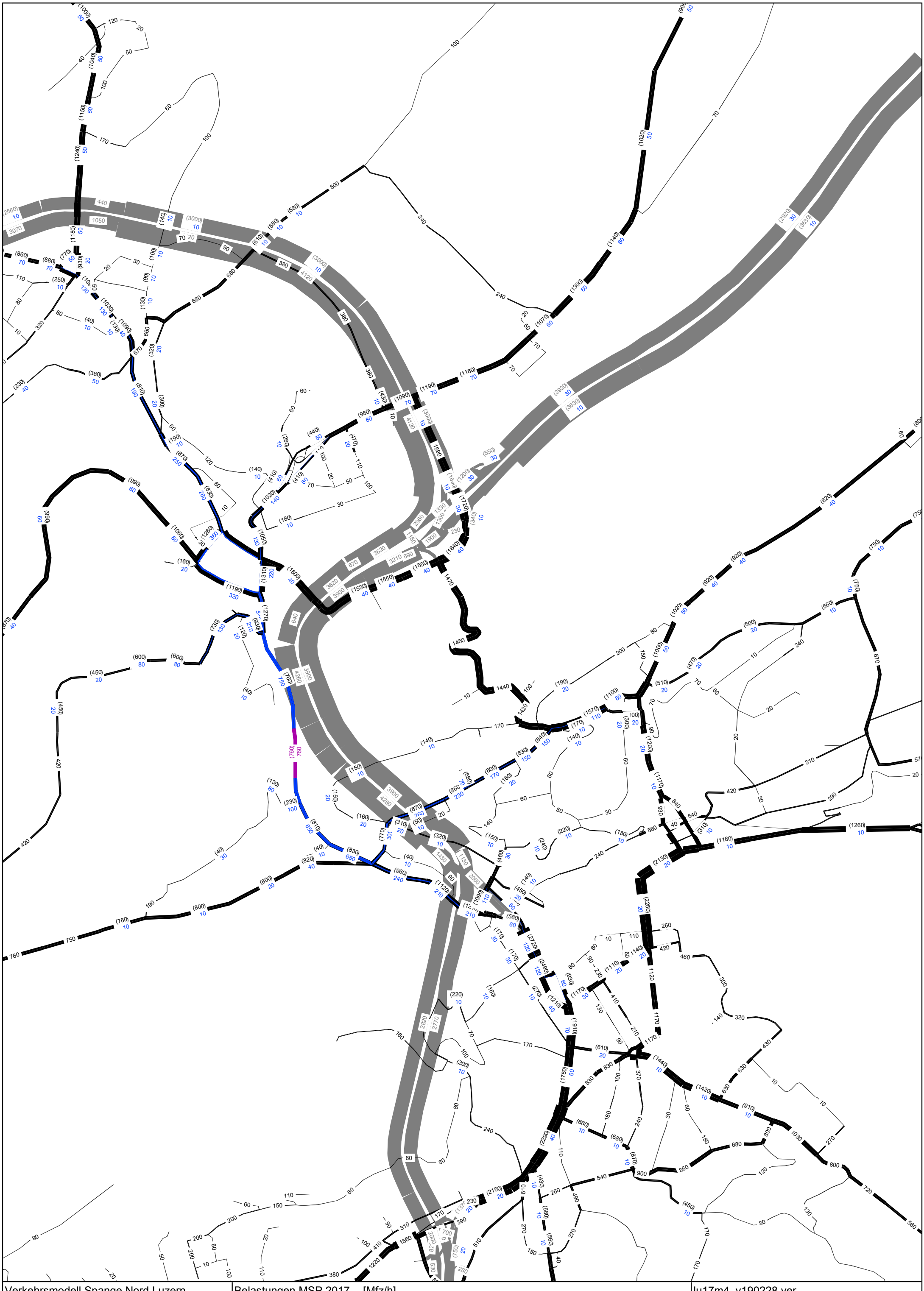
Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Verkehrszuwachs MSP 2017-2040 [Mfz/h]	lu40m4_v190321.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 21.03.2019	Prognose def 2040 MINUS Ist-Zustand 2017	1:16077



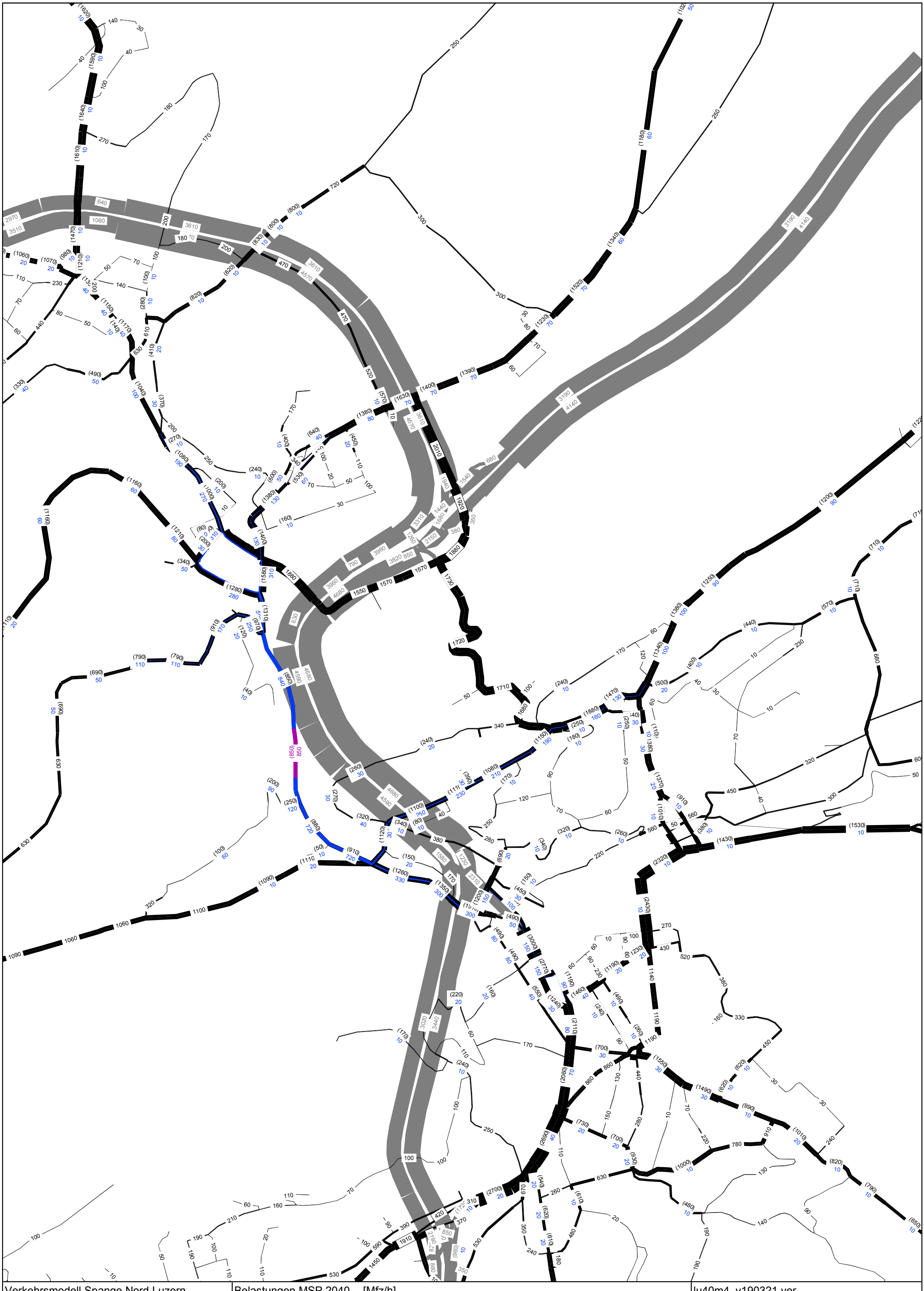
Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Belastungen MSP 2017 - [Mfz/h]	lu17m4_v190228.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 05.04.2019	Ist-Zustand 2017 nach Kalibration; Wunschlinienspinne A2 Reussegg	1:16077



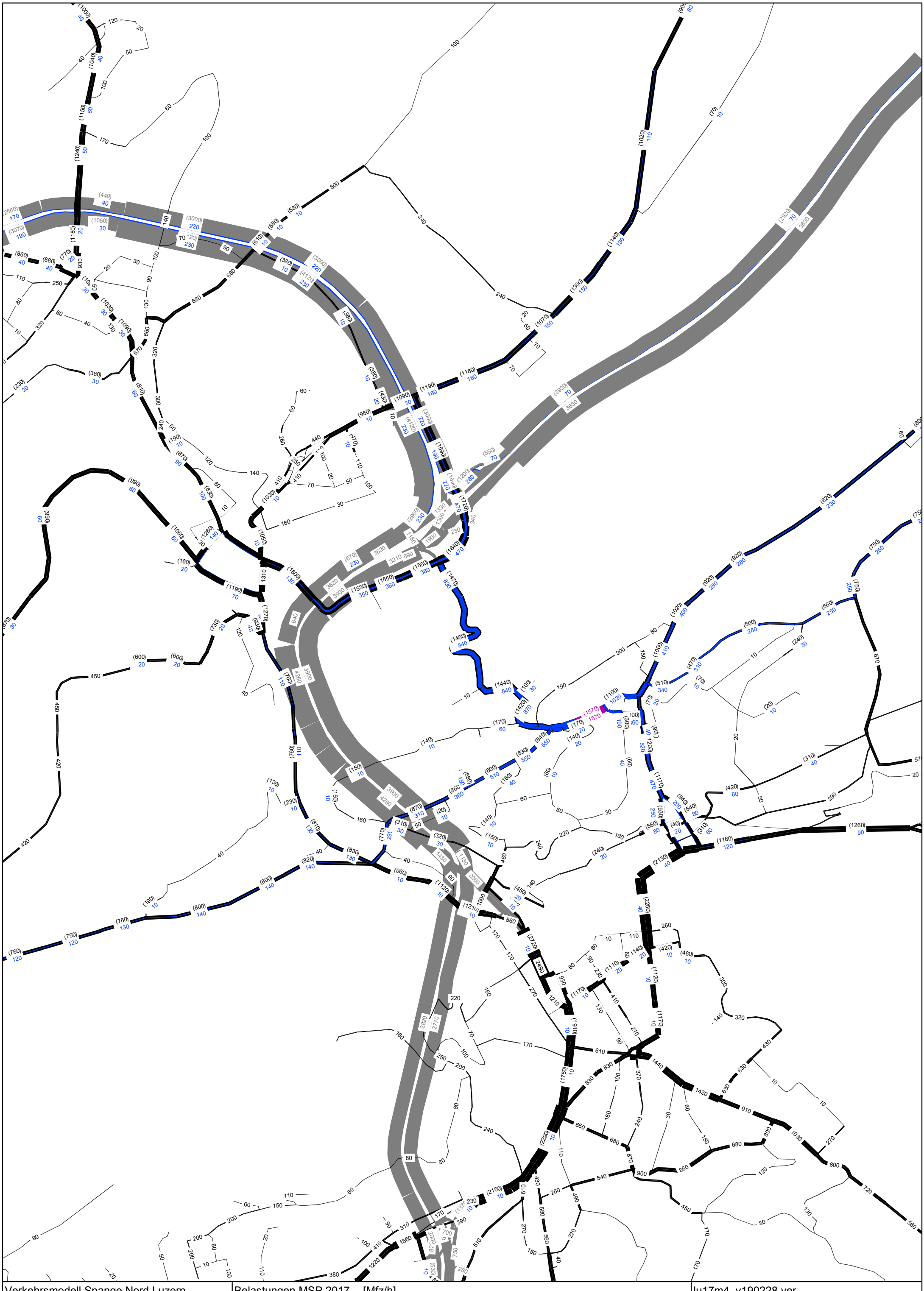
Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Belastungen MSP 2040 - [Mfz/h]	lu40m4_v190321.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 05.04.2019	Prognose 2040 def; Wunschlinienspinne A2 Reussegg	1:16077



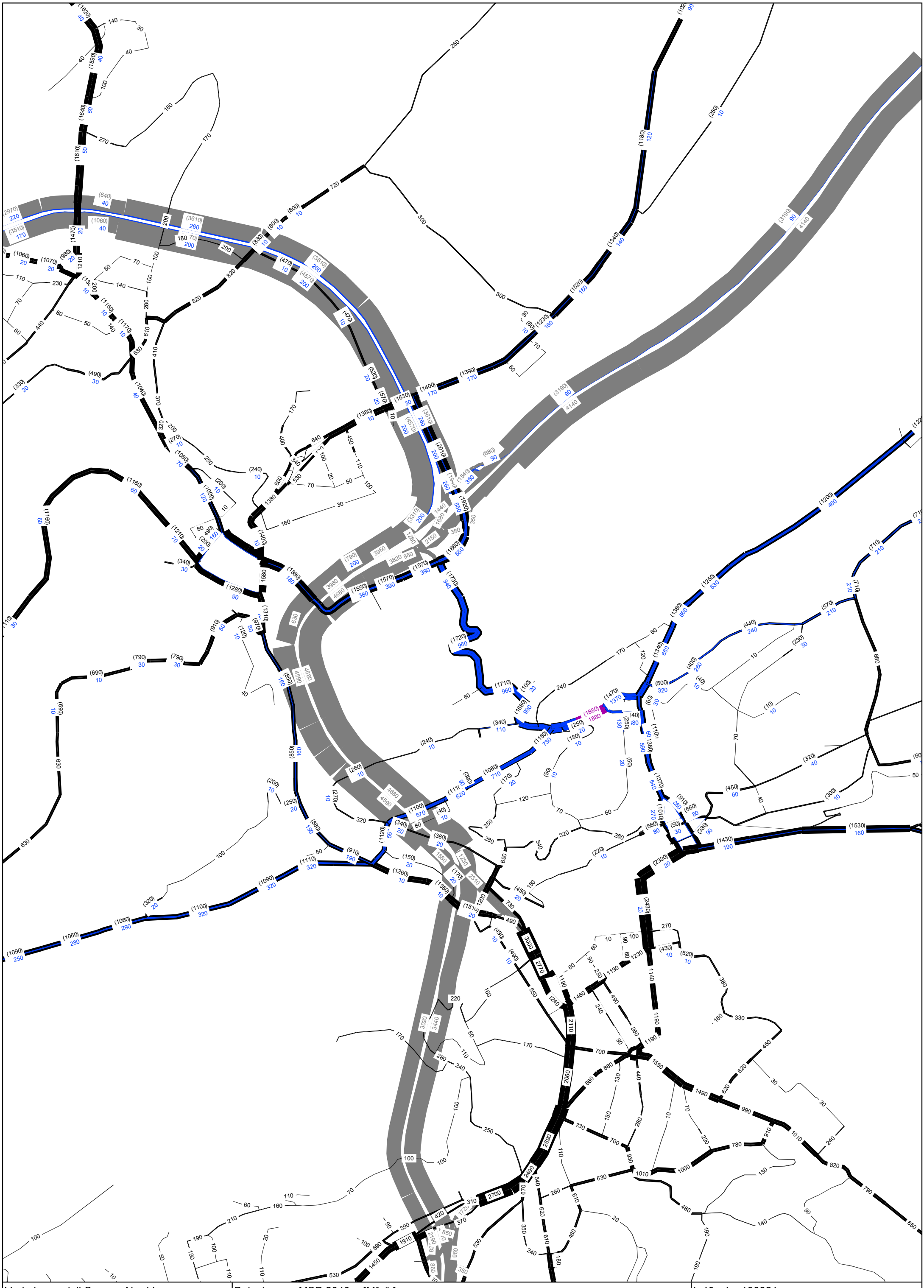
Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Belastungen MSP 2017 - [Mfz/h]	lu17m4_v190228.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 05.04.2019	Ist-Zustand 2017 nach Kalibration; Wunschlinienspinne K13 Littau	1:16077



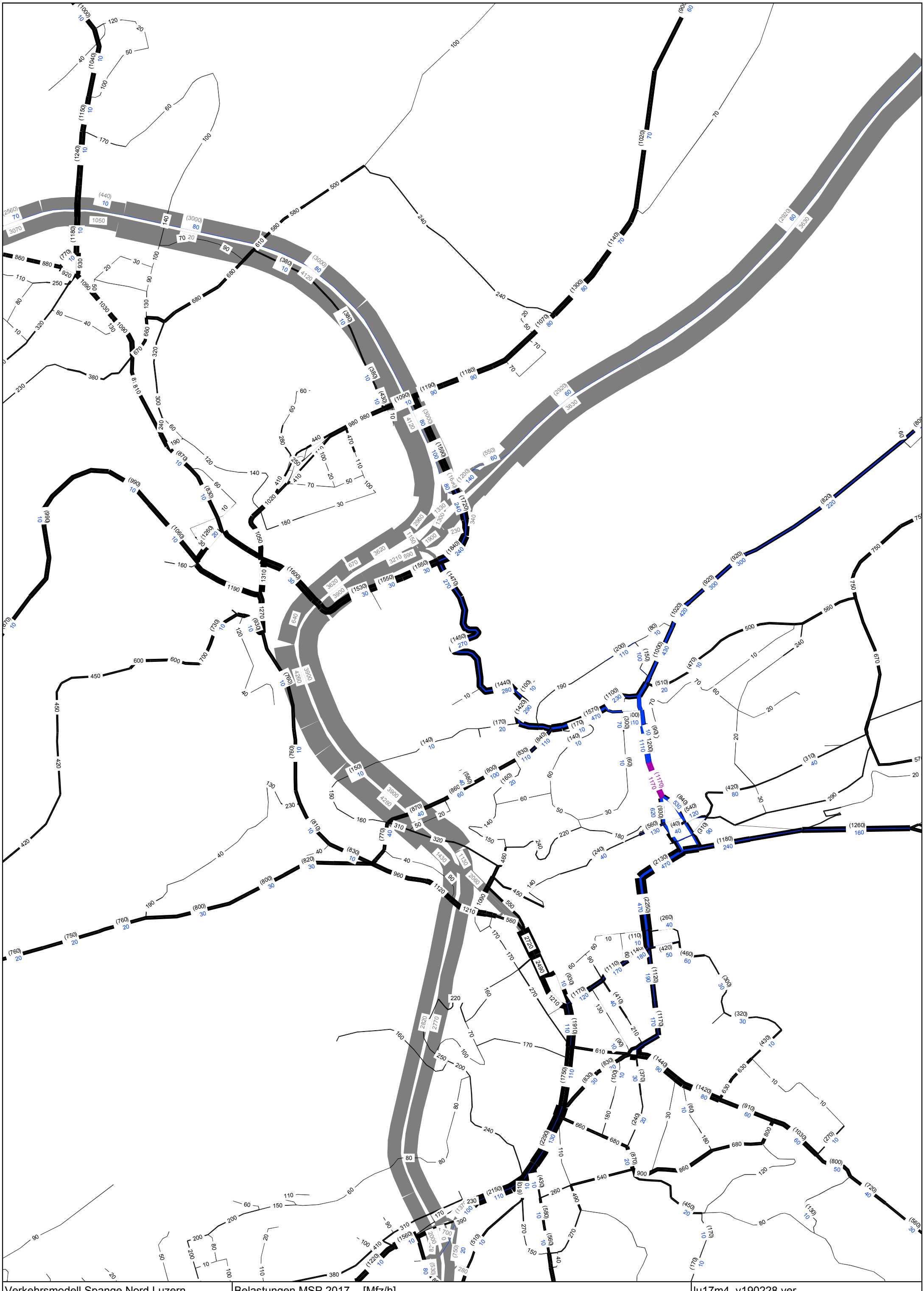
Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Belastungen MSP 2040 - [Mfz/h]	lu40m4_v190321.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 05.04.2019	Prognose 2040 def; Wunschlinienspinne K13 Littau	1:16077



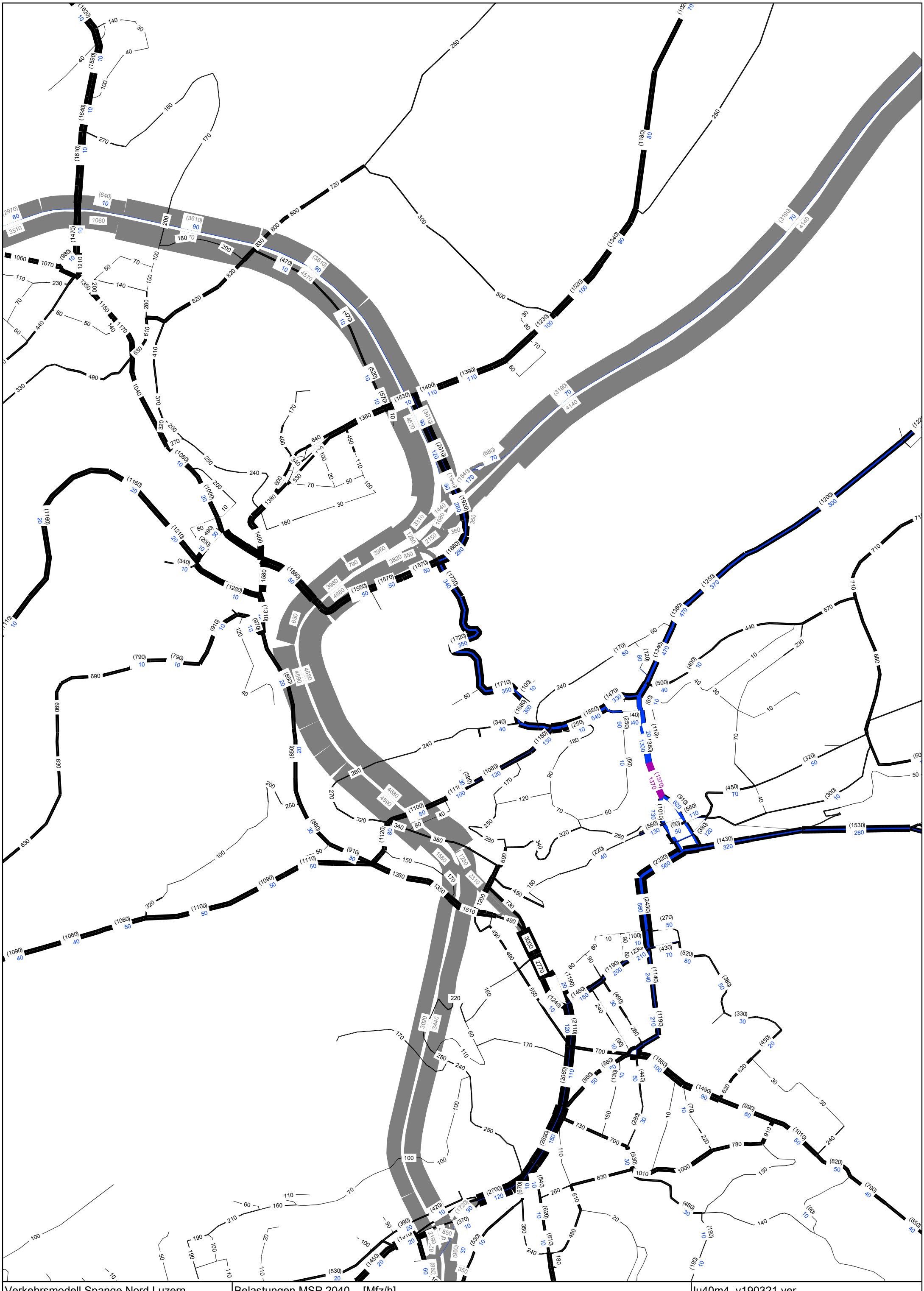
Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Belastungen MSP 2017 - [Mfz/h]	lu17m4_v190228.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 05.04.2019	Ist-Zustand 2017 nach Kalibration; Wunschlinienspinne Rosenberg	1:16077



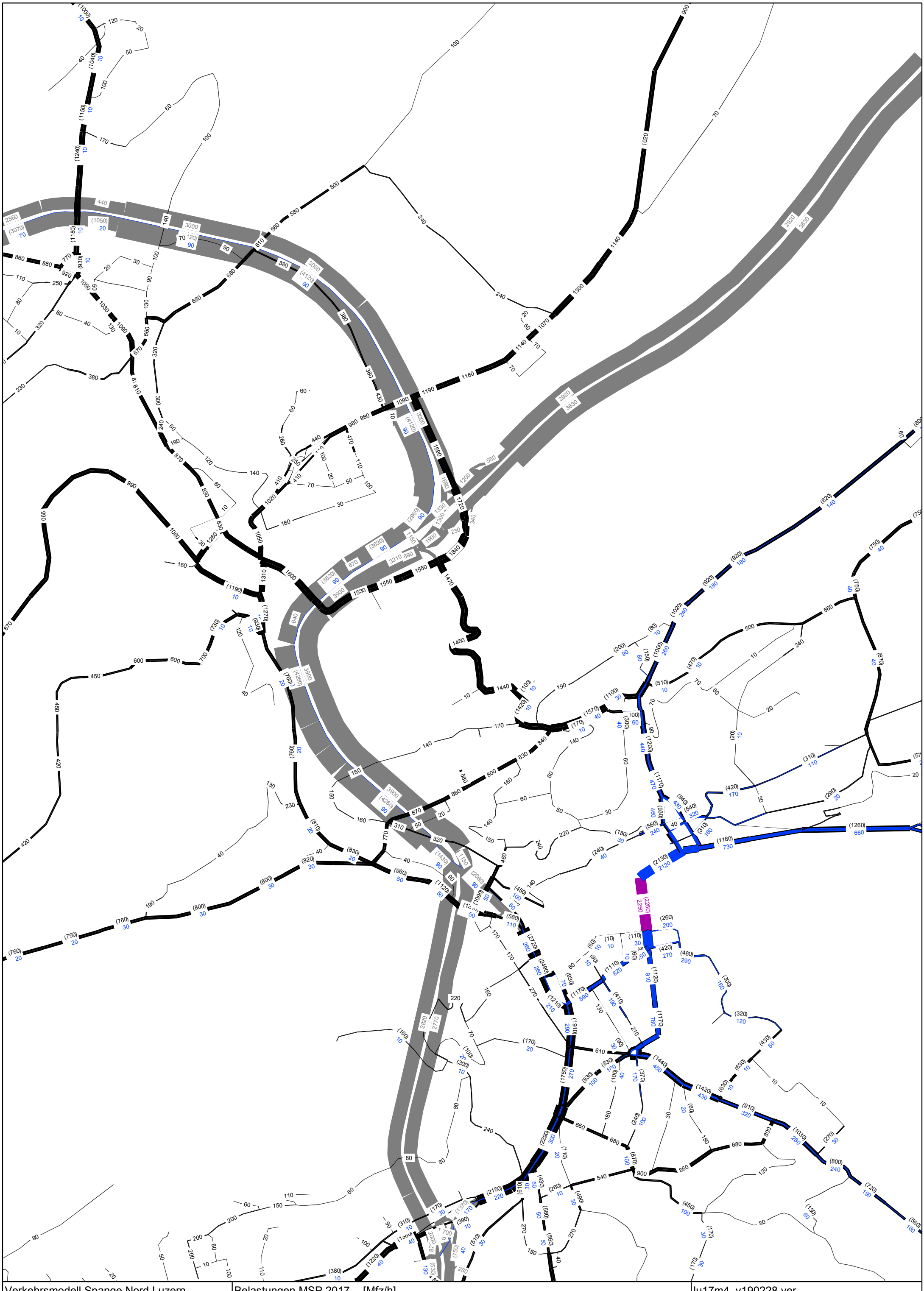
Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Belastungen MSP 2040 - [Mfz/h]	lu40m4_v190321.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 05.04.2019	Prognose 2040 def; Wunschlinienspinne Rosenberg	1:16077



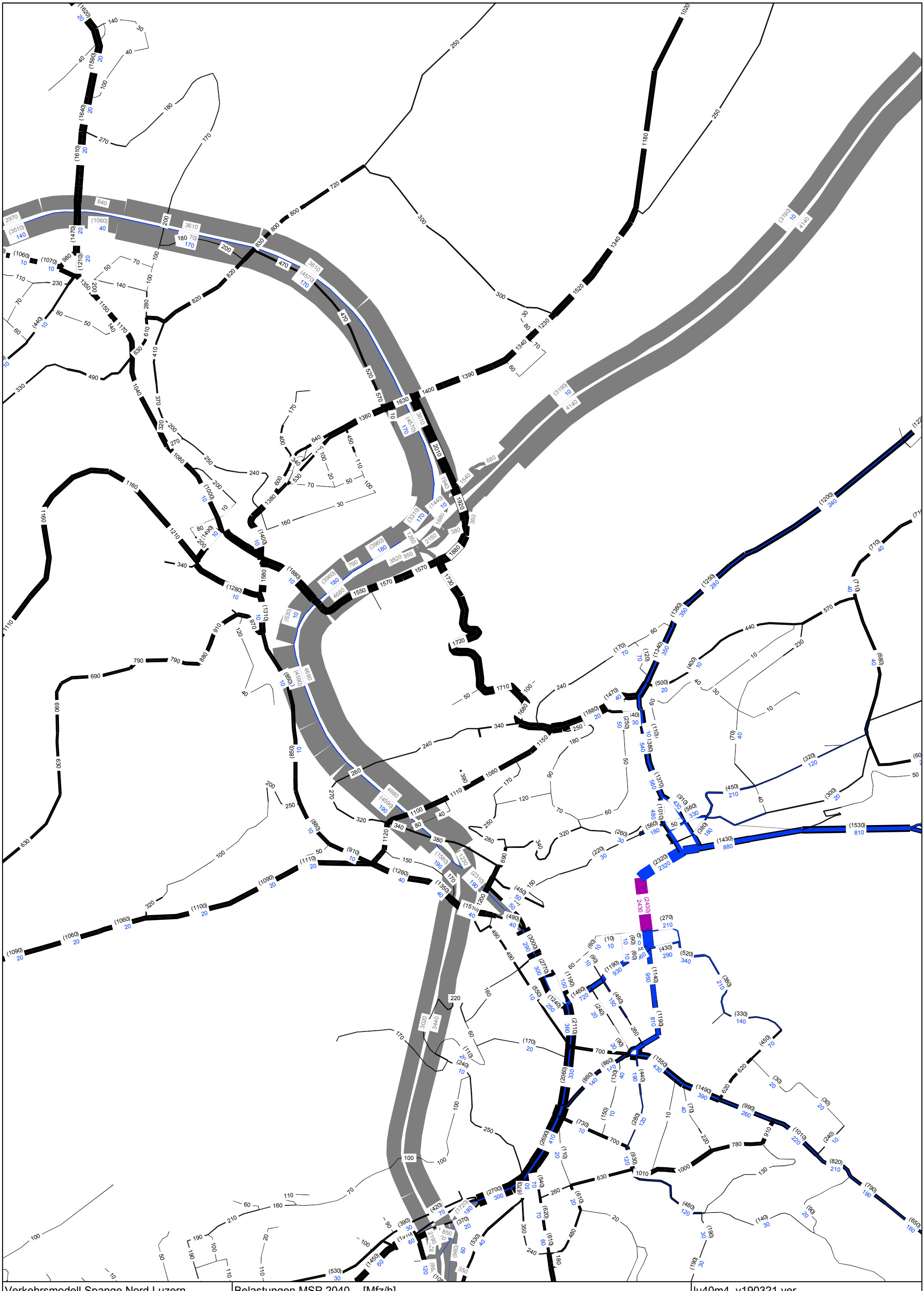
Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Belastungen MSP 2017 - [Mfz/h]	lu17m4_v190228.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 05.04.2019	Ist-Zustand 2017 nach Kalibration; Wunschlinienspinne Zürichstrasse	1:16077



Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Belastungen MSP 2040 - [Mfz/h]	lu40m4_v190321.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 05.04.2019	Prognose 2040 def; Wunschlinienspinne Zürichstrasse	1:16077



Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Belastungen MSP 2017 - [Mfz/h]	lu17m4_v190228.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 05.04.2019	Ist-Zustand 2017 nach Kalibration; Wunschlinienspinne Seebrücke	1:16077



Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Belastungen MSP 2040 - [Mfz/h]	lu40m4_v190321.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 05.04.2019	Prognose 2040 def; Wunschlinienspinne Seebrücke	1:16077

Anhang 4 Untersuchungsfall 2040 ZMB-Referenz

Belastungen DTV ZMB-Referenz-Fall 2040

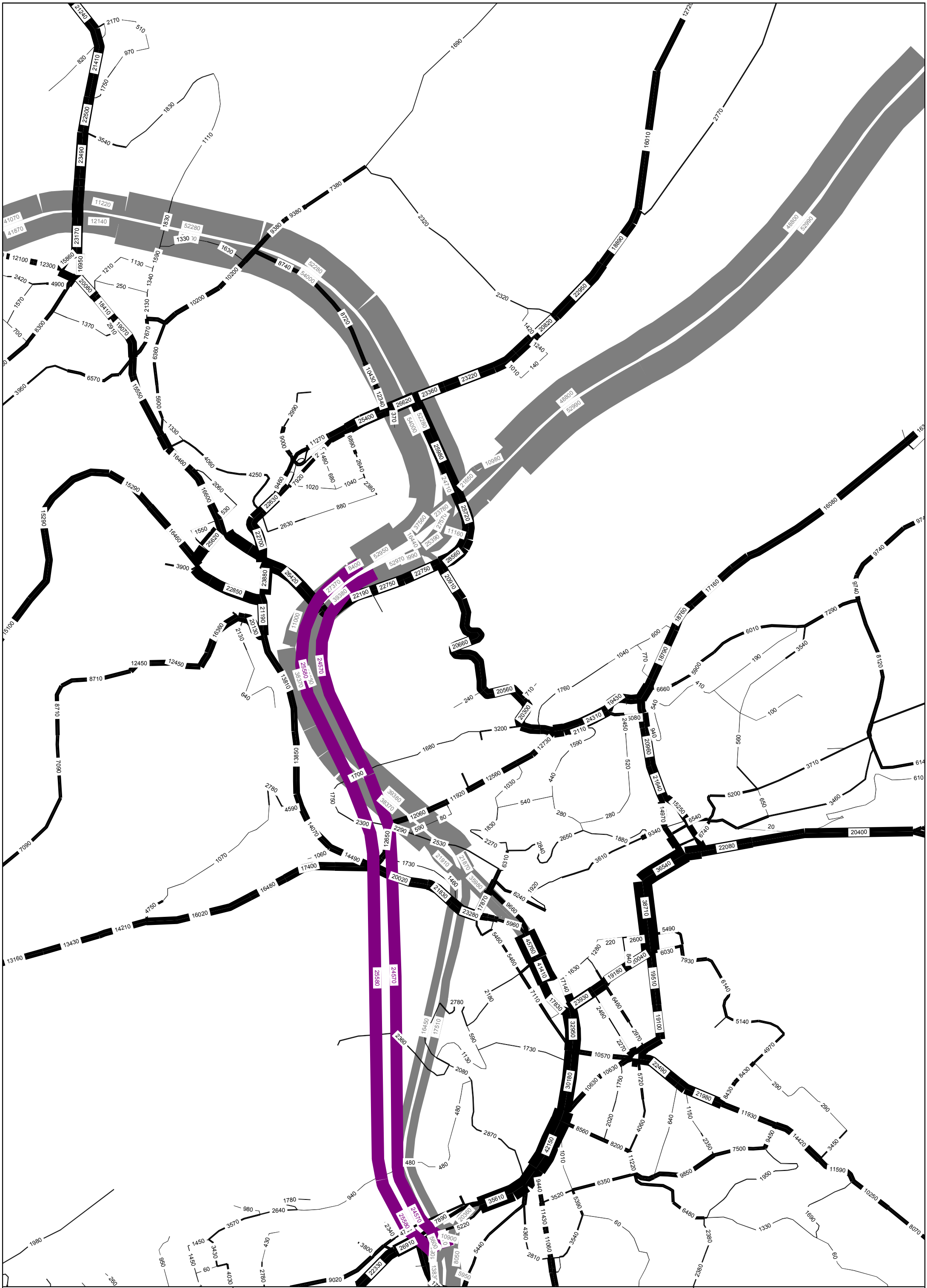
Differenzbelastungen 2040 DTV ZMB-Referenz – Basismodell

Belastungen ASP ZMB-Referenz-Fall 2040

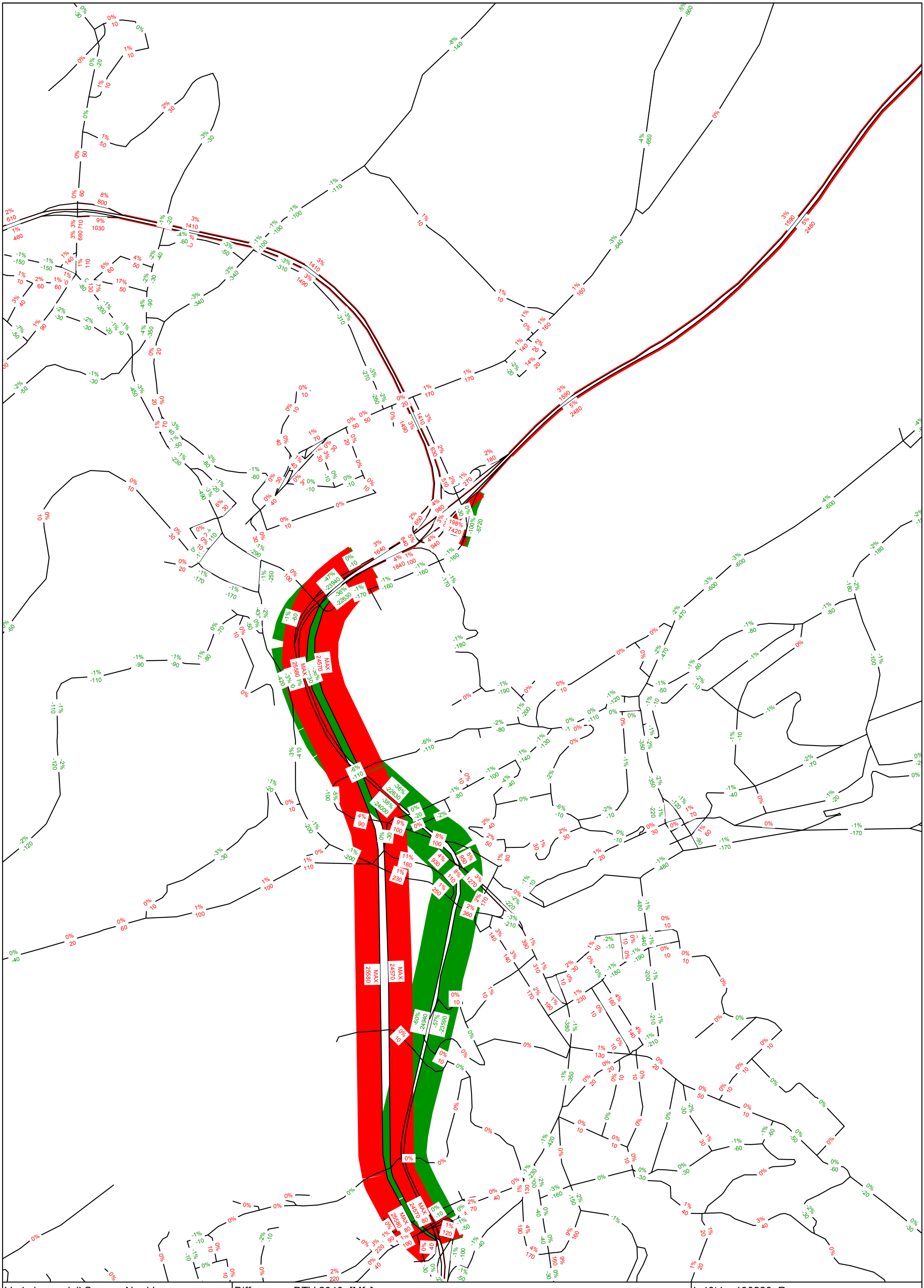
Differenzbelastungen 2040 ASP ZMB-Referenz – Basismodell

Belastungen MSP ZMB-Referenz-Fall 2040

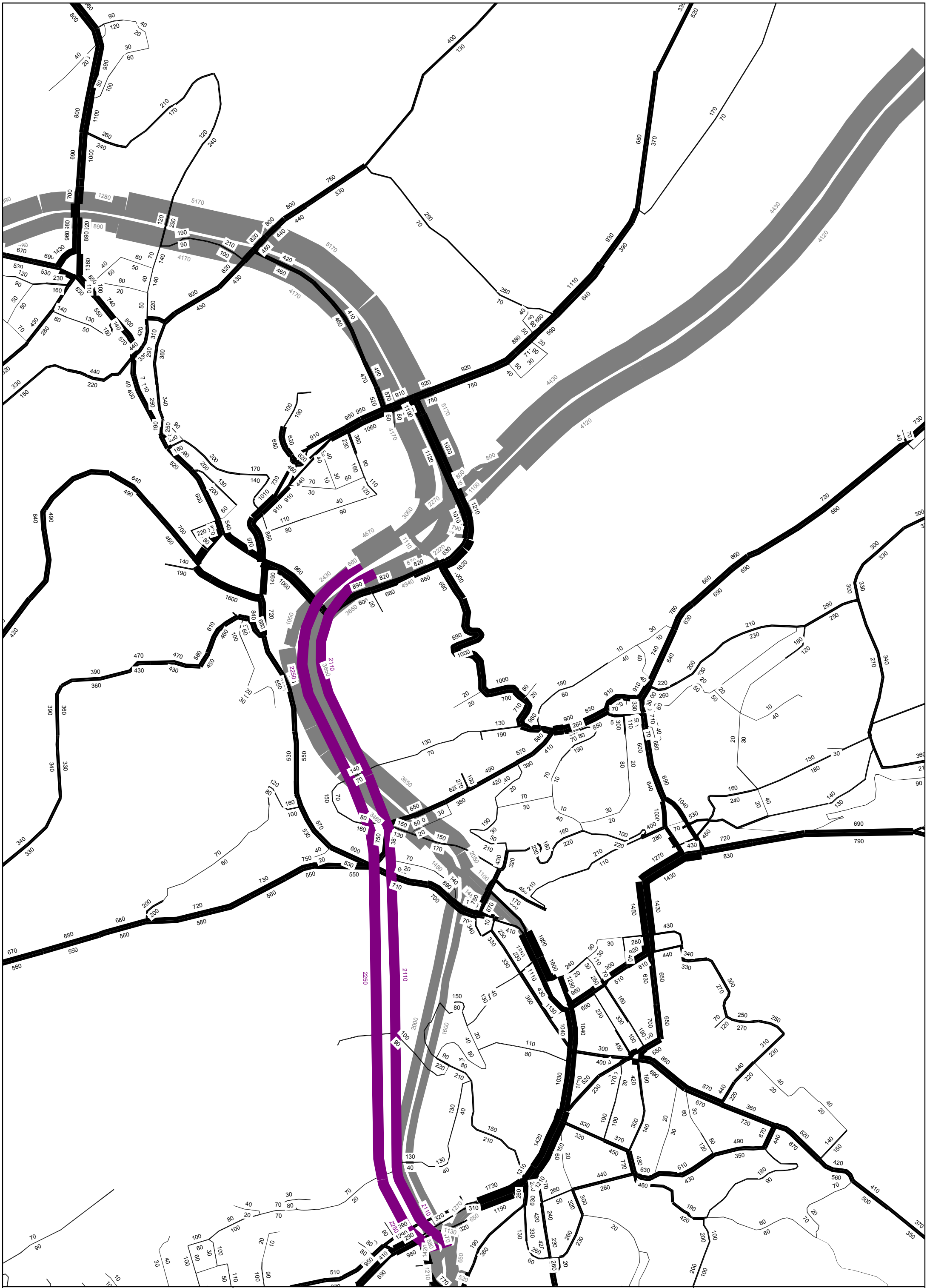
Differenzbelastungen 2040 MSP ZMB-Referenz – Basismodell



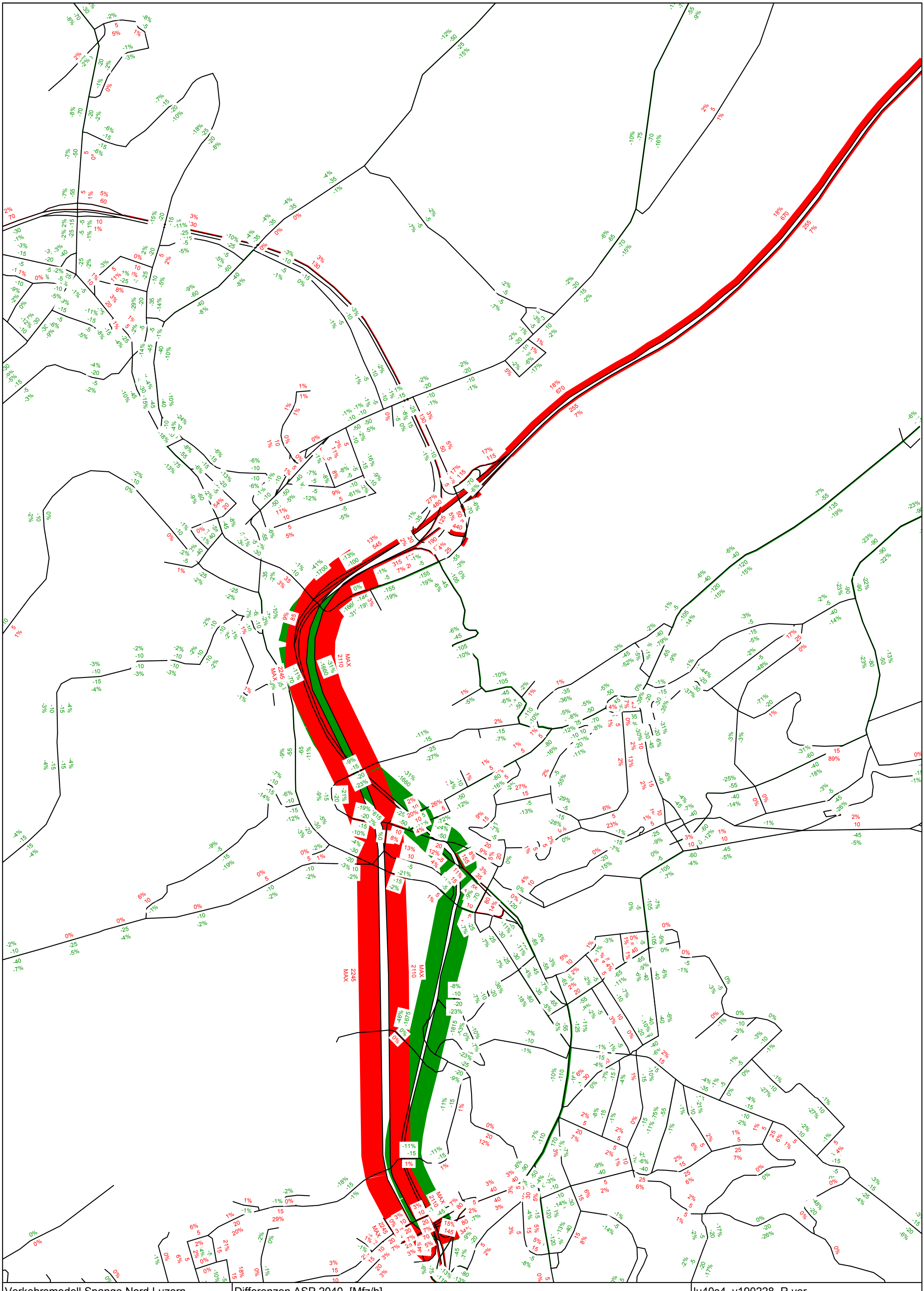
Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Belastungen DTV 2040 - [Mfz]	lu40t4_v190228_R.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 05.04.2019	Prognose 2040 Referenzzustand ZMB def	1:16077



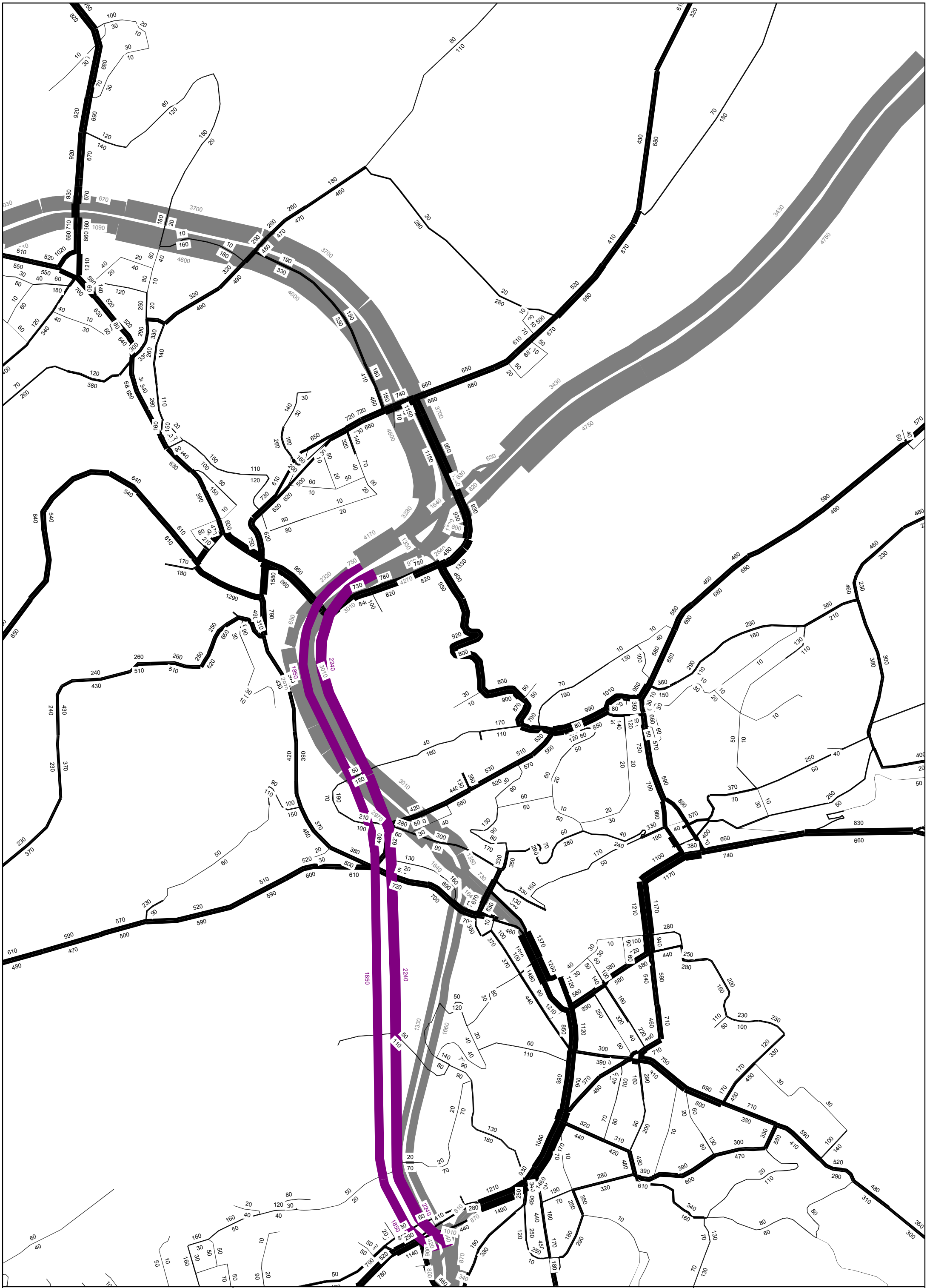
Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Differenzen DTV 2040 [Mfz]	lu40t4_v190228_R.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 05.04.2019	Prognose 2040 ZMB-Referenz MINUS Prognose Modell	1:16077



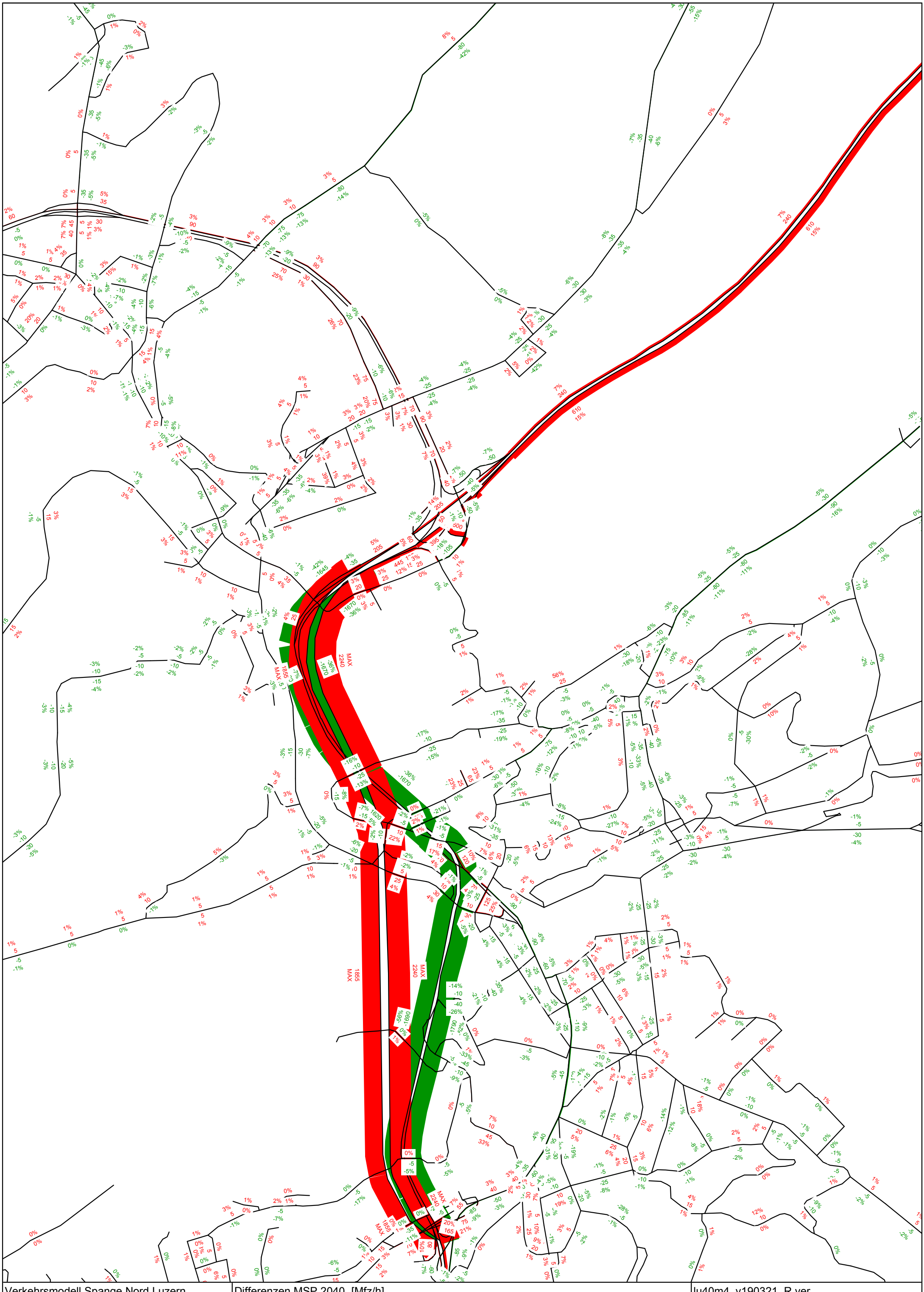
SNZ#5061 Verkehrsmodell Spange Nord Luze	Belastungen ASP 2040 - [Mfz]	lu40s4_v190228_R.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 01.03.2019	Prognose ZMB-Referenzfall 2040 def	1:16077



Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Differenzen ASP 2040 [Mfz/h]	lu40s4_v190228_R.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 06.03.2019	Prognose ZMB-Referenzfall def MINUS Prognose Modell	1:16077



SNZ#5061 Verkehrsmodell Spange Nord Luze	Belastungen MSP 2040 - [Mfz]	lu40m4_v190321_R.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 03.04.2019	Prognose ZMB-Referenzzustand 2040	1:16077



Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Differenzen MSP 2040 [Mfz/h]	lu40m4_v190321_R.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 03.04.2019	ZMB-Referenzfall MINUS Prognosefall 2040	1:16077

Anhang 5 Untersuchungsfall 2040 ZMB Null+

Belastungen DTV ZMB Null+ 2040

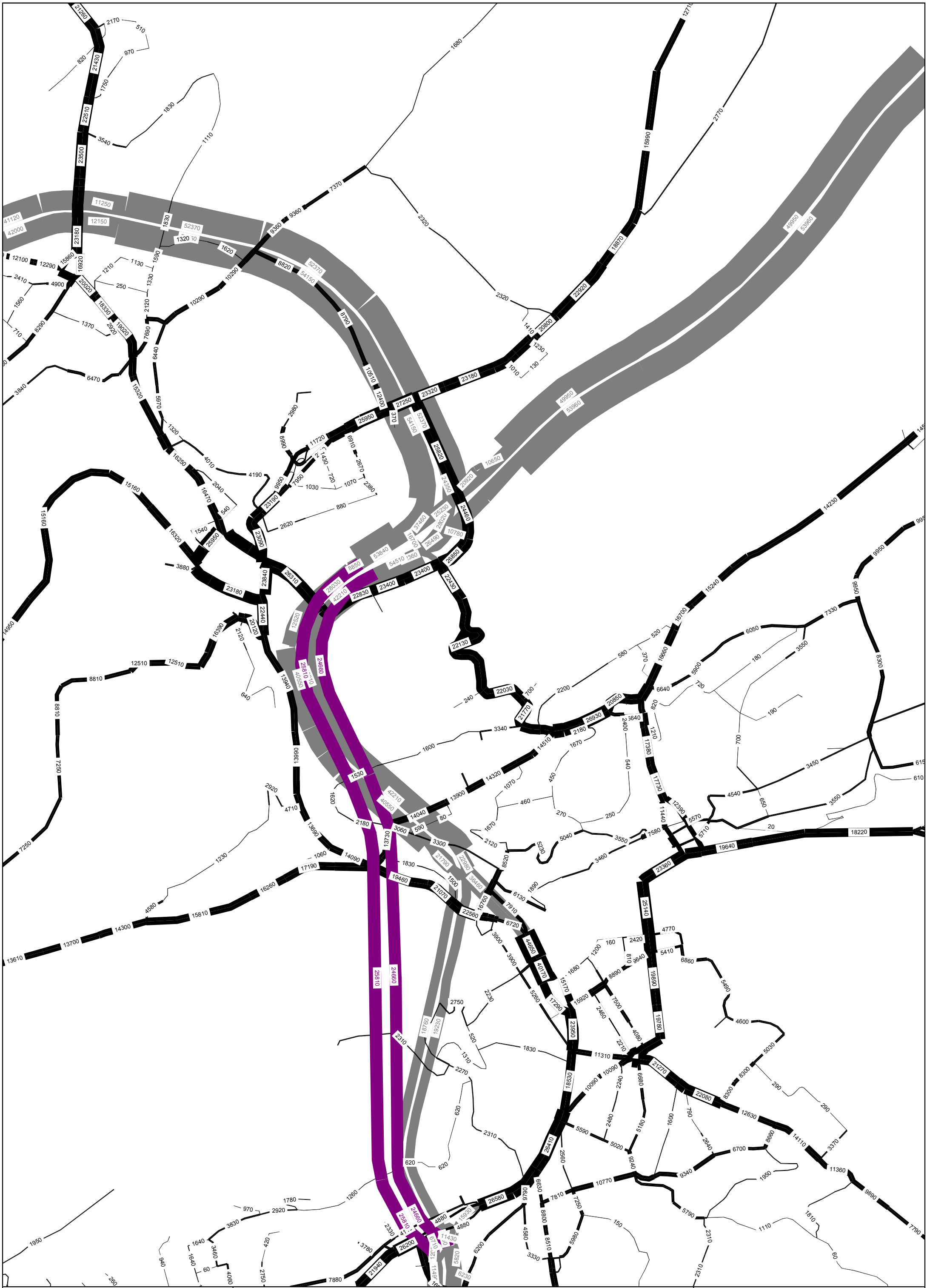
Differenzbelastungen 2040 DTV ZMB Null+ – Basismodell

Belastungen ASP ZMB Null+ 2040

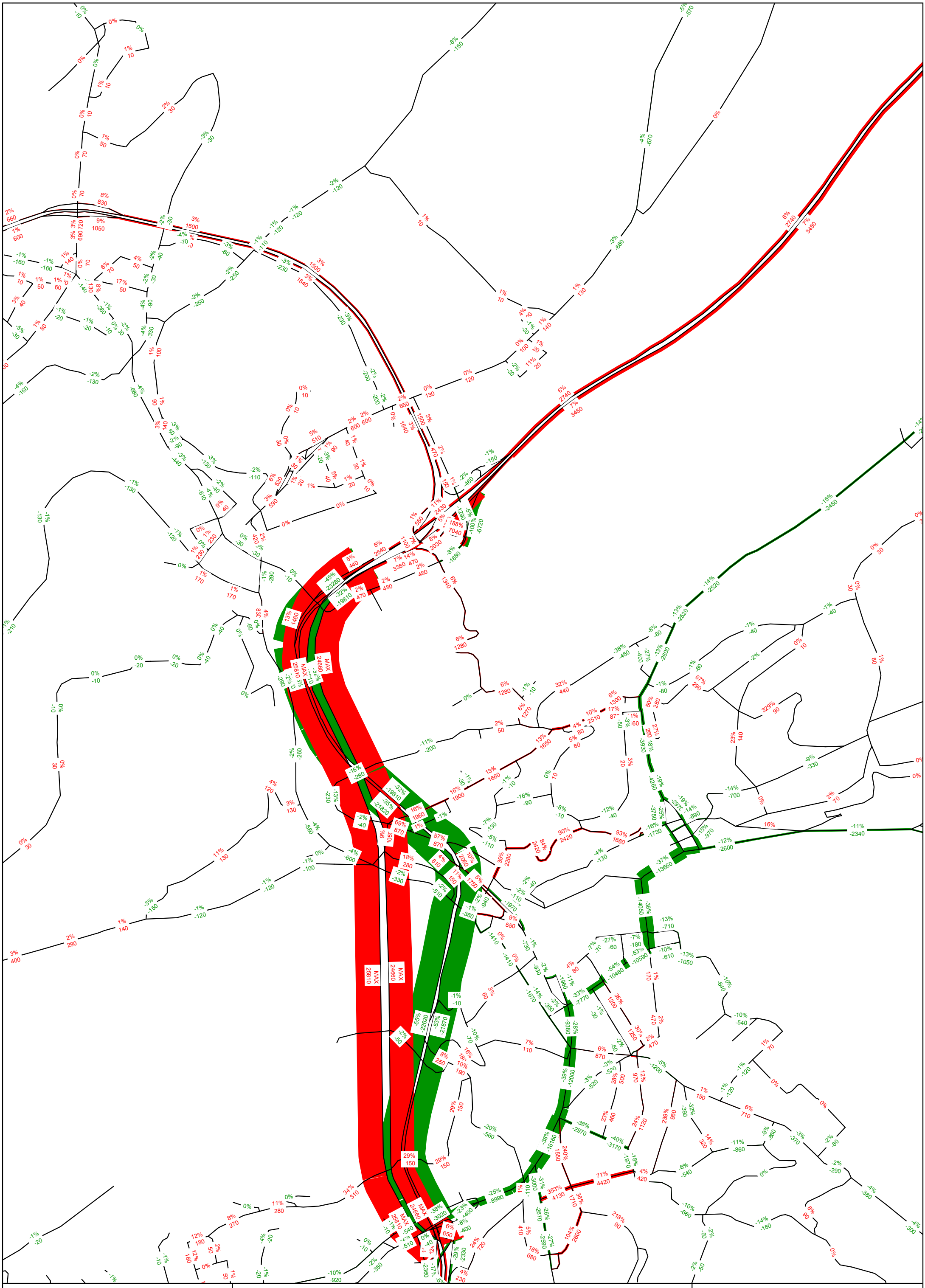
Differenzbelastungen 2040 ASP ZMB Null+ – Basismodell

Belastungen MSP ZMB Null+ 2040

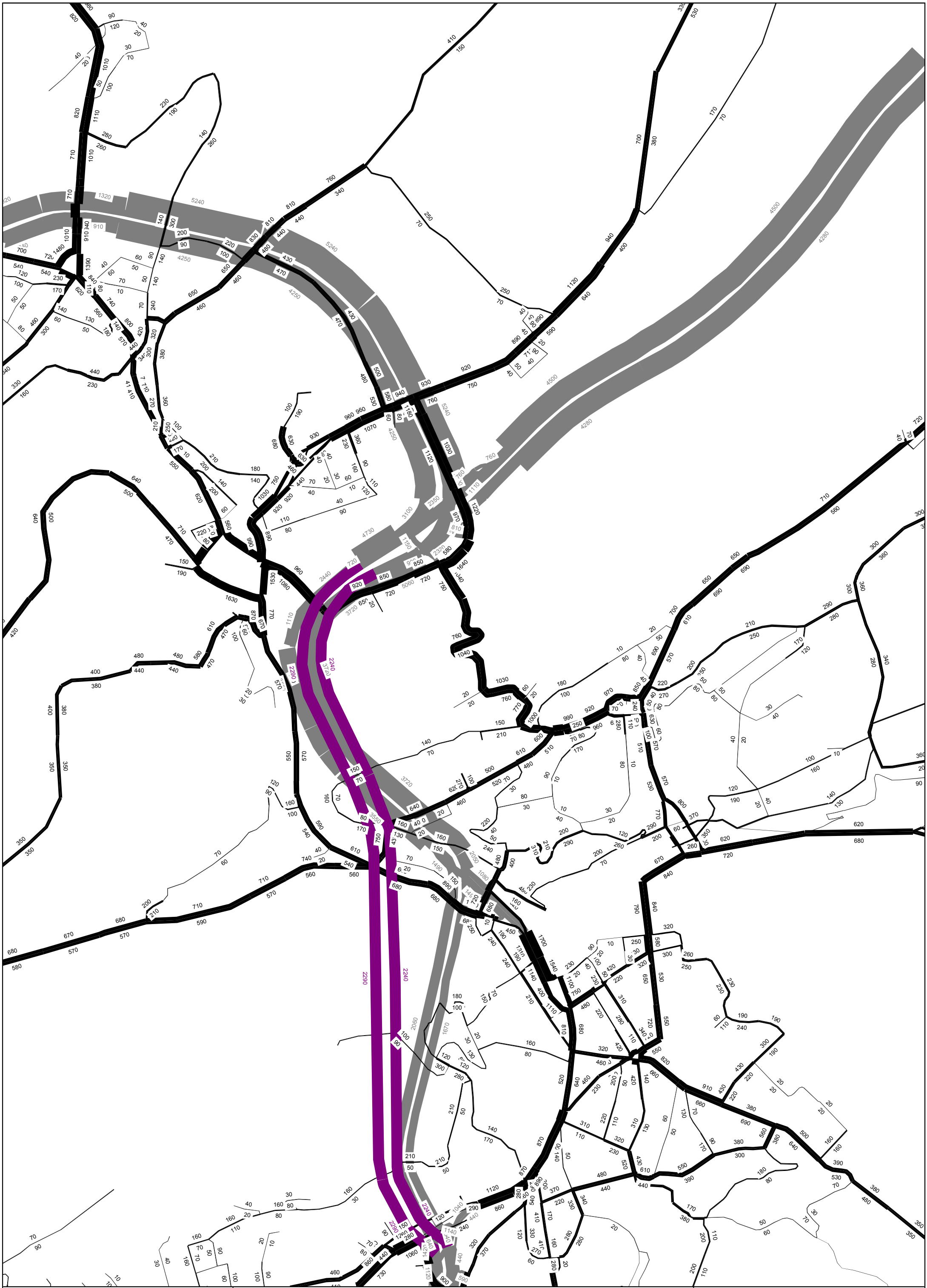
Differenzbelastungen 2040 MSP ZMB Null+ – Basismodell



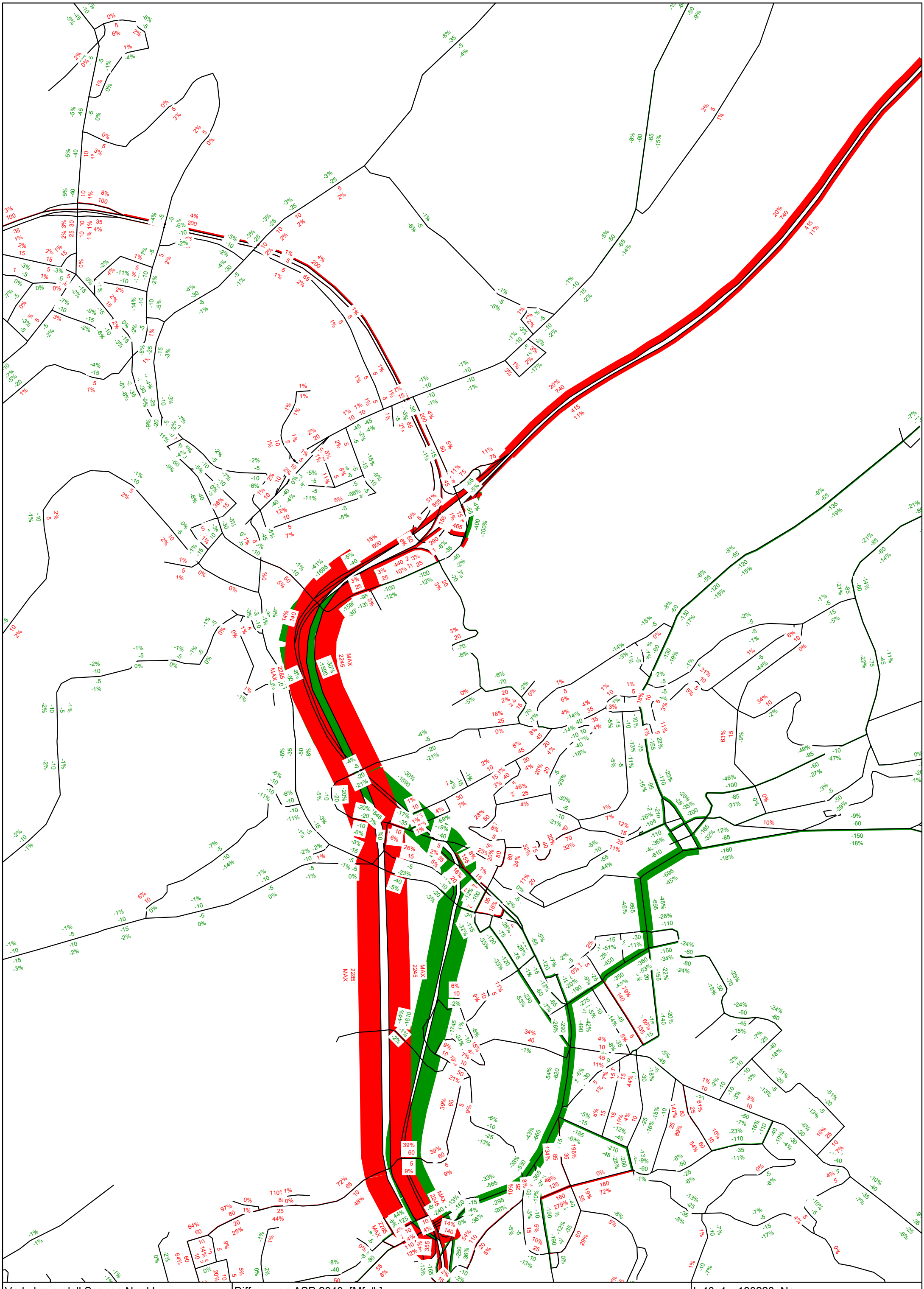
Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Belastungen DTV 2040 - [Mfz]	lu40t4_v190228_Np.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 12.03.2019	Prognose 2040 Zustand Null+ (öV-Massnahmen)	1:16077



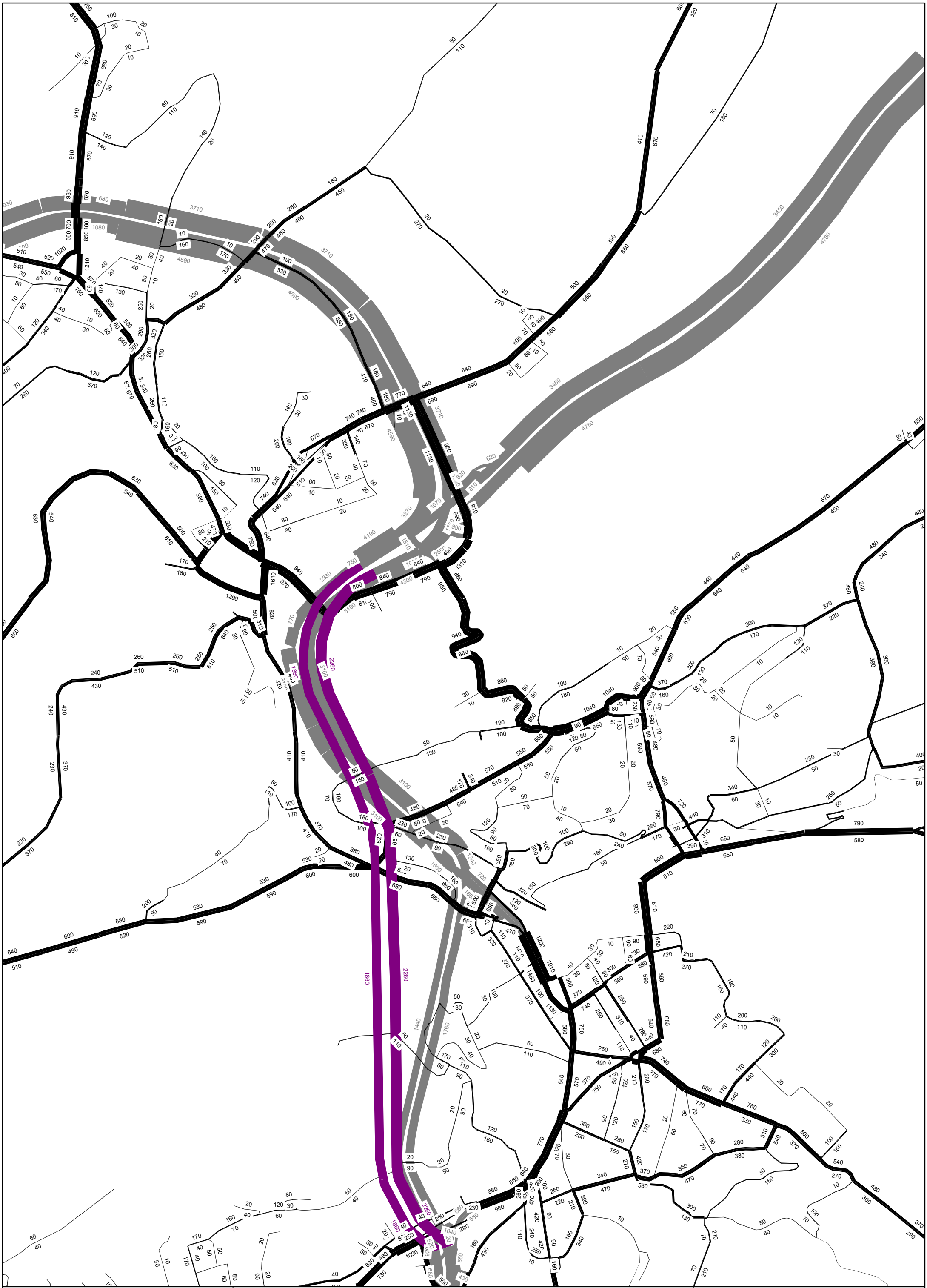
Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Differenzen DTV 2040 [Mfz]	lu40t4_v190228_Np.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 05.04.2019	Prognose 2040 Zustand Null+ MINUS Prognose Modell	1:16077



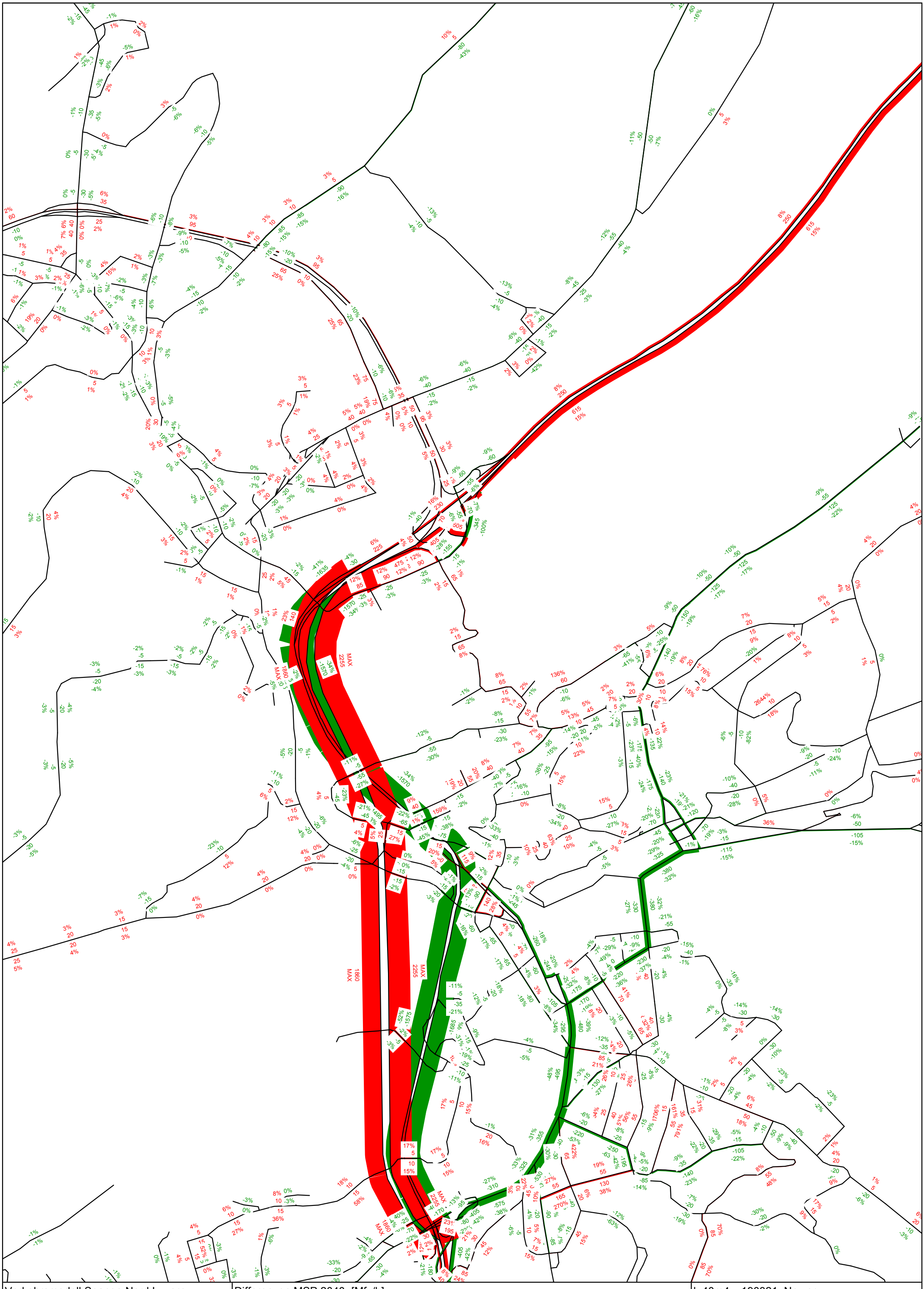
SNZ#5061 Verkehrsmodell Spange Nord Luze	Belastungen ASP 2040 - [Mfz]	lu40s4_v190228_Np.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 01.03.2019	Prognose Zustand Null+ 2040 def	1:16077



Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Differenzen ASP 2040 [Mfz/h]	lu40s4_v190228_Np.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 05.04.2019	Prognose Zustand Null+ MINUS Prognose Modell	1:16077



SNZ#5061 Verkehrsmodell Spange Nord Luze	Belastungen MSP 2040 - [Mfz]	lu40m4_v190321_Np.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 03.04.2019	Prognose Zustand 0+	1:16077



Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Differenzen MSP 2040 [Mfz/h]	lu40m4_v190321_Np.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 05.04.2019	Zustand 0+ MINUS Prognosefall 2040	1:16077

Anhang 6 Untersuchungsfall 2040 Spange Nord

Belastungen DTV Spange Nord 2040

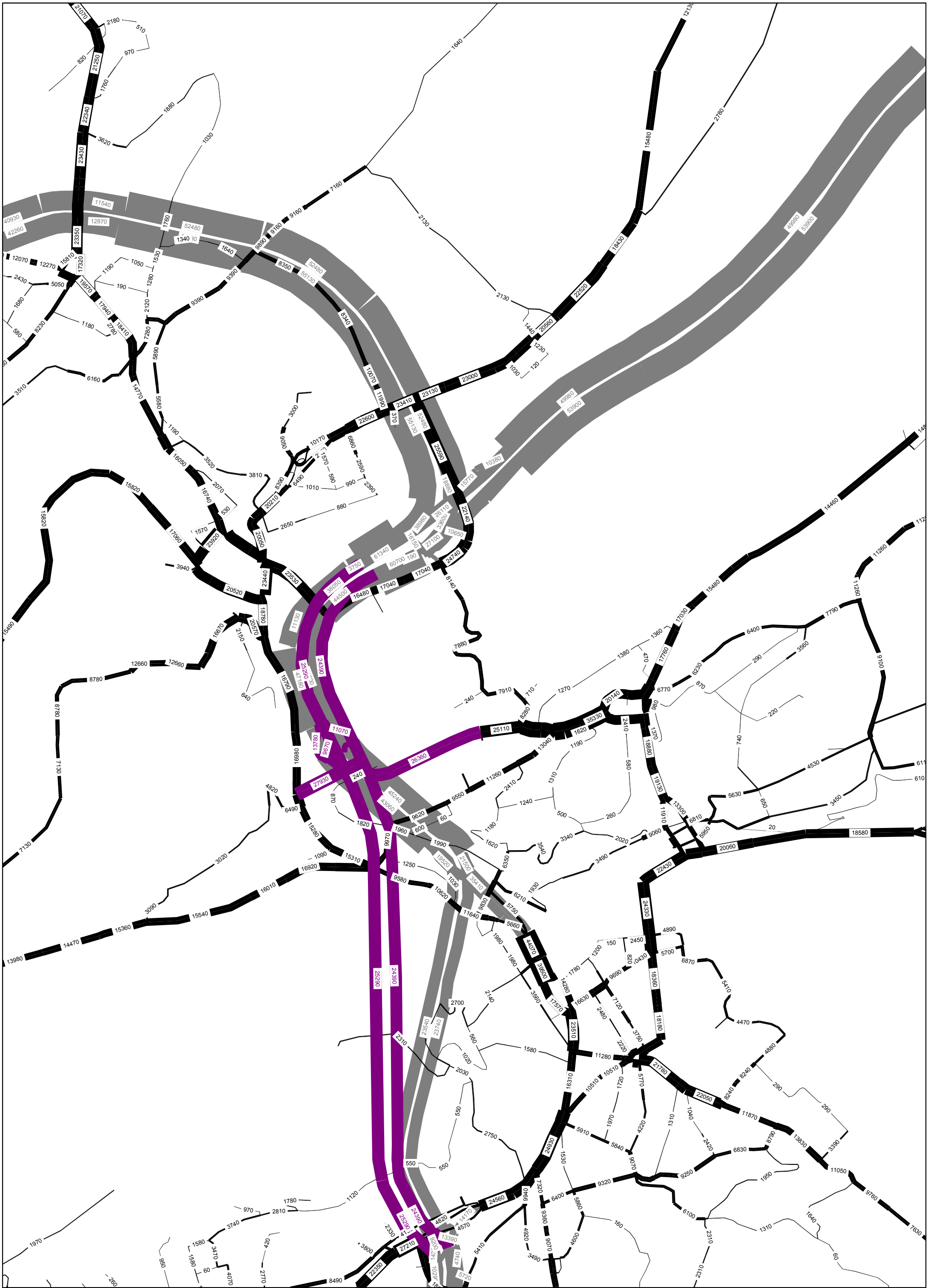
Differenzbelastungen 2040 DTV Spange Nord – Basismodell

Belastungen ASP Spange Nord 2040

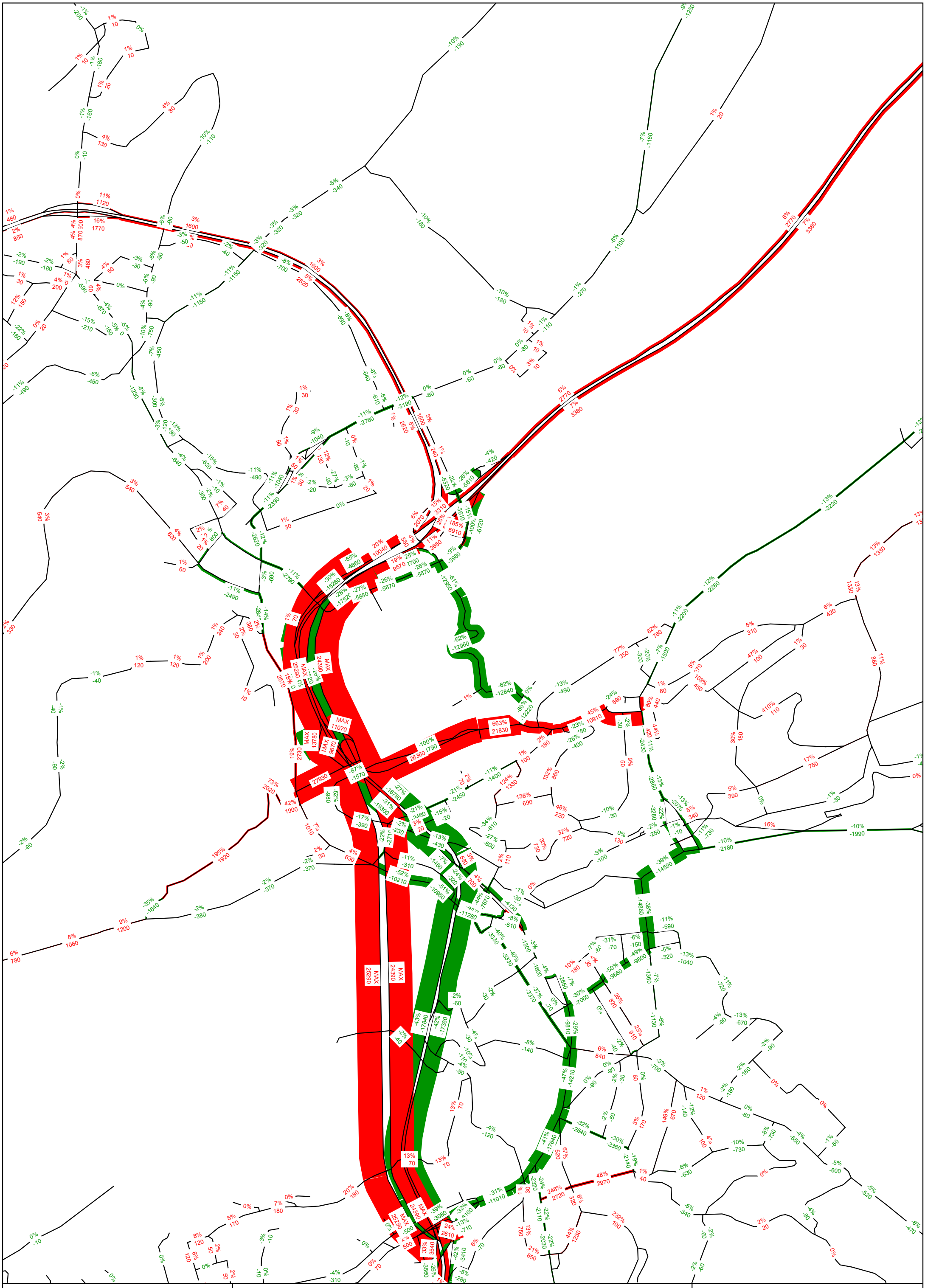
Differenzbelastungen 2040 ASP Spange Nord – Basismodell

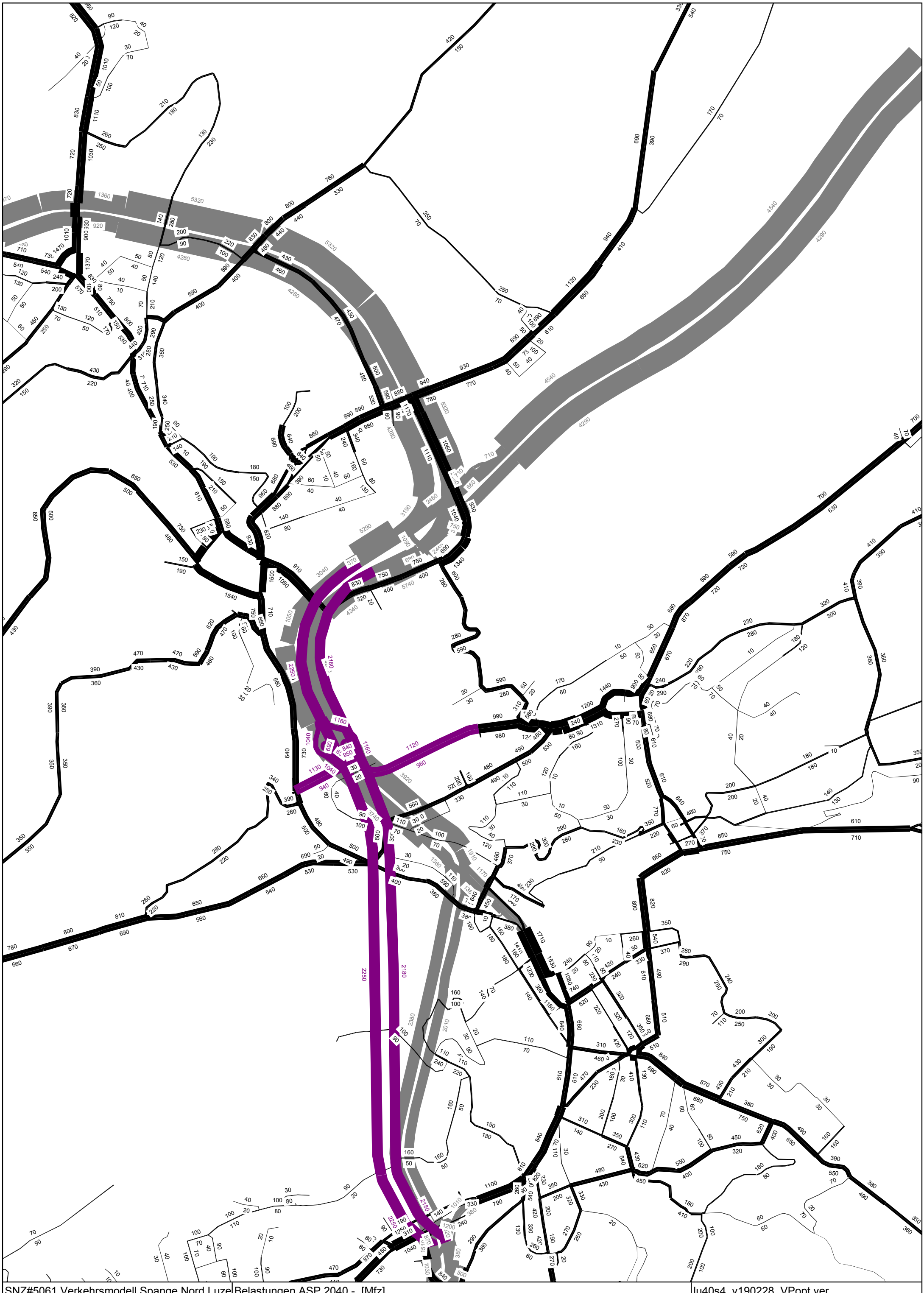
Belastungen MSP Spange Nord 2040

Differenzbelastungen 2040 MSP Spange Nord – Basismodell

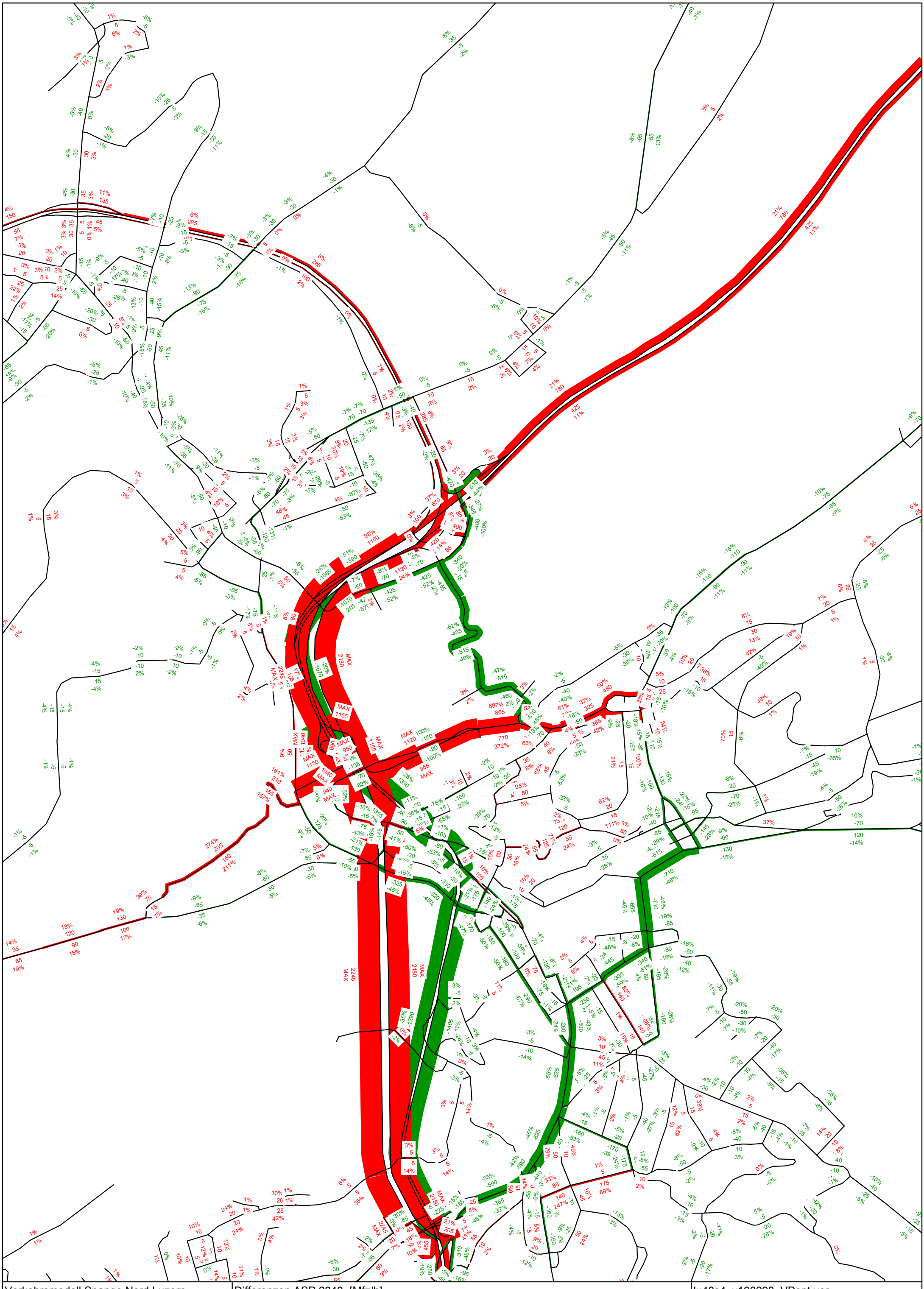


Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Belastungen DTV 2040 - [Mfz]	lu40t4_v190228_VPopt.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 05.04.2019	Prognose 2040 Spange Nord VP-opt	1:16077

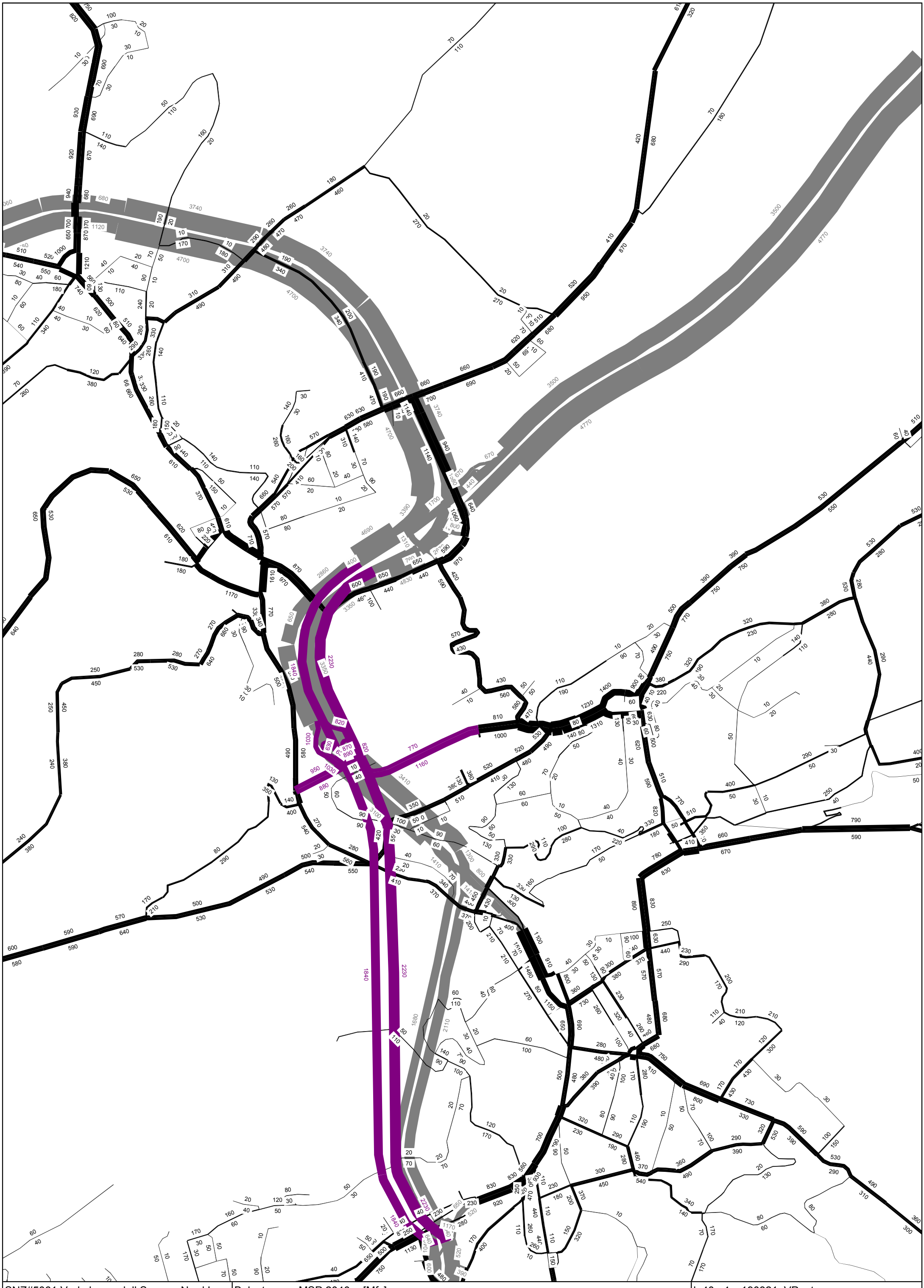

MAX 25290
MAX 24390
MAX 11070
MAX 13780
MAX 9870
MAX 27930
663% 21830
-100% 26360
-87% 1570
-62% -12960
-62% -12840
-61% -12950
-55% -4660
-30% -15260
-28% -17520
-27% -5880
-26% -5870
-26% -5610
-15% -3610
-100% -6720
-9% -3980
-12% -3190
-11% -2760
-11% -2790
-11% -2490
-11% -2390
-11% -1040
-11% -1150
-10% -1040
-9% -1040
-8% -700
-6% -840
-5% -610
-5% -5320
-4% -420
-3% -320
-3% -340
-2% -40
-10% -190
-10% -180
-7% -1180
-6% -1100
-1% -270
-1% -110
-13% -2220
-12% -2280
-11% -2200
-13% -490
-24% 590
-23% -180
-26% -400
-2% -30
-2% -2430
-13% -2800
-13% -2070
-22% -3280
-2% -250
-1% -10
-11% -730
-10% -2180
-39% -14590
-38% -14860
-11% -590
-6% -150
-49% -9800
-5% -320
-13% -1040
-11% -720
-13% -670
-4% -90
-2% -90
-2% -180
-0% -60
-8% -730
-4% -650
-1% -50
-5% -600
-5% -520
-6% -470
-10% -1990
-0% -30
-4% -80
-2% -60
-0% -60
-0% -60
-0% -60
-0% -80
-1% -10
-1% -10
-3% -10
-1% -10
-1% -10
-1



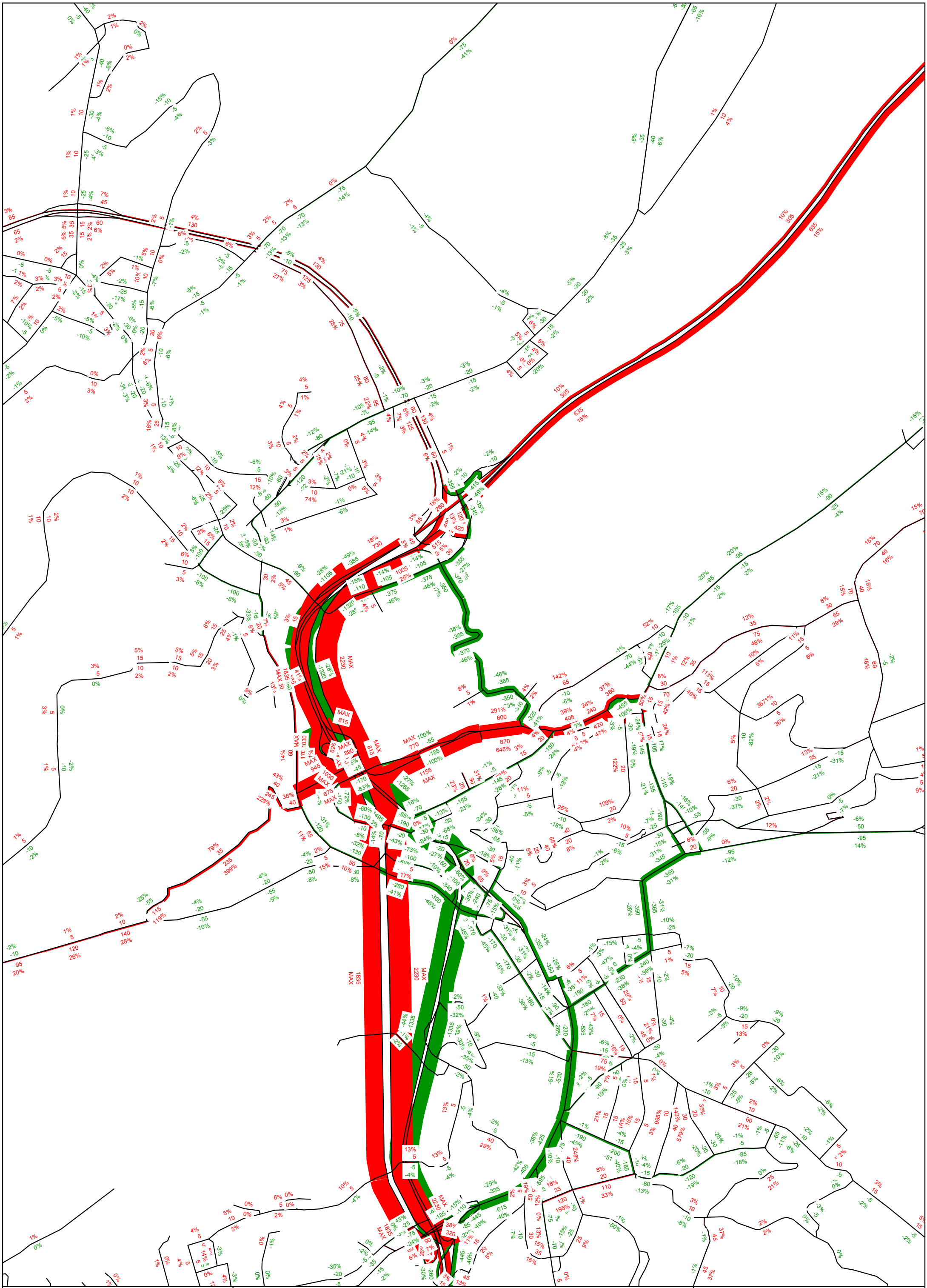
SNZ#5061 Verkehrsmodell Spange Nord Luze	Belastungen ASP 2040 - [Mfz]	lu40s4_v190228_VPopt.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 07.03.2019	Prognose Spange Nord VP opt 2040	1:16077



Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Differenzen ASP 2040 [Mfz/h]	lu40s4_v190228_VPopt.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 05.04.2019	Prognose Spange Nord VPopt MINUS Prognose Modell	1:16077



SNZ#5061 Verkehrsmodell Spange Nord Luze	Belastungen MSP 2040 - [Mfz]	lu40m4_v190321_VPopt.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 03.04.2019	Prognose 2040 Spange Nord VP optimiert	1:16077



Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Differenzen MSP 2040 [Mfz/h]	lu40m4_v190321_VPopt.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 03.04.2019	Prognose Spange Nord VP-opt MINUS Prognosefall 2040	1:16077

Anhang 7 Untersuchungsfall 2040 Spange Nord ohne Fluhmühlebrücke

Belastungen DTV Fall Spange ohne Fluhmühlebrücke 2040

Differenzbelastungen 2040 DTV Spange ohne F'Brücke – Basismodell

Wirkung Fluhmühlebrücke DTV (Spange N mit – ohne F'Brücke)

Belastungen ASP Fall Spange ohne Fluhmühlebrücke 2040

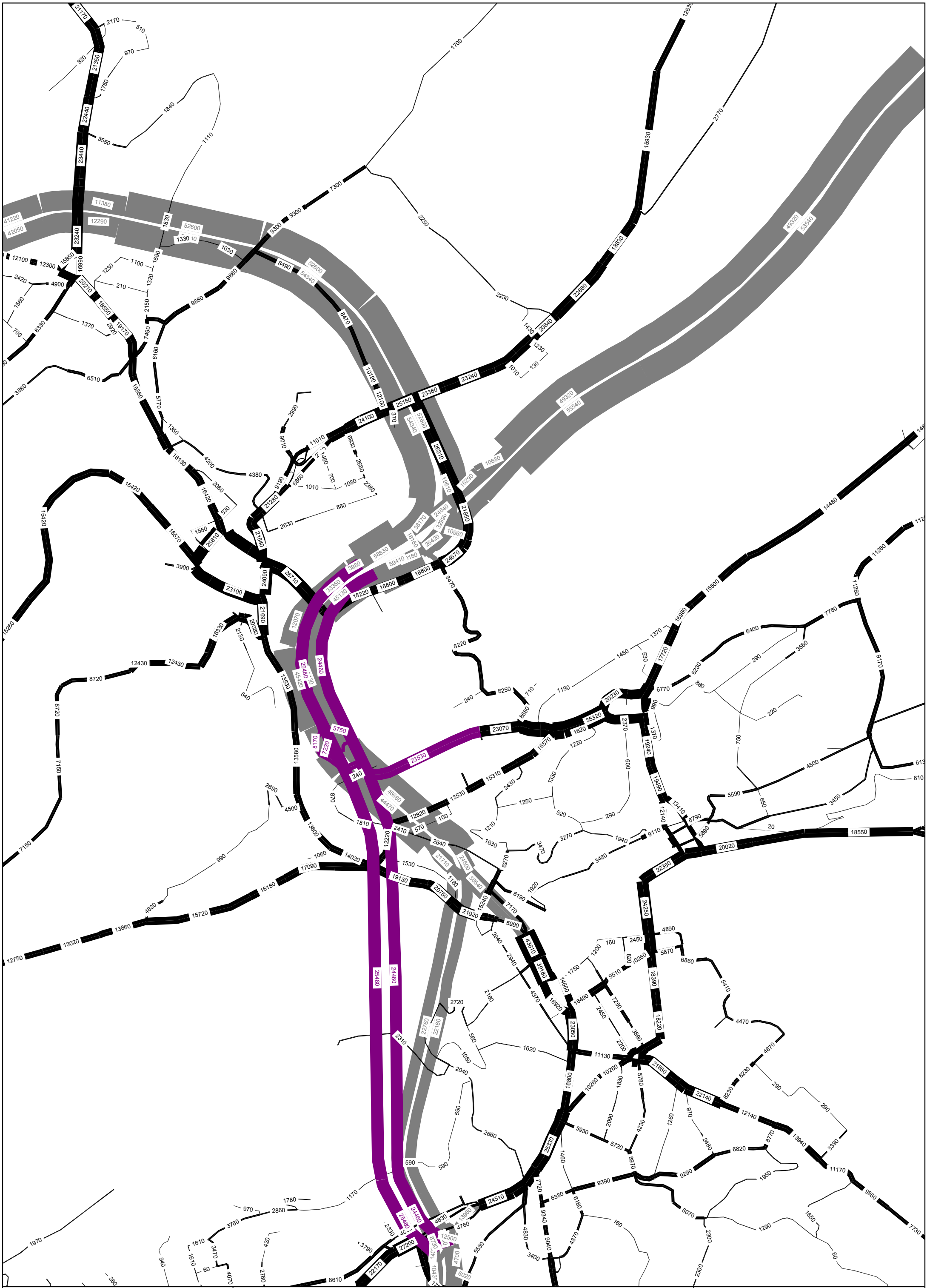
Differenzbelastungen 2040 ASP Spange ohne F'Brücke – Basismodell

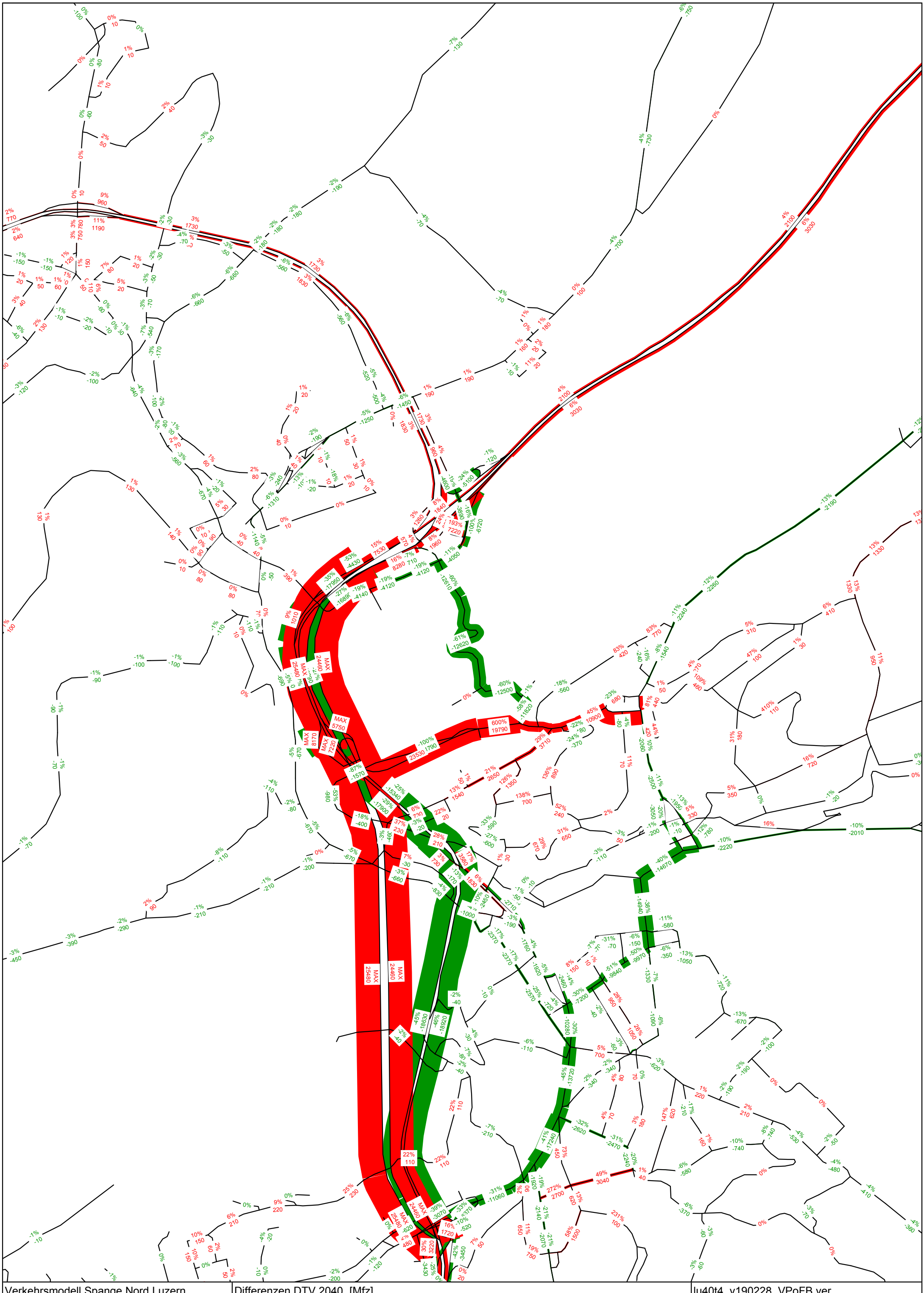
Wirkung Fluhmühlebrücke ASP (Spange N mit – ohne F'Brücke)

Belastungen MSP Fall Spange ohne Fluhmühlebrücke 2040

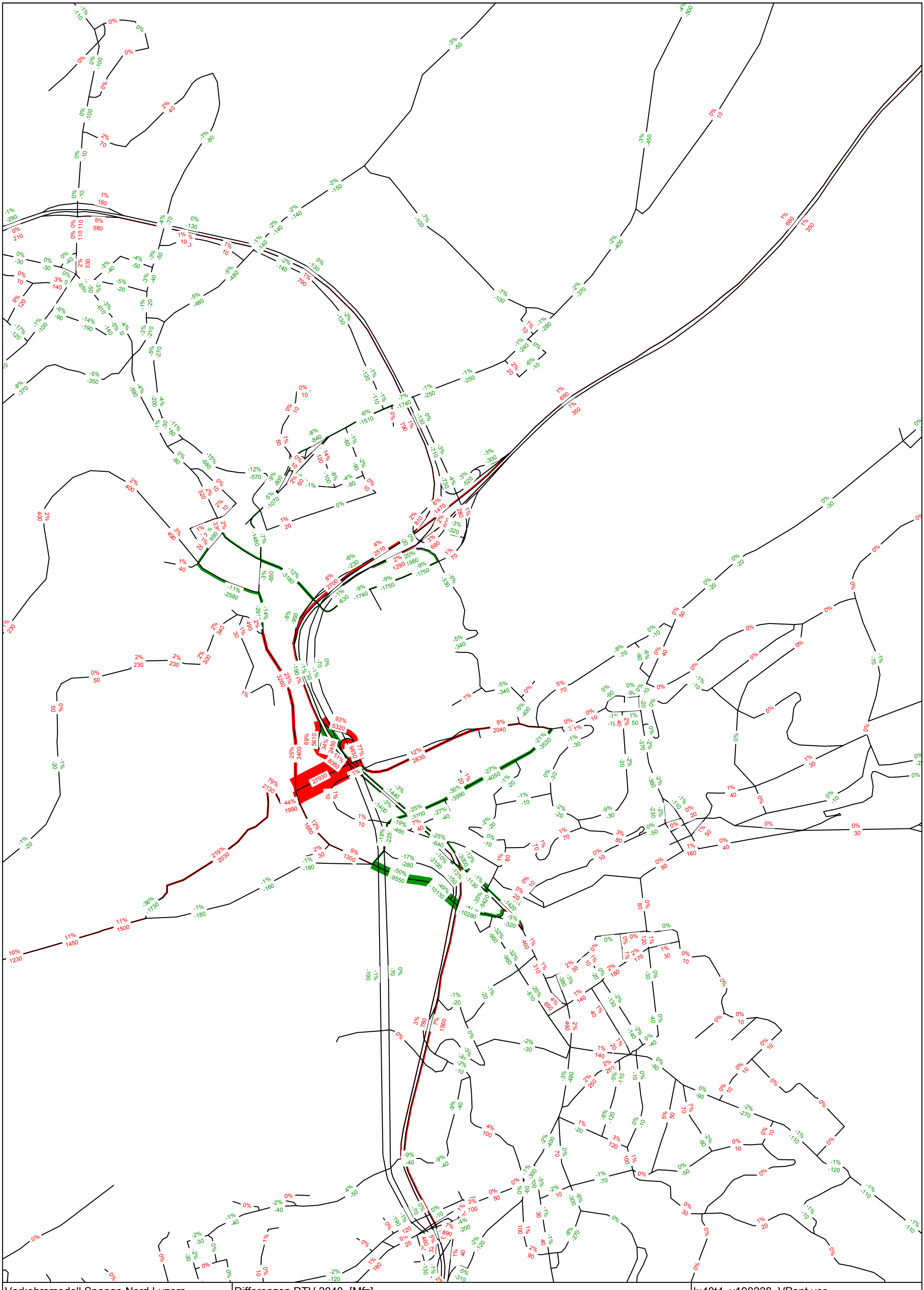
Differenzbelastungen 2040 MSP Spange ohne F'Brücke – Basismodell

Wirkung Fluhmühlebrücke MSP (Spange N mit – ohne F'Brücke)

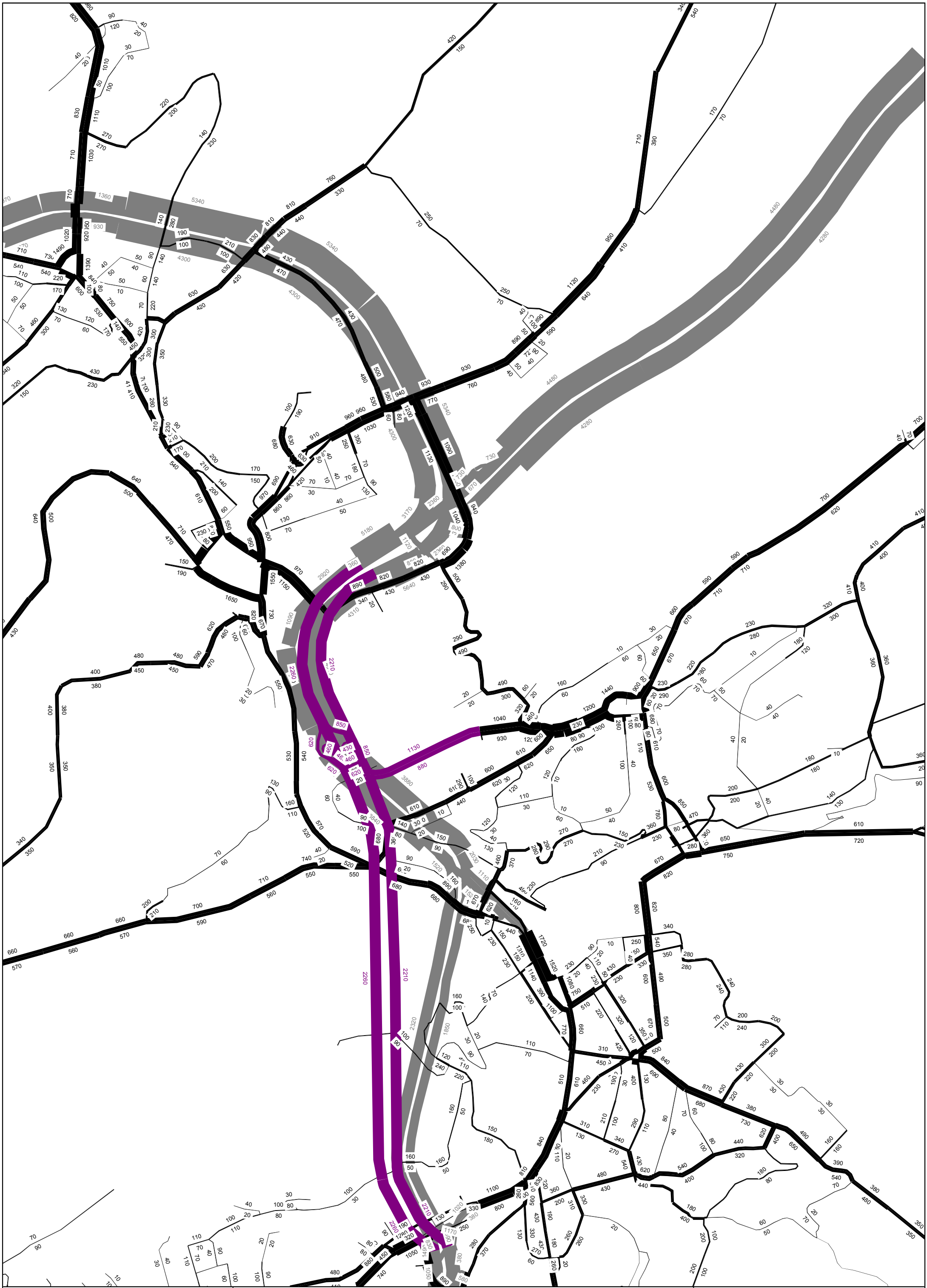

21170
2170
510
820
970
21350
1750
22440
1840
3550
1110
23440
1700
12630
11380
12290
41220
42050
1830
52600
1330
1630
9300
9300
7300
2230
15930
2770
23240
1590
15850
16990
12100
12300
1230
1100
1320
9880
9880
8490
54340
52600
18630
2420
4900
20210
210
2150
1560
18550
19170
1370
2920
8330
700
7490
6160
8470
22680
20840
1430
1230
1010
130
2230
49320
53540
6510
3880
15360
5770
10190
12100
25150
23380
23240
2990
9010
11010
24100
370
52600
54340
26310
1460
700
6930
2680
1350
4200
4380
16130
2060
16420
530
1010
1080
2380
880
2630
9190
6860
21280
19610
16290
10680
21850
15420
15420
1550
25810
21540
24640
38170
32980
10960
26420
16180
58830
59410
1180
3900
23100
24090
26710
24670
18800
18800
8470
3980
33350
45130
18220
12070
21690
20080
16330
2130
15260
12430
12430
8720
8720
7150
13530
640
25480
45420
24460
8220
240
8250
710
1190
1450
1370
530
17720
16980
15500
14480
11260
11260
9170
7780
6400
6230
290
3560
880
220
6770
20230
8680
23070
35320
1620
2370
1370
19240
19490
13410
12140
6790
5890
18550
20020
22350
24250
4890
2450
5670
6860
5410
4470
4870
8230
8230
290
290
22140
12140
13940
3390
11170
9860
7730
610
613
4500
5590
650
3450
20
750
1220
600
1330
2430
1250
520
290
1210
1630
3270
1940
9110
3470
3480
6270
1920
6190
7170
5990
2940
2940
43610
39180
18390
18220
23050
11130
16800
10260
10260
1830
5780
2090
4230
1260
970
2480
5930
5720
8970
25330
1460
9290
9390
7720
6380
6160
9340
9040
4870
160
2300
2300
60
1650
1290
1950
6820
8770
24510
13960
4830
4760
5530
3400
6020
4700
12500
8730
27200
22170
8610
1970
1780
2860
970
3780
1610
1610
3470
60
4070
940
420
2760
280
1170
2690
4500
13800
990
1060
14020
17090
16180
4820
15720
13860
13020
12750
1530
19130
20750
21920
1180
21710
24500
38540
15240
2720
2160
2310
2040
1050
560
1620
22760
22180
25480
24460
590
590
2660
590
2330
3790
12820
100
570
2410
2640
1810
870
12220
46680
44470
13530
15310
2430
16570
23530
7220
8170
5750
240
23070
8680
1620
35320
20230
990
6770
880
220
6230
290
3560
6400
7780
9170
11260
11260
15500
16980
1370
1450
530
17720
1190
710
240
8250
8220
7150
8720
12430
12430
16330
2130
13530
640
25480
45420
24460
13580
2690
4500
13800
990
1060
14020
17090
16180
4820
15720
13860
13020
12750
1530
19130
20750
21920
1180
21710
24500
38540
15240
6190
7170
5990
2940
2940
43610
39180
18390
18220
23050
11130
16800
10260
10260
1830
5780
2090
4230
1260
970
2480
5930
5720
8970
25330
1460
9290
9390
7720
6380
6160
9340
9040
4870
160
2300
2300
60
1650
1290
1950
6820
8770
24510
13960
4830
4760
5530
3400
6020
4700
12500
8730
27200
22170
8610
1970
1780
2860
970
3780
1610
1610
3470
60
4070
940
420
2760
280
1170
2330
3790
12820
100
570
2410
2640
1810
870
12220
46680
44470
13530
15310
2430
16570
23530
7220
8170
5750
240
23070
8680
1620
35320
20230
990
6770
880
220
6230
290
3560
6400
7780
9170
11260
11260
15500
16980
1370
1450
530
17720
1190
710
240
8250
8220
8470
1750
14660
16490
2450
7250
3890
2200
2450
10260
820
5670
6860
5410
4470
4870
8230
8230
290
290
22140
12140
13940
3390
11170
9860
7730
610
613
4500
5590
650
3450
20
750
1220
600
1330
2430
1250
520
290
1210
1630
3270
1940
9110
3470
3480
6270
1920



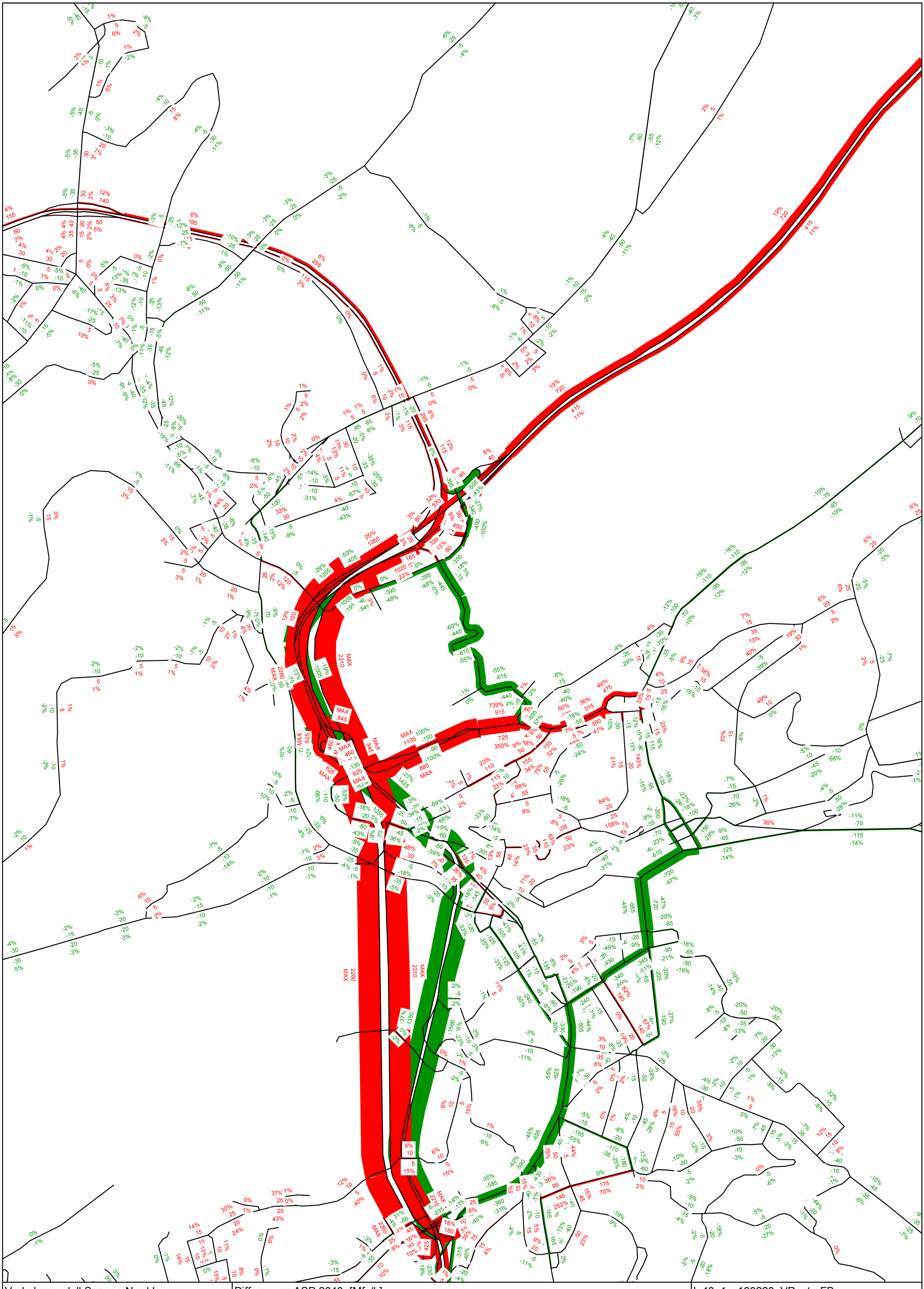
Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Differenzen DTV 2040 [Mfz]	lu40t4_v190228_VPoFB.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 05.04.2019	Spange Nord ohne Fluhmühlebrücke MINUS Prognose Modell	1:16077



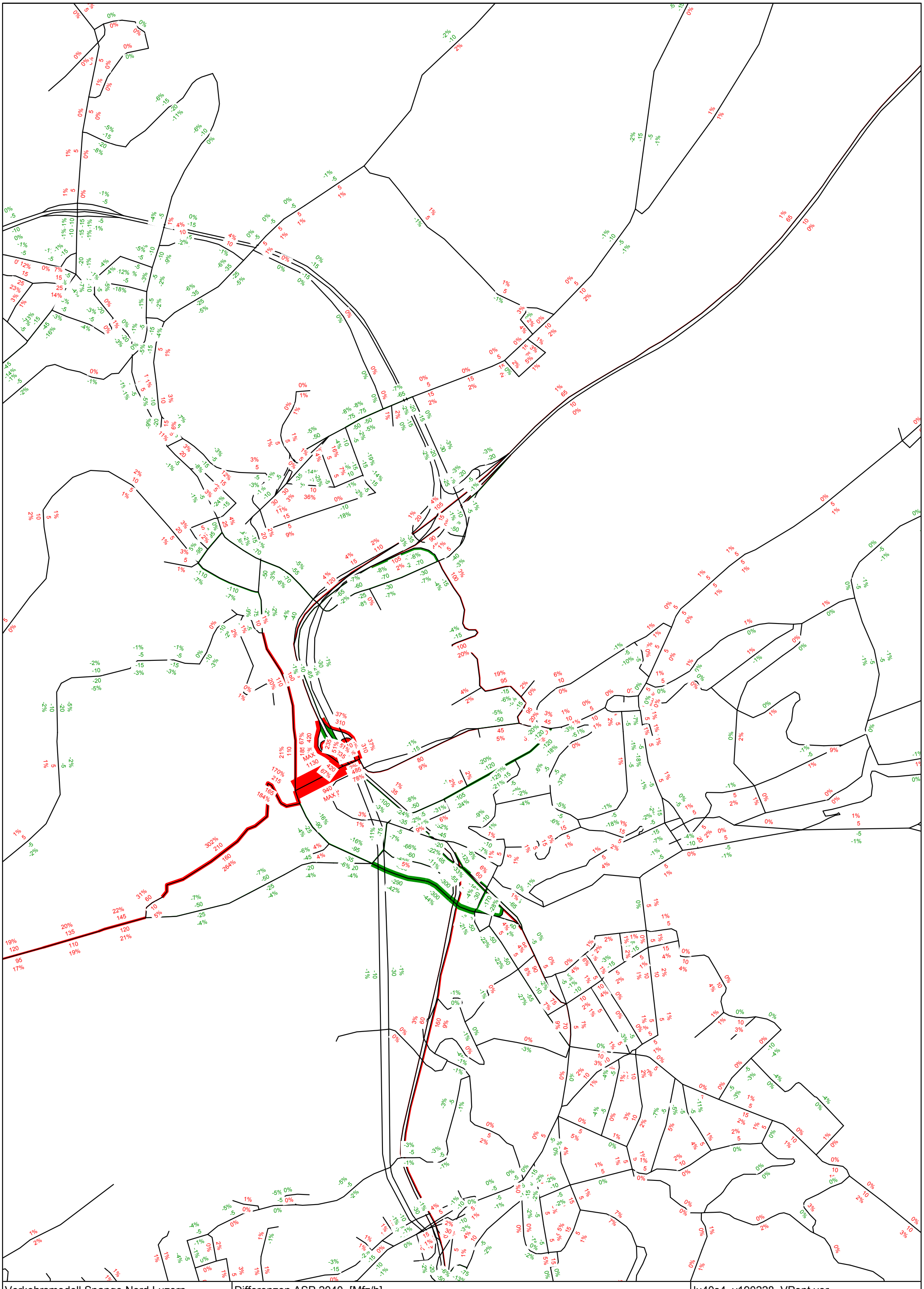
Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Differenzen DTV 2040 [Mfz]	lu40t4_v190228_VPopt.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 05.04.2019	Wirkung Fluhmühlebrücke: Spange N VP opt MINUS Spange N ohne Fluhmühlebrücke	1:16077



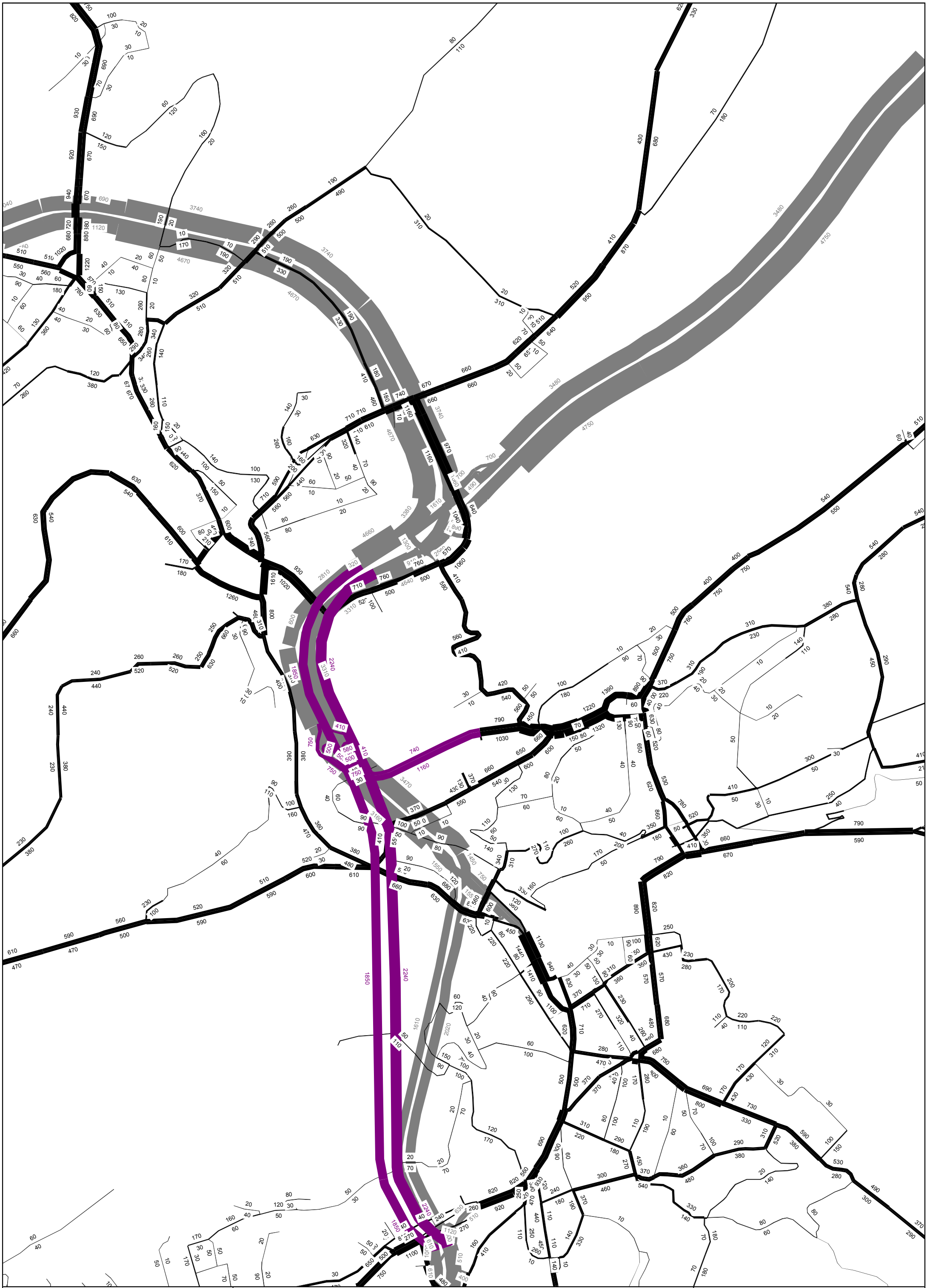
SNZ#5061 Verkehrsmodell Spange Nord Luze	Belastungen ASP 2040 - [Mfz]	lu40s4_v190228_VPopt-oFB.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 05.04.2019	Prognose 2040 Spange Nord VP opt ohne Fluhmühlebrücke	1:16077



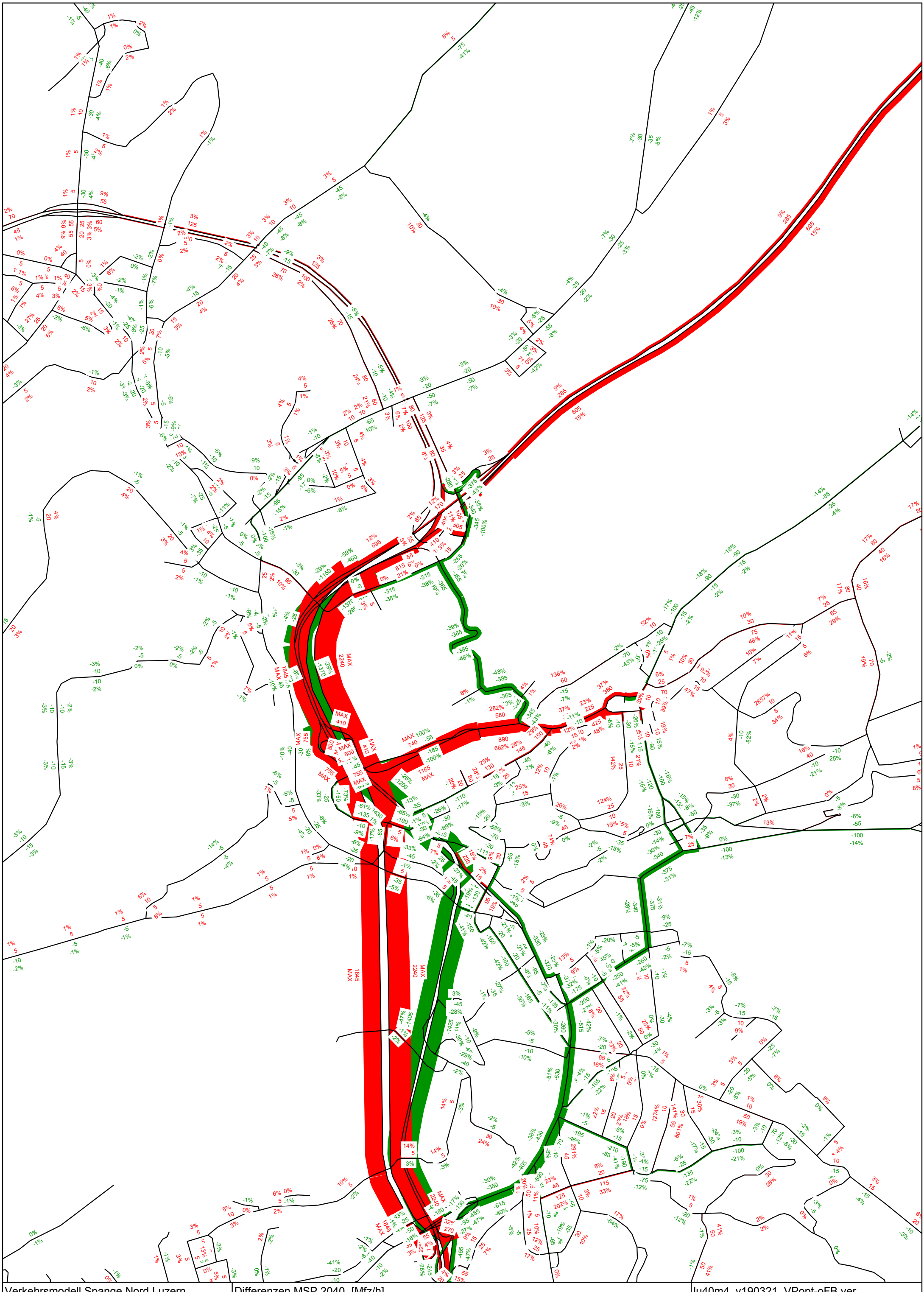
Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Differenzen ASP 2040 [Mfz/h]	lu40s4_v190228_VPopt-oFB.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 05.04.2019	Prognose 2040 Spange Nord ohne Fluhmühlebrücke MINUS Prognose Modell	1:16077



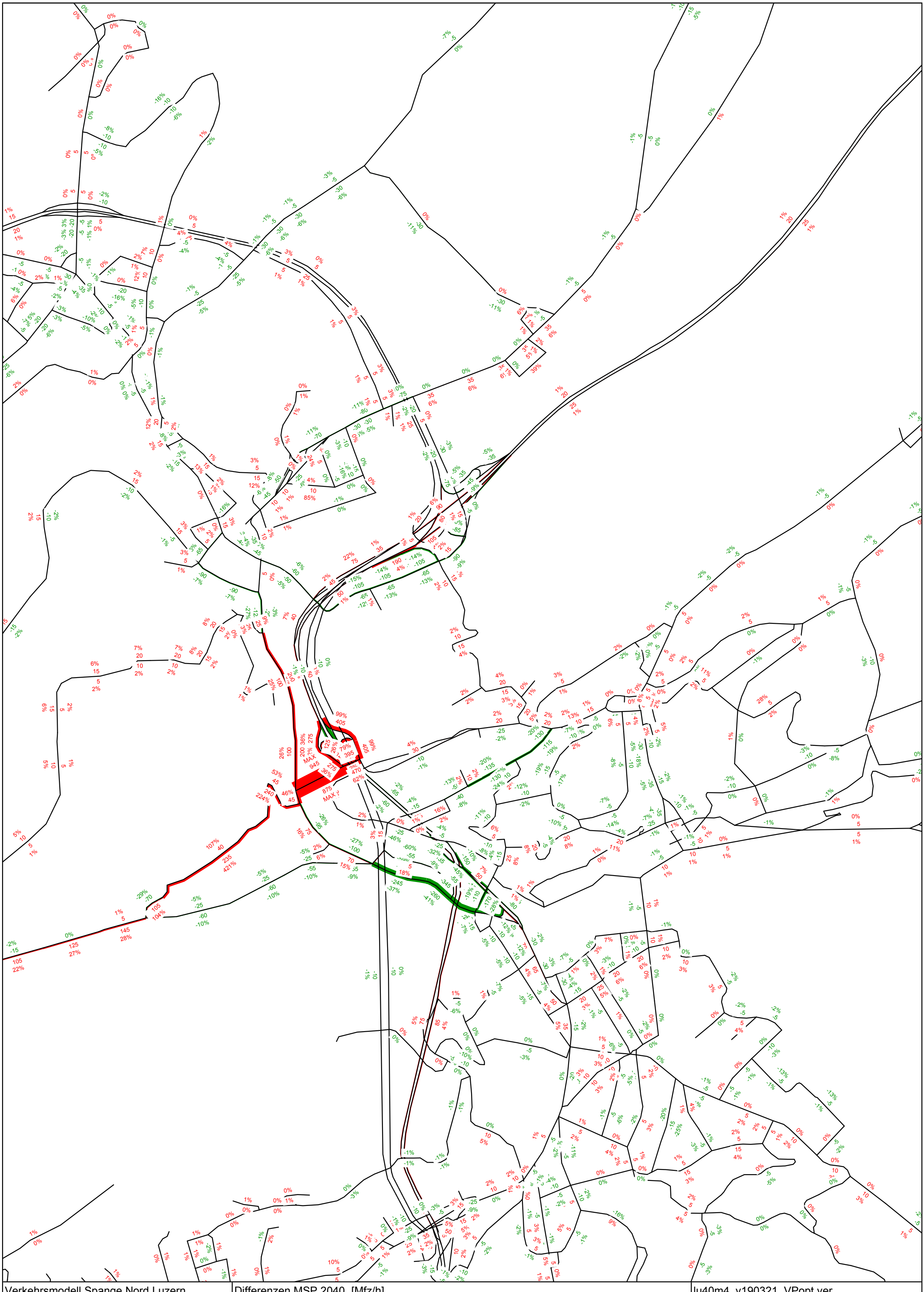
Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Differenzen ASP 2040 [Mfz/h]	lu40s4_v190228_VPopt.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 04.04.2019	Spangen N VP opt MINUS Spange N ohne Fluhmühlebrücke	1:16077



SNZ#5061 Verkehrsmodell Spange Nord Luze	Belastungen MSP 2040 - [Mfz]	lu40m4_v190321_VPopt-oFB.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 05.04.2019	Prognose 2040 Spange Nord ohne Fluhmühlebrücke	1:16077



Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Differenzen MSP 2040 [Mfz/h]	lu40m4_v190321_VPopt-oFB.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 05.04.2019	Prognose Spange Nord VP-opt ohne Fluhmühlebrücke MINUS Prognosefall 2040	1:16077



Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Differenzen MSP 2040 [Mfz/h]	lu40m4_v190321_VPopt.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 04.04.2019	Spangen N VP opt MINUS Spange N ohne Fluhmühlebrücke	1:16077

Anhang 8 Untersuchungsfall 2040 Spange Nord ohne öV-Massnahmen

Belastungen DTV Fall Spange ohne öV-Massnahmen 2040

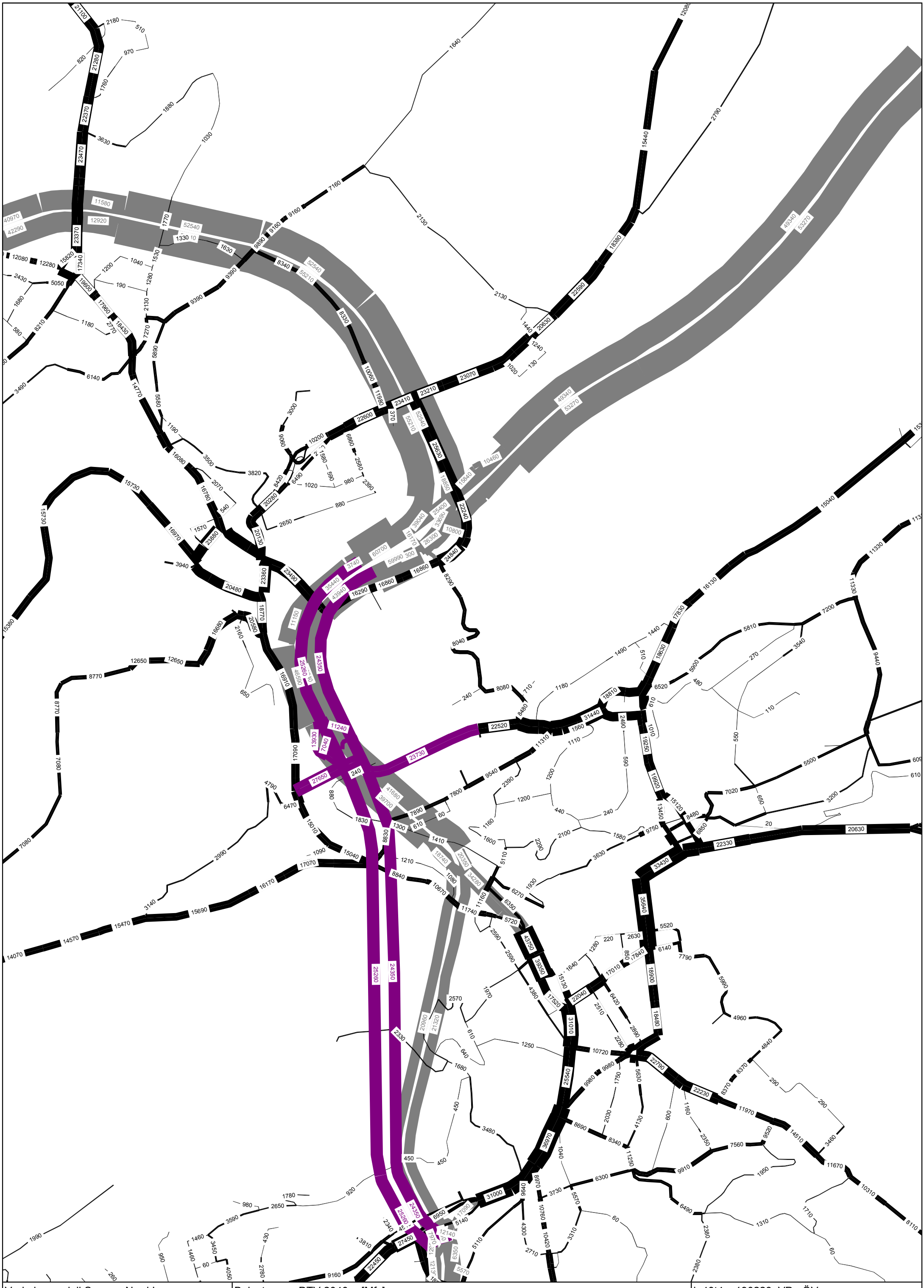
Differenzbelastungen 2040 DTV Spange ohne öV-M. – Basismodell

Belastungen ASP Fall Spange ohne öV-Massnahmen 2040

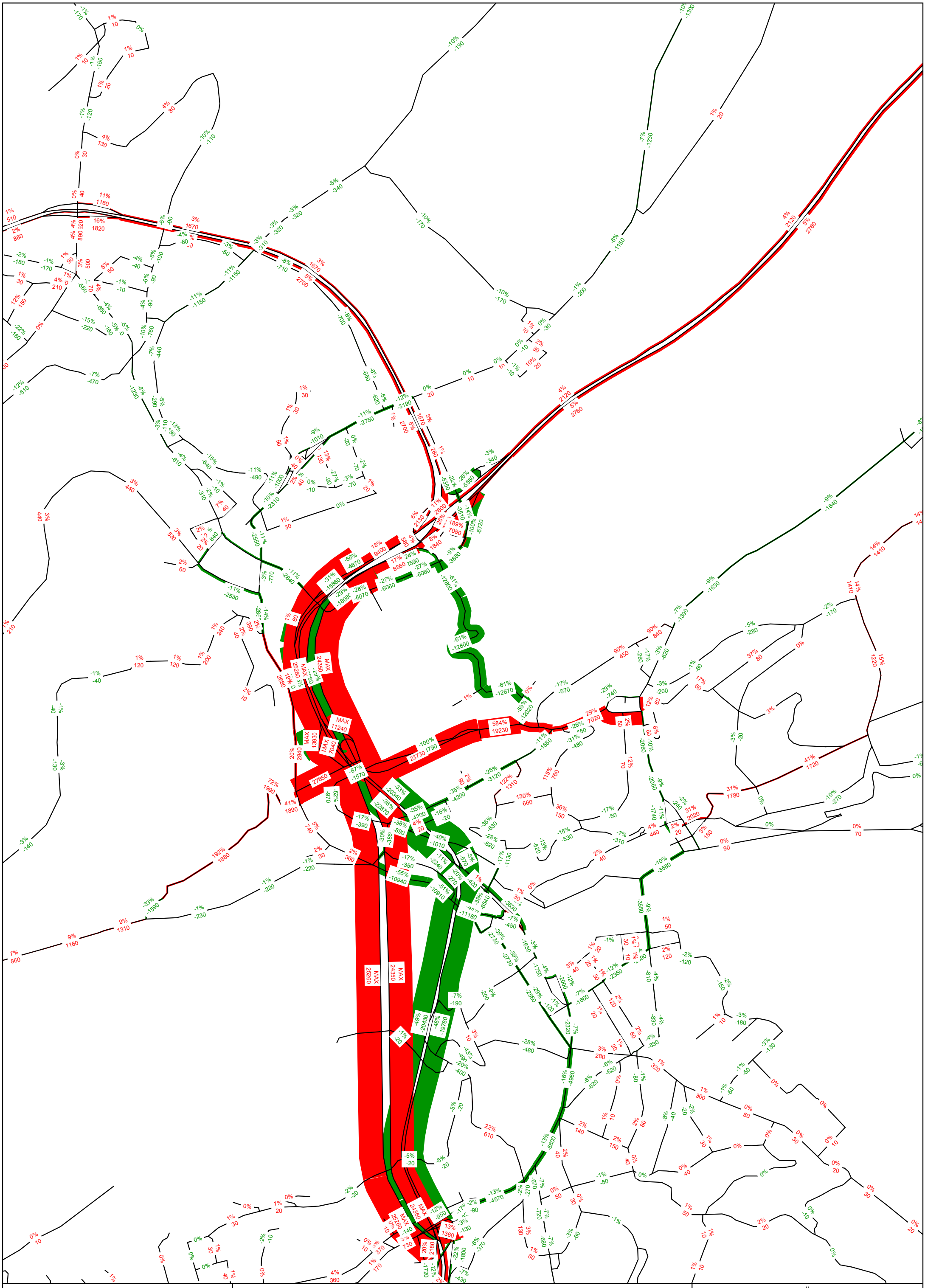
Differenzbelastungen 2040 ASP Spange ohne öV-M. – Basismodell

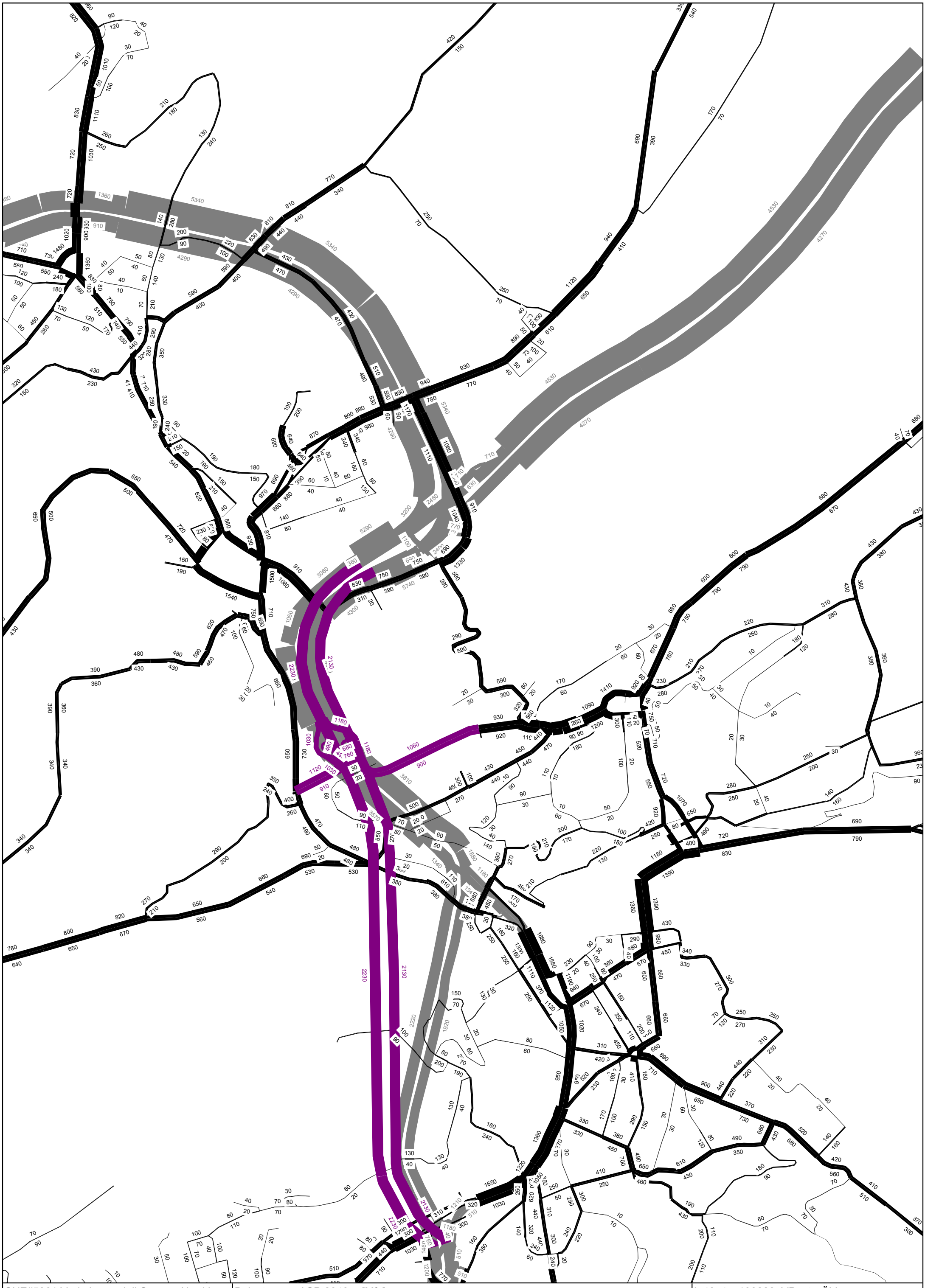
Belastungen MSP Fall Spange ohne öV-Massnahmen 2040

Differenzbelastungen 2040 MSP Spange ohne öV-M. – Basismodell

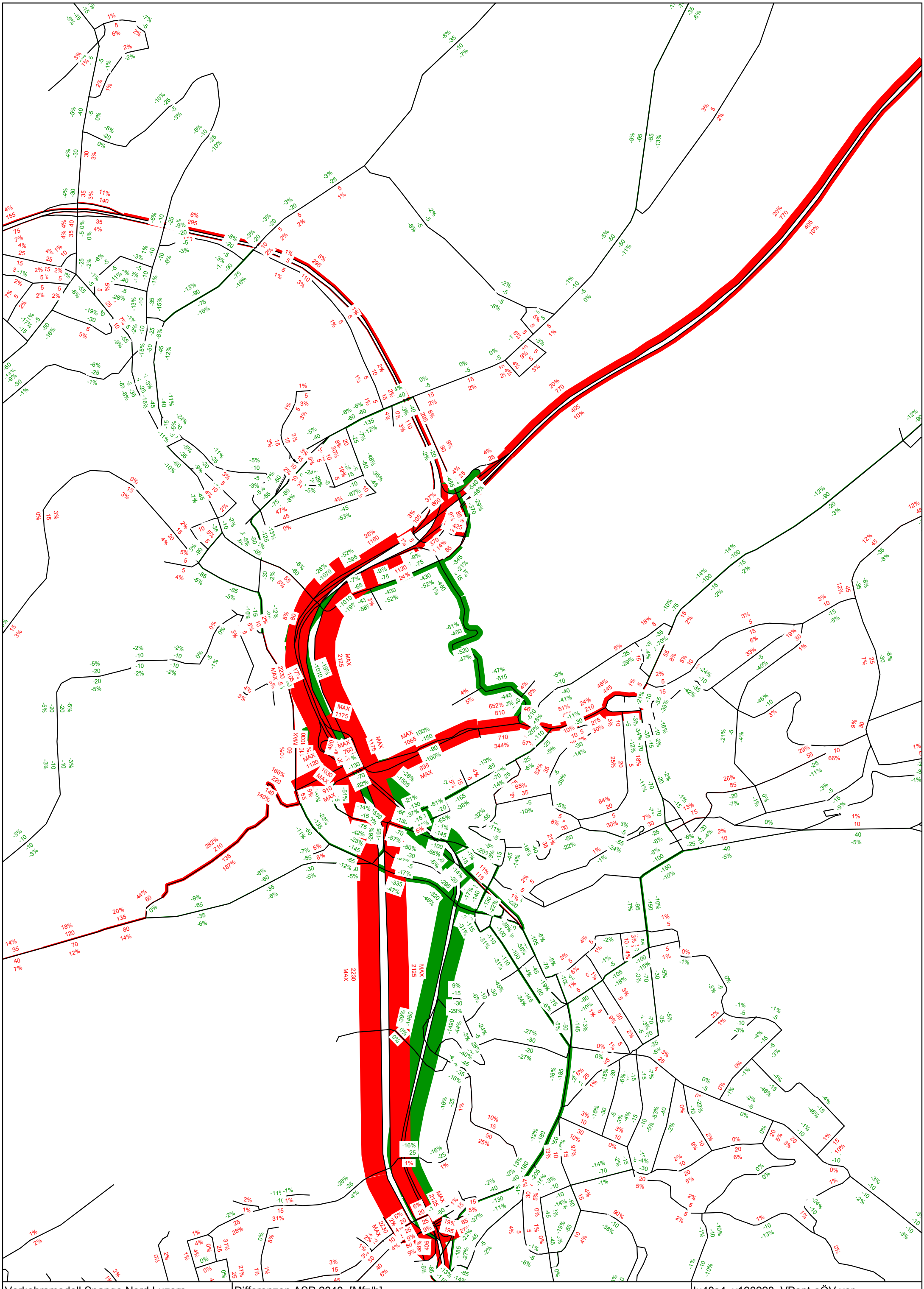


Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Belastungen DTV 2040 - [Mfz]	lu40t4_v190228_VP-oÖV.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 05.04.2019	Prognose 2040 mit Spange Nord ohne ÖV-Massnahmen	1:16077

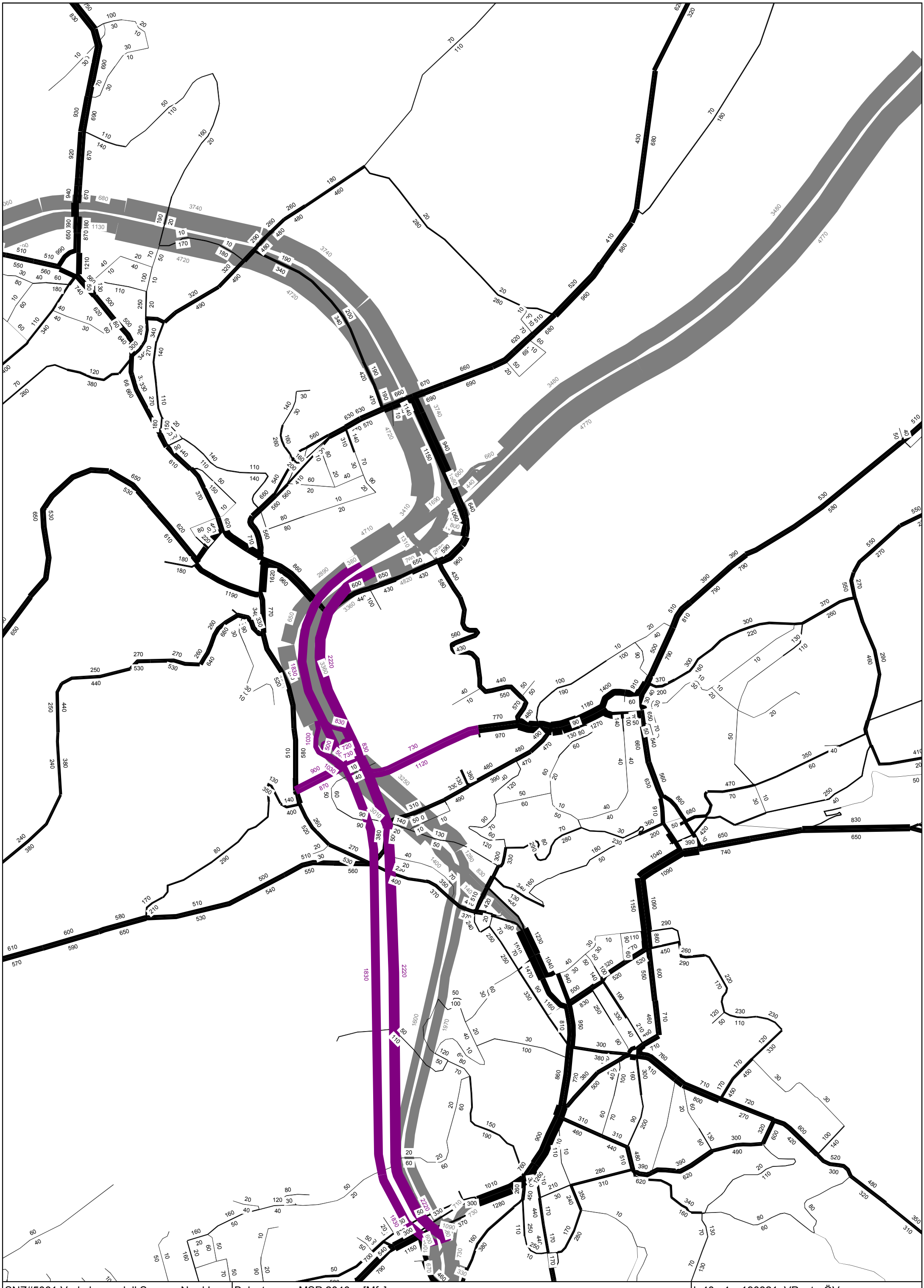

MAX 25260
MAX 24350
MAX 24550
MAX 11240
MAX 13930
MAX 7040
MAX 27650
584% 19230
192% 1880
72% 1990
41% 1890
20% 2840
19% 2680
18% 9400
11% 2600
6% 2130
4% 2120
5% 2760
16% 1820
11% 1160
4% 890
3% 1670
2% 880
1% 510
-56% -4670
-61% -12800
-61% -12670
-59% -12020
-55% -10940
-51% -10910
-49% -20430
-48% -19780
-31% -15860
-29% -18080
-28% -6070
-27% -6060
-26% -5550
-22% -5350
-20% -4200
-17% -3190
-14% -3510
-12% -2750
-11% -2550
-11% -2840
-11% -2310
-11% -1150
-10% -6720
-10% -3580
-10% -1300
-10% -190
-9% -3880
-9% -1640
-9% -1630
-8% -710
-7% -1230
-6% -1150
-5% -340
-5% -620
-3% -320
-3% -310
-2% -180
-1% -170
-1% -200
-1% -220
-1% -230
-1% -1590
-1% -1550
-1% -1740
-1% -1130
-1% -1800
-1% -430
-1% -4570
-1% -4860
-1% -5600
-1% -3530
-1% -3550
-1% -2350
-1% -2000
-1% -1750
-1% -1660
-1% -2320
-1% -2560
-1% -2730
-1% -1630
-1% -1640
-1% -1390
-1% -1630
-1% -1410
-1% -1220
-1% -1720
-1% -1780
-1% -1720
-1% -1800
-1% -1720
-1% -1800
-1% -1720
-1% -1800



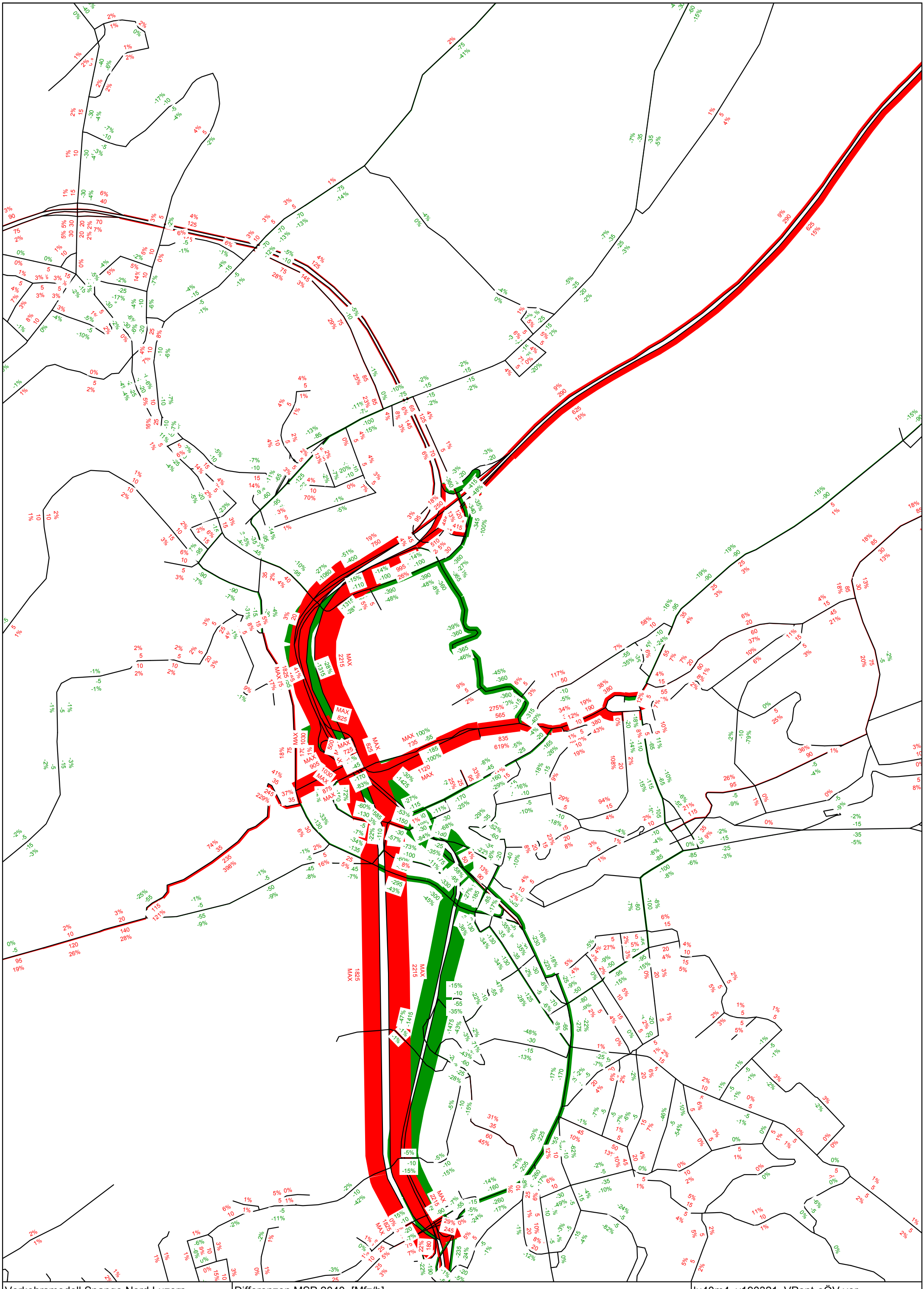
SNZ#5061 Verkehrsmodell Spange Nord Luze	Belastungen ASP 2040 - [Mfz]	lu40s4_v190228_VPopt-oÖV.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 05.04.2019	Prognose 2040 Spange Nord VP opt ohne öV-Massnahmen	1:16077



Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Differenzen ASP 2040 [Mfz/h]	lu40s4_v190228_VPopt-oÖV.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 04.04.2019	Gesamtsystem Bypass und Spangen Nord (ohne öV-Massnahmnen) MINUS Prognose Mod	1:16077



SNZ#5061 Verkehrsmodell Spange Nord Luze	Belastungen MSP 2040 - [Mfz]	lu40m4_v190321_VPopt-oÖV.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 05.04.2019	Prognose 2040 Spange Nord ohne öV-Massnahmen	1:16077



Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Differenzen MSP 2040 [Mfz/h]	lu40m4_v190321_VPopt-oÖV.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 05.04.2019	Prognose Spange Nord VP-opt ohne öV-Massnahmen MINUS Prognosefall 2040	1:16077

Anhang 9 Untersuchungsfall 2040 AS Lochhof und Fluhmühlebrücke

Belastungen DTV Fall AS Lochhof mit Fluhmühlebrücke 2040

Differenzbelastungen 2040 DTV AS Lochhof + F'Brücke – Basismodell

Wirkung Spange Nord DTV (Spange N – AS Lochhof+Brücke)

Belastungen ASP Fall AS Lochhof mit Fluhmühlebrücke 2040

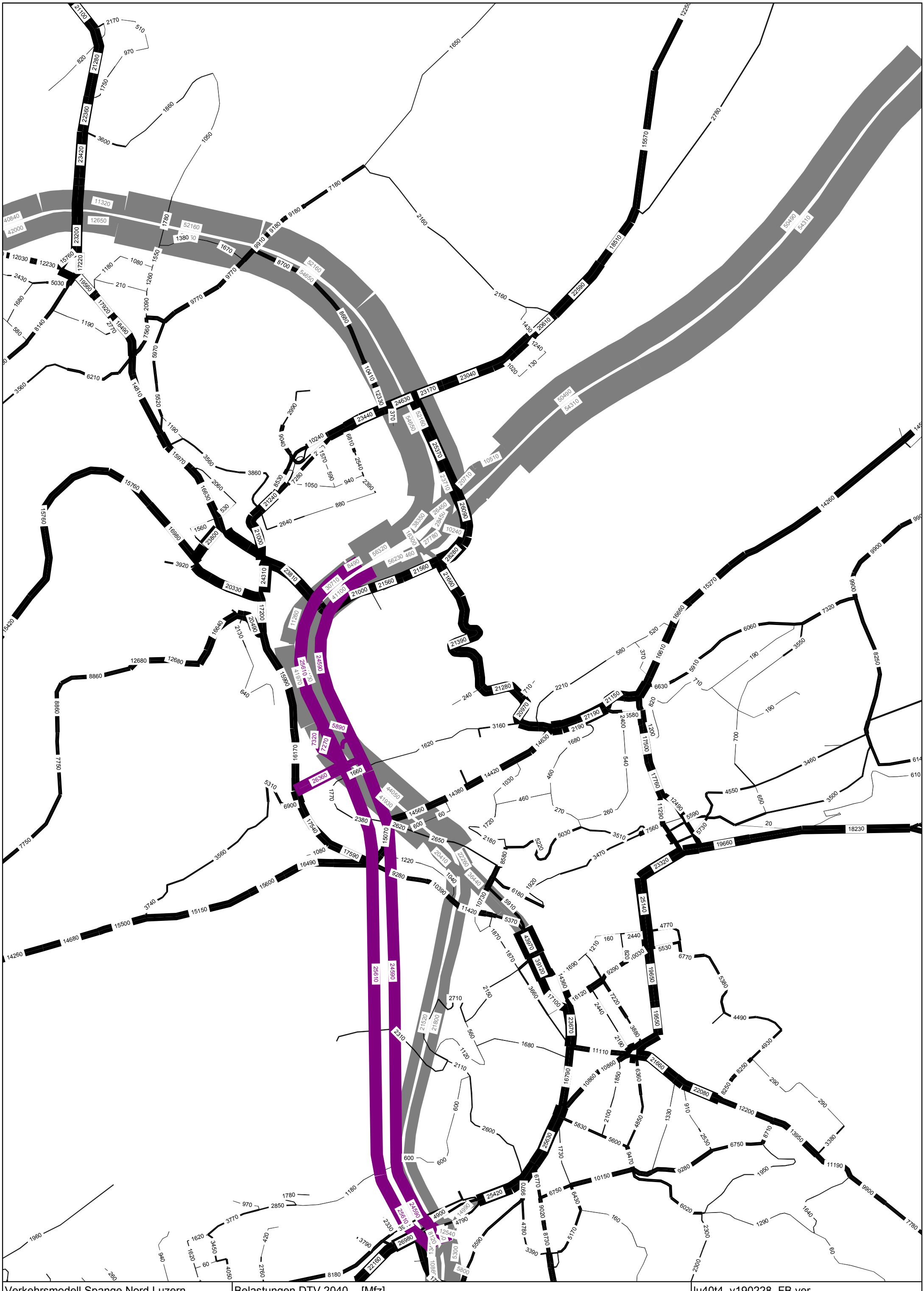
Differenzbelastungen 2040 ASP AS Lochhof + F'Brücke – Basismodell

Wirkung Spange Nord ASP (Spange N – AS Lochhof+Brücke)

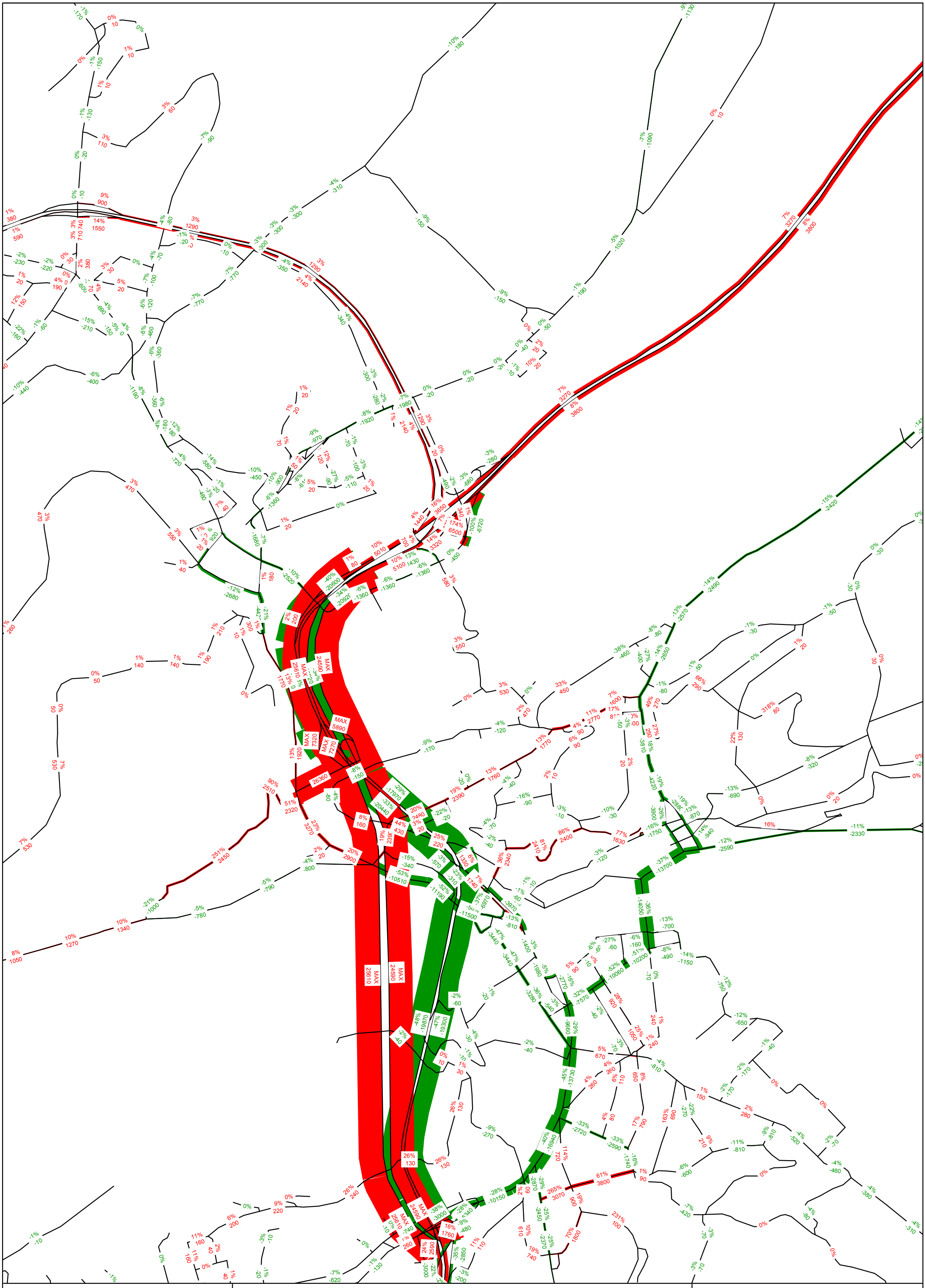
Belastungen MSP Fall AS Lochhof mit Fluhmühlebrücke 2040

Differenzbelastungen 2040 MSP AS Lochhof + F'Brücke – Basismodell

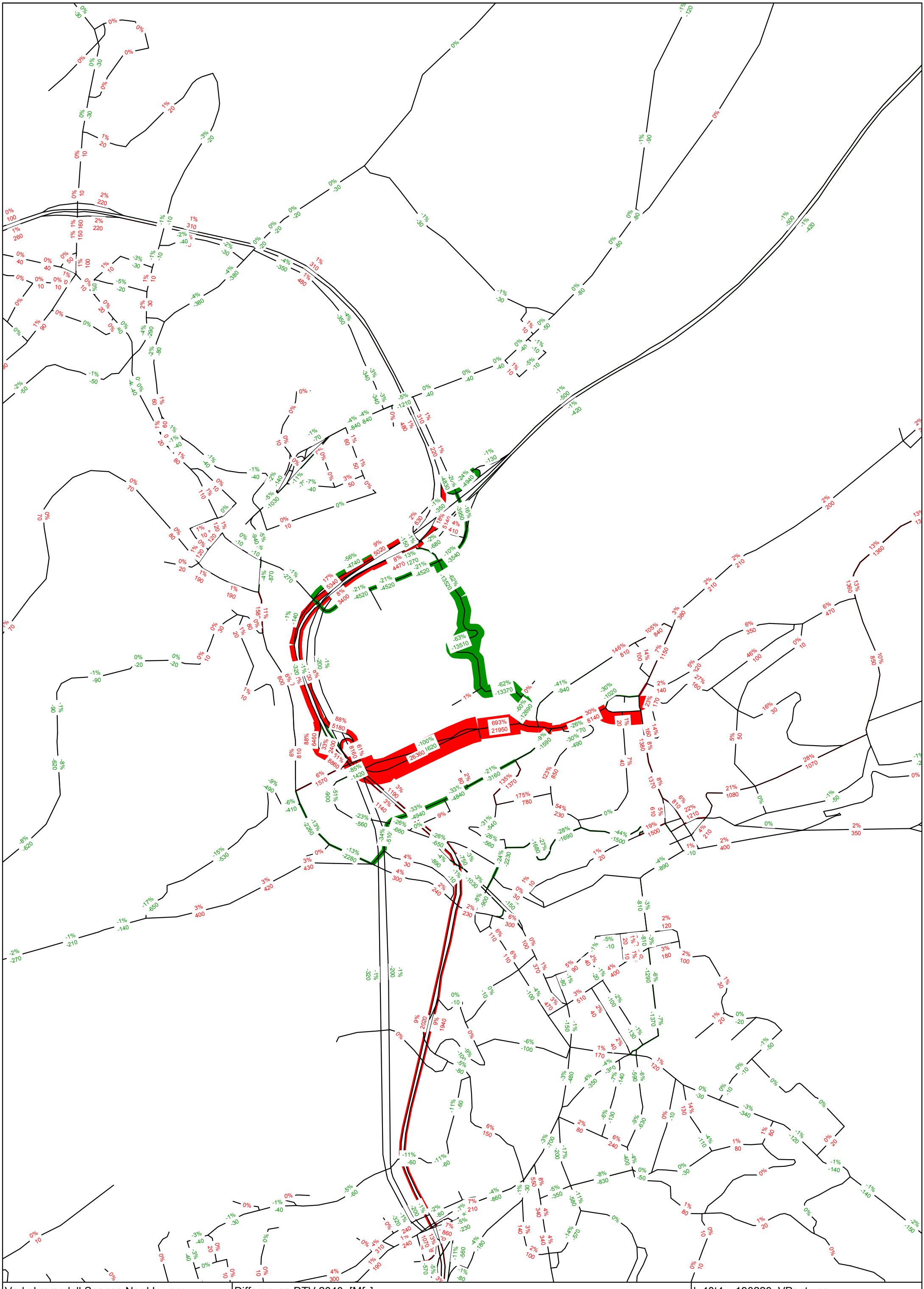
Wirkung Spange Nord MSP (Spange N – AS Lochhof+Brücke)



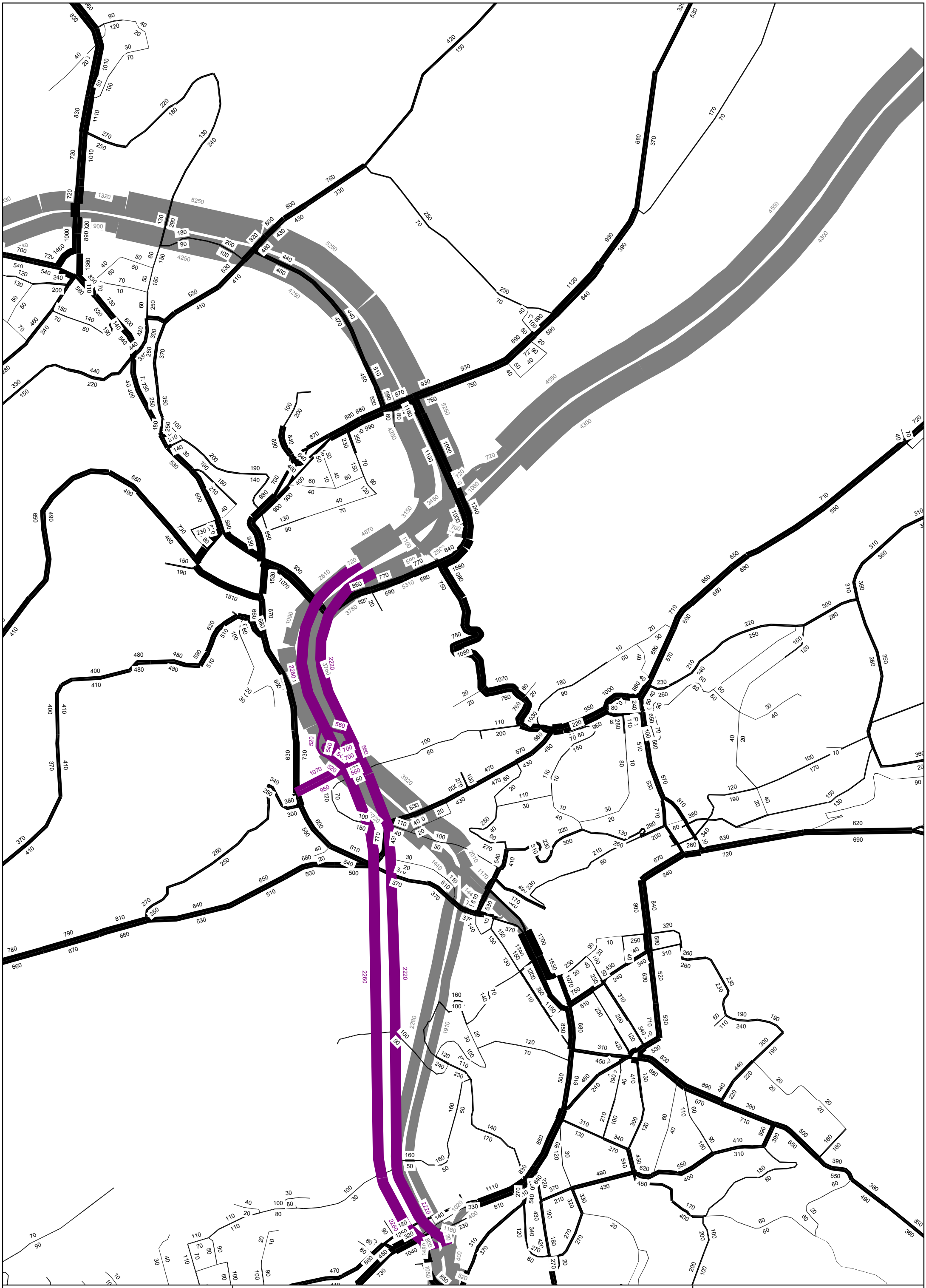
Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Belastungen DTV 2040 - [Mfz]	lu40t4_v190228_FB.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 05.04.2019	Prognose 2040 nur Fluhmühlebrücke / AS Lochhof	1:16077



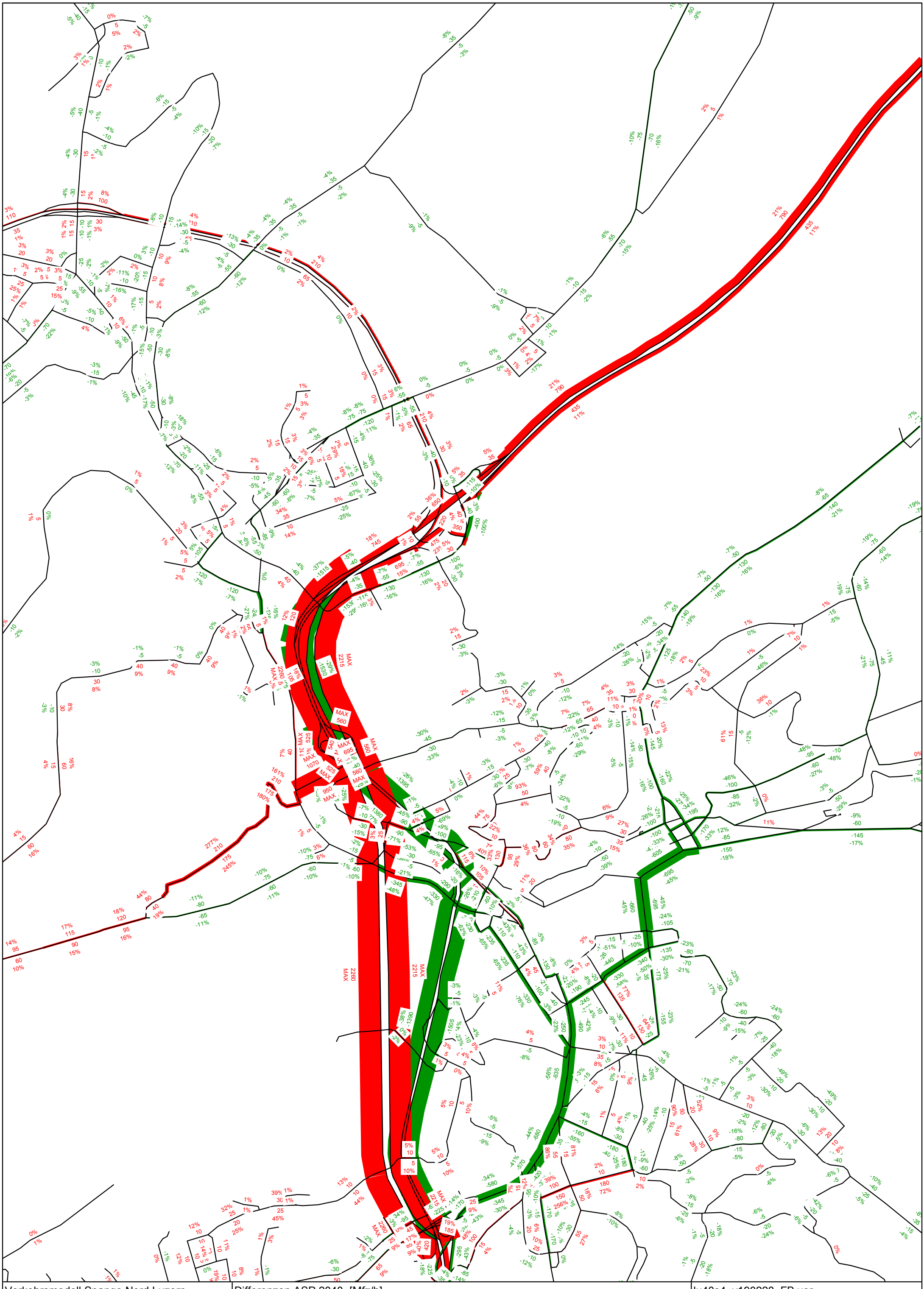
Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Differenzen DTV 2040 [Mfz]	lu40t4_v190228_FB.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 05.04.2019	Fluhmühlebrücke mit AS Lochhof MINUS Prognose Modell	1:16077



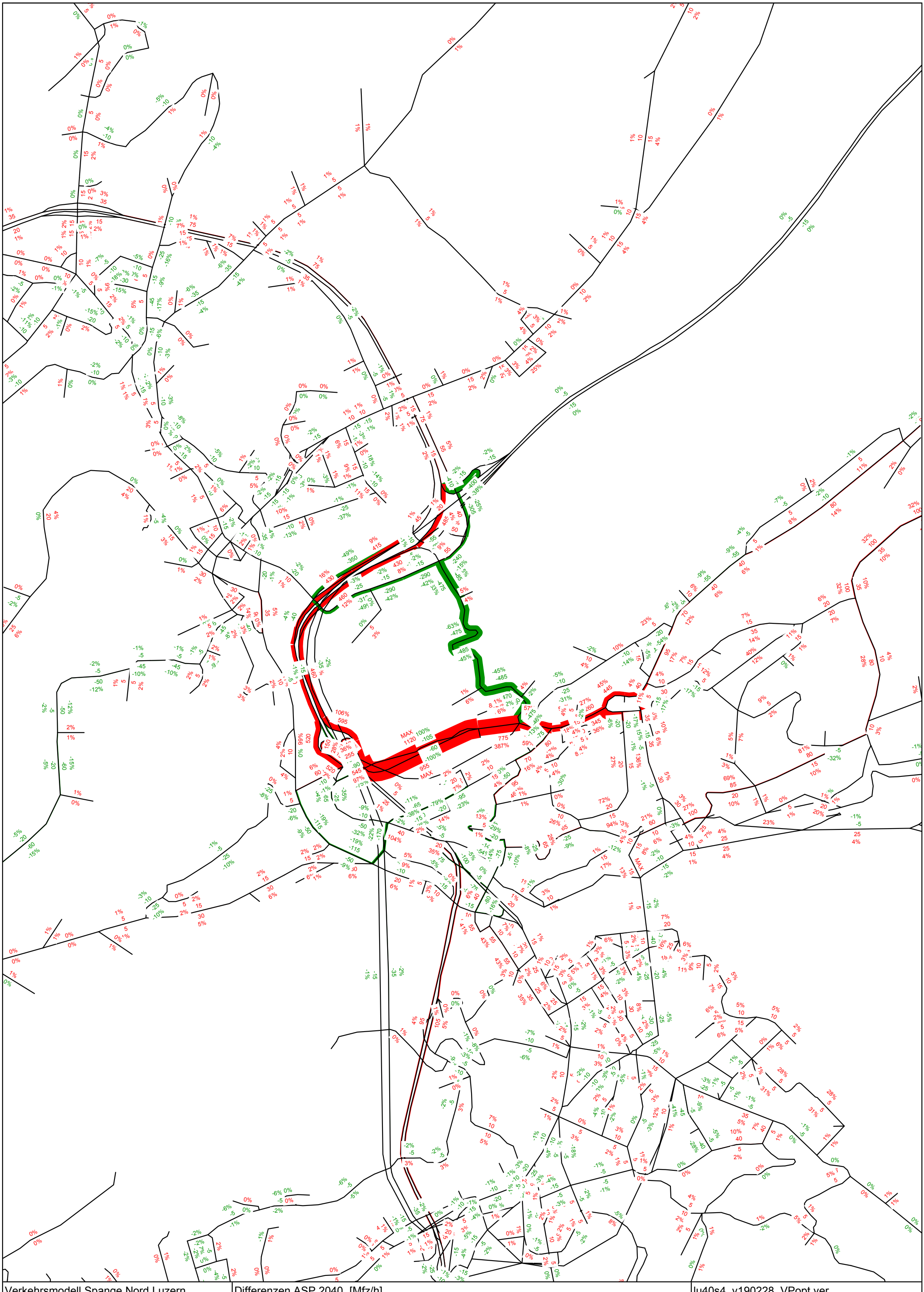
Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Differenzen DTV 2040 [Mfz]	lu40t4_v190228_VPopt.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 05.04.2019	Wirkung Spange Nord: Spange Nord VP opt. MINUS nur Fluhmühlebrücke und AS Lochhof	1:16077



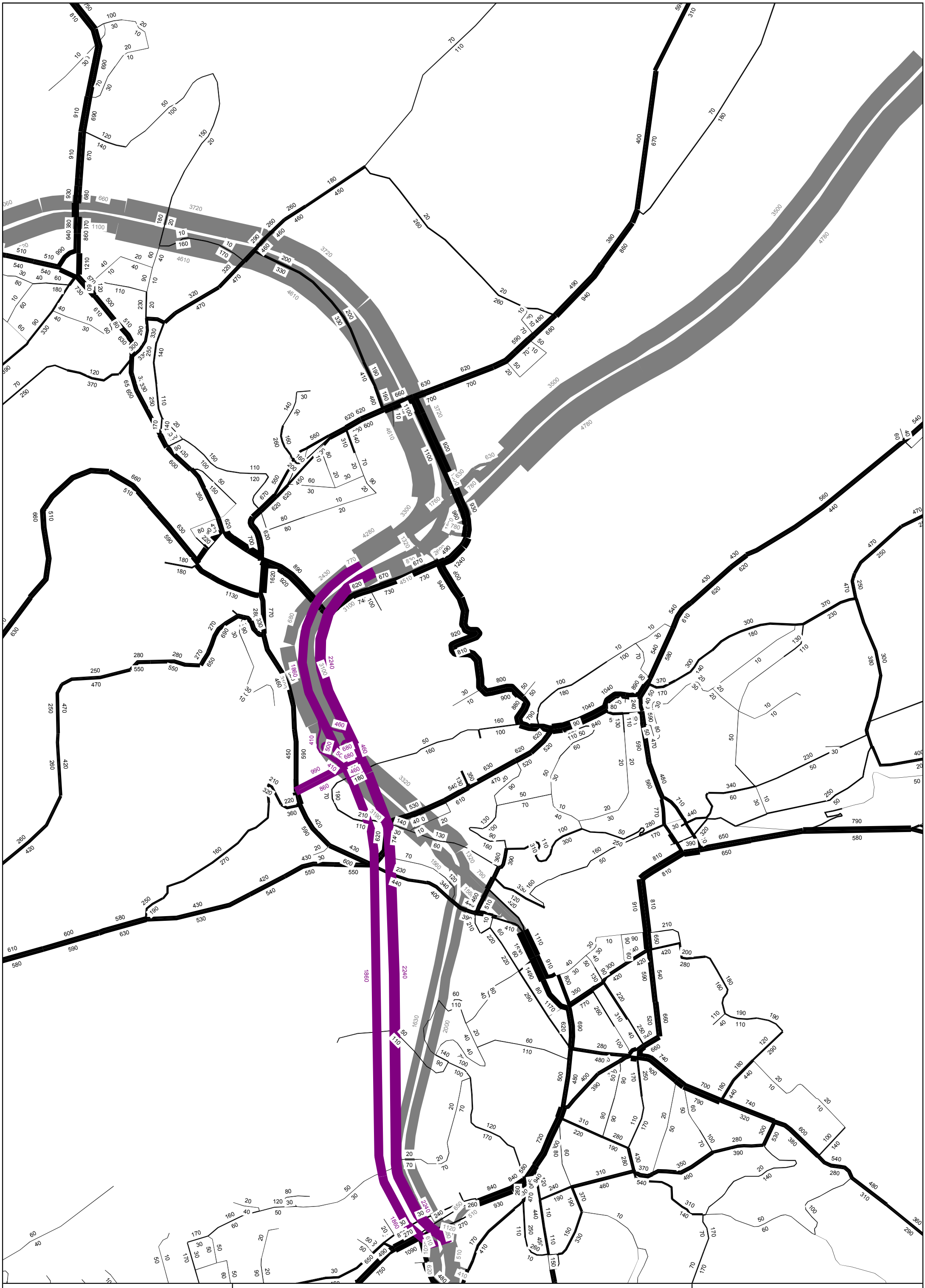
SNZ#5061 Verkehrsmodell Spange Nord Luze	Belastungen ASP 2040 - [Mfz]	lu40s4_v190228_FB.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 05.04.2019	Prognose 2040 AS Lochhof + Fluhmühlebrücke	1:16077



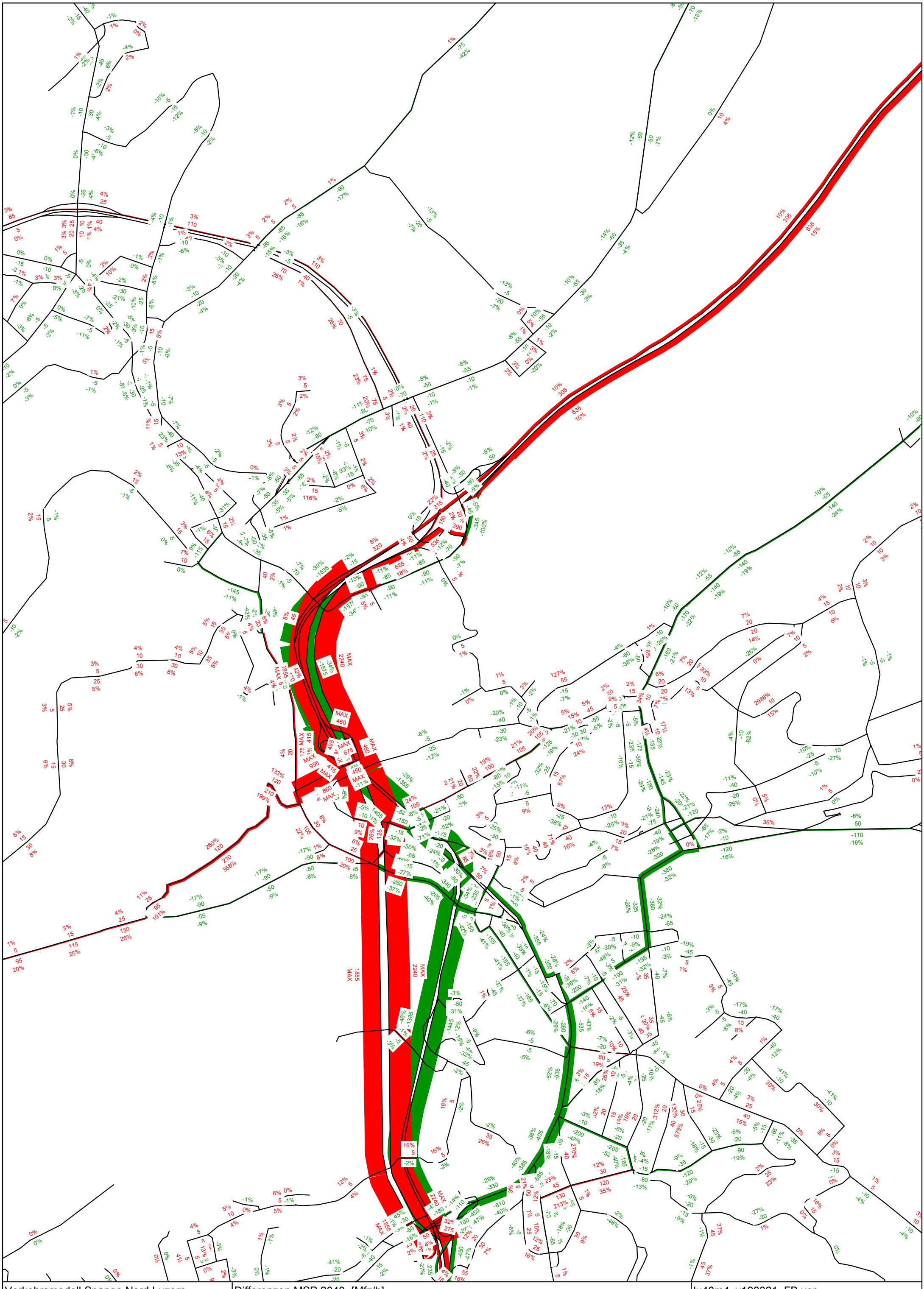
Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Differenzen ASP 2040 [Mfz/h]	lu40s4_v190228_FB.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 05.04.2019	AS Lochhof + Fluhmühlebrücke MINUS Prognose Modell	1:16077

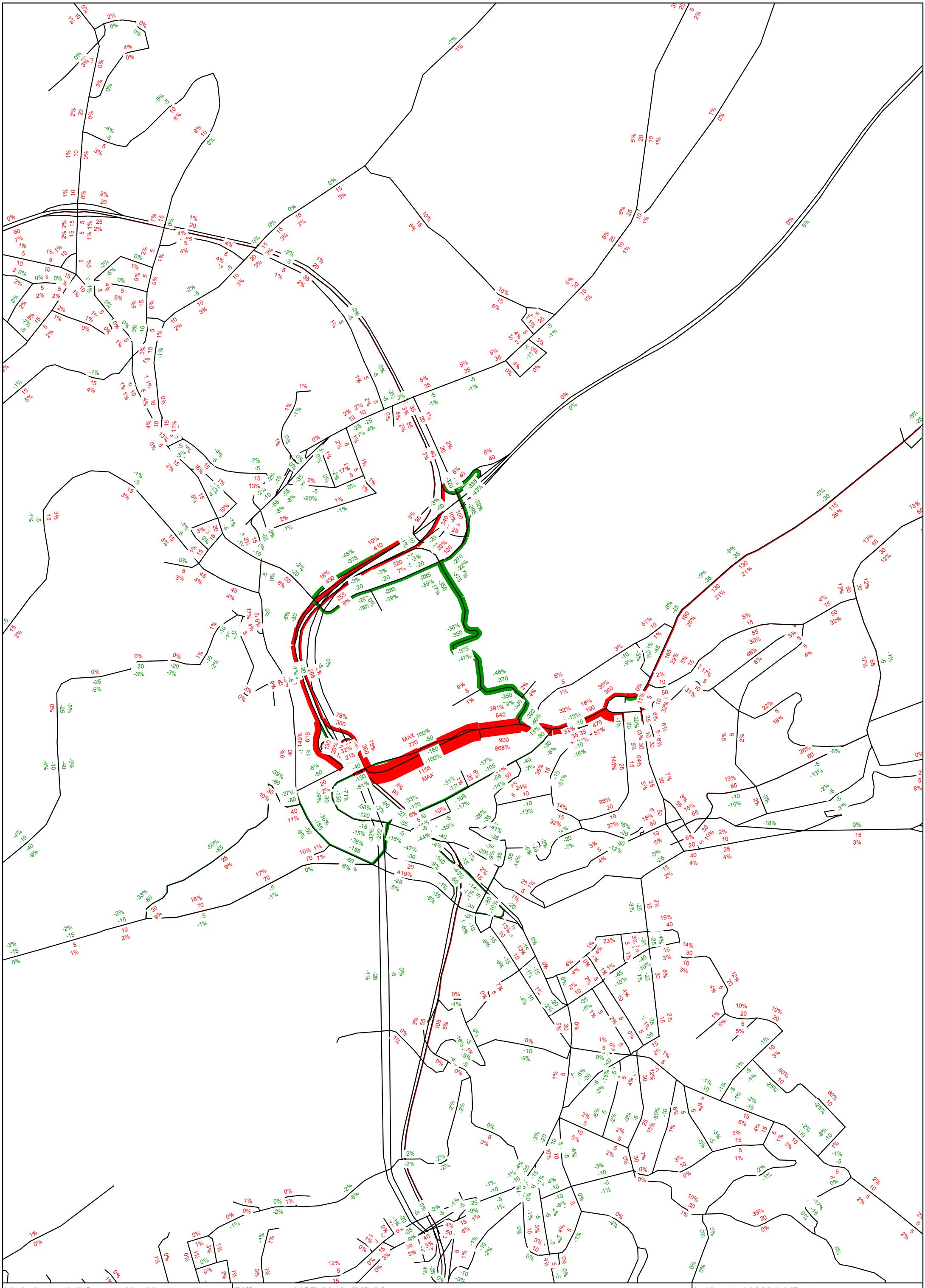


Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Differenzen ASP 2040 [Mfz/h]	lu40s4_v190228_VPopt.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 05.04.2019	Wirkung Spange Nord: Spange Nord VP opt. MINUS AS Lochhof + Fluhmühlebrücke	1:16077



SNZ#5061 Verkehrsmodell Spange Nord Luze	Belastungen MSP 2040 - [Mfz]	lu40m4_v190321_FB.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 05.04.2019	Prognose 2040 AS Lochhof + Fluhmühlebrücke	1:16077


MAX 2240
MAX 1855
MAX 460
MAX 415
MAX 675
MAX 995
MAX 860
MAX 1405
MAX 1535
MAX 1575
MAX 1385
MAX 1355
MAX 1445
MAX 1175
MAX 1495
MAX 1235
MAX 1155
MAX 1275
MAX 1450
MAX 1610
MAX 1340
MAX 1265
MAX 1350
MAX 1360
MAX 1405
MAX 1385
MAX 1330



Verkehrsmodell Spange Nord Luzern	Differenzen MSP 2040 [Mfz/h]	lu40m4_v190321_VPopt.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG: 04.04.2019	Spangen N VP opt MINUS nur Fluhmühlebrücke mit AS Lochhof	1:16077

Anhang 10 Vergleiche 2015 / 2017 /2040

Vergleiche Modelle Belastungen DTV 2015 / 2017 /2040

Vergleiche Modelle Belastungen ASP 2015 / 2017 /2040

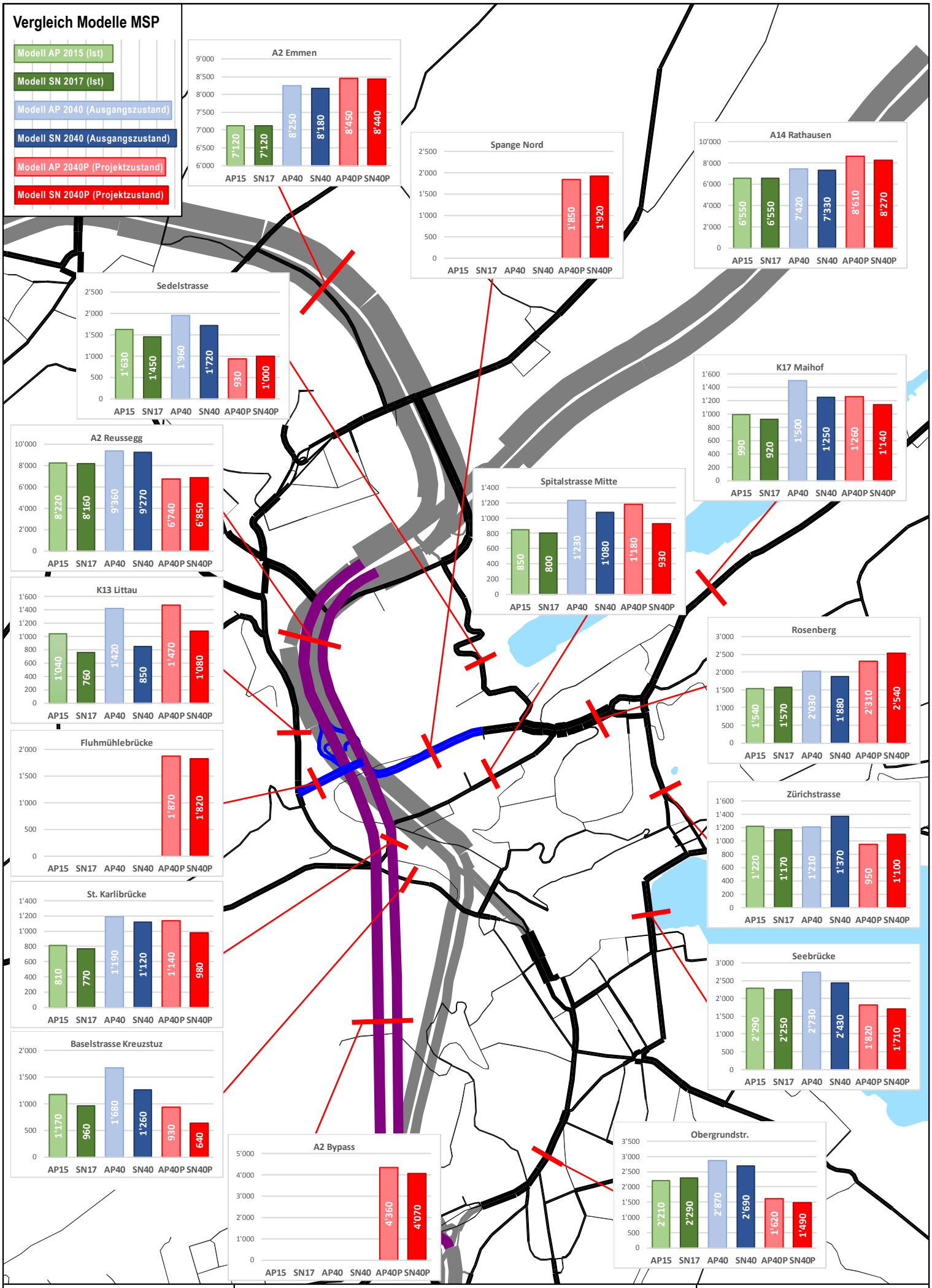
Vergleiche Modelle Belastungen MSP 2015 / 2017 /2040



Verkehrsmodell Spange Nord	Belastungen DTV 2040 [Mfz]	lu40t4-P_V74-S3.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG	Vergleich Ist und Prognosen AP und SN	SNZ#5061 / 11.03.2019



Verkehrsmodell Spange Nord	Belastungen ASP 2040 [Mfz/h]	lu40s4-P_V74-S3.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG	Vergleich Ist und Prognosen AP und SN	SNZ#5061 / 11.03.2019



Verkehrsmodell Spange Nord	Belastungen MSP 2040 [Mfz/h]	lu40m4-P_V74-S3.ver
SNZ Ingenieure und Planer AG	Vergleich Ist und Prognosen AP und SN	SNZ#5061 / 21.03.2019