



Funktionsbestimmung des nationalen und nachgelagerten Strassensystems unter Berücksichtigung von Verkehrsnachfrage-Effekten

Détermination des fonctions du réseau routier national et local considérant les effets de la demande de trafic

Determination of the functions of the national and local road network accounting for travel demand effects

SNZ Ingenieure und Planer AG
Lukas Ostermayr
Simon Jakob

TransOptima GmbH
Dr.-Ing. Milenko Vrtic
Dr. Claude Weis
Joseph von Sury

Forschungsprojekt VPT_20_09A_01 auf Antrag der Arbeitsgruppe Verkehrsplanung und -technik (VPT)

Der Inhalt dieses Berichtes verpflichtet nur den (die) vom Bundesamt für Strassen unterstützten Autor(en). Dies gilt nicht für das Formular 3 "Projektabschluss", welches die Meinung der Begleitkommission darstellt und deshalb nur diese verpflichtet.

Bezug: Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)

Le contenu de ce rapport n'engage que les auteurs ayant obtenu l'appui de l'Office fédéral des routes. Cela ne s'applique pas au formulaire 3 « Clôture du projet », qui représente l'avis de la commission de suivi et qui n'engage que cette dernière.

Diffusion : Association suisse des professionnels de la route et des transports (VSS)

La responsabilità per il contenuto di questo rapporto spetta unicamente agli autori sostenuti dall'Ufficio federale delle strade. Tale indicazione non si applica al modulo 3 "conclusione del progetto", che esprime l'opinione della commissione d'accompagnamento e di cui risponde solo quest'ultima.

Ordinazione: Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti (VSS)

The content of this report engages only the author(s) supported by the Federal Roads Office. This does not apply to Form 3 'Project Conclusion' which presents the view of the monitoring committee.

Distribution: Swiss Association of Road and Transportation Experts (VSS)



Funktionsbestimmung des nationalen und nachgelagerten Strassensystems unter Berücksichtigung von Verkehrsnachfrage-Effekten

Détermination des fonctions du réseau routier national et local considérant les effets de la demande de trafic

Determination of the functions of the national and local road network accounting for travel demand effects

SNZ Ingenieure und Planer AG
Lukas Ostermayr
Simon Jakob

TransOptima GmbH
Dr.-Ing. Milenko Vrtic
Dr. Claude Weis
Joseph von Sury

Forschungsprojekt VPT_20_09A_01 auf Antrag der Arbeitsgruppe Verkehrsplanung und -technik (VPT)

Impressum

Forschungsstelle und Projektteam

Projektleitung

Lukas Ostermayr

Mitglieder

Lukas Ostermayr

Simon Jakob

Dr.-Ing. Milenko Vrtic

Dr. Claude Weis

Joseph von Sury

Begleitkommission

Präsident

Dr. Jörg Jermann, Rapp AG

Mitglieder

Christian Ferres, Stadt Luzern

Pascal Gamper, TBA Kt. Bern

Dr. Andreas Justen, ARE

Markus Reichenbach, Kontextplan AG

Dr. Maik Hömke, ASTRA

Antragsteller

Arbeitsgruppe Verkehrsplanung und -technik (VPT)

Bezugsquelle

Das Dokument kann kostenlos von <http://www.mobilityplatform.ch> heruntergeladen werden.

Inhaltsverzeichnis

Impressum	4
Zusammenfassung	7
Résumé	15
Summary	23
1 Ausgangslage und Fragestellung	31
1.1 Hintergrund	31
1.2 Ziele des Forschungsprojektes	31
1.3 Forschungsfragen	31
1.4 Vorgehensweise	32
1.5 Zentrale Begriffe der vorliegenden Forschungsarbeit	35
2 Literatur	37
2.1 Funktionalität des Nationalstrassensystems	37
2.1.1 Gesetzliche Grundlagen	37
2.1.2 Normen	38
2.1.3 Forschungen und Dokumentationen	39
2.1.4 Zwischenfazit Funktionalität des Nationalstrassennetzes	40
2.2 Verkehrsmanagement auf Nationalstrassen	40
2.2.1 Gesetzliche Grundlagen	40
2.2.2 ASTRA-Standards	40
2.2.3 Forschungen und Dokumentationen	42
2.2.4 Zwischenfazit Verkehrsmanagement auf Nationalstrassen	43
3 Experteninterviews	45
3.1 Zweck und Methodik	45
3.2 Erkenntnisse zur Funktionalität der Nationalstrasse	45
3.3 Erkenntnisse zu VM-Massnahmen	47
3.4 Erkenntnisse zur Zusammenarbeit zwischen den Staatsebenen	48
3.5 Fazit Experteninterviews	49
4 Untersuchungsgebiete	51
4.1 Auswahl Untersuchungsgebiete	51
4.2 Analyse Ist-Zustand	52
4.2.1 Untersuchungsgebiet Bern	53
4.2.2 Untersuchungsgebiet Zürich	60
4.2.3 Untersuchungsgebiet Luzern	68
4.2.4 Untersuchungsgebiet Genf-Lausanne	77
4.2.5 Untersuchungsgebiet Solothurn-Olten	88
4.3 Schlussfolgerungen	97
5 Untersuchungen von Massnahmen in Verkehrsmodellen	99
6 Modellierung Untersuchungsgebiet Luzern	101
6.1 Perimeter Luzern	101
6.2 DWV-Modell	102
6.2.1 Sperrung Anschluss «Luzern-Zentrum»	102
6.2.2 Dosierung Ein- und Ausfahrten Nationalstrasse	105
6.2.3 Erhöhung Parkierungskosten PW	108
6.2.4 Erhöhung Kilometerkosten PW	111
6.2.5 Erkenntnisse Modellierung DWV-Modell GVM LU	114
6.3 ASP-Modell	115

6.3.1	Sperrung-Anschluss «Luzern-Zentrum»	115
6.3.2	Dosierung Einfahrten Nationalstrasse	119
6.3.3	Dosierung Ausfahrten Nationalstrasse	122
6.4	Erkenntnisse aus den Modellierungsarbeiten im Untersuchungsgebiet Luzern für das weitere Vorgehen	125
6.4.1	Nachfrageberechnung auch für primär routenwahlwirksame Massnahmen	125
6.4.2	Einsatz Spitzenstundenmodell	126
7	Modellierung Untersuchungsgebiet Solothurn-Olten	127
7.1	Perimeter Solothurn-Olten	128
7.3	DWV-Modell	129
7.3.1	Harmonisierung Geschwindigkeit v_0 Nationalstrasse	129
7.3.3	Dosierung Ein- und Ausfahrten	133
7.3.4	Erhöhung Parkierungskosten PW	135
7.3.6	Erhöhung Kilometerkosten PW	139
8	Schlussfolgerungen der Modellierungsarbeiten	143
9	Bewertung der VM-Massnahmen	145
9.1	Methodik der Massnahmenbewertung	145
9.2	Bewertung der untersuchten VM-Massnahmen in den Untersuchungsgebieten «Solothurn – Olten» und «Luzern»	146
9.2.1	Bewertung Massnahme «Dosierung Ein-/ Ausfahrten Nationalstrasse»	146
9.2.2	Bewertung Massnahme «Sperrung Anschluss»	150
9.2.3	Bewertung Massnahme «Harmonisierung Geschwindigkeit v_0 Nationalstrasse»	152
9.2.4	Bewertung Massnahme «Erhöhung Parkierungskosten PW»	155
9.2.5	Bewertung Massnahme «Erhöhung Kilometerkosten PW»	158
10	Fazit	161
10.1	Beantwortung der Forschungsfragen	161
10.1.1	Forschungsfrage 1: Welches sind die standortspezifisch optimalen Soll-Funktionen des HLS-Netzes?	161
10.1.2	Forschungsfrage 2: Welche Massnahmen ermöglichen eine Beeinflussung der Routenwahl, sodass diese Soll Funktionen erreicht werden können?	162
10.1.3	Ergänzende Forschungsfrage Verkehrsnachfrage/ Siedlungswirkung: Haben die untersuchten Massnahmen einen massgebenden Einfluss auf die Ziel- und Verkehrsmittelwahl oder die Siedlungsentwicklung?	163
10.1.4	Ergänzende Forschungsfrage Vergleich Untersuchungsgebiete: Führen die untersuchten Massnahmen in den verschiedenen Untersuchungsgebieten zu unterschiedlichen Resultaten?	163
10.2	Grenzen der Untersuchungsanordnung	164
10.2.1	Analysemethode «Verkehrsmodellbetrachtungen»	164
10.2.2	Bewertungsmethode «Vergleichswertanalyse in Anlehnung an NISTRA-Indikatoren»	165
11	Weiterer Forschungsbedarf	167
	Anhänge	169
	Abkürzungsverzeichnis	185
	Literaturverzeichnis	187
	Projektabschluss	189

Zusammenfassung

Hintergrund und Ziele des Forschungsprojekts

Auf dem nationalen Hochleistungsstrassennetz und dem nachgelagerten Strassennetz überlagern sich verschiedenste Ansprüche und Funktionen:

- Das Hochleistungsstrassennetz (HLS-Netz) dient als Rückgrat des Strassenverkehrs, auf welchem die Verkehrsbelastungen des (inter-)nationalen Personen- und Warenverkehrs gebündelt werden sollen (Funktion «**Durchleiten**» - Verkehrsbeziehungstyp Durchgangsverkehr).
- Im Bereich von grösseren Agglomerationen werden die grossmassstäblichen Verkehre mit regionalen Verkehrsbeziehungen (u.A. Pendler- und Freizeitverkehr zwischen ländlichen Regionen und Agglomerationen) überlagert (Funktion «**Verbinden regional**» - Verkehrsbeziehungstyp Quell-/Zielverkehr).
- Innerhalb von Agglomerationen nutzen teilweise noch kleinräumigere Verkehre das Hochleistungsstrassennetz, da auf diesem die Reisezeiten kürzer sind (Funktion «**Verbinden lokal**» - Verkehrsbeziehungstyp Binnenverkehr)

Die Überlagerung der genannten Funktionen kann zu Verkehrsüberlastungen auf spezifischen Infrastrukturabschnitten oder von ganzen Regionen führen. Die Funktionsansprüche ans Nationalstrassennetz stehen zudem in Wechselwirkung mit dem Verkehrsablauf auf dem nachgelagerten Strassensystem. Auf dem nachgelagerten Strassensystem ist insbesondere auch die Multimodalität (strassengebundener ÖV, Fuss- und Veloverkehr) zu berücksichtigen.

Die Behebung von Kapazitätsengpässen durch Strassenausbauten ist sehr aufwendig, aus Platzgründen häufig nicht möglich und politisch/gesellschaftlich umstritten. Zudem zeigt sich, in der Schweiz wie auch in stärker MIV-geprägten Ländern, dass nachfrageorientierte Strassenausbauten aufgrund von Rebound-Effekten nicht zu einer nachhaltigen Verkehrsentwicklung beitragen.

Im Rahmen der vorliegenden Forschungsarbeit wurde versucht, für das Hochleistungsstrassennetz und das nachgelagerte Strassensystem die Soll-Funktionen (angestrebte prozentuale Anteile der oben genannten Funktionen) räumlich differenziert zu definieren und priorisieren. In einem zweiten Bearbeitungsschritt wurden verkehrstechnische Massnahmen entwickelt und evaluiert, welche die gewünschte Funktionalität auf den entsprechenden Strassenabschnitten durch eine Beeinflussung der Routen-, Verkehrsmittel- und Zielwahl gewährleisten sollen.

Forschungsfragen und Vorgehen

Im Rahmen des vorliegenden Forschungsprojekts wurden die folgenden zwei zentralen Forschungsfragen bearbeitet:

- **Forschungsfrage 1:** Welches sind die standortspezifisch optimalen Soll-Funktionen des HLS-Netzes?
- **Forschungsfrage 2:** Welche Massnahmen ermöglichen eine Beeinflussung der Routenwahl, so dass diese Soll-Funktionen erreicht werden können?

Nachgelagert wurden zudem folgende Forschungsfragen bearbeitet:

- **Ergänzende Forschungsfrage «Verkehrsnachfrage/Siedlungswirkung»:** Haben die untersuchten Massnahmen einen massgebenden Einfluss auf die Ziel- und Verkehrsmittelwahl oder die Siedlungsentwicklung?
- **Ergänzende Forschungsfrage «Vergleich Untersuchungsgebiete»:** Führen die untersuchten Massnahmen in den verschiedenen Untersuchungsgebieten zu unterschiedlichen Resultaten?

Zur Beantwortung dieser Forschungsfragen wurde folgendes Vorgehen gewählt:

- Literaturanalyse und Experteninterviews zur Funktionalität des HLS-Netz und zu Verkehrsmanagementmassnahmen mit Auswirkungen auf den Verkehrsablauf auf HLS.

- Verkehrsmodellanalyse in verschiedenen Untersuchungsgebieten zum Ist-Zustand der Funktionen des Nationalstrassennetzes sowie zur Wirksamkeit von Verkehrsmanagementmassnahmen (Nachfragewirksamkeit und Routenwahlwirksamkeit).
- Bewertung der untersuchten Verkehrsmanagementmassnahmen anhand einer auf NISTRA-Indikatoren basierenden Vergleichswertanalyse.

Erkenntnisse aus der Literatur und Experteninterviews

Funktionalität des Nationalstrassennetzes

Die gesetzlichen Grundlagen, Normen und Forschungsergebnisse benennen die verschiedenen Funktionen des Nationalstrassennetzes. Die Problemstellung der sich überlagernden Funktionen in bzw. zwischen Agglomerationen ist bekannt, in den bestehenden Grundlagen ist allerdings keine klare Priorisierung der verschiedenen Funktionen zu erkennen. Forschungsergebnisse kommen aufgrund des Vergleichs der Funktionalität von verschiedenen innerstädtischen HLS-Abschnitten zum Schluss, dass ortsspezifisch ein Systemoptimum (Minimale Reisezeit als Summe über alle Verkehrsteilnehmer/innen) angestrebt werden soll, welches sich hinsichtlich Funktionen je nach verkehrlicher Situation im Untersuchungsraum unterscheiden kann.

Die interviewten Expertinnen und Experten aus der kantonalen und Bundesverwaltung sind der Ansicht, dass das Nationalstrassennetz seine Funktion grundsätzlich wahrnimmt, indem es möglichst viel Verkehr absorbiert, egal ob Durchleitungs- oder Verbindungsverkehr (regional und lokal). Die Priorisierung einer Funktion sei unter dem Gesichtspunkt der Gleichbehandlung schwierig und die Expertinnen und Experten sind sich grundsätzlich einig, dass die Nationalstrasse alle genannten Verkehrsbeziehungstypen abwickeln soll.

Probleme treten primär in den immer häufiger werdenden Engpassbereichen und an den Schnittstellen zum nachgelagerten Netz auf. Die Probleme an den Schnittstellen treten auf, da an diesen Punkten das Verkehrssystem Hochleistungsstrasse, auf dem gemäss Meinung der Expertinnen und Experten möglichst viel Verkehr (unabhängig vom Verkehrsbeziehungstyp) abgewickelt werden soll, mit dem nachgelagerten Verkehrssystem, auf dem angebotsorientiert tendenziell weniger MIV stattfinden soll, zusammentreffen.

Verkehrsmanagementmassnahmen

Das Verkehrsmanagement (VM) auf Nationalstrassen ist gesetzlich geregelt und verschiedene VM-Massnahmen sind in Form von ASTRA-Richtlinien beschrieben und werden bereits heute eingesetzt. Weitere VM-Massnahmen wie Fahrstreifen für Carpooling wurden international und auch national erforscht. Inwiefern die VM-Massnahmen einen Einfluss auf die Verkehrsbeziehungstypen auf dem HLS-Netz haben, ist weitgehend unerforscht und daher ein thematischer Schwerpunkt der vorliegenden Forschungsarbeit.

Die interviewten Expertinnen und Experten sind der Meinung, dass grundsätzlich das Gesamtoptimum des Verkehrssystems (Nationalstrasse und nachgelagertes Netz) mittels VM-Massnahmen auf allen Netzhierarchien anzunähern ist. Der Umsetzungsstand von VM-Massnahmen ist in den verschiedenen Untersuchungsgebieten sehr unterschiedlich. Die Rückmeldungen zu VM-Massnahmen wie Dosierung von Ein-/ Ausfahrten, Sperrung von Anschlüssen, Herabsetzung der signalisierten Geschwindigkeit sowie Erhöhung der Fahrkosten MIV oder Parkierungskosten von den einzelnen Untersuchungsgebieten wurden bei der Entwicklung und Implementierung der jeweiligen VM-Massnahmen in den Verkehrsmodellen berücksichtigt.

Durchführung der Verkehrsmodellanalysen

Zur Eruierung der Wirksamkeit von Verkehrsbeeinflussungsmassnahmen auf die Zusammensetzung der Verkehrsbeziehungstypen auf der Nationalstrasse wurden verschiedene Analysen anhand von Verkehrsmodelrechnungen durchgeführt. Hierbei wurde der Ist-Zustand für fünf verschiedene Untersuchungsgebiete analysiert. Zwei dieser Gebiete – Luzern und Solothurn-Olten – wurden für weitergehende Untersuchungen selektiert, um den Einfluss der Massnahmen in unterschiedlich zusammengesetzten Untersuchungsgebieten besser abschätzen zu können.

In den Untersuchungsgebieten Luzern und Solothurn-Olten wurden mehrere Massnahmen untersucht:

- **Dosierung von Ein- und Ausfahrten auf Nationalstrassen und Sperrung von Nationalstrassenanschlüssen (nur Luzern):** Diese Massnahmen führen tendenziell zu einer absoluten und relativen Abnahme des über die Nationalstrasse abgewickelten Binnen- und Quell-/Zielverkehrs und damit zu einer Zunahme des auf dem untergeordneten Netz abgewickelten Verkehr. Da der Durchgangsverkehr auf der Nationalstrasse in diesen Szenarien absolut gesehen ungefähr konstant bleibt, nimmt sein relativer Anteil leicht zu.
- **Erhöhung der Fahrt- und Parkierungskosten:** Diese Massnahmen führen primär zu Verschiebungen der Modal-Split-Anteile weg vom MIV. Bei Erhöhungen der Parkierungskosten nimmt insbesondere der Binnen- und der Quell-/Zielverkehr ab, wodurch der Anteil des Durchgangsverkehrs auch hier ansteigt. Bei einer Erhöhung der Kilometerkosten hingegen, welche primär für lange Wege wirksam ist, wird diese Wirkung genau umgekehrt.

Die VM-Massnahmen wurden sowohl im DWV- als auch im ASP-Modell abgebildet, um die unterschiedlichen Effekte zwischen weniger und stärker ausgelasteten Netzen abschätzen zu können.

Im Untersuchungsgebiet Solothurn-Olten wurde zudem der Einfluss einer Harmonisierung der Geschwindigkeiten getestet:

- **Harmonisierung Geschwindigkeit V_0 Nationalstrasse:** Diese Massnahme führt wie die Anschlussdosierung oder Anschlussperrung primär zu einer absoluten und relativen Abnahme des über die Nationalstrasse abgewickelten Binnen- und Quell-/Zielverkehrs. Da der Durchgangsverkehr in diesen Szenarien absolut gesehen ungefähr konstant bleibt, nimmt sein relativer Anteil leicht zu.

Für sämtliche dieser Modellzustände und Massnahmen wurde untersucht, welcher Einfluss auf die Zusammensetzung der Verkehrsbeziehungstypen auf der Nationalstrasse zu erwarten wäre. Hierbei wurden auch für primär routenwahlwirksame Massnahmen vollständige Läufe des Verkehrsnachfragemodells durchgeführt, um das Zusammenspiel der Effekte auf die Ziel-, Verkehrsmittel- und Routenwahl vollständig abzubilden.

Bewertung der untersuchten Verkehrsmanagementmassnahmen

Die im Rahmen der Verkehrsmodellanalysen untersuchten Verkehrsmanagementmassnahmen in den Untersuchungsgebieten Luzern und Solothurn – Olten wurden in Form einer auf NISTRA-Indikatoren basierenden Vergleichswertanalyse hinsichtlich ihres Beitrags zu einer möglichst nachhaltigen Verkehrsabwicklung untersucht. Zusätzlich wurde qualitativ beurteilt, ob die Massnahmen eine eher fördernde oder hemmende Wirkung auf die Zersiedelungsproblematik haben.

Da die Bewertung vieler NISTRA-Indikatoren stark auf die Verkehrsbelastung auf dem nachgelagerten Netz reagiert (Qualität Fuss-/ Veloverkehr und ÖV, Attraktivität öffentlicher Raum, Lärmbelastung etc.) wurden Massnahmen mit Mehrverkehr auf dem nachgelagerten Strassennetz prinzipiell negativ und solche mit weniger Verkehr prinzipiell positiv bewertet.

Für die verschiedenen untersuchten Verkehrsmanagementmassnahmen resultierten die folgenden Ergebnisse:

- **Dosierung Ein-/ Ausfahrten Nationalstrasse:** Die Massnahme «Dosierung Ein-/ Ausfahrten Nationalstrasse» ist gesamthaft in beiden Untersuchungsgebieten tendenziell negativ zu beurteilen. In beiden Untersuchungsgebieten dominieren primär die negativen Auswirkungen der Verkehrsverlagerungen von der HLS auf das nachgelagerte Strassennetz, welche zu einer negativen Bewertung vieler Indikatoren führen. Die kleinen Veränderungen betreffend der Funktionalität des HLS-Netzes spielen eine vergleichsweise untergeordnete Rolle. Betreffend Auswirkung auf die Siedlungsentwicklung ist entscheidend, ob die Dosierung der Ein-/ Ausfahrten eher im ländlichen oder eher im städtischen Gebiet vorgenommen wird, da so die Erreichbarkeit der verschiedenen Räume unterschiedlich beeinflusst wird. Eine erhöhte Erreichbarkeit des ländlichen Raums wirkt dabei eher zersiedlungsfördernd, einer erhöhte Erreichbarkeit des städtischen Raums zersiedlungshemmend.
- **Sperrung Anschluss Luzern Zentrum:** Die untersuchte Massnahme «Sperrung Anschluss Luzern Zentrum» ist aus der übergeordneten Perspektive der vorliegenden Forschungsarbeit grundsätzlich negativ zu beurteilen. Im Gesamtnetzkontext wird kein einziger der geprüften Indikatoren positiv bewertet, während viele Indikatoren, vor allem aufgrund der Verkehrsverlagerung vom Hochleistungsstrassennetz auf das nachgelagerte Strassennetz, negativ bewertet werden. Wird die Massnahme ortsspezifisch betrachtet und anhand von Faktoren wie z.B. Rückstau vom Sekundärknoten auf die Nationalstrasse, spezifische Beeinträchtigung ÖV, Lenkung Verkehr auf weniger sensible Achsen, Leistungsfähigkeit relevanter Knoten etc. beurteilt, ist jedoch sicher auch ein abweichendes Fazit denkbar. Die Auswirkungen der Massnahme «Sperrung Anschluss» sind im Fall der Sperrung des Anschlusses Luzern Zentrum tendenziell zersiedlungsfördernd. Die Erreichbarkeit der ländlichen Gebiete bleibt konstant während sich die Erreichbarkeit des Zentrums verschlechtert und auf der Nationalstrasse wird der grossräumigere Verkehr bevorzugt.
- **Harmonisierung Geschwindigkeit v_0 Nationalstrasse:** Die Massnahme «Harmonisierung Geschwindigkeit v_0 Nationalstrasse» ist gesamthaft tendenziell negativ zu beurteilen (untersucht wurde 80 km/h). Aus übergeordneter Perspektive dominieren die negativen Auswirkungen der Verkehrsverlagerungen von der HLS auf das nachgelagerte Strassennetz sowie die Verlängerung der MIV-Reisezeiten. Im Rahmen der vorliegenden Forschungsarbeit nicht berücksichtigt wurde die Erhöhung der Kapazität durch Temporeduktionen in stark ausgelasteten Spitzenstunden, weshalb bei spezifischen Detailuntersuchungen auch ein abweichendes Fazit möglich ist. Die potenziellen Auswirkungen der Massnahme «Harmonisierung Geschwindigkeit v_0 Nationalstrasse» auf die Siedlungsentwicklung sind tendenziell zersiedlungshemmend. Die Erreichbarkeit der ländlichen Gebiete wird leicht verschlechtert, während die Erreichbarkeit der Zentren weniger stark betroffen ist.
- **Erhöhung Parkierungskosten PW:** Die Massnahme «Erhöhung Parkierungskosten MIV» ist in beiden Untersuchungsgebieten positiv zu beurteilen. Die positive Bewertung kommt primär durch die prognostizierte MIV-Verkehrsabnahme zustande. Die Abwicklung der auf den ÖV, Fuss- und Veloverkehr verlagerten Verkehrsnachfrage wird mit der vorliegenden Bewertungsmethodik nicht beurteilt.
- **Erhöhung Kilometerkosten PW:** Die Massnahme «Erhöhung Kilometerkosten MIV» ist in beiden Untersuchungsgebieten positiv zu beurteilen. Die positive Bewertung kommt primär durch die prognostizierte MIV-Verkehrsabnahme zustande. Die Abwicklung der auf den ÖV, Fuss- und Veloverkehr verlagerten Verkehrsnachfrage wird mit der vorliegenden Bewertungsmethodik nicht beurteilt. Die Auswirkungen der Massnahme «Erhöhung Kilometerkosten PW» sind als tendenziell zersiedlungshemmend zu beschreiben. Zwar nimmt die Erreichbarkeit gemessen an den Reisezeiten sowohl in ländlichen Gebieten wie auch im Zentrum zu, die Benachteiligung von langen Fahrten ist aber als klar zersiedlungshemmend zu beurteilen.

Fazit – Beantwortung der Forschungsfragen

Forschungsfrage 1: Welches sind die standortspezifisch optimalen Soll-Funktionen des HLS-Netzes?

Im Verlauf der vorliegenden Forschungsarbeit wurde die Relevanz der Forschungsfrage 1 immer stärker in Frage gestellt. In der Literatur (Gesetzliche Grundlagen, Normen, Forschungen) werden die verschiedenen Funktionen der Hochleistungsstrassen beschrieben, eine Priorisierung bestimmter Funktionen in spezifischen Situationen wird aber nicht vorgenommen. Die interviewten nationalen und kantonalen Expertinnen und Experten geben ebenfalls an, dass das HLS-Netz gemäss ihrer Einschätzung und Partikularinteressen möglichst alle Funktionen erfüllen muss und grundsätzlich ein möglichst grosser Anteil des MIV-Verkehrsaufkommens abwickeln soll. Die Einschätzung, dass das HLS-Netz einen möglichst grossen Anteil des MIV-Verkehrsaufkommens abwickeln soll, egal welche Funktion bzw. welcher Verkehrsbeziehungstyp, konnte wiederum von den durchgeführten Verkehrsmodellanalysen und anschliessenden Szenariobewertungen anhand NISTRA-Indikatoren bestätigt werden. Zusätzlich zu den Auswirkungen der Verkehrsverlagerungen vom HLS-Netz auf das nachgelagerte Netz bzw. den Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekten konnten aus übergeordneter Sicht keine massgebenden Auswirkungen der Förderung spezifischer Funktionen auf dem HLS-Netz auf die Förderung eines nachhaltigen Verkehrsablaufs ermittelt werden. Bei spezifischen Problemstellungen kann diese Beurteilung der Zweckmässigkeit anders ausfallen.

Das HLS- Netz sollte demnach für alle Funktionen (Durchleiten, Verbinden regional und verbinden lokal) ein möglichst gutes Angebot bereitstellen, sodass der Anteil der HLS-Verkehrsleistung an der Gesamt-MIV-Verkehrsleistung maximiert werden kann. Die standortspezifisch optimalen Soll-Funktionen entsprechen also jener Funktionszusammensetzung, die für eine anteilmässig möglichst hohe Verkehrsleistung auf dem HLS-Netz sorgt und ist demnach abhängig von der Verkehrsnachfragesituation im jeweiligen Betrachtungsraum. So ist beispielsweise im Untersuchungsgebiet Luzern die Funktion «verbinden regional» wichtig zur Abwicklung des Quell-/Zielverkehrs auf der Nationalstrasse, da dieser Verkehrsbeziehungstyp mit einem Anteil von knapp 50% der Verkehrsbelastung auf der Nationalstrasse eine wichtige Rolle einnimmt. Im Untersuchungsgebiet Solothurn-Olten ist dagegen die Funktion «Durchleiten» zur Abwicklung der ca. 75% Durchgangsverkehr wichtig.

Sobald ein Verkehrsbelastungszustand erreicht ist, an welchem das HLS-Netz komplett ausgelastet ist, könnte die Forschungsfrage zusätzliche Relevanz erhalten, da dann die Frage von «Wie schafft man es, einen möglichst grossen Anteil des MIV auf dem HLS-Netz abzuwickeln» zu «Welchem Verkehr soll die begrenzte Kapazität auf dem HLS-Netz zugewiesen werden» wechselt.

Forschungsfrage 2: Welche Massnahmen ermöglichen eine Beeinflussung der Routenwahl, sodass diese Soll Funktionen erreicht werden können?

Im Rahmen der vorliegenden Forschungsarbeit wurde die Wirkung von primär routenwahlwirksamen Massnahmen und primär nachfragewirksame Massnahmen auf die Verkehrsbeziehungstypen auf der Nationalstrasse untersucht.

Primär routenwahlwirksame Massnahmen

Die untersuchten routenwahlwirksamen Massnahmen sind alles Massnahmen, die bestimmte Funktionen auf dem HLS-Netz hemmen und so mehr Kapazität für andere Funktionen erzeugen:

- Dosierung Ein-/ Ausfahrten Nationalstrasse sowie die Sperrung des Anschlusses Luzern Zentrum sorgen für eine Verlagerung von Binnen- und Quell-/Zielverkehr weg vom HLS- auf das nachgelagerte Strassennetz. Der Anteil des Durchgangsverkehrs auf dem Nationalstrassennetz nimmt zu.

- Harmonisierung Geschwindigkeit V_0 Nationalstrasse hemmt grundsätzlich alle Verkehrsbeziehungstypen auf der Nationalstrasse. Da für den Binnen- und den Quell-/Zielverkehr häufig bessere Alternativrouten zur Verfügung stehen als für den Durchgangsverkehr, nimmt die freie Kapazität für und der Anteil des Durchgangsverkehrs auf dem HLS-Netz zu.

Da in den Modelluntersuchungen nur ein minimaler Rebound-Effekt (Wiederauffüllen der freiwerdenden Kapazitäten auf der Nationalstrasse) nachgewiesen werden konnte, führen alle untersuchten routenwahlwirksamen Massnahmen zu einer Abnahme der Verkehrsleistung auf dem HLS-Netz sowie zu einer Zunahme der Verkehrsmenge auf dem nachgelagerten Netz.

Aus der übergeordneten Betrachtungsperspektive in Bezug auf die Verkehrsbelastung sind die untersuchten routenwahlwirksamen Massnahmen nicht zu empfehlen. Im spezifischen Projektfall sind jedoch verschiedene positive Auswirkungen der Massnahmen denkbar, welche die negativen Auswirkungen der Verkehrsverlagerungen mehr als aufwiegen (z.B. Erhöhung der Verkehrssicherheit, Priorisierung ÖV, Fuss- und Veloverkehr usw.).

Primär nachfragewirksame Massnahmen

Die untersuchten primär nachfragewirksamen Massnahmen «Erhöhung Parkierungskosten» und «Erhöhung Kilometerkosten PW» führen in erster Linie zu einem Modal Shift vom MIV zu den anderen Verkehrsträgern ÖV, Fuss- und Veloverkehr. Die Anteile der Verkehrsbeziehungstypen auf der Nationalstrasse bleiben weitgehend unverändert, wobei die Massnahme Erhöhung Kilometerkosten PW vor allem zu einer Abnahme der langen Fahrten und damit zu einer Abnahme des Durchgangs- und Quell-/Zielverkehr auf der Nationalstrasse führt.

Im Rahmen der Massnahmenbewertung anhand von NISTRA-Indikatoren schneiden die beiden Kosten-Massnahmen aufgrund der Abnahme der MIV-Nachfrage sehr gut ab. Es ist hierzu aber auch auf die Limiten der Bewertungsmethodik hinzuweisen, welche grundsätzlich aufgrund einer stabilen Verkehrsnachfragesituation durchgeführt wird und auch die Auswirkung des Mehrverkehrs auf den alternativen Verkehrsträgern (z.B. Kapazitätsprobleme, aber auch Ausbauten im ÖV sowie Verbesserungen im Velonetz) nicht abbildet.

Ergänzende Forschungsfrage: Haben die untersuchten Massnahmen einen massgebenden Einfluss auf die Ziel- und Verkehrsmittelwahl oder die Siedlungsentwicklung?

Die untersuchten primär nachfragewirksamen Massnahmen (Erhöhung Parkierungskosten, Erhöhung Kilometerkosten PW) haben in Form der Verkehrsverlagerung vom MIV zu den anderen Verkehrsträgern ÖV, Fuss- und Veloverkehr, einen massgebenden Einfluss auf die Verkehrsmittelwahl. Da verschiedene Massnahmen eher kurze bzw. eher längere Wege betreffen, dürften Zielwahleffekte ebenfalls vorhanden sein, aber in geringerem Masse als dies bei einer Veränderung der Siedlungsstruktur der Fall wäre. Die untersuchten primär routenwahlwirksamen Massnahmen zeigen nur eine geringe Nachfragewirkung.

Betreffend Wirkung der untersuchten Massnahmen auf die Siedlungsentwicklung können nur Tendenzen abgeschätzt werden:

- **Tendenziell zersiedelungsfördernde Wirkung:** Die Massnahme «Sperrung Anschluss» hat im Falle der Sperrung des Anschlusses Luzern Zentrum eine tendenziell zersiedelungsfördernde Wirkung, da die Erreichbarkeit des Zentrums verschlechtert wird, während die Erreichbarkeit von ländlichen Gemeinden konstant bleibt.
- **Keine Tendenz betreffend Siedlungswirkung:** Für die Massnahmen «Dosierung Ein-/Ausfahrten Nationalstrasse» und «Erhöhung Parkierungskosten» könne keine Tendenzen betreffend Siedlungswirkung ausgemacht werden.
- **Tendenziell zersiedelungshemmende Wirkung:** Die Massnahmen «Harmonisierung Geschwindigkeit V_0 Nationalstrasse» und «Erhöhung Kilometerkosten PW» haben aufgrund der überdurchschnittlichen Verteuerung und Verlangsamung von langen Fahrten eine tendenziell zersiedelungshemmende Wirkung.

Führen die untersuchten Massnahmen in den verschiedenen Untersuchungsgebieten zu unterschiedlichen Resultaten?

Die Modellierungsarbeiten in den zwei Untersuchungsgebieten haben grundsätzlich gezeigt, dass die Auswirkungen der Massnahmen sowohl im Nationalstrassentyp «Stadtautobahn» (Luzern) als auch im Typ «Autobahn zwischen zwei Agglomerationen» (Solothurn Olten) in dieselbe Richtung gehen. Es bestehen allerdings gewisse Unterschiede darin, wie stark die Ausprägungen dieser Massnahmenwirkungen sind:

- Bei der Massnahme «Dosierung Ein und Ausfahrten Nationalstrasse» ist die Verlagerung auf das nachgelagerte Netz im Raum Luzern aufgrund der besseren Alternativrouten höher als im Raum Solothurn-Olten.
- Bei der Erhöhung der Kilometerkosten ist die Reduktion der PW-Fahrten auf dem nachgelagerten Netz im Raum Solothurn Olten aufgrund der geringeren Siedlungsdichte und der somit längeren Wege stärker als im Raum Luzern.

Aufgrund der Untersuchung von lediglich zwei Untersuchungsgebieten können keine allgemeingültige Aussagen für das Nationalstrassennetz der Schweiz extrapoliert werden, weshalb bei einer Beurteilung der Massnahmenwirksamkeit für bestimmte Untersuchungsgebiete immer die standortspezifischen Gegebenheiten (Siedlungs- und Angebotsverhältnisse) berücksichtigt werden müssen.

Weiterer Forschungsbedarf

Aus den Erkenntnissen der Literaturrecherche und den Expertinnen- und Experteninterviews, der Beantwortung der Forschungsfragen und der Beurteilung der Grenzen der Untersuchungsanordnung lassen sich drei Bereiche für weiteren Forschungsbedarf ableiten:

- **Analyse weiterer Untersuchungsgebiete und VM-Massnahmen:** Die Auswirkungen der untersuchten oder auch zusätzlichen VM-Massnahmen könnten mit der Methodik der vorliegenden Forschungsarbeit in zusätzlichen Untersuchungsgebieten analysiert werden. In einem Untersuchungsgebiet mit sehr starker Auslastung im HLS- und nachgelagertem Netz (ev. Raum Zürich, Gubrist) wäre es denkbar, dass ein stärkerer Rebound-Effekt auftreten würde und so den Forschungsfragen zusätzliche Relevanz verliehen und ggf. zusätzliche Erkenntnisse erreicht würden. Falls auch in den zusätzlichen Untersuchungsgebieten kein massgebender Rebound-Effekt entstehen sollte, so könnte mindestens die Gültigkeit der im Rahmen der vorliegenden Forschungsarbeit getroffenen Aussagen breiter abgestützt oder aber hinterfragt werden.
- **Prüfung weiterer Modellansätze:** Hier wären zwei Ansätze prüfenswert: Zum einen eine Umstellung der Routenwahlmodelle auf stochastische Umlegungen, welche die Heterogenität der Präferenzen der Verkehrsteilnehmer besser abbilden; und zum anderen eine Kombination aus Siedlungsentwicklungs- und Verkehrsnachfragemodellen, um die Rückkopplung zwischen übergeordneten und tendenziell eher langfristigen Veränderungen darzustellen.
- **Analyse der Auswirkungen von VM-Massnahmen auf dem HLS-Netz in der Realität:** Unabhängig von der vorliegenden Forschungsarbeit wurden und werden zahlreiche VM-Massnahmen auf dem HLS-Netz realisiert. Im Rahmen von Verkehrserhebungen oder auch Revealed-Preference-Erhebungen könnten die Auswirkungen dieser Massnahmen auf die Verkehrsbeziehungstypen auf dem HLS-Netz, Verkehrsverlagerungen und die Verkehrsnachfrage (Verkehrsmittelwahl, Zielwahl) durch Vorher-/ Nachher-Vergleiche ermittelt und mit den Resultaten der Verkehrsmodellanalysen verglichen werden. Dabei kann auch spezifisch ein allfälliger Rebound-Effekt untersucht werden.
- **Untersuchung der Verkehrszusammensetzung auf dem HLS-Netz und ihrer Beeinflussung im Hinblick auf den Verkehrszweck:** Die vorliegende Forschungsarbeit untersucht die Funktion des HLS-Netz in Bezug auf die Verkehrsbeziehungstypen bzw. die Funktionen «Durchleiten», «Verbinden regional» und «Verbinden lokal». In den Expertinnen- und Experteninterviews wurde mehrfach erwähnt, dass eine selektive Förderung oder Hinderung nach Verkehrszweck (Güterverkehr, Wirtschaftsverkehr, Pendlerverkehr, Freizeitverkehr etc.) interessanter sein könnte, wie jene nach Verkehrsbeziehungstyp. Bei fortschreitender Digitalisierung der Fahrzeuge und Verkehrsinfrastruktur

tur wird eine gezielte Bewirtschaftung nach Verkehrszweck denkbar, sodass beispielsweise eine Fahrt ins Einkaufszentrum mit anderen Gebühren belastet würde wie die Fahrt vom Lager zur Baustelle eines Handwerkers. Zukünftige Forschungsarbeiten könnten die technische und rechtliche Umsetzbarkeit sowie die Wirkungen und Auswirkungen solcher Verkehrsmanagementmassnahmen analysieren.

Résumé

Contexte et objectifs du projet de recherche

Les exigences et les fonctions les plus diverses se superposent sur le réseau national de routes à grand débit et sur le réseau routier en aval :

- Le réseau de routes à grand débit (RGD) sert d'épine dorsale au trafic routier, sur laquelle les charges du trafic (inter)national de personnes et de marchandises doivent être concentrées (fonction de "**transit**" - type de relation de trafic : trafic de transit).
- A proximité des grandes agglomérations, les trafics à grande échelle sont superposés aux relations de trafic régionales (entre autres trafic pendulaire et de loisirs entre les régions rurales et les agglomérations) (fonction "**desserte régionale**" - type de relation de trafic : origine/destination).
- A l'intérieur des agglomérations, des trafics à étendue encore plus réduite utilisent en partie le réseau de routes à grand débit, car les temps de trajet y sont plus courts (fonction "**desserte locale**" - type de relation de trafic : trafic intérieur).

La superposition des fonctions mentionnées peut entraîner des surcharges de trafic sur des tronçons d'infrastructure spécifiques ou dans des régions entières. Les exigences fonctionnelles imposées au réseau des routes nationales interagissent en outre avec le déroulement du trafic sur le système routier en aval. Sur le système routier en aval, il faut notamment tenir compte de la multimodalité (transports publics routiers, circulation piétonne et cycliste).

L'élimination des goulots d'étranglement par des aménagements routiers est très coûteuse, souvent impossible en raison d'un manque d'espace et politiquement/sociallement controversée. En outre, il s'avère, en Suisse comme dans les pays plus fortement marqués par le TIM, que les aménagements routiers axés sur la demande ne contribuent pas à un développement durable des transports en raison des effets de rebond.

Dans le cadre du présent travail de recherche, on a tenté de définir et de hiérarchiser les fonctions théoriques (pourcentages souhaités des fonctions susmentionnées) de manière différenciée dans l'espace pour le réseau de routes à grand débit et le système routier en aval. Dans une deuxième étape, des mesures propices à garantir la fonctionnalité souhaitée sur les tronçons routiers correspondants en influençant les choix de la route, du moyen de transport et de la destination ont été développées et évaluées.

Questions de recherche et démarche

Dans le cadre du présent projet de recherche, les deux questions centrales suivantes ont été traitées:

- **Question de recherche 1** : Quelles sont les fonctions théoriques optimales du réseau RGD en fonction du site ?
- **Question de recherche 2** : Quelles sont les mesures qui permettent d'influencer le choix de l'itinéraire de manière à ce que ces fonctions théoriques puissent être atteintes ?

En aval, les questions de recherche suivantes ont également été traitées:

- **Question de recherche complémentaire demande de transport/effet sur l'urbanisation** : les mesures étudiées ont-elles une influence déterminante sur le choix de la destination et du moyen de transport ou sur le développement de l'urbanisation ?
- **Question de recherche complémentaire comparaison des zones d'étude** : Les mesures étudiées mènent-elles à des résultats différents dans les différentes zones d'étude ?

La procédure suivante a été choisie pour répondre à ces questions de recherche :

- Analyse bibliographique et interviews d'experts sur la fonctionnalité du réseau RGD et sur les mesures de gestion du trafic ayant un impact sur le déroulement du trafic sur RGD.

- Analyses de modèle de trafic dans différentes zones d'étude sur l'état actuel des fonctions du réseau des routes nationales ainsi que sur l'efficacité des mesures de gestion du trafic (Efficacité de la demande et efficacité du choix de l'itinéraire).
- Évaluation des mesures de gestion du trafic étudiées à l'aide d'une analyse comparative basée sur les indicateurs NISTRA.

Conclusions déduites de la littérature et des interviews d'experts

Fonctionnalité du réseau de routes nationales

Les bases légales, les normes et les résultats de la recherche désignent les différentes fonctions du réseau des routes nationales. Le problème de la superposition des fonctions dans et entre les agglomérations est connu, mais les bases existantes ne permettent pas de définir clairement les priorités des différentes fonctions. Les résultats de la recherche concluent, sur la base de la comparaison de la fonctionnalité de différents tronçons de RGD en milieu urbain, qu'il convient de viser un optimum du système spécifique au lieu (temps de trajet minimal en tant que somme de tous les usagers de la route), qui peut varier en termes de fonctions selon la situation du trafic dans la zone étudiée.

Les expertes et experts interviewés, issus des administrations cantonales et fédérales, sont d'avis que le réseau des routes nationales remplit en principe sa fonction en absorbant le plus de trafic possible, qu'il s'agisse de trafic de transit ou de trafic de desserte régionale ou locale. Ils estiment qu'il est difficile de donner la priorité à une fonction du point de vue de l'égalité de traitement et les experts sont en principe d'accord que la route nationale doit gérer tous les types de relations de trafic mentionnés.

Les problèmes apparaissent en premier lieu dans les zones de goullets d'étranglement, de plus en plus fréquentes, et aux interfaces avec le réseau en aval. Les problèmes aux interfaces surviennent parce que c'est à ces points que se rencontrent le système de transport des routes à grande capacités, sur lequel, selon les experts, le plus de trafic possible doit être écoulé (indépendamment du type de relation de trafic), et le système de transport en aval, sur lequel, orienté vers l'offre, le TIM devrait en principe être réduit.

Mesures de gestion du trafic

La gestion du trafic sur les routes nationales est réglementée par la loi et différentes mesures de gestion du trafic sont décrites et mises en œuvre sous la forme de directives de l'OFROU. D'autres mesures de gestion du trafic, telles que les voies de covoiturage, ont fait l'objet de recherches au niveau international et national. La question dans quelle mesure les mesures de gestion du trafic ont une influence sur les types de relations de trafic sur le réseau RGD reste largement inexplorée et constitue donc une priorité thématique du présent travail de recherche.

Les expertes et experts interviewés sont d'avis que l'optimum global du système de transport (route nationale et réseau en aval) doit être approché au moyen de mesures de gestion du trafic sur toutes les hiérarchies de réseau. Le niveau de mise en œuvre des mesures de gestion du trafic varie fortement d'une zone d'étude à l'autre. Les avis des expertes et experts sur les mesures de gestion du trafic telles que le dosage des entrées/sorties d'auto-route, le blocage de jonctions, la réduction de la vitesse signalisée ainsi que l'augmentation des coûts de déplacement en TIM ou des coûts de stationnement des différentes zones étudiées ont été pris en compte lors du développement et de l'implémentation des mesures de gestion du trafic respectives dans les modèles de transport.

Réalisation d'analyses de modèles de trafic

Afin de déterminer l'efficacité des mesures de gestion du trafic sur la composition des types de relations de trafic sur la route nationale, différentes analyses ont été effectuées à l'aide de modélisations du trafic. La situation actuelle a été analysée pour cinq zones d'étude

différentes. Deux de ces zones - Lucerne et Soleure-Olten - ont été sélectionnées pour des analyses plus approfondies afin de pouvoir mieux évaluer l'influence des mesures dans des zones d'étude de compositions différentes.

Plusieurs mesures ont été étudiées dans les zones d'études de Lucerne et Soleure-Olten:

- **Dosage des entrées et sorties sur les routes nationales et fermeture des jonctions de routes nationales (seulement Lucerne):** Ces mesures ont tendance à entraîner une diminution absolue et relative du trafic intérieur et du trafic d'origine/de destination déroulé sur la route nationale et donc une augmentation du trafic sur le réseau secondaire. Comme le trafic de transit sur la route nationale reste à peu près constant en valeur absolue dans ces scénarios, sa part relative augmente légèrement.
- **Augmentation des coûts de déplacement et de stationnement :** ces mesures entraînent en premier lieu un déplacement des parts de répartition modale au détriment du TIM. En cas d'augmentation des coûts de stationnement, le trafic intérieur et le trafic d'origine/de destination diminuent en particulier, ce qui entraîne une augmentation de la part du trafic de transit. En revanche, en cas d'augmentation des coûts kilométriques, qui agit en premier lieu sur les longs trajets, cet effet est inversé.

Les mesures de gestion du trafic ont été représentées à la fois dans le modèle du trafic journalier moyen des jours ouvrables (TJMO) et dans le modèle ASP, afin de pouvoir évaluer les différents effets entre les réseaux moins et plus chargés.

Dans la zone d'étude de Soleure-Olten, l'influence d'une harmonisation des vitesses a en outre été testée:

- **Harmonisation de la vitesse V_0 sur route nationale :** comme le dosage des raccordements ou le blocage des raccordements, cette mesure entraîne en premier lieu une diminution absolue et relative du trafic intérieur et du trafic d'origine/de destination déroulé sur la route nationale. Comme le trafic de transit reste à peu près constant en valeur absolue dans ces scénarios, sa part relative augmente légèrement.

Pour tous ces états de modélisation et toutes ces mesures, nous avons examiné l'influence sur la composition des types de relations de trafic sur la route nationale à laquelle on peut s'attendre. À cette fin, des cycles complets du modèle de demande de transport ont été calculés, même pour les mesures ayant un effet primaire sur le choix de l'itinéraire, afin de représenter intégralement l'interaction des effets sur les choix de la destination, du moyen de transport et de l'itinéraire.

Évaluation des mesures de gestion du trafic étudiées

Les mesures de gestion du trafic examinées dans le cadre des analyses des modèles de transport dans les zones d'étude de Lucerne et de Soleure-Olten ont été examinées sous la forme d'une analyse des valeurs comparatives basée sur des indicateurs NISTRA en ce qui concerne leur contribution à une gestion du trafic aussi durable que possible. En outre, il a été évalué qualitativement si les mesures ont un effet plutôt favorable ou défavorable sur la problématique de l'étalement urbain.

Comme l'évaluation de nombreux indicateurs NISTRA réagit fortement à la charge de trafic sur le réseau en aval (qualité des déplacements à pied/à vélo et des transports publics, attractivité de l'espace public, nuisances sonores, etc.), les mesures entraînant une augmentation du trafic sur le réseau routier en aval ont été évaluées en principe négativement et celles entraînant une diminution du trafic en principe positivement.

Les résultats suivants ont été obtenus pour les différentes mesures de gestion du trafic examinées:

- **Dosage des entrées/sorties de la route nationale :** la mesure "dosage des entrées/sorties de la route nationale" a tendance à être évaluée négativement dans l'ensemble des deux zones étudiées. Dans les deux zones d'étude, ce sont en premier lieu les effets négatifs des transferts de trafic des RGD vers le réseau routier en aval qui dominant et qui conduisent à une évaluation négative de nombreux indicateurs. Les

petites modifications concernant la fonctionnalité du réseau RGD jouent un rôle relativement secondaire. En ce qui concerne l'impact sur le développement urbain, il est décisif de savoir si le dosage des entrées/sorties se fait plutôt en zone rurale ou en zone urbaine, car ceci détermine les effets sur l'accessibilité des différents espaces. Une accessibilité accrue de l'espace rural a plutôt pour effet de favoriser l'étalement urbain, tandis qu'une accessibilité accrue de l'espace urbain le freine.

- **Fermeture de la jonction du centre de Lucerne** : la mesure examinée "Fermeture de la jonction du centre de Lucerne" doit être jugée fondamentalement négative dans la perspective générale du présent travail de recherche. Dans le contexte global du réseau, aucun des indicateurs examinés n'est évalué positivement, tandis que de nombreux indicateurs sont évalués négativement, surtout en raison du transfert de trafic du réseau RGD vers le réseau routier en aval. Toutefois, si l'on considère la mesure de manière spécifique au lieu et qu'on l'évalue à l'aide de facteurs tels que le refoulement du nœud secondaire vers la route nationale, la perturbation spécifique des TP, la déviation du trafic vers des axes moins sensibles, la performance des nœuds importants, etc. une conclusion différente est certainement envisageable. Dans le cas de la fermeture de la jonction de Lucerne centre, les effets de la mesure ont tendance à favoriser l'étalement urbain. L'accessibilité des zones rurales reste constante alors que l'accessibilité du centre se détériore et que le trafic à grande échelle est privilégié sur la route nationale.
- **Harmonisation de la vitesse v_0 sur route nationale** : la mesure "Harmonisation de la vitesse V_0 sur route nationale" doit être jugée globalement de manière négative (la vitesse étudiée était de 80 km/h).. Dans une perspective globale, les effets négatifs du transfert de trafic des RGD vers le réseau routier en aval ainsi que l'allongement des temps de trajet en TIM dominant. Dans le cadre du présent travail de recherche, l'augmentation de la capacité par des réductions de vitesse aux heures de pointe très chargées n'a pas été prise en compte, raison pour laquelle une conclusion divergente est également possible dans le cadre d'études détaillées spécifiques. Les effets potentiels de la mesure "Harmonisation de la vitesse v_0 sur route nationale" sur le développement de l'urbanisation ont tendance à freiner l'étalement urbain. L'accessibilité des zones rurales est légèrement détériorée, tandis que l'accessibilité des centres est moins touchée.
- **Augmentation des coûts de stationnement des voitures** : la mesure "Augmentation des coûts de stationnement du TIM" doit être évaluée positivement dans les deux zones étudiées. Cette évaluation positive est due en premier lieu à la diminution prévue du trafic TIM. La prise en charge de la demande de transport transférée vers les TP, la marche et le vélo n'est pas évaluée avec la présente méthode d'évaluation.
- **Augmentation des coûts kilométriques des voitures** : la mesure "Augmentation des coûts kilométriques du TIM" est jugée positive dans les deux zones étudiées. Cette évaluation positive est due en premier lieu à la diminution prévue du trafic TIM. La prise en charge de la demande de transport transférée vers les TP, la marche et le vélo n'est pas évaluée avec la présente méthode d'évaluation. Les effets de la mesure "Augmentation des coûts kilométriques des voitures" doivent être décrits comme ayant tendance à freiner l'étalement urbain. Certes, l'accessibilité mesurée en termes de temps de trajet augmente aussi bien dans les zones rurales que dans le centre, mais la pénalisation des longs trajets doit être jugée comme un frein évident à l'étalement urbain.

Conclusion - Réponse aux questions de recherche

Question de recherche 1 : Quelles sont les fonctions théoriques optimales du réseau RGD en fonction du site ?

Au cours du présent travail de recherche, la pertinence de la question de recherche 1 a été de plus en plus remise en question. La littérature (bases légales, normes, recherches) décrit les différentes fonctions des RGD, mais n'établit pas de priorité pour certaines fonctions dans des situations spécifiques. Les experts nationaux et cantonaux interviewés indiquent également que le réseau RGD doit remplir toutes les fonctions possibles selon leur estimation et leurs intérêts particuliers et qu'il doit en principe absorber la plus grande part possible du trafic TIM. L'estimation selon laquelle le réseau RGD doit gérer la plus grande

part possible du volume de trafic TIM, quelle que soit la fonction ou le type de relation de trafic, a de nouveau pu être confirmée par les analyses de modèles de trafic réalisées et les évaluations de scénarios subséquentes à l'aide des indicateurs NISTRA. En plus des effets des transferts de trafic du réseau RGD vers le réseau en aval ou des effets de destination et de choix du mode de transport, aucun effet déterminant de la promotion de fonctions spécifiques sur le réseau RGD sur la promotion d'un écoulement durable du trafic n'a pu être déterminé généralement. Pour des problématiques spécifiques, cette évaluation de l'opportunité peut être différente.

Le réseau RGD devrait donc proposer la meilleure offre possible pour toutes les fonctions (transit, desserte régionale et desserte locale), de manière à maximiser la part du trafic RGD dans le trafic TIM total. Les fonctions théoriques optimales spécifiques au site correspondent donc à la composition fonctionnelle qui assure une performance de transport proportionnellement la plus élevée possible sur le réseau RGD et dépendent donc de la situation de la demande de transport dans l'espace considéré. Ainsi, dans la zone d'étude de Lucerne, la fonction "desserte régionale" est importante pour le traitement du trafic d'origine/de destination sur la route nationale, car ce type de relation de trafic joue un rôle important, représentant près de 50% de la charge de trafic sur la route nationale. Dans la zone d'étude Soleure-Olten, en revanche, la fonction de "transit" est importante pour le traitement des quelque 75% de trafic de transit.

Dès qu'un état de charge de trafic est atteint, où le réseau de RGD est complètement saturé, la question de recherche pourrait acquérir une pertinence supplémentaire, car la question passe alors de "comment réussir à faire passer la plus grande part possible de TIM sur le réseau de RGD" à "à quel trafic attribuer la capacité limitée sur le réseau de RGD".

Question de recherche 2 : Quelles mesures permettent d'influencer le choix de l'itinéraire afin d'atteindre ces fonctions cibles ?

Dans le cadre du présent travail de recherche, l'effet de mesures agissant en premier lieu sur le choix de l'itinéraire et de mesures agissant en premier lieu sur la demande a été examiné sur les types de relations de trafic sur la route nationale.

Mesures ayant un impact primaire sur le choix de l'itinéraire

Les mesures étudiées ayant un impact sur le choix de l'itinéraire sont toutes des mesures qui inhibent certaines fonctions sur le réseau RGD et génèrent ainsi plus de capacité pour d'autres fonctions:

- Le dosage des entrées/sorties de la route nationale ainsi que la fermeture de la jonction de Lucerne centre entraînent un transfert du trafic intérieur et du trafic d'origine/de destination du réseau RGD vers le réseau routier en aval. La part du trafic de transit sur le réseau des routes nationales augmente.
- L'harmonisation de la vitesse V_0 sur route nationale freine en principe tous les types de relations de trafic sur la route nationale. Comme il existe souvent de meilleurs itinéraires alternatifs pour le trafic intérieur et le trafic d'origine/de destination que pour le trafic de transit, la capacité libre pour et la part du trafic de transit sur le réseau RGD augmentent.

Comme les études de modélisation n'ont pu mettre en évidence qu'un effet de rebond minimal (remplissage des capacités libérées sur la route nationale), toutes les mesures étudiées ayant un impact sur le choix de l'itinéraire entraînent une diminution de la prestation de transport sur le réseau RGD et une augmentation du volume de trafic sur le réseau en aval.

Dans la perspective générale de la charge de trafic, les mesures étudiées ayant un impact sur le choix des itinéraires ne sont pas recommandées. Dans le contexte d'un projet spécifique, divers effets positifs des mesures sont toutefois envisageables, qui font plus que compenser les effets négatifs des transferts de trafic (p. ex. augmentation de la sécurité routière, priorisation des TP, de la marche et du vélo, etc.)

Mesures ayant un impact primaire sur la demande

Les mesures examinées, qui ont un effet primaire sur la demande, à savoir l'augmentation des frais de stationnement et l'augmentation des frais kilométriques des voitures de tourisme, entraînent en premier lieu un transfert modal du TIM vers les autres modes de transport que sont les TP, la marche et le vélo. Les parts des types de relations de trafic sur la route nationale restent en grande partie inchangées, la mesure "Augmentation des frais kilométriques VP" entraînant surtout une diminution des longs trajets et donc une baisse du trafic de transit et du trafic d'origine/de destination sur la route nationale.

Dans le cadre de l'évaluation des mesures à l'aide des indicateurs NISTRA, les deux mesures de coûts obtiennent de très bons résultats en raison de la diminution de la demande en TIM. Il convient toutefois de souligner les limites de la méthode d'évaluation, qui est en principe réalisée sur la base d'une situation stable de la demande de transport et qui ne reflète pas non plus l'effet du surplus de trafic sur les modes de transport alternatifs (par ex. problèmes de capacité, mais aussi développement des transports publics et amélioration du réseau cyclable).

Question de recherche complémentaire : les mesures étudiées ont-elles une influence déterminante sur le choix des destinations et des moyens de transport ou sur le développement urbain ?

Les mesures examinées, qui ont un impact primaire sur la demande (augmentation des coûts de stationnement, augmentation des coûts kilométriques des voitures), ont une influence déterminante sur le choix du mode de transport sous la forme d'un transfert modal du TIM vers les autres modes de transport, à savoir les TP, la marche et le vélo. Comme certaines mesures concernent des trajets plutôt courts ou plutôt longs, les effets sur le choix de l'objectif devraient également exister, mais dans une moindre mesure que si les structures spatiales avaient été modifiées. Les mesures étudiées ayant un impact primaire sur le choix de l'itinéraire n'ont qu'un faible effet sur la demande.

En ce qui concerne l'effet des mesures étudiées sur le développement urbain, seules des tendances peuvent être estimées:

- **Effet tendant à favoriser l'étalement urbain** : en cas de fermeture de la jonction de Lucerne Centre, la mesure "Blocage de la jonction" a tendance à favoriser l'étalement urbain, car l'accessibilité du centre est détériorée, tandis que l'accessibilité des communes rurales reste constante.
- **Aucune tendance concernant l'effet sur l'urbanisation** : aucune tendance concernant l'effet sur l'urbanisation n'a pu être dégagée pour les mesures "dosage des entrées et sorties de la route nationale" et "augmentation des frais de stationnement".
- **Effet tendant à freiner l'étalement urbain** : les mesures "Harmonisation de la vitesse V_0 Route nationale" et "Augmentation des frais kilométriques des voitures de tourisme" ont tendance à freiner l'étalement urbain en raison du renchérissement et du ralentissement supérieurs à la moyenne des longs trajets.

Les mesures étudiées donnent-elles des résultats différents dans les différentes zones étudiées ?

Les travaux de modélisation dans les deux zones étudiées ont en principe montré que les effets des mesures vont dans le même sens aussi bien pour le type de route nationale "autoroute urbaine" (Lucerne) que pour le type "autoroute entre deux agglomérations" (Soleure-Olten). Il existe toutefois certaines différences quant à l'intensité de ces effets de mesures:

- Pour la mesure "Dosage des entrées et sorties de la route nationale", le transfert sur le réseau en aval est plus important dans la région de Lucerne que dans la région de Soleure-Olten en raison des meilleurs itinéraires alternatifs.
- En ce qui concerne l'augmentation des coûts kilométriques, la réduction des trajets en voiture sur le réseau en aval est plus importante dans la région de Soleure-Olten que

dans la région de Lucerne, en raison de la plus faible densité de population et donc des trajets plus longs.

En raison de l'étude de seulement deux zones d'enquête, il n'est pas possible d'extrapoler des conclusions de portée générale pour le réseau des routes nationales de Suisse, raison pour laquelle il faut toujours tenir compte des conditions spécifiques au site (conditions d'urbanisation et d'offre) lors de l'évaluation de l'efficacité des mesures pour certaines zones d'enquête.

Besoin de recherche supplémentaire

Les conclusions de l'analyse bibliographique et des entretiens avec les expertes et experts, les réponses aux questions de recherche et l'évaluation des limites du dispositif d'enquête permettent de dégager trois domaines nécessitant des recherches supplémentaires:

- **Analyse d'autres zones d'étude et mesures de VM :** Les effets des mesures de VM étudiées ou supplémentaires pourraient être analysés avec la méthodologie du présent travail de recherche dans des zones d'étude supplémentaires. Dans une zone d'étude où le réseau RGD et le réseau en aval sont très fortement sollicités (éventuellement la région de Zurich, Gubrist), il serait envisageable qu'un effet de rebond plus important se produise, ce qui conférerait une pertinence supplémentaire aux questions de recherche et permettrait, le cas échéant, d'obtenir des connaissances supplémentaires. Si aucun effet de rebond significatif ne devrait se produire dans les zones d'étude supplémentaires, la validité des conclusions tirées dans le cadre du présent travail de recherche pourrait au moins être étayée plus largement ou remise en question.
- **Examen d'autres approches de modélisation :** Deux approches mériteraient d'être examinées : d'une part, une conversion des modèles de choix d'itinéraires en répartitions stochastiques, qui reflètent mieux les différentes préférences des usagers; et d'autre part, une combinaison de modèles de développement de l'urbanisation et de la demande de transport afin de mieux représenter l'interaction entre les tendances générales et les tendances secondaires ainsi que les changements à long terme.
- **Analyse des effets des mesures de VM sur le réseau RGD dans la réalité :** Indépendamment du présent travail de recherche, de nombreuses mesures de VM ont été et sont encore réalisées sur le réseau RGD. Dans le cadre d'enquêtes sur le trafic ou d'enquêtes Revealed Preference, les effets de ces mesures sur les types de relations de trafic sur le réseau RGD, les transferts de trafic et la demande de trafic (choix du mode de transport, choix de la destination) pourraient être déterminés par des comparaisons avant/après et comparés aux résultats des analyses des modèles de trafic. Il est également possible d'examiner spécifiquement un éventuel effet de rebond.
- **Étude de la composition du trafic sur le réseau RGD et de son influence par rapport au but du trafic :** le présent travail de recherche étudie la fonction du réseau RGD par rapport aux types de relations de trafic ou aux fonctions "transit", "desserte régionale" et "desserte locale". Lors des entretiens avec les expertes et experts, il a été mentionné à plusieurs reprises qu'une promotion ou une entrave sélective en fonction du motif de transport (transport de marchandises, trafic économique, trafic pendulaire, trafic de loisirs, etc.) pourrait s'avérer plus propice que celle en fonction des types de relation. Si la numérisation des véhicules et de l'infrastructure de transport progresse, une telle gestion ciblée en fonction du motif de transport devient envisageable, de sorte que, par exemple, un trajet vers un centre commercial serait soumis à d'autres taxes que le trajet entre l'entrepôt et le chantier d'un artisan. De futurs travaux de recherche pourraient analyser la faisabilité technique et juridique ainsi que les effets et les impacts de telles mesures de gestion du trafic.

Summary

Background and aims of the research project

A wide variety of demands and functions overlap on the national high-performance road network and the regional road network:

- The high-performance road network serves as the backbone of road traffic, on which the traffic loads of (inter)national passenger and goods traffic are to be bundled (function "**passing through**" - traffic relationship type through traffic)
- In the area of bigger agglomerations, large-scale traffic is overlaid with regional traffic relationships (including commuter and leisure traffic between rural regions and agglomerations) (function "**Connect regional**" - traffic relationship type origin/destination traffic)
- Within agglomerations, even smaller-scale traffic sometimes uses the high-performance road network, as travel times are shorter on this network (function "**Connect locally**" - transport relationship type "Domestic transport").

The overlapping of these functions can lead to traffic congestion on specific infrastructure sections or in entire regions. The functional demands on the national road network also interact with the traffic flow on the regional road system. On the regional road system, multimodality, such as road-bound public transport, pedestrian and bicycle traffic, in particular must also be taken into account.

The elimination of capacity bottlenecks through road expansions is very costly, often not possible for reasons of space and politically/socially controversial. In addition, it has been shown in Switzerland as well as in countries that are more heavily influenced by private transport that demand-oriented road expansions do not contribute to sustainable transport development due to rebound effects.

In the present study, an attempt was made to define and prioritise the target functions (desired percentage shares of the above-mentioned functions) in a spatially differentiated manner for the high-performance road network and the regional road system. In a second step, traffic management measures were developed and evaluated with the goal of ensuring the desired functionality on specific road sections by influencing the selection of routes, means of transport and destination.

Research Questions and procedure

In the present study, the following two central research questions were addressed:

- **Research question 1:** What are the site-specific optimal target functions of the high-performance road network?
- **Research question 2:** Which measures allow influencing the route choice so that these target functions can be achieved?

The following additional research questions were also addressed:

- **Supplementary research question traffic demand/settlement effect:** Do the measures studied have a significant influence on the choice of destination and means of transport or on settlement development?
- **Supplementary research question comparison of study areas:** Do the studied measures lead to different results in the different study areas?

The following procedure was chosen to answer these research questions:

- Literature review and expert interviews on the functionality of the high-performance road network and traffic management measures affecting traffic flow on high-performance road network.
- Transport model analysis in various study areas on the current state of the functionality of the national road network and the effectiveness of traffic management measures (demand effectiveness and route choice effectiveness).

- Evaluation of the traffic management measures studied, using a comparative value analysis based on NISTRA-indicators.

Findings from the literature review and the expert interviews

Functionality of the national road network

The legal foundations, standards and research results specify the various functions of the national road network. The problem of overlapping functions in or between agglomerations is well known, but no clear prioritisation of the various functions can be identified in the existing literature. Based on the comparison of the functionality of different inner city high-performance road sections, research results conclude that a location-specific system optimum (minimum travel time as the sum of all road users) should be aimed for, which can differ in terms of functions depending on the traffic situation in the study area.

The interviewed experts from the cantonal and federal administration are of the opinion that the national road network fulfils its function by absorbing as much traffic as possible, regardless of whether it is through traffic or connecting traffic (regional and local). The prioritisation of a specific function is difficult from the point of view of equal treatment, and the experts agree that the national road system should handle all the aforementioned traffic relationship types.

Problems occur primarily in the increasingly frequent bottleneck sections and at the interfaces to the regional road network. The problems at the interfaces occur because at these points the high capacity road network, on which, according to the experts, as much traffic as possible (regardless of the type of traffic relationship) should be handled, meets the supply-oriented regional transport system, on which less private transport should take place.

Traffic management measures

Traffic management on national roads is regulated by law and various traffic management measures are described and implemented in the form of ASTRA guidelines. Other traffic management measures such as car-pool lanes have been researched internationally and also nationally. The extent to which traffic management measures have an influence on the traffic relationship types on the high-performance road network is largely unexplored and therefore a thematic focus of the present study.

The interviewed experts are of the opinion that the overall optimum of the transport system (national and regional road network) is to be approached by means of traffic management measures on all network hierarchies. The current implementation status of traffic management measures varies greatly in the different study areas. The feedback on traffic management measures such as dosing of entrances/exits, closure of junctions, reduction of signalised speed as well as increase in car travel costs or parking costs from the experts of the regarded study areas were taken into account in the development and implementation of the respective traffic management measures in the transport model.

Transport model analysis

In order to determine the effectiveness of traffic control measures on the composition of traffic relationship types on the national road, various analyses were carried out using transport model calculations. The current situation was analysed for five different study areas. Two of these areas - Lucerne and Solothurn-Olten - were selected for further investigations in order to be able to better estimate the influence of the measures in differently composed study areas.

The following measures were investigated in the Lucerne and Solothurn-Olten study area:

- **Dosing of entrances and exits on national roads and closure of national road junctions (only Lucerne):** These measures tend to lead to an absolute and relative decrease in domestic and origin/destination traffic using the national road, and thus to

an increase in the traffic handled on the subordinate network.. Since through traffic on the national road remains roughly constant in absolute terms in these scenarios, its relative share increases slightly.

- **Increase in travel and parking costs:** These measures primarily lead to shifts in the modal split shares away from motorized individual traffic. If parking costs are increased, domestic and origin/destination traffic in particular will decrease, which means that the share of through traffic will also increase here. With an increase in the cost per kilometre, on the other hand, which is primarily effective for long journeys, this effect is exactly reversed.

The traffic management measures were modelled in both the daily and peak hour models in order to be able to estimate the different effects between more and less heavily utilised networks.

In the Solothurn-Olten study area, the influence of harmonising speeds was tested as an additional measurement:

- **Reduction of speed V_0 National road:** This measure, like the dosing of entrances and exits or connection closure, primarily leads to an absolute and relative decrease in the domestic and source/destination traffic processed via the national road. Since through traffic remains roughly constant in absolute terms in these scenarios, its relative share increases slightly.

For all of these model states and measures, the influence on the composition of the traffic relationship types on the national road was investigated. Complete runs of the traffic demand model were also carried out for measures that primarily affect route choice-, in order to fully model the interaction of the effects on destination-, mode and route choice.

Evaluation of the studied traffic management measures

The traffic management measures in the study areas of Lucerne and Solothurn - Olten that were investigated using transport model analyses were examined in the form of a comparative value analysis based on NISTRA indicators with regard to their contribution to the most sustainable traffic management possible. In addition, a qualitative assessment was made as to whether the measures have a rather promoting or inhibiting effect on the problem of urban sprawl.

Since the evaluation of many NISTRA indicators reacts strongly to the traffic load on the regional road network (quality of pedestrian/bicycle traffic and public transport, attractiveness of public space, noise pollution, etc.), measures with more traffic on the regional road network were evaluated negatively and those with less traffic positively.

The following results were obtained for the various traffic management measures investigated:

- **Dosing of entrances/exits to the national road:** The measure "Dosing of entrances/exits to the national road" tends to be assessed negatively overall in both study areas. In both study areas, the negative effects of the traffic shifts from the high-capacity roads to the regional road network dominate, which lead to a negative assessment of many indicators. The minor changes concerning the functionality of the high-capacity road network play a comparatively minor role. With regard to the impact on settlement development, it is decisive whether the dosing of the entrances/exits is carried out in the rural area or in the urban area, as the accessibility of the different areas is thus influenced differently. Increased accessibility of rural areas tends to promote urban sprawl, while increased accessibility of urban areas tends to inhibit urban sprawl.
- **Closure of the Lucerne city centre junction:** The examined measure "Closure of the Lucerne city centre junction" is to be assessed as fundamentally negative from the overarching perspective of the present study. In the overall network context, not a single one of the indicators examined is assessed positively, while many indicators are assessed negatively, primarily due to the shift of traffic from the high-capacity road network to the regional road network. However, if the measure is considered on a site-specific basis and assessed on the basis of factors such as e.g. backlogs from secondary nodes onto the national road, specific impairment of public transport, steering of traffic onto less

sensitive axes, performance of relevant nodes, etc., a different conclusion is certainly also conceivable. In the case of the closure of the Lucerne city centre junction, the effects of the "closure of junction" measure tend to promote urban sprawl. The accessibility of the rural areas remains constant, while the accessibility of the centre deteriorates and on the national road, longer journeys are preferred.

- **Reduction of speed v_0 on the National road:** The measure "Reduction of speed V_0 on the National road" is assessed negatively overall (80 km/h was examined). From an overarching perspective, the negative effects of traffic shifts from the high-capacity roads to the regional road network and the increase in travel times of motorized individual traffic dominate. The increase in capacity through speed reductions in heavily used peak hours was not taken into account in this study, which is why a different conclusion is also possible in specific detailed investigations. The potential effects of the measure "Reduction of speed v_0 national road" on settlement development tend to inhibit urban sprawl. The accessibility of rural areas is slightly worsened, while the accessibility of the centres is less affected.
- **Increase in parking costs for cars:** The measure "Increase in parking costs for private cars" is to be assessed positively in both study areas. The positive assessment is primarily due to the predicted decrease in motorized individual traffic. The handling of the increased traffic demand in public transport, pedestrian and bicycle traffic is not assessed with the present evaluation methodology.
- **Increase in the cost per kilometre of private vehicles:** The measure "Increase in the cost per kilometre of private vehicles" is to be assessed positively in both study areas. The positive assessment is primarily due to the predicted decrease in motorized individual traffic. The handling of the traffic demand shifted to public transport, walking and cycling is not assessed with the present evaluation methodology. The effects of the measure "increase in car kilometre costs" can be described as tending to inhibit urban sprawl. Although accessibility measured in terms of travel times increases both in rural areas and in the city centre, the disadvantage of long journeys is to be judged as clearly inhibiting urban sprawl.

Conclusion - answering the research questions

Research question 1: What are the site-specific optimal target functions of the high-capacity road network?

In the course of the present research work, the relevance of research question 1 was increasingly questioned. In the literature (legal foundations, standards, research), the various functions of high-capacity roads are described, but a prioritisation of certain functions in specific situations is not made. The national and cantonal experts interviewed also state that, according to their assessment and particular interests, the high-capacity road network must fulfil as many functions as possible and should basically handle as large a proportion of the motorized individual traffic volume as possible. The assessment that the high-capacity road network should handle as large a share of the motorized individual traffic volume as possible, regardless of the function or traffic relationship type, was again confirmed by the transport model analyses carried out and subsequent scenario assessments based on NISTRA indicators. In addition to the effects of traffic shifts from the high-capacity road network to the regional road network or the destination and mode choice effects, no decisive effects of the promotion of specific functions on the high-capacity road network on the promotion of sustainable traffic flow could be identified from a higher-level perspective. In the case of specific local problems, this assessment of appropriateness may turn out differently.

The high-capacity road network should therefore provide as good a service as possible for all functions (through-traffic, connecting regionally and connecting locally) so that the share of high-capacity road traffic performance in total motorized individual traffic performance can be maximised. The location-specific optimal target functions therefore correspond to the functional composition that ensures the highest possible proportion of traffic performance on the high-capacity road network and is therefore dependent on the traffic demand situation in the area under consideration. For example, in the study area Lucerne, the function "connect regionally" is important for handling the source/destination

traffic on the national road, as this traffic relationship type plays an important role with a share of almost 50% of the traffic load on the national road. In the study area Solothurn-Olten, on the other hand, the function "pass through" is important for handling the approx. 75% of through traffic.

As soon as a traffic load condition is reached at which the high-capacity road network is completely utilised, the research question could take on additional relevance, as the question then changes from "How do you manage to handle as large a proportion of the motorized individual traffic as possible on the high-capacity road network" to "Which traffic should be allocated the limited capacity on the high-capacity road network".

Research question 2: What measures can be taken to influence route choice so that these target functions can be achieved?

In the context of the present study, the effect of primarily route-selection-effective measures and primarily demand-effective measures on the traffic relationship types on the national road was investigated.

Primarily route-selection-effective measures

The route-selection-effective measures examined are all measures that inhibit certain functions on the high-capacity road network and thus generate more capacity for other functions:

- Dosing of entrances/exits on the national road and the closure of the Lucerne city centre junction result in a shift of domestic and origin/destination traffic away from the high-capacity road network to the regional road network. The share of through traffic on the national road network is increasing.
- Reduction Speed V_0 National Road basically inhibits all traffic relationship types on the national road. As better alternative routes are more often available for domestic and origin/destination traffic than for through traffic, the free capacity for and the share of through traffic on the HLS network increases.

Since only a minimal rebound effect (refilling of the freed-up capacities on the national road) could be demonstrated in the model studies, all the route-selection-effective measures examined lead to a decrease in traffic performance on the high-capacity road network as well as an increase in traffic volume on the regional road network.

From the overarching traffic load perspective, the examined measures that have an effect on route choice are not recommended. However, in the specific local project case, various positive effects of the measures are conceivable, that more than offset the negative effects of the traffic shifts (e.g. increase in traffic safety, prioritisation of public transport, pedestrian and bicycle traffic, etc.).

Primarily demand-effective measures

The examined measures, which primarily have an impact on demand, increase parking costs and increase the cost per kilometre for private cars, mainly lead to a modal shift from private cars to other modes of transport such as public transport, walking and cycling. The shares of the traffic relationship types on the national road remain largely unchanged, whereby the measure «increase in the cost per kilometre for cars» leads primarily to a decrease in long journeys and thus to a decrease in through and origin/destination traffic on the national road.

Within the framework of the measure evaluation based on NISTRA indicators, the two cost measures perform very well due to the decrease in motorized individual traffic demand. However, it should also be pointed out that the evaluation methodology is normally based on a stable traffic demand situation and does not take into account the impact of additional traffic on alternative modes of transport (e.g. capacity problems, but also expansions in public transport and improvements in the bicycle network).

Additional research question: Do the measures examined have a significant influence on the choice of destination and means of transport or on settlement development?

The primarily demand-effective measures examined (increase in parking costs, increase in kilometre costs for cars) have a decisive influence on the choice of transport mode in the form of the modal shift from private transport to the other modes of public transport, walking and cycling. Since various measures affect rather short or rather longer journeys, destination choice effects are also likely to be present, but to a lesser extent than would be the case with a change in the settlement structure.. The primarily route-choice-effective measures investigated show only a minor effect on demand.

With regard to the effect of the examined measures on settlement development, only tendencies can be estimated:

- **Tendency to promote urban sprawl:** In the case of the closure of the Lucerne city centre connection, the measure "closure of connection" tends to promote urban sprawl, as the accessibility of the city centre is worsened, while the accessibility of rural communities remains constant.
- **No tendency regarding settlement effect:** No tendencies regarding settlement effect could be identified for the measures "Dosing of entrances/exits to the national road" and "Increase in parking costs".
- **Tendency to discourage urban sprawl:** The measures "Reduction of speed V_{0} National Road" and "Increase in costs per kilometre for cars" tend to discourage urban sprawl due to the above-average increase in costs and slowing down of long journeys.

Do the measures examined lead to different results in the different study areas ?

The model analyses in the two study areas has basically shown that the effects of the measures go in the same direction both in the national road type "urban motorway" (Lucerne) and in the type "motorway between two agglomerations" (Solothurn Olten). However, there are certain differences in how strong the manifestations of these effects are:

- In the case of the measure "Dosage of entrances and exits to the national road", the shift to the regional road network in the Lucerne area is higher than in the Solothurn-Olten area due to the better alternative routes.
- In the case of the increase in kilometre costs, the reduction in car journeys on the regional road network is greater in the Solothurn Olten area than in the Lucerne area due to the lower settlement density and therefore longer journeys.

Due to the investigation of only two study areas, no generally valid statements can be extrapolated for the national road network in Switzerland, which is why site-specific conditions (settlement and road infrastructure conditions) must always be taken into account when assessing the effectiveness of measures for specific study areas.

Further need for research

Based on the findings of the literature review and the expert interviews, answering the research questions and assessing the limitations of the research design, three areas for further research needs can be derived:

- **Analysis of further study areas and traffic management measures:** The effects of the investigated or additional traffic management measures could be analysed in additional study areas using the methodology of the present research work. In a study area with a very heavily utilised high-capacity road and regional road network (possibly the Zurich area, Gubrist), it would be conceivable that a stronger rebound effect would occur, thus lending additional relevance to the research questions and possibly achieving additional findings. If no significant rebound effect were to occur in the additional study areas, at least the validity of the statements made in the context of this research could be more broadly supported or questioned.
- **Examination of further model approaches:** Two approaches would be worth examining here: A conversion of the route choice models to stochastic reallocations, which better reflect the heterogeneity of road users' preferences and secondly, a combination of settlement development and transport demand models to represent the feedback between higher-level and more long-term changes.
- **Analysis of the effects of traffic management measures on the high-capacity road network in reality:** Independently of the present research work, numerous traffic management measures have been and are being implemented on the high capacity road network. Within the framework of traffic surveys or also revealed-preference surveys, the effects of these measures on the traffic relationship types on the high-capacity road network, traffic shifts and traffic demand (mode choice, destination choice) could be determined through before/after comparisons and compared with the results of the transport model analyses. In the process, a possible rebound effect can also be specifically investigated.
- **Investigation of the traffic composition on the high-capacity road network and its influence with regard to the traffic purpose:** The present research work investigates the function of the high-capacity road network with regard to the traffic relationship types or the functions "pass through", "connect regional" and "connect local". In the expert interviews, it was mentioned several times that a selective promotion or hindrance according to transport purpose (freight transport, commercial transport, commuter transport, leisure transport, etc.) could be more interesting than that according to transport relationship type. As the digitalisation of vehicles and transport infrastructure progresses, selective management according to transport purpose becomes conceivable, so that, for example, a trip to the shopping centre would be charged differently than a workers trip from the warehouse to the construction site. Future research could analyse the technical and legal feasibility as well as the effects and impacts of such traffic management measures.

1 Ausgangslage und Fragestellung

1.1 Hintergrund

Auf dem nationalen Hochleistungsstrassennetz und dem nachgelagerten Strassennetz überlagern sich verschiedenste Ansprüche und Funktionen:

- Das Hochleistungsstrassennetz dient als Rückgrat des Strassenverkehrs, auf welchem die Verkehrsbelastungen des (inter-)nationalen Personen- und Warenverkehrs gebündelt werden sollen (Funktion «**Durchleiten**» - Verkehrsbeziehungstyp Durchgangsverkehr).
- Im Bereich von grösseren Agglomerationen werden die grossmassstäblichen Verkehre mit regionalen Verkehrsbeziehungen (u.A. Pendler- und Freizeitverkehr zwischen ländlichen Regionen und Agglomerationen) überlagert (Funktion «**Verbinden regional**» - Verkehrsbeziehungstyp Quell-/Zielverkehr).
- Innerhalb von Agglomerationen nutzen teilweise noch kleinräumigere Verkehre das Hochleistungsstrassennetz, da auf diesem die Reisezeiten kürzer sind (Funktion «**Verbinden lokal**» - Verkehrsbeziehungstyp Binnenverkehr)

Die Überlagerung der genannten Funktionen kann zu Verkehrsüberlastungen auf spezifischen Infrastrukturabschnitten oder von ganzen Regionen führen. Die Funktionsansprüche ans Nationalstrassennetz stehen zudem in Wechselwirkung mit dem Verkehrsablauf auf dem nachgelagerten Strassensystem. Auf dem nachgelagerten Strassensystem ist insbesondere auch die Multimodalität (Strassengebundener ÖV, Fuss- und Veloverkehr) zu berücksichtigen.

Die Behebung von Kapazitätsengpässen durch Strassenausbauten ist sehr aufwendig, aus Platzgründen häufig nicht möglich und politisch/ gesellschaftlich umstritten. Zudem zeigt sich, in der Schweiz wie auch in stärker MIV-geprägten Ländern, dass nachfrageorientierte Strassenausbauten aufgrund von Rebound-Effekten nicht zu einer nachhaltigen Verkehrsentwicklung beitragen.

1.2 Ziele des Forschungsprojektes

Im Rahmen der vorliegenden Forschungsarbeit sollen für das Hochleistungsstrassennetz und das nachgelagerte Strassensystem die Soll-Funktionen in Anlehnung an die Auflistung in Kapitel 1.1 räumlich differenziert definiert und priorisiert werden. In einem zweiten Bearbeitungsschritt werden verkehrstechnische und raumplanerische Massnahmen entwickelt und evaluiert, welche die gewünschte Funktionalität auf den entsprechenden Strassenabschnitten durch eine Beeinflussung der Routen-, Verkehrsmittel- und Zielwahl gewährleisten sollen.

1.3 Forschungsfragen

Im Rahmen des vorliegenden Forschungsprojekts sollen die folgenden zwei zentralen Forschungsfragen geklärt werden:

- **Forschungsfrage 1:** Welches sind die standortspezifisch optimalen Soll-Funktionen des HLS-Netzes?
- **Forschungsfrage 2:** Welche Massnahmen ermöglichen eine Beeinflussung der Routenwahl, so dass diese Soll-Funktionen erreicht werden können?

Nachgelagert sollen zudem folgende Forschungsfragen geklärt werden:

- **Ergänzende Forschungsfrage Verkehrsnachfrage/ Siedlungswirkung:** Haben die untersuchten Massnahmen einen massgebenden Einfluss auf die Ziel- und Verkehrsmittelwahl oder die Siedlungsentwicklung?
- **Ergänzende Forschungsfrage Vergleich Untersuchungsgebiete:** Führen die untersuchten Massnahmen in den verschiedenen Untersuchungsgebieten zu unterschiedlichen Resultaten?

1.4 Vorgehensweise

Abbildung 1 zeigt die im Rahmen des Forschungsgesuchs vorgesehenen Arbeitsschritte und Meilensteine. Das ursprünglich vorgesehene Vorgehen lässt sich wie folgt zusammenfassen:

- In den Arbeitsschritten 1 – 3 werden aufgrund der Fachliteratur, Experteninterviews und Verkehrsmodellanalysen Hinweise gesammelt, welche Soll-Funktion das HLS-Netz in spezifischen Untersuchungsräumen haben könnte und es werden aktuelle Erkenntnisse zu Verkehrsmanagementmassnahmen zusammengetragen.
- In Arbeitsschritt 4 wird ein Zielsystem zusammengestellt, anhand dessen die im Rahmen der Massnahmenprüfung resultierenden Verkehrszustände beurteilt werden können.
- In den Arbeitsschritten 5 – 9 wird mittels eines doppelt iterativen Vorgehens die optimale Soll-Funktion des HLS-Netzes in einem spezifischen Untersuchungsraums sowie die dazu nötigen Verkehrsmanagementmassnahmen ermittelt.
- In Arbeitsschritt 10 wird ein Fazit über die verschiedenen optimalen Soll-Funktionen in den verschiedenen Untersuchungsgebieten und die Auswirkungen der geprüften Verkehrsmanagementmassnahmen gezogen.

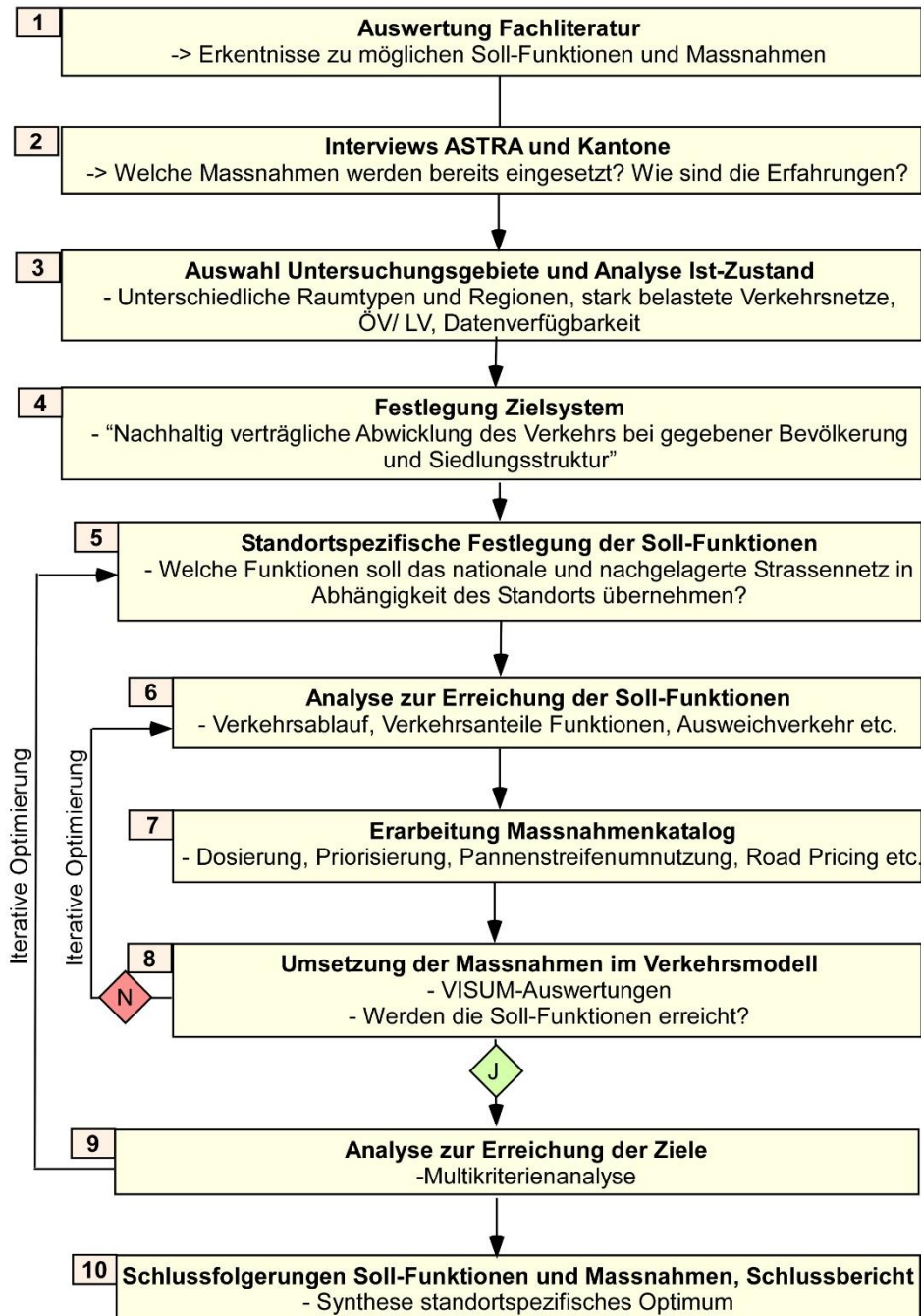


Abb. 1 Übersicht vorgesehene Vorgehensweise

Im Rahmen der Erarbeitung des Forschungsprojekts erwies sich das vorgesehene Vorgehen als nicht zielführend bzw. umsetzbar. Aus den folgenden Gründen wurde vom vorgesehenen Vorgehen abgewichen:

- Die VM-Massnahmen zeigten nur eine relativ kleine Wirkung auf die Funktionalität des Hochleistungsstrassennetz und diese Funktionalität hatte wiederum eine bescheidene Wirkung auf die Zielerreichung einer nachhaltigen Verkehrsabwicklung (siehe Kapitel 6.4 & 10.2). Aus diesen Gründen konnte die iterative Optimierung im Rahmen der Arbeitsschritte 5 – 9 nicht wie vorgesehen durchgeführt werden.
- Durch den Einsatz von detaillierteren kantonalen Verkehrsmodellen, die Prüfung des Einsatz von Spitzenstundenmodellen sowie die Durchführung von Verkehrsmittel- und Zielwahlberechnungen erwiesen sich die Verkehrsmodellrechnungen als deutlich auf-

wändiger als angenommen. Aus diesem Grund wurden beispielsweise nur die Auswirkungen von einzelnen VM-Massnahmen und nicht von Massnahmenkombinationen untersucht.

Abbildung 2 zeigt die in der Forschungsarbeit umgesetzten Arbeitsschritte und Meilensteine.

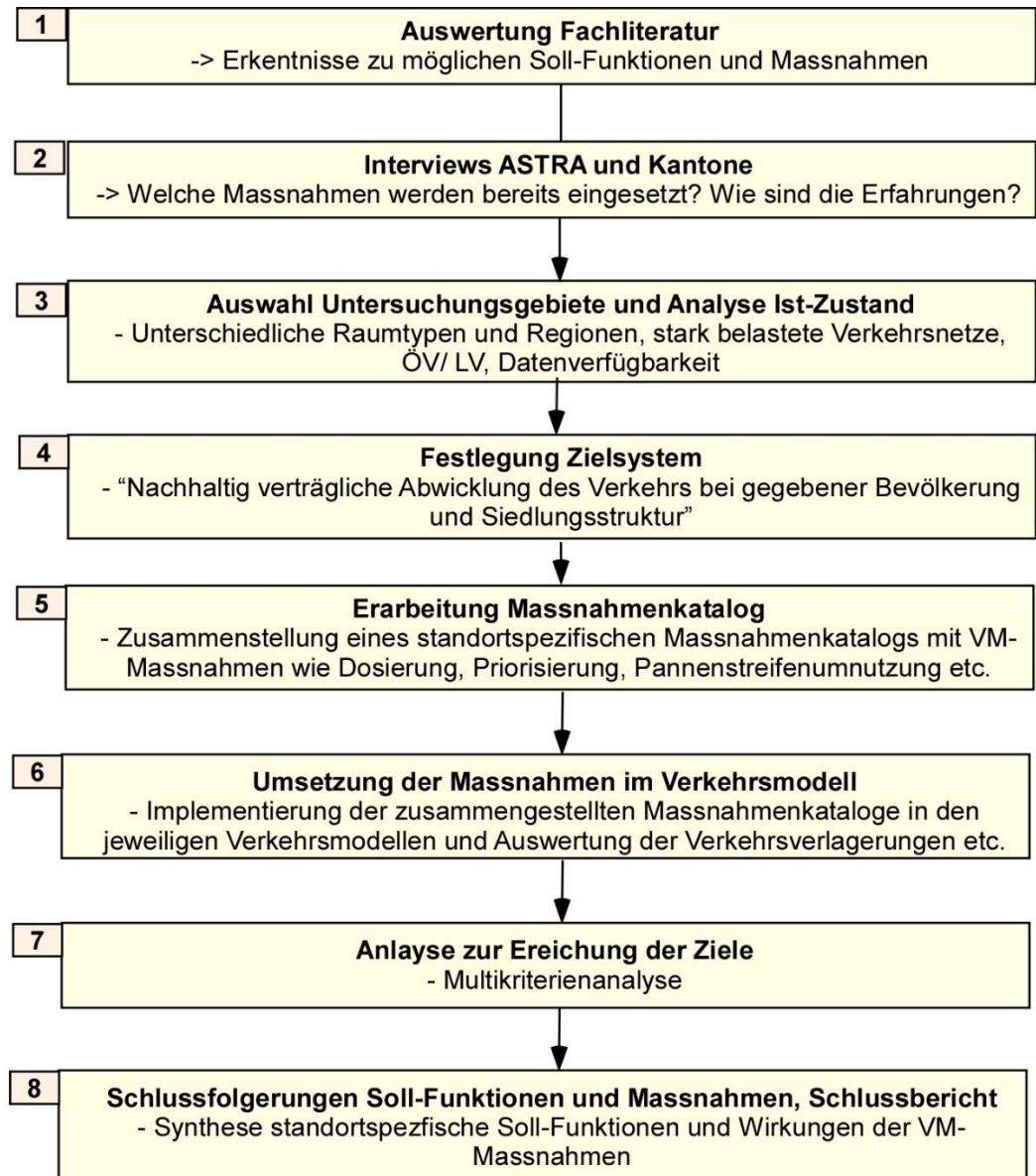


Abb. 2 Übersicht durchgeführtes Vorgehen

1.5 Zentrale Begriffe der vorliegenden Forschungsarbeit

Nachfolgend werden zentrale Begriffe der vorliegenden Forschungsarbeit und ihre Verwendung kurz erläutert:

- **Funktion HLS-Netz:** Die Funktionalität des HLS-Netzes wird in Anlehnung an REG-Norm 40 040 [17] in «Durchleiten» und «Verbinden» unterteilt. Um unterschiedlich lange Verbindungswege differenzieren zu können, wird zusätzlich in «Verbinden regional» und «verbinden lokal» unterschieden.
- **Verkehrsbeziehungstyp:** Verkehrsbeziehungen können in Bezug auf ein Untersuchungsgebiet in die Typen «Durchgangsverkehr», «Quell-/Zielverkehr» und «Binnenverkehr» kategorisiert werden. Im Rahmen der vorliegenden Forschungsarbeit wird definiert, dass Durchgangsverkehr der Funktion «Durchleiten», Quell-/Zielverkehr der Funktion «Verbinden regional» und Binnenverkehr der Funktion «Verbinden lokal» entspricht.
- **Rebound-Effekt:** Der Rebound-Effekt beschreibt den Effekt, dass im Strassennetz mittels Massnahmen freigespielte oder zusätzlich erstellte Kapazitäten durch neue/ andere/ zusätzliche Fahrten belastet werden und so die erhoffte Erhöhung der verkehrlichen Leistungsfähigkeit zumindest teilweise nicht erreicht werden kann.

2 Literatur

2.1 Funktionalität des Nationalstrassensystems

2.1.1 Gesetzliche Grundlagen

Gemäss Artikel 10 in der UVEK-Organisationsverordnung [5] ist das ASTRA die Fachbehörde für die Strasseninfrastruktur und den individuellen Strassenverkehr und verfolgt folgende Ziele:

- Fertigstellung eines sicheren, leistungsfähigen und wirtschaftlichen Nationalstrassennetzes und Erhaltung seiner Substanz;
- **Sicherstellung der Funktionstüchtigkeit des Nationalstrassennetzes und dessen Einbindung in das transeuropäische Strassennetz;**
- Gewährleistung des Zugangs von Personen und Fahrzeugen im Strassenverkehr;
- Verbesserung der Sicherheit aller am Strassenverkehr teilnehmenden Personen und Fahrzeuge;
- Senkung der Umweltbelastung durch den Strassenverkehr.

Für die Sicherstellung der Funktionstüchtigkeit des Nationalstrassennetzes, definiert das ASTRA folgende Hauptaufgabenbereiche:

- Gewährleistung der Einbindung ins transeuropäische Strassennetz
- Überprüfung und gegebenenfalls Anpassung der Netzstruktur
- Fertigstellung des beschlossenen Nationalstrassennetzes
- Unterstützung des Ausbaus des Hauptstrassennetzes
- Sicherstellung der Verfügbarkeit des Nationalstrassen- und Hauptstrassennetzes
- Ausarbeitung von Grundlagen für ein effizientes Verkehrsmanagement
- Sicherstellung der Gebrauchstauglichkeit des Nationalstrassennetzes
- Senkung der durch den Strassenverkehr verursachten Umweltbelastung
- Verbesserung der Strassenverkehrssicherheit
- Gewährleistung des sicherheitsgerechten Zugangs von Personen und Fahrzeugen zum Strassenverkehr
- Führen des gesamtschweizerischen Datensystems zum Strassenverkehr
- Entwicklung und Realisierung der Bauprojekte unter dem Primat der Nachhaltigkeit

Die infrastrukturseitige Erreichung dieser Ziele wird übergeordnet durch das Bundesgesetz Nationalstrassen [1] und die Nationalstrassenverordnung [2] geregelt.

Hinsichtlich der für die vorliegende Forschungsarbeit interessanten Funktionen des Nationalstrassennetzes kann aus den gesetzlichen Grundlagen am ehesten die Funktion «Durchleiten» herausgelesen werden («transeuropäisches Strassennetz»), es wird aber nicht spezifisch auf die verschiedenen zu leistenden verkehrlichen Funktionen eingegangen.

2.1.2 Normen

Die REG-Norm 40 041 [17] beschreibt die Anforderungen an bzw. die Funktionalität der verschiedenen Strassentypen in der Schweiz. Für die HLS werden je nach Lage unterschiedliche Funktionalitätsziele genannt:

- «HLS dienen zur Überwindung grosser Fahrdistanzen. Deshalb sollen sie eine hohe Transportleistung bei relativ grossen Geschwindigkeiten ermöglichen»
- «HLS innerhalb besiedelter Gebiete dienen primär dem Durchleiten des Durchgangsverkehrs. Je nach Linienführung und je nach Lage der Anschlussstellen erfüllen sie auch Zubringerfunktionen für den gebietsbezogenen Ziel-/ Quellverkehr»
- «Die primäre Anforderung an HLS innerhalb besiedelter Gebiete besteht im Angebot einer möglichst hohen Transportleistung, bei einer angemessenen Verkehrsqualität. Die grösste Leistung lässt sich bei Betriebsgeschwindigkeiten erzielen, die im Bereich zwischen 50 und 80 km/h liegen.»

Zwischen den Agglomerationen steht demnach das «Durchleiten» im Zentrum, im Bereich der Agglomerationen wird diese Funktion allerdings durch «Verbinden regional» und «Verbinden lokal» ergänzt.

Eine überarbeitete Fassung der grundlegenden Norm REG-Norm 40 040 [17] ist aktuell in Vernehmlassung und definiert etwas allgemeiner:

- «Autobahnen und Autostrassen – auch als Hochleistungsstrassen (HLS) bezeichnet – haben primär internationale und nationale Bedeutung und die Funktion des Durchleitens. Sie können auch Verbindungsfunktionen übernehmen.»

Der Vernehmlassungsentwurf der REG-Norm 40 040 legt einen Schwerpunkt auf die Durchleitungsfunktion. Inwiefern diese Formulierung auch in der Schlussfassung der Norm Eingang findet, kann zum Zeitpunkt der Erarbeitung der vorliegenden Forschungsarbeit nicht abgeschätzt werden.

Im Gegensatz zur Schweiz wird in Deutschland bezüglich der Funktion zwischen zwei Autobahntypen unterschieden. In der deutschen «Richtlinie für integrierte Netzgestaltung» [19] wird für den Typ «Fernautobahn» und den Typ «Überregional-/ Stadtautobahn» ein typischer Entfernungsbereich wie auch die angestrebte Fahrgeschwindigkeit angegeben:

Tab. 1 Kategorisierung Verkehrswege gemäss [19] (Ausschnitt)

Kategoriengruppe	Kategorie	Standardentfernungs- bereich [km]	Angestrebte Pkw-Fahr- geschwindigkeiten [km/h]
Autobahnen	AS 0/I Fernautobahn	40 – 500	100 – 120
	AS II Überregionalauto- bahn, Stadtautobahn	10 – 70	70 – 90

Während auf Fernautobahnen klar die Funktion «Durchleiten» dominiert, wird auf Überregional-/ und Stadtautobahnen auch die Funktion «Verbinden regional» und «Verbinden lokal» erwartet. Die deutsche Normierung ist aufgrund der unterschiedlichen räumlichen Gegebenheiten nicht direkt auf den Schweizer Anwendungsfall übertragbar, gibt aber einen Hinweis darauf, dass die Funktionalität der Nationalstrasse lokal differenziert werden kann bzw. soll.

2.1.3 Forschungen und Dokumentationen

Die Funktionalität von Nationalstrassen wurde speziell im Bereich von Agglomerationen und ihren Kernstädten bereits im Rahmen verschiedener Forschungsarbeiten untersucht.

In der SVI-Forschung «Spezifische Anforderungen an Autobahnen in städtischen Agglomerationen» [34] wird die Funktionalität von HLS in Agglomerationen wie folgt beschrieben:

- «Hochleistungsstrassen in Agglomerationen dienen vor allem dem Ziel-, Quell- und Binnenverkehr.»
- «Hochleistungsstrassen in Agglomerationen sollen den Verkehr bündeln, so dass das lokale Strassennetz seine Funktionen im Siedlungsraum optimal und siedlungsgerecht wahrnehmen kann.»

Ähnlich wird in der ARE-Initialstudie «Gestaltung von Mobilität in Agglomerationen» [27] argumentiert, dass von HLS in Agglomerationen sowohl Durchgangsverkehr wie auch Quell-/Ziel- und auch Binnenverkehr abgewickelt werden:

- «Der Transitverkehr bezogen auf die Agglomeration wird grösstenteils über das HLS-Netz abgewickelt.»
- «Die HLS bündelt und verteilt den Ziel- und Quellverkehr der Agglomeration, sowohl nach innen zur Kernstadt als auch nach aussen in den urbanen Gürtel der Kernstadt und das übrige Agglomerationsgebiet.»
- «Die HLS übernimmt analog zum Ziel- und Quellverkehr auch wesentliche Funktionen für den Binnenverkehr innerhalb der Agglomeration. Bezogen auf die Kernstadt übernimmt die HLS je nach Fahrbeziehungen auch eine gewisse Umfahrfunktion für die Kernstadt.»

In den letzten Jahren wurde ein Forschungsschwerpunkt auf die Schnittstellen zwischen nationalem und nachgelagertem Strassennetz gelegt. Diese Schnittstellen sind aus verkehrsplanerischer Sicht insofern interessant, als dass ein relativ breiter politischer Konsens besteht, dass der Verkehr auf den Nationalstrassen gebündelt und so das nachgelagerte Strassennetz entlastet und für ÖV, Fuss- und Veloverkehr optimiert werden soll. An den Schnittstellen treffen diese zwei Systeme aufeinander. Im ASTRA-Grundlagenbericht «Schnittstellenproblematik zwischen dem nationalen und lokalen Strassennetz» [25], wurde im Zusammenhang mit der Schnittstellenproblematik für 4 untersuchte HLS-Abschnitte in Basel, Bern, Luzern und St. Gallen auch die Funktionalität der Nationalstrasse untersucht.

Tab. 2 Verkehrszusammensetzung an einem ausgewählten innerstädtischen HLS-Querschnitt (Quelle: [25])

	Luzern	Basel	Bern	St. Gallen
Ziel-/ Quellverkehr (Tagesverkehr städt. HLS)	50 %	69 %	46 %	50 %
Binnenverkehr (Ta- gesverkehr städt. HLS)	7 %	4 %	10 %	33%
Durchgangsverkehr (Tagesverkehr städt. HLS)	43 %	27 %	44 %	17 %

Im innerstädtischen Bereich wickeln HLS demnach 17% - 44% Durchgangsverkehr ab. Im Weiteren werde betreffend Funktionalität der HLS in/ um Kernstädte folgende Schlussfolgerungen gezogen:

- «Funktionsfähige HLS entlasten das lokale Strassennetz und schaffen so Spielraum für Massnahmen zur Förderung des ÖV und des Langsamverkehrs.»
- «Die Verkehrsmodelle zeigen je nach Pilotstadt unterschiedliche Verdrängungseffekte. Im Gesamtverkehrsmodell Bern wird Verkehr von den Lokalstrassen auf die HLS verdrängt, während die Verkehrsmodelle Luzern und St. Gallen gegenteilige Effekte zeigen (Verdrängung von HLS auf Lokalstrassen).»

- «Im Übergangsbereich (Sekundärknoten) von der HLS zum lokalen Strassennetz überlagern sich die Anforderungen und Wünsche des MIV (HLS-MIV, lokaler MIV), des ÖV (Busse und Trams), der Velofahrenden und der Zufussgehenden. Im Zusammenhang mit einer beschränkten Kapazität führt dies zu einem funktionalen Zielkonflikt.»
- «Die Abwägung der verschiedenen Ansprüche und der Umgang mit den damit verbundenen Zielkonflikten erfordern eine gesamthafte Netzbetrachtung und ein abgestimmtes Verkehrsmanagement über alle Strassennethierarchien. Insbesondere eine möglichst optimale Verteilung des Verkehrs auf die verfügbaren Anschlüsse (Systemoptimum statt Nutzeroptimum) ist in diesem Zusammenhang anzustreben.»

2.1.4 Zwischenfazit Funktionalität des Nationalstrassennetzes

Die gesetzlichen Grundlagen, Normen und Forschungsergebnisse benennen die verschiedenen Funktionen des Nationalstrassennetzes. Die Problemstellung der sich überlagernden Funktionen in bzw. zwischen Agglomerationen ist erkannt, in den bestehenden Grundlagen ist allerdings keine klare Priorisierung der verschiedenen Funktionen zu erkennen. Forschungsergebnisse kommen aufgrund des Vergleichs der Funktionalität von verschiedenen innerstädtischen HLS-Abschnitten zum Schluss, dass ortsspezifisch ein Systemoptimum angestrebt werden soll, welches sich hinsichtlich Funktionen je nach verkehrlicher Situation im Untersuchungsraum unterscheiden kann.

2.2 Verkehrsmanagement auf Nationalstrassen

2.2.1 Gesetzliche Grundlagen

Die Zuständigkeiten für Verkehrsmanagement auf Nationalstrassen sind in der Nationalstrassenverordnung geregelt [2]. Grundsätzlich sind das ASTRA und die Kantone in der Pflicht:

- «Das ASTRA ist zuständig für das Verkehrsmanagement auf den Nationalstrassen. Es betreibt den Verkehrsdatenverbund und die Verkehrsmanagementzentrale und sorgt für die Verkehrsinformation für die Nationalstrassen.»
- «Für Strassen mit häufig auftretenden Ereignissen, die bedeutende Auswirkungen auf die Nationalstrasse haben und Massnahmen des nationalen Verkehrsmanagements erfordern, haben die Kantone Verkehrsmanagementpläne zu erstellen.

2.2.2 ASTRA-Standards

Für das Verkehrsmanagement auf Nationalstrassen wurden bereits viele Astra-Standards auf den verschiedenen konzeptionellen Stufen entwickelt, wobei die verschiedenen Richtlinien (orange in untenstehender Abbildung) für die vorliegende Forschungsarbeit am aussagekräftigsten sind. Das Verkehrsmanagement auf Nationalstrassen ist insbesondere im Kontext der Teilstrategie Verkehrsfluss [23] des ASTRA zu sehen.

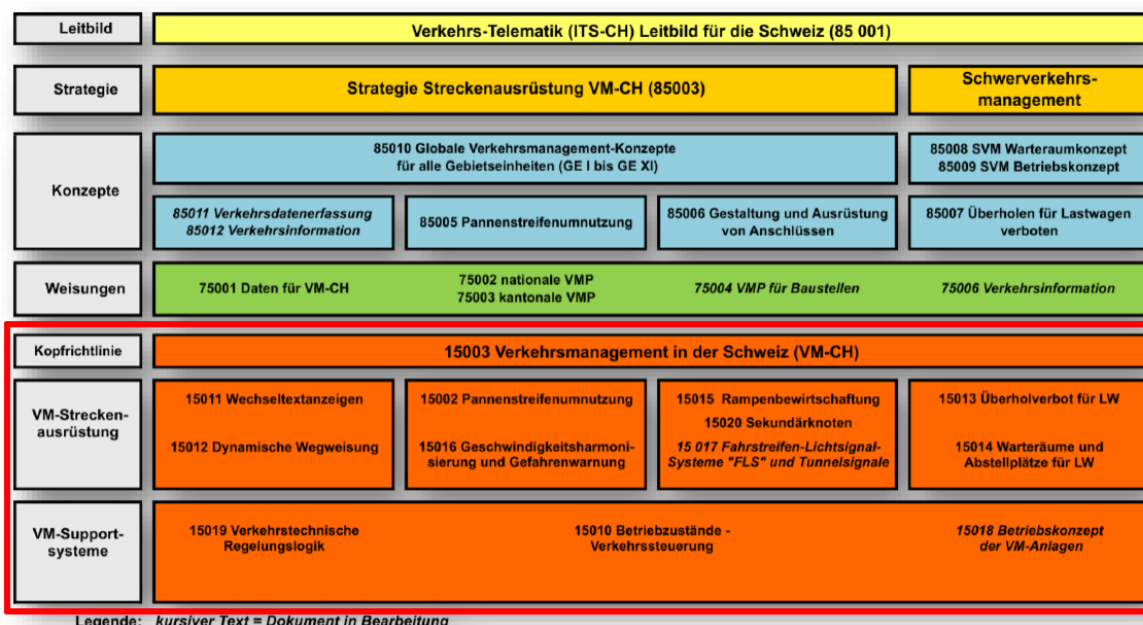


Abb. 3 ASTRA-Standards Verkehrsmanagement auf Nationalstrassen (Quelle: Folienpräsentation ASTRA-Fachtagung 2021)

In der nachfolgenden Tabelle werden die verschiedenen in den Richtlinien beschriebenen VM-Massnahmen kurz portraitiert und es wird beurteilt, ob die Massnahme einen Einfluss auf die Verkehrsbeziehungstypen auf dem HLS-Netz hat und somit von Interesse für die vorliegende Forschungsarbeit ist.

Tab. 3 ASTRA-Richtlinien betreffend VM-Massnahmen

Richtlinie	Kurzbeschreibung	Beurteilung Auswirkung auf Verkehrsbeziehungstypen auf dem HLS-Netz
15002 Pannestreifenum-nutzung [7]	Mittels einer temporären oder konstanten Um-nutzung des Pannestreifens kann der Ver-kehrsfluss auf der HLS erhöht und so eine Ver-kehrsverlagerung provoziert werden. Die Mass-nahme könnte auch mit der Massnahme «Car-Pool-Lanes» (siehe Kapitel 2.2.3) kombiniert werden	Eventuell Die durch den gestiegenen Ver-kehrsfluss erhöhte Attraktivität des HLS-Netzes wird ggf. von gewissen Verkehrsbeziehungstypen stärker genutzt als von anderen. Die Rück-verlagerung von Alternativrouten auf Nationalstrassen ist möglich.
15011 Wechseltextanzeige (WTA) [9]	WTA weisen die Reisenden kollektiv auf wich-tige kommende Ereignisse hin und leisten damit einen Beitrag zur Verkehrssicherheit und zum Verkehrsfluss.	Nein Es wird nicht erwartet, dass diese rein operative Massnahme einen massgebenden Einfluss auf die Verkehrsbeziehungstypen auf dem HLS-Netz hat.
15012 Dynamische Weg-weisung (DWW) [10]	«Die DWW umfasst alle Anzeigen zur dynami-schen Wegweisung im Verkehrsmanagement, die mit Hilfe von Wechselwegweisern und Vor-schrifts- bzw. Hinweissignalen Verkehrsteilneh-mer/innen auf unmittelbare Änderungen im Ver-kehrsablauf hinweisen.»	Eventuell DWW werden gemäss Definition primär in Störfallsituationen einge-setzt und sind somit eher ungeeig-net für eine grundsätzliche Beein-flussung der Verkehrsbeziehungs-typen auf dem HLS-Netz. Auf Stre-ckenabschnitten mit häufiger Ver-kehrsüberlastung kann mit DWW aber auf ein Systemoptimum hinge-arbeitet werden.
15013 LW-Überholverbot [11]	Das LW-Überholverbot verhindert sogenannte «Elefantenrennen» und trägt damit zu einer Steigerung von Verkehrsfluss und Verkehrssi-cherheit bei.	Nein Es wird nicht erwartet, dass der leicht gesteigerte Verkehrsfluss ei-nen massgebenden Einfluss auf die Verkehrsbeziehungstypen auf dem HLS-Netz hat..

15015 Rampenbewirtschaftung [12]	Durch eine gezielte Rampenbewirtschaftung kann der Verkehrsfluss auf der Stammstrecke verbessert werden (Verhinderung Pulkbildung) und die Verkehrsverteilung zwischen über- und nachgelagertem Netz kann durch Dosierung der Ein- und Ausfahrten justiert werden.	Ja Direkte Beeinflussung der Verkehrsverteilung zwischen über- und nachgelagertem Netz und damit auch der Verkehrsbeziehungstypen auf dem HLS-Netz.
15016 Geschwindigkeits- harmonisierung und Gefahr- warnung (GHGW) [14]	Durch eine Temporeduktion auf der Autobahn kann die vorhandene Verkehrskapazität länger genutzt werden.	Eventuell Die Temporeduktion und längere Nutzbarkeit der verfügbaren Verkehrskapazitäten führt ggf. zu veränderten Routenwahlen der verschiedenen Verkehrsbeziehungstypen.
15020 [15]	Sekundärknoten Durch eine gezielte Beeinflussung der Verkehrsströme am ersten Sekundärknoten kann die Funktionalität des HLS- und des nachgelagerten Strassennetz, ähnlich wie bei der Rampenbewirtschaftung gesteuert werden.	Ja Direkte Beeinflussung der Verkehrsverteilung zwischen übergeordnetem und nachgelagertem Netz und damit auch der Verkehrsbeziehungstypen auf dem HLS-Netz.

2.2.3 Forschungen und Dokumentationen

Neben den VM-Massnahmen, welche bereits durch einen ASTRA-Standard beschrieben sind (siehe Kapitel 2.2.2) bestehen zu weiteren VM-Massnahmen, welche einen Einfluss auf die Verkehrsbeziehungstypen auf der Nationalstrasse haben, Forschungen und Dokumentationen.

Car-Pool-Lanes

Als Car-Pool-Lane wird ein Fahrstreifen bezeichnet, welcher nur ab einem festgelegten Fahrzeugbesetzungsgrad benützt werden darf. In Modell- und auch empirischen Studien ([46] & [48]) wurde festgestellt, dass Car-Pool-Lanes zu einer Reduktion der Personenkilometer bei stabil bleibenden Fahrzeugkilometern führen können. Dieser Effekt entsteht dadurch, dass Fahrzeuge mit hohem Besetzungsgrad jene mit tiefem Besetzungsgrad überholen können.

Car-Pool-Lanes können aber auch zu einer Reduktion der Systemleistungsfähigkeit führen, wenn mit der Car-Pool-Lane ein Fahrstreifen nicht optimal ausgelastet ist. Mittels dynamischer Steuerung können die Wirkung bzw. die Auswirkungen von Car-Pool-Lanes je nach Verkehrsaufkommen optimiert werden.

Wenn man davon ausgeht, dass die verschiedenen Verkehrsbeziehungstypen unterschiedliche Besetzungsgrade aufweisen, könnten Car-Pool-Lanes einen Einfluss auf die Verkehrsbeziehungstypen auf dem HLS-Netz haben. Die Massnahme Car-Pool-Lanes kann auf dem Schweizer Netz mit im internationalen Vergleich relativ wenigen Fahrspuren nur situativ oder im Zusammenhang mit den Massnahmen «PUN» oder «Rampenbewirtschaftung» eingesetzt werden.

Mobility Pricing

Mobility Pricing wird definiert als benützungsbezogene Abgaben für Infrastrukturnutzung und Dienstleistungen im Individualverkehr und im öffentlichen Verkehr mit dem Ziel der Beeinflussung der Mobilitätsnachfrage [24]. Durch eine gezielte monetäre Bewirtschaftung gewisser Strassenabschnitten kann die verkehrliche Nachfrage auf dem übergeordneten und nachgelagerten Strassennetz direkt beeinflusst werden, wie verschiedene Grundlagenstudien und eine breit angelegte Wirkungsanalyse am Beispiel der Region Zug aufgezeigt hat ([24], [35], [41]). Es ist anzunehmen, dass durch eine Vergünstigung bzw. eine Verteuerung des Fahrens auf dem HLS-Netz die Verteilung der Verkehrsbeziehungstypen beeinflusst werden kann.

Sperrung von Ein-/ Ausfahrten während der Spitzenstunden

Mittels Sperrung von Ein-/ oder Ausfahrten des HLS-Netzes wird der grossräumige Verkehr (durchleiten) gegenüber dem kleinräumigeren Verkehr (Verbinden regional und lokal) bevorzugt. In der VM-Kopfrichtlinie des ASTRA [8] wird die temporäre Sperrung von Einfahrten bei häufigem Stau auf der Stammstrecke als mögliche Massnahme genannt, es existiert aber keine vertiefende Richtlinie zum Thema. In der Studie «Verkehrliche Auswirkungen Sperrung NS Anschlüsse» [26] werden die Auswirkungen auf dem übergeordneten und nachgelagerten Netz mittels Verkehrsmodellanalyse im Raum Zürich Nord untersucht. Die Studie kommt zum Schluss, dass infolge von Ein-/ Ausfahrtssperrungen die Nachteile auf dem nachgelagerten Netz die Vorteile auf dem übergeordneten Netz deutlich überwiegen. Die Studienautoren empfehlen, das Konzept von temporären Anschluss-Sperrungen nicht weiterzuverfolgen und stattdessen auf die erprobten Anschluss- oder Rampendosierungen zu setzen, welche einen prüfenswerten Mittelweg darstellen.

Parkraumbewirtschaftung

Mittels aus gross angelegten Stated-Choice-Experimenten abgeleiteten Verhaltensmodellen wurde in der SVI-Studie 2016/002 [38] ermittelt, dass gerade bei kurzen Fahrten die Parksuchzeit und die Parkgebühren einen grossen Anteil an den gesamten Fahrtkosten ausmachen. Mittels Parkraumbewirtschaftung lässt sich demnach die Ziel- und Verkehrsmittelwahl des Binnen- und Quell-/Zielverkehrs von Städten gezielt beeinflussen, was wiederum zu einer veränderten Zusammensetzung der Verkehrsbeziehungstypen auf der Nationalstrasse führen kann.

2.2.4 Zwischenfazit Verkehrsmanagement auf Nationalstrassen

Das Verkehrsmanagement auf Nationalstrassen ist gesetzlich geregelt und verschiedene VM-Massnahmen sind in Form von ASTRA-Richtlinien beschrieben und werden umgesetzt. Weitere VM-Massnahmen wie Car-Pool-Lanes wurden international und auch national erforscht. Ein Einsatz auf Nationalstrassen wäre grundsätzlich denkbar.

Inwiefern die VM-Massnahmen einen Einfluss auf die Verkehrsbeziehungstypen auf dem HLS-Netz haben, ist weitgehend unerforscht und daher ein thematischer Schwerpunkt der vorliegenden Forschungsarbeit.

3 Experteninterviews

3.1 Zweck und Methodik

Damit in der vorliegenden Forschungsarbeit die Interessen und Ansprüche der verschiedenen öffentlichen Stellen an die Funktionalität der Nationalstrasse adäquat dargestellt werden können und auch Erfahrungen mit dem Einsatz von VM-Massnahmen im Umfeld von Nationalstrassen abgeholt werden können, wurden Experteninterviews mit Vertreter/innen der verschiedenen Staatsebenen durchgeführt. Die Vertreter der Bundesstellen ASTRA und ARE wurden einzeln interviewt. Die Kantons- und Stadt-Vertreter/innen der Untersuchungsgebiete (siehe Kapitel 4) wurden in einem gemeinsamen Gespräch interviewt, um allfällige unterschiedliche Ansichten herausarbeiten zu können. Es wurden die folgenden Experteninterviews durchgeführt:

- ASTRA (Bundesamt für Strassen), Erwin Wieland (stv. Direktor)
- ARE (Bundesamt für Raumentwicklung), Ulrich Seewer (Vizedirektor)
- Kanton und Stadt Bern, Stefan Studer (Kantonsoberingenieur), Karl Vogel (Leiter Verkehrsplanung Stadt),
- Kanton und Stadt Luzern, Danièle Müller (Projektleiterin vif), André Rösch (Teamleiter vif), Milena Scherrer (Co-Leiterin Mobilität Stadt)
- Kanton Solothurn, Stefan Gantenbein (stv. Kantonsingenieur)
- Kanton und Stadt Zürich, Arndt König (Abteilungsleiter AfM Kanton), Rupert Wimmer (Leiter Verkehr und Stadtraum)

Die Experteninterviews wurden anhand eines im Vorfeld der Gespräche versandten Interviewleitfadens (siehe Anhang I) geführt. Als quantitative Grundlage für die Besprechung wurden die grundlegenden Verkehrsmodellanalysen (siehe Kapitel 4) beigezogen.

Die Aktennotizen der einzelnen Interviews sind in Anhang I abgelegt. Die Erkenntnisse werden in den Bereichen «Funktionalität der Nationalstrasse», «VM-Massnahmen» und «Zusammenarbeit zwischen den Staatsebenen» in den nachfolgenden Kapiteln zusammengefasst. Für jede Fragestellung wird zuerst der Konsens aller Expertinnen und Experten dargestellt und danach interessante Einzelpositionen aufgezeigt.

3.2 Erkenntnisse zur Funktionalität der Nationalstrasse

Ist die Funktionseinteilung für die Nationalstrasse in «Durchleiten», «Verbinden regional» und «Verbinden lokal» sinnvoll und zielführend?

Die vorgenommene Funktionseinteilung wird von den Expertinnen und Experten als theoretisch richtig angesehen, es stelle sich aber die Frage, inwieweit in der Praxis eine solche Einteilung umgesetzt wird und ob eine solche Einteilung zielführend ist. Die Priorisierung einer Funktion sei unter dem Gesichtspunkt der Gleichbehandlung schwierig und die Expertinnen und Experten sind sich grundsätzlich einig, dass die Nationalstrasse alle genannten Verkehrsbeziehungstypen abwickeln soll.

Vielen Expertinnen und Experten scheint eine Einteilung nach Fahrtzweck (z.B. Arbeits-/ Güterverkehr vs. Freizeitverkehr) interessanter. Jedoch wird auch die Umsetzbarkeit einer solchen Priorisierung als kritisch eingeschätzt.

- **Bern:** Die Autobahn nimmt in Bern nicht nur Durchleitungs- und Verbindungsfunktionen, sondern sogar Erschliessungsfunktionen wahr. Gewisse Beziehungen im städtischen Gebiet sind für den MIV fast nur via die Autobahn zu bewältigen und es gibt Ideen für eine Parkhauseinfahrt beim Wankdorf direkt ab der Autobahn.
- **Solothurn-Olten:** Die Aufnahme von Güterverkehr ist im Raum Solothurn-Olten eine zentrale Funktion der Nationalstrasse.
- **Zürich:** Eine Aufteilung der Funktion «Durchleiten» in «Durchleiten Agglomeration» und «Durchleiten national» könnte für die Agglomeration zusätzliche Erkenntnisse bringen.

Nimmt das Nationalstrassennetz im Ist-Zustand die gewünschte Funktion wahr?

Das Nationalstrassennetz nimmt seine Funktion grundsätzlich wahr, indem es möglichst viel Verkehr absorbiert, egal ob Durchleitungs- oder Verbindungsverkehr. Probleme treten primär in den immer häufiger werdenden Ereignisfällen und an den Schnittstellen zum nachgelagerten Netz auf. Die Probleme an den Schnittstellen treten auf, da an diesen Punkten das Verkehrssystem Nationalstrasse, auf dem gemäss Meinung der Expertinnen und Experten möglichst viel Verkehr (unabhängig vom Verkehrsbeziehungstyp) abgewickelt werden soll, mit dem nachgelagerten Verkehrssystem, auf dem tendenziell weniger MIV stattfinden soll, zusammentreffen.

- **Bern:** Da das politische Ziel ist, die Stadt vom MIV zu entlasten, muss die Autobahn zwingend auch Quell-/Ziel und Binnenverkehr aufnehmen.
- **Zürich:** Die radialen, nicht durchgehenden Autobahnabschnitte nehmen während den Spitzenstunden die Aufgabe als Stauraum wahr, wodurch Verkehrsüberlastungen im Zentrum abgeschwächt werden können.

Wie soll sich die Funktion der Nationalstrasse entwickeln?

Die Expertinnen und Experten sind der Ansicht, dass wohl am ehesten der kleinräumige Binnenverkehr auf andere Verkehrsträger verlagert werden könnte und damit nicht unbedingt auf der Nationalstrasse abgewickelt werden muss.

- **ARE:** Es müssen lokal optimierte Gesamtlösungen gefunden werden, welche alle Verkehrsträger umfassen. Der grossräumigere Verkehr kann ganz im ÖV oder via Mobilitätskette über Mobilitätsdrehscheiben abgewickelt werden. Der kleinräumige städtische Verkehr bewegt sich häufig in einem Distanzbereich, der auch mit dem Velo oder zu Fuss bewältigt werden kann.
- **ASTRA:** Die Maxime des ASTRA ist, möglichst viel Verkehr möglichst lange auf dem Nationalstrassennetz abwickeln zu können. Auch in Zukunft können die Siedlungsgebiete nur vom Verkehr entlastet werden, wenn auf der Nationalstrasse ein möglichst guter Verkehrsfluss erreicht wird.
- **Solothurn – Olten:** Die Hoffnung des Kantons Solothurn ist, dass mit dem 6-Streifen-Ausbau Luterbach-Härkingen auf der Nationalstrasse genügend Kapazität zur Verfügung gestellt werden kann, dass in einem ersten Schritt der Ausweichverkehr von Nationalstrasse auf das nachgelagerte Netz abnimmt, und in einem zweiten Schritt ggf. auch Verkehr von den Kantonsstrasse auf die Nationalstrasse verlagert werden kann.
- **Luzern:** Bei einer Realisierung des Bypass Luzern steht ein neuer Autobahnabschnitt zur Verfügung, der primär die Durchleiten-Funktion übernehmen kann. Die bestehende Autobahn wird als Stadt-Autobahn interpretiert, d.h. Verbinden regional und lokal, letztere ohne spezielle Anreize.

Welche zukünftigen Probleme werden betreffend dem Nationalstrassennetz erwartet?

Aufgrund des erwarteten Verkehrswachstums wird eine Intensivierung der bestehenden Probleme im Ereignisfall und an den Schnittstellen erwartet.

- **Luzern/ Bern/ Solothurn-Olten:** Die Expertinnen und Experten haben grossen Respekt vor anstehenden (Luzern, Solothurn) und zukünftigen (Bern) Bauarbeiten und den damit einhergehenden Kapazitätsbeschränkungen auf der Nationalstrasse.

Welche Chancen sehen Sie für den Verkehrsablauf auf der Nationalstrasse?

Der Verkehrsablauf auf der Nationalstrasse kann mittels relativ einfach umsetzbarer VM-Massnahmen optimiert werden. Längerfristig sind bei einer grossen Verbreitung von (teil-) autonomen Fahrzeugen weitere Optimierungsmöglichkeiten denkbar (z.B. kürzere Folgezeitlücken, Slot-Management etc.)

- **Luzern/ Solothurn – Olten/ Zürich:** In den Untersuchungsgebieten werden grosse Hoffnungen in die Nationalstrassenprojekte (Bypass Luzern, 6-Streifen-Ausbau Luterbach-Härkingen, 3. Röhre Gubrist) gelegt.

3.3 Erkenntnisse zu VM-Massnahmen

Grundsätzliche Aussagen zu Verkehrsmanagement auf Nationalstrassen

Die Expertinnen und Experten sind der Meinung, dass das Gesamtoptimum des Verkehrssystems (Nationalstrasse und nachgelagertes Netz) mittels VM-Massnahmen auf allen Netzhierarchien anzunähern ist.

- **ASTRA:** Das ASTRA setzt VM-Massnahmen auf seinem Netz primär zur Verbesserung des Verkehrsflusses ein. Das ASTRA erkennt zudem ein unterschiedliches Verständnis des Begriffs «Verkehrsmanagement» zwischen dem Bundesamt und den Kantonen/ Gemeinden: Während das ASTRA VM-Massnahmen primär zur Aufrechterhaltung des Verkehrsflusses auf der Nationalstrasse einsetzt, setzen Kantone VM-Massnahmen zur Verkehrsverhinderung und Verkehrsverlagerung weg von sensiblen Netzabschnitten ein.
- **Bern/ Zürich:** In den Räumen Bern und Zürich sind weit fortgeschrittene VM-Systeme im Einsatz, auch auf der Nationalstrasse und den Schnittstellen Nationalstrasse/ nachgelagertes Strassennetz.
- **Luzern/ Solothurn – Olten:** VM-Massnahmen werden auf städtischem und kantonalem Gebiet eingesetzt, die Abstimmung mit der Nationalstrasse spielt bis anhin eine untergeordnete Rolle. In Luzern laufen Planungen zur Abstimmung der VMs.

Rampenbewirtschaftung

Rampenbewirtschaftungen auf Autobahnausfahrten, d.h. gezielt eingesetzte LSA-Steuerung am ersten Knoten nach Autobahnanschlüssen sind bereits umgesetzt (Bern/ Zürich), sind in Planung (Luzern) oder sind grundsätzlich denkbar (Solothurn). Rampenbewirtschaftung auf Autobahneinfahrten wird situativ eingesetzt.

- **ARE:** Im Sinne der Erreichung des Systemoptimums darf auch Rückstau auf die Autobahn nicht kategorisch ausgeschlossen werden. Die Verkehrssicherheit muss allerdings zu jedem Zeitpunkt gewährleistet werden. Dies könnte beispielsweise durch PUN bzw. eine Verlängerung des Ausfahrtsstreifens erreicht werden.
- **ASTRA:** Der Verkehrsfluss auf der Nationalstrasse ist für ein funktionierendes Gesamtsystem zentral, weshalb der Rampenbewirtschaftung, insbesondere auf den Ausfahrtsrampen, Grenzen gesetzt sind.

Sperrung von Ein-/ Ausfahrten

- **ASTRA:** Temporäre Sperrungen sind schwierig umzusetzen (Signalisation, Wegweisung etc.) und die Wirkung von Sperrungen wird als grundsätzlich negativ erwartet (siehe [26]).
- **Bern:** Die Sperrung von Anschlüssen ist aufgrund der wichtigen Beziehungen spärlich ausgebauten und überlasteten nachgelagerten Netz nicht denkbar.
- **Solothurn – Olten:** Die Sperrung von Anschlüssen ist insbesondere hinsichtlich des Güterverkehrs, welcher möglichst direkt auf die Nationalstrasse geleitet werden soll, nicht denkbar.
- **Zürich:** Die Schliessung von Einfahrten widerspricht dem Ziel, den Verkehr auf der Nationalstrasse möglichst nahe an sein Ziel heranzuführen bzw. nahe seiner Quelle abzuholen und ist daher aus Sicht Stadt und Kanton eher nicht weiterzuverfolgen.
- **Luzern:** die Sperrung des Anschlusses Zentrum könnte untersucht werden, da dieser Anschluss den Verkehr, gemäss Meinung der Stadt, ohnehin tendenziell zu direkt ins Zentrum führt.

Pannestreifenumnutzung (PUN)

PUN sind in gewissen Untersuchungsgebieten bereits umgesetzt. Die Expertinnen und Experten erwarten aber keinen massgebenden Einfluss auf die Verkehrsbeziehungstypen auf der Nationalstrasse.

Car-Pool-Lanes

Car-Pool-Lanes kommen nur auf mindestens 3-Streifigen Abschnitten auf der Nationalstrasse und 2-Streifigen Abschnitten (je Fahrrichtung) auf dem nachgelagerten Netz bzw. auf den Rampen in Frage. Die Wirksamkeit von Car-Pool-Lanes wird aufgrund der kleinräumigen Schweizer Verhältnisse als tief eingeschätzt.

- **Luzern:** Car-Pool-Lanes könnten auf dem nachgelagerten Netz situativ mit Busspuren kombiniert werden. Der ÖV darf dadurch aber nicht behindert werden.
- **Zürich:** Es muss sichergestellt werden, dass mit Car-Pool-Lanes nicht Freizeitverkehr gefördert wird. Im Weiteren wird die volkswirtschaftliche Legitimation einer erwarteten schwach genutzten Infrastruktur kaum gegeben.

Mobility Pricing

Alle interviewten Expertinnen und Experten stehen vorbehaltlos hinter Mobility Pricing, schätzen die kurz- und mittelfristige politische Umsetzbarkeit aber als schlecht ein.

- **Bern:** Die Städte Bern und Biel bewerben sich beim Bund für ein Pilotprojekt Mobility Pricing.

Parkraumbewirtschaftung

Parkraumbewirtschaftung wird von den Expertinnen und Experten als wirkungsvolle Massnahme zur Steuerung der Verkehrsnachfrage angesehen. In allen Untersuchungsgebieten ist ein Parkraummanagement umgesetzt, in der Zukunft ist aber noch mit einer Ausweitung/ Verschärfung zu rechnen.

Weitere vorgeschlagene Massnahmen

Im Rahmen der Experteninterviews wurden die folgenden weiteren Massnahmen vorgeschlagen:

- **Information Reisezeiten:** Durch transparente Information der prognostizierten Reisezeit auf den verschiedenen Routen und Strassennetzen soll eine Verkehrslenkung auch im Ereignisfall gelingen (siehe Wechseltextanzeigen (WTA) in Kapitel 2.2.3).
- **Digitalisierung/ Slot-Management:** Bei hoher Durchdringung mit automatisierten Fahrzeugen werden Optimierungsmöglichkeiten für den Verkehrsablauf auf der Nationalstrasse vermutet. So könnten im Sinne eines Slot-Managements freie Kapazitäten auf stark belasteten Infrastrukturen den Fahrzeugen vor deren Abfahrt zugewiesen werden.
- **Verkehrsdrehscheiben:** Verkehrsdrehscheiben ermöglichen Mobilitätsketten und damit eine zumindest teilweise Verlagerung von MIV auf andere Verkehrsträger.
- **Cargo-Souterrain / City-Logistik:** Durch neuartige Güterverkehrskonzepte könnte der entsprechende Verkehr auf der Nationalstrasse vermindert werden.

3.4 Erkenntnisse zur Zusammenarbeit zwischen den Staatsebenen

Die Zusammenarbeit zwischen Gemeinden/Städten, Kantonen und Bundesämtern betreffend dem Verkehrsablauf auf der Nationalstrasse und dem nachgelagerten Netz wird sowohl durch institutionalisierte Absprachen (z.B. 2x/ Jahr) wie auch auf Projektbasis durchgeführt. Diese gegenüber früheren Jahren engere Zusammenarbeit wird von den verschiedenen Partnern grundsätzlich geschätzt.

- **ARE:** Das ARE arbeitet auf strategischer Ebene z.B. im Gefäss «Sachplan Verkehr» mit den Kantonen und Gemeinden zusammen. Bei den Agglo-Programmen plant der Bund nicht mit, sondern beurteilt nur. Auch bei tiefergehenden Planungsschritten wird der Bund häufig erst kurz vor Projektschluss in Form einer Vernehmlassung adressiert. Aus Sicht ARE wäre es anzustreben, dass die Bundesstellen schon früher in den eigentlichen Projekten mitplanen könnten.
- **ASTRA:** Die Gefässe für die Zusammenarbeit bestehen. Bei gewissen Fragestellungen wird aus Sicht ASTRA aber die Bereitschaft der Städte und Kantone zur gemeinsamen

Lösungsfindung vermisst. Oftmals wird von Kantonen und Städten unter dem Gesichtspunkt Verkehrsoptimierung primär die Verkehrsentslastung verstanden. Die erschwerte Zusammenarbeit ist aber nicht primär auf Kommunikationsprobleme, sondern eher auf verhärtete Standpunkte und Ansichten zurückzuführen.

- **Bern:** Bei allen Projekten an der Schnittstelle zwischen Netzen verschiedener Partner wird sehr eng zusammengearbeitet. Es ist dabei aber nicht immer einfach die richtige Ansprechperson beim ASTRA zu finden. Auf Seite Kanton und Stadt ist es aus Ressourcengründen schwierig, die übergeordneten Planungen zu stemmen. Es wäre deshalb der Wunsch von Stadt und Kanton, dass das ASTRA nicht nur auf Projektebene sondern auch auf konzeptioneller Ebene stärker den Lead übernehmen könnte, wozu aber ggf. die Rechtsgrundlagen des ASTRA angepasst werden müssten.
- **Luzern:** Die Zusammenarbeit mit dem ASTRA wird als grundsätzlich zielführend empfunden, wobei die Prioritäten des ASTRA (Verkehrsfluss auf der Autobahn) und Kanton/Stadt (funktionsfähiges nachgelagertes Netz und Priorisierung ÖV und Fuss-/ Veloverkehr) teilweise unterschiedlich sind.
- **Zürich:** Die verschiedenen Staatsebenen sind im Rahmen des RL-VRZ (Regionale Leitzentrale Verkehrsraum Zürich) organisiert. Die RL-VRZ gewährleistet mit ihrem koordinierten Ansatz zur Bewirtschaftung der Strassenkapazitäten und des Verkehrsmanagements im Raum Zürich die optimale volkswirtschaftliche Nutzung im Sinne aller Verkehrsteilnehmer/innen. Es findet ein ständiger Informationsaustausch über die VM-Instrumente zwischen der RL-VRZ und VMZ-CH (nationale Verkehrsmanagement-Zentrale) statt. Diskussionen zwischen ASTRA und Stadt/Kanton gibt es insbesondere an den Schnittstellen, d.h. bei den ersten Knoten auf dem nachgelagerten Netz. Gemäss Nationalstrassenfonds müssten diese Knoten grundsätzlich dem ASTRA zugewiesen werden. Die Stadt möchte diese Hoheit aber nicht abgeben, da sie sich aufgrund der räumlichen und betrieblichen Kenntnisse besser für die Steuerung dieser Knoten geeignet sieht. Auch sind in Zürich an diesen Knoten oft schon der ÖV, Velo- und Fussverkehr tangiert.

3.5 Fazit Experteninterviews

Die Expertinnen und Experten weisen allen verkehrlichen Funktionen der Nationalstrasse eine hohe Legitimation zu und beurteilen die Priorisierung einer Funktion grundsätzlich kritisch. In diesem Sinn ist die Funktion der Nationalstrasse so zu steuern, dass ein möglichst grosser Teil des MIV-Verkehrsaufkommens auf dem HLS-Netz abgewickelt werden kann.. Der Fokus der vorliegenden Forschung bleibt trotz der Skepsis der Expertinnen und Experten auf den Funktionen der Nationalstrasse.

Der Umsetzungsstand von VM-Massnahmen ist in den verschiedenen Untersuchungsgebieten sehr unterschiedlich. Die Notwendigkeit von VM-Massnahmen auch auf dem Nationalstrassennetz wird aber von keinem der Expertinnen oder Experten hinterfragt. Die Rückmeldungen zu VM-Massnahmen von den einzelnen Untersuchungsgebieten werden bei der Entwicklung der jeweiligen VM-Massnahmen berücksichtigt (siehe Kapitel 5).

4 Untersuchungsgebiete

4.1 Auswahl Untersuchungsgebiete

Für die Überprüfung der Funktionen der Nationalstrasse und die Implementierung von Massnahmen hat die Forschungsstelle gemäss folgendem Kriterienkatalog zusammen mit der Begleitkommission die Untersuchungsgebiete festgelegt:

- Es werden verschiedene Raumtypen abgedeckt:
 - Zwischen grösseren Agglomerationen
 - Innerhalb Agglomerationen
 - Stadtumfahrungsautobahnen
 - Autobahn durch Zentrum
- Der Fokus liegt auf stark belasteten Verkehrsnetzen, da in schwach belasteten Gebieten den Soll-Funktionen und Massnahmen nicht die gleiche Wichtigkeit zukommt.
- Die verschiedenen Gebiete sollen bezüglich ÖV/LV-Abdeckung eine Diversität aufweisen, sodass Verkehrsmittelwahleffekte standortspezifisch aufgezeigt werden können.
- Zur Erfassung allfälliger regionaler Eigenschaften sollen die verschiedenen Regionen der Schweiz abgedeckt werden.
- Die Verfügbarkeit der Daten (Verkehrsmodell) muss für alle Untersuchungsgebiete gewährleistet sein.
- Ortskenntnisse des Projektteams erleichtern die Massnahmenentwicklung.

Auf dieser Grundlage resultieren folgende in der Forschungsarbeit betrachtete Untersuchungsgebiete. Dabei ist zu beachten, dass sich die Forschungsstelle dazu entschieden hat, die Modellierung der Massnahmen – dort wo sie verfügbar sind – mit den kantonalen Gesamtverkehrsmodellen durchzuführen. Dies einerseits, da die zeitlichen Aufwände für die Modellläufe (Umlegungs- und Nachfragemodell) deutlich geringer sind als wenn sie mit dem NPVM durchgeführt werden und andererseits, da sich die Forschungsstelle und die Begleitkommission durch die Verwendung der, insbesondere auf Ebene der Strassennetze, detaillierteren kantonalen Verkehrsmodelle deutlichere Ergebnisse erhoffte.

- Bern (GVM BE)
- Zürich (GVM ZH)
- Luzern (GVM LU)
- Genf-Lausanne (NPVM)
- Solothurn-Olten (GVM SO)

4.2 Analyse Ist-Zustand

Die Analysen des Ist-Zustandes wurden für alle Untersuchungsgebiete mit dem NPVM durchgeführt. Dies ermöglicht allfällige Vergleiche der Untersuchungsgebiete untereinander. In den folgenden Abschnitten werden die Untersuchungsgebiete näher beschrieben und die resultierenden Analysen des Ist-Zustandes aufgezeigt. Folgende Analysen wurden durchgeführt:

- DWV Fzg-Belastungen
- Belastungen Binnenverkehr
- Belastungen Quell-/Zielverkehr
- Belastungen Durchgangsverkehr
- Belastungen Durchgangsverkehr zwischen den Agglomerationen (nur Untersuchungsgebiete Genf-Lausanne und Solothurn-Olten)
- Auslastung Nationalstrasse und Anteile der Verkehrsbeziehungstypen
- Spinnenbelastung Binnenverkehr des ausgewählten Querschnitts
- Spinnenbelastung Quell-/Zielverkehr des ausgewählten Querschnitts
- Spinnenbelastung Durchgangsverkehr des ausgewählten Querschnitts
- Spinnenbelastung Durchgangsverkehr zwischen den Agglomerationen des ausgewählten Querschnitts (nur Untersuchungsgebiete Genf-Lausanne und Solothurn-Olten)
- Fahrleistungen im Perimeter
- Modal-Split-Berechnungen

Um diese beschriebenen Analysen durchführen zu können, war es notwendig die bestehenden Umlegungsmatrizen des NPVM in den Binnen-, Quell-/Ziel- und Durchgangsverkehr des jeweiligen Perimeters aufzuteilen. Dazu wurde folgendes Vorgehen angewandt:

- Zuordnung der Verkehrsmodellzonen (Bezirke) zum jeweiligen Perimeter;
- Erstellung von 1-0-Matrizen für den Binnenverkehr, den Quell-Ziel-Verkehr und den Durchgangsverkehr;
- Multiplikation der 1-0-Matrizen mit den entsprechenden PW-, LI-, LW- und LZ-Matrizen des NPVM;
- Umlegung dieser neuen differenzierten Matrizen;

4.2.1 Untersuchungsgebiet Bern

Räumliche Ausdehnung

Folgende Abbildung zeigt die räumliche Ausdehnung des Untersuchungsgebiets Bern. Dieses beinhaltet die Gemeinden Bern, Köniz (ohne Schliern und südliche Gemeindegebiete), Ostermundigen und Muri. Die Nationalstrasse in diesem Perimeter nimmt eine Funktion als Stadtumfahrungsautobahn wahr, wobei es auf der Südseite von Bern keine nationale Ost-West-Verbindung gibt.

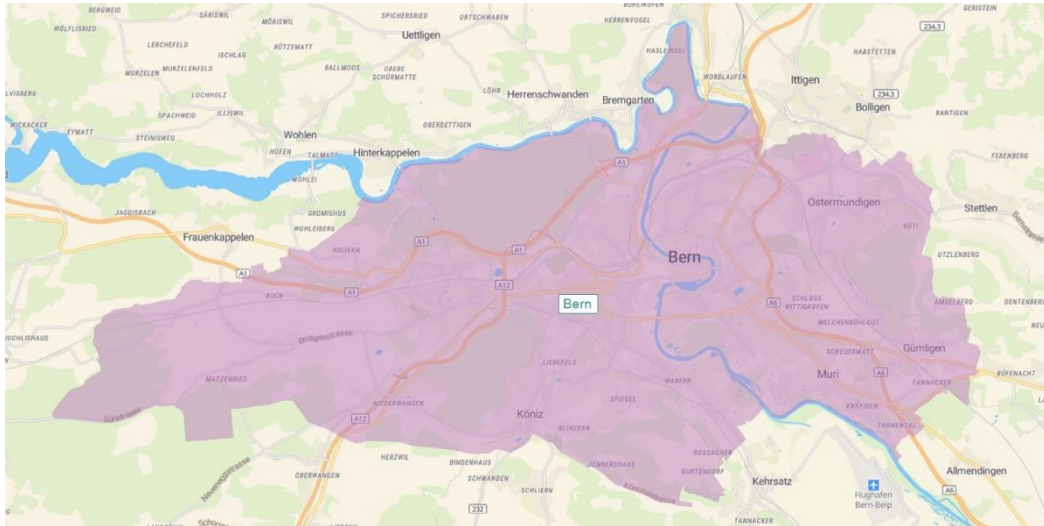


Abb. 4 Räumliche Ausdehnung Untersuchungsgebiet Bern

Analyse Ist-Zustand

Der DWV Fzg-Belastungsplot zeigt, dass die bedeutenden Verkehrsströme vor allem auf der A1 nördlich der Stadt Bern, zwischen Wankdorf (W) und Forsthaus (F) zu finden sind:



Abb. 5 DWV-Belastungen Perimeter Bern (NPVM) (in Fzg/Tag)

Der Plot des Binnenverkehrs zeigt, dass die bedeutenden Ströme hier vor allem im Zentrum im Raum Bahnhof (B) zu finden sind. Zu erwähnen ist aber auch, dass ein beträchtlicher Teil des Binnenverkehrs über die Nationalstrasse abgewickelt wird.



Abb. 6 DWV-Belastungen Binnenverkehr Perimeter Bern (NPVM) (in Fzg/Tag)

Der Quell- und Zielverkehr des Untersuchungsgebiets konzentriert sich auf die Nationalstrassen und die an die Nationalstrasse anschliessenden Zufahrtsachsen zur Innenstadt, v.a. auf die Murten- (M) und Tiefenastrasse (T).

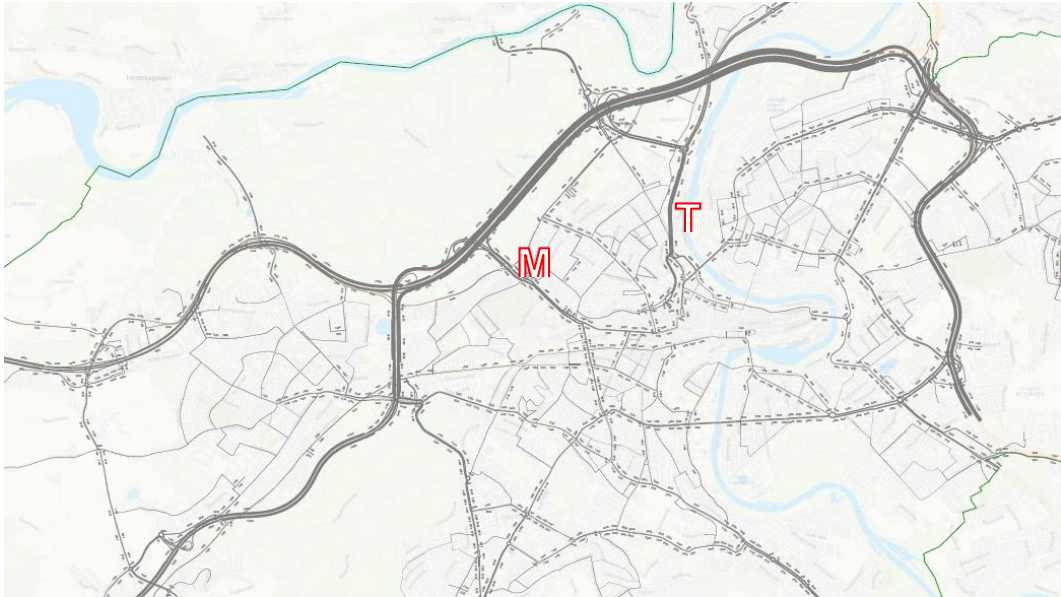


Abb. 7 DWV-Belastungen Quell-/Zielverkehr Perimeter Bern (NPVM) (in Fzg/Tag)

Der Durchgangsverkehr durch den Perimeter beschränkt sich fast ausschliesslich auf die Nationalstrasse und ist auf der A1 und der A6 ähnlich hoch.

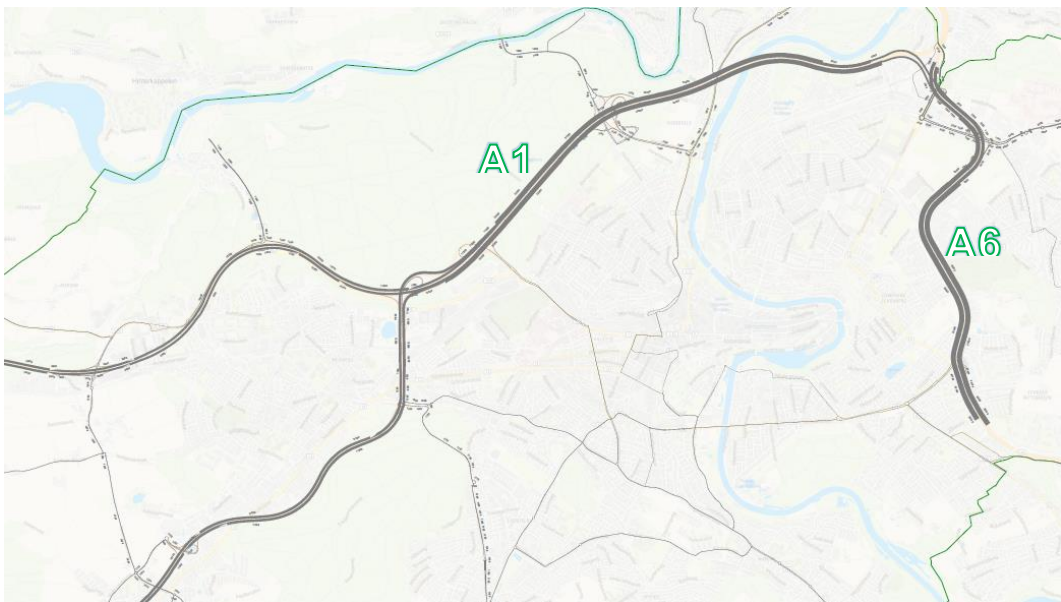


Abb. 8 DWV-Belastungen Durchgangsverkehr Perimeter Bern (NPVM) (in Fzg/Tag)

Folgende Abbildung zeigt die Anteile der Verkehrsbeziehungstypen (Binnenverkehr BV, Quell-/Zielverkehr QZV und Durchgangsverkehr DV) und die Streckenauslastung auf der Nationalstrasse. Anhand dieser Analyse wurde ein Querschnitt ausgewählt (rot markiert), für den weitere Analysen durchgeführt wurden. Die Kriterien waren eine hohe Streckenauslastung und verschiedene Verkehrsbeziehungstypen auf dem Abschnitt.

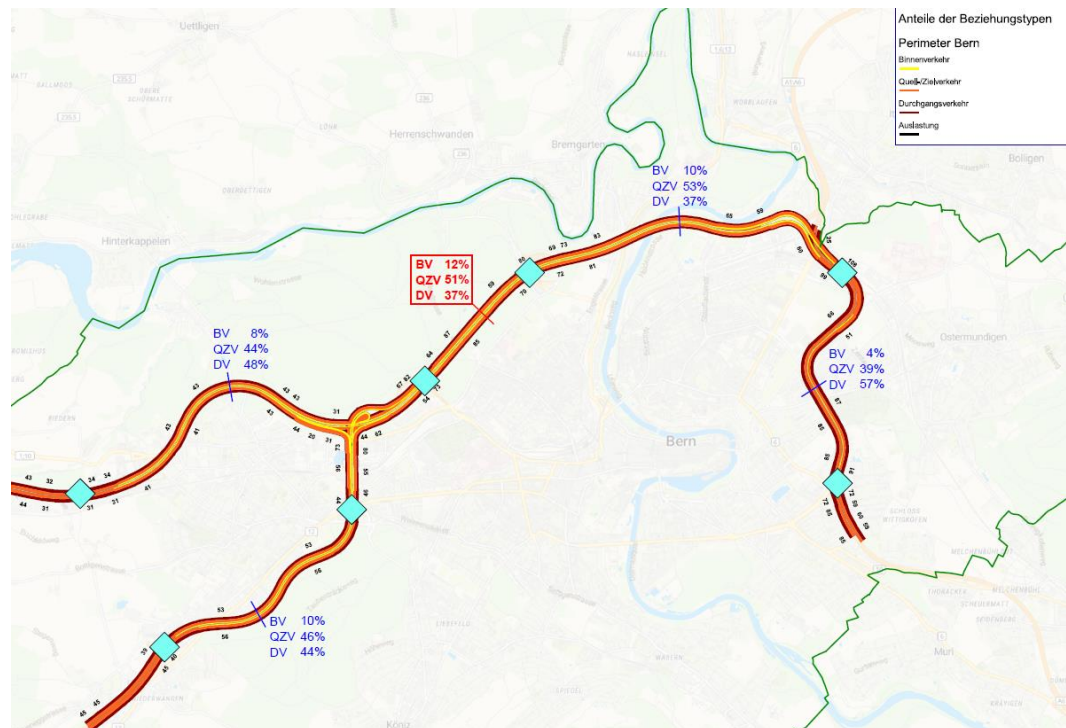


Abb. 9 Anteile der Verkehrsbeziehungstypen und Streckenauslastung im Perimeter Bern (in Prozent)

Nachfolgend sind die Spinnenanalysen der jeweiligen Verkehrsbeziehungstypen über den Betrachtungsquerschnitt zu sehen (Skalierung nicht identisch).

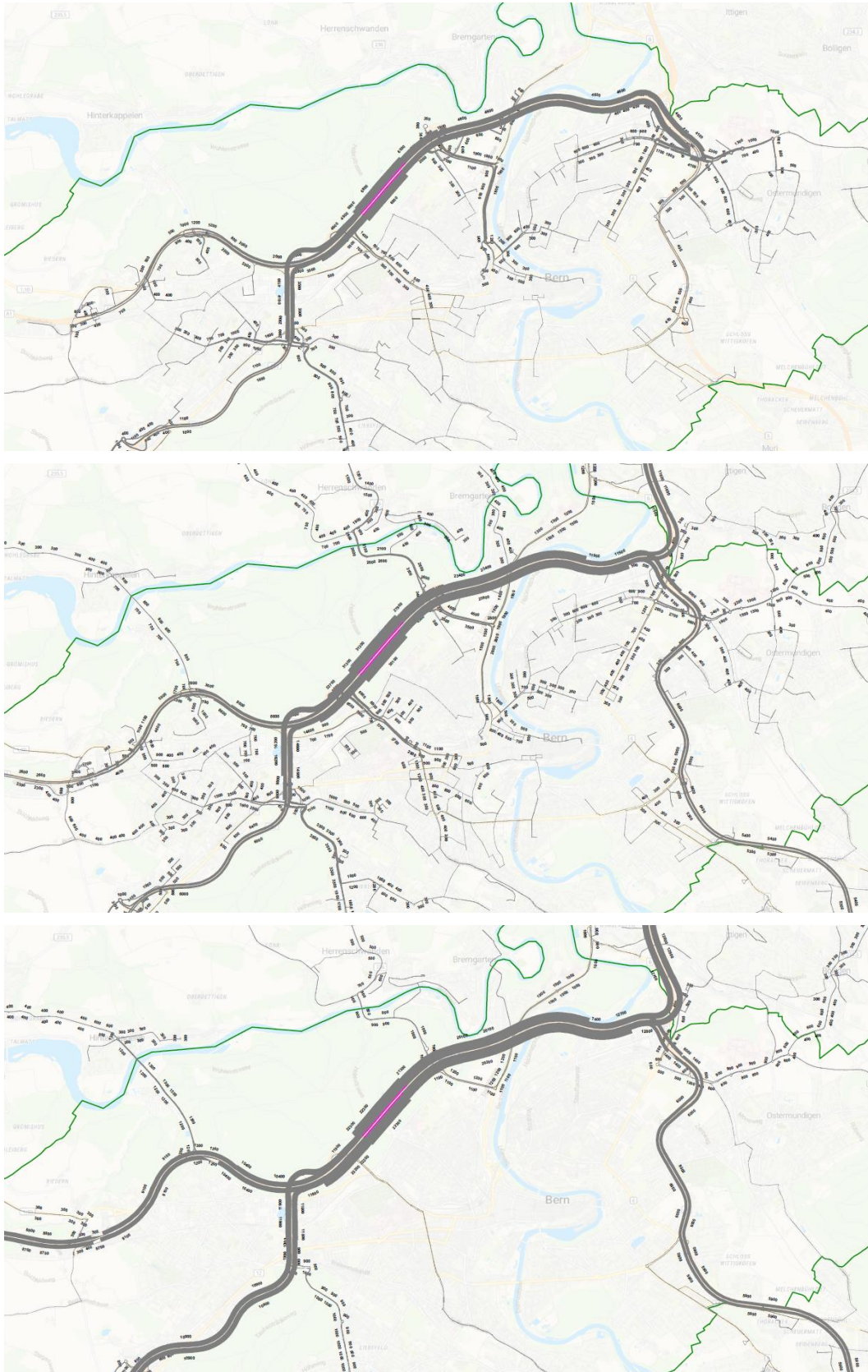


Abb. 10 Spinnenbelastung BV (oben), QZV (mittig) und DV (unten) am Betrachtungsquerschnitt (pink) (in Fzg/Tag)

Folgende Abbildung zeigt die Fahrleistung im Perimeter klassifiziert nach den drei Verkehrsbeziehungstypen. Auf der Nationalstrasse machen Quell-/Zielverkehr sowie Durchgangsverkehr je ca. 45% der Fahrleistung aus, während ca. 10% auf den Binnenverkehr

entfällt. Betrachtet man das übrige Strassennetz, so macht der Binnenverkehr ca. 40%, der Quell-/Zielverkehr ca. 50% und der Durchgangsverkehr ca. 10% der Fahrleistung aus.

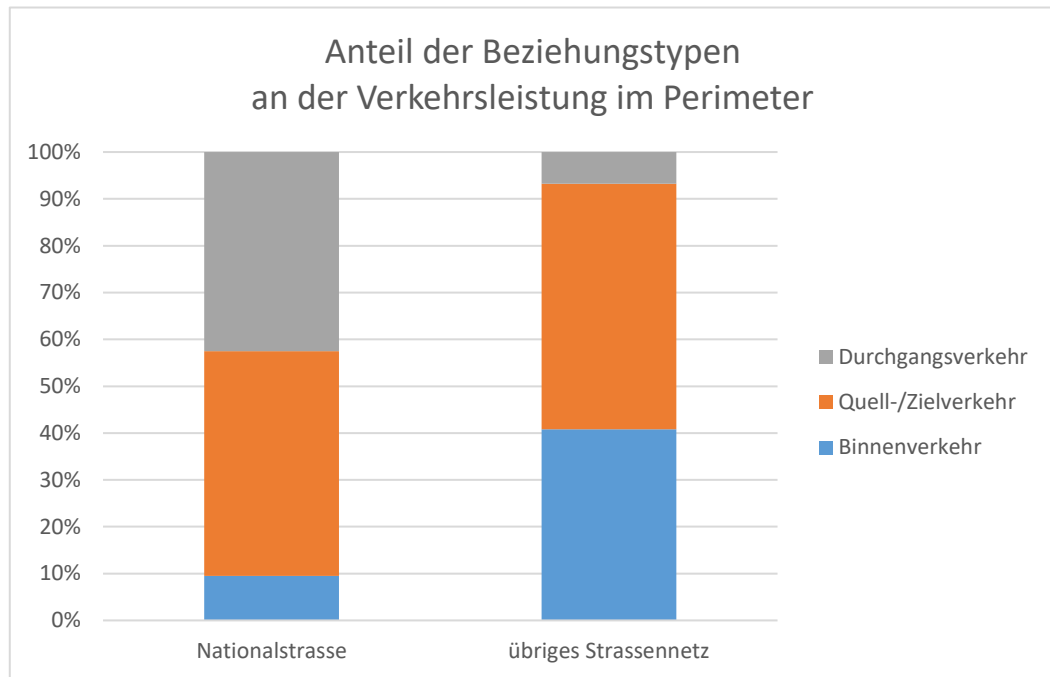


Abb. 11 Anteile der Beziehungstypen an der Verkehrsleistung im Perimeter (Untersuchungsgebiet Bern) (in Prozent)

Folgende Auswertung zeigt den Modal-Split auf den Beziehungen, welche über den oben genannten Betrachtungsquerschnitt erfolgen. Um diesen zu ermitteln wurde folgendermassen vorgegangen:

- Matrixanalyse der PW-Spinnenbelastung über den Querschnitt (BV, QZV und DV)
- Wo der Matrixwert der Beziehung $ij > 0$ wird der entsprechende Wert aus folgenden Matrizen übernommen:
 - PW-Nachfrage
 - ÖV-Nachfrage
 - Velo-Nachfrage
 - Fuss-Nachfrage
- Anhand der Summe der vier genannten Matrizen wird der Modal-Split berechnet

Es ist zu erkennen, dass bei den BV-Beziehungen, die mit dem PW über den Betrachtungsquerschnitt führen, der PW-Anteil ca. 55% und der ÖV-Anteil ca. 40% beträgt. Bei den QZV-Beziehungen steigt der PW-Anteil auf ca. 70% und bei den DV-Beziehungen auf ca. 85% an. Da die Beziehungen, die mit dem PW über die Nationalstrasse zurückgelegt werden von Natur aus eher länger sind, sind die Anteile des Fuss- und Veloverkehrs auf diesen Beziehungen sehr gering.

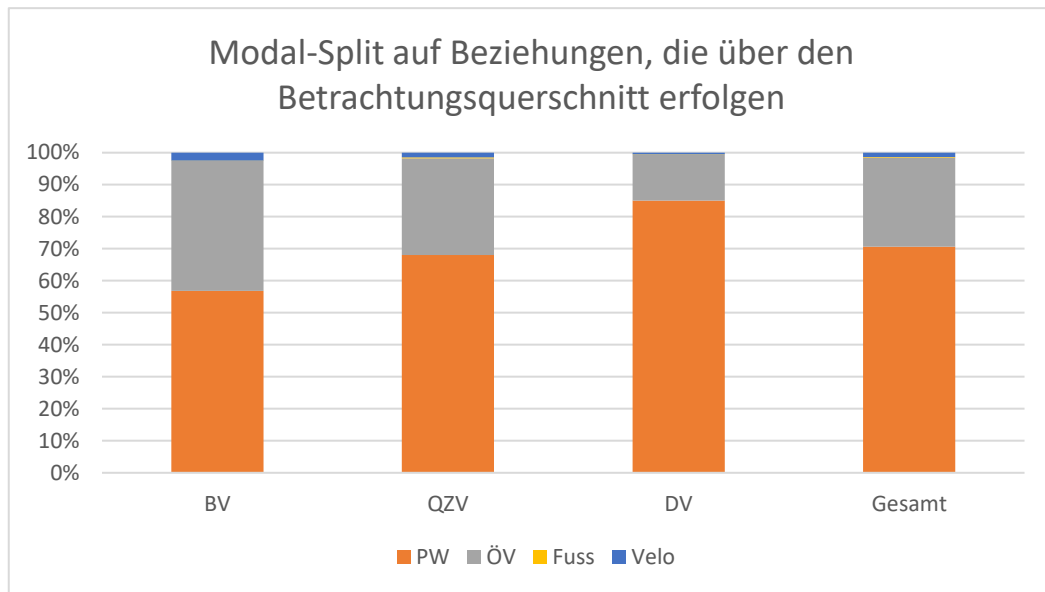


Abb. 12 Modal Split der Beziehungen über den Betrachtungsquerschnitt (Untersuchungsgebiet Bern) (in Prozent)

4.2.2 Untersuchungsgebiet Zürich

Räumliche Ausdehnung

Folgende Abbildung zeigt die räumliche Ausdehnung des Untersuchungsgebiets Zürich. Dieses beinhaltet die Gemeinden Zürich, Wallisellen, Opfikon, Schlieren sowie Unter- und Oberengstringen. Die Nationalstrasse in diesem Perimeter nimmt eine Funktion als Stadtumfahrsautobahn wahr, die von Norden, Süden und Westen einen Ableger in die Stadt hinein aufweist.

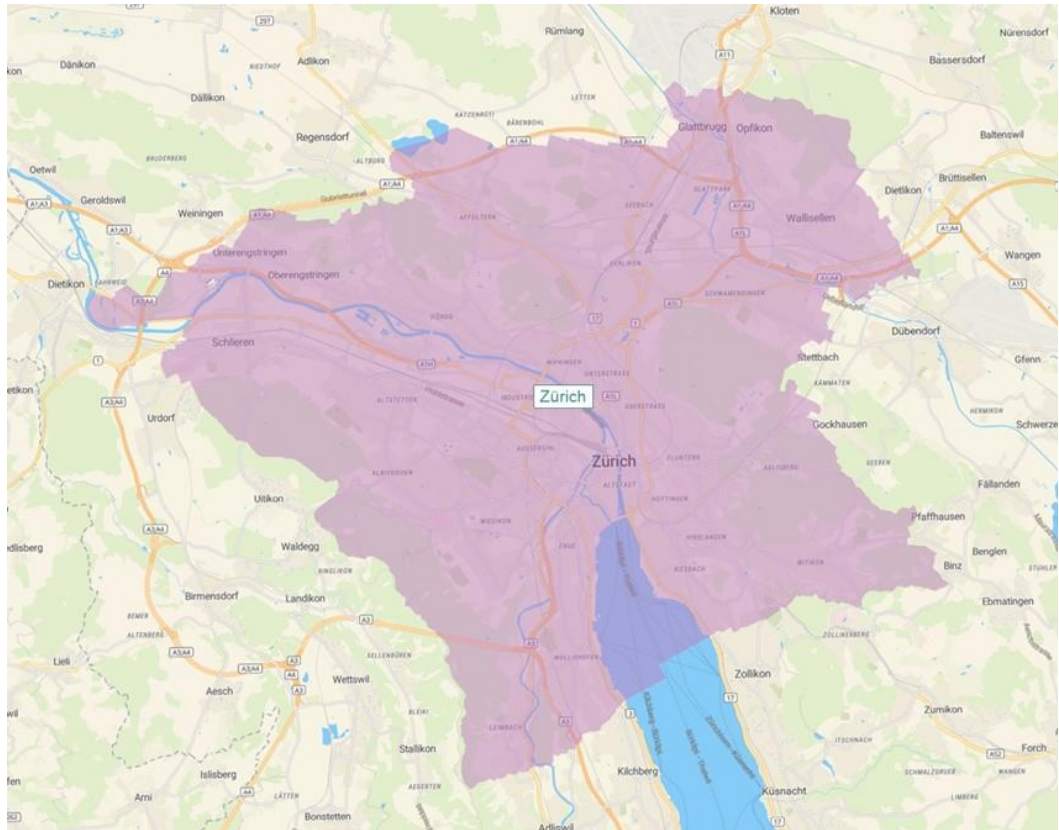


Abb. 13 Räumliche Ausdehnung Untersuchungsgebiet Zürich

Analyse Ist-Zustand

Der DWV Fzg-Belastungsplot zeigt, dass die bedeutenden Verkehrsströme vor allem auf dem Nordring (N) und im Bereich Wallisellen (W) zu finden sind:

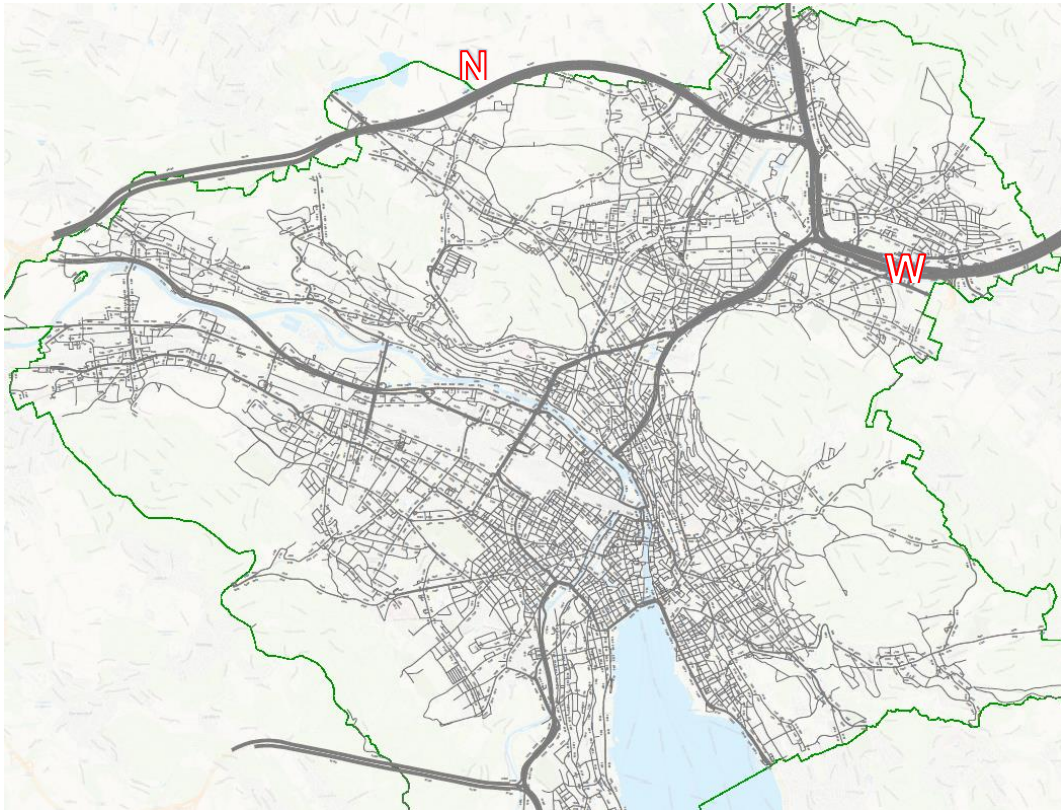


Abb. 14 DWV-Belastungen Perimeter Zürich (NPVM) (in Fzg/Tag)

Der Plot des Binnenverkehrs zeigt, dass die bedeutenden Ströme hier vor allem von Wallisellen (W) Richtung Zentrum (Z), auf der Europabrücke (E) und im Bereich Wipkingen (Wi) zu finden sind. Nur ein kleiner Teil des Binnenverkehrs wird über die Nationalstrasse abgewickelt.

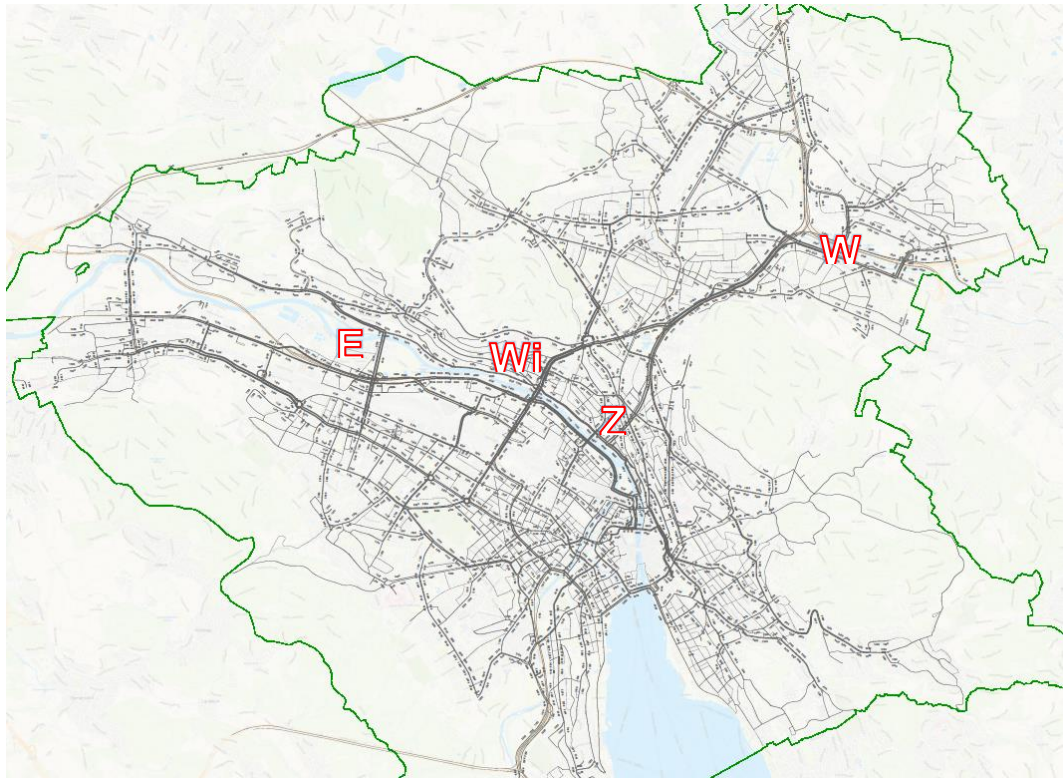


Abb. 15 DWV-Belastungen Binnenverkehr Perimeter Zürich (NPVM) (in Fzg/Tag)

Der Quell- und Zielverkehr des Untersuchungsgebiets konzentriert sich auf die drei Stadtaufahrten der Nationalstrasse.

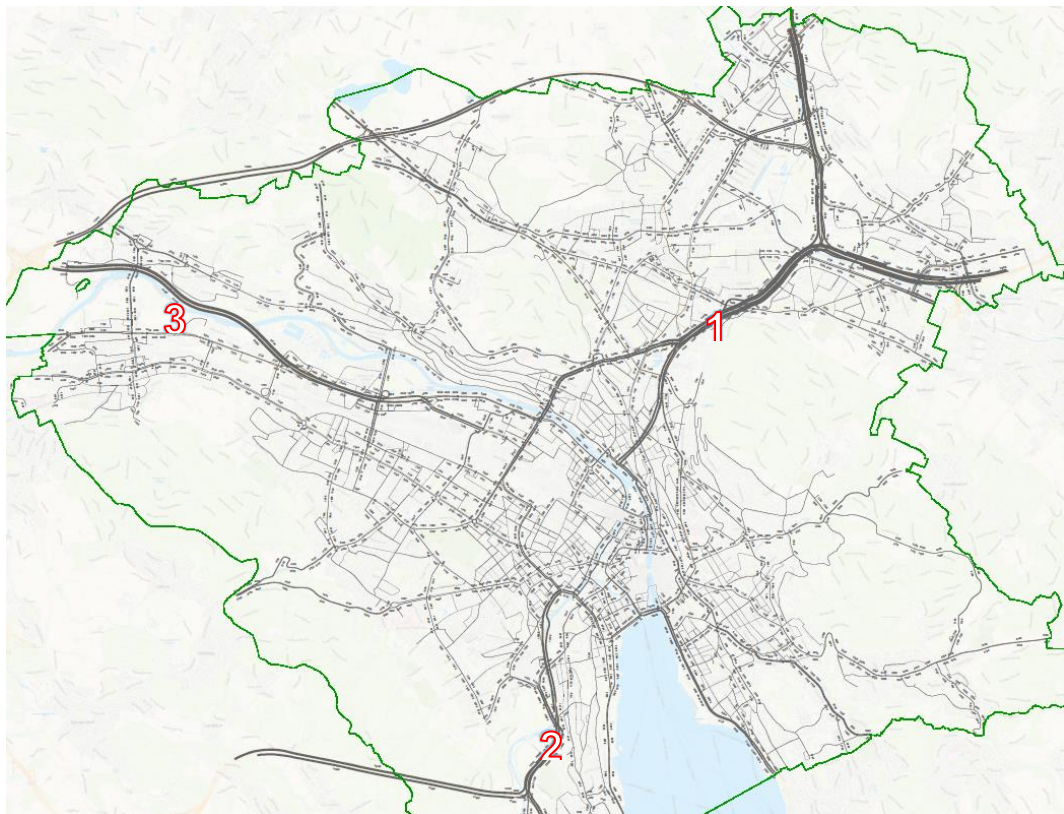


Abb. 16 DWV-Belastungen Quell-/Zielverkehr Perimeter Zürich (NPVM) (in Fzg/Tag)

Der Durchgangsverkehr durch den Perimeter beschränkt sich fast ausschliesslich auf die Nationalstrasse. Von den Seeseiten gibt es weiteren Durchgangsverkehr Richtung Norden.

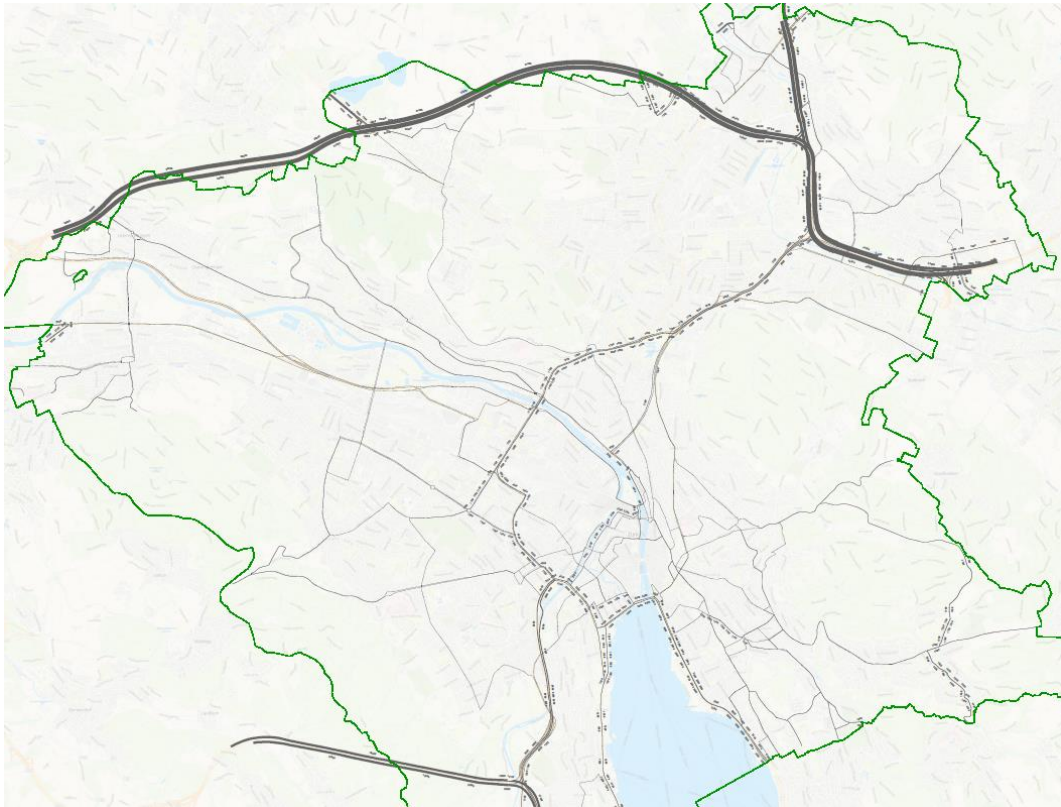


Abb. 17 DWV-Lastungen Durchgangsverkehr Perimeter Zürich (NPVM) (in Fzg/Tag)

Folgende Abbildung zeigt die Anteile der Verkehrsbeziehungstypen (Binnenverkehr BV, Quell-/Zielverkehr QZV und Durchgangsverkehr DV) und die Streckenauslastung auf der Nationalstrasse. Anhand dieser Analyse wurde ein Querschnitt ausgewählt (rot markiert), für den weitere Analysen durchgeführt wurden. Die Kriterien waren eine hohe Streckenauslastung und verschiedene Verkehrsbeziehungstypen auf dem Abschnitt.

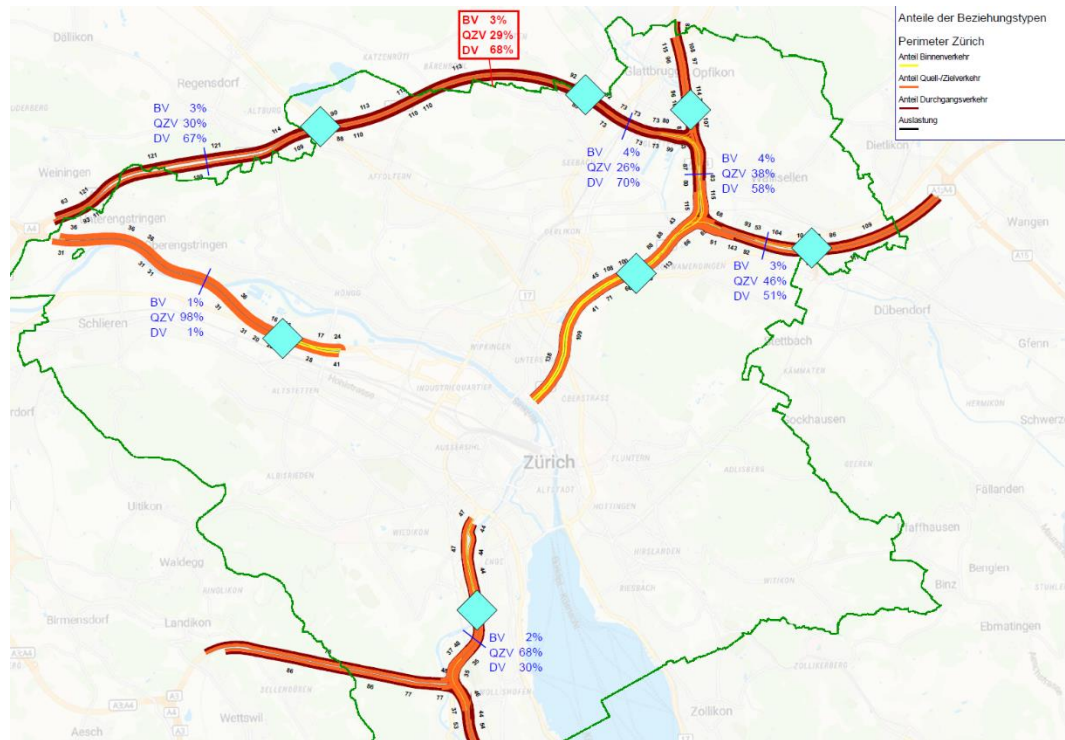
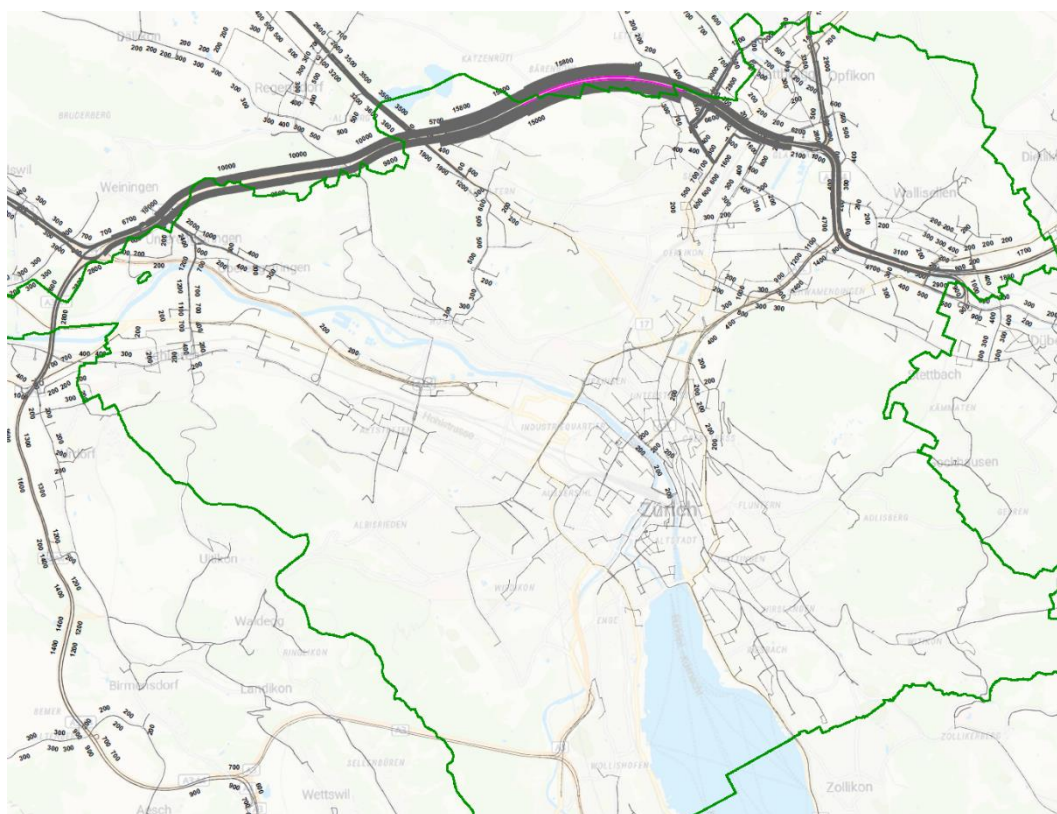
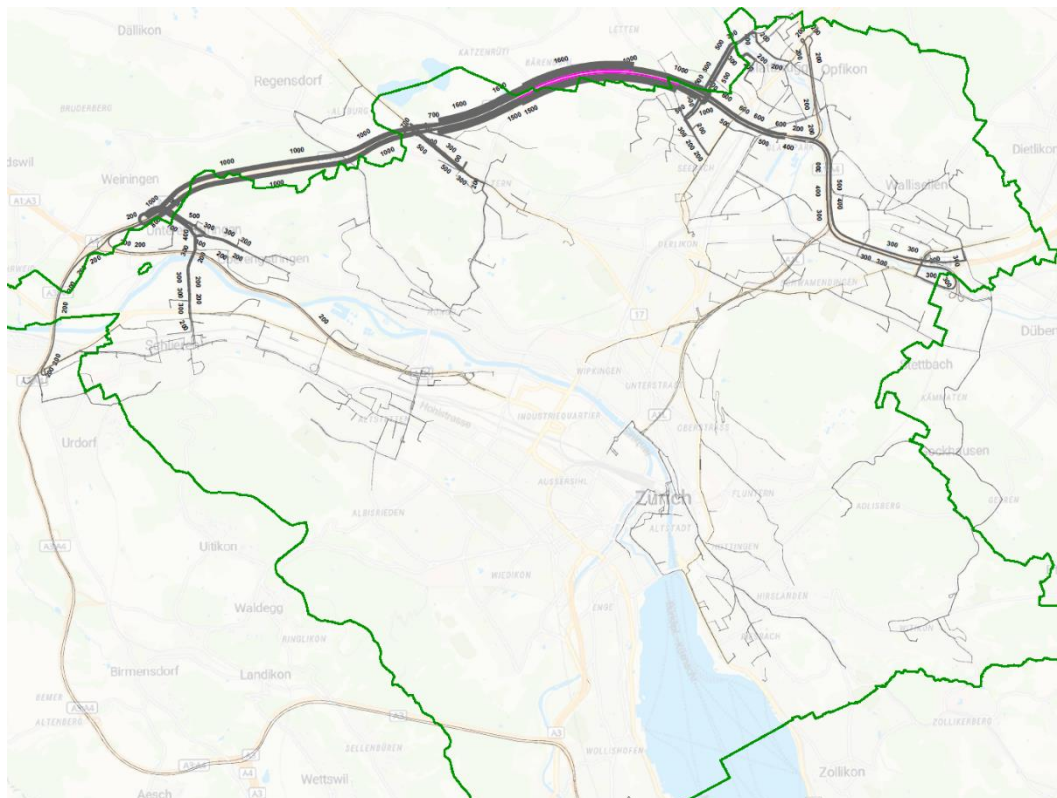


Abb. 18 Anteile der Verkehrsbeziehungstypen und Streckenauslastung im Perimeter Zürich (in Prozent)

Nachfolgend sind die Spinnenanalysen der jeweiligen Verkehrsbeziehungstypen über den Betrachtungsquerschnitt zu sehen (Skalierung nicht identisch).



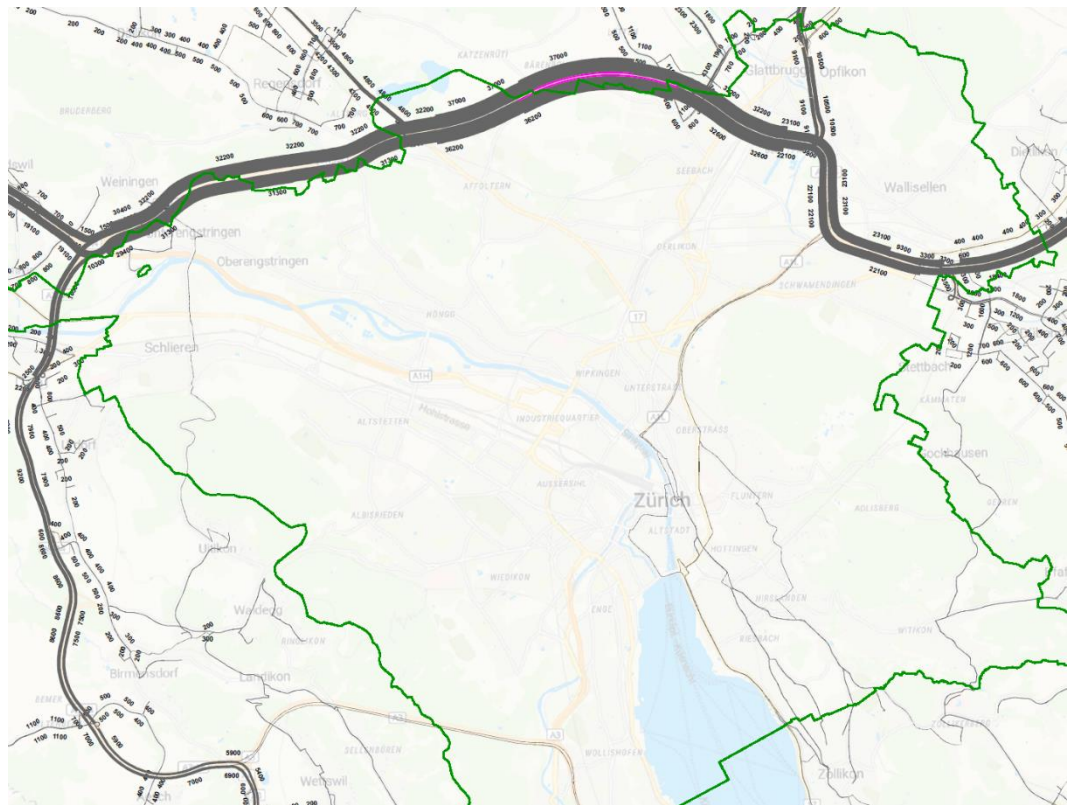


Abb. 19 Spinnenbelastung BV (oben), QZV (mittig) und DV (unten) am Betrachtungsquerschnitt (pink) (in Fzg/Tag)

Folgende Abbildung zeigt die Fahrleistung im Perimeter klassifiziert nach den drei Verkehrsbeziehungstypen. Auf der Nationalstrasse machen Quell-/Zielverkehr sowie Durchgangsverkehr je knapp 50% der Fahrleistung aus, während nur knapp 5% auf den Binnenverkehr entfällt. Betrachtet man das übrige Strassennetz, so macht der Binnenverkehr ca. 45%, der Quell-/Zielverkehr ca. 50% und der Durchgangsverkehr ca. 5% der Fahrleistung aus.

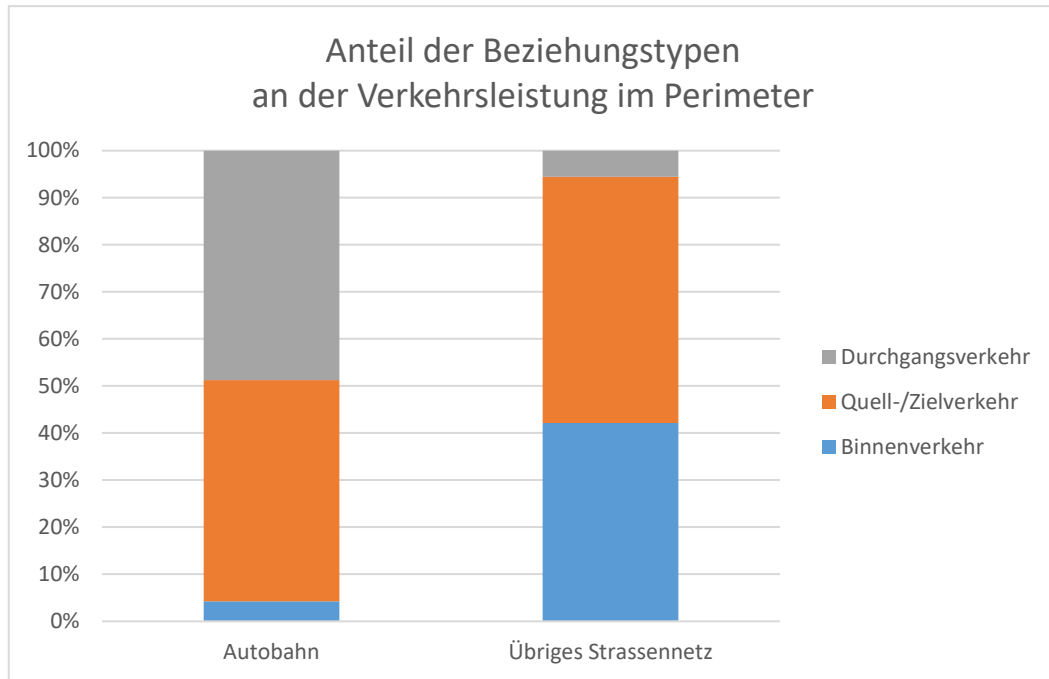


Abb. 20 Anteile der Beziehungstypen an der Verkehrsleistung im Perimeter (Untersuchungsgebiet Zürich) (in Prozent)

Folgende Auswertung zeigt den Modal-Split auf den Beziehungen, welche über den oben genannten Betrachtungsquerschnitt erfolgen. Um diesen zu ermitteln analog zum Untersuchungsgebiet Bern vorgegangen.

Es ist zu erkennen, dass bei den BV-Beziehungen, die mit dem PW über den Betrachtungsquerschnitt führen, der PW-Anteil ca. 75% und der ÖV-Anteil ca. 20% beträgt. Bei den QZV- und DV-Beziehungen ist der PW-Anteil ca. 70%. Da die Beziehungen, die mit dem PW über die Nationalstrasse zurückgelegt werden von Natur aus eher länger sind, sind die Anteile des Fuss- und Veloverkehrs auf diesen Beziehungen sehr gering. Im Gegensatz zu Bern, wo sich der Modal-Split je nach Verkehrsbeziehungstyp ändert, bleibt dieser in Zürich über alle Verkehrsbeziehungstypen relativ konstant.

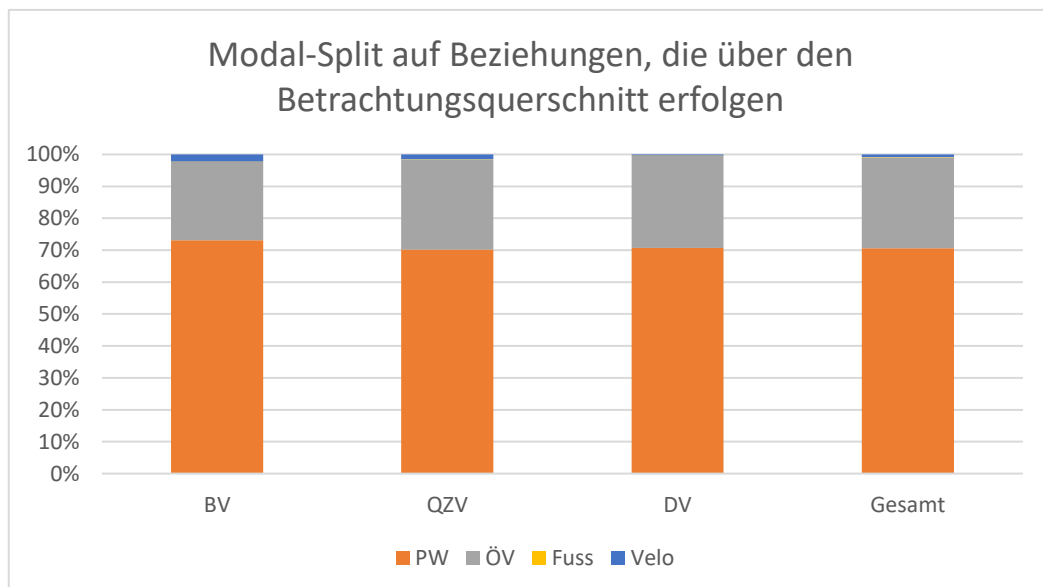


Abb. 21 Modal Split der Beziehungen über den Betrachtungsquerschnitt (Untersuchungsgebiet Zürich) (in Prozent)

4.2.3 Untersuchungsgebiet Luzern

Räumliche Ausdehnung

Folgende Abbildung zeigt die räumliche Ausdehnung des Untersuchungsgebiets Luzern. Dieses beinhaltet die Gemeinden Luzern, Kriens und Emmen. Die Nationalstrasse in diesem Perimeter nimmt eine Funktion als Autobahn durchs Zentrum wahr.

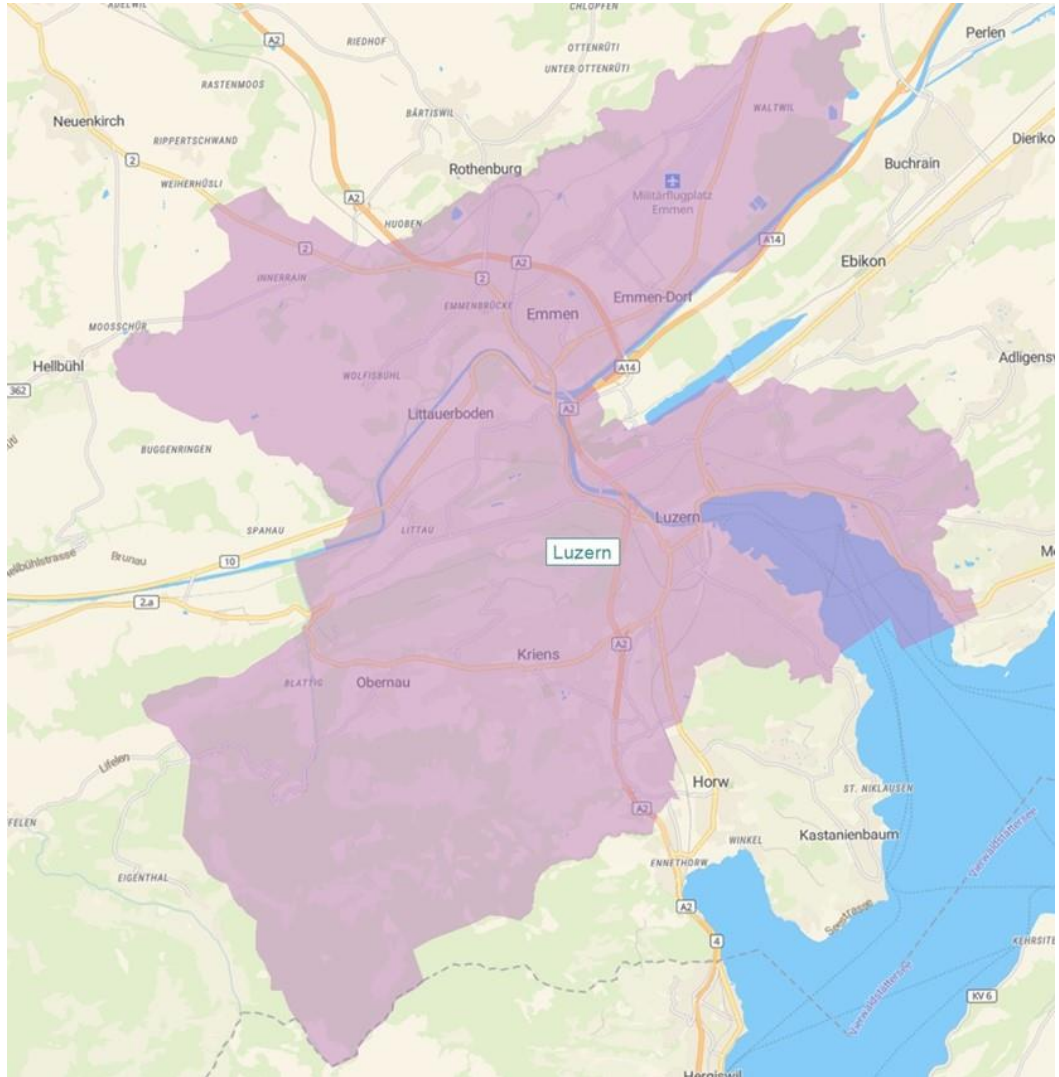


Abb. 22 Räumliche Ausdehnung Untersuchungsgebiet Luzern

Analyse Ist-Zustand

Der DWV Fzg-Belastungsplot zeigt, dass die bedeutenden Verkehrsströme vor allem auf der Nationalstrasse, den Zufahrten zur Innenstadt (1 und 2) und auf der Seebrücke (S) zu finden sind:

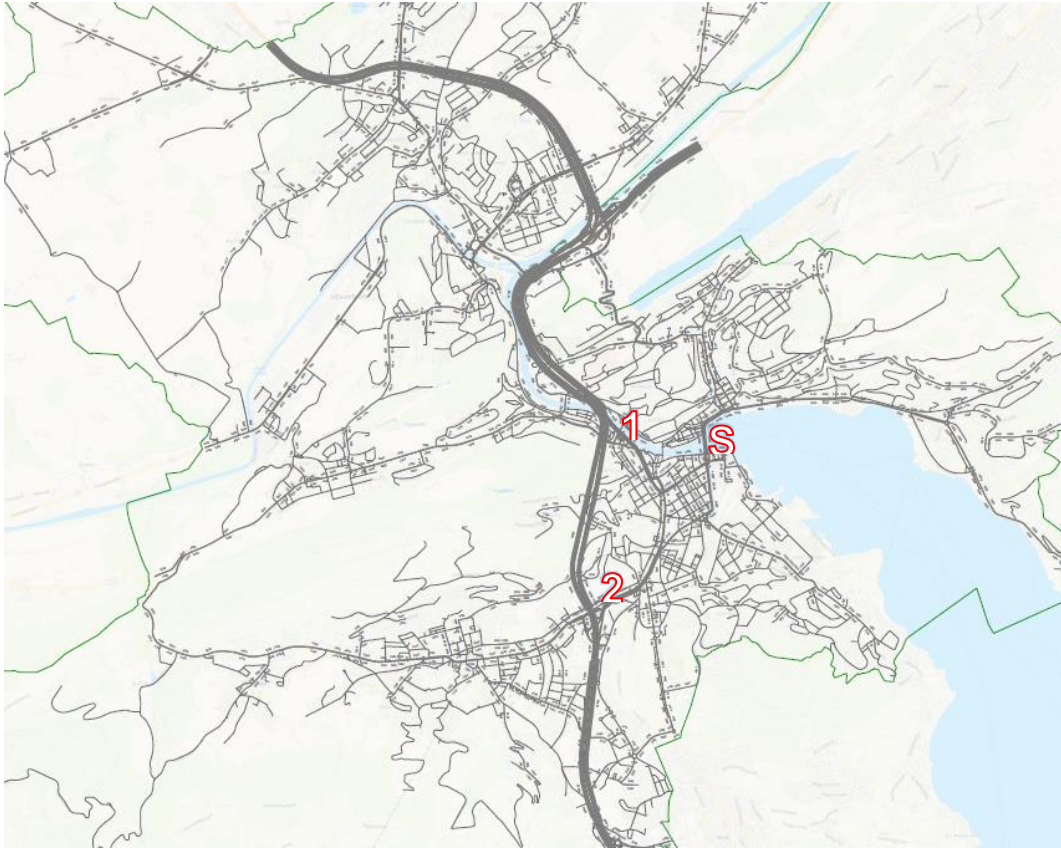


Abb. 23 DWV-Belastungen Perimeter Luzern (NPVM) (in Fzg/Tag)

Der Plot des Binnenverkehrs zeigt, dass die bedeutenden Ströme hier vor allem auf der Nationalstrasse (NS) und auf der Seebrücke (S) zu finden sind. Dadurch, dass die Nationalstrasse durchs Zentrum führt, ist mehr Binnenverkehr darauf zu finden als beispielsweise in Zürich.

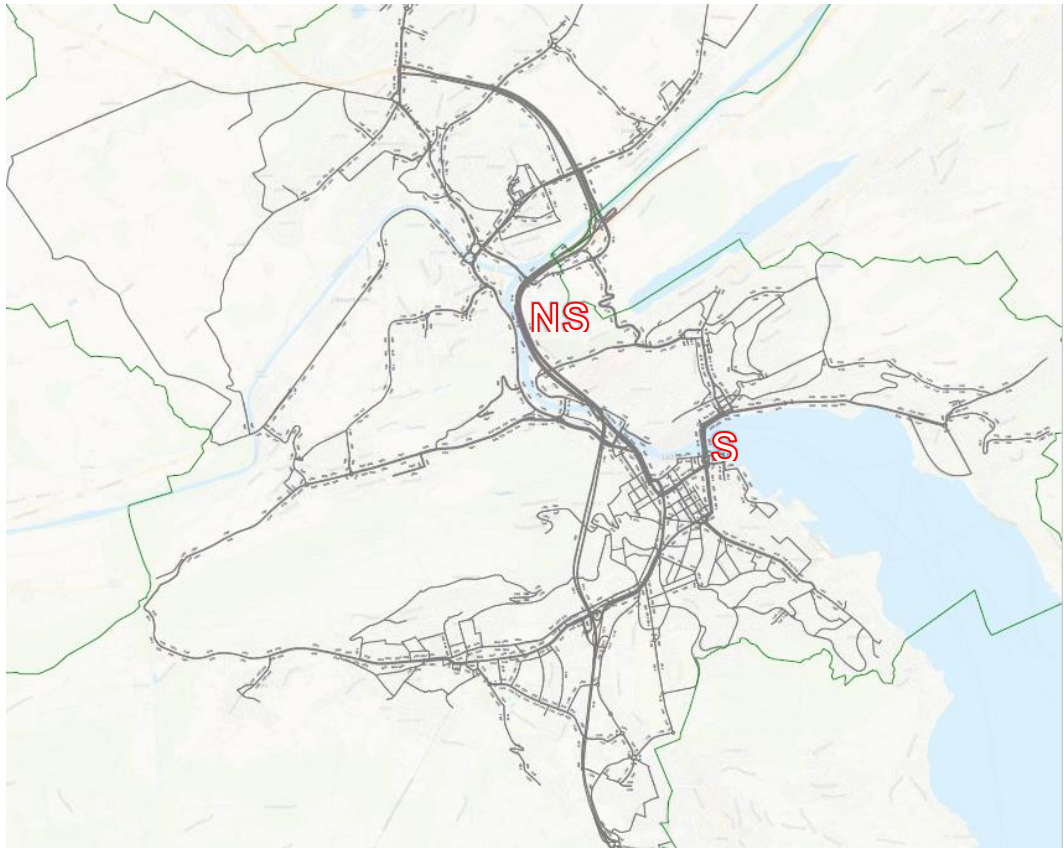


Abb. 24 DWV-Belastungen Binnenverkehr Perimeter Luzern (NPVM) (in Fzg/Tag)

Der Quell- und Zielverkehr des Untersuchungsgebiets konzentriert sich vor allem auf die Nationalstrasse.

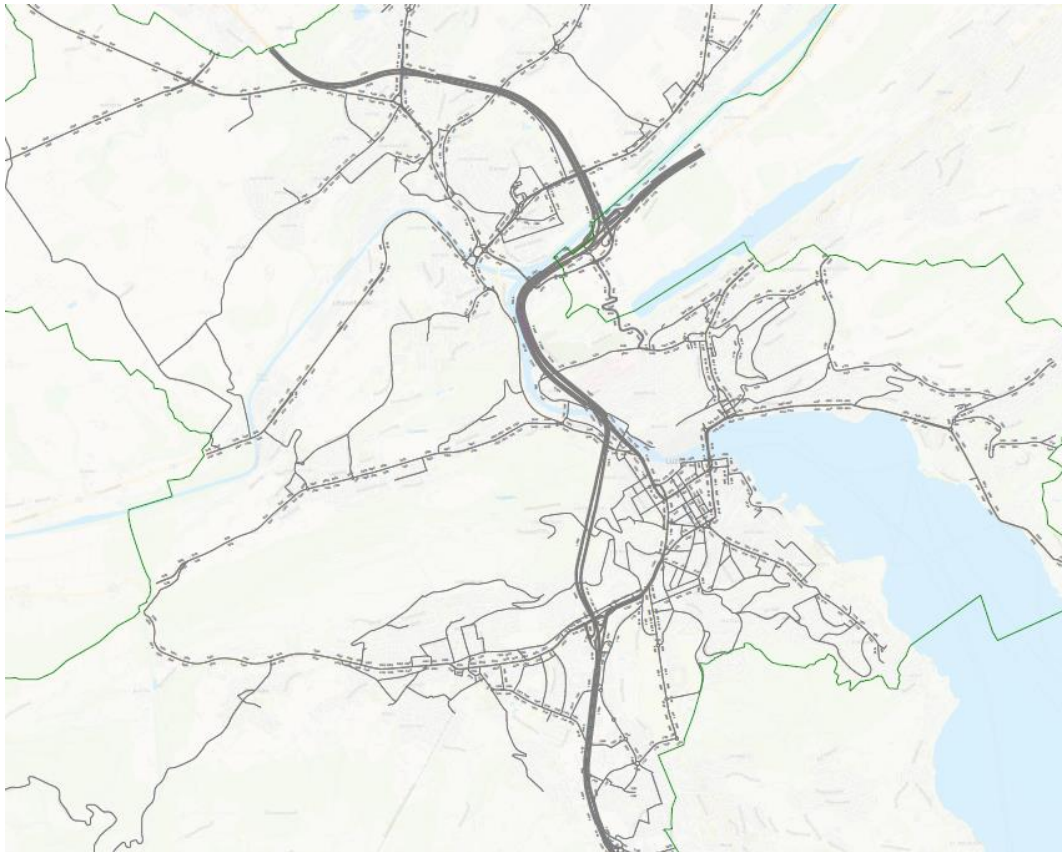


Abb. 25 DWV-Belastungen Quell-/Zielverkehr Perimeter Luzern (NPVM) (in Fzg/Tag)

Der Durchgangsverkehr durch den Perimeter beschränkt sich fast ausschliesslich auf die Nationalstrasse. Von der Westseite des Perimeters gibt es weiteren Durchgangsverkehr.

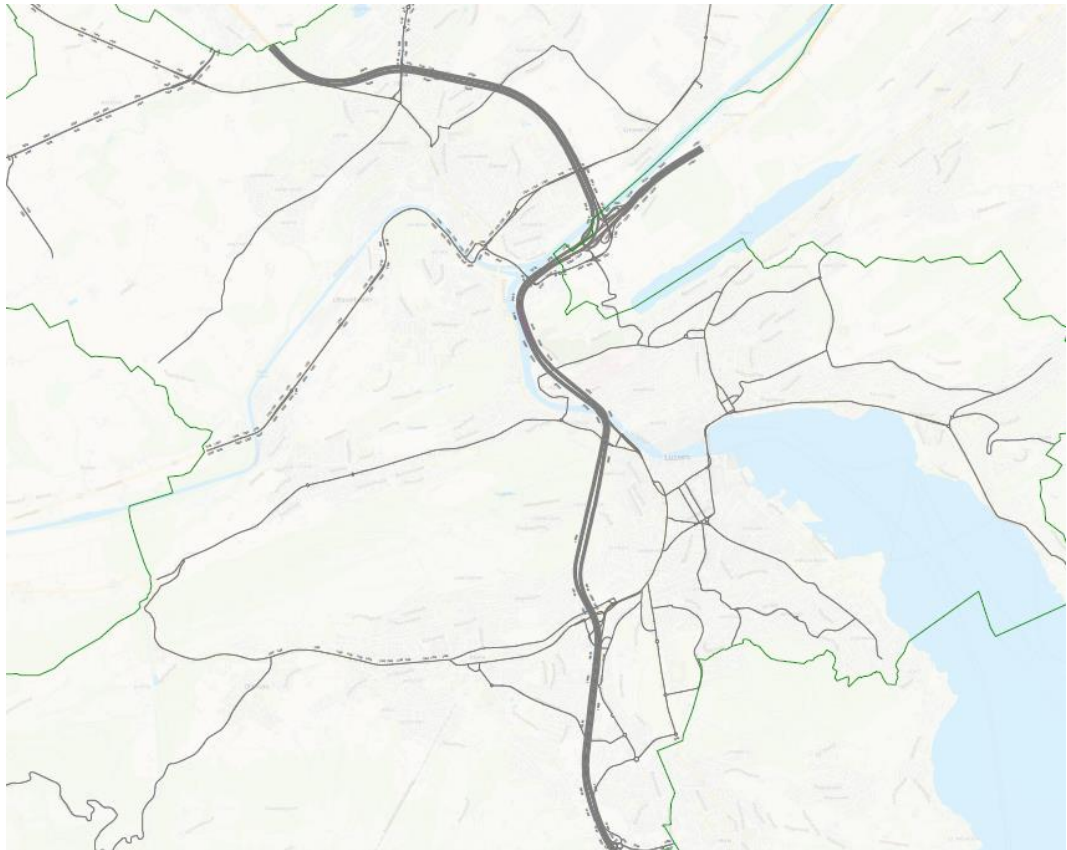


Abb. 26 DWV-Belastungen Durchgangsverkehr Perimeter Luzern (NPVM) (in Fzg/Tag)

Folgende Abbildung zeigt die Anteile der Verkehrsbeziehungstypen (Binnenverkehr BV, Quell-/Zielverkehr QZV und Durchgangsverkehr DV) und die Streckenauslastung auf der Nationalstrasse. Anhand dieser Analyse wurde ein Querschnitt ausgewählt (rot markiert), für den weitere Analysen durchgeführt wurden. Die Kriterien waren eine hohe Streckenauslastung und verschiedene Verkehrsbeziehungstypen auf dem Abschnitt.

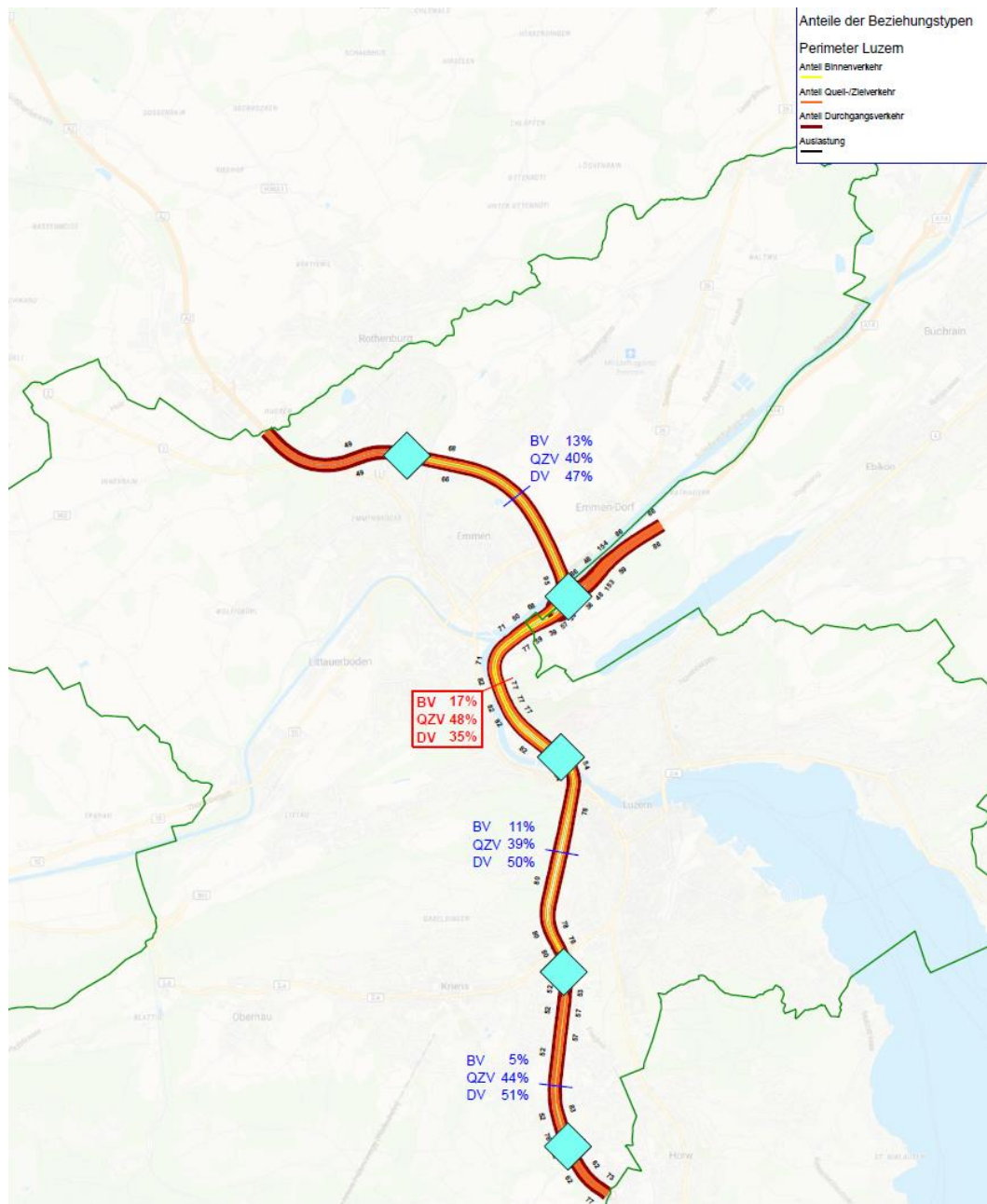


Abb. 27 Anteile der Verkehrsbeziehungstypen und Streckenauslastung im Perimeter Luzern (in Prozent)

Nachfolgend sind die Spinnenanalysen der jeweiligen Verkehrsbeziehungstypen über den Betrachtungsquerschnitt zu sehen (Skalierung nicht identisch).

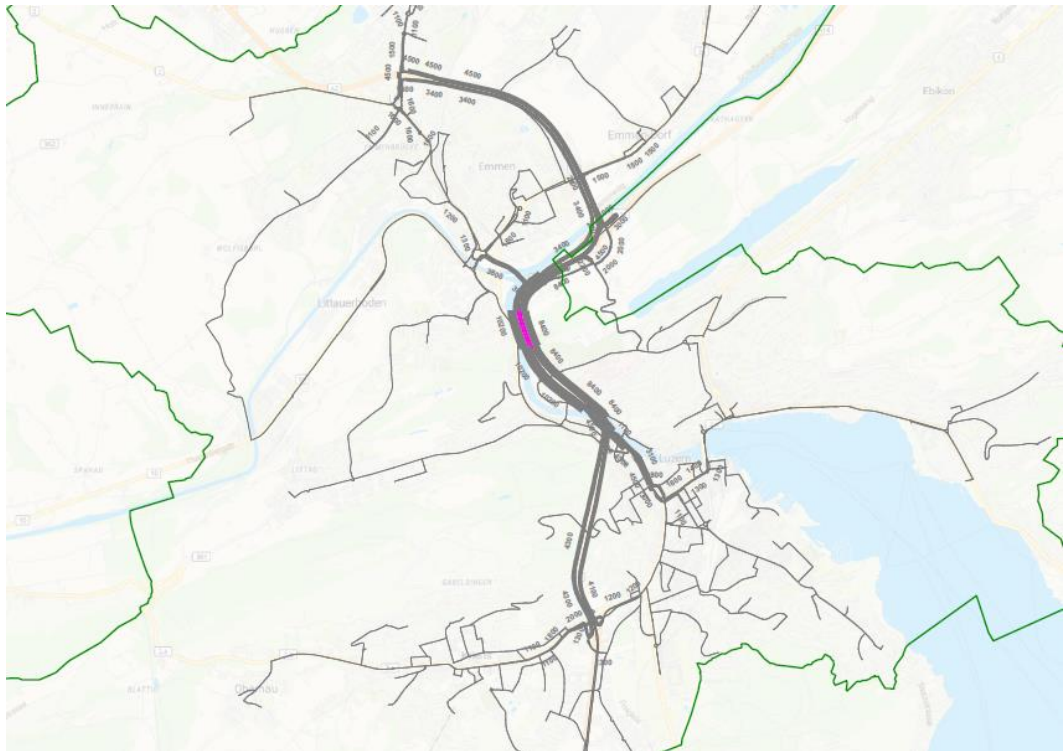




Abb. 28 Spinnenbelastung BV (oben), QZV (mittig) und DV (unten) am Betrachtungsquerschnitt (pink) (in Fzg/Tag)

Folgende Abbildung zeigt die Fahrleistung im Perimeter klassifiziert nach den drei Verkehrsbeziehungstypen. Auf der Nationalstrasse machen Quell-/Zielverkehr sowie Durchgangsverkehr je knapp 45% der Fahrleistung aus, während knapp 10% auf den Binnenverkehr entfällt. Betrachtet man das übrige Strassennetz, so macht der Binnenverkehr ca. 40%, der Quell-/Zielverkehr ca. 50% und der Durchgangsverkehr ca. 10% der Fahrleistung aus.

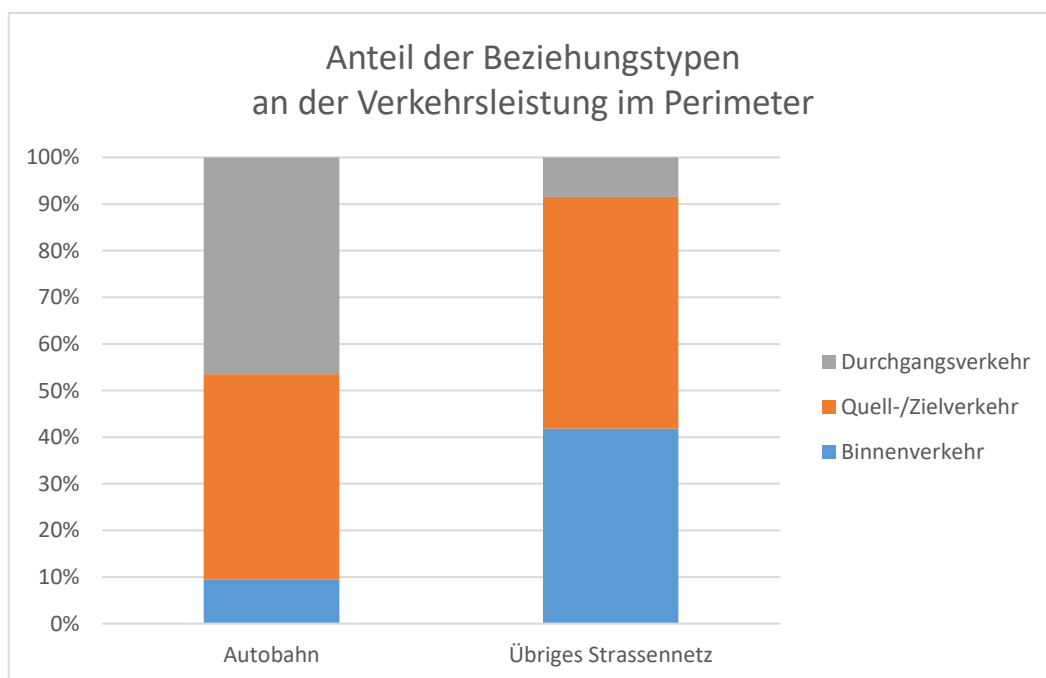


Abb. 29 Anteile der Beziehungstypen an der Verkehrsleistung im Perimeter (Untersuchungsgebiet Luzern) (in Prozent)

Folgende Auswertung zeigt den Modal-Split auf den Beziehungen, welche über den oben genannten Betrachtungsquerschnitt erfolgen. Um diesen zu ermitteln wurde analog zum Untersuchungsgebiet Bern vorgegangen.

Es ist zu erkennen, dass bei den BV-Beziehungen, die mit dem PW über den Betrachtungsquerschnitt führen, der PW-Anteil ca. 75% und der ÖV-Anteil ca. 25% beträgt. Bei den QZV-Beziehungen sinkt dieser auf ca. 65% und bei den DV-Beziehungen ist der PW-Anteil knapp 90%. Da die Beziehungen, die mit dem PW über die Nationalstrasse zurückgelegt werden von Natur aus eher länger sind, sind die Anteile des Fuss- und Veloverkehrs auf diesen Beziehungen sehr gering.

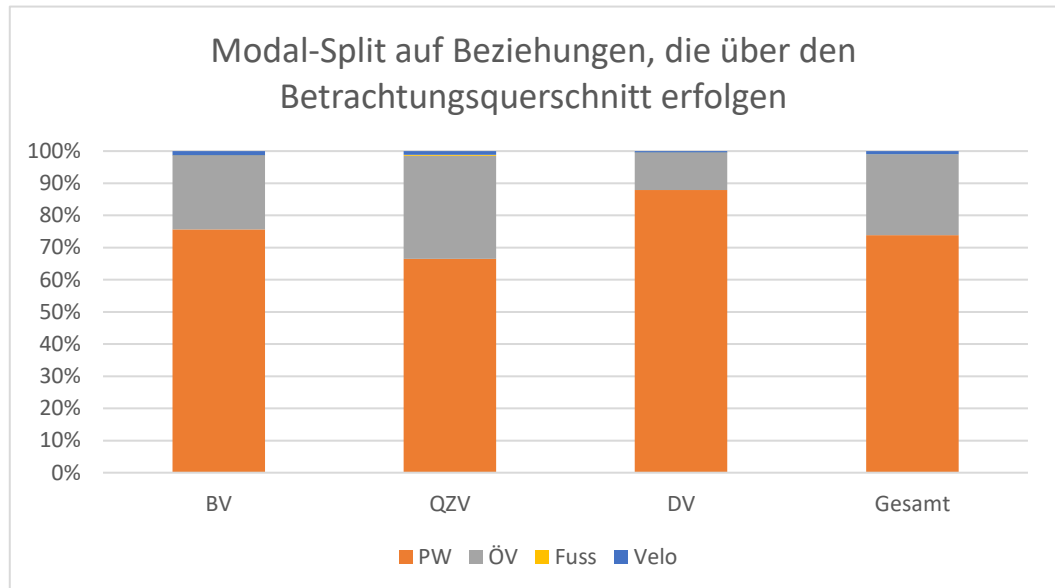


Abb. 30 Modal Split der Beziehungen über den Betrachtungsquerschnitt (Untersuchungsgebiet Luzern) (in Prozent)

4.2.4 Untersuchungsgebiet Genf-Lausanne

Räumliche Ausdehnung

Folgende Abbildung zeigt die räumliche Ausdehnung des Untersuchungsgebiets Genf-Lausanne. Dieses beinhaltet die Gemeinden entlang des Genfersees zwischen Genf und Lausanne. Die Städte Genf und Lausanne mit ihren anschliessenden Gemeinden wurden zusätzlich als separate Gebiete definiert (orange), um den Verkehr zwischen diesen Gebieten gesondert erfassen zu können. Die Nationalstrasse in diesem Perimeter nimmt eine Funktion als Autobahn innerhalb einer Agglomeration wahr.

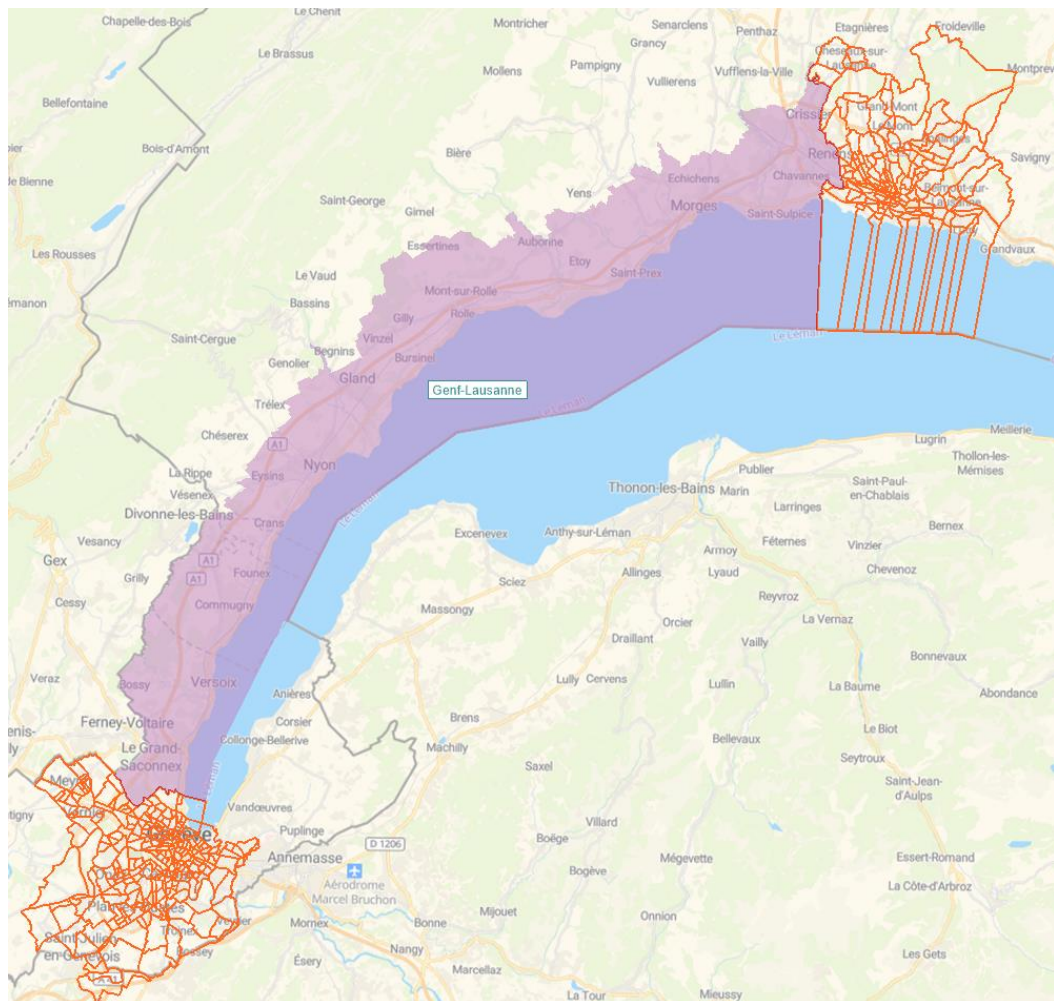


Abb. 31 Räumliche Ausdehnung Untersuchungsgebiet Genf-Lausanne

Analyse Ist-Zustand

Der DWV Fzg-Belastungsplot zeigt, dass die bedeutenden Verkehrsströme vor allem auf der Nationalstrasse zu finden sind:

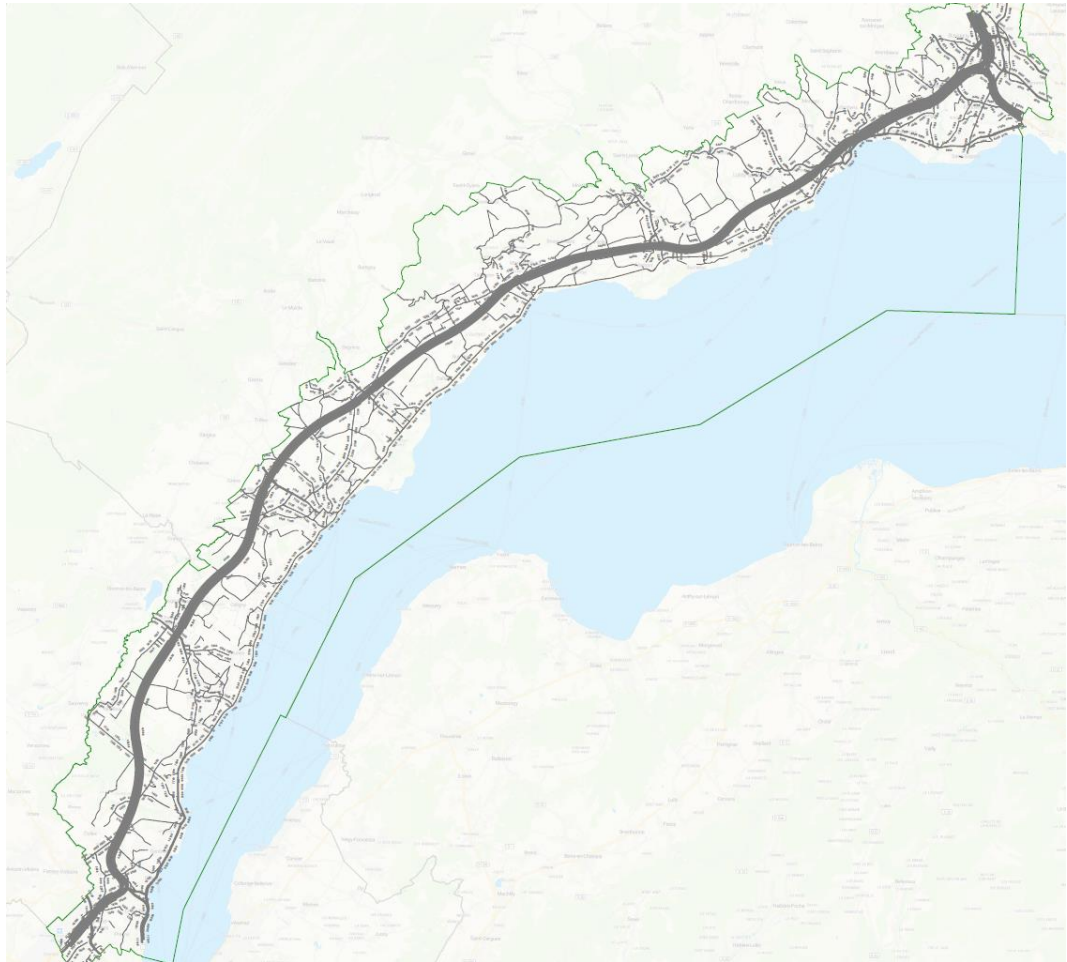


Abb. 32 DWV-Belastungen Perimeter Genf-Lausanne (NPVM) (in Fzg/Tag)

Der Plot des Binnenverkehrs zeigt, dass die bedeutenden Ströme hier vor allem auf der Nationalstrasse (NS) und im Raum Morges (M) zu finden sind. Dadurch, dass die Nationalstrasse durch ein grosses Gebiet führt, ist viel Binnenverkehr darauf zu verzeichnen.

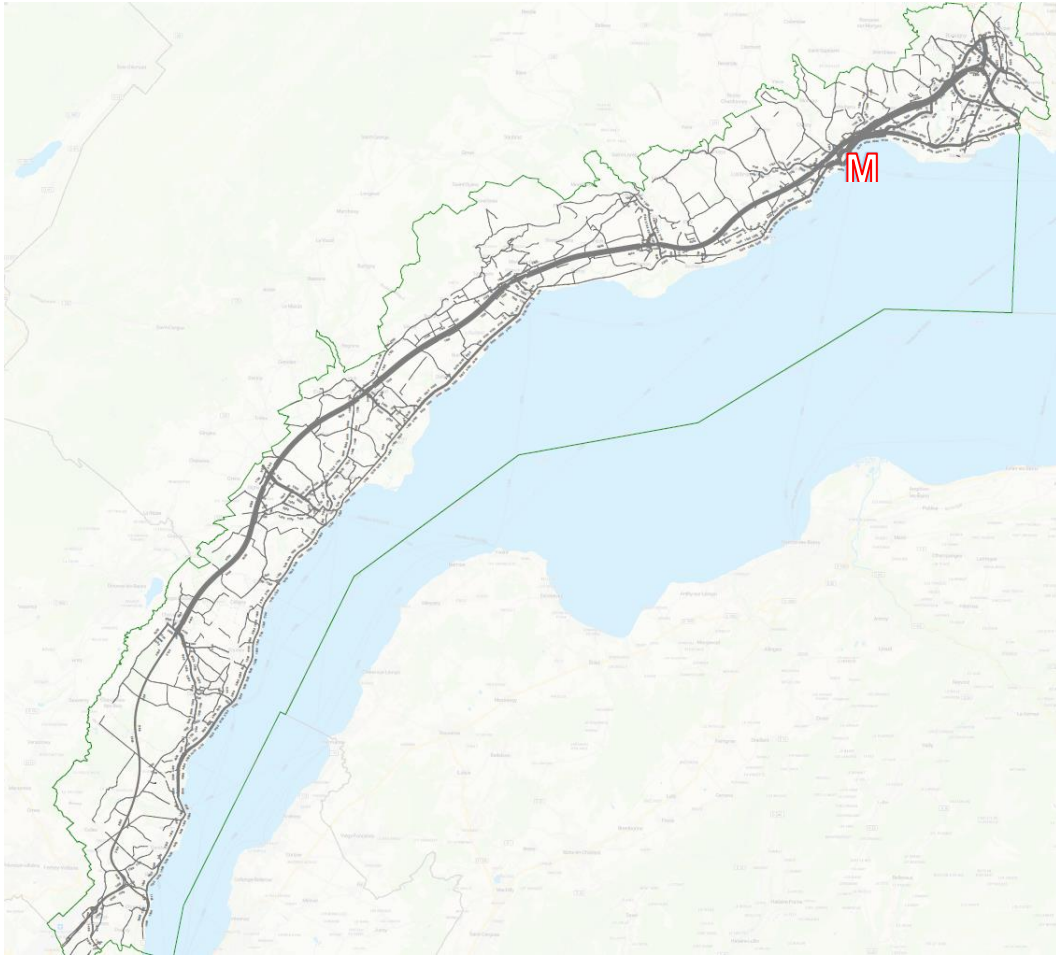


Abb. 33 DWV-Belastungen Binnenverkehr Perimeter Genf-Lausanne (NPVM) (in Fzg/Tag)

Der Quell- und Zielverkehr des Untersuchungsgebiets konzentriert sich vor allem auf die Nationalstrasse.

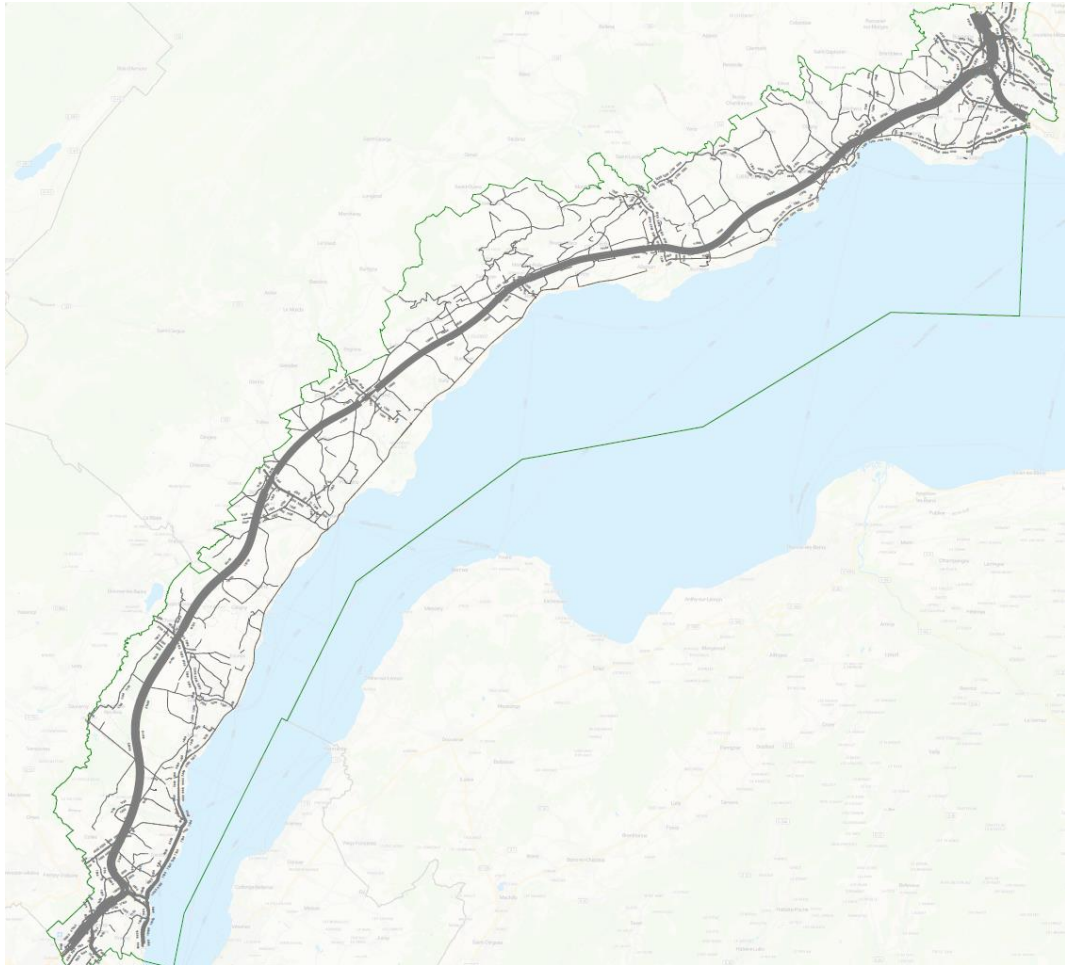


Abb. 34 DWV-Belastungen Quell-/Zielverkehr Perimeter Genf-Lausanne (NPVM) (in Fzg/Tag)

Auch der Durchgangsverkehr durch den Perimeter (ohne Agglomerationen) und der Durchgangsverkehr zwischen den Agglomerationen beschränkt sich fast ausschliesslich auf die Nationalstrasse.

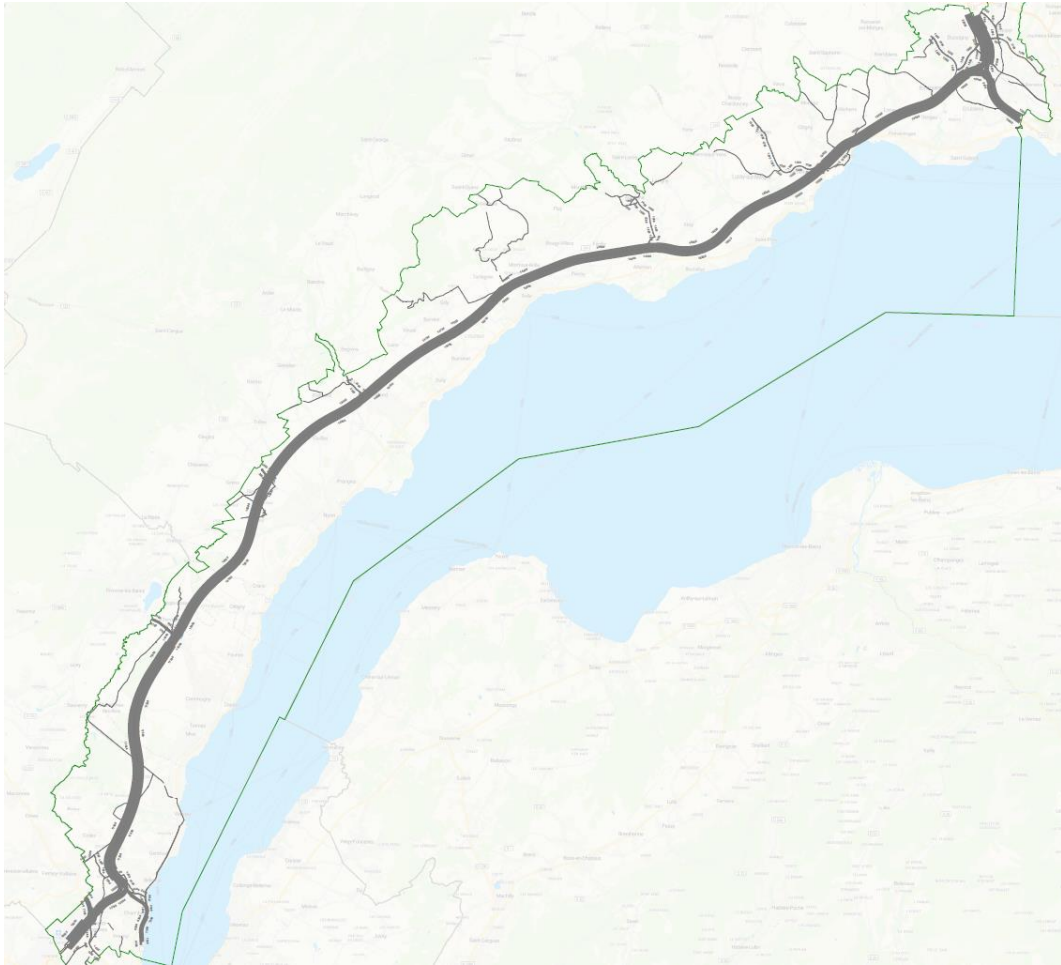


Abb. 35 DWV-Belastungen Durchgangsverkehr Perimeter Genf-Lausanne (NPVM) (in Fzg/Tag)

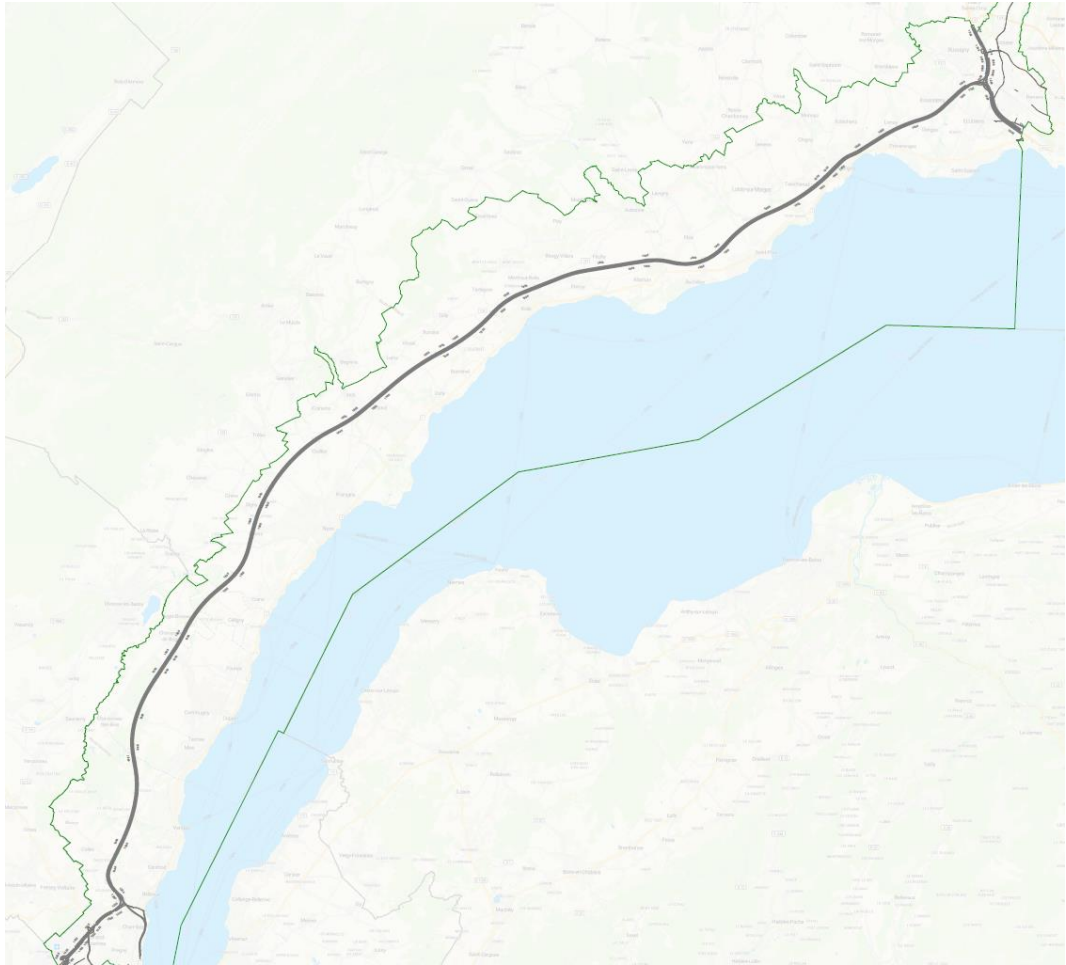


Abb. 36 DWV-Belastungen Durchgangsverkehr Agglo Genf-Lausanne (NPVM) (in Fzg/Tag)

Folgende Abbildung zeigt die Anteile der Verkehrsbeziehungstypen (Binnenverkehr BV, Quell-/Zielverkehr QZV und Durchgangsverkehr DV) und die Streckenauslastung auf der Nationalstrasse. Anhand dieser Analyse wurde ein Querschnitt ausgewählt (rot markiert), für den weitere Analysen durchgeführt wurden. Die Kriterien waren eine hohe Streckenauslastung und verschiedene Verkehrsbeziehungstypen auf dem Abschnitt.

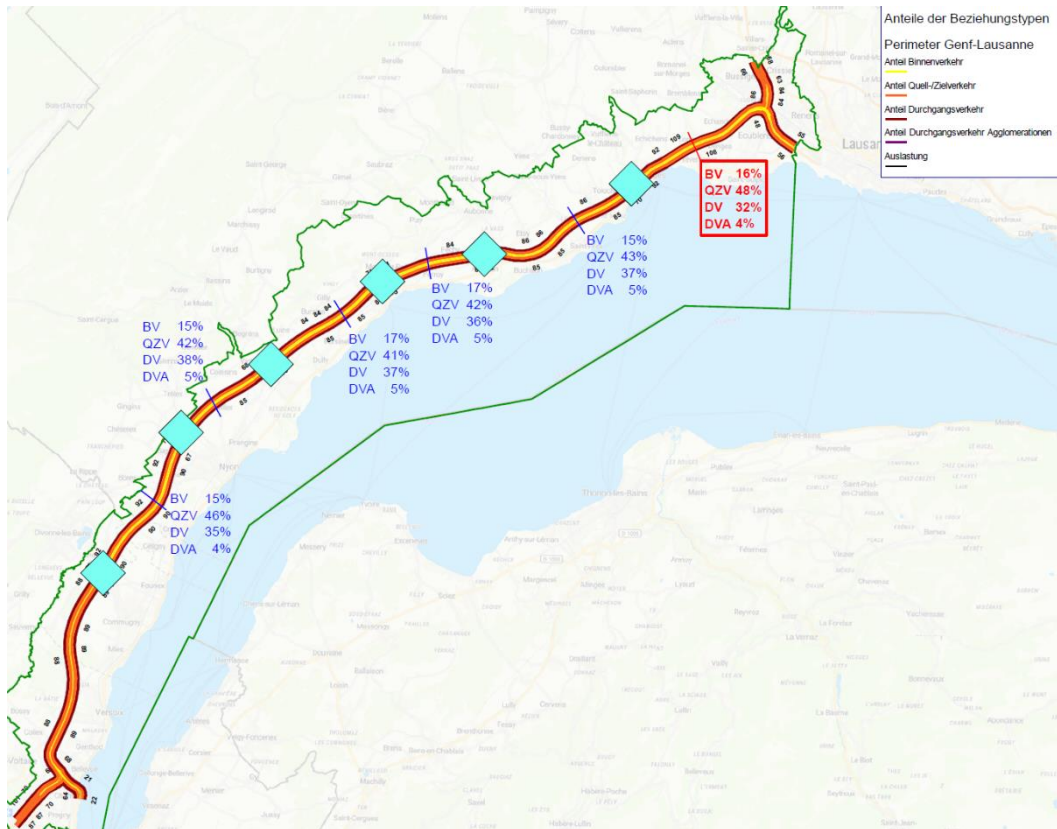
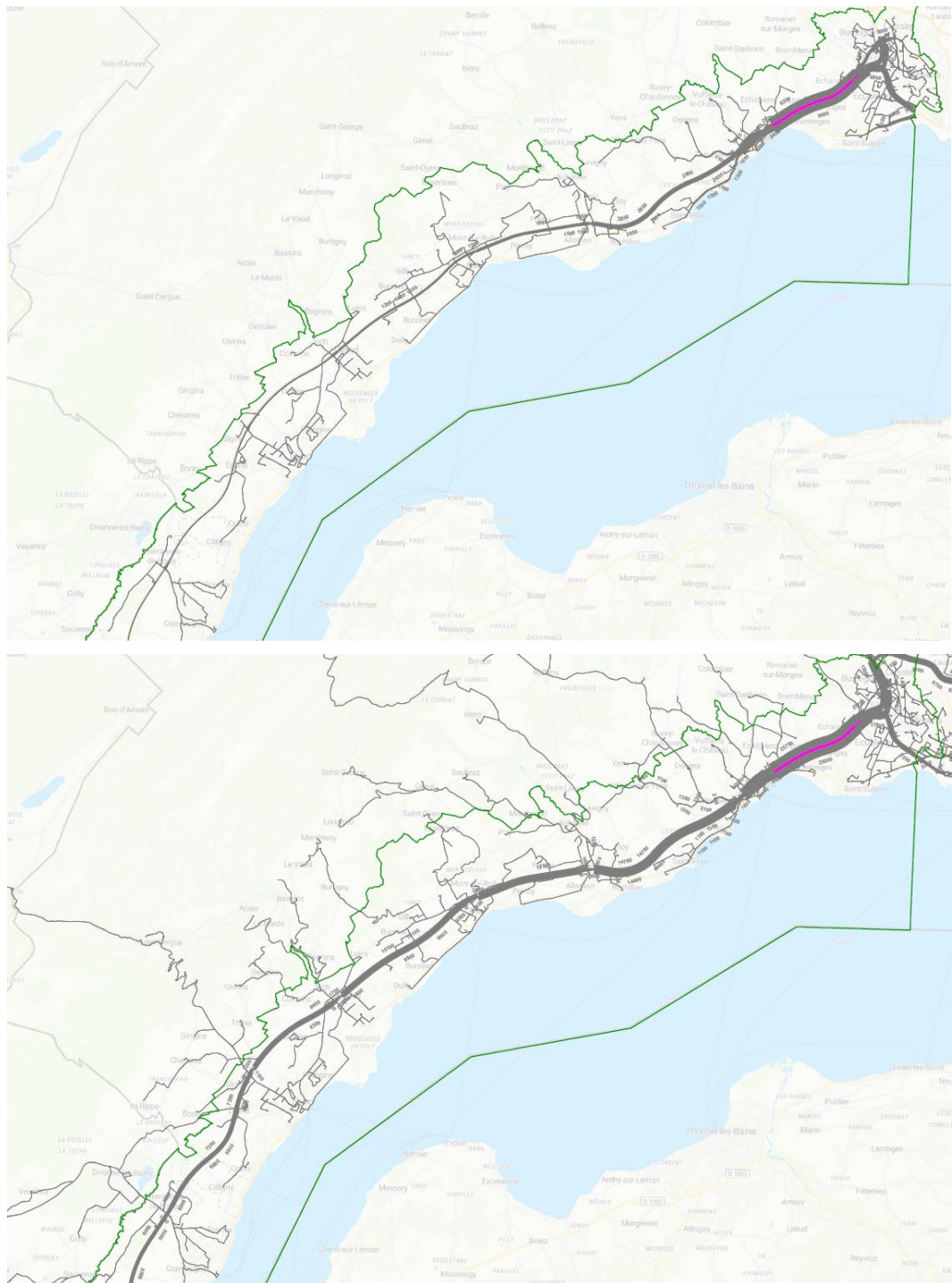


Abb. 37 Anteile der Verkehrsbeziehungstypen und Streckenauslastung im Perimeter Genf-Lausanne (in Prozent)

Nachfolgend sind die Spinnenanalysen der jeweiligen Verkehrsbeziehungstypen über den Betrachtungsquerschnitt zu sehen (Skalierung nicht identisch).

1761 | Funktionsbestimmung des nationalen und nachgelagerten Strassensystems unter Berücksichtigung von Verkehrsnachfrage-Effekten



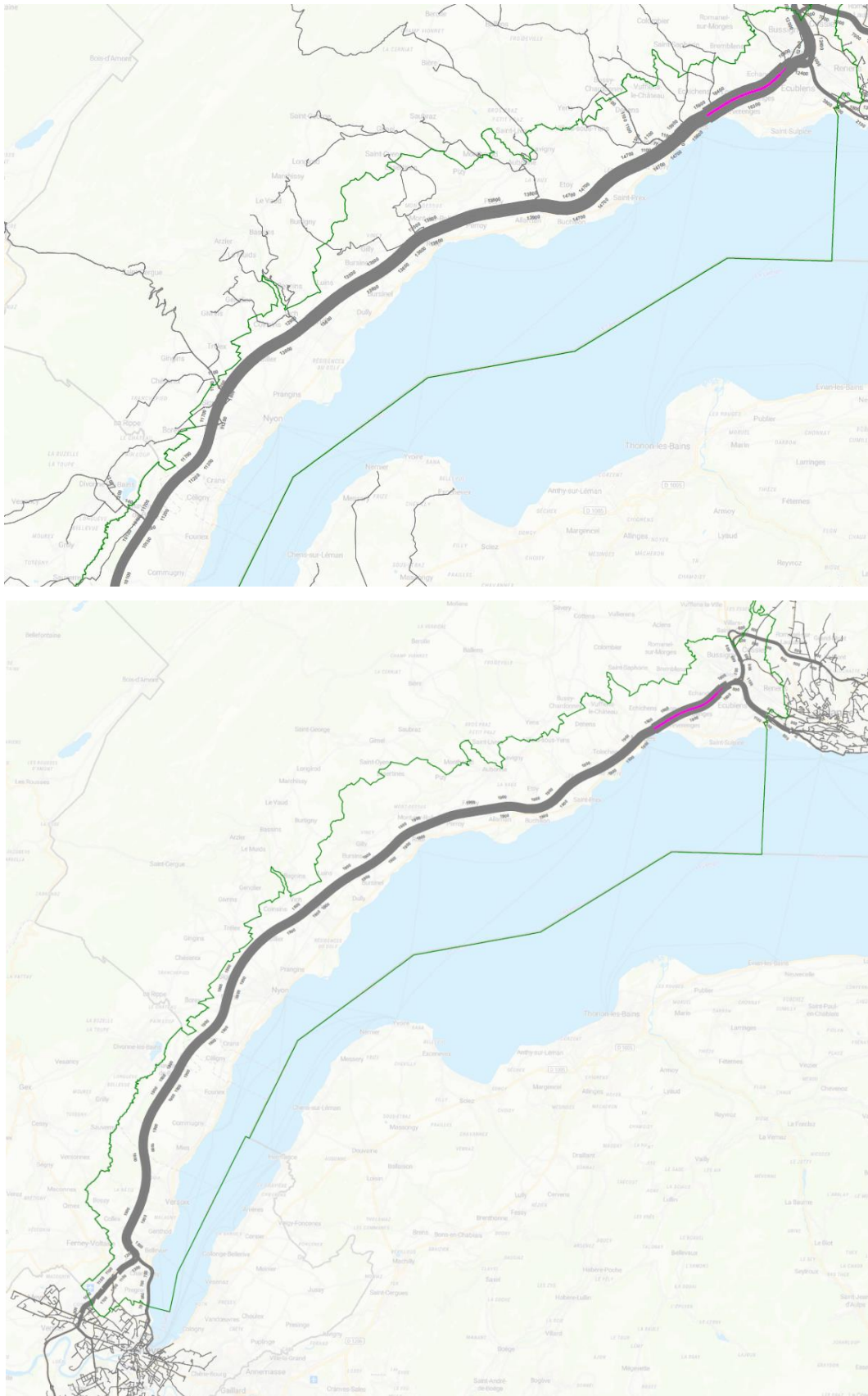


Abb. 38 Spinnenbelastung BV (oben), QZV (Mitte oben), DV (Mitte unten) und DV zwischen den Städten (unten) am Betrachtungsquerschnitt (pink) (in Fzg/Tag)

Folgende Abbildung zeigt die Fahrleistung im Perimeter klassifiziert nach den vier Verkehrsbeziehungstypen. Auf der Nationalstrasse macht der Quell-/Zielverkehr ca. 45%, der

Durchgangsverkehr ca. 35% und der Durchgangsverkehr zwischen den Agglomerationen ca. 5% der Fahrleistung aus, während knapp 15% auf den Binnenverkehr entfällt. Betrachtet man das übrige Strassennetz, so erhöht sich der Anteil des Binnenverkehrs auf ca. 40% und der Quell-/Zielverkehr auf ca. 50%, während der Durchgangsverkehr noch ca. 10% der Fahrleistung ausmacht. Der Durchgangsverkehr zwischen den Agglomerationen ist kaum auf dem nachgelagerten Strassennetz vorhanden.

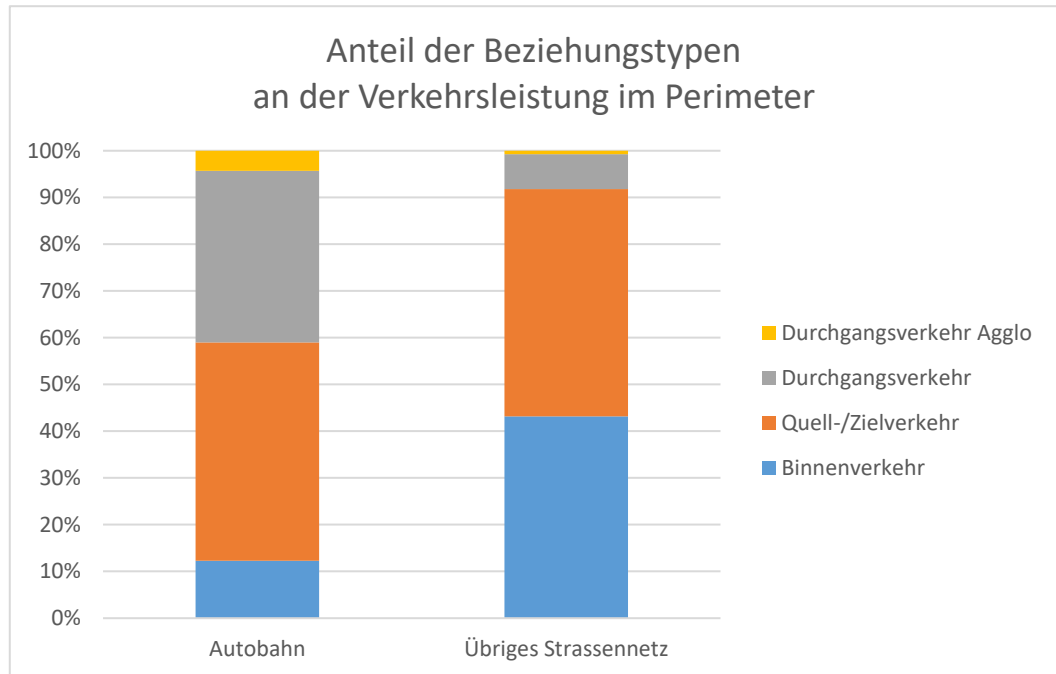


Abb. 39 Anteile der Beziehungstypen an der Verkehrsleistung im Perimeter (Untersuchungsgebiet Genf-Lausanne) (in Prozent)

Folgende Auswertung zeigt den Modal-Split auf den Beziehungen, welche über den oben genannten Betrachtungsquerschnitt erfolgen. Um diesen zu ermitteln wurde analog zum Untersuchungsgebiet Bern vorgegangen.

Es ist zu erkennen, dass bei den BV-Beziehungen, die mit dem PW über den Betrachtungsquerschnitt führen, der PW-Anteil ca. 85% und der ÖV-Anteil ca. 15% beträgt. Bei den QZV- und den DV-Beziehungen sinkt der PW-Anteil auf ca. 70% und bei den DVA-Beziehungen ist der PW-Anteil knapp 30%. Der geringe Anteil des PW auf den DVA-Beziehungen ist auf das gute ÖV-Angebot zwischen Genf und Lausanne zurückzuführen. Da die Beziehungen, die mit dem PW über die Nationalstrasse zurückgelegt werden von Natur aus eher länger sind, sind die Anteile des Fuss- und Veloverkehrs auf diesen Beziehungen sehr gering.

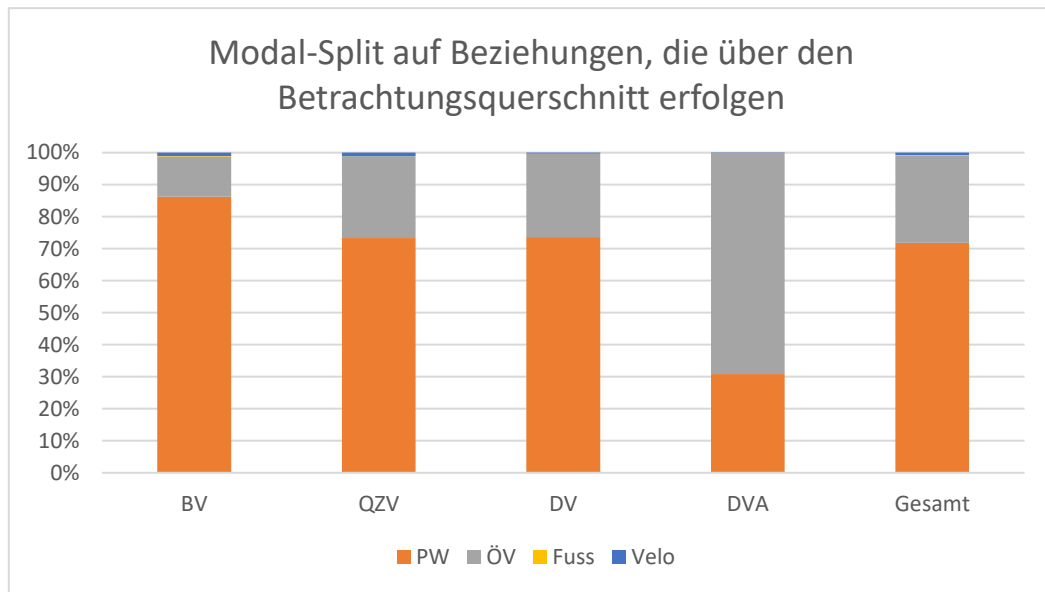


Abb. 40 Modal Split der Beziehungen über den Betrachtungsquerschnitt (Untersuchungsgebiet Genf-Lausanne) (in Prozent)

4.2.5 Untersuchungsgebiet Solothurn-Olten

Räumliche Ausdehnung

Folgende Abbildung zeigt die räumliche Ausdehnung des Untersuchungsgebiets Solothurn-Olten. Dieses beinhaltet die Gemeinden entlang der A1 zwischen Solothurn und Olten. Die Städte Solothurn und Olten mit ihren anschliessenden Gemeinden wurden zusätzlich als separate Gebiete definiert (orange), um den Verkehr zwischen diesen Gebieten gesondert erfassen zu können. Die Nationalstrasse in diesem Perimeter nimmt eine Funktion als Autobahn zwischen zwei Agglomerationen wahr.

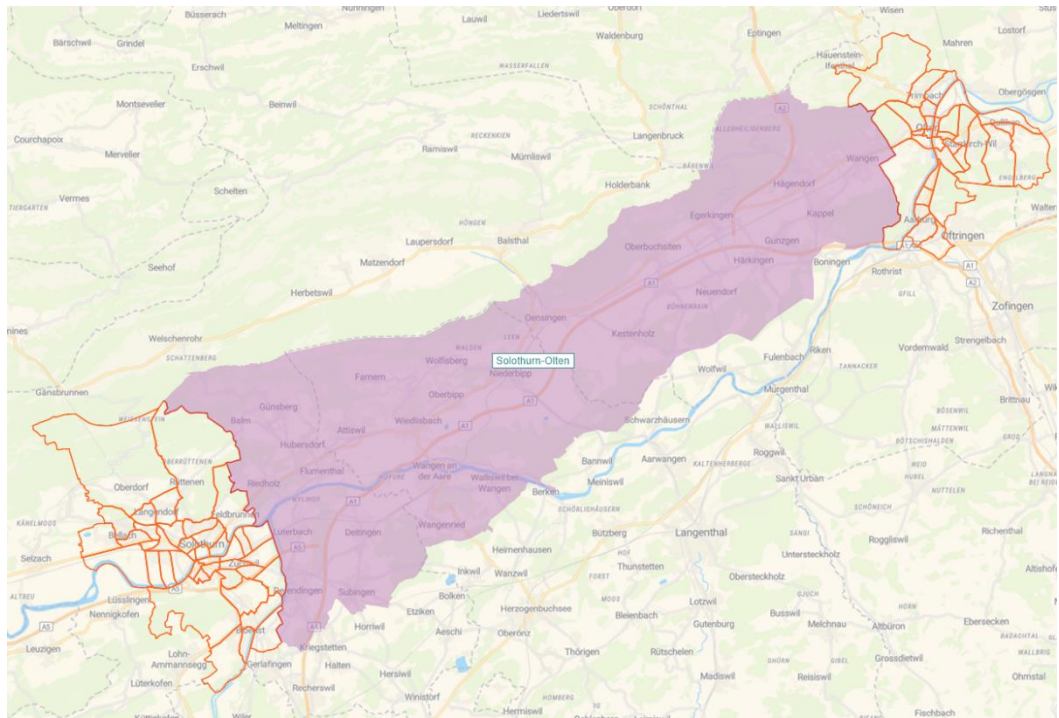


Abb. 41 Räumliche Ausdehnung Untersuchungsgebiet Solothurn-Olten

Analyse Ist-Zustand

Der DWV Fzg-Belastungsplot zeigt, dass die bedeutenden Verkehrsströme vor allem auf der Nationalstrasse zu finden sind:

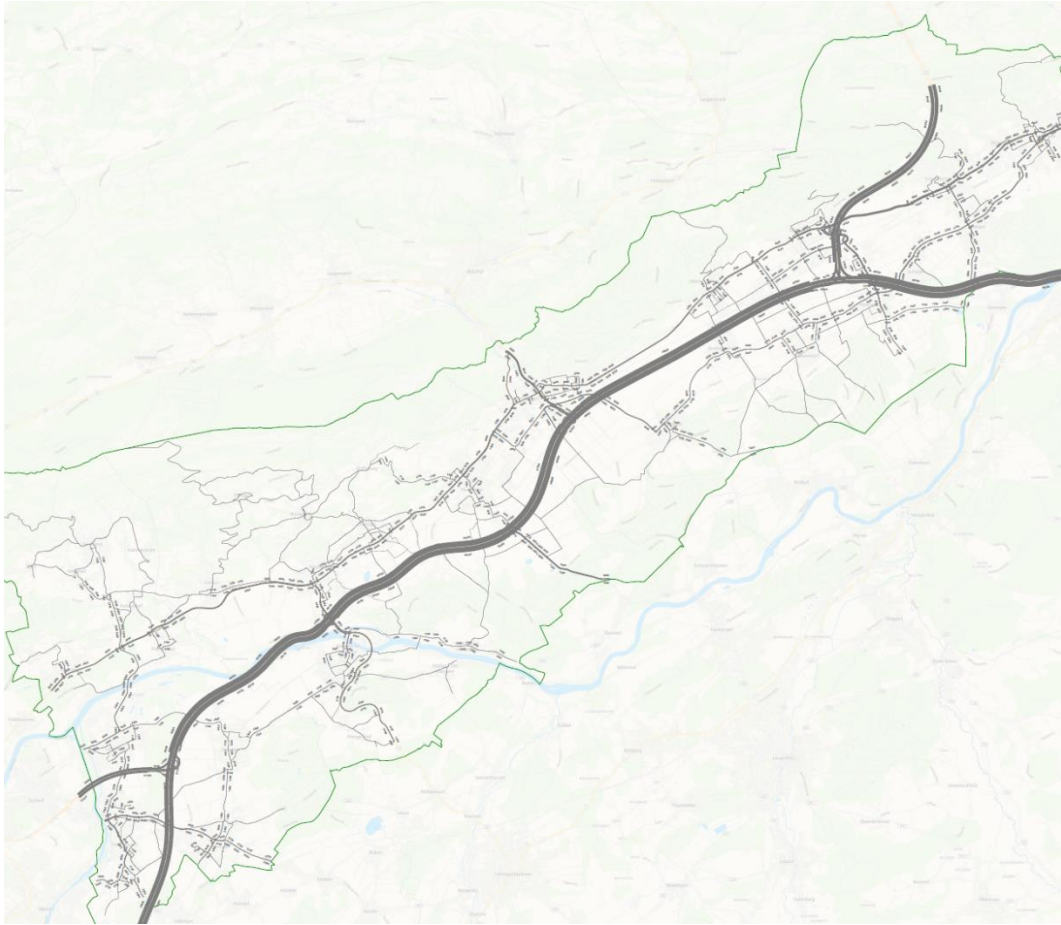


Abb. 42 DWV-Belastungen Perimeter Solothurn-Olten (NPVM) (in Fzg/Tag)

Der Plot des Binnenverkehrs zeigt, dass die bedeutenden Ströme hier vor allem im Raum Egerkingen (E) und Niederbipp (N) auf der Kantonsstrasse zu verzeichnen sind.

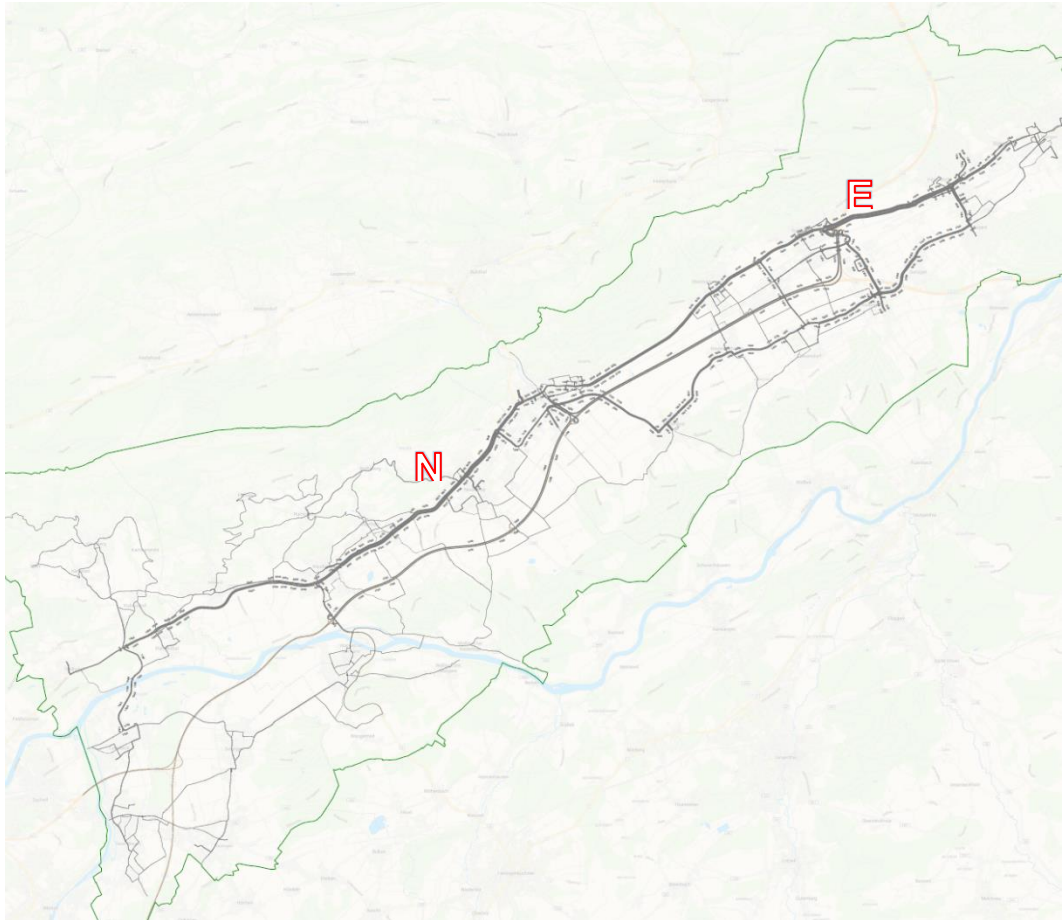


Abb. 43 DWV-Belastungen Binnenverkehr Perimeter Solothurn-Olten (NPVM) (in Fzg/Tag)

Der Quell- und Zielverkehr des Untersuchungsgebiets konzentriert sich vor allem auf die Nationalstrasse.

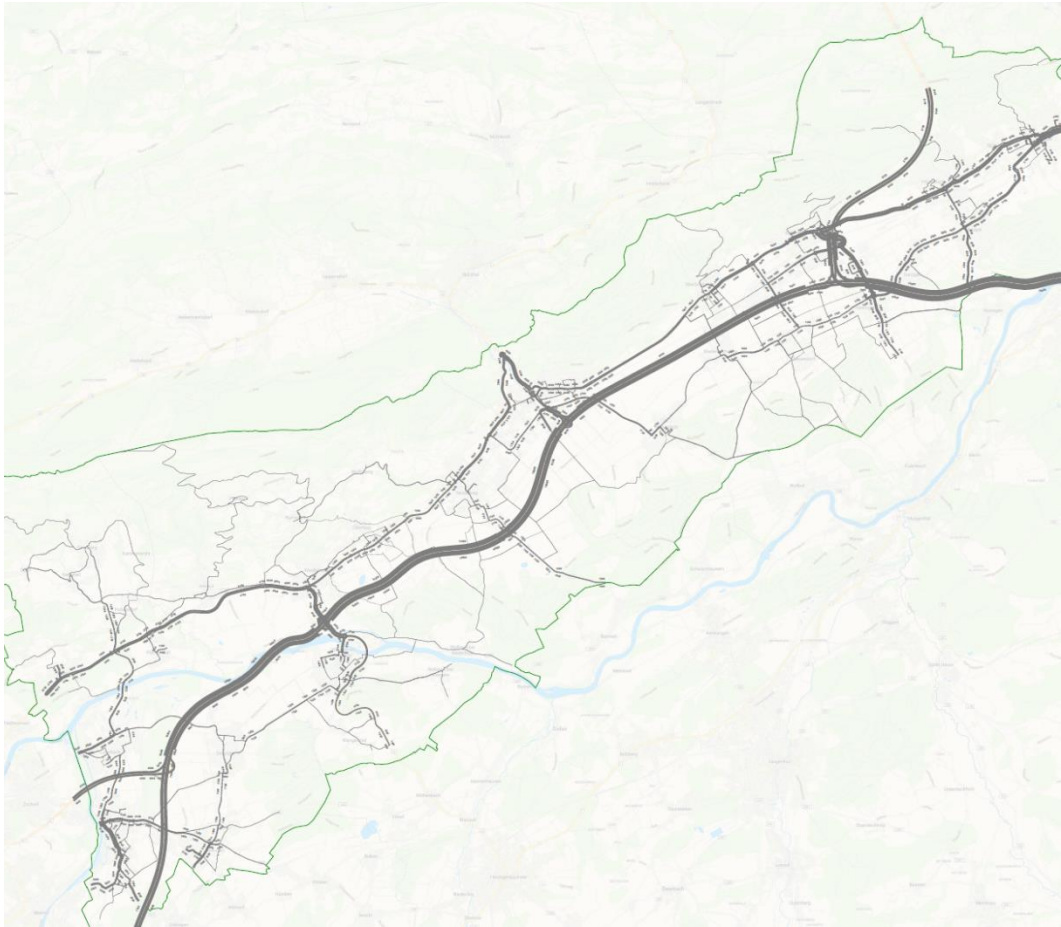


Abb. 44 DWV-Belastungen Quell-/Zielverkehr Perimeter Solothurn-Olten (NPVM) (in Fzg/Tag)

Auch der Durchgangsverkehr durch den Perimeter (ohne Agglomerationen) und der Durchgangsverkehr zwischen den Agglomerationen beschränkt sich fast ausschliesslich auf die Nationalstrasse.

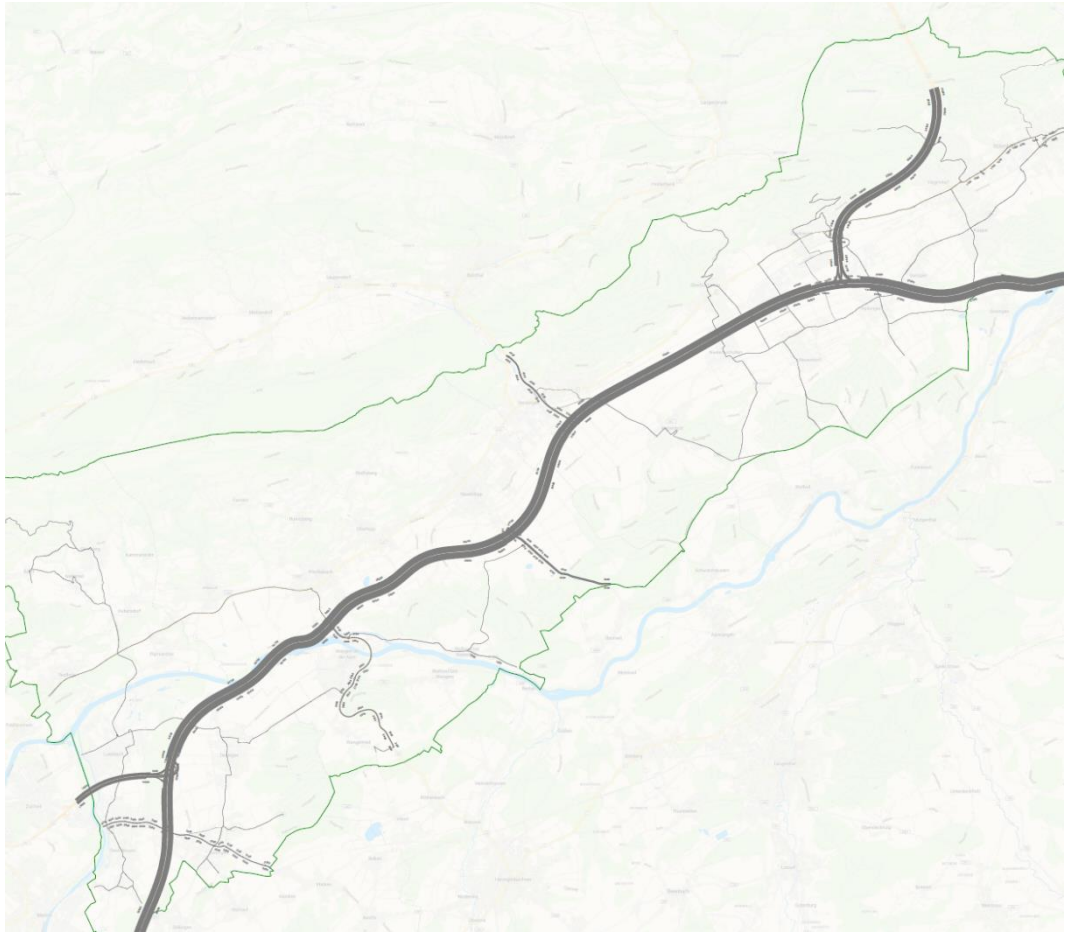


Abb. 45 DWV-Belastungen Durchgangsverkehr Perimeter Solothurn-Olten (NPVM) (in Fzg/Tag)



Abb. 46 DWV-Belastungen Durchgangsverkehr Agglo Solothurn-Olten (NPVM) (in Fzg/Tag)

Folgende Abbildung zeigt die Anteile der Verkehrsbeziehungstypen (Binnenverkehr BV, Quell-/Zielverkehr QZV und Durchgangsverkehr DV) und die Streckenauslastung auf der Nationalstrasse. Anhand dieser Analyse wurde ein Querschnitt ausgewählt (rot markiert), für den weitere Analysen durchgeführt wurden. Die Kriterien waren eine hohe Streckenauslastung und verschiedene Verkehrsbeziehungstypen auf dem Abschnitt.

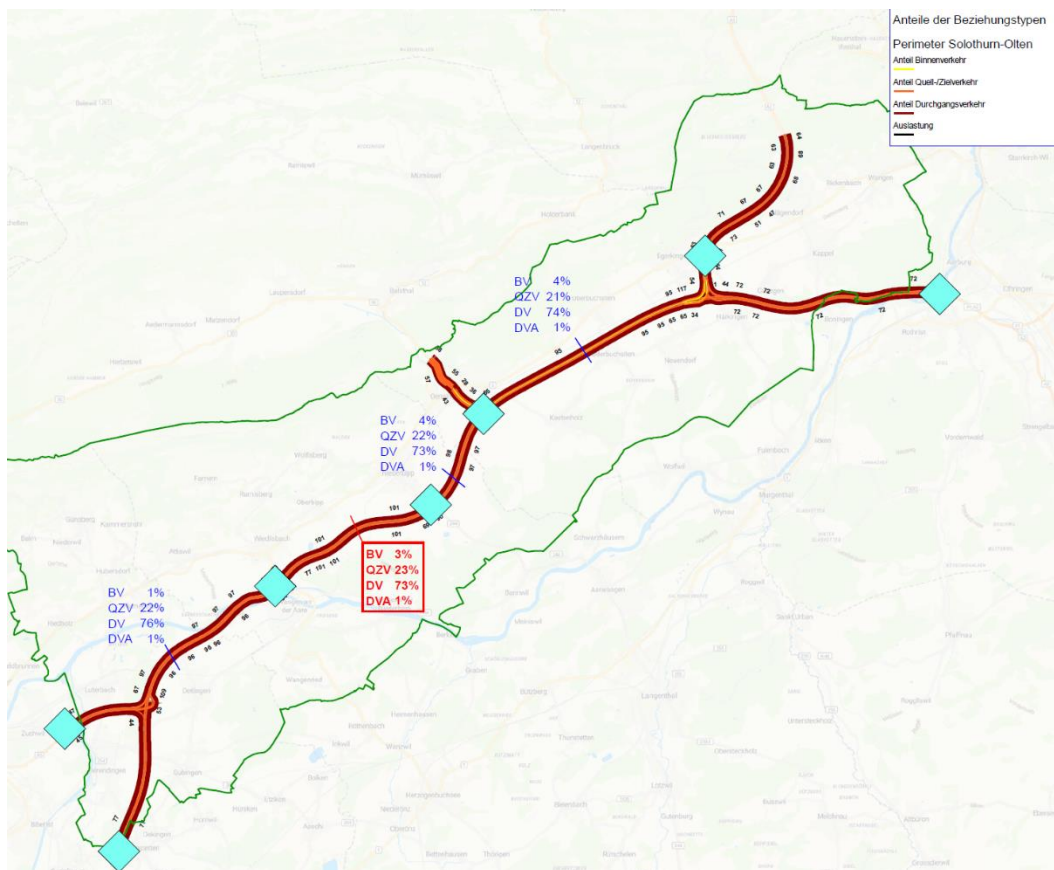
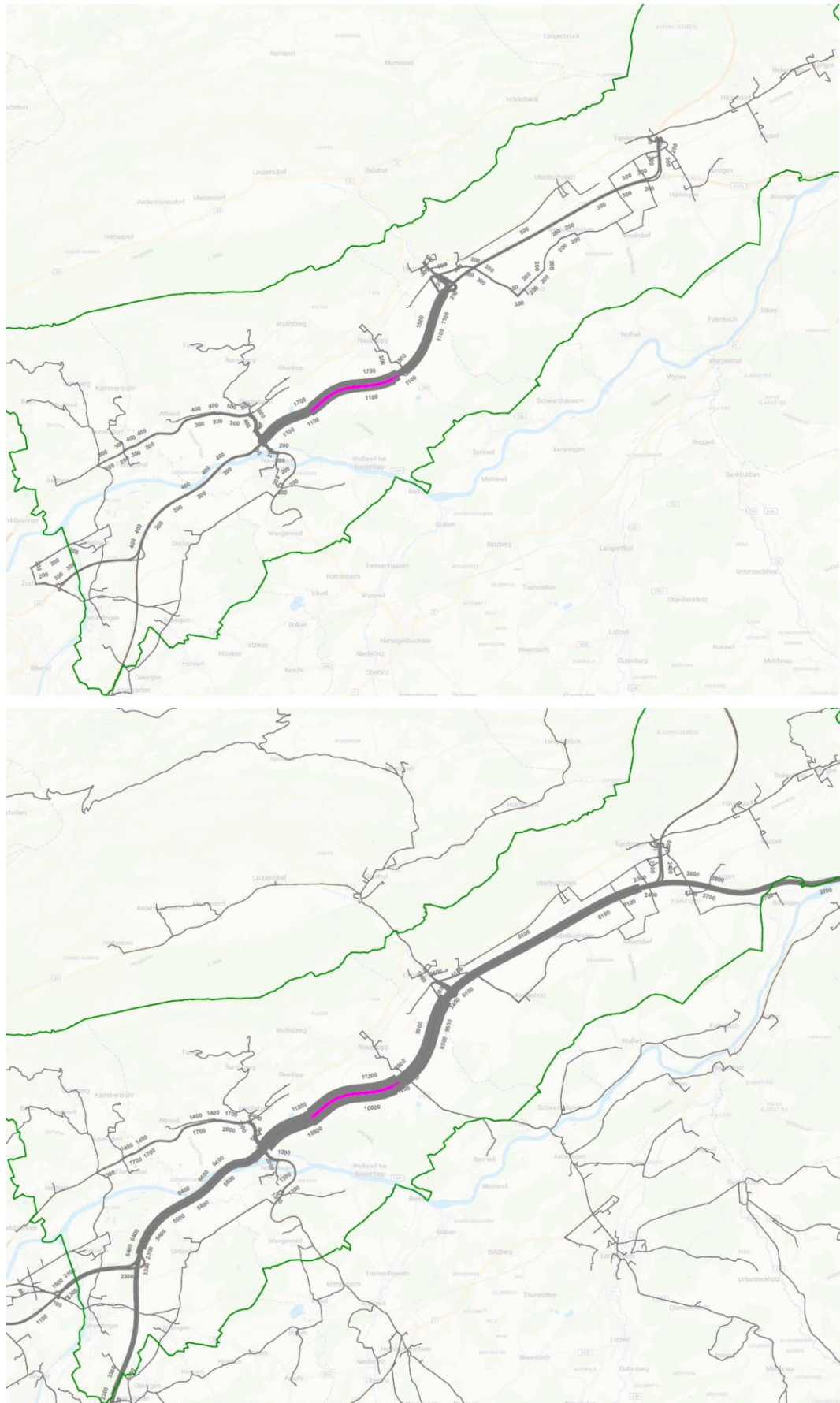


Abb. 47 Anteile der Verkehrsbeziehungstypen und Streckenauslastung im Perimeter Solothurn-Olten (in Prozent)

Nachfolgend sind die Spinnenanalysen der jeweiligen Verkehrsbeziehungstypen über den Betrachtungsquerschnitt zu sehen (Skalierung nicht identisch).



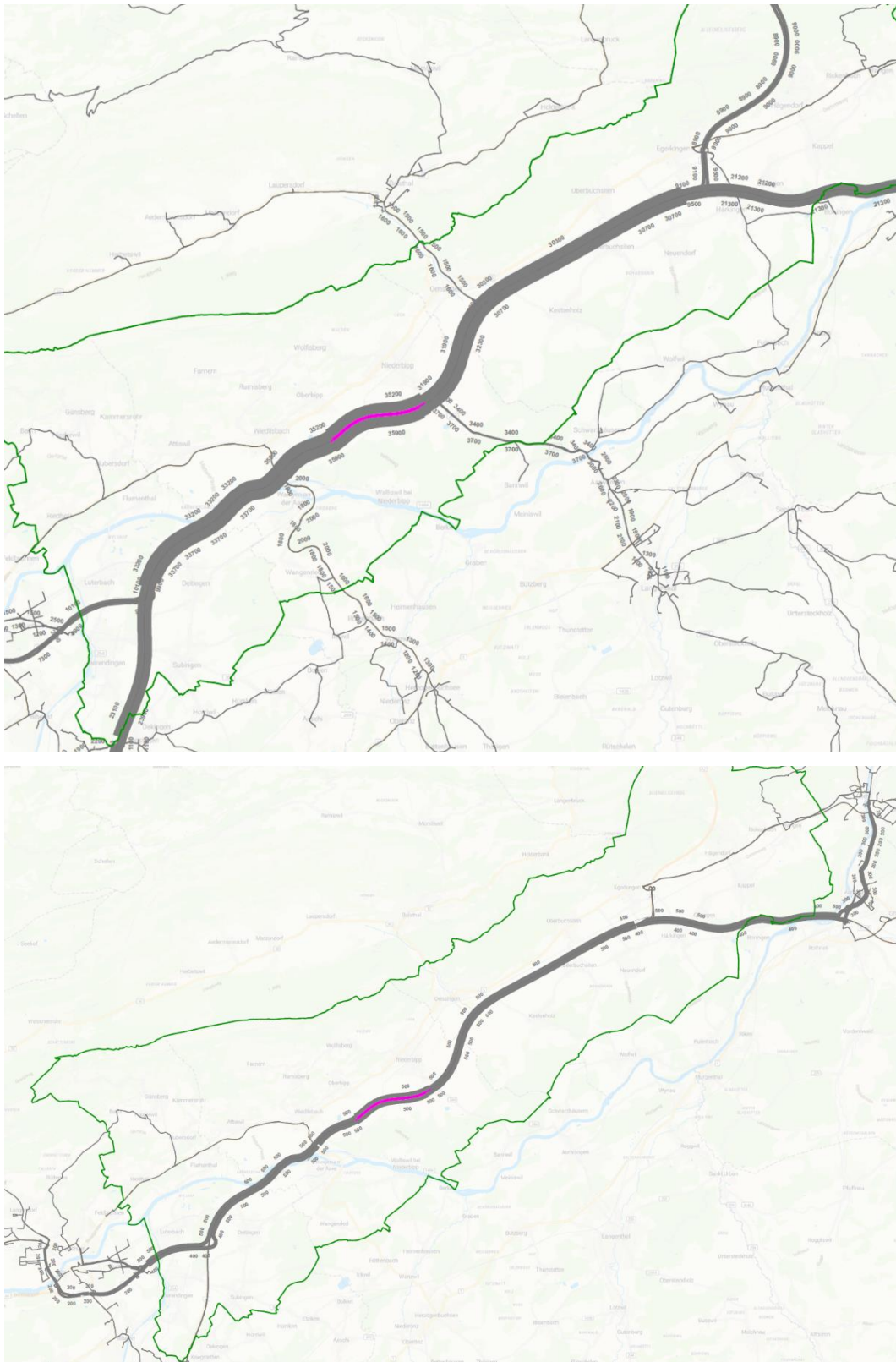


Abb. 48 Spinnenbelastung BV (oben), QZV (Mitte oben), DV (Mitte unten) und DV zwischen den Städten (unten) am Betrachtungsquerschnitt (pink) (in Fzg/Tag)

Folgende Abbildung zeigt die Fahrleistung im Perimeter klassifiziert nach den vier Verkehrsbeziehungstypen. Auf der Nationalstrasse macht der Quell-/Zielverkehr ca. 20% und der Durchgangsverkehr ca. 75% der Fahrleistung aus, der Durchgangsverkehr zwischen den Agglomerationen und der Binnenverkehr kommen zusammen auf ca. 5%. Betrachtet man das übrige Strassennetz, so erhöht sich der Anteil des Binnenverkehrs auf ca. 30%

und der des Quell-/Zielverkehrs auf ca. 55%, während der Durchgangsverkehr noch ca. 15% der Fahrleistung ausmacht. Der Durchgangsverkehr zwischen den Agglomerationen ist kaum auf dem nachgelagerten Strassennetz vorhanden.

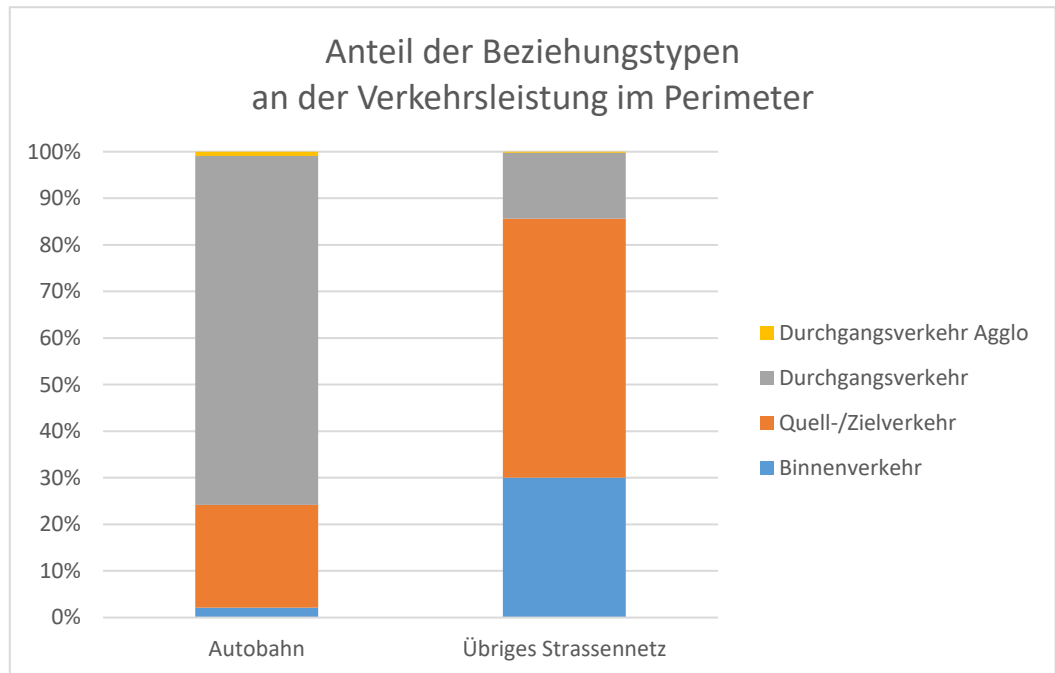


Abb. 49 Anteile der Beziehungstypen an der Verkehrsleistung im Perimeter (Untersuchungsgebiet Solothurn-Olten) (in Prozent)

Folgende Auswertung zeigt den Modal-Split auf den Beziehungen, welche über den oben genannten Betrachtungsquerschnitt erfolgen. Um diesen zu ermitteln wurde analog zum Untersuchungsgebiet Bern vorgegangen.

Es ist zu erkennen, dass bei den BV- und den QZV-Beziehungen, die mit dem PW über den Betrachtungsquerschnitt führen, der PW-Anteil ca. 75% und der ÖV-Anteil ca. 25% beträgt. Bei den DV- und den DVA-Beziehungen sinkt der PW-Anteil auf ca. 50%. Der geringe Anteil des PW auf den DV- und DVA-Beziehungen ist auf das gute ÖV-Angebot am Jurasüdfuss bzw. zwischen Bern/Biel und Olten/Zürich zurückzuführen. Da die Beziehungen, die mit dem PW über die Nationalstrasse zurückgelegt werden von Natur aus eher länger sind, sind die Anteile des Fuss- und Veloverkehrs auf diesen Beziehungen sehr gering.

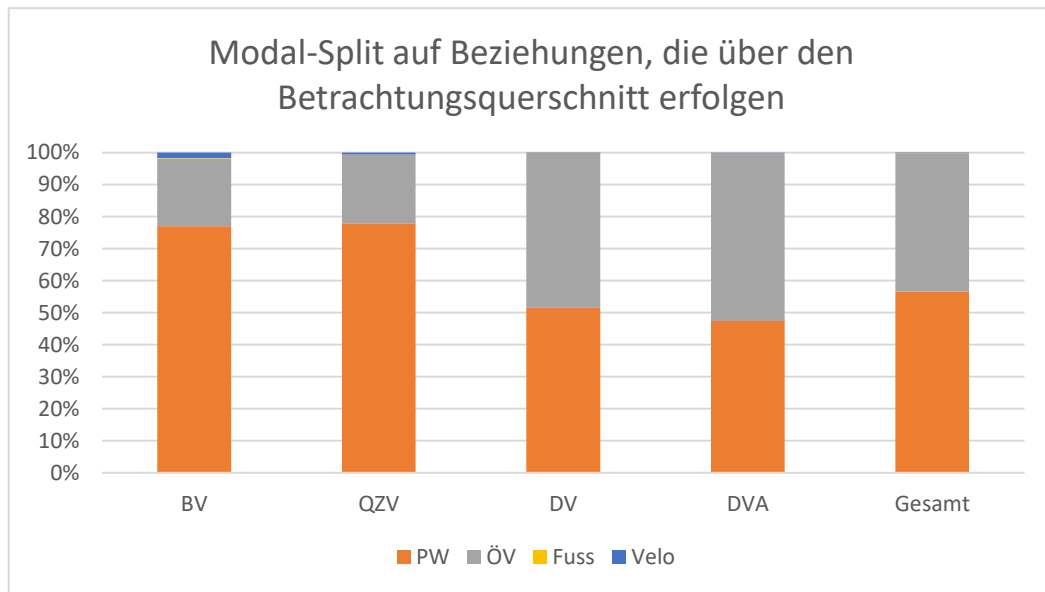


Abb. 50 Modal Split der Beziehungen über den Betrachtungsquerschnitt (Untersuchungsgebiet Solothurn-Olten) (in Prozent)

4.3 Schlussfolgerungen

Aus der Auswahl der Untersuchungsgebiete und deren Analysen hat sich gezeigt, dass die Nationalstrasse – bezogen auf die jeweiligen Untersuchungsgebiete – sehr unterschiedliche Funktionen wahrnimmt. Während in den Räumen Bern, Luzern und Genf-Lausanne bis zu 17 % der Streckenbelastungen dem Binnenverkehr zuzuschreiben sind, sind es in den Räumen Zürich und Solothurn nur 3 %.

Die Verkehrsleistung im Perimeter zeigt in allen Räumen ein ähnliches Bild was die Zusammensetzung der Verkehrsbeziehungstypen auf der Nationalstrasse betrifft. Bis zu 10 % der Verkehrsleistung wird vom Binnenverkehr verursacht, während sich die restlichen ca. 90 % mehr oder weniger gleichmässig auf den Quell-/Ziel- und den Durchgangsverkehr verteilen. Nur im Perimeter Solothurn-Olten ist der Anteil des Durchgangsverkehrs mit Abstand am höchsten. Dies liegt hauptsächlich daran, dass es zwischen den Agglomerationen Solothurn und Olten entlang der Nationalstrasse keine stark besiedelten Räume gibt, welche viel Quell- und Zielverkehr verursachen würden.

Die Spinnenanalyse (Analyse eines Streckenabschnittes, woher der Verkehr kommt und wohin er geht) war insofern interessant, dass auch dort zwischen den Untersuchungsräumen grosse Unterschiede hervorgetreten sind. Dort, wo der ÖV zu den analysierten PW-Spinnenbeziehungen eine valable Alternative darstellt (BV im Raum Bern, DVA in Raum Genf-Lausanne sowie DV und DVA im Raum Solothurn-Olten), erreicht er einen Modal-Split-Anteil von bis zu 50 %.

Nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die wichtigsten Kennzahlen in den betrachteten Untersuchungsgebieten.

Tab. 4 Überblick der Kennzahlen (Ist-Zustand) in den Untersuchungsgebieten (NPVM)

	Untersuchungsgebiet				
	Bern	Zürich	Luzern	Genf-Lausanne	Solothurn-Olten
Anteil Verkehrsbeziehungstyp an Leistung auf Nationalstrasse im Perimeter [%]					
BV	9.5%	4.3%	9.5%	12.3%	2.1%
QZV	48.0%	47.0%	44.0%	46.7%	22.1%
DV	42.5%	48.8%	46.5%	36.7%	74.9%
DVA				4.3%	0.9%
Modal Split für Betrachtungsquerschnitt [%]					
Fuss	0.2%	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%
Velo	1.3%	0.8%	1.0%	0.8%	0.2%
PW	70.7%	70.6%	73.8%	71.9%	56.7%
ÖV	27.8%	28.6%	25.0%	27.3%	43.1%

Für die kommenden Arbeitsschritte der Massnahmenentwicklung wurde mit der Begleitkommission abgesprochen, in einem ersten Schritt das Untersuchungsgebiet Luzern zu betrachten. Diese Modellarbeiten werden mit dem kantonalen Modell GVM LU durchgeführt, um die Rechenzeiten, v.a. auch was die Nachfrageberechnungen betrifft, zu verkürzen.

5 Untersuchungen von Massnahmen in Verkehrsmodellen

In diesem und den darauffolgenden Kapiteln werden die Modellierungsarbeiten und die daraus resultierenden Ergebnisse in den Untersuchungsgebieten Luzern und Solothurn-Olten beschrieben.

In einem ersten Schritt wurden folgende Massnahmen in den DWV-Modellen (Ist-Zustand) des GVM LU und des GVM SO modelliert. Bei der Umlegung (Routenwahl) wurde hier jeweils der gesamte Strassenverkehr, also inkl. des Strassengüterverkehrs, betrachtet. Die nachfragebeeinflussenden Massnahmen (d.h. die Veränderungen der Ziel- und Verkehrsmittelwahl) betreffen jeweils nur den Personenverkehr:

- Sperrung des Nationalstrassenanschlusses «Luzern Zentrum» (nur Luzern; aufgrund der Einschätzung des Experten aus dem Gebiet Solothurn-Olten und der Forschungsstelle, dass Anschlussperrungen in diesem Untersuchungsgebiet nicht zielführend sind, wurde diese Massnahme im Raum Solothurn-Olten nicht untersucht)
- Dosierung der Ein- und Ausfahrten der Nationalstrasse im Perimeter
- Erhöhung der Parkplatzkosten für Personenwagen
- Erhöhung der Kilometerkosten für Personenwagen
- Harmonisierung Geschwindigkeit Nationalstrasse (nur Solothurn-Olten)

Auf die Modellierung der folgenden in der Literatur oder in den Experteninterviews vorgeschlagenen VM-Massnahmen wurde verzichtet:

- Pannestreifenumnutzung (Von der Forschungsstelle und den Expertinnen und Experten wird kein massgebender Einfluss auf die Verkehrsbeziehungstypen auf der Nationalstrasse erwartet)
- Wechseltextanzeigen, Dynamische Wegweisung (Nur schwer im Verkehrsmodell umsetzbar, es wird kein massgebender Einfluss auf die Verkehrsbeziehungstypen auf der Nationalstrasse erwartet)
- Lastwagenüberholverbot (Nur schwer im Verkehrsmodell umsetzbar, es wird kein massgebender Einfluss auf die Verkehrsbeziehungstypen auf der Nationalstrasse erwartet)
- Mobilitätsdrehscheiben (keine klassische, ohne bauliche Eingriffe umsetzbare VM-Massnahme, nicht Hauptfokus der vorliegenden Forschungsarbeit)
- Car Pool Lanes (Nur schwer im Verkehrsmodell umsetzbar, es wird kein massgebender Einfluss auf die Verkehrsbeziehungstypen auf der Nationalstrasse erwartet)
- Cargo Souterrain (keine klassische, ohne bauliche Eingriffe umsetzbare VM-Massnahme, nicht Hauptfokus der vorliegenden Forschungsarbeit)
- Raumplanerische Massnahmen (Keine VM-Massnahme. Zusätzlich wurde der Aufwand für eine hinreichend detaillierte Abbildung raumplanerischer Massnahmen im Verkehrsmodell für die vorliegende Forschungsarbeit als zu gross beurteilt.)

Im GVM LU wurden zudem Untersuchungen im stärker ausgelasteten ASP-Netz durchgeführt.

6 Modellierung Untersuchungsgebiet Luzern

In diesem Kapitel werden die Modellierungsarbeiten und die daraus resultierenden Ergebnisse im Untersuchungsgebiet Luzern beschrieben. Die Wirkung der Verkehrsmanagementmassnahmen wurden im Prozess der Forschungsarbeit als erstes im Untersuchungsgebiet Luzern untersucht, weshalb in Kapitel 6.4 die Erkenntnisse kurz zusammengefasst und hinsichtlich der weiteren Modellierungsarbeiten ausgewertet werden.

6.1 Perimeter Luzern

Anders als in der grundlegenden Analyse der Untersuchungsgebiete wurde die Gemeinde Ebikon in den Untersuchungsperimeter integriert. Zusätzlich wurden die Gemeinden Rotenbourg, Horw, Buchrain, Dierikon, Adligenswil und Meggen als Agglomeration definiert, um den Durchgangsverkehr durch den Untersuchungsperimeter aufteilen zu können in «Durchgangsverkehr» (Quelle und Ziel ausserhalb des Untersuchungsperimeters) und «Durchgangsverkehr Agglomeration» (Quelle und Ziel innerhalb der als Agglomeration definierten Bezirke). Folgende Abbildung gibt einen Überblick über den Perimeter Luzern:

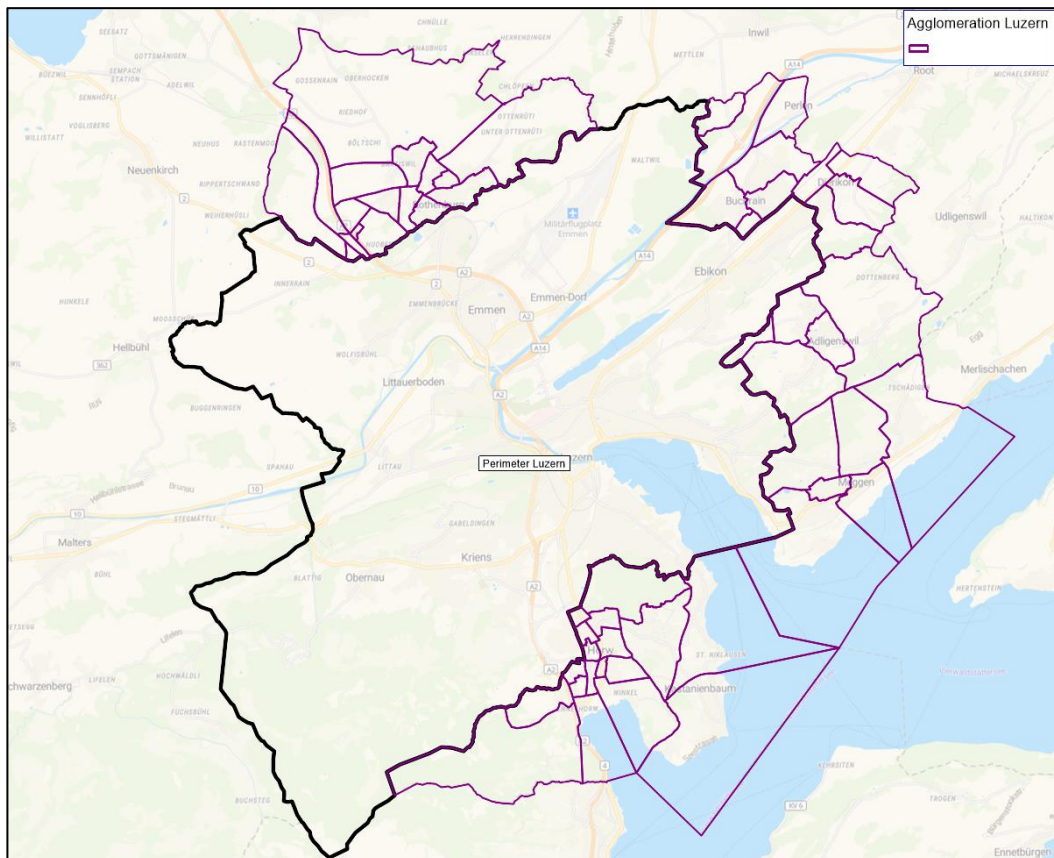


Abb. 51 Untersuchungsgebiet (schwarz) und Agglomeration (violett) Luzern

6.2 DWV-Modell

6.2.1 Sperrung Anschluss «Luzern-Zentrum»

Massnahmenbeschreibung

Die Massnahme beinhaltet die Sperrung sowohl der Einfahrt als auch der Ausfahrt «Luzern-Zentrum».

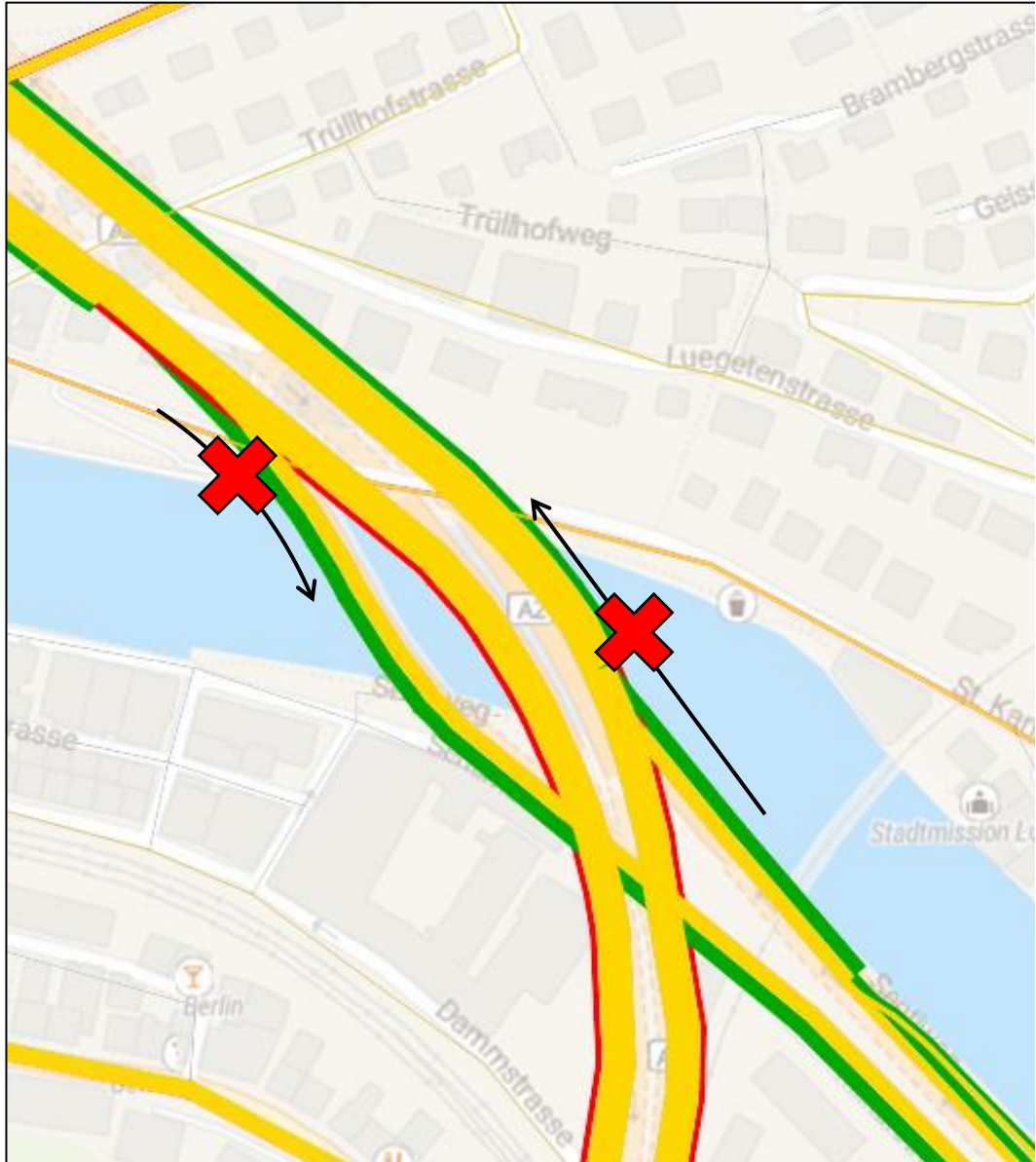


Abb. 52 Sperrung Anschluss «Luzern-Zentrum»

Auswirkungen

Folgende Abbildung zeigt die Belastung des Szenarios mit der Sperrung verglichen mit dem Referenzzustand. Grün zeigt eine Minder- und Rot eine Mehrbelastung an. Es ist zu erkennen, dass der Verkehr mit Ziel im nördlichen Stadtteil von Luzern die Alternativrouten über die Haupt-/Baselstrasse oder über die Sedelstrasse wählt, während derjenige mit Ziel im südlichen Stadtteil von Luzern die Ausfahrt Kriens und dann die Obergrundstrasse nimmt. Die relativen Zu- und Abnahmen sind auf dem nachgelagerten Netz entsprechend höher als auf der Nationalstrasse, da die Ausgangsbelastungen deutlich tiefer sind.

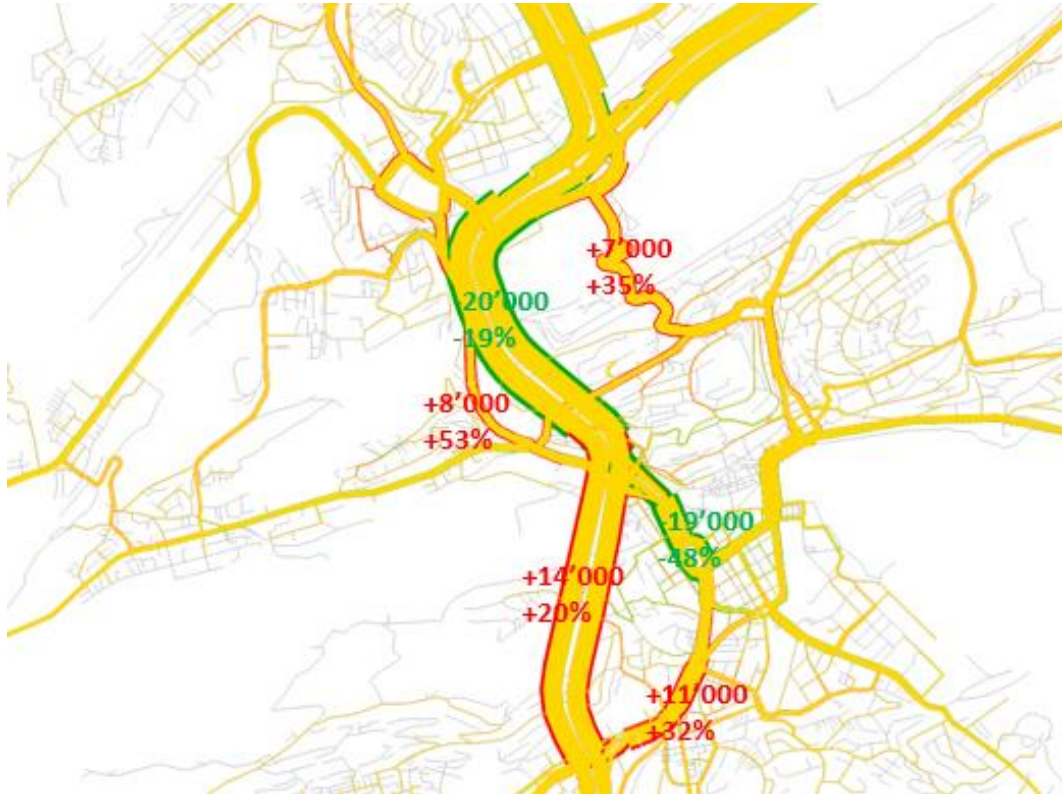


Abb. 53 Differenzplot DWV: Sperrung Anschluss Luzern-Zentrum-Referenzzustand (in Fzg/Tag bzw. Prozent)

Die Auslastung auf der Nationalstrasse zwischen «Emmen» und «Luzern-Zentrum» nimmt um ca. 13 Prozentpunkte ab, während die Auslastung auf der Hauptstrasse von ca. 55% auf 83% und auf der Sedelstrasse von ca. 79% auf 110% steigt. Auf der südlichen Route steigt die Auslastung auf der Nationalstrasse zwischen «Luzern-Zentrum» und «Kriens» um ca. 15 und auf der Obergrundstrasse um ca. 20 Prozentpunkte.

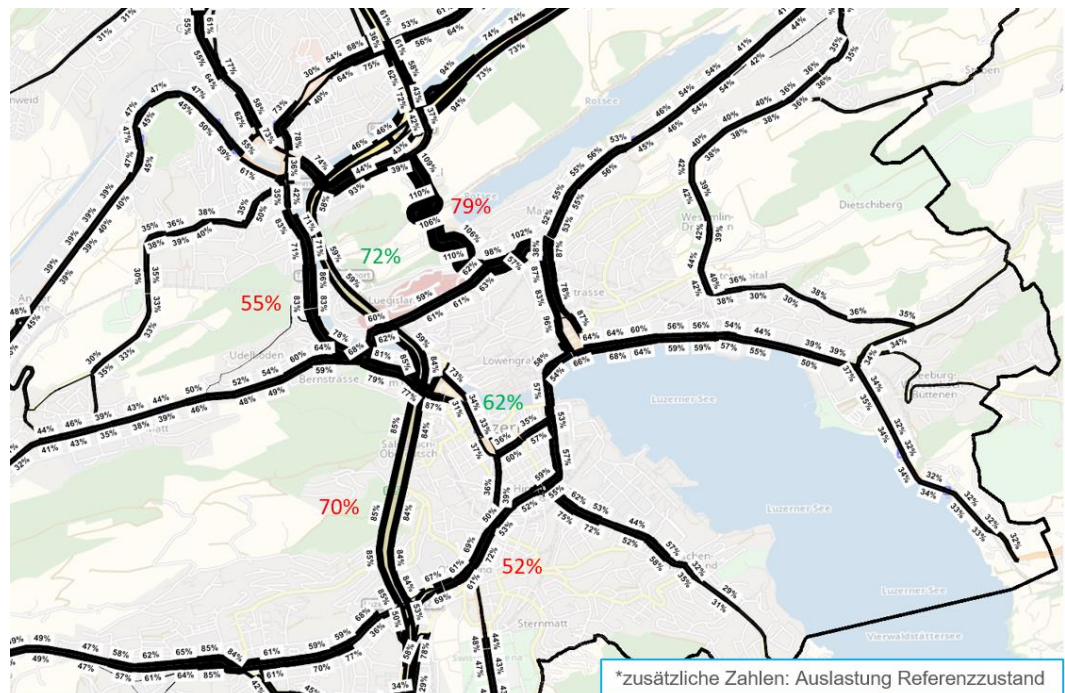


Abb. 54 Veränderung der Streckenauslastungen auf ausgewählten Abschnitten, Massnahme «Sperrung Anschluss Luzern Zentrum» (in Prozent)

Durch die Sperrung des Nationalstrassenanschlusses «Luzern-Zentrum» verändern sich auch die Anteile der Verkehrsbeziehungstypen. Der Binnenverkehr nimmt ab und verliert somit auch relativ Anteile. Da der QZV und der DV konstant bleiben, nehmen deren Anteile leicht zu. Im Grossen und Ganzen verändern sich die Anteile aber nur geringfügig.

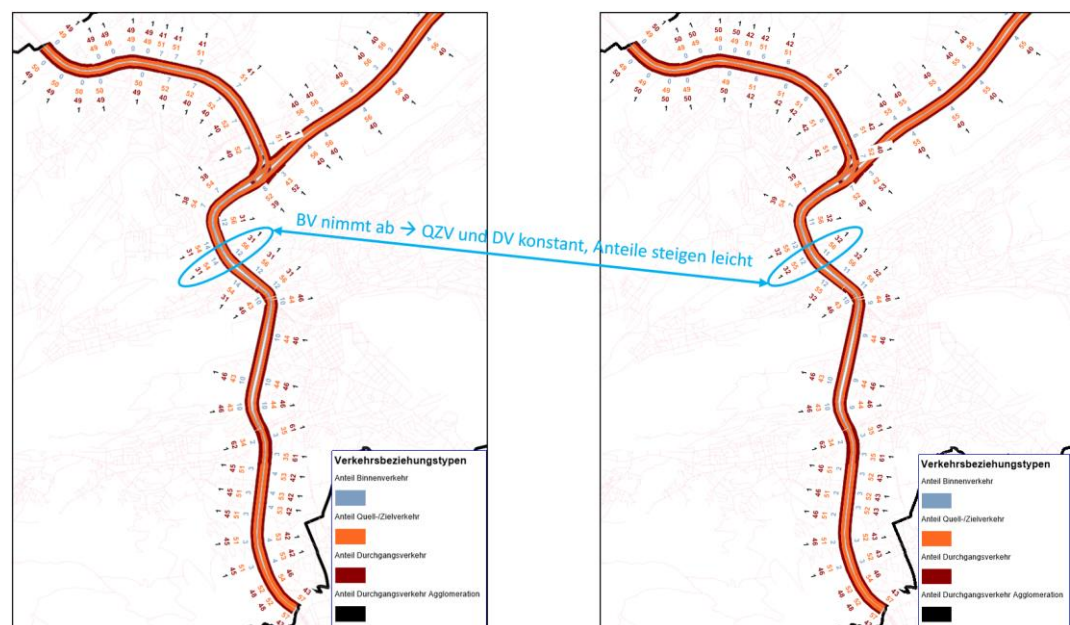


Abb. 55 Veränderung der Anteile der Verkehrsbeziehungstypen auf der Nationalstrasse, Massnahme «Sperrung Anschluss Luzern Zentrum» (in Prozent)

6.2.2 Dosierung Ein- und Ausfahrten Nationalstrasse

Massnahmenbeschrieb

Bei der Dosierung der Ein- und Ausfahrten der Nationalstrasse im Untersuchungsperimeter wurde auf den entsprechenden Abbiegern ein zeitlicher Widerstand implementiert. Dieser Widerstand wurde basierend auf initialen Tests in drei Ausführungen eingebaut:

- 30 Sekunden
- 1 Minute
- 2 Minuten

Da sich die Auswirkungen nur in ihrer Stärke unterscheiden, werden hier lediglich die Ergebnisse der Dosierung mit 2 Minuten Widerstand aufgeführt.

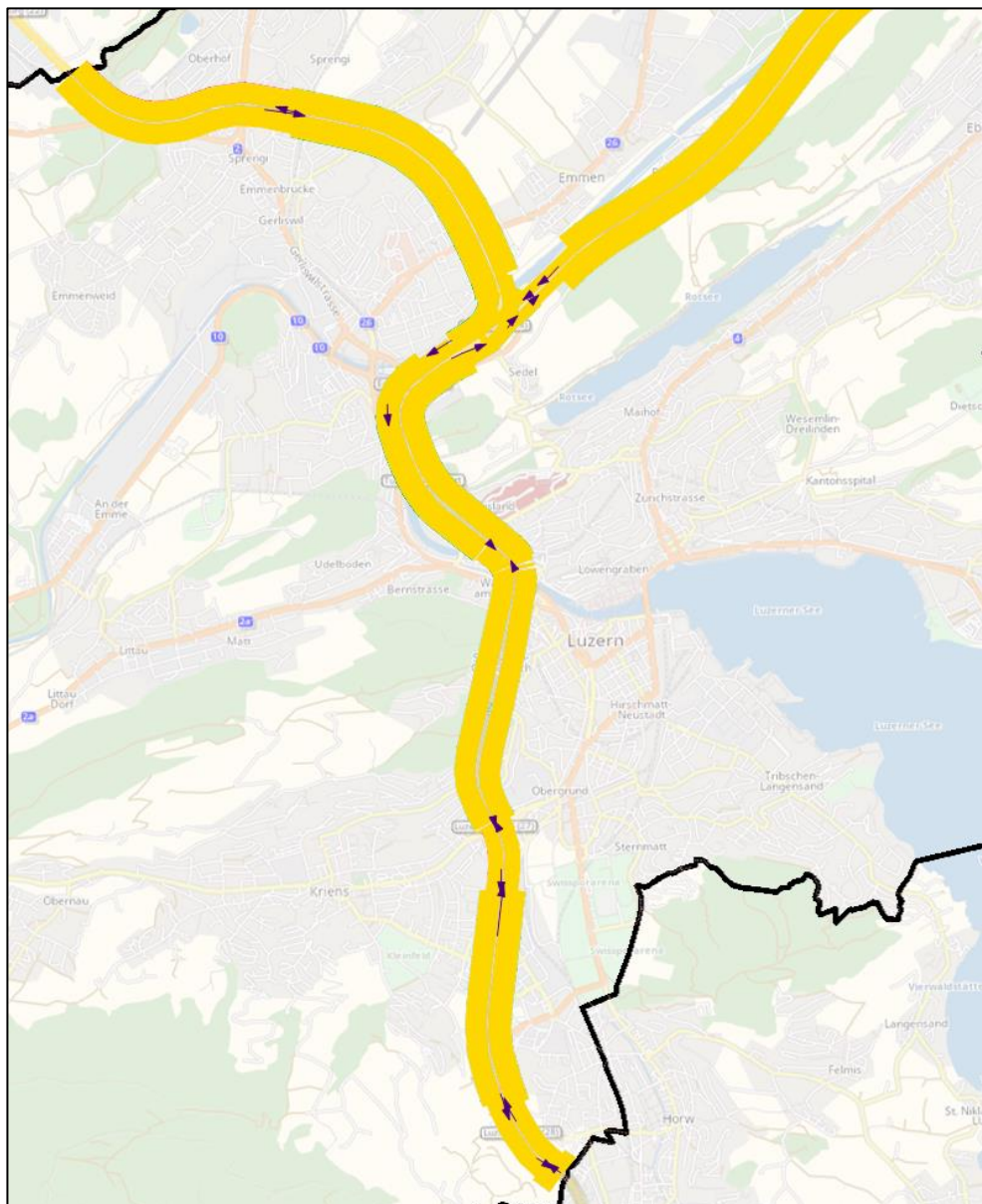


Abb. 56 Abbieger, an denen ein Widerstand eingeführt wurde, Massnahme «Dosierung Ein- und Ausfahrten Luzern»

Auswirkungen

Folgende Abbildung zeigt die Belastung des Szenarios mit der Dosierung verglichen mit dem Referenzzustand. Grün zeigt eine Minder- und Rot eine Mehrbelastung an. Es ist zu erkennen, dass der Verkehr von Norden die Alternativroute über die Gerliswilstrasse in Emmen und die Haupt-/Baselstrasse in Luzern wählt, während derjenige von Süden über die Horwerstrasse verkehrt. Die relativen Zu- und Abnahmen sind auf dem nachgelagerten Netz entsprechend höher als auf der Nationalstrasse, da die Ausgangsbelastungen deutlich tiefer sind. Es ist zudem zu erkennen, dass die Sedelstrasse – dadurch, dass der Anschluss «Emmen-Süd» ebenfalls betroffen ist – eine leichte Abnahme der Verkehrsbelastung erfährt, dies im Gegensatz zur Massnahme *Sperrung «Luzern-Zentrum»*.

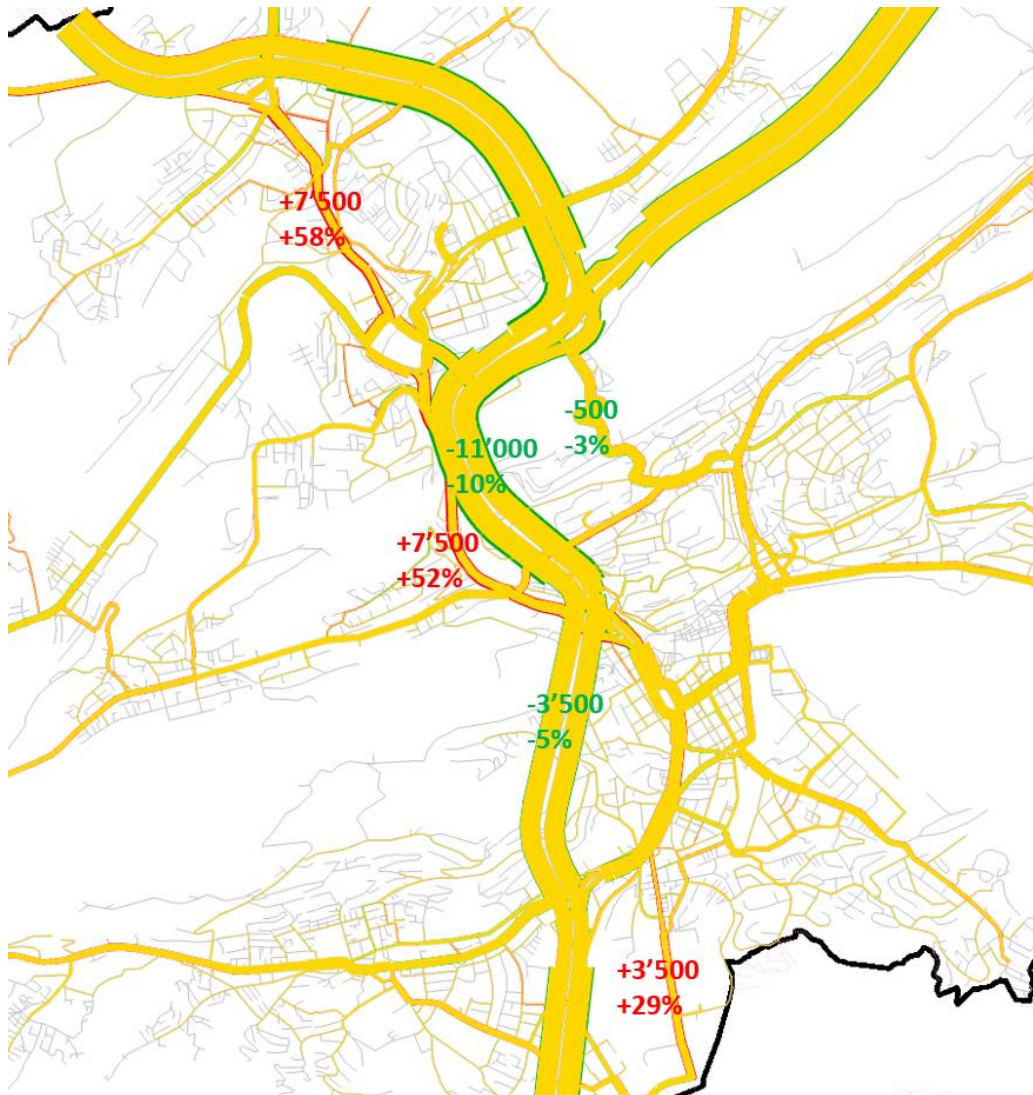


Abb. 57 Differenzplot DWV: Dosierung Ein-/ Ausfahrten Nationalstrasse-Referenzzustand (in Fzg/Tag bzw. Prozent)

Die Auslastung auf der Nationalstrasse zwischen «Emmen» und «Luzern-Zentrum» nimmt um ca. 7 Prozentpunkte ab, während die Auslastung auf der Hauptstrasse von ca. 55% auf 80% steigt. Auf der südlichen Route steigt die Auslastung Horwerstrasse um ca. 15 Prozentpunkte.

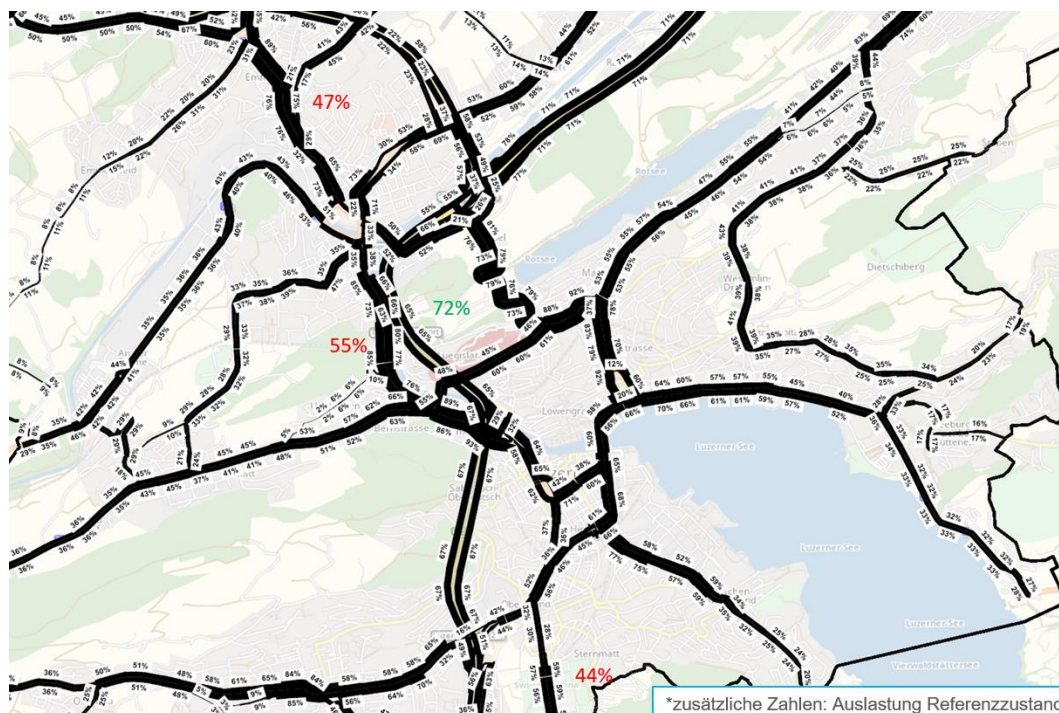


Abb. 58 Veränderung der Streckenauslastungen auf ausgewählten Abschnitten, Massnahme «Dosierung Ein- und Ausfahrten Luzern» (in Prozent)

Durch die Dosierung aller Ein- und Ausfahrten im Perimeter erfährt besonders der BV einen starken Widerstand, da er bei der Ein- und bei der Ausfahrt mit zwei Minuten bestraft wird. Der QZV erfährt nur einen einfachen Widerstand, während der Durchgangsverkehr von der Massnahme nicht betroffen ist. Dies spiegelt sich auch in den Anteilen der Verkehrsbeziehungstypen wider, wo der Binnenverkehr abnimmt und somit auch relativ Anteile verliert. Da der QZV und der DV konstant bleiben, nehmen deren Anteile zu.

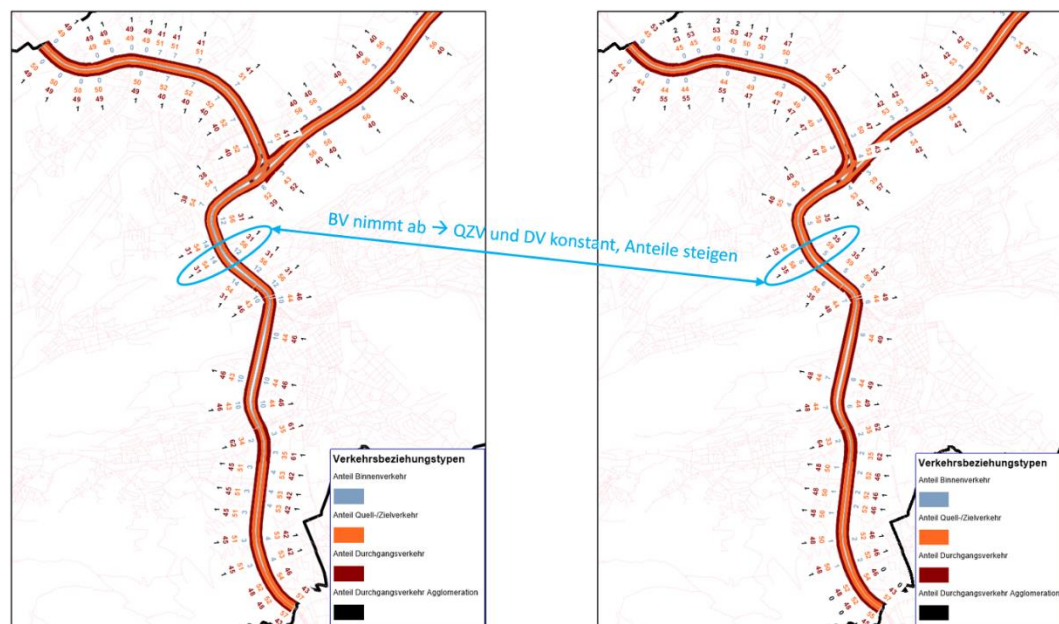


Abb. 59 Veränderung der Anteile der Verkehrsbeziehungstypen auf der Nationalstrasse, Massnahme «Dosierung Ein- und Ausfahrten Luzern» (in Prozent)

6.2.3 Erhöhung Parkierungskosten PW

Massnahme

Mit dieser Massnahme soll modelliert werden, wie sich die Verkehrsnachfrage verhält, wenn die Parkierungskosten für PW erhöht werden. Im Nachfragemodell des GVM LU sind die Parkierungskosten pro Bezirk hinterlegt und sind über das gesamte Modellgebiet hinweg identisch. Die Auswirkungen der Erhöhung der Parkierungskosten wurden in verschiedenen Ausprägungen berechnet:

- Faktor 2.5 im Untersuchungsgebiet
- Faktor 5 im Untersuchungsgebiet
- Faktor 2.5 im Modellperimeter
- Faktor 5 im Modellperimeter

Auswirkungen

Folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Veränderung in den Wegen für die verschiedenen Parkierungskosten:

Tab. 5 Veränderung der Anzahl Wege pro Verkehrsträger bei unterschiedlichen Parkierungskosten, Untersuchungsgebiet Luzern (in Fzg/Tag bzw. Prozent)

Parkplatzkosten					
	Referenz	Perimeter x2.5	Perimeter x5	Modellgebiet x2.5	Modellgebiet x5
Fuss	522'886	543'256	562'907	591'320	667'128
Velo	202'454	216'303	234'678	245'299	318'243
PW	1'145'324	1'094'984	1'034'714	980'788	741'794
ÖV	239'842	255'963	278'208	293'100	383'341
Verkehrsmittel	Fuss	+4%	+8%	+13%	+28%
	Velo	+7%	+16%	+21%	+57%
	PW	-4%	-10%	-14%	-35%
	ÖV	+7%	+16%	+22%	+60%

Folgende Abbildung zeigt die Modal-Split-Anteile der verschiedenen Verkehrsträger für die verschiedenen Parkierungskosten. Bei Anpassungen lediglich im Untersuchungsperimeter sinkt der PW-Anteil nur leicht, während er dann stärker sinkt, sobald die Erhöhung der Parkierungskosten im Gesamtperimeter angewandt wird:

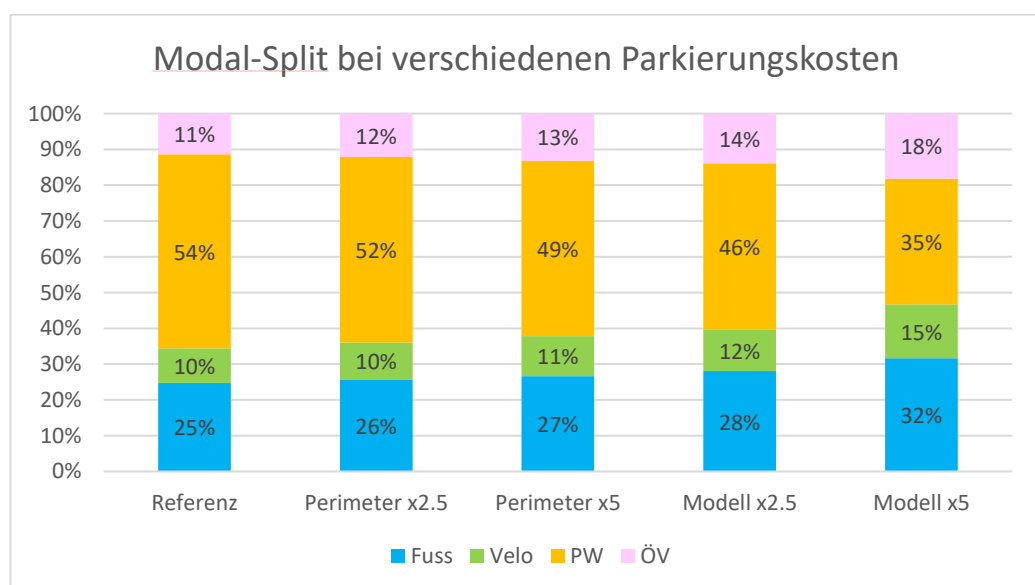


Abb. 60 Modal-Split bei unterschiedlichen Parkierungskosten, Untersuchungsgebiet Luzern (in Prozent)

Für die weiteren Modellierungsarbeiten wurde die Ausprägung *Perimeter x2.5* gewählt, da diese Ausprägung in Absprache mit der BK als plausibelste Massnahmen beurteilt wurde. Vor der erneuten Umlegung der angepassten PW-Matrizen im Umlegungsmodell war es notwendig, den Aussenverkehr (Verkehr von ausserhalb des Modellgebiets) manuell anzupassen, da dieser bei der Nachfragemodellierung nicht beeinflusst wird. Dazu wurde in einem ersten Schritt die mittlere Weglänge des Aussenverkehrs im Umlegungsmodell berechnet (19 km). In einem zweiten Schritt wurden die Anzahl PW-Wege zwischen 18 und 20 km aus dem Nachfragemodell herausgefiltert und die Veränderung der Anzahl Wege im Vergleich zum Referenzzustand berechnet (-2 %). Diese Reduktion wurde auf den gesamten Aussenverkehr im GVM LU angewandt.

Folgende Abbildung zeigt die Belastung des Szenarios mit der Erhöhung der Parkierungskosten verglichen mit dem Referenzzustand. Grün zeigt eine Minderbelastung an. Es ist zu erkennen, dass es eine netzweite Abnahme der MIV-Belastung gibt. Die Rückgänge sind auf dem nachgelagerten Netz höher als auf der Nationalstrasse, weil durch die Anpassung der Parkierungskosten kürzere Fahrten stärker betroffen sind als längere Fahrten. Bei Letzteren sind die Kilometerkosten ausschlaggebend, da machen die Parkierungskosten nur einen kleinen Teil aus.



Abb. 61 Differenzplot DWV: Erhöhung Parkierungskosten-Referenzzustand, Untersuchungsgebiet Luzern (in Fzg/Tag bzw. Prozent)

Die Auslastung der Strecken geht ebenfalls netzweit zurück, auf der Nationalstrasse um ca. 2-3 und auf dem nachgelagerten Netz um ca. 5-6 Prozentpunkte.

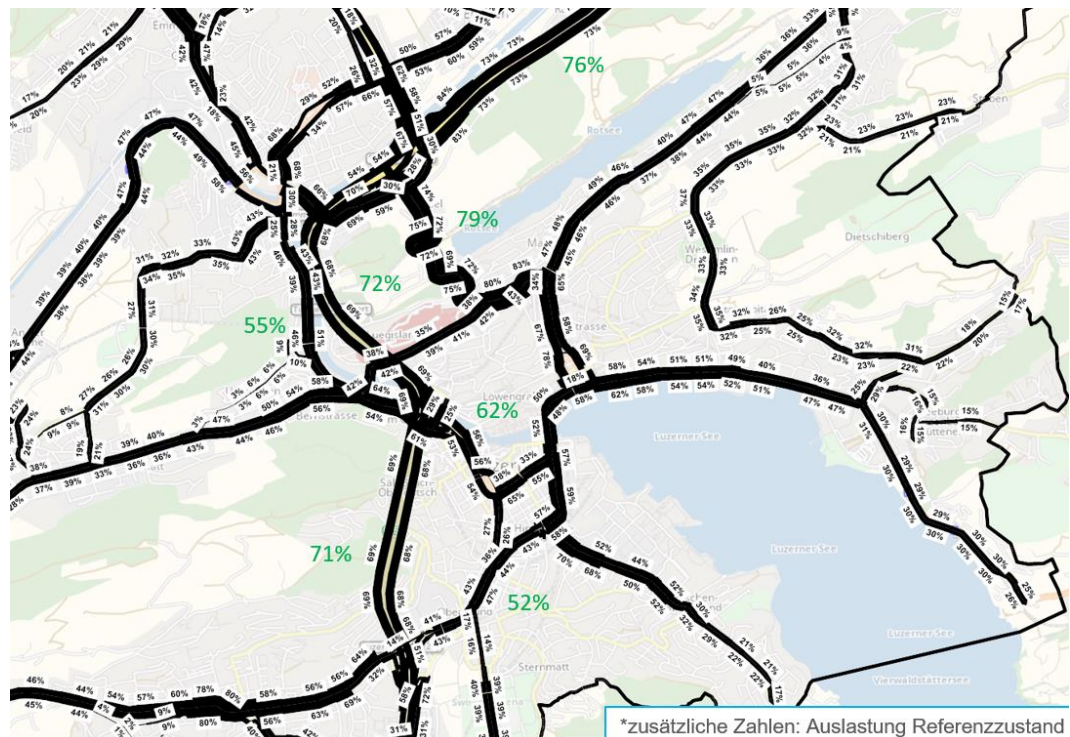


Abb. 62 Veränderung der Streckenauslastungen auf ausgewählten Abschnitten, Massnahme «Erhöhung Parkierungskosten PW», Untersuchungsgebiet Luzern (in Prozent)

Dadurch, dass die kürzeren Wege stärker betroffen sind als die längeren, nehmen vor allem der BV und der QZV ab. Der DV bleibt absolut gesehen konstant und nimmt anteilmässig etwas zu.

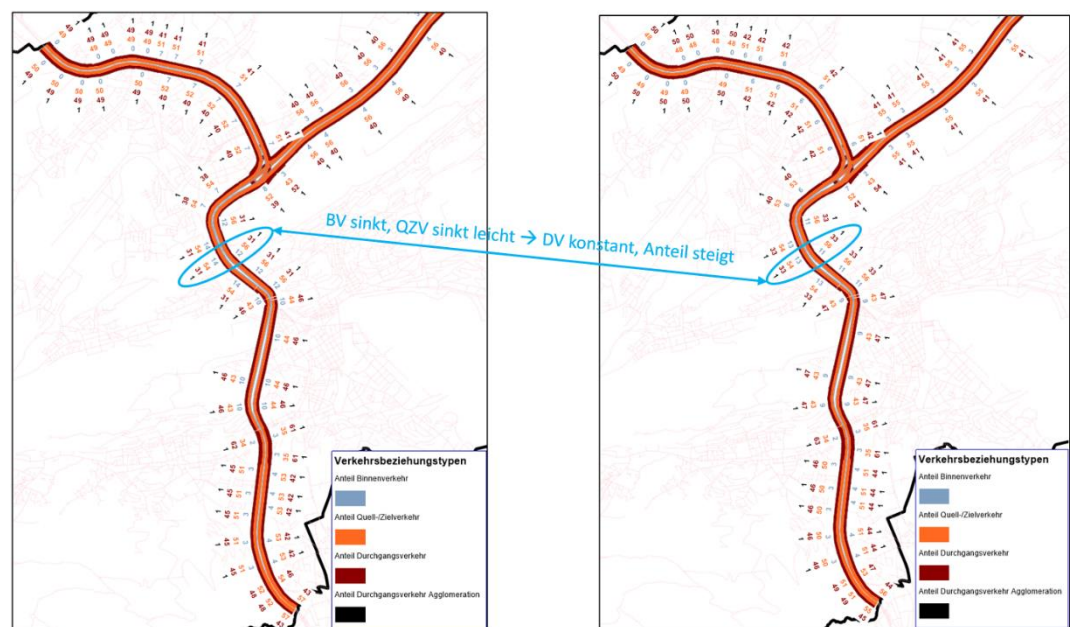


Abb. 63 Veränderung der Anteile der Verkehrsbeziehungstypen auf der Nationalstrasse, Massnahme «Erhöhung Parkierungskosten PW», Untersuchungsgebiet Luzern (in Prozent)

6.2.4 Erhöhung Kilometerkosten PW

Massnahme

Mit dieser Massnahme soll modelliert werden, wie sich die Verkehrsnachfrage verhält, wenn die Kilometerkosten für PW erhöht werden. Ob die Kilometerkosten künstlich im Rahmen von Abgaben oder z.B. durch erhöhte Treibstoffkosten zunehmen, ist für die vorliegenden Betrachtungen nicht relevant. Im Nachfragemodell des GVM LU betragen die Kilometerkosten CHF 0.16/km. Die ÖV-Kilometerkosten betragen in diesem Szenario unverändert CHF 0.20/km. Die Auswirkungen der Erhöhung der Kilometerkosten wurden in verschiedenen Ausprägungen berechnet:

- CHF 0.20/km
- CHF 0.25/km
- CHF 0.30/km

Auswirkungen

Folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Veränderung in den Wegen für die verschiedenen Kilometerkosten:

Tab. 6 Veränderung der Anzahl Wege pro Verkehrsträger bei unterschiedlichen Kilometerkosten, Untersuchungsgebiet Luzern (in Fzg/Tag bzw. Prozent)

PW-Kosten pro km (ÖV-Kosten pro km unverändert bei CHF 0,2)				
	Referenz (CHF 0.16)	CHF 0.20	CHF 0.25	CHF 0.30
Fuss	522'886	529'826	537'538	544'418
Velo	202'454	209'514	218'334	227'083
PW	1'145'324	1'116'032	1'078'688	1'041'189
ÖV	239'842	255'134	275'947	297'816
Fuss		+1%	+3%	+4%
Velo		+3%	+8%	+12%
PW		-3%	-6%	-9%
ÖV		+6%	+15%	+24%

Folgende Abbildung zeigt die Modal-Split-Anteile der verschiedenen Verkehrsträger für die verschiedenen Kilometerkosten. Je höher die PW-Kosten pro Kilometer werden, desto mehr sinkt der PW-Anteil am Gesamtverkehr:

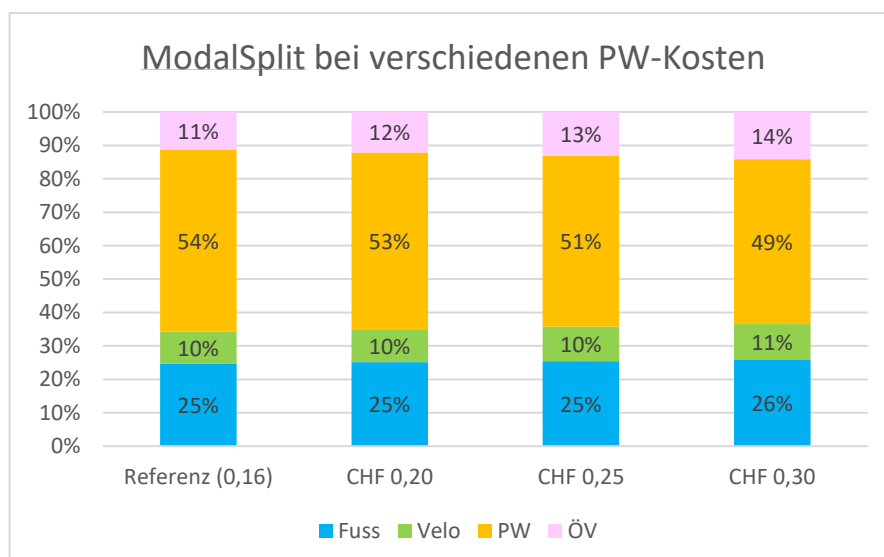


Abb. 64 Modal-Split bei unterschiedlichen Kilometerkosten, Untersuchungsgebiet Luzern (in Prozent)

Für die weiteren Modellierungsarbeiten wurde die Ausprägung CHF 0.25/km gewählt. Vor der erneuten Umlegung der angepassten PW-Matrizen im Umlegungsmodell war es notwendig, den Aussenverkehr (Verkehr von ausserhalb des Modellgebiets) manuell anzupassen, da dieser bei der Nachfragemodellierung nicht beeinflusst wird. Dazu wurde in einem ersten Schritt die mittlere Weglänge des Aussenverkehrs im Umlegungsmodell berechnet (19 km). In einem zweiten Schritt wurden die Anzahl PW-Wege zwischen 18 und 20 km aus dem Nachfragemodell herausgefiltert und die Veränderung der Anzahl Wege im Vergleich zum Referenzzustand berechnet (-24 %). Diese Reduktion wurde auf den gesamten Aussenverkehr im GVM LU angewandt.

Folgende Abbildung zeigt die Belastung des Szenarios mit der Erhöhung der Kilometerkosten verglichen mit dem Referenzzustand. Grün zeigt eine Minderbelastung an. Es ist zu erkennen, dass es eine netzweite Abnahme der MIV-Belastung gibt. Die Rückgänge sind auf der Nationalstrasse höher als auf dem nachgelagerten Netz, weil durch die Anpassung der Kilometerkosten längere Fahrten stärker betroffen sind als kürzere Fahrten.

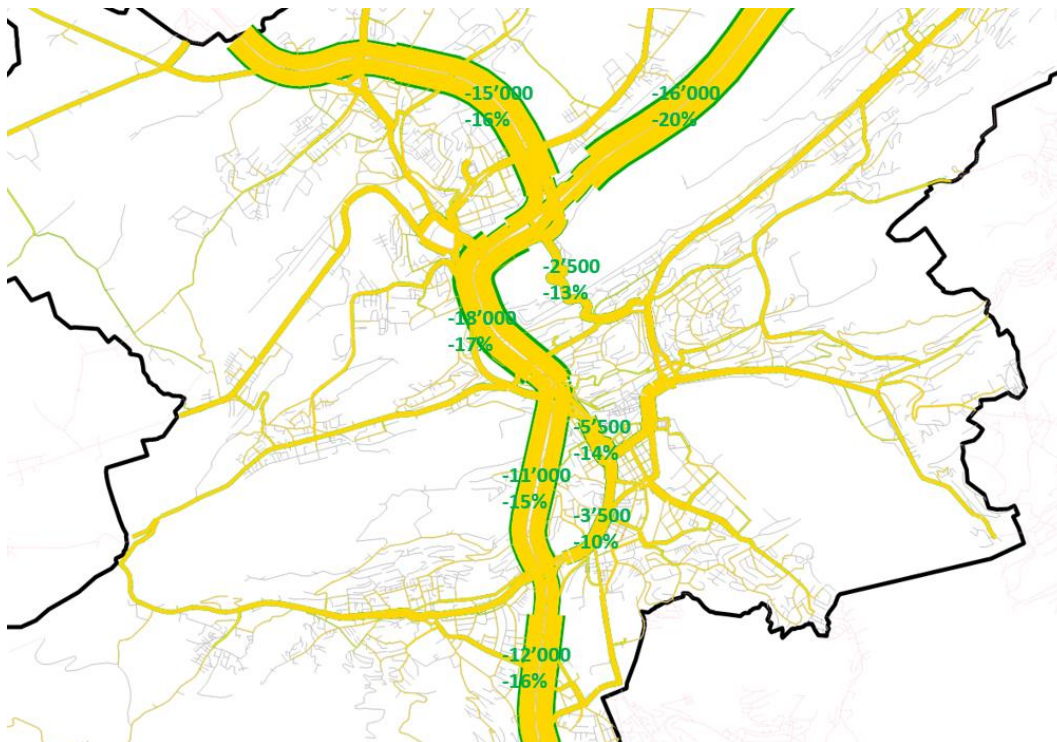


Abb. 65 Differenzplot DWV: Erhöhung Kilometerkosten PW-Referenzzustand, Untersuchungsgebiet Luzern (in Fzg/Tag bzw. Prozent)

Die Auslastung der Strecken geht ebenfalls netzweit zurück, auf der Nationalstrasse um ca. 10-15 und auf dem nachgelagerten Netz um ca. 4-9 Prozentpunkte.

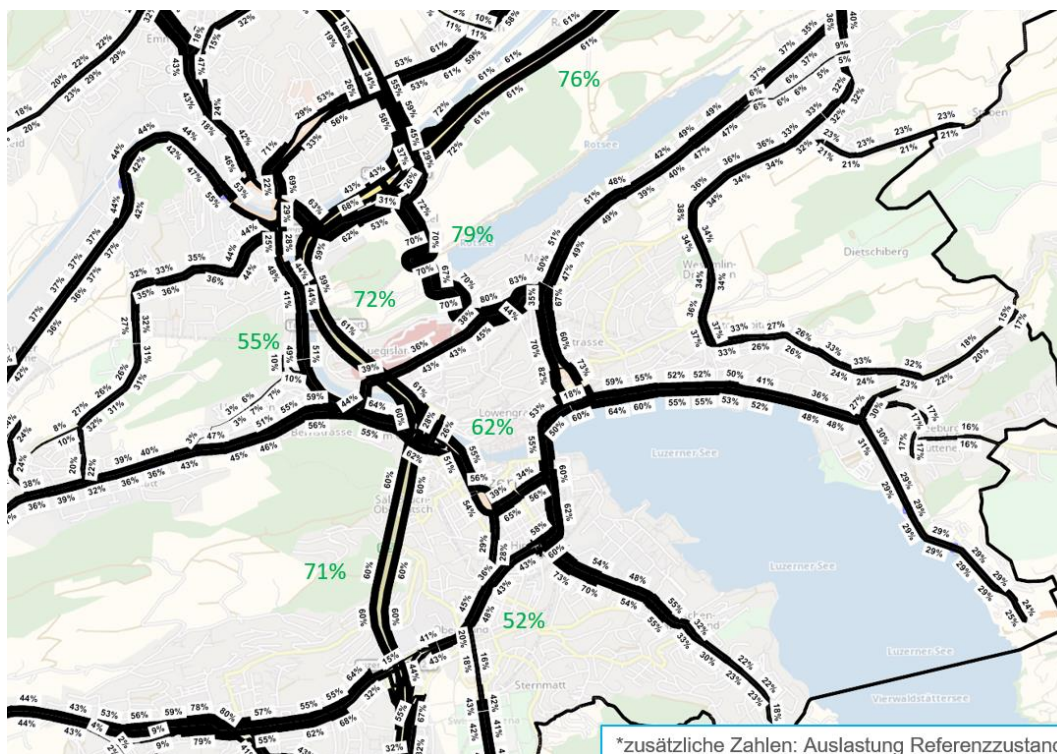


Abb. 66 Veränderung der Streckenauslastungen auf ausgewählten Abschnitten, Massnahme «Erhöhung Kilometerkosten PW», Untersuchungsgebiet Luzern (in Prozent)

Dadurch, dass die längeren Wege stärker betroffen sind als die kürzeren, nehmen vor allem der QZV und der DV ab. Der BV bleibt absolut gesehen konstant und nimmt anteilmässig etwas zu.

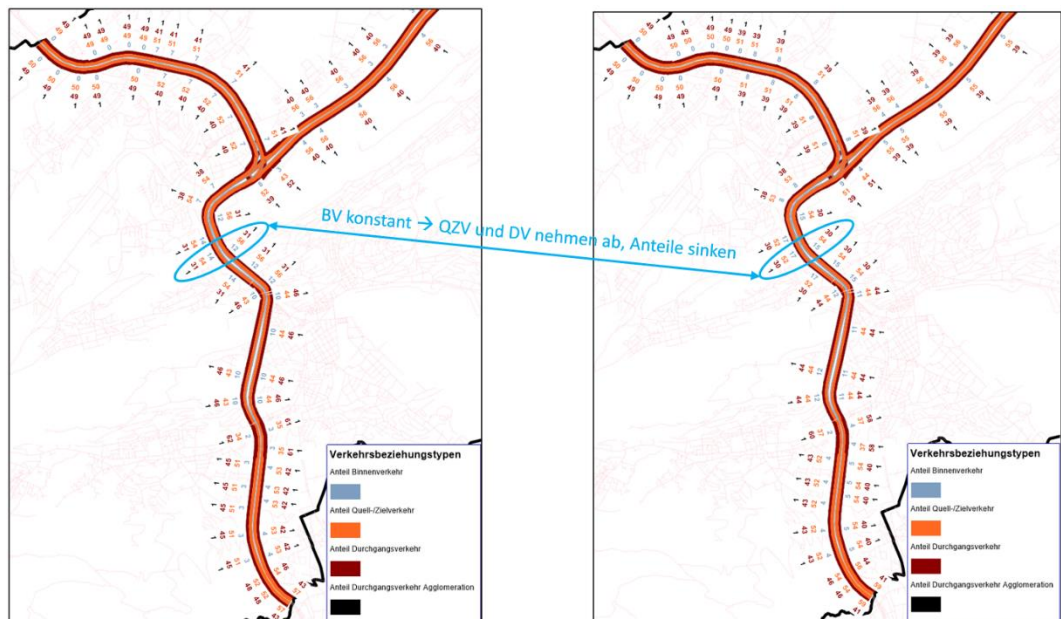


Abb. 67 Veränderung der Anteile der Verkehrsbeziehungstypen auf der Nationalstrasse, Massnahme «Erhöhung Kilometerkosten PW», Untersuchungsgebiet Luzern (in Prozent)

6.2.5 Erkenntnisse Modellierung DWV-Modell GVM LU

Die Ergebnisse aus den Modellierungsmassnahmen mit dem DWV-Modell des GVM LU haben gezeigt, dass bei den nicht vollständig ausgelasteten Tagesverkehrsmodellen die als Auswirkung von VM-Massnahmen frei werdenden Kapazitäten auf der Nationalstrasse nicht automatisch durch andere Verkehrsbeziehungstypen aufgefüllt werden (Rebound-Effekt). So konnte beispielsweise nicht beobachtet werden, dass der durch die Dosierung der Autobahnein- und ausfahrten von der Nationalstrasse wegverlagerte Binnenvverkehr durch eine Zunahme des Durchgangsverkehrs ausgeglichen wurde.

Es ist aus Sicht der Forschungsstelle zudem nicht zu erwarten, dass mit weiteren reinen Routenwahanalysen von zusätzlichen VM-Massnahmen im Tagesverkehrsmodell oder den gleichen VM-Massnahmen in anderen Untersuchungsgebieten ein substantieller Erkenntnisgewinn erzielt werden kann. Grund dafür ist primär der Fakt, dass in den Tagesverkehrsmodellen der Untersuchungsgebiete der grossräumigere Verkehr (Durchleiten und verbinden regional) bereits im Referenzzustand grossmehrheitlich über die Nationalstrasse abgewickelt wird.

Vor diesem Hintergrund werden die folgenden weitergehenden Analysen durchgeführt:

- Es ist ein **stark ausgelasteter Netzzustand** zu analysieren, bei welchem die Verkehrsbelastung konstant am Kapazitätsmaximum liegt. Zu diesem Zweck wird das ASP-Modell des GVM LU verwendet;
- Die **Auswirkungen auf die Nachfrage** (Verkehrsmittel- und Zielwahleffekte) werden auch bei primär routenwahlwirksamen Massnahmen wie z.B. Ein-/ Ausfahrtsdosierung oder -sperrung untersucht.

6.3 ASP-Modell

Das Vorgehen für die Modellierung der Massnahmen inkl. der Auswirkungen auf die Nachfrage (Routen-, Verkehrsmittel und Zielwahleffekte) im ASP-Modell ist nachfolgend beschrieben:

- In einem ersten Schritt wird ein ASP-Referenzmodell erstellt, in dem die Nachfragesegmente nach Verkehrsbeziehungstypen aufgeteilt sind. Für diesen Referenzzustand ASP werden die Kenngrössen *Fahrzeit* und *Distanz* berechnet und ausgeschrieben;
- Diese ASP-Kenngrössen werden mit den bestehenden DWV- und MSP-Kenngrössen verrechnet (die Kenngrössen im GVM LU setzen sich zusammen aus 40 % DWV, 20 % ASP und 20 % MSP) und es wird die Referenznachfrage berechnet;
- Die zu modellierende Massnahme wird in allen drei Zuständen DWV, ASP und MSP implementiert und es werden die jeweiligen Kenngrössen berechnet. Mit den berechneten Kenngrössen wird die Nachfrage des jeweiligen Szenarios ermittelt;
- Die Differenzmatrix zwischen *PW-Fahrten-Szenario* und *PW-Fahrten-Referenz* wird mit der *Anteilsmatrix-PW-ASP* multipliziert, zur kalibrierten ASP-Referenzmatrix addiert und diese auf dem Netz mit der integrierten Massnahme umgelegt.

6.3.1 Sperrung-Anschluss «Luzern-Zentrum»

Massnahmenbeschreibung

Die Massnahme beinhaltet die Sperrung sowohl der Einfahrt als auch der Ausfahrt «Luzern-Zentrum».

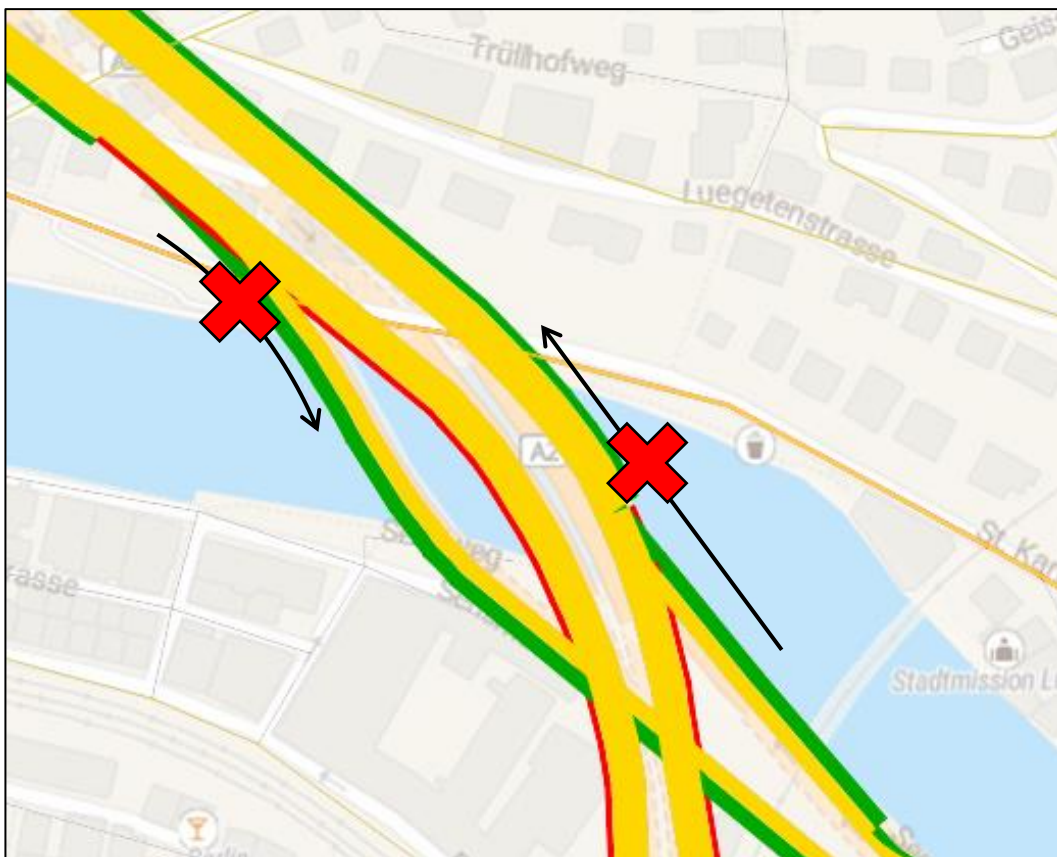


Abb. 68 Sperrung Anschluss «Luzern-Zentrum»

Auswirkungen

Nachfolgende Abbildung zeigt die Veränderung der Auslastung auf den Strecken durch die implementierte Massnahme. Es ist zu erkennen, dass durch die Sperrung der Ein- und Ausfahrt «Luzern Zentrum» vor allem die Auslastung der Nationalstrasse zwischen Emmen Süd und Luzern sowie auf dem direkt anschliessenden nachgelagerten Netz abnimmt. Eine höhere Auslastung ist vor allem auf den Alternativrouten über den Sedel, die Baselstrasse sowie die Obergrundstrasse erkennbar.

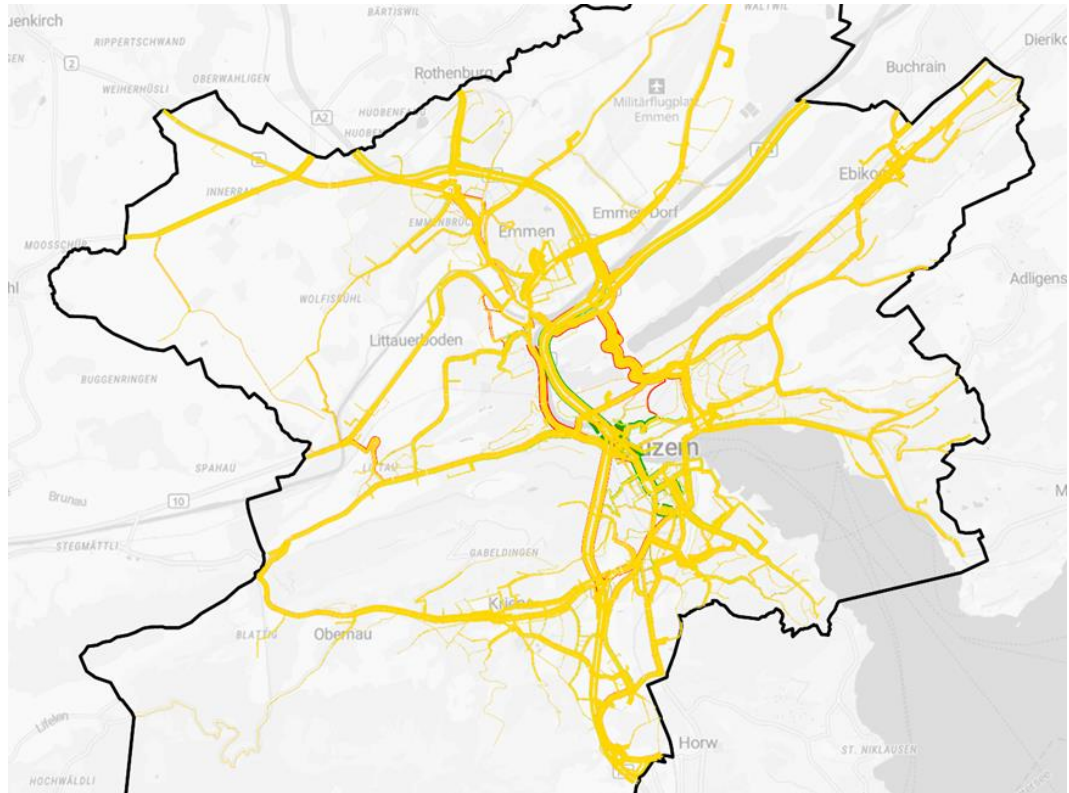


Abb. 69 Vergleich der Streckenauslastungen im ASP-Modell mit und ohne Massnahme «Sperrung Anschluss Luzern Zentrum» (gelb: Auslastung Referenz; rot bzw. grün: Mehr- bzw. Minderauslastung mit Massnahme)

Nachfolgende Abbildung zeigt den Vergleich der Verkehrsströme über den Sedel (Spinnenauswertungen) im Massnahme- und Referenzzustand. Es ist zu erkennen, dass durch die Sperrung des Anschlusses «Luzern-Zentrum» im Vergleich zum Referenzzustand mehr Verkehr aus dem Westen Luzerns und aus dem Zentrum über den Sedel verkehrt. Der Verkehr aus dem Osten über den Sedel nimmt hingegen leicht ab.

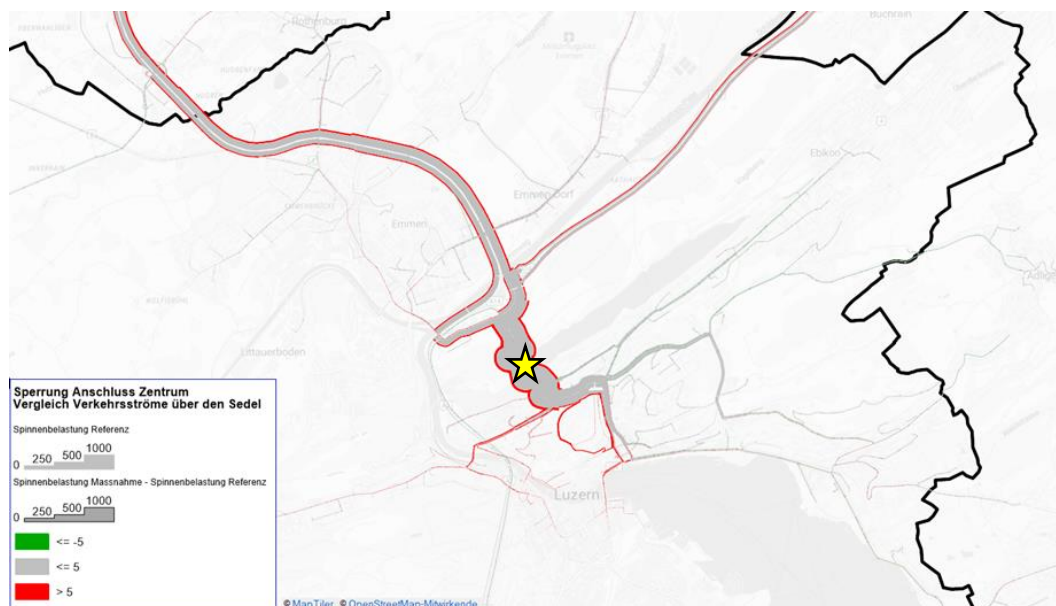


Abb. 70 Vergleich der Verkehrsströme über den Sedel, Massnahme «Sperrung Anschluss Luzern Zentrum»

Nachfolgende Abbildung zeigt den Vergleich der Verkehrsströme auf der Baselstrasse (Spinnenauswertungen) im Massnahme- und Referenzzustand. Es ist zu erkennen, dass durch die Sperrung des Anschlusses «Luzern Zentrum» im Vergleich zum Referenzzustand mehr Verkehr von Emmen über die Baselstrasse verkehrt. Der Verkehr von Littau nimmt hingegen ab.

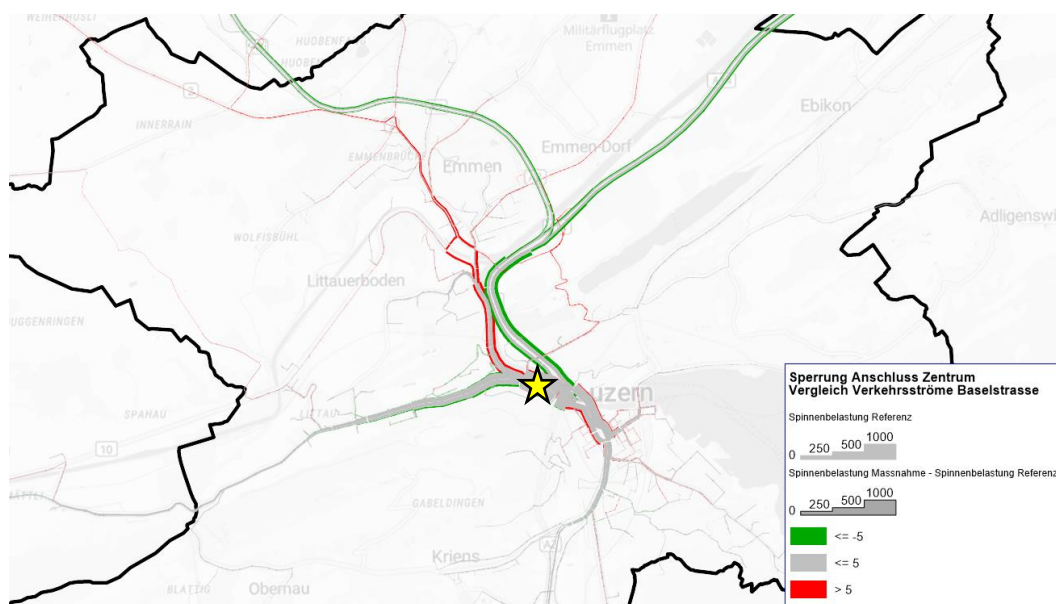


Abb. 71 Vergleich der Verkehrsströme auf der Baselstrasse, Massnahme «Sperrung Anschluss Luzern Zentrum»

Durch die Sperrung des Anschlusses «Luzern Zentrum» nimmt v.a. der Quell-Ziel-Verkehr auf dem Abschnitt Kriens – Luzern Zentrum zu, sowohl absolut als auch relativ. Dadurch, dass aber über den Anschluss «Luzern Zentrum» kein zusätzlicher Verkehr auf die Nationalstrasse fliesst, ist im Massnahmenzustand zwischen Luzern Zentrum und Emmen Süd weniger Quell-Zielverkehr zu verzeichnen.

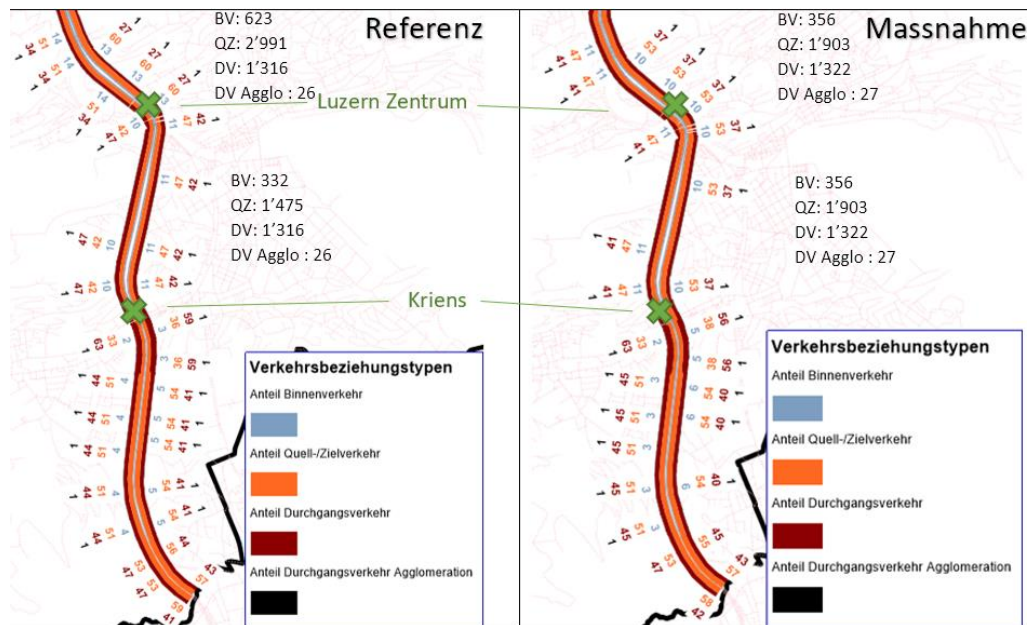


Abb. 72 Veränderung der Anteile der Verkehrsbeziehungstypen auf der Nationalstrasse, Massnahme «Sperrung Anschluss Luzern Zentrum» (in Prozent)

In den folgenden Abbildungen werden die Nachfrageeffekte auf die einzelnen Verkehrsbeziehungstypen aufgezeigt. Der «Durchgangsverkehr Agglomeration» wird bewusst weggelassen, da die absoluten Zahlen sehr klein sind.

- Die Nachfrage im Binnenverkehr nimmt ab
- Die Nachfrage im Quell-Ziel-Verkehr nimmt stark ab
- Die Nachfrage im Durchgangsverkehr nimmt in einem sehr geringen Masse zu

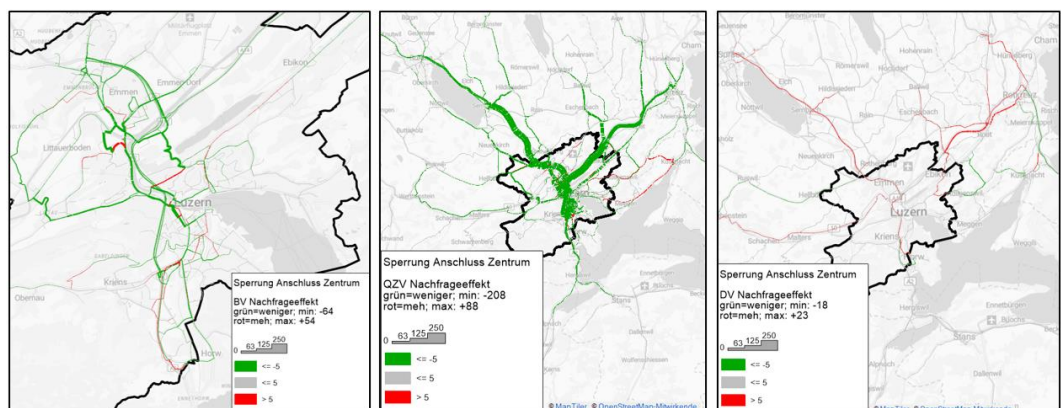


Abb. 73 Nachfrageeffekt auf den BV (links), QZV (Mitte) und DV (rechts), Massnahme «Sperrung Anschluss Luzern Zentrum» (in Fzg/h)

dem Norden und aus dem Süden über die Hauptstrasse verkehrt. Der Verkehr aus dem Osten über die Hauptstrasse nimmt hingegen ab.

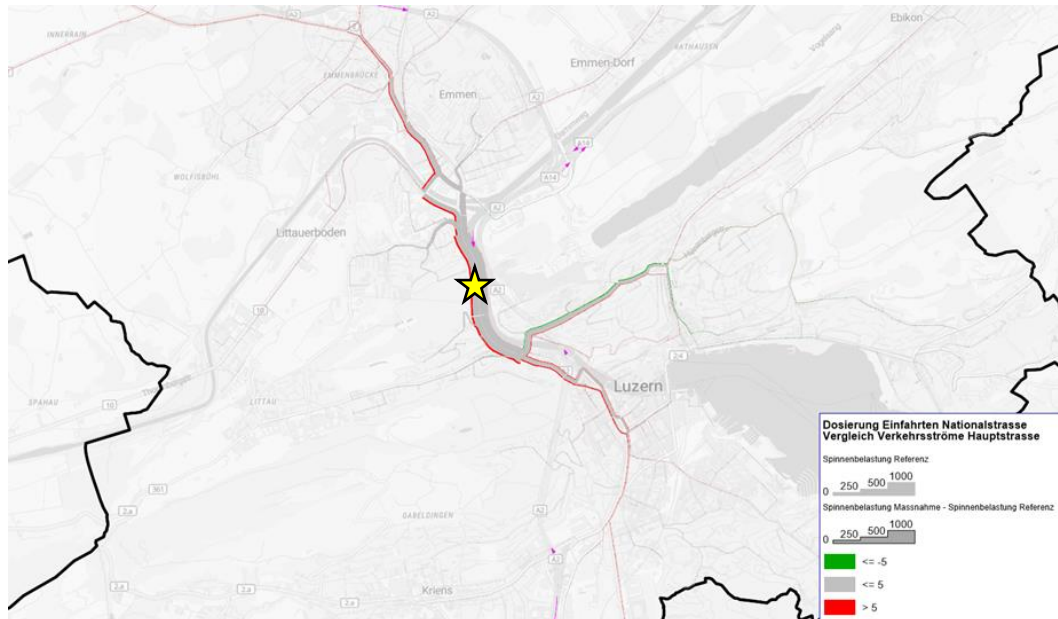


Abb. 75 Vergleich der Verkehrsströme auf der Hauptstrasse, Massnahme «Dosierung Einfahrten Nationalstrasse Luzern»

Nachfolgende Abbildung zeigt den Vergleich der Verkehrsströme auf der Horwerstrasse (Spinnenauswertungen) im Massnahme- und Referenzzustand. Es ist zu erkennen, dass durch die Dosierung der Einfahrten im Vergleich zum Referenzzustand mehr Verkehr Richtung Horw und Luzern Zentrum über die Horwerstrasse verkehrt. Der Verkehr von der Nationalstrasse nimmt hingegen ab.

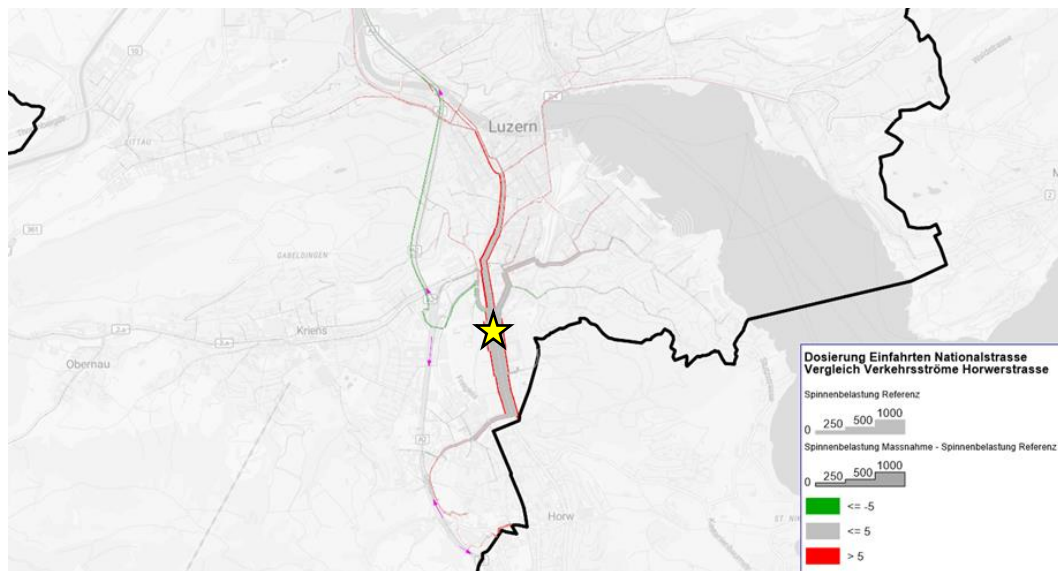


Abb. 76 Vergleich der Verkehrsströme auf der Horwerstrasse, Massnahme «Dosierung Einfahrten Nationalstrasse Luzern»

Durch die Dosierung der Einfahrten nimmt v.a. der Binnen- und der Quell-Ziel-Verkehr ab, sowohl absolut als auch relativ. Der Durchgangsverkehr bleibt absolut gesehen stabil, steigt also anteilmässig.

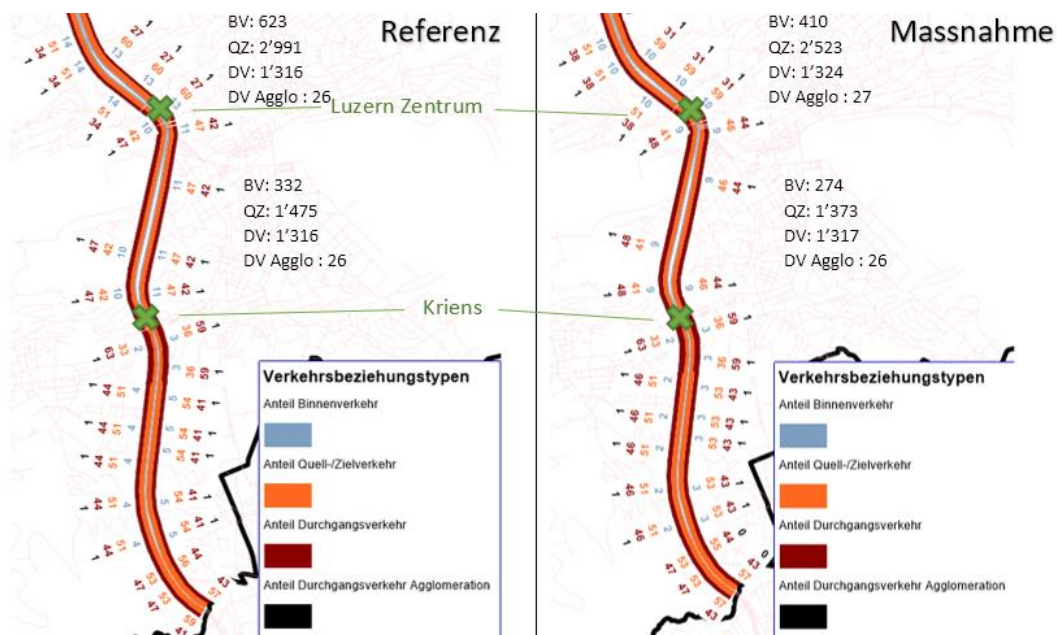


Abb. 77 Veränderung der Anteile der Verkehrsbeziehungstypen auf der Nationalstrasse, Massnahme «Dosierung Einfahrten Nationalstrasse Luzern» (in Prozent)

In den folgenden Abbildungen werden die Nachfrageeffekte auf die einzelnen Verkehrsbeziehungstypen aufgezeigt. Der «Durchgangsverkehr Agglomeration» wird bewusst weggelassen, da die absoluten Zahlen sehr klein sind.

- Die Nachfrage im Binnenverkehr nimmt ab
- Die Nachfrage im Quell-Ziel-Verkehr nimmt stark ab
- Die Nachfrage im Durchgangsverkehr nimmt in einem sehr geringen Masse zu

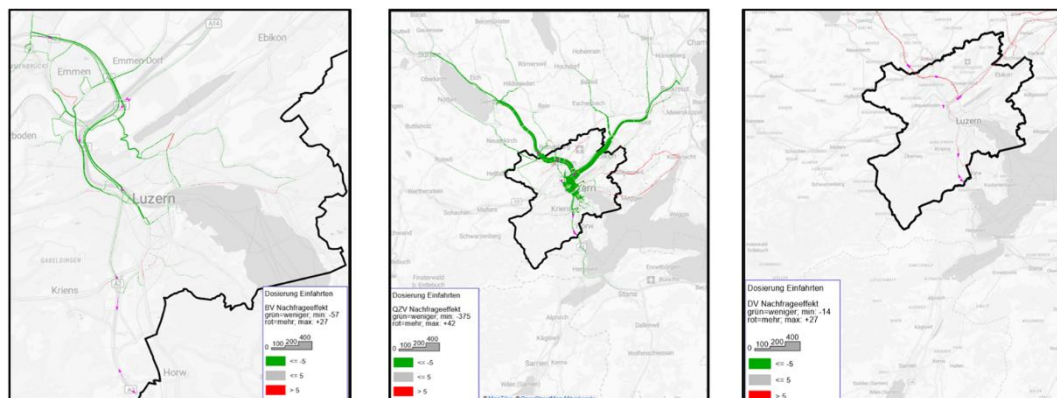


Abb. 78 Nachfrageeffekt auf den BV (links), QZV (Mitte) und DV (rechts), Massnahme «Dosierung Einfahrten Nationalstrasse Luzern»

6.3.3 Dosierung Ausfahrten Nationalstrasse

Massnahmenbeschreibung

Auf allen Ausfahrten zur Nationalstrasse im Untersuchungsperimeter wurde ein zeitlicher Widerstand implementiert. Dieser beträgt in den Spitzenstundenmodellen 2 Minuten und im DWV-Modell 30 Sekunden. Zudem wurde aufgrund der Nähe zum Perimeter auch der Anschluss Rothenburg integriert. Eine allfällige Verbesserung des Verkehrsflusses auf der Nationalstrasse wurde nicht modelliert.

Auswirkungen

Nachfolgende Abbildung zeigt die Veränderung der Auslastung auf den Strecken durch die implementierte Massnahme. Es ist zu erkennen, dass durch die Ausfahrtsdosierung vor allem die Auslastung der Nationalstrasse und dem wegführenden nachgelagerten Netz abnimmt. Eine höhere Auslastung ist vor allem auf den Alternativachsen Gerliswil- und Baselstrasse sowie Horwerstrasse erkennbar.

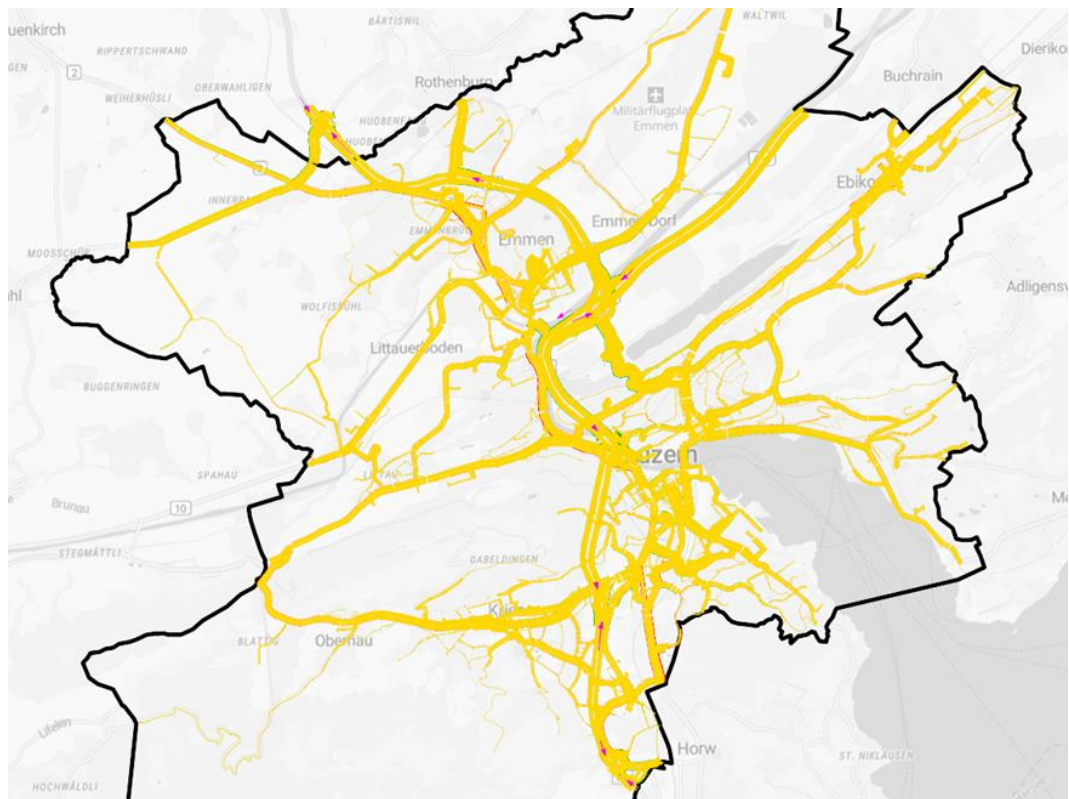


Abb. 79 Vergleich der Streckenauslastungen im ASP-Modell mit und ohne Massnahme , «Dosierung Ausfahrten Nationalstrasse Luzern» (gelb: Auslastung Referenz; rot bzw. grün: Mehr- bzw. Minderauslastung mit Massnahme; Pfeile: Dosierung)

Nachfolgende Abbildung zeigt den Vergleich der Verkehrsströme auf der Gerliswilstrasse (Spinnenauswertungen) im Massnahme- und Referenzzustand. Es ist zu erkennen, dass durch die Dosierung der Ausfahrten im Vergleich zum Referenzzustand mehr Verkehr aus dem Norden und aus dem Süden über die Hauptstrasse verkehrt. Der Verkehr von der Nationalstrasse nimmt leicht ab.

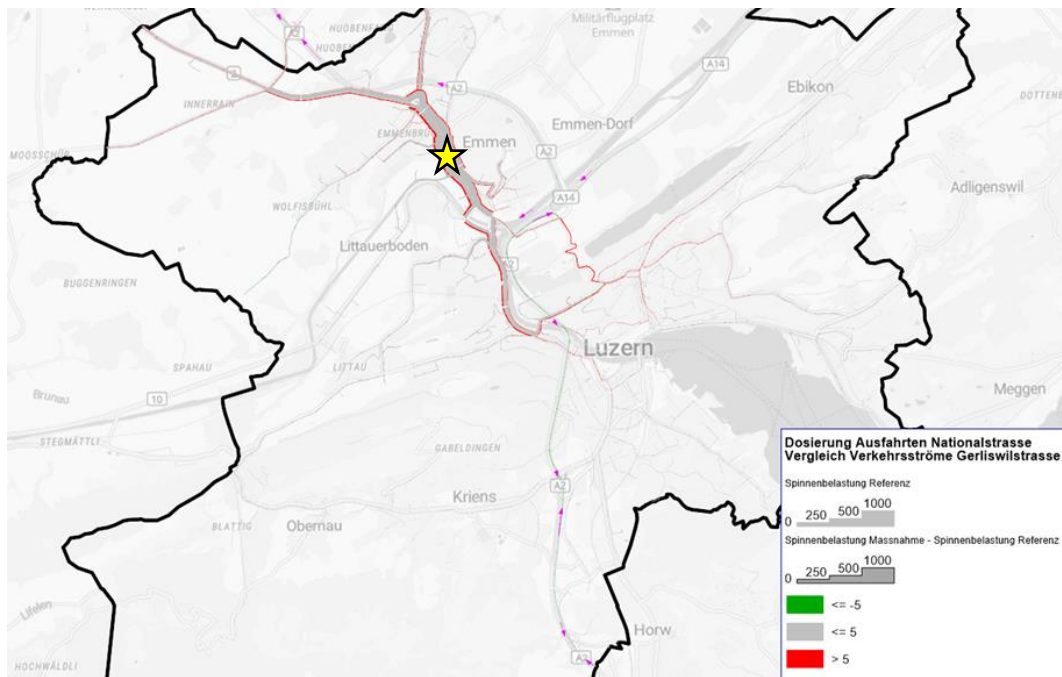


Abb. 80 Vergleich der Verkehrsströme auf der Gerliswilstrasse, Massnahme «Dosierung Ausfahrten Nationalstrasse Luzern»

Nachfolgende Abbildung zeigt den Vergleich der Verkehrsströme auf der Horwerstrasse (Spinnenauswertungen) im Massnahme- und Referenzzustand. Es ist zu erkennen, dass durch die Dosierung der Ausfahrten im Vergleich zum Referenzzustand mehr Verkehr Richtung Horw und Luzern über die Horwerstrasse verkehrt. Der Verkehr von der Nationalstrasse nimmt hingegen ab.

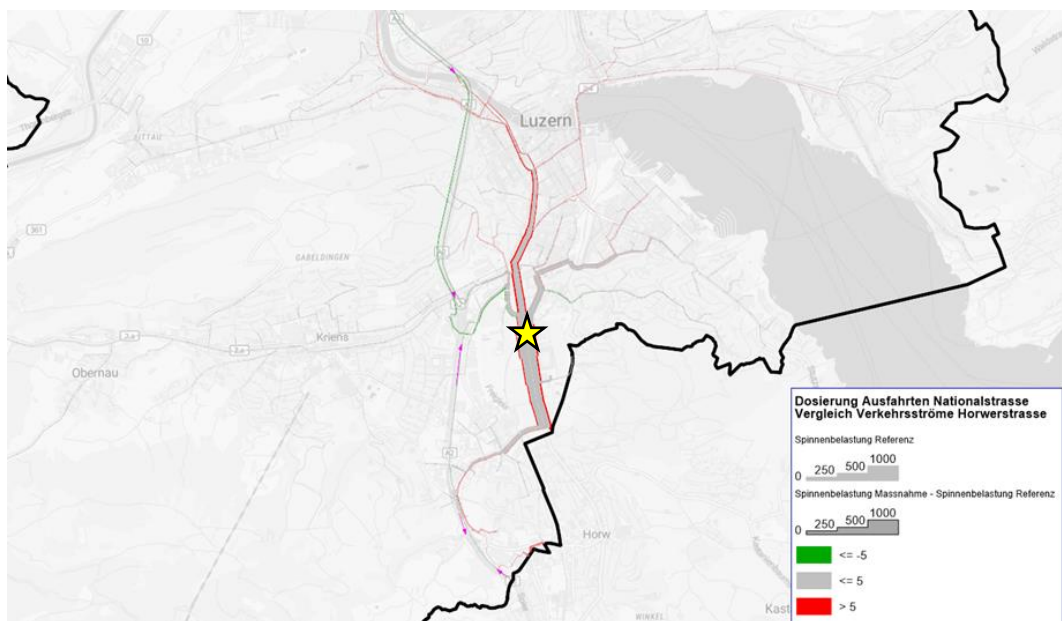


Abb. 81 Vergleich der Verkehrsströme auf der Horwerstrasse, Massnahme «Dosierung Ausfahrten Nationalstrasse Luzern»

Durch die Dosierung der Ausfahrten nimmt v.a. der Binnen- und der Quell-Ziel-Verkehr ab, sowohl absolut als auch relativ. Der Durchgangsverkehr bleibt absolut gesehen stabil, steigt also anteilmässig.

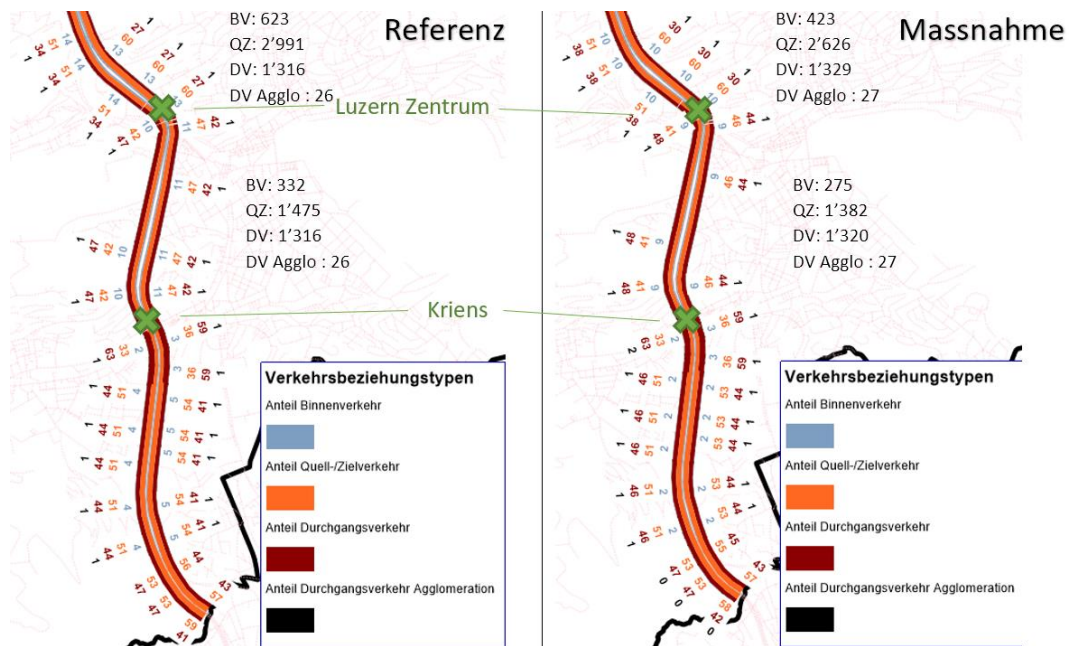


Abb. 82 Veränderung der Anteile der Verkehrsbeziehungstypen auf der Nationalstrasse, Massnahme «Dosierung Ausfahrten Nationalstrasse Luzern» (in Prozent)

In den folgenden Abbildungen werden die Nachfrageeffekte auf die einzelnen Verkehrsbeziehungstypen aufgezeigt. Der «Durchgangsverkehr Agglomeration» wird bewusst weggelassen, da die absoluten Zahlen sehr klein sind.

- Die Nachfrage im Binnverkehr nimmt ab
- Die Nachfrage im Quell-Ziel-Verkehr nimmt stark ab
- Die Nachfrage im Durchgangsverkehr nimmt in einem sehr geringen Masse zu

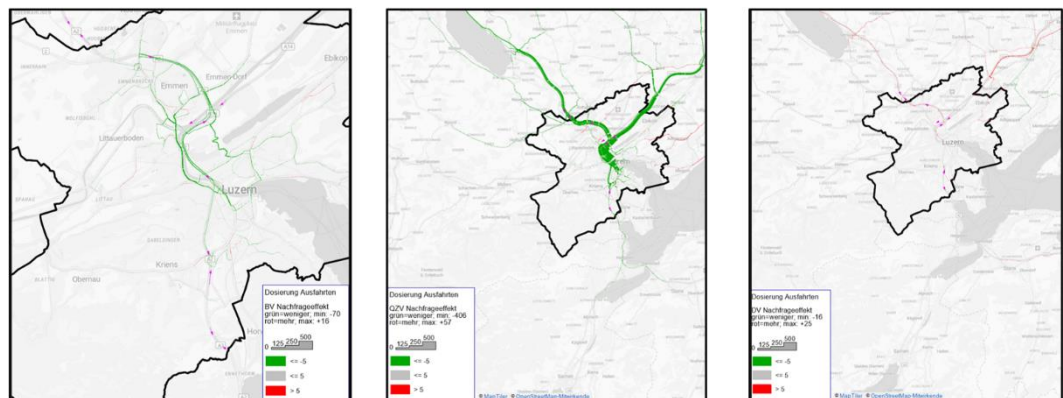


Abb. 83 Nachfrageeffekt auf den BV (links), QZV (Mitte) und DV (rechts), Massnahme «Dosierung Ausfahrten Nationalstrasse Luzern» (in Fzg/h)

6.4 Erkenntnisse aus den Modellierungsarbeiten im Untersuchungsgebiet Luzern für das weitere Vorgehen

6.4.1 Nachfrageberechnung auch für primär routenwahlwirksame Massnahmen

Die durchgeführten Arbeiten mit dem Spitzenstundenmodell des GVM LU sowie die Nachfrageberechnungen haben aufgezeigt, dass die *Rebound*-Effekte im Raum Luzern nur sehr gering ausfallen. Damit freiwerdende Kapazitäten auf der Nationalstrasse (z.B. durch Verminderung des Quell-Ziel-Verkehrs auf der Nationalstrasse) wieder vollständig aufgefüllt werden, müssten – als Voraussetzung für einen detektierbaren *Rebound*-Effekt – bereits im Referenzzustand entsprechende Mengen an Durchgangsverkehr auf Alternativrouten verdrängt werden. Eine Verdrängung von Durchgangsverkehr von der Nationalstrasse auf eine Alternativroute (Potential für *Rebound*-Effekt) ist jedoch nur zu erwarten, wenn zum einen eine Alternativroute vorhanden ist und zum anderen diese Alternativroute im Vergleich mit der Nationalstrasse attraktiv ist. Es wird jedoch nicht erwartet, dass sie einen massgebenden Einfluss auf die Funktionen der Nationalstrasse haben.

Im GVM LU bzw. im vorliegenden Projekt nicht dargestellt werden können folgende Effekte, welche in Realität zu einem *Rebound*-Effekt führen könnten:

- **Zeitliche Verlagerungen:** Aufgrund der frei werdenden Kapazitäten in den Spitzenstunden wird Verkehr, der heute ausserhalb der Spitzenstunden verkehrt, in die Spitzenstunden zurückverlagert.
- **Abbildung der Auswirkung absoluter Nachfragespitzen:** Die Verkehrsmodelle bilden den durchschnittlichen Werktagsverkehr ab. Die Auswirkungen von VM-Massnahmen bei absoluten Nachfragespitzen (und vor allem Feiertagen) werden wahrscheinlich eher unterschätzt.
- **Effekte auf die Gesamtverkehrserzeugung:** Im Rahmen der vorliegenden Forschungsarbeit wurde die Routen-, Ziel- und Verkehrsmittelwahl bezogen auf den Ist-Zustand modelliert. Die Anzahl Wege/ Person wurde dabei nicht angepasst. Eine Veränderung der Gesamtverkehrsnachfrage durch langfristige Verhaltensanpassungen (Home Office, Fahrzeugbesetzungsgrad, Online-Einkauf, Sharing etc.) ist grundsätzlich denkbar, wurde hier aber nicht betrachtet.
- **Mittelfristige Veränderung der Siedlungsstruktur:** Durch die geprüften Massnahmen kann die Siedlungsstruktur beeinflusst werden (siehe qualitative Einschätzung der Wirkungen der einzelnen Massnahmen auf die Siedlungsentwicklung in Kapitel 9.2). Durch diese neue Siedlungsstruktur verändert sich wiederum die Zusammensetzung des Verkehrs auf der Nationalstrasse. Da es sich hier um vergleichsweise kleinräumigen Massnahmen handelt, dürften die siedlungsstrukturelle Veränderungen eher vernachlässigbar sein.

Fazit: *Rebound*-Effekte sind nur bei entsprechenden Netzkonfigurationen und geeigneten Alternativrouten zu erwarten. Im Untersuchungsgebiet kann dieser Effekt nur in sehr geringem Masse nachgewiesen werden.

6.4.2 Einsatz Spitzenstundenmodell

Durch die Verwendung des ASP-Modells im GVM LU haben die Massnahmen – bedingt durch die höheren Streckenauslastungen – eine stärkere Wirkung gezeigt als im DWV-Modell. Die Wirkung auf die einzelnen Verkehrsbeziehungstypen ist im ASP- und DWV-Modell aber ähnlich. Hier wird mit dem ASP-Modell keine neue Erkenntnis gewonnen. Diese Zusatzwirkung findet sich auch nicht zu 100% in den Nachfrageeffekten wieder, da die Anteile der Spitzenstunden-Kenngrössen nur je 20% betragen, während der Anteil der DWV-Kenngrössen mit 60% die Wirkung dämpft (entsprechend dem Anteil der Verkehrsnachfrage). Vor diesem Hintergrund wurde durch die Forschungsstelle in Absprache mit der Begleitkommission entschieden, die Spitzenstundenmodelle in den anderen Untersuchungsgebieten nicht zu verwenden.

Fazit: Der Erkenntnisgewinn durch den zusätzlichen Einsatz von Spitzenstundenmodellen ist gering. Auch mit stärker ausgelasteten Netzen resultiert der *Rebound*-Effekt im betrachteten Untersuchungsgebiet nur in sehr geringem Ausmass. Es ist aber zu erwarten, dass bei einer Netzkonfiguration mit mehreren vergleichbaren Routen für Durchgangs- und Quell-Ziel-Verkehr die Rebound-Effekten auch grösser ausfallen könnten. Dabei muss aber berücksichtigt werden, dass auch frei entstandene Kapazitäten auf Alternativrouten zu weiteren Routenwahlverlagerungen führen würden.

7 Modellierung Untersuchungsgebiet Solothurn-Olten

In diesem Kapitel werden die Modellierungsarbeiten und die daraus resultierenden Ergebnisse im Untersuchungsgebiet Solothurn-Olten beschrieben. Auf Basis der Erkenntnisse der Verkehrsmodellierung im Untersuchungsgebiet Luzern wurden in Absprache mit der Begleitkommission für das Untersuchungsgebiet die folgenden Massnahmen zur Prüfung festgelegt:

- **Harmonisierung Geschwindigkeit v_0 (mit Nachfrageberechnung):** Diese Massnahme konnte in Luzern nicht geprüft werden, da auf weiten Strecken des städtischen Luzerner Nationalstrassennetzes bereits heute eine reduzierte Höchstgeschwindigkeit gilt. Die Untersuchung im Raum Solothurn-Olten soll Erkenntnisse zur Wirkung dieser Massnahme bringen;
- **Dosierung Einfahrten (ohne Nachfrageberechnung), Dosierung Ausfahrten (ohne Nachfrageberechnung), Erhöhung der Parkplatzkosten (Nachfrageberechnung), Erhöhung der Kilometerkosten für den PW (Nachfrageberechnung):** Diese Massnahmen wurden bereits im Raum Luzern untersucht. Durch den Einsatz im Raum Solothurn-Olten sollen u.a. Aussagen zu unterschiedlichen Wirkungen der Massnahmen in unterschiedlichen Gebieten (Stadtautobahn, Verbindung zwischen Agglomerationen) sowie zur Übertragbarkeit der Resultate getroffen werden können.

7.1 Perimeter Solothurn-Olten

Die Gemeinden Solothurn, Biberist, Zuchwil, Feldbrunnen-St. Niklaus, Langendorf, Oberdorf (SO), Rüttenen und Bellach, sowie Olten, Trimbach, Dulliken, Aarburg und Starrkirch-Wil wurden als Agglomeration definiert, um den Durchgangsverkehr durch den Untersuchungsperimeter aufteilen zu können in «Durchgangsverkehr» (Quelle und Ziel ausserhalb des Untersuchungsperimeters) und «Durchgangsverkehr Agglomeration» (Quelle und Ziel innerhalb der als Agglomeration definierten Bezirke). Folgende Abbildung gibt einen Überblick über den Perimeter Solothurn-Olten:

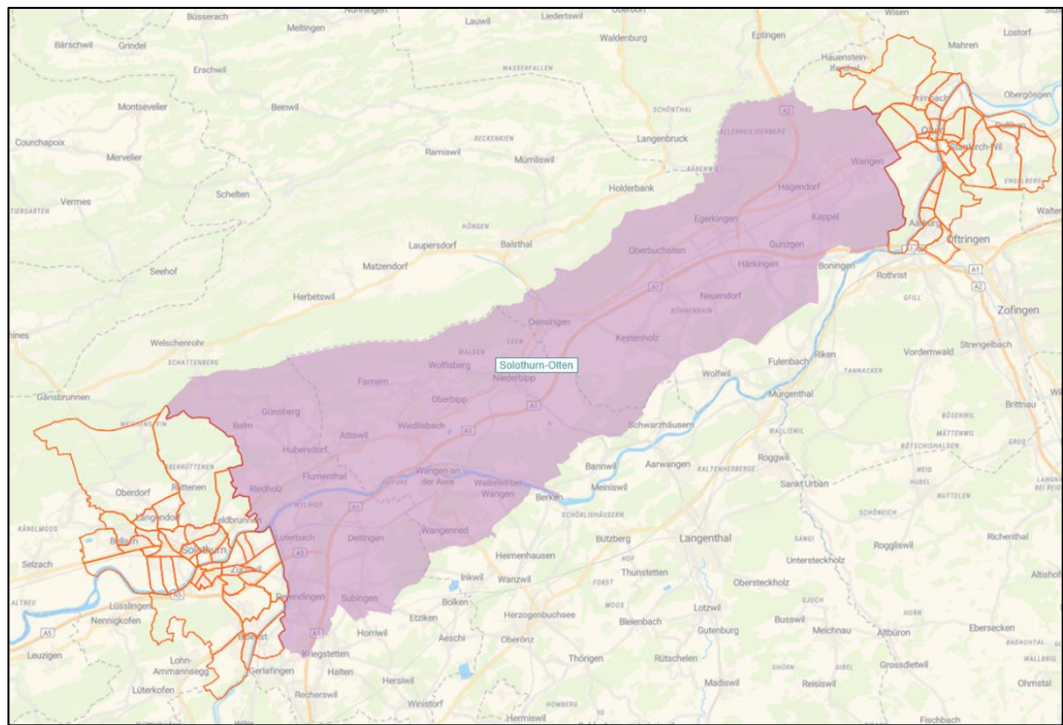


Abb. 84 Untersuchungsgebiet (violett) und Agglomeration (orange) Solothurn-Olten

7.3 DWV-Modell

7.3.1 Harmonisierung Geschwindigkeit v_0 Nationalstrasse

Massnahmenbeschrieb

Für diese Massnahme wurde die Geschwindigkeit auf der Nationalstrasse im Perimeter auf 80 km/h reduziert. Mit den neuen Kenngrössen wurde die angepasste Nachfrage abgeleitet und wiederum auf dem Netz umgelegt.

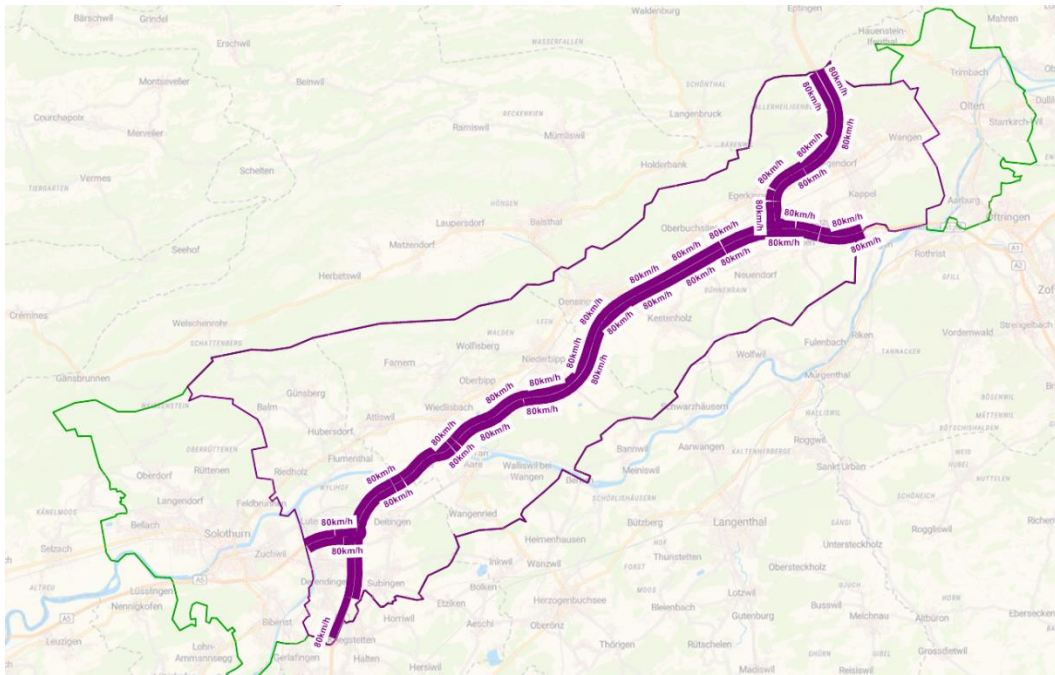


Abb. 85 Anpassung der Geschwindigkeit auf der Nationalstrasse auf 80 km/h im Perimeter

Auswirkungen

In der folgenden Abbildung ist der Nachfrageeffekt der Massnahme «Geschwindigkeitsharmonisierung» zu erkennen. Durch die verlängerte Reisezeit nimmt die Nachfrage auf der Nationalstrasse grundsätzlich ab. Im Raum Egerkingen ist ein Ziel- und Verkehrsmittelwahlereffekt zu sehen: Dadurch, dass weniger Personen aus dem Mittelland im Raum Egerkingen einkaufen, entsteht der Effekt, dass zusätzlicher Verkehr aus dem Baselbiet Richtung Egerkingen fährt. Das Nachfragemodell verteilt – vereinfacht gesagt – die Einkaufsverkehre im Verhältnis zu den Verkaufsflächen und Reisezeitverhältnissen.

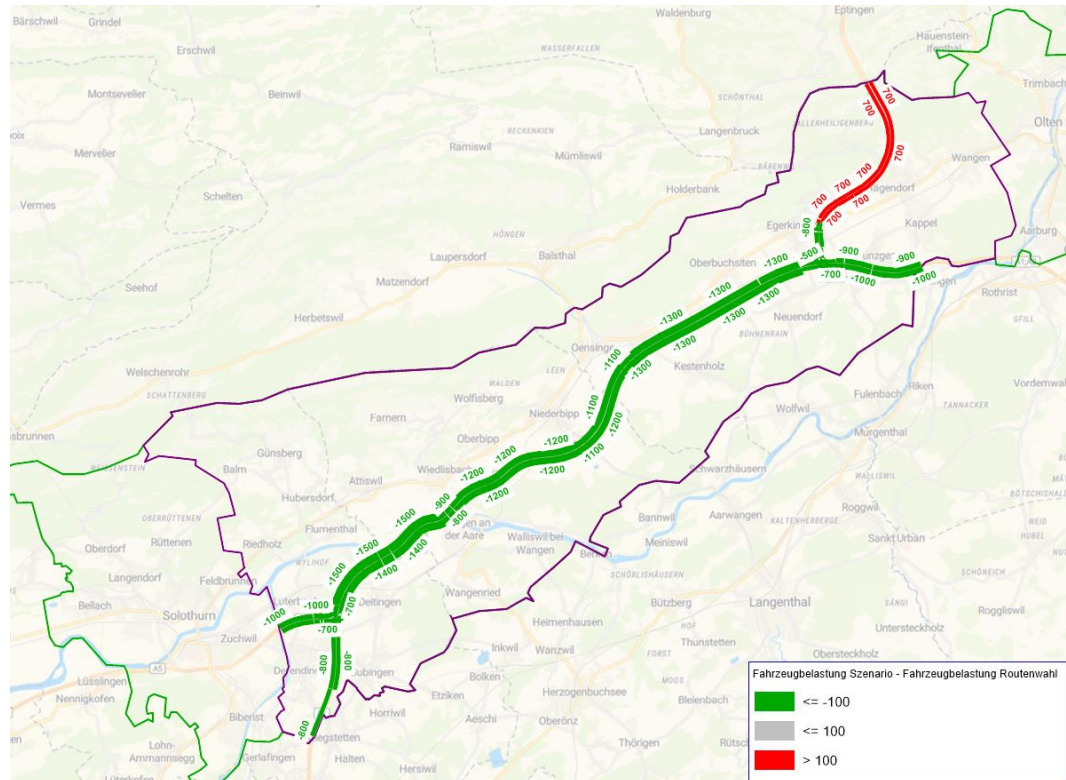


Abb. 86 Nachfrageeffekt der implementierten Massnahme «Harmonisierung Geschwindigkeit v_0 Nationalstrasse» (in Fzg/Tag)

Folgende Abbildung zeigt die Belastung des Szenarios mit der Geschwindigkeitsreduktion verglichen mit dem Referenzzustand. Grün zeigt eine Minder- und Rot eine Mehrbelastung an. Es ist zu erkennen, dass der Verkehr auf der Nationalstrasse abnimmt, während vor allem auf der Strecke Niederbipp-Oensingen ein starkes Verkehrswachstum zu verzeichnen ist. Die relativen Zu- und Abnahmen sind auf dem nachgelagerten Netz entsprechend höher als auf der Nationalstrasse, da die Ausgangsbelastungen deutlich tiefer sind.

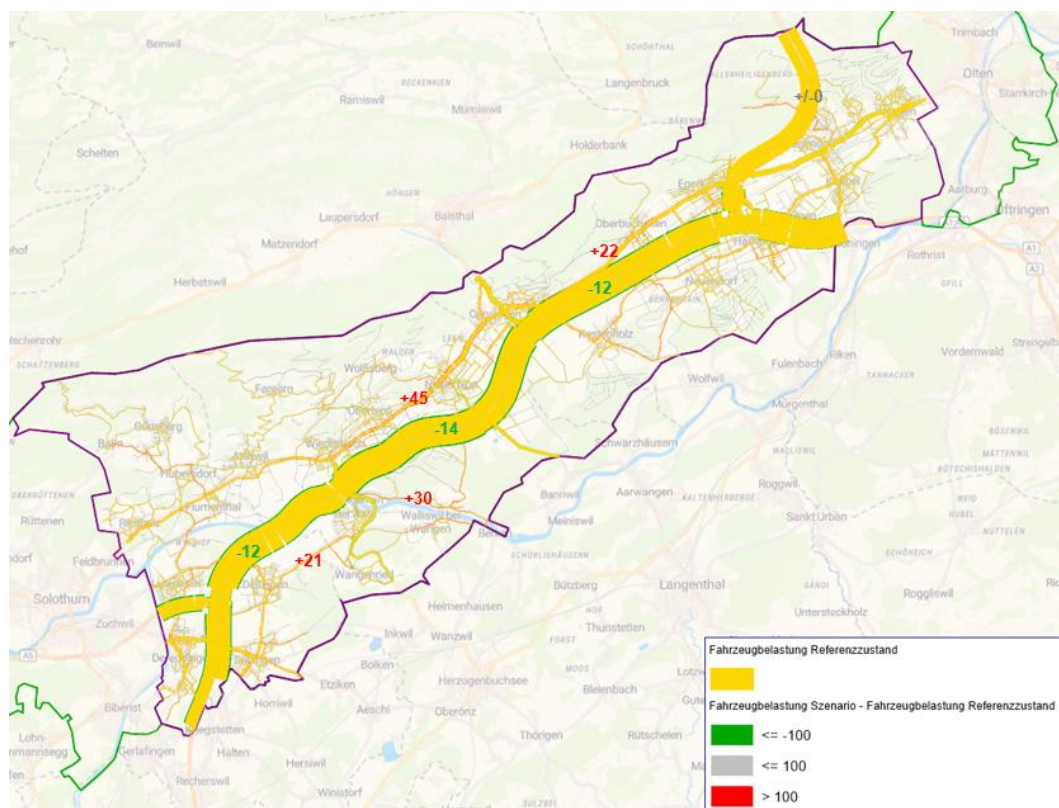


Abb. 87 Differenzplot DWV: «Harmonisierung Geschwindigkeit v_0 Nationalstrasse»-Referenzzustand, Untersuchungsgebiet Solothurn-Olten (in Prozent)

Folgende Abbildung zeigt die resultierenden Anteile der Verkehrsbeziehungstypen auf der Nationalstrasse im Szenario mit $v_0 = 80$ km/h. Im Vergleich zum Referenzzustand sind anteilmässig weniger BV und QZV, sowie mehr DV auf der Nationalstrasse. Diese Verschiebung ist einerseits durch die kürzeren Wege im BV und QZV zu erklären, wo die Zunahme der Reisezeit einen grösseren Einfluss hat auf den Gesamtnutzen der Reise als bei den längeren Wegen des Durchgangsverkehrs. Andererseits stehen für den BV und den QZV häufig auch bessere Alternativrouten zur Verfügung als für den Durchgangsverkehr.

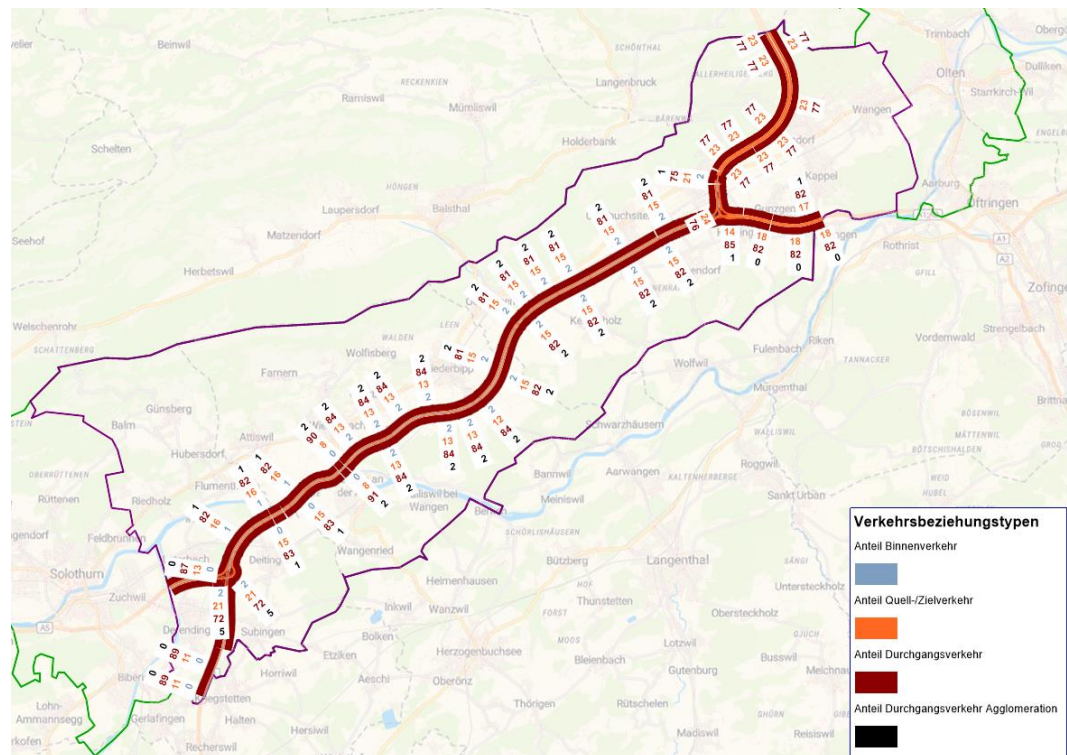


Abb. 88 Anteile der Verkehrsbeziehungstypen auf der Nationalstrasse, Massnahme «Harmonisierung Geschwindigkeit v_0 Nationalstrasse», Untersuchungsgebiet Solothurn-Olten (in Prozent)

7.3.3 Dosierung Ein- und Ausfahrten

Massnahmenbeschrieb

Bei der Dosierung der Ein- und Ausfahrten der Nationalstrasse im Untersuchungsperimeter wurde auf den entsprechenden Abbiegern ein zeitlicher Widerstand implementiert. Dieser Widerstand wurde mit $t_0 = 1\text{min}$ festgelegt².

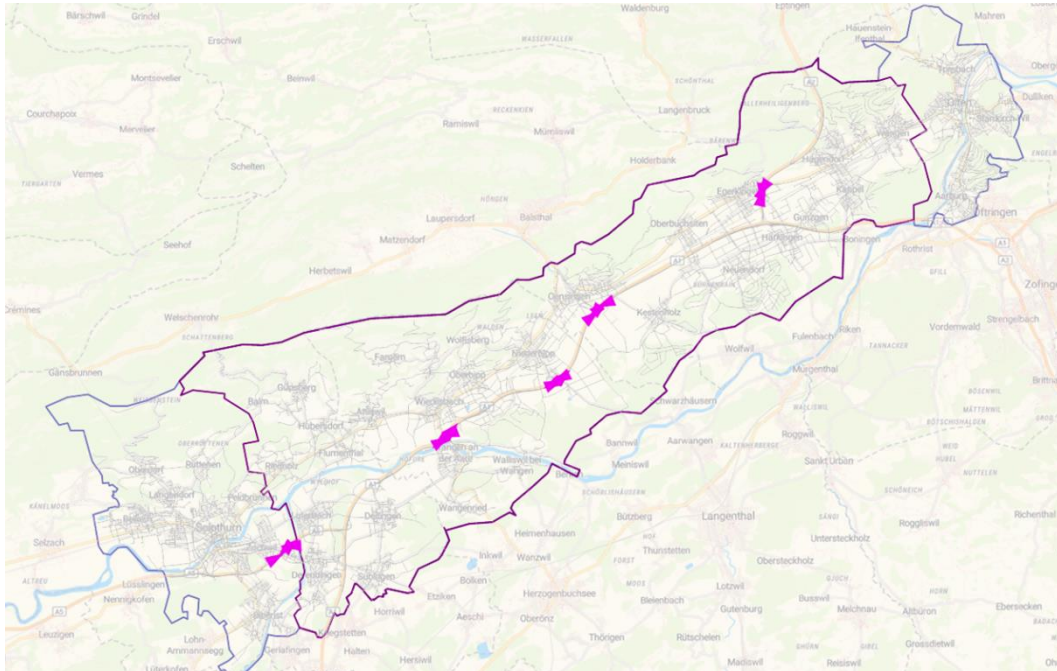


Abb. 89 Dosierung der Ein- und Ausfahrten im Perimeter ($t_0 = 1\text{min}$)

² Bei den Modelluntersuchungen in Luzern hat sich eine grundsätzliche Linearität zwischen dem Dosierungswiderstand und der verkehrsverlagernden Wirkung von Ein-/ Ausfahrtsdosierungen gezeigt, weshalb im Untersuchungsgebiet auf die Auswertung verschiedener Dosierungswiderstände verzichtet wird.

Auswirkungen

Folgende Abbildung zeigt die Belastung des Szenarios mit der Dosierung der Ein- und Ausfahrten verglichen mit dem Referenzzustand. Grün zeigt eine Minder- und Rot eine Mehrbelastung an. Es ist zu erkennen, dass der Verkehr auf der Nationalstrasse abnimmt, während vor allem auf der Strecke Niederbipp-Oensingen ein starkes Verkehrswachstum zu verzeichnen ist. Die relativen Zu- und Abnahmen sind auf dem nachgelagerten Netz entsprechend höher als auf der Nationalstrasse, da die Ausgangsbelastungen deutlich tiefer sind.

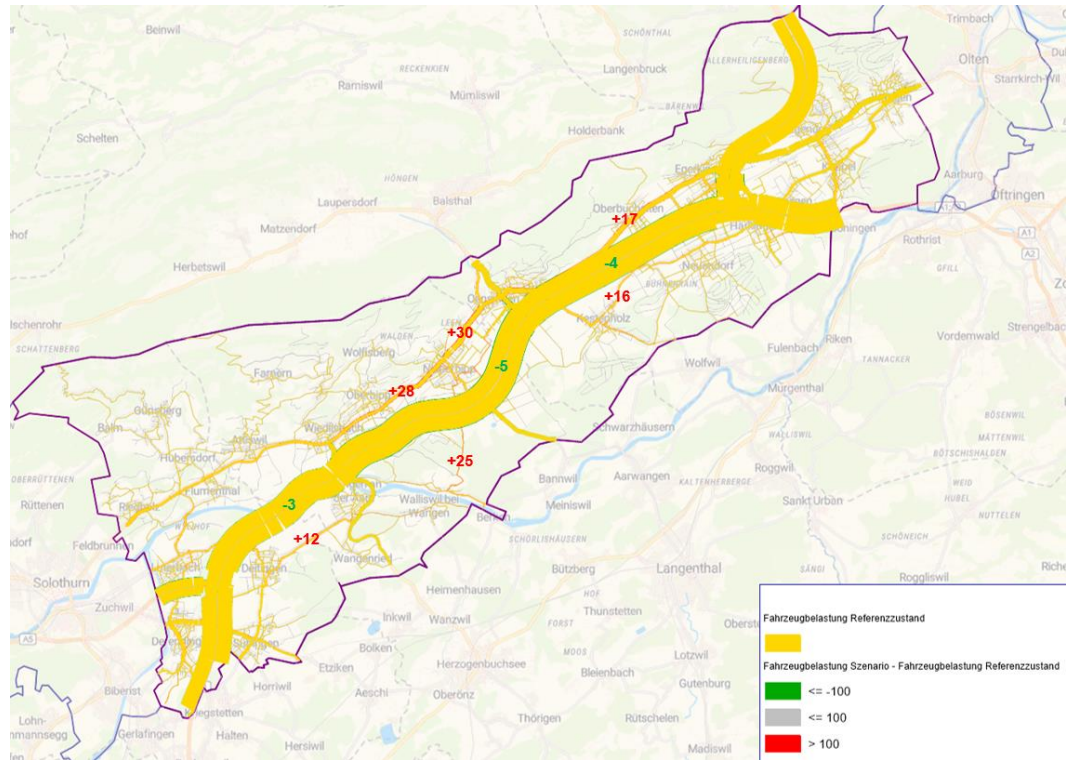


Abb. 90 Differenzplot DWV: Dosierung Ein-/Ausfahrten-Referenzzustand, Untersuchungsgebiet Solothurn-Olten (in Prozent)

Durch die Dosierung aller Ein- und Ausfahrten im Perimeter erfährt besonders der BV einen starken Widerstand, da er bei der Ein- und bei der Ausfahrt mit einer Minuten bestraft wird. Der QZV erfährt nur einen einfachen Widerstand, während der Durchgangsverkehr von der Massnahme nicht betroffen ist. Dies spiegelt sich auch in den Anteilen der Verkehrsbeziehungstypen wider, wo der Binnenverkehr und der Quell-/Zielverkehr abnehmen und somit auch relativ Anteile verlieren. Da der DV konstant bleibt, nimmt dessen Anteil zu.

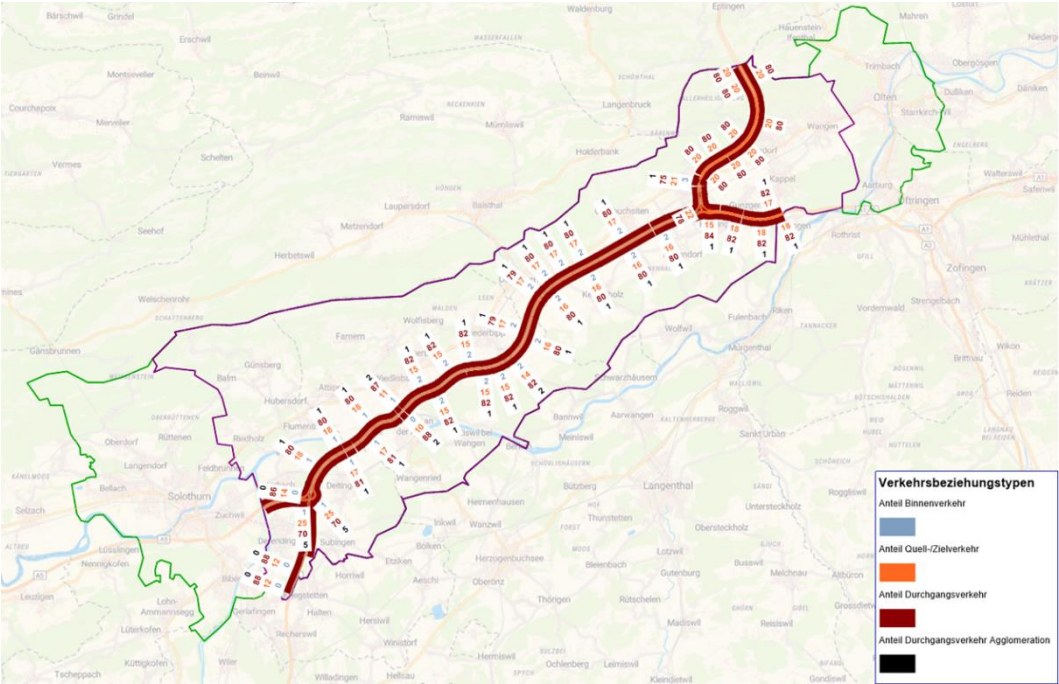


Abb. 91 Anteile der Verkehrsbeziehungstypen auf der Nationalstrasse, Massnahme «Dosierung Ein- und Ausfahrten», Untersuchungsgebiet Solothurn-Olten (in Prozent)

7.3.4 Erhöhung Parkierungskosten PW

Massnahme

Mit dieser Massnahme soll modelliert werden, wie sich die Verkehrsnachfrage verhält, wenn die Parkierungskosten für PW im gesamten Modellgebiet erhöht werden. Im Nachfragemodell des GVM SO sind die Parkierungskosten pro Bezirksbeziehung hinterlegt und sind über das gesamte Modellgebiet hinweg identisch. Die Auswirkungen der Erhöhung der Parkierungskosten wurde für den Faktor 2,5 berechnet:

Auswirkungen

Folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Veränderung in den Wegen für die Parkierungskosten:

Tab. 7 Veränderung der Anzahl Wege pro Verkehrsträger bei erhöhten Parkierungskosten im Modellgebiet, Untersuchungsgebiet Solothurn-Olten (in Fzg/Tag bzw. Prozent)

Parkplatzkosten		
	Referenz	Faktor 2.5
Verkehrsträger	Fuss	1'328'303
	Velo	679'225
	PW	2'459'372
	ÖV	885'821
	Fuss	+4%
	Velo	+5%
	PW	-5%
	ÖV	+5%

Folgende Abbildung zeigt die Modal-Split-Anteile der verschiedenen Verkehrsträger für die erhöhten Parkierungskosten. Bei Anpassungen im gesamten Modellgebiet gehen die Anteile des MIV leicht zurück, während diejenigen von Fuss, Velo und ÖV leicht steigen:

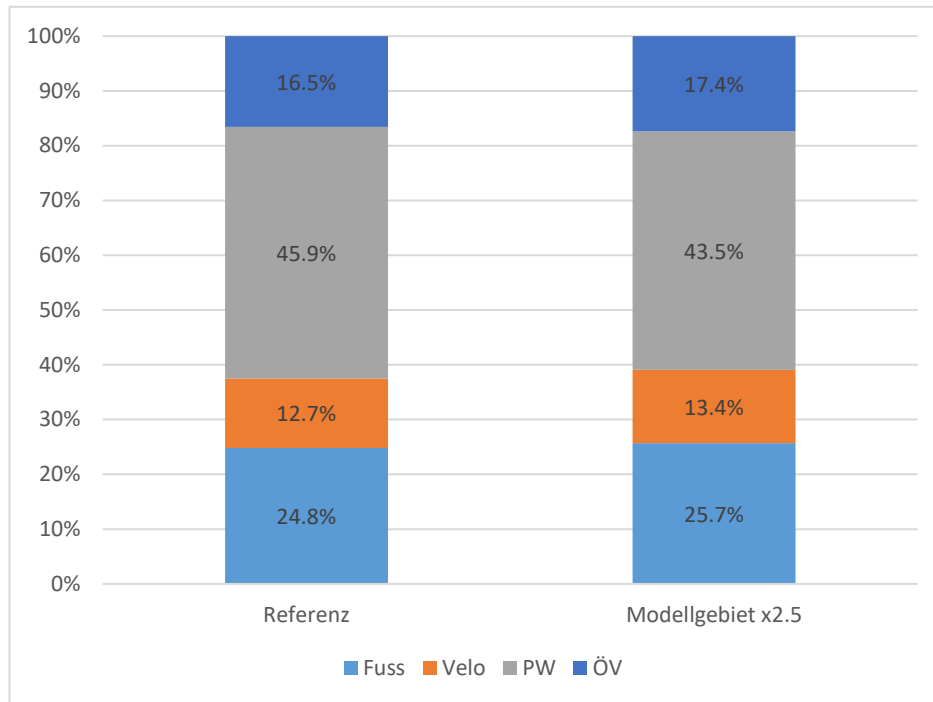


Abb. 92 Modal-Split bei erhöhten Parkierungskosten, Untersuchungsgebiet Solothurn-Olten (in Prozent)

Vor der erneuten Umlegung der angepassten PW-Matrizen im Umlegungsmodell war es notwendig, den Aussenverkehr (Verkehr von ausserhalb des Modellgebiets) manuell anzupassen, da dieser bei der Nachfragemodellierung nicht beeinflusst wird. Dazu wurde in einem ersten Schritt die mittlere Weglänge des Aussenverkehrs im Umlegungsmodell berechnet (26 km). In einem zweiten Schritt wurden die Anzahl PW-Wege zwischen 25 und 27 km aus dem Nachfragemodell herausgefiltert und die Veränderung der Anzahl Wege im Vergleich zum Referenzzustand berechnet (-4 %). Diese Reduktion wurde auf den gesamten Aussenverkehr im GVM SO angewandt.

Folgende Abbildung zeigt die Belastung des Szenarios mit der Erhöhung der Parkierungskosten verglichen mit dem Referenzzustand. Grün zeigt eine Minderbelastung an. Es ist zu erkennen, dass es eine netzweite Abnahme der MIV-Belastung gibt. Die Rückgänge sind auf dem nachgelagerten Netz höher als auf der Nationalstrasse, weil durch die Anpassung der Parkierungskosten kürzere Fahrten stärker betroffen sind als längere Fahrten. Bei Letzteren sind die Kilometerkosten ausschlaggebend, da machen die Parkierungskosten nur einen kleinen Teil aus.

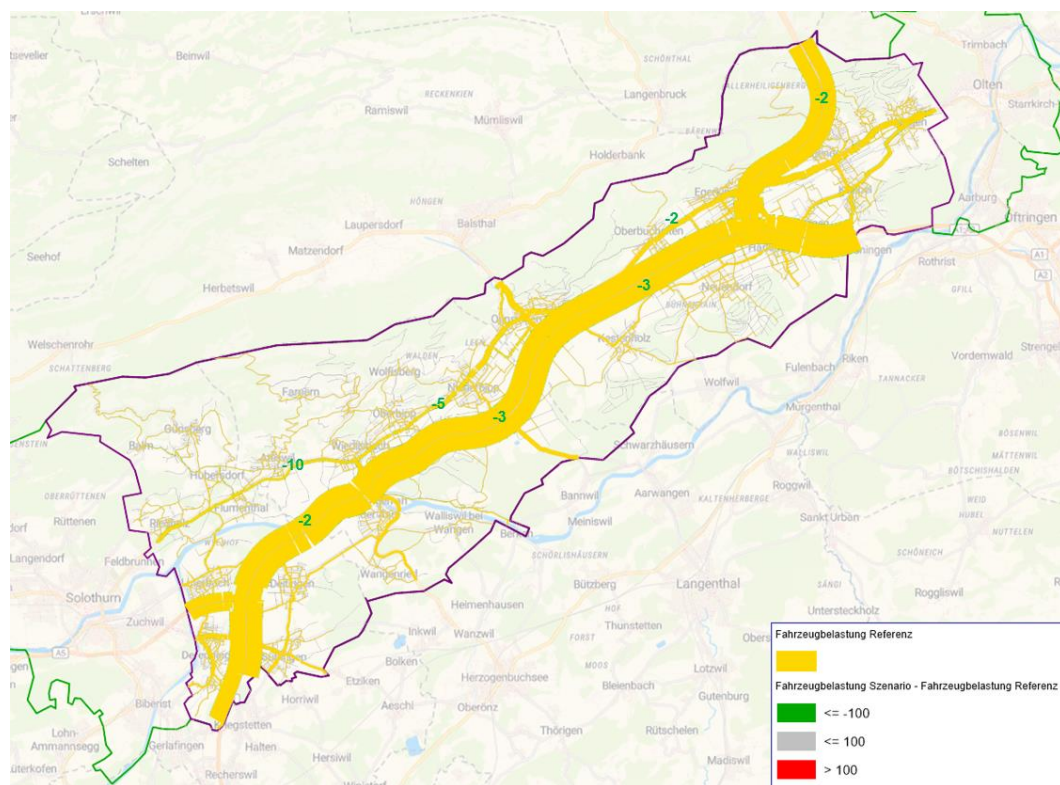


Abb. 93 Differenzplot DWV: Erhöhung Parkierungskosten-Referenzzustand, Untersuchungsgebiet Solothurn-Olten (in Prozent)

Aus der nachfolgenden Abbildung ist zu erkennen, dass sich der Binnenverkehr zu einem kleinen Teil wieder auf das Nationalstrassennetz verlagert (*Rebound-Effekt*). Durch die erhöhte Auslastung der Nationalstrasse weicht er im Referenzzustand auf das nachgelagerte Netz aus. Aufgrund der Abnahme der Verkehrsmenge werden auf der Nationalstrasse wieder Kapazitäten frei, welche zum oben beschriebenen Effekt führen.

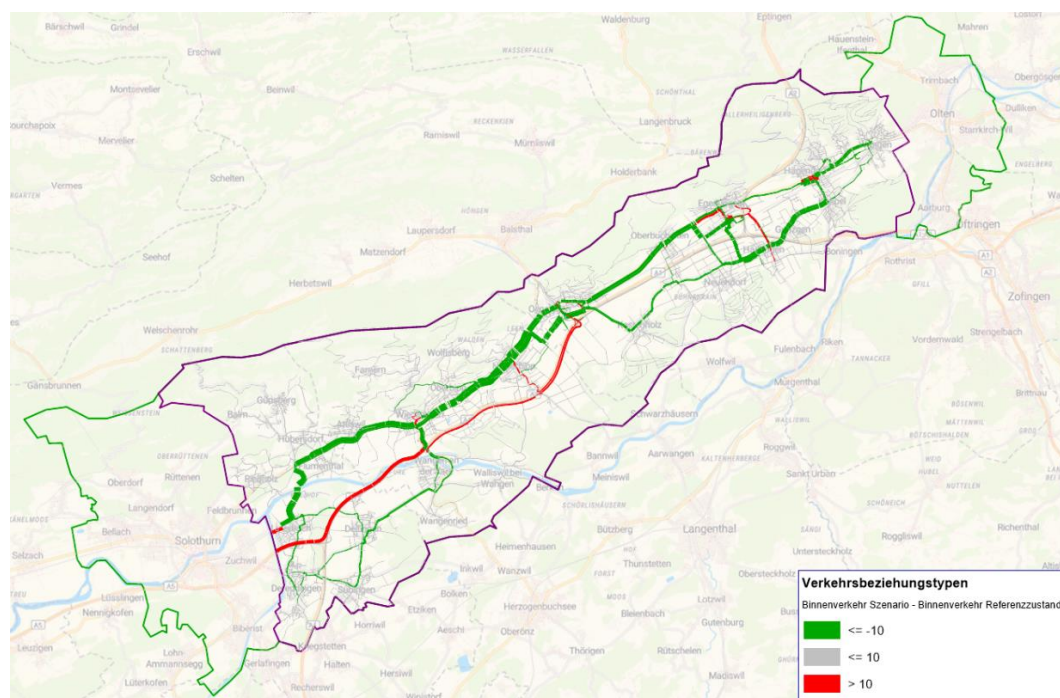


Abb. 94 Differenzplot des Binnenverkehrs im Szenario «Erhöhung Parkierungskosten», Untersuchungsgebiet Solothurn-Olten (in Fzg/Tag) Max. Zunahme ca. +100 Fahrten

Die Anteile der verschiedenen Verkehrsbeziehungstypen auf der Nationalstrasse bleiben in diesem Szenario weitgehend unverändert.

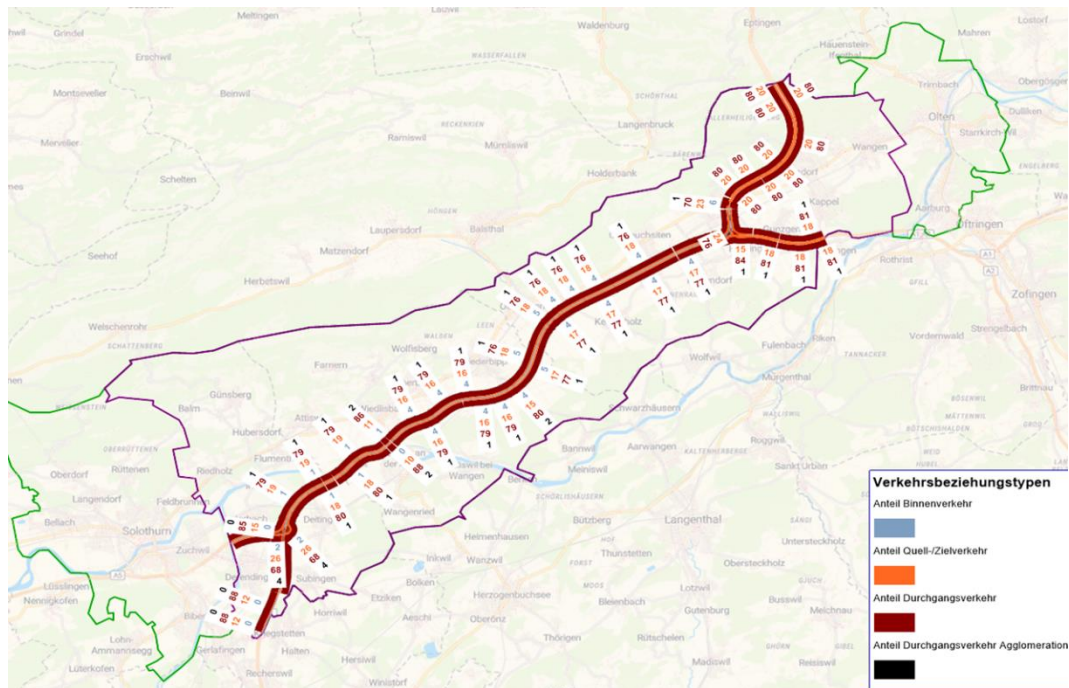


Abb. 95 Veränderung der Anteile der Verkehrsbeziehungstypen auf der Nationalstrasse, Massnahme «Erhöhung Parkierungskosten», Untersuchungsgebiet Solothurn-Olten (in Prozent)

7.3.6 Erhöhung Kilometerkosten PW

Massnahme

Mit dieser Massnahme soll modelliert werden, wie sich die Verkehrsnachfrage verhält, wenn die Kilometerkosten für PW erhöht werden. Im Nachfragemodell des GVM SO betragen diese CHF 0.16 pro Kilometer und sind über das gesamte Modellgebiet hinweg identisch. Die Auswirkungen der Erhöhung der Kilometerkosten wurde für den Preis von CHF 0.25/km berechnet (wobei die ÖV-Kosten unverändert bleiben):

Auswirkungen

Folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Veränderung in den Wegen für die Parkierungskosten:

Tab. 8 Veränderung der Anzahl Wege pro Verkehrsträger bei erhöhten Parkierungskosten im Modellgebiet, Untersuchungsgebiet Solothurn-Olten (in Fzg/Tag bzw. Prozent)

Kilometerkosten		
	Ref (CHF 0,16)	CHF 0,25
Verkehrsträger	Fuss	1'328'303
	Velo	679'225
	PW	2'459'372
	ÖV	885'821
	Fuss	+2%
	Velo	+5%
	PW	-5%
	ÖV	+8%

Folgende Abbildung zeigt die Modal-Split-Anteile der verschiedenen Verkehrsträger für die erhöhten Kilometerkosten PW. Die Anteile des MIV gehen leicht zurück, während diejenigen von Fuss, Velo und ÖV leicht steigen:

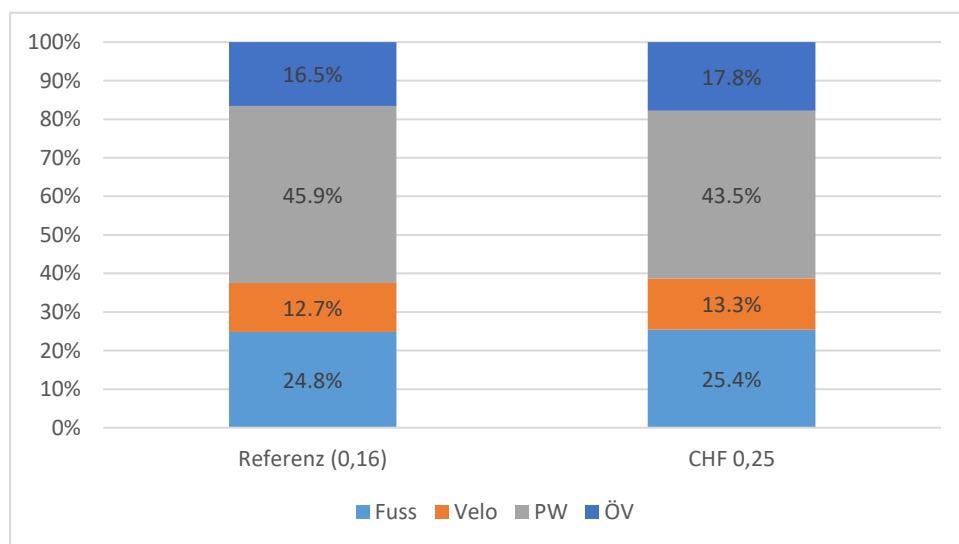


Abb. 96 Modal-Split bei erhöhten Kilometerkosten PW, Untersuchungsgebiet Solothurn-Olten (in Prozent)

Vor der erneuten Umlegung der angepassten PW-Matrizen im Umlegungsmodell war es notwendig, den Aussenverkehr (Verkehr von ausserhalb des Modellgebiets) manuell anzupassen, da dieser bei der Nachfragemodellierung nicht beeinflusst wird. Dazu wurde in

einem ersten Schritt die mittlere Weglänge des Aussenverkehrs im Umlegungsmodell berechnet (26 km). In einem zweiten Schritt wurden die Anzahl PW-Wege zwischen 25 und 27 km aus dem Nachfragemodell herausgefiltert und die Veränderung der Anzahl Wege im Vergleich zum Referenzzustand berechnet (-24 %). Diese Reduktion wurde auf den gesamten Aussenverkehr im GVM SO angewandt.

Folgende Abbildung zeigt die Belastung des Szenarios mit der Erhöhung der Parkierungskosten verglichen mit dem Referenzzustand. Grün zeigt eine Minderbelastung an. Es ist zu erkennen, dass es eine netzweite Abnahme der MIV-Belastung gibt. Die Rückgänge sind auf dem nachgelagerten Netz ähnlich hoch wie auf der Nationalstrasse. Längere Fahrten sind durch die Anpassung der Kilometerkosten grundsätzlich stärker betroffen als kürzere Fahrten.

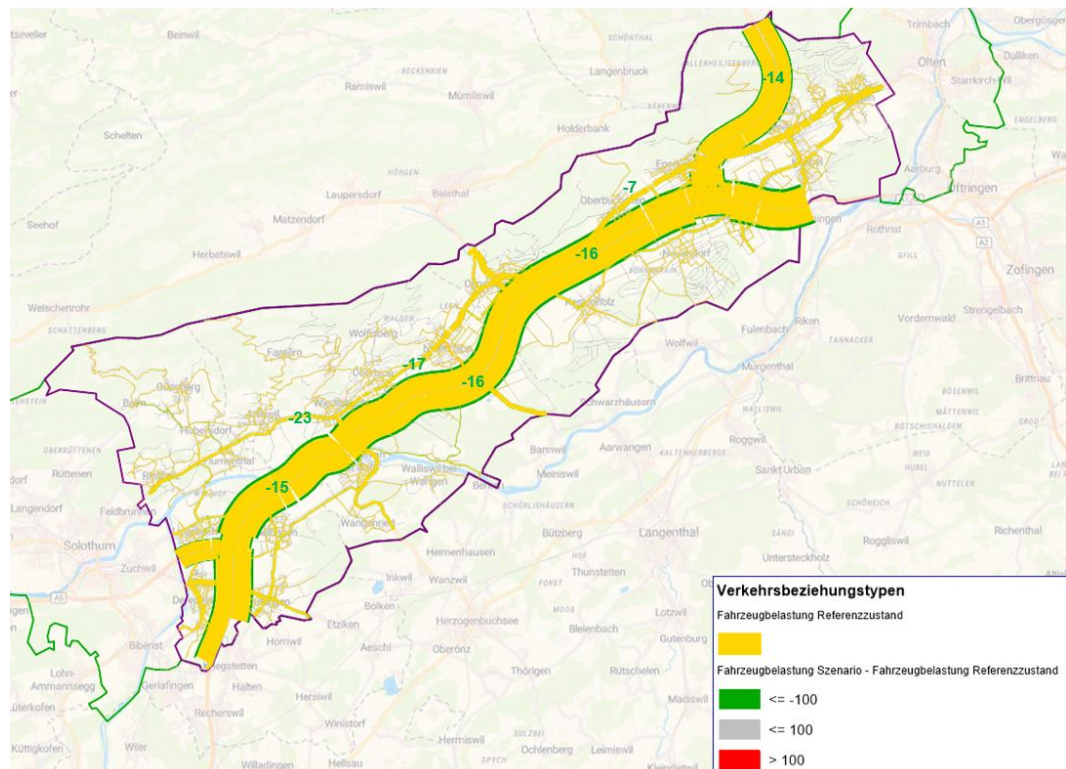


Abb. 97 Differenzplot DWV: Erhöhung Kilometerkosten PW-Referenzzustand, Untersuchungsgebiet Solothurn-Olten (in Prozent)

Aus der nachfolgenden Abbildung ist zu erkennen, dass sich der Binnenverkehr zu einem kleinen Teil wieder auf das Nationalstrassennetz verlagert (*Rebound-Effekt*). Durch die erhöhte Auslastung der Nationalstrasse weicht er im Referenzzustand auf das nachgelagerte Netz aus. Aufgrund der Abnahme der Verkehrsmenge werden auf der Nationalstrasse wieder Kapazitäten frei, welche zum oben beschriebenen Effekt führen.

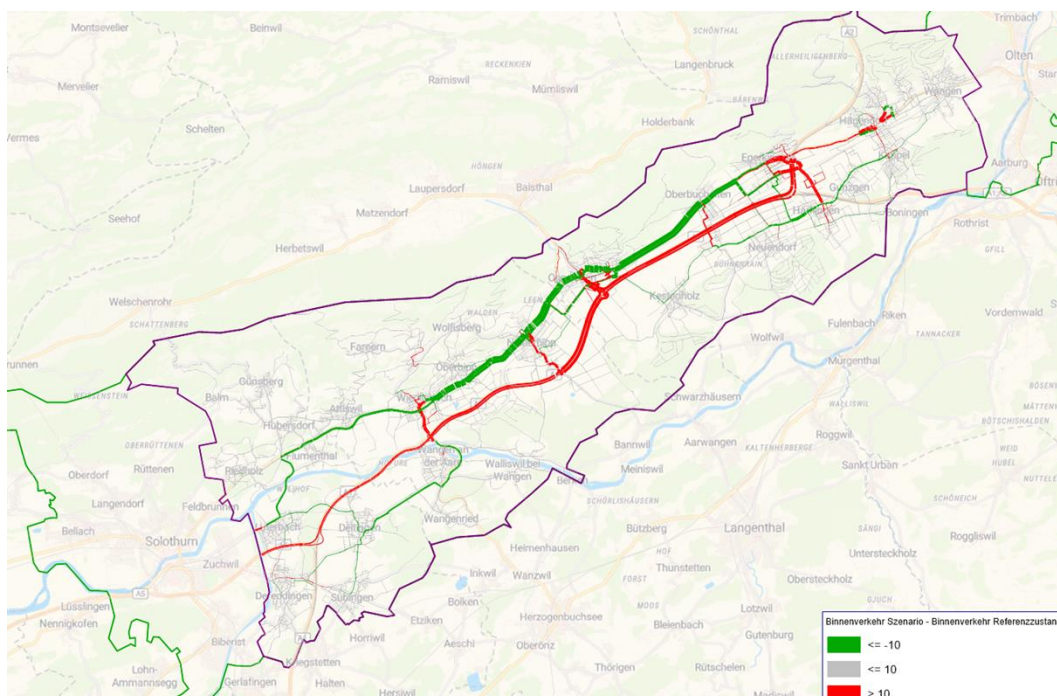


Abb. 98 Differenzplot des Binnenverkehrs im Szenario «Erhöhung Parkierungskosten PW», Untersuchungsgebiet Solothurn-Olten (in Fzg/Tag) Max. Zunahme ca. +350 Fahrten

Dadurch, dass die längeren Wege stärker betroffen sind als die kürzeren, nehmen vor allem der QZV und der DV ab. Der BV bleibt absolut gesehen konstant und nimmt anteilmässig etwas zu.

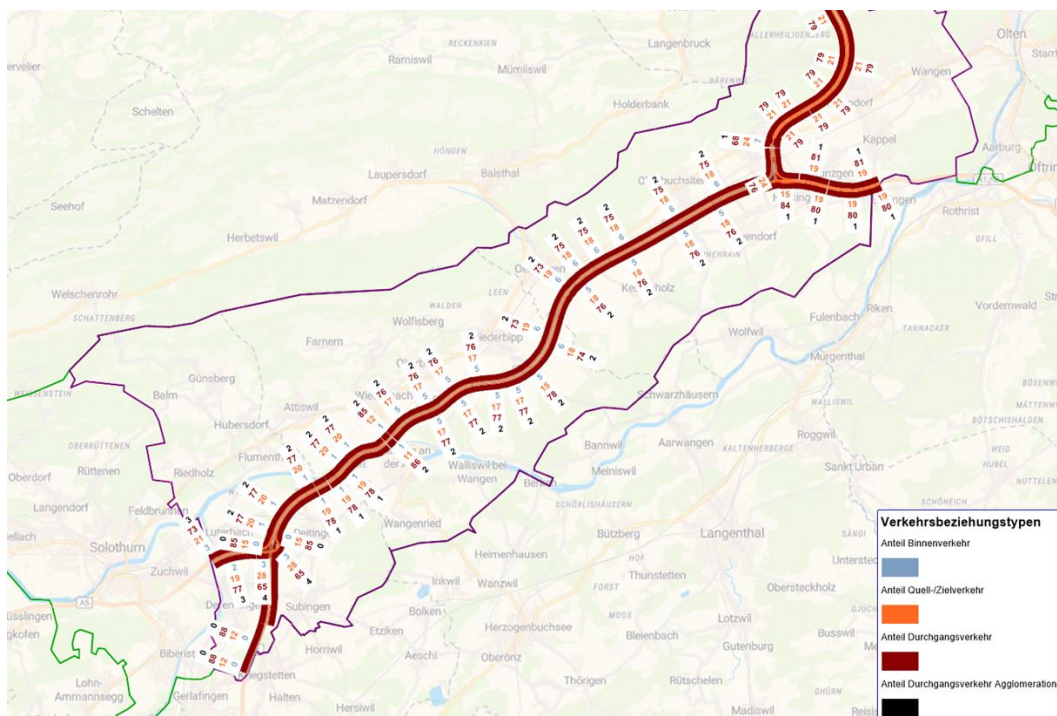


Abb. 99 Veränderung der Anteile der Verkehrsbeziehungstypen auf der Nationalstrasse, Massnahme «Erhöhung Kilometerkosten PW», Untersuchungsgebiet Solothurn-Olten (in Prozent)

8 Schlussfolgerungen der Modellierungsarbeiten

Die Modellierungsarbeiten haben gezeigt, dass die Auswirkungen der Massnahmen sowohl im Raum «Stadtautobahn» (Luzern) als auch im Raum «Autobahn zwischen zwei Agglomerationen» (Solothurn-Olten) in dieselbe Richtung gehen:

- Dosierungen von Autobahnein- und -ausfahrten führen tendenziell zu einer absoluten und relativen Abnahme des über die Nationalstrasse abgewinkelten Binnen- und Quell-/Zielverkehrs. Da der Durchgangsverkehr in diesen Szenarien absolut gesehen ungefähr konstant bleibt, nimmt sein relativer Anteil jeweils leicht zu.
- Kostenerhöhungen (bezogen auf die Fahrt bzw. die zurückgelegten Kilometer, oder auf das Parkierungsangebot) führen primär zu Verschiebungen der Modal-Split-Anteile. Bei Erhöhungen der Parkierungskosten nimmt insbesondere der Binnen- und der Quell-/Zielverkehr ab, wodurch der Anteil des Durchgangsverkehrs auch hier ansteigt. Bei einer Erhöhung der Kilometerkosten hingegen, welche primär für lange Wege wirksam ist, wird diese Wirkung genau umgekehrt.

Es bestehen jedoch zwischen den Untersuchungsgebieten auch Unterschiede darin, wie stark die Ausprägungen dieser Massnahmenwirkungen sind:

- Bei der Dosierung der Ein- und Ausfahrten ist die Verlagerung auf das nachgelagerte Netz im Raum Luzern aufgrund der besseren Alternativrouten für den Binnen- und Quell-Ziel-Verkehr höher als im Raum Solothurn-Olten. Andererseits ergeben sich bei den Massnahmen im Raum Solothurn-Olten etwas höhere Rebound-Effekte, da die Differenzen im Reisewiderstand zwischen der Bestroute (Nationalstrasse) und den Alternativrouten (Kantonsstrasse) tiefer sind.
- Bei der Erhöhung der Parkierungskosten mussten im Raum Solothurn-Olten die Kosten im gesamten Modellgebiet angepasst werden, um auf eine ähnliche Wirkung zu kommen wie im Raum Luzern, wo die Kosten nur im Perimeter angepasst wurden. Dadurch, dass im Raum Solothurn-Olten – im Vergleich zum Raum Luzern – die Alternativen zum PW fehlen und die räumlichen Voraussetzungen eine gänzlich andere Zielwahl verhindern, bleibt der PW-Anteil insgesamt konstant, wenn die Parkierungskosten nur im Perimeter angepasst werden.
- Bei der Erhöhung der Kilometerkosten ist die Reduktion der PW-Fahrten auf dem nachgelagerten Netz im Raum Solothurn-Olten aufgrund der geringeren Siedlungsdichte und der somit längeren Wege stärker als im Raum Luzern.

9 Bewertung der VM-Massnahmen

In den vorangegangenen Kapiteln wurden die Auswirkungen von VM-Massnahmen auf die Verkehrsbelastungen und -auslastungen des nationalen und nachgelagerten Strassensystems, auf die Verkehrsbeziehungstypen auf der Nationalstrasse und auf die Verkehrsmittelwahl dargestellt. Im vorliegenden Kapitel soll aufgezeigt werden, inwiefern die VM-Massnahmen dazu beitragen, den Verkehrsablauf nachhaltiger abwickeln zu können.

9.1 Methodik der Massnahmenbewertung

Die für die jeweiligen Untersuchungsgebiete interessanten VM-Massnahmen wurden einzeln in den Verkehrsmodellen der Untersuchungsgebiete implementiert (Siehe Kapitel 5-8). Die so erstellten Massnahmenszenarien wurden mit dem Referenzszenario (Ist-Zustand ohne Massnahmen) verglichen. Aufgrund der spezifischen Fragestellung ohne grössere Infrastrukturausbauten wurde auf die Durchführung einer Kosten/Nutzen-Analyse oder Kostenwirksamkeitsanalyse verzichtet und die Vergleichswertanalyse als zielführende Bewertungsmethodik bestimmt. Im Rahmen der Vergleichswertanalyse werden verschiedene Szenarien anhand einer festgelegten Indikatorenliste verglichen, wobei für jeden Indikator eine Bewertung von im Vergleich mit dem Referenzszenario stark verbessert (++) bis stark verschlechtert (--) bestimmt wird. Die einzelnen Indikatoren werden anschliessend nicht gewichtet und in eine Gesamtbewertung überführt sondern ermöglichen vielmehr die Darstellung einer Bewertungstendenz sowie der spezifischen Stärken und Schwächen der verschiedenen Szenarien.

Bei der Zusammenstellung der Vergleichsindikatoren wurde in Abstimmung mit der Begleitkommission auf ausgewählte NISTRA-Indikatoren abgestützt. Die folgenden Indikatoren wurden als potentiell aussagekräftig für die Bewertung von VM-Massnahmen identifiziert:

- DK1 Gesamtkosten minimieren
- VQ1 Reisezeiten MIV minimieren
- VQ2 Verkehrsentslastung in kapazitätskritischen Abschnitten
- VQ6a Stärkung strassengebundener ÖV
- VQ6b Qualität Fuss-/ Veloverkehr
- SI1: Verkehrssicherheit erhöhen
- SE1 Attraktivität des öffentlichen Raumes steigern / Wohnlichkeit
- SE2 Erreichbarkeit von Entwicklungsschwerpunkten sicherstellen
- UW1a Lärmbelastung reduzieren
- UW1b Luft- und Klimabelastung reduzieren
- Q11 Bautechnische Risiken minimieren

Die Vergleichswertanalyse wird primär für die Beantwortung der Forschungsfrage 1 und 2 betreffend die Soll-Funktionen des Hochleistungsstrassennetzes sowie der Wirksamkeit von VM-Massnahmen zur Erreichung dieser Funktionen angewendet. Zur Beantwortung der ergänzenden Forschungsfrage insbesondere in Bezug auf die potentiellen Auswirkungen der VM-Massnahmen auf die Siedlungsentwicklung sollen Tendenzen anhand der folgenden Indikatoren ermittelt werden:

- **Erreichbarkeit ländlicher Gemeinden:** Eine gute Erreichbarkeit von ländlichen Gemeinden ist tendenziell ein Zersiedelungstreiber, da ländliche Wohn-/ Geschäftsstandorte attraktiver werden. Für das Untersuchungsgebiet Luzern wird als Beispiel die Erreichbarkeit von Sempach (ländlicher Charakter, nahe A2) und für Solothurn-Olten jene von Wiedlisbach (ländlicher Charakter, nahe A1) ausgewertet.
- **Erreichbarkeit der Zentren:** Eine schlechte Erreichbarkeit der Zentren ist tendenziell ein Zersiedelungstreiber, da Nutzungen eher ausserhalb von Zentren angesiedelt werden. Für das Untersuchungsgebiet Luzern wird die Erreichbarkeit des Zentrums von Luzern, für Solothurn – Olten jene des Zentrums von Olten ausgewertet.

- **Verkehrsbeziehungstypen:** Die Bevorzugung des Durchgangsverkehrs auf der HLS ist tendenziell ein Zersiedelungstreiber.

Da die verkehrliche Erreichbarkeit nur einer von vielen die Siedlungsentwicklung beeinflussenden Faktoren ist, können nur verkehrsspezifische Tendenzen abgeschätzt und keine umfassenden empirisch-quantitativen Prognosen erarbeitet werden. Weitere wichtige Faktoren für die Attraktivität von Zentren umfassen das Freizeitangebot, verfügbarer Wohnraum, Mietpreise und Infrastruktur des täglichen Bedarfs. Für den ländlichen Raum sind auch Faktoren wie Entwicklung Home-Office und Teilzeitarbeit sowie Naherholung ausschlaggebend.

9.2 Bewertung der untersuchten VM-Massnahmen in den Untersuchungsgebieten «Solothurn – Olten» und «Luzern»

9.2.1 Bewertung Massnahme «Dosierung Ein-/ Ausfahrten Nationalstrasse»

Die Dosierung aller Nationalstrassenein-/ ausfahrten in den Untersuchungsgebieten mit einer Zeitverzögerung von einer Minute führt hinsichtlich der NISTRA-Indikatoren zu den Bewertungen gemäss nachfolgender Tabelle:

Tab. 9: Bewertung Massnahme «Dosierung Ein-/ Ausfahrten Nationalstrasse» anhand NISTRA-Indikatoren

Zielbereich	Indikator	Bewertung Untersuchungsgebiet «Luzern»		Bewertung Untersuchungsgebiet «Solothurn – Olten»	
Direkte Kosten	DK1: Kosten	Erstellungskosten	Dosierungsanlagen	Erstellungskosten	Dosierungsanlagen
		Bewertung: -		Bewertung: -	
Verkehrsqualität	VQ1: Reisezeiten MIV minimieren	Zunahme MIV-Reisezeit im Untersuchungsperimeter ca. 2'200h/ Tag (4%). Die zusätzliche Reisezeit setzt sich zusammen aus Dosierungszeitverlusten von Fahrten die trotzdem über die dosieren Anschlüsse führen und zusätzlichen Fahrzeiten auf Alternativrouten.		Zunahme MIV-Reisezeit im Untersuchungsperimeter ca. 600h/ Tag (1%). Die zusätzliche Reisezeit setzt sich zusammen aus Dosierungszeitverlusten von Fahrten die trotzdem über die dosieren Anschlüsse führen und zusätzlichen Fahrzeiten auf Alternativrouten.	
		Bewertung: --		Bewertung: -	
	VQ2: Verkehrsbelastung in kapazitätskritischen Abschnitten	Verkehrsverlagerung HLS-Netz -> nachgelagertes Strassennetz von ca. 5% des HLS-Verkehrs führt zu Mehrbelastung von kapazitätskritischen Abschnitten		Verkehrsverlagerung HLS-Netz -> nachgelagertes Strassennetz von ca. 5% des HLS-Verkehrs führt zu Mehrbelastung von kapazitätskritischen Abschnitten	
		Bewertung: -		Bewertung: -	

Tab. 9: Bewertung Massnahme «Dosierung Ein-/ Ausfahrten Nationalstrasse» anhand NISTRA-Indikatoren

Zielbereich	Indikator	Bewertung Untersuchungsgebiet «Luzern»	Bewertung Untersuchungsgebiet «Solothurn – Olten»
	VQ6a: Stärkung strassengebundener ÖV	Verkehrsverlagerung HLS-Netz -> nachgelagertes Strassennetz führt zu zusätzlichen ÖV-Verlustzeiten. Durch gezielte Ausfahrtsdosierung an den Autobahnan-schlüssen kann der strassengebundene ÖV an den Sekundärknoten bevorzugt werden (Buspriorisierung). Die potentiellen Fahrzeitgewinne an diesen Knoten im unmittelbaren Umfeld von Autobahnausfahrten können die Fahrzeitverluste durch die Verkehrsverlagerungen aufs nachgelagerte Strassennetz aber tendenziell nicht aufwiegen. Bewertung: -	Verkehrsverlagerung HLS-Netz -> nachgelagertes Strassennetz führt zu zusätzlichen ÖV-Verlustzeiten. Im unmittelbaren Umfeld der Anschlussknoten spielt der strassengebundene ÖV eine untergeordnete Rolle Bewertung: -
	VQ6b: Qualität Fuss-/ Veloverkehr	Verkehrsverlagerung HLS-Netz -> nachgelagertes Strassennetz führt einem Verlust von Verkehrsqualität für den Fuss-/ Veloverkehr. Durch gezielte Ausfahrtsdosierung an den Autobahnan-schlüssen kann der Fuss- und Veloverkehr an den Sekundärknoten bevorzugt werden. Die potentiellen Qualitätsgewinne an diesen Knoten im unmittelbaren Umfeld von Autobahnausfahrten können die Qualitätsverluste durch die Verkehrsverlagerungen aufs nachgelagerte Strassennetz aber tendenziell nicht aufwiegen. Bewertung: -	Verkehrsverlagerung HLS-Netz -> nachgelagertes Strassennetz führt einem Verlust von Verkehrsqualität für den Fuss-/ Veloverkehr. Im unmittelbaren Umfeld der Anschlussknoten spielt der Fuss- und Veloverkehr eine untergeordnete Rolle Bewertung: -

Tab. 9: Bewertung Massnahme «Dosierung Ein-/ Ausfahrten Nationalstrasse» anhand NISTRA-Indikatoren

Zielbereich	Indikator	Bewertung Untersuchungsgebiet «Luzern»	Bewertung Untersuchungsgebiet «Solothurn – Olten»
Verkehrssicherheit	SI1: Verkehrssicherheit erhöhen	Verkehrsverlagerung HLS-Netz -> nachgelagertes Strassennetz führt aufgrund der höheren Unfallraten auf dem nachgelagerten Netz zu einer Verschlechterung der Verkehrssicherheit. Im unmittelbaren Umfeld der Dosierungsanlagen kann aufgrund der Verkehrssteuerung eine punktuelle Verbesserung der Verkehrssicherheit erreicht werden, welche die flächendeckende Verschlechterung aufgrund der Verkehrsverlagerung aber tendenziell nicht aufzuwiegen vermag. Bewertung: -	Verkehrsverlagerung HLS-Netz -> nachgelagertes Strassennetz führt aufgrund der höheren Unfallraten auf dem nachgelagerten Netz zu einer Verschlechterung der Verkehrssicherheit. Im unmittelbaren Umfeld der Dosierungsanlagen kann aufgrund der Verkehrssteuerung eine punktuelle Verbesserung der Verkehrssicherheit erreicht werden, welche die flächendeckende Verschlechterung aufgrund der Verkehrsverlagerung aber tendenziell nicht aufzuwiegen vermag. Bewertung: -
	SE1: Attraktivität des öffentlichen Raumes steigern / Wohnlichkeit	Verkehrsverlagerung HLS-Netz -> nachgelagertes Strassennetz führt zu einer Abnahme der Attraktivität des öffentlichen Raumes/ der Wohnlichkeit Bewertung: -	Verkehrsverlagerung HLS-Netz -> nachgelagertes Strassennetz führt zu einer Abnahme der Attraktivität des öffentlichen Raumes/ der Wohnlichkeit Bewertung: -
Siedlungsentwicklung	SE2: Erreichbarkeit von Entwicklungsschwerpunkten sicherstellen	Durch die Realisierung von zusätzlichen Netz Widerständen nimmt die Erreichbarkeit im Gesamtnetz tendenziell ab. Bewertung: -	Durch die Realisierung von zusätzlichen Netz Widerständen nimmt die Erreichbarkeit im Gesamtnetz tendenziell ab. Bewertung: -
	UW1a: Lärmbelastung reduzieren	Verkehrsverlagerung HLS-Netz -> nachgelagertes Strassennetz führt zu Lärmenzunahmen in sensiblen Bereichen. Bewertung: -	Verkehrsverlagerung HLS-Netz -> nachgelagertes Strassennetz führt zu Lärmenzunahmen in sensiblen Bereichen. Bewertung: -
Umwelt	UW1b: Luft- und Klimabelastung reduzieren	Durch die direkteren Fahrten auf dem nachgelagerten Strassennetz anstelle der HLS infolge der Verkehrsverlagerung HLS -> nachgelagertes Strassennetz nimmt die MIV-Fahrleistung im Untersuchungsgebiet um ca. 25'000 km/ Tag ab (-1%). Bewertung: +	Durch die direkteren Fahrten auf dem nachgelagerten Strassennetz anstelle der HLS infolge der Verkehrsverlagerung HLS -> nachgelagertes Strassennetz nimmt die MIV-Fahrleistung im Untersuchungsgebiet um ca. 55'000 km/ Tag ab (-1%). Bewertung: +
Qualitative Indikatoren	QI1: Bautechnische Risiken minimieren	Keine relevanten bautechnischen Risiken bei der Realisierung der Dosierungsanlagen. Bewertung: 0	Keine relevanten bautechnischen Risiken bei der Realisierung der Dosierungsanlagen. Bewertung: 0

Die Massnahme «Dosierung Ein-/ Ausfahrten Nationalstrasse» ist gesamthaft in beiden Untersuchungsgebieten tendenziell negativ zu beurteilen. In Luzern fällt die Bewertung aufgrund der eher sensiblen Gebiete im Bereich der Anschlüsse, welche durch eine Ausfahrtdosierung geschützt werden können, leicht besser aus als in Solothurn – Olten, der punktuelle positive Effekt ist aber kaum relevant mit den flächendeckend negativen Auswirkungen. In beiden Untersuchungsgebieten dominieren primär die negativen Auswirkungen der Verkehrsverlagerungen von der HLS auf das nachgelagerte Strassennetz., welche zu einer negativen Bewertung vieler Indikatoren führen. Die Aussagekraft der durchgeführten Vergleichswertanalyse muss hinsichtlich der grossen Abhängigkeit zu einem Effekt (Verkehrsverlagerung von der HLS auf das nachgelagerte Strassennetz) relativiert werden.

Tab. 10 Potentielle Auswirkungen der Massnahme «Dosierung Ein-/ Ausfahrten Nationalstrasse» auf die Siedlungsentwicklung

Indikator	Bewertung Untersuchungsgebiet «Luzern»	Bewertung Untersuchungsgebiet «Solothurn – Olten»
Erreichbarkeit ländlicher Gemeinden	Die MIV-Reisezeiten von/nach Ballwil bleiben bei ca. 17.6 Minuten pro Weg konstant (Veränderung <1%). Es ist also von einer unveränderten MIV-Erreichbarkeit auszugehen. Grund dafür kann sein, dass ein grosser Anteil des Verkehrs von Ballwil nicht über dies dosierten Anschlüsse führt.	Die MIV-Reisezeiten von/nach Wiedlisbach nehmen um ca. 3% von durchschnittlich 17.4 auf 17.9 Minuten pro Weg zu. Es ist also von einer tendenziellen Verschlechterung der MIV-Erreichbarkeit auszugehen. Grund dafür kann einerseits das stärker ausgelastete nachgelagerte Strassennetz, andererseits Dosierungszeitverluste der Fahrten über das HLS-Netz sein.
Erreichbarkeit der Zentren	Die MIV-Reisezeiten von/nach Luzern nehmen um ca. 2% von durchschnittlich 13.1 auf 13.3 Minuten pro Weg zu. Es ist also von einer tendenziellen Verschlechterung der MIV-Erreichbarkeit auszugehen. Grund dafür kann einerseits das stärker ausgelastete nachgelagerte Strassennetz, andererseits Dosierungszeitverluste der Fahrten über das HLS-Netz sein.	Die MIV-Reisezeiten von/nach Olten bleiben bei ca. 13.9 Minuten pro Weg konstant (Veränderung <1%). Es ist also von einer unveränderten MIV-Erreichbarkeit auszugehen. Grund dafür kann sein, dass in Olten ein grosser Anteil des Verkehrs nicht über das HLS-Netz führt.
Bevorzugung Verkehrsbeziehungstypen	In Kapitel 6.2.2 wird aufgezeigt, wie infolge der Zeitverluste für den Binnen- und den Quell-/Zielverkehr der Durchgangsverkehr auf der Nationalstrasse bevorzugt wird.	In Kapitel 7.3.2 wird aufgezeigt, wie infolge der Zeitverluste für den Binnen- und den Quell-/Zielverkehr der Durchgangsverkehr auf der Nationalstrasse bevorzugt wird.

Die potentiellen Auswirkungen der Massnahme «Dosierung Ein-/ Ausfahrten Nationalstrasse» auf die Siedlungsentwicklung sind nicht eindeutig einer Richtung zuzuordnen. Die Bevorzugung des Durchgangsverkehrs auf der Nationalstrasse wird eher als Zersiedelungstreiber beurteilt. Betreffend Erreichbarkeit ist entscheidend, an welchen Anschlüssen dosiert wird. Wird eher im städtischen Umfeld dosiert, wie im Untersuchungsgebiet Luzern, sinkt die Erreichbarkeit dieser Gebiete. Werden im Gegensatz Anschlüsse im ländlichen Gebiet dosiert, wie im Untersuchungsgebiet Solothurn – Olten, sinkt die Erreichbarkeit in diesen Gebieten.

9.2.2 Bewertung Massnahme «Sperrung Anschluss»

Die Sperrung eines Autobahnanschlusses wurde nur im Untersuchungsgebiet Luzern anhand des Anschlusses «Luzern, Zentrum» untersucht. Hinsichtlich der NISTRA-Indikatoren führt dies zu den Bewertungen gemäss nachfolgender Tabelle:

Tab. 11 Bewertung Massnahme «Sperrung Anschluss» anhand NISTRA-Indikatoren

Zielbereich	Indikator	Bewertung Untersuchungsgebiet «Luzern»
Direkte Kosten	DK1: Kosten	Durch die Anpassung der Verkehrsführung und ggf. den Rückbau entstehen gewisse Kosten, es entfallen aber auch die Unterhaltskosten für den nicht mehr benötigten Autobahnanschluss Bewertung: 0
	VQ1: Reisezeiten MIV minimieren	Zunahme MIV-Reisezeit im Untersuchungsperimeter ca. 2'600h/ Tag (5%). Die zusätzliche Reisezeit setzt sich zusammen aus Zeitverlusten infolge der erhöhten Auslastung umliegender Anschlüsse sowie zusätzlichen Fahrzeiten auf Alternativrouten (Umwege). Bewertung: --
Verkehrsqualität	VQ2: Verkehrsbelastung in kapazitätskritischen Abschnitten	Verkehrsverlagerungen auf dem HLS Netz vom Abschnitt Emmen-Süd bis Luzern-Zentrum auf den Abschnitt Luzern Zentrum bis Kriens von ca. 15% des HLS-Verkehrs sowie Verlagerungen HLS-Netz -> nachgelagertes Strassennetz von ca. 5% des HLS-Verkehrs führt zu Mehrbelastung von kapazitätskritischen Abschnitten Bewertung: -
	VQ6a: Stärkung strassengebundener ÖV	Verkehrsverlagerung HLS-Netz -> nachgelagertes Strassennetz führt zu zusätzlichen ÖV-Verlustzeiten. Bewertung: -
	VQ6b: Qualität Fuss-/ Veloverkehr	Verkehrsverlagerung HLS-Netz -> nachgelagertes Strassennetz führt einem Verlust von Verkehrsqualität für den Fuss-/ Veloverkehr. Bewertung: -
Verkehrssicherheit	SI1: Verkehrssicherheit erhöhen	Verkehrsverlagerung HLS-Netz -> nachgelagertes Strassennetz führt aufgrund der höheren Unfallraten auf dem nachgelagerten Netz zu einer Verschlechterung der Verkehrssicherheit. Bewertung: -
Siedungsentwicklung	SE1: Attraktivität des öffentlichen Raumes steigern / Wohnlichkeit	Verkehrsverlagerung HLS-Netz -> nachgelagertes Strassennetz führt zu einer Abnahme der Attraktivität des öffentlichen Raumes/ der Wohnlichkeit Bewertung: -
	SE2: Erreichbarkeit von Entwicklungsschwerpunkten sicherstellen	Durch die Sperrung von Netzelementen und die dadurch entstehende höhere Auslastung der verbleibenden Netzelemente nimmt die Erreichbarkeit im Gesamtnetz tendenziell ab. Bewertung: -
Umwelt	UW1a: Lärmbelastung reduzieren	Verkehrsverlagerung HLS-Netz -> nachgelagertes Strassennetz führt zu Lärmzunahmen in sensiblen Bereichen. Bewertung: -

Tab. 11 Bewertung Massnahme «Sperrung Anschluss» anhand NISTRA-Indikatoren

Zielbereich	Indikator	Bewertung Untersuchungsgebiet «Luzern»
	UW1b: Luft- und Klimabelastung reduzieren	Durch die Sperrung des Anschlusses entstehen Umwegfahrten auf der Nationalstrasse und die MIV-Fahrleistung im Untersuchungsgebiet nimmt um ca. 19'000 km/ Tag zu (1%). Bewertung: -
Qualitative Indikatoren	Q11: Bautechnische Risiken minimieren	Keine Risiken für Sperrung bestehender Infrastrukturen Bewertung: 0

Die Massnahme «Sperrung Anschluss» wurde nur im Untersuchungsgebiet Luzern, und dort am Beispiel des Anschlusses Luzern-Zentrum untersucht. Im Untersuchungsgebiet Solothurn-Olten wurde die Umsetzbarkeit/ Sinnhaftigkeit einer solchen Massnahme von den lokalen Behörden klar als nicht gegeben beurteilt, in Luzern wird die Sperrung des Anschlusses Zentrum aber immer wieder thematisiert. Die Massnahme ist aus der übergeordneten Perspektive der vorliegenden Forschungsarbeit aber auch am Beispiel des Anschlusses Luzern-Zentrum grundsätzlich negativ zu beurteilen. Im Gesamtnetzkontext wird kein einziger der geprüften Indikatoren positiv bewertet. Viele Indikatoren werden, vor allem aufgrund der Verkehrsverlagerung vom Hochleistungsstrassennetz auf das nachgelagerte Strassennetz, negativ bewertet, auch wenn Verkehrsabnahmen auf gewissen Netzabschnitten im Zentrum von Luzern durchaus positiv zu bewerten sind. Diese Erkenntnis stimmt mit dem Fazit der vertieften Forschungsarbeit diesbezüglich («Verkehrliche Auswirkungen Sperrung NS Anschlüsse» [26]) und gemäss Aussagen des ASTRA-Vertreterers in der Begleitkommission auch mit der ASTRA-Haltung überein, dass Anschlussperrungen grundsätzlich nicht gewünscht sind. Wird die Massnahme ortsspezifisch betrachtet und anhand von Faktoren wie z.B. Rückstau vom Sekundärknoten auf die Nationalstrasse, spezifische Beeinträchtigung ÖV, Lenkung Verkehr auf weniger sensible Achsen, Leistungsfähigkeit relevanter Knoten etc. beurteilt, ist jedoch sicher auch ein abweichendes Fazit denkbar.

Tab. 12 Potentielle Auswirkungen der Massnahme «Sperrung Anschluss» auf die Siedlungsentwicklung

Indikator	Bewertung Untersuchungsgebiet «Luzern»
Erreichbarkeit ländlicher Gemeinden	Die MIV-Reisezeiten von/nach Ballwil bleiben bei ca. 17.6 pro Weg konstant (Veränderung <1%). Es ist also von einer unveränderten MIV-Erreichbarkeit auszugehen. Die Massnahme im Zentrum der Stadt Luzern scheint einen untergeordneten Effekt auf die Erreichbarkeit im ländlichen Raum zu haben.
Erreichbarkeit der Zentren	Die MIV-Reisezeiten von/nach Luzern Zentrum nehmen um ca. 5% von durchschnittlich 13.1 auf 13.8 Minuten pro Weg zu. Es ist also von einer grundsätzlichen Verschlechterung der MIV-Erreichbarkeit auszugehen. Dies ist mit Umwegfahrten sowie der erhöhten Auslastung der verbleibenden Strasseninfrastruktur zu erklären.
Bevorzugung Verkehrsbeziehungstypen	In Kapitel 6.2.1 wird aufgezeigt, wie infolge der Anschlussperrung der Binnenverkehr auf der Nationalstrasse abnimmt und dadurch die eher grossräumigeren Quell-/Zielverkehre und Durchgangsverkehre auf der Nationalstrasse bevorzugt werden.

Die Auswirkungen der Massnahme «Sperrung Anschluss» sind im Fall der Sperrung des Anschlusses Luzern Zentrum tendenziell zersiedlungsfördernd. Die Erreichbarkeit der ländlichen Gebiete bleibt konstant während sich die Erreichbarkeit des Zentrums verschlechtert und auf der Nationalstrasse wird der grossräumigere Verkehr bevorzugt.

9.2.3 Bewertung Massnahme «Harmonisierung Geschwindigkeit v₀ Nationalstrasse»

Die Reduktion der signalisierten Höchstgeschwindigkeit auf 80 km/h wurde nur im Untersuchungsgebiet Solothurn – Olten geprüft, da in Luzern bereits flächendeckend Tempo 80 gilt. Hinsichtlich der NISTRA-Indikatoren führt dies zu den Bewertungen gemäss nachfolgender Tabelle:

Tab. 13 Bewertung Massnahme «Harmonisierung Geschwindigkeiten v₀ Nationalstrasse» anhand NISTRA-Indikatoren

Zielbereich	Indikator	Bewertung Untersuchungsgebiet «Solothurn-Olten»
Direkte Kosten	DK1: Kosten	Die Anlagen zur Geschwindigkeitsregelung bestehen bereits bzw. werden in den kommenden Jahren auf dem Nationalstrassennetz ohnehin ergänzt. Bewertung: 0
	VQ1: Reisezeiten MIV minimieren	Zunahme MIV-Reisezeit im Untersuchungsperimeter ca. 7'400h/ Tag (8%). Die zusätzliche Reisezeit setzt sich zusammen aus Zeitverlusten infolge der niedrigeren Fahrgeschwindigkeit auf dem HLS-Netz sowie zusätzlichen Fahrzeiten auf Alternativrouten (Umwege). Bewertung: --
Verkehrsqualität	VQ2: Verkehrsbelastung in kapazitätskritischen Abschnitten	Verkehrsverlagerung HLS-Netz -> nachgelagertes Strassennetz von ca. 13% des HLS-Verkehrs führt zu Mehrbelastung von kapazitätskritischen Abschnitten im nachgelagerten Strassennetz Bewertung: -
	VQ6a: Stärkung strassengebundener ÖV	Verkehrsverlagerung HLS-Netz -> nachgelagertes Strassennetz führt zu zusätzlichen ÖV-Verlustzeiten. Im unmittelbaren Umfeld der Anschlussknoten spielt der strassengebundene ÖV eine untergeordnete Rolle Bewertung: -

Tab. 13 Bewertung Massnahme «Harmonisierung Geschwindigkeiten v_0 Nationalstrasse» anhand NISTRA-Indikatoren

Zielbereich	Indikator	Bewertung Untersuchungsgebiet «Solothurn-Olten»
	VQ6b: Qualität Fuss-/ Veloverkehr	Verkehrsverlagerung HLS-Netz -> nachgelagertes Strassennetz führt einem Verlust von Verkehrsqualität für den Fuss-/ Veloverkehr. Im unmittelbaren Umfeld der Anschlussknoten spielt der Fuss- und Veloverkehr eine untergeordnete Rolle Bewertung: -
Verkehrssicherheit	SI1: Verkehrssicherheit erhöhen	Verkehrsverlagerung HLS-Netz -> nachgelagertes Strassennetz führt aufgrund der höheren Unfallraten auf dem nachgelagerten Netz zu einer Verschlechterung der Verkehrssicherheit. Auf dem HLS-Netz kommt es aufgrund der Temporeduktion zu einer Verbesserung der Verkehrssicherheit Bewertung: 0
Siedlungsentwicklung	SE1: Attraktivität des öffentlichen Raumes steigern / Wohnlichkeit	Verkehrsverlagerung HLS-Netz -> nachgelagertes Strassennetz führt zu einer Abnahme der Attraktivität des öffentlichen Raumes/ der Wohnlichkeit Bewertung: -
	SE2: Erreichbarkeit von Entwicklungsschwerpunkten sicherstellen	Durch die Realisierung von zusätzlichen Netz Widerständen nimmt die Erreichbarkeit im Gesamtnetz tendenziell ab. Bewertung: -
Umwelt	UW1a: Lärmbelastung reduzieren	Verkehrsverlagerung HLS-Netz -> nachgelagertes Strassennetz führt zu Lärmzunahmen in sensiblen Bereichen. Bewertung: -
	UW1b: Luft- und Klimabelastung reduzieren	Durch die direkteren Fahrten infolge der Verkehrsverlagerung HLS -> nachgelagertes Strassennetz nimmt die MIV-Fahrleistung im Untersuchungsgebiet um ca. 245'000 km/Tag ab (-4%). Bewertung: +
Qualitative Indikatoren	QI1: Bautechnische Risiken minimieren	Keine massgebenden baulichen Risiken Bewertung: 0

Die Massnahme «Harmonisierung Geschwindigkeit v_0 Nationalstrasse» ist gesamthaft tendenziell negativ zu beurteilen. Aus übergeordneter Perspektive dominieren die negativen Auswirkungen der Verkehrsverlagerungen von der HLS auf das nachgelagerte Strassennetz sowie die Verlängerung der MIV-Reisezeiten. Im Rahmen der vorliegenden Forschungsarbeit nicht berücksichtigt wurde die Erhöhung der Kapazität durch Temporeduktionen in stark ausgelasteten Spitzenstunden, weshalb bei spezifischen Detailuntersuchungen auch ein abweichendes Fazit möglich ist.

Tab. 14 Potentielle Auswirkungen der Massnahme «Harmonisierung Geschwindigkeit v_0 Nationalstrasse» auf die Siedlungsentwicklung

Indikator	Bewertung Untersuchungsgebiet «Solothurn – Olten»
Erreichbarkeit ländlicher Gemeinden	Die MIV-Reisezeiten von/nach Wiedlisbach nehmen um ca. 2% von durchschnittlich 17.4 auf 17.7 Minuten pro Weg zu. Es ist infolge der tieferen Fahrgeschwindigkeit und der Verlagerung auf Alternativrouten also von einer grundsätzlichen Verschlechterung der MIV-Erreichbarkeit auszugehen.
Erreichbarkeit der Zentren	Die MIV-Reisezeiten von/nach Olten bleiben bei ca. 13.9 Minuten pro Weg konstant (Veränderung <1%). Es ist also von einer unveränderten MIV-Erreichbarkeit auszugehen. Grund dafür kann sein, dass in Olten ein grosser Anteil des Verkehrs nicht über das HLS-Netz führt.
Bevorzugung Verkehrstypen	In Kapitel 7.3.1 wird aufgezeigt, wie der Durchgangsverkehr im Vergleich zu den anderen Verkehrsbeziehungstypen auf der HLS am wenigsten abnimmt. In diesem Zusammenhang von einer Bevorzugung des Durchgangsverkehr zu sprechen, wäre aber falsch, da auch für den Durchgangsverkehr die Reisezeiten steigen. Für den Durchgangsverkehr stehen einfach keine attraktiven Alternativrouten zur Verfügung.

Die potentiellen Auswirkungen der Massnahme «Harmonisierung Geschwindigkeit v_0 Nationalstrasse» auf die Siedlungsentwicklung sind tendenziell Zersiedlungshemmend. Die Erreichbarkeit der ländlichen Gebiete wird leicht verschlechtert, während die Erreichbarkeit der Zentren weniger stark betroffen ist.

9.2.4 Bewertung Massnahme «Erhöhung Parkierungskosten PW»

Die Erhöhung der Parkierungskosten führt wie in Kapitel 0 und 7.3.4 erwähnt zu einer Veränderung der Verkehrsmittel- und Zielwahl und dadurch zu einer Abnahme des MIV-Anteils am Gesamtverkehr. Im Rahmen von NISTRA-Bewertungen wird häufig von einer gesamt-haft konstanten MIV-Verkehrsnachfrage in den verschiedenen Beurteilungsszenarien aus-gegangen. Im vorliegenden Fall wird dies nicht eingehalten. Die Bewertung der einzelnen Indikatoren zeigt trotz der Nicht-Betrachtung der Verkehrsabwicklung des Mehrverkehrs auf den anderen Verkehrsträgern (wie z.B. ÖV-Kapazitäten) interessante und plausible Auswirkungen der Massnahme «Erhöhung Parkierungskosten PW» auf.

Tab. 15 Bewertung Massnahme «Erhöhung Parkierungskosten» anhand NISTRA-Indi-katoren

Zielbereich	Indikator	Bewertung Untersu- chungsgebiet «Luzern»	Bewertung Untersu- chungsgebiet «Solothurn – Olten»
Direkte Kosten	DK1: Kosten	Durch die Erhöhung der Parkierungskosten PW ent- stehen keine direkten Kos- ten. Bewertung: 0	Durch die Erhöhung der Parkierungskosten PW ent- stehen keine direkten Kos- ten. Bewertung: 0
	VQ1: Reisezeiten MIV minimieren	Abnahme der MIV-Reisezeit im Untersuchungsperimeter ca. 4'700h/ Tag (-9%). Die Abnahme der MIV-Gesamt- reisezeit setzt sich zusam- men aus weniger MIV-Fahr- ten und aufgrund der gerin- geren Streckenbelastung schnelleren MIV-Fahrten im Untersuchungsperimeter. Bewertung: +	Abnahme der MIV-Reisezeit im Untersuchungsperimeter ca. 2'800h/ Tag (-3%). Die Abnahme der MIV-Gesamt- reisezeit setzt sich zusam- men aus weniger MIV-Fahr- ten und aufgrund der gerin- geren Streckenbelastung schnelleren MIV-Fahrten im Untersuchungsperimeter. Bewertung: +
Verkehrsqualität	VQ2: Verkehrs- entlastung in kapazitäts- kritischen Abschnitten	Es kommt zu flächende- ckenden Verkehrs-entlastun- gen auf dem HLS- und dem nachgelagerten Strassen- netz. Bewertung: +	Es kommt zu flächende- ckenden Verkehrs-entlastun- gen auf dem HLS- und dem nachgelagerten Strassen- netz. Bewertung: +
	VQ6a: Stärkung stras- sengebundener ÖV	Aufgrund der flächendeck- enden MIV-Verkehrsab- nahmen reduzieren sich auch die Verlustzeiten des strassengebundenen ÖVs. Bewertung: +	Aufgrund der flächendeck- enden MIV-Verkehrsab- nahmen reduzieren sich auch die Verlustzeiten des strassengebundenen ÖVs. Bewertung: +
	VQ6b: Qualität Fuss-/ Veloverkehr	Aufgrund der flächendeck- enden MIV-Verkehrsab- nahmen erhöht sich die Ver- kehrsqualität für den Fuss-/ Veloverkehr. Bewertung: +	Aufgrund der flächendeck- enden MIV-Verkehrsab- nahmen erhöht sich die Ver- kehrsqualität für den Fuss-/ Veloverkehr. Bewertung: +
	SI1: Verkehrssi- cherheit erhöhen	Die flächendeckenden MIV- Verkehrsabnahmen führen tendenziell zu einer Erhö- hung der Verkehrssicherheit Bewertung: +	Die flächendeckenden MIV- Verkehrsabnahmen führen tendenziell zu einer Erhö- hung der Verkehrssicherheit Bewertung: +
Verkehrssicherheit			

Tab. 15 Bewertung Massnahme «Erhöhung Parkierungskosten» anhand NISTRA-Indikatoren

Zielbereich	Indikator	Bewertung Untersuchungsgebiet «Luzern»	Bewertung Untersuchungsgebiet «Solothurn – Olten»
Siedlungsentwicklung	SE1: Attraktivität des öffentlichen Raumes steigern / Wohnlichkeit	Die MIV-Verkehrsabnahmen auf dem nachgelagerten Strassennetz führen zu einer Zunahme der Attraktivität des öffentlichen Raumes/ der Wohnlichkeit Bewertung: +	Die MIV-Verkehrsabnahmen auf dem nachgelagerten Strassennetz führen zu einer Zunahme der Attraktivität des öffentlichen Raumes/ der Wohnlichkeit Bewertung: +
	SE2: Erreichbarkeit von Entwicklungsschwerpunkten sicherstellen	Die MIV-Reisezeiten zu den Entwicklungsschwerpunkten werden aufgrund der MIV Verkehrsabnahmen verkürzt, die Parkierungskosten beim Entwicklungsschwerpunkt werden aber ggf. erhöht. Wenn unter dem Begriff «Erreichbarkeit» beide Faktoren verstanden werden, ist die Erreichbarkeit des vorliegenden Szenarios neutral zu bewerten. Bewertung: 0	Die MIV-Reisezeiten zu den Entwicklungsschwerpunkten werden aufgrund der MIV Verkehrsabnahmen verkürzt, die Parkierungskosten beim Entwicklungsschwerpunkt werden aber ggf. erhöht. Wenn unter dem Begriff «Erreichbarkeit» beide Faktoren verstanden werden, ist die Erreichbarkeit des vorliegenden Szenarios neutral zu bewerten. Bewertung: 0
Umwelt	UW1a: Lärmbelastung reduzieren	Die MIV-Verkehrsabnahmen auf dem nachgelagerten Strassennetz führen zu Lärmabnahmen in sensiblen Bereichen. Bewertung: +	Die MIV-Verkehrsabnahmen auf dem nachgelagerten Strassennetz führen zu Lärmabnahmen in sensiblen Bereichen. Bewertung: +
	UW1b: Luft- und Klimabelastung reduzieren	Durch die flächendeckenden MIV-Verkehrsabnahmen nimmt die MIV-Fahrleistung im Untersuchungsgebiet um ca. 155'000 km/ Tag ab (-6%). Bewertung: +	Durch die direkteren Fahrten infolge der Verkehrsverlagerung HLS -> nachgelagertes Strassennetz nimmt die MIV-Fahrleistung im Untersuchungsgebiet um ca. 130'000 km/ Tag ab (-2%). Bewertung: +
Qualitative Indikatoren	QI1: Bautechnische Risiken minimieren	Keine bautechnischen Risiken Bewertung: 0	Keine bautechnischen Risiken Bewertung: 0

Die Massnahme «Erhöhung Parkierungskosten MIV» ist in beiden Untersuchungsgebieten analog positiv zu beurteilen. Die positive Bewertung kommt primär durch die prognostizierte MIV-Verkehrsabnahme zustande. Die Abwicklung der auf den ÖV, Fuss- und Veloverkehr verlagerten Verkehrsnachfrage wird mit der vorliegenden Bewertungsmethodik nicht beurteilt.

Tab. 16 Potentielle Auswirkungen der Massnahme «Erhöhung Parkierungskosten» auf die Siedlungsentwicklung

Indikator	Bewertung Untersuchungsgebiet «Luzern»	Bewertung Untersuchungsgebiet «Solothurn – Olten»
Erreichbarkeit ländlicher Gemeinden	Die MIV-Reisezeiten von/nach Ballwil bleiben bei ca. 17.6 Minuten pro Weg konstant (Veränderung <1%). Die MIV-Erreichbarkeit ist differenziert zu beurteilen. Durch die MIV-Verkehrsabnahme kommt es zu leicht tieferen Reisezeiten auf den meisten Wegen. Da aber aufgrund der gestiegenen Kosten für das Parkieren vor allem kurze Wege auf alternative Verkehrsträger verlagert werden, bleibt die durchschnittliche Reisezeit pro Weg ungefähr konstant.	Die MIV-Reisezeiten von/nach Wiedlisbach bleiben bei ca. 17.4 Minuten pro Weg konstant (Veränderung <1%). Die MIV-Erreichbarkeit ist differenziert zu beurteilen. Durch die MIV-Verkehrsabnahme kommt es zu leicht tieferen Reisezeiten auf den meisten Wegen. Da aber aufgrund der gestiegenen Kosten für das Parkieren vor allem kurze Wege auf alternative Verkehrsträger verlagert werden, bleibt die durchschnittliche Reisezeit pro Weg ungefähr konstant.
Erreichbarkeit der Zentren	Die MIV-Reisezeiten von/nach Luzern bleiben bei ca. 13.1 Minuten pro Weg konstant (Veränderung <1%). Es kann ein analoger Effekt wie in Ballwil beobachtet werden.	Die MIV-Reisezeiten von/nach Olten bleiben bei ca. 13.9 Minuten pro Weg konstant (Veränderung <1%). Es kann ein analoger Effekt wie in Wiedlisbach beobachtet werden.
Bevorzugung Verkehrsbeziehungstypen	In Kapitel 0 wird aufgezeigt, wie infolge der anteilmässig stärkeren Wirkung auf kurze Fahrten der Binnen- und Quell-/Zielverkehr auf der Nationalstrasse abnehmen und der Durchgangsverkehr anteilmässig zunimmt. Von einer Bevorzugung des Durchgangsverkehrs kann allerdings nicht gesprochen werden.	In Kapitel 7.3.4 wird beschrieben, dass auf der HLS kein massgebender Effekt auf die Verkehrsbeziehungstypen beobachtet werden kann.

Es können keine massgebenden Auswirkungen der Massnahme «Erhöhung Parkierungskosten» auf die Siedlungsentwicklung identifiziert werden.

9.2.5 Bewertung Massnahme «Erhöhung Kilometerkosten PW»

Die Erhöhung der Kilometerkosten MIV führt wie in Kapitel 0 und 7.3.5 erwähnt zu einer Veränderung der Verkehrsmittel- und Zielwahl und dadurch zu einer Abnahme des MIV-Anteils am Gesamtverkehr. Analog zu Massnahme «Erhöhung Parkierungskosten MIV» gelangt auch bei der vorliegenden Massnahme die Bewertung anhand NISTRA-Indikatoren aufgrund der variablen MIV-Verkehrsnachfrage an gewisse Grenzen betreffend Aussagekraft.

Tab. 17 Bewertung Massnahme «Erhöhung Kilometerkosten PW» anhand NISTRA-Indikatoren

Zielbereich	Indikator	Bewertung Untersuchungsgebiet «Luzern»	Bewertung Untersuchungsgebiet «Solothurn – Olten»
Direkte Kosten	DK1: Kosten	Durch die Erhöhung der Kilometerkosten PW entstehen keine direkten Kosten. Bewertung: 0	Durch die Erhöhung der Kilometerkosten PW entstehen keine direkten Kosten. Bewertung: 0
	VQ1: Reisezeiten MIV minimieren	Abnahme der MIV-Reisezeit im Untersuchungsperimeter ca. 6'800h/ Tag (-12%). Die Abnahme der MIV-Gesamtreisezeit setzt sich zusammen aus weniger MIV-Fahrten und aufgrund der geringeren Streckenbelastung schnelleren MIV-Fahrten im Untersuchungsperimeter. Bewertung: +	Abnahme der MIV-Reisezeit im Untersuchungsperimeter ca. 10'900h/ Tag (-12%). Die Abnahme der MIV-Gesamtreisezeit setzt sich zusammen aus weniger MIV-Fahrten und aufgrund der geringeren Streckenbelastung schnelleren MIV-Fahrten im Untersuchungsperimeter. Bewertung: +
Verkehrsqualität	VQ2: Verkehrsentslastung in kapazitätskritischen Abschnitten	Es kommt zu flächendeckenden Verkehrsentslastungen auf dem HLS- und dem nachgelagerten Strassennetz. Bewertung: +	Es kommt zu flächendeckenden Verkehrsentslastungen auf dem HLS- und dem nachgelagerten Strassennetz. Bewertung: +
	VQ6a: Stärkung strassengebundener ÖV	Aufgrund der flächendeckenden MIV-Verkehrsabnahmen reduzieren sich auch die Verlustzeiten des strassengebundenen ÖVs. Bewertung: +	Aufgrund der flächendeckenden MIV-Verkehrsabnahmen reduzieren sich auch die Verlustzeiten des strassengebundenen ÖVs. Bewertung: +
	VQ6b: Qualität Fuss-/ Veloverkehr	Aufgrund der flächendeckenden MIV-Verkehrsabnahmen erhöht sich die Verkehrsqualität für den Fuss-/ Veloverkehr. Bewertung: +	Aufgrund der flächendeckenden MIV-Verkehrsabnahmen erhöht sich die Verkehrsqualität für den Fuss-/ Veloverkehr. Bewertung: +
Verkehrssicherheit	SI1: Verkehrssicherheit erhöhen	Die flächendeckenden MIV-Verkehrsabnahmen führen tendenziell zu einer Erhöhung der Verkehrssicherheit Bewertung: +	Die flächendeckenden MIV-Verkehrsabnahmen führen tendenziell zu einer Erhöhung der Verkehrssicherheit Bewertung: +

Tab. 17 Bewertung Massnahme «Erhöhung Kilometerkosten PW» anhand NISTRA-Indikatoren

Zielbereich	Indikator	Bewertung Untersuchungsgebiet «Luzern»	Bewertung Untersuchungsgebiet «Solothurn – Olten»
Siedlungsentwicklung	SE1: Attraktivität des öffentlichen Raumes steigern / Wohnlichkeit	Die MIV-Verkehrsabnahmen auf dem nachgelagerten Strassennetz führen zu einer Zunahme der Attraktivität des öffentlichen Raumes/ der Wohnlichkeit Bewertung: +	Die MIV-Verkehrsabnahmen auf dem nachgelagerten Strassennetz führen zu einer Zunahme der Attraktivität des öffentlichen Raumes/ der Wohnlichkeit Bewertung: +
	SE2: Erreichbarkeit von Entwicklungsschwerpunkten sicherstellen	Die MIV-Reisezeiten zu den Entwicklungsschwerpunkten werden aufgrund der MIV-Verkehrsabnahmen verkürzt, die Parkierungskosten beim Entwicklungsschwerpunkt werden aber ggf. erhöht. Wenn unter dem Begriff «Erreichbarkeit» beide Faktoren verstanden werden, ist die Erreichbarkeit des vorliegenden Szenarios neutral zu bewerten. Bewertung: 0	Die MIV-Reisezeiten zu den Entwicklungsschwerpunkten werden aufgrund der MIV-Verkehrsabnahmen verkürzt, die Parkierungskosten beim Entwicklungsschwerpunkt werden aber ggf. erhöht. Wenn unter dem Begriff «Erreichbarkeit» beide Faktoren verstanden werden, ist die Erreichbarkeit des vorliegenden Szenarios neutral zu bewerten. Bewertung: 0
Umwelt	UW1a: Lärmbelastung reduzieren	Die MIV-Verkehrsabnahmen auf dem nachgelagerten Strassennetz führen zu Lärmabnahmen in sensiblen Bereichen. Bewertung: +	Die MIV-Verkehrsabnahmen auf dem nachgelagerten Strassennetz führen zu Lärmabnahmen in sensiblen Bereichen. Bewertung: +
	UW1b: Luft- und Klimabelastung reduzieren	Durch die flächendeckenden MIV-Verkehrsabnahmen nimmt die MIV-Fahrleistung im Untersuchungsgebiet um ca. 320'000 km/ Tag ab (-13%). Bewertung: +	Durch die direkteren Fahrten infolge der Verkehrsverlagerung HLS -> nachgelagertes Strassennetz nimmt die MIV-Fahrleistung im Untersuchungsgebiet um ca. 625'000 km/ Tag ab (-11%). Bewertung: +
Qualitative Indikatoren	QI1: Bautechnische Risiken minimieren	Keine bautechnischen Risiken Bewertung: 0	Keine bautechnischen Risiken Bewertung: 0

Die Massnahme «Erhöhung Kilometerkosten MIV» ist in beiden Untersuchungsgebieten nahezu identisch wie die Massnahme «Erhöhung Parkierungskosten PW», also positiv zu beurteilen. Die positive Bewertung kommt primär durch die prognostizierte MIV-Verkehrsabnahme zustande. Die Abwicklung der auf den ÖV, Fuss- und Veloverkehr verlagerten Verkehrsnachfrage wird mit der vorliegenden Bewertungsmethodik nicht beurteilt.

Tab. 18 Potentielle Auswirkungen der Massnahme «Erhöhung Kilometerkosten PW» auf die Siedlungsentwicklung

Indikator	Bewertung Untersuchungsgebiet «Luzern»	Bewertung Untersuchungsgebiet «Solothurn – Olten»
Erreichbarkeit ländlicher Gemeinden	Die MIV-Reisezeiten von/nach Ballwil nehmen um ca. 5% von durchschnittlich 17.6 auf 16.8 Minuten pro Weg ab. Hierbei kumuliert sich die Reisezeitabnahme infolge der MIV-Verkehrsabnahme sowie die Verlagerung der langen und damit stärker von den Kilometerkosten beeinflussten MIV-Fahrten auf alternative Verkehrsträger. Ob hinsichtlich der gestiegenen Fahrkosten bei verminderten Reisezeiten von einer Verbesserten Erreichbarkeit ausgegangen werden kann, ist Definitionssache.	Die MIV-Reisezeiten von/nach Wiedlisbach nehmen um ca. 7% von durchschnittlich 17.4 auf 16.3 Minuten pro Weg ab. Hierbei kumuliert sich die Reisezeitabnahme infolge der MIV-Verkehrsabnahme sowie die Verlagerung der langen und damit stärker von den Kilometerkosten beeinflussten MIV-Fahrten auf alternative Verkehrsträger. Ob hinsichtlich der gestiegenen Fahrkosten bei verminderten Reisezeiten von einer Verbesserten Erreichbarkeit ausgegangen werden kann, ist Definitionssache.
Erreichbarkeit der Zentren	Die MIV-Reisezeiten von/nach Luzern nehmen um ca. 6% von durchschnittlich 13.1 auf 12.3 Minuten pro Weg ab. Es kann ein analoger Effekt wie in Ballwil beobachtet werden..	Die MIV-Reisezeiten von/nach Olten nehmen um ca. 6% von durchschnittlich 13.9 auf 13.0 Minuten pro Weg ab. Es kann ein analoger Effekt wie in Wiedlisbach beobachtet werden..
Bevorzugung Verkehrsbeziehungstypen	In Kapitel 0 wird aufgezeigt, wie infolge der Zeitverluste für den Binnen- und den Quell-/Zielverkehr der Durchgangsverkehr auf der Nationalstrasse bevorzugt wird.	In Kapitel 7.3.5 wird aufgezeigt, dass infolge der stärkeren Relevanz der Kilometerkosten für grossräumige Fahrten der Durchgangs- und Quell-/Zielverkehr auf der Nationalstrasse abnimmt und der kleinräumigere Binnenverkehr dadurch bevorzugt wird..

Die Auswirkungen der Massnahme «Erhöhung Kilometerkosten PW» sind als tendenziell zersiedelungshemmend zu beschreiben. Zwar nimmt die Erreichbarkeit gemessen an den Reisezeiten sowohl in ländlichen Gebieten wie auch im Zentrum zu, die Benachteiligung von langen Fahrten ist aber als klar zersiedelungshemmend zu beurteilen.

10 Fazit

10.1 Beantwortung der Forschungsfragen

10.1.1 Forschungsfrage 1: Welches sind die standortspezifisch optimalen Soll-Funktionen des HLS-Netzes?

Im Verlauf der vorliegenden Forschungsarbeit wurde die Relevanz der Forschungsfrage 1 immer stärker in Frage gestellt. In der Literatur (Gesetzliche Grundlagen, Normen, Forschungen) werden die verschiedenen Funktionen der Hochleistungsstrassen beschrieben, eine Priorisierung bestimmter Funktionen in spezifischen Situationen wird aber nicht vorgenommen. Die interviewten nationalen und kantonalen Expertinnen und Experten geben ebenfalls an, dass das HLS-Netz gemäss ihrer Einschätzung und Partikularinteressen möglichst alle Funktionen erfüllen muss und grundsätzlich einen möglichst grossen Anteil des MIV-Verkehrsaufkommens abwickeln soll (siehe Kapitel 3.2). Die Einschätzung, welche unabhängig von der Funktion bzw. dem welcher Verkehrsbeziehungstyp gilt, konnte wiederum von den durchgeführten Verkehrsmodellanalysen (Kapitel 5 & 7) und anschließenden Szenariobewertungen anhand NISTRA-Indikatoren (Kapitel 9) bestätigt werden. So wurden Szenarien mit Massnahmen, die zu einer Verkehrsverlagerung von der Nationalstrasse auf das nachgelagerte Strassennetz führen, negativ bewertet (Dosierung Ein-/Ausfahrten Nationalstrasse, Sperrung Anschluss, Harmonisierung Geschwindigkeit v_0 Nationalstrasse). Massnahmen, die zu einer allgemeinen Abnahme der MIV-Verkehrsbelastung führen, wurden dagegen positiv bewertet (Erhöhung Parkkosten PW und Erhöhung Kilometerkosten PW). Zusätzlich zu den Auswirkungen dieser Verkehrsverlagerungen bzw. den Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekten konnten aus übergeordneter Sicht keine massgebenden Auswirkungen der Förderung spezifischer Funktionen auf dem HLS-Netz auf die Herbeiführung eines nachhaltigeren Verkehrsablaufs ermittelt werden. Bei spezifischen Problemstellungen kann diese Beurteilung der Zweckmässigkeit anders ausfallen.

Das HLS-Netz soll demnach für alle Funktionen (Durchleiten, Verbinden regional und verbinden lokal) ein möglichst gutes Angebot bereitstellen, sodass der Anteil der HLS-Verkehrsleistung an der Gesamt-MIV-Verkehrsleistung maximiert werden kann. Dieses Erkenntnis stimmt sehr gut mit dem ermittelten Konsens aus den Experteninterviews überein, wonach für die Bundes- und Kantonsvertreter/innen hauptsächlich der möglichst grosse Anteil der Verkehrsleistung auf der Nationalstrasse und nicht deren Funktion wichtig ist. Die standortspezifisch optimalen Soll-Funktionen entsprechen also jener Funktionszusammensetzung, die für eine anteilmässig möglichst hohe Verkehrsleistung auf dem HLS-Netz sorgt und sind demnach abhängig von der Verkehrsnachfragesituation im jeweiligen Betrachtungsraum. So ist beispielsweise im Untersuchungsgebiet Luzern die Funktion «verbinden regional» wichtig zur Abwicklung des Quell-/Zielverkehrs auf der Nationalstrasse, da dieser Verkehrsbeziehungstyp mit einem Anteil von knapp 50% der Verkehrsbelastung auf der Nationalstrasse eine wichtige Rolle einnimmt. Im Untersuchungsgebiet Solothurn-Olten ist dagegen die Funktion «Durchleiten» zur Abwicklung der ca. 75% Durchgangsverkehr wichtig.

Sobald ein Verkehrsbelastungszustand erreicht ist, an welchem das HLS-Netz komplett ausgelastet ist, könnte die Forschungsfrage zusätzliche Relevanz erhalten, da dann die Frage von «Wie schafft man es, einen möglichst grossen Anteil des MIV auf dem HLS-Netz abzuwickeln?» zu «Welchem Verkehr soll die begrenzte Kapazität auf dem HLS-Netz zugewiesen werden?» wechselt. In der vorliegenden Forschungsarbeit konnten solche Situationen nicht beurteilt werden, wie im Kapitel «Grenzen der Untersuchungsanordnung» (Kapitel 10.2) bzw. «Weiterer Forschungsbedarf» (Kapitel 11) beschrieben wird.

10.1.2 Forschungsfrage 2: Welche Massnahmen ermöglichen eine Beeinflussung der Routenwahl, sodass diese Soll Funktionen erreicht werden können?

Im Rahmen der vorliegenden Forschungsarbeit wurde die Wirkung von primär routenwahlwirksamen Massnahmen (Dosierung Ein-/Ausfahrten Nationalstrasse, Sperrung Anschlüsse, Harmonisierung Geschwindigkeit v_0 Nationalstrasse) und primär nachfragewirksamen Massnahmen (Erhöhung Parkierungskosten, Erhöhung Kilometerkosten PW) auf die Verkehrsbeziehungstypen auf der Nationalstrasse untersucht.

Primär routenwahlwirksame Massnahmen

Die untersuchten routenwahlwirksamen Massnahmen sind alles Massnahmen, die bestimmte Funktionen auf dem HLS-Netz hemmen und so mehr Kapazität für andere Funktionen erzeugen:

- **Dosierung Ein-/ Ausfahrten Nationalstrasse** sowie die Sperrung des Anschlusses Luzern Zentrum sorgen für eine Verlagerung von Binnen- und Quell-/ Zielverkehr weg vom HLS- auf das nachgelagerte Strassennetz. Der Anteil des Durchgangsverkehrs auf dem Nationalstrassennetz nimmt relativ zu, absolut bleibt die Menge aber unverändert.
- **Harmonisierung Geschwindigkeit v_0 Nationalstrasse** hemmt grundsätzlich alle Verkehrsbeziehungstypen auf der Nationalstrasse. Da für den Binnen- und den Quell-/Zielverkehr häufig bessere Alternativrouten zur Verfügung stehen als für den Durchgangsverkehr, nimmt die freie Kapazität für und der Anteil des Durchgangsverkehrs auf dem HLS-Netz zu.

Da in den Modelluntersuchungen nur ein minimaler Rebound-Effekt (Wiederauffüllen der freiwerdenden Kapazitäten auf der Nationalstrasse) nachgewiesen werden konnte (siehe Kapitel 5-8), führen alle untersuchten routenwahlwirksamen Massnahmen zu einer Abnahme der Verkehrsleistung auf dem HLS-Netz sowie zu einer Zunahme der Verkehrsmenge auf dem nachgelagerten Netz. Diese Verkehrsverlagerungen führen gemäss Bewertung anhand NISTRA-Indikatoren wiederum zu einer Verschlechterung der Nachhaltigkeit des Gesamtverkehrs.

Aus der übergeordneten Verkehrsbelastungs-Betrachtungsperspektive sind die untersuchten routenwahlwirksamen Massnahmen nicht zu empfehlen. Im spezifischen Projektfall sind jedoch verschiedene positive Auswirkungen der Massnahmen denkbar, welche die negativen Auswirkungen der Verkehrsverlagerungen mehr als aufwiegen:

- **Dosierung Einfahrten:** Durch die Dosierung von Nationalstrasseneinfahrten kann ggf. die Verkehrssicherheit und der Verkehrsfluss auf der Nationalstrasse verbessert werden.
- **Dosierung Ausfahrten:** Durch die Dosierung von Nationalstrassenausfahrten kann ggf. eine Buspriorisierung oder Verbesserung der Angebotsqualität für Fuss- und Veloverkehr im nachgelagerten Netz realisiert werden.
- **Sperrung Anschlüsse:** Durch die Sperrung von Autobahnanschlüssen kann ggf. ein städtebauliches Potential im Anschlussbereich realisiert werden oder die Angebotsqualität für ÖV, Fuss- und Veloverkehr situativ verbessert werden. Dieses Potential besteht vor allem in Zentrumslagen und entsteht nur bei kompletter Aufhebung der Anschlüsse und nicht bei temporären Sperrungen.
- **Harmonisierung Geschwindigkeit v_0 Nationalstrasse:** Durch die Herabsetzung kann ggf. gerade während den Spitzenstunden der Verkehrsablauf beruhigt und stabilisiert werden. Dies führt zu einer höheren verkehrlichen Kapazität und einer Verbesserung der Zuverlässigkeit und Verkehrssicherheit.

Primär nachfragewirksame Massnahmen

Die untersuchten primär nachfragewirksamen Massnahmen Erhöhung Parkierungskosten und Erhöhung Kilometerkosten PW führen in erster Linie zu einem Modal Shift vom MIV zu den anderen Verkehrsträgern ÖV, Fuss- und Veloverkehr. Die Anteile der Verkehrsbeziehungstypen auf der Nationalstrasse bleiben weitgehend unverändert, wobei die Massnahme Erhöhung Kilometerkosten PW vor allem eine Abnahme der langen Fahrten und

damit zu einer Abnahme des Durchgangs- und Quell-/Zielverkehrs auf der Nationalstrasse bewirkt. Die Erhöhung der Parkierungskosten hat primär eine Abnahme der kurzen Fahrten zur Folge, was zu keiner massgebenden Veränderung der Zusammensetzung der Verkehrsbeziehungstypen auf der Nationalstrasse führt.

Mit der im Rahmen der Forschungsarbeit gewählten Methodik können überschlägige Aussagen gemacht werden, wie gross die Auswirkungen von Kostenerhöhungen sind resp. welche Kostenerhöhung welche Wirkung hat. Diese Elastizitäten wurden nicht im Detail untersucht, aus den Modellergebnissen sowie Erfahrungswerten kann die grundsätzliche Richtung des Effekts und dessen Grössenordnung aber aufgezeigt werden.

Im Rahmen der Massnahmenbewertung anhand von NISTRA-Indikatoren schneiden die beiden Kosten-Massnahmen aufgrund der Abnahme der MIV-Nachfrage sehr gut ab. Es ist hierzu aber auch auf die Limiten der Bewertungsmethodik hinzuweisen, welche grundsätzlich aufgrund einer stabilen Verkehrsnachfragesituation durchgeführt wird und auch die Auswirkung des Mehrverkehrs auf den alternativen Verkehrsträgern (z.B. Kapazitätsprobleme im ÖV) nicht abbildet. Über die Umsetzung dieser Massnahmen wird nicht zuletzt politisch entschieden, wobei die Frage der Funktionalität nur eine sehr untergeordnete Rolle spielen dürfte.

10.1.3 Ergänzende Forschungsfrage Verkehrsnachfrage/ Siedlungswirkung: Haben die untersuchten Massnahmen einen massgebenden Einfluss auf die Ziel- und Verkehrsmittelwahl oder die Siedlungsentwicklung?

Die untersuchten primär nachfragewirksamen Massnahmen (Erhöhung Parkierungskosten, Erhöhung Kilometerkosten PW) haben in Form des Modal-Shifts vom MIV zu den anderen Verkehrsträgern ÖV, Fuss- und Veloverkehr, einen massgebenden Einfluss auf die Ziel- und Verkehrsmittelwahl. Die untersuchten primär routenwahlwirksamen Massnahmen zeigen hingegen nur eine geringe Nachfragewirkung.

Betreffend Wirkung der untersuchten Massnahmen auf die Siedlungsentwicklung können nur Tendenzen abgeschätzt werden. Anhand einer Beurteilung der Erreichbarkeit der ländlichen Gebiete und Zentren sowie der Beurteilung der Bevorzugung gewisser Verkehrsbeziehungstypen auf der Nationalstrasse kommt die Forschungsstelle zur folgenden Einschätzung bezüglich Siedlungswirkung:

- **Tendenziell zersiedelungsfördernde Wirkung:** Die Massnahme «Sperrung Anschluss» hat im Falle der Sperrung des Anschlusses Luzern Zentrum eine tendenziell zersiedelungsfördernde Wirkung, da die Erreichbarkeit des Zentrums verschlechtert wird, während die Erreichbarkeit von ländlichen Gemeinden konstant bleibt.
- **Keine Tendenz betreffend Siedlungswirkung:** Für die Massnahmen «Dosierung Ein- / Ausfahrten Nationalstrasse» und «Erhöhung Parkierungskosten» konnten keine Tendenzen betreffend Siedlungswirkung ausgemacht werden.
- **Tendenziell zersiedelungshemmende Wirkung:** Die Massnahmen «Harmonisierung Geschwindigkeit v_0 Nationalstrasse» und «Erhöhung Kilometerkosten PW» haben aufgrund der überdurchschnittlichen Verteuerung und Verlangsamung von langen Fahrten eine tendenziell zersiedelungshemmende Wirkung.

10.1.4 Ergänzende Forschungsfrage Vergleich Untersuchungsgebiete: Führen die untersuchten Massnahmen in den verschiedenen Untersuchungsgebieten zu unterschiedlichen Resultaten?

Die Modellierungsarbeiten in den zwei Untersuchungsgebieten haben grundsätzlich gezeigt, dass die Auswirkungen der Massnahmen sowohl im Untersuchungsraum «Stadtautobahn» (Luzern) als auch im Raum «Autobahn zwischen zwei Agglomerationen» (Solothurn Olten) in dieselbe Richtung gehen. Es bestehen allerdings gewisse Unterschiede darin, wie stark die Ausprägungen dieser Massnahmenwirkungen sind:

- Bei der Massnahme «Dosierung Ein und Ausfahrten Nationalstrasse» ist die Verlagerung auf das nachgelagerte Netz im Raum Luzern aufgrund der besseren Alternativrouten höher als im Raum Solothurn-Olten.
- Bei der Erhöhung der Kilometerkosten ist die Reduktion der PW-Fahrten auf dem nachgelagerten Netz im Raum Solothurn Olten aufgrund der geringeren Siedlungsdichte und der somit längeren Wege stärker als im Raum Luzern.

Aufgrund der Untersuchung von lediglich zwei Untersuchungsgebieten können keine allgemeingültige Aussagen für das Nationalstrassennetz der Schweiz extrapoliert werden, weshalb bei einer Beurteilung der Massnahmenwirksamkeit für bestimmte Untersuchungsgebiete immer die standortspezifischen Gegebenheiten berücksichtigt werden müssen. Diese Erkenntnis stimmt mit dem Fazit des ASTRA-Grundlagenberichts «Schnittstellenproblematik zwischen dem nationalen und lokalen Strassennetz» [25] überein, wonach die Funktionalität des HLS-Netzes je nach Untersuchungsgebiet stark unterschiedlich ist und für jeden Raum ein spezifisches Netzoptimum angenähert werden soll.

Es besteht kein Hinweis darauf, dass mit der Methodik der vorliegenden Forschungsarbeit bei der Untersuchung der Massnahmenwirkung in zusätzlichen Untersuchungsgebieten massgebliche zusätzliche Erkenntnisse erzielt worden wären.

10.2 Grenzen der Untersuchungsanordnung

10.2.1 Analysemethode «Verkehrsmodellbetrachtungen»

In der vorliegenden Forschungsarbeit wurden die Wirkungen von Verkehrsmanagementmassnahmen auf Routenwahl, Verkehrsmittelwahl, Zielwahl und Siedlungsentwicklung anhand von Verkehrsmodellanalysen untersucht. Bei der Beantwortung der Forschungsfragen verbleiben nach dieser Untersuchung folgende Unsicherheiten:

- **Rebound-Effekt:** Um die Frage nach der optimalen Soll-Funktion des Hochleistungsstrassennetzes beantworten zu können, wurde von der Prämisse ausgegangen, dass das HLS-Netz stark ausgelastet ist und freiwerdende Kapazitäten durch die Hemmung einer bestimmten Funktion durch Verkehrsmengen anderer Funktionen beansprucht werden. Dieser «Rebound-Effekt» konnte im Rahmen der Verkehrsmodellanalysen nur sehr beschränkt nachgewiesen werden. Es sind zwei Ursachen denkbar:
 - Der Rebound-Effekt ist tatsächlich nicht zu erwarten, da das HLS-Netz nicht stark genug ausgelastet ist oder da alle Verkehrsbeziehungen, für die das HLS-Netz attraktiv ist, bereits über die HLS verkehren, da z.B. aufgrund der Netzkonfiguration oder gezielten Massnahmen keine attraktiven Alternativrouten zur Verfügung stehen.
 - Der Rebound-Effekt kann im Rahmen der Verkehrsmodellanalyse nicht vollumfänglich abgebildet werden. Hinweise zu den Grenzen der Verkehrsmodellbetrachtungen wie «zeitliche Verlagerung», «Abbildung absoluter Nachfragespitzen» und «mittelfristige Veränderung der Siedlungsstruktur» werden in Kapitel 6.4 aufgeführt. Solche Effekte sind insbesondere in spezifischen Projektsituationen relevant, im Hinblick auf die vorliegenden Forschungsfragen zur übergeordneten Funktion des Nationalstrassennetzes dürften sie aber eher eine untergeordnete Bedeutung haben.
- **Siedlungsentwicklung:** Anhand der ausschliesslichen Betrachtung der den MIV betreffenden verkehrlichen Effekte von Verkehrsmanagementmassnahmen können keine validen Prognosen für die zukünftige Siedlungsentwicklung erstellt werden, da wirtschaftliche und raumplanerische Effekte sowie Entwicklungen im ÖV oder alternativen Mobilitätsformen (z.B. E-Bike) eine mindestens gleich grosse, wenn nicht deutlich grössere Wirkung haben, von den eingesetzten Verkehrsmodellen aber nicht abgebildet werden. Im Rahmen der vorliegenden Forschungsarbeit können also nur Tendenzen und keine allgemeinen oder spezifischen Aussagen über die zukünftige Siedlungsentwicklung formuliert werden.
- **Zuverlässigkeit, Verkehrssicherheit etc.:** In den verwendeten Verkehrsmodellen werden Faktoren wie die Zuverlässigkeit der Reisezeit auf einer bestimmten Route oder die Verkehrssicherheit nicht direkt abgebildet. Eine stärkere Berücksichtigung dieser

und weiterer nicht einfach modellierbaren Faktoren (siehe Einschränkungen der Erkenntnisse in Kapitel 10.1.2) können zu einer Abweichung, von der mit der verwendeten Methodik ermittelten Massnahmenbewertung führen.

Ohne den Nachweis eines Rebound-Effekts und umfassende Betrachtung der zukünftigen Siedlungsentwicklung verliert die Frage nach der optimalen Soll-Funktion des HLS-Netzes an Relevanz, da sich die Frage von «Wie kann die begrenzte Kapazität auf dem HLS-Netz optimal genutzt werden?» zu «Wie kann ein möglichst grosser Anteil des MIV auf dem HLS-Netz abgewickelt werden?» wandelt.

10.2.2 Bewertungsmethode «Vergleichswertanalyse in Anlehnung an NISTRA-Indikatoren»

NISTRA-Bewertungen sind primär zweckmässig und aussagekräftig bei Vergleichen von Verkehrsinfrastrukturvarianten bei stabiler Verkehrsnachfrage. In der vorliegenden Forschungsarbeit wurden aber im Fall der Massnahmen « Erhöhung Parkierungskosten PW» und «Erhöhung Kilometerkosten PW» auch Zustände mit signifikant unterschiedlicher MIV-Verkehrsnachfrage miteinander verglichen, wobei die Aussagekraft der Bewertung abnimmt, da die verminderte MIV-Verkehrsnachfrage fast alle Indikatoren massgebend beeinflusst und dadurch in der Bewertung überrepräsentiert wird. Um eine aussagekräftigere Bewertung der Kostenmassnahmen zu erreichen, müssten auch raumplanerische, volkswirtschaftliche und die übrigen Verkehrsträger betreffende Faktoren detaillierter beurteilt werden. In der vorliegenden Forschungsarbeit konnte eine solche Bewertung aufgrund des beträchtlichen Aufwands und der fehlenden fachlichen Expertise nicht umgesetzt werden.

11 Weiterer Forschungsbedarf

Aus den Erkenntnissen der Literaturrecherche und den Experteninterviews, der Beantwortung der Forschungsfragen und der Beurteilung der Grenzen der Untersuchungsanordnung lassen sich drei Bereiche für weiteren Forschungsbedarf ableiten:

- **Analyse weiterer Untersuchungsgebiete und VM-Massnahmen:** Die Auswirkungen der untersuchten oder auch zusätzlicher VM-Massnahmen könnten mit der Methodik der vorliegenden Forschungsarbeit in zusätzlichen Untersuchungsgebieten analysiert werden. In einem Untersuchungsgebiet mit sehr stark ausgelastetem HLS- und nachgelagertem Netz (ev. Raum Zürich, Gubrist) wäre es denkbar, dass ein stärkerer Rebound-Effekt auftreten würde und so den Forschungsfragen zusätzliche Relevanz verliehen und ggf. zusätzliche Erkenntnisse erreicht würden. Falls auch in den zusätzlichen Untersuchungsgebieten kein massgebender Rebound-Effekt entstehen sollte, so könnte mindestens die Gültigkeit der im Rahmen der vorliegenden Forschungsarbeit getroffenen Aussagen breiter abgestützt oder aber hinterfragt werden.
- **Analyse der Auswirkungen von VM-Massnahmen auf dem HLS-Netz in der Realität:** Unabhängig von der vorliegenden Forschungsarbeit wurden und werden zahlreiche VM-Massnahmen auf dem HLS-Netz realisiert. Im Rahmen von Verkehrserhebungen oder auch Revealed-Preference-Befragungen könnten die Auswirkungen dieser Massnahmen auf die Verkehrsbeziehungstypen auf dem HLS-Netz, Verkehrsverlagerungen und die Verkehrsnachfrage (Verkehrsmittelwahl, Zielwahl) durch Vorher-/ Nachher-Vergleiche ermittelt und mit den Resultaten der Verkehrsmodellanalysen verglichen werden. Dabei kann auch spezifisch ein allfälliger Rebound-Effekt untersucht werden.
- **Untersuchung der Verkehrszusammensetzung auf dem HLS-Netz und ihrer Beeinflussung im Hinblick auf den Verkehrszweck:** Die vorliegende Forschungsarbeit untersucht die Funktion des HLS-Netz in Bezug auf die Verkehrsbeziehungstypen bzw. die Funktionen «Durchleiten», «Verbinden regional» und «Verbinden lokal». In den Experteninterviews wurde mehrfach erwähnt, dass eine selektive Förderung oder Hinderung nach Verkehrszweck (Güterverkehr, Wirtschaftsverkehr, Pendlerverkehr, Freizeitverkehr etc.) interessanter sein könnte, wie jene nach Verkehrsbeziehungstyp. Bei fortschreitender Digitalisierung der Fahrzeuge und Verkehrsinfrastruktur wird eine gezielte Bewirtschaftung nach Verkehrszweck denkbar, sodass beispielsweise eine Fahrt ins Einkaufszentrum mit anderen Gebühren belastet würde wie die Fahrt vom Lager zur Baustelle eines Handwerkers. Zukünftige Forschungsarbeiten könnten die Umsetzbarkeit sowie die Wirkungen und Auswirkungen solcher Verkehrsmanagementmassnahmen analysieren.

Anhänge

I	Experteninterviews	170
I.1	Interviewleitfaden	170
I.1.1	Gesprächspartner	170
I.1.2	Kurze Einführung Forschungsarbeit	170
I.1.3	Grundlagen für das Interview	170
I.1.4	Fragen Funktionen Nationalstrassennetz	170
I.1.5	Fragen Verkehrsmanagement-Massnahmen	171
I.2	Experteninterview ASTRA	172
I.2.1	Begrüssung	172
I.2.2	Funktion Nationalstrassennetz	172
I.2.3	VM-Massnahmen	172
I.2.4	Übergeordnete Bemerkungen	173
I.3	Experteninterview ARE	174
I.3.1	Begrüssung	174
I.3.2	Übergeordnete Aussagen aus Sicht ARE	174
I.3.3	Funktion Nationalstrassennetz	174
I.3.4	VM-Massnahmen	175
I.4	Experteninterview Kanton und Stadt Bern	176
I.4.1	Begrüssung	176
I.4.2	Übergeordnete Themen	176
I.4.3	Funktion Nationalstrassennetz	176
I.4.4	VM-Massnahmen	177
I.5	Experteninterview Kanton und Stadt Luzern	178
I.5.1	Begrüssung	178
I.5.2	Übergeordnete Themen	178
I.5.3	Funktion Nationalstrassennetz	178
I.5.4	VM-Massnahmen	179
I.6	Experteninterview Kanton Solothurn	180
I.6.1	Begrüssung	180
I.6.2	Funktion Nationalstrassennetz	180
I.6.3	VM-Massnahmen	180
I.7	Experteninterview Kanton und Stadt Zürich	182
I.7.1	Begrüssung	182
I.7.2	Funktion Nationalstrassennetz	182
I.7.3	VM-Massnahmen	183

I Experteninterviews

I.1 Interviewleitfaden

I.1.1 Gesprächspartner

Name:

.....

Funktion:

.....

Datum:

.....

I.1.2 Kurze Einführung Forschungsarbeit

- Funktionsansprüche ans Nationalstrassennetz:
- «Durchleiten»: (Inter-)nationale Verbindung von Wirtschaftszentren (Durchgangsverkehr)
- «Verbinden regional»: Verbindung von Ländlichen Regionen/ Agglomerationen und Kernstädten für den Pendler-, Freizeit- und Einkaufsverkehr (Ziel-/ Quellverkehr)
- «Verbinden lokal»: Pendler-, Freizeit- und Einkaufsverkehr innerhalb des Untersuchungsgebiets (Binnenverkehr)
- Die Überlagerung der genannten Funktionen kann zu Verkehrsüberlastungen auf spezifischen Infrastrukturabschnitten oder der Infrastruktur von ganzen Regionen führen.
- Welche Funktion soll, abhängig von der Lage im Netz, welchen Anteil der Kapazität der Nationalstrasse beanspruchen?
- Die Funktionsansprüche ans Nationalstrassennetz stehen in Wechselwirkung mit dem Verkehrsablauf auf dem nachgelagerten Strassensystem. Auf dem nachgelagerten Strassensystem ist insbesondere auch die Multimodalität (Strassengebundener ÖV, Fuss- und Veloverkehr) zu berücksichtigen.
- **Lösungsansatz:** Situative Bestimmung von Soll-Funktionen (Anteil Durchleiten, Verbinden regional und Verbinden lokal) des nationalen und nachgelagerten Strassensystems und Erreichung dieser Zustände mit Verkehrsmanagementmassnahmen.

I.1.3 Grundlagen für das Interview

Netzkarte mit Nationalstrassen im Untersuchungsgebiet des jeweiligen Gesprächspartners inkl. Belastungen und grundlegenden Analysen (insb. bestehende Ist-Funktionen) werden den Gesprächspartnern vorgängig zugestellt.

I.1.4 Fragen Funktionen Nationalstrassennetz

Nimmt das Nationalstrassennetz und das unmittelbar nachgelagerte Strassennetz aktuell die von Ihnen gewünschten Funktionen wahr? Falls nein, wieso nicht?

Welche Funktionen soll das Nationalstrassennetz und das unmittelbar nachgelagerte Strassennetz in den verschiedenen Untersuchungsgebieten wahrnehmen?

Finden Sie die in Abschnitt 2 dargestellte Funktionseinteilung für Nationalstrassen sinnvoll oder haben Sie Ergänzungen?

Welche Rolle soll die Nationalstrasse zukünftig (noch stärker) einnehmen? Worin sehen sie heute und in Zukunft die grössten Probleme in der Schnittstellenthematik Nationalstrasse / nachgelagertes Strassennetz?

Inwiefern findet eine Kommunikation zwischen Bund/ Kanton/ Stadt betreffend Funktionen des Nationalstrassennetz statt?

I.1.5 Fragen Verkehrsmanagement-Massnahmen

Haben Sie konkrete Erfahrungen mit Verkehrsmanagement-Massnahmen auf dem Nationalstrassennetz und/ oder dem unmittelbar nachgelagerten Strassennetz?

- Welche Massnahmen? Als Gedankenanstoss folgende Auflistung möglicher VM-Massnahmen:
 - Pannestreifenumnutzung
 - Rampenbewirtschaftung
 - Steuerungsmassnahmen an Knoten
 - Car-Pool-Lanes
 - Mobility-/ Road-Pricing
 - Sperrung von Autobahn-Ein-/Ausfahrten während den Spitzenstunden
 - Etc.
- Wie beurteilen Sie deren Wirkung (qualitativ/ quantitativ) und ortsspezifische Zweckmässigkeit?

Sehen Sie weitere Massnahmen, die betrachtet werden sollten? Wenn ja, welche und wo sollten sie zweckmässigerweise eingesetzt werden?

Setzen Sie Verkehrsmanagement-Massnahmen ein zur Steuerung der Funktion der Nationalstrasse? Wenn ja, welche? (Beispiel: Rampendosierung auf Einfahrten zur Förderung der Funktion «Durchleiten»)

I.2 Experteninterview ASTRA

I.2.1 Begrüssung

Simon Jakob und Roger Laube bedanken sich bei Erwin Wieland. Simon Jakob führt kurz in die Forschungsarbeit ein.

I.2.2 Funktion Nationalstrassennetz

Finden Sie die Funktionseinteilung in «Durchleiten/ Verbinden regional/ Verbinden lokal» sinnvoll?

Erwin Wieland erachtet die Analyse der verschiedenen Funktionen als vorwiegend theoretische Diskussion. Eine Priorisierung der verschiedenen Funktionen kann aus Sicht ASTRA nicht vorgenommen werden und auch wenn das möglich wäre, wäre eine gezielte Förderung gewisser Funktionen mit den heutigen technischen Möglichkeiten schwierig.

Eher zielführend könnte eine Priorisierung der Fahrzwecke sein (z.B. Förderung Güterverkehr), doch auch solche Massnahmen sind unter dem Gesichtspunkt der Gleichbehandlung nicht einfach umzusetzen.

Nimmt das Nationalstrassennetz seine Funktion wahr? Wie soll sich die Funktion der Nationalstrasse entwickeln?

Die Maxime des ASTRA ist, möglichst lange möglichst viel Verkehr auf dem Nationalstrassennetz abwickeln zu können. Auch in Zukunft können die Siedlungsgebiete nur vom Verkehr entlastet werden, wenn auf der Nationalstrasse ein möglichst guter Verkehrsfluss erreicht wird.

Zukünftige Probleme auf dem Nationalstrassennetz?

Je nach Verkehrsprognose ist mit einem weiteren Verkehrswachstum auf den Nationalstrassen zu rechnen. Um den Verkehrsfluss beibehalten zu können, sind punktuell Kapazitätsausbauten und flächendeckend VM-Massnahmen umzusetzen.

Wie funktioniert die Zusammenarbeit Bund/ Kantone/ Gemeinde?

Die Gefässe für die Zusammenarbeit bestehen, in gewissen Fragestellungen vermisst Erwin Wieland aber die Bereitschaft der Städte und Kantone zur gemeinsamen Lösungsfindung; oftmals wird unter dem Gesichtspunkt Verkehrsoptimierung primär die Verkehrsentlastung verstanden. Dies ist aber nicht primär auf Kommunikationsprobleme, sondern eher auf verhärtete Standpunkte und Ansichten zurückzuführen.

I.2.3 VM-Massnahmen

Das ASTRA setzt VM-Massnahmen auf seinem Netz primär zur Verbesserung des Verkehrsflusses ein. Erwin Wieland ist zurückhaltend, ob mit VM-Massnahmen auch die Funktionen auf der Nationalstrasse gesteuert werden können bzw. sollten, zumal in Verkehrsmodelluntersuchungen fallweise auch schlechtere Wirkungen für das HLS- und das HVS-Netz resultierten.

Folgende VM-Massnahmen kamen zur Sprache:

- Car-Pool-Lanes: Car-Pool-Lanes können grundsätzlich nur auf Streckenabschnitten mit mindestens drei Fahrstreifen eingesetzt werden. Aufgrund des kleinräumigen Netzes in der Schweiz mit vielen Anschlüssen ist aber die Wirksamkeit auch auf diesen Abschnitten beschränkt.
- Sperrung Ein-/ Ausfahrten: Die Sperrung von Ein-/ Ausfahrten führt sehr schnell zu einer Überlastung des untergeordneten Netzes (siehe ASTRA-Studie, zugestellt von Maik

Hömke). Im Weiteren ist eine Sperrung organisatorisch nicht einfach umzusetzen, da die Verkehrsteilnehmenden in geeigneter Weise informiert werden müssen.

- Mobility-Pricing: Das ASTRA steht vorbehaltlos hinter Mobility-Pricing, wobei dieses klar über ein blosses Road-Pricing hinausgehen muss. Aufgrund der politischen Realitäten erwartet Erwin Wieland aber keine kurz- bis mittelfristige Umsetzbarkeit.
- Slot-Management/ Digitalisierung: Ähnlich wie beim Zoo Zürich vorgesehen, bringt Roger Laube ein Slot-Management auch auf Autobahnen ein. Gemäss Erwin Wielands Einschätzung könnten solche Systeme umgesetzt werden, wenn die Automatisierung von Fahrzeugen und damit die Minimierung des «Faktors Mensch» weit fortgeschritten ist.

I.2.4 Übergeordnete Bemerkungen

Die Definition von Durchgangsverkehr ist zu prüfen oder entsprechend zu deklarieren; das ASTRA weist in seinen Untersuchungen jeweils geringere Anteile DV aus als dies in unseren Auswertungen ausgewiesen wird.

I.3 Experteninterview ARE

I.3.1 Begrüssung

Simon Jakob und Nicole Grau bedanken sich bei Ulrich Seewer für die Möglichkeit des Interviews. Simon Jakob führt kurz in die Forschungsarbeit ein.

I.3.2 Übergeordnete Aussagen aus Sicht ARE

Ulrich Seewer stellt die Rolle des ARE bezüglich Verkehr und Mobilität kurz vor. Das ARE ist für die Festlegung der Gesamtstrategie Mobilität zuständig und verantwortet diesbezüglich den Sachplan Verkehr, Teil Programm, und die Agglomerationsprogramme.

I.3.3 Funktion Nationalstrassennetz

Finden Sie die Funktionseinteilung in «Durchleiten/ Verbinden regional/ Verbinden lokal» sinnvoll?

Die Funktionseinteilung ist aus akademischer Sicht sicher richtig und kann analytisch interessant sein. Hinsichtlich Massnahmenentwicklung sind aus Sicht ARE aber nicht diese Funktionen ausschlaggebend, da der Gesamtverkehr optimiert werden soll und somit der Durchgangsverkehr nicht per se besser oder schlechter ist wie z.B. der Binnenverkehr. Das bedeutet konkret, dass auch gesamtverkehrliche Massnahmen zur Entlastung des Nationalstrassennetzes zu treffen sind. Die unterschiedlichen Modalsplits in den untersuchten Regionen deuten auf ein sehr hohes Verlagerungspotenzial auf ÖV und FVV hin.

Eher interessant wäre eine Einteilung in Fahrzweck (z.B. Wirtschaftsverkehr vs. Freizeitfahrten), es ist aber auch klar, dass diese Typisierung nur schwer mit Massnahmen zu greifen ist.

Nimmt das Nationalstrassennetz seine Funktion wahr? Wie soll sich die Funktion der Nationalstrasse entwickeln?

Aus Sicht ARE und beispielsweise dem Sachplan Verkehr lässt sich nicht ableiten, dass eine Verkehrsart auf der Nationalstrasse wichtiger ist als eine andere:

- Der grossräumige Durchgangsverkehr kann ganz im ÖV oder via Mobilitätskette über Mobilitätsdrehscheiben abgewickelt werden.
- Das gleiche gilt für den städtischen Quell-/Zielverkehr.
- Binnenverkehr im städtischen Raum bewegt sich häufig in einem Distanzbereich, der auch mit dem Velo, zu Fuss oder auch mit dem ÖV bewältigt werden kann.

Es müssen lokal optimierte Gesamtlösungen gefunden werden, welche alle Verkehrsträger umfassen.

Zukünftige Probleme auf dem Nationalstrassennetz?

Die Probleme kristallisieren sich an den Schnittstellen zwischen Nationalstrasse und nachgelagertem Netz. Eine Entlastung der Schnittstellen vom MIV ist anzustreben, um an diesen Punkten die Bedürfnisse des ÖV, des Velo- und Fussverkehrs berücksichtigen zu können.

Um in diesem Sinn ein Optimum erreichen zu können, muss eine Planung ohne Tabus möglich sein. Grundsätzlich ist auch Rückstau auf die Autobahn denkbar, wenn denn dieser aus Sicherheitssicht vertretbar organisiert werden kann. Auf der anderen Seite kann aber auch eine Rampendosierung zum Schutz des Verkehrsflusses auf der Nationalstrasse oder T30 auf dem untergeordneten Netz zum Gesamtoptimum beitragen. Wichtig ist eine gesamtverkehrliche Koordination der Massnahmen zwischen den Verantwortlichen für die verschiedenen Netzhierarchien.

Wie funktioniert die Zusammenarbeit Bund/ Kantone/ Gemeinde?

Das ARE arbeitet auf strategischer Ebene z.B. im Rahmen der Umsetzung des Sachplans Verkehr zusammen mit BAV, BAFU und ASTRA in den Handlungsräumen mit den Kantonen und Gemeinden zusammen. Bei den Agglo-Programmen plant der Bund nicht mit, sondern beurteilt und macht Vorgaben und auch bei tiefergehenden Planungsschritten wird der Bund häufig erst kurz vor Projektschluss in Form einer Vernehmlassung adressiert.

Aus Sicht von Ullrich Seewer wäre es anzustreben, dass die drei Staatsebenen enger zusammenarbeiten und wichtige Projekte gemeinsam planen.

I.3.4 VM-Massnahmen

Bei den einzusetzenden VM-Massnahmen soll die verfügbare Technik genutzt werden, um einen möglichst optimierten Kompromiss zwischen den verschiedenen Interessengruppen zu erreichen.

Folgende VM-Massnahmen wurden noch kurz diskutiert:

- **Car-Pool-Lanes:** Car-Pool-Lanes könnten auf Autobahnabschnitten aber auch auf dem untergeordneten Netz (Aufstellstreifen Sekundärknoten) eingesetzt werden. Es wäre auch zu prüfen, ob z.B. Wirtschaftsverkehr die Car-Pool-Lanes benutzen dürfte.
- **Mobility-/ Road-Pricing:** Ein funktionierendes Mobility-Pricing wird als mächtige Massnahme beurteilt, die politische Umsetzbarkeit ist aber zweifellos schwierig und nicht schnell durchzuführen. In diesem Sinn kann nicht auf Mobility-Pricing gewartet werden, sondern es sind auch alternative Massnahmen umzusetzen.
- **Parkraummanagement:** Eine mögliche Massnahme, die die Wirkung eines Mobilitätsmanagement zumindest teilweise erreichen kann, ist ein regional abgestimmtes Parkraummanagement.

I.4 Experteninterview Kanton und Stadt Bern

I.4.1 Begrüssung

Simon Jakob und Nicole Grau bedanken sich bei Stefan Studer und Karl Vogel für die Möglichkeit des Interviews. Nach einer Vorstellungsrunde führt Simon Jakob kurz in die Forschungsarbeit ein.

I.4.2 Übergeordnete Themen

Stefan Studer regt an, den Anschluss und die Verzweigung Schönbühl auch in den Bearbeitungsperimeter aufzunehmen.

I.4.3 Funktion Nationalstrassennetz

Finden Sie die Funktionseinteilung in «Durchleiten/ Verbinden regional/ Verbinden lokal» sinnvoll?

Karl Vogel: Die Autobahn nimmt in Bern nicht nur Verbindungsfunktionen, sondern sogar Erschliessungsfunktionen wahr. Gewisse Beziehungen im städtischen Gebiet sind für den MIV fast nur via die Autobahn zu bewältigen und es gibt Ideen für eine Parkhauseinfahrt beim Wankdorf direkt ab der Autobahn (Stichwort Mobilitätsdrehscheiben).

Nimmt das Nationalstrassennetz seine Funktion wahr? Wie soll sich die Funktion der Nationalstrasse entwickeln?

Stefan Studer: Das Nationalstrassennetz liegt in Bern anders als beispielsweise in Zürich sehr stadtnah. Da das politische Ziel ist, die Stadt vom MIV zu entlasten, muss die Autobahn zwingend auch Quell-/ Ziel und Binnenverkehr aufnehmen. Die Priorisierung einer Funktion ist nicht möglich, die Stadtautobahn muss alle Funktionen wahrnehmen, da das untergeordnete Netz nur begrenzt leistungsfähig ist und im Netz keine Alternativen (z.B. Kantonsstrassenumfahrung) bestehen.

Karl Vogel: Die Stadt Bern unterstützt die Haltung, dass grundsätzlich alle Beziehungstypen auf der Nationalstrasse gleichberechtigt abgewickelt werden sollen und die Nationalstrasse die Stadt Bern so möglichst gut vom Verkehr entlasten soll. Im Ist-Zustand kommt es teilweise de Facto zu einer Priorisierung der Funktion Durchleiten, wenn aufgrund von Verkehrssicherheitsbedenken auf der Nationalstrasse lokale Verkehrsregelungen übersteuert werden müssen.

Zukünftige Probleme auf dem Nationalstrassennetz?

Diskussion: Da die Autobahn noch mehr Verkehr aufnehmen soll, sind Überlastungen und Störungen zu erwarten/ befürchten. Da die Stadt Bern nur über einen «unfertigen» Autobahnring verfügt, kristallisieren sich die Problemstellungen im Norden der Stadt am deutlichsten heraus. Grosse Sanierungen der Autobahn in diesem Bereich (z.B. Sanierung Felsenauviadukt) hätte immense Auswirkungen auf den Verkehrsablauf in Bern. Da sich Stadt und Kanton einig sind, dass eine funktionierende Autobahn für die klimaneutrale Stadt Bern extrem wichtig ist, ist ihre Funktionsfähigkeit durch möglichst grossräumige Verkehrsmanagementskonzepte und ggf. punktuellen Ausbauten sicherzustellen.

Wie funktioniert die Zusammenarbeit Bund/ Kantone/ Gemeinde?

Diskussion: Die Zusammenarbeit zwischen den Staatsebenen funktioniert gut. In allen Projekten an der Schnittstellen zu Netzen verschiedener Partner wird sehr eng zusammengearbeitet (z.B. Verkehrsmanagement Region Bern Nord, PUN, BUGAW, Bypass Bern Ost). Optimierungen in der Zusammenarbeit sehen der Kanton und die Stadt in folgenden Bereichen:

- Für übergeordnete strategische Massnahmen ist es teils nicht einfach, die richtige Ansprechperson beim ASTRA zu finden, da die Abteilung Netze für die konzeptionelle Planung und die Filialen für die Massnahmen und Projekte zuständig ist.
- Auf Seite Kanton und Stadt ist es aus Ressourcengründen schwierig, die übergeordneten Planungen zu stemmen. Es wäre deshalb der Wunsch von Stadt und Kanton, dass das ASTRA nicht nur auf Projektebene sondern auch auf konzeptioneller Ebene stärker den Lead übernehmen könnte, wozu aber ggf. die Rechtsgrundlagen ASTRA angepasst werden müssten.

I.4.4 VM-Massnahmen

Einzelne VM-Massnahmen an der Schnittstelle der Nationalstrasse zu den untergeordneten Strassennetzen sind in Bern schon länger in Betrieb (z.B. Strategierechner Wankdorf). Im Raum Bern Nord soll noch im 2022 ein grossräumiges Verkehrsmanagementsystem in Betrieb genommen werden, das auch die Nationalstrassen umfasst. Allgemein ist man der Ansicht, dass ein funktionierendes VM für die Nationalstrassen in Bern weit über den städtischen Raum hinaus zu denken ist (z.B. Thun, Fribourg, Kirchberg).

Erfahrungen und Haltungen zu folgenden Massnahmen wurden diskutiert:

- **Rampendosierung:** Rampendosierungen auf den Ausfahrten zum Schutz des ÖV und des Fuss-/Veloverkehrs werden z.B. beim Anschluss Wankdorf schon eingesetzt. Dosierungen auf den Einfahrten wären prinzipiell für die Anschlüsse Forsthaus und Neufeld denkbar, es bestehen aber noch keine konkreten Planungen. In Kirchberg ist eine solche Dosierung auf Einfahrtsrampen aber schon umgesetzt.
- **PUN:** Im Untersuchungsperimeter ist im Raum Bern Wankdorf – Ostring eine PUN in Planung/ in Bau.
- **Schliessung von Ein-/ Ausfahrten:** die Schliessung von Ein/Ausfahrten kommt für Kanton und Stadt nicht in Frage, da damit die beschriebene Erschliessungsfunktion der Nationalstrasse nicht mehr gewährleistet werden könnte und das untergeordnete Strassensystem in nicht zumutbaren Mass belastet würde.
- **Information Reisezeiten:** Durch transparente Information betreffend Reisezeiten soll der Autofahrende auch im Ereignisfall motiviert werden, auf der Nationalstrasse zu bleiben.
- **Car-Pool-Lanes:** Car-Pool-Lanes sind bis jetzt in Bern kein Thema. Aufgrund der fehlenden Strassenflächen und der fehlenden Redundanz wird die Machbarkeit als sehr schwierig beurteilt.
- **Mobility-/ Road-Pricing:** Der Nutzen von Mobility-Pricing ist unbestritten, die politische Machbarkeit scheint derzeit aber nicht gegeben. Die Städte Bern und Biel bewerben sich jedoch beim ARE für ein Pilotprojekt Mobility Pricing. Die Entscheide des Bundes zur Mitfinanzierung der Pilotprojekte stehen noch aus. .
- **City-Logistik:** Die Einführung von Drehscheiben am Stadtrand ist wichtig, dass nicht alle Last- und Lieferwagen in die Quartiere fahren müssen.

I.5 Experteninterview Kanton und Stadt Luzern

I.5.1 Begrüssung

Simon Jakob und Roger Laube bedanken sich bei Danièle Müller, André Rösch und Milena Scherer für die Möglichkeit des Interviews. Nach einer Vorstellungsrunde führt Simon Jakob kurz in die Forschungsarbeit ein.

I.5.2 Übergeordnete Themen

Es wird angeregt, die Gemeinden im Rontal (Ebikon, Buchrain, Dierikon) ebenfalls in den Bearbeitungssperimeter aufzunehmen.

I.5.3 Funktion Nationalstrassennetz

Nimmt das Nationalstrassennetz seine Funktion wahr? Wie soll sich die Funktion der Nationalstrasse entwickeln?

Das Nationalstrassennetz übernimmt grundsätzlich seine Funktion, alle Verkehrsarten möglichst direkt und schnell zu führen und so das untergeordnete Strassennetz zu entlasten. Der Ereignisfall auf der Nationalstrasse, der häufig eintritt, führt allerdings schnell zum Erliegen des Verkehrsablaufs auf dem untergeordneten Netz.

Die Schnittstellenproblematik ist in Luzern durch Platzmangel im bebauten Gebiet sowie die Lage der Entwicklungsschwerpunkte (ESP) im Bereich der Anschlüsse besonders betont.

Ist eine Priorisierung der Funktionen der Nationalstrasse gefragt, sind sich Stadt und Kanton einig, dass der Binnenverkehr nicht unbedingt im MIV über die Nationalstrasse geführt werden muss, sondern auch über den ÖV und Fuss-/ Veloverkehr abgewickelt werden könnte. Politisch wichtig ist hingegen die regionale Verbindung von ländlichen Gebieten mit der Kernstadt Luzern, wobei es nicht als zwingend erachtet wird, dass alle Verkehrsteilnehmenden mit dem MIV direkt ans Ziel gelangen müssen.

Zukünftige Chancen/ Probleme auf dem Nationalstrassennetz?

Bei einer Realisierung des Bypass Luzern steht ein neuer Autobahnabschnitt zur Verfügung, der primär die Durchleiten-Funktion übernehmen kann. Die bestehende Autobahn wird als Stadt-Autobahn interpretiert, d.h. Verbinden regional und lokal, letztere ohne spezielle Anreize. Für die Stadt ist in einem solchen Zustand eine Verkehrsabnahme und ein Spurabbau auf der Seebrücke bzw. wirksame flankierende Massnahmen eine wichtige Voraussetzung für den Bypass.

Bis zur Realisierung des Bypass ist infolge des Verkehrswachstums mit einer Intensivierung der Probleme im Ereignisfall und allgemein an den Schnittstellen zu rechnen. Ggf. kann ein Teil der zusätzlichen Probleme durch VM-Massnahmen und/oder teilautonome Fahrzeuge abgefangen werden (Abnahme Unfallereignisse, im Ereignisfall bessere Verkehrsführung etc.).

Das Projektteam muss entscheiden, inwiefern zukünftige Zustände mit Bypass Luzern untersucht werden können/sollen.

Wie funktioniert die Zusammenarbeit Bund/ Kantone/ Gemeinde

Zweimal jährlich findet eine Koordinationssitzung zwischen den drei Partner statt. In den Projekten finden Sitzungen nach Bedarf statt (z.B. Bypass, GVK Rontal usw.).

Die Zusammenarbeit mit dem ASTRA wird als grundsätzlich zielführend empfunden, wobei die Prioritäten des ASTRA (Verkehrsfluss auf der Autobahn) und Kanton/Stadt (funktionsfähiges untergeordnetes Netz und Priorisierung ÖV und Fuss-/ Veloverkehr) teilweise unterschiedlich sind.

I.5.4 VM-Massnahmen

Im Umfeld der Stadt Luzern sind aktuell noch keine VM-Massnahmen in Abstimmung mit dem ASTRA umgesetzt. Auf dem nachgelagerten Strassennetz wird über die Knotensteuerung durch das KSI ein Verkehrsmanagement umgesetzt.

Verschiedene VM-Massnahmen an den Schnittstellen zwischen nationalem und untergeordneten Strassensystem sind aktuell in Planung.

- **Rampendosierung:** An den Anschlüssen Emmen Süd, Emmen Nord und Rothenburg befinden sich entsprechende Massnahmen in Planung.
- **PUN:** An den Anschlüssen Sursee, Buchrain, Gisikon-Root, Emmen Nord und Rothenburg sind Pannestreifenumnutzungen für den Kanton denkbar.
- **Schliessung von Ein-/ Ausfahrten:** Die Schliessung von Ein-/Ausfahrten ist für den Kanton vor allem für den Ereignisfall denkbar. Aus Sicht Stadt sollte auch die Sperrung des Anschlusses Zentrum untersucht werden (allenfalls nur zu HVZ, oder eine Richtung), da dieser viel Verkehr direkt ins Stadtzentrum bringt.
- **Information Reisezeiten:** Durch transparente Information betreffend Reisezeiten soll der Autofahrende auch im Ereignisfall motiviert werden, auf der Nationalstrasse zu bleiben.
- **Car-Pool-Lanes:** Die Umsetzbarkeit von Car-Pool-Lanes auf der Autobahn in Luzern wird angezweifelt (hohe Anschlussdichte, aufgrund Tunnel nicht durchgehend PUN möglich). Auch auf dem untergeordneten Netz können aufgrund des Strassenquerschnitts kaum Car-Pool-Lanes eingesetzt werden, es könnte aber untersucht werden, ob situativ Busspuren auch als Car-Pool-Lanes genutzt werden können (ÖV darf nicht behindert werden) bzw. ob bestehende MIV-Spuren zu kombinierten Bus/Carpool-Spuren umgewandelt werden können (Bevorzugung von Fahrzeugen mit hohem Besetzungsgrad und ÖV-Beschleunigungsmassnahme in einem).
- **Mobility-/ Road-Pricing:** Aus fachlicher Sicht eine sinnvolle VM-Massnahme. Jedoch wurde schon ein Pilotversuch für Mobility-Pricing in Luzern politisch sehr kontrovers diskutiert. Die politische Umsetzbarkeit einer solchen VM-Massnahme ist darum kurz- und mittelfristig kaum gegeben.
- **Verkehrsdrehscheiben:** Die Errichtung von Verkehrsdrehscheiben ist klima- und energiepolitisch sinnvoll und hat das Potenzial, den Quell-/Ziel und den Durchgangsverkehr auf den städtischen Autobahnen zu vermindern. Überlegungen für eine entsprechende Anlage z.B. in der Nähe des Autobahnanschlusses Emmen.

I.6 Experteninterview Kanton Solothurn

I.6.1 Begrüssung

Simon Jakob und Nicole Grau bedanken sich bei Stefan Gantenbein für die Möglichkeit des Interviews. Nach einer Vorstellungsrunde führt Simon Jakob kurz in die Forschungsarbeit ein. Speziell interessant am Untersuchungsgebiet zwischen Olten und Solothurn ist, dass quasi parallel zur stark belasteten A1 eine Kantonsstrasse führt.

I.6.2 Funktion Nationalstrassennetz

Finden Sie die Funktionseinteilung in «Durchleiten/ Verbinden regional/ Verbinden lokal» sinnvoll?

Für den Kanton Solothurn ist nicht entscheidend, ob es sich um gross- oder kleinräumigen Verkehr handelt, aus strategischen Überlegungen soll aller Verkehr, für den das Sinn ergibt, möglichst auf die Nationalstrasse geführt werden.

Durch die Gemeinden wird das Gesamtverkehrsvolumen auf den Kantonsstrassen im Siedlungsgebiet beklagt, und dabei insbesondere der Schwerverkehr (viele Logistikunternehmen im Untersuchungsperimeter, Fluch und Segen für den Kanton Solothurn).

Nimmt das Nationalstrassennetz seine Funktion wahr? Wie soll sich die Funktion der Nationalstrasse entwickeln?

Aus Sicht des Kantons Solothurn kann heute nicht der Verkehr von den Kantonsstrasse auf die Autobahn verlagert werden, viel mehr wird auch bei kleinen Ereignissen auf dem Nationalstrassennetz Ausweichverkehr beobachtet. Dies führt auch dazu, dass die Reisezeiten sowohl auf dem über- wie auch auf dem untergeordneten Netz stark schwanken und kaum mehr planbar sind.

Zukünftige Probleme auf dem Nationalstrassennetz?

Die Hoffnung des Kantons Solothurn ist, dass mit dem 6-Spur-Ausbau Luterbach-Härkingen auf der Nationalstrasse genügend Kapazität zur Verfügung gestellt werden kann, dass in einem ersten Schritt der Ausweichverkehr von Nationalstrasse auf das untergeordnete Netz abnimmt, und in einem zweiten Schritt ggf. auch Verkehr von den Kantonsstrasse auf die Nationalstrasse verlagert werden kann.

Probleme sieht der Kanton Solothurn zum einen für die Bauzeit und damit einhergehend Kapazitätsbeschränkungen auf der Nationalstrasse. Andererseits bedeutet der 6-Streifen-Ausbau auch Mehrverkehr auf der Nationalstrasse, was ohne zusätzliche Ausfahrten zu einer Verkehrskonzentration an den bestehenden Autobahnausfahrten und nachgelagerten Knoten führen wird.

Wie funktioniert die Zusammenarbeit Bund/ Kantone/ Gemeinde

Die Zusammenarbeit zwischen den Staatsebenen wird als gut eingeschätzt. Es gibt regelmässigen Austausch zwischen Kanton und ASTRA, nicht zuletzt wegen der engen Zusammenarbeit betreffend 6-Streifen-Ausbau.

I.6.3 VM-Massnahmen

Auf kantonaler Ebene wurden in Solothurn noch nicht grossflächig VM-Massnahmen umgesetzt. Bei den Anschlüssen Solothurn West und Ost wurden und werden vom Kanton Solothurn VM-Massnahmen umgesetzt, die Abstimmung mit dem ASTRA funktioniert aber gut und es kommt nicht zu grossen Friktionen betreffend der Förderung des Verkehrsablaufs auf dem über- bzw. untergeordneten Netz.

Folgende Massnahmen (nicht nur VM) wurden noch kurz diskutiert:

- **PUN:** Parlamentarischer Vorstoss, aber abgelehnt, da man zuerst den 6-Streifen-Ausbau abwarten will.
- **Rampendosierung:** Tröpfchensystem bei Ausfahrt Kriegstetten zur Verhinderung von Ausweichverkehr von ASTRA angedacht.
- **Schliessung von Ein-/ Ausfahrten:** Insbesondere aufgrund der verlängerten Schwerverkehrsfahrten auf dem untergeordneten Netz wird die Schliessung von Ein-/ Ausfahrten als eher nicht zielführend beurteilt.
- **Information Reisezeiten:** Idee von Stefan Gantenbein: Wie auf anderen Autobahnabschnitten in der Schweiz könnte auch in Solothurn die Reisezeit zu gewissen Zielen auf der Autobahn und der Kantonsstrasse angezeigt werden.
- **Massnahmen auf raumplanerischer Ebene:** Arbeitsplätze und vor allem verkehrsinintensive Nutzungen sollen nahe den Autobahnanschlüssen angeordnet werden. Dabei ist auch eine Abstimmung mit den Nachbarkantonen wichtig.
- **Cargo-Souterrain:** Die erste Etappe des Cargo-Souterrain ist zwischen Zürich und Egerkingen bzw. Neuendorf geplant. Diese Massnahme könnte den Kanton Solothurn vor Durchgangsverkehr entlasten, an den Hubs entsteht aber zusätzlicher Quell-/ Zielverkehr.

I.7 Experteninterview Kanton und Stadt Zürich

I.7.1 Begrüssung

Simon Jakob und Urs Ambühl bedanken sich bei Arnd König und Rupert Wimmer für die Möglichkeit des Interviews. Nach einer Vorstellungsrunde führt Simon Jakob kurz in die Forschungsarbeit ein.

I.7.2 Funktion Nationalstrassennetz

Finden Sie die Funktionseinteilung in «Durchleiten/ Verbinden regional/ Verbinden lokal» sinnvoll?

Arnd König und Rupert Wimmer finden den Untersuchungsperimeter eher klein gewählt. Es wird vorgeschlagen den Untersuchungsperimeter so gross zu wählen wie Schmalspurbahnen (Limmattalbahn, Glattalbahn) verkehren oder aber den Durchgangsverkehr/ Durchleiten aufzuteilen in «regionalen Durchgangsverkehr innerhalb der Agglo» und «nationalen Durchgangsverkehr».

Nimmt das Nationalstrassennetz seine Funktion wahr? Wie soll sich die Funktion der Nationalstrasse entwickeln?

Arnd König: Das Nationalstrassennetz ist in der Stadt Zürich so gewachsen, dass auf der Nationalstrasse möglichst nahe an die letzte Meile herangefahren werden kann. Der Autobahnring in Kombination mit den drei radialen Autobahnabschnitten in die Stadt Zürich hinein nimmt so eine wichtige Verteilfunktion wahr.

Rupert Wimmer: Die Nationalstrassen haben nationale Verbindungsfunktion, regionale Verteilerfunktion sowie Erschliessungsfunktionen der grossen Agglomerationen. Die radialen Autobahnabschnitte in der Stadt Zürich werden während den Spitzenstunden auch als Stauraum genutzt. Aus Sicht Stadt muss der Durchgangsverkehr möglichst auf dem Autobahnring abgewickelt werden.

Aus Sicht der beiden Experten sollte keine Verkehrsart auf der Nationalstrasse priorisiert werden. Wieso sollte z.B. eine Fahrt St. Gallen -Bern in Zürich als Durchgangsverkehr priorisiert und in Bern als Zielverkehr dosiert werden?

Zukünftige Entwicklungen auf dem Nationalstrassennetz?

Im Raum Zürich hat sich ein Gleichgewicht zwischen der Nationalstrasse, verkehrsorientierten kantonalen/ städtischen Strassen (z.B. Hardbrücke) und untergeordneten Strassen (z.B. über den Zürichberg) eingespielt. Unter anderem durch Kapazitätsausbauten auf dem Nordring soll gewährleistet werden, dass der Verkehr auf der Nationalstrasse rollt und so das Gleichgewicht nicht stärker auf die untergeordneten Strassen kippt.

Wie funktioniert die Zusammenarbeit Bund/ Kantone/ Gemeinde

Arnd König: Die verschiedenen Staatsebenen sind im Rahmen des RL-VRZ organisiert. Die RL-VRZ gewährleistet mit ihrem koordinierten Ansatz zur Bewirtschaftung der Strassenkapazitäten und des Verkehrsmanagements im Raum Zürich die optimale volkswirtschaftliche Nutzung im Sinne aller Verkehrsteilnehmer/innen. Es findet ein ständiger Informationsaustausch über die VM-Instrumente zwischen der RL-VRZ und VMZ-CH (nationale Verkehrsmanagement-Zentrale) statt.

Rupert Wimmer: Diskussionen zwischen ASTRA und Stadt/Kanton gibt es insbesondere an den Schnittstellen, d.h. den ersten Knoten auf dem untergeordneten Netz. Diese Knoten werden grundsätzlich dem ASTRA zugewiesen, die Stadt möchte die Hoheit aber nicht abgeben, da sie sich aufgrund der räumlichen und betrieblichen Kenntnisse besser für

diese Knotensteuerung dieser Knoten geeignet sieht. Auch sind in Zürich an diesen Knoten oft schon der öV, Velo- und Fussverkehr tangiert.

I.7.3 VM-Massnahmen

Verkehrsmanagementmassnahmen, insbesondere Dosierung auf den radialen Autobahnabschnitten, sind in Zürich schon lange im Einsatz. Erfahrungen und Haltungen zu folgenden Massnahmen wurden diskutiert:

- **PUN:** PUN sind auf der Umfahrung Winterthur im Einsatz/ in Bau und auch auf anderen Autobahnabschnitten in Planung. Arnd König und Rupert Wimmer erwarten keine spezifische Wirkung der PUN auf die Verkehrsarten auf der Autobahn.
- **Rampendosierung:** Rampendosierung auf den Ausfahrtsrampen wird eingesetzt, um die Funktionalität des untergeordneten Strassennetzes inkl. ÖV und Fuss-/ Veloverkehr zu gewährleisten. Die Dosierung von Einfahrtsrampen steht aus Sicht der Expertinnen und Experten aufgrund des fehlenden Stauraums auf dem untergeordneten Netz und der Bestrebung der Stadt, am Abend die Stadt möglichst schnell zu entleeren, nicht im Vordergrund. «Tröpfchenzähler» zur Harmonisierung des Einfahrtsprozess können aber gemäss Einschätzung von Arnd König situativ eine positive Wirkung auf den Verkehrsfluss auf der Nationalstrasse entfalten. Alternativ kann auf mehrspurigen Autobahnabschnitten der Einfahrtsprozess spurtechnisch so organisiert werden, dass der Verkehrsfluss auf der Stammstrecke möglichst nicht behindert wird.
- **Schliessung von Ein-/ Ausfahrten:** Die Schliessung von Einfahrten widerspricht dem Ziel, den Verkehr auf der Nationalstrasse möglichst nahe an sein Ziel heranzuführen bzw. nahe seiner Quelle abzuholen und ist daher aus Sicht Stadt und Kanton eher nicht weiterzuverfolgen. Es ist mit negativen Auswirkungen auf das untergeordnete Strassennetz zu rechnen.
- **Mobility-/ Road-Pricing:** Die kurz- bis mittelfristige Umsetzbarkeit von Road-/ Mobility-Pricing wird als sehr schwierig eingeschätzt. Sollte es aber zukünftig technisch und politisch umsetzbar sein, sollte Mobility-Pricing eher dazu verwendet werden, smarte Entscheidungen zu fördern bzw. Verkehr zu verhindern oder zeitlich und räumlich zu verlagern als die Verkehrsarten auf der Nationalstrasse zu steuern.
- **Car-Pool-Lanes:** Aufgrund der Netzstruktur in der Schweiz ist es gemäss der Meinung der Expertinnen und Experten schwierig vorstellbar, dass Car-Pool-Lanes eine relevante Wirkung entfalten könnten. Es würde vermutlich vor allem der Freizeitverkehr gefördert und auch volkswirtschaftlich wären nur schwach genutzte Infrastrukturen schwierig zu rechtfertigen.

Abkürzungsverzeichnis

Begriff	Bedeutung
ARE	Bundesamt für Raumentwicklung
ASP	Abendspitzenstunde
ASTRA	Bundesamt für Strassen
BV	Binnenverkehr
DV	Durchgangsverkehr
DVA	Durchgangsverkehr Agglomeration
DWV	Durchschnittlicher Werktagsverkehr (Montag-Freitag)
DWW	Dynamische Wegweisung
Fzg	Fahrzeug
GHGW	Geschwindigkeitsharmonisierung und Gefahrenwarnung
GVM	Gesamtverkehrsmodell
HLS	Hochleistungsstrasse
LI	Lieferwagen
LSA	Lichtsignalanlage
LV	Langsamverkehr
LW	Lastkraftwagen
LZ	Last- und Sattelzug
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MSP	Morgenspitzenstunde
NISTRA	Nachhaltigkeits-Indikatoren für Strasseninfrastrukturprojekte
NS	Nationalstrasse
NPVM	Nationales Personenverkehrsmodell
ÖV	Öffentlicher Verkehr
PUN	Pannestreifen-Umnutzung
PW	Personenwagen
Rebound-Effekt	Frei werdende Kapazitäten auf dem Strassennetz werden aufgrund Routenwahländerungen oder zusätzlich induziertem Verkehr wieder aufgefüllt.
QZV	Quall-/ Zielverkehr
RL-VRZ	Regionale Leitzentrale Verkehrsraum Zürich
SVI	Schweizerische Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten
UVEK	Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
VM	Verkehrsmanagement
VMZ-CH	Nationale Verkehrsmanagementzentrale
WTA	Wechseltextanzeigen

Literaturverzeichnis

Bundesgesetze

- [1] Schweizerische Eidgenossenschaft (1960), „**Bundesgesetz vom 8. März 1960 über die Nationalstrassen (NSG)**“, SR 725.11, www.admin.ch.
- [2] Schweizerische Eidgenossenschaft (2007), „**Nationalstrassenverordnung (NSV) vom 7. November 2007**“, SR 725.111, www.admin.ch.
- [3] Schweizerische Eidgenossenschaft (2007), „**Bundesbeschluss vom 21. Juni 1960 über das Nationalstrassennetz**“, SR 725.113, www.admin.ch.

Verordnungen

- [4] Schweizerische Eidgenossenschaft (2007), „**Nationalstrassenverordnung (NSV) vom 7. November 2007**“, SR 725.111, www.admin.ch.
- [5] Schweizerische Eidgenossenschaft (1999), **Organisationsverordnung für das Eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation**, 06.12.1999 www.admin.ch.

Bundesbeschlüsse

- [6] Schweizerische Eidgenossenschaft (1960), „**Bundesbeschluss vom 21. Juni 1960 über das Nationalstrassennetz**“, SR 741.113.11, www.admin.ch.

Weisungen und Richtlinien des ASTRA

- [7] ASTRA Richtlinie 15002, **Pannestreifenumnutzung**, 15.07.2020
- [8] ASTRA Richtlinie 15003, **Verkehrsmanagement auf Nationalstrassen (Kopfrichtlinie VM-NS)**, 20.03.2020
- [9] ASTRA Richtlinie 15012, **Dynamische Wegweisung (DWW)**, 08.03.2013
- [10] ASTRA Richtlinie 15013, **Überholverbot für Lastwagen (ÜV-LW)**, 27.03.2020
- [11] ASTRA Richtlinie 15015, **Rampenbewirtschaftung - Grundsätze für Planung und Betrieb**, 06.05.2019
- [12] ASTRA Richtlinie 15016, **Geschwindigkeitsharmonisierung und Gefahrenwarnung (GHGW)**, 15.07.2020
- [13] ASTRA Richtlinie 15019, **Verkehrstechnische Regelungslogik - Funktionale Minimalanforderungen für Planung und Betrieb der Regelung von Verkehrsmanagement-Systemen zur Verflüssigung des Verkehrs**, 24.07.2020
- [14] ASTRA Richtlinie 15016, **Geschwindigkeitsharmonisierung und Gefahrenwarnung (GHGW)**, 15.07.2020
- [15] ASTRA Richtlinie 15020, **Sekundärknoten - Verkehrstechnische Anforderungen**, 06.06.2019
- [16] ASTRA Weisung 75001, **Daten für das Verkehrsmanagement Schweiz**, 06.03.2009

Normen

- [17] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS, **REG-Norm 40 040, Projektierung, Grundlagen, Strassentypen: Grundnorm**, in Vernehmlassung
- [18] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS, **REG-Norm 40 041, Projektierung, Grundlagen, Strassentyp: Hochleistungsstrassen**, 31.03.2019
- [19] Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen FGSV, **Richtlinie für integrierte Netzgestaltung RIN**, Ausgabe 2008

Fachhandbuch des ASTRA

- [20] Bundesamt für Strassen ASTRA (2011), „**Videoüberwachungsanlage Verkehr**“, *Fachhandbuch ASTRA 23001, Technisches Merkblatt 23001-11520, V0.99*.

Forschungen und Dokumentationen

- [21] ASTRA Dokumentation 85005, **Verkehrsmanagement in der Schweiz - Konzept Pannestreifenumnutzung (PUN)**, 16.07.2013
- [22] ASTRA Dokumentation 85007, **Überholen für Lastwagen verboten (ÜV-LW) - Grundlagenbericht**, 31.01.2013

-
- [23] ASTRA, **Teilstrategie Verkehrsfluss**, Ausgabe 2019 V 1.1
-
- [24] ASTRA, **Mobility Pricing – Wirkungsanalyse am Beispiel der Region Zug**, 02.2019
-
- [25] ASTRA, **Schnittstellenproblematik zwischen dem nationalen und dem lokalen Strassennetz**, 30.11.2019
-
- [26] ASTRA, **Verkehrliche Auswirkungen Sperrung NS Anschlüsse**, 24.11.2021
-
- [27] ARE, **Gestaltung von Mobilität in Agglomerationen - Initialstudie - Schnittstellen im Übergangsbereich nationaler, regionaler und lokaler Netze in Agglomerationen**, 04.2020
-
- [28] ARE, **Stated Preference Befragung 2015 zum Verkehrsverhalten**, 2016
-
- [29] ARE, **Analyse der SP-Befragung 2015 zur Verkehrsmodus- und Routenwahl**, 2017
-
- [30] ARE, **Modelletablierung Nationales Personenverkehrsmodell (NPVM) 2017**, 2020
-
- [31] ASTRA 2017/004, **Auswirkungen des automatisierten Fahrens; Erkenntnisse und Massnahmen aus Sicht des ASTRA**, 10.2020
-
- [32] ASTRA 2018/002, **Auswirkungen des automatisierten Fahrens; Teilprojekt 2; Verkehrliche Auswirkungen und Infrastrukturbedarf**, 09.2020
-
- [33] ASTRA 2018/005, **Auswirkungen des automatisierten Fahrens; Teilprojekt 5: Mischverkehr**, 10.2020
-
- [34] SVI 2000/446, **Spezifische Anforderungen an Autobahnen in städtischen Agglomerationen**, 09.2004
-
- [35] SVI 2001/523, **Road Pricing Modelle auf Autobahnen und in Stadtregionen**, 19.01.2006
-
- [36] SVI 2001/538, **Verkehrsdosierungsanlagen, Strategien und Dimensionierungsgrundsätze**, 10.2004
-
- [37] SVI 2007/018, **Vernetzung von HLS- und HVS-Steuerungen**, 12.2012
-
- [38] SVI 2016/002, **Einfluss des Parkierungsangebotes auf das Verkehrsverhalten und den Energieverbrauch**, 11.2016
-
- [39] VSS 1999/218, **Voraussetzungen für die dynamische Umwidmung von Standstreifen zu Fahrstreifen**, 06.2002
-
- [40] VSS 2000/337, **Verkehrsqualität und Leistungsfähigkeit auf Autobahnen**, 10.2004
-
- [41] VSS 2005/914, **Systemtechnische und betriebswirtschaftliche Aspekte des Mobility Pricing**, 04.2007
-
- [42] VSS 2007/302, **Rampenbewirtschaftung: Anforderungen an Regelungsverfahren**, 12.2015
-
- [43] VSS 2015/113, **Kalibrierung von Capacity-Restraint-Funktionen**, 02.2018
-
- [44] VSS 2008/304, **Dynamische Signalisierungen auf Hauptverkehrsstrassen**, 10.2012
-
- [45] L.D. Baskar, B. De Schutter, J. Hellendoorn, and Z. Papp, **“Traffic control and intelligent vehicle highway systems: A survey,”** IET Intelligent Transport Systems, vol. 5, no. 1, pp. 38–52, Mar. 2011.
-
- [46] C. F. Daganzo, J. Laval, and J. C. Muñoz, **“Ten strategies for freeway congestion mitigation with advanced technologies,”** Inst. Transp. Stud., Univ. Calif., Berkeley, CA, Calif. PATH Research Rep, 2002.
-
- [47] A. Hegyi, T. Bellemans, and B. De Schutter, **“Freeway traffic management and control,”** in Encyclopedia of Complexity and Systems Science (R.A. Meyers, ed.), New York, New York: Springer, ISBN 978-0-387-30440-3, pp. 3943–3964, 2009.
-
- [48] Menendez, M. and C. F. Daganzo (2007), **‘Effects of HOV lanes on freeway bottle-necks’**, Transportation Research Part B: Methodological, Vol. 41, No. 8, pp. 809-822
-

Projektabschluss



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Strassen ASTRA

FORSCHUNG IM STRASSENWESEN DES UVEK

Version vom 09.10.2013

Formular Nr. 3: Projektabschluss

erstellt / geändert am: 26.06.2023

Grunddaten

Projekt-Nr.: VPT_20_09A_01
Projekttitel: Funktionsbestimmung des nationalen und nachgelagerten Strassensystems unter Berücksichtigung von Verkehrsnachfrageeffekten
Enddatum: 31.12.2023

Texte

Zusammenfassung der Projektergebnisse:

Im Rahmen des Forschungsprojekts wurden insbesondere folgende Erkenntnisse gewonnen:

- Die gesetzlichen Grundlagen, Normen und bestehenden Forschungsergebnisse benennen die verschiedenen Funktionen des Nationalstrassennetzes. In den bestehenden Grundlagen ist allerdings keine klare Priorisierung der verschiedenen Funktionen zu erkennen.
- Die Analyse der fünf Untersuchungsgebiete hat gezeigt, dass die Nationalstrassen sehr unterschiedliche Funktionen wahrnehmen. Während z.B. in den Räumen Bern, Luzern und Genf-Lausanne bis zu 17 % der Streckenbelastungen dem Binnenverkehr (Funktion "Verbinden lokal") zuzuschreiben sind, sind es in den Räumen Zürich und Olten-Solothurn nur ca. 3 %.
- Auf Basis von Verkehrsmodellanalysen und Szenarienbewertungen wurde festgestellt, dass die Funktionen des Nationalstrassennetzes im Zusammenhang mit einer nachhaltigen Verkehrsabwicklung eine eher untergeordnete Rolle spielen. Wichtig ist primär, dass der Anteil der HLS-Verkehrsleistung an der Gesamt-MIV-Verkehrsleistung maximiert werden kann. Dieses Erkenntnis stimmt gut mit dem ermittelten Konsens aus den Experteninterviews überein.
- Die untersuchten Verkehrsmanagement-Massnahmen führten nur zu geringen Verschiebungen zwischen den verschiedenen Funktionen auf dem HLS-Netz. Viel stärkere Auswirkungen wurden auf die Verkehrsverlagerung weg vom HLS-Netz (primär routenwahlwirksame Massnahmen) und auf den Modal Split (primär nachfragewirksame Massnahmen) ermittelt. Die schwache Veränderung der Funktionsanteile des HLS-Netzes ist unter anderem durch den nur sehr schwach festgestellten Rebound-Effekt zu erklären. Unter Rebound-Effekt wird verstanden, dass mittels Massnahmen freigespielte oder zusätzlich erstellte Kapazitäten auf dem HLS-Netz durch neue/ andere/ zusätzliche Fahrten beansprucht werden.



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Strassen ASTRA

Zielerreichung:

Aus der Rückmeldung befragter Experten und den durchgeführten Verkehrsmodellanalysen wurde deutlich, dass das Ziel der Definition einer optimalen Verteilung der Soll-Funktionen für das HLS-Netz in verschiedenen Raumtypen nicht ausschlaggebend ist. Wichtiger ist den Anteil der über die Nationalstrassen realisierten MIV-Verkehrsleistung zu maximieren.
Die Prüfung von verschiedenen Verkehrsmanagement-Massnahmen zur Beeinflussung der verschiedenen Funktionen des HLS-Netzes hat gezeigt, dass primär Massnahmen, die einen Modal-Split-Shift vom MIV zu anderen Verkehrsträgern bewirken, eine nachhaltige Verkehrsabwicklung unterstützen (Erhöhung Parkierungskosten bzw. Erhöhung Kilometerkosten PW). Die untersuchten routenwahlwirksamen Massnahmen führten primär zu einer Verkehrsverlagerung von der HLS auf das nachgelagerte Strassennetz und sind somit aus übergeordneter Perspektive nicht zu empfehlen, wobei im spezifischen Projektfall verschiedene massgebend positive Auswirkungen der Massnahmen denkbar sind.

Folgerungen und Empfehlungen:

Der Anteil der HLS-Verkehrsleistung am insgesamt zu minimierenden MIV-Verkehrsaufkommen ist zu maximieren, wozu grundsätzlich alle Funktionen des HLS-Netzes (Durchleiten, Verbinden regional und Verbinden lokal) zu stärken sind. Bei der Umsetzung von Verkehrsmanagement-Massnahmen im Umfeld des Nationalstrassennetzes sind lokale, projektspezifische Aspekte stets mit dieser übergeordneten Zielsetzung abzugleichen.

Um die Wirkung von VM-Massnahmen auf das Verkehrsaufkommen und die Funktionszusammensetzung auf der Nationalstrasse vertieft zu untersuchen, werden beispielsweise Vorher-Nachher-Untersuchungen bei aktuell in Planung befindlichen VM-Massnahmen empfohlen.

Publikationen:

Forschungsbericht

Der Projektleiter/die Projektleiterin:

Name: Ostermayr

Vorname: Lukas

Amt, Firma, Institut: SNZ Ingenieure und Planer AG

Unterschrift des Projektleiters/der Projektleiterin:

Lukas
Ostermayr

Lukas Ostermayr
c/o Lukas Ostermayr, c/o HT,
c/o SNZ Ingenieure und Planer AG,
email=lukas.ostermayr@snz.ch
2023.06.28 09:42:53 +02:00



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Strassen ASTRA

FORSCHUNG IM STRASSENWESEN DES UVEK

Formular Nr. 3: Projektabschluss

Beurteilung der Begleitkommission:

Beurteilung:

Das Ziel der Forschungsarbeit bestand darin aufzuzeigen, welche verkehrlichen Funktionen Nationalstrassen (Hochleistungsstrassen) heute übernehmen, welchen Beitrag diese zum Gesamtstrassensystem leisten und mit welchen Massnahmen auf den Nationalstrassen die verkehrlichen Funktionen beeinflusst und Verbesserungen des Gesamtstrassensystems erreicht werden könnten. Dieses Ziel wurde in der vorliegenden Forschungsarbeit erreicht.

Auf exemplarischen Abschnitten des Nationalstrassennetzes konnten über analytische Herleitungen der vorhandenen Funktionen, einer systemischen Betrachtung der funktionellen Wechselwirkungen zwischen Nationalstrassen und dem nachgelagerten Strassennetz sowie modellbasierten Quantifizierungen belastbare Aussagen zu Sinnhaftigkeit und Wirkungen von verschiedenen Massnahmen formuliert werden.

Die Arbeit erfolgte mit hoher fachlicher Fertigkeit und Sorgfalt. Die Balance zwischen übergeordneter Sichtweise und detaillierter Fachtiefe wurde vorbildlich gehalten. Für einzelne Aspekte wurden zweckmässige Vereinfachungen und Modellbetrachtungen gewählt, aus denen Indizien und allgemeingültige Aussagen abgeleitet werden konnten. Der Einbezug der Begleitkommission erfolgte adäquat. Deren Inputs wurden wann immer möglich in die Arbeit aufgenommen, ansonsten begründet verworfen und dokumentiert.

Umsetzung:

Die Resultate der Forschungsarbeit leisten einen wertvollen Beitrag für eine fachlich fundierte Diskussion, welche verkehrlichen Funktionen die Nationalstrassen übernehmen sollen sowie welche Massnahmen auf den Nationalstrassen für das Gesamtstrassensystem zu verträglichen Lösungen führen könnten.

Die generische Form der Resultate erlauben eine weitgehende Adaption auf andere Abschnitte des Nationalstrassennetzes. Ebenso erlauben die gewählten Massnahmen eine zeitnahe Umsetzung. Die Forschungsarbeit vermag dadurch Antworten zu aktuellen Fragestellungen des ASTRA zu leisten.

weitergehender Forschungsbedarf:

Nur in begrenztem Rahmen und auf qualitativer Basis konnte beantwortet werden, mit welchen Massnahmen auf den Nationalstrassen eine langfristige und nachhaltige Verträglichkeit erreicht werden kann. Um abbilden zu können, welche Wirkungen die vorgeschlagenen Massnahmen langfristig auf die Siedlungsstruktur bewirken und in welchem Mass dadurch die Wirkungen der Massnahmen wieder neutralisiert werden (Rebound-Effekte), wäre eine Kopplung zwischen einem Verkehrsmodell mit einem Flächennutzungsmodell erforderlich.

Einfluss auf Normenwerk:

Kein Einfluss

Der Präsident/die Präsidentin der Begleitkommission:

Name: Jermann

Vorname: Jörg

Amt, Firma, Institut: Rapp AG, Hochstrasse 100, 4018 Basel

Unterschrift des Präsidenten/der Präsidentin der Begleitkommission: