



Graz University of Technology

Institut für Straßen- und Verkehrswesen

Auswirkungen einer Umweltverbundachse

in der Stadt St. Pölten

MASTERARBEIT

vorgelegt von

Sandro Ohrnberger, BSc

bei

Univ. Prof. Dr. Ing. Martin Fellendorf

Technische Universität Graz

Institut für Straßen- und Verkehrswesen

Mitbetreuender Assistent:

Dipl.-Ing. Michael Haberl

Technische Universität Graz

Institut für Straßen- und Verkehrswesen

Graz, am 8. Jänner 2020

Beschluss der Curricula-Kommission für Bachelor-, Master- und Diplomstudien vom 10.11.2008
Genehmigung des Senats am 01.12.2008

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre an Eides Statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen / Hilfsmittel nicht benutzt und die den benutzten Quellen wörtliche und inhaltlich entnommene Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, _____

Sandro Ohrnberger, BSc

Statutory Declaration

I declare that I have authored this thesis independently, that I have not used other than the declared sources / resources, and that I have explicitly marked all material which has been quoted either literally or by content from the used sources.

Graz, _____

Sandro Ohrnberger, BSc

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei all jenen bedanken, die durch Ihre fachliche und persönliche Unterstützung zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Ein großer Dank gilt dabei Herrn Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Fellendorf und Herrn Dipl.-Ing. Michael Haberl vom Institut für Straßen- und Verkehrswesen der Technischen Universität Graz, welche das Entstehen dieser Arbeit ermöglicht haben, und mich durch ihre fachkundliche Betreuung in den vergangenen Monaten stets unterstützt haben. Auch allen weiteren Kollegen des Instituts für Straßen- und Verkehrswesen gilt mein Dank für die eingebrachten Ideen und Impulse bei so mancher Diskussion.

Ebenso bedanke ich mich bei Herrn Dipl.-Ing Jens de Buck und Herrn Dipl.-Ing. Alexander Schmidbauer der Abteilung für Stadtplanung in St. Pölten für die kompetente und entgegenkommende Zusammenarbeit.

Ganz besonders möchte ich an dieser Stelle auch meinen Eltern Angelika und Gerd Ohrnberger danken, die mich immer sowohl mental als auch finanziell unterstützt haben und mir das Studieren überhaupt ermöglicht haben. Im Zuge dessen gilt auch meinen beiden Schwestern Sarah und Karolin mein Dank, für ihren Rat und die Unterstützung bei häufig kniffligen Situationen.

Nicht zuletzt möchte ich all meinen Studienkollegen, die ich in den vergangenen Jahren kennenlernen durfte, an dieser Stelle nochmals für die viele Unterstützung und gemeinsame Zeit und Freude über das gesamte Studium hinweg ein sehr großes Dankeschön aussprechen. Vor allem gilt mein Dank aber meiner Freundin Julia, die mir in so mancher schwierigen Phase der vergangenen Monate stets gut zugesprochen hat und mich dadurch immer wieder motivieren konnte.

Auswirkungen einer Umweltverbundachse am Beispiel der Kremser Landstraße in der Stadt St. Pölten

Problemstellung

Das Generalverkehrskonzept für St. Pölten aus dem Jahr 2014 stellt eine bedeutende Leitlinie für die tägliche Arbeit der Stadtverwaltung dar, da es als strategisches Instrument der Verkehrsplanung jenen Weg vorgibt, den die Stadt St. Pölten in Verkehrsbelangen beschreiten möchte. Als klare Ziele des Generalverkehrskonzeptes wurde unter anderem die Erhöhung der Lebensqualität durch weniger KFZ-Verkehr, die Verbesserung der Angebotsqualität im öffentlichen Verkehr, die Förderung des Radverkehrs und das Attraktiveren der Fußwege im städtischen Bereich festgelegt. Diese Ziele sollen in neuralgischen Streckenzügen durch die Schaffung von Umweltverbundachsen oder Lebensraumachsen realisiert werden.

Einer dieser Strecken betrifft die nördlich des Bahnhofs gelegene Kremser Landstraße. Der Bahnhof stellt auch in der Qualität des öffentlichen Raumes eine Zäsur dar. Darum ist das nördlich angrenzende Straßennetz für den nichtmotorisierten Verkehr wenig attraktiv. Andererseits liegen dort mit dem Krankenhaus und den Bildungseinrichtungen Nutzungen mit erheblichem Fußgänger- und Radverkehr. Zudem wird 2019 der Bau des Glanzstoffareals mit rund 200 neuen Wohnungen starten, was in weiterer Folge zu mehr Wegen in das Zentrum führen wird. Deshalb soll die Achse Kremser Landstraße - Propst-Führer-Straße - Mühlweg als Umweltverbundachse attraktiver gestaltet werden - überwiegend zu Lasten des ruhenden Verkehrs.

Aufgabenstellung

Die Umgestaltung der Achse Kremser Landstraße - Propst-Führer-Straße - Mühlweg als Umweltverbundachse zieht Auswirkungen auf diese Achse und die umliegenden parallelen Straßen nach sich. Darum soll in dieser Masterarbeit die verkehrlichen Auswirkungen der Kremser Landstraße als Umweltverbundachse untersucht werden. Die Arbeit gliedert sich zweckmäßig in zwei sequenziell ablaufenden Stufen.

In der ersten Stufe wird eine makroskopische Untersuchung mit dem bestehenden GVK-Verkehrsmodell vollzogen, um verlagernde Wirkung speziell auf sensible parallelaufende Wohnstraßen zu quantifizieren. Als Grundlage dient das maßnahmensensitive IV/ÖV-Verkehrsmodell der Stadt St. Pölten aus dem Jahr 2013. Anhand von Abstimmungsgesprächen mit der Abteilung der Stadtplanung der Stadt St. Pölten werden nach vollzogener Nachkalibrierung zielgerichtete Planfallszenarien entwickelt, welche die Umplanungen hin zu einer Umweltverbundachse widerspiegeln. Dabei beinhalten die Planfallszenarien nicht nur Veränderungen in der Kremser Landstraße selbst, sondern auch der umliegenden Streckenzüge, um dort negative Verlagerungseffekte minimieren

zu können. Diese erste Stufe wird durch Auswertungen von verkehrlichen Kenngrößen (Auslastungsgrad, Reisezeitveränderungen, Verkehrsverlagerung, etc.) der einzelnen Planfallszenarien und Gegenüberstellungen der Kenngrößen der Szenarien zusammengefasst.

Der darauffolgende, zweite Schritt befasst sich mit detaillierten Aussagen der Auswirkungen einer Umweltverbundachse in der Kremser Landstraße. Mit Hilfe einer mikroskopischen Verkehrsflusssimulation soll die Kremser Landstraße als Umweltverbundachse mit den umliegenden Streckenzügen detailliert betrachtet werden. Dabei sollen Reisezeitveränderungen der Kfz und der LUP-Busse, deren Linienverläufe über die Kremser Landstraße führen, vertieft analysiert werden.

Die folgende Liste enthält die wesentlichen Bearbeitungspunkte der Masterarbeit. Es kann hierbei zu Abweichungen mit fortschreitendem Erkenntnisstand während der Bearbeitung kommen:

- **Raumstrukturdaten und Verkehrsangebot Update 2017**
Aktualisieren des Verkehrsmodells und Kalibrierung auf das Basisjahr 2017. Hierbei sollen sowohl Raumstrukturdaten (Einwohnerzahlen, Arbeitsplätze, etc.) als auch das Verkehrsangebot auf den Stand des Basisjahrs 2017 gebracht werden bzw. hochgerechnet werden. Etwaige zusätzliche Verkehrserhebungen an neuralgischen Stellen des Betrachtungsgebietes sind dabei vorzusehen.
- **Kalibrierung Basisjahr 2017**
Für die Kalibrierung des Basisjahrs 2017 sind Querschnittswerte als Kalibriergrößen zu erheben. Zudem sollen auch soweit vorhanden Ein- und Aussteigerzahlen der ÖV-Haltestellen als Kalibriergrößen dienen. In der Kalibrierung wird zudem der Modalsplit und auch die Fahrtweiten/-zeitenverteilung berücksichtigt.
- **Modellierung, Berechnung und Auswertung von makroskopischen Planfallszenarien**
Anhand der Planungsunterlagen der Stadt St. Pölten werden ausgewählte Planfallszenarien der Kremser Landstraße als Umweltverbundachse und Begleitmaßnahmen in der näheren Umgebung modelliert. Dieser Schritt umfasst sowohl die Modellierung der Szenarien, als auch die Berechnungen und Auswertungen von verkehrlichen Kenngrößen eines Werktages.
- **Modellierung, Berechnung und Auswertung von mikroskopischen Planfallszenarien**
Auf Basis ausgewählter makroskopischer Modellszenarien werden mikroskopische Verkehrsflussmodelle aufgebaut, kalibriert und ausgewertet. Die mikroskopischen Verkehrsflussszenarien ermöglichen eine detaillierte Betrachtung der Kremser Landstraße als Umweltverbundachse und den umliegenden Streckenzügen.

Für die Anfertigung der Masterarbeit stehen die Verkehrsplanungssoftware VISUM bzw. VISSIM der ptv AG am Institut für Straßen- und Verkehrswesen zur Verfügung. Der Diplomand verpflichtet sich, die Software sowie die bereitgestellten Daten ausschließlich zur Anfertigung der Masterarbeit zu nutzen und bei der Datenaufbereitung und Datenanalyse der zur Verwendung gestellten Daten Datenschutzrichtlinien einzuhalten.

Die Arbeit ist zweifach mit allen Anlagen in DIN A4 gebunden einzureichen. Ein Datenträger mit dem Masterarbeitstext, Präsentationen sowie allen Modelldaten ist beizulegen.

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Fellendorf
Tel. 0316 873 6220
martin.fellendorf@tugraz.at
Betreuer

Dipl.-Ing. Michael Haberl
Tel. 0316 873 6226
michael.haberl@tugraz.at
Mitbetreuender Assistent

Kurzfassung

Auswirkungen einer Umweltverbundachse in der Stadt St. Pölten

189 Seiten, 157 Abbildungen, 63 Tabellen

Im Generalverkehrskonzept für St. Pölten wurden im Jahr 2014 verkehrsberuhigende Maßnahmen auf Sammelstraßen zur Förderung des öffentlichen Nahverkehrs und des Radverkehrs vorgeschlagen. Dazu wurde ein System sogenannter Umweltverbundachsen entwickelt. Unter Nutzung von Simulationsmodellen sollen in dieser Arbeit die verkehrlichen Wirkungen einer Umgestaltung der Kremser Landstraße in St. Pölten berechnet werden. Die Kremser Landstraße verbindet den Bahnhof St. Pöltens mit dem Krankenhaus und stellt weiters eine der Hauptachsen des öffentlichen Personennahverkehrs dar.

Gemeinsam mit der Stadtverwaltung der Stadt St. Pölten wurden vier Maßnahmenplanfälle zur möglichen Umsetzung einer solchen Achse ausgearbeitet. Dabei soll in allen Planfällen durch das Schaffen von Einbahnstraßen und Verhängen von Fahrverboten auf der Kremser Landstraße mehr Platz für alle Verkehrsteilnehmer des Umweltverbunds, also Fußgänger, Radfahrer und Fahrzeuge des öffentlichen Verkehrs entstehen. Mit diesem neuen Raum möchte man zukünftig Verbesserung im Sinne der Verkehrsführung, -sicherheit und gestalterischen Wirkung erzielen. Die Untersuchung der Planfälle erfolgte anhand eines makroskopischen Verkehrsmodells und einer mikroskopischen Verkehrsflusssimulation. So konnte in einem ersten Schritt für die Erstellung eines Referenzplanfalls das multimodale, makroskopische GVK-Verkehrsmodells St. Pöltens auf den Stand von 2018 aktualisiert und neuerlich kalibriert werden.

Darauffolgend wurde eine Verkehrsstromanalyse im umliegenden Streckennetz der Kremser Landstraße für die auszuwertenden Maßnahmenplanfälle durchgeführt und dadurch die verlagernde Wirkung anhand von Streckenbelastungen, -auslastung und -spinnen aufgezeigt. Anschließend wurde eine mikroskopische Verkehrsflusssimulation neu aufgebaut und damit ein Leistungsfähigkeitsnachweis sowie eine Verkehrsflussanalyse für alle Planfälle durchgeführt. Hierbei kamen Rückstaulängen und mittlere Wartezeiten als Ergebnisgrößen zur Geltung. Bei der Auswertung aller Modellergebnisse konnte festgestellt werden, dass jede Umsetzung der Varianten prinzipiell möglich ist, sich aber vereinzelte Vor- und Nachteile in den Planfällen zeigen. Allerdings konnte der Maßnahmenplanfall 1, bei welchem eine Einbahnstraße in Fahrtrichtung Süden auf der Kremser Landstraße untersucht wird, zufolge objektiver Bewertungskriterien als bester fixiert werden.

Abstract

Impacts of Traffic Reduced Arterials in the City of Saint Pölten

189 pages, 157 figures, 63 tables

In Saint Pöltens traffic concept from the year 2014 traffic-calming measures on collection roads for improvements related to the local public transport and the bicycle traffic were proposed. Therefore, a system with so-called traffic reduced arterials was developed. By using traffic simulation models in this thesis, the traffic impacts of such an axis on the Kremser Landstraße in Saint Pölten should be calculated. The street of the Kremser Landstraße constitutes the connection between Saint Pöltens railway station and the hospital but also one of the main axes of the local public transport.

In corporation with the city administration of Saint Pölten there were designed four interventive scenarios as possible implementations of such an axis in the Kremser Landstraße. By imposing one-way streets or traffic bans on this axis each scenario targets at creating more space for the participants of the environmental-alliance which are cyclists, pedestrians and public transport vehicles. With this new space improvements concerning traffic-flows, traffic-safety and the public impressions should be done in the future. The investigation for all scenarios gets carried out by using a macroscopic traffic model followed by a microscopic traffic-flow simulation. Initially, a reference-scenario was designed by updating the multimodal, macroscopic GVK-traffic model of Saint Poelten to the year 2018. Subsequently, this traffic-model also got recalibrated.

Following to this, a traffic-stream analysis was done for the Kremser Landstraße and its surrounding route network by pointing out the shifting effects of the routes traffic-loads, the routes occupancy rates and route spiders. In a next step, a microscopic traffic-flow simulation was set up completely new for analysing capacity confirmations or rather traffic-flow examinations. As a result of this, lengths of traffic tailbacks and mean waiting times were inspected. By the evaluation of all model-based results it appeared that the implementation of each scenario is generally possible. Still, specific advantages and disadvantages occur in the different scenarios. Including all objective criteria in an evaluation matrix though, the first scenario (MP1) which describes a one-way street in the southern direction on the Kremser Landstraße appears to be the clear winner among all the other scenarios.

Inhaltsverzeichnis

Eidesstattliche Erklärung	i
Danksagung	ii
Aufgabenstellung	iii
Kurzfassung	v
Abstract	vi
Inhaltsverzeichnis	viii
Abbildungsverzeichnis	xi
Tabellenverzeichnis	xvi
Abkürzungen	xviii
1 Einleitung	1
2 Grundlagen	3
2.1 Generalverkehrskonzept St. Pölten 2014.....	3
2.2 Stadtkonzepte zur Förderung des Umweltverbundes	5
2.3 Kremser Landstraße	9
2.4 Planfallszenarien.....	12
2.5 Methodische Grundlagen von makroskopischen Verkehrsmodellen	17
2.5.1 Standard-Vier-Stufen Nachfragemodell.....	17
2.5.2 Aktivitätenketten-basiertes VISEM Nachfragemodell	21
2.6 Makroskopisches GVK-Verkehrsmodell der Stadt St. Pölten 2012	24
2.6.1 Modellerstellung	25
2.6.2 Räumliche Abgrenzungen	26
2.6.3 Struktur des Verkehrsmodells.....	29
2.6.4 Ursprüngliche Planfallszenarien 2012 bzw. 2020+	30
2.7 Methodische Grundlagen von mikroskopischen Verkehrsmodellen	31
3 Makroskopisches GVK Verkehrsmodell St. Pölten 2018	34
3.1 Verkehrsnachfragedaten	37
3.1.1 Quellseitige Hochrechnung der Raumstrukturdaten	38
3.1.2 Zielseitige Hochrechnung der Raumstrukturdaten.....	43
3.1.3 Nachfrageänderung durch Entwicklungsgebiete	44
3.2 Verkehrsangebotsdaten	47
3.2.1 Netzelemente	47
3.2.2 ÖV - Stadtbusse (LUP – Linien)	49
3.3 Kenngrößenmatrizen	56
3.4 Kalibrierung	59

3.4.1	Kalibrierungsdaten	59
3.4.2	Kombinierte Verkehrsverteilung und Moduswahl	64
3.4.3	Verkehrsumlegung / Streckenbelastungen	67
3.4.4	Anpassung der Verkehrsnachfrage mittels VStromFuzzy	71
3.4.5	Endwerte der Kalibrierung	74
4	Verkehrsflusssimulation Kremser Landstraße	80
4.1	Modellaufbau	80
4.2	Netzmodell	81
4.3	Verhaltenstypen	88
4.4	ÖV - Linien	90
4.5	Radfahrer	91
4.6	Fußgänger	92
4.7	Simulationsparameter	93
5	Ergebnisse	94
5.1	Makroskopische Modellergebnisse	94
5.1.1	Planfall 1 – Einbahnstraße in Richtung Süden	96
5.1.2	Planfall 2 – Einbahnstraße in Richtung Norden	98
5.1.3	Planfall 3 – Gegenläufige Einbahnstraße	100
5.1.4	Planfall 4 – Fahrverbot	102
5.1.5	Streckenspinnen der Kerensstraße	104
5.2	Mikroskopische Modellergebnisse	106
5.2.1	Bewertung von Knotenpunkten	107
5.2.2	Einfluss einer Anrainerverkehrsmodellierung	110
5.2.3	Rückstaulängen und mittlere Wartezeiten	114
5.2.4	Reisezeitmessungen	123
5.3	Bewertungsmatrix	129
6	Zusammenfassung und Ausblick	133
	Literaturverzeichnis	135
	Anhang	138
Anhang 1:	Zuordnung der Verkehrsbezirke im Modell lt. ÖROK	138
Anhang 2:	Zuordnung der Verkehrsbezirke im Modell lt. ÖROK	141
Anhang 3:	Knotenstrombelastungsplan Daniel-Gran-Straße/Schöpferstraße (Oktober 2018)	142
Anhang 4:	Knotenstrombelastungsplan Daniel-Gran-Straße/Kremser Landstraße (Oktober 2018)	144
Anhang 5:	Knotenstrombelastungsplan Daniel-Gran-Straße/Kerensstraße (Oktober 2018)	146
Anhang 6:	Knotenstrombelastungsplan L100 Praterstraße/Maximilianstraße (April 2014)	148
Anhang 7:	Formblatt zur Hochrechnung einer Kurzzeitzählung innerorts	150

Anhang 8: Lokale Modelladaptierungen	151
Anhang 9: Makroskopische Modellergebnisse des Referenzplanfalls	153
Anhang 10: Makroskopische Modellergebnisse des Maßnahmenplanfall 1	155
Anhang 11: Makroskopische Modellergebnisse des Maßnahmenplanfall 2	160
Anhang 12: Makroskopische Modellergebnisse des Maßnahmenplanfall 3	165
Anhang 13: Makroskopische Modellergebnisse des Maßnahmenplanfall 4	170
Anhang 14: Verkehrskenngrößen	175
Anhang 15: Übersichtstabellen der Verkehrskenngrößen.....	185

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Überblick des Arbeitsablaufs	2
Abb. 2: Distanzradien in St. Pölten [Fellendorf et al., 2014]	4
Abb. 3: Alltägliche Ansprüche an den Straßenraum [Collin, 1995]	6
Abb. 4: Ziele der Verkehrsberuhigung in St. Pölten gegliedert in vier Kategorien nach Collin [1995]	7
Abb. 5: St. Pölten Stadtteile [Fellendorf et al., 2014]	10
Abb. 6: Bereich nördlich des Bahnhof St. Pöltens [Openstreetmap, 2019]	10
Abb. 7: Kremser Landstraße 2013 [Fellendorf et al., 2014]	11
Abb. 8: Kremser Landstraße als Umweltverbundachse [Fellendorf et al., 2014]	11
Abb. 9: Kremser Landstraße – Abschnitt Propst-Führer-Straße bis Maximilianstraße März 2019	11
Abb. 10: Kremser Landstraße – Abschnitt Propst-Führer-Straße bis Maximilianstraße November 2019	11
Abb. 11: Maßnahmenplanfall 1 – Einbahnstraße Richtung Süden im Abschnitt Propst-Führer-Straße bis Maximilianstraße	12
Abb. 12: Maßnahmenplanfall 2 – Einbahnstraße Richtung Norden im Abschnitt Daniel-Gran-Straße bis Maximilianstraße	13
Abb. 13: Maßnahmenplanfall 3 – Gegenläufige Einbahn Richtung Norden bzw. Süden bis Maximilianstraße	14
Abb. 14: Maßnahmenplanfall 4 – Beidseitiges Fahrverbot für Kfz im Abschnitt Daniel-Gran-Straße bis Propst-Führer-Straße	15
Abb. 15: Integriertes Vier-Stufen-Modell in Visum [ptv AG, 2011]	18
Abb. 16: Heimtaufkommen für Nachfrageschicht Erwerbstätige mit Pkw (Emp) - WAEW in Prozent. 22	
Abb. 17: Übersicht der Datengrundlage [Fellendorf et al., 2014]	25
Abb. 18: Räumliche Gebietseinteilung und Definition der Verkehrsbeziehung [Fellendorf et al., 2014]	27
Abb. 19: Planungsgebiet (rot) und Untersuchungsgebiet (grün) des Verkehrsmodells St. [Fellendorf et al., 2014]	28
Abb. 20: Modellstruktur – Übersicht 2012 [Fellendorf et al., 2014]	29
Abb. 21: Implementierte Streckenänderungen für den Planfall 1b (2020+) [Fellendorf et al., 2014] ...	30
Abb. 22: Struktur mikroskopischer Verkehrssimulations-modelle [FGSV, 2006]	32
Abb. 23: Modellstruktur - Überblick 2018	35
Abb. 24: Zu-/Abnahme der Bevölkerung pro Bezirk von 2012 bis 2018 in Personen	41
Abb. 25: Zusätzliche Entwicklungsgebiete im Stadtbereich St. Pöltens bis 2018	46
Abb. 26: Grenzen des mesoskopischen Betrachtungsgebiets (grün) und Netzkorrekturen (rot)	48
Abb. 27: Bezirksanbindungen im unkalibrierten Netz	49
Abb. 28: Linienplan der St. Pöltner Lup-Buslinien	51
Abb. 29: Neue Lup-Buslinien 12 und 13 im Verkehrsmodell	52
Abb. 30: ÖV-Belastung der Schnellbuslinie im GVK-Verkehrsmodell [Fellendorf et al., 2014]	53
Abb. 31: Änderung der Personenbeförderung des Nachfragesegments Bus zf. Modellaktualisierung	54
Abb. 32: Änderung der Personenbeförderung des Nachfragesegments Bus zf. Modellaktualisierung (Betrachtungsgebiet)	54
Abb. 33: Exemplarische Darstellung der Haltepunkteanbindung der Buslinie 9	55
Abb. 34 Zusammenhang zwischen Bedienungshäufigkeit und Nutzen	58
Abb. 35: Kalibrierungsablauf des GVK-Verkehrsmodells 2018	59

Abb. 36: Durchschnittliche Wegelänge nach Verkehrsmittel und nach Raumtypen der Bezirke 2013/2014 [Österreich unterwegs, 2016]	60
Abb. 37: Anteil an Wegen je Hauptverkehrsmittel (Modal-Split) nach Raumtypen der Bezirke 2013/2014 [Österreich unterwegs, 2016]	60
Abb. 38: Knotenstromzählungen der Daniel-Gran-Straße 2018 und L100 Praterstraße 2014	63
Abb. 39: Verteilungsfunktion des Nutzens zufolge der Gravitationsparameter im GVK-Verkehrsmodell 2012	66
Abb. 40: Ansatz zur Kalibrierung der Verteilungsfunktion des Nutzens zufolge variiertes Gravitationsparameter im GVK-Verkehrsmodell 2018	66
Abb. 41: Definition der Abbiegerwinkel (Fellendorf et al. [2014])	69
Abb. 42: Workflow der Funktion VStromFuzzy	71
Abb. 43: Vergleich von Zählwerten und modellierten Verkehrsstärken inkl. Häufigkeitsverteilung des Verhältnisses von modellierter zur gezählten Verkehrsstärke im Ausgangszustand	76
Abb. 44: Vergleich von Zählwerten und modellierten Verkehrsstärken inkl. Häufigkeitsverteilung des Verhältnisses von modellierter zur gezählten Verkehrsstärke	79
Abb. 45: Modellstruktur der mikroskopischen Verkehrsflusssimulation	81
Abb. 46: Knotenausführung in Fahrstreifenansicht, Kreuzung L100 Praterstraße / Daniel-Gran-Straße	82
Abb. 47: Knotenausführung in Gitteransicht, Kreuzung L100 Praterstraße / Daniel-Gran-Straße	82
Abb. 48: Streckennetz nach ANM-Export	82
Abb. 49: Angepasstes Streckennetz	82
Abb. 50: Konfliktflächen 1, Kreuzung Propst-Führer-Straße/ Kremser Landstraße	83
Abb. 51: Konfliktflächen 2, Kreisverkehr bei Gewerkschaftsplatz	83
Abb. 52: Kfz-Zuflüsse des Vissim-Modells	85
Abb. 53: Lkw – Anteile der modellierten Strecken im Betrachtungsgebiet	86
Abb. 54: Langsamfahrbereiche Kreuzung Propst-Führer-Straße / Kerensstraße	84
Abb. 55: Exemplarische Ausführung der Langsamfahrbereiche für Rechtsabbieger	84
Abb. 56: Fahrzeugrouten 1, Kreuzung Propst-Führer-Straße/Mühlweg	87
Abb. 57: Fahrzeugrouten 2, Kreisverkehr nördlich des Hauptbahnhofs	87
Abb. 58: LSA und Detektoren Kremser Landstraße/ Daniel-Gran-Straße	88
Abb. 59: Haltestelle Maximilianstraße in St. Pölten, März 2019, Blickrichtung Süden	90
Abb. 60: Modellierter Haltestelle Maximilianstraße, Blickrichtung Süden	90
Abb. 61: Haltestelle Universitätsklinikum in St. Pölten, März 2019, Blickrichtung Norden	91
Abb. 62: Modellierter Haltestelle Universitätsklinikum, Blickrichtung Norden	91
Abb. 63: Fahrrad-Zuflüsse und -routen des Vissim Modells	92
Abb. 64: Gliederung der Ergebnisse	94
Abb. 65: Straßennamen des Betrachtungsgebiets	95
Abb. 66: Maßnahmenplanfall 1 – Verlagerung der Streckenbelastungen des MIV (MP1 – RPF)	96
Abb. 67: Maßnahmenplanfall 1, Streckenbezogene Zu-/Abnahme der Belastung des MIV (MP1 – RPF)	97
Abb. 68: Maßnahmenplanfall 1, Streckenbezogene Zu-/Abnahme der Belastung des MIV in Prozent (MP1 – RPF)	97
Abb. 69: Maßnahmenplanfall 2 – Verlagerung der Streckenbelastungen des MIV (MP2 – RPF)	98
Abb. 70: Planfall 2, Streckenbezogene Zu-/Abnahme der Belastung des MIV (Planfall 2 – Basisfall) ..	99

Abb. 71: Planfall 2, Streckenbezogene Zu-/Abnahme der Belastung des MIV in Prozent (Planfall 2 – Basisfall)	99
Abb. 72: Maßnahmenplanfall 3 – Verlagerung der Streckenbelastungen des MIV (MP3 – RPF)	100
Abb. 73: Maßnahmenplanfall 3, Streckenbezogene Zu-/Abnahme der Belastung des MIV (MP3 – RPF)	101
Abb. 74: Maßnahmenplanfall 3, Streckenbezogene Zu-/Abnahme der Belastung des MIV in Prozent (MP3 – RPF).....	101
Abb. 75: Maßnahmenplanfall 4 – Verlagerung der Streckenbelastungen des MIV (MP4 – RPF)	102
Abb. 76: Planfall 4, Streckenbezogene Zu-/Abnahme der Belastung des MIV (Planfall 4 – Basisfall)	103
Abb. 77: Planfall 4, Streckenbezogene Zu- Abnahme der Belastung des MIV in Prozent (Planfall 4 – Basisfall)	103
Abb. 78: Beidseitige Streckenspinne des nördlichen Abschnitts der Kerensstraße im Referenzplanfall	104
Abb. 79: Vergleich der Maßnahmenplanfälle 1 bis 4 mit dem Referenzplanfall bezüglich ihrer Streckenspinnen im nördlichen Abschnitt der Kerensstraße	105
Abb. 80: Übersicht der Bebauungsabschnitte für die Abschätzung der Quell- und Zielfahrten bei der Anrainerverkehrsmodellierung im MP4b	111
Abb. 81: Zusätzliche Parkmöglichkeiten bei der Anrainerverkehrsmodellierung im MP4b	112
Abb. 82: Vergleich der Ergebnisse mit und ohne Anrainerverkehrsmodellierung bzgl. der Rückstaulänge	113
Abb. 83: Vergleich der Ergebnisse mit und ohne Anrainerverkehrsmodellierung bzgl. der Verlustzeiten	113
Abb. 84: Knotenübersicht der Untersuchung zufolge Rückstaulängen und mittlerer Wartezeiten ...	114
Abb. 85: Maximale und mittlere Rückstaulängen auf der Kreuzung Kremser Landstraße/Daniel-Gran-Straße	115
Abb. 86: Mittlere Wartezeiten/QSV des MIV auf der Kreuzung Kremser Landstraße/Daniel-Gran-Straße	116
Abb. 87: Mittlere Wartezeiten/QSV des ÖV auf der Kreuzung Kremser Landstraße/Daniel-Gran-Straße	116
Abb. 88: Maximale und mittlere Rückstaulängen auf der Kreuzung Kremser Landstraße/Maximilianstraße	117
Abb. 89: Mittlere Wartezeiten/QSV des MIV auf Kreuzung Kremser Landstraße/Maximilianstraße	118
Abb. 90: Mittlere Wartezeiten/QSV des MIV auf Kreuzung Kremser Landstraße/Maximilianstraße	118
Abb. 91: Maximale und mittlere Rückstaulängen auf der Kreuzung Kremser Landstraße/Propst-Führer-Straße	119
Abb. 92: Mittlere Wartezeiten/QSV des MIV auf der Kreuzung Kremser Landstraße/Propst-Führer-Straße	120
Abb. 93: Mittlere Wartezeiten/QSV des ÖV auf der Kreuzung Kremser Landstraße/Propst-Führer-Straße	120
Abb. 94: Maximale und mittlere Rückstaulängen auf der Kreuzung Kerensstraße/Maximilianstraße	121
Abb. 95: Mittlere Wartezeiten/QSV des MIV auf der Kreuzung Kerensstraße/Maximilianstraße	122
Abb. 96: Maximale und mittlere Rückstaulängen auf der Kreuzung Praterstraße/Maximilianstraße	122
Abb. 97: Mittlere Wartezeiten/QSV des MIV auf der Kreuzung Praterstraße/Maximilianstraße	123
Abb. 98: Übersicht der Start- und Endpunkte sowie des Verlaufs der Reisezeitmessungen	124

Abb. 99: Pkw-Reisezeitenverteilungen (Ost-West) auf der Daniel-Gran-Straße für alle Planfälle	125
Abb. 100: Pkw-Reisezeitenverteilungen (West-Ost) auf der Daniel-Gran-Straße für alle Planfälle ...	125
Abb. 101: Pkw-Reisezeitenverteilungen (Nord-Süd) auf der Praterstraße für alle Planfälle	126
Abb. 102: Pkw-Reisezeitenverteilungen (Süd-Nord) auf der Praterstraße für alle Planfälle	126
Abb. 103: ÖV-Reisezeitenverteilungen (Nord-Süd) des Linienbündel 1 für alle Planfälle	127
Abb. 104: ÖV-Reisezeitenverteilungen (Süd-Nord) des Linienbündel 1 für alle Planfälle	127
Abb. 105: ÖV-Reisezeitenverteilungen (Nord-Süd) des Linienbündel 2 für alle Planfälle	127
Abb. 106: ÖV-Reisezeitenverteilungen (Süd-Nord) des Linienbündel 2 für alle Planfälle	127
Abb. 107: ÖV-Reisezeitenverteilungen (Nord-Süd) des Linienbündel 3 für alle Planfälle	128
Abb. 108: ÖV-Reisezeitenverteilungen (Süd-Nord) des Linienbündel 3 für alle Planfälle	128
Abb. 109: Knotenstrombelastungsplan der Morgenspitze auf der Kreuzung Daniel-Gran- Straße/Schöpferstraße.....	142
Abb. 110: Knotenstrombelastungsplan der Nachmittagsspitze auf der Kreuzung Daniel-Gran- Straße/Schöpferstraße.....	143
Abb. 111: Knotenstrombelastungsplan der Morgenspitze auf der Kreuzung Daniel-Gran- Straße/Kremser Landstraße	144
Abb. 112: Knotenstrombelastungsplan der Nachmittagsspitze auf der Kreuzung Daniel-Gran- Straße/Kremser Landstraße	145
Abb. 113: Knotenstrombelastungsplan der Morgenspitze auf der Kreuzung Daniel-Gran- Straße/Kerensstraße	146
Abb. 114: Knotenstrombelastungsplan der Nachmittagsspitze auf der Kreuzung Daniel-Gran- Straße/Kerensstraße	147
Abb. 115: Knotenstrombelastungsplan der Morgenspitze auf der Kreuzung Praterstraße/Maximilianstraße	148
Abb. 115: Knotenstrombelastungsplan der Morgenspitze auf der Kreuzung Praterstraße/Maximilianstraße	149
Abb. 117: Werktägliche MIV - Streckenbelastungen (DTVw) des Referenzplanfalls	153
Abb. 118: Auslastungsgrade der Strecken des Referenzplanfalls	154
Abb. 119: Werktägliche MIV - Streckenbelastungen (DTVw) des Maßnahmenplanfall 1	155
Abb. 120: Prozentuelle Veränderung der werktäglichen MIV Streckenbelastung durch Maßnahmenplanfall 1 (Referenzplanfall – Maßnahmenplanfall 1).....	156
Abb. 121: Prozentuelle Veränderung der werktäglichen MIV Streckenbelastung durch Maßnahmenplanfall 1 (Referenzplanfall – Maßnahmenplanfall 1).....	157
Abb. 122: Auslastungsgrade der Strecken des Maßnahmenplanfall 1	158
Abb. 123: Absolute Veränderung der Streckenauslastungsgrade durch Maßnahmenplanfall 1 (Referenzplanfall – Maßnahmenplanfall 1)	159
Abb. 124: Werktägliche MIV - Streckenbelastungen (DTVw) des Maßnahmenplanfall 2	160
Abb. 125: Absolute Veränderung der werktäglichen MIV Streckenbelastung durch Maßnahmenplanfall 2 (Referenzplanfall – Maßnahmenplanfall 2).....	161
Abb. 126: Prozentuelle Veränderung der werktäglichen MIV Streckenbelastung durch Maßnahmenplanfall 2 (Referenzplanfall – Maßnahmenplanfall 2).....	162
Abb. 127: Auslastungsgrade der Strecken des Maßnahmenplanfall 2	163
Abb. 128: Absolute Veränderung Streckenauslastungsgrade durch Maßnahmenplanfall 2 (Referenzplanfall – Maßnahmenplanfall 2)	164
Abb. 129: Werktägliche MIV - Streckenbelastungen (DTVw) des Maßnahmenplanfall 3	165

Abb. 130: Absolute Veränderung der werktäglichen MIV Streckenbelastung durch Maßnahmenplanfall 3 (Referenzplanfall – Maßnahmenplanfall 3).....	166
Abb. 131: Prozentuelle Veränderung der werktäglichen MIV Streckenbelastung durch Maßnahmenplanfall 3 (Referenzplanfall – Maßnahmenplanfall 3).....	167
Abb. 132: Auslastungsgrade der Strecken des Maßnahmenplanfall 3	168
Abb. 133: Absolute Veränderung Streckenauslastungsgrade durch Maßnahmenplanfall 3 (Referenzplanfall – Maßnahmenplanfall 3)	169
Abb. 134: Werktägliche MIV - Streckenbelastungen (DTVw) des Maßnahmenplanfall 4	170
Abb. 135: Absolute Veränderung der werktäglichen MIV Streckenbelastung durch Maßnahmenplanfall 4 (Referenzplanfall – Maßnahmenplanfall 4).....	171
Abb. 136: Prozentuelle Veränderung der werktäglichen MIV Streckenbelastung durch Maßnahmenplanfall 4 (Referenzplanfall – Maßnahmenplanfall 4).....	172
Abb. 137: Auslastungsgrade der Strecken des Maßnahmenplanfall 4	173
Abb. 138: Absolute Veränderung Streckenauslastungsgrade durch Maßnahmenplanfall 4 (Referenzplanfall – Maßnahmenplanfall 4)	174
Abb. 139: Maximale und mittlere Rückstaulängen auf der Kreuzung Praterstraße/Propst-Führer- Straße.....	175
Abb. 140: Mittlere Wartezeiten des MIV auf Kreuzung Praterstraße/Propst-Führer-Straße.....	175
Abb. 141: Mittlere Wartezeiten des ÖV auf Kreuzung Praterstraße/Propst-Führer-Straße.....	176
Abb. 142: Maximale und mittlere Rückstaulängen auf der Kreuzung Praterstraße/Daniel-Gran-Straße	176
Abb. 143: Mittlere Wartezeiten des MIV auf Kreuzung Praterstraße/Daniel-Gran-Straße.....	177
Abb. 144: Maximale und mittlere Rückstaulängen auf der Kreuzung Kerensstraße/Propst-Führer- Straße.....	177
Abb. 145: Mittlere Wartezeiten des MIV auf Kreuzung Kerensstraße/Propst-Führer-Straße.....	178
Abb. 146: Mittlere Wartezeiten des ÖV auf Kreuzung Kerensstraße/Propst-Führer-Straße.....	178
Abb. 147: Maximale und mittlere Rückstaulängen auf der Kreuzung Kerensstraße/Daniel-Gran-Straße	179
Abb. 148: Mittlere Wartezeiten des MIV auf Kreuzung Kerensstraße/Daniel-Gran-Straße.....	179
Abb. 149: Mittlere Wartezeiten des ÖV auf Kreuzung Kerensstraße/Daniel-Gran-Straße.....	180
Abb. 150: Maximale und mittlere Rückstaulängen auf der Kreuzung Mühlweg/Propst-Führer-Straße	180
Abb. 151: Mittlere Wartezeiten des MIV auf Kreuzung Mühlweg/Propst-Führer-Straße.....	181
Abb. 152: Mittlere Wartezeiten des ÖV auf Kreuzung Mühlweg/Propst-Führer-Straße.....	181
Abb. 153: Maximale und mittlere Rückstaulängen auf der Kreuzung Mühlweg/Maximilianstraße...	182
Abb. 154: Mittlere Wartezeiten des MIV auf Kreuzung Mühlweg/Maximilianstraße	182
Abb. 155: Maximale und mittlere Rückstaulängen auf der Kreuzung Mühlweg/Daniel-Gran-Straße	183
Abb. 156: Mittlere Wartezeiten des MIV auf Kreuzung Mühlweg/Daniel-Gran-Straße.....	183
Abb. 157: Mittlere Wartezeiten des ÖV auf Kreuzung Mühlweg/Daniel-Gran-Straße.....	184

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der Maßnahmenplanfälle.....	16
Tabelle 2: Eckdaten des makroskopischen GVK-Verkehrsmodells 2012	24
Tabelle 3: Übersicht – verhaltenshomogene Gruppen [Fellendorf et al., 2014]	26
Tabelle 4: Eckdaten des GVK-Verkehrsmodells 2012 bzw. 2018	34
Tabelle 5: Übersicht der Modellelemente	36
Tabelle 6: Verhaltenshomogene Gruppen	38
Tabelle 7: Hochrechnungsfaktor für 0 bis 14-Jährige.....	39
Tabelle 8: Hochrechnungsfaktor für 0 bis 19-Jährige.....	39
Tabelle 9: Hochrechnungsfaktor für 20 bis 44-Jährige.....	39
Tabelle 10: Hochrechnungsfaktor für 44 bis 64-Jährige.....	40
Tabelle 11: Hochrechnungsfaktor für 20 bis 64-Jährige.....	40
Tabelle 12: Hochrechnungsfaktor für über 64-Jährige.....	40
Tabelle 13: Veränderungen der Personen der VHG über den Prognosehorizont.....	42
Tabelle 14: Hochrechnungsfaktor des Beschäftigungspotentials mittels des Hauptszenarios der Erwerbsprognose	43
Tabelle 15: Hochrechnungsfaktor des Ausbildungspotentials anhand der Bevölkerungsprognose für 0- 19-Jährige	44
Tabelle 16: Hochrechnungsfaktor des Freizeit-, Einkaufs- und Sonstigen Potentials anhand der Bevölkerungsprognose der Gesamtbevölkerung.....	44
Tabelle 17: Fertigstellungsgrad der Entwicklungs-gebiete bis 2018	45
Tabelle 18: Modellierte Lup-Buslinien - Übersicht.....	50
Tabelle 19: Vergleich der modellierten Schnellbuslinie (2012) und realer Lup-Linie 12	54
Tabelle 20: Modal Split in Abhängigkeit von der Wegelänge (St. Pöltner + Pendler); n = 3.781 (Fellendorf et al. 2014).....	61
Tabelle 21: Vergleich der Modellrechnung und Zähldaten (GVK 2012).....	62
Tabelle 22: Ergebnisse der ASFINAG Zählstellen, September 2018.....	62
Tabelle 23: Ergebnisse der Hochrechnung der Kurzzeitzählung auf der Daniel-Gran-Straße vom Dienstag, 5. Oktober 2018.....	64
Tabelle 24: Ergebnisse der Hochrechnung der Kurzzeitzählung des Knotenpunkts L100 Praterstraße/Maximilianstraße vom Dienstag, 8. April 2014	64
Tabelle 25: Reiseweitenverteilung und Modal aus Split GVK-Verkehrsmodell - Basisfall [Fellendorf et al., 2014].....	65
Tabelle 26: Mittlere Wegelänge GVK aus Basisfall [Fellendorf et al., 2014].....	65
Tabelle 27: Reiseweitenverteilung und Modal Split im aktualisierten Modell vor der Kalibrierung	65
Tabelle 28: Mittlere Wegelänge im aktualisierten Modell vor der Kalibrierung	65
Tabelle 29: Vergleich der Reiseweitenverteilung zufolge Variation der Gravitationsparameter	66
Tabelle 30: Reiseweitenverteilung und Modal Split nach Multiplikation der Verteilungsfunktion.....	67
Tabelle 31: Rangzuordnung der Strecken im PG (Fellendorf et al. [2014]).....	69
Tabelle 32: Abbiegerkapazitäten und Zeitverluste an signalgesteuerten Knoten im GVK- Verkehrsmodell 2012 (Fellendorf et al. [2014]).....	70
Tabelle 33: Abbiegerkapazitäten an nichtsignalisierten Knotenpunkten im GVK-Verkehrsmodell 2012 (Fellendorf et al. [2014]).....	70
Tabelle 34: Abbiegezeitverluste t_0 an nichtsignalgesteuerten Knotenpunkten (Fellendorf et al. [2014])	71
Tabelle 35: Streckenbelastungen vor der Kalibrierung	75

Tabelle 36: Kalibrierte Abbiegewiderstände an signalgesteuerten Knotenpunkten im GVK-Verkehrsmodell 2018	76
Tabelle 37: Kalibrierte Parameter der CR-Funktion	77
Tabelle 38: Ergebnisse der kalibrierten Streckenwerte	78
Tabelle 39: Ergebnisse der Streckenbelastungen (A+S)	78
Tabelle 40: Zuschläge für zusätzlichen Zeitverlust vor und hinter einem Kreisverkehr in Abhängigkeit von der mittleren Pkw-Fahrtgeschwindigkeit auf der Strecke vor bzw. hinter dem Knotenpunkt [FGSV, 2015]	107
Tabelle 41: Grenzwerte für die Qualitätsstufen an signalisierten Knotenpunkten [FGSV, 2015].....	108
Tabelle 42: Zuschläge für zusätzlichen Zeitverlust vor und hinter einer Kreuzung bzw. Einmündung ohne Lichtsignalanlage in Abhängigkeit von der Art der Vorfahrtregelung der betroffenen Zufahrt und der mittleren Pkw-Fahrtgeschwindigkeit auf der Strecke vor bzw. hinter dem Knotenpunkt [FGSV, 2015]	109
Tabelle 43: Grenzwerte der Qualitätsstufen an nichtsignalisierten Knotenpunkten [FGSV, 2015]....	109
Tabelle 44: Abschätzung der Quell- und Zielfahrten in der Kremser Landstraße	111
Tabelle 45: Übersicht der IV-Reisezeitmessungen	124
Tabelle 46: Übersicht der ÖV-Reisezeitmessungen	125
Tabelle 47: Vergleich der Summen über alle berechneten Fahrstreifen der mittleren Rückstaulänge, der mittleren MIV-Wartezeiten und der mittleren ÖV-Wartezeiten.....	129
Tabelle 48: Summe der QSV aller untersuchten Knotenpunkte	129
Tabelle 49: Streckenbelastung der Kerensstraße in allen Planfällen.	130
Tabelle 50: Bewertungsmatrix der Planfälle für quantitativen und qualitativen Faktoren	131
Tabelle 51: Zuordnung der Verkehrsbezirke des Verkehrsmodells zu den politischen Bezirken	138
Tabelle 52: Zusätzliche Strukturgrößenveränderung auf Basis der Entwicklungsgebiete für 2018 und 2025.....	141
Tabelle 53: Formblatt zur Hochrechnung einer Kurzzeitzählung innerorts	150
Tabelle 54: Lokale Änderungen der Zeitzuschläge der Abbiegerelationen.....	151
Tabelle 55: Lokale Änderungen der Abbiegerkapazitäten	152
Tabelle 56: Maximale Mittlere Wartezeiten in Sekunden pro Planfall an den einzelnen Knoten mit prozentueller Veränderung zum Referenzplanfall und Abbiegerelation des betroffenen Fahrstreifens.....	185
Tabelle 57: Qualitätsstufe des Verkehrsablaufs (QSV) pro Planfall an den einzelnen Knoten mit Abbiegerelation des betroffenen Fahrstreifens.....	186
Tabelle 58: Summe der QSV A bis F für alle untersuchte Knoten im Betrachtungsgebiet pro Planfall	186
Tabelle 59: Durchschnittliche Mittlere Wartezeiten in Sekunden aller Knotenarme pro Planfall an den einzelnen Knoten mit Prozentueller Veränderung zum Referenzplanfall	187
Tabelle 60: Summe der Mittleren Wartezeiten für alle untersuchte Knoten im Betrachtungsgebiet pro Planfall inklusive prozentueller Veränderung zum Referenzplanfall	187
Tabelle 61: Maximale Rückstaulänge in Meter pro Planfall an den einzelnen Knoten mit prozentueller Veränderung zum Referenzplanfall und Abbiegerelation des betroffenen Fahrstreifens	188
Tabelle 62: Durchschnittliche Rückstaulängen in Meter aller Knotenarme pro Planfall an den einzelnen Knoten mit Prozentueller Veränderung zum Referenzplanfall	189
Tabelle 63: Summe der Mittleren Rückstaulängen für alle untersuchte Knoten im Betrachtungsgebiet pro Planfall inklusive prozentueller Veränderung zum Referenzplanfall.....	189

Abkürzungen

AV	Außenverkehr
BMDW	Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
BMVIT	Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technik
DV	Durchgangsverkehr
DTV	Durchschnittliche Tägliche Verkehrsstärke
DTV _w	Durchschnittliche Tägliche Verkehrsstärke Werktags
DWV	Durchschnittlicher Werktags Verkehr
FSGV	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen
GVK	Generalverkehrskonzept
IV	Individualverkehr
LOS	Level of Service
LUP	Lupus (lat.: Wolf)
MIV	Motorisierter Individualverkehr
NÖ	Niederösterreich
ÖBB	Österreichische Bundesbahnen
ÖROK	Österreichische Raumordnungskonferenz
ÖV	Öffentlicher Verkehr
PG	Planungsgebiet
QV	Quellverkehr
QZD-Verkehr	Quell-, Ziel-, und Durchgangs Verkehr
UG	Untersuchungsgebiet
VHG	Verhaltenshomogene Gruppen
ZV	Zielverkehr

1 Einleitung

Die im Zeitraum der 50er bis Anfang 70er Jahre geschaffenen Straßenbaurichtlinien erleben schon seit vielen Jahren einen großen Umschwung. Mit den Bedingungen des zügigen Kfz-Verkehrs und dem Leitprinzip der weitgehenden Trennung der Verkehrsarten wurde eine einseitige Dominanz der Autonutzung geschaffen, welche die Funktion der Mehrfachnutzung im innerstädtischen Bereich mehr und mehr verdrängte. Um diesen Effekten entgegenzuwirken, erkannte man im europäischen Raum bereits in den 70er Jahren den Handlungsbedarf im verkehrsplanerischen Bereich der Verkehrsberuhigung [Collin, 1995].

Auch die niederösterreichische Landeshauptstadt St. Pölten verspürte die Auswirkungen dieser Trends seit ihrem wirtschaftlichen Aufschwung und der damit einhergehenden Erhöhung der Verkehrsnachfrage seit Mitte der 80er Jahre. Um diesen negativen Trends entgegenzutreten zu können, wurde im Jahre 2014 ein neues Generalverkehrskonzept (GVK) für die Stadt St. Pölten veröffentlicht. Dieses stellt dabei eine bedeutende Leitlinie für die tägliche Arbeit der Stadtverwaltung dar, da es als strategisches Instrument der Verkehrsplanung jenen Weg vorgibt, den die Stadt St. Pölten im Verkehrsbelangen beschreiten möchte. Um die neuen Ziele des GVK zu erreichen, wurde, wie bei Fellendorf et al. [2014] angeführt, ein Maßnahmenprogramm entwickelt, welches in puncto Straßenaus- und Straßenumbau auf das Verlagern, sowie Beruhigen des Kfz-Verkehrs abzielt. Mit der Schaffung von Umweltverbundachsen oder Lebensraumstraßen sollen maßgeschneiderte Lösungen für die Reduktion des Kfz-Verkehrs auf neuralgischen Strecken in den betroffenen Stadtteilen gefunden werden. Deren zweckmäßigste Ausführung gilt es dann mit Hilfe nachvollziehbarer Kriterien auf fachlicher Ebene und unter Einbeziehung der Betroffenen zu diskutieren und anschließend umzusetzen. Im Zuge dessen erfährt auch der Stadtteil nördlich des Hauptbahnhof St. Pöltens, die Kernstadt Nord, eine Umgestaltung zu Gunsten der Verkehrsmittel des Umweltverbundes (Fahrrad, Öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV) sowie zu Fuß gehen). Die dort liegende Kremser Landstraße soll deshalb im Rahmen der Verkehrsberuhigung bzw. -verlagerung als Umweltverbundachse ausgeführt werden. Welche möglichen Auswirkungen dabei auf der Achse selbst, sowie auf den umliegenden Streckenzügen entstehen, und wie groß deren Ausmaß ist, soll in dieser Arbeit in zwei sequentiell ablaufenden Schritten untersucht werden.

Mithilfe eines bereits bestehendem multimodalen Verkehrsmodell St. Pöltens, welches im Zusammenhang mit dem GVK im Jahr 2012 erstellt wurde, werden in der ersten Stufe die verkehrlichen Kenngrößen der als Umweltverbundachse ausgeführten Strecke untersucht. Neben der Achse selbst werden auch die parallellaufenden (Wohn-)Straßen bezüglich ihrer Verkehrsverlagerungen und Auslastung analysiert. Bevor jedoch in dieser Untersuchung mit dem makroskopischen Verkehrsmodell gearbeitet werden kann, muss eine Modellaktualisierung auf das Basisjahr 2018 und eine neuerliche Kalibrierung dessen erfolgen. Von den Aktualisierungen betroffen sind vor allem die nachfrageseitigen Raumstrukturdaten, aber auch die angebotsseitige Veränderung des Straßennetzes und jene des öffentlichen Verkehrs (ÖV) seit dem Jahr 2012. Für die Kalibrierung werden dann aktuelle Querschnittsdaten gesammelt und als Kalibriergrößen herangezogen. Auch die Linienbeförderungen des ÖV, sowie der Modalsplit und die Fahrtweitenverteilung sollen dabei Berücksichtigung finden.

Basierend auf den Ergebnissen des makroskopischen Modells wird anschließend im zweiten Schritt eine mikroskopische Verkehrsflusssimulation aufgebaut. Anhand dieser können detailliertere Aussagen über die Auswirkungen im untersuchten Streckennetz getroffen werden. Vor allem sollen die Veränderungen der Reisezeiten von Kfz und der Stadtbusse, die über die Achse verlaufen, vertieft

analysiert werden. Weitere Parameter, wie zum Beispiel Wartezeiten und die damit einhergehende Einteilung in genormte Qualitätsstufen sind hierbei ebenfalls von Relevanz. Die folgende Abbildung stellt dabei einen vereinfachten Überblick des Arbeitsablauf dar.

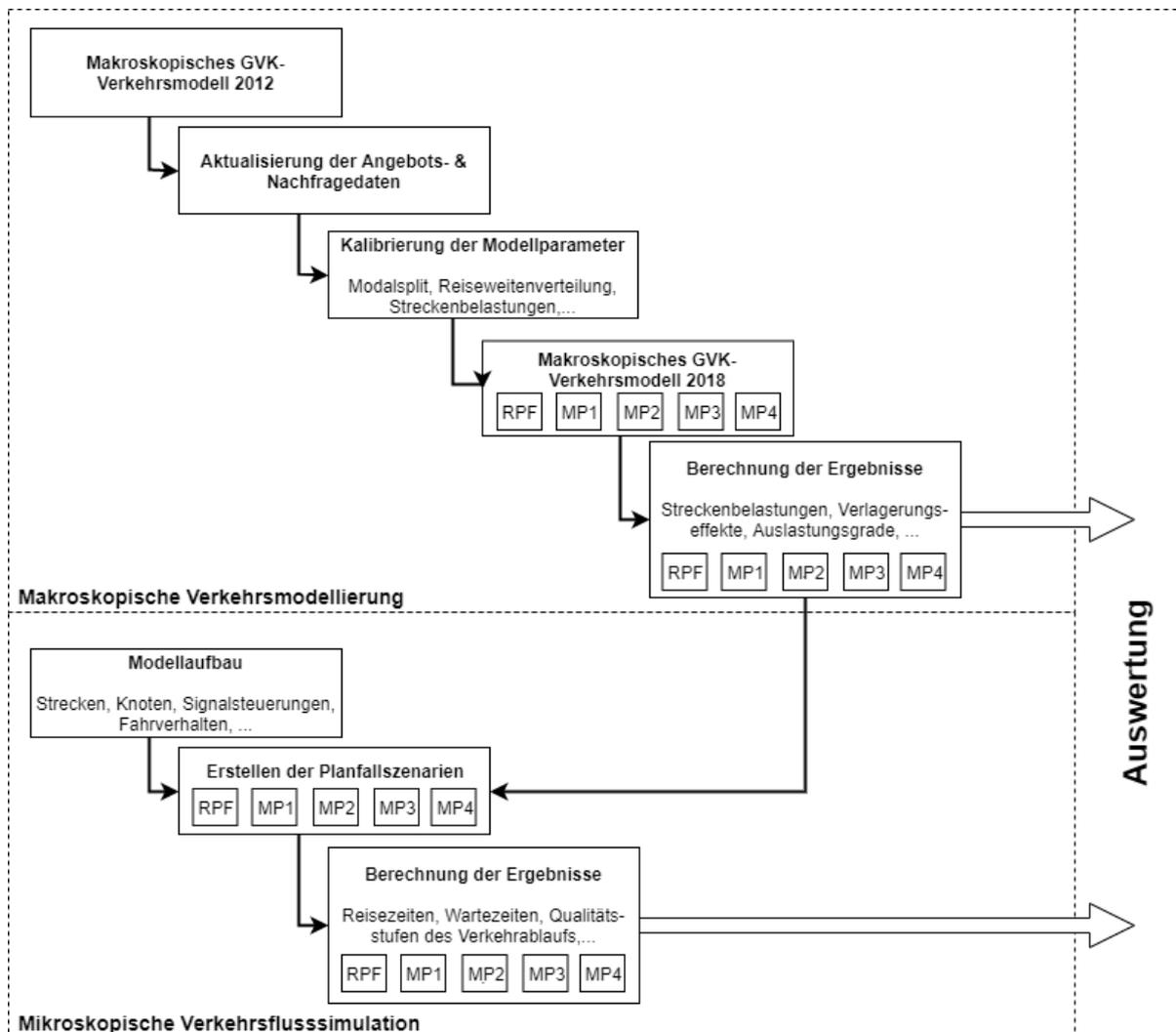


Abb. 1: Überblick des Arbeitsablaufs

Der Aufbau dieser Arbeit ist in 6 Kapitel gegliedert. Zu Beginn werden in Kapitel 2 die Grundlagen der Verkehrsberuhigung und der Umweltverbundachse allgemein erklärt. Ebenso werden hier die verschiedenen Ausführungsmöglichkeiten dieser als Maßnahmenplanfälle erläutert, bevor dann auf die Grundlagen der Verkehrsmodelle makro- und mikroskopischer Art eingegangen wird. Zuletzt wird in Kapitel 2 das bereits bestehende multimodale GVK-Verkehrsmodell 2012 St. Pöltns mit seinen Eckdaten beschrieben. Alle vollzogenen Adaptierungen sowie Aktualisierungen des makroskopischen GVK-Verkehrsmodell 2019 werden gefolgt von der Kalibration in Kapitel 3 angeführt. Basierend auf den Ergebnissen des makroskopischen Verkehrsmodells wird dann in Kapitel 4 der Aufbau und die Durchführung der mikroskopischen Verkehrsflusssimulation erklärt, bevor dann in Kapitel 5 die relevanten Ergebnisse beider Verkehrsmodelle behandelt werden. Zuletzt befindet sich in Kapitel 6 eine Zusammenfassung der Ergebnisse mit einem dazugehörigen Ausblick für die Umsetzung der Umweltverbundachse.

2 Grundlagen

Um einen Überblick der Situation in St. Pölten zu erlangen, werden in den folgenden Abschnitten die grundlegenden Elemente dieser Arbeit näher erläutert. Dazu zählt vor allem das im Jahre 2014 erstellte GVK der niederösterreichischen Landeshauptstadt. Anschließend werden die Ziele und Maßnahmen einer Verkehrsberuhigung allgemein definiert und mit den in St. Pölten angewendeten Methoden verglichen. Für die Modellierung dieser Maßnahmen wird daraufhin auf die Funktionsweise von makro- sowie mikroskopischen Verkehrsmodellen eingegangen.

2.1 Generalverkehrskonzept St. Pölten 2014

Seit der Erstellung des Vorgängerkonzeptes im Jahr 1989 erlebte die Stadt St. Pölten einige Veränderungen im Handlungsfeld der Mobilität und des Verkehrs. So ist St. Pölten zum einen mit dem 1997 fertig gestellten Regierungsviertel zur Landeshauptstadt Niederösterreichs erhoben worden. Ebenso kam es zum EU-Beitritt Österreichs im Jahre 1995, während auch der Ausbau der Westbahn zur Hochleistungsstrecke mit der Erneuerung des St. Pöltner Bahnhofs zu Veränderungen im verkehrlichen Alltag der Stadt führte.

Mit diesem neuen Verkehrskonzept möchte man 2014 den Herausforderungen der Gegenwart entgegentreten und den Verkehr in St. Pölten in eine zukunftsweisende Richtung leiten. Mit einem längerfristigen Leitbild soll der Verkehr der Stadt selbst sowie darüber hinaus in der umgebenden Region, unter Berücksichtigung aller Verkehrsträger, möglichst effizient und schonend für die von den Auswirkungen betroffenen Menschen und die Umwelt abgewickelt werden. Dieses GVK dient dementsprechend als strategisches Instrument der Verkehrsplanung und soll den Weg des Verkehrsbelangens von St. Pölten für die nächsten zehn bis 15 Jahre vorgeben. [Fellendorf et al,2014]

Insbesondere im öffentlichen Raum sieht die Verwaltung der Stadt einen Handlungsbedarf. Durch die in den vergangenen Jahrzehnten geschaffenen monofunktionalen Straßenräume und die Dominanz des Autoverkehrs wurde für Radfahrer und Fußgänger ein unattraktives Umfeld geschaffen. Dadurch wird das zu Fuß Gehen und der Aufenthalt auf der Straße selbst als unangenehm empfunden, wobei auch das Gefühl entsteht, andere Verkehrsteilnehmer würden Privilegien erhalten. Umgekehrt soll aber der Prozentsatz der Fußwege von 16 Prozent aller Wege werktags gesteigert werden, indem der öffentliche Raum aufgewertet wird. Dies soll vor allem in den Stadtteilzentren dadurch geschehen, dass beispielsweise der Verkehrsraum einer Straßenkreuzung zum platzartig qualitativ hochwertigen Aufenthalts- bzw. Lebensraum umgestaltet wird.

Problematisch sieht die Stadt unter anderem auch den Stand bzw. Trend der Mobilität im Jahr 2012. So werden etwa ein Viertel aller Wege unter einem Kilometer, und rund die Hälfte der Wege zwischen zwei und drei Kilometer in St. Pölten mit dem Pkw zurückgelegt. Vor allem diese kurzen Wege sollen zukünftig für den Umweltverbund attraktiver gestaltet werden. Ebenfalls liegen große Stadtteile St. Pöltens, vom Zentrum aus betrachtet, im Einzugsbereich von drei Kilometer, wodurch die Stadt auch topografisch gut für den Radverkehr geeignet wäre (Abb. 2). Aufgrund des, verglichen mit anderen Landeshauptstädten, relativ hohen Anteils der Wege, die mit dem motorisierten Individualverkehr (MIV) zurückgelegt werden, soll ein klarer Schwerpunkt des GVK das Umgestalten des Radverkehrs sein.



Abb. 2: Distanzradien in St. Pölten [Fellendorf et al., 2014]

Für die Umsetzung des GVK einigte man sich zufolge der Befunde und Trends im Jahr 2014 unter Einbeziehung der Anregungen der Bevölkerung und nach Diskussion mit den begleitenden Steuerungsgremien auf folgende Verkehrsziele:

- Zukunftsweisende Mobilität in den neuen Stadtteilen
- Aufwertung des öffentlichen Raums
- Mehr Lebensqualität durch weniger Kfz-Verkehr
- Schaffung attraktiver Fußwege im städtischen Bereich
- Förderung des Radverkehrs
- Verbesserung der Angebotsqualität im öffentlichen Verkehr (ÖV)
- Verringerung der Abhängigkeit vom privaten Pkw

Um die gesteckten Ziele zu erreichen, wurde im GVK St. Pöltens ein Maßnahmenprogramm entwickelt, welches sich vier Punkte gliedert. Der erste Bereich bezieht sich auf die Festlegung der zukünftigen Schwerpunkte, in welchen Planungs- und Umsetzungsprozesse mit einem längeren Zeithorizont definiert werden. Als zweites wird eine Maßnahme für Straßen mit der neuen Kategorie einer Umweltverbundachse eingeführt. Durch diese soll die funktionelle Gliederung von Strecken geregelt werden. Es ist aber vor der Umsetzung dieser noch eine verkehrstechnische Prüfung der verkehrsverlagernden Wirkung, vor allem an Knotenpunkten, erforderlich. Die dritte und vierte Maßnahme haben die maßgeschneiderte Implementierung von Problemlösungen in einzelnen Stadtteilen sowie das Umsetzen kontinuierlicher Initiativen im Alltag der Verwaltung zum Thema.

Wie bei Fellendorf et al. [2014] im zweiten Punkt des Maßnahmenprogramms, der sich auf die Straßen bezieht, beschrieben wird, darf das gesamte Streckennetz trotz eventuell vorhergesehenen Ergänzungen in Summe nicht leistungsfähiger werden. Netzerweiterungen, sowie sämtliche Änderungen sollen letztendlich verkehrsreduzierende bzw. verkehrsberuhigende Wirkungen aufzeigen.

2.2 Stadtkonzepte zur Förderung des Umweltverbundes

Die Förderung des Umweltverbundes, wie sie im GVK der Stadt St. Pölten von Fellendorf et al. [2014] beschrieben wird, spielt eine zentrale Rolle. Auf die Fragen, wie diese Konzepte umgesetzt werden können, warum diese überhaupt notwendig ist, und wie mögliche Ausführungen zur Umsetzung allgemein und im Fall des GVK gegliedert sind, wird im Folgenden eingegangen.

Ausgangssituation

Wie Collin [1995] beschreibt, kam es aufgrund der Straßenbaurichtlinien aus den 50er bis Anfang 70er Jahren zu einer einseitigen Dominanz der Autonutzung in den europäischen Städten, wodurch innerstädtische Straßen zum überwiegenden Teil ihre Mehrfachfunktion verloren. Die damit einhergehende Entwertung der städtischen Umwelt, die verringerte Qualität des Wohnumfelds und der verminderte Wohnwert der Städte führten zu einer regelrechten Stadtfucht. Schon zu Beginn der 70er Jahre erkannte man durch die vielen Unfallzahlen und das erwachte Umweltbewusstsein die Dringlichkeit, diesen Auswirkungen entgegenzuwirken. Durch den entstandenen Wertewandel sollen die verschiedenen Ansprüche der unterschiedlichen Straßenraumnutzer bei der Straßenraumgestaltung sowie bei der allgemeinen Verkehrsplanung gleichberechtigt behandelt und nicht mehr bloß auf die Autofahrer abgestimmt sein. Als verbindendes Planungsinstrument wird dafür bis heute noch die Verkehrsberuhigung angesehen.

Ziele und Grundsätze

Der Straßenraum hat laut Collin [1995] neben den Verkehrsfunktionen eine Reihe von weiteren Ansprüchen zu erfüllen. Beispielsweise muss zwischen den konkurrierenden Ansprüchen der sicheren Befahrbarkeit und des sicheren Aufenthalts ein sozial- und (wohn-)umfeldverträglicher Kompromiss gefunden werden. Es erfordert daher eine integrierte Gesamtverkehrsplanung mit einer Optimierung der Ansprüche der Bereiche Fußgänger-, Fahrrad-, öffentlicher sowie individueller Verkehr gleichberechtigt mit Umwelt- und Städtebauansprüchen. Eine Verkehrsberuhigung umfasst daher ein System von aufeinander bezogenen Zielen, wobei eine flächendeckende Realisierung, wie auch im GVK St. Pöltens, als Voraussetzung für einen hohen Wirkungsgrad anzusehen ist. Die folgende Abb. 3 liefert hierbei einen Überblick der alltäglichen Ansprüche des Straßenraums.

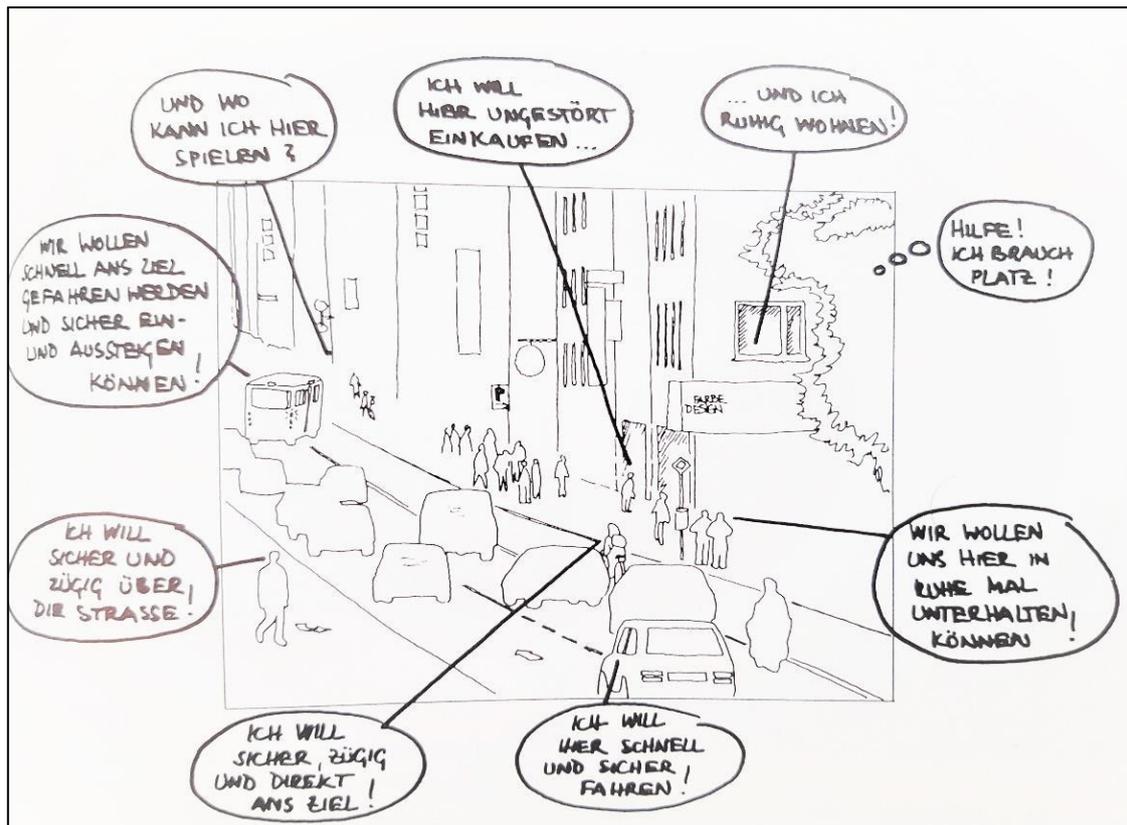


Abb. 3: Alltägliche Ansprüche an den Straßenraum [Collin, 1995]

Auch Richard und Steven [2000] erklären eine Verkehrsberuhigung als die Erhöhung der Verkehrssicherheit mit gleichzeitiger Entlastung der Umwelt. Mit diesen Zielen soll eine Verkehrsberuhigung auch hier zunächst einmal flächenhaft, das heißt gebietsumfassend ausgerichtet sein. Diese soll alle Straßenkategorien inklusive der Hauptverkehrsstraßen in ein integriertes Verkehrskonzept, das alle Verkehrsmittel betrachtet und insbesondere die Potentiale der Verkehrsmittel des Umweltverbundes für die gesamte Stadt oder Gemeinde einbeziehen. Mit der Fertigstellung des GVK St. Pöltns im Jahr 2014 wurde somit der erste Schritt zur Realisierung einer solchen flächendeckenden Verkehrsberuhigung unter Berücksichtigung aller Verkehrsmittel gesetzt.

Die Ziele sowie Grundsätze können dann, wie Collin [1995] erwähnt, in die vier Kategorien Verkehr, Umwelt, Nutzer und Gestaltung getrennt werden. Bei der ersten Zielrubrik, also die des Verkehrs, spielt die Erhöhung der Sicherheit aller Verkehrsteilnehmer und die Verringerung der Kfz-Nutzung eine große Rolle. Umweltseitig sind Lärm-, Abgas-, Staub- und Erschütterungsbelastungen eine Intention zur Verkehrsberuhigung. Ebenso fällt die Vergrößerung von Grünflächen sowie Flächenumverteilungen in diesen Bereich. Für die Nutzer stellt die Verbesserung der Aufenthaltsqualität, sowie die Förderung des zentralen, urbanen Wohnens, wie beispielsweise die Stützung der wohnungsnahen Versorgungsqualität (z.B. Einkaufsmöglichkeiten oder Restaurants) einen Anlass zur Verkehrsberuhigung dar. Gestalterische Ziele liegen dabei in der ästhetischen Wirkung, ortsgerechten Gestaltung oder der Verbesserung der Orientierung.

Ebenfalls können die sieben Ziele, die im GVK der Stadt St. Pöltns angeführt sind, in die vier von Collin [1995] gezeigten Kategorien gegliedert werden (Abb. 4). Das Ziel der zukunftsweisenden Mobilität ist dabei als Teil jeder Kategorie aufzufassen.



Abb. 4: Ziele der Verkehrsberuhigung in St. Pölten gliedert in vier Kategorien nach Collin [1995]

Maßnahmen

Für das Erreichen dieser Ziele können nun mittels verschiedener Maßnahmen unterschiedliche Wege eingeschlagen werden. In erster Linie müssen diese, wie Collin [1995] beschreibt, immer bezüglich ihrer Art und ihres Umfangs in Abstimmung mit den jeweiligen städtebaulichen Verhältnissen und den entsprechenden Bürgerwünschen sein. Bei den Maßnahmen der Verkehrsberuhigung selbst kann es sich dann um einfache Beschilderungen bis hin zur Umgestaltung ganzer Straßenräume handeln. Die wesentlichen Elemente lassen sich in die vier Bereiche der verkehrsregelnden, baulichen, flankierenden Maßnahmen sowie Veränderungen des Verkehrsnetzes (bei Füsser [1997] auch „verkehrslenkend“ genannt) einteilen.

Die für die Verkehrsplanung wohl relevantesten Kategorien sind jene der verkehrsregelnden, als auch die verkehrslenkenden Maßnahmen (bzw. die der Veränderungen im Streckennetz). Mittels verkehrsregelnder Maßnahmen werden beispielsweise Tempo 30-Zonen, Sperrungen von Straßen, Veränderungen von Vorfahrtssituationen oder Abbiegegebote bzw. -verbote verhängt. Bei den verkehrslenkenden möchte man den Verkehr über andere Strecke leiten, indem man z.B. Einbahnstraßen aufhebt oder einrichtet sowie Durchfahrtunterbrechungen, Sackgassenregelungen sowie Schleifenstraßensysteme einführt.

Eine Reihe von möglichen Maßnahmen der Verkehrsberuhigung in Bezug auf die verschiedenen Verkehrsarten des Umweltverbundes ist ebenfalls bei Collin [1995] zu finden. Die Fußgänger betreffend ist das Erweitern oder Schaffen von Fußgänger- sowie Begegnungszonen, die Befreiung der Gehwege von parkenden Autos oder das Reduzieren von Wartezeiten an Lichtsignalanlagen (LSA) eine mögliche Maßnahme der Verkehrsberuhigung. Möchte man in diesem Sinne die Situation der Radfahrer verbessern, so können die Bildung eines eigenen Radwegenetzes, die Ausbildung von Vorrangwegen in Kreuzungsbereichen, die Regelung für Radfahrer in Gegenrichtung von Einbahnstraßen sowie die Einrichtung von Verknüpfungspunkten mit dem ÖPNV (Bike and Ride-Plätze) als Maßnahmen gesetzt werden. Für den ÖPNV selbst schlägt Collin [1995] das Bevorzugen an Kreuzungen, das Verlagern der Haltestellen in den Fahrbahnraum, das Einführen von flexiblen Angebotsformen oder die verbesserte Haltestellengestaltung vor.

Maßnahmen des GVK

Die Umsetzung der Verkehrsberuhigung im Falle des GVK erfolgt nach dem bei Fellendorf et al. [2014] vorgelegten Maßnahmenprogramm. Dabei werden Schwerpunkte in den Bereichen des Straßenausbaus und öffentlichen Raums sowie für den Rad-, öffentlichen und ruhenden Verkehr gesetzt.

Bezogen auf den Straßenausbau werden sogenannte Umweltverbundachsen oder Lebensraumstraßen zusammen mit Begleitmaßnahmen verwendet, um den Verkehr zu verlagern und zu beruhigen. Eine Umweltverbundachse soll dabei das Belangen der Verkehrsteilnehmer des Umweltverbundes auf den neuralgischen Strecken wieder in den Vordergrund rücken. Die konkrete Ausführung dieser gilt es dabei für jede Straße getrennt und mit Hilfe einer verkehrstechnischen Prüfung unter Einbezug aller Betroffenen zu entwickeln. Bei den angewendeten (Begleit-)Maßnahmen zu diesen Achsen handelt es sich dann, wie bei Fellendorf et al. [2014] angeführt, um neue Radverkehrsanlagen, Tempo 30 Zonen, in den Straßenraum verlegte Haltestellen und Busschleusen im Bereich von Kreuzungen.

Im Bereich des ÖV kommt es zu einer Angebotserweiterung durch drei zusätzliche Taxis. Diese fungieren als Anruf-Sammeltaxis für die innerstädtische Personenbeförderung außerhalb der regelmäßigen Fahrzeiten der Stadtbusse oder als Heimbringer für Jugendliche zu fixen Zeiten in den Nachtstunden an Wochenenden. Ebenso wird ein „Dörfertaxi“ eingeführt, das nach telefonischer Voranmeldung im Zweistundentakt die kleinen Katastralgemeinden erschließt.

Für den Radverkehr kommen ausreichend und qualitativ hochwertige Abstellplätze, gegebenenfalls an Stelle von Pkw-Stellplätzen, im gesamten Stadtbereich St. Pöltns hinzu. Vor allem sollen in Stadtteilen mit schlechter ÖV-Anbindung die nächstgelegenen Haltestellen als „Bike and Ride“-Anlagen ausgestattet werden. Mit diesem Gedanken möchte man einen Schritt in Richtung Multimodalität, d.h. in die situative Nutzung unterschiedlicher Verkehrsmittel, wagen. Es soll hierbei zu einer Ausdehnung des Leihradsystem St. Pöltns, welches sich im innerstädtischen Bereich bereits bewiesen hat, kommen. Dadurch können zukünftig auch entlang von Umweltverbundachsen und an den Endhaltestellen der Stadtbusse Leihradsysteme aufgefunden werden.

Für den ruhenden Verkehr findet eine Ausweitung der Kurzparkzone innerstädtisch statt, während zusätzlich eine neue grüne Zone im südlichen Bereich der Stadt entstehen soll. Außerdem kommt es entlang von Umweltverbundachsen und im Bereich neuer öffentlicher Räume zum Entfall vieler Pkw-Stellplätze.

Im öffentlichen Raum finden die Maßnahmen der zuvor genannten Schwerpunkte, je nach Bedarf der jeweiligen Straße oder des jeweiligen Platzes, zu einem gewissen Teil ihre Anwendung. Die Ziele und Maßnahmen im öffentlichen Raum nördlich des Hauptbahnhofes, in welchem auch die Kremser Landstraße liegt, werden in dem Kapitel 2.3 aufgezeigt.

Die Umweltverbundachse

Unter der Bezeichnung „Umweltverbund“ werden, wie bei Schwedes et al. [2016] beschrieben, die sogenannten „umweltverträglichen Verkehrsmittel“ bezeichnet. Diese sind Fußgänger, Radfahrer, öffentliche Verkehrsmittel, aber auch das neu hinzugekommene Carsharing, bei dem sich mehrere Personen ein Fahrzeug (zur selben Zeit) teilen. Das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) [2017] beschreibt ebenfalls den verkehrsplanerischen Begriff des Umweltverbunds als Kooperation der umweltfreundlichen Verkehrsmittel. Nach dem BMVI zählen

dazu die drei Komponenten des Radfahrens, zu Fuß Gehens oder des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV). Ergänzend zum ÖPNV eigne sich auch Carsharing und werde sogar ein immer wichtigerer Bestandteil. Somit werde nicht mehr von drei, sondern von vier Säulen des Umweltverbundes gesprochen.

Der eigentliche Begriff der Umweltverbundachse fand bislang vor allem in Deutschland seine Anwendung. Ein Beispiel einer solchen Achse stellt die Untersuchung von Netzfällen zur Einführung einer Umweltverbundachse, welche hier auch Umweltspur genannt wurde, auf dem Innenstadtring der Stadt Essen [2019] dar. Hier wird die Umweltverbundachse als ganze Fahrbahn, die nur von Linienbussen, Taxis, Radfahrern oder Elektroautos befahren werden darf, eingeführt. Diese sollen als Bussonderfahrstreifen durch Beschilderungen für den Radverkehr, Taxis und E-Autos freigegeben werden. Wie die Nutzung dieser Achsen für Fahrgemeinschaften, d.h. Carsharing, aussieht, ist allerdings vom zuständigen Bundesministerium abhängig und noch ungewiss. Langfristig möchte man aber in Essen die Menschen durch eine Umweltverbundachse dazu bewegen das Auto stehenzulassen und stattdessen auf den Umweltverbund umzusteigen.

Ein weiteres Beispiel der Ausführung zeigt die Stärkung fahrradfreundlicher Strukturen in Berlin-Brandenburg. Hierbei sollen, wie Ekkehard [2018] erklärt, mittels einer Umweltverbundachse Impulse für eine MIV-reduzierte, schienengestützte Siedlungsentwicklung umgesetzt werden, während fahrradfreundliche Verkehrsstrukturen besonders im Vordergrund stehen. Ebenso wurde in der Kölner Innenstadt eine Umweltverbundachse im Rahmen der Förderung des Radverkehrs umgesetzt [Gwiasda, 2014].

Eine Umweltverbundachse ist somit jene Strecke, bei welcher der Umweltverbund durch verkehrliche Maßnahmen klar im Vordergrund steht. Sie ist geprägt durch das Verlagern und Beruhigen des MIV bei gleichzeitiger Bevorrechtigung der Verkehrsteilnehmer des Umweltverbunds. Der dadurch geschaffene zusätzliche Raum dient zu einem sichereren Verkehrsablauf für alle Verkehrsteilnehmer und biete eine Möglichkeit der besseren Gestaltung des öffentlichen Raums.

2.3 Kremser Landstraße

Einer der von Fellendorf et al. [2014] festgelegten Schwerpunkte des GVK St. Pöltns betrifft das attraktive Neugestalten des öffentlichen Raums. Da aus Kostengründen allerdings keine generelle Umgestaltung stattfinden kann, wird hier mit dem Setzen punktueller Interventionen gearbeitet. Damit sollen gestalterische Akzente gesetzt werden und die Bedingungen für den nicht motorisierten Verkehr spürbar verbessert werden. Vor allem davon betroffen ist der Raum nördlich des Hauptbahnhofs in St. Pölten, welcher als Kernstadt Nord bezeichnet wird. Dieser ist durch den Bahnhof, der eine Zäsur für die Qualität des öffentlichen Raums darstellt, für den nicht motorisierten Verkehr nur wenig attraktiv. Andererseits liegen hier mit den Bildungseinrichtungen und dem Krankenhaus Nutzungen mit erheblichem Fuß- und Radverkehr. Darum soll der Streckenzug auf der Achse Kremser Landstraße – Propst-Führer-Straße – Mühlweg als Umweltverbundachse, überwiegend zu Lasten des ruhenden Verkehrs, attraktiver gestaltet werden. Längerfristig kann stattdessen die Eybnerstraße nördlich der Daniel-Gran-Straße eine Verbindung zum Zentrum darstellen. Diese soll auch innerhalb des zukünftigen Entwicklungsgebiets des Glanzstoffareals als öffentlicher Raum zweckmäßig sein.

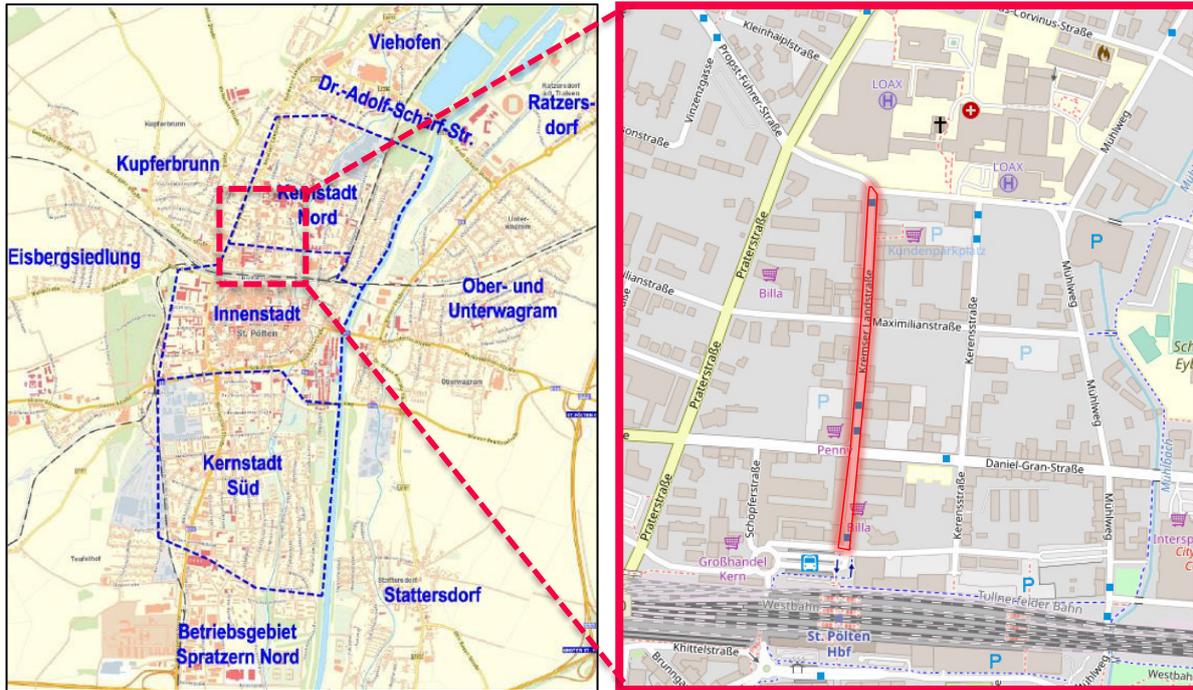


Abb. 5: St. Pölten Stadtteile [Fellendorf et al., 2014]

Abb. 6: Bereich nördlich des Bahnhof St. Pöltens [Openstreetmap, 2019]

Dem Bereich nördlich des Bahnhofs kommt somit als Verbindung zum Zentrum eine große Bedeutung zu. Außerdem führen Einrichtungen wie die Daniel-Gran-Schule, das Universitätsklinikum, die Park-and-Ride Anlage des Bahnhofs sowie mehrere Einkaufsmöglichkeiten gerade in den Spitzenstunden zu einem vermerkbaren Verkehrsaufkommen. Der Kremser Landstraße mit einer Länge von rund 500 Metern und einer Geschwindigkeitsbeschränkung von 30 Kilometern pro Stunde kommt dabei eine zentrale Rolle zu. Über diese Strecke verlaufen neun der mittlerweile 13 Linien der St. Pöltner Stadtbusse. Außerdem ist die Kremser Landstraße Teil einer der Hauptradrouten (Nr. 402) der Stadt.

Zudem ist durch die Nähe des Bahnhofs die Kremser Landstraße als verbindende Strecke auch gestalterisch von großer Bedeutung, da sie den ersten Eindruck reisender Personen prägt. Nachdem auch von der Stadtverwaltung hier noch gestalterisch Aufholbedarf erwünscht ist, wird ein Umbau dieser Strecke zeitnah vorhergesehen. Im Zuge dessen möchte man die beiden oben erläuterten prägenden Verkehrsmittel (Bus und Rad) dieser Achse mithilfe einer Umweltverbundachse verstärken. Ob und inwieweit eine Änderung der Verkehrsführung gemeinsam mit den geplanten Bauarbeiten zur Aufwertung dieser Umweltverbundachse möglich ist, soll daher in dieser Arbeit untersucht werden.

Die folgenden Abb. 7 und Abb. 8 aus dem GVK zeigen einen ersten Ausblick der Umgestaltung der Kremser Landstraße als Umweltverbundachse.



Abb. 7: Kremser Landstraße 2013 [Fellendorf et al., 2014]



Abb. 8: Kremser Landstraße als Umweltverbundachse [Fellendorf et al., 2014]

So konnte schon im Herbst 2019 der erste Abschnitt der Kremser Landstraße mit gutem Beispiel vorangehen und sowohl gestalterisch als auch bezüglich der Verkehrssicherheit aufgewertet werden (Abb. 9 und Abb. 10). Dabei handelt es sich um jenen Bereich zwischen der Propst-Führer-Straße und der Maximilianstraße, auf welchem 14 Pkw-Stellflächen entfernt wurden, während im Gegenzug die Gehsteig- und Fahrradstreifenbreiten erweitert, neue Baumscheiben gesetzt und verbesserte Radabstellanlagen hinzugefügt wurden. Auch die Beschaffenheit der Straßen- und Gehsteigoberfläche selbst konnte durch das Tauschen der Beläge verbessert werden. So findet sich auf der Fahrbahn nun schwarzer Asphalt und auf den Fußwegen ein Pflaster, statt Gussasphalt, was wiederum durch die optische Wirkung als verkehrsberuhigende Maßnahme aufgefasst werden kann. [Collin, 1995]



Abb. 9: Kremser Landstraße – Abschnitt Propst-Führer-Straße bis Maximilianstraße März 2019



Abb. 10: Kremser Landstraße – Abschnitt Propst-Führer-Straße bis Maximilianstraße November 2019

2.4 Planfallszenarien

Wie die Ausführung und anschließende Untersuchung der Kremser Landstraße als Umweltverbundachse in diesem expliziten Beispiel ablaufen soll, wurde mit der Abteilung für Stadtplanung der Stadt St. Pölten in einem Abstimmungsgespräch im Frühjahr 2019 festgelegt. Dabei wurden vier verschiedene Planfälle bestimmt, deren Auswirkungen zu untersuchen sind. Alle vier Planfälle bestehen hinsichtlich ihrer verkehrsplanerischen Ausführung aus dem abschnittswisen Sperren gewisser Fahrrichtungen oder ganzer Strecken. Generell soll aber in den zu umzubauenden Abschnitten auch eine gestalterische Aufwertung des öffentlichen Raums stattfinden. Die Möglichkeiten zur Aufwertung einzelner Stellen werden deshalb mit den verkehrlichen Ausführungen der Maßnahmenplanfälle im Folgenden diskutiert.

Maßnahmenplanfall 1: Einbahnstraße in Richtung Süden

Im ersten Planfall wird die Kremser Landstraße im Abschnitt zwischen den beiden Querstraßen Propst-Führer-Straße und Maximilianstraße für Kfz-Fahrer als Einbahnstraße in Richtung Süden ausgeführt. Die Gegenrichtung bleibt allerdings für Radfahrer und Busse befahrbar. Durch die Nähe des unmittelbar nördlich gelegenen Universitätsklinikum könnte sich ein Umbau in diesem Abschnitt durchaus positiv auf die Verkehrssicherheit und die Raumaufenthaltsfunktion für etwaige Spaziergänger des Krankenhauses auswirken. Auch im Neugestalten der (Park-)Fläche vor dem Gebäude der Hippolyt Apotheke liegt großes Potential, da hier die Aufenthaltsqualität durch einen hochwertigen Platz mit eventuellen Gastgärten gesteigert werden könnte.

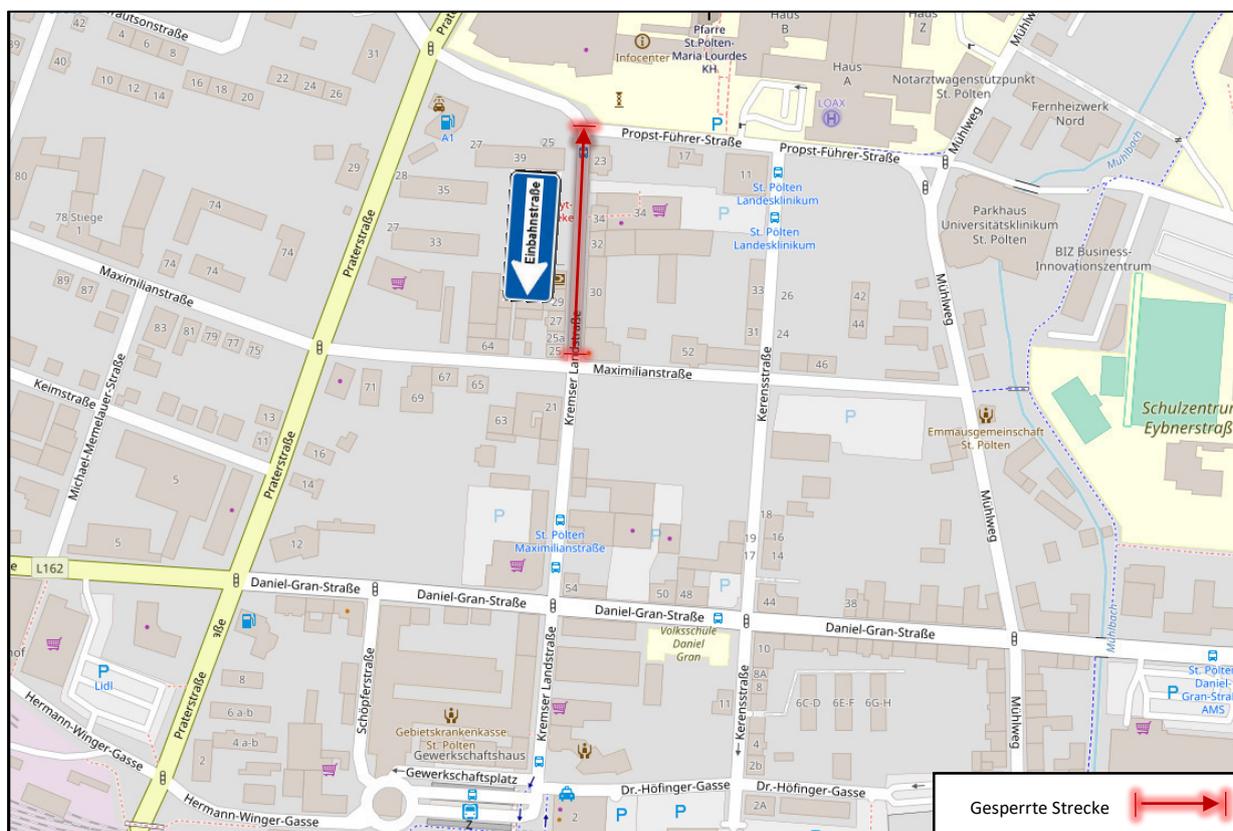


Abb. 11: Maßnahmenplanfall 1 – Einbahnstraße Richtung Süden im Abschnitt Propst-Führer-Straße bis Maximilianstraße

Maßnahmenplanfall 2: Einbahnstraße in Richtung Norden



Der zweite Planfall soll eine Einbahnsituation in Richtung Norden simulieren. Dafür wird die Kremser Landstraße ab der Kreuzung mit der Daniel-Gran-Straße bis zur Maximilianstraße als Einbahnstraße Richtung Norden ausgeführt. Wie in Planfall 1 bleibt auch hier die Gegenfahrbahn für die Verkehrssysteme Rad und Bus befahrbar. Gestalterisch könnten im Zuge eines Umbaus neben der Beschaffenheit der Fahrbahnoberfläche, räumlichen Wirkung oder Verkehrssicherheit auch Verbesserungen bezüglich der Haltestellensituation erzielt werden. Da der Wartebereich der Haltestelle „Maximilianstraße“ in Fahrtrichtung Norden durch parkende Kfz von der Straße und somit von dem haltenden ÖV-Fahrzeug getrennt wird, könnte hier die Situation durch das Einfügen einer Haltebucht für die Fahrgäste verbessert werden. Das Beibehalten der Haltestelle im Straßenraum wirkt sich allerdings positiv auf die Reisezeiten und die Fahrplantrye der Linien aus. Dennoch wäre hier eine Verbesserung durch das Verbinden von Haltestelle und Wartefläche mit einem durchgängigen Gehsteig anzuraten.

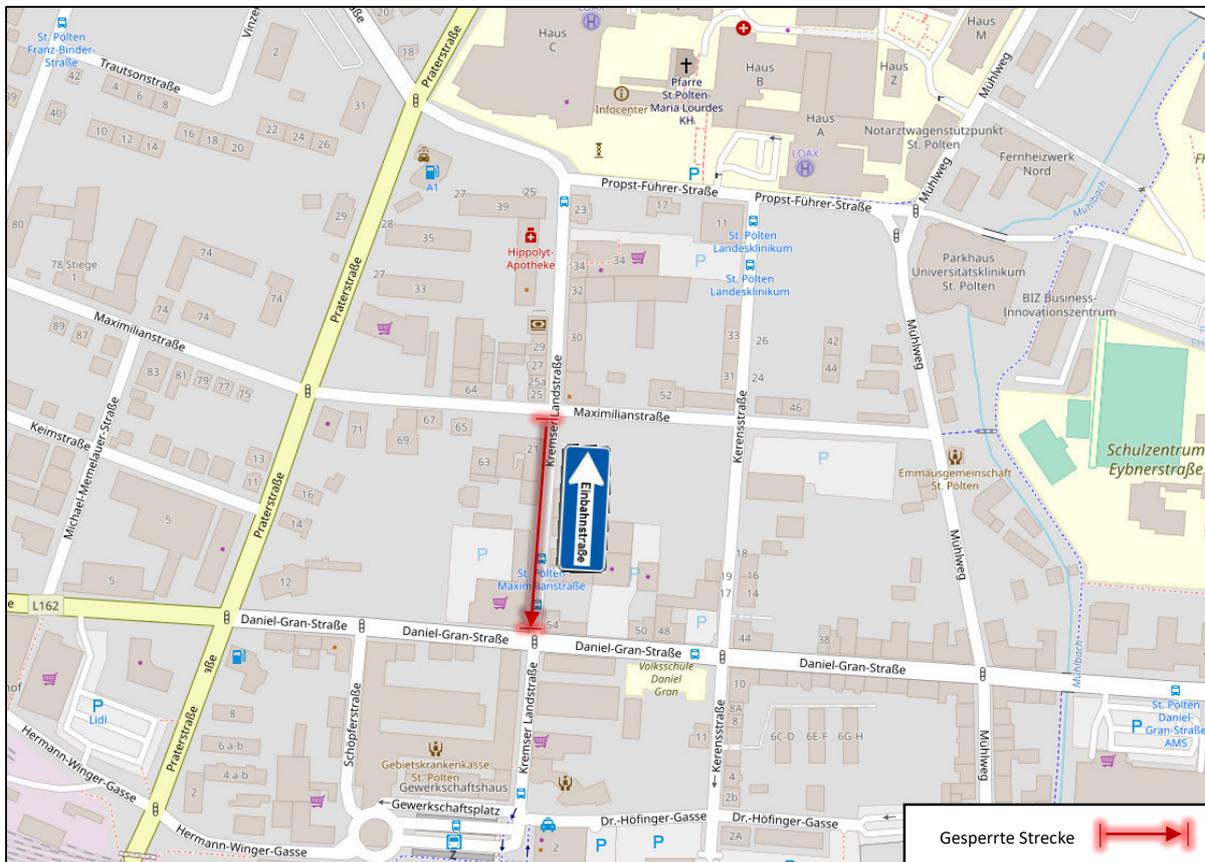


Abb. 12: Maßnahmenplanfall 2 – Einbahnstraße Richtung Norden im Abschnitt Daniel-Gran-Straße bis Maximilianstraße

Maßnahmenpanfall 3: Gegenläufige Einbahnstraße

Dieses dritte Szenario kann als Kombination der ersten beiden Planfälle verstanden werden. So wird die Kremser Landstraße abschnittsweise als gegenläufige Einbahnstraße Richtung Norden und Süden untersucht. Jene in Richtung Norden soll hierfür zwischen den beiden Querstraßen Daniel-Gran-Straße und Maximilianstraße implementiert werden. In Richtung Süden wird eine Einbahn auf der Kremser Landstraße zwischen der Propst-Führer-Straße und der Maximilianstraße modelliert. Radfahrer und Busse bleiben hierbei von den Einbahnregelung unberührt und können somit auch die Gegenrichtung befahren. Im Zuge eines Umbaus beider Abschnitte könnten auch hier die bereits oben genannten Aspekte des Maßnahmenplanfall 1 und 2 mitbehandelt werden. So ergibt sich im nördlichen Abschnitt neben den querschnittseitigen Verbesserungen auch nahe der Hippolyt-Apotheke eine platzartige Gestaltungsmöglichkeit. Im südlichen Abschnitt zeigt die Haltestellensituation in Fahrtrichtung Norden wiederum Verbesserungspotential bei einer Umgestaltung.

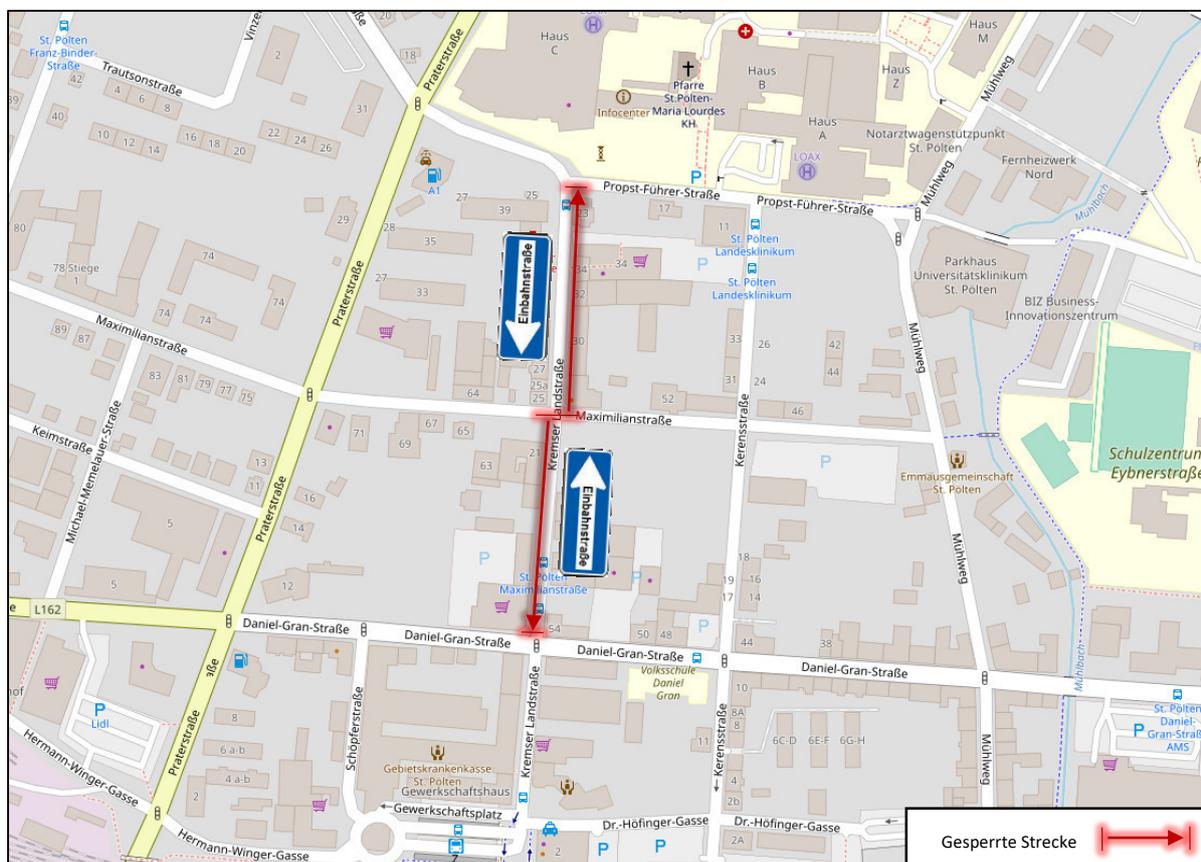


Abb. 13: Maßnahmenplanfall 3 – Gegenläufige Einbahn Richtung Norden und Süden bis Maximilianstraße

Planfall 4: Kfz - Fahrverbot 

Im vierten Fall soll ein beidseitiges Fahrverbot für Kfz auf der Kremser Landstraße zwischen der Propst-Führer-Straße und der Daniel-Gran-Straße untersucht werden. Für Radfahrer und Busse kommt es dabei jedoch zu keinen Änderungen auf dieser Strecke. Klar hervorzuheben ist hier das Potential zur Verbesserung der Verkehrssicherheit für die langsamen Verkehrsteilnehmer in beiden Abschnitten. Auch gestalterisch könnte hier durch den geschaffenen Platz sowohl straßenseitig, als auch auf den Fußwegen die räumliche Wirkung in diesem Planfall am meisten gesteigert werden. Zudem könnte die Aufenthaltsqualität zufolge der in Maßnahmenplanfall 1 und 2 genannten Punkte weiters gehoben werden.

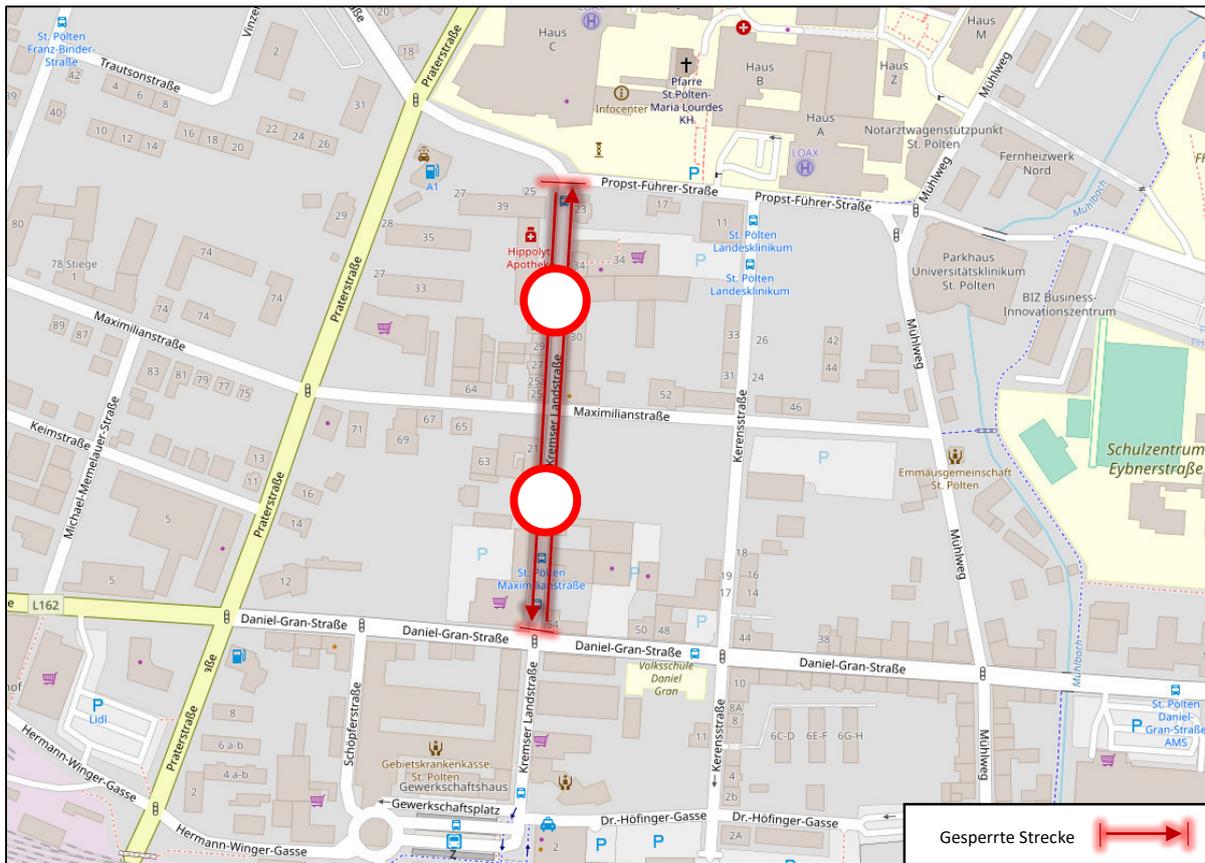
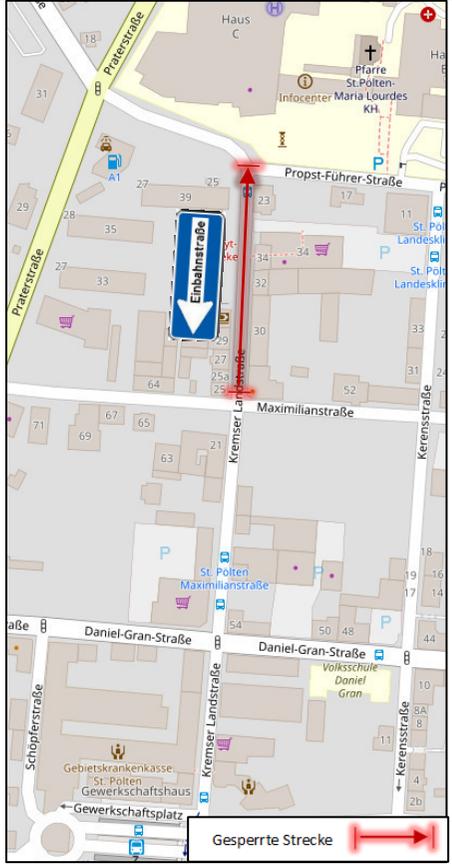
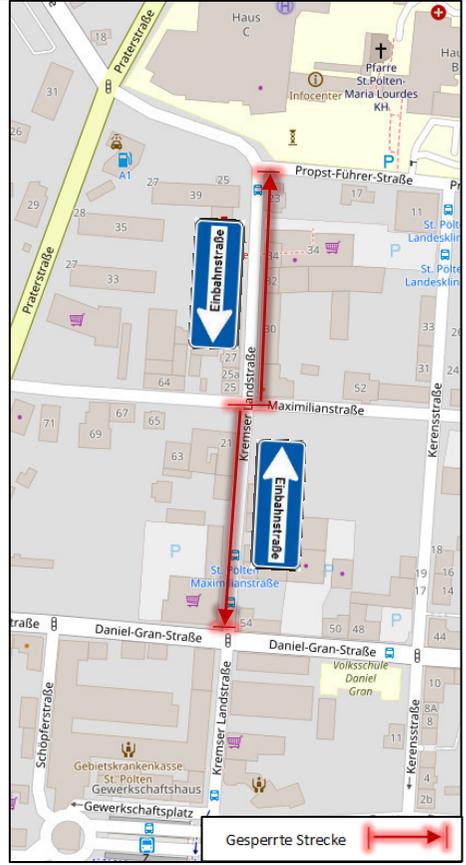
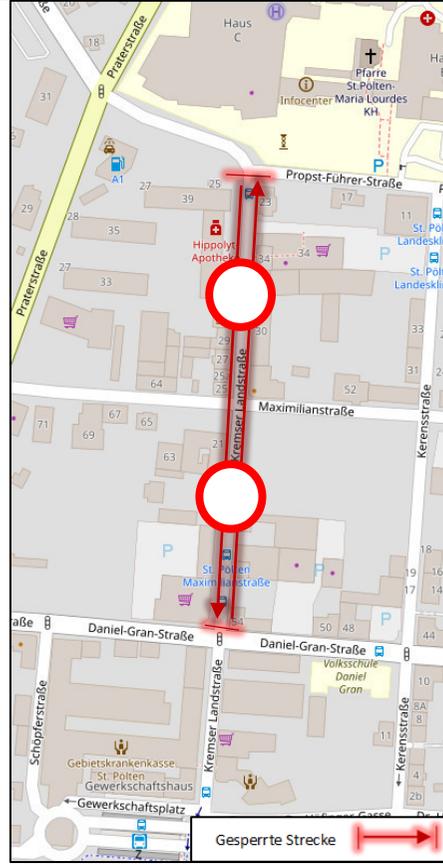


Abb. 14: Maßnahmenplanfall 4 – Beidseitiges Fahrverbot für Kfz im Abschnitt Daniel-Gran-Straße bis Propst-Führer-Straße

Tabelle 1: Übersicht der Maßnahmenplanfälle

Name	Maßnahmenplanfall 1	Maßnahmenplanfall 2	Maßnahmenplanfall 3	Maßnahmenplanfall 4
Abk.	MP1	MP2	MP3	MP4
Def.	Einbahnstraße Richtung Süden, Nördlicher Abschnitt	Einbahnstraße Richtung Norden, Südlicher Abschnitt	Gegenläufige Einbahnstraße Nördlicher und Südlicher Abschnitt	Kfz-Fahrverbot, Nördlicher und Südlicher Abschnitt
Symbol				
Abb.				

2.5 Methodische Grundlagen von makroskopischen Verkehrsmodellen

Dieser Punkt beschreibt die Methoden und Algorithmen bei der Berechnung von makroskopischen Verkehrsmodellen anhand des bei Schnabel und Lohse [2011] beschriebenen Verfahrens des Standard-Vier-Stufen-Algorithmus. Anschließend wird das darauf basierende und im Verkehrsmodell verwendete VISEM (Verkehr in Städten Erzeugungs-Modell) -Nachfragemodell anhand der Beschreibungen der ptv AG [2011] erläutert. Im Zuge des zweiten Punkts werden die beiden Verfahren miteinander verglichen und deren Unterschiede aufgezeigt.

Anwendungsmöglichkeiten und Grundsätze

Mit der Modellierung der Verkehrsnachfrage findet das Programm Visum einen seiner Haupteinsatzzwecke. Dabei können Prognosen des Verkehrs getätigt und untersucht werden. Am häufigsten wird dabei das tägliche Reiseverhalten von Personen analysiert und prognostiziert. Somit werden Antworten auf die Fragen, wann, wie oft, wohin und wie Personen reisen, geliefert.

Als Ergebnis dieser Verfahren stehen Matrizen zur Verfügung, in welchen Fahrten zwischen den Quell- und Zielbezirken des Netzes beinhaltet sind. Jede Nachfragematrix wird einem oder mehreren Nachfragesegmenten zugeordnet. Diese werden anschließend als Verkehrsaufkommen umgelegt.

Mittels Nachfrageschichten werden in einem Nachfragemodell eine oder mehrere Personengruppen mit einer Aktivität zusammengefasst. Getrennt für jede Nachfrageschicht werden dann die Berechnung der Nachfragematrizen ausgeführt. Durch Zusammenlegen dieser Nachfrageschichten können so genannte Nachfragesegmente festgelegt werden. Diese beschreiben Gruppen von Verkehrsteilnehmer mit homogenen Verkehrsverhalten (z.B. Nachfragesegment LKW).

2.5.1 Standard-Vier-Stufen Nachfragemodell

Als Basis für alle weiteren Nachfragemodelle dient in Verkehrsmodellen der Standard 4-Stufen Algorithmus. Wie auch bei Ortúzar und Willumsen [2011] beschrieben, beinhalten die vier Stufen dabei die Verkehrserzeugung, die Verkehrsverteilung, die Moduswahl sowie die Verkehrsumlegung.

Die ersten drei Arbeitsschritte des Vier-Stufen-Modells erfolgen sequentiell direkt nacheinander. Auf die beiden Modellstufen Verkehrsverteilung und Moduswahl fließen Kenngrößenmatrizen ein, die im Zuge einer Umlegung gewonnen werden (Abb. 15). Dies führt zu einer zyklischen Abhängigkeit. Daher wiederholt sich der Ablauf aller vier Stufen (einschließlich der Umlegung), bis das Ergebnis ein Abbruchkriterium erfüllt. Meistens werden dafür die Stabilität der Nachfragematrizen oder die Widerstände im Netz verwendet.

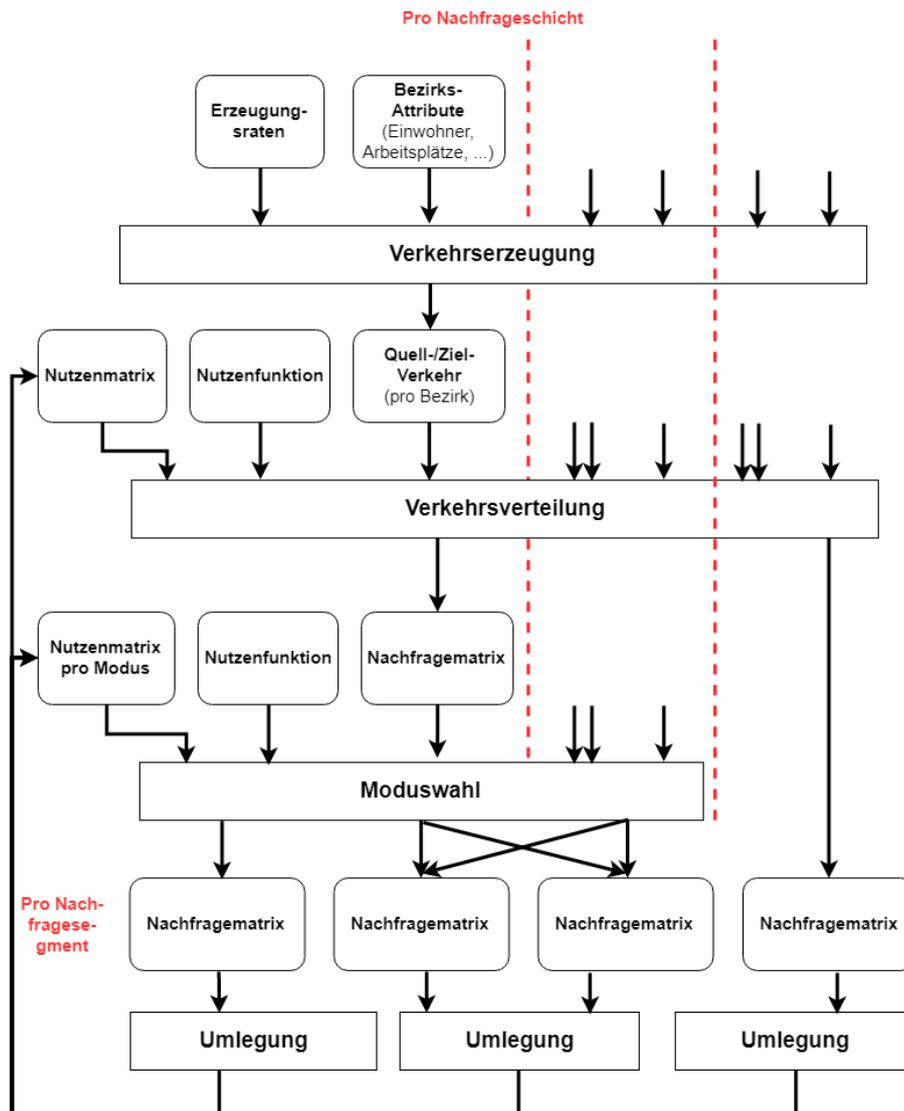


Abb. 15: Integriertes Vier-Stufen-Modell in Visum [ptv AG, 2011]

Verkehrserzeugung

Gegenstand der Verkehrserzeugung ist, wie Schnabel und Lohse [2011] erklären, die Ermittlung der Quell- und Zielaufkommen für alle Verkehrsbezirke und für jede Nachfrageschicht. Diese Größen bezeichnet man auch als Erzeugungen und Anziehungen. Mittels dem Quellaufkommen beschreibt man entweder direkt den tatsächlichen Quellverkehr des Bezirks, sprich die Zahl der dort beginnenden Fahrten, oder lediglich die Attraktivität d.h. das Anziehungspotential des Bezirks für eine Nachfrageschicht. Mit letzterem wird dadurch die Wahrscheinlichkeit dafür ausgedrückt, dass bei der nachfolgenden Verkehrsverteilung Fahrten in diesem Bezirk beginnen.

Das Quellaufkommen einer Nachfrageschicht in einem Bezirk wird über die strukturellen oder demographischen Kenngrößen des Bezirks definiert, durch welche die Intensität der Quellaktivität beschrieben wird. Für die Quellaktivität Arbeit dient beispielsweise die Anzahl der Arbeitsplätze eines Bezirks. Das Quellaufkommen Q_i des Standard-Vier-Stufen Algorithmus eines Bezirks i wird mit folgender Formel berechnet.

$$Q_i = \sum_g \alpha_g SG_g(i) \quad (1)$$

Mit: Q_iQuellaufkommen in Bezirk i
 α_gErzeugungsrate pro Einheit der Strukturgröße und Nachfrageschicht
 $SG_g(i)$ Wert der Strukturgröße in Bezirk i

Analog wird die gleiche Berechnung für das Zielaufkommen Z_j ausgeführt. Das Gesamtquellaufkommen einer Nachfrageschicht ist dabei in den meisten Fällen, summiert über alle Bezirke, gleich dem Gesamtzielaufkommen.

$$\sum_i Q_i = \sum_j Z_j \quad (2)$$

Mit: Z_jZielaufkommen in Bezirk j

Diese Ergebnisse der Verkehrserzeugung werden für jeden Bezirk pro Nachfrageschicht in den dafür vorgesehenen Bezirksattributen Quell- und Zielaufkommen gespeichert.

Verkehrsverteilung

Wie die beiden Autoren Schnabel und Lohse [2011] beschreiben, werden durch das bei der Verkehrserzeugung zuvor berechnete Quell- und Zielaufkommen lediglich die Randsummen der Gesamtnachfragematrix einer Nachfrageschicht festgelegt. Die Elemente der Matrix selbst werden mithilfe der Verkehrsverteilung berechnet. Unter der Verkehrsverteilung versteht man somit die Wahl von möglichen Zielen durch den Verkehrsteilnehmer bei gegebener Quelle, oder die Wahl von möglichen Quellen durch den Verkehrsteilnehmer bei gegebenem Ziel. Die Wahl eines bestimmten Zielbezirks von einem gegebenen Quellbezirk, hängt von der Attraktivität für die Nachfrageschicht, gemessen durch sein Zielaufkommen, andererseits vom Widerstand für die Ortsveränderung vom Quell- zum Zielbezirk oder vice versa ab. Beide Verteilungsrichtungen wirken daher komplex und sind voneinander abhängig. Deshalb wird ein Gravitationsmodell formuliert, welches gelöst werden soll.

$$F_{ij} = k \cdot \frac{(Q_i \cdot Z_j)^\beta}{w_{ij}^\alpha} \quad (3)$$

Mit: F_{ij}Fahrten von Zelle i nach j
 w_{ij}Widerstand zwischen Zelle i und j (meist Distanz oder Reisezeit)
 α, βEmpirisch ermittelte Formparameter
 kEmpirisch ermittelter Normierungskennwert

Moduswahl

Anschließend wird nach Schnabel und Lohse [2011] im Verfahren der Moduswahl die gesamte Nachfrage auf die einzelnen Verkehrsmittel bzw. -modi aufgeteilt. Für jeden Modus m wird nun mittels einer Linearkombination von Widerstandsgrößen der Nutzen berechnet.

$$U_{ijm} = \sum_g \beta_g c_{ijmg} \quad (4)$$

Mit: c_{ijmg}Widerstand der Kostenart g für die Ortsveränderung von Bezirk i nach j mit Modus m
 B_{ij}Nutzen der Bedienungshäufigkeit von i nach j

Dieser Nutzen der verschiedenen Modi drückt die Anteile der Fahrten einer jeden Relation aus. Weiters ist für die Aufteilung der Fahrten auf die Verkehrsmittel noch eine Logit-Funktion notwendig, welche die Verteilung jener beschreibt.

$$p_{ijm} = \frac{e^{c \cdot U_{ijm}}}{\sum_k e^{c \cdot U_{ijk}}} \quad (5)$$

$$T_{ijm} = p_{ijm} T_{ij} \quad (6)$$

Mit: T_{ij}Gesamtfahrtenzahl der Nachfrageschicht in der Relation ij
 T_{ijm}Mit Modus m ausgeführte Fahrten
 cVerfahrensparameter

Letztlich kann noch zwischen Nachfrageschichten unterschieden werden, welche direkt auf ein Nachfragesegment verweisen, und jenen, welche einem oder mehreren Nachfragesegment zugewiesen sind. Bei Nachfrageschichten, welche direkt auf eine Matrix mit Nachfragesegment verweisen, wird keine Moduswahl durchgeführt.

Verkehrsumlegung

Die vierte und somit letzte Stufe befasst sich mit der widerstandsabhängigen Verkehrsumlegung bzw. der Routenwahl. Hier wird, wie Schnabel und Lohse [2011] definieren, entschieden wie sich der Individualverkehr im Streckennetz verteilt, während die Routen seitens des öffentlichen Verkehrs im Vorhinein schon durch die Linienführung gegeben sind. Als Hauptkriterium der Routenwahl dient die aktuelle Reisezeit jedes einzelnen Verkehrsteilnehmers. Dafür wird ein belastungsabhängiges Routenwahlmodell benötigt, welches sich durch eine Schleife über alle vier Stufen berechnen lässt. Weitere Kriterien sind wie bei Fellendorf und van Dulmen [2018] erwähnt, beispielsweise Straßenbenutzungsgebühren, Länge, Treibstoffverbrauch, Ortskenntnisse, etc.

Die Umlegung selbst kann auf verschiedene Weisen ablaufen.

- Bei der Sukzessivumlegung wird die Nachfragematrix prozentual in mehrere Teilmatrizen aufgeteilt. Anschließend werden diese Teilmatrizen schrittweise auf das Netz umgelegt, wobei der Widerstand zufolge der Belastung der jeweils vorhergehenden Umlegung für die Routensuche berücksichtigt wird.
- Alternativ dazu steht die Gleichgewichtsumlegung, bei welcher sich die Nachfrage entsprechend dem ersten Wardrop'schen Prinzips verteilt. Dabei wählt jeder einzelne Verkehrsteilnehmer seine Route derart, dass die Fahrtdauer auf allen alternativen Routen letztlich gleich ist und jede Routenänderung zu einer Erhöhung der persönlichen Fahrzeit führen würde. Als Ausgangsbelastung wird hierbei eine Sukzessivumlegung berechnet, anhand welcher der Gleichgewichtszustand ermittelt wird.
- Eine weitere Möglichkeit stellt die Verkehrsumlegung mittels Lernverfahren dar. Hier bildet jeder Verkehrsteilnehmer einen „Lernprozess“ bei der Benutzung des Netztes ab. Diese Umlegung geht von einer vorangestellten „Alles-oder-Nichts-Umlegung“ aus, anhand welcher die Verkehrsteilnehmer die Informationen der letzten Fahrt für die neue Routensuche berücksichtigen. Die „Alles-oder-Nichts-Umlegung“ ist hierbei die Umlegung der Nachfrage in ein unbelastetes Netz.

Zur Verfügung stehen noch weitere Softwarefunktion verschiedener Verkehrsumlegungen. In einem Handbuch der ptv AG [2011] werden diese Umlegungsverfahren beschreiben, worauf hier nicht weiter eingegangen wird. Wie die Verkehrsnachfrage letztendlich umgelegt wird, hängt in den vom Verkehrsmittel und der jeweiligen Nachfrageschicht ab.

2.5.2 Aktivitätenketten-basiertes VISEM Nachfragemodell

Wie die ptv AG [2011] in ihrem Handbuch erläutert, ist es mithilfe des disaggregierten, verhaltensorientierten Verkehrsnachfragemodell VISEM möglich, sozio-demographische und verkehrspolitische Einflüsse in die Rechnung einzubeziehen.

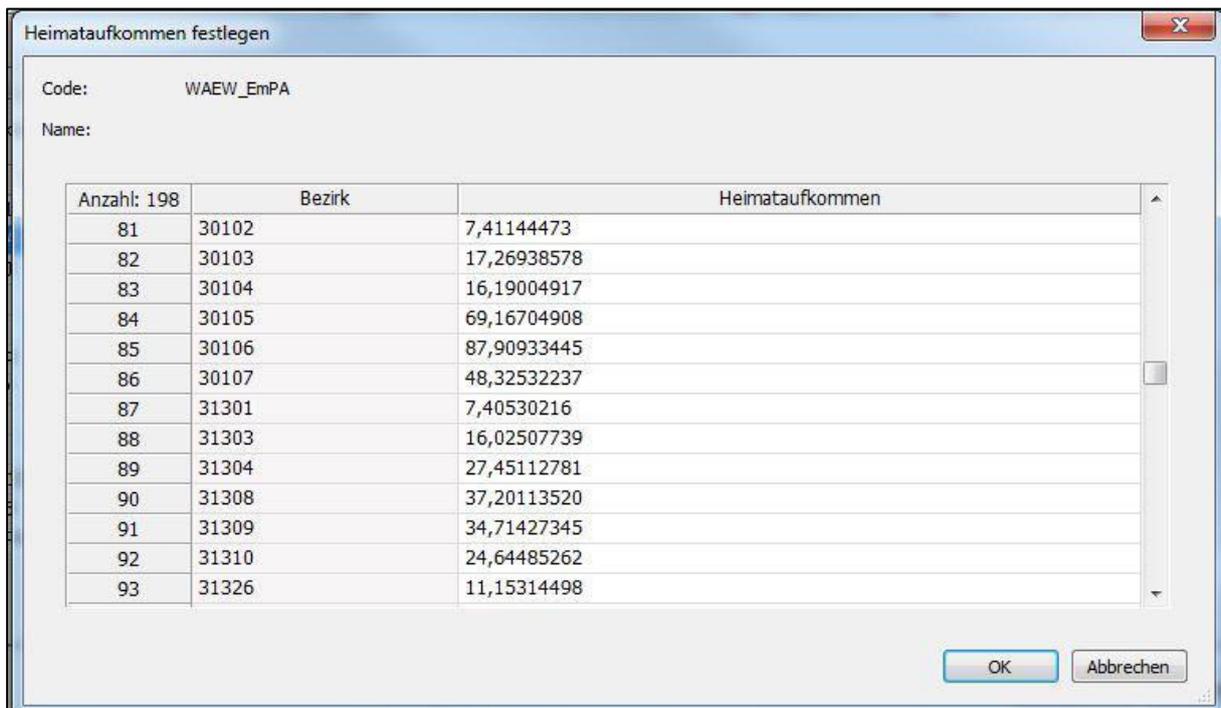
Dabei werden die ersten drei Stufen des Vier-Stufen-Algorithmus nicht separat sukzessive abgearbeitet, sondern sind ineinander verzahnt. Vor allem werden Schritt zwei und drei, Verteilung und Moduswahl, simultan in ein und demselben Verfahren ausgeführt. VISEM beinhaltet dabei in allen drei Arbeitseinheiten stets zwei wichtige Konzepte. Zum einen die Rechnung auf der Basis von verhaltenshomogenen Bevölkerungsgruppen und zum anderen die von Aktivitätenketten.

Statt Aktivitätspaaren (wie beim Standard-Vier-Stufen-Algorithmus) beschreibt VISEM eine Abfolge typisierter Aktivitäten im Tagesablauf einer Person durch Aktivitätenketten, zum Beispiel die Kette Wohnen-Arbeit-Einkauf-Wohnen (WAEW). Diese beispielhafte Abfolge von Aktivitäten impliziert mehrere Ortsveränderungen. In diesem Beispiel käme es also zu drei Wegen (WA, AE, EW). Die Beschreibung solcher Abfolgen von Aktivitäten erfolgt in VISEM durch das durchschnittliche Mobilitätsprogramm von Personen.

In diesem Nachfragemodell wird eine Nachfrageschicht durch genau eine Personengruppe (zum Beispiel Erwerbstätige ohne Pkw (EoP)) und genau eine Aktivitätenkette (zum Beispiel WAEW) definiert. In den anderen Nachfragemodellen könnten einer Nachfrageschicht hingegen mehrere Personengruppen zugeordnet werden.

Verkehrserzeugung

Ein weiter Unterschied zum Standard-Vier-Stufen Algorithmus stellt, wie von der ptv AG [2011] erklärt, die Verkehrserzeugung dar. Im VISEM Nachfragemodell wird statt den Quell- und Zielaufkommen ein Heimataufkommen berechnet. Hierfür wird eine Liste gruppenspezifischer Aktivitätenketten, die beispielsweise aus einer Stichprobe ermittelt werden kann, verwendet. Jeder Personengruppe werden sodann Wahrscheinlichkeiten für die tägliche Ausübung einer jeden Aktivitätenkette hinterlegt.



Anzahl: 198	Bezirk	Heimataufkommen
81	30102	7,41144473
82	30103	17,26938578
83	30104	16,19004917
84	30105	69,16704908
85	30106	87,90933445
86	30107	48,32532237
87	31301	7,40530216
88	31303	16,02507739
89	31304	27,45112781
90	31308	37,20113520
91	31309	34,71427345
92	31310	24,64485262
93	31326	11,15314498

Abb. 16: Heimataufkommen für Nachfrageschicht Erwerbstätige mit Pkw (Emp) - WAEW in Prozent

Es ist möglich, dass die Summe über die Wahrscheinlichkeiten einer Personengruppe größer als 1 (oder 100 Prozent) ist, weil eine Person täglich mehrere Aktivitätenketten nacheinander absolvieren kann (beispielsweise Erwerbstätige mit Pkw zuerst Wohnen-Arbeit-Wohnen, dann Wohnen-Freizeit-Wohnen).

Die Verkehrserzeugung, sprich die Bestimmung der absoluten Anzahl von Aktivitätenketten und damit von Wegen, die in jedem einzelnen Bezirk ihren Ausgang nehmen, berechnet sich in VISEM durch die Multiplikation der Einwohnerzahl einer jeden Personengruppe des Bezirkes mit den Wahrscheinlichkeiten aller Aktivitätenketten. Damit ist in VISEM zusammen mit der Einwohnerzahl und der Personengruppenaufteilung auch die Verkehrserzeugung, beziehungsweise die Anzahl der durch die Aktivitätenketten erzeugten Wege, determiniert.

Hat beispielsweise eine Personengruppe mit 2000 Personen eine Erzeugungsrate für die Aktivitätenkette Wohnen-Arbeit-Einkaufen-Wohnen (WAEW) von 4,67 %, so entstehen dort $2000 \cdot 4,67 \% = 93,4$ Wegekette. Das Heimataufkommen für diese Nachfrageschicht beträgt also 93,4. Damit erzeugt diese Personengruppe in dieser Aktivitätenkette insgesamt $3 \cdot 93,4 = 280,2$ Wege. 93,4 Wege Wohnen-Arbeit und ebenso viele Arbeit-Einkaufen und Einkaufen Wohnen. [VISUM 17 – Grundlagen, 2011]

Kombinierte Verkehrsverteilung und Moduswahl

Am meisten unterscheidet sich laut der ptv AG [2011] das VISEM Nachfragemodell allerdings bezüglich der Verkehrsverteilung bzw. der Moduswahl zum Standard-Vier-Stufen Modell. Hier kommt es statt einer sequentiell aufeinander folgenden getrennten Berechnung dieser beiden Verfahren, zu einer kombinierten Verkehrsverteilung und Moduswahl. Das Zusammenlegen beider Schritte ist insofern sinnvoll, da nicht nur die Moduswahl von der Verkehrsverteilung, sondern auch die Verteilung von der Moduswahl abhängt. Beispielsweise wählt man ein anderes Reiseziel, wenn der Widerstand des momentanen Ziels aus der vorherigen Iteration mit dem gewählten Modus in der aktuellen Iteration größer ist, als der eines alternativen Zieles.

Für jeden Übergang einer Aktivitätenkette wird hier simultan eine Gesamtnachfragematrix und eine Nachfragematrix pro Modus berechnet. Pro Zielaktivität und pro Modus werden dann die Ergebnisse für jede Personengruppe in aggregierter Form ausgegeben. VISEM ordnet dann in Abhängigkeit von der Zielaktivität jedem Weg einen Zielbezirk zu. Die Wahl des Ziels hängt von verschiedenen Faktoren ab.

- Von der Nutzenmatrix, durch welche räumliche und verkehrliche Trennung vom Quellbezirk definiert wird.
- Dabei ist der Nutzen umgekehrt proportional zu den Widerstandswerten wie zum Beispiel Reisezeiten oder Distanzen. Also mit zunehmender Reisezeit oder Distanz zu einem Zielbezirk sinkt dessen Nutzen.
- Von der Attraktivität bzw. dem Zielpotential der als Ziel konkurrierenden Bezirke
- Vom Einfluss des Nutzens, der über die Nutzenfunktionen für jede Gruppe und jede Zielaktivität definiert ist.

Anhand diesen Schemas werden von jeder Aktivitätenkette eine Vielzahl von Wegeketten erzeugt. Als Ergebnis dieses Schrittes berechnet man nicht nur die Matrix des Gesamtverkehrs, sondern auch die Menge aller Wegeketten. Bezüglich des Zielwahlmodells benötigt VISEM für jede Aktivität ein Zielpotential Z_j , welches die Attraktivität jedes Bezirks quantifizieren lässt. Dieses Potential definiert sich für jeden Bezirk j über die zu der Aktivität gehörenden Strukturgröße.

Eine zentrale Rolle kommt der Nutzenfunktion $f(u_{ij})$ im Zielwahlmodell zu. Sie gibt die Wahrscheinlichkeit P_{ij} an, mit welcher einer der Bezirke j unter allen alternativen Bezirken als Zielbezirk von Quellbezirk i ausgewählt wird.

$$F_{ij} = Q_i \cdot P_{ij} \quad (7)$$

$$P_{ij} = \frac{Z_j \cdot f(u_{ij})}{\prod_{k=1}^B Z_k \cdot f(u_{ik})} \quad (8)$$

- Mit: F_{ij}Anzahl der Wege von Bezirk i nach Bezirk j
 Q_iQuellaufkommen in Bezirk i
 P_{ij}Wahrscheinlichkeit der Wahl des Ziels j für Quellbezirk i
 Z_jZielpotential in Bezirk j
 Q_iIndex der Bezirke (mit $k = 1$ als kleinste Bezirksnummer und B als Anzahl der Bezirke)
 u_{ij}Nutzen der Relation ij

Die Wahl der Nutzenfunktion $f(u_{ij})$ kann variieren. Es hat sich allerdings jene vom Typ Logit, d.h. mit $f(u_{ij}) = e^{C \cdot u_{ij}}$, als beste Annäherung an das reale Wegeverhalten bewiesen. Alternative Funktionen könnten beispielsweise vom Typ Kirchhoff, BoxCox, Bux-Tukey, Schiller, etc. sein.

2.6 Makroskopisches GVK-Verkehrsmodell der Stadt St. Pölten 2012

Jenes Verkehrsmodell der Stadt Sankt Pölten, mit dem die makroskopischen Auswirkungen, sprich die Verkehrsströme und deren Verlagerung zufolge einer Umweltverbundachse untersucht werden, wurde im Jahr 2014 im Rahmen einer Diplomarbeit an der TU Graz in Zusammenarbeit mit der Stadt St. Pölten fertiggestellt. Der Aufbau des maßnahmensensitiven Verkehrsmodells wird bei Fellendorf et al. [2014] beschrieben und wird in nächsten Abschnitten für die Beschreibung der nun relevanten Modellgrundlagen zusammengefasst. Tabelle 2 liefert einen ersten Überblick der wichtigsten Eckdaten des GVK-Verkehrsmodells 2012 der Stadt St. Pölten.

Tabelle 2: Eckdaten des makroskopischen GVK-Verkehrsmodells 2012

Modellierter Elemente	Wert 2012
Fläche [km ²]	~ 2.000
Strecken	35048
Knoten	15288
Bezirke	198
Einwohner	216198
Verhaltenshomogene Gruppen	10
Aktivitäten	5
ÖV – Linien	167
ÖV – Haltepunkte	3072

Anlass

Gemeinsam mit dem Generalverkehrskonzept St. Pölten wurde, wie Fellendorf et al. [2014] beschreiben, im Jahr 2012 begonnen ein Verkehrsmodell zu entwickeln, mit welchem Aussagen zur Mobilität in Sankt Pölten quantitativ untermauert und belegt werden können. Ziel war es dabei nicht nur die aktuelle Situation, sondern auch künftige Entwicklungen der Bevölkerung und der Verkehrsinfrastruktur berücksichtigen zu können. Da in dem GVK auch alle relevanten Verkehrsträger behandelt werden, war weiterhin eine integrierte Betrachtung aller Verkehrsmodi des täglichen Verkehrs notwendig.

2.6.1 Modellerstellung

Die Modellerstellung erfolgte, wie bei Fellendorf et al. [2014] beschreiben, aufbauend auf einem überregionalen Verkehrsmodell des Verkehrsverbund Ost-Region (VOR) für die Bundesländer Wien, Niederösterreich und Burgenland, aus dem ein regionales Modell ausgeschnitten und durch entsprechende Anpassungs- bzw. Verfeinerungsmaßnahmen in seiner Genauigkeit verbessert wurde. So wurde beispielsweise innerhalb des Stadtgebiets von St. Pölten die Auflösung der Bezirke und Strecken mithilfe von Daten der Graphenintegrationsplattform (GIP) verfeinert.

Zur weiteren Qualitätsverbesserung wurde die Verkehrsnachfrage innerhalb des neu erstellten Modells zur Gänze neu und auf Basis eines aktivitätenketten-orientierten Modellansatzes (s. Kapitel 2.5.2) berechnet. Um dafür repräsentative Verkehrsverhalten zu erlangen, wurde eine umfangreiche Mobilitätserhebung durchgeführt, deren Ergebnisse sowohl beim Aufbau des Modells, als auch in der damaligen Kalibration, Verwendung fanden. Die erhobene Datengrundlage wurde dazu in drei Hauptdatengruppen, wie in Abb. 17 ersichtlich, eingeteilt.

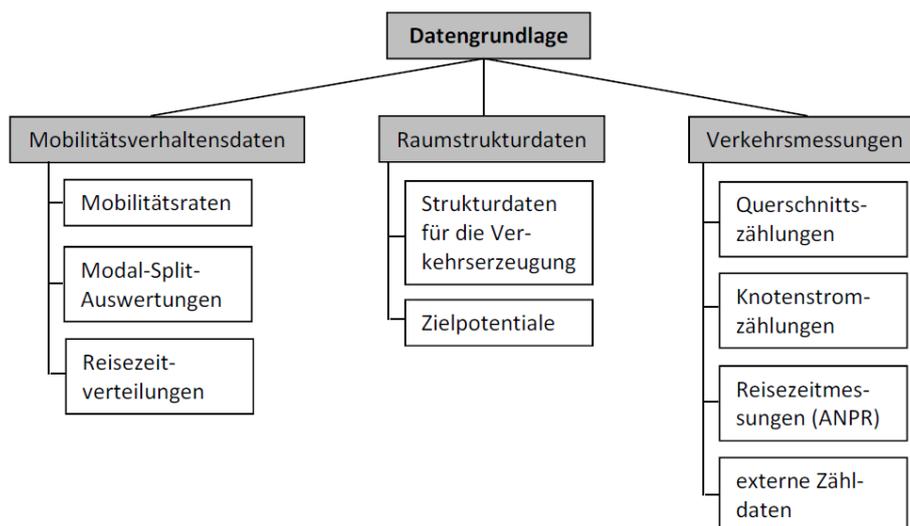


Abb. 17: Übersicht der Datengrundlage [Fellendorf et al., 2014]

Anhand der Ersten beiden Gruppen, der Mobilitätsverhaltens- und der Raumstrukturdaten, wurde dann die Berechnung der Verkehrsnachfrage durchgeführt, während die Verkehrsmessung hauptsächlich für die damalige Kalibration des Verkehrsmodells diente.

Raumstrukturdaten

Für die Modellierung der Verkehrsnachfrage sind, wie auch bei Schnabel und Lohse [2011] erläutert wird, in Verkehrsmodellen sowohl Mobilitätsverhaltens-, als auch Strukturdaten notwendig. Die quellseitigen Raumstrukturdaten stellen dabei die Einwohner im Verkehrsmodell dar. Damit die Qualität der Abbildung des Verhaltens dieser gesteigert wird, wurden nach Fellendorf et al. [2014] die Einwohner weiter in zehn verhaltenshomogene Gruppen (VHG) unterteilt. Die folgende Tabelle 3 zeigt eine Übersicht aller im Modell implementierten VHG.

Tabelle 3: Übersicht – verhaltenshomogene Gruppen [Fellendorf et al., 2014]

VHG Nr.	Beschreibung	Kürzel	Beschäftigung	Alter	PKW-Verfügbarkeit
1	Grundschüler	$S \leq 15$	nicht relevant	≤ 15 Jahre	nicht relevant
2	Schüler/Student	$S > 15$	nicht relevant	> 15 Jahre	nicht relevant
3	Lehrlinge	L	ja	≤ 35 Jahre	nicht relevant
4	Erwerbstätige mit Pkw Jung	EmPJ	ja	> 35 Jahre	ja
5	Erwerbstätige mit Pkw Alt	EmPA	ja	nicht relevant	ja
6	Erwerbstätige ohne Pkw	EoP	ja	nicht relevant	nein
7	Nicht Erwerbstätige mit Pkw	nEmP	nein	nicht relevant	ja
8	Nicht Erwerbstätige ohne Pkw	nEoP	nein	nicht relevant	nein
9	Rentner ohne Pkw	RoP	nein	nicht relevant	nein
10	Rentner mit Pkw	RmP	nein	nicht relevant	ja

Neben den VHG sind die Zielaktivitäten der zweite essentielle Bestandteil der Raumstrukturdaten. Dabei wurden für das Verkehrsmodell von St. Pölten die fünf Aktivitäten Arbeit, Ausbildung, Freizeit, Einkaufen, Sonstiges und Wohnen festgelegt. Aus diesen ergeben sich in weiterer Folge auch die verschiedenen Kombinationen der Aktivitätenketten.

2.6.2 Räumliche Abgrenzungen

Das multimodale Verkehrsmodell St. Pöltens deckt auf der Nord-Süd Achse den Raum von Krems bis Lilienfeld sowie in die Ost-West Richtung jenen von Melk bis Neulengbach ab und umschließt somit eine Fläche von rund 2000 km². Das Planungsgebiet stellt hierbei jenen räumlich abgegrenzten Bereich dar, innerhalb dessen 2012 Maßnahmen für die kommenden Jahre geplant sind. Im Verkehrsmodell entspricht es dem Stadtgebiet von St. Pölten. Neben dem Planungsgebiet (PG) umfasst das Untersuchungsgebiet (UG) auch die Gemeinden in der näheren Umgebung des PG und stellt die Grenzen des Verkehrsmodells dar. Somit entspricht es jenem Teilnetz, das aus dem überregionalen Verkehrsmodell ausgeschnitten wurde. [Fellendorf et al., 2014]

Als Binnenverkehre werden, wie im GVK von Fellendorf et al. [2014] beschrieben wird, alle Verkehre, die ihren Start-, als auch Zielpunkt, innerhalb des UG haben, bezeichnet. Besitzen Wege ihren Startpunkt außerhalb des UG, jedoch ihr Ziel innerhalb des UG, so werden diese als Zielverkehre (ZV) bezeichnet. Umgekehrte Wege, also alle die ihren Startpunkt innerhalb des UG und ihren Zielpunkt

außerhalb des UG haben, werden als Quellverkehre (QV) bezeichnet. Durchgangsverkehre (DV) sind jene, die ihren Start- und Zielpunkt außerhalb des UG haben, deren Route jedoch über eine im UG befindliche Strecke führt. Die sich daraus ergebende Summe aus QV, ZV und DV wird Quell-, Ziel-, Durchgangsverkehr (QZD-Verkehr) genannt. Alle nun übrigen Verkehre, die weder Start-, noch Zielpunkt innerhalb des UG haben und deren Route auch nicht über Strecken innerhalb des UG führt, werden als Außenverkehre (AV) bezeichnet und finden keine weitere Berücksichtigung in dieser Modellierung. Alle hier genannten Definitionen beziehen sich auf das damalige UG des Betrachtungsgebietes und dürfen nicht mit jenen Verkehrsbeziehungen verwechselt werden, die die einzelne Verkehrszelle als Bezugsobjekt haben. Die Binnenverkehre innerhalb von Verkehrszellen finden zwar ihre Berücksichtigung bei der Berechnung, werden jedoch im Modell grundsätzlich nicht umgelegt.

Da beim Generieren des Teilnetzes aus dem überregionalen Verkehrsmodell an den neuen Modellgrenzen Außenbezirke Berücksichtigung finden mussten, wurden an den Streckenschnittpunkten der Grenzen sogenannte Kordonsbezirke eingefügt, welche Quelle und Ziel der QZD-Verkehre darstellen. In Abb. 18 erlangt man einen allgemeinen Überblick über die Gebietseinteilungen und die Definition der einzelnen Verkehrsbeziehungen. Die genaue Abgrenzung des generierten Verkehrsmodells ist in Abb. 19 ersichtlich. Bei der damaligen Festlegung der Grenzen des Verkehrsmodells wurde darauf geachtet, dass zentrale Orte in der Umgebung von St. Pölten, wie z.B. Krems, Melk, Lilienfeld oder Neulengbach auch im Modell enthalten sind [Fellendorf et al., 2014].

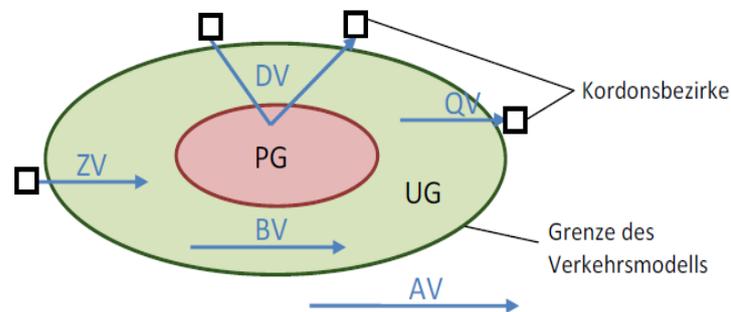


Abb. 18: Räumliche Gebietseinteilung und Definition der Verkehrsbeziehung [Fellendorf et al., 2014]

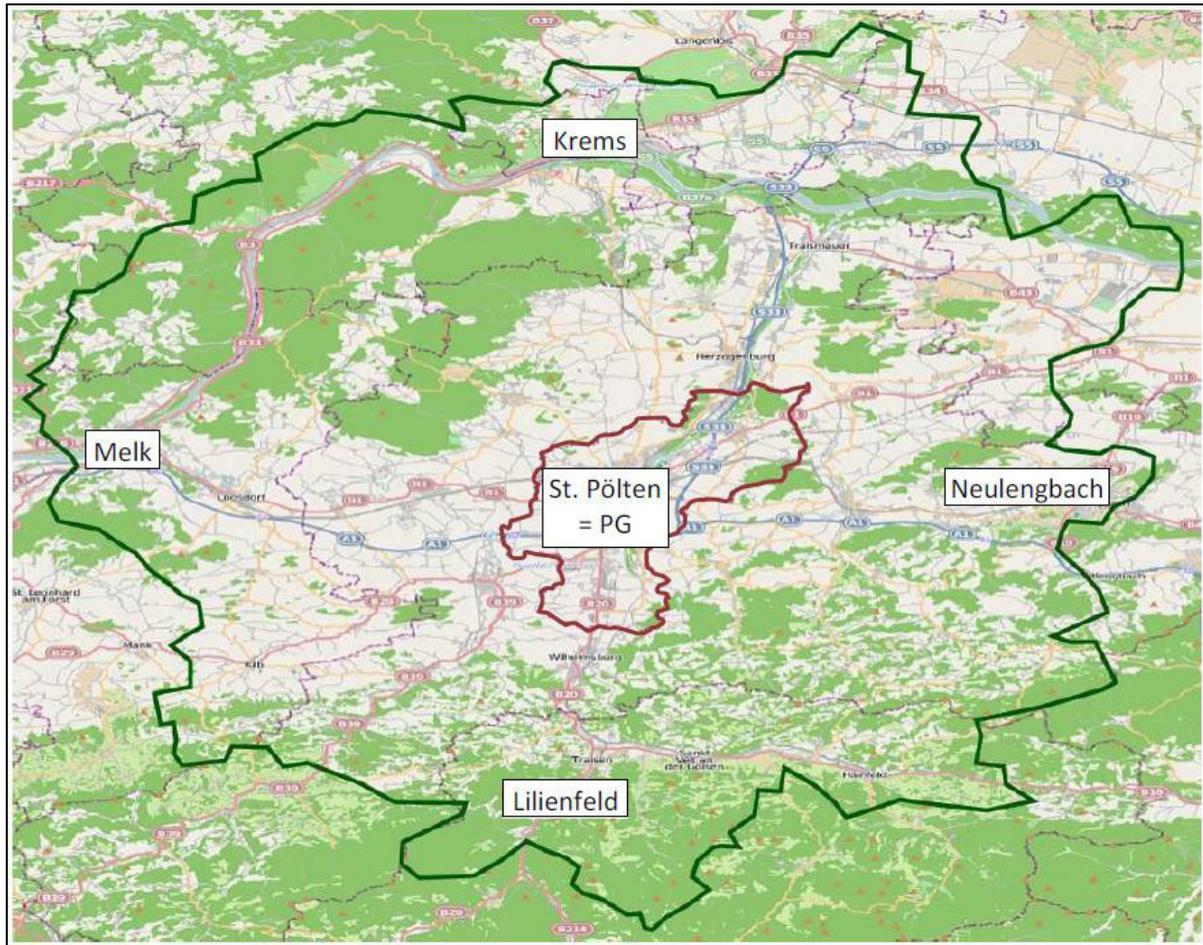


Abb. 19: Planungsgebiet (rot) und Untersuchungsgebiet (grün) des Verkehrsmodells St. [Fellendorf et al., 2014]

2.6.3 Struktur des Verkehrsmodells

Die folgende Abb. 20 soll mithilfe eines Überblicksgraphik des 2012 erstellen Verkehrsmodell für ein leichteres Verständnis der Modellstruktur sorgen.

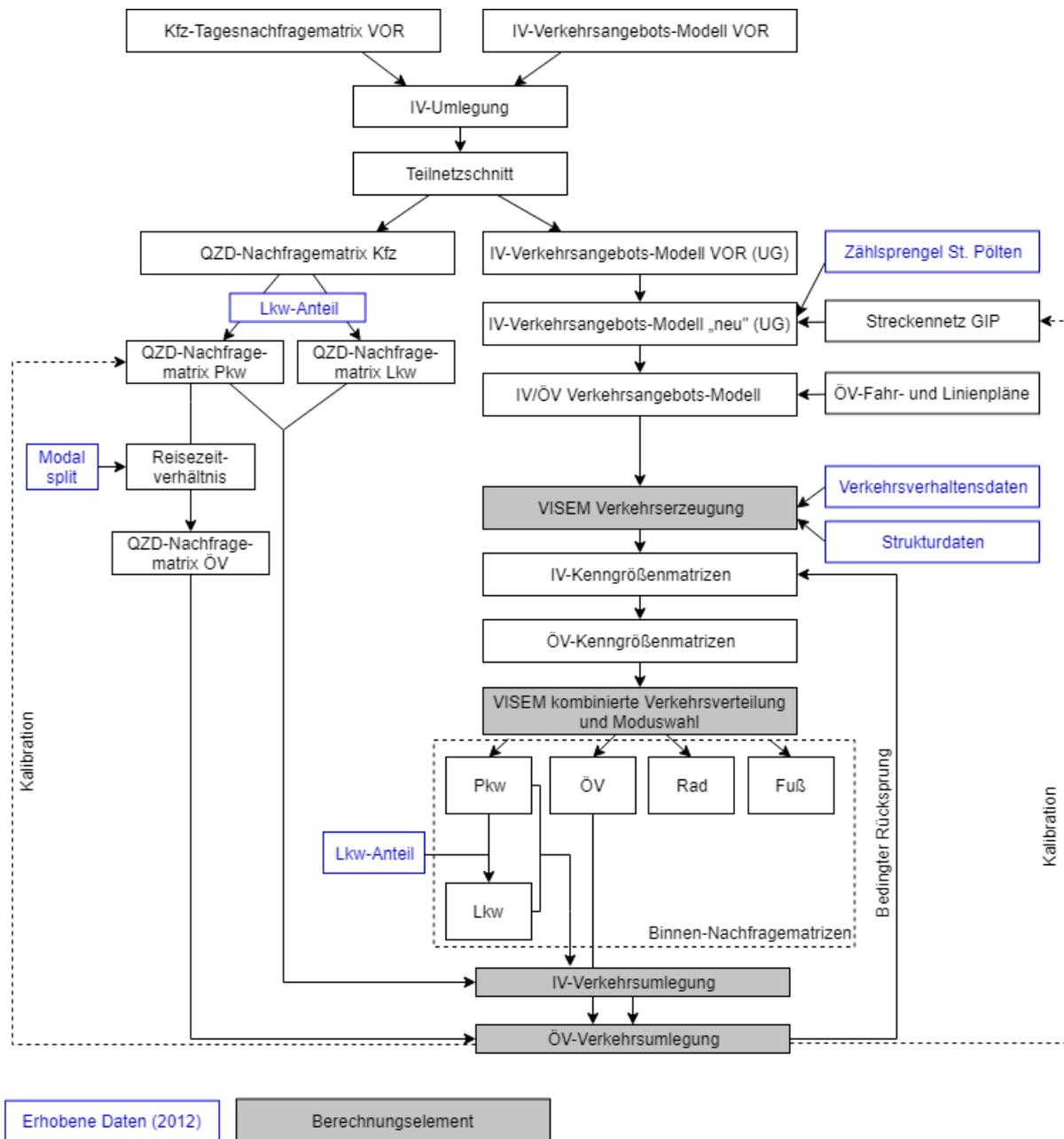


Abb. 20: Modellstruktur – Übersicht GVK-Verkehrsmodell 2012 [Fellendorf et al, 2014]

Wie bei Fellendorf et al. [2014] erklärt wird, wurde nach dem Generieren des Teilnetzes aus dem VOR-Modell, das UG bezüglich seiner Strecken, Bezirke, etc. anhand von GIP-, sowie Zähl- und Verkehrsverhaltensdaten verfeinert. Anschließend wurden diesem Gebiet noch alle Fahr- und Linienpläne des ÖV neu hinzugefügt. Daraufhin ist die Berechnung mithilfe eines aktivitätenketten-orientiertem VISEM-Modellansatzes, welcher auf den erhobenen Daten (Raumstrukturdaten und Mobilitätsverhalten) der Befragung 2012 basiert, eingeführt worden. Während die Nachfragematrizen der Binnenverkehre bei diesem

Verfahren mit jeder Simulation stets neu berechnet werden, wurde der QZD-Verkehr für Pkw und Lkw mit einem gemessenen Lkw-Anteil aus der gesamten Kfz QZD-Verkehrsnachfrage des VOR-Modells ermittelt. Mithilfe des erhobenen Modalsplits des GVK, aber auch des VOR-Modells, wurde dann ein Reisezeitverhältnis gebildet, mit welchem der Anteil der ÖV-seitigen QZD-Verkehrsnachfrage aus jener der Pkw-Nachfrage berechnet wird. Anhand der Ergebnisse der Verkehrsmessung wurde anschließend eine Kalibration der Attribute aller Elemente des Streckennetzes, sowie der QZD-Verkehrsnachfragematrizen durchgeführt.

2.6.4 Ursprüngliche Planfallszenarien 2012 bzw. 2020+

Nach Fertigstellung eines Basisfalls für das Verkehrsmodell von St. Pölten mit Bezug Basisjahr 2012 wurden von Fellendorf et al. [2014] weitere Planfälle für Vorhersagen der zukünftigen Verkehrsnachfrage angefertigt. Mit einer Verkehrsnachfrage bezogen auf das Jahr 2025 (Damalige Bezeichnung: 2020+) wurde das Verkehrsangebot dann in verschiedenen Varianten modelliert, um zukünftige Entwicklungen der Bevölkerung, aber auch der Verkehrsinfrastruktur abschätzen zu können. Als das am besten geeignete Ausgangsmodell für die weitere Bearbeitung in dieser Arbeit, stellte sich jenes heraus, welches auf dem damaligen Planfall 1b beruht. Dieses Verkehrsmodell beinhaltet alle relevanten (Begleit-)Maßnahmen, welche bis 2018 tatsächlich umgesetzt worden sind.

Dazu zählen angebotsseitig die neue Traisenquerung der Kerntangente B1, die abschnittsweise Umgestaltung der B1 als Umweltverbundachse und einige Adaptierungen auf der Eybnerstraße, Rennbahnstraße bzw. der Promenade (Abb. 21).

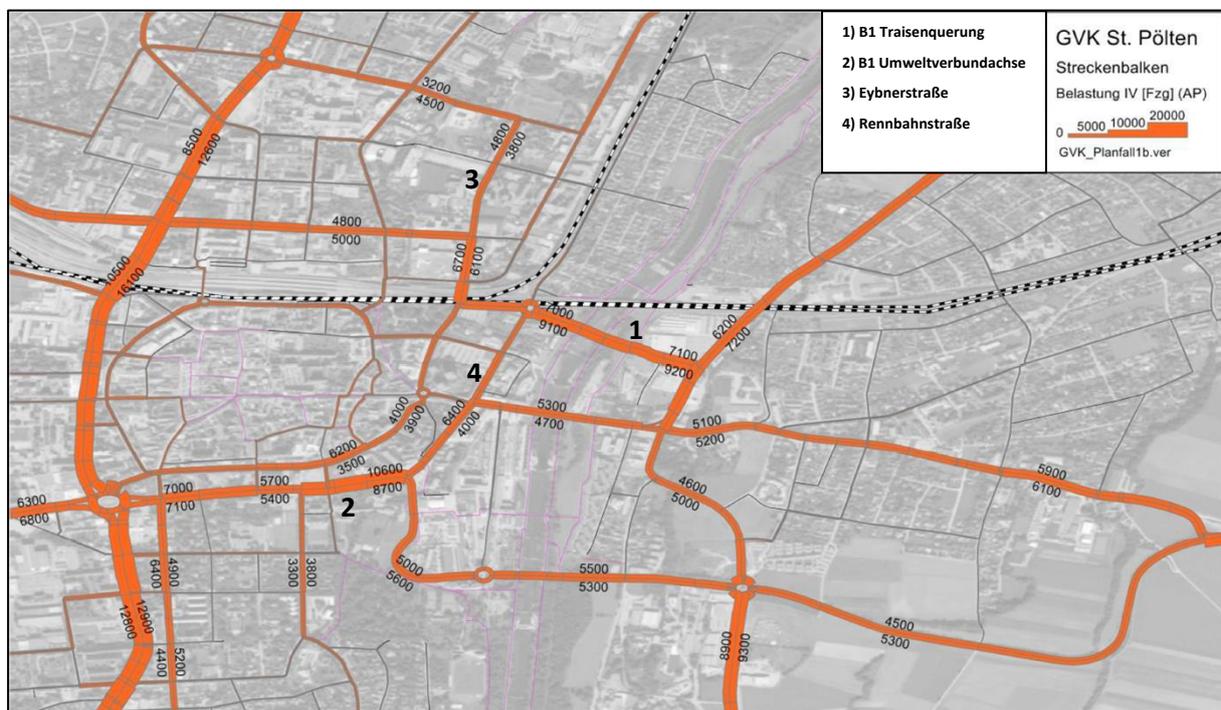


Abb. 21: Implementierte Streckenänderungen für den Planfall 1b (2020+) [Fellendorf et al, 2014]

2.7 Methodische Grundlagen von mikroskopischen Verkehrsmodellen

Während mithilfe von makroskopischen Modellen vor allem das tägliche Reiseverhalten und Analysen dessen zufolge einer Änderung der Verkehrsnachfrage bzw. des -angebots untersucht wird, haben mikroskopische Verkehrsmodelle die Simulation von Verkehrsflüssen unter gegebenen Bedingungen zum Ziel. Anhand dieser Simulationen können bauliche sowie organisatorische Maßnahmen auf detailreicher Ebene untersucht werden. Eine genaue Beschreibung der Funktionsweise für mikroskopische Verkehrssimulationen kann dabei im Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS9 von der FGSV [2006]) gefunden werden. Der Verkehrsfluss wird demnach durch das Verhalten einzelner Fahrzeuge modelliert. Hierbei liegt die Stärke der mikroskopischen Verkehrssimulationen darin, die verkehrliche Wirkung mehrerer, sich beeinflussender Faktoren abbilden zu können.

Zusammen mit dem individuellen Fahrverhalten, welches durch ein Fahrverhaltensmodell gesteuert wird, bildet das Netzmodell den Grundbaustein einer mikroskopischen Verkehrsflusssimulation. Dadurch wird es ermöglicht Straßennetze mit ihren relevanten Streckeneigenschaften und komplexen Knotenpunkten, wie plangleiche Knotenpunkte mit und ohne LSA, Kreisverkehre, aber auch planfreie Knotenpunkte abzubilden. Anhand einer Einzelbetrachtung von Fahrzeugen können dann detaillierte Aussagen über den Verkehrsablauf an einzelnen oder zusammenhängenden Straßenverkehrsanlagen wie Knotenpunkte, Streckenabschnitte, Straßenzüge oder -netze gewonnen werden. Durch Adaptierungen der Verhaltensparameter können weiters genaue Aspekte des Fahrverhaltens (Längs- und Querführung) untersucht werden. Diese Interaktion zwischen den Fahrzeugen ist in Form von Rechenalgorithmen in Verhaltensmodellen in der mikroskopischen Verkehrsflusssimulation hinterlegt. Durch die Änderung des Fahrverhaltens von einzelnen Fahrzeugtypen ändert sich somit auch das Fahrverhalten des gesamten Fahrzeugkollektivs.

In mancher Simulationssoftware, wie auch bei der aktuell verwendeten Vissim Simulationssoftware der ptv AG, können Fußgänger und Radfahrer modelliert werden. Vor allem auf innerörtlichen Straßenverkehrsanlagen haben sie einen wesentlichen Einfluss auf den Verkehrsablauf. Mit der Berücksichtigung von Fußgänger- und Radverkehr, treten so bei den Simulationsergebnissen deutlich andere Ergebnisse auf, als bei einer Modellierung ohne diese.

Letztendlich spiegelt sich das Fahrverhalten sämtlicher modellierter Verkehrsteilnehmer auf den aggregierten verkehrlichen Kenngrößen (Geschwindigkeit, Verkehrsdichte, Reisezeit, Verlustzeit usw.) in den Ergebnissen wider.

Modellstruktur

Verkehrsmodelle, die zur Simulation des Verkehrsflusses dienen, setzen sich aus einzelnen Teilmodellen zusammen. Grundsätzlich zählen dazu das Netzmodell, in welchem alle für die Simulation relevanten Daten für das Beobachtungsgebiet hinterlegt sind, sowie verschiedene Verhaltensmodelle, mit welchen Rechenvorschriften zur Nachbildung des Fahrerverhaltens beschrieben werden. Ein Überblick der Struktur mikroskopischer Verkehrssimulationen kann in Abb. 22 gefunden werden.

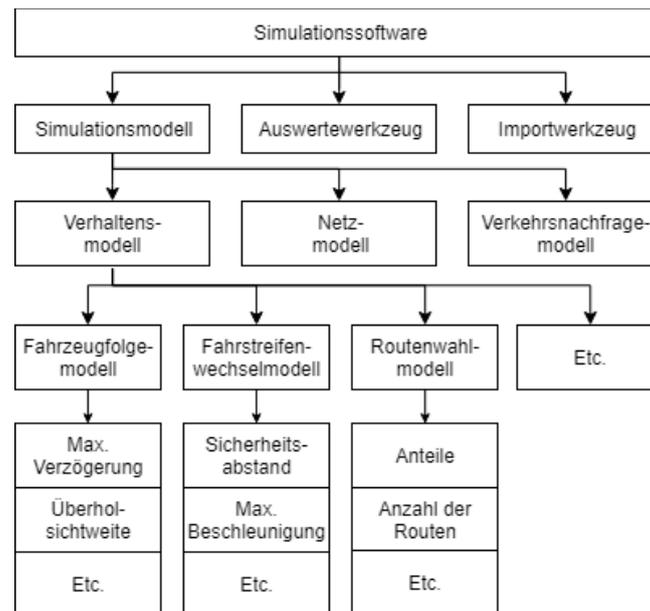


Abb. 22: Struktur mikroskopischer Verkehrssimulationsmodelle [FGSV, 2006]

Zeitbezug

Wie die FGSV [2006] beschreibt, führen beinahe alle zeitgemäße Simulationsmodelle ihre Berechnungen zeitdiskret aus. Das bedeutet, dass die Änderungen des Modellzustands stets zu einem bestimmten Zeitpunkt ermittelt werden. Diese kann entweder ereignisorientierten, oder, wie in Vissim, zeitschrittorientierten Modellen folgen. Wie der Name schon verrät, wird bei zeitschrittorientierten Modellen die Neuberechnung des Systemzustandes in konstanten Zeitabständen (z.B. jede Zehntelsekunde) ermittelt, während ereignisorientierte Berechnungen variable Zeitschritte verwenden. In diesem speziellen Fall wird die Intervalldauer anhand eines bestimmten Ereignisses (z.B. der Ankunft eines Fahrzeuges an einem bestimmten Querschnitt) ermittelt.

Netzmodell

Bestehend aus verschiedenen Elementen beschreibt das Netzmodell die modellierte Verkehrsinfrastruktur mit statischen Daten, welche sich aus Fahrbahnen, inklusive der Fahrstreifenanzahl, Knotenpunkten mit ihren geometrischen und topologischen Eigenschaften, aber auch LSA mit den entsprechenden Steuerungen zusammensetzt. Verkehrsabhängige Signalsteuerungen können zudem als dynamische Daten im Netz berücksichtigt werden. Ebenso zählen Konfliktflächen, Parkflächen, Geschwindigkeitsbeschränkungen, etc. zu den Bestandteilen eines Netzmodells in einer mikroskopischen Verkehrsflusssimulation

Verhaltensmodell

Mithilfe von einzustellenden Parametern können, wie die FSGV [2006] beschreibt, die Rechenvorschriften der Verhaltensmodelle innerhalb der Simulationsmodelle eingestellt werden. Prinzipiell können diese in die folgenden zwei Typen unterschieden werden:

1. Parameter zur Beschreibung des Verhaltens von Verkehrsteilnehmern, wie beispielsweise Wunschgeschwindigkeiten, oder Reaktionsvermögen.
2. Parameter zur Beschreibung der Fahrzeugverhalten, z.B. Geschwindigkeiten, Beschleunigungen, etc.

Diese beiden Parametertypen finden dann durch (Häufigkeits-)Verteilungen im Modell ihre Berücksichtigung und stellen somit stochastische Größen dar. Die Ergebnisse der Simulation hängen folglich stark von den Parametern der Verteilung ab. Deshalb werden diese Simulationen in der Regel nicht bloß einmal, sondern mehrfach (z.B. zehn Mal) durchgeführt und die Ergebnisse in weiterer Folge als Mittelwert aller Simulationen dargestellt.

3 Makroskopisches GVK Verkehrsmodell St. Pölten 2018

Die Umgestaltung der Kremser Landstraße als Umweltverbundachse lässt verschiedene positive sowie negative Auswirkungen vermuten. Damit diese diversen Auswirkungen explizit untersucht werden können, wird der Arbeitsablauf in zwei sequentiell ablaufende Schritte unterteilt.

In diesem ersten Schritt wird eine makroskopische Untersuchung mit dem GVK-Verkehrsmodell vollzogen, um verlagernde Wirkungen speziell auf sensible parallellaufende Wohnstraßen zu quantifizieren. Als Grundlage dient dafür das maßnahmensensitive, multimodale Verkehrsmodell von St. Pölten aus dem Jahr 2012. Damit das Verkehrsmodell die Ausgangssituation des Jahres 2018 darstellt, muss vorerst eine Aktualisierung dessen inklusive einer Nachkalibrierung erfolgen. Von den Aktualisierungen betroffen sind vor allem die nachfrageseitigen Raumstrukturdaten, aber auch die angebotsseitige Veränderung des Straßennetzes und jene des öffentlichen Verkehrs (ÖV). Für die Kalibrierung werden aktuelle Querschnittsdaten sowie die 2012 erhobenen Daten der Reiseweitenverteilungen, des Modalsplits und Linienbeförderungen bzw. Ein-/Aussteigerzahlen des ÖV als Kalibriergrößen herangezogen.

Die Ergebnisse dieser ersten Stufe der Untersuchung werden nach dem Auswerten etwaiger Veränderungen der Verkehrsströme (Auslastungsgrad, Verkehrsverlagerung, etc.) für die einzelnen Planfallszenarien ermittelt, einander gegenübergestellt und im Kapitel 5.1 zusammengefasst.

Die Eckdaten des GVK-Verkehrsmodells 2012 und jene des aktuellen GVK-Verkehrsmodells 2018, welche sich nach sämtlichen Modellaktualisierungen ergeben haben, sind in Tabelle 4 ersichtlich.

Tabelle 4: Eckdaten des GVK-Verkehrsmodells 2012 bzw. 2018

Modellierter Elemente	Modell 2012	Modell 2018
Fläche [km ²]	~ 2.000	~ 2.000
Strecken	35048	35120
Knoten	15288	15315
Bezirke	198	198
Einwohner	216198	224448
Verhaltenshomogene Gruppen	10	10
Aktivitäten	5	5
ÖV – Linien	167	170
ÖV – Haltepunkte	3072	3087

In Abb. 23 findet sich ein Überblick der wesentlichen Elemente des GVK-Verkehrsmodell 2018. Die einzelnen Bestandteile werden in Tabelle 5 mit Verweis zum entsprechenden Kapitel näher beschrieben.

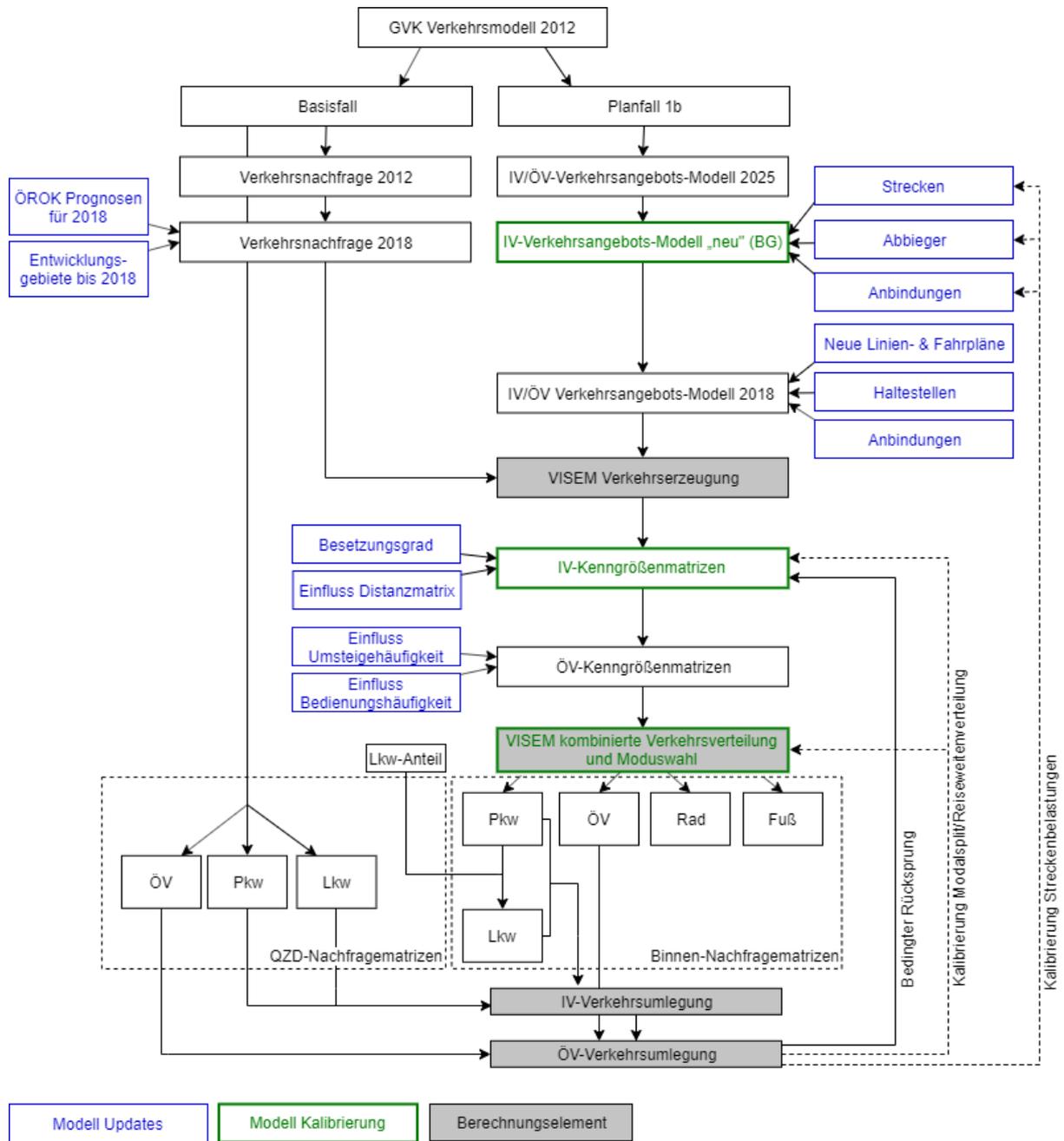


Abb. 23: Modellstruktur - Überblick GVK-Verkehrsmodell 2018

Tabelle 5: Übersicht der Modellelemente

Modellelement	Beschreibung		siehe
QZD-Nachfragematrizen	Die Nachfragematrizen des QZD-Verkehrs wurden bei den Werten des Modells 2012 belassen. Die Erstellung dieser ist bei Fellendorf et al. [2014] zu finden.		GVK St. Pölten
Verkehrsnachfrage 2025	Die im Planfall 1b des GVK-Verkehrsmodell vorhandene Verkehrsnachfrage wurde für die Abschätzung von Maßnahmen basierend auf dem Jahr 2025 erstellt.		GVK St. Pölten
Verkehrsnachfrage 2018	Um die aktuelle Situation abzubilden wird die Verkehrsnachfrage für das Jahr 2018 mithilfe von ÖROK-Prognosen und Entwicklungsgebieten ermittelt.		3.1
IV/ÖV Verkehrsangebot 2025	Im den verschiedenen Szenarien des GVK-Verkehrsmodells wurden infrastrukturelle Maßnahmen gesetzt. Diese sind hier die neue Traisenquerung der Kerntangente B1, die abschnittsweise Umgestaltung der B1 als Umweltverbundachse und einige Adaptierungen auf der Eybnerstraße, Rennbahnstraße bzw. der Promenade.		2.6.4
IV-Verkehrsangebots-Modell „neu“ (BG)	In einem definierten Betrachtungsgebiet (BG) werden im aktuellen Verkehrsmodell die Strecken, Anbindungen und Abbieger auf den Stand des Jahres 2018 gebracht.		3.2.1
IV/ÖV Angebots-Modell 2018	Das Angebot des aktuellen Modells wird durch das Aktualisieren des ÖV-Netzes bezüglich der Haltestellen, Anbindungen, sowie Fahr- und Linienpläne auf den Stand des Jahres 2018 gebracht		3.2.2
VISEM Verkehrserzeugung	Anhand von Raumstrukturdaten (Einwohnerzahlen, Arbeits- und Schulplätzen etc.) und Verkehrsverhaltensdaten, die aus der Mobilitäts-erhebung 2012 stammen, wird die Verkehrserzeugung berechnet.		2.5.2
IV-Kenngrößen-matrizen	Kenngrößenmatrizen dienen der Beurteilung der einzelnen Bezirksbeziehungen und werden für die Abbildung der Entscheidungen hinsichtlich Ziel- und Moduswahl verwendet.	Im aktuellen Modell werden diese um die Information des Besetzungsgrades, sowie um den Einfluss der Distanz erweitert	2.5.1, 3.3
ÖV-Kenngrößen-matrizen		Die ÖV-Kenngrößen werden um den Einfluss der Bedienungshäufigkeit und der Umsteigehäufigkeit erweitert	3.3

VISEM kombinierte Verkehrsverteilung und Moduswahl	Die Verkehrsverteilung (Zielwahl) und die Moduswahl werden in VISEM in einem Verfahrensschritt simultan berechnet. Die Berechnung erfolgt auf der Grundlage der Nutzen- bzw. Widerstandsfunktionen. In weiterer Folge werden die Parameter dieser Funktionen anhand der 2012 erhobenen Mobilitätsdaten kalibriert.	2.5.2, 3.4.2
Binnen-Nachfragematrizen Pkw, ÖV, Rad und Fuß	Als Ergebnis der Verkehrsverteilung und Moduswahl werden für jeden in der Berechnung berücksichtigten Modus die Binnenverkehrs-Nachfragematrizen ermittelt.	2.5.1
Binnen-Nachfragematrizen Lkw	Über die Anwendung eines globalen LKW-Anteils wurde eine LKW-Nachfragematrix für den Binnenverkehr innerhalb des UG abgeleitet.	GVK St. Pölten
IV Umlegung	Die Nachfragematrizen werden auf das Modellnetz umgelegt, wodurch es zu Belastungen in Form von Kfz-Fahrten (IV) bzw. Personen-Fahrten (ÖV) kommt.	2.5.1
ÖV Umlegung		
Bedingter Rücksprung	Das Verfahren wird mehrmals hintereinander iterativ durchgeführt, bis ein Abbruchkriterium erfüllt ist. Der Rücksprung erfolgt bis zur erneuten Berechnung der Kenngrößenmatrizen.	2.5.1
Kalibrierung	Die im Modell berechneten Werte der Belastungen und Verteilungen können mit Realdaten verglichen und somit bewertet werden. Zur besseren Annäherung des Modells an die Wirklichkeit werden Modellparameter kalibriert.	3.4

3.1 Verkehrsnachfragedaten

Im ausgewählten Planfall 1b des von Fellendorf et al. [2014] generierten Verkehrsmodells beziehen sich alle Zahlen der verhaltenshomogenen Gruppen sowie Strukturdaten auf das Jahr 2025. Deswegen müssen diese Nachfragedaten zurück auf das Jahr 2018 gerechnet werden. Diese Rückrechnung der Einwohnerzahlen der einzelnen Bezirke auf das Referenzjahr 2018 erfolgt analog jenem Schema, mit dem im Jahr 2012 die Einwohner auf das Jahr 2025 hochgerechnet wurden.

Die folgenden Unterkapitel stützen sich auf die im Projektbericht von Fellendorf et al. [2014] beschriebene Vorgehensweise zur Hochrechnung der Nachfragedaten mithilfe der Prognosen der österreichischen Raumordnungskonferenz (ÖROK) [2019]. Hierbei hat man die Hochrechnung in die zwei Segmente der quellseitigen und der zielseitigen Raumstrukturdaten unterschieden. Die quellseitigen Raumstrukturdaten stellen die zehn verschiedenen verhaltenshomogenen Gruppen dar, welche die Bevölkerung in zehn verschiedene homogene Personengruppen einteilen. Die fünf definierten Attraktionspotentiale der Bezirke für die Aktivitäten Arbeit, Ausbildung, Freizeit, Einkaufen und Sonstiges dienen als zielseitige Raumstruktur. Die ÖROK-Prognosen für 2010-2030, mit Projektion bis 2050, stehen von der österreichischen Raumordnungskonferenz [2019] zur Verfügung. Dort erhält

man sowohl die Bevölkerungs- als auch Erwerbsprognose für die nächsten Dekaden sowie Modellrechnungen zur Haushaltsentwicklung. Die vorliegende, relativ kleine Bevölkerungsprognose nach 124 Prognoseregionen basiert auf der Bevölkerungsprognose der Statistik Austria [2018] für Österreich und die Bundesländer vom Herbst 2009.

3.1.1 Quellseitige Hochrechnung der Raumstrukturdaten

Um eine möglichst genaue Hochrechnung der Bevölkerungsgruppen im Untersuchungsgebiet erzielen zu können, wurde die differenzierteste Auflösung der Prognosewerte herangezogen. Diese entspricht jener Einteilung der Prognosewerte auf politischer Bezirksebene. Somit kommen im UG des Verkehrsmodells aus Niederösterreich sieben politischen Bezirken Relevanz zu. Diese gliedern sich wie in die Bezirke Krems an der Donau (Stadt), Krems (Land), Lilienfeld, Melk, Sankt Pölten (Land), Tulln und Sankt Pölten (Stadt). Im Anhang 1 befindet sich die Tabelle 51, welche die Zuordnung der 118 Verkehrsbezirke des Verkehrsmodells zu den 7 politischen Bezirken, der ÖROK zeigt.

Zusätzlich werden die Bevölkerungsprognosewerte der ÖROK nach verschiedenen Altersgruppen unterschieden. Diese Einteilung entspricht jedoch nicht exakt jener der Altersgruppen der zehn VHGs des Verkehrsmodells. Es erfolgt deshalb eine altersgruppen-spezifische Zuordnung, um die Tendenzen der Entwicklung der Altersstrukturen abbildbar zu machen. Tabelle 6 zeigt nun die Zuordnung der Altersgruppen der ÖROK zu den VHGs.

Tabelle 6: Verhaltenshomogene Gruppen

Nr.	Beschreibung	Kürzel	Altersgruppe ÖROK
1	Schüler weniger mobil	S ≤ 15	0 – 14 Jährige
2	Schüler/Studenten eher mobil	S > 15	0 – 19 Jährige
3	Lehrlinge	L	0 – 19 Jährige
4	Erwerbstätige mit PKW Jung (<35)	EmPJ	20 - 44 Jährige
5	Erwerbstätige mit PKW Alt (>34)	EmPA	44 – 64 Jährige
6	Erwerbstätige ohne PKW	EoP	20 – 64 Jährige
7	Nicht Erwerbstätige mit PKW	nEmP	20 – 64 Jährige
8	Nicht Erwerbstätige ohne PKW	nEoP	20 – 64 Jährige
9	Rentner ohne PKW	RoP	>64 Jährige
10	Rentner mit PKW	RmP	>64 Jährige

Hochrechnung mittels ÖROK-Prognose

Mittels Indexwerten, welche das Kalenderjahr 2009 als Referenz heranziehen, werden die Zu- oder Abnahmen der verschiedenen Altersgruppen der ÖROK Prognose definiert. Die Prognosejahre verlaufen bis 2050 in Fünf-Jahresschritten und starten mit dem Jahr 2010.

So werden im ersten Schritt die Indexwerte für das Jahr 2012, auf welchem das damalige Ausgangsmodell beruhte, mittels linearer Interpolation aus jenen von 2010 und 2015 als Kontrollmaßnahme neuerlich berechnet. Der Hochrechnungsfaktor für die einzelnen VHGs und politischen Bezirke zwischen 2009 und 2012 ergibt sich für die damalige Hochrechnung, durch das

Verhältnis des errechneten Indexwertes für 2012 und dem angegebenen Indexwert für 2009. Kommt es für eine Region zu einem Bevölkerungswachstum zwischen 2009 und 2012, ist der Indexwert also größer eins. Bei einer Abnahme wird dieser kleiner eins. Da sich die berechneten Indexwerte mit den damals berechneten von Fellendorf et al. [2014] eins zu eins decken, können nun analog die Indices für 2018 berechnet werden. Um im Modell von den Werten des Jahres 2025 auf das Jahr 2018 zurückrechnen zu können, muss somit das Verhältnis der Hochrechnungsfaktoren dieser beiden Jahre gebildet werden (Tabelle 7 bis Tabelle 12, Spalte ganz rechts).

Es folgen die Tabellen der Altersgruppen der Bevölkerungsprognose nach ÖROK, anhand welcher die Hochrechnungsfaktoren und deren Indices der jeweiligen Altersgruppen und Regionen ersichtlich sind.

Tabelle 7: Hochrechnungsfaktor für 0 bis 14-Jährige

Kennzahl	Region	Index 2009 = 100,0							
		2010	2012	2015	2018	2025	Hochrechnungsfaktor für 2025	Hochrechnungsfaktor für 2018	2018/2025
3010	Krems an der Donau(Stadt)	97,7	96,3	94,1	94,9	96,8	1,006	0,986	0,980
3020	Sankt Pölten(Stadt)	99,5	100,5	101,9	103,6	107,7	1,072	1,032	0,962
3130	Krems(Land)	98,4	96,6	93,9	94,4	95,4	0,988	0,977	0,989
3140	Lilienfeld	98,4	96,1	92,6	92,7	93,0	0,968	0,965	0,997
3150	Melk	98,6	97,0	94,5	94,5	94,6	0,976	0,975	0,999
3190	Sankt Pölten(Land)	98,5	97,5	95,9	97,1	99,9	1,025	0,996	0,972
3210	Tulln	99,4	99,1	98,6	100,9	106,4	1,074	1,019	0,949

Tabelle 8: Hochrechnungsfaktor für 0 bis 19-Jährige

Kennzahl	Region	Index 2009 = 100,0							
		2010	2012	2015	2018	2025	Hochrechnungsfaktor für 2025	Hochrechnungsfaktor für 2018	2018/2025
3010	Krems an der Donau(Stadt)	99,1	97,2	94,4	94,3	94,1	0,968	0,970	1,002
3020	Sankt Pölten(Stadt)	100,5	100,6	100,7	102,2	105,8	1,052	1,016	0,966
3130	Krems(Land)	98,9	96,7	93,3	92,8	91,5	0,947	0,960	1,014
3140	Lilienfeld	98,6	96,1	92,4	91,5	89,5	0,931	0,952	1,023
3150	Melk	99,2	96,7	92,9	92,1	90,3	0,934	0,953	1,020
3190	Sankt Pölten(Land)	99,1	97,2	94,4	94,8	95,6	0,983	0,975	0,991
3210	Tulln	99,4	98,0	95,9	97,4	100,8	1,029	0,994	0,966

Tabelle 9: Hochrechnungsfaktor für 20 bis 44-Jährige

Kennzahl	Region	Index 2009 = 100,0							
		2010	2012	2015	2018	2025	Hochrechnungsfaktor für 2025	Hochrechnungsfaktor für 2018	2018/2025
3010	Krems an der Donau(Stadt)	99,4	99,0	98,5	98,3	97,7	0,986	0,992	1,006
3020	Sankt Pölten(Stadt)	99,6	99,0	98,2	98,8	100,1	1,011	0,997	0,987
3130	Krems(Land)	98,9	97,2	94,7	93,7	91,2	0,938	0,963	1,027
3140	Lilienfeld	98,3	96,1	92,9	91,6	88,6	0,922	0,953	1,034
3150	Melk	98,5	97,1	95,0	93,8	90,9	0,936	0,966	1,032
3190	Sankt Pölten(Land)	99,1	97,9	96,0	95,9	95,7	0,978	0,980	1,002
3210	Tulln	99,7	99,2	98,5	99,3	101,0	1,018	1,000	0,983

Tabelle 10: Hochrechnungsfaktor für 44 bis 64-Jährige

Kennzahl	Region	Index 2009 = 100,0							
		2010	2012	2015	2018	2025	Hochrechnungsfaktor für 2025	Hochrechnungsfaktor für 2018	2018/2025
3010	Krems an der Donau(Stadt)	101,1	103,9	108,2	108,4	109,0	1,049	1,043	0,995
3020	Sankt Pölten(Stadt)	101,7	105,7	111,8	112,9	115,4	1,091	1,068	0,978
3130	Krems(Land)	102,4	106,6	112,9	113,5	114,9	1,078	1,065	0,988
3140	Lilienfeld	101,7	104,9	109,6	109,6	109,5	1,044	1,045	1,001
3150	Melk	103,0	107,6	114,4	114,8	115,7	1,076	1,067	0,992
3190	Sankt Pölten(Land)	102,3	107,0	114,0	116,9	116,9	1,093	1,093	1,000
3210	Tulln	102,6	108,1	116,4	118,9	124,7	1,153	1,100	0,953

Tabelle 11: Hochrechnungsfaktor für 20 bis 64-Jährige

Kennzahl	Region	Index 2009 = 100,0							
		2010	2012	2015	2018	2025	Hochrechnungsfaktor für 2025	Hochrechnungsfaktor für 2018	2018/2025
3010	Krems an der Donau(Stadt)	100,2	101,2	102,8	102,8	102,7	1,014	1,015	1,001
3020	Sankt Pölten(Stadt)	100,5	101,9	104,1	104,9	106,8	1,048	1,029	0,982
3130	Krems(Land)	100,5	101,5	102,9	102,6	101,9	1,004	1,011	1,007
3140	Lilienfeld	99,8	100,0	100,3	99,6	97,8	0,978	0,996	1,018
3150	Melk	100,4	101,5	103,2	102,7	101,4	0,999	1,011	1,012
3190	Sankt Pölten(Land)	100,5	101,9	103,9	104,2	105,0	1,031	1,023	0,993
3210	Tulln	101,0	103,2	106,6	108,1	111,6	1,081	1,047	0,969

Tabelle 12: Hochrechnungsfaktor für über 64-Jährige

Kennzahl	Region	Index 2009 = 100,0							
		2010	2012	2015	2018	2025	Hochrechnungsfaktor für 2025	Hochrechnungsfaktor für 2018	2018/2025
3010	Krems an der Donau(Stadt)	102,1	104,3	107,7	113,0	125,5	1,203	1,083	0,901
3020	Sankt Pölten(Stadt)	101,0	103,0	106,0	110,7	121,5	1,180	1,074	0,911
3130	Krems(Land)	101,0	103,4	106,9	113,3	128,3	1,241	1,096	0,883
3140	Lilienfeld	100,8	101,9	103,6	106,9	114,7	1,125	1,049	0,932
3150	Melk	100,4	101,7	103,7	110,0	124,8	1,227	1,082	0,882
3190	Sankt Pölten(Land)	101,9	104,8	109,2	116,1	132,3	1,262	1,108	0,878
3210	Tulln	102,3	106,5	112,8	121,4	141,3	1,327	1,139	0,859

Innerhalb der dritten bis siebten Spalte stehen somit die Indices, mit denen die Bevölkerung ab dem Jahr 2009 für den jeweiligen Bezugspunkt hochgerechnet werden kann. Bezieht sich die hochzurechnende Bevölkerungsschicht, wie damals, aber auf das Jahr 2012, so muss ein Verhältnis der Indices gebildet werden. Die Spalte der Hochrechnungsfaktoren für 2025 (Achte Spalte) beschreibt somit jenen Wert, mit der die Einwohnerzahl aus dem Jahr 2012 in der jeweiligen Region bei den damaligen Planfallszenarien multipliziert wurde, um die prognostizierte Bevölkerungszahl für 2025 zu erhalten. In diesem konkreten Fall wird aber eine Bevölkerungszahl aus dem Jahr 2025 auf das Jahr 2018 zurückgerechnet, daher das in der rechten Spalte angeführte Verhältnis.

Sowohl bei den Hochrechnungsfaktoren für 2025, als auch für 2018, ist eine klare Überalterung der Bevölkerung seit dem Jahr 2009 ersichtlich. Dementsprechend sinkt die Zahl der jungen Bevölkerungsschicht in allen Regionen außer in der Stadt St. Pöltens. Vor allem im Bereich Lilienfelds nimmt diese am stärksten mit bis zu fast zehn Prozent bis 2018 ab. Der bis 2018 größte Zuwachs der älteren Bevölkerungsschicht findet dabei in der Region Tulln mit bis zu 21 zusätzlichen Prozent der über 64-Jährigen seit 2009 statt.

Hochrechnung mittels linearer Interpolation

Da im Vorhinein bereits die quell-, aber auch zieleitigen Verkehrsnachfragedaten sowohl für das Jahr 2012₂ als auch für das Jahr 2025 vorliegen, werden jene als kontrollierende Instanz für das neue Basisjahr 2018 wie folgt linear interpoliert.

$$y_{2018} = y_{2012} + \frac{y_{2025} - y_{2012}}{2025 - 2012} (2018 - 2012) \quad (9)$$

Mit: y ... Wert der VHG (Einwohner, Arbeitsplätze, ...)

Vergleich beider Hochrechnungsverfahren

Die linear interpolierten Werte werden nun den mittels der ÖROK Prognose hochgerechneten Daten gegenübergestellt und auf Abweichungen untersucht. Diese Kontrolle zeigt lediglich Unterschiede einzelner Gruppen von ein bis maximal zehn Personen pro Region. Die Abweichung zwischen den beiden Verfahren lässt sich durch das nichtlineare Verhalten der von der ÖROK [2019] gegebenen Indexwerte über die fünf Jahresschritte erklären. Eine lineare Interpolation ist hierbei also als Fehlerkontrolle gut geeignet, letztendlich jedoch etwas ungenauer. Somit werden jene hochgerechneten Werte, die anhand der ÖROK-Prognose ermittelt wurden, als aktuelle Nachfragedaten der verhaltenshomogenen Gruppen eingefügt. Abb. 24 zeigt exemplarisch die Anzahl des Zuwachses bzw. der Abnahme der Bevölkerung in Personen pro Bezirk zwischen 2012 und 2018 nach der Einwohnerhochrechnung der ÖROK-Prognose.

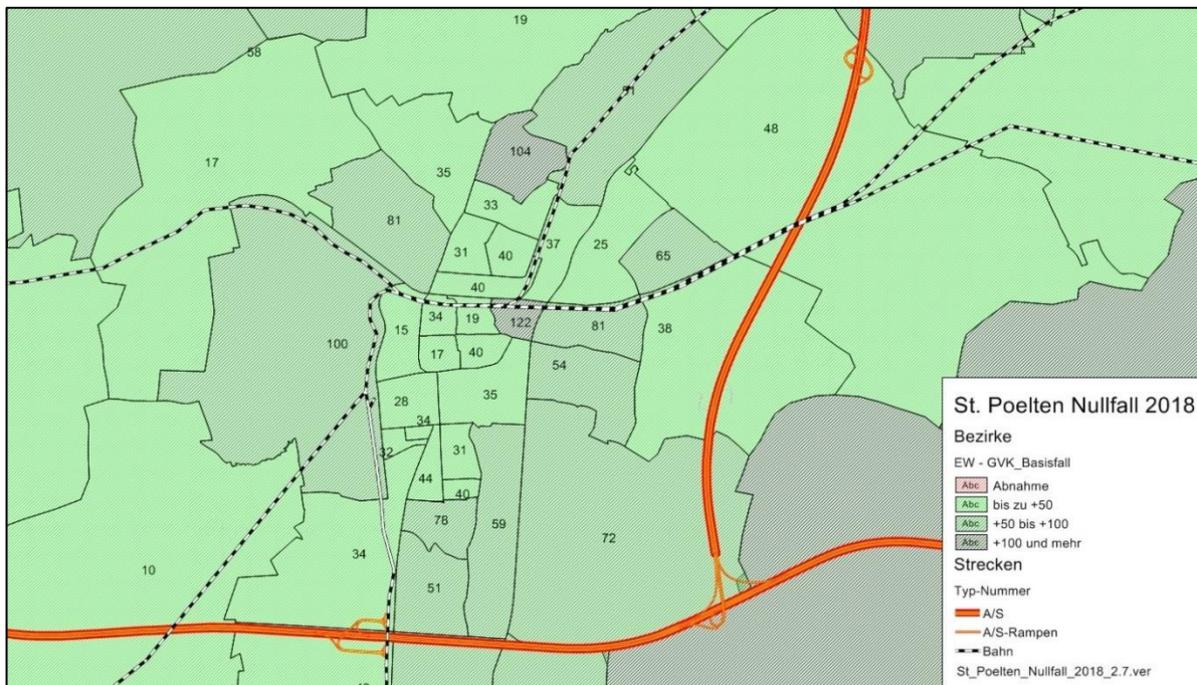


Abb. 24: Zu-/Abnahme der Bevölkerung pro Bezirk von 2012 bis 2018 in Personen

Die folgende Tabelle zeigt die Zu- bzw. Abnahme der einzelnen verhaltenshomogenen Gruppen in den sieben unterschiedlichen Regionen. Wie schon anhand der Indices der Hochrechnung, ist auch hier eine klare Überalterung der Bevölkerung erkennbar. Den stärksten Zuwachs erfährt der Bezirk Tulln in der Altersklasse der über 64-Jährigen (RoP und RmP) mit einer Zunahme von 15 Prozent seit dem Jahr 2012. Die größte Abnahme hingegen findet im Bezirk Lilienfeld bei der Gruppe der jungen Erwerbstätigen mit Pkw (EmPJ) statt. Diese VHG verliert in Lilienfeld bis zu 3,6 Prozent, also rund 2250 ihrer Einwohner.

Tabelle 13: Veränderungen der Personen der VHG über den Prognosehorizont

	Personen pro VHG 2018 (+Zunahme von 2012 in %)										Summe VHG
	VHG1 (S<=15)	VHG2 (S>15)	VHG3 (L)	VHG4 (EmPJ)	VHG5 (EmPA)	VHG6 (EoP)	VHG7 (nEmP)	VHG8 (nEoP)	VHG9 (RoP)	VHG10 (RmP)	
Krems an der Donau (Stadt)	1907 (0,3%)	1111 (-1,5%)	309 (-1,6%)	3089 (-0,6%)	6515 (2,2%)	706 (0,7%)	2179 (0,6%)	1025 (0,7%)	5278 (9,4%)	1238 (9,4%)	23357
Krems (Land)	2277 (-0,6%)	1179 (-2,5%)	383 (-2,5%)	3774 (-2,9%)	8251 (3,6%)	879 (0,2%)	1532 (0,2%)	721 (0,1%)	5127 (11,1%)	1202 (11,1%)	25325
Lilienfeld	1699 (-1,5%)	580 (-3,2%)	228 (-3%)	2236 (-3,6%)	4853 (2%)	520 (-1%)	1155 (-1%)	542 (-1,1%)	3587 (5,8%)	843 (5,8%)	16243
Melk	2112 (-1,1%)	918 (-3,1%)	271 (-2,9%)	2687 (-3%)	5874 (3,5%)	626 (0%)	1109 (-0,1%)	522 (0%)	3659 (10,5%)	859 (10,4%)	18637
Sankt Pölten (Land)	8204 (1,2%)	3329 (-0,8%)	1127 (-0,8%)	11100 (-1%)	23978 (4,3%)	2570 (1,4%)	5040 (1,4%)	2375 (1,4%)	15478 (12,1%)	3631 (12,1%)	76832
Tulln	1215 (3,4%)	557 (1,3%)	196 (1,6%)	1931 (0,8%)	4204 (7,1%)	448 (3,7%)	761 (3,7%)	359 (3,8%)	2671 (15,1%)	627 (15%)	12969
Sankt Pölten (Stadt)	4854 (3,5%)	1934 (2,9%)	722 (3,7%)	6915 (0,6%)	14698 (4,3%)	1601 (2,8%)	4494 (2,4%)	2116 (2,7%)	11137 (8,4%)	2616 (8,7%)	51087
Summe polit. Bezirke	22268	9608	3236	31732	68373	7350	16270	7660	46937	11016	Σ 224450

3.1.2 Zielseitige Hochrechnung der Raumstrukturdaten

Seit dem Jahr 2012 gibt es auch zweiseitige Veränderungen der Raumstrukturdaten. Dafür werden im Verkehrsmodell St. Pölten die Strukturdaten in die fünf Aktivitäten Arbeit, Ausbildung, Freizeit, Einkaufen und Sonstiges unterschieden. Von der ÖROK [2019] wird eine eigens erstellte Erwerbsprognose zur Verfügung gestellt. In dieser gibt es eine Unterscheidung in zwei Referenzszenarios und ein Hauptszenario. Wie bei der damaligen Hochrechnung des Modells, wird auch hier auf das Hauptszenario für zukünftige Entwicklungen zurückgegriffen. Es wird für die Berechnung der Hochrechnungsfaktoren analog dem Schema aus dem Kapitel 3.1.1 vorgegangen. Zuerst werden also die Indexwerte der beiden Jahre 2025 und 2018 durch Interpolation berechnet. Anschließend kann dadurch der Hochrechnungsfaktor für 2018 ermittelt werden. Damit man nun von den im Modell vorhandenen Raumstrukturdaten des Jahres 2025 auf das Jahr 2018 zurückrechnen kann, muss noch das Verhältnis der Hochrechnungsfaktoren beider Jahre gebildet werden. Schließlich werden mit diesem Faktor die Zahlen der Raumstrukturdaten multipliziert. Tabelle 14 zeigt wiederum die Hochrechnungsfaktoren aufgeteilt in die sieben Regionen des Betrachtungsgebiets des Verkehrsmodells.

Tabelle 14: Hochrechnungsfaktor des Beschäftigungspotentials mittels des Hauptszenarios der Erwerbsprognose

Kennzahl	Region	Index 2009 = 100,0							
		2009	2012	2015	2018	2025	Hochrechnungsfaktor für 2025	Hochrechnungsfaktor für 2018	2018/2025
3010	Krems an der Donau(Stadt)	100,0	101,5	103,0	103,0	103,0	1,015	1,015	1,000
3020	Sankt Pölten(Stadt)	100,0	102,0	104,0	104,6	106,0	1,039	1,025	0,987
3130	Krems(Land)	100,0	100,5	101,0	100,1	98,0	0,975	0,996	1,021
3140	Lilienfeld	100,0	100,0	100,0	98,8	96,0	0,960	0,988	1,029
3150	Melk	100,0	100,5	101,0	99,8	97,0	0,965	0,993	1,029
3190	Sankt Pölten(Land)	100,0	101,0	102,0	101,7	101,0	1,000	1,007	1,007
3210	Tulln	100,0	102,5	105,0	105,9	108,0	1,054	1,033	0,981

Im Gegensatz zum Hauptszenario beruhen die Hochrechnungen der weiteren zweiseitigen Raumstrukturen darauf, dass die Angebote der Orte an die Quantität der Bevölkerung in der Umgebung angepasst werden. Man geht also davon aus, dass sich Ausbildungs-, Freizeit-, Einkaufs- und Sonstige Einrichtungen dort ansiedeln, beziehungsweise vergrößern, wo der Bedarf hoch ist.

Somit richten sich zum Beispiel Ausbildungseinrichtungen danach, wo unter 19-Jährige angesiedelt sind. Seit dem Jahr 2012 erfährt lediglich das Gebiet der Stadt St. Pölten ein Wachstum dieser Bevölkerungsgruppe. Alle anderen Regionen verspüren eine tendenzielle Abnahme der jüngeren Bevölkerungsschicht. Demnach kommt es in dieser Prognose aber auch im Verkehrsmodell zu einer Abnahme der Ausbildungsstätten (Tabelle 15).

Tabelle 15: Hochrechnungsfaktor des Ausbildungspotentials anhand der Bevölkerungsprognose für 0-19-Jährige

Kennzahl	Region	Index 2009 = 100,0							
		2010	2012	2015	2018	2025	Hochrechnungsfaktor für 2025	Hochrechnungsfaktor für 2018	2018/2025
3010	Krems an der Donau (Stadt)	99,1	97,22	94,4	94,31	94,1	0,968	0,970	1,002
3020	Sankt Pölten (Stadt)	100,5	100,6	100,7	102,2	105,8	1,052	1,016	0,966
3130	Krems (Land)	98,9	96,7	93,3	92,8	91,5	0,947	0,960	1,014
3140	Lilienfeld	98,6	96,1	92,4	91,5	89,5	0,931	0,952	1,023
3150	Melk	99,2	96,7	92,9	92,1	90,3	0,934	0,953	1,020
3190	Sankt Pölten (Land)	99,1	97,2	94,4	94,8	95,6	0,983	0,975	0,991
3210	Tulln	99,4	98,0	95,9	97,4	100,8	1,029	0,994	0,966

Alle Bevölkerungsgruppen suchen Freizeit-, Einkaufs-, und Sonstige Einrichtungen auf. Es werden als Basis zur Bildung der Hochrechnungsfaktoren der jeweiligen Raumstrukturgröße die Indices der Bevölkerungsprognose der Gesamtbevölkerung herangezogen (Tabelle 16).

Tabelle 16: Hochrechnungsfaktor des Freizeit-, Einkaufs- und Sonstigen Potentials anhand der Bevölkerungsprognose der Gesamtbevölkerung

Kennzahl	Region	Index 2009 = 100,0							
		2010	2012	2015	2018	2025	Hochrechnungsfaktor für 2025	Hochrechnungsfaktor für 2018	2018/2025
3010	Krems an der Donau (Stadt)	100,4	101,2	102,3	103,3	105,7	1,045	1,021	0,977
3020	Sankt Pölten (Stadt)	100,6	101,9	103,8	105,5	109,4	1,074	1,035	0,964
3130	Krems (Land)	100,3	102,9	106,9	106,2	104,7	1,017	1,032	1,015
3140	Lilienfeld	99,8	100,5	101,6	101,0	99,6	0,991	1,005	1,014
3150	Melk	100,1	99,8	99,3	100,4	103,0	1,032	1,006	0,975
3190	Sankt Pölten (Land)	100,4	101,3	102,7	104,2	107,7	1,063	1,028	0,968
3210	Tulln	100,9	102,7	105,3	108,0	114,3	1,113	1,052	0,945

3.1.3 Nachfrageänderung durch Entwicklungsgebiete

Neben den Prognosen der ÖROK [2019] werden auch Nachfrageänderungen, welche durch Entwicklungsgebiete, die bis 2025 bebaut werden sollen, bei der Modellaktualisierung in zwei Stufen berücksichtigt. In der ersten Stufe werden konservativ prognostizierte Entwicklungen von Einwohnerzuwächsen, Arbeitsplatzzunahmen und Vergrößerungen der Verkaufsflächen berücksichtigt. Die zweite Stufe ist als Add-on zu sehen, in welcher besonders wichtige Entwicklungsgebiete mit zusätzlichen Fahrten belegt werden. Dabei werden diese Gebiete nur im Planungsgebiet von St. Pölten Stadt genauer definiert. Im restlichen Untersuchungsgebiet sind die globalen Prognoseentwicklungen der ÖROK [2019] für das Modell und dessen verkehrsplanerische Aussagen ausreichend genau.

Dafür wurde im Mai 2013 nach genauer Abstimmung mit dem Büro Rosinak & Partner und der Stadt St. Pölten beschlossen, welche Entwicklungsgebiete im Verkehrsmodell implementiert werden sollen. Das damalige Ziel war es allerdings nicht alle Brachflächen mit Baulandreserven zu entwickeln, sondern nur jene, welche mit hoher Wahrscheinlichkeit bis 2025 entwickelt werden. Um diesen Stand zu erreichen, hat man besonders Wert auf die Expertise der Stadt St. Pölten gelegt.

Da man allerdings auch mittels der ÖROK-Prognosen zum Teil diese Entwicklungsgebiete berücksichtigt, ist es notwendig die zusätzlichen Strukturgrößen der Entwicklungsgebiete aliquot von der zuvor berechneten Prognose der Strukturdaten der Verkehrsbezirke ohne Entwicklungsgebiete

abzuziehen. Andernfalls käme es sonst zu einer doppelten Berücksichtigung der Prognosewerte innerhalb der Bezirke mit Entwicklungsgebieten.

Für das aktuelle Verkehrsmodell 2018 muss nun geklärt werden, ob und in welchem Ausmaß diese Entwicklungsgebiete bereits umgesetzt worden sind. Somit kommt es nach neuerlicher Absprache mit der Stadt St. Pölten (April 2019) zu folgendem Stand der Entwicklungsgebiete (Tabelle 17). Eine ausführlichere Darstellung der Entwicklungsgebiete ist bei Anhang 2 in Tabelle 52 zu finden, bei welcher die tatsächlich eingefügten Strukturgrößen einzusehen sind. Weiters werden dort die im damals (2012) bis 2025 geplanten Gebiete in Orange, und die bis 2018 tatsächlich umgesetzten Entwicklungsgebiete in Grün dargestellt. Somit kommt es bis 2018 durch Entwicklungsgebiete zu zusätzlichen Einwohnern in Kremsberg Nord, im Hypo Areal, an der Dr.-Bruno-Kreisky-Straße und in der Nähe der Papierfabrik Salzer. Zusätzliche Arbeitsplätze und Einkaufsflächen entstehen in diesem Zuge im Hypo Areal und an der Dr.-Bruno-Kreisky Straße (siehe Abb. 25).

Tabelle 17: Fertigstellungsgrad der Entwicklungsgebiete bis 2018

Bezeichnung	Fertigstellungsgrad	Zusätzliche Einwohner	Zusätzliche Arbeitsplätze	Zusätzliche Verkaufsfläche
Kremsberg Nord	65%	195	0	0
Hypo Areal	20%	100	60	2000 m ²
Dr.-B.-Kreisky-Straße	15%	120	45	1200 m ²
Salzer	350 WE	350	0	0

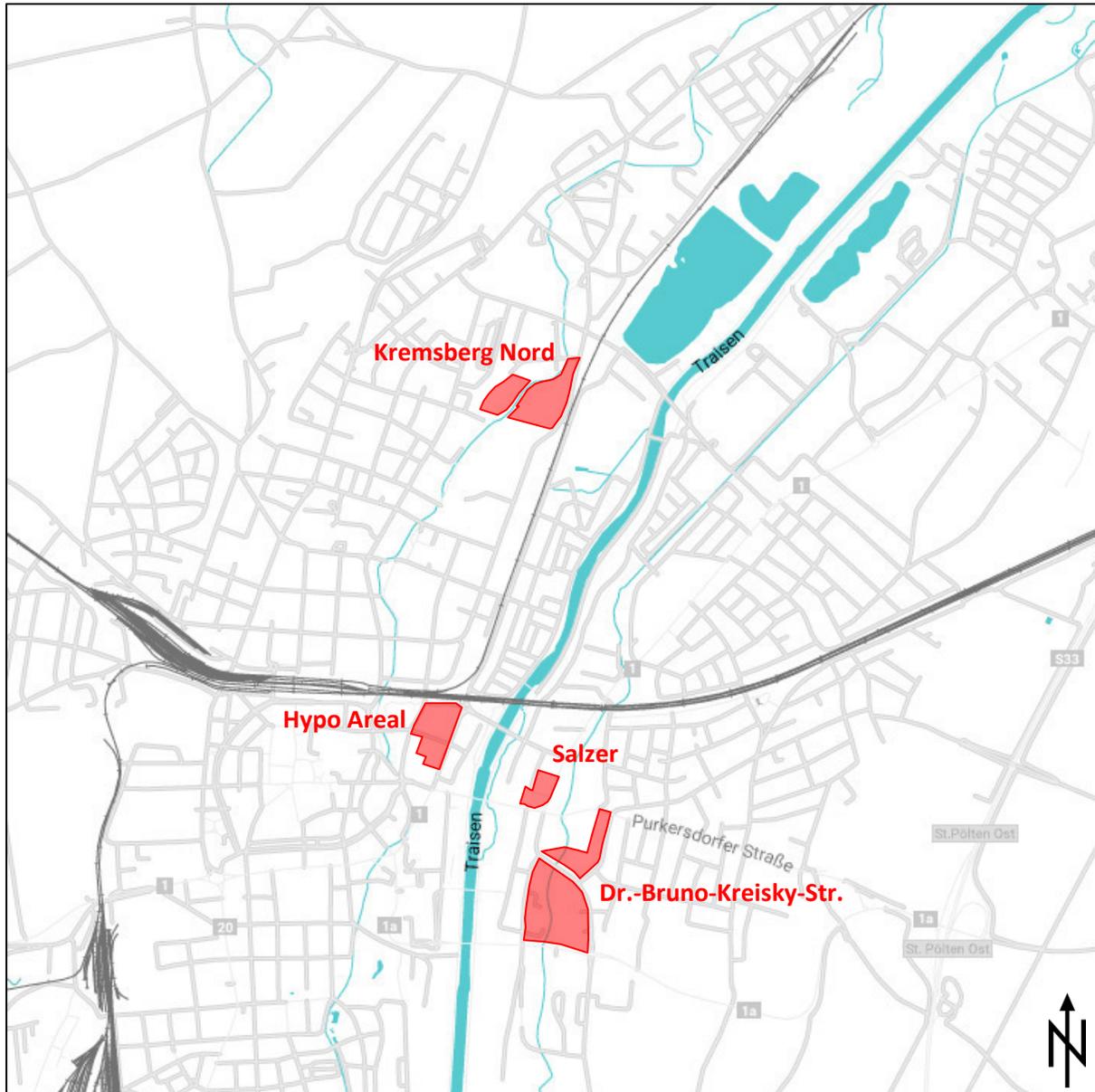


Abb. 25: Zusätzliche Entwicklungsgebiete im Stadtbereich St. Pöltens bis 2018

3.2 Verkehrsangebotsdaten

Mit der Übernahme des Planfalls 1b aus den zuvor erstellten Szenarien von Fellendorf et al. [2014] wird bereits ein Teil der Angebotsänderung bis 2018 im Verkehrsmodell abgedeckt. Allerdings müssen noch weitere Korrekturen getroffen werden, welche mit dem damaligen Wissenstand nicht realisiert werden konnten. Die folgenden Änderungen des Angebots beziehen sich auf die IV-seitigen Strecken und deren Parameter sowie auf das ÖV-seitige Angebot der St. Pöltner Stadtbusse.

3.2.1 Netzelemente

Da sich das Planungsgebiet im Verkehrsmodell, wie in Kapitel 2.6.2 beschrieben, über das gesamte Stadtgebiet St. Pöltens erstreckt, ist es nicht zielführend diesen gesamten Raum mit der folgenden Genauigkeit zu überprüfen. Deswegen wird ein Betrachtungsgebiet (BG) definiert, in welchem es zu feineren Modelländerungen bzw. einer mesoskopischen Modellierung kommen soll. Laut FGSV [2006] zählen mesoskopische Modelle zu jener Gruppe von Verkehrsmodellen, bei denen zwar einzelne Fahrzeuge und deren Bewegung durch das Streckennetz betrachtet werden, die Fahrzeugbewegungen jedoch ohne Berücksichtigung der Interaktion zwischen Einzelfahrzeugen ausschließlich anhand makroskopischer Zusammenhänge beschrieben werden. In diesem speziellen Fall werden allerdings unter dem Begriff der Mesoskopie sehr feine Eingriffe verstanden, die in der Regel aufgrund der Modellgröße und der relativ granulären Beschaffenheit in makroskopischen Modellen nicht stattfinden würden. Dieses BG deckt nur den für die Änderungen in der Kremser Landstraße und umliegenden Strecken relevanten Raum ab und wird im späteren Verlauf dieser Arbeit mittels der mikroskopischen Verkehrsflusssimulation in Vissim als Teilnetz untersucht. Dieses Gebiet umfasst auf der Nord-Süd Achse jenen Raum von der Propst-Führer-Straße bis hin zum Hauptbahnhof. In west-östlicher Richtung beinhaltet es alle Strecken von der Praterstraße bis zum Mühlweg. Die hierbei als Grenze genannten Straßen sind bei der Betrachtung miteingeschlossen (Abb. 26).

Netzkorrekturen

Im folgenden Schritt werden die Strecken, Abbieger und Knotenpunkte im betrachteten Gebiet hinsichtlich der Richtigkeit ihrer Parameter überprüft. Mit Hilfe der Graphenintegrations-Plattform (GIP), Openstreetmap (OSM), Orthofotos sowie einer eigenen Ortsbegehung werden alle oben erwähnten Elemente bezüglich ihrer Fahrstreifenanzahl, Kapazität, Verkehrsmittel, erlaubten Fahrgeschwindigkeit und möglichen Abbiegerelationen untersucht.

- Die erste notwendige Anpassung stellt die erlaubte Freifahrgeschwindigkeit auf der Daniel-Gran-Straße dar. Von der Praterstraße bis hin zur Daniel-Gran Schule sollte diese in beide Richtungen 50 statt 30 km/h betragen.
- Zudem ist im Bestandsnetz des übernommenen Planfalls 1b erkennbar, dass eine irrtümliche Implementierung einiger Abbieger im BG vorliegt. So werden im Kreisverkehr nahe dem Hauptbahnhof insgesamt vier Abbieger für die Verkehrsmittel Pkw, Bus, und Rad geöffnet. Weitere Abbiegerkorrekturen finden auf der Daniel-Gran-Straße, Kremser Landstraße und Praterstraße statt. Alle geöffneten bzw. gesperrten Abbieger können dabei in Abb. 26 eingesehen werden.

- Eine weitere essentielle Adaptierung des Modells stellt die Einbahn in Nähe der Park-and-Ride Anlage in der Dr.-Höfinger-Gasse sowie im südlichen Bereich der Kerenstraße dar. Diese Strecken war im Modell bislang noch in beide Richtungen für Verkehr befahrbar. Hier werden die Strecken in Fahrtrichtung Osten bzw. Norden für alle Verkehrsmittel, außer Fuß und Rad gesperrt.

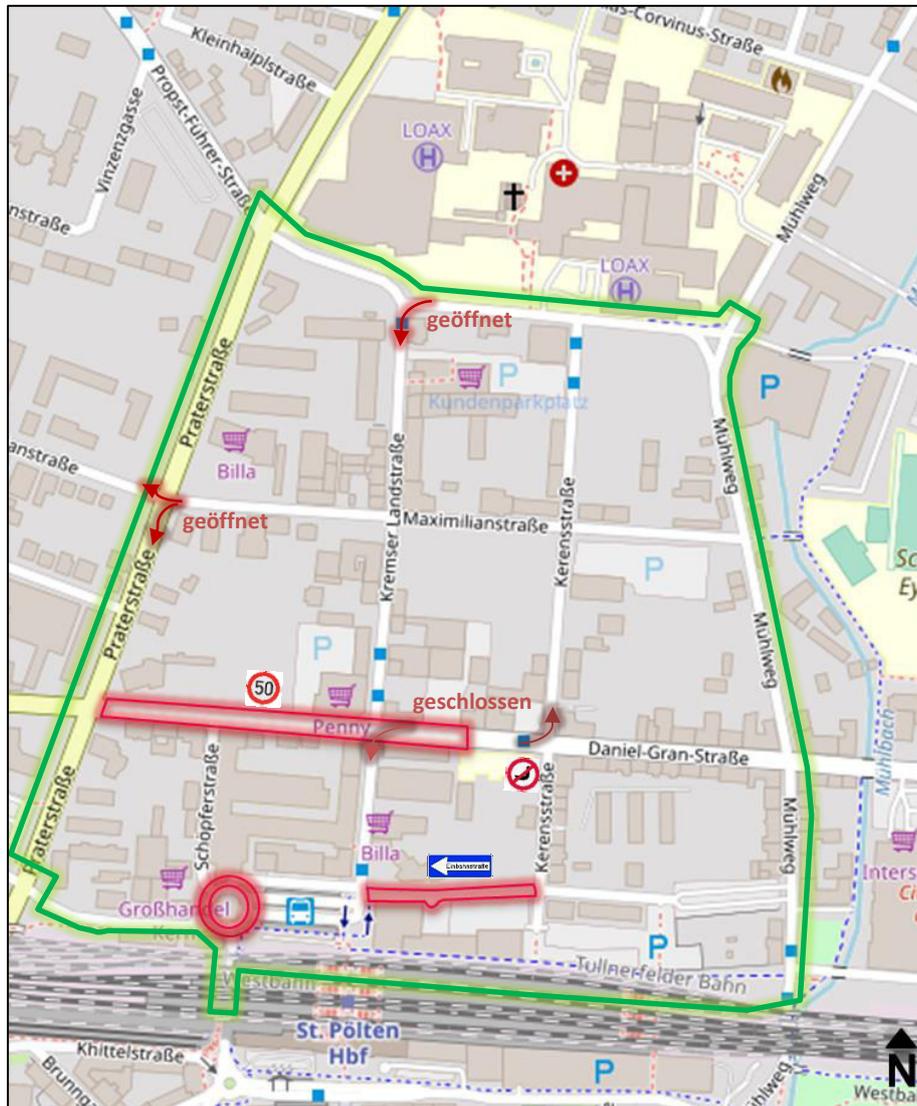


Abb. 26: Grenzen des mesoskopischen Betrachtungsgebiets (grün) und Netzkorrekturen (rot)

Neue Strecken und Anbindungen

Um nun von der makroskopischen Modellebene zur mesoskopischen zu gelangen, werden die Parkplätze im BG mittels kurzen Stichstrecken, an welche die Bezirksanbindungen gesetzt werden, modelliert. Nach Vorgaben der Stadtverwaltung St. Pöltens und mithilfe der auf der OSM-Karte gekennzeichneten Parkflächen werden Ein- und Ausfahrten von Parkplätzen im Verkehrsmodell erzeugt. Verteilt über alle Anbindungen eines Bezirkes finden dort die Wege ihren Start oder Endpunkt. Es wird dabei unterschieden, welche Verkehrsmittel auf den Anbindungen benutzt werden können. Für die Modellierung von Parkplätzen werden somit nur Anbindungen mit dem Verkehrsmittel Pkw

sowie Lkw erzeugt. Mittels einer Gewichtung kann gesteuert werden, wie groß der Anteil des Zuflusses der jeweiligen Anbindung ist. Diese wurde in der Regel in Relation zu den Parkflächen gesetzt. Die endgültigen Werte der Anbindungsgewichtung werden jedoch erst in der Kalibrierung festgelegt. Abb. 27 zeigt die Lage der Anknüpfungspunkte aller Pkw-Anbindungen im BG vor der Kalibrierung.

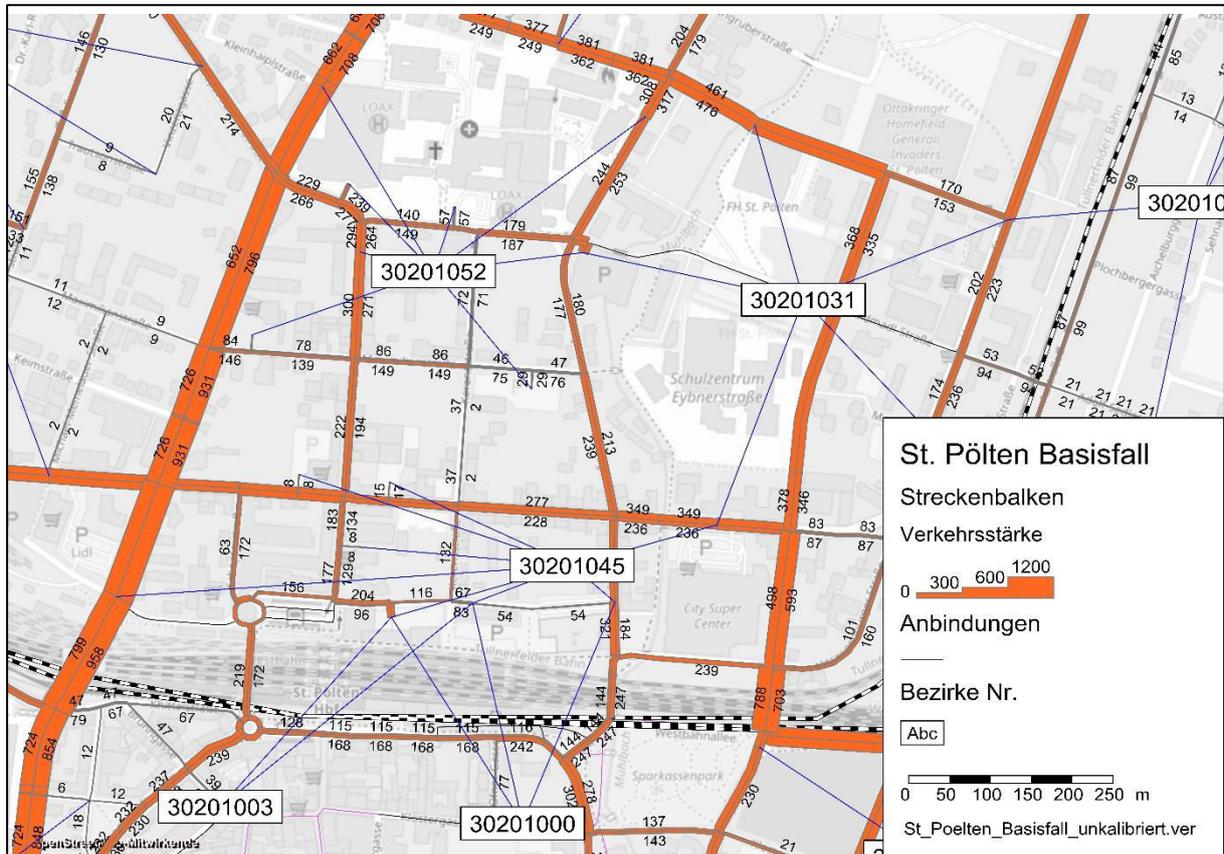


Abb. 27: Bezirksanbindungen im unkalibrierten Netz

3.2.2 ÖV - Stadtbuse (LUP – Linien)

Bei der ÖV-seitigen Angebotsänderung werden die St. Pöltner Stadtbuse, lokal auch LUP-Linien genannt, genauer untersucht. Die Überprüfung dieser umfasst die Linienführung, die Lage der Haltestellen, deren Anbindung zu den Bezirken sowie den Fahrplan jeder einzelnen Linie. Für diese Untersuchung wird zur Gänze auf den online verfügbaren Fahrplan des Verkehrsverbunds Ost-Region (VOR) [2018] aus dem Jahr 2018 eingegangen. Durch diesen Schritt kommt es ÖV-seitig zu einer großen Steigerung der Modellqualität, da bis zu der Aktualisierung des ÖV-Angebots viele Haltestellen der Stadtbuslinien keine Anbindung besaßen. Außerdem konnte festgestellt werden, dass einige Lup-Buslinien mehrfach im Verkehrsmodell 2012 implementiert waren, welche in diesem Schritt ebenfalls korrigiert wurden. Im Zuge dessen konnten beispielsweise auch die verschiedenen Fahrpläne zufolge der Schulbusse der Linie 10 korrekt übernommen werden.

Tabelle 18 zeigt letztendlich die grundlegenden Eckdaten, der nun im GVK-Verkehrsmodell 2018 implementierten Lup-Buslinien, während Abb. 28 den Linienplan, der für die Aktualisierung des Busnetzes diene, wiedergibt.

Tabelle 18: Modellierte Lup-Buslinien - Übersicht

Linie	Linienroute	Richtung	Länge [km]			Anzahl Haltestellen
				Von	Nach	
LUP 1	Ghegastraße	H	12,5	Viethofen Living City	St. Pölten Ghegastraße	33
LUP 1	Living-City	R	12,5	St. Pölten Ghegastraße	Viethofen Living City	35
LUP 2	Harland-Amtshaus	H	10,0	St. Pölten Gartenstadt Kremserberg	Harland Amtshaus	24
LUP 2	Gartenstadt-Kremserberg	R	10,5	Harland Amtshaus	St. Pölten Gartenstadt Kremserberg	25
LUP 3	Stifterstraße	H	10,1	Ratzersdorf Ginstergasse	St. Pölten Stifterstraße	24
LUP 3	Ginstergasse	R	9,0	St. Pölten Stifterstraße	Ratzersdorf Ginstergasse	21
LUP 4	Unterradlberg-Gewerbepark	H	15,5	St. Pölten Friedhof	Unterradlberg Gewerbepark	33
LUP 4	Friedhof	R	14,4	Unterradlberg Gewerbepark	St. Pölten Friedhof	28
LUP 5	Missonsgasse	H	8,1	St. Pölten Traisenpark	Spratzern Missonsgasse	24
LUP 5	Traisenpark	R	8,6	Spratzern Missonsgasse	St. Pölten Traisenpark	26
LUP 6	Friedhof	H	8,3	St. Pölten Traisenpark	St. Pölten Friedhof	24
LUP 6	Traisenpark	R	7,2	St. Pölten Friedhof	St. Pölten Traisenpark	21
LUP 7	Pottenbrunn-Bahnhof	H	15,2	St. Pölten VAZ Rödligasse	Pottenbrunn Bahnhof	37
LUP 7	Rödligasse	R	15,2	Pottenbrunn Bahnhof	St. Pölten VAZ Rödligasse	36
LUP 8	Unterradlberg-Gewerbepark	H	17,1	Harland Amtshaus	Unterradlberg Gewerbepark	42
LUP 8	Harland-Amtshaus	R	17,3	Unterradlberg Gewerbepark	Harland Amtshaus	41
LUP 9	Hafing-Ort	H	8,6	St. Pölten Rudolf-Tornar-Straße	Hafing Ort	20
LUP 9	Rudolf-Tornar-Straße	R	8,0	Hafing Ort	St. Pölten Rudolf-Tornar-Straße	19
LUP 10	St-Georgen-Schulen Mo-Fr	H	5,6	Harland Amtshaus	St. Georgen Schulen	13
LUP 10	St-Georgen-Schulen Mo-Sa	H	7,9	Harland Kupelwiesergasse	St. Georgen Schulen	15
LUP 10	St-Georgen-Schulen Schulbus	H	5,6	Harland Amtshaus	St. Georgen Schulen	13
LUP 10	Harland-Amtshaus Mo-Fr	R	5,4	St. Georgen Schulen	Harland Amtshaus	13
LUP 10	Harland-Amtshaus Mo-Sa	R	7,8	St. Georgen Schulen	Harland Kupelwiesergasse	15
LUP 10	Harland-Amtshaus Schulbus	R	5,6	St. Georgen Schulen	Harland Amtshaus	13
LUP 11	St-Georgen-Schulen	H	4,5	St. Pölten Wolfenberger Str.	St. Georgen Schulen	11
LUP 11	Wolfenberger Straße	R	3,6	St. Georgen Schulen	St. Pölten Wolfenberger Str.	8
LUP 12	Johannesplatz	H	6,7	St. Pölten Einkaufszentrum Süd	Viethofen Johannesplatz von Hbf	21
LUP 12	EKZ-Süd	R	7,3	Viethofen Johannesplatz von Hbf	St. Pölten Einkaufszentrum Süd	21
LUP 13	Ragelsdorf	H	7,9	St. Pölten Waldstr/H-Wolf-Str	Ragelsdorf Ort	14
LUP 13	Hugo-Wolf-Straße	R	12,5	Ragelsdorf Ort	St. Pölten Waldstr/H-Wolf-Str	18

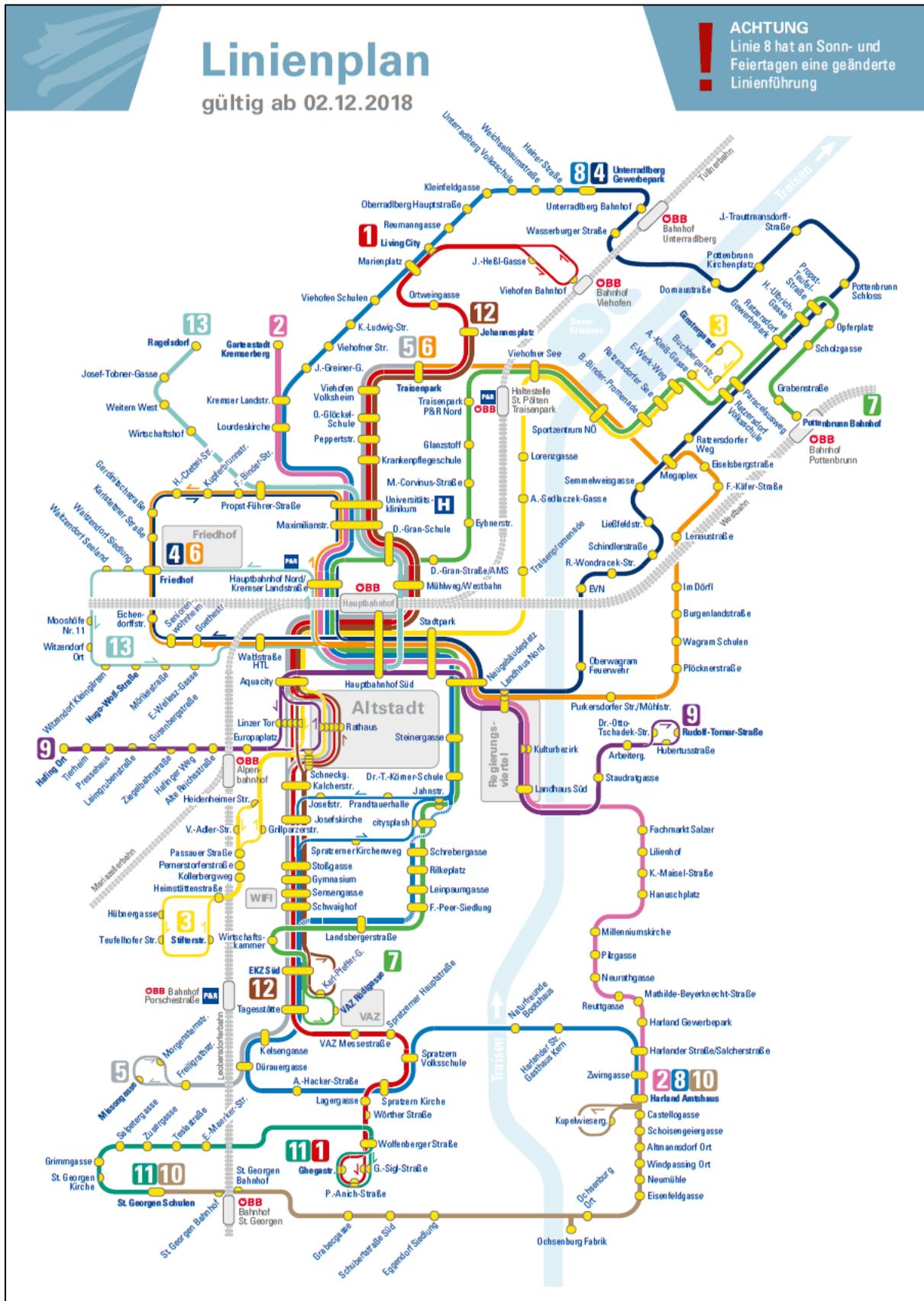


Abb. 28: Linienplan der St. Pöltner Lup-Buslinien

Neue LUP-Linien 12 und 13

Während es 2012 noch elf Linien der Stadtbusse waren, welche in St. Pölten den öffentlichen Verkehr abwickelten, sind es im Jahr 2018 mittlerweile 13. Diese neuen Linien 12 und 13 decken nun einen größeren Teil des westlichen Gebietes von St. Pölten ab, aber haben auch eine verstärkende Wirkung auf der Nord-Süd Achse. Diese neuen Linien werden nun in das GVK-Verkehrsmodell 2018 eingefügt und alle noch nicht vorhandenen Haltestellen bzw. -punkte hinzugefügt.

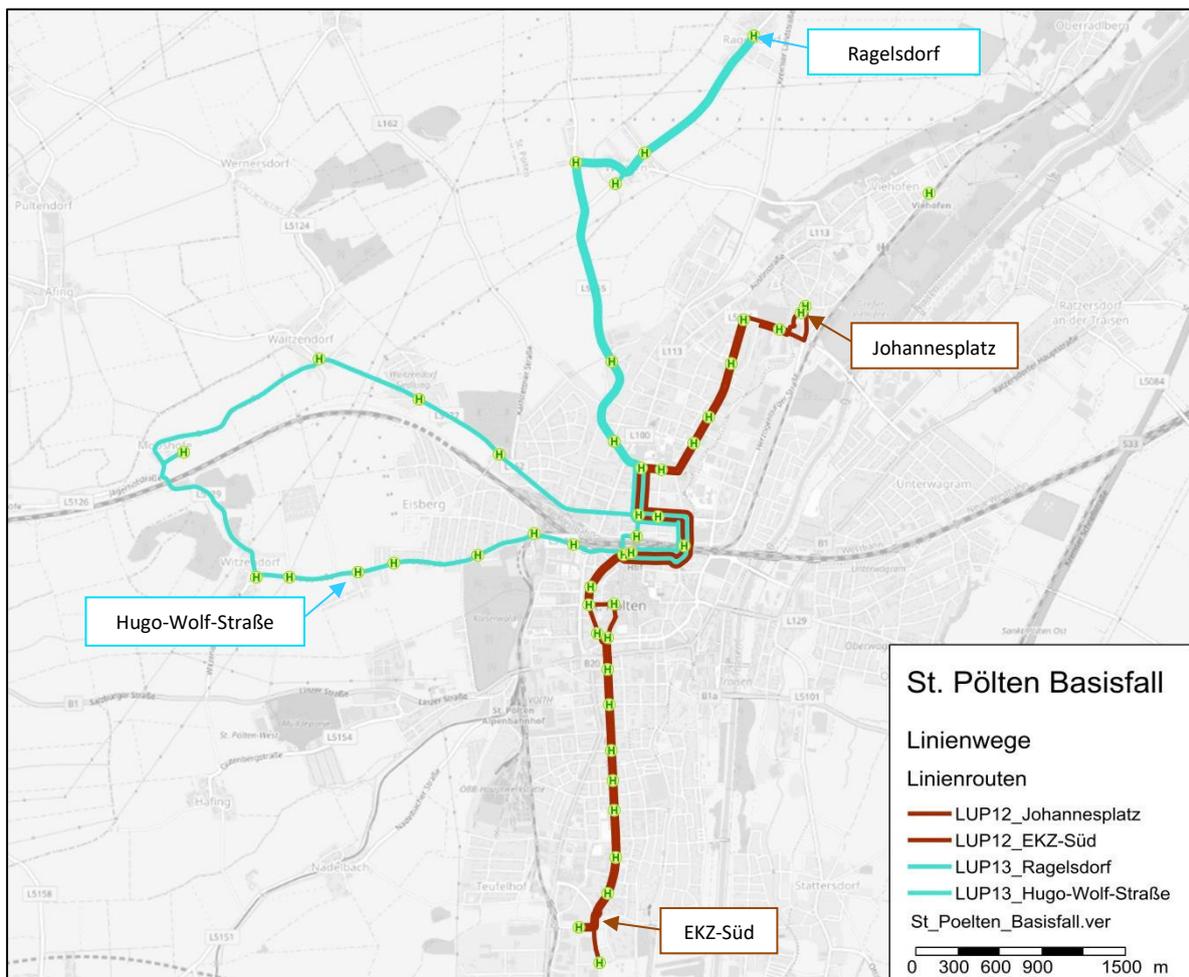


Abb. 29: Neue LUP-Buslinien 12 und 13 im Verkehrsmodell

Vergleich mit Schnellbuslinie aus GVK 2014

Einer der im GVK-Verkehrsmodell 2012 erstellten Planfälle des GVK St. Pölten hatte unter anderem die Untersuchung des Potentials einer Schnellbuslinie in Nord-Süd Richtung der Stadt St. Pölten als Ziel. Die gewählte Linienroute mit ihren Haltestellen und die damals modellierten Belastungen sind in Abb. 30 einsehbar.

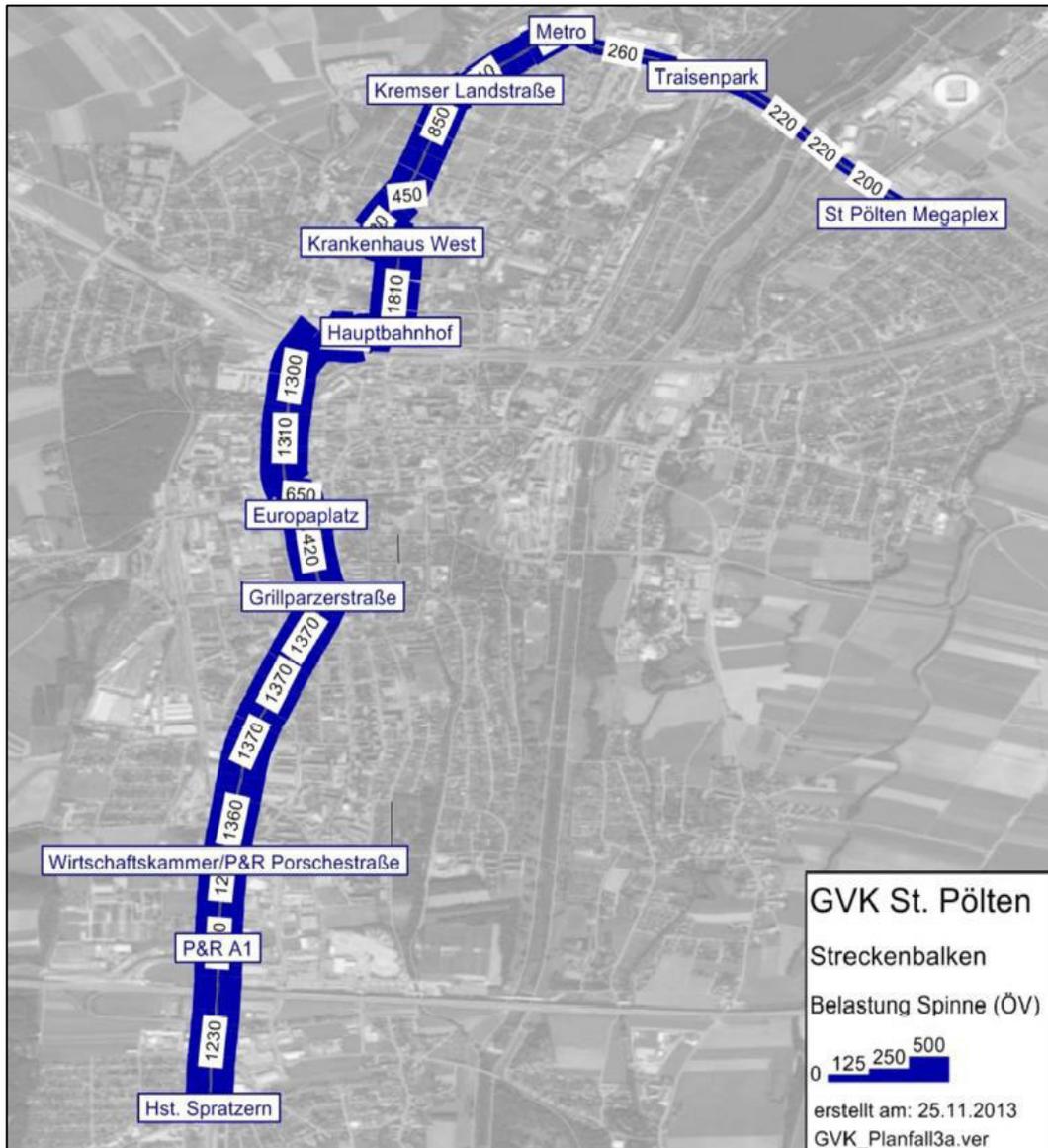


Abb. 30: ÖV-Belastung der Schnellbuslinie im GVK-Verkehrsmodell [Fellendorf et al., 2014]

Die verstärkende Wirkung auf der Nord-Süd Achse der Stadt ist sowohl im Fall der modellierten Schnellbuslinie aus dem Jahr 2012, als auch bei der Linie 12 der neuen Lup-Linien erkennbar. Während die Schnellbuslinie aber auf der übergeordneten B20 Mariazeller Straße verkehrt bevor sie über die Traisenbrücke führt, verläuft die tatsächlich umgesetzte Linie 12 über die Josefstraße und stellt keine Verbindung zum Stadtteil östlich der Traisen dar. Zudem unterscheidet sich die Anzahl der abgefahrenen Haltestellen. Bei der modellierten Buslinie wurden 2012 elf zentrale Haltestellen für die Untersuchung festgelegt. Die umgesetzte Linie besitzt allerdings 21 Haltestellen, und erfährt somit trotz kürzerer Streckenlänge längere Reisezeiten.

Die folgende Tabelle 19 soll einen kurzen Überblick der Haltestellen, Linienlänge und Reisezeit beider Linien geben.

Tabelle 19: Vergleich der modellierten Schnellbuslinie (2012) und realer Lup-Linie 12

	GVK Schnellbuslinie	Lup Linie 12
Haltestellen	11	21
Länge [km]	8,4	6,7
Berechnete Reisezeit [min] (Start- bis Endhaltestelle)	18	25 – 30

Linienrouten und Haltestellen

Nach Integration der neuen Buslinien in das Verkehrsmodell 2018 werden als nächstes alle anderen Linien der St. Pöltner Stadtbusse auf ihre Richtigkeit überprüft. Hierbei soll auf jede Linie genau eingegangen werden. Daher sollen die Routenführung und alle Haltestellen der Hin- und Rückrichtung einer jeden Linie der Realität entsprechen. Seit dem Jahr 2012 haben sich entweder die Linienführungen vieler Routen geändert, oder wurden bei der damaligen Modellerstellung teilweise nicht korrekt implementiert. Die Vielzahl der Adaptierungen der Linienrouten werden durch die Veränderung der ÖV-Belastung in Abb. 31 ersichtlich. Alle grünen Balken stellen hierbei Strecken dar, auf denen nun mehr Personen aufgrund der Verlegung der Linienrouten durch Busse befördert werden.

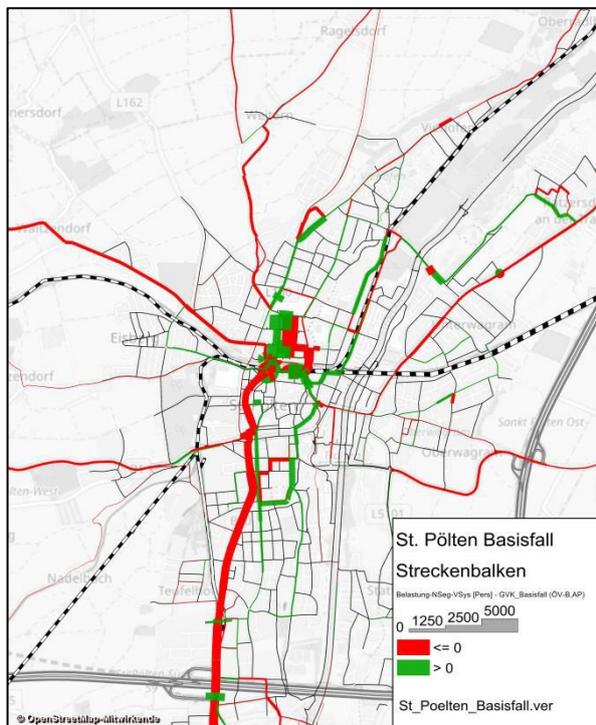


Abb. 31: Änderung der Personenbeförderung des Nachfragesegments Bus zf. Modellaktualisierung

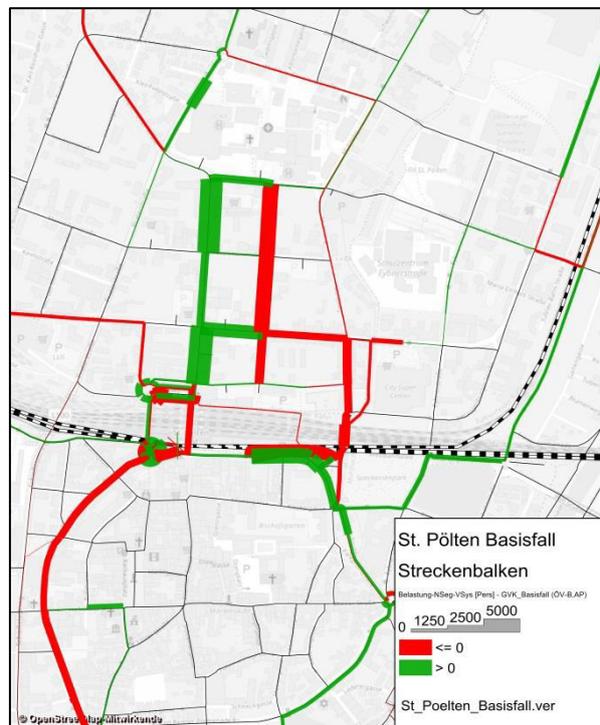


Abb. 32: Änderung der Personenbeförderung des Nachfragesegments Bus zf. Modellaktualisierung (Betrachtungsgebiet)

Herausstechend ist hier das Gebiet nördlich des Hauptbahnhofes, in dem es zu den meisten Verlegungen der Linienrouten gekommen ist. Fast alle Linien sind hier statt über die Kremser Landstraße, über die Kerensstraße gefahren, was in weiterer Folge die Untersuchung der Kremser Landstraße verfälscht hätte. Die Sprünge zwischen den Balken auf der Kremser Landstraße liegen dabei den beiden Haltestellen Maximilianstraße und Universitätsklinikum zugrunde.

Anbindung der Haltepunkte

Bei der Verkehrsplanungssoftware Visum können Personen mittels Anbindungen über den Bezirksschwerpunkt von ihren Verkehrsbezirken in das Straßennetz gelangen. Dabei wird exakt festgelegt, wo und mit welchem Verkehrsmittel dies geschehen darf. Die Verkehrsmittelwahl in diesem Verkehrsmodell berücksichtigt hierbei auch die Dauer, die eine Person auf der Anbindung zurücklegt. So benötigen beispielsweise Personen, welche zu Fuß zum Bus gehen, mehr Zeit auf einer Anbindung als Personen, die mit einem Pkw ins Netz gelangen.

Bei Haltepunkten des GVK-Verkehrsmodells ist es wichtig, dass diese eine eigene Anbindung für Fußgänger von und zu den Schwerpunkten der Verkehrsbezirke besitzen, weil ansonsten Personen nicht zu den Haltestellen gelangen könnten. Da schon bei den Korrekturen der Linienrouten bemerkt wurde, dass einige Haltepunkte keine Anbindung besitzen, werden in diesem Schritt alle Haltepunkte nochmals auf das Vorhandensein einer Anbindung kontrolliert. Besitzt ein Haltepunkt keine Anbindung, so wird er mit zumindest einem nächstgelegenen Bezirksschwerpunkt verbunden. Alle neuen Anbindungen werden sowohl in Hin- als auch in Rückrichtung mit dem Verkehrssystem ÖV-Fuß belegt. Die Gewichtung wurde hierbei für alle ÖV-Anbindungen eines Bezirks mit dem gleichen Anteil belegt.

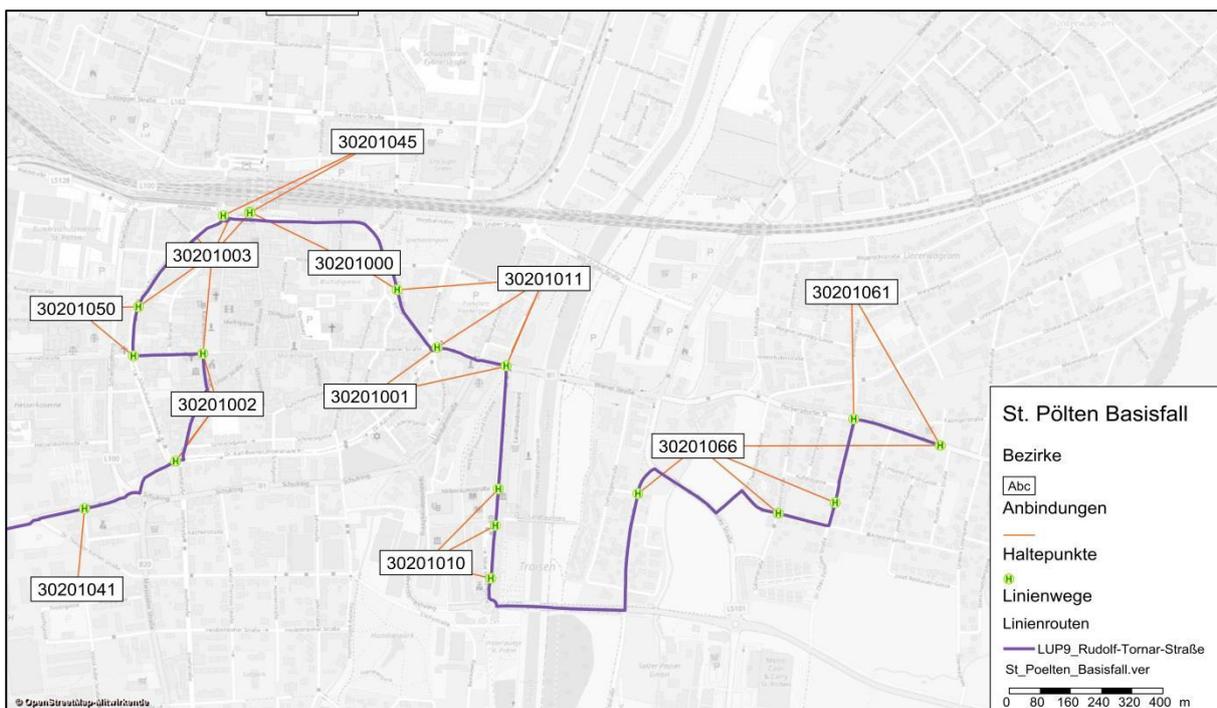


Abb. 33: Exemplarische Darstellung der Haltepunkteanbindung der Buslinie 9

3.3 Kenngrößenmatrizen

Für das 2012 erstellte Verkehrsmodell von Fellendorf et al. [2014] wurde ein relativ schlanker Verfahrensablauf gewählt, um rasche, aber dennoch zuverlässige Ergebnisse zu erzielen. Dadurch werden einige Aspekte der Verkehrsmodellierung jedoch nicht abgedeckt. Folgende Punkte beschreiben alle Änderungen sowie Ergänzungen bei der Berechnung des Verkehrsmodells.

Einbau Berücksichtigung Pkw-Mitfahrer

Der Besetzungsgrad ist grundsätzlich im Verkehrsmodell über die Nachfragesegmente definiert. Allerdings fand dieser bislang keine weitere Berücksichtigung im Ablauf der Berechnungen. Pkw-Mitfahrer werden nun im Modell berücksichtigt. Es erfolgt die Einbeziehung der Pkw-Mitfahrer über den Besetzungsgrad von Pkw. Dazu wird die errechnete Nachfragematrix „CAR“ durch den Faktor 1,2 dividiert. Dieser Faktor von 1,2 ist im Endbericht des GVK St. Pöltens bei Fellendorf et al. [2014] angeführt.

Korrekturen Distanzmatrix

Die korrekte Einheit der Distanzmatrix D_{ij} (Distanz zwischen zwei Zellen bzw. Bezirken) in der Nutzenfunktion für die Moduswahl ist Meter. Im GVK-Verkehrsmodell sind diese Werte zuvor aber in Kilometer verwendet worden. Der Nutzen der Moduswahl im aktuellen GVK-Verkehrsmodell 2018 wird durch folgende Formel beschrieben.

$$V_{gijm} = \beta_{g1m} \times T_{ijm} + \beta_{g2m} \times Z_{ijm} + \beta_{g3m} \times \ln\left(\frac{D_{ij}}{\beta_{g31m}}\right) + \beta_{g4m} \quad (10)$$

Mit: V_{ijm} ...Nutzen der Relation $gijm$ (Personengruppe g , Quellverkehrsbezirk i , Zielverkehrsbezirk j , Verkehrsmittel m)

T_{ijm} ...Fahrzeit von i nach j mit Modus m

Z_{ijm} ...Zugangszeit in i bzw. Abgangszeit in j für Modus m

D_{ij} ...Distanz zwischen den Verkehrszellen

β_{g1m} ...Grenznutzen einer Minute Fahrzeit der Personengruppe g

β_{g2m} ...Grenznutzen einer Minute Zu- bzw. Abgangszeit der Personengruppe g

β_{g3m} ...Grenznutzen eines Meters Distanz der Personengruppe g

β_{g31m} ...Modusabhängiger Einflussfaktor der Distanz der Personengruppe g

β_{g4m} ...Konstanter Nutzen des Modus m der Personengruppe g

Nicht nur für die Modi ÖV und MIV ist der natürliche Logarithmus der Distanzmatrix D_{ij} zu verwenden, sondern auch für den Modus Fuß. Diesbezüglich kommt es zu folgenden Änderungen bei der Berechnung. Matrix 1005, welche die Distanzen zwischen den Verkehrszellen wiedergibt, wird ab nun mithilfe der allgemeinen Verfahrenseinstellungen in Metern, statt in Kilometern berechnet. Es werden für Radfahrer (Matrix 228), Pkw-Fahrer sowie Lkw-Fahrer (Matrix 229), aber auch Fußgänger (Matrix 12) neue Matrizen eingeführt, welche den Einfluss der Distanz darstellen. Diese berechnen sich

aus dem natürlichen Logarithmus der Matrix 1005, dividiert durch einen spezifischen Faktor, welche bei der Modellerstellung von Fellendorf et al. [2014] aus dem VOR-Verkehrsmodell übernommen wurden.

$$D_{ij,Pkw} = \ln\left(\frac{D_{ij}}{500}\right) \quad (11)$$

$$D_{ij,BK} = \ln\left(\frac{D_{ij}}{2,5}\right) \quad (12)$$

$$D_{ij,F} = \ln(D_{ij}) \quad (13)$$

Mit: $D_{ij,Pkw}$Einfluss der Distanz von i nach j für Pkw-Wege
 $D_{ij,F}$Einfluss der Distanz von i nach j für Fußwege
 $D_{ij,BK}$Einfluss der Distanz von i nach j für Radwege

Zusätzlich wird noch vor dem Logarithmieren der Distanzmatrizen für Fuß und Rad die Diagonale dieser differenziert betrachtet. Die Diagonalwerte stellen hierbei die Distanzen des Binnenverkehrs eines Bezirks dar und errechnen sich aus dem halben Mittelwert der Distanzen zu den Schwerpunkten der benachbarten drei Zellen. Diese Länge der Binnenwege werden für Fußgänger mit 1,2 km und für Radfahrer mit 3,5 km nach oben begrenzt. Wege des Binnenverkehrs werden somit für Fuß- und Radfahrer attraktiver und werden dementsprechend weniger mit dem ÖV oder MIV zurückgelegt.

Einbau der Bedienungs- und Umsteigehäufigkeit

Folgende Formel zeigt die Berechnung des Nutzens aus der Bedienungshäufigkeit im ÖV. Die Konstanten stellen dabei empirisch ermittelte Werte dar und wurden für das GVK-Verkehrsmodell 2018 St. Pöltens wie folgt definiert.

$$U = 0,2 - \frac{150}{BDH^2 * 0,65 + 750} \quad (14)$$

Mit: UNutzen aus Bedienungshäufigkeit
 BDHBedienungshäufigkeit pro Tag

In folgender Abb. 34 ist der Zusammenhang zwischen dem Nutzen und der Bedienungshäufigkeit der oben beschriebenen Formel 14 dargestellt. Der Nutzen bei einer Bedienungshäufigkeit von bis zu fünf Fahrten pro Tag ist relativ klein. Zwischen fünf und 40 Fahrten pro Tag steigt dieser annähernd linear an, während der Mehrnutzen ab 40 Fahrten progressiv abnimmt.

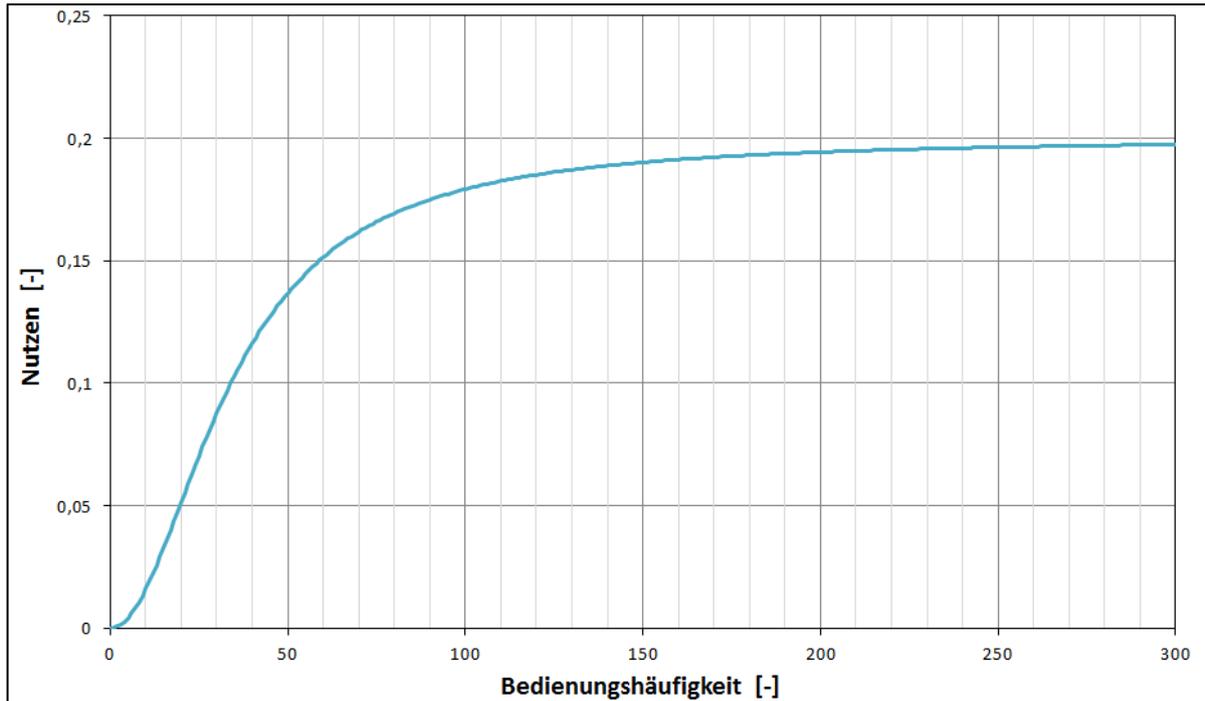


Abb. 34 Zusammenhang zwischen Bedienungshäufigkeit und Nutzen des ÖV

Zusammenhang zwischen Bedienungshäufigkeit und Nutzen

Der Einfluss der Bedienungshäufigkeit wird neu in die Nutzenfunktion bei der Moduswahl im Verkehrsmodell 2018 eingeführt und zusätzlich mit einer vorgesetzten Konstante multipliziert. Mit dieser kann die Intensität des Takteinflusses auf die Moduswahl ÖV gesteuert werden. Je größer der Faktor, desto stärker ist der Einfluss der Bedienungshäufigkeit. Bei der Berechnung der Bedienungshäufigkeit findet nun auch eine Berücksichtigung der Umsteigewartezeiten im Verkehrsmodell statt.

$$V_{ijm} = p_{1m} \times T_{ijm} + p_{2m} \times Z_{ijm} + p_{3m} \times \ln\left(\frac{D_{ij}}{p_{4m}}\right) + p_{5m} + p_{6m} \times B_{ij} \quad (15)$$

Mit: p_{6m} Grenznutzen aus der Bedienungshäufigkeit

B_{ij} Nutzen Bedienungshäufigkeit von i nach j

3.4 Kalibrierung

Mittels der Kalibrierung sollen Parameter, welche nicht konkret berechnet werden können, im Verkehrsmodell so eingestellt werden, dass die modellierten Werte jenen der Realität möglichst nahekommen. Um dies zu erreichen wird die Sensitivität der einzelnen Parameter sowie deren Wechselwirkungen untereinander untersucht. Anschließend werden diese Parameter nach mehreren notwendigen Iterationen so angepasst, um die Abweichungen der modellierten Werte zu den Kalibrierungsdaten im gesamten minimal werden zu lassen. Die Vorgehensweise der Kalibrierung folgt dabei dem sequentiellen Ablauf der Berechnung des Verkehrsmodells. Die folgende Abb. 35 liefert einen Überblick des Ablaufs der Kalibrierung.

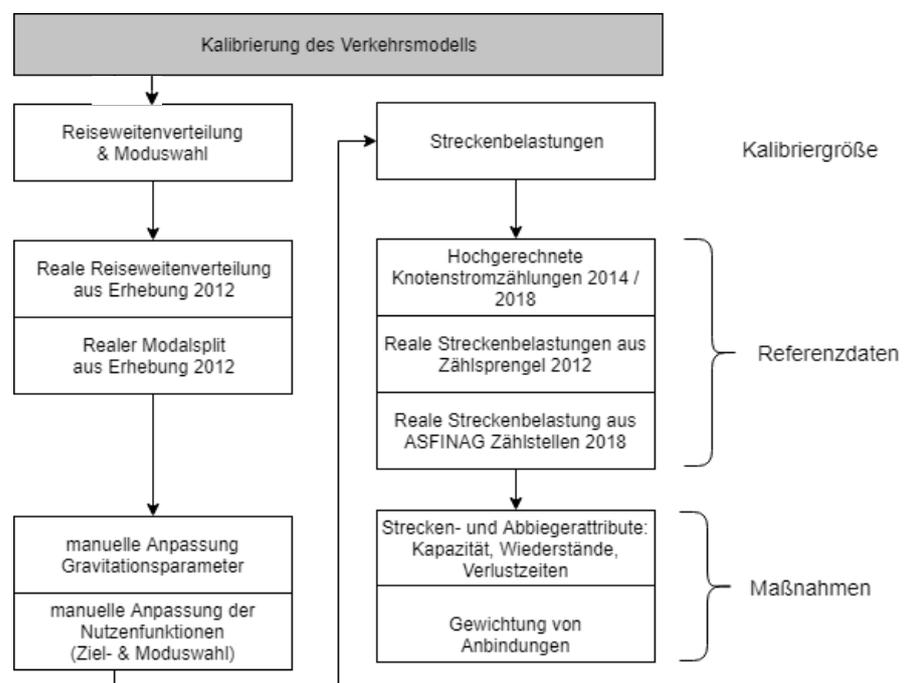


Abb. 35: Kalibrierungsablauf des GVK-Verkehrsmodells 2018

3.4.1 Kalibrierungsdaten

Die folgenden Punkte erläutern die Quellen sowie Zahlen und Werte aller verwendeten Daten, die zum Rekalibrieren des GVK-Verkehrsmodell 2018 verwendet wurden.

Mittlere Wegelängen, Modalsplit und Reiseweitenverteilung

Einen Teil der Datenbasis für die Kalibrierung bildet die österreichweite Mobilitätserhebung „Österreich unterwegs“ aus dem Jahr 2013/2014. Aus dieser Erhebung werden die für St. Pölten repräsentativen Werte der mittleren Wegelänge sowie des Modalsplits anhand der Ergebnisse für Großstädte (ohne Wien) abgeleitet.

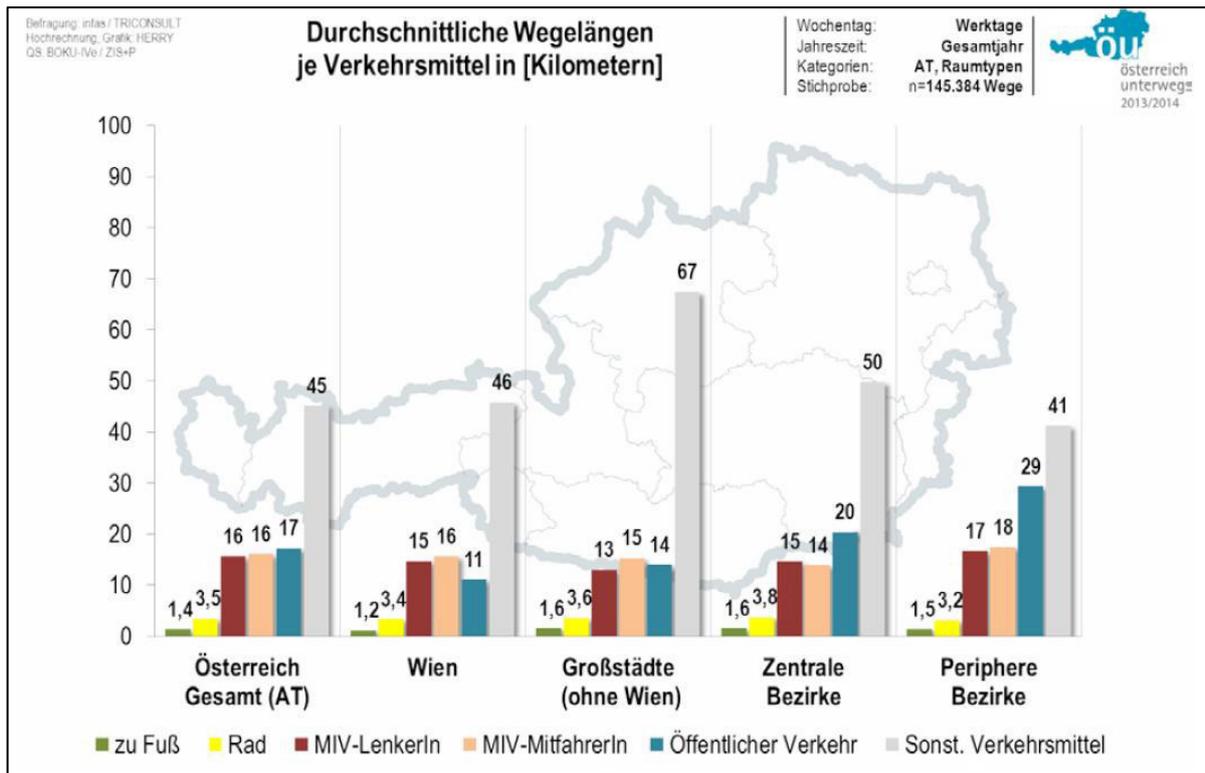


Abb. 36: Durchschnittliche Wegelänge nach Verkehrsmittel und nach Raumtypen der Bezirke 2013/2014 [Österreich unterwegs, 2016]

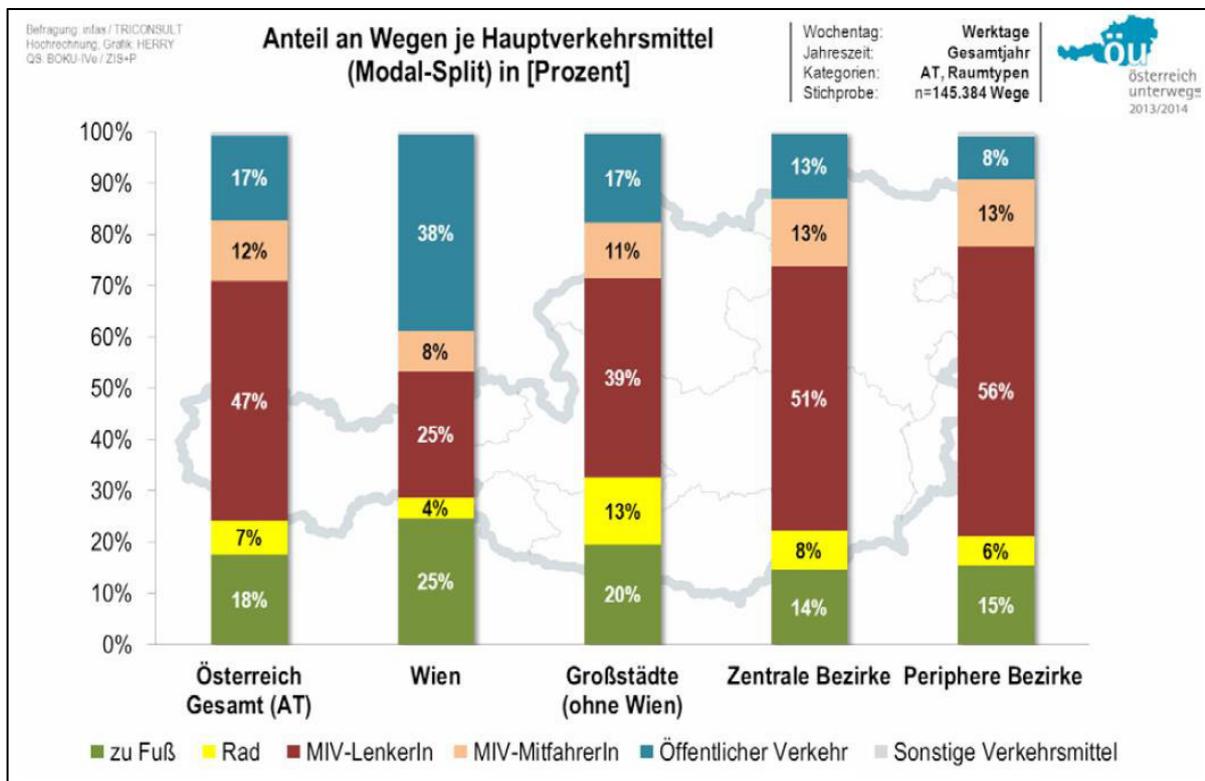


Abb. 37: Anteil an Wegen je Hauptverkehrsmittel (Modal-Split) nach Raumtypen der Bezirke 2013/2014 [Österreich unterwegs, 2016]

Ergänzend zu den Daten von „Österreich unterwegs“ wird außerdem auf die Ergebnisse der Mobilitätsbefragung von Fellendorf et al. [2014] aus dem Jahr 2012 eingegangen. Dabei wird auf die Reiseweitenverteilung und den Modalsplit der Befragung zugegriffen. Da anhand dieser Befragungsdaten in vorhergehenden Schritten der Modellerstellung bereits die Verkehrserzeugung der einzelnen verhaltenshomogenen Gruppen für die jeweiligen Wegezwecke erstellt wurden, wird für die Kalibrierung des Modalsplits auf die Werte dieser Befragung eingegangen. Zudem wird die mittlere Wegelänge anhand der Daten von Fellendorf et al. [2014] untersucht. Da jene aber bislang keine weitere Berücksichtigung im Modell erfahren hat, wird aufgrund der Stichprobengröße bei der mittleren Wegelänge auf die Daten der österreichweiten Befragung zurückgegriffen. Tabelle 20 zeigt die Ergebnisse der Reiseweitenverteilung unterschieden nach Verkehrsmittel laut der Befragung von Fellendorf et al. [2014].

Tabelle 20: Modal Split in Abhängigkeit von der Wegelänge (St. Pöltner + Pendler); n = 3.781 (Fellendorf et al. 2014)

Wegelänge	zu Fuß		Rad		MIV		ÖV		Summe (Anteil)
< 1 km	296	49%	99	16%	195	32%	16	3%	606 (16%)
1 bis 2 km	71	15%	99	21%	258	54%	54	11%	482 (13%)
2 bis 3 km	44	11%	41	10%	242	62%	66	17%	393 (10%)
3 bis 5 km	30	6%	28	6%	322	67%	101	21%	481 (13%)
5 bis 10 km	16	3%	20	3%	440	75%	108	18%	584 (15%)
10 bis 15 km	0	0%	3	1%	207	84%	36	15%	246 (7%)
15 bis 25 km	0	0%	5	2%	220	77%	61	21%	286 (8%)
> 25 km	0	0%	4	1%	374	53%	325	46%	703 (19%)
Summe (Anteil)	457 (12%)		299 (8%)		2258 (60%)		767 (20%)		3781 (100%)

Wie in der letzten Zeile von Tabelle 20 ersichtlich, ergibt sich über die gesamte Wegeanzahl ein Modalsplit von 12 % zu Fuß, 8 % Rad, 60 % MIV (als Fahrer und Mitfahrer) und 20 % öffentlicher Verkehr.

Linienbeförderungen

ÖV-seitig stehen abermals aus der GVK Verkehrsmodellerstellung Zahlen zur Verfügung. Im Rahmen einer Stellungnahme zur Potentialabschätzung der damals modellierten Schnellbuslinie wurden von der Stadt St. Pölten die berechneten Linienbeförderungen mit den damals aktuellen Werten verglichen. Diese sind nach Linien und Tagestypen differenziert. Der Durchschnittswert pro Tag berücksichtigt die Tage Montag bis Samstag. Das Verkehrsmodell liefert den Durchschnittswert pro Werktag, sprich den DTVw.

Die folgende Tabelle zeigt den Vergleich zwischen Berechnungen mittels dem GVK-Verkehrsmodell 2012 und den damaligen Zählwerten. Für die aktuelle Kalibrierung der Linienbeförderungszahlen ist lediglich die linke Spalte, der DWV ohne Schnellbuslinie, relevant.

Tabelle 21: Vergleich der Modellrechnung und Zähldaten (GVK 2012)

	Modellrechnungen					aktuelle Werte		Faktor Modell/aktuell ohne SB
	pro Tag (DWV)		pro Jahr (250 Tage)		Veränderung	pro Tag	pro Jahr (300 Tage)	
	ohne SB	mit SB	ohne SB	mit SB				
Linie 1	3'427	2'727	856'750	681'750	-20.4%	921	276'279	3.1
Linie 2	2'468	2'438	617'000	609'500	-1.2%	466	139'848	4.4
Linie 3	1'638	1'473	409'500	368'250	-10.1%	306	91'850	4.5
Linie 4	4'652	4'366	1'163'000	1'091'500	-6.1%	506	151'668	7.7
Linie 5	5'017	4'293	1'254'250	1'073'250	-14.4%	961	288'395	4.3
Linie 6	2'668	2'517	667'000	629'250	-5.7%	471	141'262	4.7
Linie 7	5'046	5'221	1'261'500	1'305'250	+3.5%	804	241'114	5.2
Linie 8	4'787	4'819	1'196'750	1'204'750	+0.7%	1'064	319'223	3.7
Schnellbus		2'192	0	548'000				
Total	29'703	30'046	7'425'750	7'511'500	+1.2%	5'499	1'649'640	4.5

Verkehrs-Messdaten

Bereits aus dem Jahr 2012 liegen seitens der Modellkalibrierung 17 Messwerte, mit je einem gezählten DTV-Wert pro Richtung, im gesamten Untersuchungsgebiet von St. Pölten verteilt vor. Diese Daten werden zusätzlich für die Kalibrierung herangezogen. Jedoch dienen diese aufgrund ihres Bezugszeitpunktes (2012) lediglich als Richtwert und somit werden Abweichungen der modellierten Werte von diesen eher toleriert, als bei den aktuellen Messwerten aus dem Jahr 2018.

Für die durch St. Pölten führende A1 Westautobahn sowie S33 Schnellstraße liegen Zählwerte von der Infrastrukturgesellschaft ASFINAG [2019] vor. Diese sind online abrufbar und monatlich gegliedert. Da laut Collin [2005] repräsentative Verkehrszählungen immer in den Monaten April, Mai, Juni, September oder Oktober stattfinden sollen, wurden die Zählwerte aus dem Monat September 2018 für die Kalibrierung des Autobahn- und Schnellstraßennetzes herangezogen.

Tabelle 22: Ergebnisse der ASFINAG Zählstellen, September 2018

Autobahn	Station [km]	Zählstellename	Zählstellennummer	Abschnitt (von - bis)	Richtung	DTVDD Di-Do Kfz/24h
A01	44,40	Sichelbach	403	St. Christophen - Böheimkirchen	Staatsgrenze Walserberg	37 401
A01	44,40	Sichelbach	403	Böheimkirchen - St. Christophen	Wien/Auhof	36 732
A01	50,29	St. Pölten/A1	409	Böheimkirchen - Kn. St. Pölten	Staatsgrenze Walserberg	40 254
A01	50,29	St. Pölten/A1	409	Kn. St. Pölten - Böheimkirchen	Wien/Auhof	39 424
A01	56,50	St. Pölten Süd/A1	415	Kn. St. Pölten - St. Pölten Süd	Staatsgrenze Walserberg	44 757
A01	56,50	St. Pölten Süd/A1	415	St. Pölten Süd - Kn. St. Pölten	Wien/Auhof	44 381
A01	67,35	Poppendorf	423	St. Pölten Süd - Loosdorf	Staatsgrenze Walserberg	42 643
A01	67,35	Poppendorf	423	Loosdorf - St. Pölten Süd	Wien/Auhof	43 654
S33	1,28	St. Pölten/S33	52	Kn. St. Pölten - St. Pölten Ost	ASt Krems Süd	19 401
S33	1,28	St. Pölten/S33	52	St. Pölten Ost - Kn. St. Pölten	Kn. St. Pölten	19 002
S33	8,53	Pottenbrunn	434	St. Pölten Nord - Herzogenburg Süd	ASt Krems Süd	19 622
S33	8,53	Pottenbrunn	434	Herzogenburg Süd - St. Pölten Nord	Kn. St. Pölten	19 660
S33	16,65	Getzersdorf	441	Herzogenburg Nord - Traismauer Süd	ASt Krems Süd	19 124
S33	16,65	Getzersdorf	441	Traismauer Süd - Herzogenburg Nord	Kn. St. Pölten	18 394

Zusätzlich wurden von der Stadt St. Pölten drei Knotenstrombelastungspläne von Oktober 2018 überreicht, die für die Kalibrierung des Verkehrsmodells dienen sollen. Diese erhobenen Belastungen liegen auf der Daniel-Gran-Straße und sind für die Kalibrierung der Streckenbelastungen am relevantesten, da diese Straße direkt im jetzigen BG (Kapitel 2.6.2) liegt. Die Ergebnisse dieser

Verkehrszählungen beziehen sich auf die Spitzenstunden einer dreistündigen Zählung der Vor- bzw. Nachmittagsspitze und sind den Anhängen Anhang 3 bis Anhang 6 ersichtlich. Die Streckenbelastungen des Verkehrsmodells werden allerdings auf den DTVw berechnet. Somit müssen die Belastungen der Spitzenstunde auf einen durchschnittlichen werktäglichen Wert hochgerechnet werden. Dies erfolgt anhand des Formblatts (siehe Anhang 7) für die Hochrechnung einer Kurzzeitzählung innerorts auf die Bemessungsverkehrsstärke aus (HBS) der FGSV [2011]. Die Lage der Knotenstrombelastungszählungen ist dabei in Abb. 38 ersichtlich, während die Ergebnisse der Hochrechnung in Tabelle 23 zu finden sind.

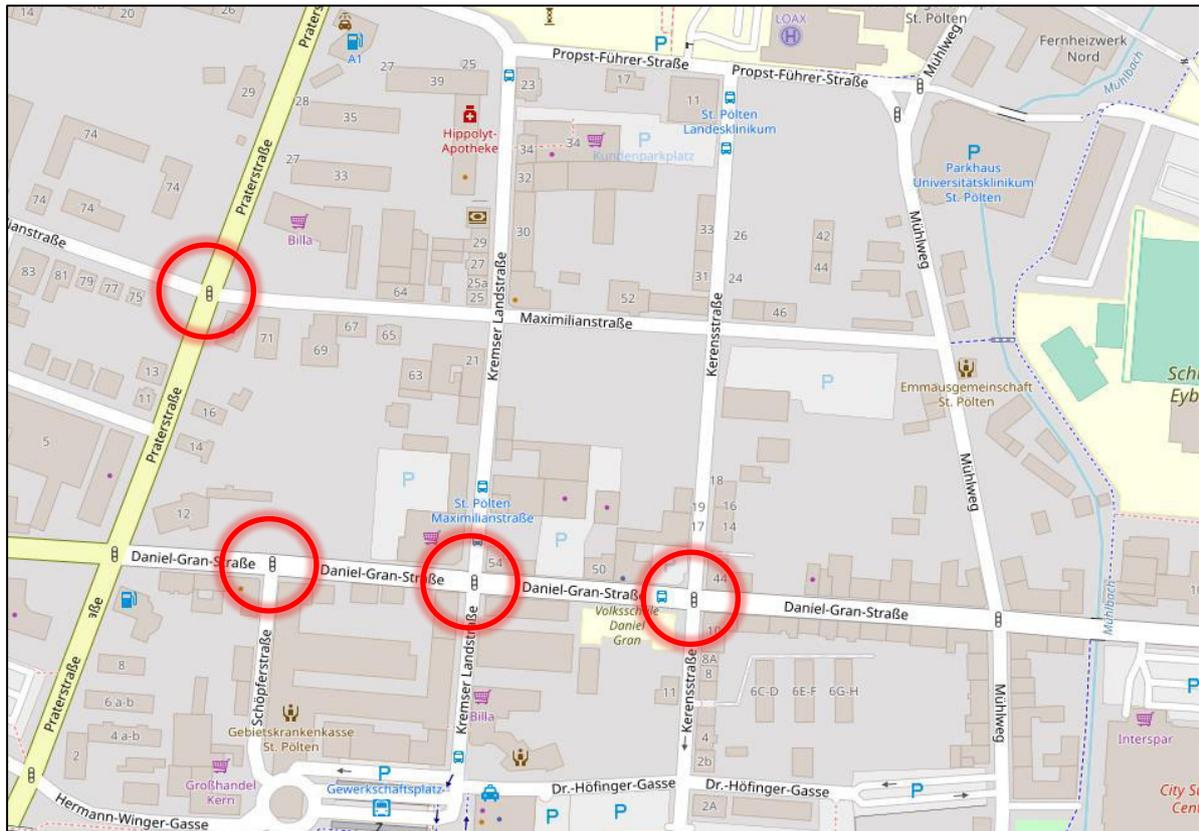


Abb. 38: Knotenstromzählungen der Daniel-Gran-Straße 2018 und L100 Praterstraße 2014

Tabelle 23: Ergebnisse der Hochrechnung der Kurzzeitählung auf der Daniel-Gran-Straße vom Dienstag, 5. Oktober 2018

Kreuzung	Arm Richtung	Frühspitze Zufahrer	Frühspitze Abfahrer	Nachmittagsspitze Zufahrer	Nachmittagsspitze Abfahrer	Mittelwert Zufahrer	Mittelwert Abfahrer
D. G. Str. / Schöpferstr.	Westen	5529	k.A.	3880	k.A.	4705	k.A.
	Süden	k.A.	2824	k.A.	0	k.A.	1412
	Osten	1267	3271	652	2782	959	3027
	Norden	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
D. G. Str./ Kremer Landstr.	Westen	4236	3088	3108	3749	3672	3419
	Süden	2217	1729	2521	1228	2369	1478
	Osten	3589	5688	3543	4304	3566	4996
	Norden	2296	1834	2097	1989	2197	1912
D. G. Str./ Kerenstr.	Westen	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
	Süden	6150	3220	4803	3532	5476	3376
	Osten	k.A.	1636	k.A.	891	k.A.	1264
	Norden	4196	5490	3923	4304	4060	4897
Praterstraße/ Maximilianstr.	Westen	503	843	416	309	459	576
	Süden	9607	10164	5255	3864	7431	7014
	Osten	652	1631	571	1023	611	1327
	Norden	10626	8751	8965	6563	9796	7657

Neben den drei Knotenstrombelastungsplänen auf der Daniel-Gran-Straße wurde noch jener des Knotenpunkts Maximilianstraße/L100 Praterstraße von der Stadt St. Pölten bereitgestellt. Diese wurden ebenfalls nach dem im HBS [2011] definierten Ablauf auf die Bemessungsverkehrsstärke eines durchschnittlichen Werktages hochgerechnet.

Tabelle 24: Ergebnisse der Hochrechnung der Kurzzeitählung des Knotenpunkts L100 Praterstraße/Maximilianstraße vom Dienstag, 8. April 2014

Kreuzung	Arm Richtung	Frühspitze Zufahrer	Frühspitze Abfahrer	Nachmittagsspitze Zufahrer	Nachmittagsspitze Abfahrer	Mittelwert Zufahrer	Mittelwert Abfahrer
Praterstraße/ Maximilianstr.	Westen	503	843	416	309	459	576
	Süden	9607	10164	5255	3864	7431	7014
	Osten	652	1631	571	1023	611	1327
	Norden	10626	8751	8965	6563	9796	7657

3.4.2 Kombinierte Verkehrsverteilung und Moduswahl

Anhand der Ergebnisse der Befragung von Fellendorf et al. [2014] soll die im VISEM-Nachfragemodell kombinierte Verkehrsverteilung und Moduswahl kalibriert werden. Dieser Schritt steht am Anfang der Kalibrierung und ist für alle folgenden von maßgebender Bedeutung. Die im späteren Verlauf der Kalibrierung zu erreichenden Belastungen der Strecken werden von der vorhergehenden Verkehrsverteilung und der Moduswahl stark beeinflusst, da sie die Anzahl der Fahrten zwischen den einzelnen Bezirken wiedergibt. Die Startwerte der zu kalibrierenden Verkehrsverteilung und Moduswahl können den folgenden Tabellen entnommen werden.

Tabelle 25: Reisweitenverteilung und Modal aus Split GVK-Verkehrsmodell - Basisfall [Fellendorf et al., 2014]

Wegelänge	Fuß		Rad		MIV		ÖV		Summe	Anteil
< 1 km	3069	35%	1365	15%	3396	38%	1032	12%	8861	1%
1 bis 2 km	21775	66%	4112	13%	6778	21%	208	1%	32874	4%
2 bis 3 km	15750	39%	7001	18%	16193	41%	935	2%	39879	5%
3 bis 5 km	32114	45%	12695	18%	25296	35%	1976	3%	72081	10%
5 bis 10 km	8044	7%	11345	9%	89402	74%	11676	10%	120467	16%
10 bis 15 km	6	0%	1421	1%	104644	85%	16446	13%	122517	16%
15 bis 25 km	0	0%	1357	1%	118926	80%	28327	19%	148609	20%
> 25 km	0	0%	731	0%	150372	76%	48007	24%	199110	27%
Summe (Modal-Spl.)	80759 (11%)		40026 (5%)		515007 (69%)		108606 (15%)		744398	100%

Tabelle 26: Mittlere Wegelänge GVK aus Basisfall [Fellendorf et al., 2014]

	Fuß	Rad	MIV	ÖV
Mittlere Wegelänge Modell [km]	3,0	5,3	19,9	24,8
Mittlere Wegelänge ÖU 2013 [km]	1,6	3,6	14,8	20,0

Betrachtet man in Tabelle 25 die Verteilung der Reisweiten, also die ganz rechte Spalte, so ist ersichtlich, dass auch bei der damaligen Modellfertigstellung die Verteilung nicht korrekt gewesen ist, da der prozentuelle Anteil der „kurzen“ Wege noch zu gering ist. Ebenfalls zeigt der Modalsplit, sprich die unterste Zeile, noch einen zu hohen Anteil im Bereich des MIV im Basisfall des GVK-Verkehrsmodells 2012.

Die folgenden Tabelle 27 und Tabelle 28 zeigen nun die Werte der Reisweitenverteilung, des Modalsplits und die der mittleren Wegelängen nach den in Kapitel 3.1 bis 3.3 beschriebenen Modellaktualisierung.

Tabelle 27: Reisweitenverteilung und Modal Split im aktualisierten Modell vor der Kalibrierung

Mittelwert kr	Wegelänge	Fuß		BK		CAR		ÖV		Summe	Anteil
0,46	< 1 km	5256	43%	167	1%	5647	47%	1019	8%	12089	1%
1,55	1 bis 2 km	41101	77%	850	2%	10978	21%	514	1%	53444	6%
2,51	2 bis 3 km	10487	29%	1912	5%	21999	60%	2147	6%	36544	4%
3,92	3 bis 5 km	19455	25%	4761	6%	47020	60%	7609	10%	78845	9%
7,54	5 bis 10 km	5046	3%	14653	9%	116890	74%	21708	14%	158296	18%
12,52	10 bis 15 km	294	0%	7930	7%	89953	75%	21655	18%	119832	14%
20,68	15 bis 25 km	189	0%	3909	3%	114158	83%	19592	14%	137849	16%
40,73	> 25 km	287	0%	591	0%	229803	88%	30882	12%	261563	30%
Modal Split	Summe (Modal-Spl.)	82115 (10%)		34773 (4%)		636448 (74%)		105126 (12%)		858461	100%

Tabelle 28: Mittlere Wegelänge im aktualisierten Modell vor der Kalibrierung

	Fuß	BK	CAR	ÖV
Mittlere Wegelänge Modell [km]	2,4	9,2	21,8	19,9
Mittlere Wegelänge ÖU 2013 [km]	1,6	3,6	14,8	20,0

Anhand der beiden Tabellen Tabelle 27 und Tabelle 28 sind die Ausgangswerte der Reisweitenverteilung und des Modalsplits im aktuellen GVK-Verkehrsmodell 2018 vor der Kalibrierung dessen ersichtlich. Eine Notwendigkeit der Kalibrierung ist deutlich erkennbar. Der Anteil

der modellierten „kurzen“ Wege (von 1 bis 3 Kilometern) ist mit rund elf Prozent wesentlich zu gering. Diese sollen nun bis auf rund 35 bis 40 Prozent, wie im Jahr 2012 erhoben, gesteigert werden. Auch der Modalsplit weist eine Abweichung auf, da die mittels MIV (hier: CAR) getätigten Fahrten noch einen zu großen Anteil einnehmen. Dadurch sind auch die Anteile der anderen Verkehrsmodi zu gering seitens des Modalsplits.

Im ersten Ansatz wird versucht die Reisweitenverteilung über die Gravitationsparameter bei der Zielwahlfunktion anzunähern. Im Folgenden wird eine mögliche Kombination dieser Parameter, durch welche sich ein zusätzlicher Anteil an kurzen Wegen stark steigern sollte, mit den Ausgangswerten verglichen. Die Ordinate der beiden folgenden Diagramme (Abb. 39 und Abb. 40) beschreibt hierbei die Summe aller Widerstände, während auf der Abszisse der Nutzen in Abhängigkeit dieser abgebildet ist.

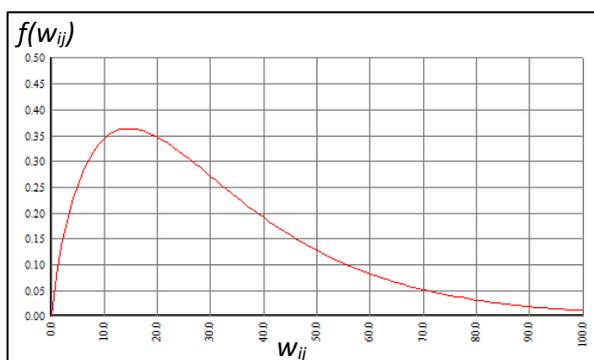


Abb. 39: Verteilungsfunktion des Nutzens zuzufolge der Gravitationsparameter im GVK-Verkehrsmodell 2012

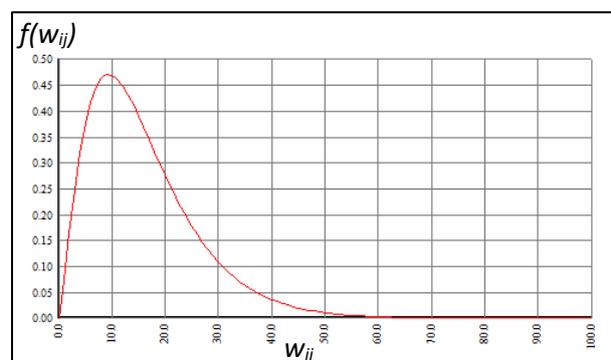


Abb. 40: Ansatz zur Kalibrierung der Verteilungsfunktion des Nutzens zuzufolge variiertes Gravitationsparameter im GVK-Verkehrsmodell 2018

Tabelle 29: Vergleich der Reisweitenverteilung zuzufolge Variation der Gravitationsparameter

	Ausgangswerte	Varierte Werte	Sollwerte
Gravitationsparameter:			
a	0,08	0,08	
b	0,87	1,40	
c	- 0,06	- 0,15	
Mittlere Wegelänge IV [km]	21,8	11,3	14,8
Anteil Wege 0 bis 1 km	1 %	2 %	16 %
Anteil Wege 0 bis 3 km	7 %	27 %	39 %
Anteil Wege > 15 km	46 %	14 %	26 %

Deutlich erkennbar ist die Steigerung im Bereich der Wege zwischen 1 und 3 km Länge. Mithilfe dieser Parameter kann allerdings nur eine geringe Sensitivität für sehr kurze Wege unter 1 km festgestellt werden. Auch eine weitere Verschiebung des Maximalwertes dieser Verteilungsfunktion in Richtung der Abszisse führt daher zu keiner Steigerung der Wege mit bis zu 1 km Länge. Diese stellen aber in der Regel jene Wege dar, welche zu Fuß zurückgelegt werden und wirken sich dementsprechend auf den Modalsplit aus. Zusätzlich verliert man den Anteil der langen Wege, während jene im mittleren

Bereich stark zunehmen. Da anhand der Gravitationsparameter vor allem bezüglich der sehr kurzen Wegen keine Annäherung an die reale Reiseweitenverteilung möglich ist, werden im nächsten Zuge die Gewichtungsfaktoren der Nutzenfunktion adaptiert, um den Anteil der kurzen Wege zu steigern.

Lediglich bei einer Multiplikation dieser mit dem Faktor 15 können ausreichend kurze Wege von 0 bis 3 km mit einem Prozentsatz von Rund 40 Prozent erzielt werden. Wege mit bis zu einem Kilometer Länge können dadurch ebenfalls gesteigert werden auf bis zu acht Prozent

Tabelle 30: Reiseweitenverteilung und Modal Split nach Multiplikation der Verteilungsfunktion

Wegelänge	Fuß		Rad		MIV		ÖV		Summe	Anteil
< 1 km	48084	75%	7709	12%	4209	7%	4209	7%	64212	8%
1 bis 2 km	134750	76%	15808	9%	13729	8%	13729	8%	178017	23%
2 bis 3 km	7236	10%	23419	32%	21301	29%	21301	29%	73258	9%
3 bis 5 km	10327	8%	46709	38%	33470	27%	33470	27%	123976	16%
5 bis 10 km	618	0%	57945	33%	57530	33%	57530	33%	173624	22%
10 bis 15 km	251	0%	28310	25%	42399	37%	42399	37%	113359	14%
15 bis 25 km	134	0%	13572	26%	19107	37%	19107	37%	51920	7%
> 25 km	23	0%	2137	22%	3863	39%	3863	39%	9886	1%
Summe (Modal-Spl.)	201424 (26%)		195609 (25%)		195609 (25%)		195609 (25%)		788252	100%

Da man nun einen Anteil von 39 Prozent aller Wege unter zwei Kilometern Reiseweite erreicht hat, finden allerdings in diesem Nachfragemodell selbst bei korrektem Modalsplit, bezogen auf diese Reiseweitenverteilung, zu viele Fahrten des MIV im Binnenverkehr, beziehungsweise auf der Diagonalen der Nachfragematrix, statt. Binnenfahrten innerhalb einer Verkehrszelle werden in Visum jedoch nicht umgelegt und führen somit zu keiner zusätzlichen Streckenbelastung. Demnach wäre es nur möglich die Reiseweitenverteilung dieser kurzen Wege zu kalibrieren, indem man zu geringe Streckenbelastungen nach Umlegung dieser berechneten Nachfrage in Kauf nimmt. Entscheidet man sich hingegen dafür, den geringen Prozentsatz der kurzen Wege zu tolerieren, ist es nicht möglich den Modalsplit zu kalibrieren, da der Anteil der kurzen Fußwege zu klein ist, um zwölf Prozent des gesamten Modalsplits zu erreichen.

Da nun weder durch das Variieren der Nutzenparameter der Zielwahlfunktion, noch durch die Änderung der Gravitationsparameter nach intensiven Bemühungen eine zufriedenstellende Annäherung zu den Kalibrierungsdaten möglich ist, müsste als nächster Schritt das gesamte Nachfragemodell von Grund auf untersucht und erneuert werden. Die Parameter der Verkehrsverteilung und Moduswahl werden daher bei ihren Ausgangswerten wie im GVK-Verkehrsmodell 2012 belassen. Von hier an wird auf die Kalibrierung der Verkehrsverteilung sowie der Moduswahl verzichtet, was in weiterer Folge eine Untersuchung von Änderungen der Verkehrsmittel- oder Zielwahl ausschließt.

3.4.3 Verkehrsumlegung / Streckenbelastungen

In diesem Schritt sollen die Streckenbelastungen auf die Messwerte des Verkehrsnetzes kalibriert werden. Wie Fellendorf und Vortisch [2010] beschreiben, basieren alle Umlegungsverfahren auf einem Kurzwegalgorithmus, der widerstandsminimale Routen ermittelt.

Der Widerstand einer IV-Route ist also belastungsabhängig und setzt sich aus den folgenden Widerständen zusammen:

- Widerstände der benutzten Strecken
- Widerstände der benutzten Abbieger bzw. Knotenwiderstände
- Widerstand der benutzten Anbindungen
- Widerstand der benutzten Oberabbieger

Im Folgenden wird die Kalibrierung der Strecken- sowie der Abbiegerwiderstände beschrieben. Da die Anbindungen hier mittels der Gewichtung eingestellt werden, werden ihre Widerstände in diesem Schritt nicht kalibriert. Oberabbieger werden zudem aufgrund ihres geringen Vorhandenseins im Teilnetz und der damit einhergehenden marginalen Sensitivität, ebenfalls nicht behandelt.

Streckenwiderstände / CR-Funktionen

Mittels einer CR-Funktion (Capacity Restraint-Funktion) wird bei der Verkehrsumlegung jedem Streckentypen ein belastungsabhängiger Widerstand zugewiesen. So kann beispielsweise bei planfreien Straßen außerorts ein anderer mathematischer Zusammenhang zwischen der Fahrzeit für das Passieren einer Strecke und der Verkehrsstärke, als auf plangleichen Straßen außerorts festgelegt werden [ptv AG, 2011]. Im GVK-Verkehrsmodell 2018 von St. Pölten werden die CR-Funktionen nach den Streckentypen Autobahn bzw. Schnellstraßen, Bundes- bzw. Landesstraßen und sonstigen Straßen unterschieden. Die CR-Funktion definiert sich über die aktuelle Reisezeit t_{akt} und wird mittels der BPR (Bureau of Public Roads) -Funktion wie folgt definiert.

$$t_{akt} = t_0 \cdot (1 + a \cdot sat^b) \quad (16)$$

$$sat = \frac{q}{q_{max} \cdot c} \quad (17)$$

- Mit:
- t_{akt} Aktuelle Fahrzeit auf einem Netzobjekt im belasteten Netz
 - t_0 Fahrzeit auf einem Netzobjekt bei freiem Verkehrsfluss
 - q Aktuelle Streckenbelastung = Summe der Belastung aller IV-Verkehrssysteme
 - q_{max} Streckenkapazität
 - a, b, c Benutzerdefinierte Parameter

Abbiegerwiderstände

Die Abbiegewiderstände werden nach dem bei Fellendorf et al. [2014] beschriebenen Verfahren definiert und anschließend kalibriert. An Knotenpunkten wurden diese Widerstände im Verkehrsmodell auf verschiedene Arten definiert. Knotenwiderstände können zum einen über das Reduzieren der Freifahrgeschwindigkeiten beim Abbiegen abgebildet werden. Andererseits kann auch die Kapazität der Abbieger selbst reduziert werden oder es werden Zeitzuschläge hinterlegt. Da ersteres gerade im innerstädtischen Bereich zu Ungenauigkeiten führen kann, wurde der zweite Ansatz gewählt.

Bei der Umlegung des Verkehrs werden die Knotenwiderstände ebenfalls über eine CR-Funktion modelliert. Dafür ist es notwendig neben dem Zeitzuschlag im unbelasteten System auch eine Kapazität für die Abbieger anzugeben. Diese Methodik der Hinterlegung von Knotenwiderständen wurde mithilfe einer Anlehnung an das Verkehrsmodell GUARD (Guaranteed Ride Home) der TU Graz & verkehrplus [2011] in das GVK-Verkehrmodell 2018 eingeführt. Somit wurden, wie bei GUARD, im St. Pöltner Verkehrsmodell sämtlichen Strecken in Abhängigkeit von ihrer Fahrstreifenanzahl und der Freifahrtgeschwindigkeit in Ränge eingeteilt. In Abhängigkeit der Rangzugehörigkeit einer Strecke und der Abbiegerelation (Abbiegevorgang nach links, geradeaus oder nach rechts) wurden den Abbiegern dann die Zeitverluste und Kapazitäten hinterlegt. Außerdem kommt es noch zu einer differenzierten Modellierung der Abbiegewiderstände zwischen signalisierten und nicht signalisierten Knotenpunkten.

Diese erste Zuordnung der Ränge erfolgte entsprechend der jeweiligen Freifahrtgeschwindigkeit und Fahrstreifenanzahl (Tabelle 31).

Tabelle 31: Rangzuordnung der Strecken im PG (Fellendorf et al. [2014])

Rang Nr.	Freifahrtgeschwindigkeit	Fahrstreifenanzahl
1	>50 km/h	1 oder 2
2	50 km/h	2
3	50 km/h	1
4	< 50 km/h	1

Anschließend erfolgte die Typisierung der Abbieger je nach Richtung des Abbiegevorgangs, um auch die Abhängigkeit von der jeweiligen Abbiegerelation gewährleisten zu können. Diese Gliederung kann anhand des Attributs „Winkel“ der Abbieger erzielt werden. Rechtsabbieger sind somit alle Abbieger mit dem Winkel von 0 bis 145 °, Geradeausfahrer jene mit einem Winkel von 145 bis 215 ° und Linksabbieger, sowie U-Turns alle übrigen mit einem Winkel von 215 bis 360 °. Die endgültige Zuweisung der Abbieger kann ebenfalls Abb. 41 entnommen werden.

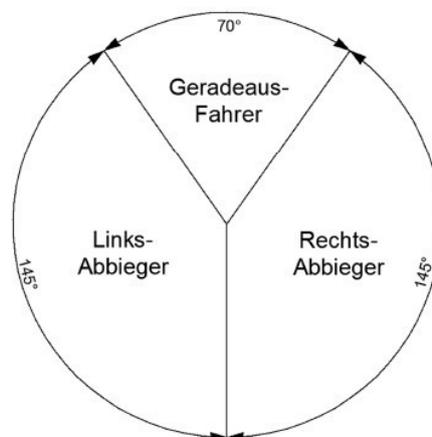


Abb. 41: Definition der Abbiegerwinkel (Fellendorf et al. [2014])

Bei der Festlegung der Kapazitäten für die Abbieger wird immer von der Kapazität der dem Knoten vorausgehenden Strecke ausgegangen. Ebenso sind die Ränge dieser zugehörigen Strecken maßgebend. In Tabelle 32 ist die Zuweisung der Abbiegerkapazitäten vor der Kalibrierung der signalisierten Knoten ersichtlich, in Tabelle 33 die der nicht signalisierten Knoten.

Tabelle 32: Abbiegerkapazitäten und Zeitverluste an signalgesteuerten Knoten im GVK-Verkehrsmodell 2012 (Fellendorf et al. [2014])

Abbiegevorgang	Grundkapazität	Verhältnis Ränge von Strecke /nach	Verringerung der Kapazität auf	Zeitzuschlag t_0
Geradeaus	100% von vorausgehender Strecke	gleichrangig	40%	10 s
		in einen niedrigeren Rang	50%	
		in einen höheren Rang	30%	
Rechtsabbieger	100 % von vorausgehender Strecke / Fahrstreifenanzahl	gleichrangig	40%	15 s
		in einen niedrigeren Rang	50%	
		in einen höheren Rang	30%	
Linksabbieger	100 % von vorausgehender Strecke / Fahrstreifenanzahl	gleichrangig	25%	20 s
		in einen niedrigeren Rang	30%	
		in einen höheren Rang	15%	

Tabelle 33: Abbiegerkapazitäten an nichtsignalisierten Knotenpunkten im GVK-Verkehrsmodell 2012 (Fellendorf et al. [2014])

Abbiegevorgang	Grundkapazität	Verhältnis Ränge von Strecke/ nach Strecke	Reduktion der Grundkapazität auf
Geradeaus	100 % von vorausgehender Strecke	nicht relevant	keine Reduktion
Rechtsabbieger	100 % von vorausgehender Strecke / Fahrstreifenanzahl	nicht relevant	85 %
Linksabbieger	100 % von vorausgehender Strecke / Fahrstreifenanzahl	nicht relevant	70 %

Neben der reduzierten Kapazität wurden den Abbiegern innerhalb des Planungsgebietes Zeitverluste im unbelasteten Netz hinterlegt. Auch hier wurden diesen wiederum in Knoten mit bzw. ohne Signalsteuerung unterschieden. Je nach Abbiegevorgang und Rang der vorausgehenden Strecke sind die Zeitwerte an nichtsignalgesteuerten Knoten wiederum verschieden definiert (Tabelle 34).

Tabelle 34: Abbiegezeitverluste t_0 an nichtsignalgesteuerten Knotenpunkten (Fellendorf et al. [2014])

		Rang: nach Strecke											
		1			2			3			4		
Rang: von Strecke	1	re	ger	li	re	ger	li	re	ger	li	re	ger	li
		6s	6s	10s	6s	6s	10s	2s	0s	8s	2s	0s	8s
	2	re	ger	li	re	ger	li	re	ger	li	re	ger	li
		6s	6s	10s	6s	6s	10s	2s	0s	8s	2s	0s	8s
	3	re	ger	li	re	ger	li	re	ger	li	re	ger	li
		6s	6s	12s	6s	6s	12s	6s	6s	10s	2s	0s	6s
	4	re	ger	li	re	ger	li	re	ger	li	re	ger	li
		8s	8s	14s	8s	8s	14s	6s	6s	10s	4s	3s	5s

3.4.4 Anpassung der Verkehrsnachfrage mittels VStromFuzzy

Bei der Kalibrierung von makroskopischen Verkehrsmodellen werden, um relativ kleine Abweichungen der Streckenbelastungen zu minimieren, mittels dem Verfahren VStromFuzzy Nachfragematrizen nachträglich korrigiert. Wie im Handbuch der ptv AG [2011] beschrieben, dient VStromFuzzy dazu eine vorgegebene Nachfragematrix so anzupassen, dass ihr Umlegungsergebnis bei einem bestimmten Angebot die bei diesem Angebot tatsächlich beobachteten Belastungen trifft.

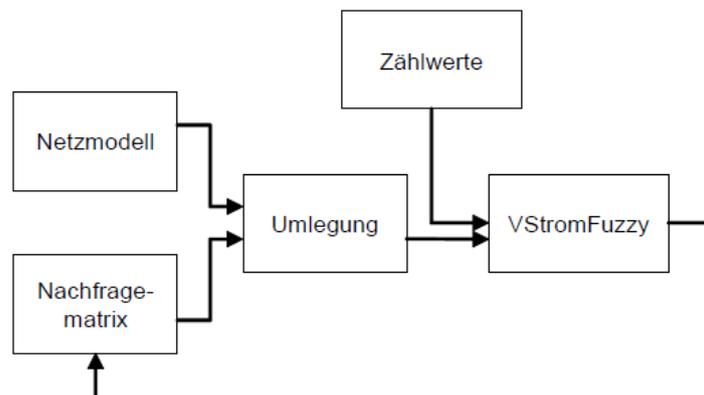


Abb. 42: Workflow der Funktion VStromFuzzy [ptv AG, 2011]

Methodische Grundlagen

Die Beschreibung der Grundlagen ist im Handbuch der ptv AG [2011] zu finden und wird wie folgt in diesem Unterkapitel beschrieben. Ausgangspunkt dieses Verfahrens der Matrixkorrektur ist die Verkehrsnachfrage auf den einzelnen Fahrtbeziehungen f_{ij} . Typischerweise wird diese in Matrixform notiert, hier wird aber eine Darstellung als Vektor der von Null verschiedenen Fahrtbeziehungen empfohlen.

$$\begin{pmatrix} 0 & f_{12} & f_{13} & \dots & f_{1n} \\ f_{21} & 0 & f_{23} & \dots & f_{2n} \\ f_{31} & f_{32} & 0 & \dots & f_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f_{n1} & f_{n2} & f_{n3} & \dots & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f_{12} \\ f_{13} \\ \vdots \\ f_{21} \\ f_{23} \\ \vdots \\ f_{2n} \\ f_{31} \\ \vdots \end{pmatrix} \quad (18)$$

Mit: nAnzahl der Bezirke

Während meist angenommen wird, dass eine bereits umgelegte Matrix eines früheren Zeitpunktes bekannt ist, liegt über den aktuellen Zustand nur partielle Information vor. Wichtig sei die Situation, bei welcher keine relationsfeinen Daten (aus einer Quelle-Ziel-Befragung) verfügbar sind, sondern nur (wie hier) Zählwerte an einzelnen Stellen im Netz. Die Zählwerte werden demnach als weiterer Vektor notiert.

$$v^r = (v_1 \ v_2 \ v_3 \ \dots \ v_m) \quad (19)$$

Mit: mAnzahl der Zählwerte

Die Fahrtanzahl einer Relation besitzt gemeinsam mit den Zählwerten eine zentrale Rolle. Im Falle von Quell-/Zielverkehren wären so beispielsweise die Randsummen der zu schätzenden Nachfragematrix bekannt. Streckenbelastungen entsprechen hingegen lediglich der Summe aller (anteiligen) Fahrtbeziehungen, die über die Strecke verlaufen. Daher besteht ein linearer Zusammenhang zwischen der Nachfrage auf den Fahrtbeziehungen und den Zählwerten.

$$A \cdot f = v \quad (20)$$

Mit: AAnteilsmatrix

a_{sk}Element der Matrix A bzw. Anteil der Fahrten auf Fahrtbeziehung k, der Strecke s

fNachfragematrix bzw. -vektor

Wie die ptv AG [2017] beschreibt, ist jedoch problematisch, dass meist $m \ll n^2$ gilt und damit die neue Matrix durch die Zählwerte unterbestimmt ist. Aus unzähligen Matrizen, die auf die Zählwerte passen könnten, wird daher die beste gemäß einer Bewertungsfunktion q ausgewählt. Diese definiert sich wie folgt.

$$\max q(f), \text{ so dass } A \cdot f = v \quad (21)$$

Hier dient eine Kombination aus Entropie und Gewichtung mit den Proportionen der alten Matrix als Bewertungsfunktion. Da $q(f)$ meist nicht linear ist, wird das Problem iterativ gelöst.

Weiters weist die ptv AG [2017] darauf hin, dass die Formulierung des Matrixkorrekturproblems des klassischen Verfahrens kritisch zu sehen ist. Der Vektor v der Zählwerte ist als bekannte Größe frei von jeder Unsicherheit bei diesem Verfahren angenommen. Dementsprechend wird unter allen Matrizen, die die Nebenbedingungen exakt erfüllen, eine q -maximale ausgewählt. Somit erhalten die Zählwerte ein unangemessenes Gewicht, da jede Erhebung nur eine Momentaufnahme liefert, die mit einer Stichprobenunsicherheit behaftet ist.

Deshalb wird bei der ptv AG [2017] einen Ansatz von Rosinowski aufgegriffen, bei welchem die Zählwerte als unscharfe Messwerte gemäß der Fuzzy-Sets-Theorie modelliert werden. Ist beispielsweise bekannt, dass in einem Bezirk der Quellverkehr täglich um bis zu 20% schwankt, in anderen Bezirken aber um 25 %, wird dies durch entsprechende Bandbreiten abgebildet. Daher werden Nebenbedingungen des Matrixschätzproblems definiert. Demnach treten Fuzzy-Sets \tilde{v}_s mit unterschiedlich breiten Trägermengen anstelle scharfer Werte bei der Berechnung ein.

$$\max q(f), \text{ so dass } A \cdot f = \tilde{v} \quad (22)$$

Die Darstellung dieser Fuzzy-Sets gegenüber fix definierten Schranken ermöglicht die Bevorzugung zentraler Werte innerhalb der Trägermenge. Deswegen werden Werte nahe dem Mittelwert der Zählwerte bevorzugt behandelt. Randwerte können ebenfalls akzeptiert werden, wenn dadurch in Summe ein wesentlich besserer q -Wert erreicht wird.

Setzt man nun als f_{ij} die Nachfrage der Ausgangsmatrix ein, so werden durch die Maximierung von q Matrizen begünstigt, die wenig von der Ausgangsmatrix abweichen. Dieses Prinzip lässt sich auf ein neu formuliertes Optimierungsproblem mit Schlupfvariable übertragen.

$$A \cdot f + s = \bar{v} \quad (23)$$

$$A \cdot f - s' = \underline{v} \quad (24)$$

- Mit: sSchlupfvariable ≥ 0
 s'Schlupfvariable ≥ 0
 \bar{v}Maximum der Trägermenge der Fuzzy Sets
 \underline{v}Minimum der Trägermenge der Fuzzy Sets

Schließt man die Schlupfvariablen in die gewichtete Entropiemaximierung ein, so können jene Matrizen bevorzugt werden, die $A \cdot f = v$ „möglichst gut“ erfüllen. Durch diese Fuzzy-Formulierungen vergrößert sich der Lösungsraum des Schätzproblems und damit auch die Freiheitsgrade für die Bewertung (hier: Entropiemaximierung), so dass im Allgemeinen höhere Zielfunktionswerte erreicht werden. Es wird also die wahrscheinlichste Nachfragematrix geschätzt, welche die Zählwerte innerhalb der Bandbreite nachbildet.

3.4.5 Endwerte der Kalibrierung

Für die Kalibrierung der Strecken- sowie Abbiegerwiderstände wurden alle aktuellen Messdaten nahe der Kremser Landstraße herangezogen. Unter anderem wurde darauf geachtet, dass die übrigen Messdaten, vor allem jene der Autobahn und Schnellstraßen, nicht zu große Abweichungen erfahren.

GEH-Wert

Um die Güte der Ergebnisse des Verkehrsmodells bewerten zu können, kann nach der FGSV [2011] der GEH-Wert verwendet werden. Durch diesen Wert können Aussagen über die Abweichungen der modellierten Verkehrsstärken von den gezählten getroffen werden. Dabei werden zum einen relative und zum anderen absolute Abweichung bei der Berechnung berücksichtigt. Der GEH-Wert errechnet sich durch folgende empirische Formel.

$$GEH_h = \sqrt{2 \cdot \frac{(M - C)^2}{M + C}} \quad (25)$$

Mit: GEH_hGEH-Wert bezogen auf Stunden-Verkehrsstärken

M.....Modellierte Verkehrsstärke

q.....Beobachtete (gemessene bzw. gezählte) Verkehrsstärke

Wie bei Fellendorf et al. [2014] beschrieben, wird bei der Kalibrierung von Stundenwerten von einer guten Anpassung an die Realität gesprochen, wenn 85 % der Zählstellen einen GEH-Wert von kleiner als 5 aufweisen. Entspricht der GEH-Wert 10 oder gar mehr, kann mit hoher Wahrscheinlichkeit von einem grundlegenden Problem im Verkehrsnachfragemodell bzw. bei den Eingangsdaten ausgegangen werden.

Da sich sowohl die Referenzzählungen, als auch die modellierten Verkehrsstärken auf das Intervall eines ganzen Tages beziehen, muss auch der GEH-Wert in Relation dazu gestellt werden. Davon ausgegangen, dass die Verkehrsstärke der Spitzenstunden in etwa einem Zehntel der Verkehrsstärke eines ganzen Tages entspricht, ergibt der Stunden-GEH-Wert von 5 einen Tages-GEH-Wert von 15,8.

$$GEH_d = x \cdot GEH_h = \sqrt{2 \cdot \frac{(10 \cdot M - 10 \cdot C)^2}{10 \cdot (M + C)}} = \sqrt{10} \sqrt{2 \cdot \frac{(M - C)^2}{M + C}} \quad (26)$$

$$GEH_d = \sqrt{10} \cdot GEH_h = \sqrt{10} \cdot 5 = 15,8 \quad (27)$$

Mit: GEH_dGEH-Wert bezogen auf Tages-Verkehrsstärken

Startwerte

Die Ausgangswerte der modellierten Streckenbelastungen und deren Abweichung zu den Messdaten können Tabelle 35 entnommen werden. Jene Zählstellen mit einem GEH-Wert über 15,8 sind dabei in rot eingefärbt.

Tabelle 35: Streckenbelastungen vor der Kalibrierung

Nummer	Name	Richtung	DTV_Modell	DTV_soll	Abw. %	GEH	
23049252	Daniel Gran-Straße	W	3521	4705	-25	18	
304605370	Daniel Gran-Straße	W	3289	4996	-34	27	
304605370	Daniel Gran-Straße	O	2682	3566	-25	16	
304605378	Daniel Gran-Straße	W	4693	3027	55	27	
304605379	Daniel Gran-Straße	O	3834	3419	12	7	
304605379	Daniel Gran-Straße	W	4698	3672	28	16	
23185408	Kremser Landstraße	N	2732	2197	24	11	
23185408	Kremser Landstraße	S	2389	1912	25	10	
304605376	Kremser Landstraße	N	2255	1478	53	18	
304605376	Kremser Landstraße	S	1656	2369	-30	16	
2183753	L100/Praterstraße	N	8949	7014	28	22	
2183753	L100/Praterstraße	S	11472	7431	54	42	
23177083	L100/Praterstraße	S	9804	7657	28	23	
23177083	L100/Praterstraße	N	8031	9796	-18	19	
23141528	L162	W	5146	4278	20	13	
23141528	L162	S	4980	4803	4	3	
2042779	Maximilianstraße	W	116	459	-75	20	
2042779	Maximilianstraße	O	109	567	-81	25	
2183770	Maximilianstraße	W	1793	1327	35	12	
2183770	Maximilianstraße	O	1036	611	70	15	
2006705	Schöpferstraße	S	777	2474	-69	42	
					$\sum(x)/n$	38,6	18,8

Vor der Kalibrierung sind, wie in Tabelle 35 ersichtlich, elf der 21 Messwerte über einem Wert von 15,8. Der größte GEH-Wert von 42 findet sich auf der Schöpferstraße bzw. auf der L100 Praterstraße in Fahrtrichtung Süden. Das Ziel soll nun sein, bei allen Strecken mit vorhandenen Messdaten einen GEH-Wert von kleiner als 15,8 bzw. rund 16 zu erreichen.

In Abb. 43 werden die gezählten Verkehrsstärken den modellierten gegenübergestellt (blaue Datenpunkte). Mit den roten Punkten wird jener Bereich eingegrenzt, innerhalb welchem ein GEH-Wert von 15,8 nicht überschritten wird. Die schwarze, strichlierte Linie stellt den linearen Trend als Zusammenhang zwischen den modellierten und den gezählten Werten dar, welcher sich zu rund 1,1 ergibt. Wird der Grad von 1 dieses linearen Zusammenhangs überschritten, so ist es ein Zeichen dafür, dass bei den betrachteten innerstädtischen Zählstellen zu viel Verkehr modelliert wurde. Die Güte des Zusammenhangs, das Bestimmtheitsmaß (R^2), beträgt 0,81. Ein idealer Grad bzw. eine ideale Güte des Zusammenhangs wäre bei 1 gegeben.

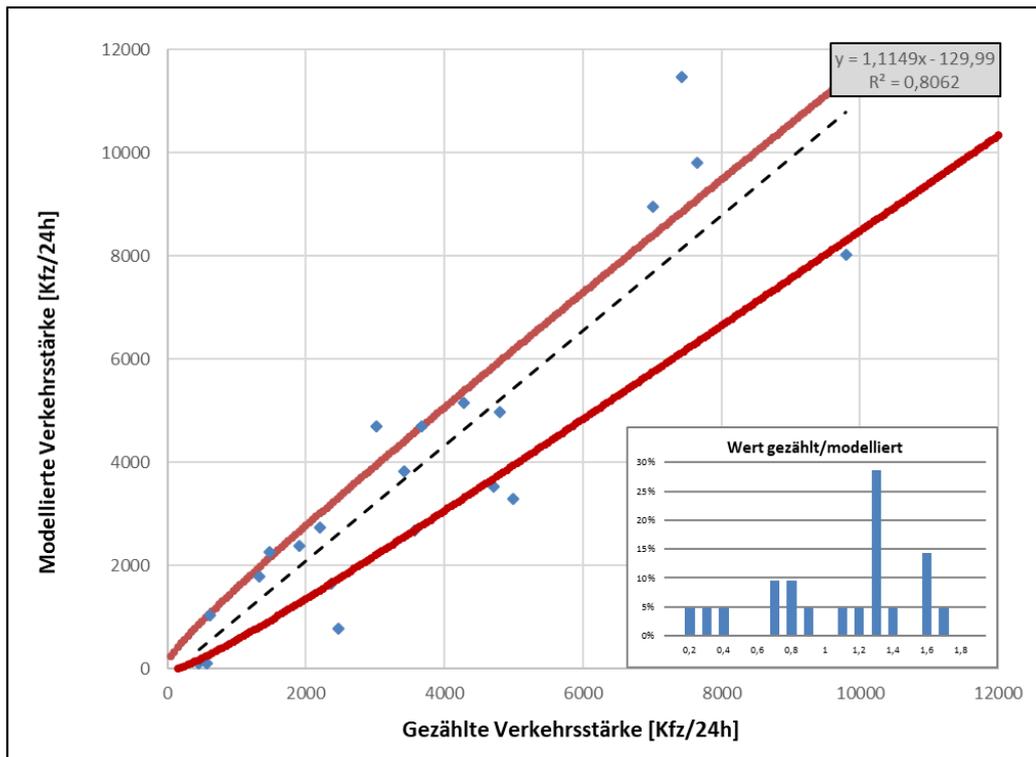


Abb. 43: Vergleich von Zählwerten und modellierten Verkehrsstärken inkl. Häufigkeitsverteilung des Verhältnisses von modellierter zur gezählten Verkehrsstärke im Ausgangszustand

Widerstände

Im ersten Ansatz wurden die Abbiegewiderstände der signalisierten Knotenpunkte variiert und anschließend auf folgende Werte, zwei Sekunden unter den Ausgangswerten fixiert.

Tabelle 36: Kalibrierte Abbiegewiderstände an signalgesteuerten Knotenpunkten im GVK-Verkehrsmodell 2018

Abbiegevorgang	Grundkapazität	Verhältnis Ränge von Strecke /nach Strecke	t_0
Geradeaus	100% von vorausgehender Strecke	gleichrangig	8 s
		in einen niedrigeren Rang	
		in einen höheren Rang	
Rechtsabbieger	100 % von vorausgehender Strecke / Fahrstreifenanzahl	gleichrangig	13 s
		in einen niedrigeren Rang	
		in einen höheren Rang	
Linksabbieger	100 % von vorausgehender Strecke / Fahrstreifenanzahl	gleichrangig	18 s
		in einen niedrigeren Rang	
		in einen höheren Rang	

Im nächsten Schritt wurden die CR-Funktionen, sprich die Streckenwiderstände, adaptiert. Die Sensitivität dieser zeigt sich mit hoher Sensitivität aber eher auf den Autobahn- und Schnellstraßen des Modells und erfährt deshalb nur geringe Adaptierungen.

Tabelle 37: Kalibrierte Parameter der CR-Funktion

Strecken	a	b	c	a _{alt}	b _{alt}	c _{alt}
A+S	1,75	5	10	1,5	5	10
L	1	2	10	1	2	10
Andere	1	2	10	1	2	10

Auf die Kalibrierung der Abbiegewiderstände an nicht signalgesteuerten Knoten wird hier nicht global eingegangen, da bereits eine solide Verbesserung der modellierten Werte zufolge der Strecken- und Abbiegerwiderstände an signalisierten Knotenpunkten bemerkbar ist. Die Kalibration dieser beiden Widerstände erfolgt nun nicht mehr global im gesamten Netz, sondern lokal bei den nicht zufriedenstellenden Modellwerten, um die bereits „gut“ modellierten Strecken und Knotenpunkte nicht zu verschlechtern. Alle vorgenommenen Änderungen werden den in Tabelle 55 im Anhang 8 aufgelistet.

Anschließend wurde noch eine Anpassung der Streckenbelastung durch Adaptieren der Verkehrsnachfrage mittels der Funktion VStromFuzzy (siehe auch Kapitel 3.4.4) durchgeführt. Somit konnte nach mehrfachem Durchlaufen dieser, bei stetiger Reduktion der Fehlertoleranz folgende Werte (Tabelle 38) bei den zu kalibrierenden Strecken erreicht werden.

Tabelle 38: Ergebnisse der kalibrierten Streckenwerte

Nummer	Name	Richtung	DTV_Modell	DTV_soll	Abw. %	GEH	
23049252	Daniel Gran-Straße	W	4712	4705	0	0	
304605370	Daniel Gran-Straße	W	4078	4996	-18	14	
304605370	Daniel Gran-Straße	O	2886	3566	-19	12	
304605378	Daniel Gran-Straße	W	3838	3027	27	14	
304605379	Daniel Gran-Straße	O	3897	3419	14	8	
304605379	Daniel Gran-Straße	W	3886	3672	6	3	
23185408	Kremser Landstraße	N	1881	2197	-14	7	
23185408	Kremser Landstraße	S	1714	1912	-10	5	
304605376	Kremser Landstraße	N	1433	1478	-3	1	
304605376	Kremser Landstraße	S	2468	2369	4	2	
2183753	L100/Praterstraße	N	8245	7014	18	14	
2183753	L100/Praterstraße	S	9587	7431	29	23	
23177083	L100/Praterstraße	S	8418	7657	10	8	
23177083	L100/Praterstraße	N	8097	9796	-17	18	
23141528	L162	W	5089	4278	19	12	
23141528	L162	S	4753	4803	-1	1	
2042779	Maximilianstraße	W	391	459	-15	3	
2042779	Maximilianstraße	O	606	567	7	2	
2183770	Maximilianstraße	W	1415	1327	7	2	
2183770	Maximilianstraße	O	609	611	0	0	
2006705	Schöpferstraße	S	2135	2474	-14	7	
					$\sum(x)/n$	12,3	7,5

Tabelle 39: Ergebnisse der Streckenbelastungen (A+S)

Nummer	Name	Richtung	DTV_Modell	DTV_soll	Abw. %	GEH
23040988	A1 - Böheimkirchen	W	37820	39424	-4	8
23098286	A1 - Böheimkirchen	O	34243	31539	9	15
23068307	A1 - Pummersdorf	W	36145	33419	8	15
23293621	A1 - Pummersdorf	O	37376	40254	-7	15
23010404	S33 - St. Pölten Ost	N	17169	19002	-10	14
23108188	S33 - St. Pölten Ost	S	17511	19401	-10	14

Somit bleiben noch 2 von 21 Stellen übrig, welche einen GEH – Wert von über 15,8 aufweisen. Diese befinden sich beide auf der Kreuzung der L100 Praterstraße mit der Maximilianstraße. Um die Widerstände der dort gelegenen Strecken- und Abbieger nicht auf unplausible Werte setzen zu müssen, wurden diese übrigen Abweichungen im Endergebnis der Kalibration toleriert. Die Zählwerte dieser Strecken stammen aus dem Jahr 2014 und könnten zum einen schon veraltete Werte aufweisen. Andererseits sind bei der Hochrechnung der Kurzzeitählungen mittels dem HBS [2011] auch Ungenauigkeiten möglich, welche diese übrigen Abweichungen erklären.

Der Mittelwert des GEH-Wertes dieser innerstädtischen Messwerte konnte letztendlich von 18,8 auf 7,5 gesenkt werden, während die prozentuelle Abweichung der Zählwerte nur noch 12,3 Prozent, statt den anfänglichen 38,6 Prozent, beträgt.

In Abb. 44 werden die gezählten Verkehrsstärken den modellierten im fertig kalibrierten Zustand gegenübergestellt (blaue Punkte). Der Grad des Zusammenhangs zwischen den modellierten und den gezählten Werten beträgt nun 0,99 und liegt damit deutlich in der näher am Idealwert von 1. Die Güte des Zusammenhangs hat sich gleichermaßen verbessert und beträgt nun ebenfalls 0,99. Klar zu erkennen ist auch, dass nurmehr zwei Zählstellen einen GEH-Wert außerhalb der einzuhaltenden Grenze von 15,8 (rote Linien) aufweisen.

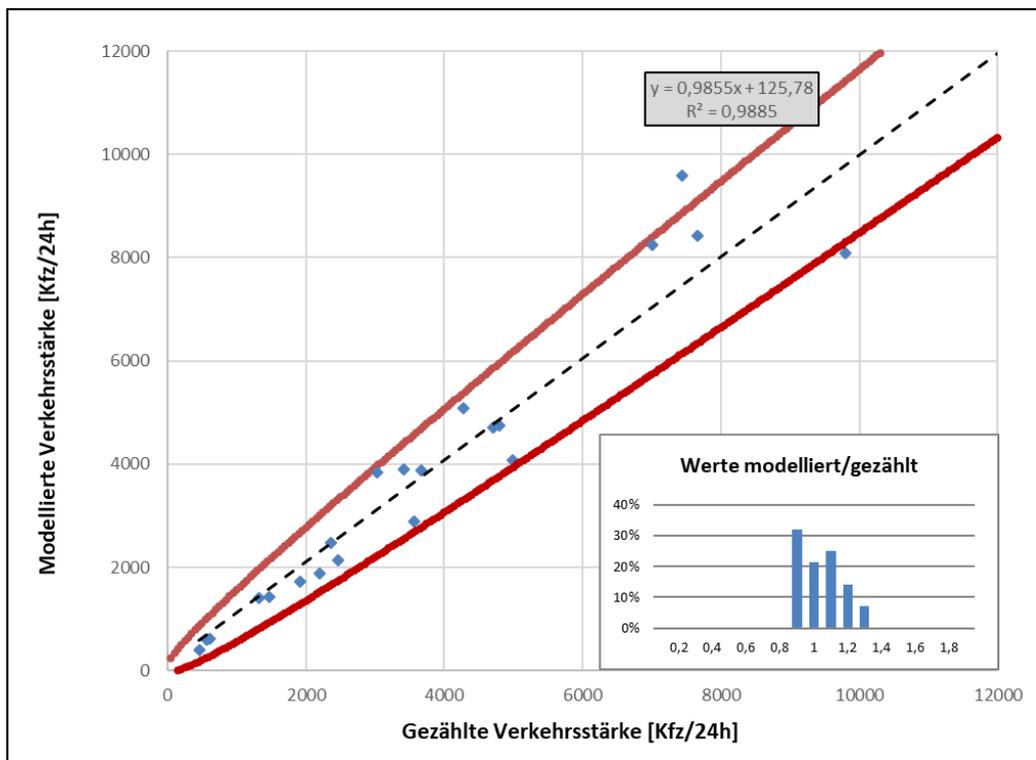


Abb. 44: Vergleich von Zählwerten und modellierten Verkehrsstärken inkl. Häufigkeitsverteilung des Verhältnisses von modellierter zur gezählten Verkehrsstärke

4 Verkehrsflusssimulation Kremser Landstraße

Neben der Untersuchung von makroskopischen Auswirkungen einer Umweltverbundachse, wie beispielsweise Verlagerungseffekte oder Auslastungsgrade, erfolgt in diesem Kapitel eine detailliertere Analyse der Kremser Landstraße und ihrer umliegenden Streckenzüge sowie Knotenpunkte. Dazu zählt die Untersuchung der Veränderung von verkehrlichen Kenngrößen wie zum Beispiel Reisezeit, Wartezeit oder Staulänge. Diese Verkehrsmodellierung erfolgt mit der mikroskopischen Verkehrsflusssimulationssoftware Vissim der ptv AG und stützt sich auf den zuvor berechneten Ergebnissen der makroskopischen Verkehrsmodellierung aus Visum.

Wie die Autoren Fellendorf und Vortisch [2010] beschreiben, schafft Vissim realitätsnah und detailgenau Voraussetzungen, um verkehrliche Szenarien vor ihrer Realisierung zu testen. Es ist ein mikroskopisches, zeitschrittorientiertes und verhaltensbasiertes Simulationsmodell und findet seine Anwendung in der Nachbildung von Stadt- und Außerortsverkehr, aber auch von Fußgängerströmen. Unter verschiedenen Randbedingungen aus Fahrstreifenaufteilung, Fahrzeug-Zusammensetzung, Lichtsignalsteuerung und Erfassung von IV- und ÖV-Fahrzeugen, kann ein Verkehrsablauf simuliert werden. Dadurch kann eine Beantwortung auf eine Vielzahl von Fragestellungen gefunden werden. Mögliche Anwendungsfälle sind Vergleiche von Knotengeometrien, Verkehrsentwicklungsplanungen, Kapazitätsanalysen, uvm.

4.1 Modellaufbau

Mithilfe eines Teilnetzgenerators können in Visum ausgewählte Teilnetzte erstellt und anschließend nach Vissim exportiert werden. Für diesen Schritt werden die Strecken des in Kapitel 3.2.1 definierten Betrachtungsgebietes ausgewählt. Anders als in Visum werden in Vissim seitens des Straßennetzes nicht nur Strecken und Knotenpunkte modelliert, sondern auch verkehrsrelevante Querschnittselemente. So werden beispielsweise alle Fahrstreifen direkt modelliert und sind nicht lediglich über ihre Anzahl als Streckenattribut hinterlegt. Nach dem Export muss dieses generierte Streckennetz somit einen Informationszuwachs erfahren, der aus dem makroskopischen Modell nicht lieferbar ist. Diese Gesamtheit an Informationen der Linienführung, Vorrangsregelung, Signalsteuerung, etc. werden nun in das Streckennetz eingefügt. Die folgende Abb. 45 liefert einen graphischen Überblick der aufgebauten Modellstruktur.

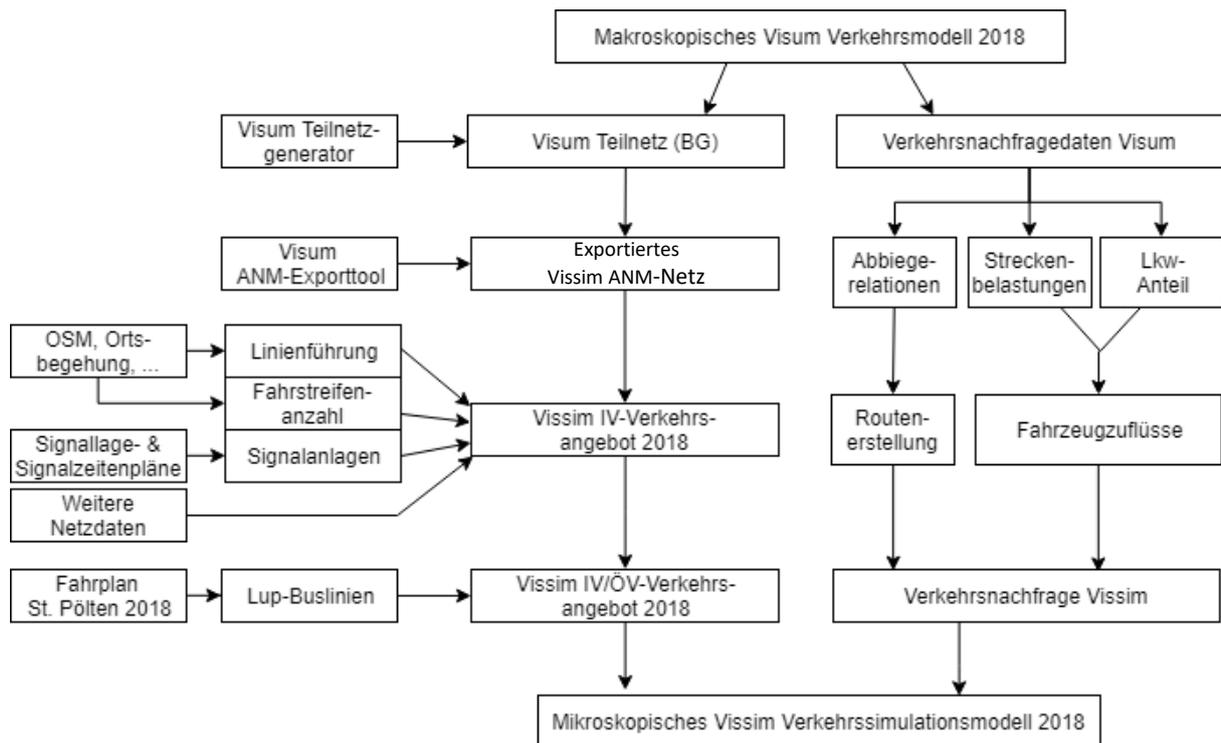


Abb. 45: Modellstruktur der mikroskopischen Verkehrsflusssimulation

4.2 Netzmodell

Nach vollzogenem Importieren der Strecken in Vissim wird die Linienführung dieser mithilfe einer hinterlegten OSM-Karte genau dem realen Streckennetz angepasst. Zudem wird darauf geachtet, dass die Fahrstreifenbreiten auch den tatsächlichen entsprechen, um etwaige Überholmöglichkeiten von Radfahrern innerhalb eines Fahrstreifens oder Interaktionen von zwei sich überlappenden Streckenelementen korrekt abzubilden. Jede Strecke, welche in Visum noch durch zwei Knoten verbunden war, verläuft in dem Vissim-Verkehrsmodell zwischen den beiden Knoten, ohne sie konkret miteinander zu verknüpfen. Knoten werden hier nicht als eigenes Netzelement, sondern über die Verbindungsstrecken modelliert. Diese Verbindungsstrecken ermöglichen somit die Umsetzung der verschieden möglichen Abbiegerelationen einer Kreuzung.

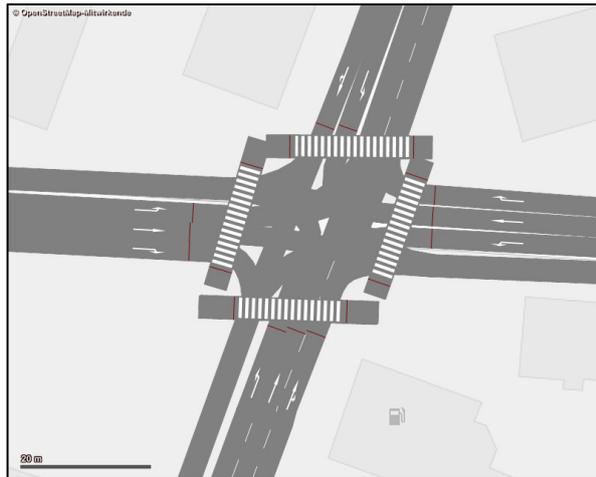


Abb. 46: Knotenausführung in Fahrstreifenansicht, Kreuzung L100 Prater-straße / Daniel-Gran-Straße

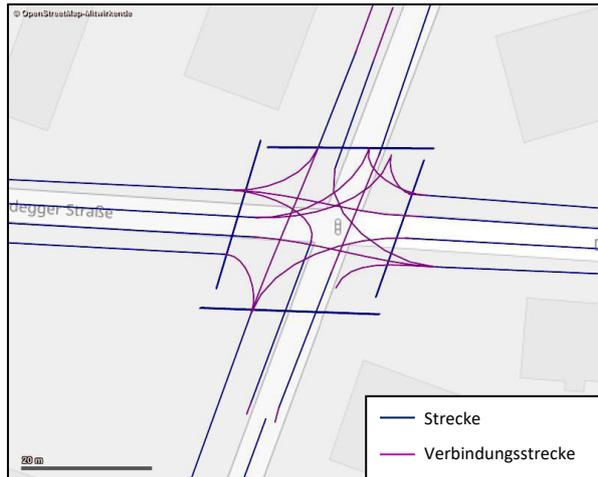


Abb. 47: Knotenausführung in Gitteransicht, Kreuzung L100 Prater-straße / Daniel-Gran-Straße

Bei der Gestaltung von Knotenpunkten wird darauf geachtet, dass die Ausführung der Abbiegefahrstreifen hinsichtlich ihrer Lage und Länge korrekt sind. Falls das Vorhandensein oder die Lage von Abbiegefahrstreifen anhand der eigenen Aufnahmen von der Ortsbegehung im März 2019 nicht erkennbar sind, oder keine Signallagepläne für die Kreuzung vorliegen, wird auf die Informationen des online verfügbaren Luftbildes von Google [2019] oder Basemap [Stadt Wien et al., 2019] zurückgegriffen. Damit Fahrzeuge, im Falle mehrerer Abbiegefahrstreifen, nicht unmittelbar vor dem Knotenpunkt erst auf den gewünschten Fahrstreifen wechseln, werden die letzten Abschnitte dieser als einstreifige Strecken modelliert. Dadurch müssen Fahrzeuge die Wahl ihres Fahrstreifens schon früher treffen. Anschließend werden diese Fahrstreifen mit den jeweils möglichen anderen Strecken dieses Knotenpunkts verbunden.

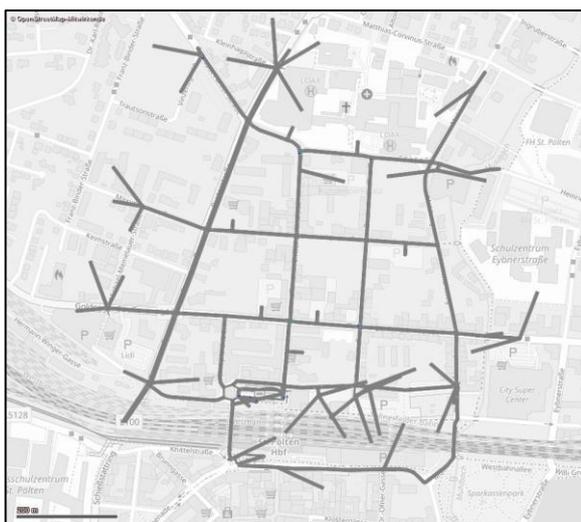


Abb. 48: Streckennetz nach ANM-Export

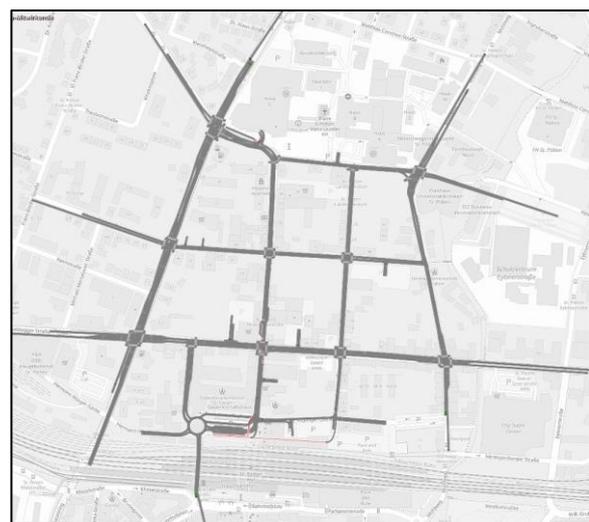


Abb. 49: Angepasstes Streckennetz

Konfliktflächen

Mittels der Verkehrsflusssimulationssoftware Vissim werden Sicherheitsabstände zwischen Fahrzeugen nur innerhalb einer Strecke bzw. Verbindungsstrecke berechnet und eingehalten. Kreuzen sich nun zwei Strecken, was an Knotenpunkten der Fall ist, entstehen sogenannte Konfliktflächen. Bei diesen muss festgelegt werden, welche Fahrtrichtung gegenüber anderem Vorrang hat. Diese Konfliktflächen werden im Verkehrsmodell, sofern sie nicht durch Signalanlagen geregelt sind, anhand der in St. Pölten aufgestellten Verkehrszeichen festgelegt. Wenn keine Verkehrszeichen an Knotenpunkten angebracht oder ersichtlich sind, werden die zu bestimmenden Konfliktflächen, wie bei der österreichischen Straßenverkehrsordnung (StVO) vom Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort (BMDW) [2019], anhand von Rechts-, Gegenverkehr- oder Fließverkehrsregeln gelöst.

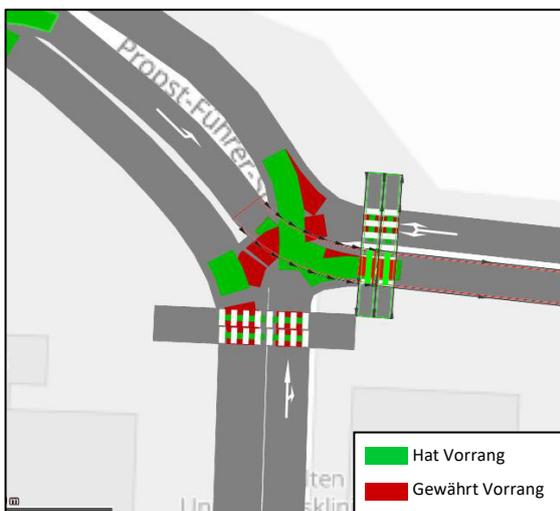


Abb. 50: Konfliktflächen 1, Kreuzung Propst-Führer-Straße/ Kremser Landstraße

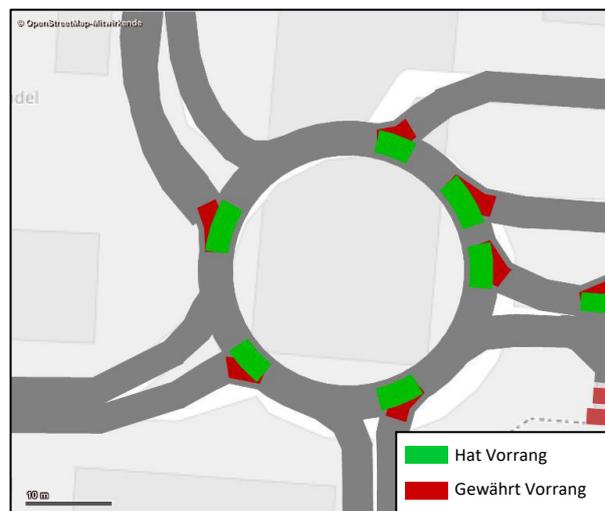


Abb. 51: Konfliktflächen 2, Kreisverkehr bei Gewerkschaftsplatz

Wunschgeschwindigkeiten

Damit alle Fahrzeuge mit realitätsgetreuer Geschwindigkeit durch das Netz reisen, wird am Beginn jeder Strecke eine neue Entscheidung der Wunschgeschwindigkeit v_{Wunsch} für alle Kfz eingefügt. Die Wunschgeschwindigkeit ist dabei jene Geschwindigkeit, mit der ein Fahrer sich fortbewegen würde, wenn er nicht durch andere Fahrzeuge oder Netzobjekte (z.B. Signalanlagen) gehindert wird [Fellendorf und Vortisch, 2010]. Beim Überqueren eines solchen Querschnitts wird die Geschwindigkeit der Fahrzeuge nicht auf einen konkreten Wert gesetzt, sondern folgt einer Normalverteilung. Die Mittelwerte und Standardabweichung dieser Verteilungen werden bei den vordefinierten Werten von Vissim belassen. In der Regel schwankt die Verteilung der Wunschgeschwindigkeit allerdings nach oben. Das heißt es ist wahrscheinlicher, dass Fahrzeuge zu schnell fahren, anstatt zu langsam.

Langsamfahrbereiche

Neben Überfahrtsquerschnitten, welche die Geschwindigkeit beeinflusse, bietet Vissim die Möglichkeit auf Strecken Flächen festzulegen, auf denen Fahrzeuge ihre Geschwindigkeit einer gewissen Verteilung anpassen. Mit diesen Langsamfahrbereichen werden alle Abbiegevorgänge im Verkehrsmodell versehen. Die Geschwindigkeit von Pkws, welche links abbiegen, wird hierfür mit 20 Kilometern pro Stunde begrenzt. Rechtsabbiegende Fahrzeuge durchlaufen in der Regel einen engeren Kurvenradius als Linksabbiegende, weshalb deren Geschwindigkeit beim Abbiegen auf 15 Kilometer pro Stunde gesetzt wird. Lkw und Busse werden hier nochmals gesondert geregelt und biegen in beide Richtungen um fünf Kilometer pro Stunde langsamer ab (links: 15 km/h, rechts: 10 km/h).

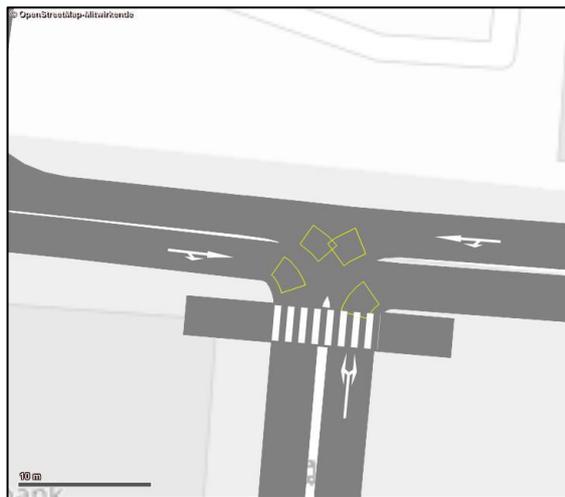


Abb. 52: Langsamfahrbereiche Kreuzung Propst-Führer-Straße / Kerensstraße

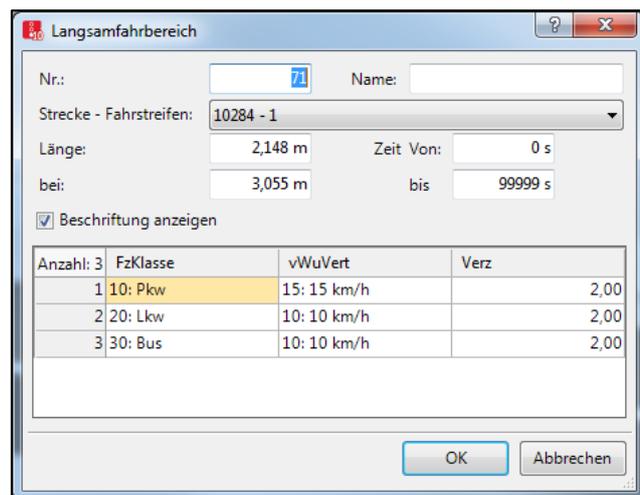


Abb. 53: Exemplarische Ausführung der Langsamfahrbereiche für Rechtsabbieger

Fahrzeugzuflüsse

Auf welchen Strecken und in welchem Ausmaß Fahrzeuge in das Netz gelangen, wird mittels Fahrzeugzuflüssen bestimmt. Die Belastung eines Fahrzeugzuflusses wird durch die stündliche Verkehrsstärke q_H in Pkw-Einheiten pro Stunde (Pkw-E/h) ausgedrückt. Zusätzlich wird noch anhand von Anteilen entschieden, wieviel Prozent des Zuflusses dabei einer gewissen Fahrzeugklasse entsprechen. Dabei wird auf die Umlegungsergebnisse des Referenzplanfalls in Visum zurückgegriffen, um die Belastungen sowie die Lkw-Anteile der Strecken im Betrachtungsgebiet zu ermitteln. Anschließend werden die Fahrzeugzuflüsse an allen Stellen der neuen Modellgrenzen und ehemaligen Anbindungen mit ihren zugehörigen Zuflussbelastungen gesetzt.

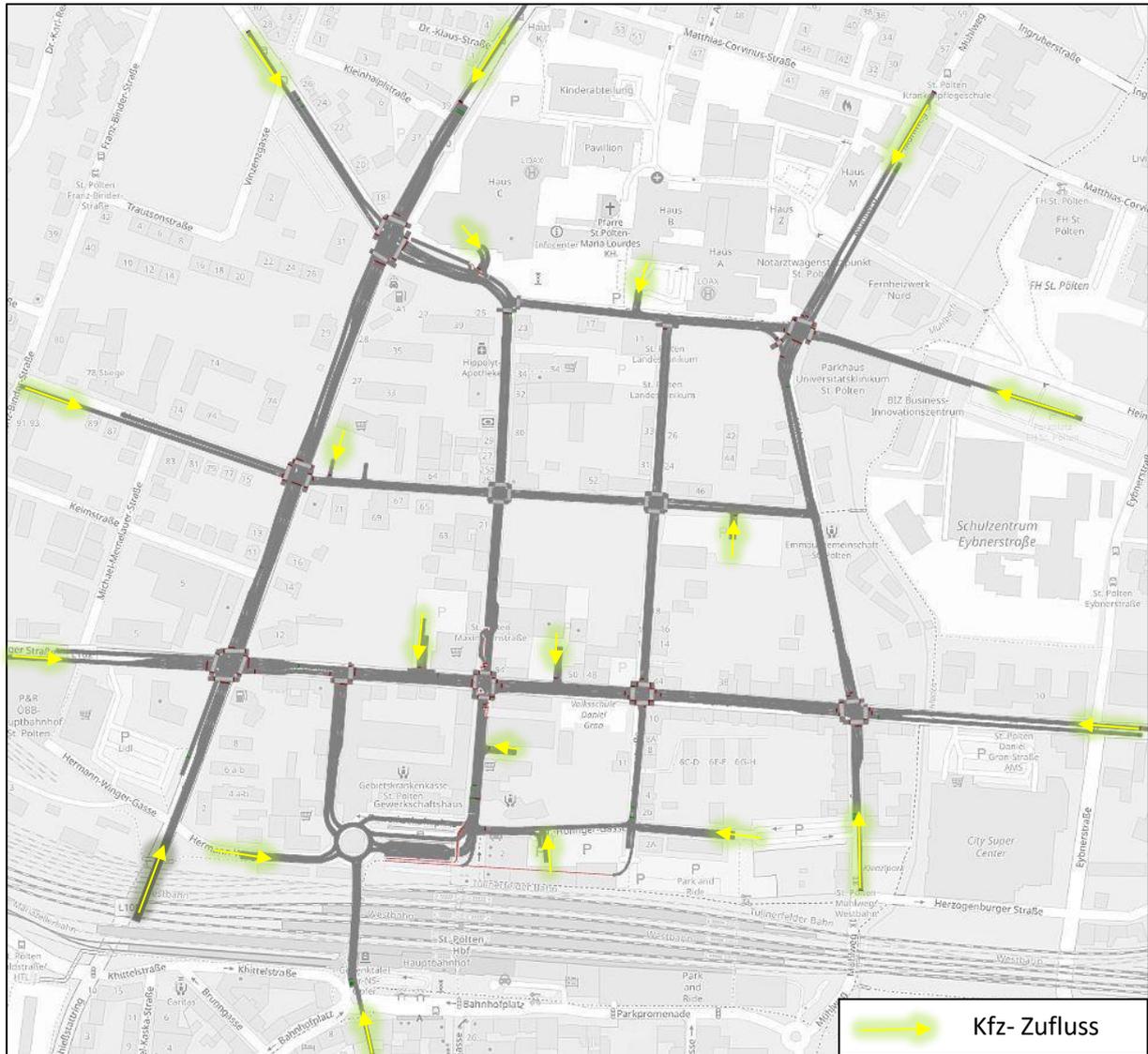


Abb. 54: Kfz-Zuflüsse des Vissim-Modells

Umrechnung DTW_w - q_H

Da die Werte der Streckenbelastungen des makroskopischen GVK-Verkehrsmodells 2018 die Anzahl an Fahrten über einen gesamten Werktag, sprich den DTW_w, darstellen, muss ermittelt werden, zu welcher stündlichen Belastung es demzufolge auf den Strecken kommt. Dabei wird für jede zuvor hochgerechnete Strombelastung ein Faktor ermittelt, welcher sich aus den dem resultierenden DTW_w, dividiert durch die gemessene Verkehrsstärke der Kurzzeitzählungen (siehe Kapitel 3.4.1), ergibt. Gemittelt über alle hochgerechneten Werte ergibt sich ein Umrechnungsfaktor a von 12,32. Die Belastung der einzufügenden Fahrzeugzuflüsse berechnen sich dann wie folgt.

$$q_H = \frac{DTW_w}{a} \quad (28)$$

Mit: aUmrechnungsfaktor, hier: 12,32
 q_HMittlere stündliche Verkehrsstärke

LKW-Anteil

Um den Anteil der Lkw-Belastung herauszufiltern, wurde ein benutzerdefiniertes Attribut erzeugt, welches den Prozentsatz dieses Nachfragesegments auf einer Strecke beschreibt. Abb. 55 zeigt eine Übersicht der Lkw-Belastungen.



Abb. 55: Lkw – Anteile der modellierten Strecken im Betrachtungsgebiet

Da auf der L100 Praterstraße, verglichen mit den restlichen Strecken, ein durchaus höherer LKW-Anteil von rund 14 Prozent herrscht, wurden die Fahrzeugzuflüsse an den Modellgrenzen dieser Strecke mit einem Verhältnis von 86 Prozent Pkw und 14 Prozent Lkw erzeugt. Alle anderen Kfz-Zuflüsse im Modell wurden mit einem Lkw-Anteil von sieben Prozent versehen. Der auffallend hohe Lkw-Anteil in der Maximilianstraße liegt der relativ geringen Pkw-Belastung, welche dort in dem makroskopischen Verkehrsmodell herrscht, zugrunde. Es muss allerdings festgelegt werden, dass der hohe Lkw-Anteil von rund 14 % auch tatsächlich nur auf der L100 Praterstraße herrscht und sich nicht auf die übrigen Strecken des Netzes verteilt. Dafür wird mittels Fahrzeugrouten (siehe Kapitel 4.2) definiert, dass 80 Prozent dieser Lkw-Belastung nur geradeaus über die L100 Praterstraße fahren, und nicht links oder rechts abbiegen können. Folglich verschwinden diese am gegenüberliegenden Ende der Praterstraße wieder aus dem Simulationsbereich.

Zufluss-/Einfahrtsverteilungen

Die Zeitpunkte, zu denen die Fahrzeuge auf einer Strecke in das Vissim-Netz einfließen, werden stochastisch bestimmt. Durch die stündlichen Belastungen ergibt sich eine mittlere Zeitlücke zwischen zwei zufließenden Fahrzeugen. Diese Lücke dient als Mittelwert einer negativen Exponentialverteilung. Aus dieser Poisson-Verteilung entnimmt Vissim die Zeitlücken. In der Realität können diese Einsetzzeitpunkte auch größeren Schwankungen unterliegen, als auf jenen mit Basis einer Poissons-Verteilung [Fellendorf und Vortisch, 2010].

Fahrzeugrouten

Bei Fahrzeugrouten wird durch vordefinierte Wahrscheinlichkeiten entschieden, mit welchem Anteil Fahrzeuge welche Route im Netz wählen. Fahrzeugrouten können dabei durch zwei verschiedene Ansätze modelliert werden.

Die erste Möglichkeit legt die Routen direkt nach den Fahrzeugzuflüssen fest. Diese finden dann erst an den Modellgrenzen, an denen die Fahrzeuge wieder abfließen können, ihr Ende. Im zweiten, alternativen Ansatz erfolgt die Routenberechnung für jeden Knoten getrennt. So wird die Route über den nächsten Knoten, an seinem vorhergehenden bestimmt. In diesem zweiten Ansatz ist es möglich, dass Fahrzeuge, gesehen über das gesamte System, mit einer sehr geringen Wahrscheinlichkeit unrealistische Routen wählen, da sie zum Beispiel vier Mal in Folge links bzw. rechts abbiegen. Somit würden sich diese Fahrer wieder am Startpunkt der ursprünglichen Route befinden. Dieses Phänomen führt dennoch zu keiner Verfälschung der Ergebnisse hinsichtlich der Strecken- bzw. Abbiegerbelastung. Dabei kommt es zwar immer noch zu einer Korrekten Berechnung der Rückstaulängen und Verlustzeiten berechnet, jedoch kann es bei Reisezeitenmessungen, welche über mehrere Strecken führen, zu Ausreißern kommen, welche bei der Ergebnisauswertung zu entfernen sind.

Die für den ersten Ansatz notwendigen Routen können mithilfe eines Visum Teilnetz ermittelt werden. Dazu wird das Betrachtungsgebiet des Verkehrsmodells als neues Visum Netz erstellt. An den Schnittstellen der Modellgrenze werden für die Quell-/Zielbelastungen entsprechende Kordonsbezirke erzeugt, während die „inneren“ Bezirke erhalten bleiben. Allerdings kommt es beim neuerlichen Umlegen des relativ großen Teilnetzes in Visum zu leicht anderen Strecken- und Abbiegerbelastungen durch die neue Anordnung der Kordonsbezirke. Aufgrund dessen werden die Routen des generierten Teilnetzes nicht in Vissim übernommen, sondern der zweite Ansatz gewählt. Mithilfe eines benutzerdefinierten Attributes werden nun aus Visum die Verhältnisse der Abbiegerrelationen in die Fahrzeugrouten Vissims manuell übergeführt.

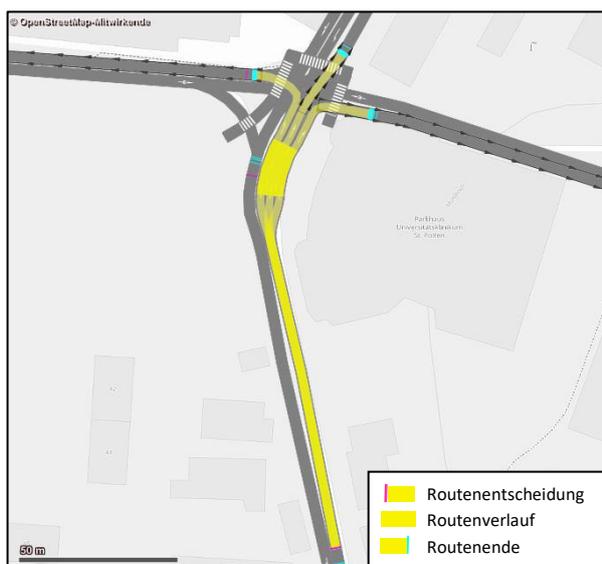


Abb. 56: Fahrzeugrouten 1, Kreuzung Propst-Führer-Straße/Mühlweg

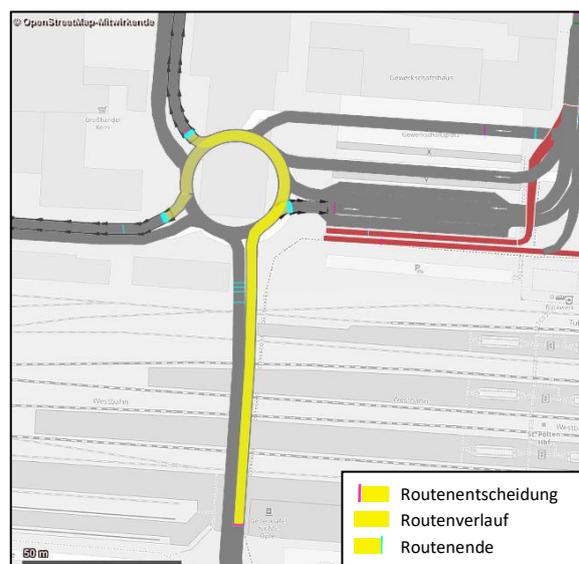


Abb. 57: Fahrzeugrouten 2, Kreisverkehr nördlich des Hauptbahnhofs

Lichtsignalanlagen

Im modellierten Bereich von St. Pölten liegen in Summe sieben signalgesteuerte Knotenpunkte vor. Die aktuellen Signallage- sowie Signalzeitpläne wurden von der Stadt St. Pölten im August 2019 für die Modellerstellung übermittelt. In den Plänen verfügen vier dieser sieben Anlagen eine verkehrsabhängige Steuerung. Für die Aussagen, die in dieser Modellierung getroffen werden sollen, muss lediglich eine Kreuzung verkehrsabhängig implementiert werden. Davon betroffen ist die Kreuzung der Daniel-Gran-Straße mit der Kremser Landstraße. Im Unterschied zu den anderen verkehrsabhängigen Signalanlagen, verfügt diese Steuerung über eine Bedarfsphase für Busse, die von Osten kommen und anschließend nach Norden oder Süden abbiegen. Bei einer Bedarfsphase kommt es nur zum Einschalten dieser, wenn sich über Detektoren gewisse Fahrzeugtypen oder Verkehrszustände zu erkennen geben. Um das Passieren der hier zu erkennenden Busse zu gewährleisten, kann wegen der Bedarfsphase auf eine verkehrsabhängige Steuerung, an dieser Kreuzung nicht verzichtet werden. Alle anderen signalgesteuerten Knotenpunkte werden mit dem Standard-Tagesprogramm als festzeitgesteuerte Signalanlage ausgeführt.

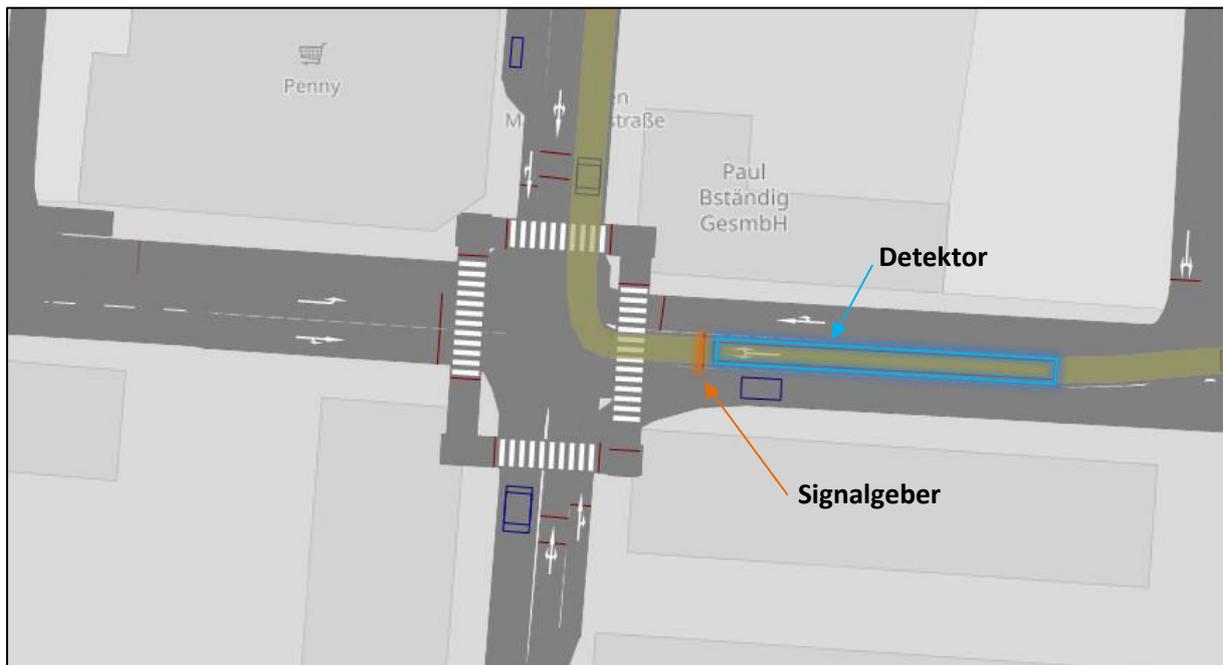


Abb. 58: LSA und Detektoren Kremser Landstraße/ Daniel-Gran-Straße

4.3 Verhaltenstypen

Verhaltenstypen legen fest, wie Fahrer auf den Strecken bezüglich dem Folge-, Quer- bzw. Fahrstreifenwechselverhalten oder dem Verhalten an einer Lichtsignalanlage (LSA) agieren. Die Verhaltenstypen werden dafür streckenbezogen festgelegt und können sich für die verschiedenen Fahrzeugklassen unterscheiden. Für die Simulation dieses Netzes werden zwei verschiedene Verhaltenstypen angewendet. Anhand des ersten Typs soll das Verhalten von Strecken innerorts abgebildet werden, während der zweite das Fahrverhalten auf Strecken mit Mehrzweckstreifen beschreibt.

Fahrzeugfolgeverhalten

Wie bei Fellendorf und Vortisch [2010] erwähnt, wird im Hinblick auf das Fahrzeugfolgeverhalten für das Modellieren von innerstädtischem Verkehr und Verflechtungsbereichen das Wiedemann 74-Modell verwendet. In diesem Modell wird die mittlere Wunschkonzanz ax und die dazugehörige normalverteilte Toleranz zwischen zwei Fahrzeugen festgelegt. Der Wert dafür wurde standardmäßig bei zwei Metern, mit einer Standardabweichung von 0,3 Metern, belassen. Zusätzlich wird ein additiver sowie multiplikativer Einfluss des Sicherheitsabstandes bx_{add} bzw. bx_{mult} eingeführt, welche in die Berechnung des Wunschsicherheitsabstandes d miteinfließen. Im Regelfall ist der Wert des additiven Abstandeinflusses mit 2,0 besetzt. Da dieser Einfluss in der Realität jedoch kleiner ist, wurde er im verwendeten Modell auf 1,25 gesetzt. Der standardmäßige Wert des multiplikativen Einflusses wurde aus oben genanntem Grund auch von 3,0 auf 2,25 herabgesetzt. Die Ermittlung des Wunschsicherheitsabstandes d nach Wiedemann 74 berechnet sich dann für beide im Modell verwendeten Verhaltenstypen wie folgt.

$$d = ax + bx \quad (29)$$

$$bx = (bx_{add} + bx_{mult} \cdot z) \cdot \sqrt{v} \quad (30)$$

Mit: vFahrzeuggeschwindigkeit in m/s

zWert aus dem Intervall [0, 1], normalverteilt um 0,5 mit einer Std. Abw. von 0,15

Querverhalten

In Vissim kann festgelegt werden, ob Fahrzeuge links, mittig, oder rechts auf einem Fahrstreifen fahren sollen. Zusätzlich gibt es noch die Möglichkeit keine Vorgaben bezüglich der seitlichen Ausrichtung zu treffen, wodurch es zu einem zufälligen Aufenthaltsort innerhalb der Querschnittsbreite für die Verkehrsteilnehmer kommt. In dieser Untersuchung wird für Strecken innerorts ohne Mehrzweckstreifen das Querverhalten aller Fahrzeugklassen mittig angesetzt. Für die Modellierung von Strecken mit Mehrzweckstreifen wurde das Querverhalten für Kfz und Radfahrer differenziert behandelt. Diese Straßen werden dafür als einstreifige Strecke definiert. Radfahrer sollen dafür stets ganz rechts auf dem Streifen fahren, während Pkws, Lkws und Busse sich in der Fahrstreifenmitte aufhalten. Da Strecken mit Mehrzweckstreifen in der Regel eher schmal sind und ein Überholen von Radfahrern nur bei Abwesenheit des Gegenverkehrs möglich ist, muss bei der Modellierung darauf geachtet werden, dass die Fahrstreifen breit genug sind, um diesen Überholvorgang zu ermöglichen.

Überholvorgänge

Ist die Geschwindigkeit eines Fahrzeugs langsamer, als dessen Wunschgeschwindigkeit, so prüft es, ob eine Überholmöglichkeit besteht, ohne andere Fahrzeuge zu gefährden. Damit ein Überholen möglich ist, muss zusätzlich die Fahrbahnbreite ausreichend sein, damit alle Seitenabstände eingehalten werden können. Um diesen Zustand auf der Kremser Landstraße zu simulieren, wurde auf dieser

Strecke das Überholen von Pkw durch Radfahrer gesperrt. Radfahrer selbst können allerdings ungehindert aneinander vorbeifahren, oder von Kfz überholt werden.

4.4 ÖV - Linien

Seitens des ÖV werden alle durch das Netz laufenden LUP-Buslinien modelliert. Davon betroffen sind neun der dreizehn St. Pöltner Linien. Bei Ausführung dieser in beide Fahrtrichtungen kommt es zu einer Gesamtzahl von 16 Linienrouten, die im Modell implementiert werden müssen. Der genaue Routenverlauf sowie die Abfahrtszeiten der Stadtbusse wurden wiederum anhand des online abrufbaren Fahrplans des Verkehrsverbunds VOR [2018] erstellt.

Haltestellen

Die Ausführung der Haltestellen kann entweder als Haltebucht oder direkt auf der Straße erfolgen. Welche dieser beiden Möglichkeiten bei den jeweiligen Haltestellen angewendet wird, wurde mit den bei der Ortsbegehung gesammelten Informationen entschieden.

Spannend gestaltet sich dabei die Ausführung der Haltestelle „St. Pölten Maximilianstraße“ in der Kremser Landstraße (Fahrtrichtung Norden). Diese Haltestelle ist ursprünglich direkt auf der Straße vorgesehen, wird aber durch parkende Fahrzeuge vom Bordstein, und somit von den Fahrgästen, getrennt. Es konnte beobachtet werden, dass wenn keine parkenden Fahrzeuge vorhanden sind, der Bus weit genug rechts zu stehen kommt, und ihn dadurch nachkommende Fahrzeuge während des Halts überholen. Um diesen Vorgang abzubilden wurde diese Haltestelle als Haltebucht ausgeführt (Abb. 60)



Abb. 59: Haltestelle Maximilianstraße in St. Pölten, März 2019, Blickrichtung Süden

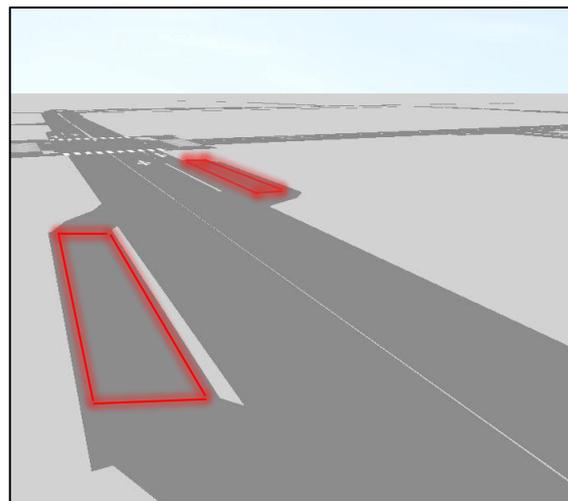


Abb. 60: Modellierte Haltestelle Maximilianstraße, Blickrichtung Süden

Alle anderen im Netz vorhandenen Haltestellen sind eindeutig als Haltebucht, oder direkt auf der Fahrbahn erkennbar. Als Länge werden für die Halteflächen 18 Meter angesetzt, während die Breite abhängig vom jeweiligen Fahrstreifen ist.

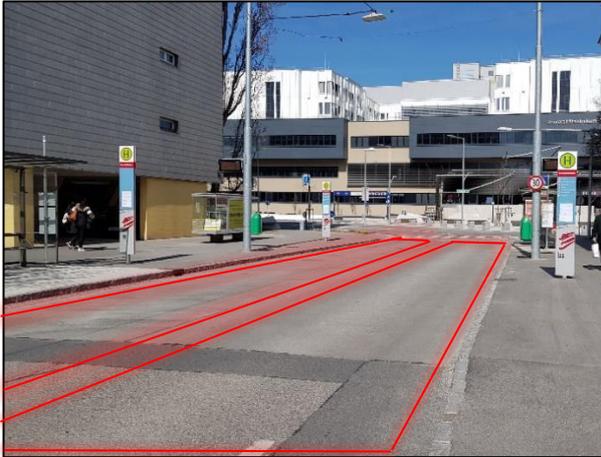


Abb. 61: Haltestelle Universitätsklinikum in St. Pölten, März 2019, Blickrichtung Norden

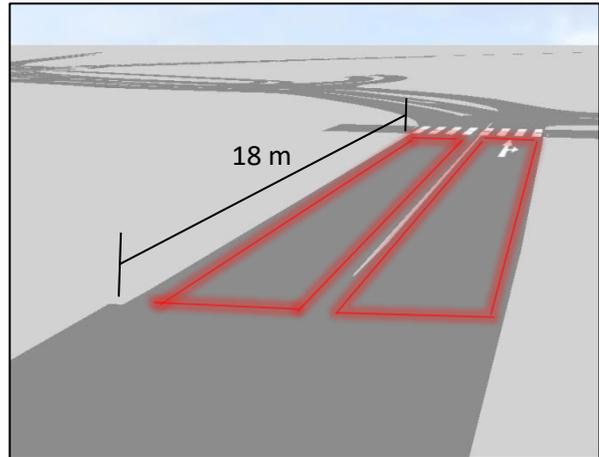


Abb. 62: Modellierter Haltestelle Universitätsklinikum, Blickrichtung Norden

Einfahrts- und Aufenthaltsverteilungen

Um Folgeverspätungen im Modell abzubilden, kann den ÖV-Linien eine normalverteilte Verspätung für die Variation der Abfahrtszeit, zu welcher das Fahrzeug ins Netz einfährt, hinterlegt werden. Da es gerade in Spitzenstunden zu größeren Verspätungen kommt, wurde nach Absprache mit der Stadtverwaltung St. Pöltens für alle Linien ein Mittelwert von 90 Sekunden und eine Standardabweichung von 60 Sekunden für die Einfahrtszeitverteilung angesetzt.

Ebenso wird die Aufenthaltszeit an Haltestellen mit einer Normalverteilung versehen, um das verschieden lang dauernde Ein- bzw. Aussteigen der Fahrgäste abzubilden. Für alle Haltestellenaufenthalte wird dafür ein Mittelwert von 30 Sekunden mit 10 Sekunden Standardabweichung verwendet.

4.5 Radfahrer

Da über die Kremser Landstraße eine der Hauptradrouten St. Pöltens (Radroute 402) verläuft, werden in dieser Modellierung auch einzelne Radfahrer Berücksichtigung. Zudem sollen sie das simulierte Fahrverhalten der Kfz auf der Kremser Landstraße beeinflussen. Die Fahrzeugzuflüsse der Radfahrer befinden sich an zwei Stellen im Netz. Der erste Zufluss liegt dabei auf der Propst-Führer-Straße unmittelbar nach dem Knotenpunkt mit der Praterstraße auf dem sich dort befindenden Radweg. Dieser sorgt im Streckennetz für den Radverkehr in Richtung Süden. Hierbei kann ein Radfahrer zwischen zwei verschiedene Routen entscheiden, welche beide mit gleicher Wahrscheinlichkeit gewählt werden. Diese beiden Routen verlaufen anfangs noch über die Kremser Landstraße, während eine der beiden ab der Maximilianstraße einen Weg über die Kerensstraße wählt. Der Richtung Norden verlaufende Radverkehr findet seinen Startpunkt nahe der Haltestelle St. Pölten Hauptbahnhof Nord ebenfalls auf einem Radweg. Dieser verteilt sich anschließend auf vier mögliche Routen, von denen zwei über die Kremser Landstraße, und eine über die Kerensstraße bzw. über den Mühlweg verlaufen. Die Belastung, mit welcher die Radfahrer ins Netz fließen, beträgt an beiden Zuflüssen 30 Radfahrer pro Stunde, bzw. im Schnitt ein Radfahrer pro zwei Minuten.

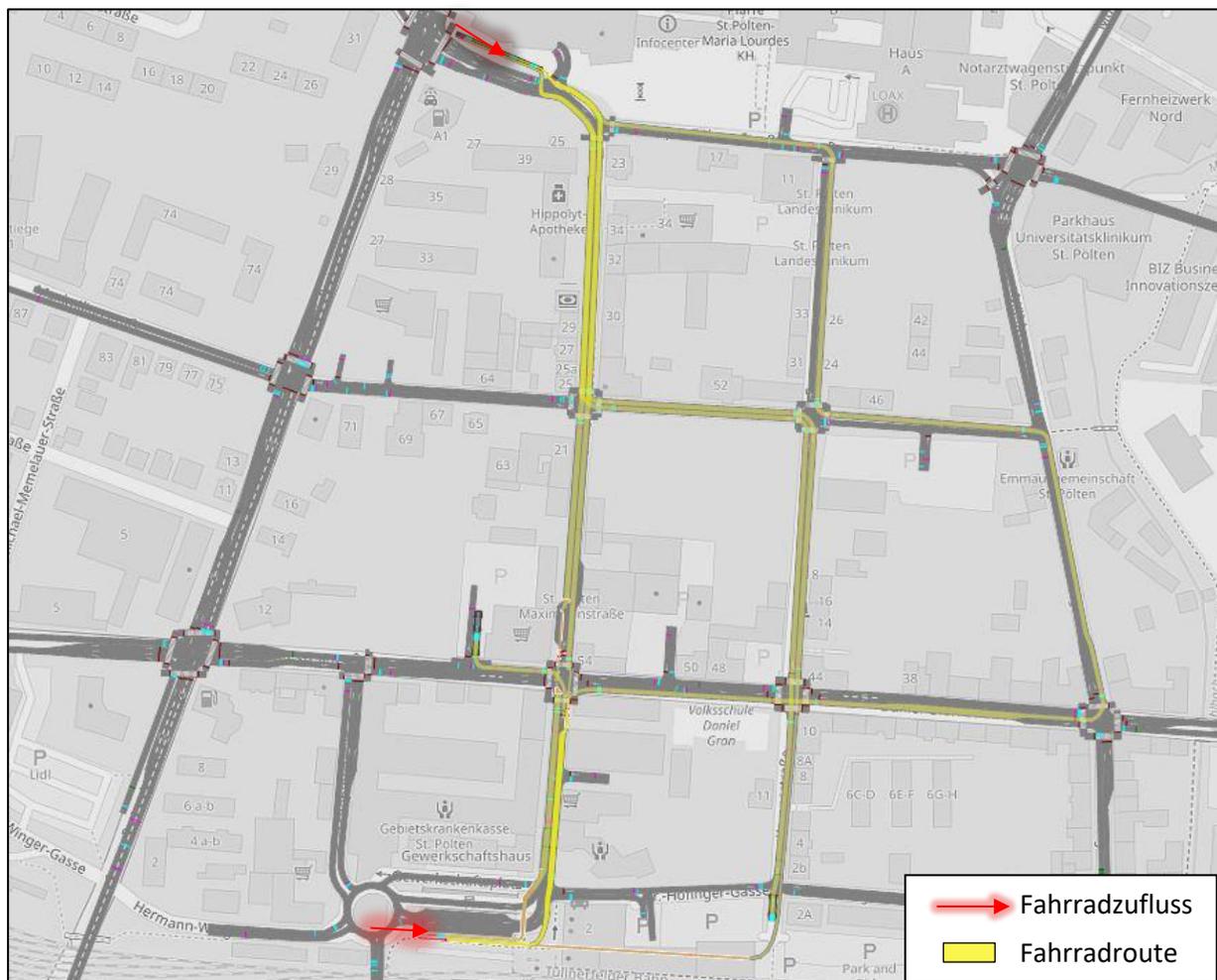


Abb. 63: Fahrrad-Zuflüsse und -routen des Vissim Modells

4.6 Fußgänger

Die Modellierung der Fußgänger findet in dieser Verkehrsflusssimulation an den Knotenpunkten ihre Verwendung. Vor allem bei Kreuzungen ohne Signalsteuerung kommt es hier aufgrund der Schutzwege zwischen Kfz und den zu Fuß gehenden Personen zu Konfliktpunkten, die das Fahrverhalten, sowie die Reise- und Wartezeiten beeinflussen. Ebenso können diese Konflikte an Kreuzungen mit Signalsteuerung beim gleichzeitigen Freischalten bedingt verträglichen Ströme auftreten. Bedingt Verträglichkeit bedeutet, dass für die beiden Ströme zwar zumindest ein Konfliktpunkt vorliegt, dieser aber durch eine Vorfahrtsregelung gelöst werden kann. Wie auch Schnabel und Lohse [2011] erwähnen, werden im Regelfall Fußgänger und Rechtsabbieger gemeinsam signalisiert. Somit haben die Rechtsabbieger als bedingt verträglicher Strom den parallel geführten Fußgängern Vorrang zu gewähren.

Daher sollen beim Passieren jedes Schutzweges Fußgänger aus beiden Richtungen das Fahrverhalten der Kfz- und der Radfahrer beeinflussen. Für das Modellieren der Schutzwege werden neue Strecken normal über die Fahrbahn gelegt und mit Fahrzeugzuflüssen versehen. Dafür wird eine Belastung von 30 Personen pro Stunde an den eingefügten Zuflüssen auf sämtlichen Schutzwegen verwendet. Die dabei entstanden Konfliktflächen der Schutzwege werden alle zugunsten der Fußgänger eingestellt.

4.7 Simulationsparameter

Im aufgebauten Modell soll eine 60-minütige Spitzenstunde simuliert und ausgewertet werden. Der Startzeitpunkt der Simulation ist 07:25 Uhr. Anschließend kommt es zu einer fünfminütigen Aufwärmphase, in der sich das Netz mit Fahrzeugen füllt. Ab 07:30 beginnt dann der einstündige Simulations- bzw. Auswertungszeitraum und verläuft bis 08:30.

Für die Verteilungen von beispielsweise Fahrzeugzuflüssen oder Buseinfahrten arbeitet Vissim mit Zufallsvariablen. Diese variieren beim Start jeder Simulation, wodurch es zu verschiedenen Ergebnissen desselben Wertes in jedem Simulationslauf kommen kann. Daher ist es notwendig nicht bloß eine, sondern mehrere Simulationen durchzuführen und deren Resultate untereinander zu vergleichen. Für den Referenz- sowie alle Maßnahmenplanfälle wird diese Simulation zehn Mal durchgeführt und ausgewertet. Die Ergebnisse werden dann für die anschließenden Auswertungen über die zehn Läufe gemittelt.

5 Ergebnisse

Die beiden Verkehrsmodelle dienen dazu, die verschiedenen Ausführungen einer Umweltverbundachse in der Kremser Landstraße und den umliegenden Streckenzügen zu bewerten sowie untereinander zu vergleichen. Die Gegenüberstellung der Verkehrszustände der einzelnen Planfälle erfolgt hierbei in zwei getrennten Schritten. Die tagesbezogenen Verkehrsbelastungen sowie deren Zu- und Abnahmen in jedem Planfall wurden mit der Verkehrsplanungssoftware Visum ermittelt und im Kapitel 5.1 für die verschiedenen Planfälle behandelt. Verkehrlichen Kenngrößen der Spitzenstunde wie Rückstaulängen sowie Reise- und Wartezeiten, welche mittels einer Verkehrsflusssimulation in Vissim berechnet wurden, befinden sich im Kapitel 5.2. Die folgende Abb. 64 zeigt dabei die Gliederung aller Ergebnisse und die dabei getätigten Auswertungen.

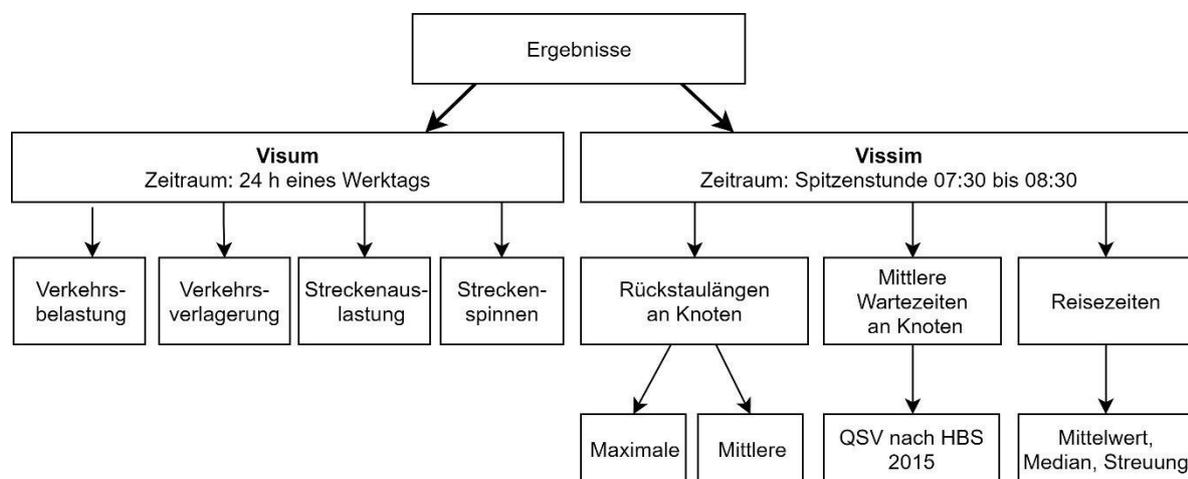


Abb. 64: Gliederung der Ergebnisse

5.1 Makroskopische Modellergebnisse

In diesem Kapitel werden nun die Veränderungen, die durch Umsetzen der Maßnahmenplanfälle im makroskopischen Modell entstehen, aufgezeigt. Diese werden anschließend im Kapitel 5.2 hinsichtlich ihrer Verkehrsqualität untersucht. Die Umsetzung der Planfälle erfolgte durch szenarienspezifisches Adaptieren des Verkehrsnetzes, gefolgt von einer neuerlichen Umlegung aller MIV-Nachfragematrizen des GVK-Verkehrsmodell 2018. Dadurch kommt es zu einer Veränderung der Verkehrsbelastung auf den umgebenden Streckenzügen, welche im Folgenden aufgezeigt werden.

Die in den folgenden Abschnitten 5.1.1 bis 5.1.4 gezeigten Abbildungen sind zur Veranschaulichung der Ergebnisse eingefügt und sollen die Aussagen dieser untermauern. Eine umfangreiche Darstellung der makroskopischen Modell-Ergebnisse kann in den Anhang 9 bis Anhang 13 eingesehen werden. Im Folgenden beziehen sich alle Belastungen und Verlagerungen auf den MIV, worunter sich sowohl die Binnen-, als auch die QZD-Verkehre der Pkw- und Lkw-Fahrten befinden.

Mit der Abb. 65 kann nochmals ein Überblick des Betrachtungsgebiets inklusive der Straßennamen, auf welche sich die folgende Auswertung bezieht, erlangt werden.

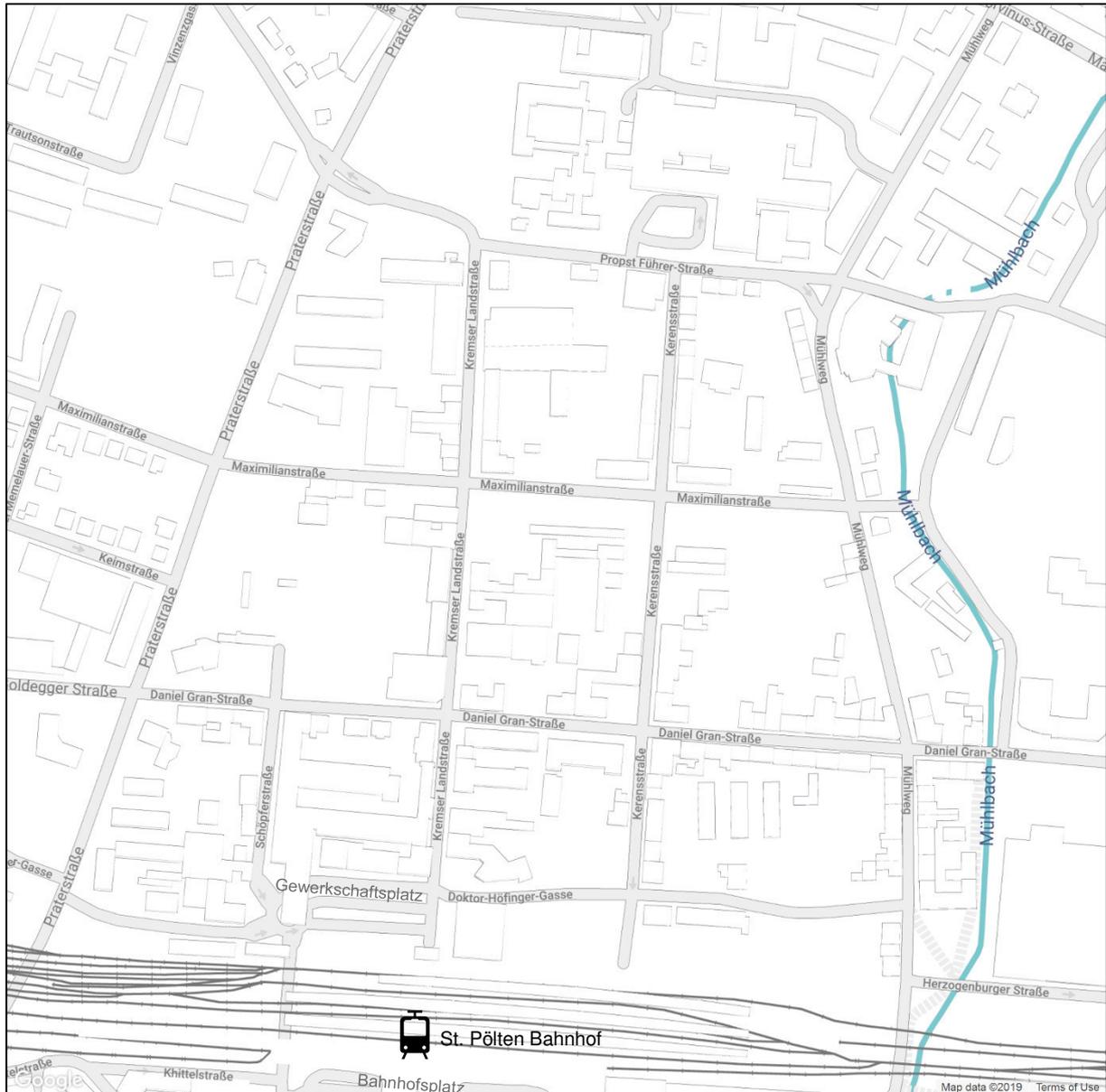


Abb. 65: Straßennamen des Betrachtungsgebiets

5.1.1 Planfall 1 – Einbahnstraße in Richtung Süden



Durch eine Änderung des Verkehrsangebots soll im Planfall 1 eine Einbahnstraße von der Propst-Führer-Straße bis zur Maximilianstraße auf der Kremser Landstraße modelliert werden. Dafür wird die Gegenrichtung nach Norden im Verkehrsmodell für die Verkehrssysteme Pkw und Lkw gesperrt. Radfahrer und Busse sind von dieser Einbahnregelung jedoch nicht betroffen.

Erkennbar ist hierbei die Entlastung der Kremser Landstraße auf ihrer gesamten Länge. Ein Großteil des Verkehrs, der ursprünglich über die Kremser Landstraße fährt, weicht nun über die unmittelbar parallellaufenden Strecken aus.

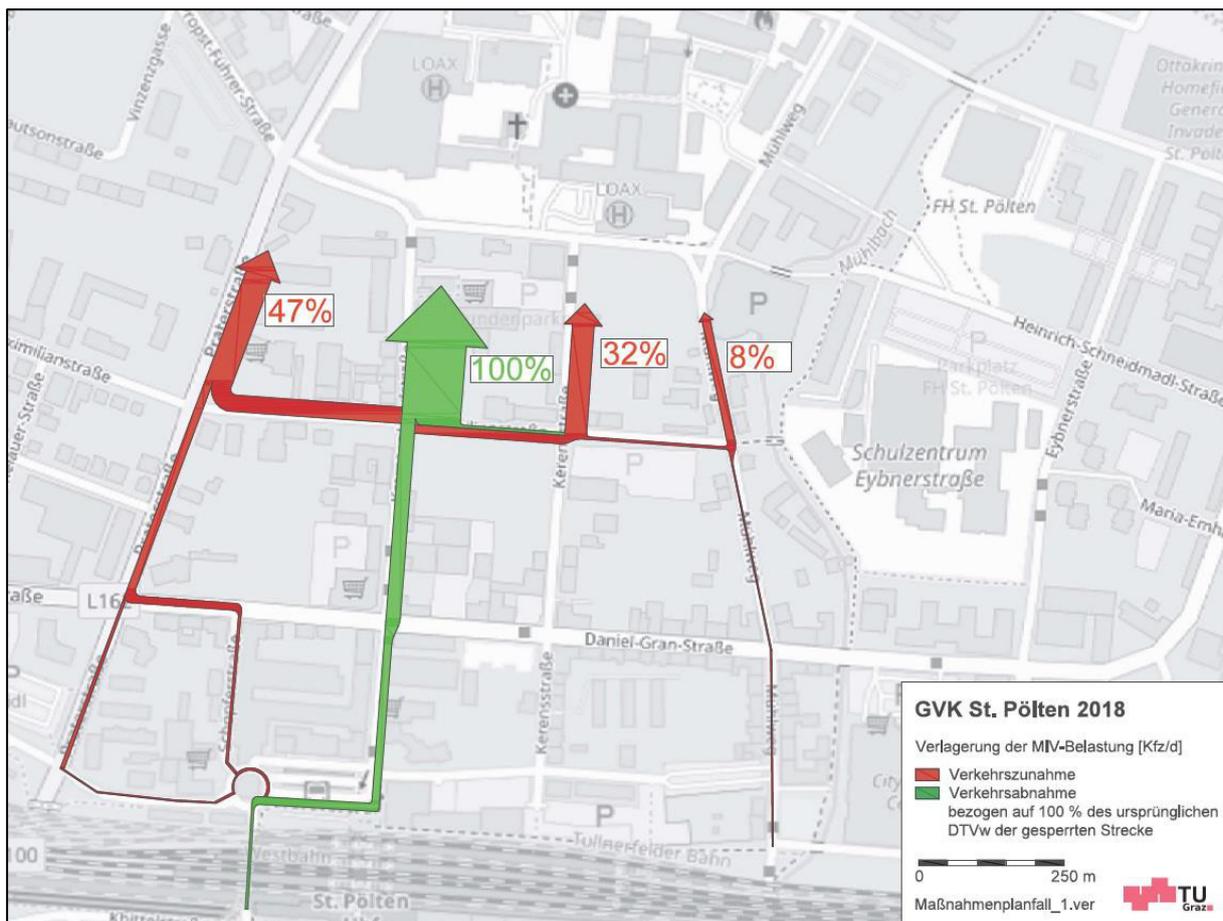


Abb. 66: Maßnahmenplanfall 1 – Verlagerung der Streckenbelastungen des MIV (MP1 – RPF)

Im Referenzplanfall sind es noch rund 2.500 Fahrten, die an einem durchschnittlichen Werktag auf dem nun gesperrten Streckenabschnitt der Kremser Landstraße in Fahrtrichtung Norden stattfinden. Der größte Anteil mit 47 Prozent, also rund 1.200 Fahrten, der ursprünglichen Belastung der Kremser Landstraße verlagern sich auf die L100 Praterstraße, während 32 Prozent über die Kerenstraße stattdessen fahren. Ein durchaus kleinerer Anteil von acht Prozent, das heißt etwa 350 Fahrzeuge, weicht ebenfalls noch kleinräumig über den Mühlweg nach Richtung Norden aus. Die übrigen 13 Prozent wählen schon vor den Grenzen des Betrachtungsgebiet eine andere Route und finden somit großräumig eine Ausweichmöglichkeit.

5.1.2 Planfall 2 – Einbahnstraße in Richtung Norden

In diesem Planfall erfolgt eine Ausführung des mittleren Abschnittes der Kremser Landstraße als Einbahnstraße in Fahrtrichtung Norden. Die dafür vorgesehene Einbahn beginnt bei der Kreuzung der Kremser Landstraße mit der Daniel-Gran-Straße und endet bei jener mit der Maximilianstraße.

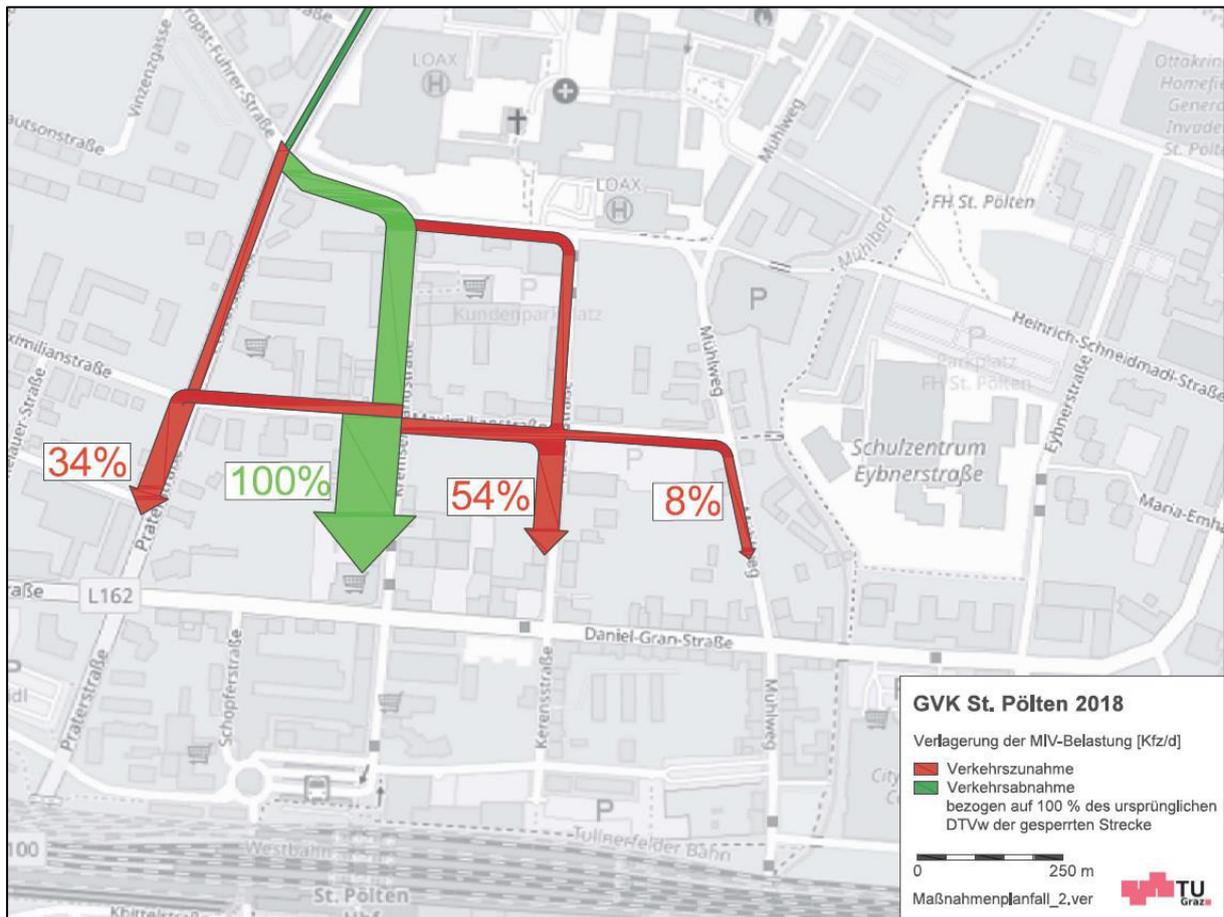


Abb. 69: Maßnahmenplanfall 2 – Verlagerung der Streckenbelastungen des MIV (MP2 – RPF)

Ähnlich dem Maßnahmenplanfall 1 ist hier eine klare Entlastung der gesamten Kremser Landstraße ersichtlich. Somit kommt es hier in Fahrtrichtung Süden nicht nur auf dem gesperrten Streckenabschnitt zu einer Entlastung, sondern auf der gesamten Länge. Der größte Anteil mit 54 Prozent, bzw. 1050 Fahrten, der Belastung, welche im Basisfall noch zwischen der Maximilianstraße und der Daniel-Gran-Straße über die Kremser Landstraße fuhr, wählt stattdessen eine Alternativroute über die Kerenstraße. Mit 34 Prozent weichen etwa 650 Fahrer über die Praterstraße aus, während acht weitere Prozent oder 150 Fahrten nun über den Mühlweg statt über die Kremser Landstraße in Richtung Süden auf diesem Abschnitt fahren. Somit verbleiben noch etwa vier Prozent (70-80 Fahrten), die über das großräumigere Streckennetz verteilt ausweichen.

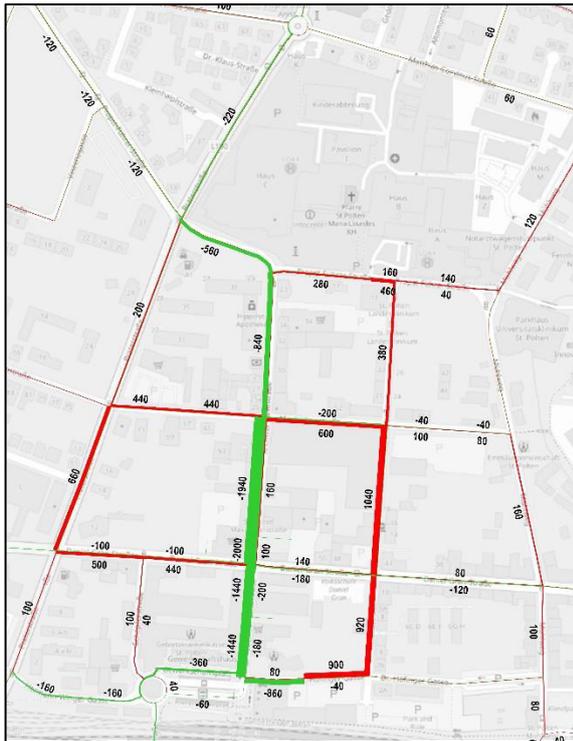


Abb. 70: Planfall 2, Streckenbezogene Zu-/Abnahme der Belastung des MIV (Planfall 2 – Basisfall)

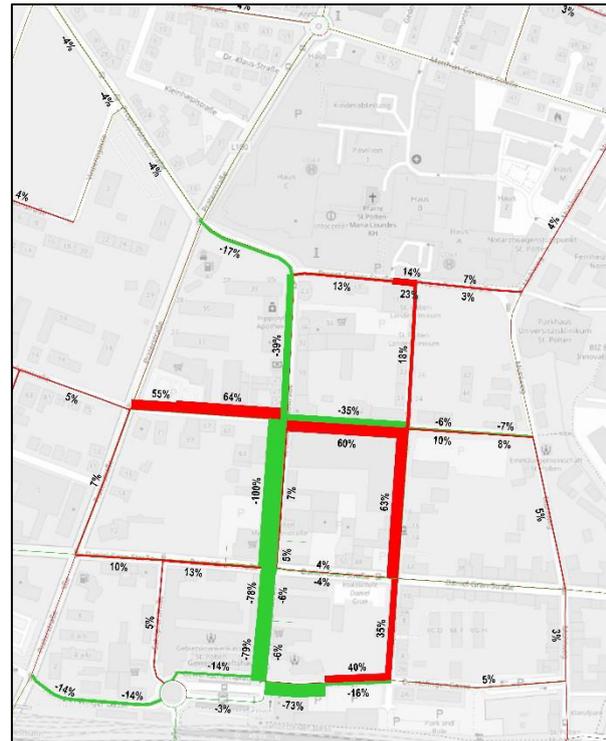


Abb. 71: Planfall 2, Streckenbezogene Zu-/Abnahme der Belastung des MIV in Prozent (Planfall 2 – Basisfall)

Bei Betrachtung der prozentuelle Belastungsveränderung, welche sich auf die jeweilige Strecke bezieht, befindet sich die größte Zunahme auf der Kreuzung Kerenstraße / Maximilianstraße. Dabei steigt der DTVw in Fahrtrichtung Süden auf der Kerenstraße um die Hälfte der ursprünglichen Belastung, das heißt um etwa 1050 Fahrten pro Tag. Ebenfalls nimmt die werktägliche Kfz-Belastung bemerkbar auf der Maximilianstraße mit rund 60 Prozent um 600 Fahrten zu. Die zusätzliche Belastung auf der Praterstraße wird bei einer Steigerung von sieben Prozent, also 700 Fahrten pro Werktag mehr, ebenfalls hervorgehoben, da der Großteil der zusätzlichen Fahrzeuge in weiterer Folge nach links in die Daniel-Gran-Straße abbiegen.

Positiv anzumerken ist die Entlastung der gesamten Kremser Landstraße mit bis zu 1400 Fahrten auf den nicht gesperrten Abschnitten. Durchaus geringere Verkehrsreduktionen von 100 bis 200 Fahrten, welche abschnittsweise auf der Daniel-Gran-Straße oder der Maximilianstraße auftreten, können ebenfalls vermerkt werden.

5.1.3 Planfall 3 – Gegenläufige Einbahnstraße



Der dritte Planfall kann als kombinierte Variante der beiden ersten Planfälle verstanden werden. Hierbei wird der Abschnitt der Kremser Landstraße zwischen der Propst-Führer-Straße und der Maximilianstraße in Richtung Süden, bzw. zwischen der Daniel-Gran-Straße und der Maximilianstraße in Richtung Norden, als Einbahnstraße ausgeführt.

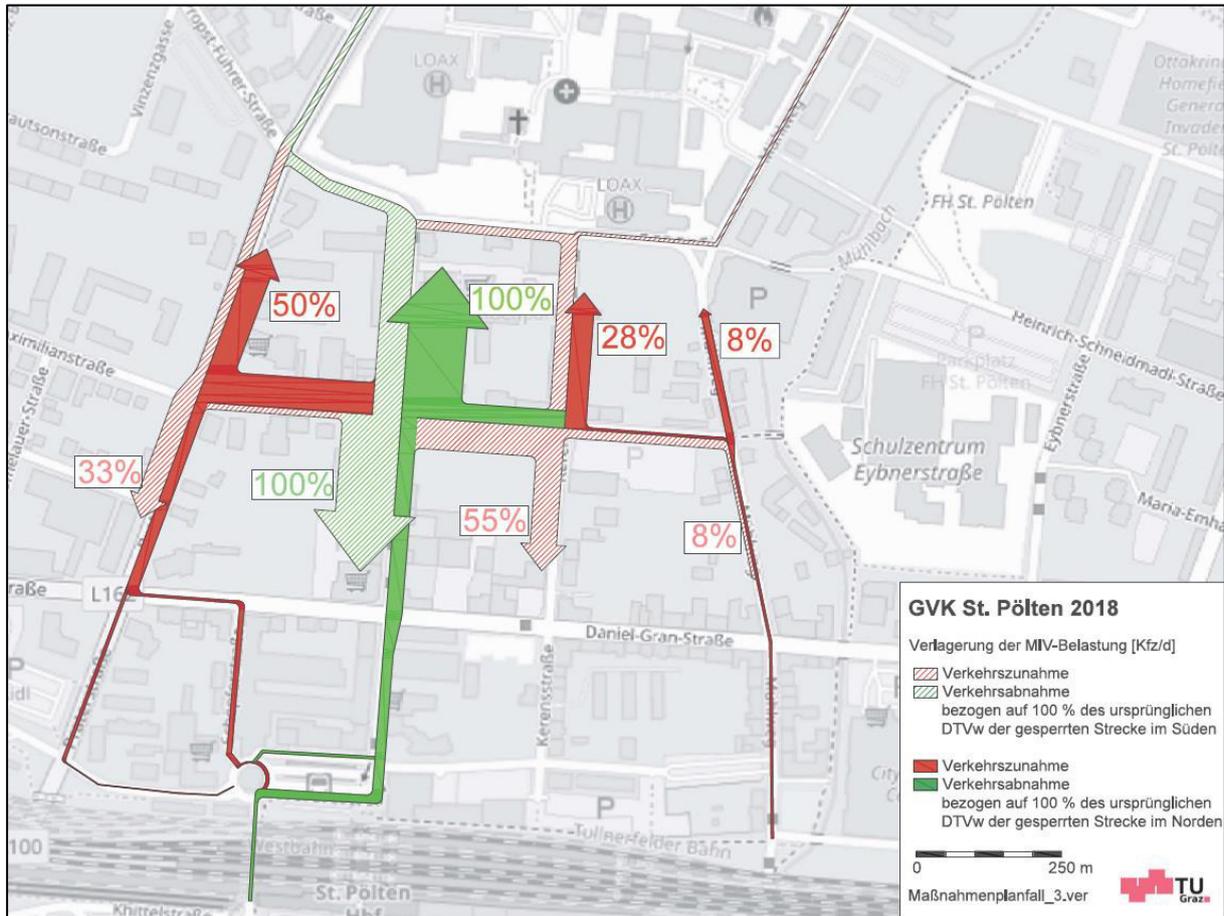


Abb. 72: Maßnahmenplanfall 3 – Verlagerung der Streckenbelastungen des MIV (MP3 – RPF)

Durch die gegenläufige Einbahnsituation kommt es nun zu beidseitigen Verlagerungseffekten in Richtung Norden bzw. Süden. Der nach Norden fahrende Verkehr (gefüllte Pfeile) verlagert sich zu 50 Prozent hauptsächlich auf die Praterstraße, während 28 Prozent über die Kerenstraße und weitere acht über den Mühlweg ausweichen. In Fahrtrichtung Süden (schraffierte Pfeile) nimmt der Großteil der ursprünglichen Belastung von 55 Prozent eine alternative Route über die Kerenstraße. Weitere 33 Prozent davon fahren stattdessen über Praterstraße und acht Prozent über den Mühlweg in Richtung Süden. Alle übrigen Prozentzahlen, sprich vier Prozent in die südliche und 14 Prozent in die nördliche Fahrtrichtung, weichen der Umweltverbundachse auf der Kremser Landstraße großräumiger aus. So wird auch in Richtung Norden zufolge der damit einhergehenden geringeren Fahrstreifenauslastung die Praterstraße eher als Ausweichmöglichkeit in Betracht gezogen, als in die südliche Richtung.

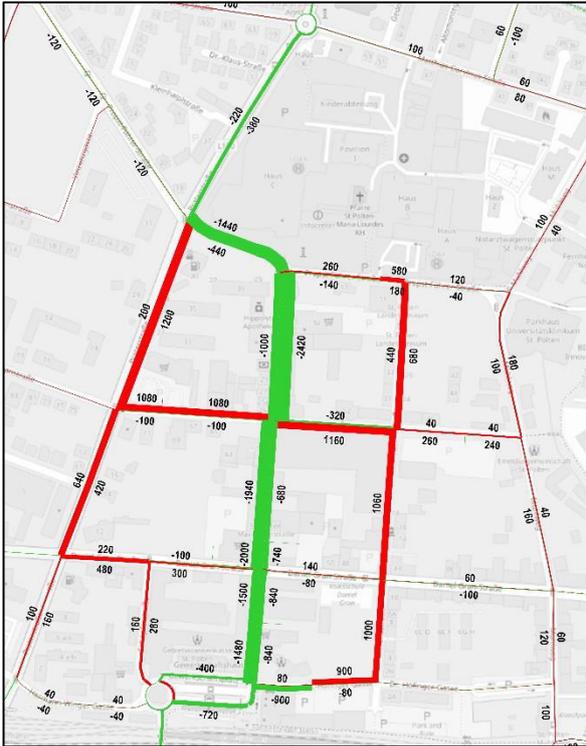


Abb. 73: Maßnahmenplanfall 3, Streckenbezogene Zu-/Abnahme der Belastung des MIV (MP3 – RPF)

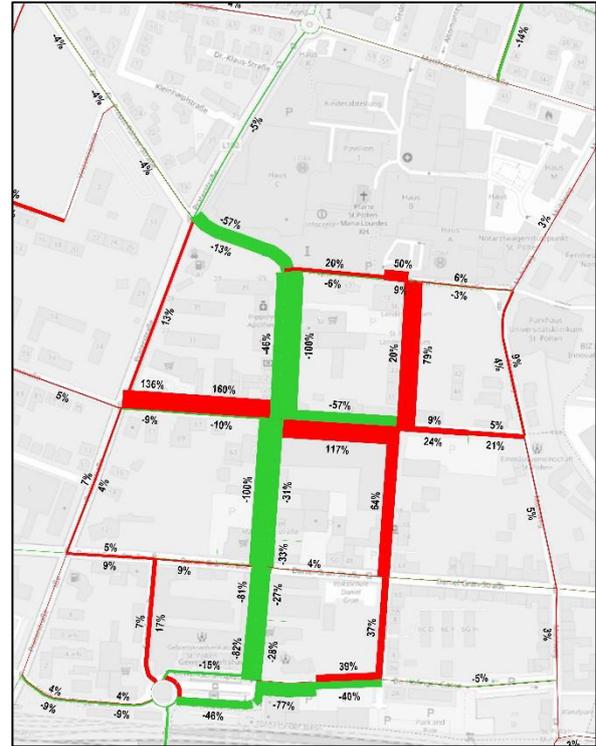


Abb. 74: Maßnahmenplanfall 3, Streckenbezogene Zu-/Abnahme der Belastung des MIV in Prozent (MP3 – RPF)

Während sich auf der Kerenstraße die Anzahl an werktäglichen Fahrten um zusätzlichen 1000 Fahrten in Richtung Süden auf den jeweiligen Abschnitten steigert, kommt es auf der Praterstraße zwischen der Maximilianstraße und der Propst-Führer-Straße in Fahrtrichtung Norden zu einer Zunahme von rund 15 Prozent die rund 1200 zusätzlichen Fahrten. Auf den Kreuzungen der Maximilianstraße mit der Praterstraße und der Kerenstraße ist daher mit einer spürbaren Zunahme des Verkehrs zu rechnen. Der Mühlweg erfährt hierbei in Fahrtrichtung Norden eine relativ gesehen geringe Zunahme von etwa zehn Prozent durch zusätzliche 200 Fahrten in Richtung Norden.

Andererseits kann eine Entlastung auf allen Kreuzungen der Kremser Landstraße, sowie auf der Strecke selbst vermerkt werden. Vor allem der Bereich des Gewerkschaftsplatzes nahe dem Bahnhof, verliert bis zu 45 Prozent seiner bisherigen Belastung durch den MIV. Ebenso geht damit eine Entlastung des westlichen Abschnittes der Propst-Führer-Straße einher, welche auch auf die angrenzende LSA einen Einfluss hat.

5.1.4 Planfall 4 – Fahrverbot

In diesem Planfall kommt es auf der Kremser Landstraße zu einem Fahrverbot für Kfz im Bereich zwischen der Daniel-Gran-Straße bis zur Propst-Führer-Straße. Wie in den vorhergehenden Szenarien sind auch hier Radfahrer und Busse nicht vom Fahrverbot betroffen.

Im Folgenden wurden somit insgesamt zwei nach Norden und zwei nach Süden führende Streckenabschnitte auf der Kremser Landstraße für den MIV gesperrt. Als Basis für die Berechnung der 100 Prozent wird für die folgenden Abbildungen der Mittelwert jener Streckenbelastung herangezogen, welche in dieselbe Richtung führen.

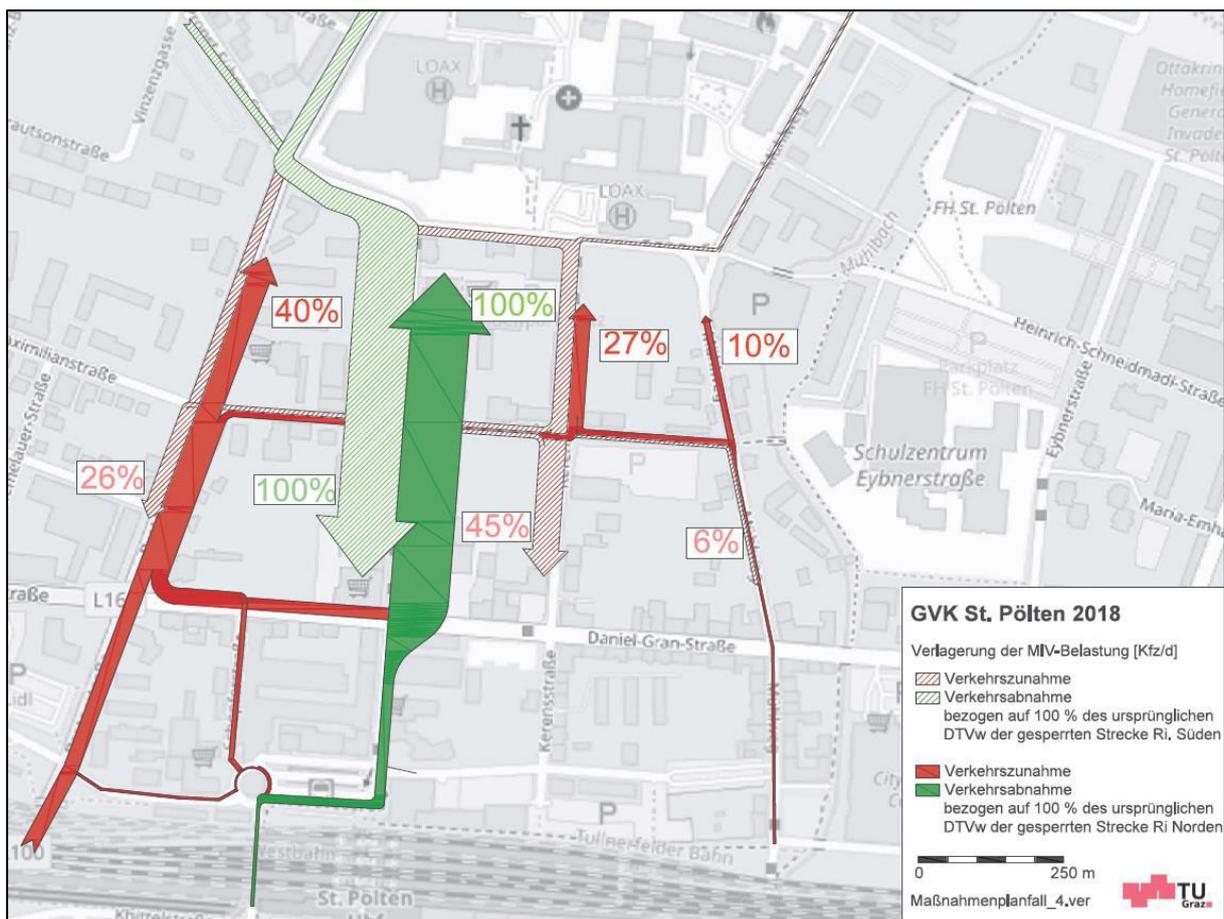


Abb. 75: Maßnahmenplanfall 4 – Verlagerung der Streckenbelastungen des MIV (MP4 – RPF)

Der nach Süden fahrende Verkehr weicht mit 45 Prozent, also rund 900 Fahrzeugen, hauptsächlich über die Kerenstraße aus, während lediglich 26 Prozent, sprich 500 Fahrer, die Praterstraße als Ausweichmöglichkeit nutzen. Etwa 150 Fahrten verlagern sich hierbei mit rund sechs Prozent auf den Mühlweg. Es verbleiben somit 23 Prozent der Fahrten, welche ursprünglich auf der Kremser Landstraße nach Richtung Süden führen. Diese verteilen sich wiederum großräumiger im Streckennetz.

Der von Süden nach Norden fahrende Verkehr verlagert sich mit 40 Prozent und rund 900 Fahrten zum größten Teil auf die Praterstraße. Weitere 27 Prozent, also ca. 600 Fahrer weichen hierfür über die Kerenstraße aus. Nachdem noch zehn Prozent über den Mühlweg in Fahrtrichtung Norden

ausweichen, verbleiben letztendlich 23 Prozent, also etwa 500 Fahrten, welche eine weiträumigere Alternativroute wählen.

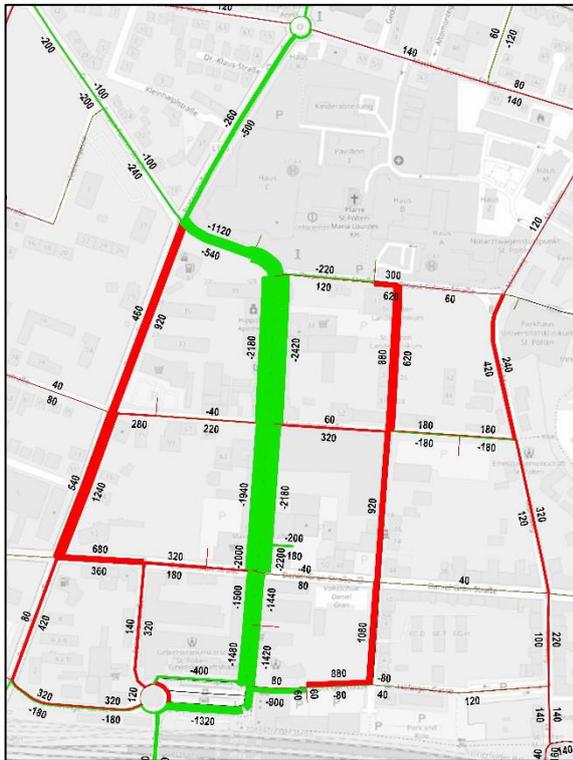


Abb. 76: Planfall 4, Streckenbezogene Zu-/Abnahme der Belastung des MIV (Planfall 4 – Basisfall)

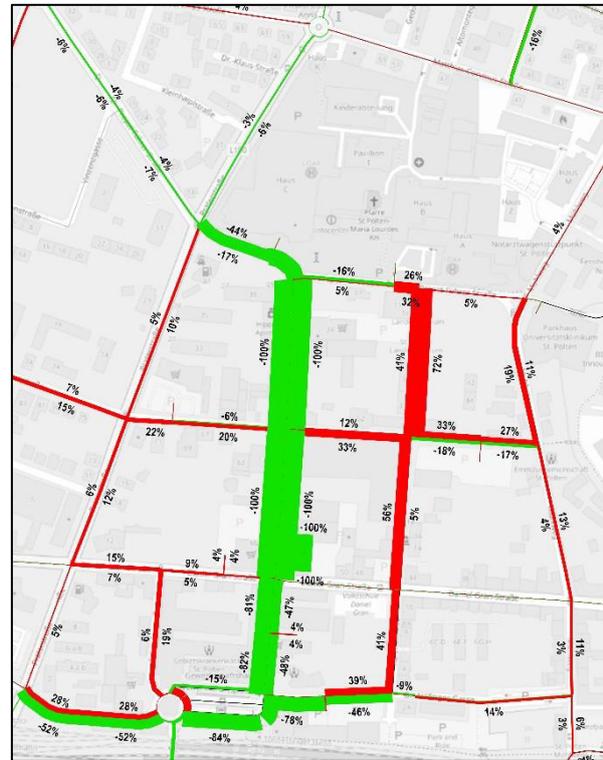


Abb. 77: Planfall 4, Streckenbezogene Zu-/Abnahme der Belastung des MIV in Prozent (Planfall 4 – Basisfall)

Aufgrund des beidseitig gesperrten Abschnitts der Kremser Landstraße kommt der Kerenstraße mit zusätzlichen 600 Fahrten pro Werktag die größte relative Belastungszunahme von 70 Prozent in Fahrtrichtung Norden zu. Ebenso verspürt diese in die südliche Richtung mit zusätzlichen 900 Fahrten eine ähnliche Steigerung von bis zu 55 Prozent. MIV-seitig erhöht sich die Belastung der Praterstraße hierbei mit rund 500 zusätzlichen Fahrzeugen um etwa fünf Prozent in Richtung Süden bzw. durch 1200 und 900 hinzugekommene Fahrten um bis zu zwölf Prozent in Fahrtrichtung Norden. Generell kann auf fast allen parallellaufenden Streckenzügen und Kreuzungen der Kremser Landstraße eine deutliche Zunahme des Verkehrs vermerkt werden.

Die Entlastung der Kremser Landstraße selbst, sowie die der nördlich und südlich angrenzenden Strecken ist allerdings gegeben. So können auch auf dem nicht gesperrten Abschnitt der Kremser Landstraße zwischen der Daniel-Gran-Straße und dem Gewerkschaftsplatz bis zu 1500 Fahrten pro Werktag eingespart werden. Gleichermäßen treten auf dem westlichen Abschnitt Propst-Führer-Straße zwischen Kremser Landstraße und Praterstraße bis zu 1150 werktägliche MIV-Fahrten weniger auf.

5.1.5 Streckenspinnen der Kerenstraße

Um die Verkehrsverlagerungen der gesperrten Streckenabschnitte in Bezug auf die sensible Wohnnutzung der Kerenstraße genauer zu untersuchen, wird eine Analyse mittels Streckenspinnen durchgeführt. Dabei geht hervor von welchen Richtungen bzw. Strecken die Fahrzeuge, welche die Kerenstraße passieren, kommen und wohin deren Wege in weiterer Folge führen. Abb. 78 zeigt die Streckenspinne der Kerenstraße im Referenzplanfall für beide Fahrtrichtungen im nördlichen, als auch südlichen Abschnitt.

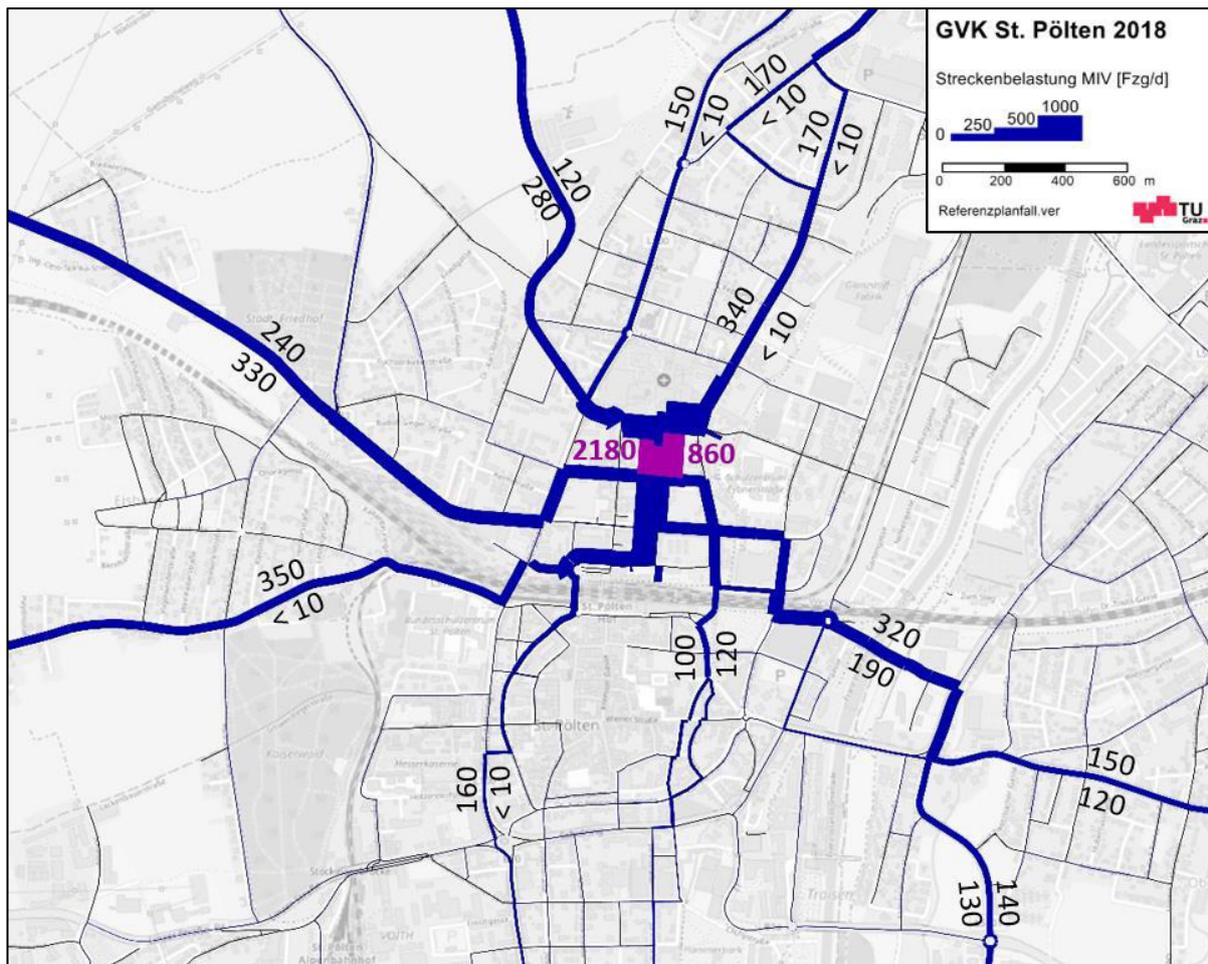


Abb. 78: Beidseitige Streckenspinne des nördlichen Abschnitts der Kerenstraße im Referenzplanfall

Da sich in Fahrtrichtung Norden der Großteil der Streckenbelastung der Kerenstraße aus den zufließenden Strömen zusammensetzt, ist erkennbar, dass diese Fahrten hauptsächlich ihren Zielpunkt nahegelegenen finden, und die Strecke nicht vom Durchzugsverkehr geprägt ist. Somit enden die Fahrten, welche über die Kerenstraße in Richtung Norden führen, größtenteils auf den Parkflächen nahe dem Bahnhof, der FH, oder dem Universitätsklinikum. Mit rund 800 zufließenden und 1.000 abfließenden Fahrten, zeigt sich in Fahrtrichtung Süden ein ausgewogeneres Verhältnis von Quell- und Zielfahrten. Daher finden auch hier die meisten Fahrten in der nahegelegenen Umgebung ihren Ziel-, aber auch ihren Startpunkt. Die Übrigen rund 400 Fahrten verlaufen mit recht kurzen Distanzen über die Kerenstraße als Durchgangsverkehr und finden sowohl Start als auch Zielpunkt derselben Fahrt in der direkten Nähe.

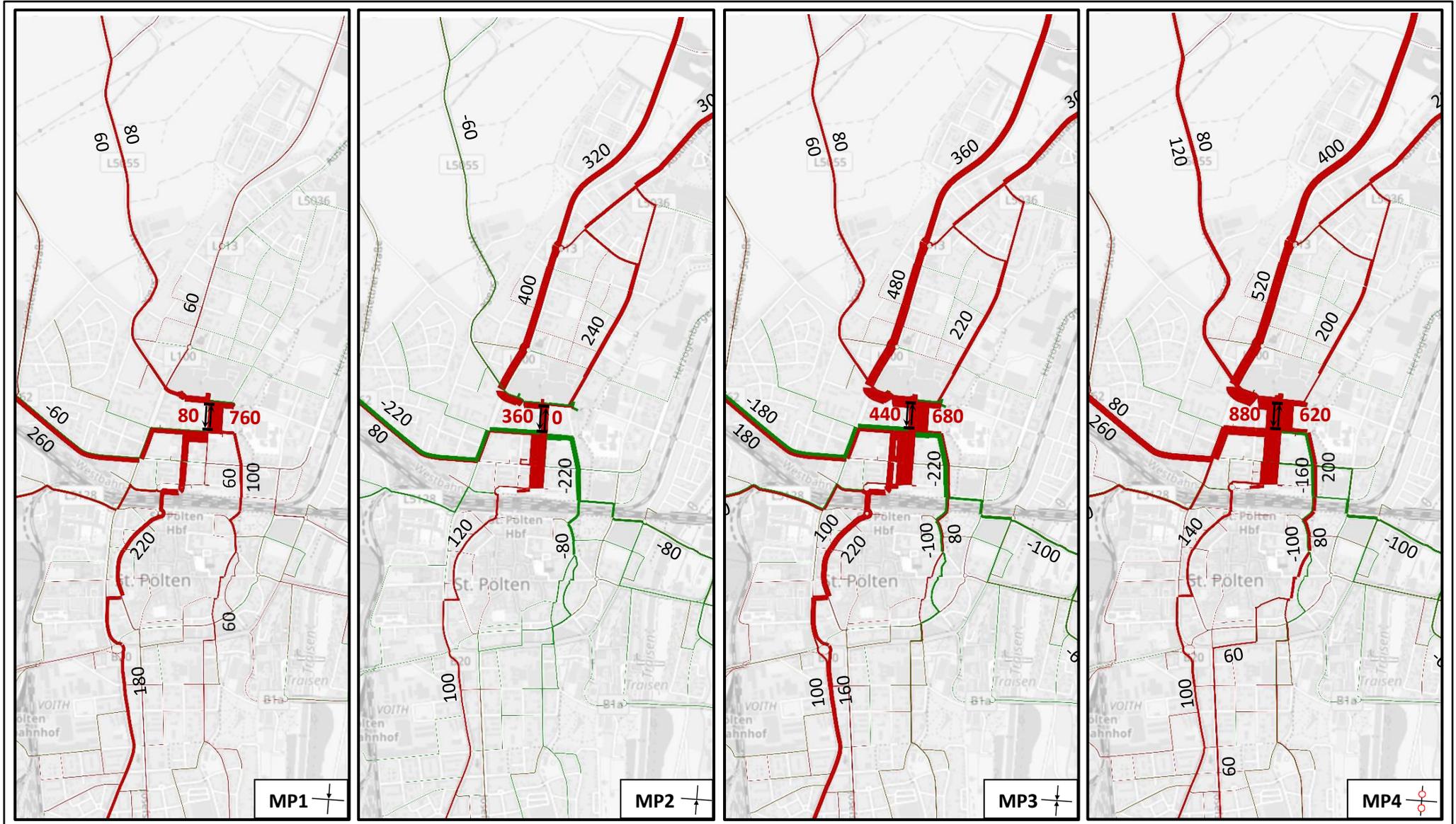


Abb. 79: Vergleich der Maßnahmenplanfälle 1 bis 4 mit dem Referenzplanfall bezüglich ihrer Streckenspinnen im nördlichen Abschnitt der Kerenstraße

Mithilfe der Abb. 79 wird nun analysiert, wie sich die Routenwahl der Kfz-Nachfrage, welche über die Kerensstraße fährt, in den einzelnen Planfällen verglichen zum Referenzplanfall verändert. Die Roten Balken zeigen dabei die Wege der zusätzlichen Fahrten, welche nun über die Kerensstraße fahren. Grüne Balken hingegen jene mit weniger Belastung.

Im ersten Maßnahmenplanfall MP1 ist somit aus Richtung Norden und Osten keine zusätzliche Belastung des Verkehrs zu vernehmen, wohingegen aus Richtung Süden bis Nordwesten leichte Steigerungen des Verkehrs vermerkt werden können. Die Fahrten in Richtung Norden ergeben sich hauptsächlich aus jenen westlich der Innenstadt und der Goldegger-Straße im Westen des Betrachtungsgebiets. Ebenso ergibt sich ein kleiner zusätzlicher Anteil von 100 Fahrten über den Mühlweg.

Die Ergebnisse von MP2 zeigen, dass die zusätzliche Belastung auf der Kerensstraße jedoch hauptsächlich aus nördlicher Richtung kommen und zum Großteil über den weiteren Verlauf der Strecke die P+R Anlage des Bahnhofs zum Ziel haben. Auf den östlichen und westlichen Strecken stadtauswärts (Goldegger Straße und Willi-Gruber-Brücke) nimmt die Belastung zufolge der Kerensstraße im Gegenzug ab.

Der dritte Maßnahmenplanfall stellt auch hinsichtlich dieser Ergebnisse eine Kombination der Maßnahmenplanfälle 1 und 2 dar. So steigt die Belastung der Fahrten stadteinwärts aus Richtung Norden, Süden und Westen. Stadtauswärts kann wiederum eine verringerte Belastung der Goldegger Straße und der Willi-Gruber-Brücke zufolge der Kerensstraße vernommen werden.

Im vierten Maßnahmenplanfall können aus nördlicher Richtung die größten Belastungszunahmen der Kerensstraße vernommen werden. Verglichen zum Referenzplanfall steigt diese von 150 auf bis zu 520 Fahrten um das 3,5-fache. Ebenso finden aus westlicher Richtung etwa 260 werktägliche Fahrten mehr ihre Route über die Kerensstraße, als im Referenzplanfall. Lediglich 100 Fahrten weniger, welche über die Kerensstraße fahren, können dabei im westlichen Bereich der Stadt aufgezeigt werden.

5.2 Mikroskopische Modellergebnisse

Aufgrund der in Kapitel 5.1 aufgezeigten Verkehrsverlagerungen, kommt es in den verschiedenen Planfällen zu zusätzlichen Be- bzw. Entlastungen auf gewissen Streckenabschnitten. Für eine Untersuchung der verkehrlichen Kenngrößen und der Veränderung dieser werden an den zugehörigen Kreuzungen dieser Abschnitte die einzelnen Fahrstreifen bezüglich ihrer verkehrlichen Kenngrößen wie zum Beispiel der Staulänge, Verlustzeit oder der Qualitätsstufe des Verkehrsablaufs (QSV) analysiert. Diese Kenngrößen werden dabei für jeden Knotenpunkt ausgewertet, während die Ergebnisse des Referenz-, bzw. der Maßnahmenplanfälle bezüglich der jeweiligen Parameter einander gegenübergestellt werden. In diesem Kapitel wird allerdings nur auf jene Ergebnisse der Verkehrsflusssimulation eingegangen, mit denen konkrete Aussagen bezüglich der Kremser Landstraße getroffen werden können. Eine gesammelte Ansicht aller Kenngrößen und Knotenpunkte kann im Anhang 14 eingesehen werden.

5.2.1 Bewertung von Knotenpunkten

Um die einzelnen Planfallszenarien anhand einer objektiven Bewertung vergleichen zu können, muss vorerst bestimmt werden, welche Kenngrößen für die Qualität des Verkehrsablaufs allgemein repräsentativ sind. Dabei werden die Verfahren für die Bewertung von signalgesteuerten und nicht signalgesteuerten Knotenpunkten des HBS 2015 der FGSV [2015] herangezogen.

Bewertung des Verkehrsablaufs an signalgesteuerten Knotenpunkten nach HBS 2016

Wie im HBS von FGSV [2015] erklärt, kann grundsätzlich die Wartezeit für die Beurteilung des Verkehrsablaufs an einem Knotenpunkt mit Signalsteuerung verwendet werden. Diese kommt als mittlere Wartezeit auf einem Fahrstreifen für Kraft- und ÖPNV-Fahrzeuge zum Einsatz. Radfahrer sowie Fußgänger hingegen werden anhand ihrer maximalen Wartezeit beurteilt. Weiters weist die FGSV [2015] darauf hin, dass mittels mikroskopischen Simulationsprogrammen allerdings nur die Verlustzeit erfasst werden kann, welche nicht unmittelbar den angegebenen Grenzwerten der mittleren Wartezeit entspricht. So sind beispielsweise zusätzliche Zeitverluste, welche sich am Warteschlangeneende aus Verzögerungs- oder Beschleunigungsvorgängen ergeben, nicht in der mittleren Wartezeit enthalten. Möchte man nun anhand der Verlustzeit die Wartezeit ermitteln, so müssen die berechneten Verlustzeiten um die in Tabelle 40 angeführten Zeitabschläge vor und hinter einem Knotenpunkt verringert werden. Diese werden hierfür nach der mittleren Geschwindigkeit unterschieden.

Tabelle 40: Zuschläge für zusätzlichen Zeitverlust vor und hinter einem Kreisverkehr in Abhängigkeit von der mittleren Pkw-Fahrtgeschwindigkeit auf der Strecke vor bzw. hinter dem Knotenpunkt [FGSV, 2015]

Mittlere Pkw-Fahrtgeschwindigkeit $v_{F,S}$ [km/h]	Zeitverlust vor Knotenpunkt $t_{z,KE}$ [s]	Zeitverlust hinter Knotenpunkt $t_{z,KA}$ [s]
≤ 50	2,5	2,5
≤ 60	3,5	3,5
≤ 70	4,5	4,5

Die Länge des Rückstaus ist dabei über die Qualität des Verkehrsablaufs hinaus von Bedeutung. Gerade bei der Bemessung von Knotenpunkten kann diese maßgebend werden, wenn dadurch benachbarte Knoten oder Verkehrsströme beeinträchtigt werden.

Anhand der mittleren bzw. der maximalen Wartezeit können die einzelnen Verkehrsarten in die Qualitätsstufen des Verkehrs (QSV) von A bis F eingeteilt werden. Für diese Beurteilung der Verkehrsqualität eines Knotenpunkts, ist die schlechteste Qualitätsstufe, die sich für einen einzelnen Fahrstreifen im Kfz-Verkehr, im ÖPNV oder einem Strom des Fußgänger- bzw. Radverkehrs bei der Querung einer Zufahrt ergibt.

Tabelle 41: Grenzwerte für die Qualitätsstufen an signalisierten Knotenpunkten [FGSV, 2015]

QSV	Kfz – Verkehr	ÖPNV auf Sonderstreifen	Fußgänger und Radverkehr
	Mittlere Wartezeit t_w [s]	Mittlere Wartezeit ²⁾ t_w [s]	Maximale Wartezeit ¹⁾ $t_{w,max}$ [s]
A	≤ 20	≤ 5	≤ 30
B	≤ 35	≤ 15	≤ 40
C	≤ 50	≤ 25	≤ 55
D	≤ 70	≤ 40	≤ 70
E	> 70	≤ 60	≤ 85
F	³⁾ –	> 60	> 85

¹⁾ Die Werte gelten auch für durch verkehrsabhängige Steuerungen priorisierte ÖPNV.

²⁾ Gilt auch für Fahrstreifen mit gemeinsam geführten Kfz und Radverkehr.

³⁾ Die QSV F ist erreicht, wenn die nachgefragte Verkehrsstärke über der Kapazität der Strecke liegt.

Die Bedeutungen, der einzelnen Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs, lauten nach den Festlegungen der FGSV [2005], wie folgt.

QSV A: Für die jeweils betroffenen Verkehrsteilnehmer sind die Wartezeiten sehr kurz.

QSV B: Für die jeweils betroffenen Verkehrsteilnehmer sind die Wartezeiten kurz. Alle Fahrzeuge, die während der Sperrzeit auf dem betrachteten Fahrstreifen ankommen, können in der nachfolgenden Freigabezeit abfließen.

QSV C: Für die jeweils betroffenen Verkehrsteilnehmer sind die Wartezeiten spürbar. Beinahe alle Fahrzeuge, die während der Sperrzeit auf dem betrachteten Fahrstreifen ankommen, können in der nachfolgenden Freigabezeit abfahren. Gelegentlich tritt am Ende der Freigabezeit auf dem betrachteten Fahrstreifen ein Rückstau auf.

QSV D: Für die jeweils betroffenen Verkehrsteilnehmer sind die Wartezeiten beträchtlich. Am Ende der Freigabezeit tritt auf dem betrachteten Fahrstreifen im Kfz-Verkehr häufig ein Rückstau auf.

QSV E: Für die jeweils betroffenen Verkehrsteilnehmer sind die Wartezeiten lang. Am Ende der Freigabezeit tritt auf dem betrachteten Fahrstreifen im Kfz-Verkehr in den meisten Umläufen ein Rückstau auf.

QSV F: Für die jeweils betroffenen Verkehrsteilnehmer sind die Wartezeiten sehr lang. Die Kapazität wird auf dem betrachteten Fahrstreifen im Kfz-Verkehr überschritten. Es kommt zu einem stetigen Wachsen des Rückstaus. Dadurch müssen die Kraftfahrzeuge bis zur Weiterfahrt mehrfach vorrücken.

Bewertung des Verkehrsablaufs an nichtsignalisierten Knotenpunkten nach HBS 2015

Um die Verkehrsqualität an Knotenpunkten ohne Signalsteuerung zu bewerten, wird, wie die FGSV [2015] beschreibt, ebenfalls die mittlere Wartezeit der Verkehrsströme verwendet werden. Auf Kreuzungen mit Vorfahrtsregelung wird diese für jeden Nebenstrom berechnet. Letztlich ist für die

zusammenfassende Bewertung eines Knotenpunkts für den Fahrzeugverkehr die schlechteste Qualität der betroffenen einzelnen Nebenströme maßgebend. Bei Kreuzungen sowie Einmündungen mit einer „Rechtsregel“ ist jene Knotenzufahrt von Kraftfahrzeugen mit der größten mittleren Wartezeit maßgebend. Wie auch bei den signalisierten Knotenpunkten muss eine Umrechnung der Verlustzeiten zur mittleren Wartezeit anhand der Abschläge in der von der FGSV [2015] vorgelegten

Tabelle 42 erfolgen. Zusätzlich zur Unterscheidung nach der mittleren Fahrgeschwindigkeit erfolgt hier auch eine Unterscheidung nach der Vorrangregelung.

Tabelle 42: Zuschläge für zusätzlichen Zeitverlust vor und hinter einer Kreuzung bzw. Einmündung ohne Lichtsignalanlage in Abhängigkeit von der Art der Vorfahrtregelung der betroffenen Zufahrt und der mittleren Pkw-Fahrtgeschwindigkeit auf der Strecke vor bzw. hinter dem Knotenpunkt [FGSV, 2015]

Mittlere Pkw-Fahrtgeschwindigkeit $v_{F,S}$ [km/h]	Zeitverlust vor Knotenpunkt $t_{Z,KE}$ [s]		Zeitverlust hinter Knotenpunkt $t_{Z,KA}$ [s]	
	Zeichen 205 StVO (Vorrang geben)	Zeichen 206 StVO (STOP-Tafel)	Zeichen 205 StVO (Vorrang geben)	Zeichen 206 StVO (STOP-Tafel)
	≤ 50	1,5	8,5	0,5
≤ 60	2,5	10,0	1,0	1,5
≤ 70	3,5	11,5	1,5	2,5

Ebenfalls ist auch an nicht signalgesteuerten Knotenpunkten die Rückstaulänge über die Qualität des Verkehrsablaufs hinaus relevant, da dadurch Verkehrsströme an benachbarten Knotenpunkten beeinträchtigt werden könnten.

Für die Einteilung der QSV von A bis F werden für Knotenpunkte ohne Signalsteuerung folgende Grenzwerte der mittleren Wartezeit verwendet.

Tabelle 43: Grenzwerte der Qualitätsstufen an nichtsignalisierten Knotenpunkten [FGSV, 2015]

QSV	Mittlere Wartezeit t_w [s]			
	Regelung durch Vorfahrtsbeschilderung		Regelung „rechts vor links“	
	Fahrzeugverkehr auf der Fahrbahn	Radverkehr auf Radverkehrsanlagen und Fußgänger	Kreuzung	Einmündung
A	≤ 10	≤ 5	≤ 10	≤ 10
B	≤ 20	≤ 10	≤ 15	≤ 15
C	≤ 30	≤ 15	≤ 20	≤ 20
D	≤ 45	≤ 25	≤ 25	≤ 25
E	> 45	≤ 35	≤ 25	≤ 20
F	¹⁾ –	> 35	> 25 ²⁾	> 20 ²⁾

¹⁾ Die QSV F wird erreicht, wenn die nachgefragte Verkehrsstärke über der Kapazität liegt.

²⁾ An diesem Knoten funktioniert die Regelungsart „rechts vor links“ nicht mehr.

Die Bedeutungen dieser QSV, wie sie von der FSGV [2015] festgelegt wurden, lautet wie folgt.

- QSV A: An diesem Knotenpunkt kann die Mehrzahl der Verkehrsteilnehmer nahezu ungehindert passieren. Die Wartezeiten sind sehr gering.
- QSV B: Die Abflussmöglichkeiten der wartepflichtigen Verkehrsströme werden vom bevorrangten Verkehr beeinflusst. Es entstehen dabei geringe Wartezeiten.
- QSV C: Die Verkehrsteilnehmer in den Nebenströmen erfahren auf eine merkbare Anzahl von bevorrechtigten Verkehrsteilnehmern, auf die sie achten müssen. Dadurch entstehende Wartezeiten sind spürbar. Mögliche Staus bilden sich, welche jedoch weder hinsichtlich ihrer räumlichen Ausdehnung noch bezüglich ihrer zeitlichen Dauer eine starke Beeinträchtigung darstellen.
- QSV D: Der Großteil der Verkehrsteilnehmer in den Nebenströmen muss Haltevorgänge, in Verbindung mit deutlichen Zeitverlusten, hinnehmen. Vereinzelt können für Verkehrsteilnehmer die Wartezeiten hohe Werte annehmen. Möglicher Stau, der sich gebildet hat, weist eine bemerkbare Länge auf, kann sich jedoch wieder zurückbilden. Es kommt zu einem noch stabilen Verkehrszustand.
- QSV E: Es kommt zu Staus, die sich bei der vorhandenen Belastung nicht mehr abbauen lassen. Die Wartezeiten nehmen sehr große Werte mit einer breiten Streuung an. Bei geringfügiger Verschlechterung gewisser Einflussgrößen kann dies zum Verkehrszusammenbruch (d. h. ständig zunehmende Staulänge) führen. Die Kapazität ist erreicht.
- QSV F: Die Anzahl der Verkehrsteilnehmer, die in einem Verkehrsstrom dem Knotenpunkt zufließen, ist die Kapazität für diesen Verkehrsstrom. Es kommt zur Bildung von langen, ständig wachsenden Staus mit besonders hohen Wartezeiten. Erst nach einer deutlichen Abnahme der Verkehrsstärken im zufließenden Verkehr kommt es zur Auflösung des Staus. Der Knotenpunkt ist überlastet.

5.2.2 Einfluss einer Anrainerverkehrsmodellierung

Bei allen Planfällen der mikroskopischen Verkehrsflusssimulationen werden ein- bzw. ausparkende Fahrzeuge nicht direkt, sondern lediglich an ursprünglich Anbindungen der makroskopischen Verkehrsmodellierung abgebildet. Deshalb wird im nächsten Schritt kontrolliert, wie groß der Einfluss solcher parkenden Pkw speziell auf der Kremser Landstraße wäre. Für diese Untersuchung wird der Maßnahmenplanfall 4, bei welchem ein gänzlich Fahrverbot in der Kremser Landstraße für Pkw herrscht, in zwei weitere Planfälle unterschieden. Maßnahmenplanfall 4a stellt dabei jenen ohne und 4b jenen mit Anrainerverkehrsmodellierung dar. In dieser zusätzlichen Untersuchung werden auf der Kremser Landstraße somit anhand der Bebauung (Fläche und Geschosshöhen) die dort angesiedelten Einwohnerzahlen pro Gebäude abgeschätzt. Über den bei Fellendorf et al. [2014] angeführten Modalsplit des GVK können in weiterer Folge die entstehenden Quell- und Zielfahrten in der Kremser Landstraße abgeschätzt werden.

Abschätzung der Quell- und Zielfahrten

Um die Zahl an Quell- und Zielfahrten zufolge der Anwohner zu bestimmen, muss zuerst abgeschätzt werden, wie viele Einwohner ungefähr in der Kremser Landstraße wohnhaft sind. In diesem Zuge wurde der betrachtete Abschnitt in vier Segmente unterteilt, für welche die Quell- und Zielpotentiale getrennt ermittelt werden. Diese gliedern in einen nördlichen und südlichen Abschnitt, welche durch die Straßenachse nochmals in eine westliche und östliche Hälfte unterschieden werden.



Abb. 80: Übersicht der Bebauungsabschnitte für die Abschätzung der Quell- und Zielfahrten bei der Anrainerverkehrsmodellierung im MP4b

Aus der Tabelle 44 können nun die abgeschätzten Wohnflächen und Geschossezahlen entnommen werden. Mit dem von der Statistik Austria [2018] gegebenen Wert von 45 m² Wohnfläche pro Einwohner in Österreich kann so die ungefähre Einwohnerzahl bestimmt werden. Anschließend werden über die bei Fellendorf et al. [2014] aufgezeigten Mobilitätsdaten der Wegehäufigkeit von 2,9 Wege/d und den gesamten Modalsplit von 60 % MIV die täglichen Quell- und Zielfahrten ermittelt. Dividiert man diese durch den Stundenfaktor von 12,32 (siehe Kapitel 4.2), so erhält man die Quell- und Zielfahrten für die zu simulierende Spitzenstunde.

Tabelle 44: Abschätzung der Quell- und Zielfahrten in der Kremser Landstraße

Bereich	Grundfläche A ₁ [m ²]	Netto- geschossfl. 0,85*A ₁ [m ²]	Mittl. Anz. Geschosse	Wohn-/ Verkaufsfläche [m ²]	EW	Wege/d	Pkw- Fahrten/d	Pkw- Fahrten/h
1 (N-W)	2925	2486	2	4973	111	320	192	16
2 (N-O)	2425	2061	2,5	5153	115	332	199	16
3 (S-W)	1650	1403	2,5	3506	78	226	136	11
4 (S-O)	2250	1913	3,5	6694	149	431	259	21

Somit werden rund 60 Quell- und Zielfahrten auf der Kremser Landstraße im Bereich von zwischen der Daniel-Gran-Straße und der Propst-Führer-Straße abgeschätzt. Diese werden eins zu eins aufgeteilt in 30 Quell- und 30 Zielfahrten und finden ihre Start- bzw. Endpunkte auf neu angelegten Parkflächen.

Parkplätze des Anrainerverkehrs

Die Parkflächen, auf welchen der Anrainerverkehr in der Kremser Landstraße im Verkehrsmodell seinen Start- bzw. Endpunkt findet, werden mithilfe von Orthofotos und den gesammelten Bildern der Ortsbegehung 2018 erstellt. Hierfür werden in den Bereichen 2 bis 4 parallel zur Straßenachse insgesamt fünf neue Fahrstreifen angelegt und im Bereich 1 (N-W) zwei Fahrstreifen normal zur Straßenachse. Quellseitig werden auf diesen neue Fahrzeugzuflüsse eingefügt, welche über ebenfalls neue Routen dann in Richtung Norden oder Süden abfließen zur nächstgelegenen Kreuzung abfließen können. Zielseitig werden die Routen der Knotenarme der angrenzenden Kreuzungen so adaptiert, dass in Summe die erforderliche Anzahl an Zielfahrten in die jeweiligen Straßen zufließen. In weiterer Folge verteilen sich diese Fahrten mit gleichen Anteilen auf die möglichen Parkflächen in der Kremser Landstraße. Insgesamt gibt es sieben verschiedene Zufahrtsmöglichkeiten zu den Parkflächen in der Kremser Landstraße. Die abbiegenden Streckenabschnitte auf den Zufahrten wurden weiters mit Langsamfahrbereichen von 5 Kilometern pro Stunden versehen, um das zeitintensive Vorgehen eines Einparkvorgangs abzubilden.



Abb. 81: Zusätzliche Parkmöglichkeiten bei der Anrainerverkehrsmodellierung im MP4b

Gegenüberstellung der Ergebnisse mit und ohne Anrainerverkehrsmodellierung

Für die Abschätzung des Einflusses einer Modellierung von Anrainerverkehr in der Kremser Landstraße werden mit Ausnahme jener der Praterstraße alle Knotenergebnisse des Maßnahmenplanfalls 4a (ohne Anrainerverkehr) mit jenen des Maßnahmenplanfalls 4b (mit Anrainerverkehr) graphisch in den folgenden Abb. 82 und Abb. 83 gegenübergestellt. Dafür werden zum einen die Verlustzeiten, aus welchen sich in weiterer Folge die mittleren Wartezeiten errechnen, aber auch die Rückstaulängen betrachtet.

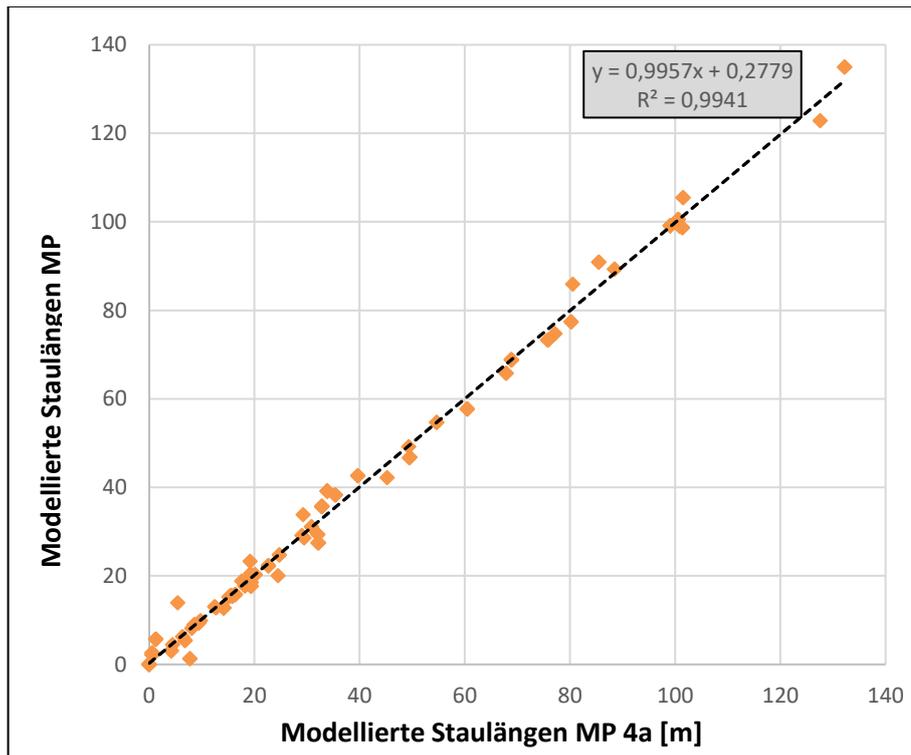


Abb. 82: Vergleich der Ergebnisse mit und ohne Anrainerverkehrsmodellierung bzgl. der Rückstaulänge

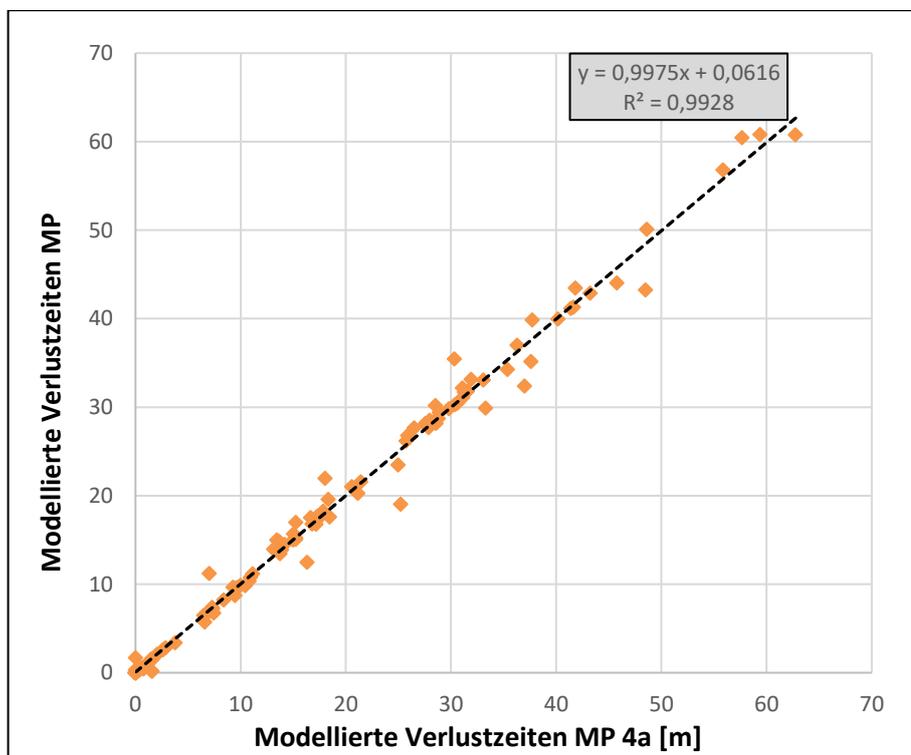


Abb. 83: Vergleich der Ergebnisse mit und ohne Anrainerverkehrsmodellierung bzgl. der Verlustzeiten

In beiden folgenden Ergebnisabbildungen (Abb. 82 und Abb. 83) ist anhand der Steigung der Regressionsgeraden deutlich erkennbar, dass die Ergebnisse mit und ohne Anrainerverkehrsmodellierung sich nur minimal unterscheiden. Bei einer Steigung dieser Geraden von 0,99 stellen sich die Ergebnisse als beinahe identische heraus, wobei ein idealer Zusammenhang bei einer Steigung von 1 gegeben wäre. Auch der Offset bzw. der d-Wert dieser Gerade liegt mit einem Wert von 0,28 bei der Rückstaulänge bzw. 0,06 bei der Verlustzeit nahe dem optimalen Wert von 0. Dadurch zeigt sich, dass eine Modellierung des Anrainerverkehrs nicht zwingend notwendig ist, und die Ergebnisse sich dadurch nicht verändern bzw. verschlechtern würden.

5.2.3 Rückstaulängen und mittlere Wartezeiten

Bei den folgenden Auswertungen handelt es sich um knotenbezogene mittlere sowie maximale Rückstaulängen und mittlere Wartezeiten für MIV und ÖV, welche anhand des im HBS der FSVG [2015] beschriebenen Verfahrens aus den modellierten Verlustzeiten berechnet werden. Diese vier Kenngrößen wurden für insgesamt 13 Knotenpunkte im Betrachtungsgebiet berechnet und grafisch ausgewertet. Die folgende Abb. 84 gibt dabei einen Überblick der Lage all dieser untersuchten Knotenpunkte.

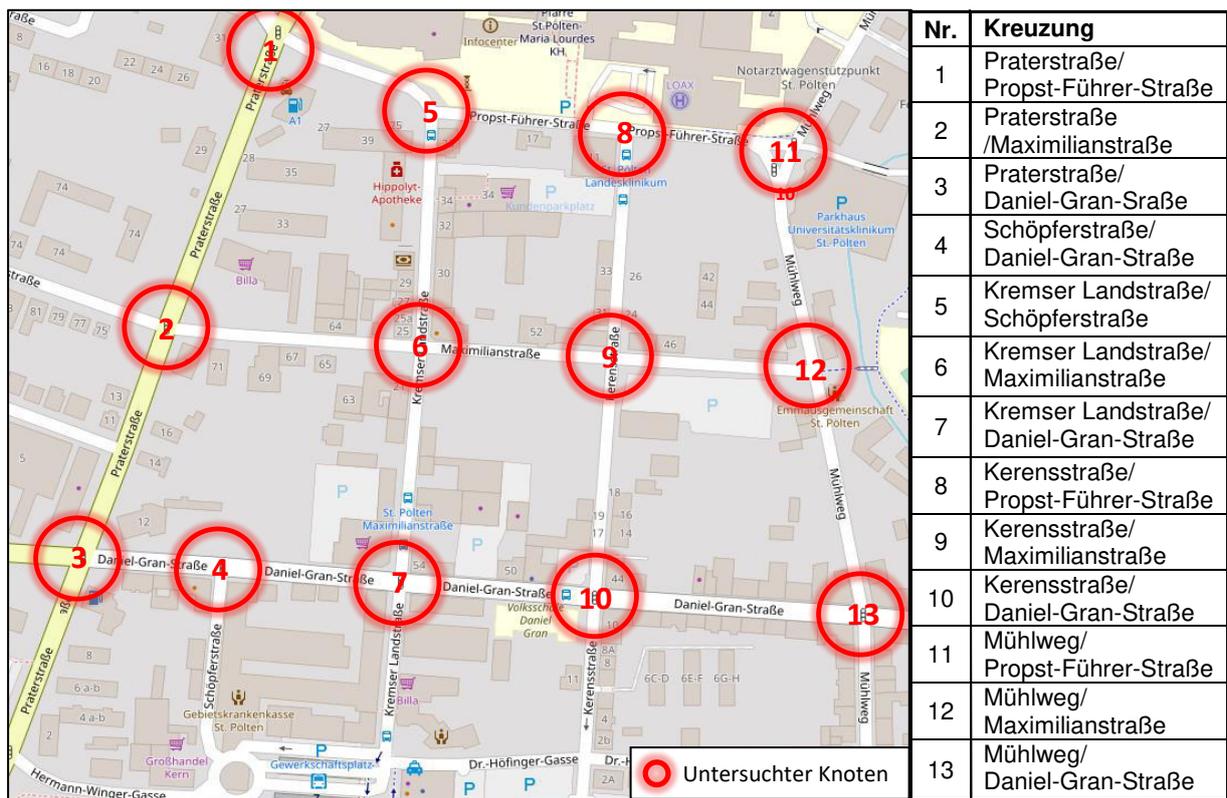


Abb. 84: Knotenübersicht der Untersuchung zufolge Rückstaulängen und mittlerer Wartezeiten

Es ist zu beachten, dass die Ergebnisse der maximalen Rückstaulängen in der Regel relativ hohe Werte aufweisen, da diese den ungünstigsten Fall, der sich in zehn Simulationsläufen ergibt, darstellen. So können sich beispielsweise sehr ungünstige Konstellationen mehrerer Fahrzeugpulke an einem Fahrstreifen vor der Kreuzung sammeln und zu sehr hohen kurzweiligen Rückstaulängen führen. Die mittlere Rückstaulänge stellt hingegen jene Distanz dar, welche sich im Mittel in einer Spitzenstunde

durch zurückgestaute Fahrzeuge auf einem Fahrstreifen ergibt, und sollte bei der Auswertung dementsprechend das größere Augenmerk bekommen.

Kreuzung Kremser Landstraße/Daniel-Gran-Straße

Dem Knotenpunkt der Kremser Landstraße mit der Daniel-Gran-Straße kommt in dieser Untersuchung eine große Bedeutung zu, da die Daniel-Gran-Straße die zentrale Ost-West Verbindung im Betrachtungsgebiet darstellt.

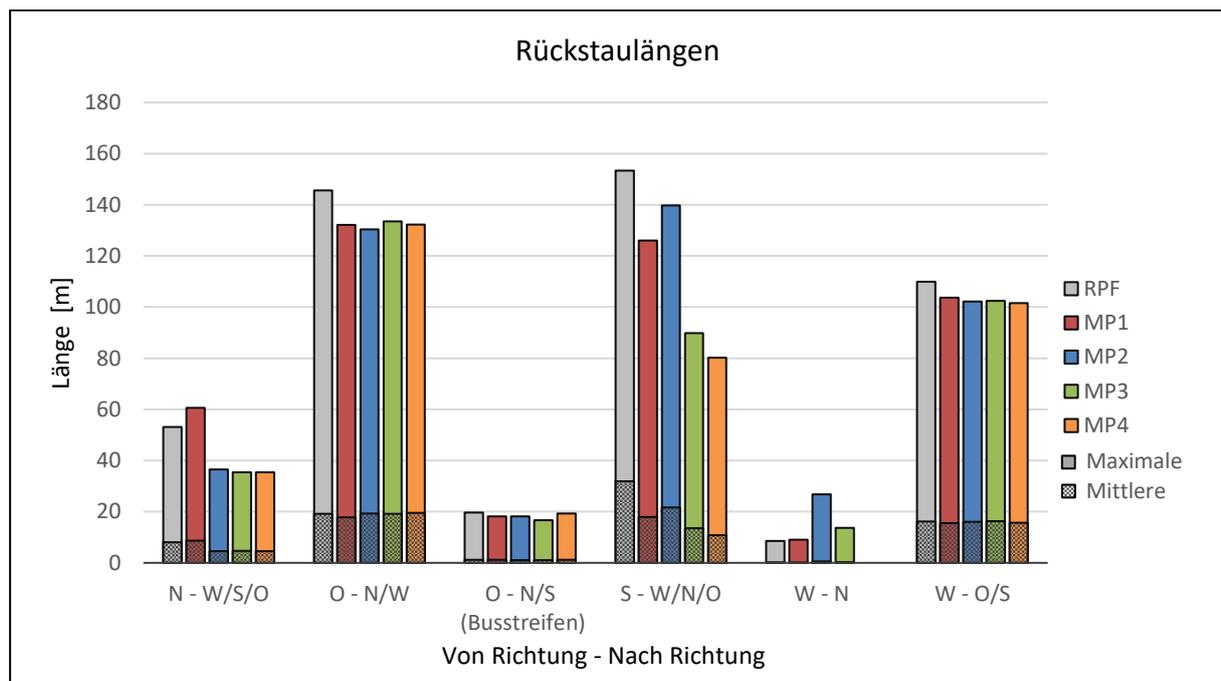


Abb. 85: Maximale und mittlere Rückstaulängen auf der Kreuzung Kremser Landstraße/Daniel-Gran-Straße

Bei Betrachtung der maximalen Rückstaulängen kann vor allem auf den von Süden (S-W/N/O) und Osten (O-N/W) kommenden Fahrstreifen im Referenzplanfall eine sehr hohe Staulänge vermerkt werden. Auf dem südlichen Fahrstreifen kann in den Maßnahmenplanfällen 3 und 4 die maximale Rückstaulänge von etwa 150 bis auf 80 Meter gesenkt werden. Im Referenzplanfall muss davon ausgegangen werden, dass der nächstgelegene südliche Knoten des Gewerkschaftsplatzes von diesen zurückgestauten Fahrzeugen noch beeinflusst wird. In den Maßnahmenplanfällen 3 und 4 ist dieser Einfluss aufgrund der kürzeren Staulängen allerdings nicht mehr vorhanden.

Eine weitere klare Reduktion der Rückstaulängen kann auf dem von Norden kommenden Fahrstreifen des Knotens beobachtet werden. Durch das Ausfallen von Pkw aus dieser Richtung in den Maßnahmenplanfällen 2 bis 4 reduziert sich die maximale Staulänge auf bis zu 35 Meter, welche sich letztendlich nur noch aus einer Kombination von Bussen und Radfahrern ergibt.

Bei den maximalen Rückstaulängen der westlichen bzw. östlichen Fahrstreifen sollte ebenfalls berücksichtigt werden, dass in allen Planfällen mit maximalen Staulängen von über 140 Meter eine Beeinträchtigung des benachbarten Knotens vorliegt.

Bezieht man sich allerdings nicht auf die maximalen, sondern auf die mittleren Staulängen der simulierten Spitzenstunde, so werden grundsätzlich keine angrenzenden Knotenpunkte beeinflusst.

Wiederum kann bei den aus Norden und Süden kommenden Fahrstreifen eine deutliche Senkung der mittleren Rückstaulänge in den Maßnahmenplanfällen 3 und 4 festgestellt werden.

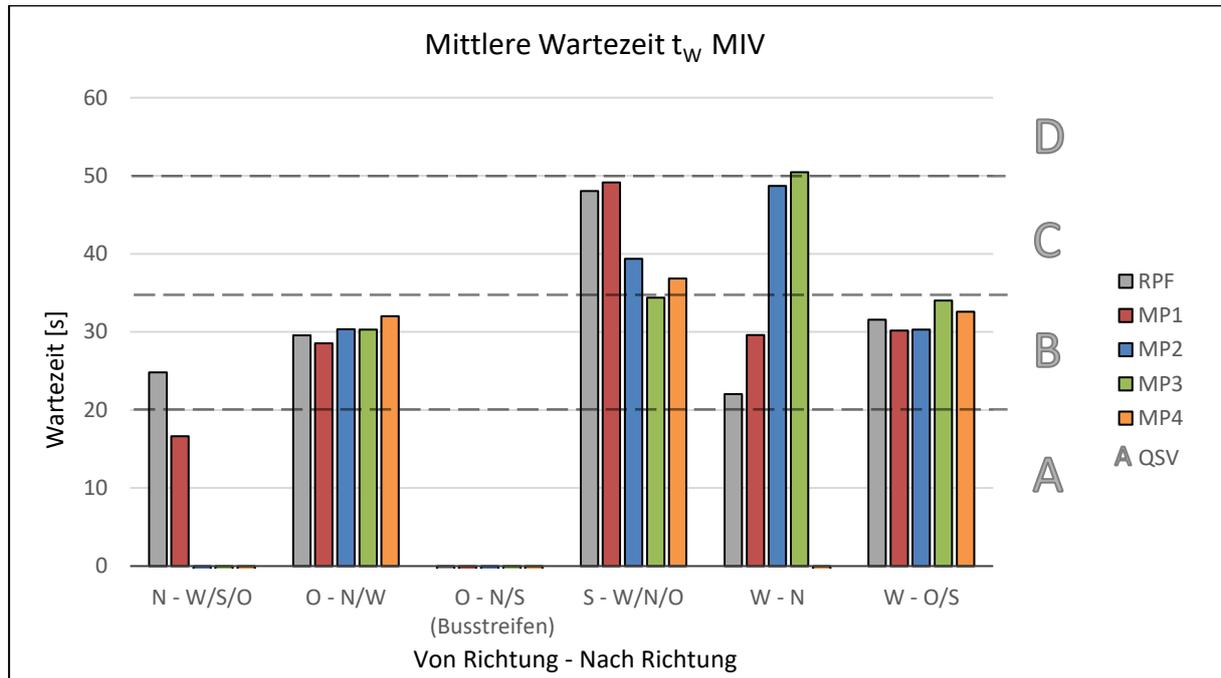


Abb. 86: Mittlere Wartezeiten/QSV des MIV auf der Kreuzung Kremser Landstraße/Daniel-Gran-Straße

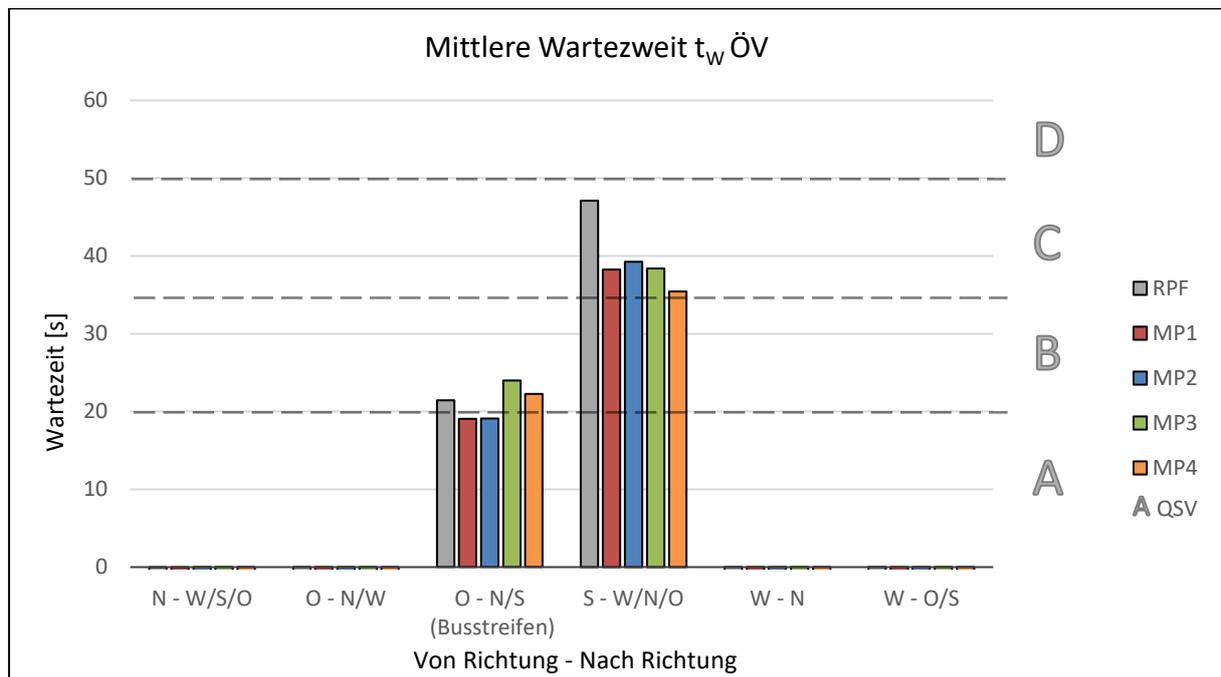


Abb. 87: Mittlere Wartezeiten/QSV des ÖV auf der Kreuzung Kremser Landstraße/Daniel-Gran-Straße

Vor allem auf dem von Süden kommenden Fahrstreifen (S-W/N/O) und jenem der aus Westen kommenden Linksabbiegern (W-N) ist in Abb. 86 eine deutliche Veränderung der mittleren Wartezeit der Pkw über die verschiedenen Maßnahmenplanfälle erkennbar. In MP2, MP3 und MP4 sind MIV-seitig durch die reduzierte Verkehrsnachfrage auf der Süd-Nord Verbindung der Kremser Landstraße deutliche Reduktionen der mittleren Wartezeit von 48 auf bis zu 35 Sekunden ersichtlich. Allerdings steigen die Wartezeiten für den aus Westen kommenden Linksabbieger um bis zu 30 Sekunden in den

Maßnahmenplanfällen 3 und 4, da die Verkehrsnachfrage auf der Ost-West Verbindung der Daniel-Gran-Straße in diesen Planfällen etwas steigt. Das Ausbleiben gewisser Balken ist hier wiederum auf die fehlenden Fahrzeuge zufolge der gesperrten Strecken zurückzuführen.

Für den ÖV kann in Abb. 87 bei allen vier Planfällen auf dem von Süden kommenden Fahrstreifen (S-W/N/O) eine Reduktion der mittleren Wartezeit um etwa zehn Sekunden erreicht werden. Die Wartezeiten auf dem Sonderstreifen für Busse (O-N/S) verspüren hier keine eindeutigen Veränderungen, da diese in der Regel von der momentanen Signalphase der LSA, bei welcher die ÖV-Fahrzeuge den Knotener reichen, abhängt. Wichtig zu beachten ist, dass die Wartezeit der aus Norden kommenden ÖV-Fahrzeuge nicht gleich Null ist, sondern aufgrund der Lage der Haltestelle „Maximilianstraße“ bei der Simulation nicht korrekt erfasst werden kann. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass die mittlere Wartezeit im RPF und MP1 ähnlich jenen des MIV in Abb. 86 ist, während sie in den übrigen Maßnahmenplanfällen 2 bis 4 nur noch von der Signalsteuerung abhängt und dementsprechend geringer sein sollte.

Kreuzung Kremser Landstraße/Maximilianstraße

Dieser vorfahrtsregelte Knotenpunkt der Kremser Landstraße mit der Maximilianstraße weist in den Ergebnissen der makroskopischen Modellierung vielerlei Veränderungen auf, die zum Teil be-, aber auch entlastende Wirkungen auf den Knotenarmen zeigen. Zu beachten ist dabei, dass sich die beiden Knotenarme aus Westen und Osten durch ein Stoppschild im Nachrang befinden, während der ÖV sich auf der bevorrangten Nord-Süd Achse bewegt.

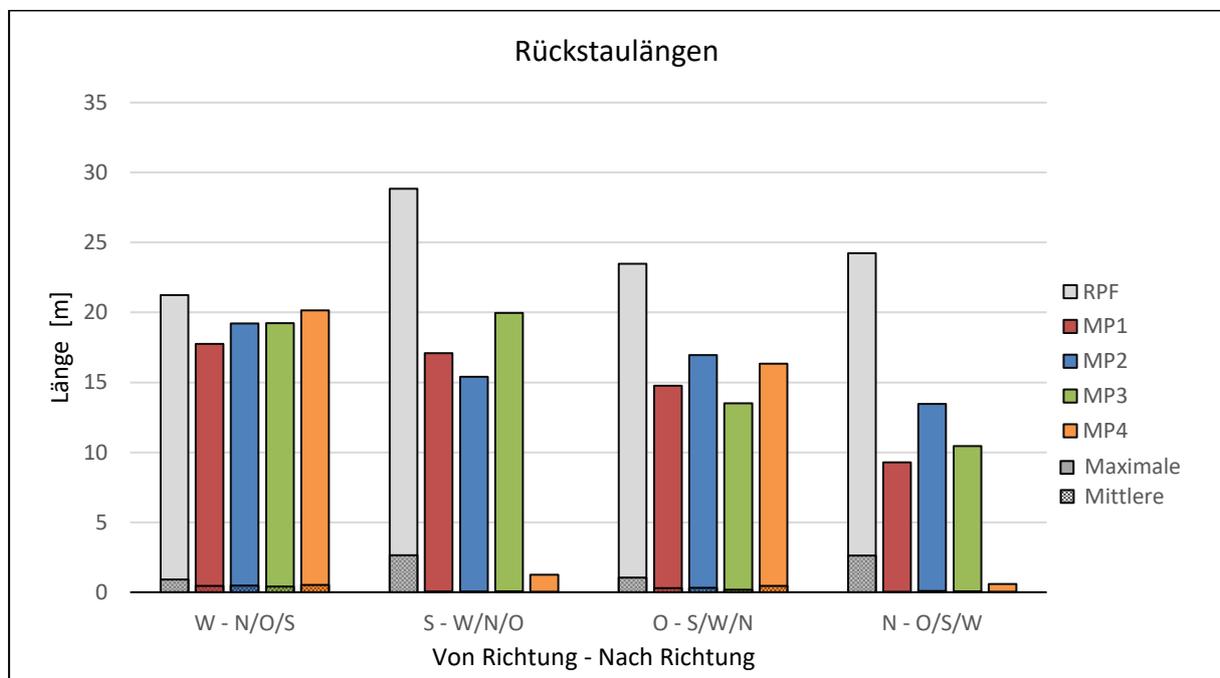


Abb. 88: Maximale und mittlere Rückstaulängen auf der Kreuzung Kremser Landstraße/Maximilianstraße

Die Rückstaulängen der aus Süden kommenden Fahrzeuge ist trotz ihres Vorrangs an diesem Knotenpunkt am höchsten. Diese relativ hohen Staulängen liegen dabei der südlich gelegenen Lichtsignalanlage zugrunde. An der Kreuzung der Kremser Landstraße / Daniel-Gran-Straße bilden sich

in den Rotphasen Fahrzeugpulke, welche in weiterer Folge zu der nördlich gelegene Kreuzung der Maximilianstraße / Kremser Landstraße gelangen.

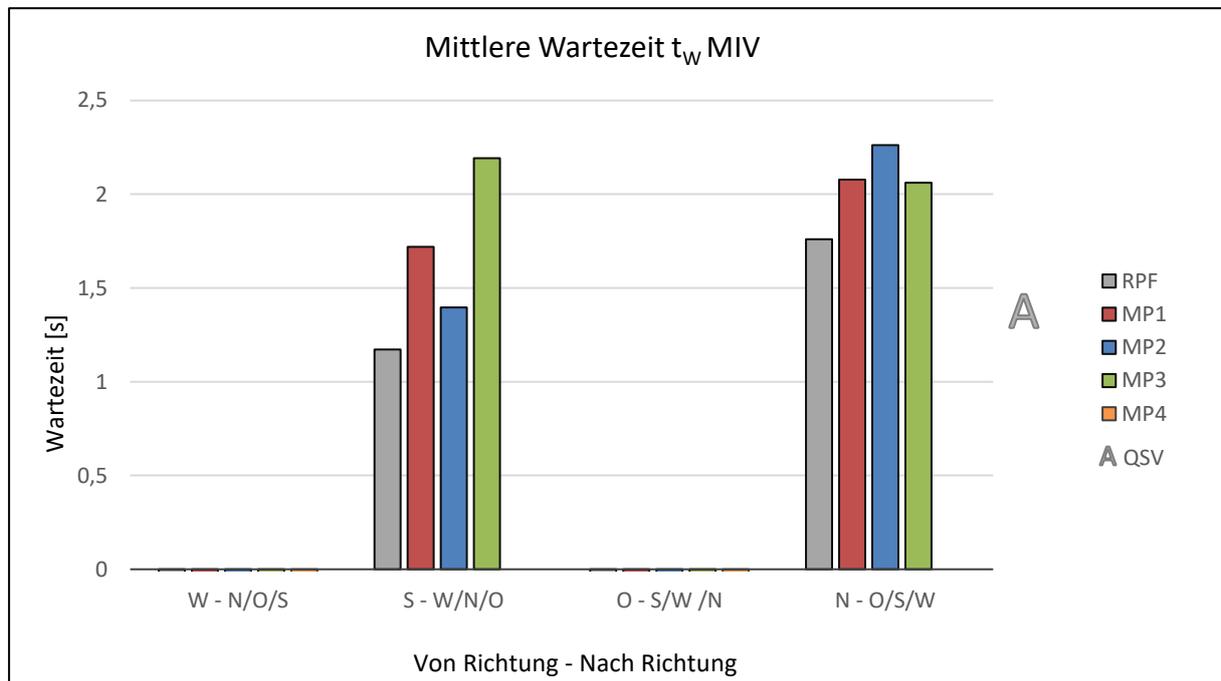


Abb. 89: Mittlere Wartezeiten/QSV des MIV auf Kreuzung Kremser Landstraße/Maximilianstraße

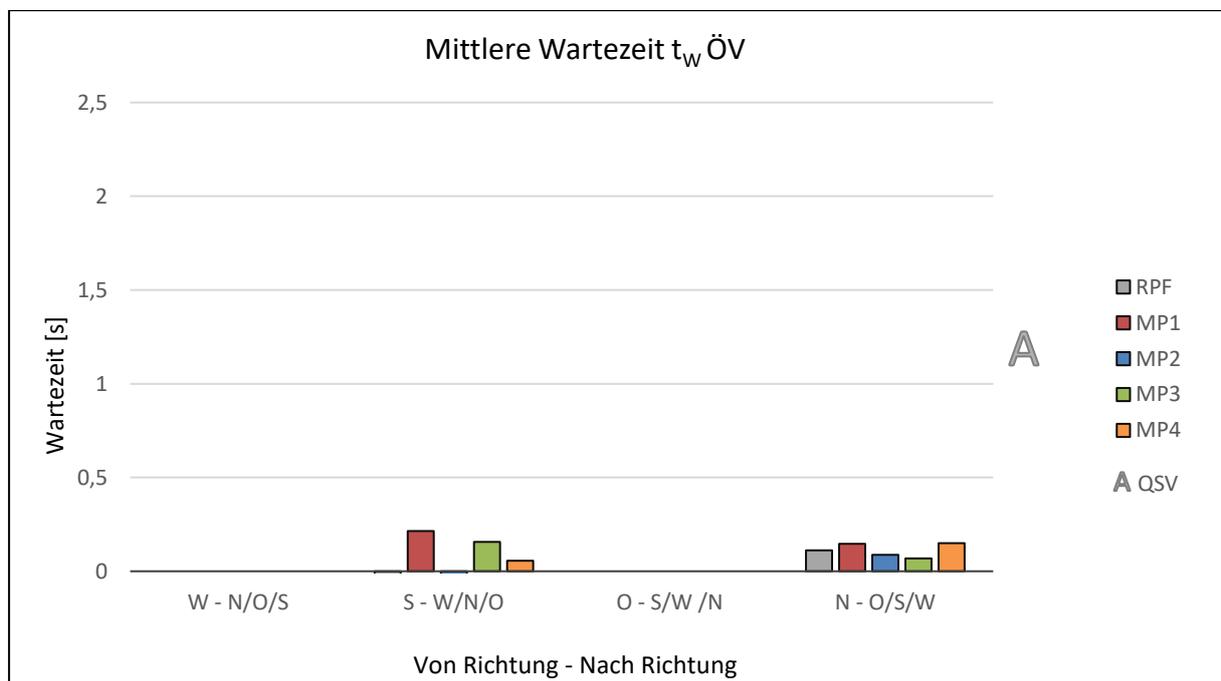


Abb. 90: Mittlere Wartezeiten/QSV des MIV auf Kreuzung Kremser Landstraße/Maximilianstraße

Generell befinden sich in allen Szenarien sämtliche Knotenarme bereits im Bereich der QSV A, weshalb jegliche Veränderung der mittleren Wartezeiten hier nur sehr klein ist. ÖV-seitig kommt es zu keinerlei Veränderung der Wartezeiten auf diesem Knoten in allen Planfällen.

Kreuzung Kremser Landstraße/Propst-Führer-Straße

Nach Betrachtung der Ergebnisse der makroskopischen Modellierung ist an dieser vorfahrtsregulierten Kreuzung auch mit einer tendenziellen Entlastung aller Knotenarme zu rechnen. Lediglich der aus Osten kommende Arm verspürt in Maßnahmenplanfällen 2 bis 4 eine Zunahme der Belastung.

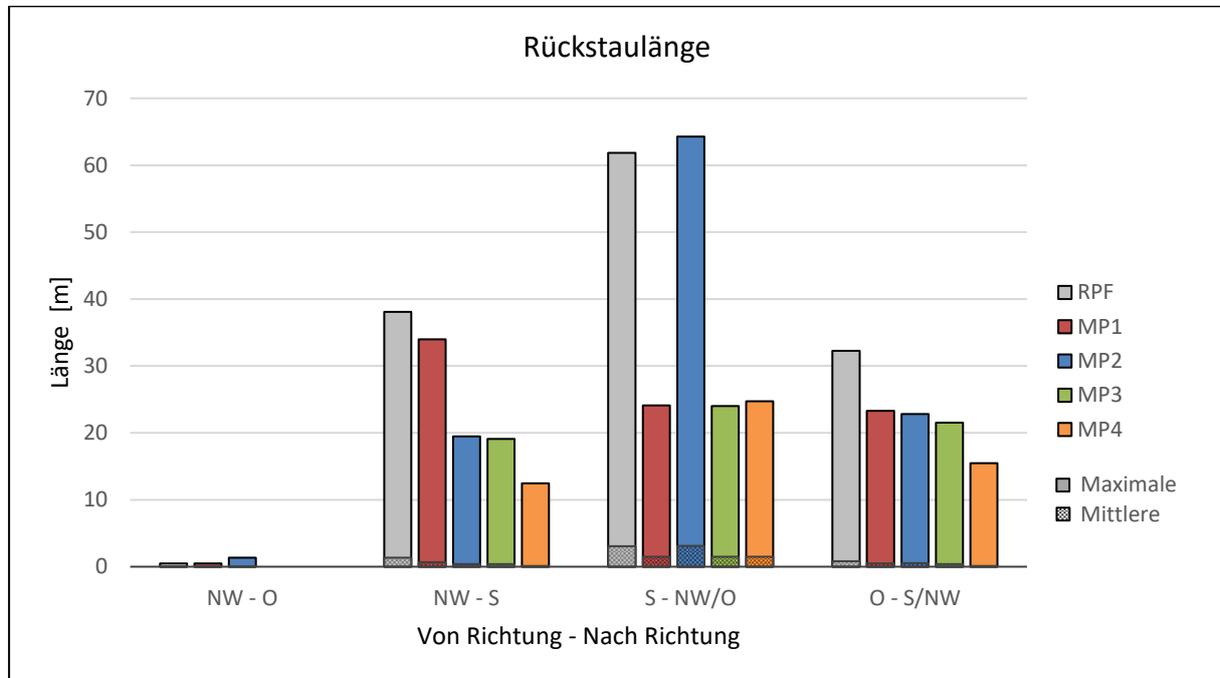


Abb. 91: Maximale und mittlere Rückstaulängen auf der Kreuzung Kremser Landstraße/Propst-Führer-Straße

Wie zu erwarten, ist durch das Sperren des südlichen Fahrstreifens in den Planfällen MP1, MP3 oder MP4 ein klarer Rückgang der Staulängen auf diesem Fahrstreifen ersichtlich. Die übrigen Staulängen von 20 bis 25 Meter ergeben sich lediglich aus ÖV-Fahrzeugen und Radfahrern. Weiters können in den Maßnahmenplanfällen 2, 3 sowie 4 ebenfalls die Staulängen der aus Nordwesten kommenden Fahrzeuge reduziert werden. Zu einer Beeinflussung von benachbarten Knotenpunkten kommt es hier ebenso in keinem Planfall.

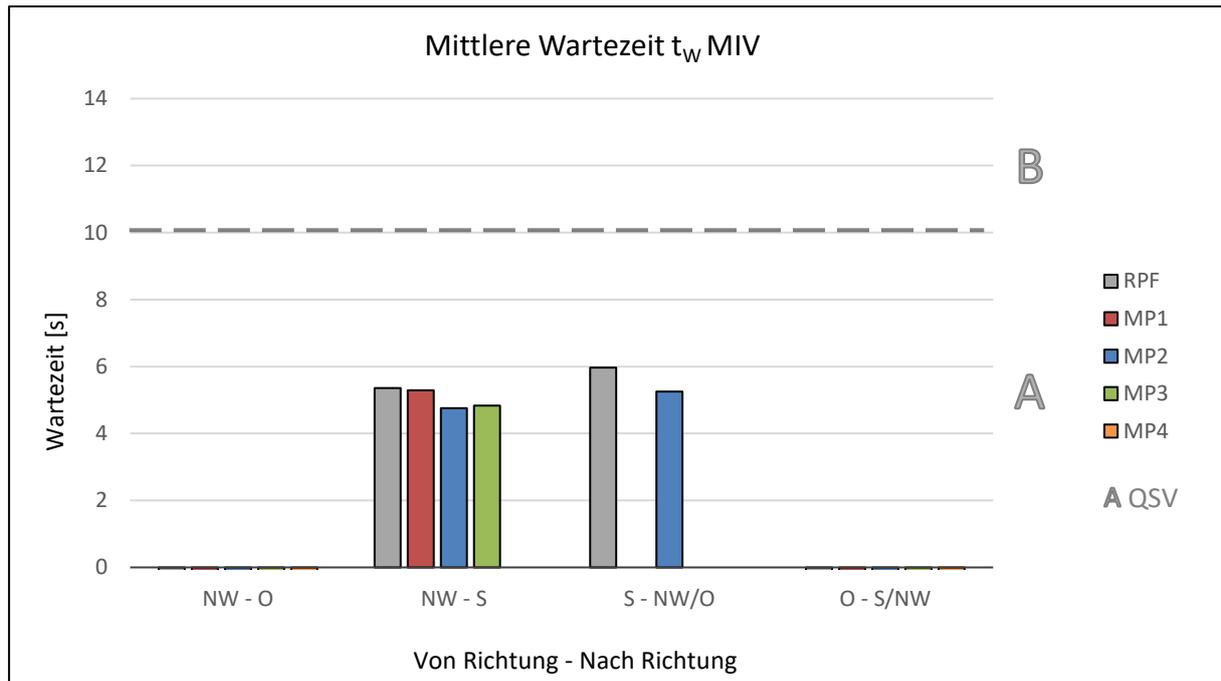


Abb. 92: Mittlere Wartezeiten/QSV des MIV auf der Kreuzung Kremser Landstraße/Propst-Führer-Straße

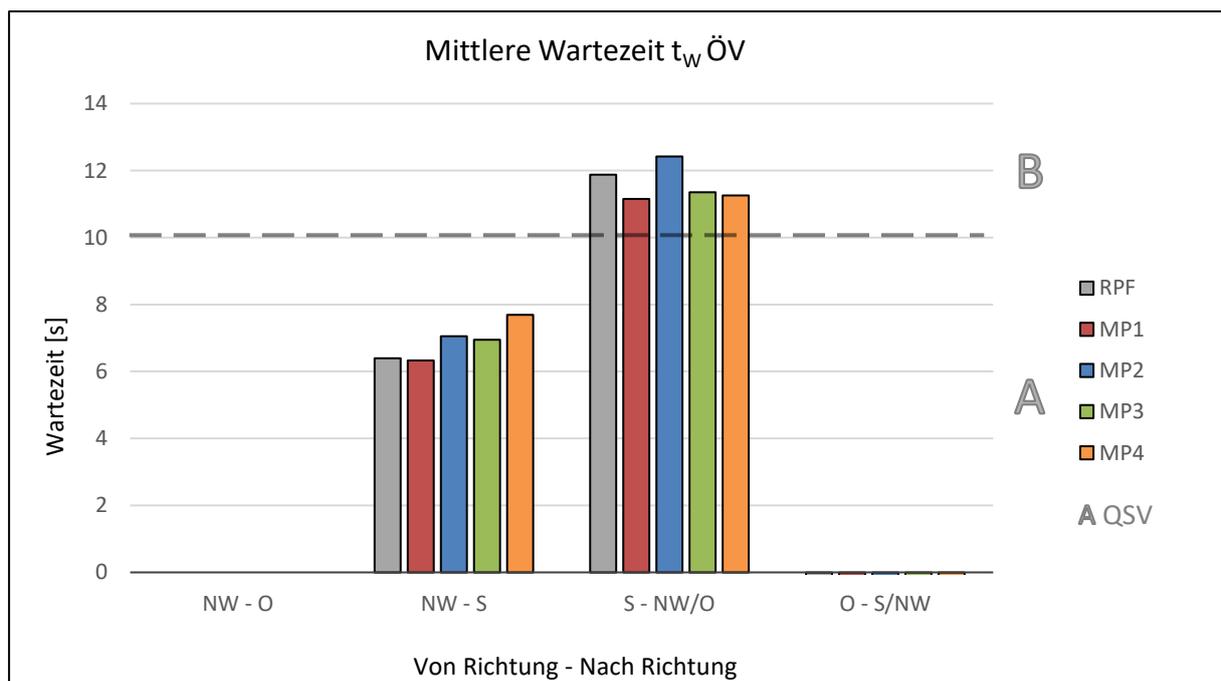


Abb. 93: Mittlere Wartezeiten/QSV des ÖV auf der Kreuzung Kremser Landstraße/Propst-Führer-Straße

In Bezug auf den benachrichtigten Knotenstrom der Kreuzung (O-S/NW) kann anhand der mittleren Wartezeit des MIV, wie Abb. 92 zeigt, eine leichte Verbesserung in allen Planfällen erzielt werden. Somit kommt es zu keiner Verschlechterung der MIV-seitigen Wartezeiten und der damit einhergehenden QSV.

Ähnlich erfährt der ÖV keine deutliche Verbesserung oder Verschlechterungen hinsichtlich seiner mittleren Wartezeit. Zwar können aus Richtung Nordwesten leichte Steigerungen der Wartezeit vernommen werden, diese sind jedoch sehr klein und führen dadurch zu keiner Veränderung der QSV.

Kreuzung Kerenstraße/Maximilianstraße

Anhand der im Kapitel 5.1 aufgezeigten Verlagerungseffekte ist mit einer zunehmenden Belastung in den Maßnahmenplanfällen 2 und 3 an diesem vorfahrtsregulierten Knotenpunkt zu rechnen. In Maßnahmenplanfall 4 hingegen ist an diesem Knoten eine Entlastung der mittels Stoppschilder benachrangten Arme aus Westen und Osten zu erwarten.

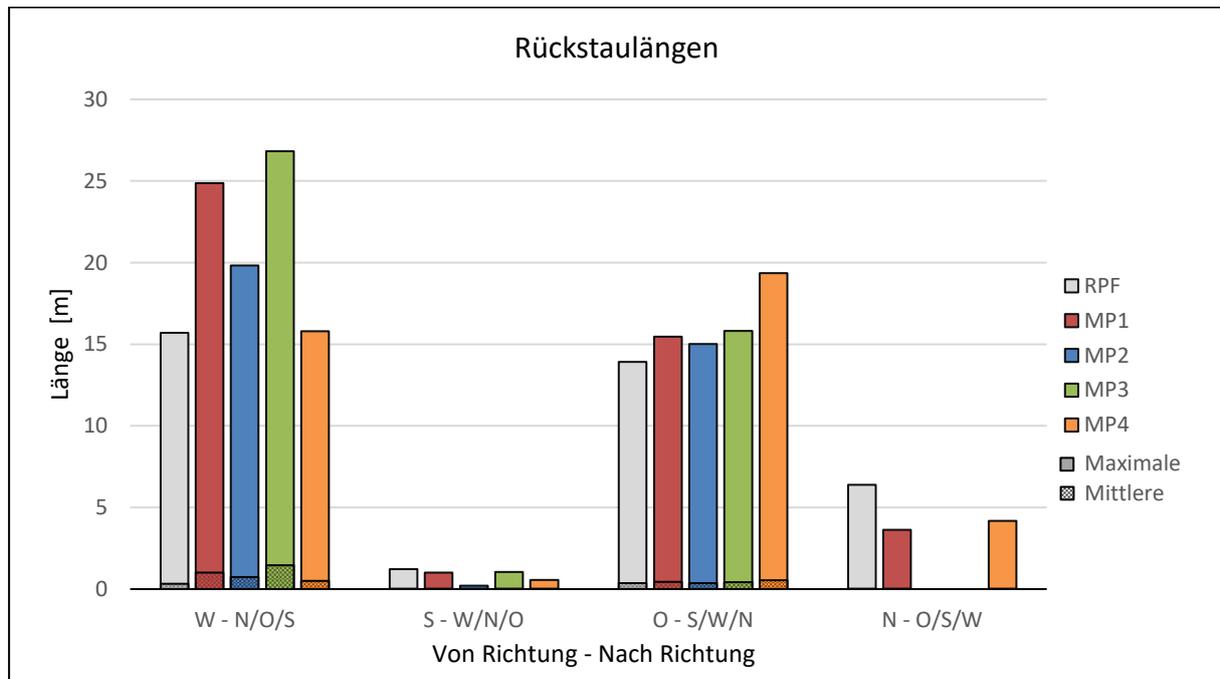


Abb. 94: Maximale und mittlere Rückstaulängen auf der Kreuzung Kerenstraße/Maximilianstraße

Es zeigt sich, dass der aus Westen heranführende Arm in MP1 und MP3 deutlich höhere Rückstaulängen, verglichen zum RPF aufweisen, wobei sich im vierten Maßnahmenplanfall hier keine Erhöhung der Staulänge ergibt. Andererseits können auf dem aus Osten kommenden Fahrstreifen leicht höhere Staulängen im MP4 vermerkt werden.

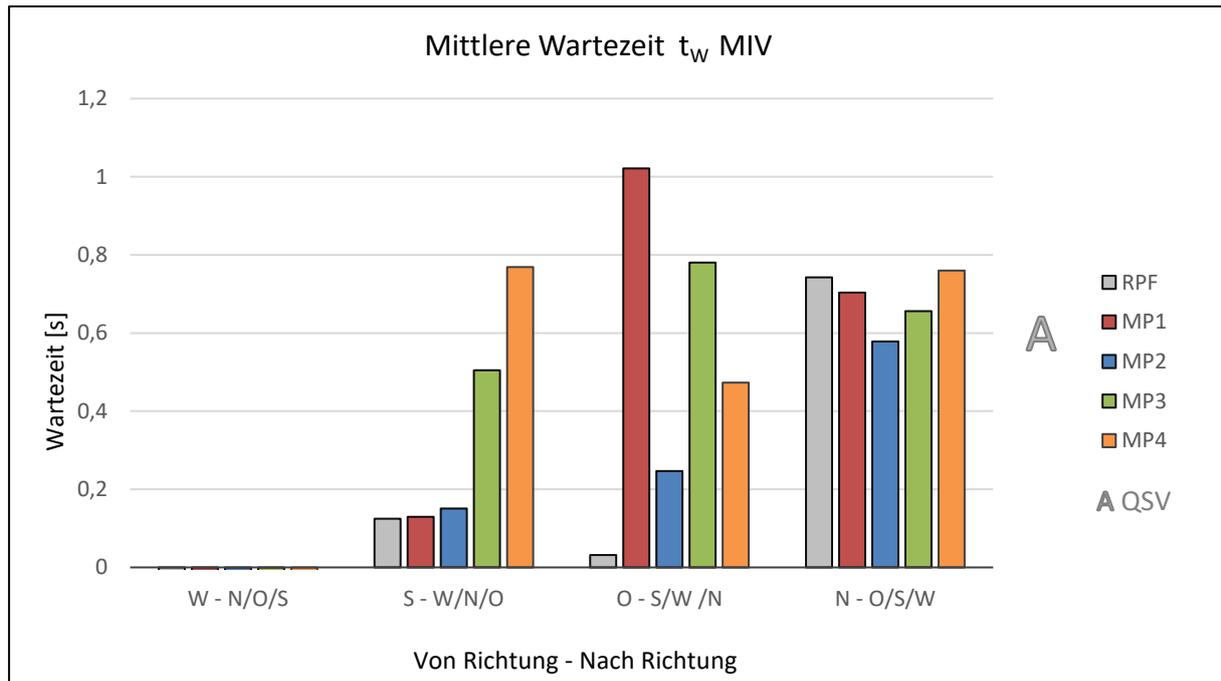


Abb. 95: Mittlere Wartezeiten/QSV des MIV auf der Kreuzung Kerenstraße/Maximilianstraße

Was die die mittleren Wartezeiten betrifft lassen sich allerdings auch hier keine eindeutigen Verschlechterungen oder Verbesserungen feststellen. Alle Knotenarme befinden sich im Bereich von einer Sekunde Wartezeit oder weniger. Daher bleibt die QSV dieses Knoten über alle Planfallszenarien hinweg auf der Stufe A.

Kreuzung Praterstraße/Maximilianstraße

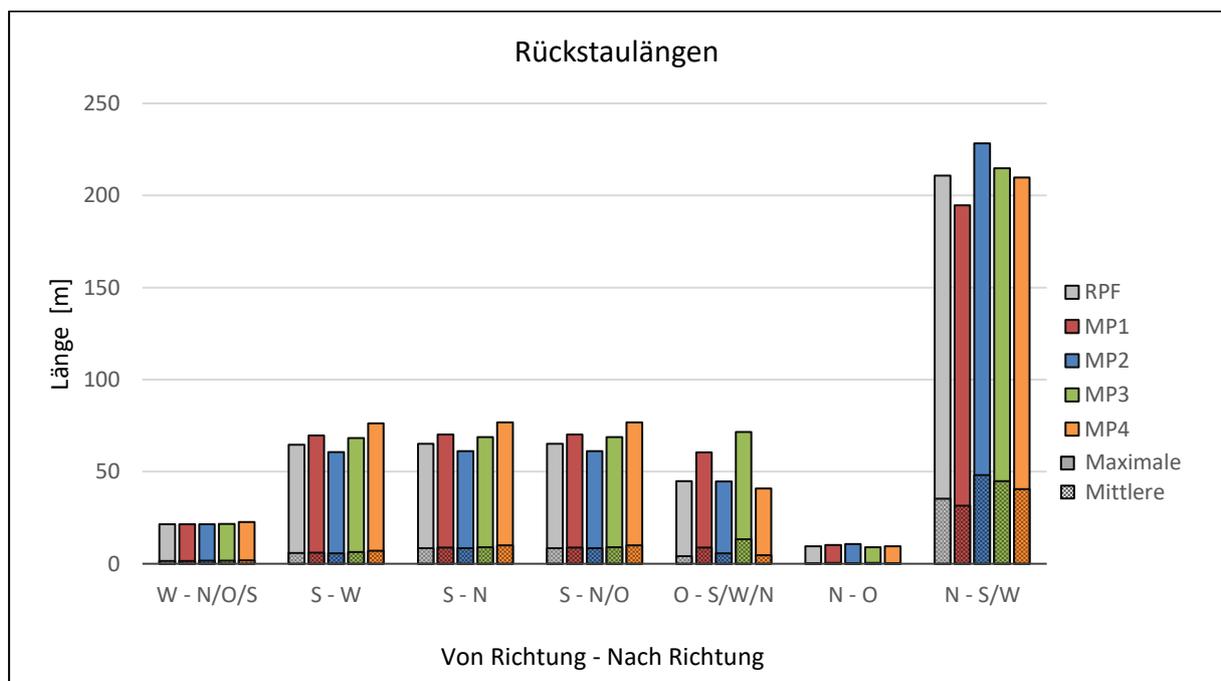


Abb. 96: Maximale und mittlere Rückstaulängen auf der Kreuzung Praterstraße/Maximilianstraße

An diesem signalgesteuerten Knotenpunkt geht bei Betrachtung der Abb. 97 eine klare Erhöhung der maximalen Staulängen der aus Süden kommenden Fahrstreifen in den Planfällen MP3 und MP4 hervor. Zusätzlich erfährt der von Osten kommende Fahrstreifen bei MP1 und MP3 relativ gesehen die größte Steigerung dieser auf bis zu 70 Meter.

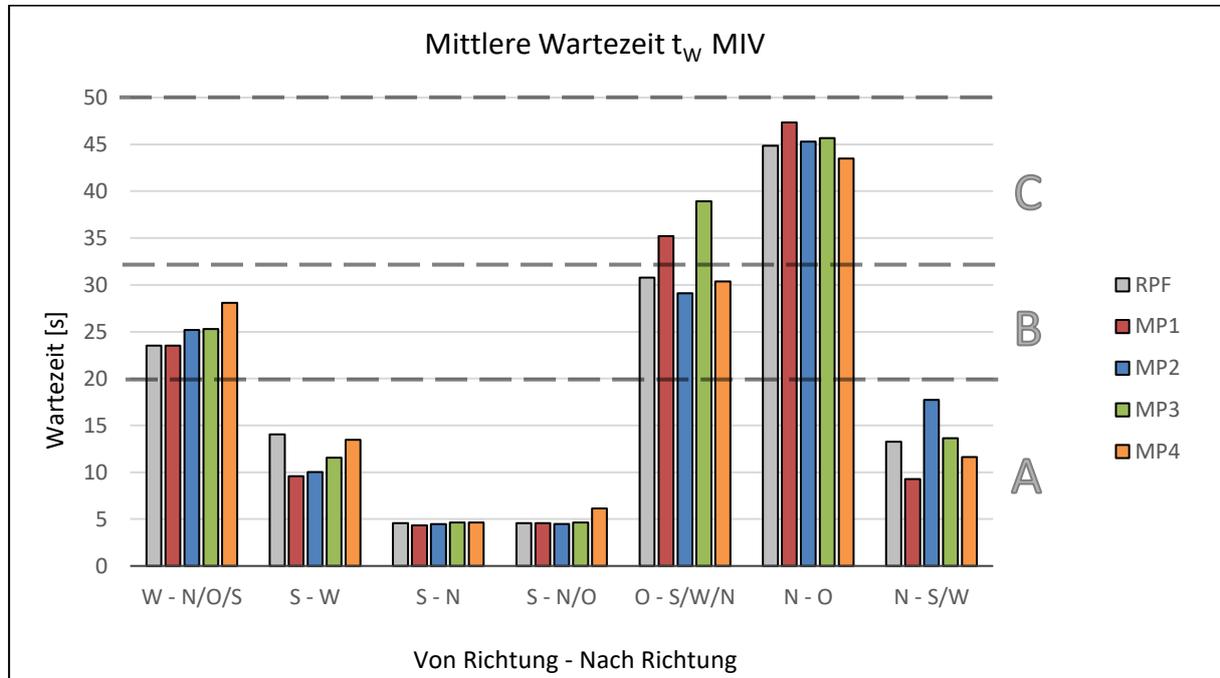


Abb. 97: Mittlere Wartezeiten/QSV des MIV auf der Kreuzung Praterstraße/Maximilianstraße

Gleichermaßen zeigt sich die mittlere MIV-Wartezeit auf dem östlichen Fahrstreifen mit erhöhten Werten. Im ersten und dritten Maßnahmenplanfall steigt diese um rund 40 Sekunden. Dadurch käme es auf diesem Fahrstreifen zu einer Verschlechterung der QSV von Stufe B nach C. Dennoch sind die Wartezeiten des von Norden kommenden Linksabbiegers (N-O) für die QSV C an diesem Knotenpunkt maßgebend und zeigen keine deutliche Veränderung über die Planfälle hinweg.

5.2.4 Reisezeitmessungen

Als nächstes folgt die Analyse der Reisezeiten gewisser MIV- und ÖV Ströme bezüglich ihrer Mittelwerte, Mediane und Streumaße. MIV-seitig werden dafür die zwei der leistungsfähigsten Verbindungsstrecken im Betrachtungsgebiet analysiert. In Nord-Süd Richtung stellt hier die Praterstraße die wohl wichtigste Verbindungsfunktion dar und wird deshalb bezüglich ihrer Reisezeiten untersucht. Auf der West-Ost Achse besitzt die Daniel-Gran-Straße eine zentrale Rolle und wird daher in die Untersuchung inkludiert. Bezüglich des ÖV werden drei Linienbündel definiert, welche die Reisezeiten mehrere Buslinien mit derselben Linienführung in diesem Abschnitt zusammenfassen. Eine bildliche Darstellung der Start- und Endpunkte sowie der Linienführung aller Reisezeitmessungen kann der Abb. 98 entnommen werden. Die Tabellen 45 und 46 fassen dann die wichtigsten Eckdaten der Reisezeitmessungen zusammen.

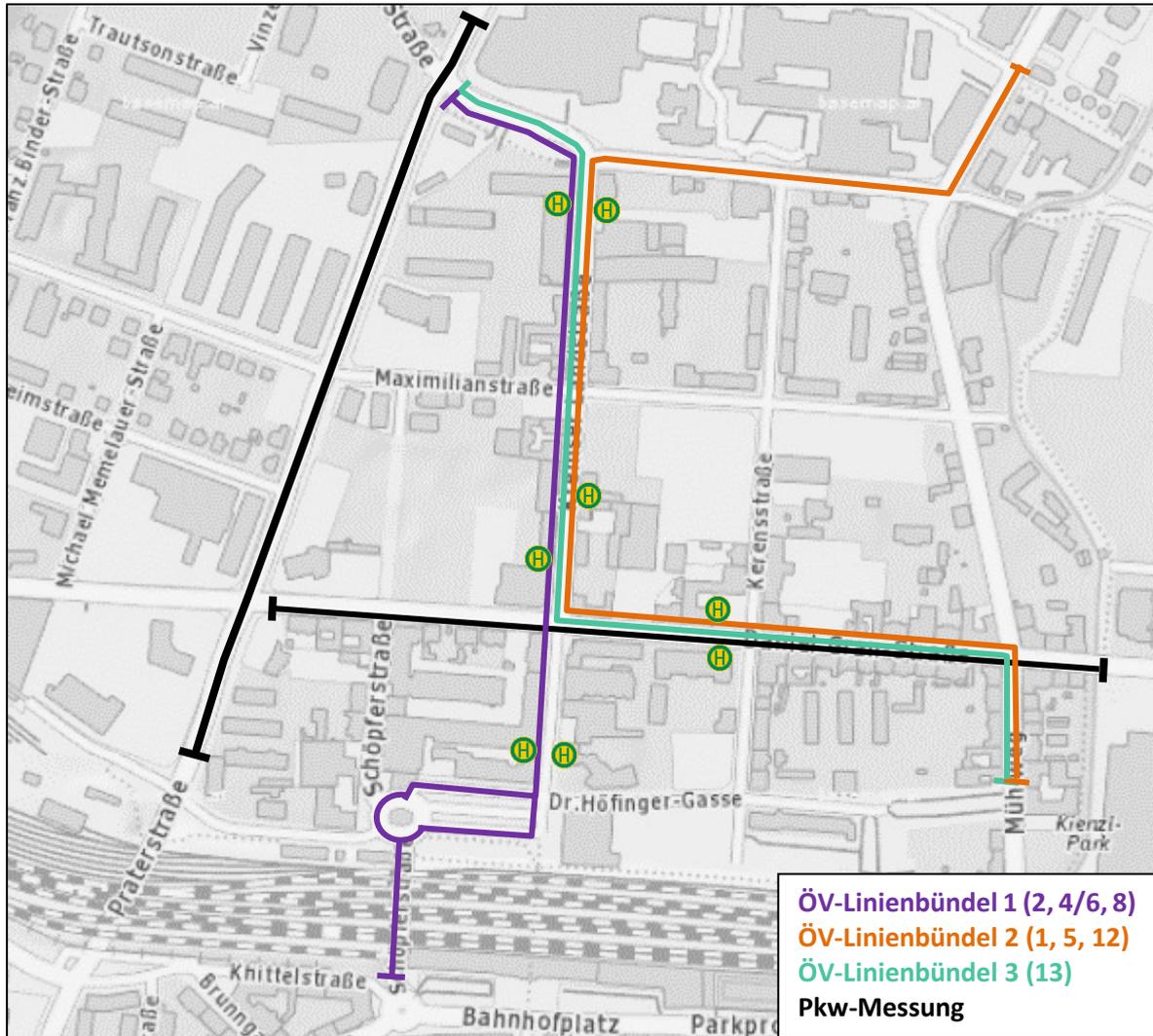


Abb. 98: Übersicht der Start- und Endpunkte sowie des Verlaufs der Reisezeitmessungen

Tabelle 45: Übersicht der MIV-Reisezeitmessungen

Strecke	Länge [m]	Anzahl Knotenpunkte	MessNr.	Richtung
Daniel-Gran-Straße	≈ 600	4	1	O-W
			2	W-O
L100 Praterstraße	≈ 600	3	3	N-S
			4	S-N

Tabelle 46: Übersicht der ÖV-Reisezeitmessungen

Linienbündel	Länge [m]	Anzahl Knotenpunkte	MessNr.	Richtung	Erfasste LUP Linien	Anzahl Haltestellen
1	≈ 790	5	5	N-S	2, 4, 8	3
			6	S-N	2, 6, 8	3
2	≈ 1100	7	7	N-S	1, 5, 12	3
			8	S-N	1, 5, 12	3
3	≈ 870	5	9	N-S	13	3
			10	S-N	13	3

Pkw Reisezeiten der Daniel-Gran-Straße

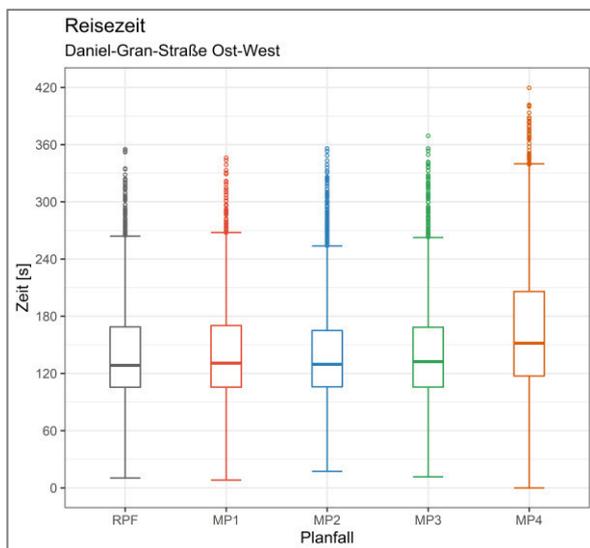


Abb. 99: Pkw-Reisezeitenverteilungen (Ost-West) auf der Daniel-Gran-Straße für alle Planfälle

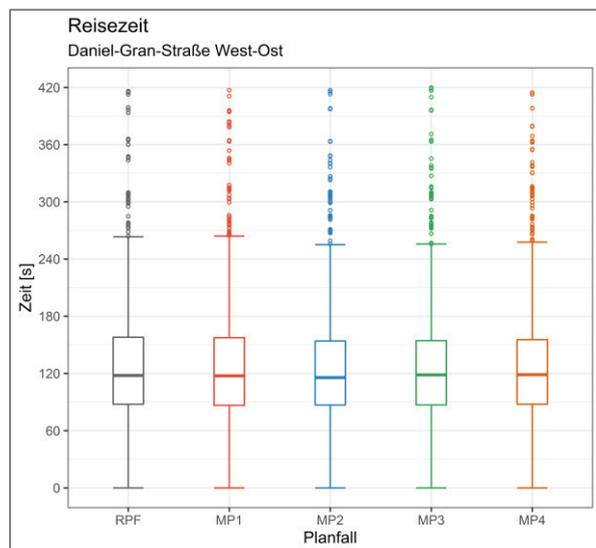


Abb. 100: Pkw-Reisezeitenverteilungen (West-Ost) auf der Daniel-Gran-Straße für alle Planfälle

Auf der Ost-West Verbindung der Daniel-Gran-Straße kann im vierten Planfall eine durchaus erhöhte Reisezeit sowie eine breitere Streuung dieser vernommen werden. Die Reisezeit steigt sowohl im Median als auch im Mittelwert um rund 25 Sekunden. Hingegen dazu zeigen die Ergebnisse des zweiten Maßnahmenplanfalls eine leicht reduzierte Reisezeit, aber auch eine kleinere Streuung.

In die einstreifige Gegenrichtung zeigen die Reisezeiten auf der Daniel-Gran-Straße über die Planfälle hinweg wenig Veränderungen hinsichtlich des Medians, Mittelwerts oder ihrer Streuung. Lediglich die Planfälle MP2, MP3 und MP4 weisen in diese Fahrtrichtung von Westen nach Osten eine etwas reduzierte Streuung auf.

Pkw Reisezeiten der L100 Praterstraße

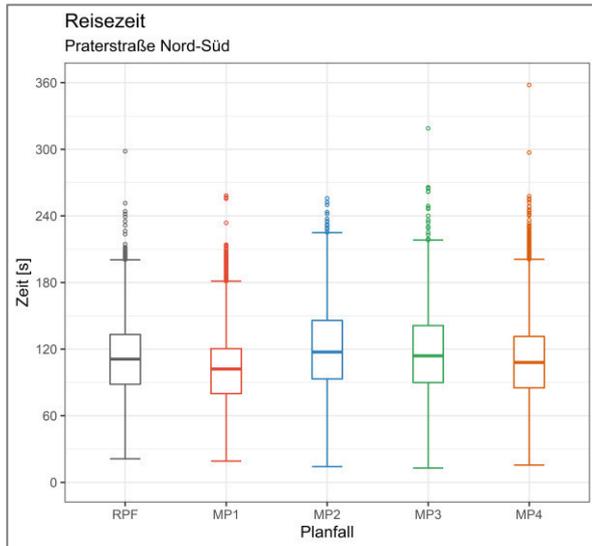


Abb. 101: Pkw-Reisezeitenverteilungen (Nord-Süd) auf der Praterstraße für alle Planfälle

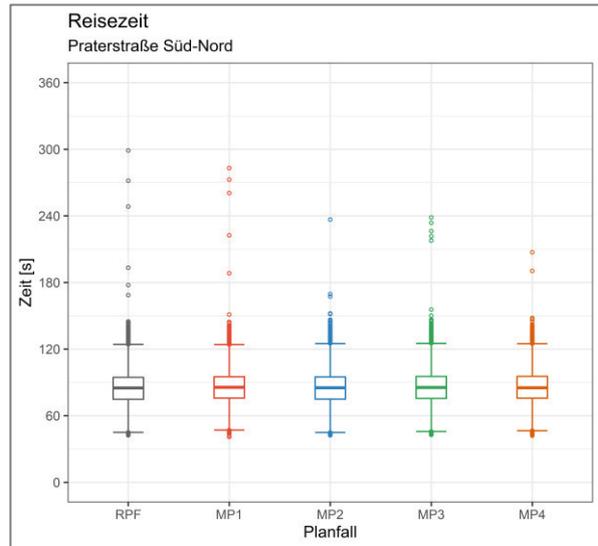


Abb. 102: Pkw-Reisezeitenverteilungen (Süd-Nord) auf der Praterstraße für alle Planfälle

Da die Praterstraße in Fahrtrichtung Norden durch ihre zweistreifige Fahrbahn nur relativ schwach ausgelastet ist, zeigen die Reisezeitergebnisse dort auch eine sehr geringe Streuung in allen Planfällen. Dementsprechend sind auch die Mittelwerte der Fahrzeugreisezeiten in Richtung Norden geringer und zeigen nur wenig Veränderung durch die umgesetzten Maßnahmen aufgrund der leichten Auslastung. Die Gegenrichtung von Norden nach Süden ist deutlich mehr ausgelastet und zeigt durch die zusätzlichen Verkehrsbelastungen in den Maßnahmenplanfällen 2 und 3 mit zusätzlichen fünf bis zehn Sekunden erhöhte Reisezeiten. Hingegen dazu können im ersten und vierten Maßnahmenplanfall sogar leichte Verbesserungen hinsichtlich der Reisezeit auf der Nord-Süd Verbindung der Praterstraße erreicht werden. MP1 verfügt hierbei neben der um zwölf Sekunden reduzierten Reisezeit auch noch über eine spürbar geringere Streuung.

ÖV-Linienbündel 1

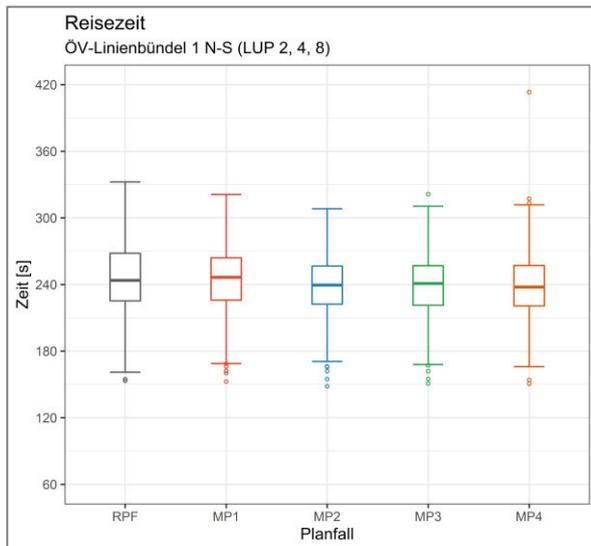


Abb. 103: ÖV-Reisezeitenverteilungen (Nord-Süd) des Linienbündel 1 für alle Planfälle

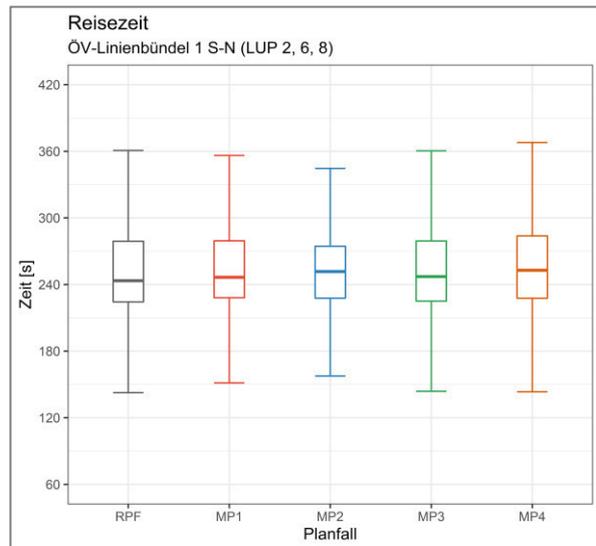


Abb. 104: ÖV-Reisezeitenverteilungen (Süd-Nord) des Linienbündel 1 für alle Planfälle

Das erste ÖV-Linienbündel zeigt im zweiten Planfall sowohl in Fahrtrichtung Norden, als auch Süden eine schmalere Streuung. Zudem können in MP3 und MP4 ebenfalls leichte Reduktionen der Streuung und der Reisezeiten in Fahrtrichtung Süden vermerkt werden. Der erste Maßnahmenplanfall weist zwar auch eine geringere Streuung der Reisezeiten auf, liegt jedoch im Mittel in beide Fahrtrichtungen am höchsten. Generell zeigen sich die Streuungen mit einer maximalen Änderung der Standardabweichung von neun Sekunden (MP2) als relativ gering.

ÖV-Linienbündel 2

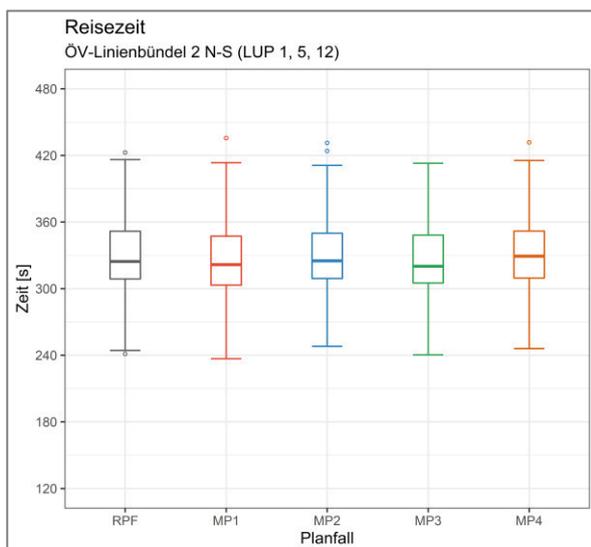


Abb. 105: ÖV-Reisezeitenverteilungen (Nord-Süd) des Linienbündel 2 für alle Planfälle

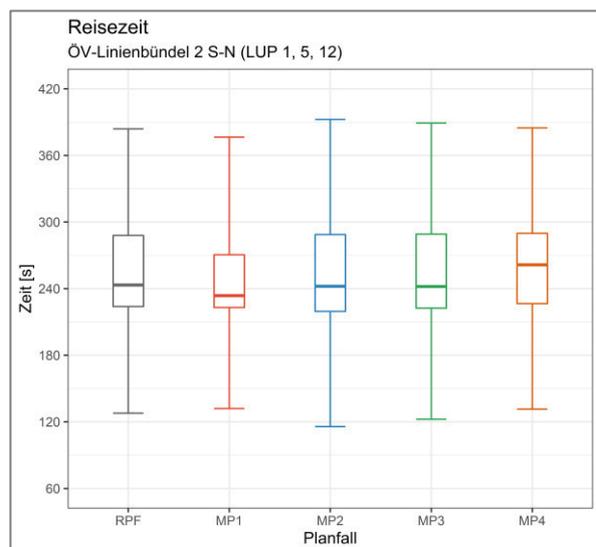


Abb. 106: ÖV-Reisezeitenverteilungen (Süd-Nord) des Linienbündel 2 für alle Planfälle

Ähnlich dem ersten Linienbündel ist auch bei dem Linienbündel 2 die Streuung der nach Norden fahrenden Fahrzeuge größer als jene der Gegenrichtung. Während weder die Mittelwerte, Mediane oder Streumaße deutliche Veränderungen in Fahrtrichtung Süden aufweisen, zeigt sich die Ergebnisse des Maßnahmenplanfall 1 in Fahrtrichtung Norden mit einer durchaus reduzierten mittleren Reisezeit und leicht verminderten Streuung. Somit können in diesem Planfall und in dieser Richtung rund 15 Sekunden Reisezeit sowie zehn Sekunden Standardabweichung eingespart werden. Maßnahmenplanfall 4 weist allerdings in Fahrtrichtung Norden mit zusätzlichen 15 Sekunden mittlerer Reisezeit eher höhere Werte verglichen zum Referenzplanfall auf.

ÖV-Linienbündel 3

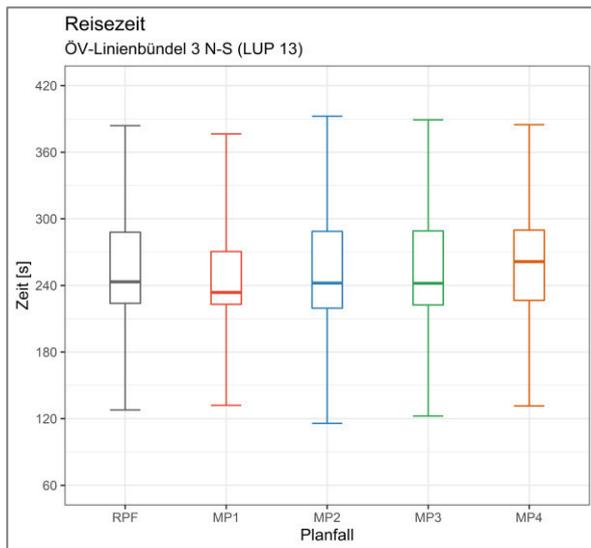


Abb. 107: ÖV-Reisezeitenverteilungen (Nord-Süd) des Linienbündel 3 für alle Planfälle

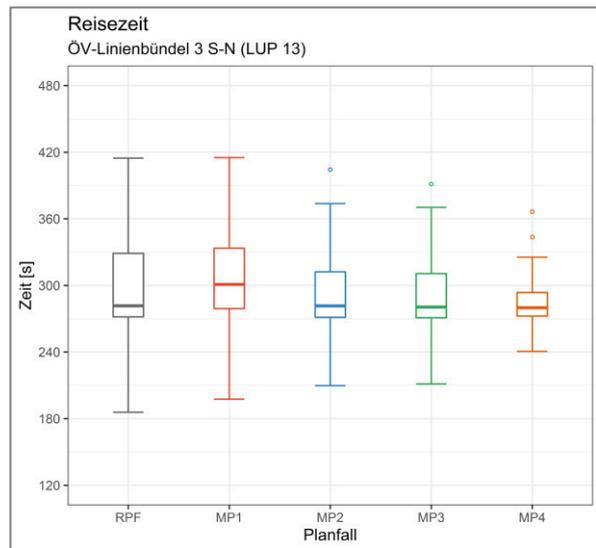


Abb. 108: ÖV-Reisezeitenverteilungen (Süd-Nord) des Linienbündel 3 für alle Planfälle

Das dritte Linienbündel, welches lediglich die LUP-Linie 13 beschreibt, zeigt in Fahrtrichtung Süden keine eindeutigen Veränderungen der Streuungen über alle Planfälle hinweg. Allerdings weist der Maßnahmenplanfall 1 dort mit rund zehn Sekunden weniger als der Referenzplanfall die geringste Reisezeit auf, wohingegen der vierte Planfall mit zusätzlichen 13 Sekunden im Mittel die höchste Reisezeit besitzt.

Von Süden nach Norden kann mit einer Abnahme von 30 Sekunden der Standardabweichung vor allem im Maßnahmenplanfall 4 eine deutliche Reduktion der Streuung für die Linie 13 erreicht werden. Auch MP2 oder MP3 zeigen Standardabweichungen, welche um rund 10 Sekunden kleiner sind als jene des Referenzplanfalls. Die Reisezeit verändert sich im Mittel jedoch nur im ersten Maßnahmenplanfall und steigt dabei um rund acht Sekunden.

5.3 Bewertungsmatrix

All die in den Kapiteln 5.1 und 5.2 dargelegten Ergebnisse der makro- und mikroskopischen Verkehrsmodelle sollen nun einander gegenübergestellt werden, um jenen Planfall zu bestimmen, der sich anhand der Berechnungen als bester erweist. Dafür werden zum einen quantitative Kenngrößen und zum anderen qualitative Faktoren der Planfälle in einer Bewertungsmatrix gegenübergestellt. Dadurch wird jeder Planfall mit allen anderen paarweise verglichen. Letztendlich stellt sich ein Planfall als bester heraus.

Als quantitative Kenngrößen werden einerseits die mittleren Rückstaulängen, sowie die mittleren Wartezeiten MIV- und ÖV-seitig verglichen. Jene drei Ergebnisgrößen sollen den Verkehrszustand im gesamten Betrachtungsgebiet abbilden, weswegen diese für jeden einzelnen Planfall über alle Fahrstreifen (kleinste Auflösung der Ergebnisse) aufsummiert werden. So stellt Tabelle 47 einen Vergleich der Summen dieser Kenngrößen für alle untersuchten Fahrstreifen dar. Zudem wird die an Zahl der vorliegenden QSV der Knotenpunkte anhand eines Durchschnittswerts miteinander verglichen, welche in Tabelle 48 zu finden ist.

Tabelle 47: Vergleich der Summen über alle berechneten Fahrstreifen der mittleren Rückstaulänge, der mittleren MIV-Wartezeiten und der mittleren ÖV-Wartezeiten

	Mittlere Staulänge		Mittl. Wartezeiten MIV		Mittl. Wartezeiten ÖV	
RPF	1098		1242		329	
MP1	948	-14%	1219	-2%	300	-9%
MP2	1076	-2%	1252	1%	323	-2%
MP3	1019	-7%	1229	-1%	312	-5%
MP4	993	-10%	1239	0%	297	-10%

Tabelle 48: Summe der QSV aller untersuchten Knotenpunkte

QSV	A	B	C	D	E	F	Ø
RPF	6	2	3	2	0	0	2,08
MP1	5	2	6	0	0	0	2,08
MP2	5	3	3	2	0	0	2,15
MP3	5	2	4	2	0	0	2,23
MP4	5	2	4	2	0	0	2,23

Andererseits werden für die quantitative Bewertung auch die Ergebnisse der Verkehrsverlagerungen des makroskopischen Verkehrsmodells betrachtet. Vor allem jene Verlagerungen, welche zu einer zusätzlichen Verkehrsbelastung auf der Kerensstraße führen, werden hier als negativ gewertet, da somit der Charakter dieser als Wohnstraße eingeschränkt werden würde. Tabelle 49 zeigt die Belastung über beide parallellaufenden Abschnitte der Kerensstraße gemittelt in Fahrtrichtung Norden und Süden.

Tabelle 49: Streckenbelastung der Kerensstraße in allen Planfällen.

	Kerensstraße Ri. Norden		Kerensstraße Ri. Süden	
RPF	610		1910	
MP1	1000	64%	1970	3%
MP2	610	0%	2620	37%
MP3	960	57%	2650	39%
MP4	930	52%	2810	47%

Als qualitative Bewertungsgrößen kann eine Vielzahl an möglichen Faktoren der Verkehrsberuhigung ausgewählt werden. Für diese Bewertung werden jene ausgewählt, welche die wesentlichen Ziele und eventuelle Kritikpunkte einer Umweltverbundachse abbilden. Diese sind die Verkehrssicherheit bzw. die Attraktivität für langsame Verkehrsteilnehmer, die Erreichbarkeit und die gestalterischen Möglichkeiten zur Aufwertung der öffentlichen Raumaufenthaltssfunktion.

Eine ausführliche Bewertung der quantitativen und qualitativen Größen befindet sich in Tabelle 50. Bei der paarweisen Gegenüberstellung zweier Planfälle werden alle Aspekte gleichermaßen gewertet, wodurch jener mit den meisten Vorteilen aller Kategorien gewinnt. Als ganz klarer Favorit geht dabei der Maßnahmenplanfall 1 hervor, welcher gegen jeden anderen Planfall in Summe ungeschlagen ist.

Tabelle 50: Bewertungsmatrix quantitativer und qualitativer Faktoren der Planfälle

	Kriterium	RPF	MP1	MP2	MP3	MP4
RPF	Mittlere Rückstaulänge		MP1 150m (14%) weniger	MP2 22m (2%) weniger	MP3 79m (7%) weniger	MP4 105m (10%) weniger
	MIV-Wartezeiten		MP1 23s (2%) weniger	RPF 10s (1%) weniger	MP3 13s (1%) weniger	MP4 3s (0%) weniger
	ÖV-Wartezeiten		MP1 29s (9%) weniger	MP2 6s (2%) weniger	MP3 17s (5%) weniger	MP4 32s (10%) weniger
	QSV-Stufen		ex aequo	RPF im Schnitt 0,07 kleiner	RPF im Schnitt 0,15 kleiner	RPF im Schnitt 0,15 kleiner
	Verkehr auf Kerensstraße		RPF 450 Fahrten weniger	RPF 710 Fahrten weniger	RPF 1090 Fahrten weniger	RPF 1220 Fahrten weniger
	Verkehrssicherheit		MP1 (weniger Konfliktpunkte, sichereres Überholen von Radfahrern)	MP2 (weniger Konfliktpunkte, sichereres Überholen von Radfahrern)	MP3 (weniger Konfliktpunkte, sichereres Überholen von Radfahrern)	MP4 (weniger Konfliktpunkte, Kein Überholen von Radfahrern durch MIV)
	Gestalterische Möglichkeit		MP1	MP2	MP3	MP4
	Erreichbarkeit		RPF (alle Möglichkeiten)	RPF (alle Möglichkeiten)	RPF (alle Möglichkeiten)	RPF (alle Möglichkeiten)
MP1	Mittlere Rückstaulänge	Sym.		MP1 128m (12%) weniger	MP1 71m (7%) weniger	MP1 45m (4%) weniger
	MIV-Wartezeiten			MP1 33s (3%) weniger	MP1 10s (1%) weniger	MP1 20s (2%) weniger
	ÖV-Wartezeiten			MP1 23s (7%) weniger	MP1 12s (4%) weniger	MP4 3s (1%) weniger
	QSV-Stufen			MP1 im Schnitt 0,07 kleiner	MP1 im Schnitt 0,15 kleiner	MP1 im Schnitt 0,15 kleiner
	Verkehr auf Kerensstraße			MP1 260 Fahrten weniger	MP1 640 Fahrten weniger	MP1 770 Fahrten weniger
	Verkehrssicherheit			MP1 (weniger Konfliktpunkte in Klinikumsnähe)	MP3 (weniger Konfliktpunkte, sichereres Überholen von Radfahrern)	MP4 (weniger Konfliktpunkte, Kein Überholen von Radfahrern durch MIV)
	Gestalterische Möglichkeit			MP1 (Platzartige Gestaltungsmöglichkeit bei Hippolyt Apotheke)	MP3 (Potential in zwei statt einem Abschnitt)	MP4 (Potential in zwei statt einem Abschnitt)
	Erreichbarkeit			ex aequo	MP1	MP1
MP2	Mittlere Rückstaulänge	Sym.	Sym.		MP3 57m (5%) weniger	MP4 83m (8%) weniger
	MIV-Wartezeiten				MP3 23s (2%) weniger	MP4 13s (1%) weniger
	ÖV-Wartezeiten				MP3 11s (3%) weniger	MP4 26s (8%) weniger
	QSV-Stufen				MP2 im Schnitt 0,08 kleiner	MP2 im Schnitt 0,08 kleiner
	Verkehr auf Kerensstraße				MP2 380 Fahrten weniger	MP2 510 Fahrten weniger
	Verkehrssicherheit				MP3 (weniger Konfliktpunkte, sichereres Überholen von Radfahrern)	MP4 (weniger Konfliktpunkte, Kein Überholen von Radfahrern durch MIV)
	Gestalterische Möglichkeit				MP3 (Potential in zwei statt einem Abschnitt)	MP4 (Potential in zwei statt einem Abschnitt)
	Erreichbarkeit				MP1	MP2

Ergebnisse

MP3	Mittlere Rückstaulänge	Sym.	Sym.	Sym.		MP3 26m (3%) weniger
	MIV-Wartezeiten					MP3 10s (1%) weniger
	ÖV-Wartezeiten					MP4 15s (5%) weniger
	QSV-Stufen					ex aequo
	Verkehr auf Kerensstraße					MP3 130 Fahrten weniger
	Verkehrssicherheit					MP4 (weniger Konfliktpunkte, Kein Überholen von Radfahrern durch MIV
	Gestalterische Möglichkeit					MP4 (Mehr verfügbare Fläche)
	Erreichbarkeit					MP3
MP4	Mittlere Rückstaulänge	Sym.	Sym.	Sym.	Sym.	
	MIV-Wartezeiten					
	ÖV-Wartezeiten					
	QSV-Stufen					
	Verkehr auf Kerensstraße					
	Verkehrssicherheit					
	Gestalterische Möglichkeit					
	Erreichbarkeit					

6 Zusammenfassung und Ausblick

In dieser Arbeit werden die verkehrlichen Auswirkungen einer Umweltverbundachse am realitätsnahen Beispiel der Kremser Landstraße in der Stadt St. Pölten untersucht. Nach einer einleitenden Beschreibung der Grundproblematik und dem Begriff einer Umweltverbundachse allgemein wurden mithilfe von zwei verschiedenen Verkehrsmodellen vier verkehrsplanerischen Ausführungsmöglichkeiten bzw. Maßnahmenplanfälle auf der Kremser Landstraße analysiert und bewertet.

Im ersten Schritt wurde somit ein makroskopisches Verkehrsmodell herangezogen, welches bereits im Jahr 2012 von Fellendorf et al. [2014] im Zusammenhang mit dem damaligen GVK für St. Pölten und deren umliegenden Gemeinden erstellt worden ist. Bevor mit jenem allerdings gearbeitet werden konnte, musste eine Modellaktualisierung durchgeführt werden, bei welcher die Raumstrukturdaten sowohl angebots- als auch nachfrageseitig auf den Stand von 2018 gebracht wurden. Danach erfolgte als größter Teil dieser Arbeit die Kalibration des makroskopischen Verkehrsmodells bezüglich der Reiseweitenverteilung, des Modalsplits und der Streckenbelastungen sowie Knotenstrombelastungen. Dadurch konnten die Qualität und Aussagekraft des makroskopischen Verkehrsmodells maßgeblich gesteigert werden. Nach diesen Arbeitsschritten konnte eine Verkehrsstromanalyse für jeden Maßnahmenplanfall durchgeführt werden, bei welcher speziell die Verkehrsverlagerungen auf die umliegenden Streckenzüge ermittelt wurden.

Anschließend wurden diese zuvor berechneten Streckenbelastungen und Verkehrsströme in eine neu erstellte Verkehrsflusssimulation übertragen. Für den Aufbau des Modells konnte das grobe Streckennetz mithilfe einer Export-Funktion aus dem makroskopischen Verkehrsmodell übernommen werden, welches in vielerlei Hinsicht noch an Nachbearbeitung bedurfte. Daher wurden zusätzliche Informationen über Signalsteuerungen, ÖV-Haltezeiten, Fahrstreifenbreiten und weiterer Netzeigenschaften gesammelt und in dieses eingepflegt. Mit dieser Verkehrsflusssimulation konnte nun ein Leistungsfähigkeitsnachweis der einzelnen Streckenzüge und Knotenpunkte erfolgen. Durch dieses Simulieren der einzelnen Verkehrsteilnehmer und deren Fahrverhalten konnten Aussagen zur Flüssigkeit der Verkehrszustände im Netz zufolge der neuen Verkehrsströme getroffen werden.

Die Ergebnisse beider Verkehrsmodelle wurden dann anhand quantitativer sowie qualitativer Faktoren für die zu untersuchenden Planfälle ausgewertet und miteinander verglichen. Als quantitative Einflussgrößen wurden die Ergebnisse aller Berechnungen aufbereitet. Diese stellen beispielsweise Rückstaulängen, Reisezeiten oder Belastungsveränderungen einzelner Strecken dar. Qualitativ flossen in die Bewertung jene Aspekte mit ein, welche sich nicht direkt anhand von Zahlen ausdrücken lassen, wie beispielsweise die Verkehrssicherheit oder die Möglichkeit zur Verbesserung der Raumaufhaltungsfunktion. In einer Bewertungsmatrix wurden anschließend alle zu untersuchenden Planfälle zufolge quanti- sowie qualitativer Einflüsse einander gegenübergestellt. Bei dieser Arbeit flossen alle betrachteten Aspekte mit derselben Gewichtung in die Bewertung ein, wobei sich der Maßnahmenplanfall 1, bei welchem im nördlichsten Abschnitt der Kremser Landstraße eine Einbahn in Fahrtrichtung Süden ausgeführt wird, als bester Planfall herausstellte. Dennoch zeigte sich anhand der Berechnungen, dass es in keinem der untersuchten Planfälle zu einer nicht tragbaren Verkehrsbelastung im gesamten System kommt und somit die Möglichkeit zur Umsetzung aller Maßnahmenplanfälle gegeben ist.

Mit Vorsicht sollten jedoch alle Ergebnisse der mikroskopischen Verkehrsflusssimulation betrachtet werden. Durch das Umsetzen verschiedener Einbahnsituationen und Fahrverboten auf der Kremser

Landstraße verändern sich in den Maßnahmenplanfälle gewisse Verkehrsströme im betrachteten Gebiet oder fallen gar ganz weg. Deswegen sollten die Signalprogramme an den Knotenpunkten dementsprechend angepasst bzw. optimiert werden. In dieser Untersuchung wurden allerdings trotz der veränderten Verkehrsströme alle Signalprogramme, wie im Referenzplanfall, bei der aktuellen Steuerung aus dem Jahr 2018 belassen. Somit sind die Ergebnisse der mikroskopischen Verkehrsflusssimulation, also Rückstaulängen, Wartezeiten und Reisezeiten als „worst case“ aufzufassen, die sich bei keiner Anpassung der Signalprogramme ergeben. Jegliche Verbesserung der Signalsteuerung führt auch gleichermaßen zu einer Förderung der Flüssigkeit sowie der Qualität des Verkehrs im betrachteten Bereich.

Ebenso könnten durch zusätzliche Begleitmaßnahmen auf der parallellaufenden sensiblen Wohnstraße (Kerensstraße) im Sinne einer Verkehrsberuhigung die Streckenwiderstände etwas erhöht werden, um die Verkehrsströme auf andere leistungsfähigere Strecken zu lenken. Beispielsweise die Dämpfung der Geschwindigkeit durch Änderung der Straßenflächenaufteilung sowie Einfügen von weiteren Grünflächen könnte dabei als mögliche Maßnahme betrachtet werden.

Daneben ist bei der Bewertung der Maßnahmenplanfälle zufolge der qualitativen Einflussgrößen die Gleichgewichtung dieser bei der Bewertungsmatrix zu hinterfragen. Aspekte der Verkehrssicherheit oder die Möglichkeiten zur Aufwertung des öffentlichen Raums können bei der Auswahl des besten Planfalls durchaus mit höher Priorität einfließen als quantitative Verkehrskenngrößen. Abhängig davon, welcher verkehrspolitische Weg in einer Stadt eingeschlagen werden soll, können die einzelnen Ergebnisse auch verschieden gewichtet werden. Handelt man vorwiegend im Sinne einer Umweltverbundachse und versucht die positiven qualitativen Effekte dieser zu betonen, so wird die Flüssigkeit des MIV dem umgesetzten Maßnahmenplanfall entsprechend eingeschränkt. Je nachdem wie sehr dabei versucht wird den bestmöglichen Verkehrszustand zu erreichen, kann andererseits die Relevanz der Umweltverbundachse in den Hintergrund gerückt werden.

Gleichermaßen ist bei einer solchen Bewertung auch die Priorität einzelner Knotenpunkte oder Straßen differenziert zu betrachten. Bei der Evaluierung der Belastungssteigerung von Streckenzügen und Knoten, welche in der Regel eine verbindende Funktion aufweisen, können oft größere Zunahmen in Kauf genommen werden als bei Erschließungsstraßen, welche meist einen wohnlichen Charakter mit sich ziehen.

Eine Gesamtbetrachtung aller für die Entscheidung der Stadt wichtigen verkehrlichen Aspekte und eine abgestimmte Gewichtung dieser ist somit bei der Auswertung der hier berechneten Ergebnisse unerlässlich. Folglich kann es zu einem anderen Gesamtergebnis als dem hier ermittelten MP1 bezüglich des besten Maßnahmenplanfalls kommen. All diese hier aufgezeigten Punkte konnten in einer finalen Besprechung gemeinsam mit der Stadtverwaltung St. Pöltens im November 2019 diskutiert werden. Somit sollte die endgültige Wahl des umzusetzenden Planfalls anhand der verkehrspolitischen Interessen dieser und zufolge der gesetzten Schwerpunkte des GVK St. Pöltens getroffen werden.

Literaturverzeichnis

- Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-Aktiengesellschaft (ASFINAG) (2019): *Verkehrszählung* [online] <https://www.asfinag.at/verkehr/verkehrszaehlung/> [25.05.2019].
- Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort (2019): *Gesamte Rechtsvorschrift für Straßenverkehrsordnung 1960*. StF: BGBl. Nr. 159/1960 (NR: GP IX RV 22 AB 240 S. 36. BR: S. 163.) Wien 2019.
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2017): *Umweltverbund* [online] <https://www.forschungsinformationssystem.de/servlet/is/21907/> [17.03.2019].
- Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (2016): *Ergebnisbericht zur österreichweiten Mobilitätserhebung „Österreich unterwegs 2013/2014“*. Abteilung II / Infra 2: Infrastrukturplanung, Wien, 2017.
- Buß, E. (2018): *Stärkung fahrradfreundlicher Strukturen – Gedanken zur Landesentwicklung*. Stadt Luckenwalde, Stadtplanungsamt, Potsdam 2018.
- Collin, H. (1995): *Verkehrsberuhigung*. In: Steierwald et. al.: *Straßenverkehrsplanung – Grundlagen, Methoden, Ziele*. Seite 544-563, Springer, 1. Auflage, ISBN 3-540-57062-4, Berlin 2005.
- Collin, H. (2005): *Erhebung zur Verkehrsnachfrage*. In: Steierwald et. al.: *Straßenverkehrsplanung – Grundlagen, Methoden, Ziele*. Seite 80-133, ISBN 3-540-40588-7, Springer, 2. Auflage, Berlin 2005.
- Fellendorf, M.; Haberl, M.; Rosinak, W.; Wurz O. (2014): *Generalverkehrskonzept St. Pölten*. Rosinak & Partner; Technische Universität Graz, St. Pölten 2014.
- Fellendorf, M.; Haberl, M.; Rosinak, W.; Wurz, O. (2014): *Generalverkehrskonzept St. Pölten, Anlage 1: Verkehrsmodell für die Stadt St. Pölten*. Rosinak & Partner; Technische Universität Graz, St. Pölten 2014.
- Fellendorf, M.; Van Dulmen, A. (2018): *Verkehrsplanung Skriptum*. Institut für Straßen- und Verkehrswesen; Technische Universität Graz, 2018.
- Fellendorf, M; Vortisch, P. (2010): *Microscopic Traffic Flow Simulation VISSIM*. In: Barceló, J.: *Fundamentals of Traffic Simulation*. Springer, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona 2010.

- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2015): *Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen*. Teil S – Stadtstraßen, ISBN 978-3-86446-103-3, Köln 2015
- Füsser, K. (1997): *Stadt, Straße und Verkehr, Ein Einstieg in die Verkehrsplanung*. 1. Auflage, ISBN 978-3-322-90477-5, Vieweg Braunschweig 1997
- Geschäftsstelle der Österreichischen Raumordnungskonferenz (2019): *ÖROK Prognosen* [online] <https://www.oerok.gv.at/raum-region/daten-und-grundlagen/oerok-prognosen/oerok-prognosen-2010.html> [10.04.2019]
- Gmoser, C. (2012): *Aufbau eines maßnahmensensitiven multimodalen Verkehrsmodells für die Stadt St. Pölten*. Masterarbeit, Technische Universität Graz, 2012.
- Google (2019): *Google Maps* [online] <https://www.google.com/maps/@48.2107482,15.6275079,704m/data=!3m1!1e3> [20.08.2019].
- Gwiasda, P. (2014): *Radverkehr in der Kölner Innenstadt, Von der Netzfindung zum Maßnahmenprogramm*. Planungsbüro VIA eG, Köln 2014
- Hensher, D.; Button, K. (2008): *Handbook of Transport Modelling, Second Edition*. 2. Auflage, ISBN 978-0-08-045376-7, Elsevier, Oxford 2008.
- Ortúzar, J.; Willumsen, L. (2011): *Modelling Transport, Fourth Edition*. 4. Auflage, ISBN 978-0-470-76039-0, Chichester 2011.
- Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene - Verkehr (2007): *Plangleiche Knoten - Kreuzungen, T-Kreuzungen, RVS 03.05.12*. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technik, Wien 2007.
- Ptv AG (2016): *Visum 17 – Grundlagen*, Karlsruhe 2016
- Ptv AG (2011): *Vissim 10 – Grundlagen*, Karlsruhe 2011
- Richard, J.; Steven, H. (2000): *Planungsempfehlungen für eine umweltentlastende Verkehrsberuhigung, Minderung von Lärm- und Schadstoffemissionen an Wohn- und Verkehrsstraßen*. ISSN 1862-4804. Umweltbundesamt Deutschland, Berlin 2000.
- Schnabel, W.; Lohse, D. (2011): *Grundlagen der Straßenverkehrstechnik und Verkehrsplanung*. Band 2 Verkehrsplanung, Berlin, 3. Auflage 2011.
- Schwedes, O.; Canzler, W.; Knie, A. (2016): *Handbuch Verkehrspolitik*. 2. Auflage, ISBN 978-3-658-04692-7, Springer, Berlin 2016.

Stadt Wien und Österreichische Länder bzw. Ämter der Landesregierung (2019): *Basemap* [online] [https://www.basemap.at/application/index.html#{"center": \[1739552.272952264, 6142005.584355281\], "zoom": 17.71708017246386, "rotation": 0, "layers": "000100000000"}](https://www.basemap.at/application/index.html#{) [20.08.2019].

STATISTIK AUSTRIA (2019): *Bevölkerungsprognosen* [online] http://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/bevoelkerung/demographische_prognosen/bevoelkerungsprognosen/index.html [10.04.2019]

STATISTIK AUSTRIA (2018): *Wohnsituation* [online] http://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/wohnen/wohnsituation/index.html

Steierwald, G.; Künne, H.; Vogt, W. (2005): *Stadtverkehrsplanung – Grundlagen, Methoden, Ziele*. ISBN 978-3-540-27010-2, Springer, Heidelberg 2005.

Transportation Research Team (2010): *Highway Capacity Manual, Volume 3: Interrupted Flow*. ISBN 978-0-309-16080-3, National Academy of Sciences, Washington 2010.

Trapp, R. (2006): *Hinweise zur mikroskopischen Verkehrsflusssimulation, Grundlagen und Anwendung*. ISBN 3-9397-5-11-5, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln 2006.

TU Graz ISV, & verkehrplus. (2011). *GUARD: Guaranteed Ride Home*. Forschungsprojekt der Programmlinie IV2Splus; Fördergeber: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie.

Verkehrsverbund Ost-Region (2018): *Lup Stadtbus St. Pölten, Fahrplan 2019*, St. Pölten 2018.

Anhang

Anhang 1: Zuordnung der Verkehrsbezirke im Modell lt. ÖROK

Tabelle 51: Zuordnung der Verkehrsbezirke des Verkehrsmodells zu den politischen Bezirken

polit. Bezirk lt. ÖROK	Kennzahl lt. ÖROK	Bezirksname VM	Bezirks Nr. VM
Krems an der Donau (Stadt)	3010	Krems	30102
Krems an der Donau (Stadt)	3010	Krems	30103
Krems an der Donau (Stadt)	3010	Krems	30104
Krems an der Donau (Stadt)	3010	Krems	30105
Krems an der Donau (Stadt)	3010	Krems	30106
Krems an der Donau (Stadt)	3010	Krems	30107
Krems (Land)	3130	Aggsbach	31301
Krems (Land)	3130	Bergern/Dunkelsteinerwald	31303
Krems (Land)	3130	Dürnstein	31304
Krems (Land)	3130	Grafenegg	31308
Krems (Land)	3130	Furth bei Göttweig	31309
Krems (Land)	3130	Gedersdorf	31310
Krems (Land)	3130	Maria Laach am Jauerling	31326
Krems (Land)	3130	Mautern an der Donau	31327
Krems (Land)	3130	Paudorf	31333
Krems (Land)	3130	Rohrendorf bei Krems	31337
Krems (Land)	3130	Rossatz	31338
Krems (Land)	3130	Spitz	31344
Krems (Land)	3130	Stratzing	31347
Krems (Land)	3130	Weißkirchen i.d.Wachau	31351
Lilienfeld	3140	Eschenau	31402
Lilienfeld	3140	Hainfeld	31403
Lilienfeld	3140	Lilienfeld	31407
Lilienfeld	3140	Rohrbach an der Gölsen	31410
Lilienfeld	3140	St.Veit an der Gölsen	31412
Lilienfeld	3140	Traisen	31413
Melk	3150	Bischofstetten	31504
Melk	3150	Dunkelsteinerwald	31507
Melk	3150	Hürm	31513
Melk	3150	Kilb	31514
Melk	3150	Loosdorf	31520
Melk	3150	Melk	31524
Melk	3150	Schönbühel-Aggsbach	31542
Melk	3150	Schollach	31543
Melk	3150	Emmersdorf an der Donau	31553
Sankt Pölten (Land)	3190	Böheimkirchen	31903
Sankt Pölten (Land)	3190	Brand-Laaben	31904
Sankt Pölten (Land)	3190	Gerersdorf	31907
Sankt Pölten (Land)	3190	Hofstetten-Grünau	31909
Sankt Pölten (Land)	3190	Hafnerbach	31910
Sankt Pölten (Land)	3190	Haunoldstein	31911

Sankt Pölten (Land)	3190	Herzogenburg	31912
Sankt Pölten (Land)	3190	Inzersdorf-Getzersdorf	31913
Sankt Pölten (Land)	3190	Kapelln	31915
Sankt Pölten (Land)	3190	Karlstetten	31916
Sankt Pölten (Land)	3190	Kasten bei Böheimkirchen	31917
Sankt Pölten (Land)	3190	Kirchstetten	31919
Sankt Pölten (Land)	3190	Markersdorf-Haindorf	31922
Sankt Pölten (Land)	3190	Michelbach	31923
Sankt Pölten (Land)	3190	Neidling	31925
Sankt Pölten (Land)	3190	Neulengbach	31926
Sankt Pölten (Land)	3190	Neustift-Innermanzing	31927
Sankt Pölten (Land)	3190	Nußdorf ob der Traisen	31928
Sankt Pölten (Land)	3190	Ober-Grafendorf	31929
Sankt Pölten (Land)	3190	Obritzberg-Rust	31930
Sankt Pölten (Land)	3190	Prinzersdorf	31932
Sankt Pölten (Land)	3190	Pyhra	31934
Sankt Pölten (Land)	3190	Rabenstein an der Pielach	31935
Sankt Pölten (Land)	3190	St.Margarethen/Sierning	31938
Sankt Pölten (Land)	3190	Statzendorf	31940
Sankt Pölten (Land)	3190	Stössing	31941
Sankt Pölten (Land)	3190	Traismauer	31943
Sankt Pölten (Land)	3190	Weinburg	31945
Sankt Pölten (Land)	3190	Weißkirchen/Perschling	31946
Sankt Pölten (Land)	3190	Wilhelmsburg	31947
Sankt Pölten (Land)	3190	Wölbling	31948
Tulln	3210	Atzenbrugg	32104
Tulln	3210	Grafenwörth	32107
Tulln	3210	Sitzenberg-Reidling	32132
Tulln	3210	Würmla	32139
Tulln	3210	Zwentendorf an der Donau	32141
Sankt Pölten (Stadt)	3020	St. Pölten	30201000
Sankt Pölten (Stadt)	3020	St. Pölten	30201001
Sankt Pölten (Stadt)	3020	St. Pölten	30201002
Sankt Pölten (Stadt)	3020	St. Pölten	30201003
Sankt Pölten (Stadt)	3020	St. Pölten	30201010
Sankt Pölten (Stadt)	3020	St. Pölten	30201011
Sankt Pölten (Stadt)	3020	St. Pölten	30201020
Sankt Pölten (Stadt)	3020	St. Pölten	30201021
Sankt Pölten (Stadt)	3020	St. Pölten	30201022
Sankt Pölten (Stadt)	3020	St. Pölten	30201023
Sankt Pölten (Stadt)	3020	St. Pölten	30201030
Sankt Pölten (Stadt)	3020	St. Pölten	30201031
Sankt Pölten (Stadt)	3020	St. Pölten	30201032
Sankt Pölten (Stadt)	3020	St. Pölten	30201040
Sankt Pölten (Stadt)	3020	St. Pölten	30201041
Sankt Pölten (Stadt)	3020	St. Pölten	30201042

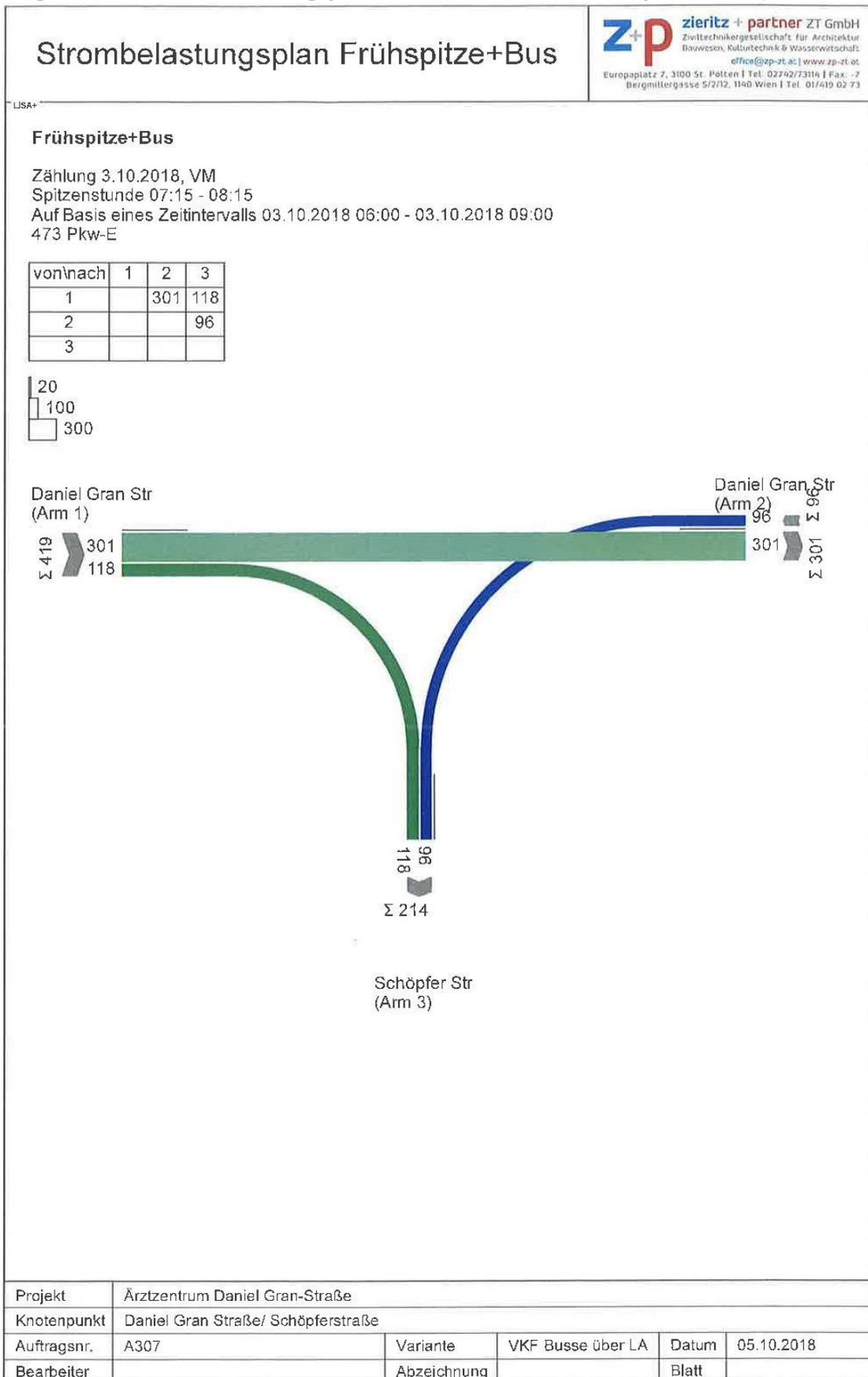
Sankt Pölten (Stadt)	3020	St. Pölten	30201043
Sankt Pölten (Stadt)	3020	St. Pölten	30201044
Sankt Pölten (Stadt)	3020	St. Pölten	30201045
Sankt Pölten (Stadt)	3020	St. Pölten	30201046
Sankt Pölten (Stadt)	3020	St. Pölten	30201047
Sankt Pölten (Stadt)	3020	St. Pölten	30201048
Sankt Pölten (Stadt)	3020	St. Pölten	30201050
Sankt Pölten (Stadt)	3020	St. Pölten	30201051
Sankt Pölten (Stadt)	3020	St. Pölten	30201052
Sankt Pölten (Stadt)	3020	St. Pölten	30201060
Sankt Pölten (Stadt)	3020	St. Pölten	30201061
Sankt Pölten (Stadt)	3020	St. Pölten	30201062
Sankt Pölten (Stadt)	3020	St. Pölten	30201063
Sankt Pölten (Stadt)	3020	St. Pölten	30201064
Sankt Pölten (Stadt)	3020	St. Pölten	30201065
Sankt Pölten (Stadt)	3020	St. Pölten	30201066
Sankt Pölten (Stadt)	3020	St. Pölten	30201067
Sankt Pölten (Stadt)	3020	St. Pölten	30201068
Sankt Pölten (Stadt)	3020	St. Pölten	30201070
Sankt Pölten (Stadt)	3020	St. Pölten	30201071
Sankt Pölten (Stadt)	3020	St. Pölten	30201072
Sankt Pölten (Stadt)	3020	St. Pölten	30201080
Sankt Pölten (Stadt)	3020	St. Pölten	30201081
Sankt Pölten (Stadt)	3020	St. Pölten	30201090
Sankt Pölten (Stadt)	3020	St. Pölten	30201091
Sankt Pölten (Stadt)	3020	St. Pölten	30201100
Sankt Pölten (Stadt)	3020	St. Pölten	30201110
Sankt Pölten (Stadt)	3020	St. Pölten	30201111
Sankt Pölten (Stadt)	3020	St. Pölten	30201112
Sankt Pölten (Stadt)	3020	St. Pölten	30201120
Sankt Pölten (Stadt)	3020	St. Pölten	30201140

Anhang 2: Zuordnung der Verkehrsbezirke im Modell lt. ÖROK

Tabelle 52: Zusätzliche Strukturgrößenveränderung auf Basis der Entwicklungsgebiete für 2018 und 2025

Fläche m ²	BGF m ²	Anmerkung	Summe BGF	Nutzfläche	Anteil			Wohnen					Büro/Gewerbe					Handel					Fertigstellungs-grad bis 2018	NR	Bezeichnung	
					Wohnen	Büro & Gewerbe	Handel	Nutzfläche	m ² /EW	EW	EW Korrektur für Prognose 2025	EW Korrektur für Prognose 2018	Nutzfläche	m ² /APL	APL	APL Korrektur für Prognose 2025	APL Korrektur für Prognose 2018	Nutzfläche	Faktor VFI/NFI	Verkaufs- fläche	VFI Korrektur für Prognose 2025	VFI Korrektur für Prognose 2018				
11 000	4 950		37 000	29 600	100%	0%	0%	29 600	40	760	300	195	0	80	0	0	0	0	0,8	0	0	0	65%	1	Kremsberg Nord	
317 000	23 775																							2	Kremsberg Nord	
11 200	8 400																							3	Kremsberg Nord	
5 700	5 700	fällt in generelle Erhöhung																						4	Austinstraße	
13 300	26 600		117 000	80 000	70%	28%	2%	56 000	40	1 400	500	0	22 400	80	280	100	0	1 600	0,8	1 280	1 000	0	0%	5	WWE	
60 700	91 050																							6	WWE	
15 500	16 950		200 000	150 000	45%	50%	5%	67 000	40	1 675	500	0	75 000	40	1 800	300	0	7 500	0,8	6 000	3 000	0	0%	7	Glanzstoff	
185 100																								8	Glanzstoff	
16 000	12 000	fällt in generelle Erhöhung																							9	Ertlstraße
9 000	4 050		43 000	32 000	70%	30%	0%	22 000	70	300	300	0	10 000	60	160	150	0	0	0,8	0	0	0	0%	10	Ertlstraße	
20 800	24 960																							11	Pflegeheim	
15 200	18 240																							12	Postareal	
28 750	34 500																							13	Nördl. Bahnhof	
5 000	8 500		43 000	32 000	50%	40%	10%	16 000	40	400	300	0	13 000	40	320	200	0	3 200	0,8	3 000	2 000	0	0%	14	Nördl. Bahnhof	
8 000	9 600	fällt in generelle Erhöhung																						15	Herzogenburger Straße	
19 900	67 163		96 000	72 000	40%	35%	25%	28 000	40	700	500	100	25 000	40	620	300	60	18 000	0,8	14 000	10 000	2 000	20%	16	Hypo Areal	
12 000	28 800																							17	Hypo Areal	
4 150	9 338		28 000	20 000	20%	60%	20%	4 000	40	100	100	0	12 000	60	200	100	0	4 000	0,8	3 000	1 000	0	0%	18		
14 000	37 800	fällt in generelle Erhöhung																						19	Dr.-B.-Kreisky-Straße	
22 000	44 000		200 000	150 000	50%	40%	10%	75 000	40	1 875	800	120	60 000	80	750	300	45	15 000	0,8	12 000	8 000	1 200	15%	20	Dr.-B.-Kreisky-Straße	
4 200	5 040																							21	Dr.-B.-Kreisky-Straße	
3 000	6 000																							22	Dr.-B.-Kreisky-Straße	
10 000	10 000																							23	Dr.-B.-Kreisky-Straße	
7 000	14 000																							24	Dr.-B.-Kreisky-Straße	
13 100	18 340																							25	Dr.-B.-Kreisky-Straße	
20 000	32 000																							26	Dr.-B.-Kreisky-Straße	
12 500	20 000																							27	Dr.-B.-Kreisky-Straße	
38 200	38 200																							28	Salzer	
11 000	11 000																							29	Salzer	
260 000			150 000	110 000	10%	75%	15%	11 000	40	300	200	0	82 500	120	700	300	0	16 500	0,8	13 200	10 000	0	0%	30	Kopal-Kaserne	
18 600		fällt in generelle Erhöhung																						31	O.-Helmer-Straße	
11 400		fällt in generelle Erhöhung																							32	Spratzerner Kirchenweg
140 000		fällt in generelle Erhöhung	120 000	84 000	0%	80%	20%	0	40	0	0	0	67 000	120	600	400	0	17 000	0,8	13 600	10 000	0	0%		NÖ Central (Hart)	
337 700		fällt in generelle Erhöhung	300 000	210 000	0%	100%	0%	0	40	0	0	0	210 000	150	1 400	600	0	0	0,8	0	0	0	0	0%		ÖBB-Areal Wörth
			1 334 000	969 600				308 600		7 510			576 900		6 830	2 750		82 800		66 080	45 000					

Anhang 3: Knotenstrombelastungsplan Daniel-Gran-Straße/Schöpferstraße (Oktober 2018)



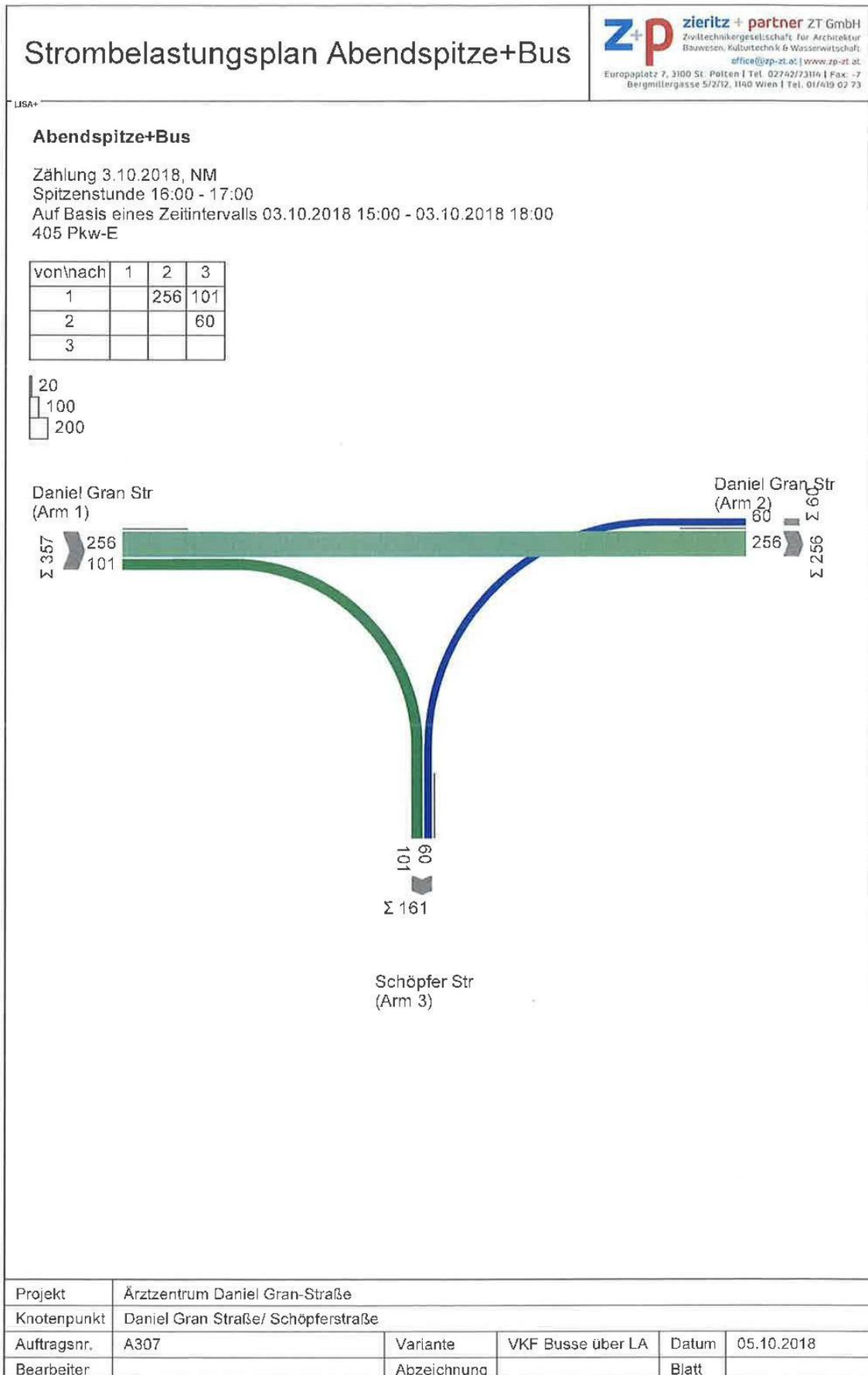
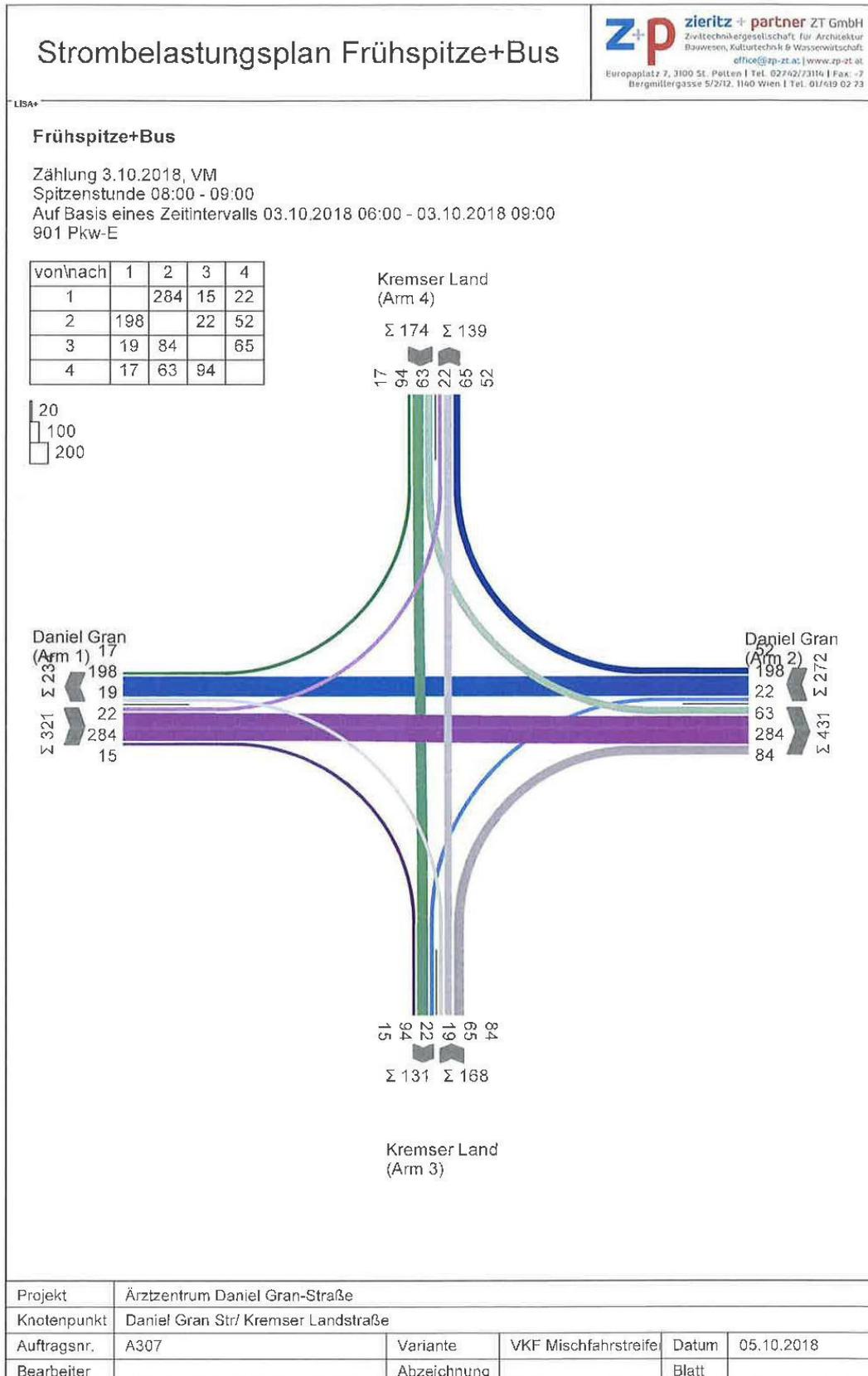


Abb. 110: Knotenstrombelastungsplan der Nachmittagsspitze auf der Kreuzung Daniel-Gran-Straße/Schöpferstraße

Anhang 4: Knotenstrombelastungsplan Daniel-Gran-Straße/Kremser Landstraße (Oktober 2018)



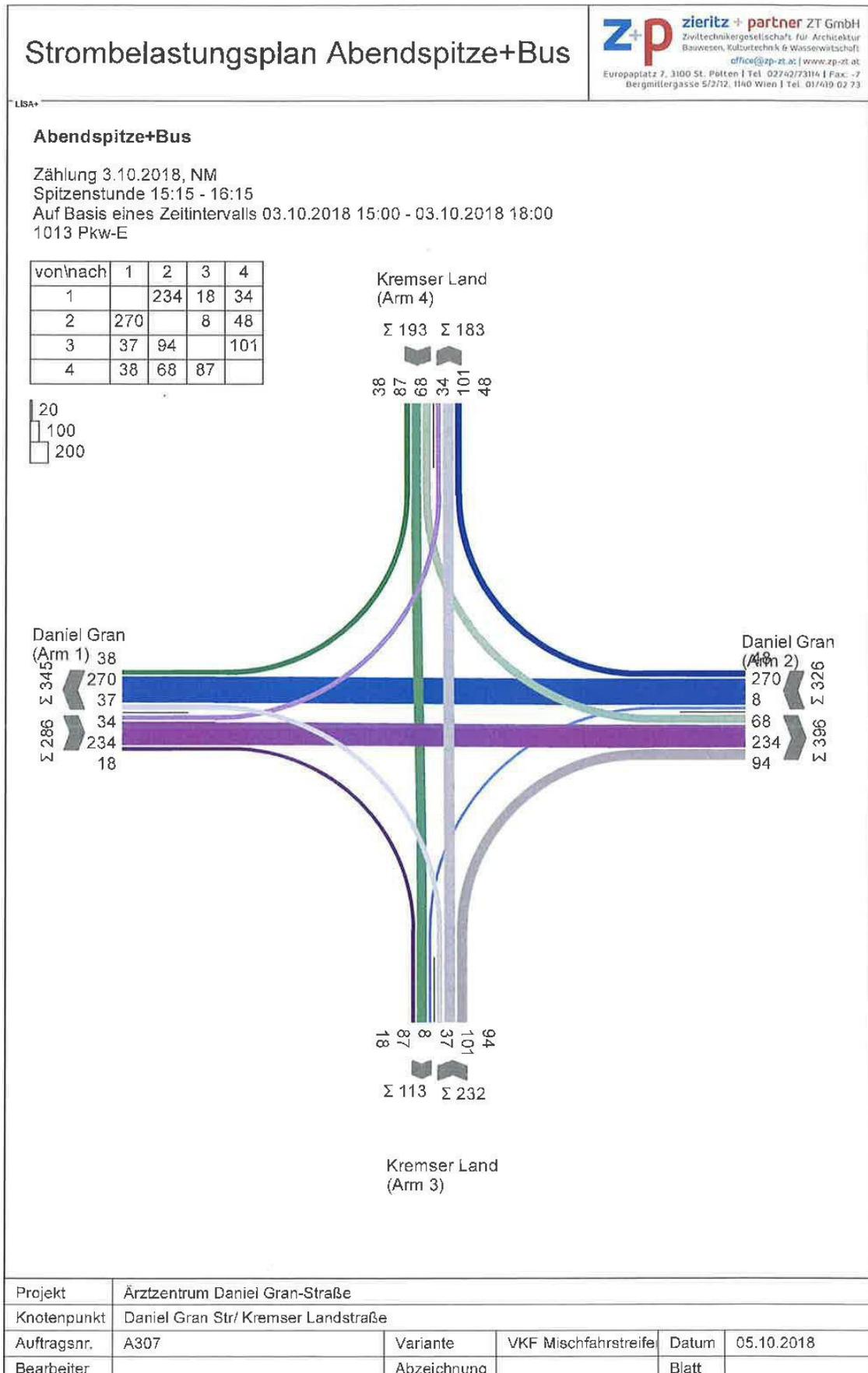


Abb. 112: Knotenstrombelastungsplan der Nachmittagsspitze auf der Kreuzung Daniel-Gran-Straße/Kremser Landstraße

Anhang 5: Knotenstrombelastungsplan Daniel-Gran-Straße/Kerenstraße (Oktober 2018)

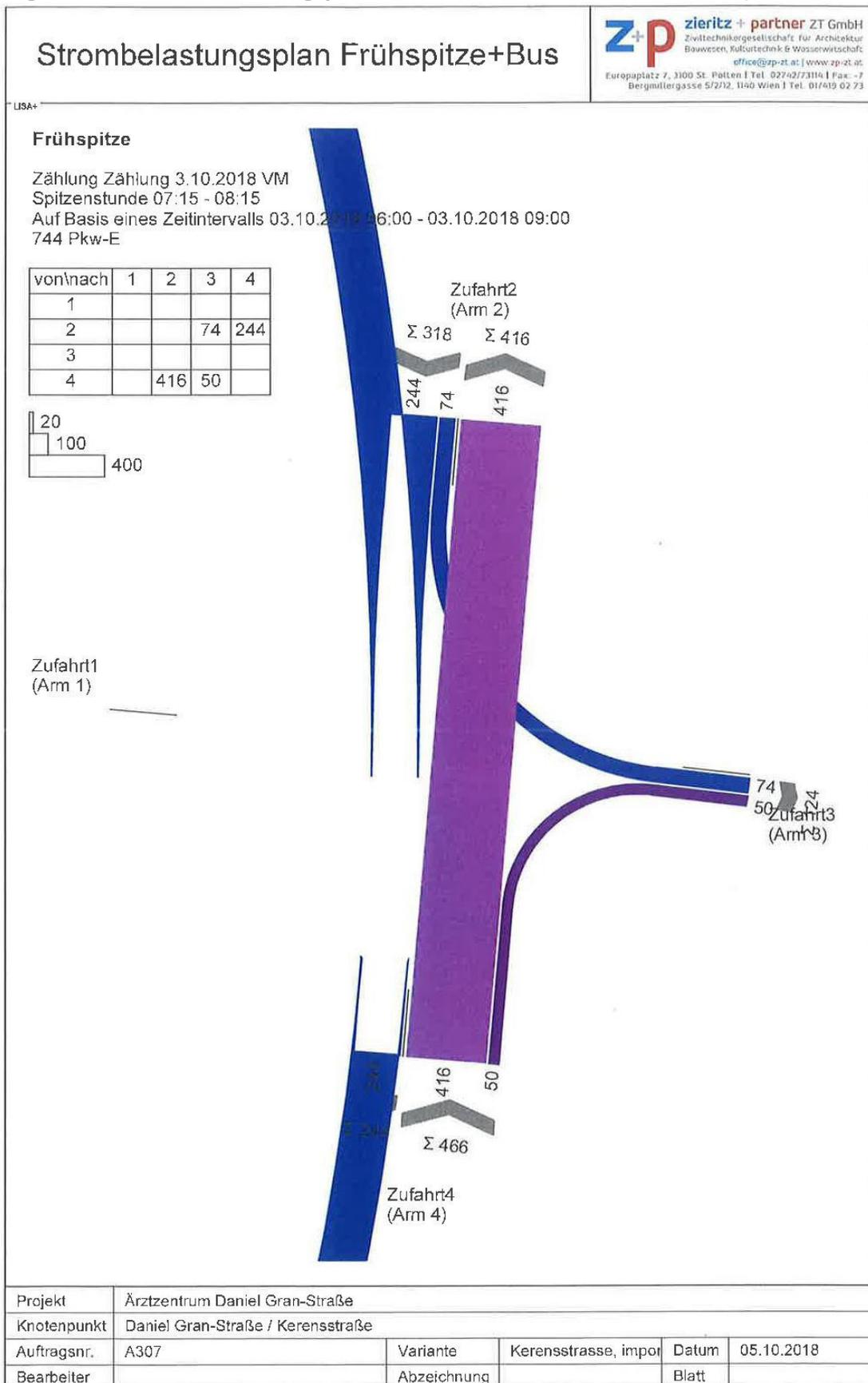


Abb. 113: Knotenstrombelastungsplan der Morgenspitze auf der Kreuzung Daniel-Gran-Straße/Kerenstraße

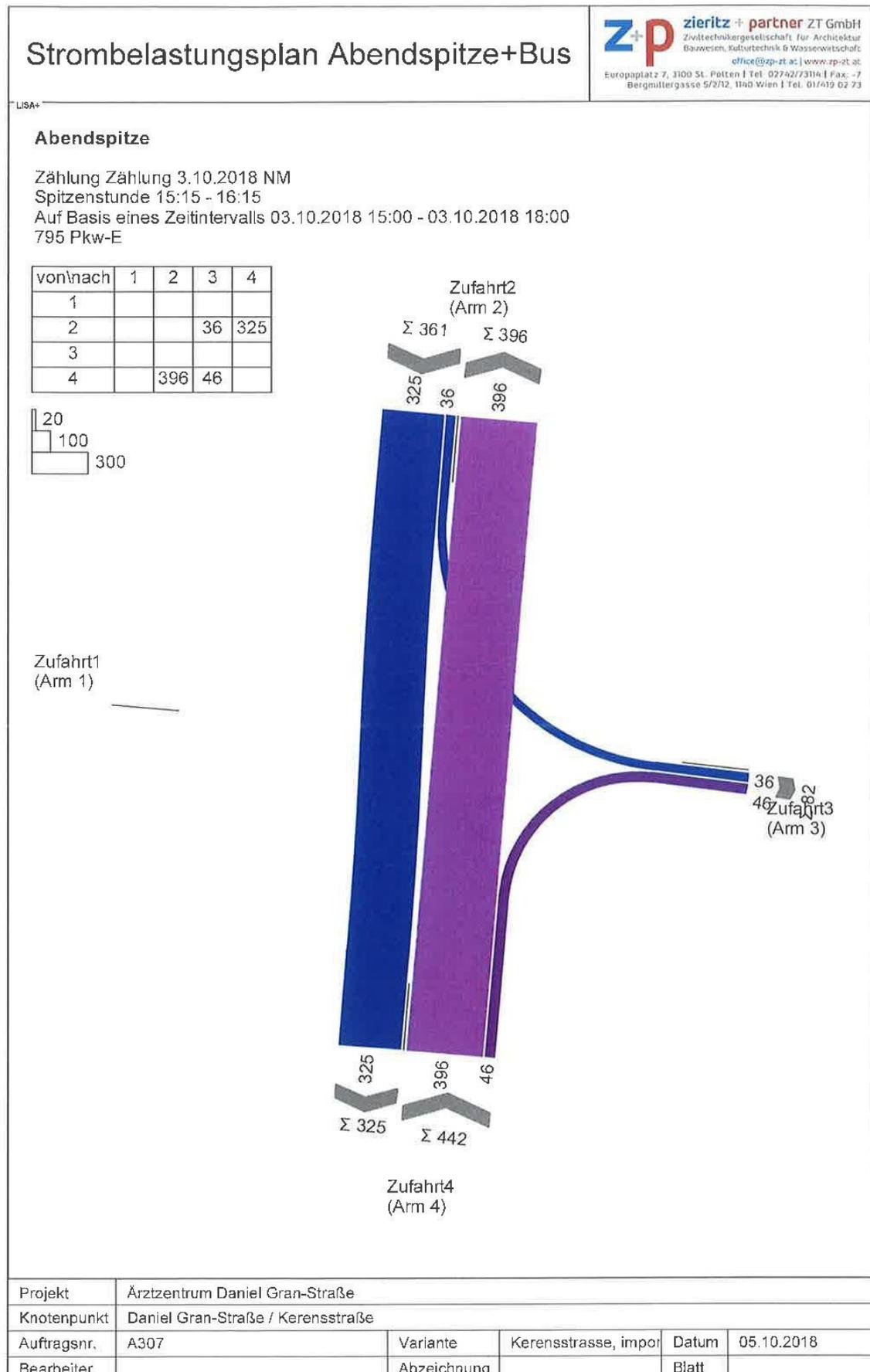


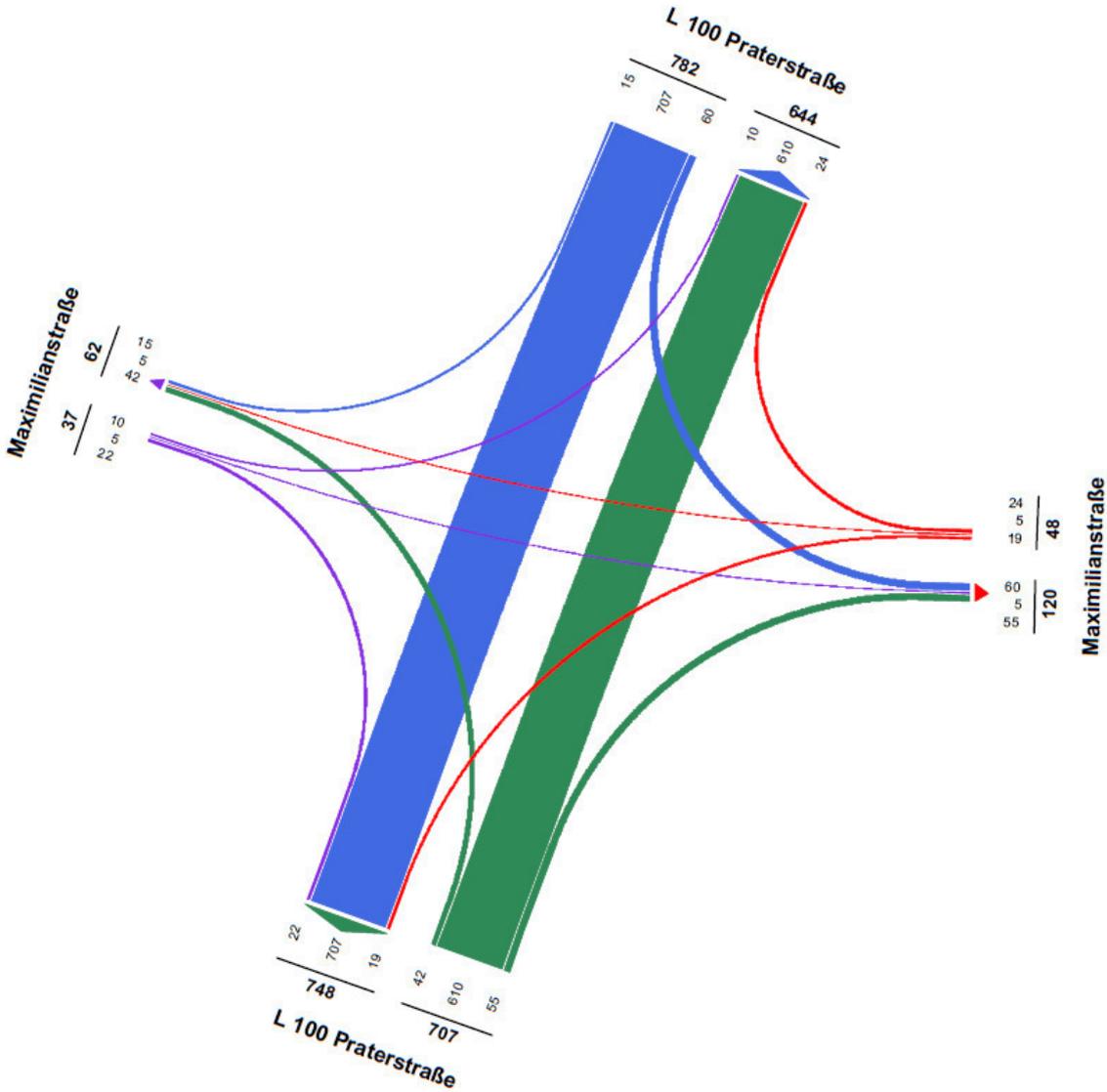
Abb. 114: Knotenstrombelastungsplan der Nachmittagsspitze auf der Kreuzung Daniel-Gran-Straße/Kerensstraße

Anhang 6: Knotenstrombelastungsplan L100 Praterstraße/Maximilianstraße (April 2014)

Strombelastungsplan	
---------------------	--

LISA+

Morgenspitze



Zählung1 (08.04.2014)
 Spitzenstunde (07:00-08:00) aus Zeitbereich(en):
 Morgen 08:00-10:00
 1460 PkwE/h

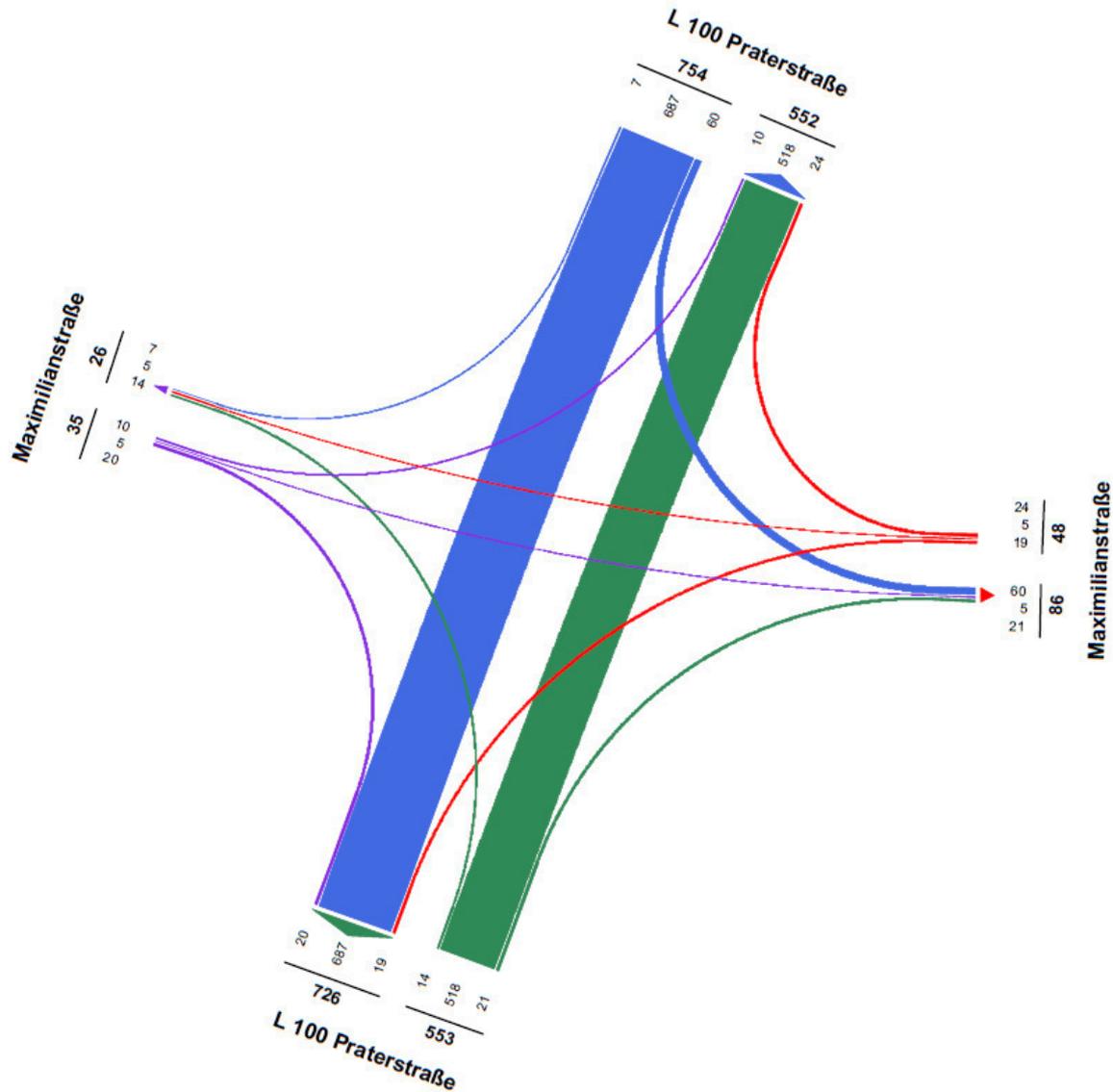
vor/nach	1	2	3	4
1		810	42	55
2	707		15	60
3	22	10		5
4	19	24	5	

Projekt	Billa-Praterstraße				
Knotenpunkt	L100 Praterstraße / Maximilianstraße				
Auftragsnr.	2609-15	Variante	mit LA aus Nebenrel.	Datum	27.10.2015
Bearbeiter		Abzeichnung		Blatt	

Abb. 115: Knotenstrombelastungsplan der Morgenspitze auf der Kreuzung Praterstraße/Maximilianstraße

Strombelastungsplan -AS Neu

Abendspitze



Zählung! (08.04.2014)
 Spitzenstunde (15:30-16:30) aus Zeitbereich(en):
 Abend 15:00-19:00
 1390 PkwE/h

von/nach	1	2	3	4
1		518	14	21
2	887		7	60
3	20	10		5
4	19	24	5	

Projekt	Billa-Praterstraße				
Knotenpunkt	L100 Praterstraße / Maximilianstraße				
Auftragsnr.	2609-15	Variante	mit LA aus Nebenrel.	Datum	27.10.2015
Bearbeiter		Abzeichnung		Blatt	

Abb. 116: Knotenstrombelastungsplan der Morgenspitze auf der Kreuzung Praterstraße/Maximilianstraße

Anhang 7: Formblatt zur Hochrechnung einer Kurzeitzählung innerorts

Tabelle 53: Formblatt zur Hochrechnung einer Kurzeitzählung innerorts

Formblatt 1: Hochrechnung einer Kurzeitzählung <u>innerorts</u> auf die Bemessungsverkehrsstärke				
Ort: Straße: Querschnitt:			Datum: Wochentag: Stundengruppe:	
1	TG-Kennwert q_{16-18}/q_{12-14} (Tabelle 2-2)			
2	TG-Typ (Bild 2-4 oder Tabelle 2-2)			
3	Zählergebnisse nach Fahrzeugarten Pkw: Krad: Bus: Lkw: Lz:	Fahrzeuggruppe Pkw Lkw		
4	gezählte Verkehrsstärke der Stundengruppe	$q_{h-Gruppe}$ [Fz-gruppe/h-Gruppe]		
5	Anteil der Stundengruppe am Gesamtverkehr des Zähltages (Tabelle 2-3) (7-9 TGW2)	$\alpha_{h-Gruppe}$ [%]		
6	Tagesverkehr des Zähltages am Gesamtquerschnitt Gleichung (2-8)	q_z [Fz-Gruppe/24h]		
7	Sonntagsfaktor (Gleichung 2-9 oder Tabelle 2-4)	b_{So} [-]		
8	Tag-(Woche-Faktor (Tabelle 2-5)	t [-]		
9	Wochenmittel des Gesamtquerschnitts in der Zählwoche (Gleichung 2-10)	W_z [Fz-Gruppe/24]		
10	Halbmonatsfaktor (Tabelle 2-6)	HM [-]		
11	DTV aller Tage des Jahres am Gesamtquerschnitt (Gleichung 2-11)	DTV [Fz-Gruppe/24h]		
12	Umrechnungsfaktor (Tabelle 2-7)	k_w [-]		
13	werttäglicher DTV am Gesamtquerschnitt (Gleichung 2-12)	DTV _w [Fz-Gruppe/24h]		
14	werttäglicher DTV (Summe Zeile 13) Gesamtquerschnitt maßgebende Richtung	DTV _w [Kfz/24h] $0,5 \cdot DTV_w$ [Kfz/24h]		
15	Anteil der 30. Stunde am Kfz-Werktagsverkehr (Tabelle 2-8) Gesamtquerschnitt maßgebende Richtung	$d_{30,w}$ [%] $d_{30,w}$ [%]		
16	werttägliche Bemessungsverkehrsstärke (Gleichung 2-13) Gesamtquerschnitt maßgebende Richtung	MSV _w [Kfz/h] MSV _w [Kfz/h]		
17	Lkw-Anteil in der werktäglichen Bemessungsstunde (Gleichung 2-14)	$p_{30,w}$ [%]		

Anhang 8: Lokale Modelladaptierungen

Tabelle 54: Lokale Änderungen der Zeitzuschläge der Abbiegerelationen

Von Strecke	Über Knoten	Nach Strecke	Ausgangswert	Neuer Wert
Schöpferstraße	18161689	Daniel Gran-Straße	18s	10s
Schöpferstraße	18161689	Daniel Gran-Straße	13s	15s
Maximilianstraße	1331241	Maximilianstraße	8s	20s
Maximilianstraße	1331241	L100/Praterstraße	18s	20s
Maximilianstraße	1331241	L100/Praterstraße	13s	15s
L100/Praterstraße	1330225	Daniel Gran-Straße	13s	8s
L100/Praterstraße	18022341	L100/Praterstraße	8s	4s
L100/Praterstraße	18022341	Propst Führer-Straße	8s	20s
L100/Praterstraße	1330225	Daniel Gran-Straße	18s	15s
L100/Praterstraße	1331241	Maximilianstraße	13s	15s
L5055	18022341	L100/Praterstraße	18s	22s
L5055	18022341	L5055	18s	22s
Maximilianstraße	18121213	Kremser Landstraße	2s	5s
Maximilianstraße	1331241	Maximilianstraße	8s	13s
Maximilianstraße	1331241	L100/Praterstraße	13s	15s
Maximilianstraße	1331241	L100/Praterstraße	18s	20s
HeinrichSchneidlmadl-Straße	18178190	Propst Führer-Straße	8s	20s
HeinrichSchneidlmadl-Straße	18178190	Mühlweg	13s	20s
HeinrichSchneidlmadl-Straße	18178190		18s	20s
HeinrichSchneidlmadl-Straße	18178190	Mühlweg	18s	20s
Daniel Gran-Straße	18161689	Schöpferstraße	13s	5s
Daniel Gran-Straße	18161689	Daniel Gran-Straße	8s	13s
Daniel Gran-Straße	1330225	L100/Praterstraße	13s	18s
L162	1330225	L100/Praterstraße	18s	25s
L162	1330225	Daniel Gran-Straße	8s	5s
L100/Praterstraße	1331241	Maximilianstraße	18s	22s
Daniel Gran-Straße	18158707	Mühlweg	18s	15s
Daniel Gran-Straße	18158707	Mühlweg	13s	8s
Kremser Landstraße	178030101	Daniel Gran-Straße	18s	15s
Kremser Landstraße	178030101	Kremser Landstraße	8s	13s
Maximilianstraße	18121213	Kremser Landstraße	3s	6s
Daniel Gran-Straße	178030101	Kremser Landstraße	13s	10s
Daniel Gran-Straße	178030101	Kremser Landstraße	18s	15s
Daniel Gran-Straße	128240101	Kerensstraße	13s	8s
Kremser Landstraße	178030101	Daniel Gran-Straße	13s	8s
Kremser Landstraße	178030101	Daniel Gran-Straße	18s	22s
Daniel Gran-Straße	178030101	Kremser Landstraße	18s	25s
Daniel Gran-Straße	178030101	Kremser Landstraße	13s	10s

Tabelle 55: Lokale Änderungen der Abbiegerkapazitäten

Von Strecke	Über Knoten	Nach Strecke	Ausgangswert	Neuer Wert
Daniel Gran-Straße	18158707	Mühlweg	850	750
Daniel Gran-Straße	18161689	Schöpferstraße	850	750
Daniel Gran-Straße	18161689	Daniel Gran-Straße	600	300
Daniel Gran-Straße	1330225	L100/Praterstraße	500	400
Daniel Gran-Straße	128240101	Kerensstraße	850	750
Daniel Gran-Straße	18158707	Daniel Gran-Straße	600	800
Daniel Gran-Straße	18158707	Mühlweg	850	750
Daniel Gran-Straße	178030101	Kremser Landstraße	850	750
Daniel Gran-Straße	178030101	Daniel Gran-Straße	600	500
Daniel Gran-Straße	128240101	Kerensstraße	850	750
Daniel Gran-Straße	128240101	Daniel Gran-Straße	600	750
Daniel Gran-Straße	178030101	Kremser Landstraße	600	400
Daniel Gran-Straße	178030101	Daniel Gran-Straße	600	750
Daniel Gran-Straße	178030101	Kremser Landstraße	850	750
Gewerkschaftsplatz	1088129	Schöpferstraße	765	800
Kremser Landstraße	178030101	Daniel Gran-Straße	180	300
Kremser Landstraße	178030101	Daniel Gran-Straße	300	400
L100/Praterstraße	1330225	Daniel Gran-Straße	850	750
L100/Praterstraße	18022341	L100/Praterstraße	600	800
L100/Praterstraße	18022341	Propst Führer-Straße	1000	750
L100/Praterstraße	1331106	L100/Praterstraße	1000	700
L100/Praterstraße	1330225	Daniel Gran-Straße	400	250
L100/Praterstraße	1331241	Maximilianstraße	850	150
L100/Praterstraße	18094351	Hermann Winger-G.	850	750
L100/Praterstraße	18022341	Propst Führer-Straße	850	750
L100/Praterstraße	1331241	Maximilianstraße	850	750
L100/Praterstraße	1331241	Maximilianstraße	600	200
L100/Praterstraße	1331241	L100/Praterstraße	600	550
L5055	18022341	L100/Praterstraße	600	750
L5055	18022341	Propst Führer-Straße	850	750
Matthias Corvinus-Straße	168200101	Mühlweg	850	750
Matthias Corvinus-Straße	168200101	Mühlweg	850	750
Maximilianstraße	1331241	L100/Praterstraße	300	240
Maximilianstraße	1331241	Maximilianstraße	360	300
Maximilianstraße	1331241	L100/Praterstraße	300	250
Schöpferstraße	18161689	Daniel Gran-Straße	300	220
Schöpferstraße	1003362	Gewerkschaftsplatz	510	800

Anhang 9: Makroskopische Modellergebnisse des Referenzplanfalls



Abb. 117: Werkträgliche MIV - Streckenbelastungen (DTVw) des Referenzplanfalls



Abb. 118: Auslastungsgrade der Strecken des Referenzplanfalls

Anhang 10: Makroskopische Modellergebnisse des Maßnahmenplanfall 1



Abb. 119: Werk tägliche MIV - Streckenbelastungen (DTVw) des Maßnahmenplanfall 1

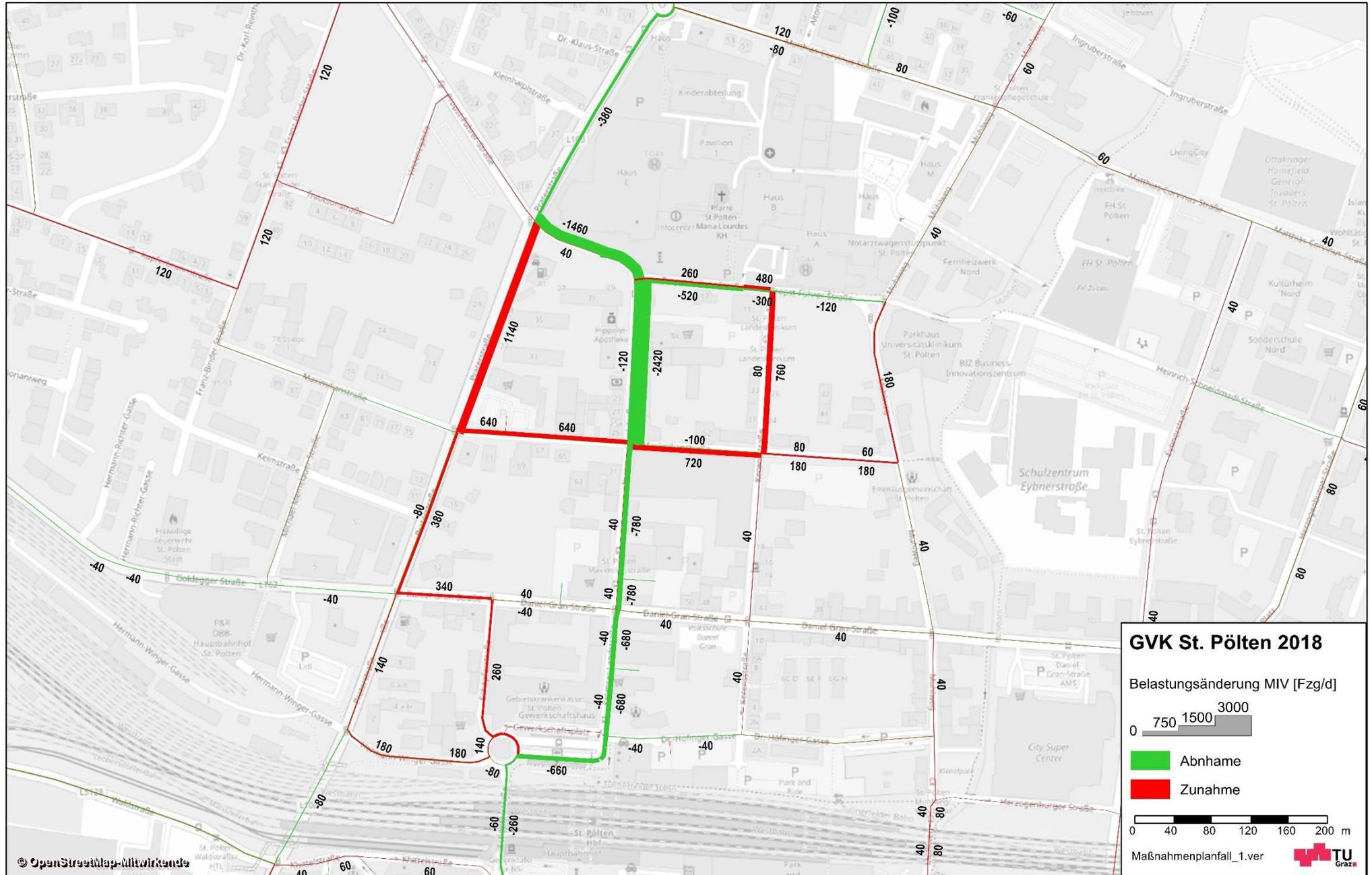


Abb. 120: Prozentuelle Veränderung der werktäglichen MIV Streckenbelastung durch Maßnahmenplanfall 1 (Referenzplanfall – Maßnahmenplanfall 1)



Abb. 122: Auslastungsgrade der Strecken des Maßnahmenplanfall 1

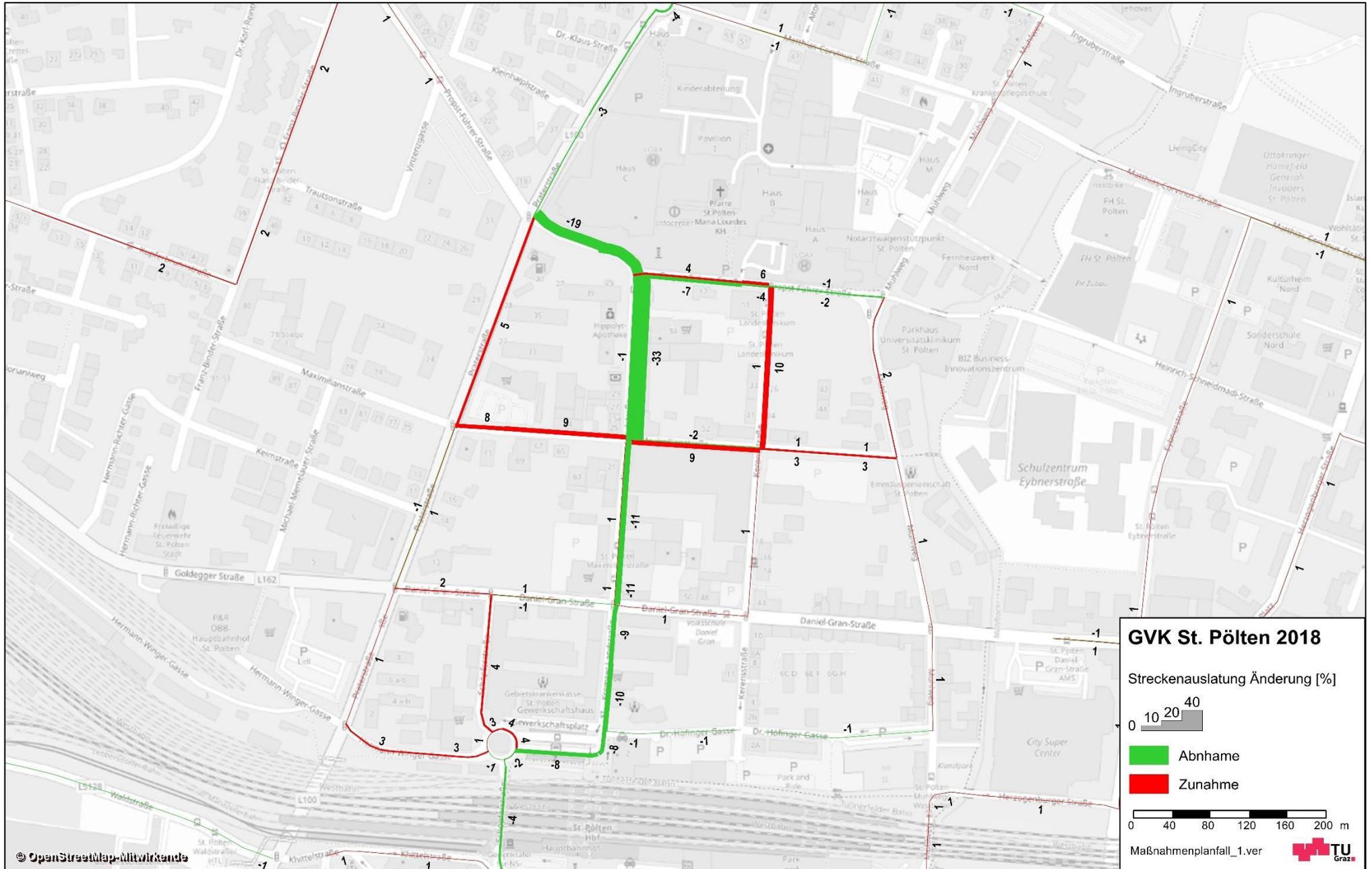


Abb. 123: Absolute Veränderung der Streckenauslastungsgrade durch Maßnahmenplanfall 1 (Referenzplanfall – Maßnahmenplanfall 1)

Anhang 11: Makroskopische Modellergebnisse des Maßnahmenplanfall 2



Abb. 124: Werktlägliche MIV - Streckenbelastungen (DTVw) des Maßnahmenplanfall 2

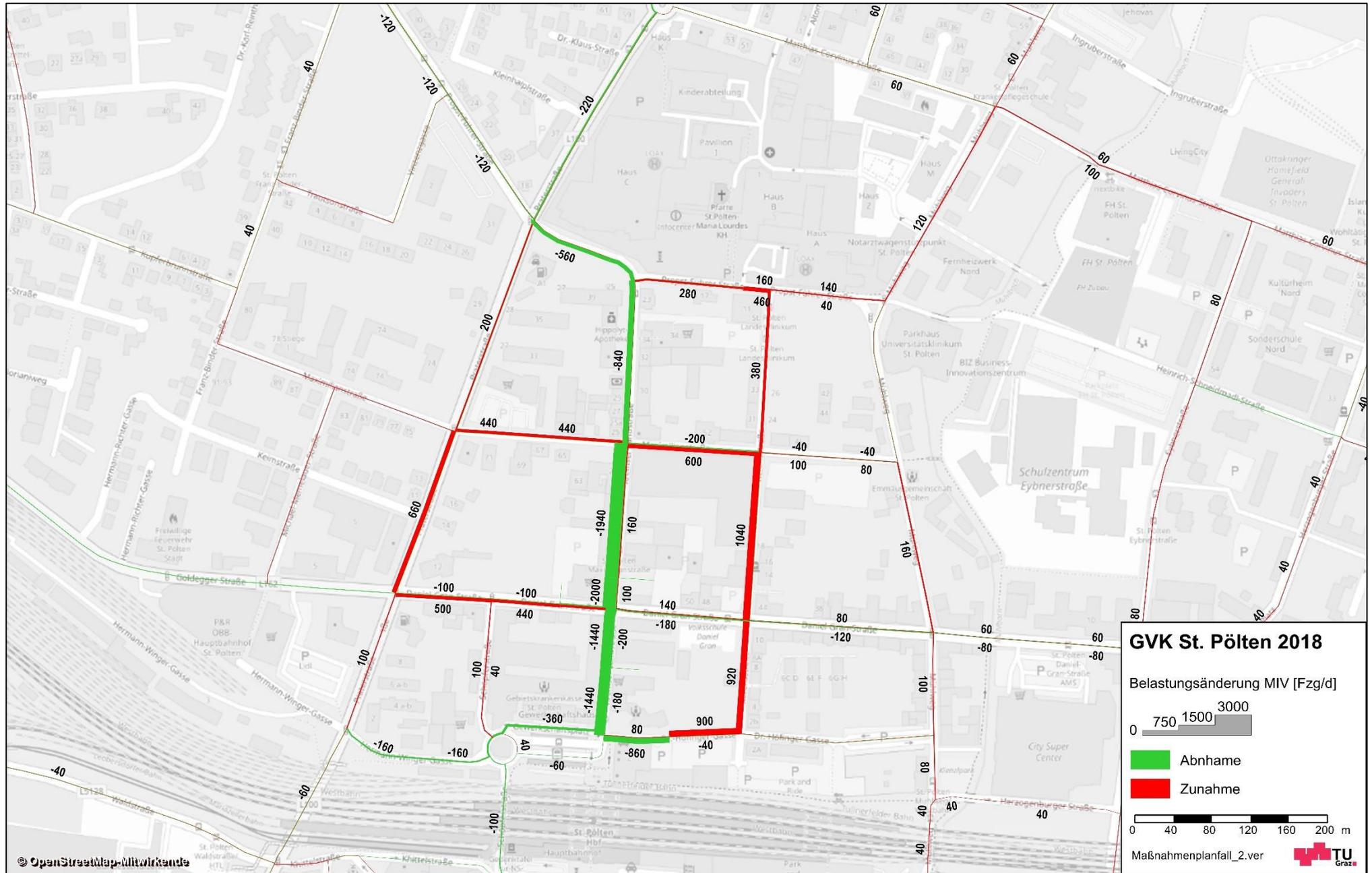


Abb. 125: Absolute Veränderung der werktäglichen MIV Streckenbelastung durch Maßnahmenplanfall 2 (Referenzplanfall – Maßnahmenplanfall 2)

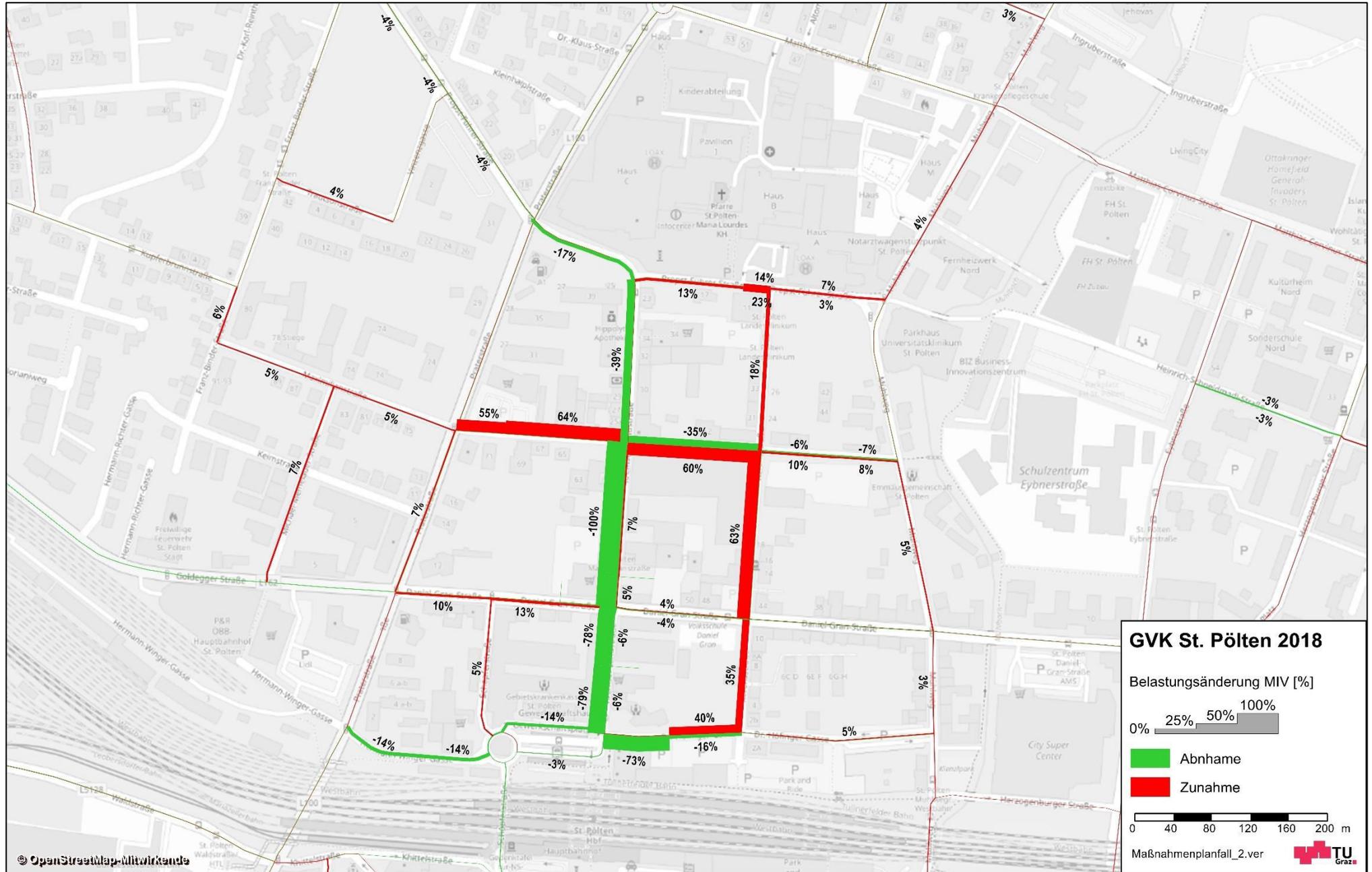


Abb. 126: Prozentuelle Veränderung der werktäglichen MIV Streckenbelastung durch Maßnahmenplanfall 2 (Referenzplanfall – Maßnahmenplanfall 2)



Abb. 127: Auslastungsgrade der Strecken des Maßnahmenplanfall 2

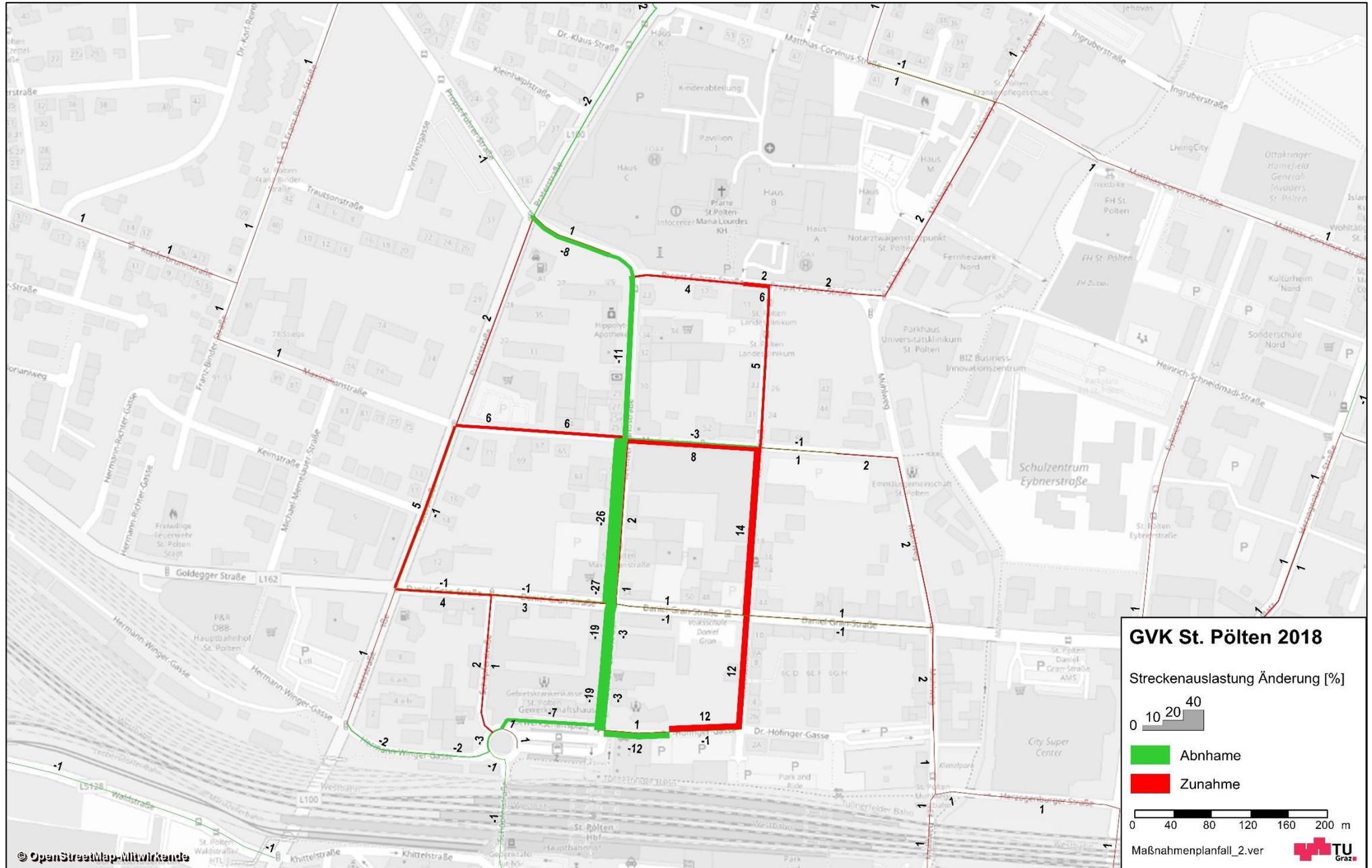


Abb. 128: Absolute Veränderung Streckenauslastungsgrade durch Maßnahmenplanfall 2 (Referenzplanfall – Maßnahmenplanfall 2)

Anhang 12: Makroskopische Modellergebnisse des Maßnahmenplanfall 3



Abb. 129: Werkträgliche MIV - Streckenbelastungen (DTVw) des Maßnahmenplanfall 3

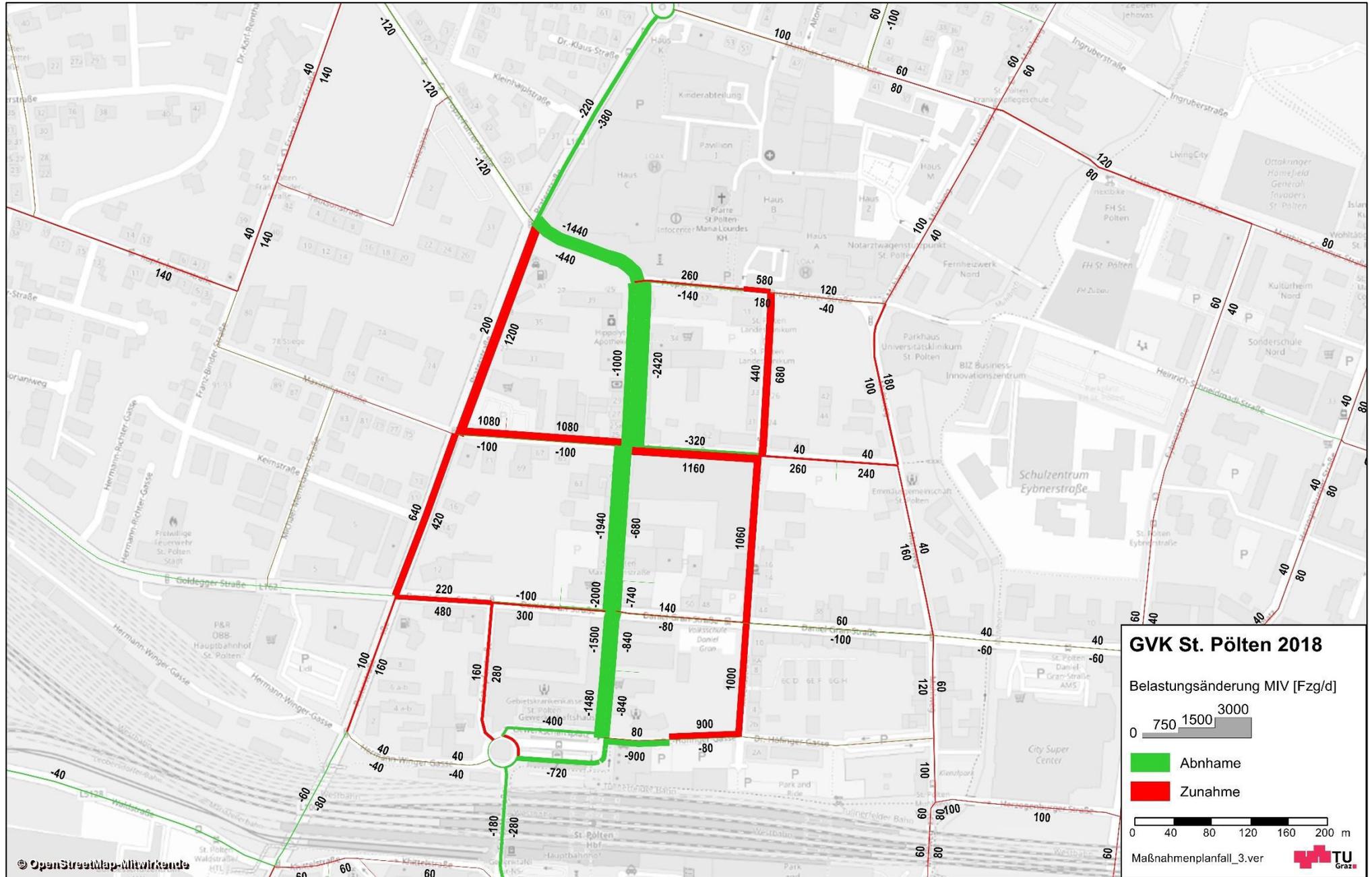


Abb. 130: Absolute Veränderung der werktäglichen MIV Streckenbelastung durch Maßnahmenplanfall 3 (Referenzplanfall – Maßnahmenplanfall 3)

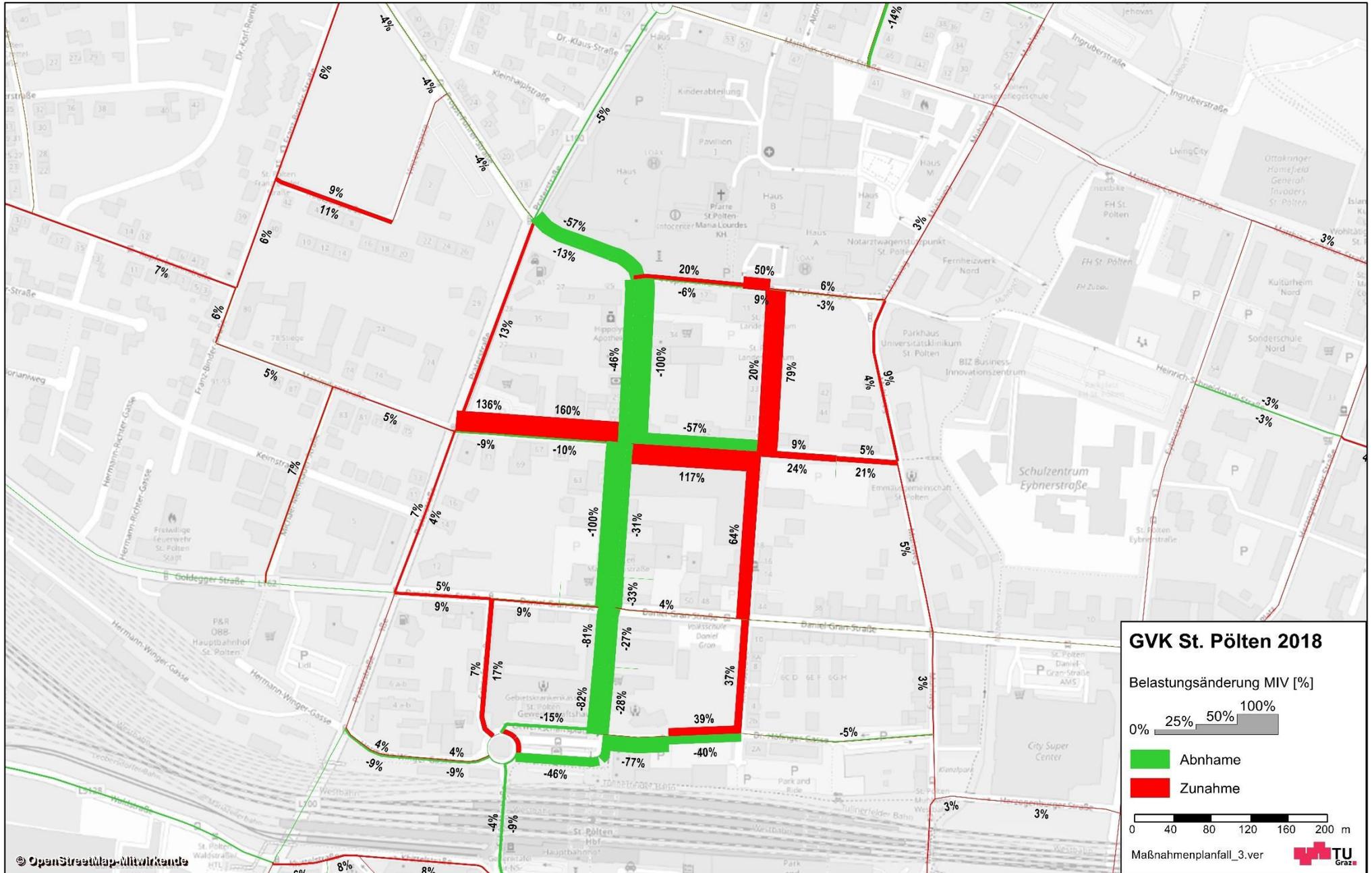


Abb. 131: Prozentuelle Veränderung der werktäglichen MIV Streckenbelastung durch Maßnahmenplanfall 3 (Referenzplanfall – Maßnahmenplanfall 3)



Abb. 132: Auslastungsgrade der Strecken des Maßnahmenplanfall 3

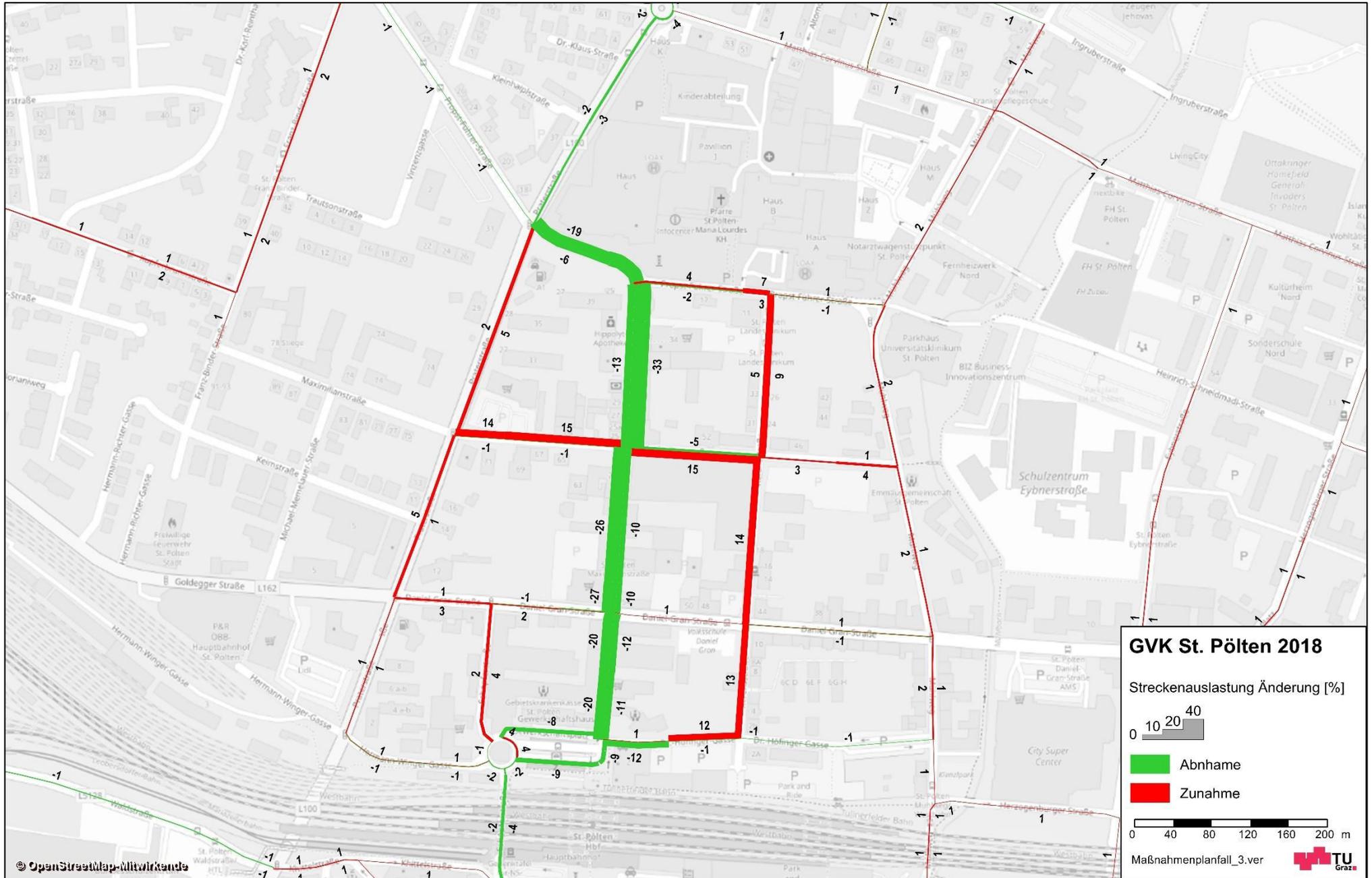


Abb. 133: Absolute Veränderung Streckenauslastungsgrade durch Maßnahmenplanfall 3 (Referenzplanfall – Maßnahmenplanfall 3)

Anhang 13: Makroskopische Modellergebnisse des Maßnahmenplanfall 4



Abb. 134: Werktägliche MIV - Streckenbelastungen (DTVw) des Maßnahmenplanfall 4

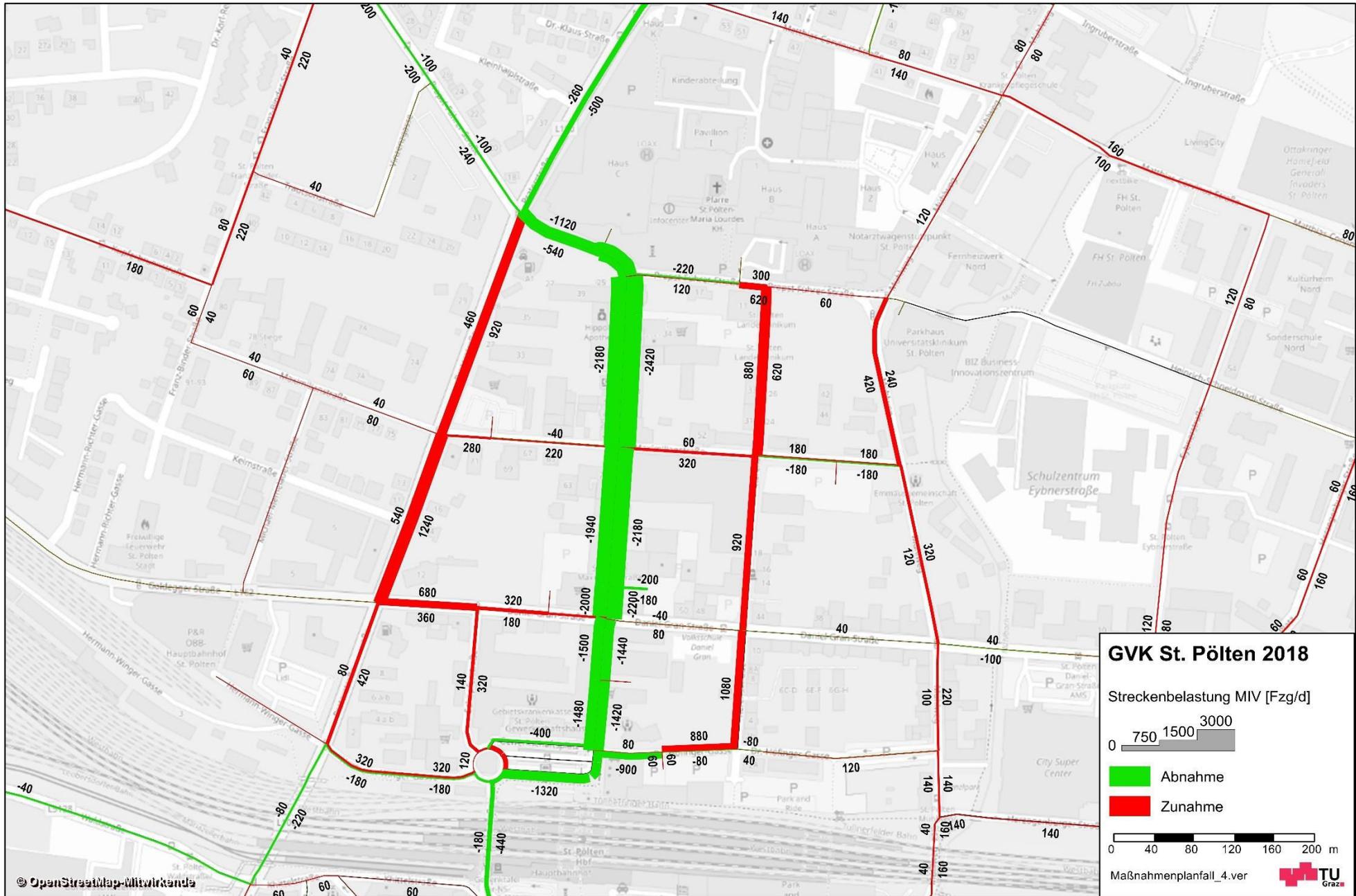


Abb. 135: Absolute Veränderung der werktäglichen MIV Streckenbelastung durch Maßnahmenplanfall 4 (Referenzplanfall – Maßnahmenplanfall 4)

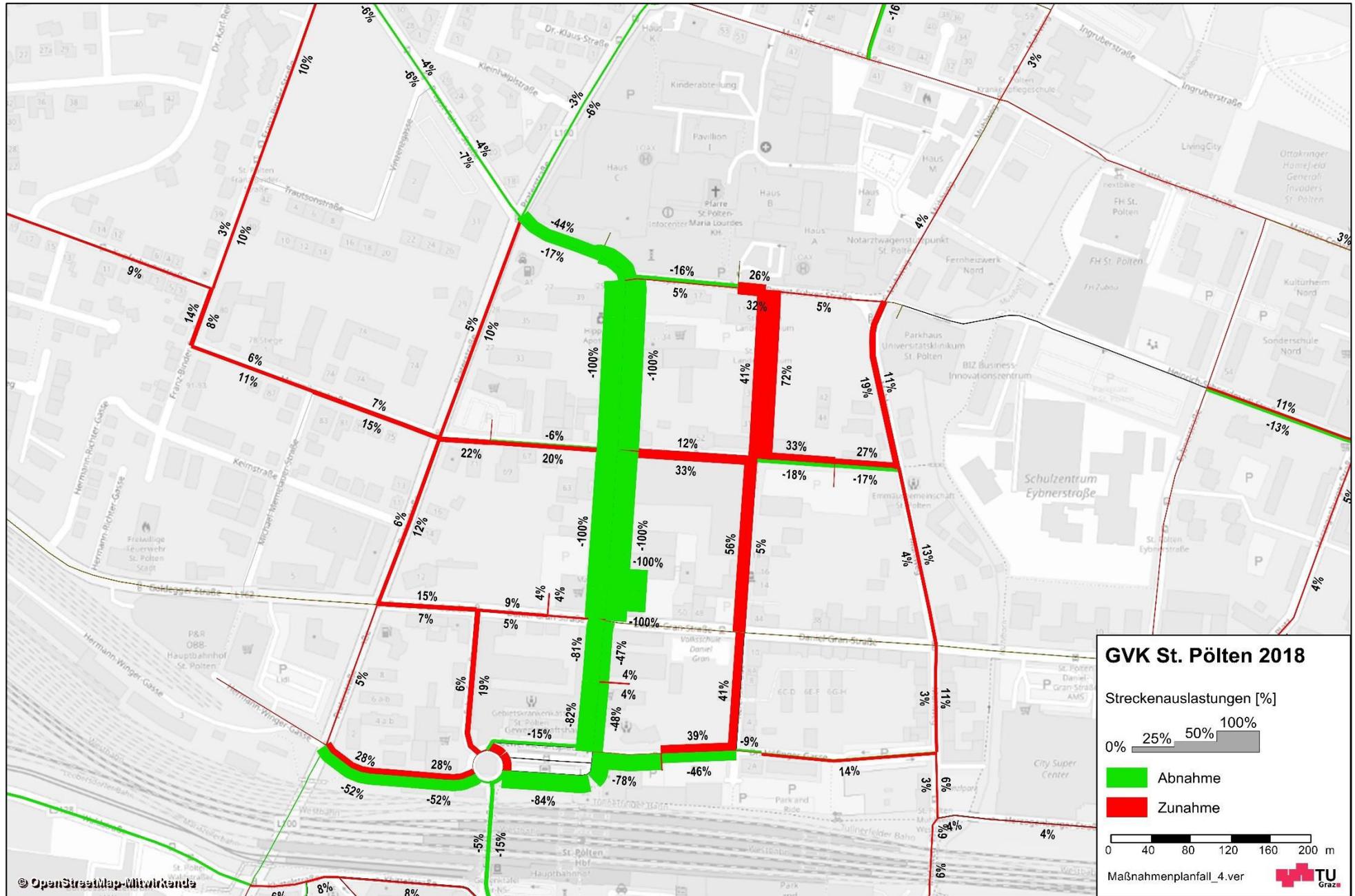


Abb. 136: Prozentuelle Veränderung der werktäglichen MIV Streckenbelastung durch Maßnahmenplanfall 4 (Referenzplanfall – Maßnahmenplanfall 4)

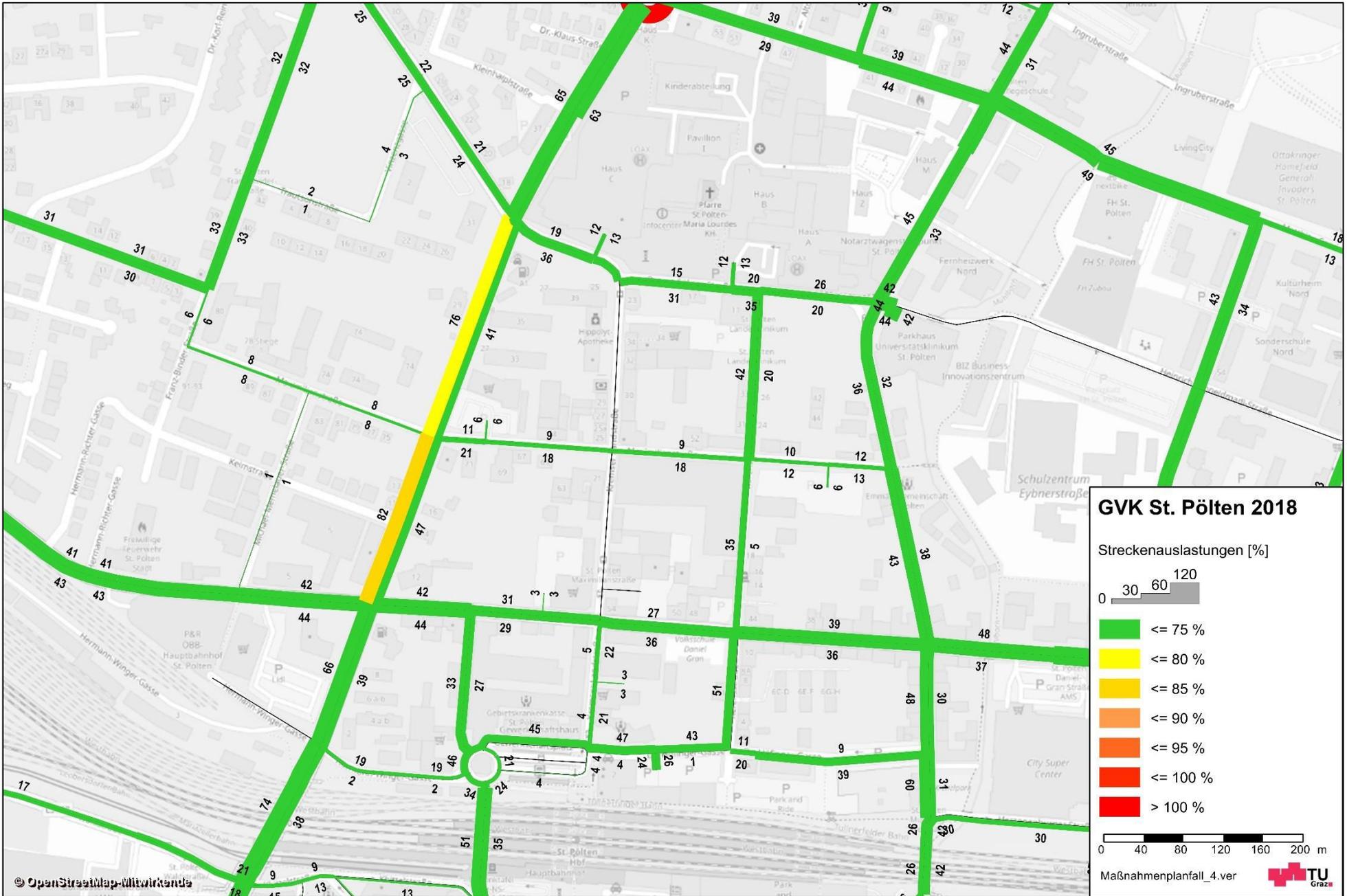


Abb. 137: Auslastungsgrade der Strecken des Maßnahmenplanfall 4

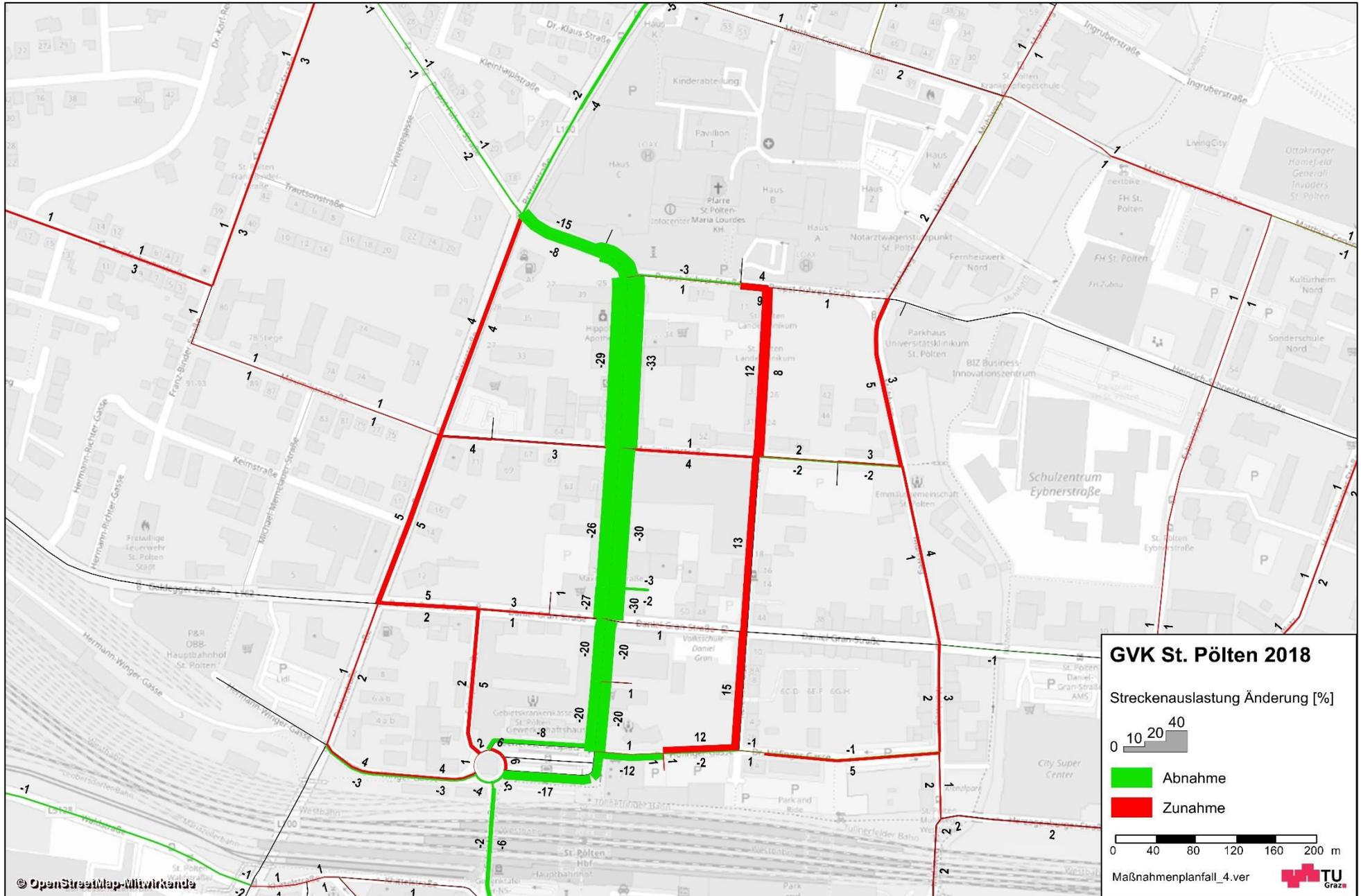


Abb. 138: Absolute Veränderung Streckenauslastungsgrade durch Maßnahmenplanfall 4 (Referenzplanfall – Maßnahmenplanfall 4)

Anhang 14: Verkehrskenngrößen
Kreuzung Praterstraße/Propst-Führerstraße

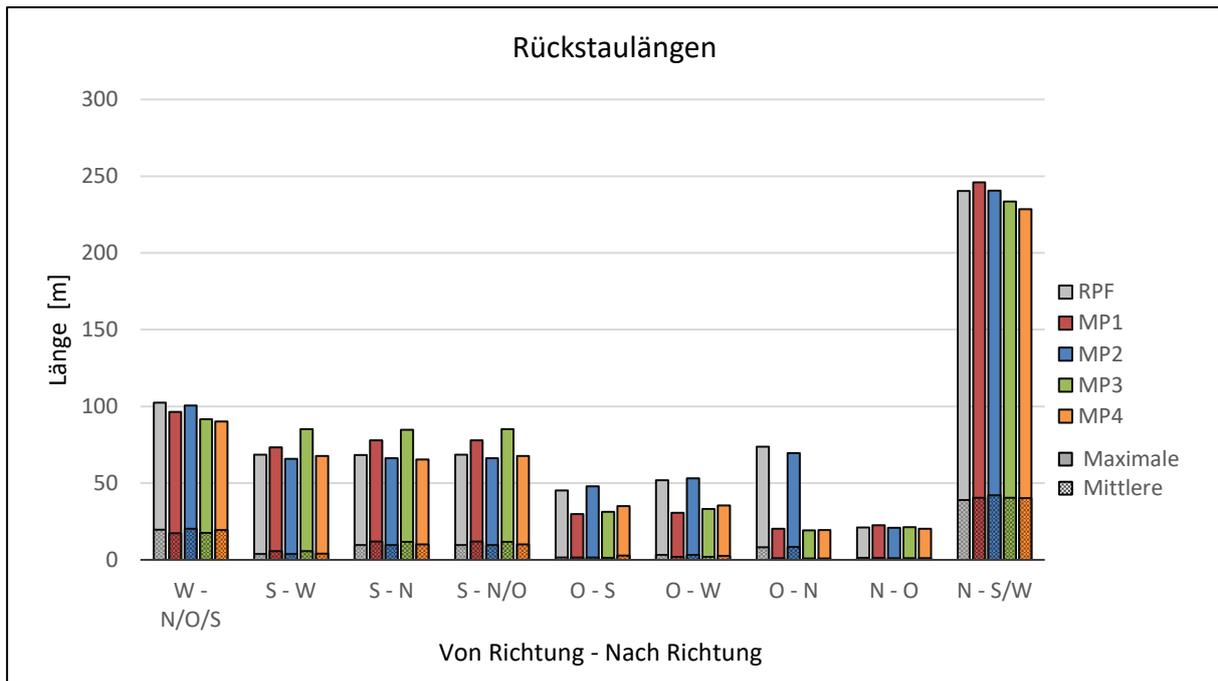


Abb. 139: Maximale und mittlere Rückstaulängen auf der Kreuzung Praterstraße/Propst-Führer-Straße

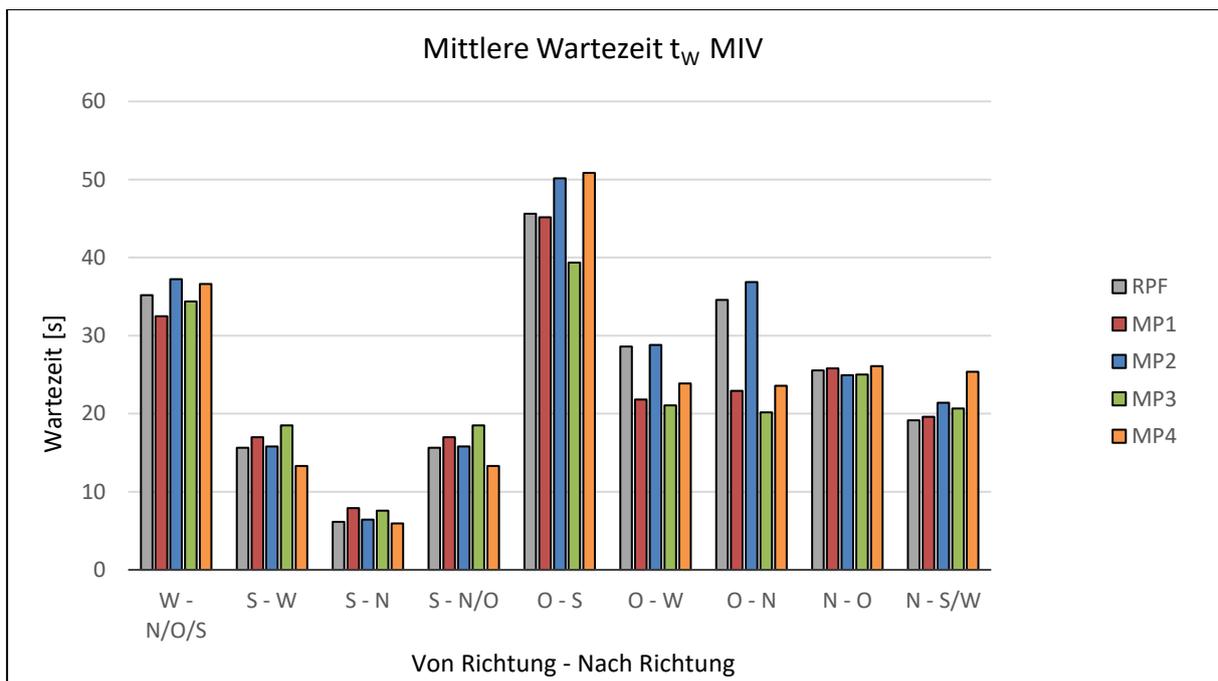


Abb. 140: Mittlere Wartezeiten des MIV auf Kreuzung Praterstraße/Propst-Führer-Straße

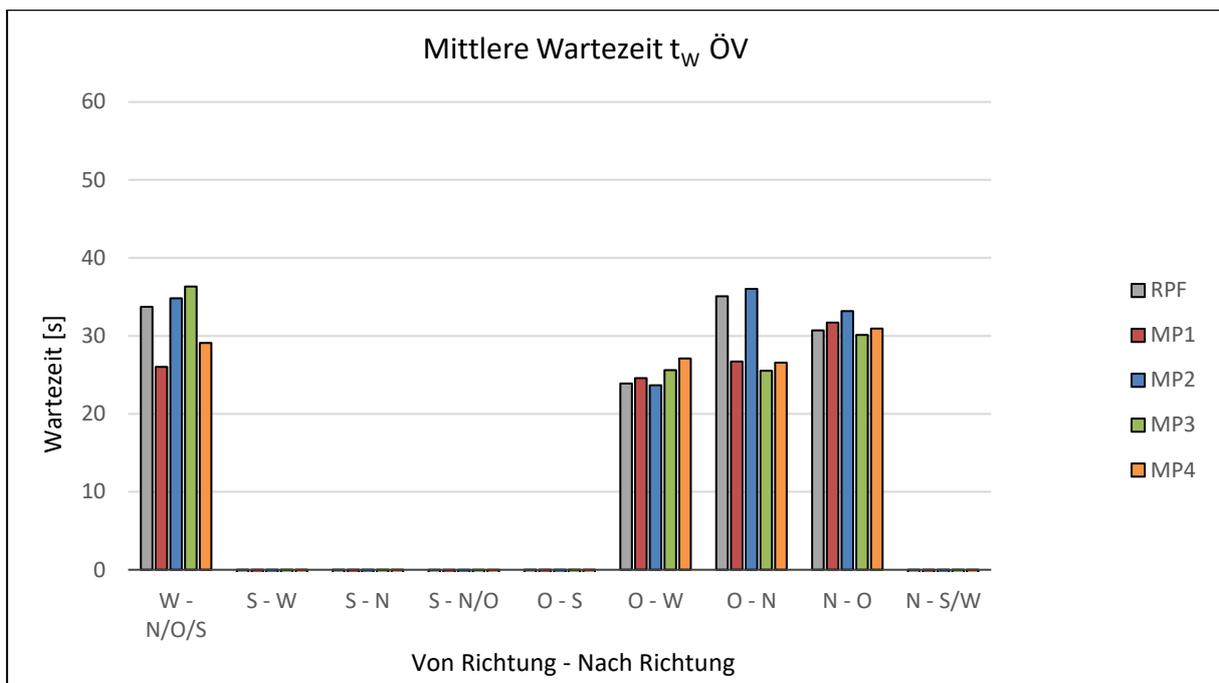


Abb. 141: Mittlere Wartezeiten des ÖV auf Kreuzung Praterstraße/Propst-Führer-Straße

Praterstraße/Daniel-Gran-Straße

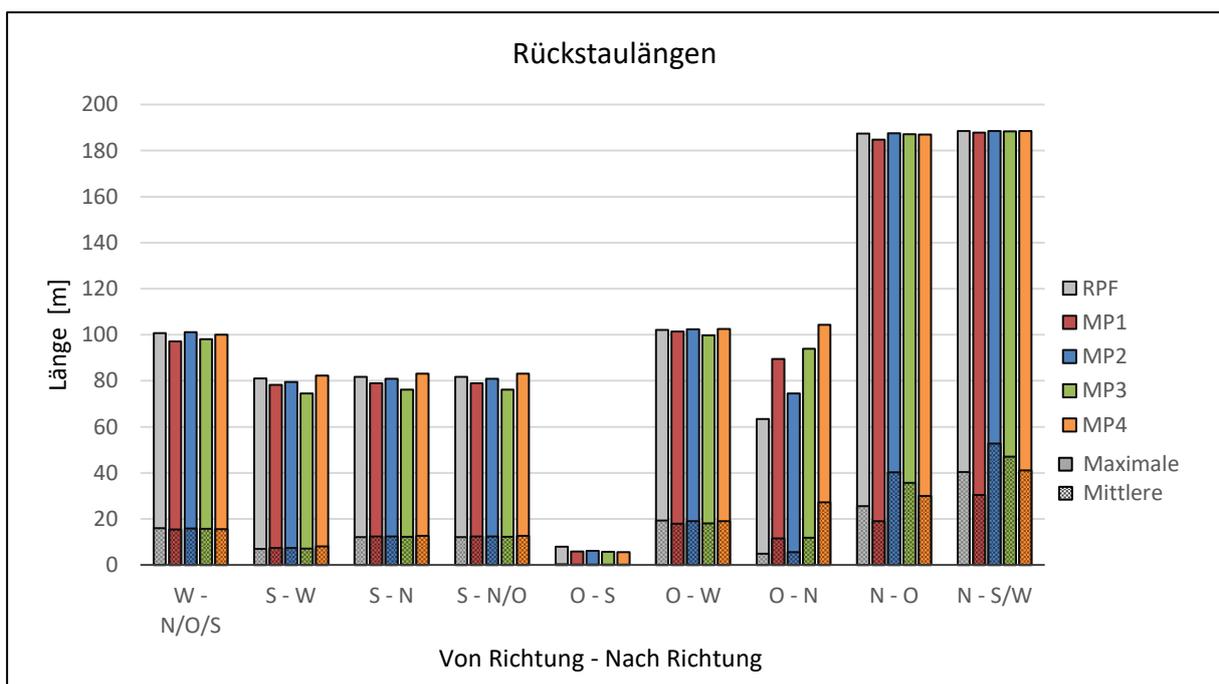


Abb. 142: Maximale und mittlere Rückstaulängen auf der Kreuzung Praterstraße/Daniel-Gran-Straße

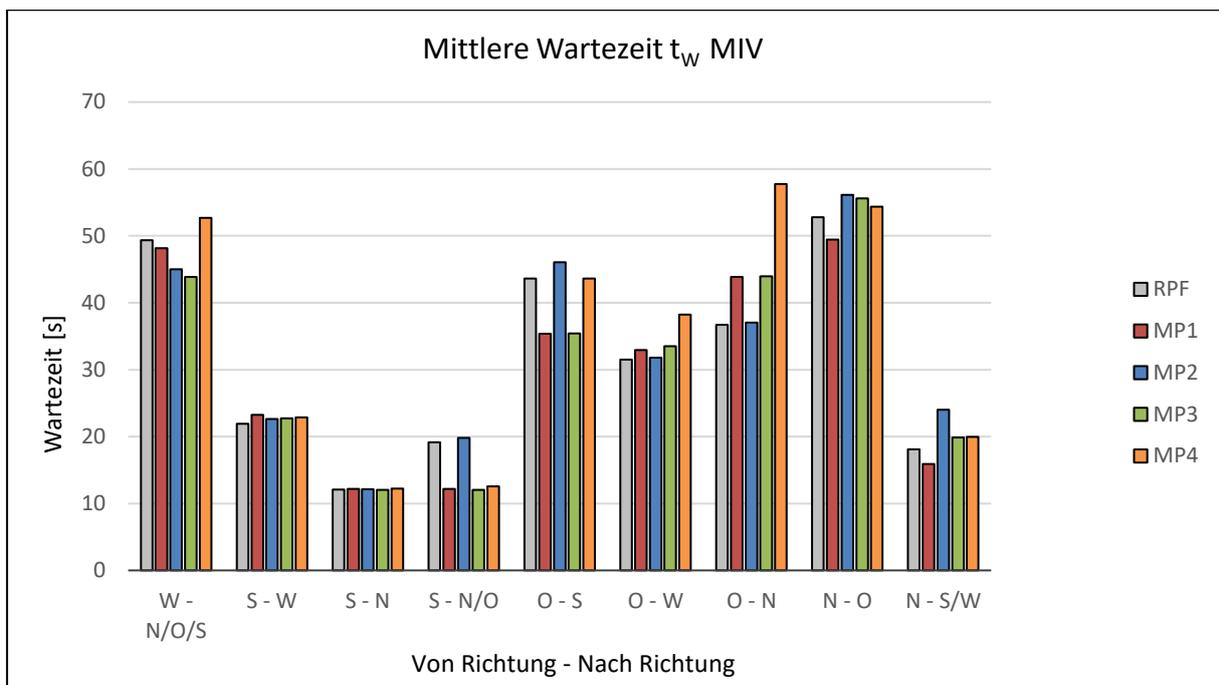


Abb. 143: Mittlere Wartezeiten des MIV auf Kreuzung Praterstraße/Daniel-Gran-Straße

Kerensstraße/Propst-Führer-Straße

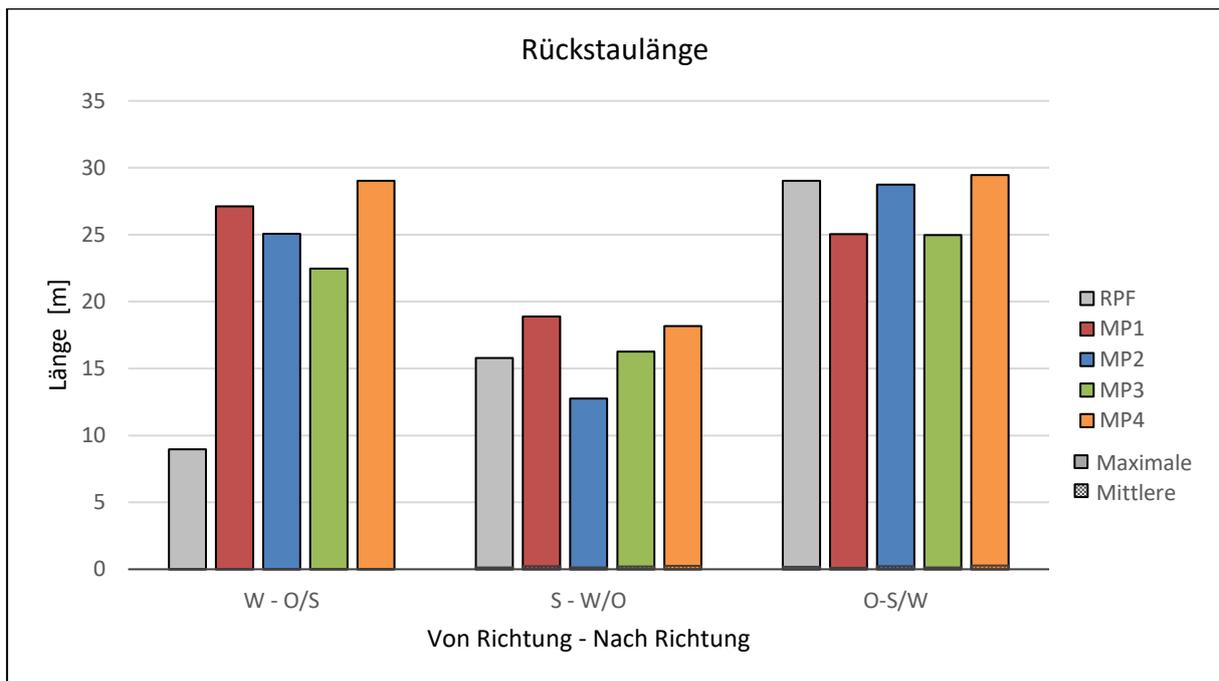


Abb. 144: Maximale und mittlere Rückstaulängen auf der Kreuzung Kerensstraße/Propst-Führer-Straße

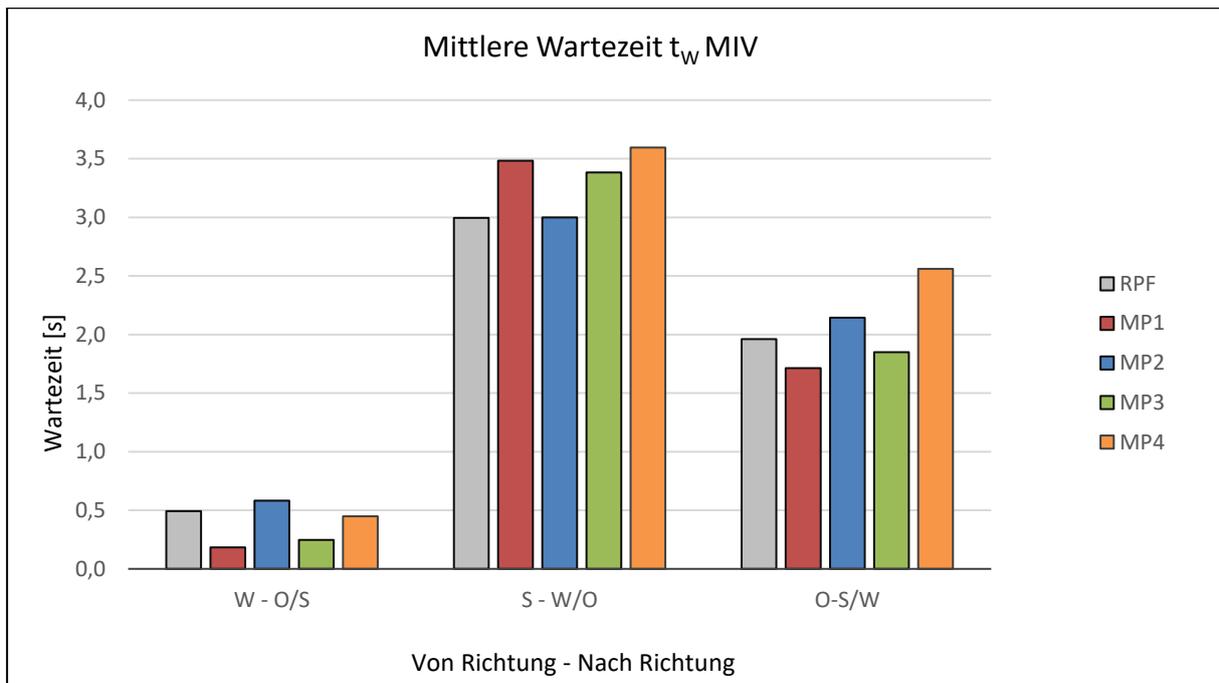


Abb. 145: Mittlere Wartezeiten des MIV auf Kreuzung Kerenstraße/Propst-Führer-Straße

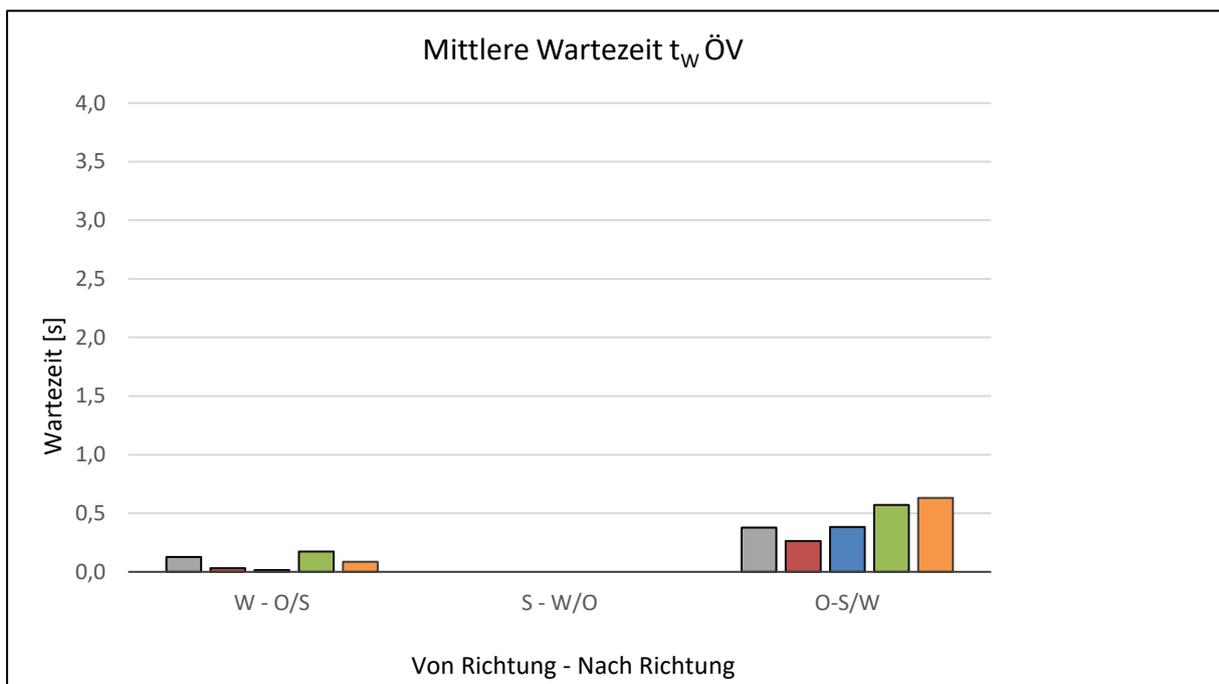


Abb. 146: Mittlere Wartezeiten des ÖV auf Kreuzung Kerenstraße/Propst-Führer-Straße

Kerensstraße/Daniel-Gran-Straße

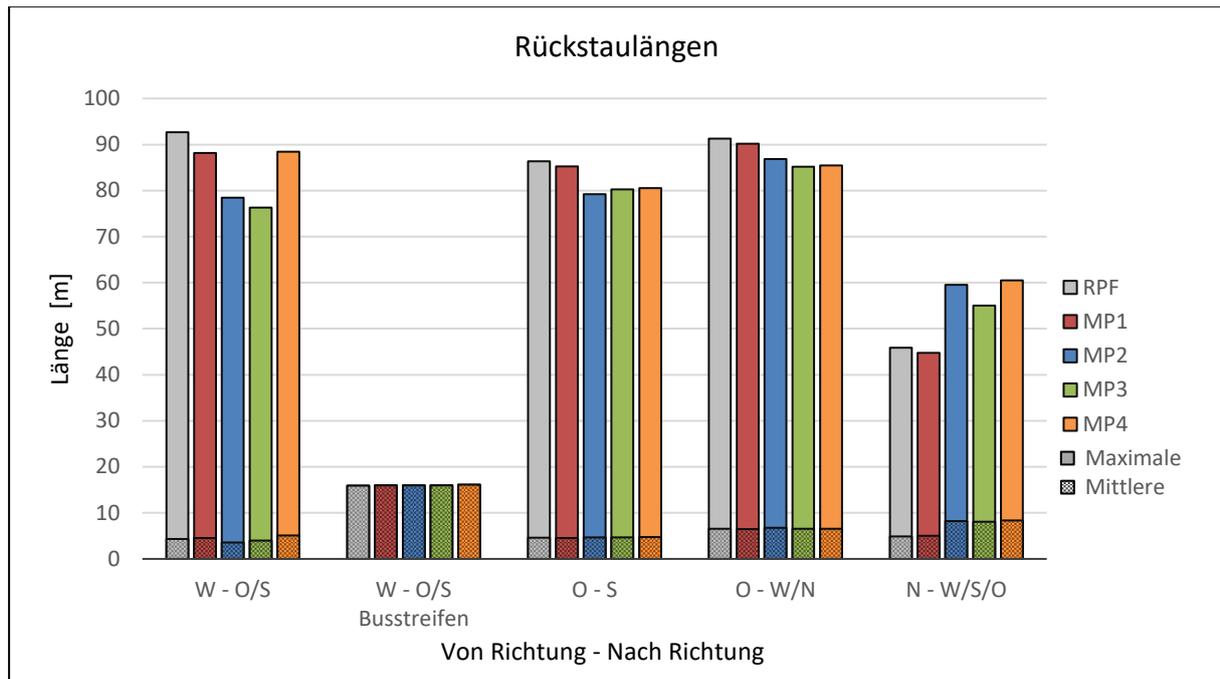


Abb. 147: Maximale und mittlere Rückstaulängen auf der Kreuzung Kerensstraße/Daniel-Gran-Straße

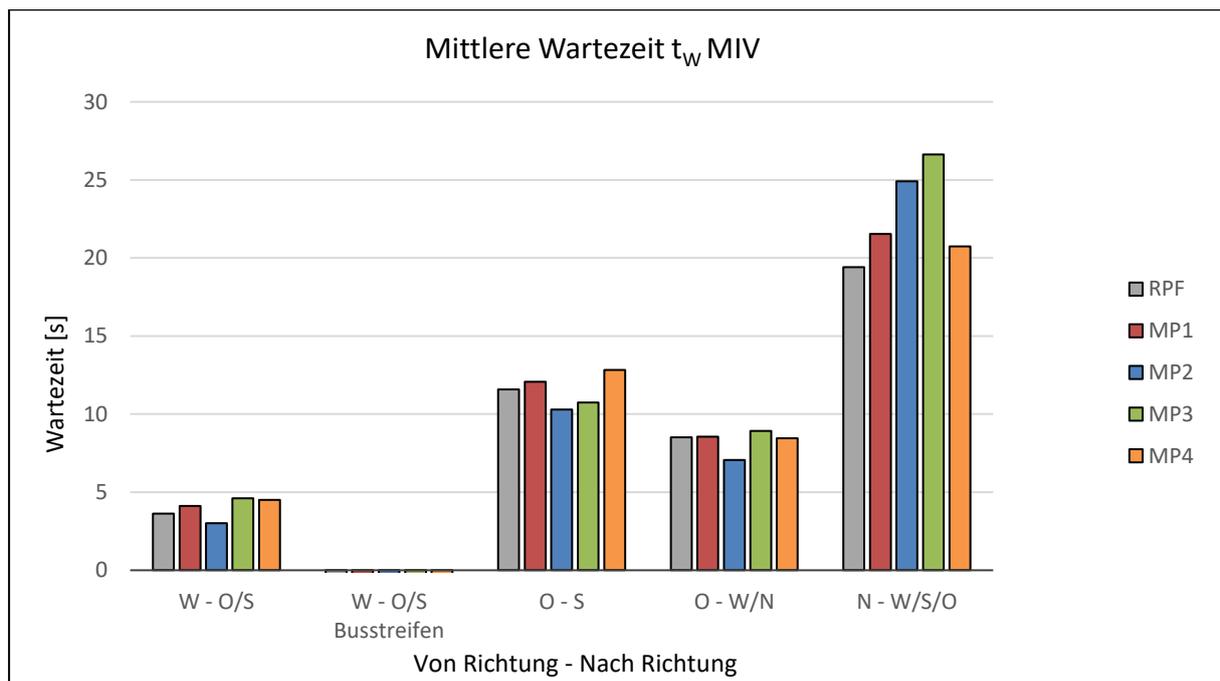


Abb. 148: Mittlere Wartezeiten des MIV auf Kreuzung Kerensstraße/Daniel-Gran-Straße

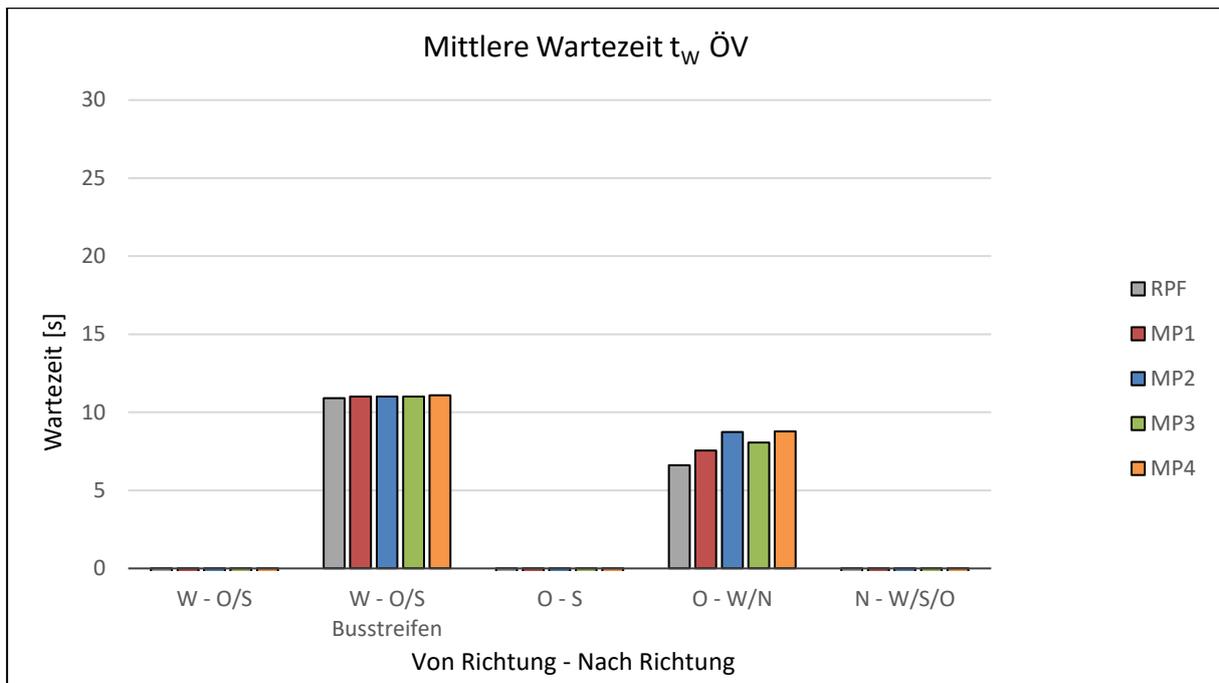


Abb. 149: Mittlere Wartezeiten des ÖV auf Kreuzung Kerenstraße/Daniel-Gran-Straße

Mühlweg/Propst-Führer-Straße

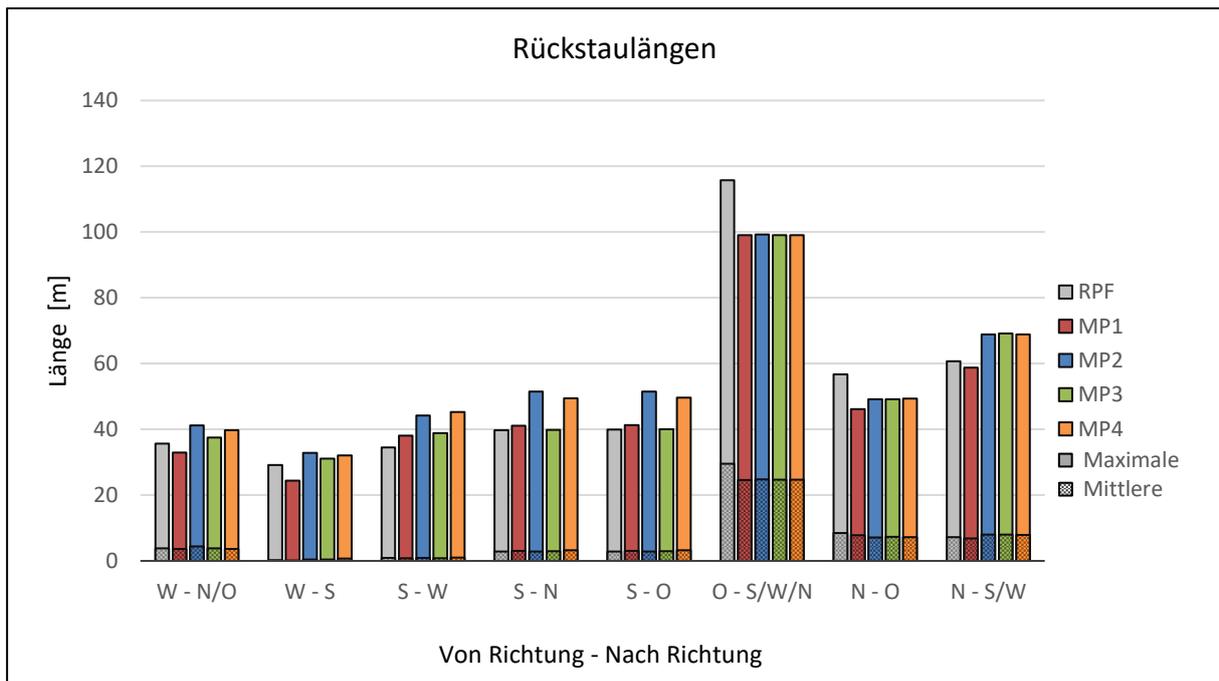


Abb. 150: Maximale und mittlere Rückstaulängen auf der Kreuzung Mühlweg/Propst-Führer-Straße

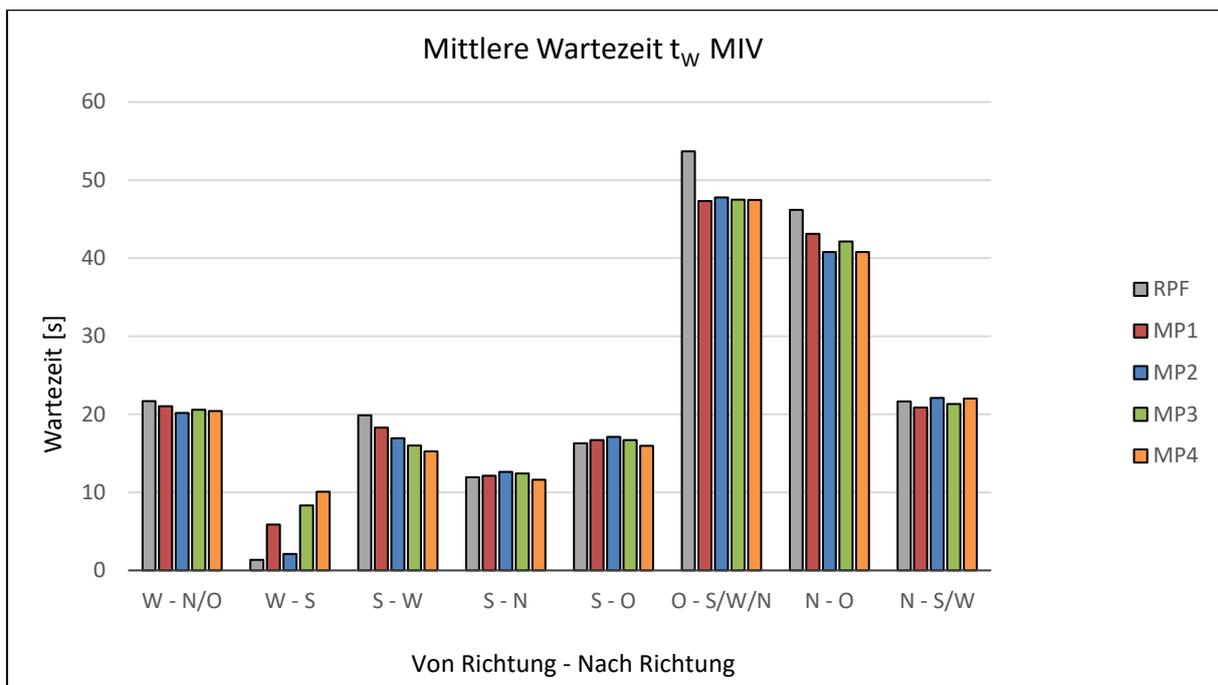


Abb. 151: Mittlere Wartezeiten des MIV auf Kreuzung Mühlweg/Propst-Führer-Straße

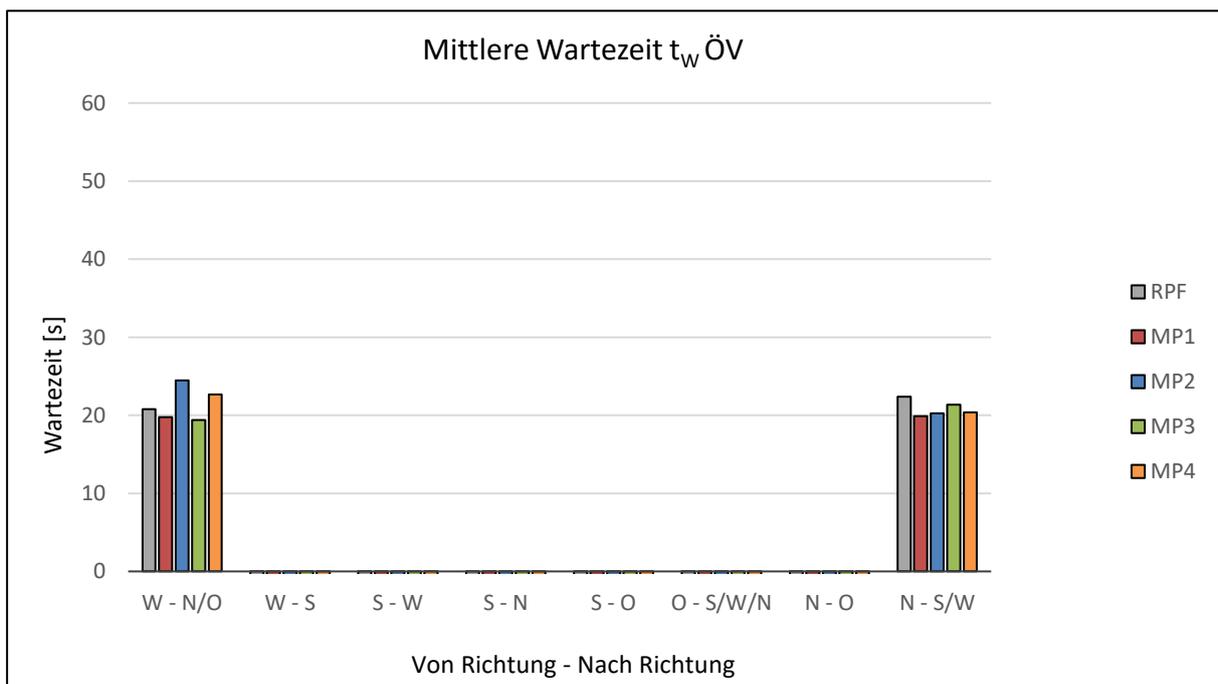


Abb. 152: Mittlere Wartezeiten des ÖV auf Kreuzung Mühlweg/Propst-Führer-Straße

Mühlweg/Maximilianstraße

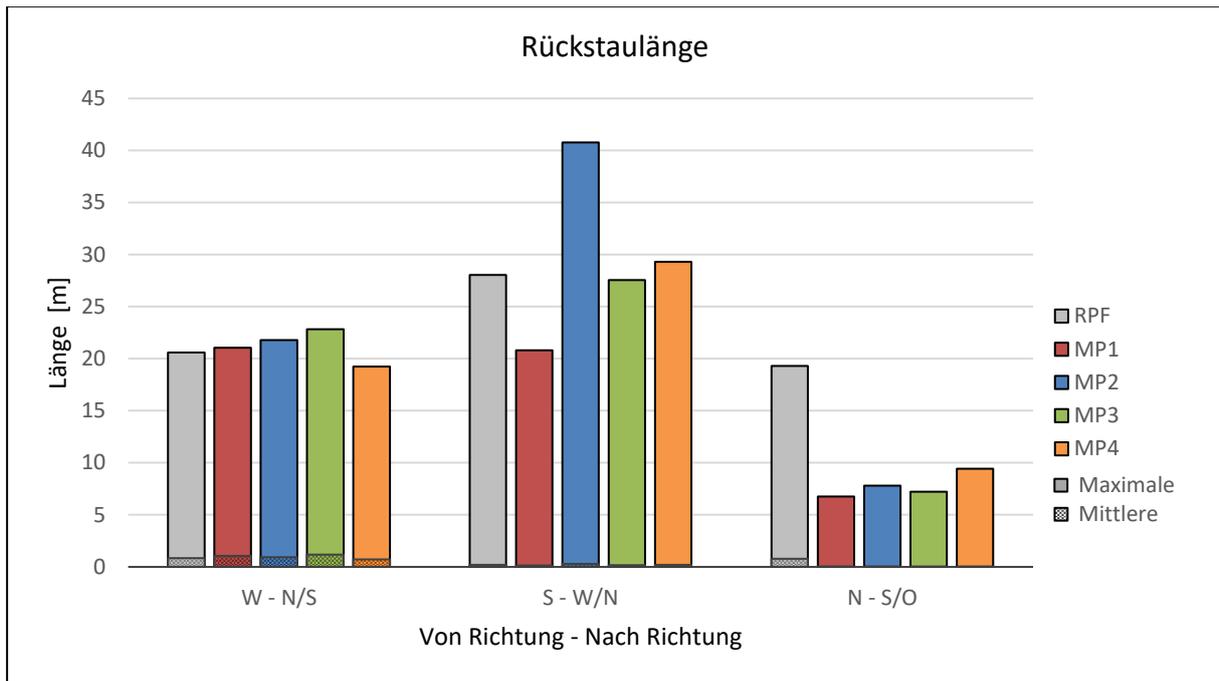


Abb. 153: Maximale und mittlere Rückstaulängen auf der Kreuzung Mühlweg/Maximilianstraße

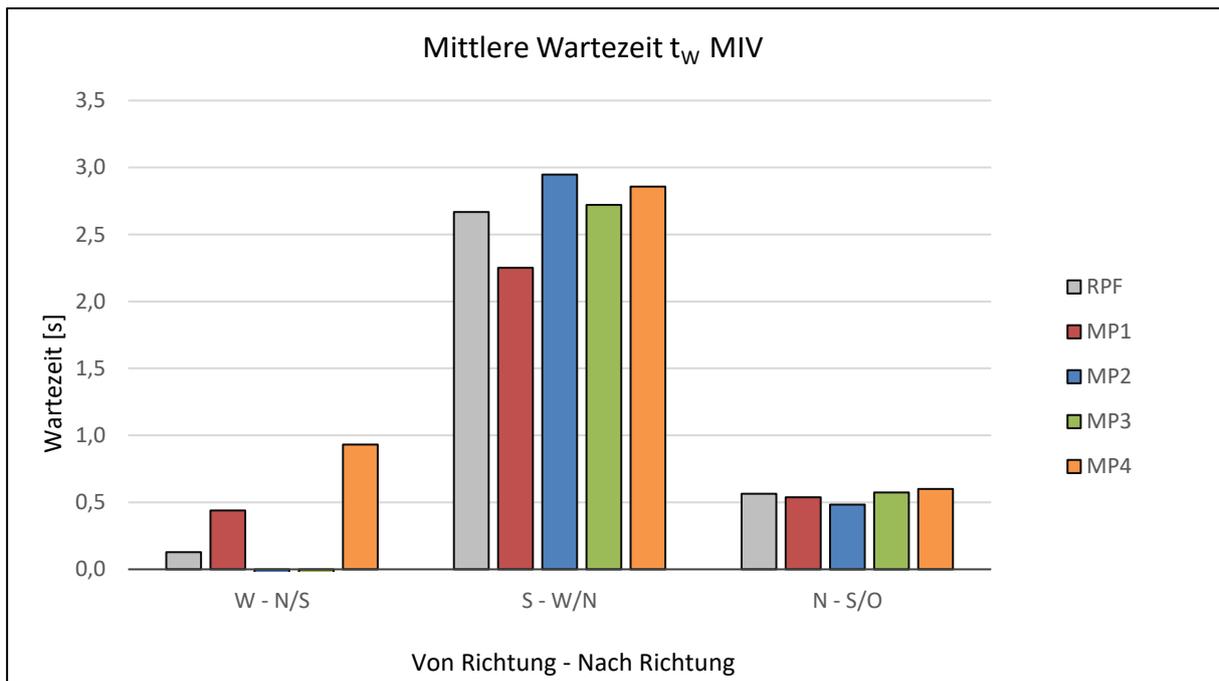


Abb. 154: Mittlere Wartezeiten des MIV auf Kreuzung Mühlweg/Maximilianstraße

Mühlweg/Daniel-Gran-Straße

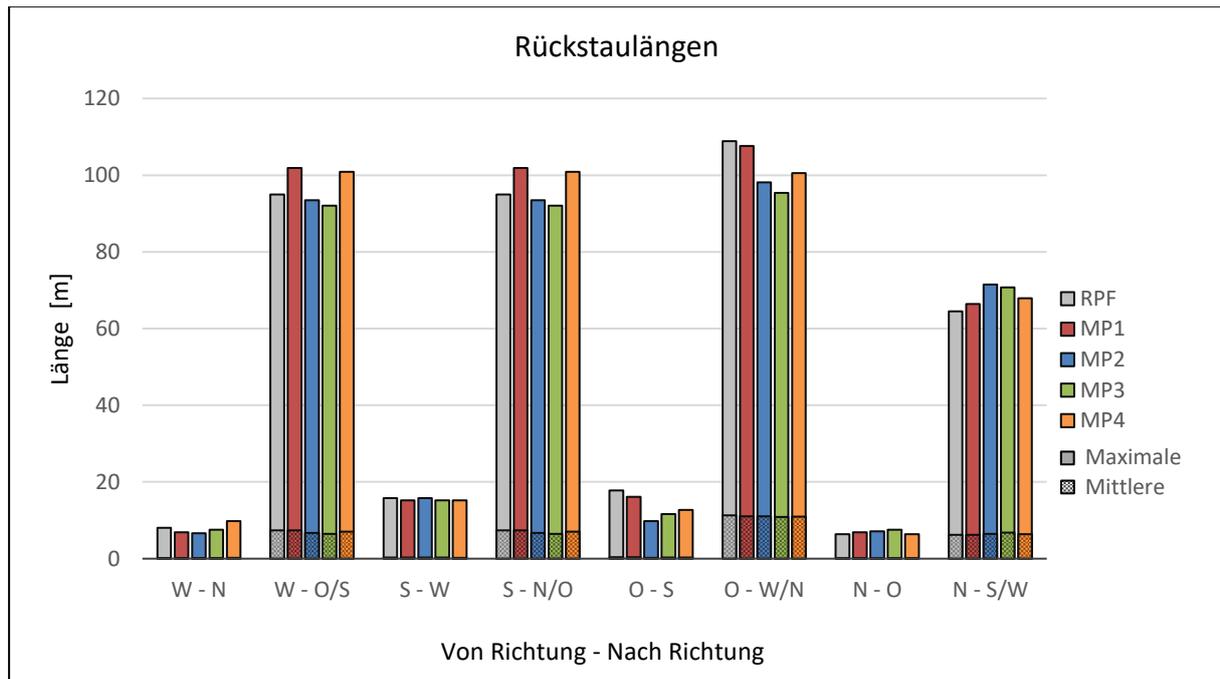


Abb. 155: Maximale und mittlere Rückstaulängen auf der Kreuzung Mühlweg/Daniel-Gran-Straße

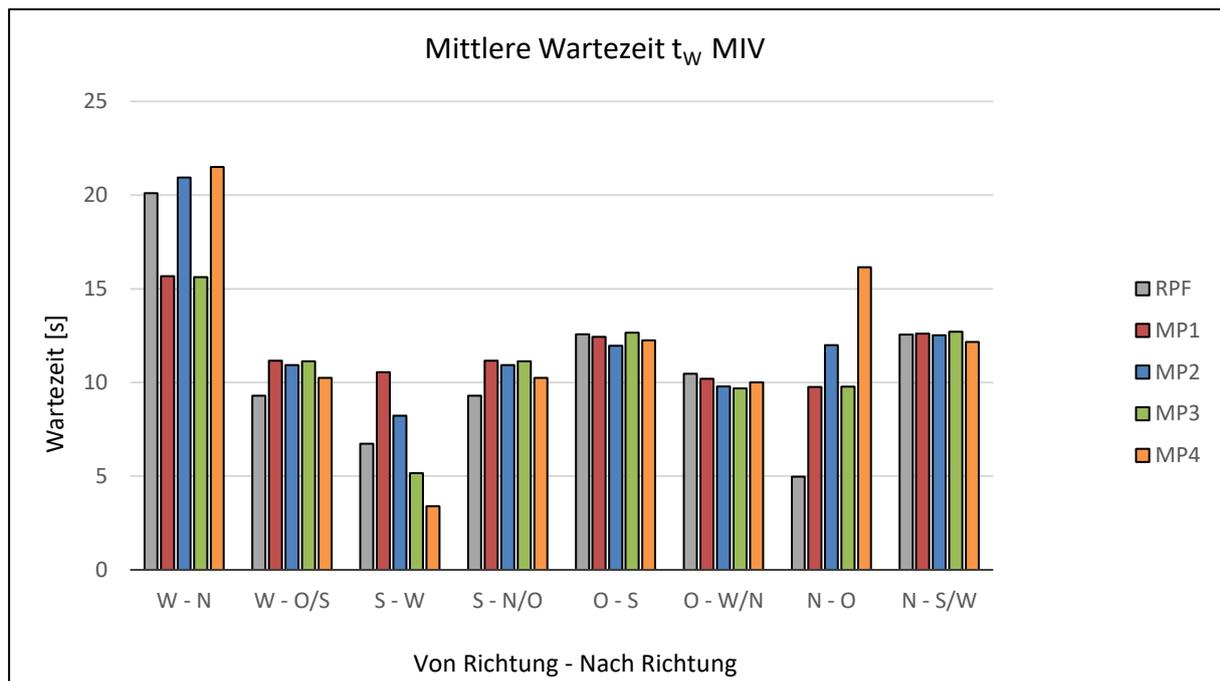


Abb. 156: Mittlere Wartezeiten des MIV auf Kreuzung Mühlweg/Daniel-Gran-Straße

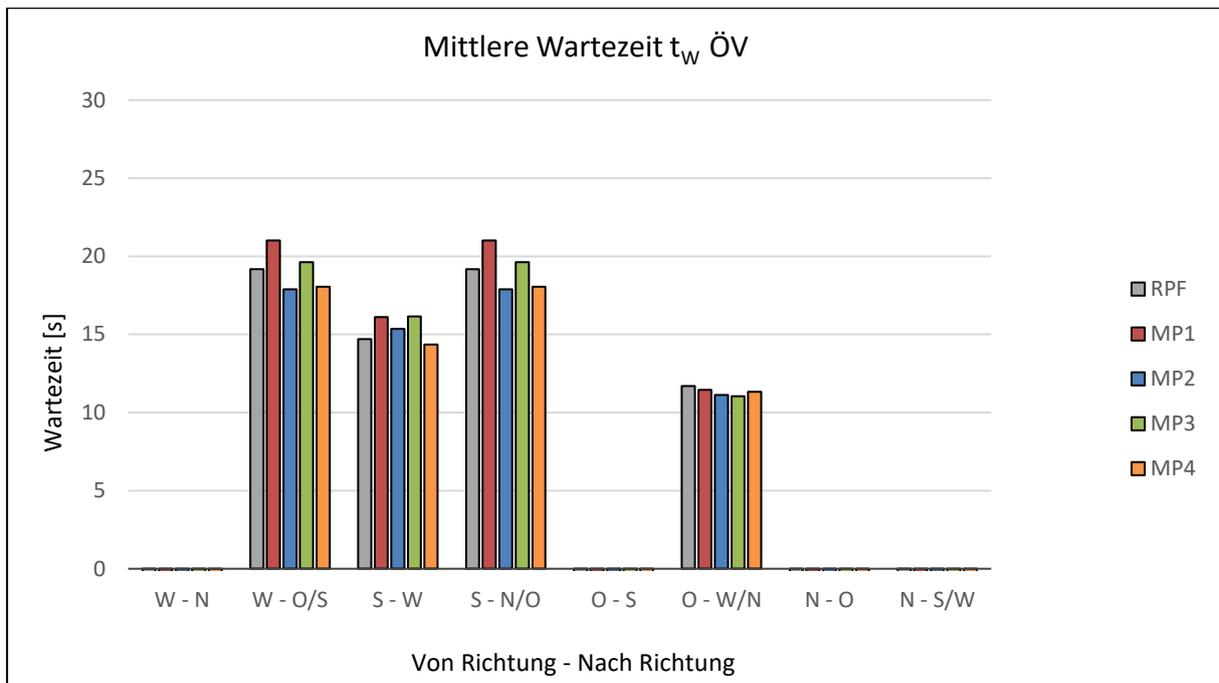


Abb. 157: Mittlere Wartezeiten des ÖV auf Kreuzung Mühlweg/Daniel-Gran-Straße

Anhang 15: Übersichtstabellen der Verkehrskenngrößen

Tabelle 56: Maximale Mittlere Wartezeiten in Sekunden pro Planfall an den einzelnen Knoten mit prozentueller Veränderung zum Referenzplanfall und Abbiegerelation des betroffenen Fahrstreifens

Straße 1 Straße 2		Praterstraße			Schöpferstraße			Kremser Landstraße			Kerensstraße			Mühlweg		
		t _{w,Max}	% zu RPF	Maßgebende Fahrtrichtung	t _{w,Max}	% zu RPF	Maßgebende Fahrtrichtung	t _{w,Max}	% zu RPF	Maßgebende Fahrtrichtung	t _{w,Max}	% zu RPF	Maßgebende Fahrtrichtung	t _{w,Max}	% zu RPF	Maßgebende Fahrtrichtung
Propst-Führer- Straße	RPF	46	-	O - S	-	-	-	6	-	NW - S	3	-	S - W/O	54	-	O - S/W/N
	MP1	45	-1 %	O - S	-	-	5	-11 %	NW - S	3	+16 %	S - W/O	47	-12 %	O - S/W/N	
	MP2	50	+10 %	O - S	-	-	5	-12 %	S - NW/O	3	0 %	S - W/O	48	-11 %	O - S/W/N	
	MP3	39	-14 %	O - S	-	-	5	-19 %	NW - S	3	+13 %	S - W/O	47	-12 %	O - S/W/N	
	MP4	51	+11 %	O - S	-	-	0	-100 %	Alle	4	+20 %	S - W/O	47	-12 %	O - S/W/N	
Maximilian- straße	RPF	45	-	N - O	-	-	2	-	N - O/S/W	10	-	O - S/W/N	3	-	S - W/N	
	MP1	47	+6 %	N - O	-	-	2	18	N - O/S/W	11	+10 %	O - S/W/N	2	-16 %	S - W/N	
	MP2	45	+1 %	N - O	-	-	2	29	N - O/S/W	10	+2 %	O - S/W/N	3	+10 %	S - W/N	
	MP3	46	+2 %	N - O	-	-	2	25	S - W/N/O	10	+8 %	O - S/W/N	3	+2 %	S - W/N	
	MP4	43	-3 %	N - O	-	-	0	-1	Alle	10	+5 %	O - S/W/N	3	+7 %	S - W/N	
Daniel-Gran- Straße	RPF	53	-	N - O	32	-	S - W	48	-	S - W/N/O	19	-	N - W/S/O	20	-	W - N
	MP1	49	-6 %	N - O	37	+15 %	S - O	49	+2 %	S - W/N/O	22	+11 %	N - W/S/O	16	-22 %	W - N
	MP2	56	+6 %	N - O	30	-6 %	S - W	49	+1 %	W - N	25	+28 %	N - W/S/O	21	+4 %	W - N
	MP3	56	+5 %	N - O	36	+12 %	S - W	50	+5 %	W - N	27	+37 %	N - W/S/O	16	-22 %	W - N
	MP4	58	+9 %	O - N	41	+28 %	S - W	37	-23 %	S - W/N/O	21	+7 %	N - W/S/O	21	+7 %	W - N

Tabelle 57: Qualitätsstufe des Verkehrsablaufs (QSV) pro Planfall an den einzelnen Knoten mit Abbiegerelation des betroffenen Fahrstreifens

Straße 1 Straße 2		Praterstraße		Schöpferstraße		Kremser Landstraße		Kerensstraße		Mühlweg	
		QSV	Maßgebende Fahrtrichtung	QSV	Maßgebende Fahrtrichtung	QSV	Maßgebende Fahrtrichtung	QSV	Maßgebende Fahrtrichtung	QSV	Maßgebende Fahrtrichtung
Propst-Führer- Straße	RPF	C	O - S	-	-	A	NW - S	A	S - W/O	D	O - S/W/N
	MP1	C	O - S	-	-	A	NW - S	A	S - W/O	C	O - S/W/N
	MP2	D	O - S	-	-	A	S - NW/O	A	S - W/O	C	O - S/W/N
	MP3	C	O - S	-	-	A	NW - S	A	S - W/O	C	O - S/W/N
	MP4	D	O - S	-	-	A	Alle	A	S - W/O	C	O - S/W/N
Maximilian- straße	RPF	C	N - O	-	-	A	N - O/S/W	A	O - S/W /N	A	S - W/N
	MP1	C	N - O	-	-	A	N - O/S/W	B	O - S/W /N	A	S - W/N
	MP2	C	N - O	-	-	A	N - O/S/W	A	O - S/W /N	A	S - W/N
	MP3	C	N - O	-	-	A	S - W/N/O	B	O - S/W /N	A	S - W/N
	MP4	C	N - O	-	-	A	Alle	A	O - S/W /N	A	S - W/N
Daniel-Gran- Straße	RPF	D	N - O	B	S - W	C	S - W/N/O	A	N - W/S/O	B	W - N
	MP1	C	N - O	C	S - O	C	S - W/N/O	B	N - W/S/O	A	W - N
	MP2	D	N - O	B	S - W	C	W - N	B	N - W/S/O	B	W - N
	MP3	D	N - O	C	S - W	D	W - N	B	N - W/S/O	A	W - N
	MP4	D	O - N	C	S - W	C	S - W/N/O	B	N - W/S/O	B	W - N

Tabelle 58: Summe der QSV A bis F für alle untersuchte Knoten im Betrachtungsgebiet pro Planfall

Summe	A	B	C	D	E	F
RPF	6	2	3	2	0	0
MP1	5	2	6	0	0	0
MP2	5	3	3	2	0	0
MP3	5	2	4	2	0	0
MP4	5	2	4	2	0	0

Tabelle 59: Durchschnittliche Mittlere Wartezeiten in Sekunden aller Knotenarme pro Planfall an den einzelnen Knoten mit Prozentueller Veränderung zum Referenzplanfall

Straße 1 Straße 2		Praterstraße		Schöpferstraße		Kremser Landstraße		Kerensstraße		Mühlweg	
		$t_{w,Mittel}$	% ZU RPF	$t_{w,Mittel}$	% ZU RPF	$t_{w,Mittel}$	% ZU RPF	$t_{w,Mittel}$	% ZU RPF	$t_{w,Mittel}$	% ZU RPF
Propst-Führer- Straße	RPF	25	-	-	-	2	-	2	-	24	-
	MP1	23	-9 %	-	-	1	-68 %	2	-1 %	23	-4 %
	MP2	26	+ 5 %	-	-	2	-15 %	2	+ 5 %	22	-7 %
	MP3	22	-13 %	-	-	0	-80 %	2	+ 1 %	23	-4 %
	MP4	24	-4 %	-	-	0	-100 %	2	+ 21 %	23	-5 %
Maximilian- straße	RPF	19	-	-	-	0	-	1	-	1	-
	MP1	19	-1 %	-	-	0	-100 %	0	-94 %	1	-4 %
	MP2	19	+ 1 %	-	-	0	-100 %	0	-139 %	1	-4 %
	MP3	21	+ 6 %	-	-	0	-100 %	0	-47 %	1	-5 %
	MP4	20	+ 2 %	-	-	0	-100 %	0	-103 %	1	+ 31 %
Daniel-Gran- Straße	RPF	32	-	19	-	25	-	2	-	11	-
	MP1	30	-4 %	23	+ 22 %	25	-1 %	2	-1 %	12	+ 9 %
	MP2	33	+ 3 %	18	-3 %	23	-8 %	2	+ 5 %	12	+ 13 %
	MP3	31	-2 %	19	+ 5 %	23	-8 %	2	+ 1 %	11	+ 2 %
	MP4	35	+ 10 %	26	+ 42 %	14	-43 %	2	+ 21 %	12	+ 12 %

Tabelle 60: Summe der Mittleren Wartezeiten für alle untersuchte Knoten im Betrachtungsgebiet pro Planfall inklusive prozentueller Veränderung zum Referenzplanfall

Summe		
RPF	162	
MP1	160	-1%
MP2	161	-1%
MP3	156	-4%
MP4	160	-1%

Tabelle 61: Maximale Rückstaulänge in Meter pro Planfall an den einzelnen Knoten mit prozentueller Veränderung zum Referenzplanfall und Abbiegerelation des betroffenen Fahrstreifens

Straße 1 Straße 2		Praterstraße			Schöpferstraße			Kremsler Landstraße			Kerensstraße			Mühlweg		
		L _{Max}	% zu RPF	Maßgebende Fahrtrelation	L _{Max}	% zu RPF	Maßgebende Fahrtrelation	L _{Max}	% zu RPF	Maßgebende Fahrtrelation	L _{Max}	% zu RPF	Maßgebende Fahrtrelation	L _{Max}	% zu RPF	Maßgebende Fahrtrelation
Propst-Führer- Straße	RPF	240	-	N - S/W	-	-	-	62	-	S - NW/O	29	-	W - O/S	116	-	O - S/W/N
	MP1	246	+ 2 %	N - S/W	-	-	34	-45 %	NW - S	27	-7 %	S - W/O	99	-14 %	O - S/W/N	
	MP2	241	0 %	N - S/W	-	-	64	+ 4 %	S - NW/O	29	-1 %	W - O/S	99	-14 %	O - S/W/N	
	MP3	234	-3 %	N - S/W	-	-	24	-61 %	O - S/NW	25	-14 %	S - W/O	99	-14 %	O - S/W/N	
	MP4	229	-5 %	N - S/W	-	-	25	-60 %	S - NW/O	29	+ 1 %	W - O/S	99	-14 %	O - S/W/N	
Maximilian- straße	RPF	211	-	N - S/W	-	-	29	-	S - W/N/O	16	-	O - S/W/N	28	-	S - W/N	
	MP1	195	-8 %	N - S/W	-	-	18	-38 %	S - W/N/O	25	+ 58 %	N - O/S/W	21	-25 %	S - W/N	
	MP2	228	+ 8 %	N - S/W	-	-	19	-33 %	S - W/N/O	20	+ 26 %	W - N/O/S	41	+ 45 %	S - W/N	
	MP3	215	+ 2 %	N - S/W	-	-	20	-31 %	S - W/N/O	27	+ 71 %	W - N/O/S	28	-2 %	S - W/N	
	MP4	210	0 %	N - S/W	-	-	20	-30 %	W - N/O/S	19	+ 23 %	O - S/W/N	29	+ 4 %	S - W/N	
Daniel-Gran- Straße	RPF	188	-	N - S/W	110	-	O - W	153	-	S - W/N/O	93	-	O - W/N	109	-	O - W/N
	MP1	188	0 %	N - S/W	101	-8 %	O - W	132	-14 %	S - W/N/O	90	-3 %	O - W/N	108	-1 %	O - W/N
	MP2	188	0 %	N - S/W	103	-6 %	O - W	140	-9 %	S - W/N/O	87	-6 %	O - W/N	98	-10 %	O - W/N
	MP3	188	0 %	N - S/W	113	+ 4 %	O - W	134	-13 %	S - W/N/O	85	-8 %	O - W/N	95	-12 %	O - W/N
	MP4	188	0 %	N - S/W	128	+ 16 %	O - W	132	-14 %	O - N/W	88	-5 %	W - O/S	101	-7 %	O - W/N

Tabelle 62: Durchschnittliche Rückstaulängen in Meter aller Knotenarme pro Planfall an den einzelnen Knoten mit Prozentueller Veränderung zum Referenzplanfall

Straße 1 Straße 2		Praterstraße		Schöpfer- straße		Kremser Landstraße		Kerensstraße		Mühlweg	
		L _{Mittel}	% zu RPF	L _{Mittel}	% zu RPF	L _{Mittel}	% zu RPF	L _{Mittel}	% zu RPF	L _{Mittel}	% zu RPF
Propst-Führer- Straße	RPF	10,7	-	-	-	1,3	-	0,1	-	7,0	-
	MP1	10,4	-3 %	-	-	0,7	-49 %	0,1	+9 %	6,2	-11 %
	MP2	11,1	+4 %	-	-	1,0	-23 %	0,1	+14 %	6,4	-8 %
	MP3	10,3	-3 %	-	-	0,6	-56 %	0,1	+10 %	6,4	-9 %
	MP4	10,2	-5 %	-	-	0,4	-67 %	0,2	+70 %	6,4	-8 %
Maximilian- straße	RPF	9,2	-	-	-	1,8	-	0,2	-	0,6	-
	MP1	9,4	+3 %	-	-	0,2	-89 %	0,4	+112 %	0,4	-35 %
	MP2	11,2	+23 %	-	-	0,2	-87 %	0,3	+61 %	0,4	-32 %
	MP3	12,1	+31 %	-	-	0,2	-90 %	0,5	+174 %	0,5	-25 %
	MP4	10,6	+16 %	-	-	0,2	-87 %	0,3	+52 %	0,3	-50 %
Daniel-Gran- Straße	RPF	15,3	-	6,0	-	12,7	-	7,3	-	4,1	-
	MP1	14,0	-8 %	6,4	+22 %	10,2	-20 %	7,3	+1 %	4,1	-1 %
	MP2	18,4	+20 %	6,1	-3 %	10,6	-17 %	7,8	+8 %	4,0	-4 %
	MP3	17,8	+17 %	6,6	+5 %	9,2	-28 %	7,9	+8 %	3,9	-5 %
	MP4	18,5	+21 %	9,1	+42 %	8,6	-32 %	8,2	+13 %	4,0	-3 %

Tabelle 63: Summe der Mittleren Rückstaulängen für alle untersuchte Knoten im Betrachtungsgebiet pro Planfall inklusive prozentueller Veränderung zum Referenzplanfall

Summe		
RPF	76	
MP1	70	-8%
MP2	78	2%
MP3	76	0%
MP4	77	1%