

Diplomarbeit

zur Erlangung
des akademischen Grades Diplomingenieur
der Studienrichtung Bauingenieurwesen

von

Alexander Graf

Eingereicht am Institut für Straßen- und Verkehrswesen
der Technischen Universität Graz
Vorstand: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Fellendorf

Thema der Diplomarbeit:

**Empfehlungen für die Einführung von temporären
Pannestreifenfreigaben auf dem Autobahnnetz der ASFINAG**

Betreuer: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Fellendorf
Mitbetreuender Assistent: Dipl.-Ing. Dipl.-Ing. Thomas Reiter

Graz, November 2010

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Diplomarbeit selbständig angefertigt habe. Es wurden nur die in der Arbeit ausdrücklich benannten Quellen benutzt. Wörtlich oder sinngemäß übernommenes Gedankengut habe ich als solches kenntlich gemacht.

Graz, im November 2010

(Alexander Graf)

Kurzfassung

Das steigende Verkehrsaufkommen in den letzten Jahren führt auf dem hochrangigen Straßennetz vor allem in den Spitzenstunden immer häufiger zu Kapazitätsengpässen. Die Freigabe des Pannestreifens für den fließenden Verkehr ist eine Möglichkeit, den vorhandenen Straßenquerschnitt effizienter zu nutzen und die Leistungsfähigkeit zu erhöhen. Einer Verschlechterung der Verkehrssicherheit durch den Wegfall des Pannestreifens muss durch Maßnahmen wie einer lückenlosen optischen Überwachung, Geschwindigkeitsbegrenzungen und der Errichtung von Nothaltebuchten entgegengewirkt werden.

In dieser Arbeit wird ein Überblick über bestehende Ausführungsformen von temporären Pannestreifenfreigaben in Deutschland, England und den Niederlanden gegeben. Weiters erfolgt eine Analyse der maßgebenden Einflussgrößen aus baulicher, betrieblicher und rechtlicher Sicht. Darauf aufbauend werden Handlungsempfehlungen für die Implementierung von temporären Pannestreifenfreigaben auf dem Autobahnnetz der ASFINAG gegeben. Am Beispiel der A4 Ost Autobahn zwischen dem Knoten Prater und dem Knoten Schwechat wird eine mikroskopische Simulation mit VISSIM durchgeführt, um die Auswirkungen der temporären Pannestreifenfreigaben auf den Verkehrsablauf abschätzen zu können.

Die Ergebnisse zeigen in Fahrtrichtung Nickelsdorf deutliche Verbesserungen im Verkehrsablauf durch temporäre Pannestreifenfreigaben ab einer Steigerung des Verkehrsaufkommens von 5%, in Fahrtrichtung Wien jedoch erst ab einer Steigerung von 15%. Ein Kosten-Nutzen-Vergleich für den Einsatz von temporären Pannestreifenfreigaben fällt für die A4 positiv aus. Die durch die Vermeidung von Stau entstehenden Reisezeitgewinne stellen die maßgebende Nutzenkomponente aus volkswirtschaftlicher Sicht dar. Die in dieser Arbeit angewandte Methodik ist auf weitere Autobahnabschnitte übertragbar, die Ergebnisse sind jedoch anwendungsspezifisch zu ermitteln.

Abstract

The increasing traffic volume observed in recent years is more and more resulting in capacity bottlenecks, especially during peak hours. Opening the hard shoulder to traffic provides an opportunity to use the road cross-section more efficiently. Certainly, the decrease of road safety caused by the removal of hard shoulders has to be compensated by the implementation of speed limits and video controlling systems as well as by the construction of emergency refuge areas.

One object of this study is to give a general view of existing hard shoulder running systems in Germany, England and the Netherlands. Furthermore, structural, industrial and juridical aspects are examined. Based on these analyses, recommendations for the implementation of temporary hard shoulder use on the highway network of the ASFINAG are given. Using the program VISSIM, a microscopic traffic simulation is conducted for the "A4 Ost Autobahn" between "Knoten Prater" and "Knoten Schwechat" in order to identify the effects of temporary hard shoulder use on traffic flow.

For the analysed section, results show a beneficial effect of temporary hard shoulder use on traffic flow for both directions of traffic: For the direction heading to Nickelsdorf the positive effect can be seen already with an increase of traffic volume by 5 %, for the direction heading to Vienna, however, not until an increase by 15 %. Cost-benefit analyses suggest favourable effects for the A4 motorway. The reduction of congestion results in lower journey times, the key component from the national economic point of view. The methods used for the purpose of the present study can be applied for analyses of other motorway sections, the results of this study, however, must not be generalized.

Inhaltsverzeichnis

Eidesstattliche Erklärung	2
Kurzfassung	3
Abstract	4
Inhaltsverzeichnis	5
Abbildungsverzeichnis	8
Tabellenverzeichnis	10
Abkürzungsverzeichnis	11
1 Einleitung	12
1.1 Problemstellung.....	12
1.2 Aufgabenstellung.....	14
1.3 Definitionen	15
2 Literaturanalyse	17
2.1 Auswirkungen auf den Verkehrsablauf	17
2.2 Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit.....	19
2.3 Verkehrsrechtliche Fragestellungen	22
2.4 Auswirkungen auf den Straßenbetriebsdienst	24
2.5 Kosten – Nutzenanalysen.....	25
2.6 Bauliche und Verkehrstechnische Anforderungen	27
3 Temporäre Seitenstreifenfreigaben in Europa.....	29
3.1 Erfahrungen aus Deutschland	29
3.1.1 Ausgangslage	29
3.1.2 Hessen.....	30
3.1.3 Niedersachsen	33
3.1.4 Bayern	37
3.2 Erfahrungen aus den Niederlanden	41
3.2.1 Ausgangslage	41
3.2.2 Utrecht	44
3.3 Erfahrungen aus Großbritannien	46
3.3.1 Ausgangslage	46
3.3.2 Birmingham.....	47
4 Empfehlungen für die Einführung in Österreich.....	48
4.1 Bautechnische Anforderungen	48

4.2	Betriebliche Anforderungen	48
4.3	Rechtliche Aspekte.....	48
4.3.1	StVO	48
4.3.2	UVP - Verfahren.....	48
4.3.3	Rettungsgasse	48
4.4	Mögliche Streckenabschnitte für temporäre Pannestreifenfreigaben	48
5	Temporäre Seitenstreifenfreigaben an Knotenpunkten	48
5.1	Prinzip der Seitenstreifenfreigaben an Knotenpunkten	48
5.2	Ausführungsformen in Europa	48
5.2.1	Südbayern.....	48
5.2.2	Hessen.....	48
5.2.3	Niedersachsen	48
5.2.4	England.....	48
5.2.5	Niederlande.....	48
	Bauliche Ausführung	48
5.3	Berechnung der Leistungsfähigkeit von Knotenpunkten	48
6	Mikroskopische Simulation: A4 – Ost Autobahn.....	48
6.1	Das Simulationsprogramm VISSIM	48
6.2	Untersuchungsgebiet	48
6.3	Eingangsdaten	48
6.4	Kalibrierung.....	48
6.4.1	Verkehrsstärken und Geschwindigkeiten.....	48
6.4.2	Wunschgeschwindigkeiten und Langsamfahrbereiche	48
6.4.3	Querverkehrsstörungen.....	48
6.5	Variante Pannestreifenfreigabe	48
6.5.1	Fahrtrichtung Nickelsdorf	48
6.5.2	Fahrtrichtung Wien.....	48
6.6	Analyse der Mikrosimulation.....	48
6.6.1	Verkehrsablauf	48
6.6.2	Reisezeiten	48
7	Wirtschaftlichkeitsuntersuchung.....	48
7.1	Berechnungsmethodik.....	48
7.2	Eingangsdaten und Parameter	48
7.3	Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung	48
7.3.1	Fahrtrichtung Nickelsdorf	48
7.3.2	Fahrtrichtung Wien.....	48
8	Zusammenfassung	48
8.1	Ergebnisse	48
8.2	Schlussfolgerungen.....	48

Literaturverzeichnis	48
Verzeichnis der Internetquellen	48
Anhang A: Fragebogen – Expertengespräche	48
Anhang B: Raum-Zeit-Geschwindigkeitsdiagramme.....	48
Anhang C: Reisezeitauswertung	48
Anhang D: Reisezeitfunktionen.....	48
Anhang E: Hochrechnung der Reisezeit auf das Jahr.....	48

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Stauursachen auf österreichischen Autobahnen und Schnellstraßen aus dem Jahre 2005 (HULMAK et al., 2007).....	12
Abbildung 1-2: Überblick über den Inhalt der Diplomarbeit.....	14
Abbildung 2-1: Verkehrsfluss bei gesperrtem und freigegebenem Seitenstreifen auf der A94 – MQ 7.417, (Schick, 2003).....	18
Abbildung 2-3: Unfallraten vor, während und nach der Einführung von temporären Seitenstreifenfreigaben auf der A3 zwischen Obertshausen und Offenbach (Geistefeldt, 2009).....	22
Abbildung 2-4: Zeichen 223 laut deutscher Straßenverkehrs-Ordnung.....	23
Abbildung 2-5: Fahrstreifenbreiten vor und nach der Umnutzung des Seitenstreifens (Rohloff, 2000).....	27
Abbildung 3-1: Übersicht - temporäre Seitenstreifenfreigaben in Hessen (eigene Darstellung auf Basis autobahnatlas-online, Stand: 22.09.2010).....	30
Abbildung 3-2: Benutzeroberfläche Verkehrszentrale Hessen.....	31
Abbildung 3-3: Staustunden auf der A5 vor und nach Einführung der temporären Seitenstreifenfreigaben (Geistefeldt, 2009).....	33
Abbildung 3-4: Übersicht - Temporäre Seitenstreifenfreigaben in Niedersachsen (eigene Darstellung auf Basis von autobahnatlas-online, Stand: 22.09.2010).....	34
Abbildung 3-5: Temporäre Seitenstreifenfreigabe in Niedersachsen (www.weser-kurier.de).....	35
Abbildung 3-6: Übersicht – temporäre Seitenstreifenfreigaben bei München (eigene Darstellung auf Basis autobahnatlas-online, Stand: 22.09.2010).....	37
Abbildung 3-7: Gesamtdauer aller Freigaben auf der A99 im Jahr 2007 (Hösch, 2009).....	39
Abbildung 3-8: Prinzip der Videoüberwachung in München (Hösch, 2009).....	40
Abbildung 3-9: Verkehrszeichen zur Anzeige des Freigabezustandes in den Niederlanden (Rijkswaterstaat, 2005).....	42
Abbildung 3-10: Plus lane.....	42
Abbildung 3-11: Dynamic lane marking: A50 zwischen Arnheim und Zwolle Utrecht (Astucia – homepage).....	43
Abbildung 3-12: Benutzeroberfläche der Verkehrszentrale Utrecht.....	44
Abbildung 3-13: Rotes X bei gesperrtem Seitenstreifen (rijkswaterstaat - homepage).....	46
Abbildung 4-2: Fahrstreifenbreiten für Autobahnen gemäß RVS 03.03.31.....	48
Abbildung 4-3: Möglichkeit zur Anordnung der Wechselverkehrszeichen (eigene Darstellung auf Basis ASFINAG, 2007).....	48
Abbildung 4-5: Signalisierung bei freigegebenem Pannestreifen (ADAC, 2008).....	48
Abbildung 4-6: Vorgehensweise bei Rettungsgasse (Hersche-webpage).....	48
Abbildung 5-3: Anschlussstelle in Niedersachsen (BAB A7) mit durchlaufendem Seitenstreifen.....	48
Abbildung 5-4: Steuerungszenarien bei Linksverkehr (Highways agency, 2008).....	48
Abbildung 5-5: Ausbildung des Rechtseinbiegestreifens in den Niederlanden (Rijkswaterstaat, 2005).....	48
Abbildung 5-6: Einstreifige Ausfahrt mit Rechtsabbiegestreifen laut RVS 03.05.13.....	48

Abbildung 5-7: Einstreifige Einfahrt mit Rechtseinbiegestreifen laut RVS 03.05.13	48
Abbildung 5-8: Vorschlag zur Ausbildung und Signalisierung bei temporärer Umnutzung des Pannestreifens über eine Anschlussstelle hinweg	48
Abbildung 5-9: Verkehrsbelastungen (Freitag Nachmittag) am Knoten Schwechat	48
Abbildung 6-1: Autobahnen und Schnellstraßen im Raum Wien (ASFINAG homepage, 2010).....	48
Abbildung 6-2: Lage der Messstellen auf der A4	48
Abbildung 6-3: Tagesganglinien Fahrtrichtung Nickelsdorf	48
Abbildung 6-4: Tagesganglinie Fahrtrichtung Wien	48
Abbildung 6-5: Verkehrsbelastungen im Untersuchungsgebiet.....	48
Abbildung 6-6: Vergleich Realität - Simulation.....	48
Abbildung 6-7: Querverkehrsstörungen (Screenshot VISSIM).....	48
Abbildung 6-10: Contoufplots RFB Nickelsdorf - Fr NM - Prognose + 5%.....	48
Abbildung 6-11: Contourplots - RFB Wien - Mo bis Fr VM – Prognose + 20%.....	48
Abbildung 6-12: Reisezeitmessungen	48
Abbildung 6-13: Reisezeiten Fahrtrichtung Wien.....	48
Abbildung 6-14: Reisezeiten Fahrtrichtung Nickelsdorf	48
Abbildung 6-15: Entwicklung der Reisezeiten bei Steigerung des Verkehrsaufkommens	48
Abbildung 6-16: Reisezeitfunktion - Abschnitt Simmeringer Haide - Knoten Schwechat	48
Abbildung 6-17: Reisezeitfunktion - Abschnitt Knoten Schwechat – Simmeringer Haide	48
Abbildung 6-18: Zeitkosten in beiden Fahrtrichtungen bei zunehmenden Verkehrsaufkommen.....	48
Abbildung 7-1: Wirkungszusammenhänge bei einer Umnutzung des Pannestreifens (Arnold, 2001).....	48
Abbildung 7-2: Planfallkombinationen in AVP (Welsch, Langbein-Euchner, 2006)	48

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Staukosten nach Indikatoren für 2005 und 2020 (HULMAK et al., 2007).....	13
Tabelle 2: Steigerung der Kapazität an verschiedenen Steckenabschnitten.....	19
Tabelle 3: Nutzen durch eine Seitenstreifenfreigabe bei zweistreifeigen Querschnitt; LKW – Anteil = 15% (Schick, 2003)	26
Tabelle 4: Nutzen durch eine Seitenstreifenfreigabe bei dreistreifeigen Querschnitt; LKW - Anteil=15% (Schick, 2003)	27
Tabelle 5: Angaben zu den Expertengesprächen	29
Tabelle 6: Geplante Abschnitte mit temporären Seitenstreifenfreigaben in Großbritannien (Department for Transport, 2009)	48
Tabelle 7: Vergleich baulicher Maßnahmen an ausgewählten europäischen Streckenabschnitten	48
Tabelle 8: Vergleich betrieblicher Maßnahmen an ausgewählten europäischen Streckenabschnitten	48
Tabelle 9: Knoten Schwechat - Qualitätsstufen laut HBS 2001	48
Tabelle 10: Lage der Messstellen im Untersuchungsbereich.....	48
Tabelle 11: Skalierungsfaktoren der Zuflüsse.....	48
Tabelle 12: Geschwindigkeitsbegrenzungen der Verkehrsbeeinflussungsanlage im Untersuchungsbereich (Normalfall), Lautner (2010).....	48
Tabelle 13: Hochrechnung der Reisezeitgewinne für den Abschnitt Knoten Schwechat - Simmeringer Haide.....	48
Tabelle 14: Kostensätze zur Berechnung der Zeitkosten.....	48
Tabelle 15: hochgerechnete Zeitkosten aus den Reisezeitauswertungen.....	48
Tabelle 16: Baukosten Pannestreifenfreigabe [Euro], Lautner (2010).....	48
Tabelle 17: Berechnungsergebnisse - Fahrtichtung Nickelsdorf	48
Tabelle 18: Berechnungsergebnisse - Fahrtichtung Wien.....	48
Tabelle 19: Vergleich Nutzen der Reisezeitgewinne - AVP mit Simulation	48

Abkürzungsverzeichnis

AD	Autobahndreieck
AK	Autobahnkreuz
AS	Anschlussstelle
ASFINAG	Autobahnen- und Schnellstrassen- Aktiengesellschaft
ASt	Anschlussstelle
ATM	Active Traffic Management
BAB	Bundesautobahn
BAST	Bundesanstalt für Straßenwesen
DTV	durchschnittlicher täglicher Verkehr
HASt	Halbanschlussstelle
HBS	Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen
LKW	Lastkraftwagen
PKW	Personenkraftwagen
PSF	Pannestreifenfreigabe
RFB	Richtungsfahrbahn
SBA	Streckenbeeinflussungsanlage
SSF	Seitenstreifenfreigabe
SV-Anteil	Schwerverkehrsanteil
VBA	Verkehrsbeeinflussungsanlage
WVZ	Wechselverkehrszeichen

1 Einleitung

1.1 Problemstellung

In den letzten Jahren hat die Verkehrsleistung auf dem hochrangigen Straßennetz in Österreich kontinuierlich zugenommen. Zwischen 1976 und 2005 stieg diese im Durchschnitt um 2,4% pro Jahr, wobei beim Güterverkehr eine stärkere Zunahme zu beobachten war, als beim Personenverkehr (Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, 2007). Dafür gibt es viele Gründe, wie zum Beispiel der ansteigende Motorisierungsgrad, die „Zersiedelung“ oder die zunehmende internationale Arbeitsteilung.

Durch die Zunahme der Verkehrsleistung kommt es vor allem in den Spitzenstunden immer wieder zu Kapazitätsengpässen. Die daraus resultierende Überlastung der Verkehrsanlagen führt schließlich zu Staus, wobei besonders Autobahnabschnitte im Bereich von größeren Städten und Ballungsräumen betroffen sind. Eine wichtige Aufgabe von Verkehrsplanern ist es, Stau zu vermeiden, da dieser zu höherem Unfallrisiko, längeren Reisezeiten und vermehrten Schadstoffemissionen führt. Die dadurch entstehenden sogenannten Staukosten führen zu einem erheblichen Schaden für die österreichische Volkswirtschaft.

Hulmak et al. (2007) führten eine Untersuchung der Stauentwicklung auf den österreichischen Autobahnen und Schnellstraßen durch. Der Stau wurde mit Hilfe der Kenngröße „Staurisiko“, welche die Anzahl der Stunden, in denen auf einem Straßenabschnitt der Verkehrszustand Stau auftritt, beschrieben. Die Prognose für das Jahr 2020 zeigt eine Verdoppelung der Staustunden bezogen auf das Jahr 2005. Trotz Berücksichtigung der absehbaren Ausbaumaßnahmen in den Berechnungen wird eine Zunahme der Staustunden auf den österreichischen Autobahnen und Schnellstraßen von ungefähr 17.300 auf rund 39.300 pro Jahr vorhergesagt. Dabei wurde zwischen kapazitätsbedingtem Staurisiko und konfliktbedingtem Staurisiko durch Defekte, Unfälle oder verlorenem Ladegut unterschieden.

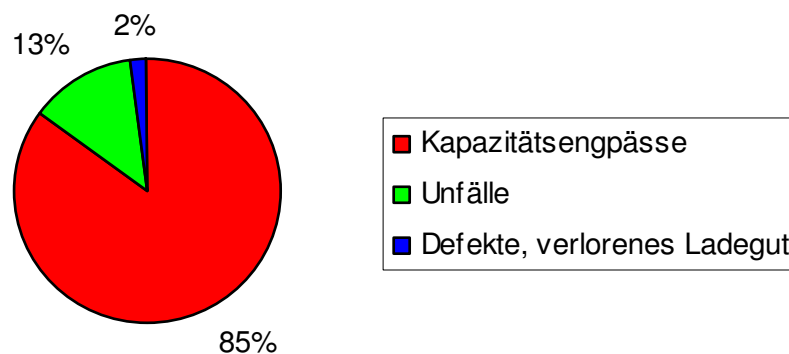


Abbildung 1-1: Stauursachen auf österreichischen Autobahnen und Schnellstraßen aus dem Jahre 2005 (HULMAK et al., 2007)

Im Jahre 2005 entstanden 85% der Staus aufgrund von Kapazitätsengpässen, 13% durch Unfälle und 2% durch Defekte und verlorenes Ladegut (Abbildung 1-1).

Weiters wurde von Hulmak et al. (2007) eine volkswirtschaftliche Bewertung des Staus auf dem hochrangigen Straßennetz mit Hilfe von verkehrlichen und umweltbezogenen Indikatoren durchgeführt. Die Gesamtkosten des Staus wurden durch einen Vergleich von monetären Werten der Indikatoren in den Verkehrszuständen mit und ohne Stau ermittelt. Die Monetarisierung erfolgte laut RVS 02.01.22 mit Stand 2002. Laut diesen Berechnungen werden die Staukosten von 166 Millionen Euro (2005) bis 2020 auf 318 Millionen Euro pro Jahr steigen (Tabelle 1). Dies bedeutet somit eine starke Zunahme des volkswirtschaftlichen Schadens für Österreich.

Tabelle 1: Staukosten nach Indikatoren für 2005 und 2020 (HULMAK et al., 2007)

	2005 [Mio. €/Jahr]	2020 [Mio. €/Jahr]
Kraftstoffkosten	1,9	4,4
Zeitkosten	95,9	199,4
Unfallkosten	63,4	103,0
Schadstoffkosten	0,4	0,6
Klimakosten	4,5	10,5
Summe	166,0	318,0

Um dies zu vermeiden, wäre aus Sicht des Individualverkehrs der Ausbau der betroffenen Autobahnabschnitte um einen zusätzlichen Fahrstreifen eine mögliche Maßnahme, wird aber häufig aufgrund finanzieller, ökologischer oder planungsrechtlicher Aspekte verhindert. Andere Möglichkeiten, den Verkehrsablauf zu verbessern, sind verkehrstelematische Maßnahmen, wie Streckenbeeinflussung mittels Wechselverkehrszeichen, Zuflussdosierung, Netzbeeinflussung oder die Freigabe des Pannestreifens für den fließenden Verkehr.

Pannestreifenfreigaben werden in einigen europäischen Ländern, wie zum Beispiel in Deutschland, England oder den Niederlanden, seit einigen Jahren als erfolgreiche Maßnahme benutzt, um kurzfristig auf Leistungsengpässe reagieren zu können. Dabei kann kostengünstig der vorhandene Straßenquerschnitt effizienter genutzt werden und hohe Verkehrsspitzen während des Berufsverkehrs, bei Großveranstaltungen oder bei Urlaubsverkehr können bewältigt werden. Durch den Wegfall des Pannestreifens, der in seiner Funktion klarerweise ein wichtiger Bestandteil des Autobahnquerschnitts ist, kommt es aber auch zu negativen Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit. Diese negativen Auswirkungen sind mit Hilfe von Geschwindigkeitsbegrenzungen, Nothaltebuchten und optischer Überwachung zu kompensieren.

Aufgrund der zunehmenden Kapazitätsengpässe durch steigenden Verkehr auf dem österreichischen Autobahnnetz und den positiven Erfahrungen mit dem Einsatz temporärer Pannestreifenfreigaben in Europa, wird diese Thematik derzeit auch von der ASFINAG genauer behandelt und untersucht.

1.2 Aufgabenstellung

Im Zuge dieser Diplomarbeit wird die Maßnahme der temporären Freigabe des Pannestreifens behandelt. Die permanente Betriebsform wird nicht genauer untersucht.



Abbildung 1-2: Überblick über den Inhalt der Diplomarbeit

Ziel dieser Arbeit ist es, auf Basis einer Literaturanalyse und Expertengesprächen, einen Überblick über bestehende Ausführungsformen von temporären Pannestreifenfreigaben in Europa zu geben. Die maßgebenden Einflussgrößen aus baulicher und betrieblicher Sicht sind zu analysieren. Darauf aufbauend sind Handlungsempfehlungen, basierend auf den Erfahrungen existierender Anlagen, für die Einführung von temporären Pannestreifenfreigaben auf dem Autobahnnetz der ASFINAG zu geben. Auch die verkehrsrechtlichen Notwendigkeiten für die Einführung in Österreich sollen beschrieben werden. Besonderes Augenmerk ist auf die Ausbildung der temporären Pannestreifenfreigaben an Anschlussstellen bzw. über mehrere Anschlussstellen hinweg zu legen. Zusätzlich soll eine VISSIM Simulation eines österreichischen Autobahnabschnittes mit mindestens zwei Anschlussstellen, auf dem die temporäre Freigabe des Pannestreifens möglich und sinnvoll wäre, erstellt werden. Weiters ist in diesem Abschnitt eine Wirtschaftlichkeitsuntersuchung mit Hilfe einer Kosten–Nutzen-Analyse durchzuführen.

1.3 Definitionen

- **StVO**

Die österreichische Straßenverkehrsordnung 1960 (StVO) ist ein Bundesgesetz, das den Verkehr für alle Verkehrsteilnehmer regelt. Die Definition eines Pannestreifens nach StVO §2 lautet:

„6a. Pannestreifen: der rechts neben den Fahrstreifen einer Richtungsfahrbahn befindliche befestigte Teil der Straße, sofern dieser nicht durch Bodenmarkierungen als Verzögerungs- oder Beschleunigungsstreifen gekennzeichnet ist;“

- **RVS**

Die RVS (Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen) dienen als Leitfaden für die Straßenraumgestaltung und die Projektierung von Straßen. Sie werden in Österreich von der FSV (Forschungsgesellschaft Straße–Schiene–Verkehr) herausgegeben und stellen den Stand der Technik dar. Die RVS werden in regelmäßigen Abständen vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie für verbindlich erklärt.

Der äußere befestigte Seitenstreifen kann laut RVS 03.03.31 (im April 2005 für verbindlich erklärt) als Rand-, Abstell-, Park- oder Fahrradstreifen ausgebildet werden (FSV, 2005).

„Abstellstreifen (Pannestreifen) dienen zum vorübergehenden Abstellen nicht fahrbereiter Kraftfahrzeuge, zur Benützung durch Einsatz-, Betreuungs- und Erhaltungsfahrzeuge und zur Ermöglichung einer mehrstreifigen Verkehrsführung bei Umleitungen. Abstellstreifen sind bei Autobahnen und Schnellstraßen im Regelfall, jedenfalls aber ab einer jahresdurchschnittlichen täglichen Verkehrstärke (JDTV) von 10.000 Kfz/24h und Richtung anzuordnen. Auf Abstellstreifen darf nur in begründeten Ausnahmefällen verzichtet werden (z.B. bei dreistreifigen Richtungsfahrbahnen auf Brücken oder in Steigungsstrecken)“.

Für die Umnutzung des Pannestreifens zu einem Fahrstreifen gibt es in den österreichischen Regelwerken bislang noch keine Hinweise.

Bezogen auf die zeitliche Nutzung unterscheidet man zwischen permanenter und temporärer Pannestreifenfreigabe. Bei der permanenten Freigabe wird der Pannestreifen zu einem regulären Fahrstreifen ummarkiert und somit dauerhaft für den fließenden Verkehr freigegeben. Bei der temporären Freigabe des Pannestreifens wird dieser nur in Zeiten hoher Verkehrsbelastung freigegeben. Daher kann in der restlichen Zeit die ursprüngliche Funktion des Pannestreifens, der als Abstellraum für liegen gebliebene Fahrzeuge und als Einsatzraum für Betriebs- und Rettungsfahrzeuge

dient, sowie die Möglichkeit einer Verkehrsführung bei Umleitungen bietet, beibehalten werden.

Aus betrieblicher Sicht unterscheidet man bei temporärer Pannestreifenfreigabe zwischen Festzeitsteuerung und verkehrsabhängiger Steuerung. Bei der Festzeitsteuerung wird der Pannestreifen bei vorgegebenen Tageszeiten, also zum Beispiel zur Morgen- bzw. Abendspitze freigegeben. Bei der verkehrsabhängigen Freigabe werden die Verkehrsstärken und Geschwindigkeiten mittels Induktionsschleifen oder Radarsensoren gemessen. Die Freigabe des Pannestreifens erfolgt dabei bei Über- bzw. Unterschreitung von bestimmten Schwellenwerten.

Im Folgenden werden die gebräuchlichen Bezeichnungen für die Freigabe des Seitenstreifens in Europa zusammengefasst:

In Österreich wird diese Thematik als Pannestreifenfreigabe bezeichnet. Die Bezeichnung „Abstellstreifen“ (laut RVS) wird in diesem Zusammenhang nicht verwendet.

In Deutschland lautet die verkehrsrechtlich korrekte Bezeichnung „Seitenstreifenfreigabe“, sehr häufig wird jedoch auch der Begriff „Standstreifenfreigabe“ verwendet. In den Niederlanden wird dieses Prinzip in der Landessprache als „spitsstrook“ bzw. im Englischen als „rush hour lane“ oder „peak hour lane“ bezeichnet. In Großbritannien hingegen spricht man bei der Freigabe des Seitenstreifens von „hard shoulder running“.

Die im Titel der Aufgabenstellung verwendete Bezeichnung „Seitenstreifenfreigabe“ wurde im Titel der Diplomarbeit durch „Pannestreifenfreigabe“, der Bezeichnungsform der ASFINAG, ersetzt.

2 Literaturanalyse

Ziel der Literaturanalyse ist es, einen Überblick über den derzeitigen Forschungsstand zum Thema der temporären Seitenstreifenfreigabe zu erhalten. Im Rahmen der Literaturrecherche wurden einige Berichte der BAST (Bundesanstalt für Strassenwesen) und Artikel in verschiedenen Fachzeitschriften, wie z.B. „Straße und Verkehr“ oder „Straßenverkehrstechnik“ zum Thema temporäre Seitenstreifenfreigabe gefunden, wobei die meisten Publikationen nach dem Jahr 2000 erschienen sind. Es gibt verschiedene Themengebiete, denen diese Berichte gewidmet sind, wie zum Beispiel Untersuchungen zu den Auswirkungen auf den Verkehrsablauf oder die Verkehrssicherheit, Untersuchungen zu baulichen und verkehrstechnischen Anforderungen, oder Kosten-Nutzen-Analysen. Im Folgenden wird ein Überblick der vorhandenen Literatur zu temporären Seitenstreifenfreigaben getrennt nach Themengebieten gegeben.

2.1 Auswirkungen auf den Verkehrsablauf

Die Erfahrungen bezüglich der Auswirkungen von temporären Seitenstreifenfreigaben auf die Leistungsfähigkeit und den Verkehrsablauf sind durchwegs positiv. Die Ergebnisse werden in der Literatur in der Regel mit Hilfe von Fundamentaldiagrammen erläutert.

Mattheis (2002) untersuchte die Auswirkungen von Seitenstreifenumnutzungen auf den Verkehrsablauf und das Staugeschehen mit Hilfe eines Vorher - Nachher - Vergleiches an Streckenabschnitten der Bundesautobahnen A1 bei Hamburg, der A4 bei Köln und der A6 bei Heilbronn. Am Beispiel der BAB A1 (permanente Umnutzung) zeigte sich eine Erhöhung der maximalen Verkehrsstärke von knapp 10%. Da dieser Abschnitt vor dem Autobahndreieck Hamburg Süd liegt, hat der umgenutzte Seitenstreifen eher den Charakter eines zusätzlichen Verflechtungsstreifens und ist im Wesentlichen von Spurwechselforgängen geprägt. Deutliche Verbesserungen gab es bei der temporären Umnutzung auf der A4, wo der Seitenstreifen morgens zwischen 6 und 9 Uhr freigegeben wurde. Die maximale Verkehrsstärke konnte um 20% erhöht werden, und die Geschwindigkeiten der PKW stiegen im Mittel um ca. 20 km/h. Die Stauhäufigkeit verringerte sich besonders stark an den stromaufwärts gelegenen Streckenabschnitten, und zwar um bis zu 70 %. Auf den drei untersuchten Abschnitten der A6 konnte die Leistungsfähigkeit kaum gesteigert werden, was auf die hohen LKW-Anteile von über 20% und die hügelige Linienführung zurückgeführt werden kann. Zusammenfassend werden die Ergebnisse zum Verkehrsablauf als neutral bis positiv bewertet.

Den Einfluss von Streckenbeeinflussungsanlagen auf die Kapazität von Autobahnabschnitten sowie die Stabilität des Verkehrsflusses untersuchte Schick (2003) in seiner Dissertation. Dabei wurde auch die Auswirkung auf den Verkehrsablauf anhand einer temporären Seitenstreifenfreigabe an einer zweistreifigen Richtungsfahrbahn auf der

A94 bei München untersucht. Ein Vergleich des Verkehrsflusses bei gesperrten und freigegebenen Seitenstreifen zeigt eine Steigerung der maximalen Verkehrsstärke von 68 auf 85 Kfz/min. (Abbildung 2-1).

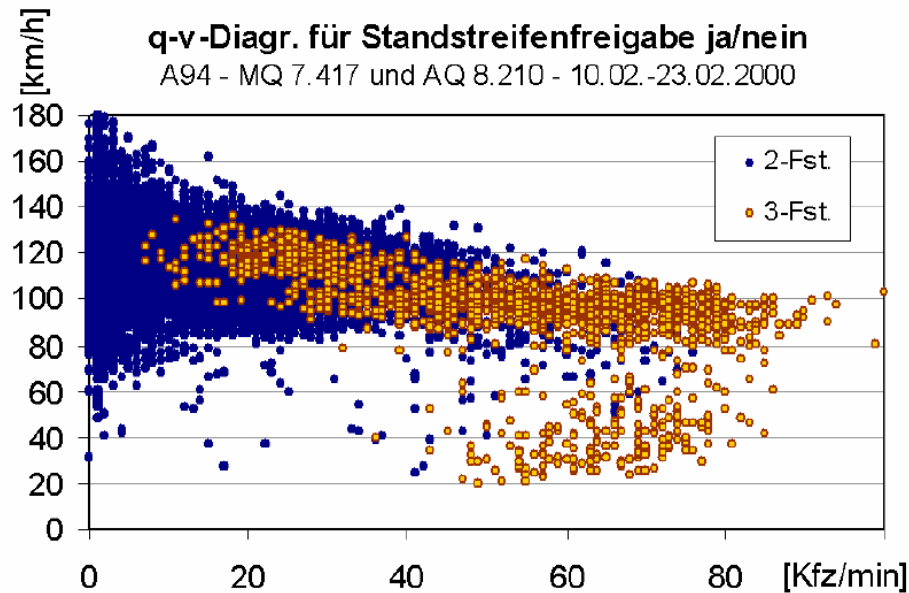


Abbildung 2-1: Verkehrsfluss bei gesperrtem und freigegebenem Seitenstreifen auf der A94 – MQ 7.417, (Schick, 2003)

Das entspricht einer Kapazitätserhöhung von 25 %. Diese Steigerung der Kapazität ist geringer, als bei einer Erweiterung um einen Fahrstreifen zu erwarten ist. Als Gründe werden besondere örtliche Verhältnisse, wie die Nähe des Messquerschnitts zu einer Fahrstreifenabstraktion an einer Ausfahrt oder eine dynamische Wechselwegweisung, die in diesem Bereich installiert ist, angegeben.

Kreilos (2006) untersucht in seiner Diplomarbeit den Verkehrsablauf bei temporärer Seitenstreifenfreigabe an der Bundesautobahn A3 zwischen der Anschlussstelle Obertshausen und der Anschlussstelle / Kreuz Offenbach. Auf den dreistreifigen Richtungsfahrbahnen wurden Messdaten von Dauerzählstellen aus beiden Fahrtrichtungen in q-v-Diagrammen dargestellt und ausgewertet. Für die südliche Richtungsfahrbahn wird mit Hilfe einer stochastischen Methode zur Kapazitätsermittlung bei Seitenstreifenfreigabe eine Kapazität von etwa 8.000 – 8.500 Kfz/h ermittelt. Eine Analyse der Störungshäufigkeit in Zeiten des umgenutzten Seitenstreifens auf dem betrachteten Streckenabschnitt zeigt, dass im Schnitt alle 5,6 Werktage ein kapazitätsminderndes Ereignis, wie beispielsweise ein Unfall oder eine Panne, auftritt. In 93 % der Fälle wird dabei ein Fahrstreifen blockiert, in den restlichen 7 % sind zwei Fahrstreifen betroffen.

An einem dreistreifigen Abschnitt auf der A99 zwischen dem AK München Nord und dem AK München Ost konnte durch die Freigabe des Seitenstreifens ebenfalls eine

deutliche Verbesserung im Verkehrsablauf festgestellt werden. Es kam zu einer Steigerung der Kapazität von 5.500 Kfz/h auf bis zu 7.000 Kfz/h (Wankerl, 2001).

Tabelle 2: Steigerung der Kapazität an verschiedenen Streckenabschnitten

Autobahn	Ort	Fahrstreifenanzahl	Kapazität ohne SSF	Kapazität mit SSF	Kapazitätssteigerung	
A4	Köln	2	4.300 ¹	5.200 ¹	21%	vgl. Kap. 2.1
A1	Hamburg	3	6.110 ¹	6.680 ¹	9%	vgl. Kap. 2.1
A94	München	2	4.080	5.100	25%	vgl. Kap. 2.1
A99	München	3	5.500	7.000	27%	vgl. Kap. 2.1
A3	Obertshausen-Offenbach	3		8000 - 8500		vgl. Kap. 2.1
A5	Friedberg - Bad Homburg	3	6.700 ²	8.100 ²	21%	vgl. Kap. 3.1.2
M42	Birmingham	3	6.045	6.610	9%	vgl. Kap. 3.3.2

Eine Zusammenfassung der Auswirkungen auf die Kapazität anhand Untersuchungen an verschiedenen Streckenabschnitten ist in Tabelle 2 dargestellt. Die Steigerung der Kapazität variiert sehr stark, und ist von verschiedenen Randbedingungen wie zum Beispiel der Nähe des Messquerschnittes zu einer Anschlussstelle abhängig.

2.2 Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit

Die Untersuchungen zu den Auswirkungen von temporären Seitenstreifenfreigaben auf die Verkehrssicherheit, die in den letzten Jahren durchgeführt wurden, zeigten nicht immer eindeutige Ergebnisse. Da der Seitenstreifen eine wichtige Sicherheitsfunktion besitzt, muss bei der Umnutzung zu einem Fahrstreifen grundsätzlich von einer negativen Auswirkung auf die Verkehrssicherheit ausgegangen werden.

Eine Untersuchung wurde von Mattheis (2002) auf hochbelasteten Abschnitten der BAB A1, der A4 und der A6 durchgeführt. Auf der A4 wurde der Seitenstreifen temporär zwischen 6 und 9 Uhr freigegeben, auf den anderen Abschnitten kam es zu einer permanenten Umnutzung. Die Ergebnisse zeigten für die A1 keine generelle Erhöhung des Unfallrisikos, jedoch ist eine Verschiebung von staubedingten Unfällen zu Spurwechselunfällen zu beobachten. Die Unfallentwicklung auf dem Streckenabschnitt der A4 zwischen den Anschlussstellen Refrath und Köln–Merheim wurden als neutral bis positiv bewertet. Während der Freigabezeit nahm sowohl die Unfallschwere,

¹ Maximale Verkehrsstärke (\leq Kapazität)

² eigene Abschätzung aus „Figure 3“, Geistefeldt (2009)

als auch die Unfallhäufigkeit ab. Bei der BAB A6, auf welcher verschiedene Abschnitte untersucht wurden, zeigten sich jedoch teilweise negative Auswirkungen auf die Unfallsituation. Eine gesamtheitliche Betrachtung zeigte also keine eindeutigen Ergebnisse, es wird jedoch festgehalten, dass die jeweilige lokale Situation eines Autobahnabschnittes einen wesentlichen Einfluss auf die Wirksamkeit einer Umnutzung hat. Aufgrund der relativ kurzen Beobachtungszeiträume werden weitere Untersuchungen empfohlen.

Im Zuge der EXPO 2000 in Hannover wurde der Seitenstreifen der A7 auf mehreren Streckenabschnitten aufgrund des erwarteten erhöhten Verkehrsaufkommens für den



Abbildung 2-2: Permanente Umnutzung während der EXPO 2000 (Dammann, 2003)

fließenden Verkehr freigegeben. Es erfolgte eine permanente Umnutzung des Seitenstreifens, indem durch Ummarkierung aus zwei Fahrstreifen je Richtungsfahrbahn, drei wurden. Diese Maßnahme war von November 1999 bis zum Frühjahr 2001 befristet. Aufgrund der Begrenzung dieses Zustandes auf die Dauer der EXPO wurden die Bodenmarkierungen in gelber Farbe ausgeführt (Abbildung 2-2). Im Rahmen

dieser Umnutzungsmaßnahme wurde die Auswirkung auf die Verkehrssicherheit auf drei Untersuchungsstrecken von Dammann (2003) untersucht. In einem Vorher-Nachher-Vergleich zeigen sich für die verschiedenen Untersuchungsstrecken unterschiedliche Ergebnisse, weshalb keine klare Aussage zur Auswirkung auf die Unfallsituation getroffen werden kann. Eine Analyse der Unfalltypen zeigt einen Rückgang der staubedingten Unfälle um bis zu 72 %. Die Anzahl der Fahrstreifenwechsel- und Vorbeifahrerunfälle nimmt hingegen auf den Untersuchungsstrecken um 10 bis 47 % zu.

Lemke (2004) fasst sicherheitswirksame Randbedingungen bisher untersuchter Pilotmaßnahmen zusammen, und empfiehlt eine Mindestbreite umgenutzter Seitenstreifen von 3.50 m, eine Geschwindigkeitsbegrenzung von 100 km/h bei temporärer Umwidmung, ein LKW-Überholverbot und Nothaltebuchten bzw. Nothaltestreifen. Außerdem sollen sich der Anfang und das Ende einer Umwidmungstrecke an Knotenpunkten mit hohen Ein- und Ausfahrtverkehrsstärken befinden.

Das Ziel einer weiteren Untersuchung von Lemke (2007) war es, ältere Annahmen von Arnold (2001) bezüglich der Sicherheitswirkung von Seitenstreifenfreigaben, insbesondere außerhalb von Ballungsräumen, mittels eines Vorher-Nachher-Vergleichs zu überprüfen. Als Untersuchungsstrecken dienten Streckenabschnitte auf

der BAB A6, der A4 und der A7, die teilweise auch schon in älteren Untersuchungen herangezogen wurden. Die untersuchten Abschnitte wurden durch eine Vorlauf- und Nachlaufstrecke erweitert, außerdem wurden die Beobachtungszeiträume verlängert. Die Ergebnisse der Unfallraten auf der A4 zeigen vor allem in den letzten Jahren des Untersuchungszeitraumes eine über der allgemeinen Entwicklung liegende ansteigende Tendenz. Es ist anzunehmen, dass die Kapazitätserhöhung durch die temporären Seitenstreifenfreigaben nach einigen Jahren aufgebraucht war und neuerlich Staus und dadurch auch staubedingte Unfälle entstanden. Diese Ergebnisse haben jedoch aufgrund der Kürze des Streckenabschnitts (1,59 km) eine geringe statistische Aussagekraft. Auf zwei Abschnitten mit permanenter Umnutzung auf der A6 wurden positive Entwicklungen der Verkehrssicherheit festgestellt, während sich auf den drei untersuchten Abschnitten der A7 unterschiedliche Ergebnisse zeigten. Zu den Annahmen von Arnold (2001) konnten keine neuen Erkenntnisse gewonnen werden, daher wird eine Beibehaltung der bisherigen Annahmen empfohlen. Zusammenfassend wird von Lemke (2007) festgehalten, dass Umnutzungen des Seitenstreifens unter Einhaltung bestimmter Randbedingungen (Fahrstreifenbreiten, Geschwindigkeitsbeschränkung) Sicherheitsgewinne erbringen können. Außerdem wird für geplante Seitenstreifenfreigaben eine differenzierte sicherheitstechnische Untersuchung mit besonderem Augenmerk auf die Gestaltung der Knotenpunkte empfohlen.

Geistefeldt (2009) führte eine Analyse zur Verkehrssicherheit bei temporärer Seitenstreifenfreigabe auf der A3 in Hessen zwischen Hanau und Frankfurt durch. Unfalldaten, getrennt nach Unfällen mit Personenschaden und Unfällen mit Materialschaden, wurden dabei verglichen. Es waren Daten aus einem Zeitraum von mehreren Jahren vor und nach Einführung der temporären Seitenstreifenfreigaben verfügbar.

Im Bereich der temporären Seitenstreifenfreigabe bleiben die Unfallraten annähernd konstant, während im stromaufwärts liegenden Abschnitt ein Rückgang der Unfälle seit Einführung der temporären Seitenstreifenfreigaben zu erkennen ist (Abbildung 2-3). Eine gesamte Betrachtung der Unfallraten auf der BAB A3 zeigt somit keine negative Auswirkung auf die Verkehrssicherheit.

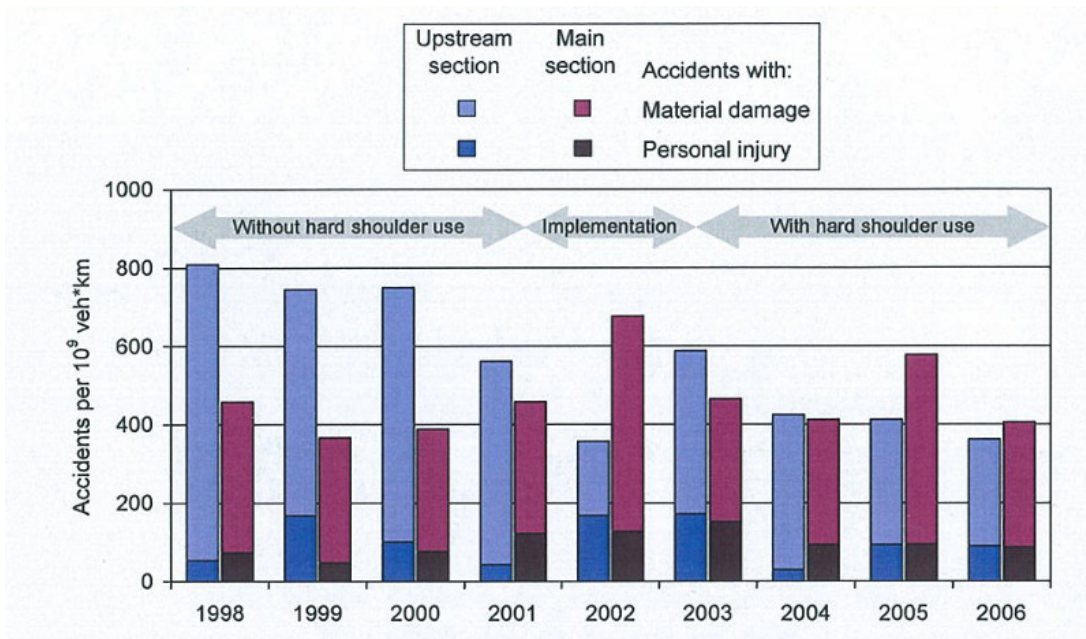


Abbildung 2-3: Unfallraten vor, während und nach der Einführung von temporären Seitenstreifenfreigaben auf der A3 zwischen Obertshausen und Offenbach (Geistefeldt, 2009)

2.3 Verkehrsrechtliche Fragestellungen

Springe (2001) machte darauf aufmerksam, dass bei Seitenstreifenumnutzungen rechtliche Fragen bezüglich Lärmschutz auftreten können. Diesbezüglich ist zu überprüfen, ob es sich bei Seitenstreifenumnutzungen um eine „wesentliche Änderung“ öffentlicher Straßen handelt. In diesem Fall wären laut Bundesimmissionsschutzverordnung Lärmschutzmaßnahmen notwendig. Eine einfache Ummarkierung der Fahrbahn dürfte nicht in diesen Bereich fallen. Sollte jedoch die Fahrbahn verbreitert, oder Beschleunigungs- und Verzögerungstreifen nach außen versetzt werden müssen, können Lärmschutzmaßnahmen erforderlich werden. Weiters ist laut Springe (2001) zu überprüfen, ob ein Planfeststellungsverfahren oder eine Plangenehmigung bei der Umnutzung des Seitenstreifens notwendig ist. Mit einem Planfeststellungsverfahren werden in Deutschland überörtliche Straßenbauvorhaben genehmigt. Es regelt auf Grundlage des Verwaltungsverfahrensgesetzes alle durch den Bau und den Betrieb des Vorhabens verursachten öffentlich-rechtlichen Beziehungen einschließlich der Kostentragung (Innenministerium Bayern - homepage)

Das Befahren des Seitenstreifens auf Autobahnen war in Deutschland grundsätzlich verboten. Die permanente Umnutzung von Seitenstreifen wäre verkehrsrechtlich unproblematisch gewesen, da durch die Ummarkierung der Seitenstreifen sowieso wegfallen würde. Kramer (2001) weist jedoch darauf hin, dass die temporäre Umnutzung des Seitenstreifens erhebliche Rechtsfragen aufwirft. So erscheint es beispielsweise als nicht zulässig wenn man stundenweise durch eine Verkehrslen-

kungstafel dazu aufgefordert wird, den Seitenstreifen zu benutzen, und dabei die durchgehende Fahrbahnbegrenzungslinie, die laut Straßenverkehrsordnung nicht überfahren werden darf, ignoriert.

Daher wurde im Jahre 2002 in Deutschland eine neue straßenverkehrsrechtliche Regelung gefunden und ein neues Verkehrszeichen eingeführt, welches das Befahren eines Seitenstreifens als Fahrstreifen regelt (Abbildung 2-4).



Abbildung 2-4: Zeichen 223 laut deutscher Straßenverkehrs-Ordnung

Lemke (2003) machte darauf aufmerksam, dass aufgrund der neuen Regelung die durchlaufende Markierung zwischen rechtem Fahrstreifen und Seitenstreifen ihre Bedeutung verliert, was - wie Pilotversuche gezeigt haben - für Kraftfahrzeuglenker als eher schwer verständlich erscheint. Bundesweit einheitliche Maßnahmen seien daher mit besonderer Sorgfalt zu planen, um die Akzeptanz der Verkehrsteilnehmer sicherzustellen und Fehlnutzungen außerhalb der Freigabezeit zu verhindern.

Ähnliche Verkehrszeichen wie in Deutschland werden auch in den Niederlanden verwendet, siehe Kapitel 3.2.1. Um das Befahren des Seitenstreifens in Großbritannien zu ermöglichen, werden für alle Umnutzungsprojekte eigene Rechtsvorschriften herausgebracht, mehr dazu in Kapitel 3.3.2.

Weiters ist festzuhalten, dass der Einsatz temporärer Seitenstreifenfreigaben nur als Übergangslösung anzusehen ist. Wenn die Finanzierung sichergestellt ist, und alle planungsrechtlichen und ökologischen Gegebenheiten geklärt sind, sollte der Abschnitt mit dem temporär umgenutzten Seitenstreifen um einen regulären Fahrstreifen erweitert werden. Die Implementierung einer Seitenstreifenfreigabe in Deutschland ist grundsätzlich möglich, wenn die Ausbaumaßnahme im vordringlichen Bedarf des Bundesverkehrswegeplanes enthalten ist. Im Einzelfall kann jedoch davon abgewichen werden. Es gibt bereits Umsetzungsprojekte der Seitenstreifenfreigabe, in denen die Ausbaumaßnahme um einen weiteren Fahrstreifen nur im mittelfristigen Bedarfsplan enthalten ist.

Erfahrungen aus Europa zeigen, dass ein Vollausbau nach ungefähr sieben bis zehn Jahren erfolgt. Gesetzliche Fristen sind jedoch nicht bekannt. Der Zeitpunkt für den

Ausbau um einen konventionellen Fahrstreifen richtet sich vorrangig nach den budgetären Möglichkeiten und den diversen Verkehrsentwicklungsplänen.

2.4 Auswirkungen auf den Straßenbetriebsdienst

Neben der Sicherheitsfunktion hat der Pannestreifen auch eine wichtige Bedeutung für den Straßenbetriebsdienst bzw. die Straßenunterhaltung. Folgende Leistungen werden von den Betriebsdienststellen (Autobahnmeistereien) erbracht, um die Verkehrssicherheit zu gewährleisten und den Bestand sicherzustellen (Moritz, 2001).

- **Bauliche Unterhaltung:** Dazu zählen Sofortmaßnahmen geringen Umfanges an befestigten und unbefestigten Flächen, an Ingenieurbauwerken und an Entwässerungseinrichtungen
- **Grünpflege:** Die Grünpflege gewährleistet die Verkehrssicherheit durch Freihalten der Sichtfelder, erhält die Funktion von Straßenkörper und Ingenieurbauwerken und ermöglicht die Nutzung der Aufenthaltsflächen. Zu den Leistungen zählen das Mähen von Grasflächen, die Unterhaltungspflege von Gehölzflächen sowie die Behandlung von Einzelbäumen
- **Straßenausstattung:** Die Instandhaltung der Straßenausstattung durch Wartung der Verkehrszeichen, Leit- und Schutzeinrichtungen, Rastanlagen und elektrotechnischer Anlagen verhindert die unmittelbare Gefährdung der Verkehrsteilnehmer
- **Reinigung:** Auch Reinigungsmaßnahmen gewährleisten die Verkehrssicherheit der Straßen durch die Beseitigung von Verunreinigungen und Abfällen auf den Verkehrsflächen
- **Winterdienst:** Das Ziel des Winterdienstes ist es, Behinderungen des Verkehrs aufgrund winterlicher Einflüsse zu vermeiden. Zu den Leistungen zählt das Räumen und Streuen der Verkehrsflächen
- **Weitere Leistungen:** Mögliche weitere Leistungen des Straßenbetriebsdienstes sind zum Beispiel Streckenkontrollen oder Bereitschafts- und Unfalldienste

Viele Leistungen, wie zum Beispiel Gras- und Strauchschnitt oder Arbeiten an den Entwässerungsgräben, an den Schutzeinrichtungen und Leitpfosten sowie an den Verkehrszeichen, werden direkt vom Pannestreifen aus erledigt. Außerdem dient dieser beim Winterdienst zum kurzfristigen Ablagern von Schnee beim ersten Räumdurchgang.

Durch den Wegfall des Pannestreifens bei permanenter Umnutzung müssen alle Arbeiten vom Fahrstreifen aus erbracht werden, was eine zusätzliche Absicherung der Arbeitsstellen erfordert. Dadurch erhöhen sich der Fahrzeugbedarf und der Bedarf an Fahrpersonal. Bei einer temporären Freigabe mit Festzeitsteuerung bleibt dem Straßenbetriebsdienst in den meisten Fällen genügend Zeit, um die Arbeiten in jenen vorgegebenen Zeiten auszuführen, in denen der Pannestreifen nicht für den

fließenden Verkehr freigegeben ist. Eine verkehrsabhängige Steuerung stellt dagegen ein größeres Problem für den Betriebsdienst dar, da es keine festgelegten Zeitlücken für die sichere Erledigung der Arbeiten gibt. Für diesen Fall werden von Moritz (2001) zwei Lösungsmöglichkeiten angegeben:

- Die Absicherung der Arbeiten, die vom Pannestreifen aus erledigt werden, muss analog den Regelplänen der Absicherungen von Fahrstreifen erfolgen.
- Organisatorische Sicherstellung durch einen entsprechend formalisierten Prozessablauf, dass der Pannestreifen während betrieblicher Arbeiten von der Verkehrsrechnerzentrale nicht freigegeben werden darf.

Die Auswirkungen von Seitenstreifenumnutzungen auf den Straßenbetriebsdienst wurden von Moritz (2004) untersucht. Es wurden die Auswirkungen sowohl bei permanenten als auch bei temporären Umwidmungen ermittelt. Eine Umfrage, die unter 22 Autobahnmeistereien durchgeführt wurde, führte jedoch aufgrund der Unterschiede der betreuten Strecken (verschiedene Streckenlängen, Fahrstreifenanzahlen, Verkehrsstärken) zu keinem eindeutigen Ergebnis. Die Umfrage zeigte jedoch, dass sich die Autobahnmeistereien in der Lage sehen, mit der neuen Anforderung einer Seitenstreifenumnutzung umzugehen, ohne dass die Qualität der Unterhaltungsmaßnahmen entscheidend leidet. Weitere Ergebnisse der Befragung werden im Folgenden kurz erläutert. Es empfiehlt sich die Zusammenlegung verschiedener Unterhaltungsmaßnahmen in einer Arbeitsstelle. Es wurde zum Beispiel erfolgreich versucht, Mähgeräte und Kehrmaschinen in einer beweglichen Arbeitsstelle zu verwenden. Zu beachten ist, falls das schnellere Arbeitsgerät an erster Stelle fährt, dass der Abstand zum zweiten nicht zu groß wird, da ansonsten das erste ungesichert ist. Das Fehlen des Seitenstreifens führt auch zu einer Beschleunigung der Fahrbahnverschmutzung, daher muss zum Teil häufiger gekehrt werden. Weiters ist ein häufigeres Waschen der Verkehrszeichen notwendig, und Gras- und Strauchschnittarbeiten müssen öfters durchgeführt werden, um eine freie Sicht zu gewährleisten. Auch beim Winterdienst ist ein zusätzlicher Arbeitsaufwand notwendig. Es wurde ein Mehrverbrauch von Streustoffen von bis zu 50% bei drei statt zwei Fahrstreifen angegeben. Dadurch sind mehr Leerfahrten zum Nachladen notwendig, was auch zu höheren Personal und Fahrzeugkosten führt. Der finanzielle Mehraufwand für einen Winterdiensteinsatz im Bereich der temporären oder permanenten Umnutzung wird mit 40 % angegeben.

2.5 Kosten – Nutzenanalysen

Ein Verfahren zur Wirtschaftlichkeitsuntersuchung einer befristeten Umnutzung von Standstreifen an BAB zum Zwecke des fließenden Verkehrs wurde von Arnold (2001) entworfen. Grundlage ist ein Baukastensystem zur Aufwandsschätzung, um Orientierungsgrößen für notwendige Investitionen bei einer Umnutzung des Seitenstreifens zu geben. Die Kosten werden in Kostengruppen wie z.B. Straßenausstattung, Deckschichterneuerung und Banketterhärtung eingeordnet. Die verkehrlichen

Wirkungen (positive oder negative Nutzen) wie z.B. Veränderungen im Verkehrsablauf, der Reisezeit oder der Verkehrssicherheit werden mit Hilfe von Monetarisierungsansätzen bewertet, und den Kosten gegenübergestellt. Dieses Verfahren wurde von Arnold (2001) am Beispiel der A7 zwischen dem AD Salzgitter und der AS Northeim-West angewendet und auf Praxistauglichkeit und Anwenderfreundlichkeit überprüft. Der Kosten-Nutzen-Vergleich zeigt, dass eine temporäre Umwidmung des Seitenstreifens für den fließenden Verkehr positiv ausfällt.

Auf Basis des Bewertungsverfahrens von Arnold (2001) wurde zur besseren Handhabbarkeit von der BAST ein Softwareprogramm zur Wirtschaftlichkeitsuntersuchung einer befristeten Umnutzung von Standstreifen an BAB mit dem Namen AVP entwickelt, siehe Kapitel 7.

Schick (2003) untersuchte den Nutzen einer temporären Seitenstreifenfreigabe an einer fiktiven Strecke, unter der Annahme, dass die zusätzliche Kapazität des freigegebenen Seitenstreifens gleich hoch ist, wie bei einem weiteren konventionellen Fahrstreifen. Weiters wurde angenommen, dass die Freigabe des Seitenstreifens erfolgt, sobald die Geschwindigkeit unter 100 km/h absinkt. Die Ergebnisse werden bei einem LKW-Anteil von 15 % für einen zweistreifigen bzw. dreistreifigen Querschnitt mit Seitenstreifenfreigabe tabellarisch dargestellt (Tabelle 3 und Tabelle 4). Dabei zeigt sich, dass ein bemerkbarer Nutzen erst ab einem bestimmten DTV-Wert eintritt, da bei zu niedrigen DTV-Werten keine Stauzustände herrschen, und dadurch die Geschwindigkeit nicht unter ein Niveau absinkt, das eine Seitenstreifenfreigabe notwendig macht. Bei einer zweistreifigen Richtungsfahrbahn mit temporärer Seitenstreifenfreigabe tritt ein bemerkbarer Nutzen zum Beispiel ab einem DTV-Wert von 40.000 Kfz/24h auf, steigt dann jedoch bei einem zunehmenden DTV-Wert rasch an.

Tabelle 3: Nutzen durch eine Seitenstreifenfreigabe bei zweistreifigen Querschnitt; LKW – Anteil = 15% (Schick, 2003)

Nutzen durch Standstreifenfreigabe von 2 auf 3 Fst. (p = 15 %) [€/km/Richtung/a]							
Zeitabschnitt		DTV [Kfz/24h/Richtung]					
t	h/a	37.500	40.000	42.500	45.000	47.500	50.000
Normalwert	1 30	€ 3.000	€ 31.000	€ 37.000	€ 41.000	€ 43.000	€ 45.000
	2 40	€ 4.000	€ 37.000	€ 48.000	€ 53.000	€ 57.000	€ 60.000
	3 130	€ 7.000	€ 13.000	€ 130.000	€ 159.000	€ 174.000	€ 186.000
	4 500	€ -	€ 29.000	€ 53.000	€ 498.000	€ 612.000	€ 672.000
	5 4.124	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Urlaubswert	1 30	€ 2.000	€ 4.000	€ 32.000	€ 37.000	€ 41.000	€ 43.000
	2 40	€ 2.000	€ 4.000	€ 39.000	€ 49.000	€ 53.000	€ 57.000
	3 130	€ -	€ 9.000	€ 49.000	€ 142.000	€ 165.000	€ 178.000
	4 500	€ -	€ -	€ -	€ -	€ 42.000	€ 68.000
	5 1.724	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Sonn-/Feiert.	1 30	€ -	€ 2.000	€ 6.000	€ 25.000	€ 29.000	€ 31.000
	2 40	€ -	€ -	€ -	€ 2.000	€ 4.000	€ 28.000
	3 130	€ -	€ -	€ -	€ -	€ 8.000	€ 14.000
	4 500	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
	5 812	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Summe	8.760	€ 18.000	€ 130.000	€ 394.000	€ 1.006.000	€ 1.229.000	€ 1.382.000

Tabelle 4: Nutzen durch eine Seitenstreifenfreigabe bei dreistreifigen Querschnitt; LKW - Anteil=15% (Schick, 2003)

Nutzen durch Standstreifenfreigabe von 3 auf 4 Fst. (p = 15 %) [€/km/Richtung/a]							
Zeitabschnitt		DTV [Kfz/24h/Richtung]					
t	h/a	50.000	55.000	60.000	65.000	70.000	75.000
Normalwerklt.	1 30	€ 2.000	€ 31.000	€ 53.000	€ 59.000	€ 63.000	€ 63.000
	2 40	€ 2.000	€ 7.000	€ 69.000	€ 78.000	€ 84.000	€ 86.000
	3 130	€ -	€ 10.000	€ 179.000	€ 238.000	€ 262.000	€ 276.000
	4 500	€ -	€ -	€ 53.000	€ 797.000	€ 951.000	€ 1.033.000
	5 4.124	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Urlaubswerkt.	1 30	€ -	€ 3.000	€ 45.000	€ 56.000	€ 61.000	€ 64.000
	2 40	€ -	€ 3.000	€ 53.000	€ 73.000	€ 81.000	€ 86.000
	3 130	€ -	€ 7.000	€ 19.000	€ 221.000	€ 254.000	€ 274.000
	4 500	€ -	€ -	€ -	€ -	€ 46.000	€ 726.000
	5 1.724	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Sonn-/Feiert.	1 30	€ -	€ -	€ 5.000	€ 39.000	€ 44.000	€ 47.000
	2 40	€ -	€ -	€ -	€ 3.000	€ 21.000	€ 53.000
	3 130	€ -	€ -	€ -	€ -	€ 14.000	€ 130.000
	4 500	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
	5 812	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Summe	8.760	€ 4.000	€ 61.000	€ 475.000	€ 1.564.000	€ 1.880.000	€ 2.839.000

Bezüglich der Kosten wird von Rohloff (2000) darauf hingewiesen, dass die Verstärkung des Seitenstreifens sowie Umbaumaßnahmen an Ein- und Ausfahrten bei Knotenpunkten und Lärmschutzmaßnahmen den Kosten für einen vollständigen Ausbau um einen Fahrstreifen nahe kommen könnten.

2.6 Bauliche und Verkehrstechnische Anforderungen

Rohloff (2000) zeigte mögliche Fahrstreifenbreiten eines bis Anfang der 90er Jahre üblichen 11 Meter breiten Fahrbahnquerschnittes vor und nach der Ummarkierung (Abbildung 2-5). Die Mindestfahrstreifenbreite auf deutschen Autobahnen beträgt 3,25 m und wird auch nach der Umnutzung überschritten.

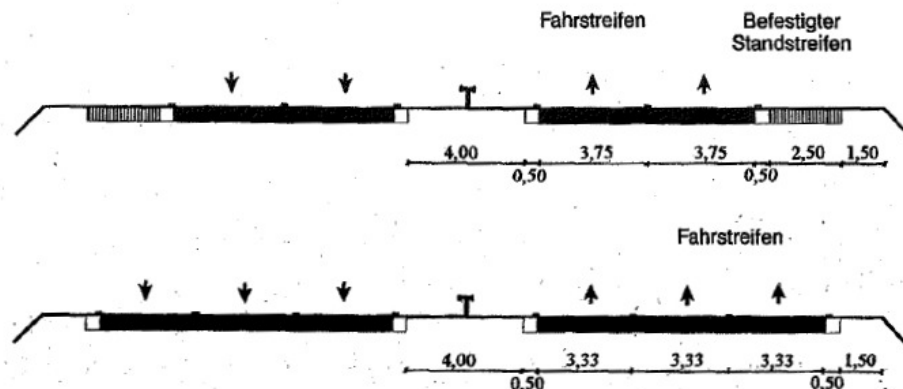


Abbildung 2-5: Fahrstreifenbreiten vor und nach der Ummarkierung des Seitenstreifens (Rohloff, 2000)

Es wird weiters darauf hingewiesen, dass die Tragfähigkeit des Seitenstreifens, die Querneigung und die Entwässerungseinrichtungen überprüft und gegebenenfalls neu dimensioniert werden müssen. Für die temporäre Seitenstreifenfreigabe gibt es verschiedene Möglichkeiten der Signalisierung wie z.B. einfache manuell bedienbare Klapptafeln oder ferngesteuerte Wechselverkehrszeichen. Vor der Freigabe ist immer zu überprüfen, ob der Seitenstreifen frei von Pannenfahrzeugen und Hindernissen ist, wofür eine lückenlose optische Überwachung durch Kameras über den Streckenabschnitt notwendig ist.

Mit dem Einsatz von Nothaltebuchten an stark belasteten Bundesfernstraßen ohne durchgehenden Pannestreifen beschäftigten sich Brilon und Bäumer (2001). Es wurden Videobeobachtungen an mehreren Nothaltebuchten über 14 Tage durchgeführt. Es zeigte sich eine überraschend hohe Frequentierung, wobei nur 11% der Halte wirkliche Nothalte waren. Sie dauerten im Schnitt über 35 Minuten, während die nicht erzwungenen Halte weniger als 3 Minuten dauerten. Neben baulichen Vorgaben der Nothaltebuchten, wie eine maximale Länge von 80 m und eine Mindestbreite von 3,5 m, wurde von Brilon und Bäumer (2001) auch ein Bewertungsverfahren erstellt, welches durch die Gegenüberstellung von Nutzen und Baukosten den optimalen Abstand zwischen den Nothaltebuchten ermittelt. Außerdem wurde festgestellt, dass Nothaltebuchten für den Straßenbetriebsdienst von großer Bedeutung sind. Sie dienen dem Abstellen von Fahrzeugen, als Aufstellort für Vorwarntafeln, als Verladeplatz, als Zwischenlager und werden als Sammelpunkt für Arbeitskolonnen genutzt.

3 Temporäre Seitenstreifenfreigaben in Europa

In diesem Kapitel soll ein Überblick über die verschiedenen Ausführungsformen von temporären Seitenstreifenfreigaben in Europa gegeben werden. Als Grundlage dienen, neben vorhandener Literatur, auch Informationen aus Expertengesprächen und Erkenntnisse aus der Besichtigung ausgewählter Anlagen vor Ort. Die Expertengespräche wurden zwischen 16. März und 13. April 2010 in Verkehrszentralen in Deutschland und Holland durchgeführt. In Tabelle 5 wird ein Überblick über die Orte und Gesprächspartner gegeben. Der Fragebogen befindet sich im Anhang.

Tabelle 5: Angaben zu den Expertengesprächen

Ort	Name	Position/Aufgabe
Verkehrszentrale Hessen	Ralf Morawitz	Verkehrszentrale Hessen - Verkehrsablaufsteuerung
Verkehrszentrale Hessen	Dr. Justin Geistefeldt	Hessisches Landesamt für Straßen und Verkehrswesen
Traffic Control Centre Utrecht	Alfred Kersaan	Traffic Control Centre Utrecht, unter anderem zuständig für rush hour lanes
München, Pöyry Infra Traffic GmbH	DI Michael Hösch	Leiter – Pöyry Infra Traffic - München
Beantwortung des Fragebogens per E-Mail	DI Martin Issleb	Niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr

3.1 Erfahrungen aus Deutschland

3.1.1 Ausgangslage

Seit Mitte der 90er wurden vermehrt Untersuchungen und Forschungsprojekte durch die Bundesanstalt für Straßenwesen koordiniert und betreut, um die planerischen, baulichen, betrieblichen und verkehrsrechtlichen Fragestellungen für die Freigabe des Seitenstreifens zu klären (Lemke, 2007).

Im Jahr 1997 wurde in Deutschland erstmals das Prinzip einer temporären Seitenstreifenfreigabe angewendet. Dies erfolgte auf der A4 zwischen den Anschlussstellen Refrath und Köln – Merheim. Durch Ummarkierung der Fahrbahn hatte der Seitenstreifen eine Breite von 3,50 m und die beiden Fahrstreifen eine Breite von 3,25 m. Die Freigabe erfolgte zwischen 6 und 9 Uhr, um den täglichen Belastungen durch den morgendlichen Berufsverkehr entgegenzuwirken. Anfangs gab es noch

Klapptafeln, die jeden Morgen von der Autobahnpolizei geöffnet, und später wieder geschlossen werden mussten. Diese wurden aber nach einiger Zeit durch Prismenwender ersetzt. Weiters wurden statische Kameras im Abstand von 120m installiert. Das Ziel war, mit einer Videoanlage automatisch Personen und Gegenstände auf dem Seitenstreifen detektieren, und die Freigabe in Abhängigkeit von der Verkehrsstärke vollautomatisch durchführen zu können. Dies war aber aufgrund zu großer Unsicherheitsfaktoren nicht möglich (Kellermann et al, 2002). Auf den nächsten Seiten wird anhand von Beispielen aufgezeigt, wie temporäre Seitenstreifenfreigaben in Deutschland derzeit betrieben werden.

3.1.2 Hessen³

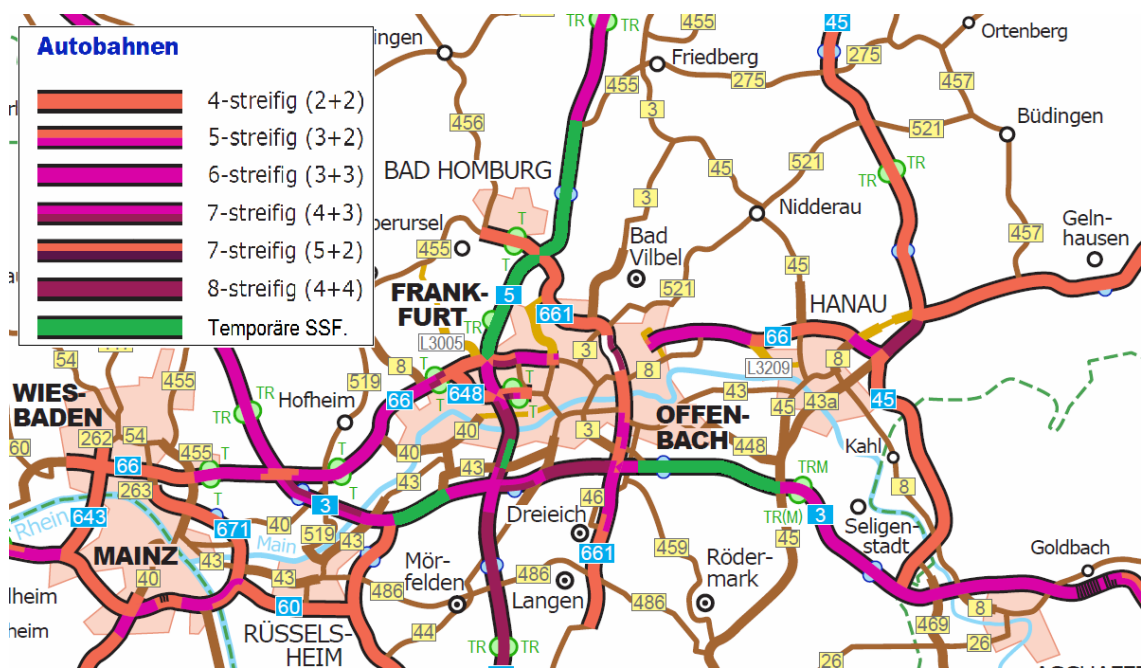


Abbildung 3-1: Übersicht - temporäre Seitenstreifenfreigaben in Hessen (eigene Darstellung auf Basis autobahnatlas-online, Stand: 22.09.2010)

In Hessen wird auf einigen stark belasteten Autobahnabschnitten auf der A3 und der A5 die Kapazität während der Spitzenstunden durch temporäre Seitenstreifenfreigaben erhöht. In Abbildung 3-1 ist die Lage der temporären Seitenstreifenfreigaben (SSF) durch die grünen Abschnitte gekennzeichnet. Die farbliche Unterscheidung der Autobahnen stellt die unterschiedliche Fahrstreifenanzahl dar. 5 streifig (3+2) bedeutet zum Beispiel, dass in diesem Abschnitt auf der einen Richtungsfahrbahn drei und auf der anderen zwei Fahrstreifen vorhanden sind. Im Jahre 2002 wurde der erste

³ Informationen von Herrn Ralf Morawitz (Verkehrszentrale Hessen) und Herrn Justin Geistefeldt (Hessisches Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen), persönliches Gespräch am 16.03.2010 (Fragebogen siehe Anhang); (Hessisches Landesamt für Straßen und Verkehrswesen, 2008); (Geistefeldt, 2009)

Abschnitt mit temporärer Seitenstreifenfreigabe auf der A3 zwischen dem Offenbacher Kreuz und der Anschlussstelle Obertshausen eröffnet. Derzeit sind ungefähr 70 Richtungkilometer auf dem Hessischen Autobahnnetz mit Anlagen für temporäre Seitenstreifenfreigaben ausgestattet. Zusätzlich sind auf weiteren Abschnitten neue Anlagen geplant (Hessisches Landesamt für Straßen und Verkehrswesen, 2008).

Gesteuert und überwacht werden die temporären Seitenstreifenfreigaben von der Verkehrszentrale Hessen in Frankfurt – Rödelsheim. Durch Radarsensoren, die auf den Streckenbeeinflussungsanlagen montiert sind, werden laufend die Verkehrsstärken und Geschwindigkeiten gemessen. Die Überschreitung eines Schwellenwertes, der bei den dreistreifigen Richtungsfahrbahnen auf der A3 und der A5 5.500 Kfz/h beträgt, wird vom System angezeigt. Danach wird vom Operator in der Verkehrszentrale mithilfe der schwenkbaren Kameras untersucht, ob der Seitenstreifen auf dem überlasteten Streckenabschnitt frei von Pannenfahrzeugen und Hindernissen ist. Wenn dies der Fall ist, erfolgt die Freigabe des Seitenstreifens abschnittsweise zwischen den Anzeigequerschnitten und zwar entgegen der Fahrtrichtung. Es handelt sich um eine verkehrabhängige, halbautomatische Steuerung. Wenn die Verkehrsstärke unter einen weiteren Schwellenwert für die Ausschaltbedingung absinkt, kann der Seitenstreifen wieder gesperrt werden.

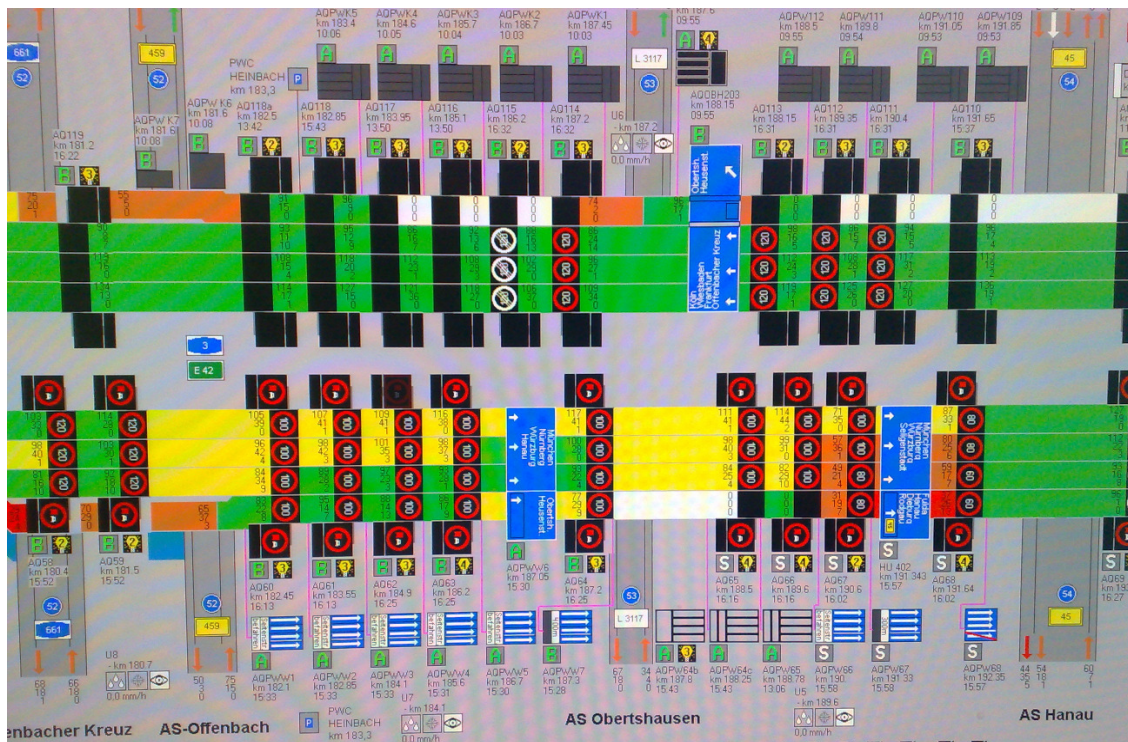


Abbildung 3-2: Benutzeroberfläche Verkehrszentrale Hessen

Die Operatoren haben die Aufgabe, die Streckenabschnitte auf Pannenfahrzeuge oder Unfälle zu überwachen. Falls sich ein Zwischenfall ereignet, muss der Seitenstreifen sofort wieder gesperrt werden. Aufgrund der großen Anzahl von Videokameras auf den Streckenabschnitten ist eine dauerhafte flächendeckende Überwachung auf den Monitoren nicht möglich, was dazu führen kann, dass sich ein Zwischenfall außerhalb der aktuell beobachteten Abschnitte ereignet. Ist dies der Fall und bleibt zum Beispiel ein Pannenfahrzeug, das die Nothaltebucht nicht mehr erreicht, auf dem freigegebenen Seitenstreifen stehen, bildet sich dahinter sofort ein Stau. Dies wird vom System aufgrund des Abfalls des Geschwindigkeitsniveaus erkannt, und dem Operator durch rote Einfärbung des Streckenabschnitts am Monitor angezeigt (Abbildung 3-2).

Die zulässige Geschwindigkeit liegt bei freigegebenem Seitenstreifen in Hessen im Normalfall bei 120 km/h. Bei weiterhin erhöhtem Verkehrsaufkommen oder Staubildung aufgrund von Unfällen oder Pannenfahrzeugen kann die Geschwindigkeitsbegrenzung auf 100, 80 oder 60 km/h gesenkt und ein Geschwindigkeitstrichter hinter dem Stauende gebildet werden. Außerdem wird ein LKW-Überholverbot angeordnet. Überholvorgänge von LKW's führen vor allem in Steigungsstrecken zu Staus.

Erfahrungen aus der Verkehrszentrale Hessen zeigen, dass die Akzeptanz und Verständlichkeit der Anlagen mit temporären Seitenstreifenfreigaben grundsätzlich sehr gut ist. Während LKW's nach der Freigabe sehr schnell auf den Seitenstreifen wechseln, dauert es bei PKW-Fahrern etwas länger. Vor allem an Sonntagen, wenn sich keine Pendler unter den Verkehrsteilnehmern befinden, wird der freigegebene Seitenstreifen von den PKW-Fahrern eher zögerlich benutzt. Generell wird der Seitenstreifen im Freigabezustand also vorwiegend von LKW's benutzt, erst in der Nähe der Anschlussstellen gliedern sich die PKW's ein, die ausfahren wollen, bzw. aufgefahren sind.

Eine Analyse des Verkehrsflusses zeigt, dass die maximale Verkehrsstärke auf der A5 zwischen Friedberg und Bad Homburg bei temporärer Seitenstreifenfreigabe um ungefähr 1.000 Kfz/h erhöht werden kann. Die Kapazität vergrößert sich auf diesem Streckenabschnitt um 20 bis 25 % wenn der Seitenstreifen freigegeben wird. (Geistefeldt, 2009)

Auf der A5 wurden an einem 18 km langen Abschnitt zwischen der Anschlussstelle Friedberg und dem Nordwestkreuz Frankfurt die Staudauern pro Jahr anhand von Daten aus 47 Messquerschnitten in beiden Richtungen verglichen.

Die Gegenüberstellung der Messdaten aus dem Jahr 2002 (vor der Einführung der temporären Seitenstreifenfreigaben) mit Daten aus dem Jahr 2006 zeigt die positiven Effekte auf die Verkehrsleistung. Die Staudauer pro Jahr reduzierte sich von 640 Stunden in nördlicher Fahrtrichtung bzw. 450 Stunden in südlicher Fahrtrichtung auf jeweils weniger als 200 Stunden (Abbildung 3-3). Es ist außerdem eine Verschiebung der Engpässe zu den jeweiligen Enden der temporären Seitenstreifenfreigaben erkennbar, wobei zumindest in nördlicher Richtung die Staudauer geringer ist, als vor Einführung der temporären Seitenstreifenfreigaben.

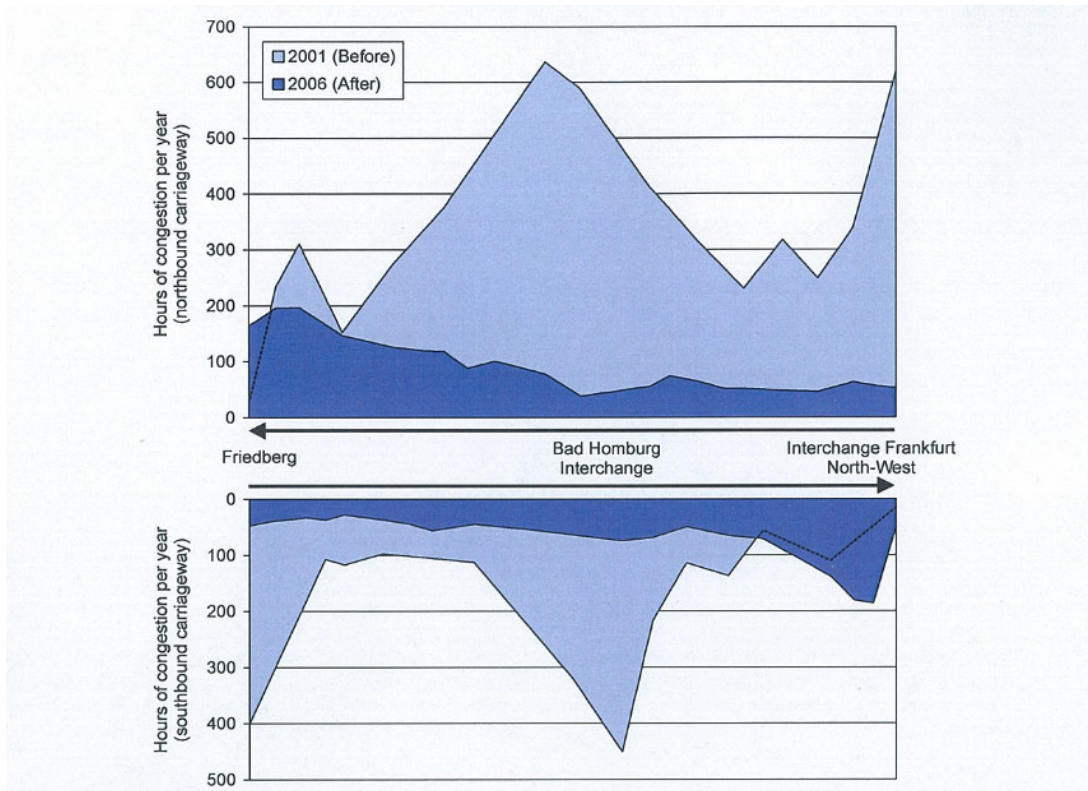


Abbildung 3-3: Stautunden auf der A5 vor und nach Einführung der temporären Seitenstreifenfreigaben (Geistefeldt, 2009)

Aufgrund dieser positiven Auswirkungen sind temporäre Seitenstreifenfreigaben im Raum Frankfurt ein wichtiger Baustein, um das Ziel „Staufreies Hessen 2015“ zu erreichen. Alle derzeitigen Umnutzungsstrecken in Hessen stehen im Bundesverkehrswegeplan unter „vordringlicher Bedarf“ oder „weiterer Bedarf“ und werden daher in Zukunft um einen regulären Fahrstreifen erweitert.

3.1.3 Niedersachsen⁴

In Niedersachsen wird derzeit auf der BAB A7 zwischen der Anschlussstelle Soltau-Ost und dem Autobahndreieck Walsrode der Seitenstreifen temporär für den fließenden Verkehr freigegeben (Abbildung 3-4). Dieser Bereich setzt sich, aufgrund der dazwischen liegenden Anschlussstellen, aus 4 Streckenabschnitten je Richtungsfahrbahn zusammen und ist derzeit vierstreifig ausgebaut. Die angrenzenden Streckenabschnitte sind sechsstreifig ausgebaut, daher kam es vor Einführung der temporären Seitenfreigaben im Übergangsbereich bei entsprechend hohem

⁴ Informationen von Herrn Martin Issleb (Niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr), Beantwortung Fragebogen per E-Mail am 01.04.2010 (Fragebogen siehe Anhang)

Verkehrsaufkommen immer wieder zu Staus und Verkehrsstörungen, da dieser Streckenabschnitt aufgrund der geringeren Streckenkapazität einen Engpass darstellte.

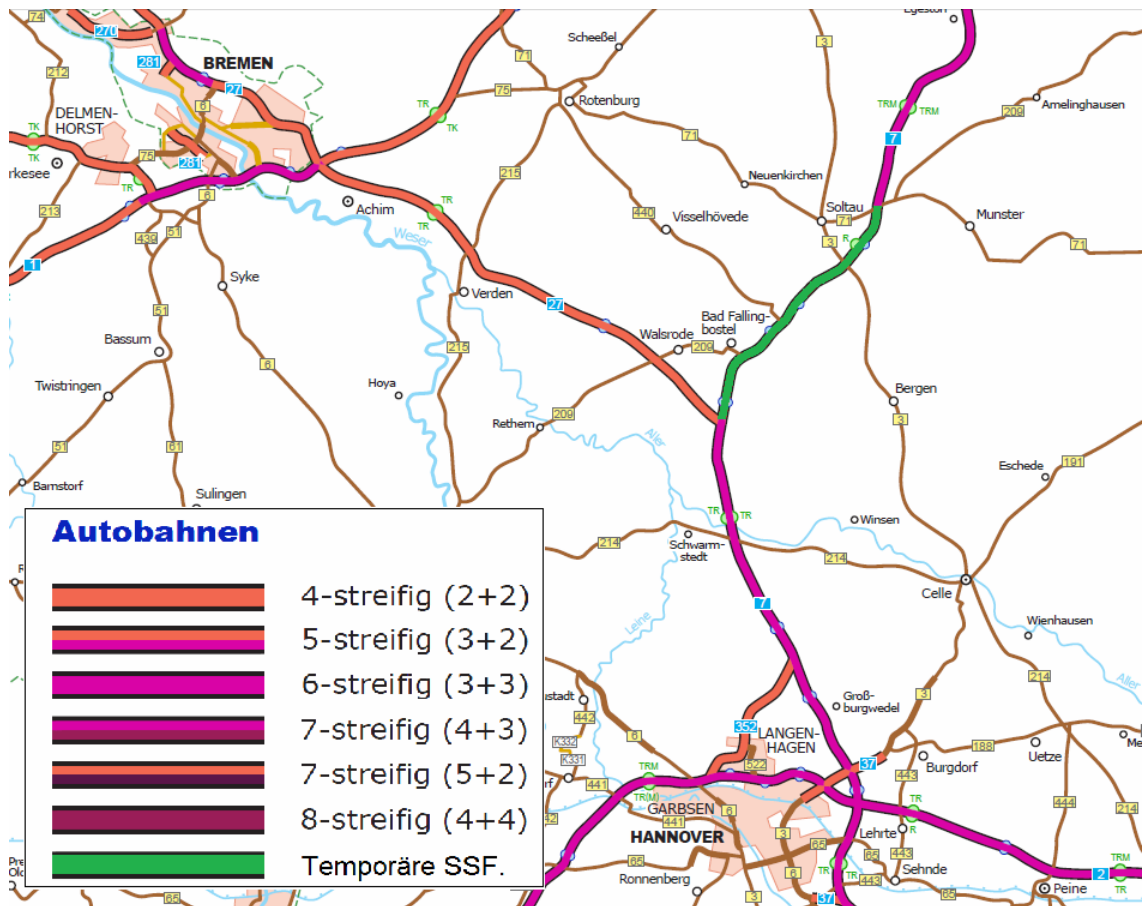


Abbildung 3-4: Übersicht - Temporäre Seitenstreifenfreigaben in Niedersachsen (eigene Darstellung auf Basis von autobahnatlas-online, Stand: 22.09.2010)

Die Steuerung der temporären Seitenstreifenfreigaben erfolgt wie in Hessen halbautomatisch verkehrabhängig, und wird im Folgenden kurz erläutert. Für jeden Streckenabschnitt in beiden Fahrtrichtungen wird der Verkehr detektiert. Die detektierten Verkehrsdaten werden aufbereitet und im Minutentakt mit einem festgelegten Schwellenwert verglichen. Die relevanten Kriterien des Steuerungsalgorithmus sind die Ist-Bemessungsverkehrsstärke Q_b und eine festgelegte Anzahl von Minutenintervallen für welche die Bedingung $Q_b > \text{Schwellenwert}$ erfüllt sein muss. Es läuft jeweils ein Counter, der sich bei erfüllter Bedingung nach jedem Intervall solange um eins erhöht, bis die Bedingung nicht mehr erfüllt ist. In diesem Fall fängt er wieder erneut mit dem Zählen an. Ist auch das Kriterium erfüllt, dass der Counter größer als die festgelegte Mindestintervallanzahl ist, wird dem Operator eine Schaltempfehlung

durch eine Meldungsbox angezeigt. Die Schwellwerte liegen für zwei Fahrstreifen bei 3.300 PKW-E/h und 7 erfüllten Minutenintervallen.

Die Schwellwerte sind so festgelegt, dass einerseits eine entsprechende Sicherheit vorliegt, dass wirklich die Erfordernis für die Seitenstreifenfreigabe für die nächste Zeit gegeben ist und andererseits die erforderliche Vorbereitungszeit bis zur Einleitung/Schaltung der Seitenstreifenfreigabe berücksichtigt ist. Zur visuellen Überprüfung der Hindernisfreiheit durch den Operator durch das „Abfahren“ des Seitenstreifens mit Hilfe der installierten Videotechnik sind für den ca. 33 km langen Streckenbereich bis zu 25 Minuten je Richtungsfahrbahn erforderlich. Erst nach dieser lückenlosen Überprüfung und darauffolgender telefonischer Rückfrage bei der zuständigen Autobahnpolizeidienststelle und Autobahnmeisterei kann der Operator die Freigabeschaltung einleiten.

Wird während der Freigabe ein „liegendebliebenes“ Fahrzeug erkannt, muss vom Operator auf den zwei bis drei davorliegenden Standorten der Wechselverkehrszeichen – Anzeigetafeln der Schaltzustand „Seitenstreifen befahren“ auf „Seitenstreifen räumen“ geschaltet werden. Nach Räumung des Pannenfahrzeuges kann der Seitenstreifen wieder freigegeben werden.



Abbildung 3-5: Temporäre Seitenstreifenfreigabe in Niedersachsen (weser kurier-homepage)

Für die Ermöglichung temporärer Seitenstreifenfreigaben auf der A7 musste die Fahrbahn ummarkiert werden, um für den Seitenstreifen und den Hauptfahrstreifen 3,50 m und für den Überholfahrstreifen 3,25 m Breite zu gewährleisten. Aufgrund der reduzierten Fahrstreifenbreiten gibt es im Grundzustand (keine Seitenstreifenfreigabe) eine Geschwindigkeitsbegrenzung von 120 km/h und ein LKW-Überholverbot. Im Freigabezustand wird mittels Wechselverkehrszeichen in Prismentechnik eine Geschwindigkeitsbegrenzung von 100 km/h angezeigt, und das LKW-Überholverbot wird aufgehoben. Die Tragfähigkeit von Ober- und Unterbau im Bereich der Seitenstreifen war auf der A7 ausreichend. Jedoch mussten Nothaltebuchten im Abstand von 500 – 1.000 m angeordnet werden. Außerdem war es notwendig, die

Beschleunigungs- und Verzögerungstreifen im Bereich der vorhandenen Anschlussstellen und Rastplätze zu verbreitern.

Die Akzeptanz auf Seiten der Verkehrsteilnehmer bezüglich der Befahrung des Seitenstreifens ist vergleichbar mit jener in Hessen. Wenn LKW-Verkehr vorhanden ist, wird der Seitenstreifen unmittelbar nach der Freigabe benützt. An Sonn- und Feiertagen an welchen ein LKW-Fahrverbot gilt, wird die Möglichkeit der Nutzung des Seitenstreifens bei Freigabe durch die PKW-Fahrer eher zögerlich, bzw. erst bei etwas dichterem Verkehr angenommen.

Auch in Niedersachsen ist auf der A7 zwischen der Anschlussstelle Soltau – Ost und dem Autobahndreieck Walsrode in den nächsten Jahren ein sechsstreifiger Ausbau geplant. Bisläng wird die Einführung temporärer Seitenstreifenfreigaben vom Bund nur genehmigt, wenn der Ausbau der betroffenen Strecke als vordringlicher Bedarf im Fernstraßenausbaugesetz festgestellt wurde.

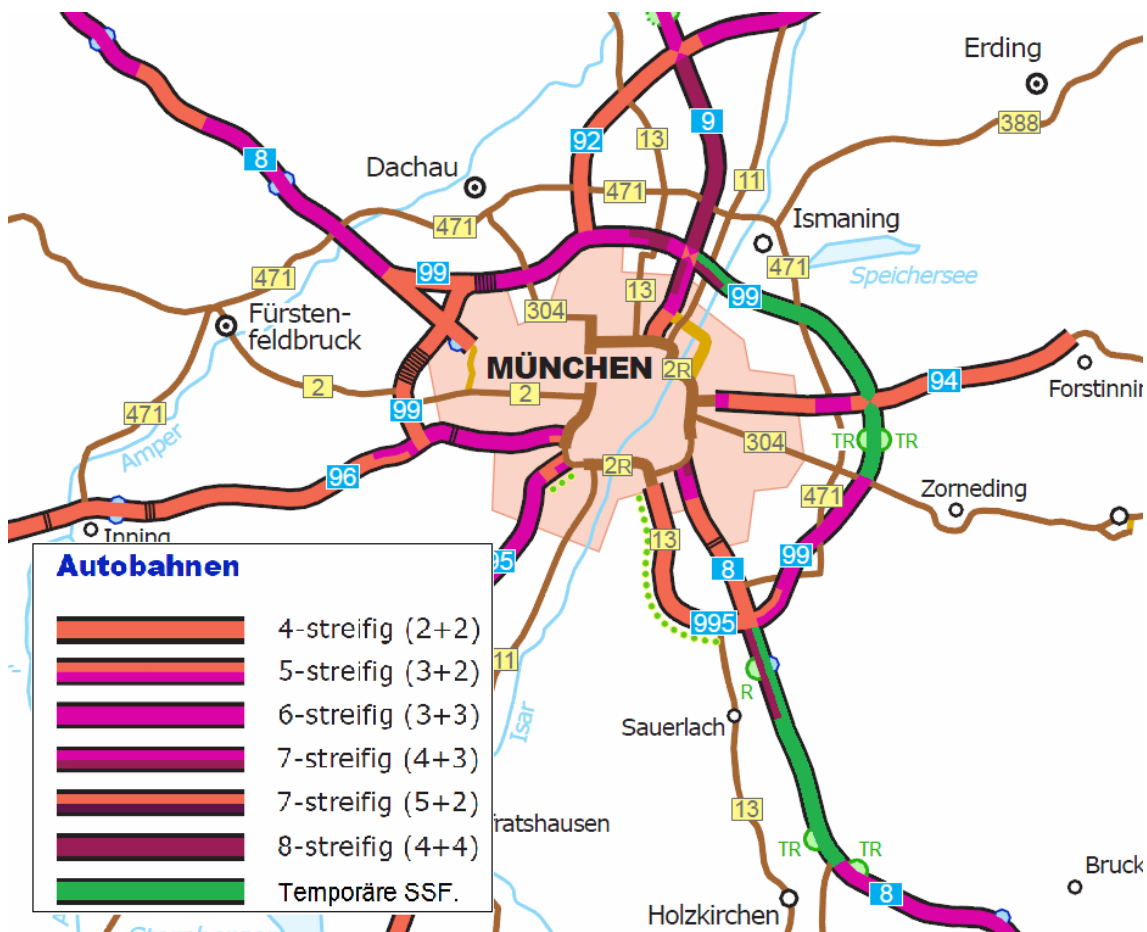
3.1.4 Bayern⁵

Abbildung 3-6: Übersicht – temporäre Seitenstreifenfreigaben bei München (eigene Darstellung auf Basis autobahnatlas-online, Stand: 22.09.2010)

Im Raum München kam es durch den Bau des Flughafens, durch die Neue Messe München und durch die Anbindung der A8 West (Stuttgart) zu einer starken Verkehrszunahme, was zu stundenlangen Staus auf der A9 und der A94 führte. Ein rascher Ausbau der überlasteten Streckenabschnitte war aber aufgrund fehlender finanzieller Mittel nicht möglich. Daher wurde im Jahr 1998 auf einer Teststrecke, zwischen der Anschlussstelle Feldkirchen West und dem Autobahnkreuz München – Ost, der Seitenstreifen bei Spitzenbelastungen für den fließenden Verkehr freigegeben. Die Auswirkungen waren sehr positiv, da die Leistungsfähigkeit auf der Richtungsfahrbahn von 3.600 Kfz/h auf 4.600 Kfz/h erhöht werden konnte, außerdem kam es zu keiner Verschlechterung der Unfallsituation. Aufgrund dieser positiven Erfahrungen wurde auch auf der A99 zwischen den Autobahnkreuzen München – Nord und München – Ost in der vorhandenen Verkehrsbeeinflussungsanlage die Möglichkeit

⁵ Informationen von Herrn Michael Hösch (Pöyry Infra Traffic GmbH), persönliches Gespräch am 13.04.2010 (Fragebogen siehe Anhang); (Oberste Baubehörde im Bayrischen Staatsministerium des Inneren, 2001); (Autobahndirektion Südbayern, 2008)

einer temporären Seitenstreifenfreigabe integriert. Auch hier konnte der Verkehrsablauf wesentlich verbessert werden. Außerdem zeigte sich während der Großmesse BAUMA im Jahr 2001, verglichen mit den Jahren davor, ein deutlich geringeres Stauaufkommen (Oberste Baubehörde im Bayrischen Staatsministerium des Inneren, 2001).

Derzeit sind im Raum München die Abschnitte auf der A8 zwischen der Anschlussstelle Holzkirchen und dem Autobahnkreuz München Süd und auf der A99 zwischen dem Autobahnkreuz München Nord und der Anschlussstelle Haar mit Anlagen zur temporären Freigabe des Seitenstreifens ausgestattet (Abbildung 3-6). Die Steuerung durch die Verkehrsbeeinflussungsanlagen erfolgt auch in München halbautomatisch verkehrsabhängig. Die Über- bzw. Unterschreitung von Schwellenwerten der verkehrlichen Kenngrößen Verkehrsstärke (q), Verkehrsdichte (k) und Geschwindigkeit (v), die mit Induktionsschleifen und Radarsensoren gemessen werden, gilt als Voraussetzung für die Freigabe des Seitenstreifens, und wird dem Operator angezeigt. Dabei gibt es verschiedene Einschaltbedingungen:

- $q > 5.500$ PKE/h
- $v_{PKW} < 95$ km/h oder $k_{KFZ} > 70$ Fzg/km
- $v_{KFZ} < 90$ km/h

Sobald eines der drei Kriterien erfüllt ist, kann der Seitenstreifen vom Operator freigegeben werden. Das Schaltbild bleibt danach mindestens zehn Minuten stehen, um häufige Schaltzustandswechsel, wenn sich die verkehrlichen Kenngrößen im Grenzbereich befinden, zu vermeiden.

Die Geschwindigkeitsbegrenzung liegt je nach Streckenabschnitt bei 100 oder 120 km/h, außerdem wird ein LKW-Überholverbot angeordnet. Der Geschwindigkeitsunterschied zwischen PKW und LKW soll so gering wie möglich gehalten werden, um eine Harmonisierung des Verkehrsablaufes zu erreichen.

Der Abschnitt mit temporärer Seitenstreifenfreigabe auf der A99 mit einer Länge von knapp 15 km läuft über drei Anschlussstellen hinweg und gliedert sich in vier Teilabschnitte. Die Freigabedauer der Abschnitte zwischen den Anschlussstellen variiert sehr stark, da sie je nach Notwendigkeit zur Kapazitätserhöhung freigegeben werden. Im Jahr 2007 wurde Seitenstreifen zum Beispiel zwischen AS Aschheim und AK München Nord über 1.300 Stunden für den fließenden Verkehr freigegeben, der Streckenabschnitt AK München Ost bis AS Kirchheim hingegen nur an die 300 Stunden (Abbildung 3-7). Bei potentieller Staugefahr wäre aber auch dieser Streckenabschnitt öfters freigegeben worden. Es wird versucht den gesamten staugefährdeten Bereich mit temporären Seitenstreifenfreigaben abzudecken, damit es zu keiner Verlagerung des Staus kommt.

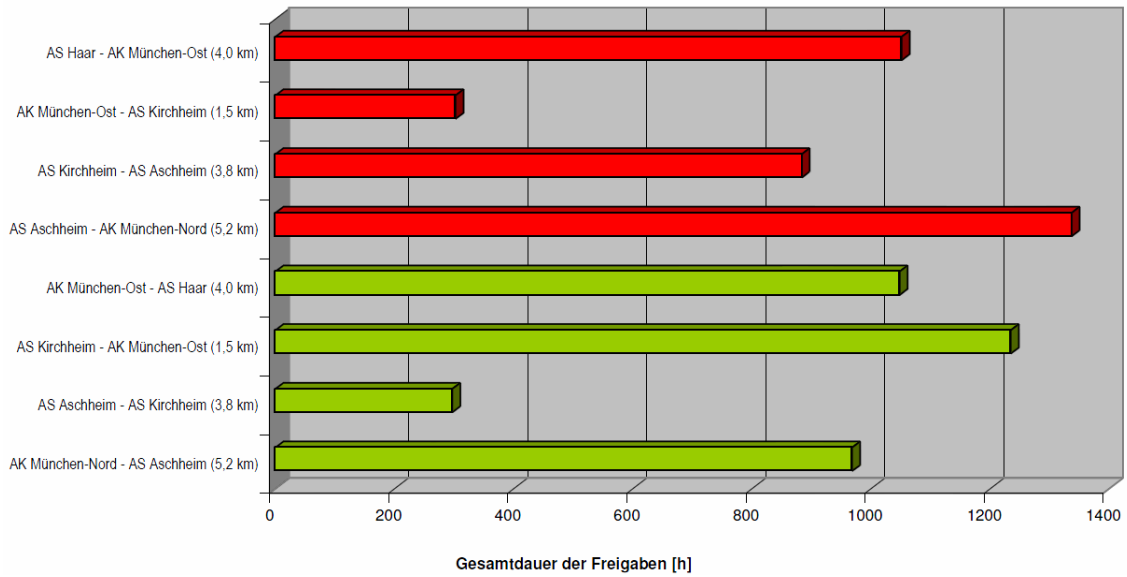


Abbildung 3-7: Gesamtdauer aller Freigaben auf der A99 im Jahr 2007 (Hösch, 2009)

Zur Umsetzung der temporären Seitenstreifenfreigaben waren auch im Raum München einige bauliche Veränderungen notwendig. Teilweise musste der Ober- und Unterbau verstärkt werden. Außerdem wurden Nothaltebuchten mit einer Länge von 50 m im Abstand von 500 bis 1.000 m errichtet. Weiters wurden an den Anschlussstellen die Verzögerungs- und Beschleunigungsstreifen nach außen verlegt. Die Fahrbahn an sich musste nicht verbreitert werden, sondern wurde nur ummarkiert.

Besonders erwähnenswert ist das multistatische Detektionssystem. Multistatisch bedeutet, dass Schwenk – Neige – Zoom Kameras mehrere statische Kameras auf vergleichbaren Strecken ersetzen, um die Hindernisfreiheit des Seitenstreifens zu überprüfen. Durch Abbildung eines Gauß – Krüger Koordinatensystems in der Schwenk – Zoom Einheit können von einem virtuellen Mittelpunkt aus verschiedene dreidimensionale Vektoren definiert werden, welche die unterschiedlichen Kamerapositionen beschreiben. Es muss sichergestellt sein, dass alle Kamerapositionen jederzeit punktgenau angesteuert werden können. Der Vorteil des Systems in München ist, dass bereits vom Operator überprüfte Abschnitte mittels Videodetektion im Hintergrund weiterhin automatisch überwacht werden. Eine lückenlose Überwachung durch die Elektronik wird somit auch während der Freigabe gewährleistet. Dadurch steht dem Operator zusätzlich zu seinem Live Bild eine zusätzliche Videobildanalyse im Hintergrund zur Verfügung (Abbildung 3-8).

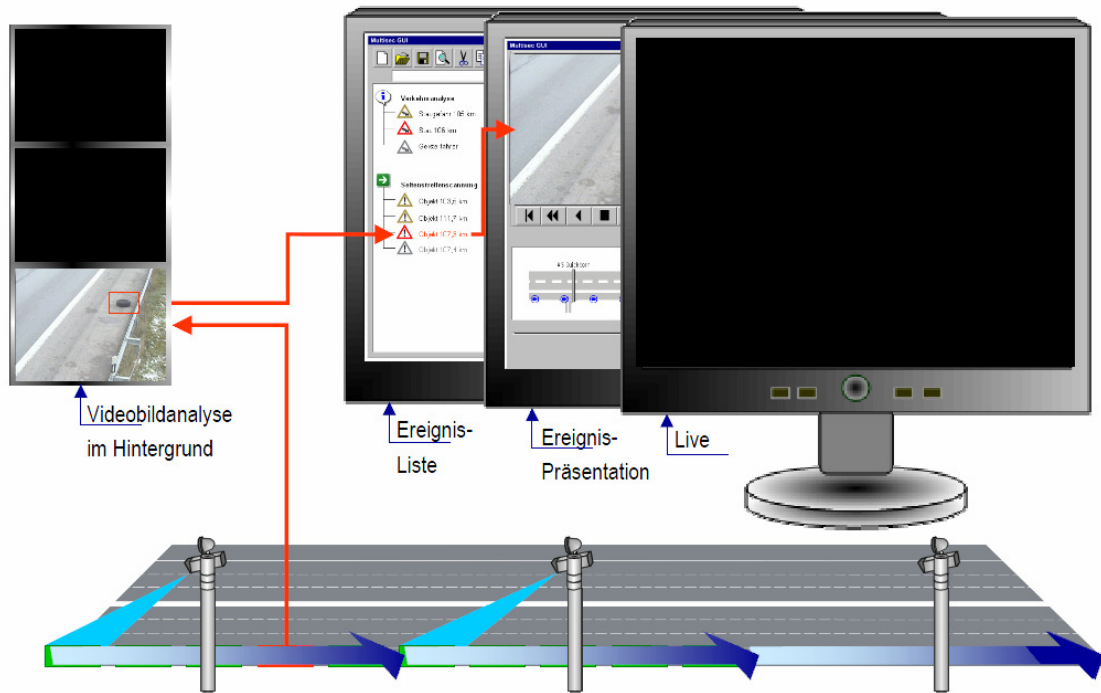


Abbildung 3-8: Prinzip der Videobildanalyse in München (Hösch, 2009)

Um diese automatische Videobildanalyse zu ermöglichen müssen für alle Kamerapositionen Referenzbilder festgelegt werden. Aufgrund der Kontraständerung der Pixel können auf diese Art verschiedene Objekte wie stehengebliebene KFZ, Personen, Reifen oder Ski automatisch erkannt werden. Problematische Detektionssituationen können jedoch z.B. durch Schatten, ungünstige Lichtverhältnisse, oder Spurverletzungen durch LKW's entstehen. Um die Anzahl der Fehlalarme zu minimieren, ist daher die richtige Parametrierung der wichtigste Aspekt bei der Einrichtung einer Videoanlage.

Auch die Streckenabschnitte im Raum München werden in Zukunft um einen regulären zusätzlichen Fahrstreifen ausgebaut, der Zeitpunkt steht jedoch noch nicht fest. Es hängt davon ab, welche anderen baulichen Maßnahmen aufgrund des Verkehrsentwicklungsplans notwendig sind, und bis wann die Finanzierung sichergestellt ist. Dieses Beispiel zeigt wieder, dass temporäre Seitenstreifenfreigabe nur als Übergangslösung bis zum konventionellen Ausbau ausgeführt werden.

Durch den 8-streifigen Ausbau auf der A9 zwischen dem AK Neufahrn und dem AK München Nord kam es zu einer Verlagerung der Stauereignisse in den Abschnitt zwischen AK Neufahrn und dem AD Holledau. Da in diesem Bereich ein 8-streifiger Ausbau noch nicht möglich war, wird derzeit als Sofortlösung eine Anlage zur temporären Seitenstreifenfreigabe errichtet. Zusätzlich zu den üblichen baulichen Maßnahmen, wie z.B. die Verstärkung von Ober- und Unterbau oder die Errichtung von Nothaltebuchten, wird aus Wirtschaftlichkeitsgründen zusätzlich eine Sanierung der gesamten Fahrbahn und der Entwässerungseinrichtungen durchgeführt. Außerdem

wird in Fahrtrichtung Nürnberg eine Steckenbeeinflussungsanlage errichtet (Autobahndirektion Südbayern, 2008).

3.2 Erfahrungen aus den Niederlanden

3.2.1 Ausgangslage

Auch in den Niederlanden war eine starke Erhöhung der Verkehrsmenge zwischen 1996 und 2006 zu beobachten, was zu einer Zunahme der Häufigkeit und Länge von Staus führte (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2008). Die niederländische Regierung hat sich zum Ziel gesetzt, die Stautunden bis zum Jahre 2020 auf das Niveau von 1992 zu reduzieren. Außerdem sollen auf dem hochrangigen Straßennetz bis zum Jahre 2020, 95% der Fahrten „in time“ sein. Dies bedeutet, dass die Reisezeit auf Strecken, die länger als 50 km sind, in den Spitzenstunden maximal um 20% länger sein darf, als in der restlichen Zeit. Um dieses Ziel zu erreichen, werden 3 Möglichkeiten angegeben:

- Neubau oder Umbau der vorhandenen Infrastruktur
- Einheben von Benützungsentgelten bzw. Maut
- Bessere Ausnutzung der vorhandenen Infrastruktur

Die Möglichkeit zur effizienteren Nutzung der vorhandenen Infrastruktur durch temporäre Seitenstreifenfreigaben wird in den Niederlanden schon seit 1996 praktiziert. Man bezeichnet temporäre Seitenstreifenfreigaben in der Landessprache als „spitsstrook“, bzw. im Englischen als „rush hour lane“ oder „peak hour lane“.

Im Jahr 2003 wurde in den Niederlanden ein spezielles Gesetz eingeführt, mit dessen Hilfe das Verfahren für die Errichtung von „rush hour lanes“ beschleunigt wird. Dadurch ist es möglich, die Maßnahmen zur Staureduzierung schneller durchsetzen zu können. Projekte, die mit Hilfe dieses Gesetzes errichtet werden, bezeichnet man als ZSM – Projekte. ZSM steht für „Zichtbaar, Slim en Meetbaar“, was soviel wie „sichtbar, klug und messbar“ oder „so schnell wie möglich“ bedeutet. Um die Freigabe des Seitenstreifens zu verdeutlichen werden, wie in Deutschland, eigene Verkehrszeichen verwendet (Abbildung 3-9).



Abbildung 3-9: Verkehrszeichen zur Anzeige des Freigabezustandes in den Niederlanden (Rijkswaterstaat, 2005)

Auf den Abschnitten mit temporären Seitenstreifenfreigaben wurden seit 2004 Messungen durchgeführt, um die Auswirkungen auf den Verkehrsablauf und die Verkehrssicherheit zu evaluieren. Daten aus einem Zeitraum vor und nach Einführung der „rush hour lanes“ wurden verglichen. Dabei zeigte sich auf nahezu allen Strecken mit temporären Seitenstreifenfreigaben eine Verringerung der Reisezeit und eine Verbesserung der Verkehrssicherheit. Eine Befragung der Fahrzeuglenker aus dem Jahr 2007 ergab, dass 75 % eine positive Meinung über den Verkehrsablauf während der Freigabe des Seitenstreifens haben, und sich immerhin die Hälfte auch sicher fühlt (Veld, 2009).

Eine weitere Variante zur Erhöhung der Kapazität, die in den Niederlanden zur Anwendung kommt, ist die sogenannte „Plus lane“.



Abbildung 3-10: Plus lane

Dabei wird durch bauliche Veränderungen auf der linken Seite ein zusätzlicher Fahrstreifen geschaffen, der schmaler ausgeführt wird als die restlichen Fahrstreifen, und bei Staugefahr für den fließenden Verkehr freigegeben wird (Abbildung 3-10). Die Geschwindigkeitsbegrenzung wird während der Freigabezeit aufgrund der geringeren Fahrstreifenbreite auf 80 km/h festgesetzt. Der Pannestreifen steht bei diesem System immer in seiner ursprünglichen Funktion zur Verfügung. Laut oben angeführter Befragung kommt dieses System nicht ganz so gut bei den Fahrzeuglenkern an, wie die Freigabe des Seitenstreifens. Mit dem Verkehrsfluss bei geöffneter „Plus lane“ sind laut Veld (2009) rund 60% der Befragten zufrieden, mit der Verkehrssicherheit ungefähr 35%.

Auf der A50 zwischen Arnheim und Zwolle wurden im Jahr 2004 dynamische Markierungen eingesetzt, da es in den Spitzenstunden aufgrund der starken Belastung der Hauptfahrbahn immer wieder zu Problemen für die auffahrenden Ströme kam (Astucia – homepage). Bei freigegebenem Seitenstreifen werden die Fahrzeuglenker durch in die Fahrbahn eingebettete LED's direkt auf den Seitenstreifen geleitet (

Abbildung 3-11). Dadurch soll die Kapazität der Autobahn erhöht und Stau vermieden werden. Außerdem sollen durch die dynamische Markierung Unfälle und Kollisionen an den Knotenpunkten reduziert werden.

Laut Schweizer Richtlinie sollte dieses System allerdings nur in Ausnahmefällen wie zum Beispiel am Beginn einer Seitenstreifenfreigabe bei Einfahrten zur Anwendung kommen, da es sehr teuer ist und einen hohen Unterhaltsaufwand aufweist (Bundesamt für Strassen ASTRA, 2007).



Abbildung 3-11: Dynamic lane marking: A50 zwischen Arnheim und Zwolle Utrecht (Astucia – homepage)

3.2.2 Utrecht⁶

Im Raum Utrecht sind temporäre Seitenstreifenfreigaben auf Abschnitten der A 27 und A 28, bei denen es sich um zweistreifige Richtungsfahrbahnen handelt, in Betrieb. Derzeit werden von Utrecht aus drei „rush hour lanes“ und eine „Plus lane“ gesteuert. Für die nächsten Jahre ist die Errichtung von weiteren „rush hour lanes“ geplant.

Die Steuerung erfolgt auch in Utrecht verkehrsabhängig, es gibt jedoch eine Ausnahme. Auf der A 28 darf der Seitenstreifen aufgrund von Lärmschutzmaßnahmen erst ab 07:00 freigegeben werden. Die Verkehrsstärken werden mittels Induktionsschleifen gemessen, die ungefähr alle 500m angeordnet sind. Die Bandbreite für die Freigabe des Seitenstreifens liegt zwischen 3.000 und 3.600 Kfz/h. Spätestens bei der oberen Grenze muss der Operator in der Verkehrszentrale Utrecht den Seitenstreifen freigegeben haben. Dieser hat 60 Sekunden Zeit, die „rush hour lane“ von Anfang bis Ende mit den Schwenk – Neige – Zoom Kameras auf Hindernisfreiheit zu überprüfen. Wenn dies im vorgegebenen Zeitfenster nicht möglich ist, muss er noch einmal von

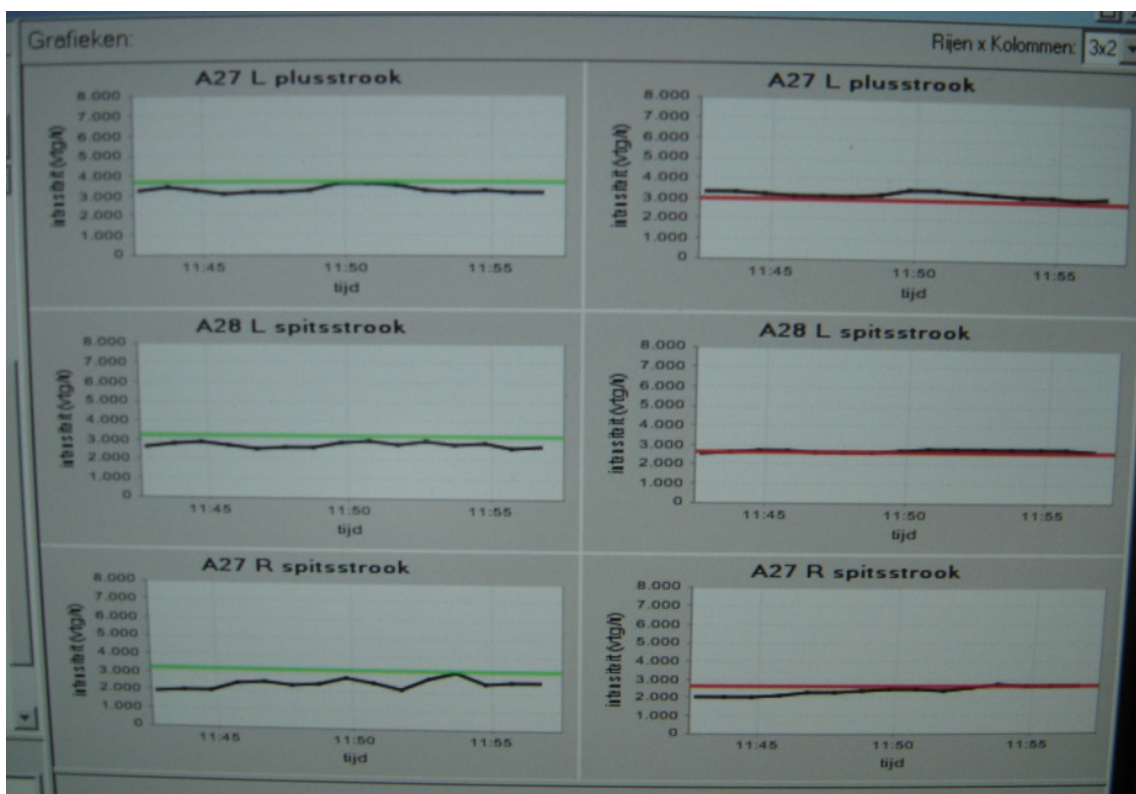


Abbildung 3-12: Benutzeroberfläche der Verkehrszentrale Utrecht

vorne beginnen. Mit diesem vorgegebenen Zeitfenster will man das Risiko minimieren, dass sich in einem Bereich einer bereits überprüften Kamera ein Zwischenfall ereignet. Nach Unterschreiten eines weiteren Schwellenwertes, der unter 3.000 Kfz/h liegt, kann

⁶ Informationen von Herrn Alfred Kersaan (Traffic Control Centre Utrecht), persönliches Gespräch am 18.03.2010 (Fragebogen siehe Anhang)

der Seitenstreifen wieder gesperrt werden. Dieser Schwellenwert ist niedriger angesetzt, damit häufige Schaltzustandwechsel vermieden werden (Abbildung 3-12).

Bei freigegebenem Seitenstreifen werden eine Geschwindigkeitsbegrenzung von 100 km/h und ein LKW-Überholverbot angezeigt. Die zulässige Geschwindigkeit im Grundzustand beträgt in den Niederlanden auf Autobahnen außerhalb von städtischen Gebieten generell 120 km/h. Auf der „plus lane“ (A 27) liegt der Schwellenwert für die Freigabe bei 4.300 Kfz/h, und die Geschwindigkeitsbegrenzung beträgt bei Freigabe 80 km/h aufgrund der geringeren Fahrstreifenbreite.

Im Gesamten betrachtet gibt es durch die „rush hour lanes“ im Raum Utrecht deutlich weniger Stau. Da die A 28 und die A 27 durch ein Autobahnkreuz verbunden sind, kommt es jedoch gelegentlich zu Verlagerungen von Stauungen. Eine bessere Abwicklung auf der A 28 wirkt sich teilweise etwas schlechter für die A 27 aus.

Aus baulicher Sicht waren einige Maßnahmen notwendig. Die Tragfähigkeit von Ober- und Unterbau musste teilweise erhöht werden, außerdem musste die Fahrbahn in den meisten Fällen verbreitert werden. Nothaltebuchten wurden im Abstand von maximal 1.000 m errichtet, und an Anschlussstellen mussten die Beschleunigungs- und Verzögerungsstreifen nach außen versetzt werden. Verschiedene Meinungen gibt es bezüglich der sinnvollsten Art der Markierung zwischen der regulären Fahrbahn und dem Seitenstreifen bei Abschnitten mit temporären Seitenstreifenfreigaben. Von 1996 bis 2004 war die Markierung im Bereich der Anschlussstellen blockartig, danach wurde sie durchgehend ausgeführt. Es ist aber noch nicht klar, ob diese Lösung auch in Zukunft beibehalten wird, da die Akzeptanz, den Seitenstreifen zu befahren, etwas geringer ist.

Im Jahr 2004 gab es den Versuch, die Anzeige über dem Seitenstreifen außerhalb der Freigabezeit dunkel zu schalten. Dadurch kam es zu einigen Fehlnutzungen, indem der Seitenstreifen teilweise weiterhin befahren wurde. Durch verschiedene Signalisierungsvarianten zeigte sich, dass es bei einer Anzeige von einem roten X über dem nicht freigegebenen Seitenstreifen, die Anzahl der Fehlnutzungen am geringsten ist. Diese Variante wurde beibehalten und wird derzeit in den Niederlanden verwendet (Abbildung 3-13).



Abbildung 3-13: Rotes X bei gesperrtem Seitenstreifen (rijkswaterstaat - homepage)

Viel Forschungs- und Entwicklungsarbeit wird derzeit für ein passendes Detektionssystem zur Erkennung von stehengebliebenen Fahrzeugen geleistet. Das derzeit in den Niederlanden verwendete System, welches Blockadendetektion genannt wird, funktioniert jedoch in der Praxis nicht so gut wie erhofft. Ein Kritikpunkt ist, dass es zulange dauert bis ein Unfall oder ein Pannenfahrzeug erkannt wird, das gerade nicht auf den Monitoren zu sehen ist. Gegebenenfalls werden die Operatoren erst durch eine Staubildung, die bis zu 10 Minuten dauern kann, darauf aufmerksam.

In Utrecht wurde das sogenannte S.O.S. – System zur Detektion von stehengebliebenen Fahrzeugen entwickelt. Es erkennt einzelne Pannenfahrzeuge aufgrund geringer Geschwindigkeit, und schickt ein Signal an die Kameras. Der Operator bekommt eine Meldung über ein Display, und nach dessen Bestätigung schwenkt die Kamera zum Pannenfahrzeug. Durch dieses S.O.S. System sollte eine Panne bereits nach 30 Sekunden erkannt werden. Das System ist jedoch sehr teuer. Trotzdem soll es ab dem Jahr 2012 zum Einsatz kommen.

3.3 Erfahrungen aus Großbritannien

3.3.1 Ausgangslage

Vor 10 Jahren wurde von der britischen Regierung ein Plan erstellt (Transport 2010), um das Straßen und Schienennetz zu modernisieren (roadtraffic - technology homepage). Der Highways Agency wurde die Aufgabe übertragen, Maßnahmen des Verkehrsmanagements einzuführen um folgende Ziele zu erreichen:

- Bestmögliche Nutzung der vorhandenen Infrastruktur in Großbritannien
- Schnellere Reaktion auf Störfälle
- Verminderung der Stauaufkommen

Dafür wurde ein Gesamtkonzept entwickelt, welches als „Active Traffic Management“ (ATM) bezeichnet wird. Dieses beinhaltet neben der Maßnahme der temporären Seitenstreifenfreigabe (hard shoulder running) auch variable Geschwindigkeitsbegrenzungen durch Wechselverkehrszeichen, und Stau- bzw. Störfallmanagement. Die verschiedenen Maßnahmen können je nach Notwendigkeit einzeln oder gleichzeitig eingesetzt werden, um den größten Nutzen zu erzielen.

3.3.2 Birmingham

Aus mehreren möglichen Strecken wurde die Autobahn M42 (junction 3A – 7) als Pilotstrecke ausgewählt, um ATM einzusetzen. Dieser Abschnitt stellt eine wichtige



Abbildung 3-14: Übersicht temporäre Seitenstreifenfreigabe bei Birmingham (roadtraffic - technology homepage)

Verbindungsfunktion für die Autobahnen M6 und M40 dar. Weitere Gründe für die Wahl dieser Strecke waren regelmäßige Staus in den Spitzenstunden, überdurchschnittlich hohe Unfallraten, die Nähe zum Flughafen Birmingham und dem NEC (National Exhibition Centre) sowie das große Bevölkerungswachstum in diesem Gebiet.

Es handelt sich bei diesem Abschnitt um dreistreifige Richtungsfahrbahnen mit einer Länge von jeweils 17 km. Der DTV liegt bei über 120.000 Kfz/24h. Die temporäre Freigabe des Seitenstreifens ging schließlich im Zuge von ATM zum ersten Mal im September 2006 in Betrieb. Der Seitenstreifen wurde jeweils zwischen den Anschlussstellen freigegeben und lief nicht über die Anschlüsse hinweg. Dadurch sollte der lokale Verkehr profitieren, indem Autofahrer, die nachdem sie aufgefahren sind und bei der nächsten Anschlussstelle wieder abfahren müssen, direkt auf dem Seitenstreifen verbleiben können.

Außerdem haben einfahrende und ausfahrende Fahrzeuge eine längere Distanz zur Verfügung, um Verflechtungsvorgänge durchzuführen.

Die Steuerung der Seitenstreifenfreigabe erfolgt halbautomatisch verkehrsabhängig. Die Verkehrsstärken und Geschwindigkeiten werden durch Induktionsschleifen, die im Abstand von 100 m angebracht wurden, gemessen und dem Operator in der regionalen Verkehrszentrale angezeigt. Bei drohendem Stau wird vom System automatisch eine Geschwindigkeitsbeschränkung angezeigt. Zusätzlich kann bei Bedarf der Seitenstreifen vom Operator manuell freigegeben werden (highways agency - homepage).

Im Jahr 2008 wurden Ergebnisse zu den Auswirkungen von ATM auf der Autobahn M42 veröffentlicht (Highways Agency and Mott Mc Donald, 2008). Dabei wurden Daten im Zeitraum von 12 Monaten seit der Einführung von ATM erfasst und analysiert. Die zwei wichtigsten Steuerungssysteme, die verwendet werden, bezeichnet man als:

- 3 Lane Variable Mandatory Speed Limits (3L-VMSL): Hier werden variable Geschwindigkeitsbegrenzungen bei erhöhten Verkehrsaufkommen angezeigt. Die Aktivierung und Deaktivierung wird vollautomatisch vom System durchgeführt, und kann gegebenenfalls manuell vom Operator verändert werden.
- 4 Lane Variable Mandatory Speed Limits (4L-VMSL): Bei diesem Steuerungsprinzip werden sowohl variable Geschwindigkeitsbegrenzungen, als auch temporäre Freigaben des Seitenstreifens eingesetzt. Letzere werden vom Operator manuell nach Überprüfung des Seitenstreifens auf Hindernisfreiheit aktiviert.

Im Bericht wurden die Auswirkungen von 4L-VMSL mit jenen von 3L-VMSL und dem Grundzustand (NO-VSL) verglichen. Daten für den Zustand NO-VSL wurden zwischen März 2002 und Februar 2003, also vor Einführung von ATM gesammelt. Zwischen Jänner und August 2006, als bereits variable Geschwindigkeitsbegrenzungen mit Wechselverkehrszeichen vorhanden waren, wurden Daten für den Zustand 3L-VMSL erfasst. Der Zeitraum nach der Einführung von temporären Seitenstreifenfreigaben von Oktober 2006 bis September 2007 diente als Datenbasis für den Fall 4L-VMSL. Der Vergleich der Ergebnisse von 3L-VMSL mit 4L-VMSL dient dazu, die Auswirkungen der temporären Seitenstreifenfreigaben zu erfassen. Im Folgenden wird kurz auf die Ergebnisse eingegangen. (Highways Agency and Mott Mc Donald, 2008)

- **Verkehrsfluss und Durchsatz:**

Die Kapazität erhöhte sich durch die temporäre Seitenstreifenfreigabe um 7 (verglichen mit 3L-VMSL) bis 9 (verglichen mit NO-VSL) Prozent. Diese Steigerung der Kapazität ist um einiges geringer als an deutschen Autobahnen beobachtet wurde, siehe Tabelle 2. Dies kann an der unterschiedlichen Berechnungsmethodik liegen, aber auch die geringeren Entfernungen zwischen den Anschlussstellen können eine Rolle spielen. Eine signifikante Verkehrszunahme von 6% in nördlicher Richtung und 9% in südlicher Richtung wurde zwischen den Fällen NO-VLS und 4L-VMSL beobachtet. Diese Zunahme des Verkehrsflusses liegt jedoch im Bereich der generellen durchschnittlichen Verkehrszunahme in diesem Zeitraum in England.

- **Reisezeiten:**

Im Vergleich von NO-VSL und 4L-VMSL kam es zu einer durchschnittlichen Reisezeiterhöhung um 9%, was aber auf die generelle Zunahme der Verkehrsmenge in diesem Zeitraum und die Einführung der variablen Geschwindigkeitsbegrenzungen bei Staugefahr zurückzuführen ist. Im Vergleich mit 3L-VLMS kam es jedoch zu einer Verringerung der Reisezeit in der Nachmittagsspitze, und zwar um 24% in Richtung Norden und um 9% in Richtung Süden.

Durch die Maßnahme der temporären Seitenstreifenfreigabe haben die durchschnittlichen Schwankungen der Reisezeiten über alle Wochentage um 22 (NO-VSL) bzw. 32 (3L-VMSL) Prozent abgenommen. Dadurch ist es für die Autofahrer einfacher, die benötigte Reisezeit vorherzusagen.

- **Verkehrssicherheit:**

Eine Analyse der Verkehrssicherheit auf der M42 zeigt einen Rückgang der Unfälle mit Personenschaden von 5,08 Unfällen (NO-VSL) bzw. 3,17 Unfällen (3L-VMSL) auf 1,83 Unfälle pro Monat (4L-VMSL) auf der M42 im Bereich der Seitenstreifenumwidmung. Es wird jedoch auf die relativ kurze Beobachtungszeit von einem Jahr hingewiesen. Für generelle Aussagen werden jedoch laut dem „Highways Agency Road Safety Strategic Plan“ Daten über einen Zeitraum von mindestens drei Jahren verlangt.

- **Lärmauswirkungen:**

Lärmmessungen wurden an drei Standorten entlang der Autobahn M42 in einer Entfernung von 10 Meter und 150 Meter durchgeführt. Dies entspricht einer typischen Entfernung zu Wohngebieten. Verglichen wurden wiederum Daten aus einem Zeitraum vor der Einführung von ATM (Sommer 2003 und Winter 2004) mit Daten aus dem Jahr 2006. Für den Vorher–Nachher-Vergleich wurden die Datensätze normiert um gleiche Verkehrsstärken zu erhalten. Dadurch zeigt sich eine Lärmreduktion von 1,8 bis 2,4 dB(A) durch ATM. Die erhaltenen Ergebnisse sind jedoch speziell für die Autobahn M42, und können nicht auf andere Autobahnen übertragen werden.

- **Schadstoffemissionen:**

Zur Untersuchung der Auswirkungen von ATM auf Schadstoffemissionen wurde die Verkehrszusammensetzung und Verkehrsmenge im Vergleichszeitraum von 2003 bis 2006 als konstant angenommen. Für die verschiedenen Fahrzeugtypen wurden die Emissionen durch Modellrechnungen für die Fahrten in diesem Abschnitt der M42 bestimmt. Beim Vorher–Nachher-Vergleich zeigte sich ein Rückgang der Schadstoffemissionen der gesamten Fahrzeugflotte von 4 bis 10%, was auf die Harmonisierung des Verkehrs und die Vermeidung von Staus zurückzuführen ist. Ähnlich wie bei den Lärmauswirkungen kann man diese Ergebnisse nicht verallgemeinern, da sie nur für den spezifischen Fall auf der Autobahn M42 gültig sind.

Die Auswirkungen von ATM auf die Luftqualität konnte nicht bestimmt werden, da diese nur einer von vielen Faktoren ist, die die Luftqualität zwischen 2003 und 2006 beeinflusst haben.

Um das Befahren des Seitenstreifens gesetzeskonform zu machen, wurden für den Abschnitt der M42 zwei neue Rechtsverordnungen herausgebracht. Die Verordnung „M42 (Junctions 3A to 7) (Actively Managed Hard Shoulder and Variable Speed Limits) Regulations 2005“ modifizierte die Vorschrift „Motorways Traffic (England and Wales) Regulations 1982“ und die Verordnung „The Traffic Signs (Amendment) Regulations and General Directions 2005“ veränderte die „Traffic Signs Regulations and General Directions 2002“. Diese Rechtsvorschriften wurden am 27. Juli 2005 zum Gesetz und

ermöglichen das Befahren des Seitenstreifens (Office of Public Sector Information, 2005).

Regulation §5A. —(1) Subject to the following provisions of these Regulations, a vehicle may be driven on a relevant length of the actively managed hard shoulder.

(2) The relevant length of the actively managed hard shoulder shall be treated for the purposes of these Regulations as a lane of the carriageway.

Außerdem wurden neue Begriffe, wie zum Beispiel „actively managed hard shoulder“ „emergency refuge area“, oder „variable speed limits“ eingeführt. Zusätzlich werden neue Markierungen und Signale definiert, wie zum Beispiel Geschwindigkeitsbegrenzungen oder ein rotes X.

“Regulation §4 (a) "actively managed hard shoulder" means a hard shoulder along which, by virtue of regulations under section 17(2) and (3) of the Road Traffic Regulation Act 1984, vehicular traffic may be driven at times for the time being indicated by traffic signs in accordance with those regulations;”

Im Jahr 2007 wurde eine Machbarkeitsstudie in Auftrag gegeben, um zu überprüfen auf welchen weiteren Autobahnabschnitten in England ATM-Maßnahmen wie temporäre Seitenstreifenfreigaben möglich sind, und in einem sinnvollen Kosten-Nutzen-Verhältnis stehen, um Stau zu vermeiden. Dabei wurde eine Prognose für die Verkehrsstärken in den kommenden Jahren auf den Autobahnen erstellt. Ausgenommen von der Studie waren bereits ausgebaute Abschnitte, oder Abschnitte, in denen bereits temporäre Seitenstreifenfreigaben vorhanden, oder in einem fortgeschrittenen Planungsstadium waren. Es wurde ein Schwellenwert festgelegt, bei dem eine höhere Kapazität notwendig wäre, um Staus zu vermeiden. Dieser liegt bei den dreistreifigen Richtungsfahrbahnen bei 4.500 Kfz/h. Anschließend wurden mit Hilfe einer Trendprognose die Verkehrsstärken bis zum Jahr 2014 mit dem Schwellenwert verglichen, um herauszufinden in welchem Jahr die verschiedenen Autobahnabschnitte von temporären Seitenstreifenfreigaben profitieren würden (Department for Transport, 2008).

Der zweite Abschnitt in England mit temporärer Seitenstreifenfreigabe wurde schließlich im Jahr 2009 auf der Autobahn M6 (junction 4 – 5) in der Nähe von Birmingham eröffnet. Auch für diesen Abschnitt wurde eine eigene Rechtsverordnung wie auf der Autobahn M42 erstellt (The M6 Motorway (Junctions 4 to 5) (Variable Speed Limits and Actively Managed Hard Shoulder) Regulations 2009). Derzeit werden weitere ATM - Anlagen auf den Autobahn M40 und M42 errichtet.

Tabelle 6 zeigt die geplanten Abschnitte, auf denen in den nächsten Jahren Seitenstreifen für den fließenden Verkehr freigegeben werden sollen. Darunter befinden sich auch Streckenabschnitte, die ursprünglich für einen konventionellen Ausbau um einen Fahrstreifen vorgesehen waren, nun aber aus Kostengründen mit temporären Seitenstreifenfreigaben ausgestattet werden. Während einige Anlagen mit relativ geringem Aufwand zu errichten sind, bedarf es bei anderen mehr Planungsaufwand, wenn zum Beispiel aufgrund geringfügiger Verbreiterungen Land zu erwerben ist. Die Errichtung der einzelnen Anlagen ist jedoch auch von einem erfolgreichen Genehmigungsverfahren abhängig (Department for Transport, 2009).

Da es derzeit in Großbritannien kein generelles Gesetz gibt, welches das Befahren des Seitenstreifens regelt, wären für alle geplanten Abschnitte eigene Rechtsverordnungen notwendig.

Tabelle 6: Geplante Abschnitte mit temporären Seitenstreifenfreigaben in Großbritannien (Department for Transport, 2009)

Autobahn	Abschnitt	Länge [km]	Baubeginn	Einsatzort
M6	J8 - 10a	10,9	2009/2010	Nördlich von Birmingham
M1	J10 - 13	23,5	2009/2010	Zwischen Luton und Milton Keynes
M4	J19 - 20	4,2	2009/2010	Im Raum Bristol
M4	J15 - 17	28,5	2009/2010	Im Raum Bristol
M6	J5-8	14,5	2010/2011/2012	Im Raum Birmingham
M1	J32 - 35a	16,1	2010/2011/2012	Östlich von Sheffield
M62	J18 - 20	11,9	2010/2011/2012	Manchester
M62	J25 - 30		2010/2011/2012	zwischen Bradford und Leeds
M60	J8 - 12	7,7	2010/2011/2012	Im Raum Manchester
M1	J28 - 31	29,0	2015	Südlich von Sheffield
M1	J39 - 42	9,7	2015	Wakefield
M3	J2 - 4a	21,2	2015	Westlich von London
M6	J10a - 13	15,2	2015	Nördlich von Birmingham
M25	J5 - 7	19,6	2015	Südlich von London
M25	J23 - 27	25,0	2015	Nördlich von London
M4	J3 - 12	50,8	2015	Westlich von London

Im Jahr 2008 wurde versucht, die Geschwindigkeitsbegrenzung während der Freigabe des Seitenstreifens statt wie bisher von 50 mph (=80,5 km/h) auf 60 mph (=96,6 km/h) zu setzen. Da dies zu keiner Verschlechterung der Unfallsituation führte, wurde die Geschwindigkeitsbegrenzung beibehalten. Weitere Erfahrungen vom Betrieb auf der Autobahn M42 zeigten, dass es zu keinem zusätzlichen Sicherheitsrisiko kommt, wenn die Nothaltebuchten im Abstand von 800 m statt wie zu Beginn im Abstand von 500 m angelegt sind. Dasselbe gilt auch für die Situierung der Anzeigebürden.

4 Empfehlungen für die Einführung in Österreich

Die Literaturanalyse und die Erfahrungen aus Europa zeigen, dass das Prinzip der temporären Pannestreifenfreigaben eine erfolgreiche Maßnahme zur raschen Kapazitätserhöhung auf überlasteten Autobahnabschnitten ist, und immer häufiger Anwendung findet. Durch dieses Prinzip kommt es zu einer Verbesserung des Verkehrsablaufes und zu einem Rückgang des Staugeschehens. Durch bestimmte Maßnahmen, wie zum Beispiel eine lückenlose optische Überwachung des Seitenstreifens, Geschwindigkeitsbegrenzungen oder die Errichtung von Nothaltebuchten, kommt es in der Regel zu keiner Verschlechterung der Unfallsituation. Die temporäre Freigabe des Pannestreifens stellt eine kostengünstige Alternative zum Ausbau einer Autobahn und Erweiterung um einen Fahrstreifen dar.

In der folgenden Übersicht werden die maßgebenden Randbedingungen aus geometrischer, baulicher, betrieblicher und rechtlicher Sicht, die bei der Umsetzung von temporären Pannestreifenfreigaben auf Autobahnabschnitten in Österreich zu beachten sind, dargestellt.

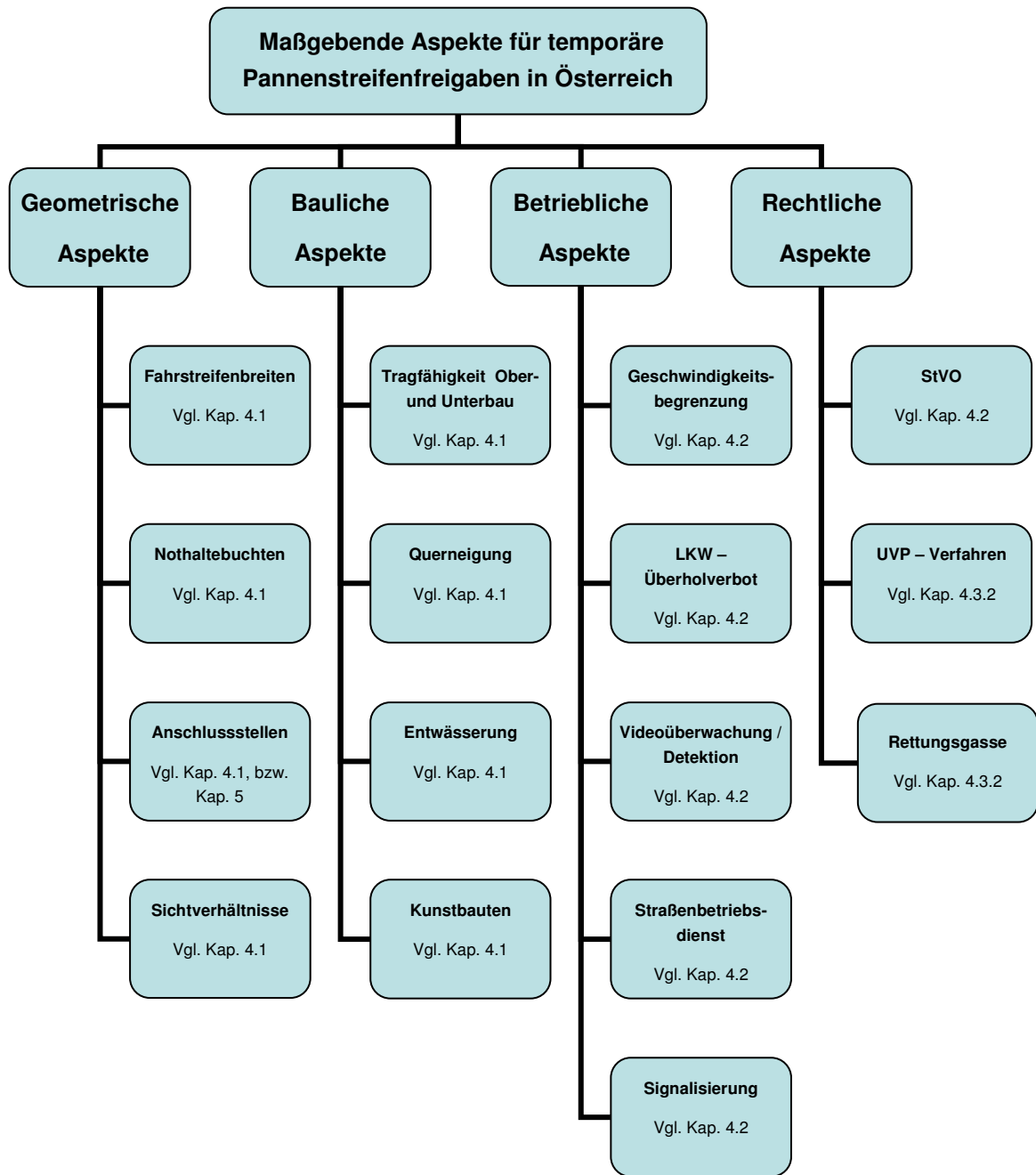


Abbildung 4-1: Maßgebende Aspekte zur Implementierung temporärer Pannestreifenfreigaben in Österreich

4.1 Bautechnische Anforderungen

Im Tabelle 7 werden die erforderlichen baulichen Maßnahmen und Ausführungsformen an ausgewählten Streckenabschnitten in Europa verglichen.

Tabelle 7: Vergleich baulicher Maßnahmen an ausgewählten europäischen Streckenabschnitten

	Nothaltebuchten	Breite des Seitenstreifen	Querschnitt auf freier Strecke	Verstärkung Ober- u. Unterbau
Südbayern	500 – 1.000m	3,50m	nur ummarkiert	teilweise
Hessen	ca alle 1.000m	mindestens 3,25, angestrebt 3,50	nur ummarkiert	teilweise
Niedersachsen	500 – 1.000m	3,50m	nur ummarkiert	nein
Utrecht	maximal alle 1.000m	mindestens 3,25, teilweise 3,50	teilweise verbreitert	in der Regel ja
Birmingham - M42	ca alle 500m	3,30 bis 3,70 m	nur ummarkiert	nein

• Nothaltebuchten

Durch den Wegfall des Pannestreifens bei der Umnutzung zu einem Fahrstreifen entsteht ein Sicherheitsrisiko für die Verkehrsteilnehmer. Voraussetzung bei einer Umwidmung ist daher die Errichtung von Nothaltebuchten für das kurzfristige Halten und Abstellen von defekten Fahrzeugen. Der laut RVS 03.07.12 vorgesehene Abstand von Nothaltebuchten an Richtungsfahrbahnen ohne Abstellstreifen von 1 – 2 km erscheint zu groß (FSV, 1987). Aufgrund der hohen Verkehrsbelastungen bei Abschnitten mit temporären Pannestreifenfreigaben sollten Nothaltebuchten unter Berücksichtigung der Platz- und Sichtverhältnisse im Abstand von 500 bis 1.000 m errichtet werden. Auch die Längsneigungen sind zu berücksichtigen, da es im Falle einer Panne bei Gefälle wahrscheinlicher ist, die Nothaltebucht zu erreichen, als bei einer Steigungsstrecke. Die Ausbildung sollte gemäß RVS 03.07.12 erfolgen (FSV, 1987). Die Gesamtlänge beträgt demnach 90 m, die Maße der Abstellfläche sind auf 40,00 m x 3,50 m festgelegt.

• Fahrstreifenbreite

Die Breite der Fahrstreifen hängt von der Projektierungsgeschwindigkeit und der maßgebenden Stärke des Schwerverkehrs (LKW und Busse) pro Fahrstreifen ab, und ist gemäß RVS.03.03.31 (FSV, 2005) geregelt (Abbildung 4-2). Da der Pannestreifen meistens schmaler ausgeführt ist, müssen die Fahrstreifenbreiten durch Ummarkierung neu aufgeteilt werden. Für den Pannestreifen sollte eine Breite von 3,50 m angestrebt

werden. In Ausnahmefällen kann auch eine Breite von 3,25 m verwendet werden. Falls der vorhandene Straßenquerschnitt zu schmal ist, muss die Fahrbahn verbreitert werden.

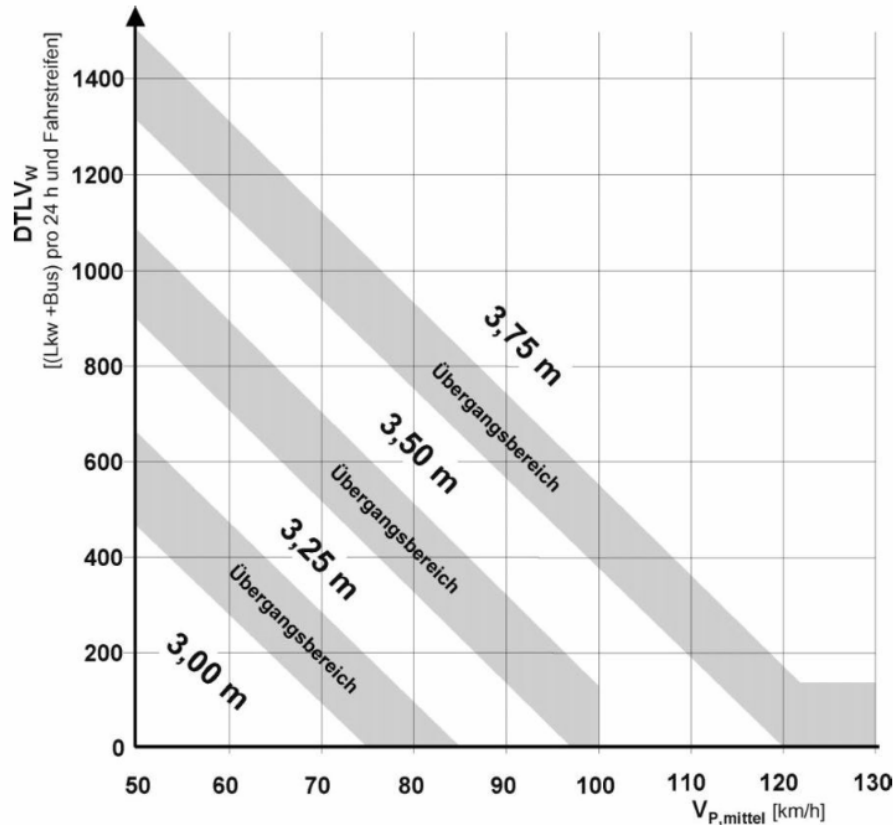


Abbildung 4-2: Fahrstreifenbreiten für Autobahnen gemäß RVS 03.03.31

- **Tragfähigkeit**

Weiters muss die ausreichende Tragfähigkeit des Pannestreifens sichergestellt sein, da dieser nach der Umwidmung viel Schwerlastverkehr ausgesetzt ist. Laut RVS 03.08.63 (FSV, 2008) sollte der Pannestreifen aus betrieblichen und herstellungstechnischen Gründen die gleiche Lastklasse wie Fahrstreifen aufweisen. Vor allem Pannestreifen auf älteren Fahrbahnen können zu schwach dimensioniert worden sein. Daher ist die ausreichende Tragfähigkeit von Ober- und Unterbau zu überprüfen, und gegebenenfalls an jener der Fahrstreifen anzupassen.

- **Querneigung / Entwässerung**

Außerdem muss eine durchgehende Querneigung auf der Fahrbahn vorhanden sein, ein Knick zwischen dem Pannestreifen und den Fahrstreifen ist nicht zulässig. Zusätzlich ist eine ausreichende Entwässerung der Autobahn aus Gründen der Verkehrssicherheit zu gewährleisten. Durch eventuelle Anpassungen der Querneigung

können sich die Entwässerungswege verändern. Daher ist die Funktionstüchtigkeit der Entwässerungseinrichtungen zu überprüfen.

- **Anschlussstellen**

Bauliche Veränderungen sind in der Regel auch an Anschlussstellen notwendig, um den Pannestreifen temporär für den fließenden Verkehr freigeben zu können. Während zu Beginn die meisten Umnutzungsabschnitte nur jeweils zwischen zwei Anschlussstellen gelegen sind, wird in letzter Zeit der Pannestreifen für die Freigabe meistens über die Knotenpunkte hinweggezogen, was aus baulicher und betrieblicher Sicht viel komplexer ist. In diesem Fall, sind die Beschleunigungs- und Verzögerungstreifen nach außen zu versetzen, um das sichere Ein- und Ausfädeln zu ermöglichen. Auf die Ausbildung an den Anschlussstellen wird in Kapitel 5 näher eingegangen. Für eventuell im Streckenabschnitt vorhandene Parkplätze oder Raststationen gelten aus baulicher Sicht ähnliche Anforderungen wie an Anschlussstellen.

- **Kunstbauten**

Auch an Kunstbauten können bauliche Veränderungen notwendig werden. Bei Brückenbauwerken muss die erforderliche Breite des Pannestreifens sowohl bei Über- als auch bei Unterführungen durchgehend gegeben sein. Außerdem muss bei Überführungen die ausreichende Tragfähigkeit des Tragwerks auch am Pannestreifen sichergestellt sein.

Eine Pannestreifenfreigabe im Tunnel ist grundsätzlich nur möglich, wenn dieser über einen durchgehenden Pannestreifen verfügt. Weiters müssen in einem ausreichenden Abstand Nothaltebuchten vorhanden und der erforderliche Lichtraum gegeben sein.

- **Sichtverhältnisse**

Die Sichtverhältnisse müssen am gesamten Streckenabschnitt, auf welchem der Pannestreifen freigegeben wird, überprüft werden. Die erforderliche Sichtweite hängt von der Längsneigung und der Projektierungsgeschwindigkeit ab und ist in der RVS 03.03.23 (FSV 1927) geregelt. Insbesondere in Rechtskurven kann beim Befahren des Pannestreifens die erforderliche Sichtweite zum Beispiel aufgrund von Lärmschutzwänden nicht gegeben sein.

4.2 Betriebliche Anforderungen

Die betrieblichen Maßnahmen und Kenndaten zur Steuerung der temporären Pannestreifenfreigaben werden in Tabelle 8 anhand ausgewählter europäischer Streckenabschnitte verglichen. Die angegebenen Geschwindigkeitsbegrenzungen werden im Normalfall angezeigt. Bei Staubildung trotz Pannestreifenfreigabe, oder im Falle eines Unfalls kann die maximal erlaubte Geschwindigkeit auf 80 oder 60 km/h gesenkt werden.

Tabelle 8: Vergleich betrieblicher Maßnahmen an ausgewählten europäischen Streckenabschnitten

	Kameras	Geschwindigkeitsbegrenzung bei Pannestreifenfreigabe (Normalfall)	LKW Überholverbot bei Pannestreifenfreigabe	Schwellenwert - Einschaltbedingung	Zählherkunft
Südbayern	Schwenk - Neige - Zoom Kameras	100 oder 120 km/h	ja	5.500 PKW E/h oder $v_{PKW} < 95$ km/h und $k > 70$ Fzg/km oder $v_{Kfz} < 90$ km/h (dreistreifige Abschnitt)	Induktionsschleifen und Radarsensoren
Hessen	Schwenk - Neige - Zoom Kameras	120 km/h	ja	5.500 Kfz/h (dreistreifige Abschnitte)	Radarsensoren
Niedersachsen	Schwenk - Neige - Zoom Kameras	100 km/h	nein	3.300 PKW E/h (zweistreifige Abschnitte)	Induktionsschleifen
Utrecht	Schwenk - Neige - Zoom Kameras	100 km/h	ja	3.000 – 3.600 Kfz/h (zweistreifige Abschnitte)	Induktionsschleifen
Birmingham - M42	Schwenk - Neige - Zoom Kameras und fixe Kameras	96,6 km/h (=60 mph)	nein	ca. 4.500 Kfz/h (dreistreifige Abschnitte)	Induktionsschleifen

Die gängigste Variante, die derzeit in Europa für den Betrieb der temporären Pannestreifenfreigaben verwendet wird, ist eine halbautomatische verkehrabhängige Steuerung. Der Vorteil dieser Steuerungsmethode ist, dass der Pannestreifen nur bei Notwendigkeit, also erhöhtem Verkehrsaufkommen, freigegeben wird. In der restlichen Zeit steht er in seiner ursprünglichen Funktion zur Verfügung. Dafür sind die Steuerungseinrichtungen kostenintensiver und es bedarf mehr Personal in den Verkehrszentralen. Halbautomatisch bedeutet, dass nachdem das System eine Freigabe des Pannestreifens vorgeschlagen hat, der Operator diesen manuell freigibt. Für eine vollautomatische verkehrabhängige Steuerung sind die Unsicherheitsfaktoren, dass ein liegengebliebenes Fahrzeug auf dem freigegebenen Pannestreifen nicht erkannt wird, zu groß.

- **Videoüberwachung**

Zur Videoüberwachung werden in der Regel Schwenk - Neige - Zoom Kameras eingesetzt. Es muss der gesamte Streckenabschnitt abgedeckt sein, Sichtbehinderungen sind nicht zulässig. Die Hindernisfreiheit des Pannestreifens muss vor und während der Freigabe vom Operator in der Verkehrszentrale überprüft werden. Teilweise kommen zur Unterstützung der Operatoren automatische Videodetektionssysteme zur Anwendung, welche die Strecke im Hintergrund zusätzlich überwachen.

- **Detektion der Verkehrsdaten**

Die Verkehrsstärken und Geschwindigkeiten können mit Induktionsschleifen oder Radarsensoren gemessen werden. Dabei sollte eine Klassifizierung nach Fahrzeugarten erfolgen, um den Anteil des Schwerverkehrs zu erhalten. Bei Über- bzw. Unterschreitung von gewissen Schwellenwerten der verkehrlichen Kenngrößen Verkehrsstärke, Verkehrsdichte oder der Geschwindigkeit, wird die Freigabe des Pannestreifens vom System vorgeschlagen. Bei zweistreifigen Richtungsfahrbahnen liegt der Schwellenwert bei ungefähr 3.300 Kfz/h, bei dreistreifigen Richtungsfahrbahnen bei ca. 5.500 Kfz/h. Die Freigabekriterien sollten für mehrere hintereinander liegende Messintervalle erfüllt sein, um häufige Anzeigewechsel der Schaltbilder zu vermeiden. Aus diesem Grund müssen auch die Schwellenwerte der Ausschaltkriterien niedriger angesetzt werden, als jene der Einschaltkriterien.

- **Geschwindigkeitsbegrenzung**

Aufgrund der verengten Fahrstreifenbreiten sind bei der Freigabe des Pannestreifens unbedingt Geschwindigkeitsbegrenzungen durch Wechselverkehrszeichen anzuzeigen. Die Höhe der Geschwindigkeitsbegrenzung ist in Abhängigkeit der Fahrstreifenbreiten und des LKW-Anteils festzulegen (Abbildung 4-2). Auf die anderen Faktoren, die einen Einfluss auf die zulässige Geschwindigkeit haben, wie beispielsweise der Kurvenradius oder die Sichtweite, wird hier nicht näher eingegangen, da sie nicht in direktem Zusammenhang mit dem Prinzip der temporären Pannestreifenfreigabe stehen. Grundsätzlich sollte auf allen Fahrstreifen die gleiche Geschwindigkeitsbegrenzung angezeigt werden.

Bei Fahrstreifenbreiten von 3,50 m empfiehlt sich eine zulässige Geschwindigkeit von 100 km/h, bei geringeren Fahrstreifenbreiten oder bei sehr hohem Schwerverkehrsanteil sollte die Geschwindigkeitsbegrenzung auf 80 km/h abgesenkt werden.

Bei weiterhin erhöhtem Verkehrsaufkommen kann die maximal zulässige Geschwindigkeit weiter gesenkt werden. Deshalb sollten im Bereich vor dem Umnutzungsbereich mindestens zwei Anzeigequerschnitte vorhanden sein, um einen Geschwindigkeits-trichter bilden zu können.

- **LKW - Überholverbot**

Gegebenenfalls sollte bei freigegebenen Pannestreifen ein LKW-Überholverbot angeordnet werden. Kriterien für den Einsatz sind einerseits geringe Fahrstreifenbreiten und andererseits ein hoher Schwerverkehrsanteil. Außerdem sollte in Steigungstrecken ein LKW – Überholverbot angeordnet werden, da in diesen Überholvorgänge durch Schwerlastverkehr oft zu Störungen des Verkehrsablaufes führen.

- **Signalisierung**

Für die Signalisierung sind Verkehrsbeeinflussungsanlagen im gesamten Umwidmungsbereich notwendig, um verschiedene Signalbilder je nach betrieblicher Notwendigkeit schalten zu können.

Die Wechselverkehrszeichen sollten sowohl über den Fahrstreifen als auch über dem Pannestreifen angeordnet werden (Abbildung 4-3). Die WVZ A sollten dabei standardmäßig mittig über den Fahrstreifen angeordnet werden, die WVZ B und WVZ C dazwischen.

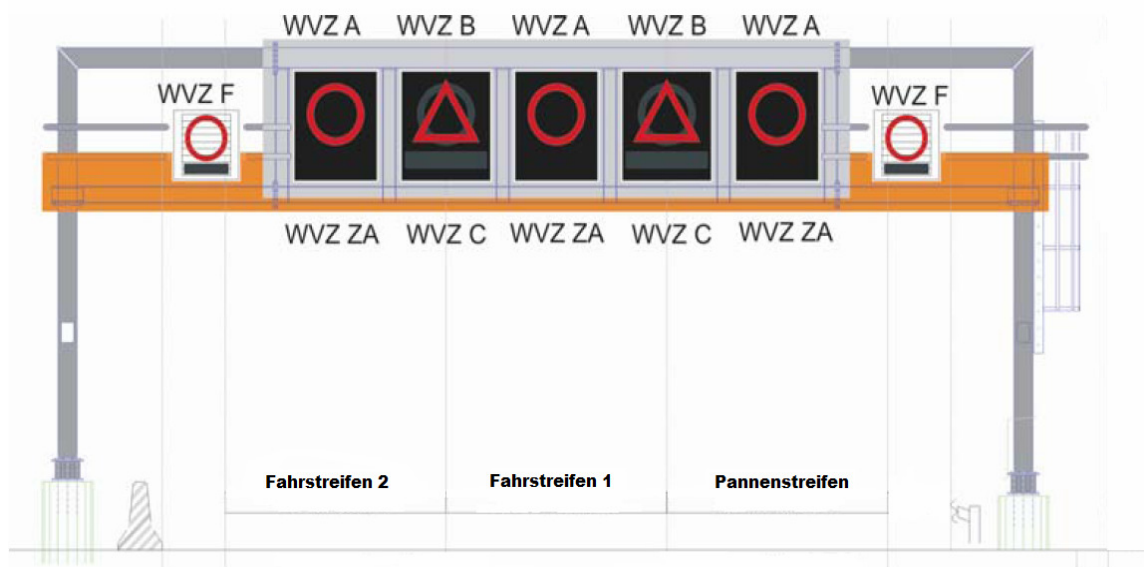


Abbildung 4-3: Möglichkeit zur Anordnung der Wechselverkehrszeichen (eigene Darstellung auf Basis ASFINAG, 2007)

Der Freigabezustand des Pannestreifens wird mittels Grünpfeil, gelb blinkenden Schrägpfeil oder durch ein rotes Kreuz angezeigt (Abbildung 4-4). Außerdem müssen gleichzeitig Geschwindigkeitsbegrenzungen angezeigt werden können. Diese Verkehrszeichen zählen zu der Gruppe der WVZ A und sind fahrstreifenbezogen. Mit WVZ B (richtungsbezogen)

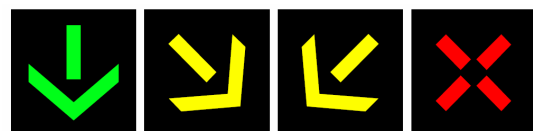


Abbildung 4-4: Anzeigesymbole des Freigabezustandes durch WVZ A (ASFINAG, 2007)

werden Betriebszustände, die eine Abweichung von der freien Fahrt ankündigen, angezeigt. Dazu gehören zum Beispiel die Verkehrszeichen „Schleudergefahr“, „Baustelle“, „Andere Gefahren“ oder „Überholen verboten“. Bei WVZ C und WVZ ZA sind die Texte frei programmierbar. Damit werden zum Beispiel Entfernungsangaben oder Texte wie Staugefahr, Unfall oder Nebel angezeigt (ASFINAG, 2007).

Der Abstand zwischen den Standorten der Anzeigequerschnitte muss in einem Bereich liegen, um die Freigabe des Pannestreifens abschnittsweise steuern zu können. Im Falle eines liegengebliebenen Pannefahrzeuges muss der Pannestreifen in den stromaufwärts gelegenen Streckenabschnitten sofort gesperrt werden, in den stromabwärts gelegenen Abschnitten kann die Freigabe jedoch aufrecht erhalten bleiben. Zusätzlich sollte auf seitlich positionierten Prismenwendern der Freigabezustand des Pannestreifens angezeigt werden (Abbildung 4-5).

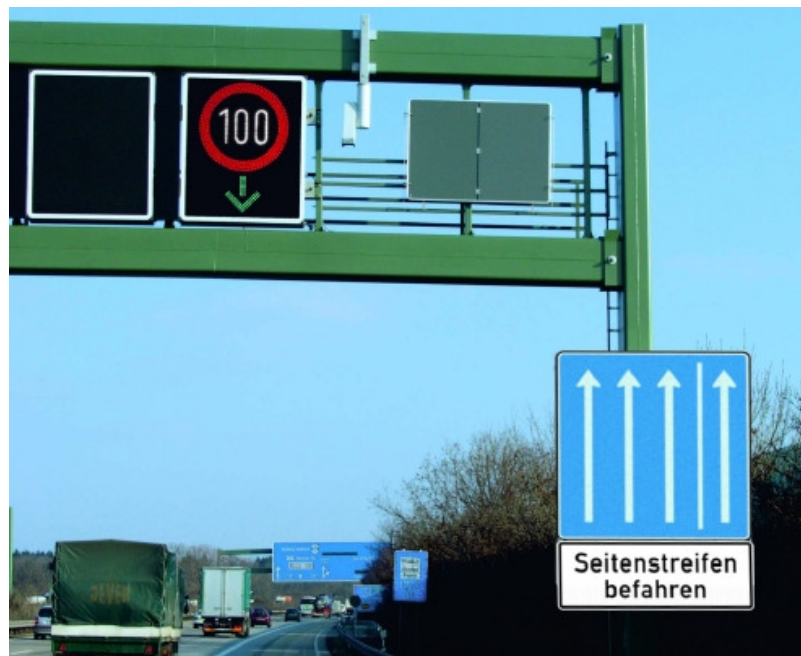


Abbildung 4-5: Signalisierung bei freigegebenem Pannestreifen (ADAC, 2008)

In Zeiten in denen keine Freigabe herrscht, sollte über dem Pannestreifen ein rotes X angezeigt werden, damit das Fahrverbot besser verdeutlicht wird. Erfahrungen aus dem Ausland zeigen, dass es so zu weniger Fehlnutzungen kommt, verglichen mit einer Dunkelschaltung außerhalb der Freigabezeit.

- **Straßenbetriebsdienst**

Wie in Kapitel 2.4 bereits erläutert wurde, kommt es bei Umnutzungen des Pannestreifens auch zu einem Mehraufwand für den Straßenbetriebsdienst. Außerdem wird die Baustellenabsicherung erschwert. Da es bei einer verkehrsabhängigen Freigabe keine festgelegten Zeitlücken gibt, um notwendige Arbeiten vom Pannestreifen aus

sicher zu erledigen, sollte die Absicherung analog jener vom äußeren Fahrstreifen erfolgen. Die Regelpläne für Arbeitsfahrten, Bodenmarkierungsarbeiten, Arbeitsstellen von kürzerer Dauer bzw. Arbeitsstellen von längerer Dauer sind in der RVS 05.05.42 (FSV, 2001) enthalten.

Beim Winterdienst ist zu beachten, dass es aufgrund des umgewidmeten Pannestreifens zu einem Mehrverbrauch von Streustoffen kommt, was zu einer Erhöhung der Personal- und Fahrzeugkosten führt.

4.3 Rechtliche Aspekte

Die Umsetzung von temporären Pannestreifenfreigaben in Österreich ist aus verkehrsrechtlicher Sicht derzeit nicht möglich. Es bedarf einer Gesetzesänderung, vor allem die Einführung neuer Verkehrszeichen erscheint erforderlich. Im Folgenden wird auf die derzeitige Gesetzeslage und auf die offenen Fragestellungen eingegangen.

4.3.1 StVO

Laut StVO § 46 ist es verboten, den Pannestreifen zu befahren

(4) Auf der Autobahn ist verboten:

d) den Pannestreifen zu befahren, ausgenommen mit Fahrzeugen des Straßendienstes, der Straßenaufsicht oder des Pannendienstes, im Zuge des Beschleunigens zum Zweck des Wiedereinordnens in den fließenden Verkehr und sofern sich nicht aus Straßenverkehrszeichen oder Bodenmarkierungen etwas anderes ergibt;

Außerdem ist es laut StVO §9 nicht erlaubt, Sperrlinien zu überfahren.

§ 9. Verhalten bei Bodenmarkierungen.

(1) Sperrlinien (§ 55 Abs. 2) dürfen nicht überfahren, Sperrflächen (§ 55 Abs. 4) nicht befahren werden.

Bei der temporären Pannestreifenfreigabe bleibt jedoch die durchgezogene Markierung zwischen den regulären Fahrstreifen und dem Pannestreifen erhalten, da eine Blockmarkierung in Zeiten, in denen der Pannestreifen nicht freigegeben ist, zu Fehlnutzungen führen würde.

In der deutschen StVO ist das Befahren des Seitenstreifens laut Anlage 2 (zu §41 Absatz 1) Vorschriftzeichen, Abschnitt 9 Markierungen 68, 2b geregelt:

Wird durch Zeichen 223.1 das Befahren eines Seitenstreifens angeordnet, darf die Fahrbahnbegrenzung wie eine Leitlinie zur Markierung von Fahrstreifen einer durchgehenden Fahrbahn (Zeichen 340) überfahren werden.

Daher wäre es empfehlenswert, durch Änderungen der StVO neue Verkehrszeichen einzuführen, die das zeitweise Befahren des Pannestreifens regeln. Die Verkehrszeichen könnte wie in Deutschland ausgeführt werden.

4.3.2 UVP - Verfahren

Die Aufgabe der Umweltverträglichkeitsprüfung ist es, unter Beteiligung der Öffentlichkeit die Auswirkungen eines Vorhabens auf die Umwelt festzustellen, zu beschreiben und zu bewerten.

Daher ist zu untersuchen, ob im Falle einer Umwidmung des Pannestreifens eine Umweltverträglichkeitsprüfung notwendig wäre. Die Frage ist, ob die Errichtung von temporären Pannestreifenfreigaben unter „Ausbaumaßnahmen sonstiger Art fallen“, denn in diesem Fall wäre eine Umweltverträglichkeitsprüfung im vereinfachten Verfahren durchzuführen. Eine Ummarkierung des bestehenden Straßenquerschnittes kann man nicht als „Ausbaumaßnahme“ bezeichnen. Jedoch ist gegebenenfalls eine geringfügige Verbreiterung der Fahrbahn, die Errichtung von Nothaltebuchten, oder eine Adaption der Anschlussstellen notwendig. Laut UVP-G § 23 a Abs. 2 Z 3 fallen Rampenverlegungen oder die Errichtung von zusätzlichen Einzelrampen bei bestehenden Knoten jedenfalls nicht in den Bereich der Ausbaumaßnahmen sonstiger Art.

4.3.3 Rettungsgasse

Im Falle eines Unfalls muss sichergestellt sein, dass die Einsatzkräfte so schnell wie möglich zum Einsatzort gelangen können. Die derzeitige Regelung sieht vor, dass die Einsatzkräfte den Pannestreifen nutzen, was jedoch bei einem Stau während der Pannestreifenumnutzung ein Problem darstellen würde. Der Pannestreifen müsste somit nach einem Unfall sofort gesperrt werden.

Es wäre empfehlenswert, in Verbindung mit Pannestreifenfreigaben auch das System der Rettungsgasse einzuführen, und in der StVO zu verankern. Dabei sind die Fahrzeuglenker verpflichtet, sich bei einem Stau am jeweiligen Straßenrand aufzustellen, um eine Fahrgasse für die Einsatzfahrzeuge zu bilden. Die Bildung der Rettungsgasse sollte immer zwischen dem äußersten linken und den übrigen Fahrstreifen erfolgen. Der Grund ist der geringere LKW – Anteil und daher die bessere Manövrierfähigkeit der Fahrzeuge und bessere Sichtverhältnisse für die Einsatzfahrzeuge. Das Prinzip der Rettungsgasse bei zwei- bzw. dreistreifigen Richtungsfahrbahnen ist in (Abbildung 4-6) dargestellt. In Deutschland ist die Bildung einer Rettungsgasse in der StVO geregelt. Auch in der Schweiz, in Tschechien und in Slowenien wird dieses System erfolgreich praktiziert.

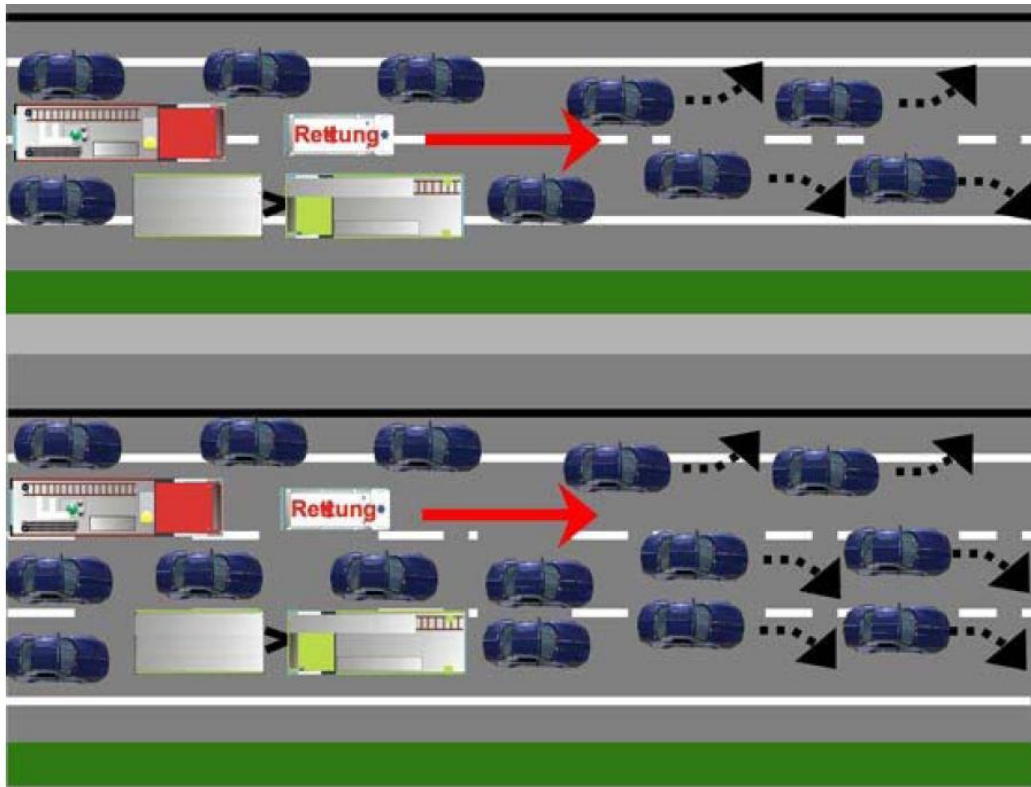


Abbildung 4-6: Vorgehensweise bei Rettungsgasse (Hersche-webpage)

4.4 Mögliche Streckenabschnitte für temporäre Pannestreifenfreigaben

Von der ASFINAG wurde eine Untersuchung für den Einsatz von temporären Pannestreifenfreigaben auf dem hochrangigen Straßennetz in Österreich durchgeführt. Dabei wurde eine Streckenvorauswahl auf Basis von Leistungsfähigkeitsuntersuchungen getroffen. Weiters wurde an den Strecken der Vorauswahl eine bauliche und verkehrliche Machbarkeitsabschätzung und eine Grobkostenschätzung durchgeführt. Danach wurde eine Prioritätenreihung erstellt. Folgende Abschnitte werden derzeit für sinnvoll erachtet und für eine Detailplanung empfohlen (Lautner, 2010):

- **A4 Ost Autobahn: Knoten Prater – Knoten Schwechat (in beiden Fahrrichtungen)**
- **A7 Mühlkreis Autobahn: Knoten Linz – Salzburger Straße (in beiden Fahrrichtungen)**

Weitere Streckenabschnitte auf dem österreichischen Autobahnnetz werden in Zukunft, bei weiterer Steigerung des Verkehrsaufkommens, für temporäre Pannestreifenfreigaben in Frage kommen.

5 Temporäre Pannestreifenfreigaben an Knotenpunkten

5.1 Prinzip der Pannestreifenfreigaben an Knotenpunkten

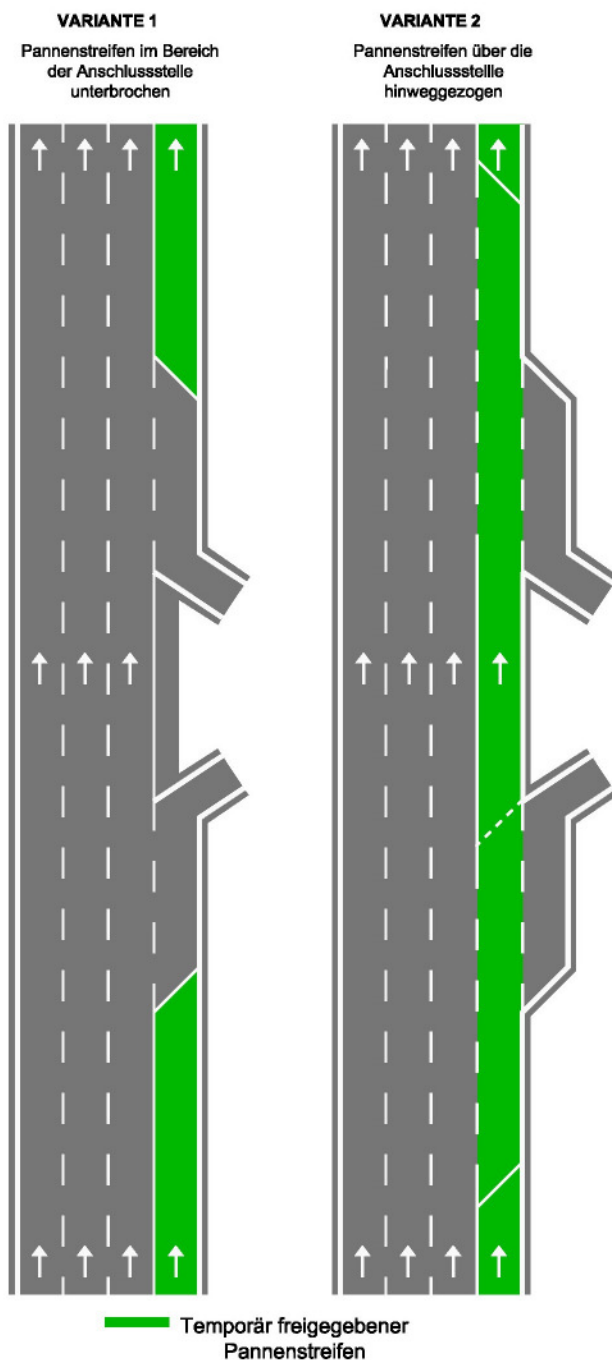


Abbildung 5-1: Bauliche Ausführungsformen an Anschlussstellen für dreistreifige Richtungsfahrbahnen

Eine durchgängige Seitenstreifenumnutzung über die Anschlussstelle hinweg kommt grundsätzlich nur in Frage, wenn auch der stromaufwärts und stromabwärts gelegene Abschnitt der Anschlussstelle mit temporären Seitenstreifenfreigaben betrieben wird.

Für die Ausführung an Knotenpunkten gibt es zwei Möglichkeiten. Bei der ersten Variante wird die Seitenstreifenumnutzung zwischen Ein- und Ausfahrt unterbrochen, es kommt also zu einer Fahrstreifensubtraktion an der Ausfahrt und einer darauffolgenden Fahrstreifenaddition nach der Einfahrt. Bei Variante 2 besteht die Möglichkeit, die Seitenstreifenumnutzung über den Anschlussbereich hinwegzuführen. In diesem Fall müssen der Rechtsab- und der Rechtseinbiegestreifen nach außen versetzt werden, um ein sicheres Ein- und Ausfädeln zu gewährleisten (Abbildung 5-1).

Das wichtigste Kriterium für die Entscheidung, ob der Seitenstreifen über den Knotenpunkt hinweg freigegeben werden sollte, ist die Höhe der ein- bzw. ausfahrenden Verkehrsströme. Eine durchgän-

gige Freigabe macht nur Sinn, wenn die Anzahl der abfahrenden Fahrzeuge gering ist, und somit mehr Kapazität auf der Hauptfahrbahn notwendig ist.

Auch die Platzverhältnisse spielen für die Art der Ausbildung eine Rolle. Es ist nicht gewährleistet, dass immer genug Platz vorhanden ist, um die Verzögerungs- und Beschleunigungsstreifen nach außen zu versetzen.

Weiters ist zu beachten, dass bei durchgehendem Seitenstreifen an einer Anschlussstelle, der nur temporär für den fließenden Verkehr freigegeben wird, die Signalisierung und Markierung um einiges komplizierter ist. Befindet sich die Anschlussstelle am Beginn oder am Ende einer Umwidnungsstrecke, sind in der Regel keine baulichen Maßnahmen an den Knotenpunkten notwendig. Die Umnutzungsstrecke wird in diesen Fällen mit einer Fahrstreifenaddition eingeleitet bzw. endet mit einer Fahrstreifensubtraktion. Es ist zu generell beachten, dass für eine Kapazitätserhöhung der Strecke durch eine Umnutzung des Seitenstreifens auch eine Steigerung der Kapazität der

Knotenpunkte erforderlich ist. Die leistungsfähigste Strecke nützt nichts, wenn der Verkehr vom anschließenden Knotenpunkt nicht aufgenommen werden kann.

5.2 Ausführungsformen in Europa

5.2.1 Südbayern

Im Raum München läuft der Seitenstreifen grundsätzlich über Anschlussstellen hinweg und wird als zusätzlicher Fahrstreifen angesehen, der an den Knotenpunkten nicht behindert wird. Üblicherweise ist die Markierung zwischen Seitenstreifen und ersten Fahrstreifen durchgezogen, nur bei Ein- bzw. Ausfahrten ist sie als Blockmarkierung ausgeführt. Die schräge durchgezogene Linie am Seitenstreifen, die zur Verzögerungsstrecke führt, verliert im Moment der Seitenstreifenfreigabe ihre Bedeutung. Die Länge des nach außen versetzten Beschleunigungs- und Verzögerungsstreifens wird mit 250 m angegeben.

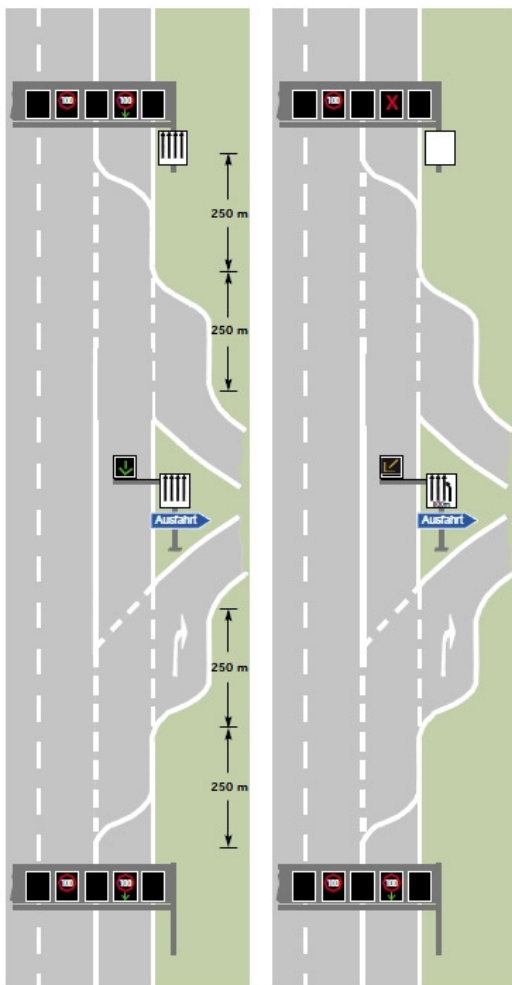


Abbildung 5-2: Signalisierung bei durchgehender Seitenstreifenumnutzung – München (Autobahndirektion Südbayern, 2001)

5.2.2 Hessen⁷

Die andere Variante der Ausbildungsform an Knotenpunkten kommt beispielsweise in Hessen auf der A5 im Bereich des Bad Homburger Kreuzes zum Einsatz. In diesem Abschnitt läuft der Seitenstreifen nicht über die Anschlussstelle hinweg, sondern wird durch eine Fahrstreifenubtraktion und eine Fahrstreifenaddition ausgeführt. Dies liegt daran, dass ein erheblicher Teil des Verkehrs hier aus- bzw. einfährt. Es kommt bei einem DTV von bis zu 120.000 Kfz zu einem Verkehrsaustausch von über 20.000 Kfz/Tag zur A661. An der Anschlussstelle Obertshausen oder an Parkplätzen wo wenig Verkehr aus- bzw. einfährt, wird die Seitenstreifenumnutzung durchgehend ausgeführt.

5.2.3 Niedersachsen⁸

Im Streckenbereich auf der BAB A7 in Niedersachsen zwischen AD Walsrode und AS Soltau Ost, auf dem der Seitenstreifen temporär für den fließenden Verkehr freigegeben wird, befinden sich die Anschlussstellen AS Fallingbostel, AS Dorfmark und AS Soltau Süd, sowie einige Park- und Rastplätze. Abbildung 5-3 zeigt eine Anschlussstelle mit durchgängiger Seitenstreifenfreigabe. Anhand dieses Fotos ist der Verlauf des Rechtsabbiegestreifens vor der Verbreiterungsmaßnahme und die ursprüngliche Markierung erkennbar.



Abbildung 5-3: Anschlussstelle in Niedersachsen (BAB A7) mit durchlaufendem Seitenstreifen

⁷ Informationen von Herrn Ralf Morawitz (Verkehrszentrale Hessen) und Herrn Justin Geistefeldt (Hessisches Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen), persönliches Gespräch am 16.03.2010 (Fragebogen siehe Anhang)

⁸ Informationen von Herrn Martin Issleb (Niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr), Beantwortung Fragebogen per E-Mail (Fragebogen siehe Anhang)

Durch entsprechende Markierung (Blockmarkierung und Verziehungsmarkierung) verlängert sich die Beschleunigungs- und Verzögerungstrecke am Seitenstreifen, da für den Zustand ohne Freigabe die Verkehrsteilnehmer beim Ausfahren vom Hauptfahrstreifen erst auf den Seitenstreifen, und danach auf den angesetzten Rechtsabbiegestreifen wechseln müssen. Beim Auffahren erfolgt diese Vorgehensweise in umgekehrter Reihenfolge. Um dem von der Anschlussstelle bzw. Parkplatz einfädelnden Verkehr den Zustand der Seitenstreifenfreigabe zu signalisieren, muss spätestens am Ende des Beschleunigungstreifens ein Wechselverkehrszeichen mit der Anzeige des entsprechenden Schaltzustandes stehen.

5.2.4 England

Die bevorzugte Ausführungsform von temporären Seitenstreifenfreigaben an Knotenpunkten in England ist es, den Seitenstreifen zwischen Ein- und Ausfahrt als normalen Fahrstreifen auszubilden (Highways agency, 2008). Dieser ist, unabhängig vom Freigabezustand des Seitenstreifens, im stromaufwärts oder stromabwärts gelegenen Abschnitt immer befahrbar (Abbildung 5-4).

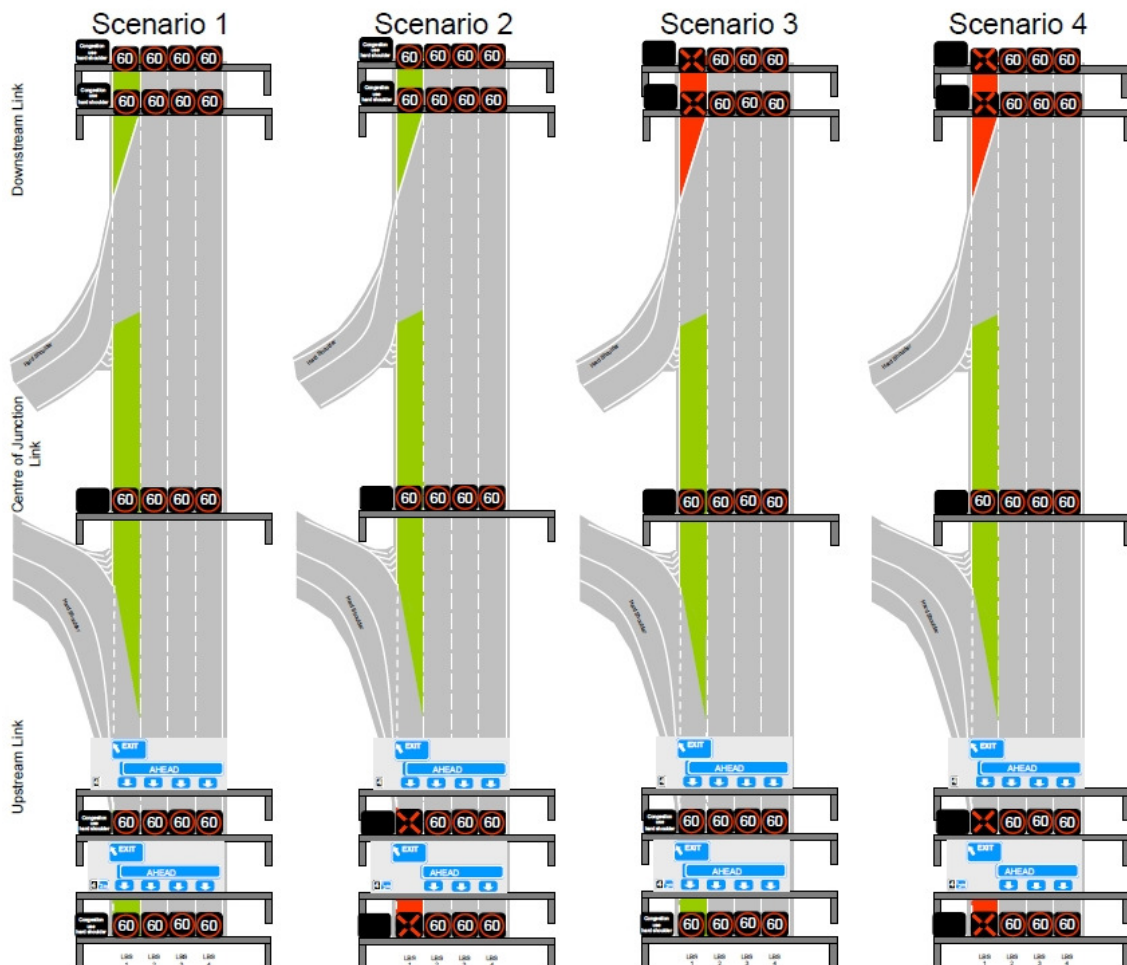
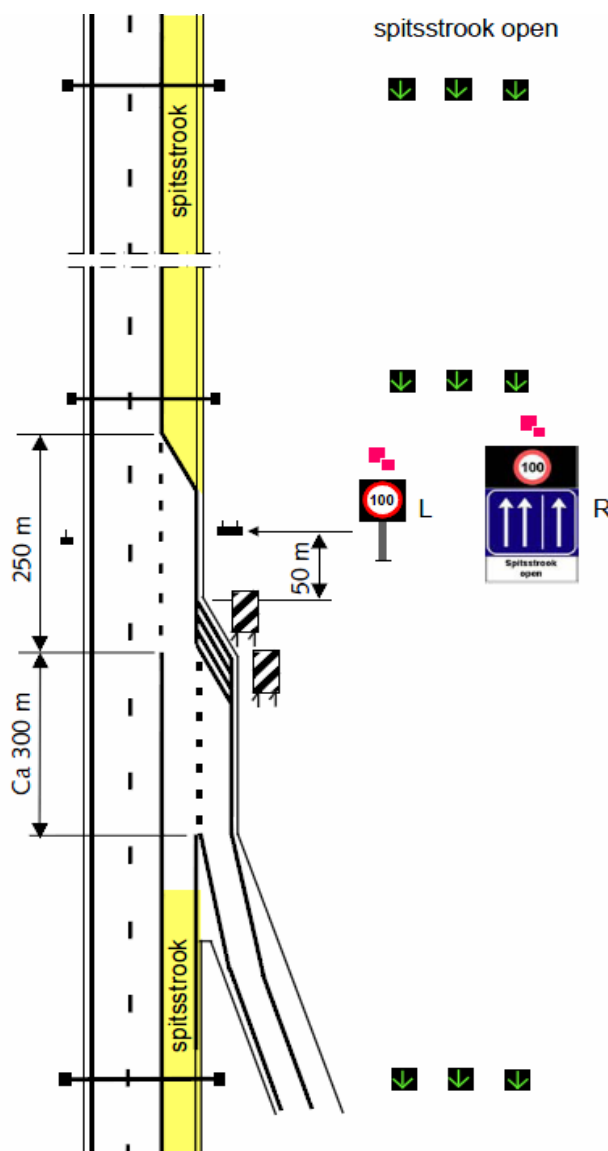


Abbildung 5-4: Steuerungsszenarien bei Linksverkehr (Highways agency, 2008)

Die Markierung wird in diesem Bereich blockweise anstatt durchgehend ausgeführt, außerdem wird aus Sicherheitsgründen eine Nothaltebucht innerhalb der Anschlussstelle errichtet. Im Falle eines Zwischenfalls kann der umgenutzte Seitenstreifen durch Wechselverkehrszeichen gesperrt werden. Diese Betriebsform wird als „Full Time Through Junction Running“ bezeichnet. Unter bestimmten Umständen kann auch eine temporäre Freigabe des Seitenstreifens im Bereich der Anschlussstelle in Frage kommen. Als Vorteile für die permanente Freigabe werden von der Highways Agency (2008) die einfachere Implementierung, die einfachere Steuerung, und die höhere Verständlichkeit für die Fahrzeuglenker angegeben.

5.2.5 Niederlande



Die Ausführung von Umnutzungsstrecken an Knotenpunkten in den Niederlanden ist vergleichbar mit jener in Deutschland. In Abbildung 5-5 ist ein Übersichtsplan einer Einfahrt bei durchgehenden Seitenstreifen in den Niederlanden dargestellt. Die Länge des Rechtseinbiegestreifens beträgt ungefähr 300 m, die anschließende Manöverstrecke auf dem Seitenstreifen hat eine Länge von 250 m. Um den einfahrenden Fahrzeuglenkern den Freigabezustand des Seitenstreifens anzuzeigen, ist nach dem Rechtseinbiegestreifen im Abstand von 50 m ein Prismenwender am rechten Fahrbahnrand installiert. Auf der linken Seite wird zusätzlich die Geschwindigkeitsbegrenzung durch ein Wechselverkehrszeichen angezeigt.

Abbildung 5-5: Ausbildung des Rechtseinbiegestreifens in den Niederlanden (Rijkswaterstaat, 2005)

5.3 Bauliche Ausführung

Die Art der Ausbildung von Rechtsab- und einbiegestreifen in Österreich ist in der RVS 03.05.13 (FSV, 2001) geregelt.

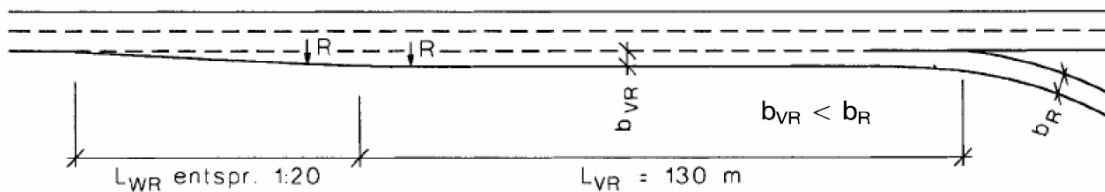


Abbildung 5-6: Einstreifige Ausfahrt mit Rechtsabbiegestreifen laut RVS 03.05.13

Der Rechtsabbiegestreifen setzt sich, wie aus Abbildung 5-6 ersichtlich, aus der Fahrstreifenwechselstrecke L_{WR} mit einer Verziehung von 1:20 und der Verzögerungsstrecke L_{VR} mit einer Länge von 130 m zusammen. Die Breite des Rechtsabbiegestreifens im Bereich der Verzögerungsstrecke wird in der Regel wie jene des angrenzenden Fahrstreifens ausgeführt.

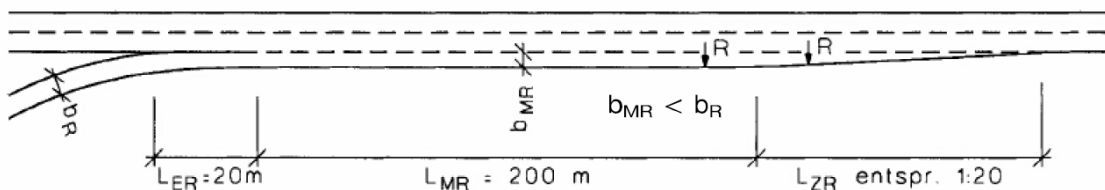


Abbildung 5-7: Einstreifige Einfahrt mit Rechtseinbiegestreifen laut RVS 03.05.13

Der Rechtseinbiegestreifen setzt sich laut Abbildung 5-7 aus der Einfahrtsstrecke L_{ER} mit einer Länge von 20m, der Manöverstrecke L_{MR} mit einer Länge von 200 m und der Verziehungsstrecke L_{ZR} (1:20) zusammen. Auch die Breite des Rechtseinbiegestreifens b_{MR} im Bereich der Manöverstrecke wird in der Regel wie jene des angrenzenden Fahrstreifens ausgeführt.

Die Ausbildung des nach außen versetzten Rechtseinbiegestreifens bei durchgehender Pannenstreifenfreigabe sollte sich an dieser Standardausführung orientieren. Zusätzlich ist am Pannenstreifen vor der Ausfahrt eine weitere Verzögerungsstrecke mit gleicher Länge einzuplanen, da bei nicht freigegebenen Pannenstreifen die Fahrzeuglenker erst von der Hauptfahrbahn über den Pannenstreifen auf den nach außen versetzten Rechtsabbiegestreifen fahren müssen. Analog muss auch eine zusätzliche Manöverstrecke am Pannenstreifen für die einfahrenden Ströme gewährleistet sein. Diese sind mit einer durchlaufenden Verziehungsmarkierung zu kennzeichnen. In Abbildung 5-8 ist eine Möglichkeit zur Ausbildung des Knotenpunktes bei temporärer Umnutzung des Pannenstreifens über eine Anschlussstelle hinweg mit dazugehöriger Signalisierung dargestellt. Gegebenenfalls ist zusätzlich ein LKW-Überholverbot anzuordnen.

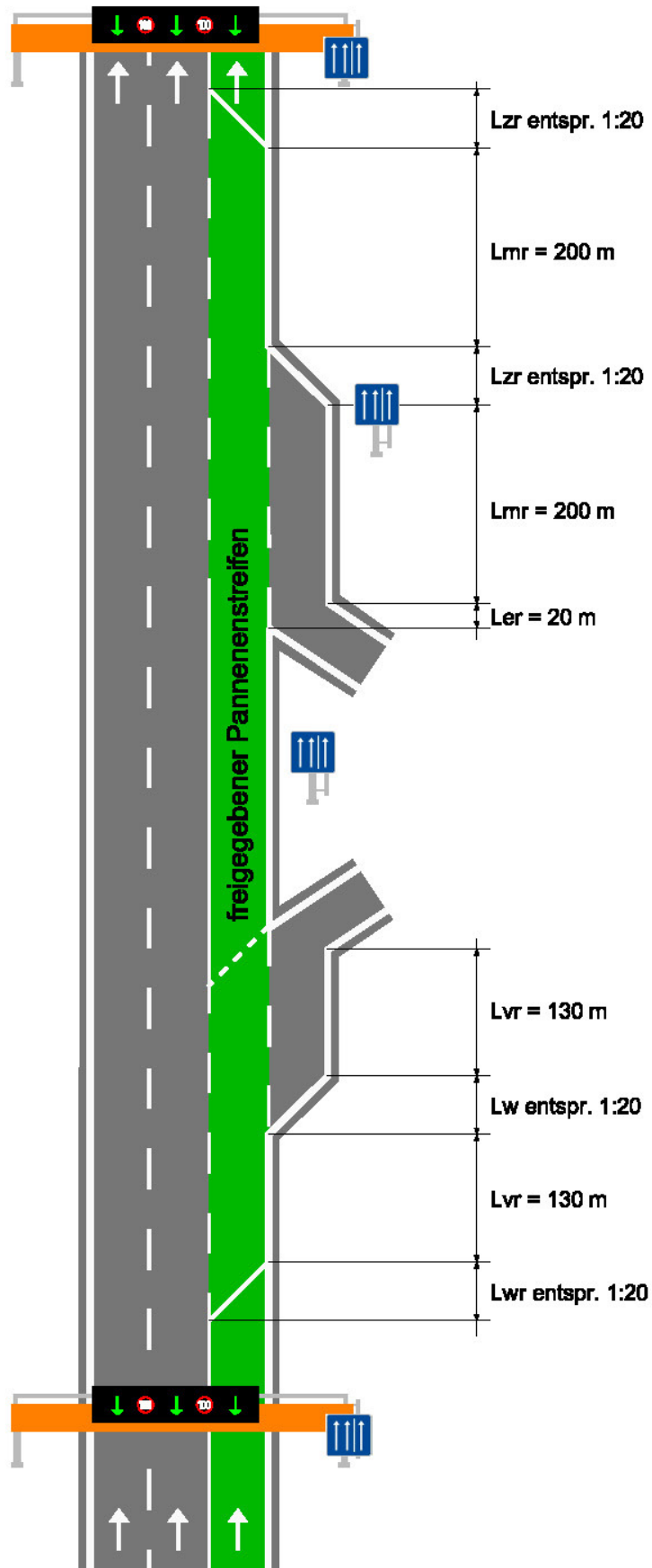


Abbildung 5-8: Vorschlag zur Ausbildung und Signalisierung bei temporärer Umnutzung des Pannestreifens über eine Anschlussstelle hinweg

5.4 Berechnung der Leistungsfähigkeit von Knotenpunkten

Für die Ausbildung der Knotenpunkte im Bereich von Streckenabschnitten mit temporären Pannenstreifenfreigaben sind die Verkehrsstärken der ein- und ausfahrenden Ströme maßgebend.

Die zu erwartende Qualität des Verkehrsablaufs an den Knotenpunkten kann nach HBS 2001 mit dem Berechnungsverfahren an planfreien Knotenpunkten bestimmt werden. Die Qualität des Verkehrsablaufes ist abhängig vom Auslastungsgrad und wird in 6 Stufen unterteilt. Diese reichen von der Qualitätsstufe A (freier Verkehrsfluss) bis zur Stufe F (Überlastung). Die Kenntnis der Verkehrsstärken in der Einheit Kfz/h an der Hauptfahrbahn und auf den Rampen ist Voraussetzung für die Anwendung dieses Verfahrens. Zusätzlich muss der Schwerververkehrsanteil in Prozent bekannt sein (FGSV, 2001). Für den Knoten Schwechat wird die zu erwartende Qualitätsstufe zwischen Ein- und Ausfahrt exemplarisch bestimmt. Dabei werden Verkehrsbelastungen der Spitzenstunde am Freitag Nachmittag vom April 2010 verwendet.

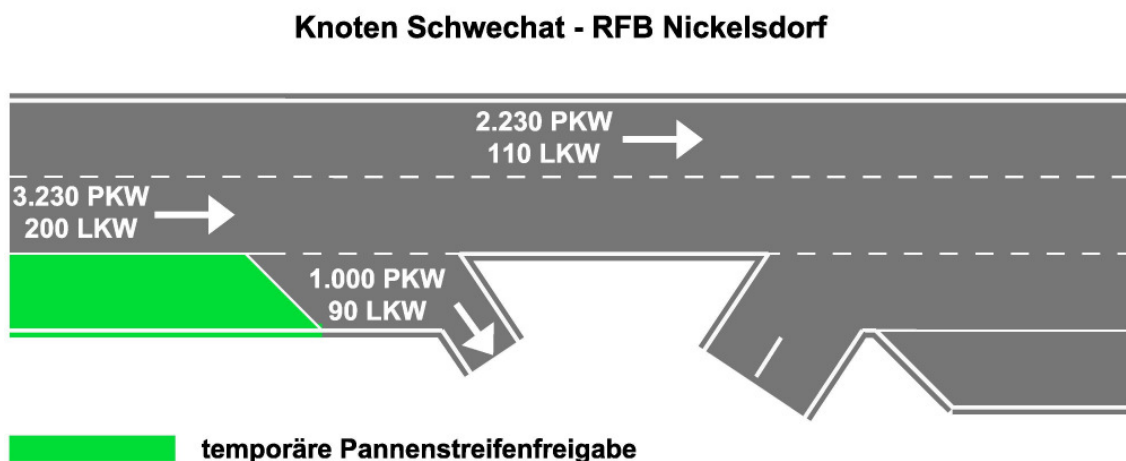


Abbildung 5-9: Verkehrsbelastungen (Freitag Nachmittag) am Knoten Schwechat

An diesem Knoten auf der A4 endet die Pannenstreifenfreigabe in Fahrtrichtung Nickelsdorf und geht in den Rechtsabbiegestreifen, der zur S1 führt, über. Es kommt im Freigabezustand daher zu einer Fahrstreifensubtraktion. Nach dem Knoten Schwechat ist die Autobahnen bis zum Flughafen dreistreifig ausgebaut. Laut HBS 2001 handelt es sich hierbei um den Ausfahrtstyp A4 (FGSV, 2001). Die Bemessungsverkehrsstärke q_B beträgt auf der Hauptfahrbahn zwischen Ein- und Ausfahrt 2.340 Kfz/h mit einem SV- Anteil von 5%. Die Kapazität C auf zweistreifigen Richtungsfahrbahnen mit einer Geschwindigkeitsbeschränkung von 100 km/h und einem SV- Anteil von 5% beträgt 4.000 Kfz/h. Der Auslastungsgrad ergibt sich aus

$$a = \frac{q_B}{C}$$

und beträgt 0,59. Dies bedeutet auf der Hauptfahrbahn nach der Ausfahrt die Qualitätsstufe C, die durch einen stabilen Verkehrszustand charakterisiert ist. Bei selbiger Berechnung zeigt sich bis zu einem erhöhten Verkehrsaufkommen von 25% keine Verschlechterung der Qualitätsstufe. Daher ist beim Knoten Schwechat ein durchgängiger Pannestreifen nicht notwendig.

Tabelle 9: Knoten Schwechat - Qualitätsstufen laut HBS 2001

Verkehrsbelastung	Bemessungs- verkehrsstärke	SV - Anteil	Kapazität	Auslastungs- grad	Qualitäts- stufe
	[Kfz/h]	[%]	[Kfz/h]	[-]	
April 2010	2340	5	4000	0,59	C
Prognose +5%	2457	5	4000	0,61	C
Prognose +10%	2574	5	4000	0,64	C
Prognose +15%	2691	5	4000	0,67	C
Prognose +20%	2808	5	4000	0,70	C
Prognose +25%	2925	5	4000	0,73	C

Bei Qualitätsstufe E (Kapazität wird erreicht) oder F (überlastet) sollte die Pannestreifenfreigabe über den Knoten hinweg gezogen werden. In diesem Fall wäre der Rechtsabbiege- und Rechtseinbiegestreifen nach außen zu versetzen.

6 Mikroskopische Simulation: A4 – Ost Autobahn

6.1 Das Simulationsprogramm VISSIM

Die Simulation des Untersuchungsabschnittes wird mit Hilfe des Simulationsprogramms VISSIM (Version 5.20) der PTV AG durchgeführt. VISSIM ist ein mikroskopisches, zeitschrittorientiertes und verhaltensbasiertes Simulationsmodell, mit dem sowohl innerstädtische als auch außerstädtische Gebiete nachgebildet werden können. Die Simulation des Verkehrsablaufs erfolgt mittels verschiedener Randbedingungen aus Fahrstreifenverteilungen, Verkehrszusammensetzungen und Zuflüssen. Unterschiedliche Varianten können, bezogen auf verkehrliche Kenngrößen, bewertet werden. Das Prinzip beruht auf sogenannten Fahrer–Fahrzeug–Einheiten, die durch das Netz bewegt werden. Dabei sind verschiedene Fahrverhaltensparameter der Fahrer mit den technischen Fahrzeugparametern verknüpft. Das Verhalten der Fahrer–Fahrzeug–Einheiten auf außerörtlichen Straßen basiert auf dem psycho-physischen Fahrzeugfolgmodell nach Wiedemann 99 (PTV, 2008).

Um die Ergebnisse der Simulation zu verdeutlichen, können verkehrliche Kenngrößen, wie Geschwindigkeiten, Verkehrsstärken, Staulängen oder Reisezeiten tabellarisch ausgewertet und anschließend mit Diagrammen dargestellt werden. Außerdem ist eine Veranschaulichung des Verkehrsablaufes durch dreidimensionale Animationen möglich.

6.2 Untersuchungsgebiet

Die A4 Ost Autobahn beginnt in Wien–Erdberg bei der Stadionbrücke in der Nähe des Knotens Prater und führt bis zum Grenzübergang Nickelsdorf. Die A4 ist die wichtigste Verbindung von Wien in Richtung Osten zum Flughafen Wien–Schwechat und nach Ungarn. Durch die Errichtung der Wiener Außenring Schnellstraße S1, die eine direkte Verbindung der A4 vom Knoten Schwechat zur A2 in Richtung Süden darstellt, ist die Bedeutung der A4 weiter gestiegen (Abbildung 6-1). Aufgrund des zusätzlichen Verkehrsaufkommens wurde der Abschnitt zwischen dem Knoten Schwechat und dem Flughafen um jeweils einen Fahrstreifen zu dreistreifigen Richtungsfahrbahnen ausgebaut. Der Abschnitt zwischen dem Knoten Schwechat und dem Knoten Prater mit einer Länge von 7,7 km besteht derzeit aus zweistreifigen Richtungsfahrbahnen, die regelmäßig überlastet sind. Auf diesem Abschnitt, auf dem die Implementierung einer temporären Pannestreifenfreigabe in beiden Fahrtrichtungen von der ASFINAG geplant ist, wird im Rahmen dieser Arbeit eine VISSIM Simulation durchgeführt. In Fahrtrichtung Nickelsdorf befindet sich zwischen dem Knoten Prater und dem Knoten Schwechat die HAST Alt Simmering, die Raststation Simmering und die AST

Simmeringer Haide. In Fahrtrichtung Wien ist die einzige Anschlussstelle im Umnutzungsbereich die Simmeringer Haide.



Abbildung 6-1: Autobahnen und Schnellstraßen im Raum Wien (ASFINAG homepage, 2010)

Im Untersuchungsgebiet ist seit April 2009 eine Verkehrsbeeinflussungsanlage vorhanden, die für den Betrieb einer temporären Pannestreifenfreigabe Voraussetzung ist. Die Autobahnen im Raum Wien sind in Abbildung 6-1 dargestellt. Eine Verlängerung der S1 vom Knoten Schwechat in Richtung Norden bis zum Knoten Süßenbrunn ist in Planung.

6.3 Eingangsdaten

Auf Basis von maßstäblichen Luftbildern und Shapefiles wird das Bestandsnetz so realitätsnah wie möglich modelliert. Neben der Fahrstreifenanzahl und der Länge der Rechtsabbiege- und Rechtseinbiegestreifen werden auch die Fahrstreifenbreiten berücksichtigt. Den Strecken werden die Parameter Rechtsfahrgebot und freie Spurwahl zugewiesen, um das Fahrverhalten auf Autobahnen darzustellen.

Um den verkehrlichen Ist – Zustand abbilden zu können, sind als Eingangsparameter für die Simulation Verkehrsbelastungsdaten notwendig. Von der ASFINAG wurden von 43 automatischen Messstellen im Untersuchungsgebiet Zählraten zur Verfügung gestellt. Dabei handelt es sich um Stundenwerte der Verkehrsstärken, die den Zeitraum von 1. bis zum 30. April 2010 umfassen. Außerdem liegen die Daten fahrstreifenbezogen und getrennt nach Fahrzeugklassen vor. Um das Verkehrsgeschehen wirklichkeitsgetreu nachzubilden zu können, werden die Verkehrsdaten gesichtet und bereinigt. Die Wochenenden und Feiertage werden aufgrund des

geringeren Verkehrsaufkommens eliminiert. Zusätzlich werden die Daten auf eventuelle Ausfälle der Detektionseinrichtungen überprüft, und fehlerhafte Datensätze entfernt.

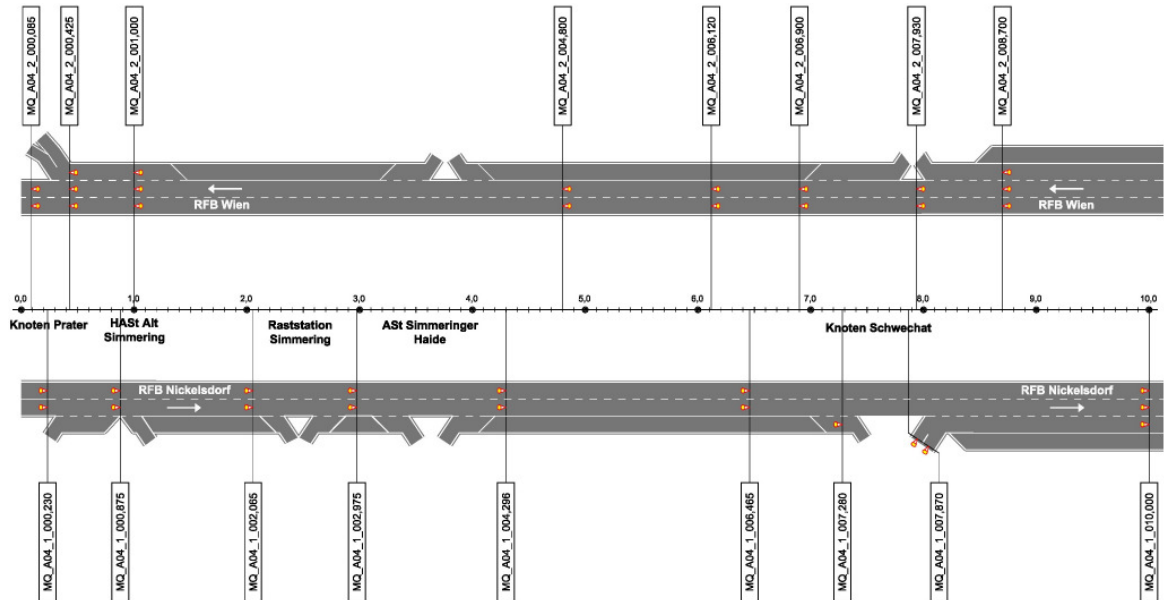


Abbildung 6-2: Lage der Messstellen auf der A4

Die Position der Messstellen sind im Lageplan dargestellt (Abbildung 6-2) und tabellarisch zusammengefasst (Tabelle 10).

Tabelle 10: Lage der Messstellen im Untersuchungsbereich

Autobahn	Fahrtrichtung	Kilometrierung	Fahrstreifen
A04	Nickelsdorf	000,230	2
A04	Nickelsdorf	000,875	2
A04	Nickelsdorf	002,065	2
A04	Nickelsdorf	002,975	2
A04	Nickelsdorf	004,296	2
A04	Nickelsdorf	006,465	2
A04	Nickelsdorf	007,280	Ausfahrtsrampe
A04	Nickelsdorf	007,870	Einfahrtsrampe
A04	Nickelsdorf	010,000	3
A04	Wien	000,085	2
A04	Wien	000,425	3
A04	Wien	001,000	3
A04	Wien	004,800	2
A04	Wien	006,120	2
A04	Wien	006,900	2
A04	Wien	007,930	2
A04	Wien	008,700	3
S01	Nord	016,200	2

Aus den bereinigten Daten werden für alle Stunden Mittelwerte der Verkehrsbelastungen gebildet und Tagesganglinien erstellt. In den Vormittagsspitzenstunden ist aufgrund der Pendler erwartungsgemäß der Verkehrsstrom in Fahrtrichtung Wien höher, in der Nachmittagsspitze jener in Fahrtrichtung Nickelsdorf. Zusätzlich werden die Verkehrsstärken der Freitage gemittelt. Während die Freitagsganglinien in der Vormittagsspitze eine ähnliche Charakteristik wie die Mo - Fr - Ganglinien aufweisen, zeigt sich eine Verschiebung der Nachmittagsspitze nach vorne. Diese ist breiter, und in Fahrtrichtung Nickelsdorf auch stärker ausgebildet. In Abbildung 6-3 und Abbildung 6-4 sind zur Veranschaulichung für beide Fahrrichtungen die Ganglinien im am stärksten belasteten Querschnitt dargestellt.

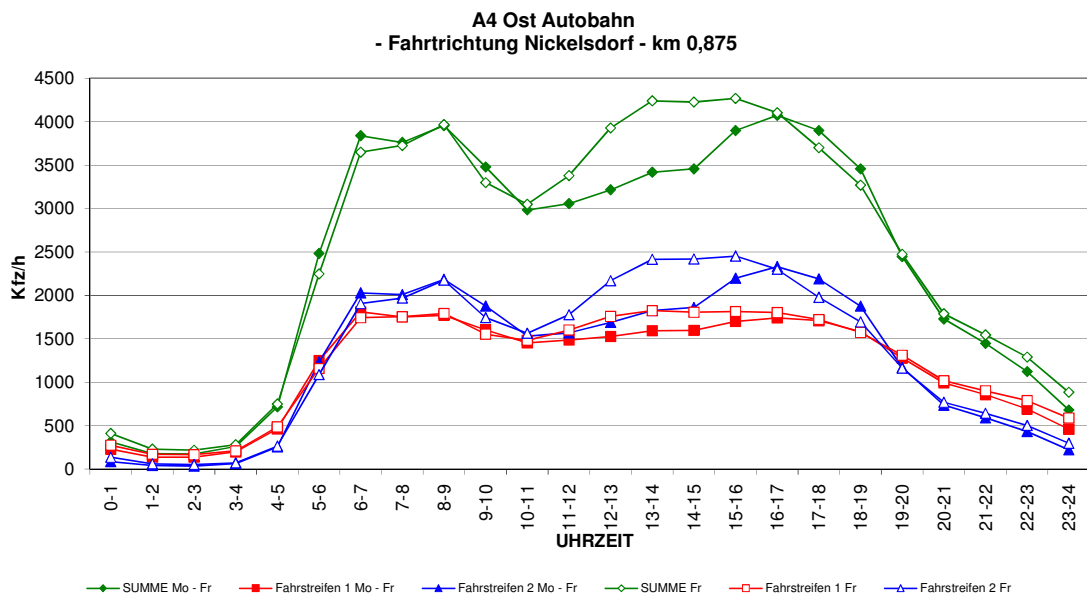


Abbildung 6-3: Tagesganglinien Fahrtrichtung Nickelsdorf

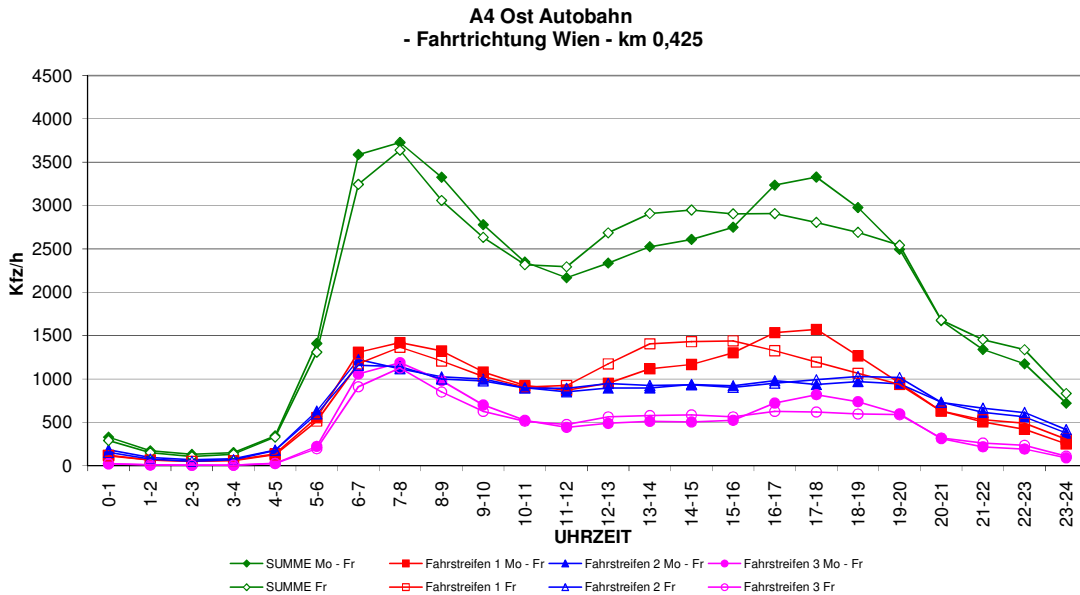


Abbildung 6-4: Tagesganglinie Fahrtrichtung Wien

Um den Verkehrsablauf in den Spitzenstunden darstellen zu können, werden aufgrund der Charakteristik der Ganglinien für den Analysefall 2010 drei verschiedene zeitliche Szenarien ausgewählt und für jeweils vier Stunden simuliert:

- Fahrtrichtung Nickelsdorf: Nachmittagsspitze Mo – Fr von 15 – 19 Uhr
- Fahrtrichtung Nickelsdorf Nachmittagsspitze Fr von 13 – 17 Uhr
- Fahrtrichtung Wien: Vormittagsspitze Mo – Fr von 6 – 10 Uhr

Um ein „Volllaufen“ des Netzes sicherzustellen, wird in den Simulationsdurchläufen eine Vorlaufzeit von 600 s definiert.

Zusätzlich werden Simulationen mit Prognosewerten eines erhöhten Verkehrsaufkommens durchgeführt, um die Verbesserung des Verkehrsablaufes mit temporärer Pannestreifenfreigabe auf der A4 in den nächsten Jahren abschätzen zu können. Für diese Planfälle werden alle Zuflüsse im Netz global um 5 %, 10 %, 15 %, 20 % und 25 % hochskaliert. In Fahrtrichtung Nickelsdorf werden die Planfälle nur für den „ungünstigeren“ Fall am Freitag Nachmittag simuliert. Eine weitere Steigerung des Verkehrsaufkommens (+30 %) kann in der Simulation von den Rampenfahrbahnen beim Knoten Prater und beim Knoten Schwechat nicht mehr aufgenommen werden. Ausgehend von diesen Knotenpunkten kommt es zu einer Staubildung auf der A23 und der S1, und somit zu keiner Zunahme des Verkehrsaufkommens im Untersuchungsgebiet auf der A4. Grundsätzlich ist anzumerken, dass die Simulationen mit einer derartigen Steigerung des Verkehrsaufkommens sehr theoretisch sind, da diverse bauliche oder verkehrliche Veränderungen im Bereich der A4 noch nicht absehbar sind.

Weiters werden die Verkehrszuflüsse anhand der Zählraten getrennt nach PKW und LKW für die jeweilige Spitzenstunde definiert. Die Zuflüsse der restlichen Stunden werden zur Vereinfachung mit einem Skalierungsfaktor vermindert. Die Abbildung des Verkehrsablaufs kann dadurch jedoch mit ausreichender Genauigkeit dargestellt werden.

Der Verkehr wird durch die Definition der Zuflüsse an folgenden Stellen in das Netz eingespeist:

- A23 - Nord
- Simmeringer Haide
- A4 – Ost
- S1
- Raststation Simmering
- A23 Süd
- A4 West

Da für das Untersuchungsgebiet keine Quell - Ziel Matrix zur Verfügung steht, werden die einzelnen Abbiegerelationen mit Hilfe der Zählraten für die jeweilige Spitzenstunde bestimmt. Die abfahrenden Fahrzeuge an der HAST Alt Simmering werden durch die Differenz der Zählraten vom MQ 002,065 und MQ 000,875 berechnet. Für die Simmeringer Haide wurden von der ASFINAG Rampenbelastungen zur Verfügung gestellt, die Relationen an der Raststation Simmering müssen jedoch aufgrund nicht vorhandener Messquerschnitte geschätzt werden.

Die Abbiegerelationen werden in VISSIM schließlich an jedem Knotenpunkt durch Routenentscheidungen definiert. Ein Überblick über das Verkehrsaufkommen und die Abbiegerelationen im Untersuchungsgebiet ist in Abbildung 6-5 dargestellt.

Eine stichprobenartige Überprüfung der Abbiegerelationen in den verschiedenen Stunden zeigt keine signifikante Veränderung. Daher werden die für die Spitzenstunde ermittelten Relationen für die gesamte Simulationsdauer von jeweils vier Stunden übernommen. VISSIM verwendet relative Anteile für die Routenentscheidungen, der prozentuale Anteil der aus- und einfahrenden Fahrzeuge bleibt daher trotz unterschiedlicher Zuflüsse konstant.

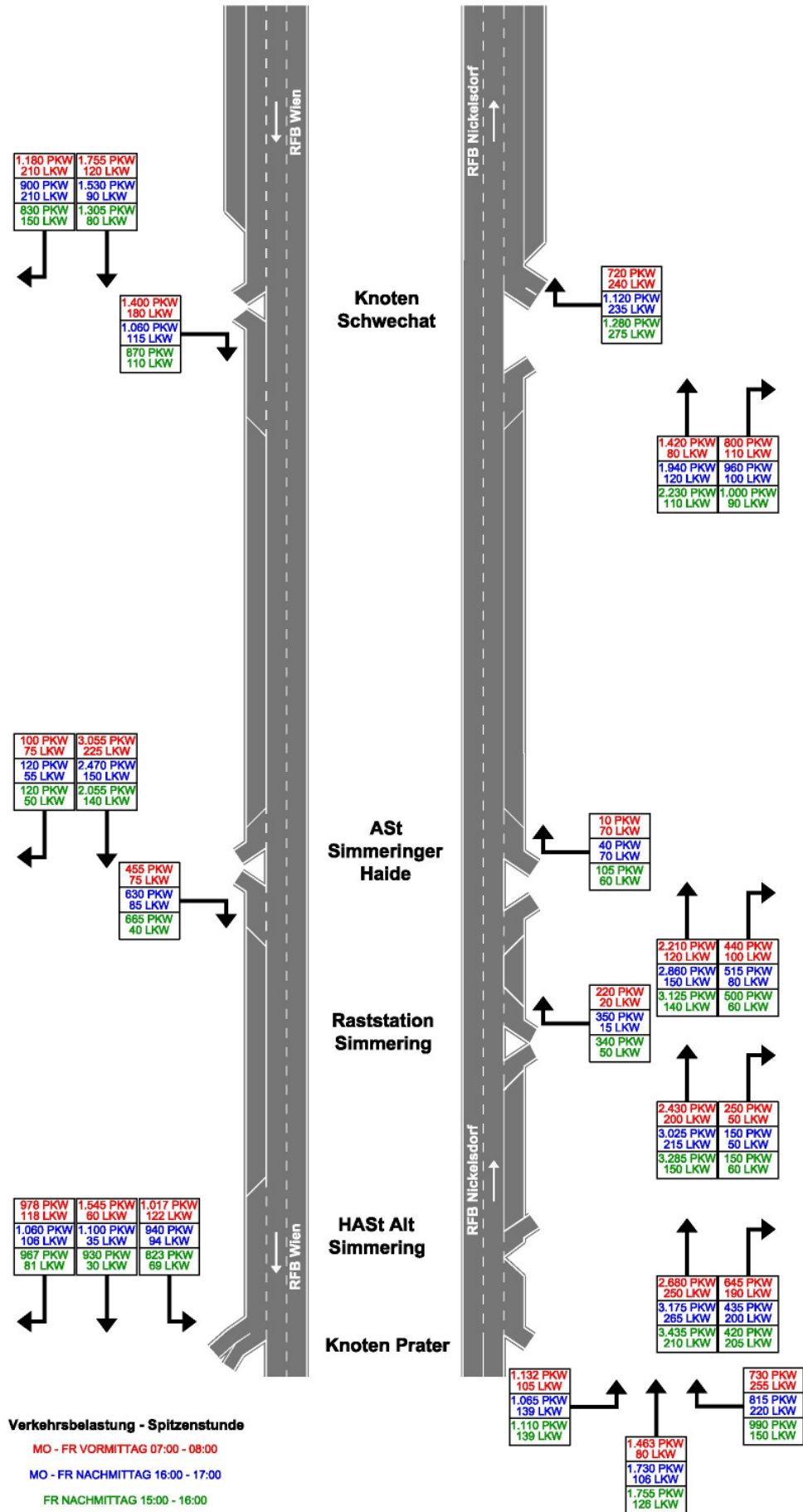


Abbildung 6-5: Verkehrsbelastungen im Untersuchungsgebiet

6.4 Kalibrierung

Durch die Kalibrierung werden einzelne Modellparameter variiert, damit der Simulationsablauf möglichst gut mit der Realität übereinstimmt und das Verkehrsgeschehen wirklichkeitsnah abgebildet wird.

6.4.1 Verkehrsstärken und Geschwindigkeiten

An den Stellen der realen Detektionseinrichtungen auf der A4 werden im Simulationsmodell Messquerschnitte definiert. Dadurch können Werte der Verkehrsstärke und der Geschwindigkeit aus der Simulation mit jenen der Realität verglichen werden.

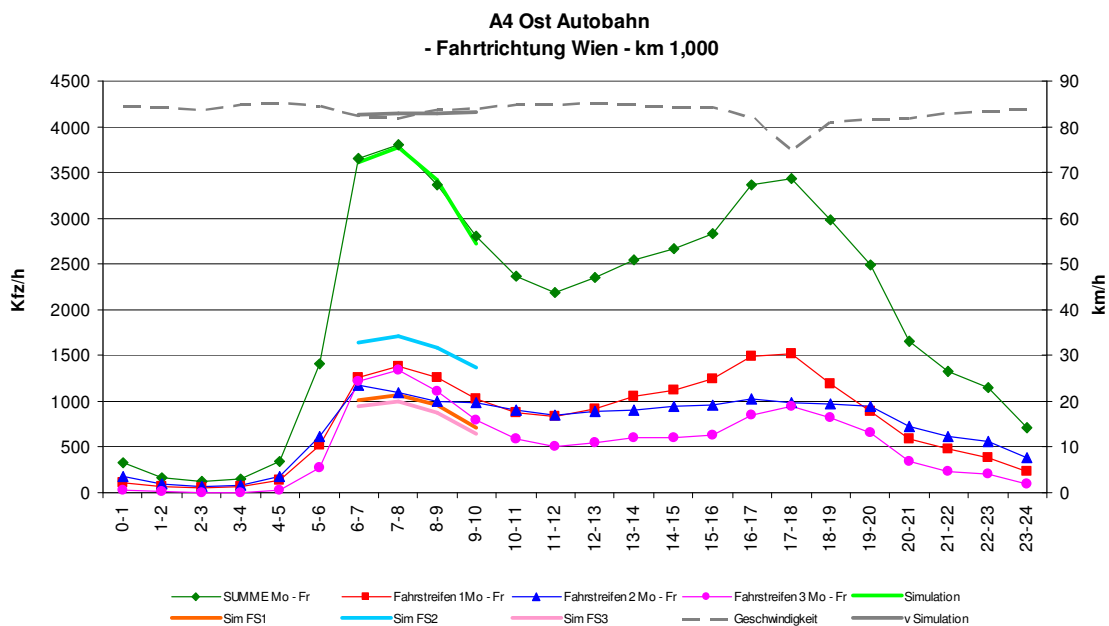


Abbildung 6-6: Vergleich Realität - Simulation

Wie in Kapitel 6.3 erwähnt, werden die Verkehrsbelastungen ausgehend von der Spitzenstunde für die übrigen Stunden mit Skalierungsfaktoren vermindert (Tabelle 11). Die Faktoren werden so angepasst, dass die Verkehrsstärken an allen Messquerschnitten in der Simulation mit der Realität möglichst gut übereinstimmen. In Abbildung 6-6 ist exemplarisch ein Vergleich zwischen Realität und Simulation dargestellt. Die Daten der Querschnittsmessung aus der Simulation werden dabei über die Ganglinien der Dauerzählstellen gelegt. Eine zusätzliche fahstreifenbezogene Anpassung der Verkehrsstärken durch Teilrouten führt zu zusätzlichen Spurwechselvorgängen und Behinderungen im Verkehrsablauf. Daher erfolgt die Kalibrierung nur unter Berücksichtigung der Verkehrsstärken des gesamten Querschnittes.

Die Geschwindigkeitsdaten der PKW aus den Datensätzen vom April 2010 sind nicht plausibel, da diese an nahezu jedem Tag zwischen 06:00 und 18:00 Uhr unter 30 km/h liegen. Aus diesem Grund werden vorhandene Geschwindigkeitsdaten vom September

2009 am MQ_1_002,065 und MQ_2_001,000 zur Überprüfung der Geschwindigkeiten herangezogen. Zu diesem Zeitpunkt war die Streckenbeeinflussungsanlage auf der A4 bereits vorhanden, außerdem liegen die Verkehrsbelastungen in der gleichen Größenordnung wie in den Datensätzen vom April 2010.

Tabelle 11: Skalierungsfaktoren der Zuflüsse

	Uhrzeit	Skalierungsfaktor
Fahrtrichtung Nickelsdorf Mo - Fr	15:00 - 16:00	93%
	16:00 - 17:00	100%
	17:00 - 18:00	98%
	18:00 - 19:00	86%
Fahrtrichtung Nickelsdorf Fr	13:00 - 14:00	97%
	14:00 - 15:00	99%
	15:00 - 16:00	100%
	16:00 - 17:00	97%
Fahrtrichtung Wien Mo - Fr	06:00 - 07:00	92%
	07:00 - 08:00	100%
	08:00 - 09:00	89%
	09:00 - 10:00	70%

6.4.2 Wunschgeschwindigkeiten und Langsamfahrbereiche

Um das Geschwindigkeitsverhalten der Fahrzeuge darstellen zu können, stehen in VISSIM sogenannte „Wunschgeschwindigkeitsentscheidungen“ und „Langsamfahrbereiche“ zur Verfügung.

Wunschgeschwindigkeitsentscheidungen werden verwendet, wenn sich das Geschwindigkeitsverhalten permanent verändern soll. Dadurch können Geschwindigkeitsbegrenzungen aus der Realität nachgebildet werden. Für die Simulation wurden die Beschränkungen, die im Normalfall auf der Verkehrsbeeinflussungsanlage angezeigt werden, als Wunschgeschwindigkeiten definiert. Diese sind in Tabelle 12 dargestellt. Es sei jedoch angemerkt, dass in der Realität die Geschwindigkeitsbegrenzungen verkehrabhängig gesteuert werden (Lautner, 2010).

Tabelle 12: Geschwindigkeitsbegrenzungen der Verkehrsbeeinflussungsanlage im Untersuchungsbereich (Normalfall), Lautner (2010)

km - Anfang	km - Ende	Beschränkung PKW [km/h]			Beschränkung LKW [km/h]		
		Tag	Abend	Nacht	Tag	Abend	Nacht
0,000	5,700	80	80	80	80	80	60
5,700	11,015	100	100	100	80	80	60

Langsamfahrbereiche werden eingesetzt, wenn sich die Geschwindigkeit nur vorübergehend an einem Streckenabschnitt ändern soll. Diese wurden daher auf den

Rampenfahrbahnen der Anschlussstellen eingesetzt. Am Ende der jeweiligen Langsamfahrbereiche passt sich die Geschwindigkeit der Fahrzeuge wieder an die im Streckenabschnitt definierte Wunschgeschwindigkeit an.

6.4.3 Querverkehrsstörungen

Bei den Prognosesimulationen gelangen ab einer bestimmten Verkehrsstärke im Netz die auffahrenden Fahrzeuge von der A23 Süd nicht mehr auf die Hauptfahrbahn. Diese bleiben am Rechtseinbiegestreifen stehen und werden nach einer definierten Diffusionszeit aus dem Netz entfernt. Um dies zu vermeiden, werden zwei hintereinandergeschaltete Querverkehrsstörungen eingesetzt. Durch Variation der Parameter Zeitlücke, Weglücke und maximale Geschwindigkeit wird versucht, den Rückstau über den Knoten Prater hinweg zu minimieren.

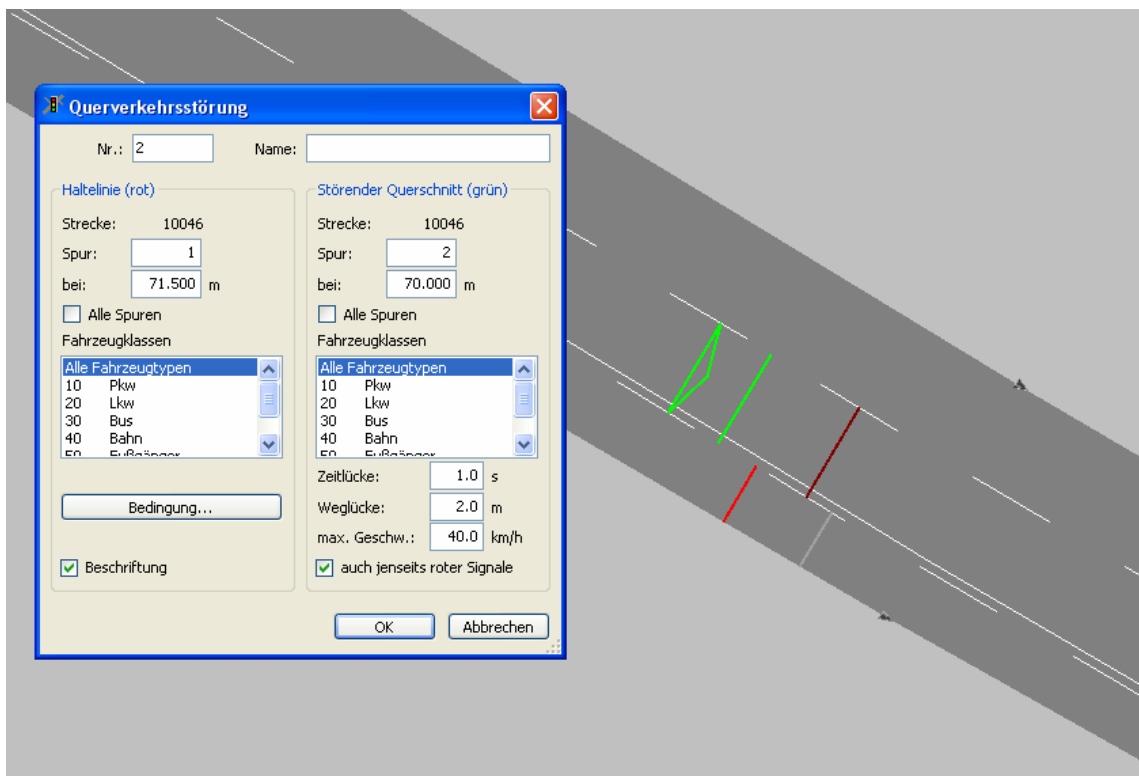


Abbildung 6-7: Querverkehrsstörungen (Screenshot VISSIM)

Bei diesem Prinzip wird von den Fahrzeugen, die sich der roten Haltelinie nähern, überprüft, ob die Zeitlücke und Weglücke am angrenzenden Fahrstreifen eingehalten ist. Ist dies nicht der Fall gibt das Fahrzeug an der Haltelinie dem anderen Vorrang. Durch den Einsatz der Querverkehrsstörungen gelangen die Fahrzeuge schließlich vom Rechtseinbiegestreifen auf die Hauptfahrbahn. Somit können auch die von der A23 Süd kommenden Fahrzeuge in die Reisezeitauswertungen miteinbezogen werden, siehe Kapitel 6.6.2.

6.5 Variante Pannenstreifenfreigabe

6.5.1 Fahrtrichtung Nickelsdorf

In Fahrtrichtung Nickelsdorf beginnt die Pannenstreifenumnutzung am Ende des Rechtseinbiegestreifens von der A23 Süd. Sie läuft über die Anschlussstellen Alt Simmering, Raststation Simmering und Simmeringer Haide hinweg. Dadurch werden zusätzliche Rechtsabbiege- und Rechtseinbiegestreifen notwendig (Abbildung 6-8). Weiters ist aufgrund des zu schmalen Straßenquerschnittes eine Verbreiterung der Fahrbahn zwischen dem Knoten Prater und der Simmeringer Haide notwendig. Diese kann teilweise am linken Fahrbahnrand erfolgen, da sich an dieser Stelle eine Grünfläche mit ausreichender Breite befindet. Die Gegenfahrbahn befindet sich auf der anderen Seite der Donau. Zwischen der ASt Simmeringer Haide und dem Knoten Schwechat ist eine Ummarkierung aufgrund des breiteren Fahrbahnquerschnittes ausreichend. Beim Knoten Schwechat geht der Pannenstreifen im Freigabezustand in den Rechtsabbiegestreifen über. Eine durchgehende Freigabe über die Anschlussstelle hinweg ist aufgrund des hohen Anteils des abfahrenden Verkehrsstromes auf die S1 nicht notwendig. Da die Fahrbahn in Richtung Flughafen dreistreifig ausgebaut ist, sind in diesem Streckenabschnitt keine Kapazitätsengpässe zu erwarten.

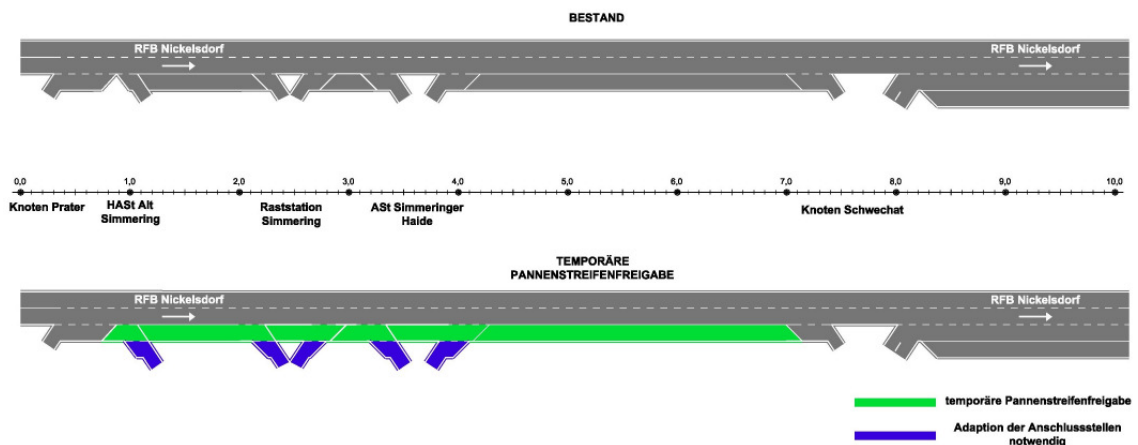


Abbildung 6-8: Streckenschema - Fahrtrichtung Nickelsdorf

6.5.2 Fahrtrichtung Wien

In Fahrtrichtung Wien beginnt die Pannenstreifenumnutzung beim Knoten Schwechat und führt bis zum Rechtsabbiegestreifen des Knotens Prater (Abbildung 6-9). Eine bauliche Veränderung ist an der ASt Simmeringer Haide notwendig. Der Rechtsabbiege- und einbiegestreifen ist nach außen zu versetzen. Eine Verbreiterung der Fahrbahn ist nicht erforderlich. Die Implementierung einer Pannenstreifenfreigabe in Fahrtrichtung Wien ist aus baulicher Sicht somit einfacher zu realisieren, und daher auch kostengünstiger.

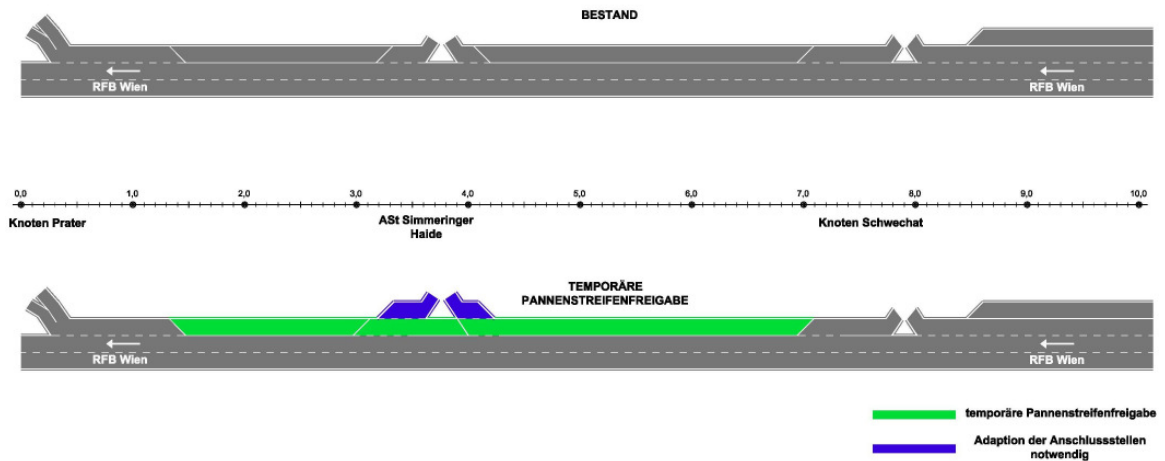


Abbildung 6-9: Streckenschema - Fahrtrichtung Wien

Für die Simulation wurde das Bestandsnetz nach den soeben beschriebenen Anforderungen modifiziert. Es wurde für die Simulation kein induzierter Verkehr durch die temporäre Pannestreifenfreigabe angenommen. Somit bleiben die Zuflüsse und Routenentscheidungen im Vergleich zum Bestandsfall unverändert. Eine weitere Annahme ist die Freigabe des Pannestreifens in der gesamten Simulationsdauer von jeweils vier Stunden. Die Geschwindigkeitsbeschränkungen während der Pannestreifenfreigabe werden gleich jener ohne Pannestreifenfreigabe angesetzt (80 bzw. 100 km/h).

6.6 Analyse der Mikrosimulation

6.6.1 Verkehrsablauf

Zur Darstellung der Qualität des Verkehrsablaufes wird in VISSIM eine Streckenauswertung von km 0,0 bis km 9,0 durchgeführt. Dabei werden auf Streckensegmenten mit einer Länge von 50 m die mittleren Geschwindigkeiten ausgewertet. Das Zeitintervall beträgt dabei 60 Sekunden. Die Auswertungsdaten werden in Excel mit Hilfe von Pivot-Tabellen zusammengefasst und schließlich durch sogenannte Contourplots veranschaulicht. Mit diesen kann der dreidimensionale Sachverhalt Zeit-Weg-Geschwindigkeit zweidimensional dargestellt werden. Auf der x-Achse ist die Uhrzeit der jeweiligen Simulation aufgetragen. Die Kilometrierung beginnt in allen Diagrammen beim Knoten Prater bei 0,0 und ist auf der y-Achse aufgetragen. Die zu betrachtende Fahrtrichtung ist mit einem Pfeil auf der linken Seite gekennzeichnet.

Die Geschwindigkeitsklassen werden in unterschiedlichen Farben abgebildet. Die horizontalen farblichen Abgrenzungen weisen auf eine Änderung der Geschwindigkeitsbegrenzung der Verkehrsbeeinflussungsanlage hin, oder treten zwischen zwei Streckensegmenten an Anschlussstellen auf. Da die Geschwindigkeitsauswertung über den gesamten Querschnitt erfolgt, stellt sich im Bereich von Rechtseinbiege- oder

Rechtsabbiegestreifen aufgrund der ein- und ausfahrenden Fahrzeugströme ein anderes Geschwindigkeitsniveau ein.

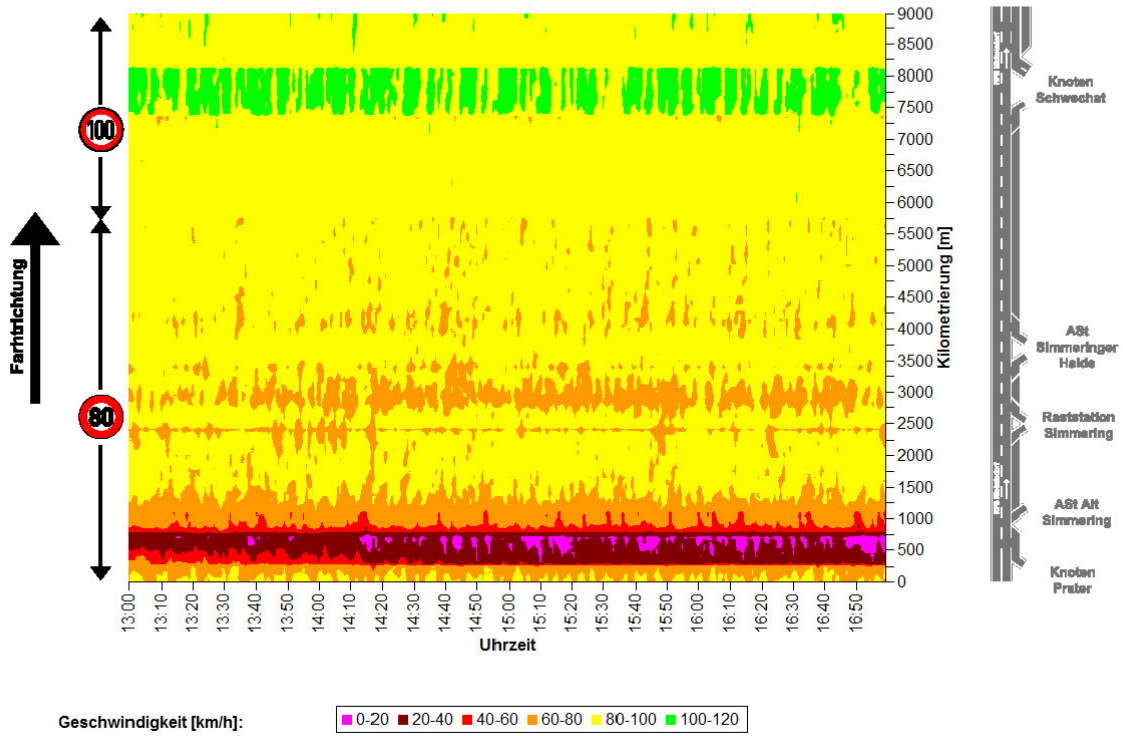
Bei der Streckenauswertung zeigen sich für beide Fahrrichtungen unterschiedliche Ergebnisse. In Fahrrichtung Nickelsdorf kommt es schon bei einer geringen Steigerung des Verkehrsaufkommens zu einer deutlichen Verschlechterung des Verkehrsablaufes. Der kurze zweistreifige Abschnitt zwischen Knoten Prater und HAST Alt Simmering stellt in diesem Fall einen klassischen Engpass dar (Abbildung 6-10). Ausgehend von diesem Abschnitt kommt es zu einem Rückstau, der bis auf die A23 reicht, und in der gesamten Nachmittagsspitze (Freitag) nicht abgebaut wird. Bei freigegebenem Pannestreifen, und der daraus resultierenden durchgängigen dreistreifigen Richtungsfahrbahn, besteht durchwegs freier Verkehrsfluss. Auch eine Erhöhung des Verkehrsaufkommens um 25 % führt zu keiner Staubildung.

In Fahrrichtung Wien kommt es erst ab einem zusätzlichen Verkehrsaufkommen von 15 % zu einer merkbaren Verschlechterung des Verkehrsablaufes. Den Engpass stellt der zweistreifige Abschnitt zwischen der Simmeringer Haide und dem Knoten Prater dar. Bei einer Steigerung des Verkehrsaufkommens um 20 % zeigt sich zwischen 07:00 und 09:00 ein Rückstau der von der Simmeringer Haide bis zum Knoten Schwechat reicht. Die Variante mit temporärer Pannestreifenfreigabe funktioniert auch in Fahrrichtung Wien bei einem um 25 % erhöhtem Verkehrsaufkommen ohne Stau (Abbildung 6-11).

Die übrigen Raum-Zeit-Geschwindigkeitsdiagramme der Simulationen (Analysejahr 2010 und Prognosesimulationen) befinden sich im Anhang B.

Weiters zeigt sich, dass sich durch die Ausbildung des Knotens Schwechat ohne durchgängige Pannestreifenfreigabe weder im Analysefall 2010 noch bei zusätzlichen Verkehrsaufkommen Probleme im Verkehrsablauf ergeben. Dadurch wird die Berechnung nach HBS aus Kapitel 5.4 bestätigt.

Verkehrsablauf Bestand - Prognose + 5%
Fahrtrichtung Nickelsdorf - Fr Nachmittag



Verkehrsablauf mit temporärer Pannestreifenfreigabe - Prognose + 5%
Fahrtrichtung Nickelsdorf - Fr - Nachmittag

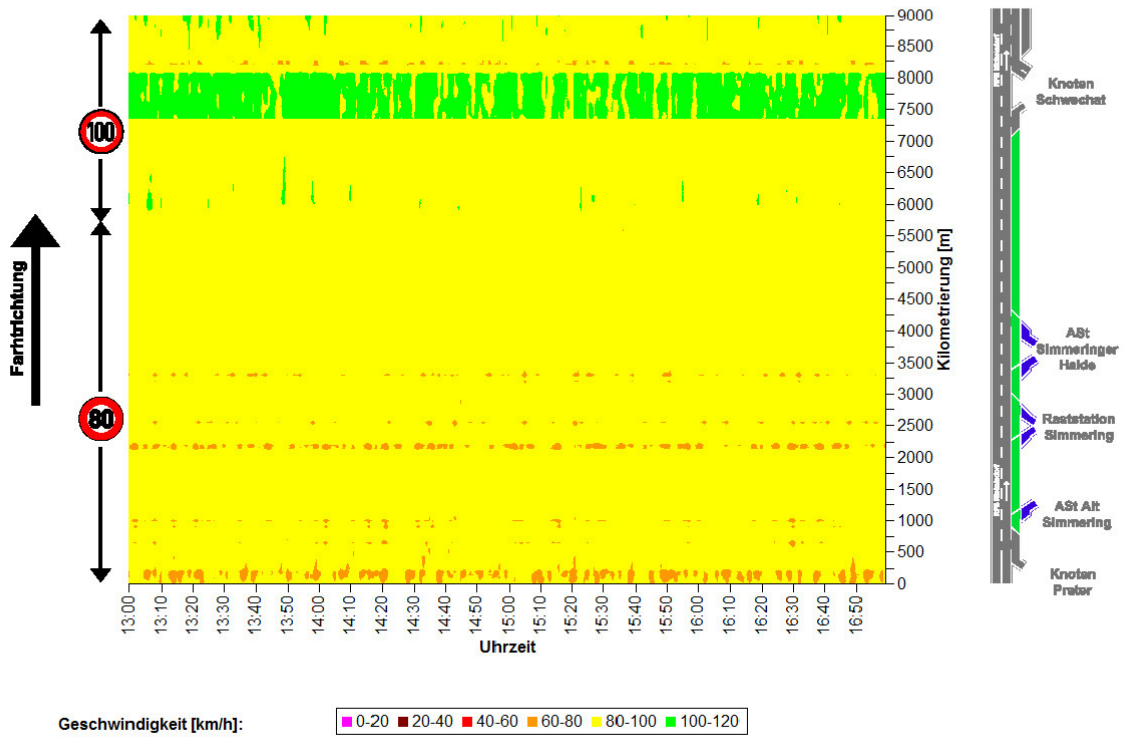


Abbildung 6-10: Contourplots RFB Nickelsdorf - Fr NM - Prognose + 5%

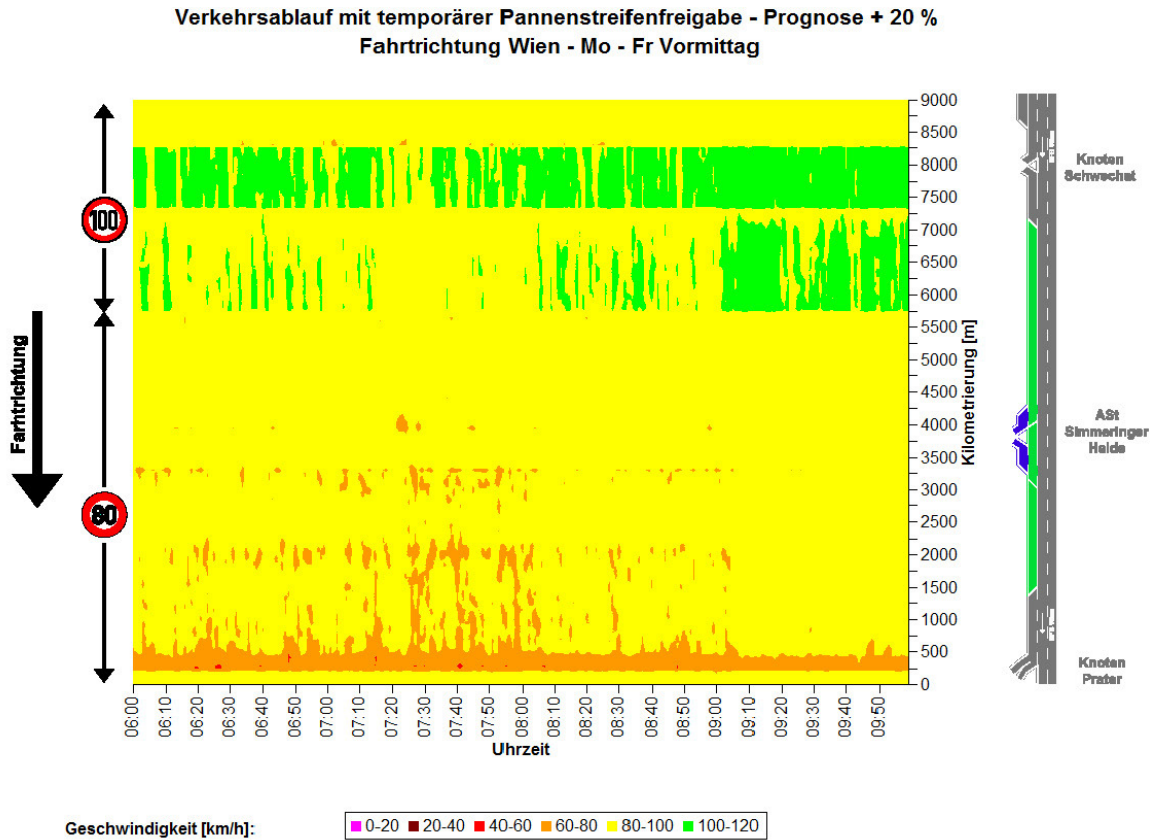
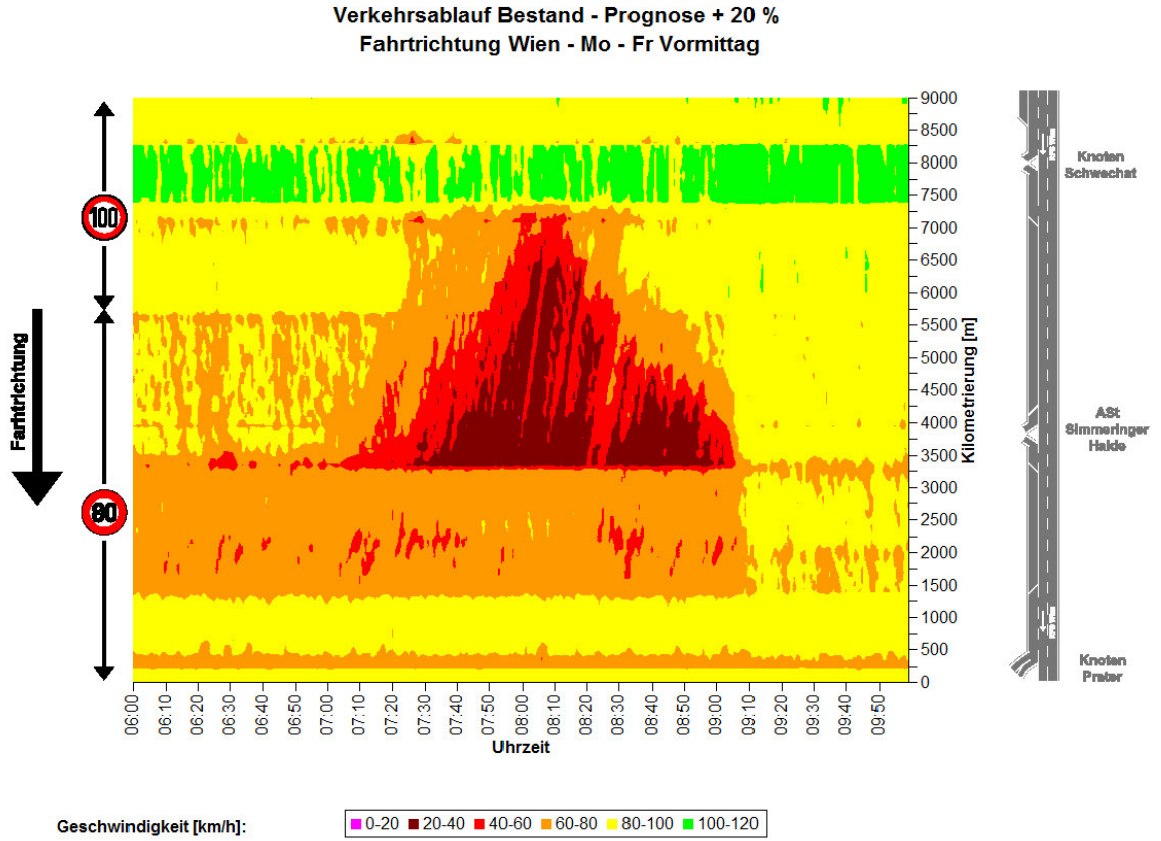


Abbildung 6-11: Contourplots - RFB Wien - Mo bis Fr VM – Prognose + 20%

6.6.2 Reisezeiten

Neben der Streckenauswertung werden zusätzlich auch Reisezeitmessungen von Anschlussstelle zu Anschlussstelle durchgeführt. Die Start- und Zielquerschnitte befinden sich dabei jeweils zwischen Ein- und Ausfahrt. Dadurch ergeben sich mittlere Reisezeiten für zwei Streckenabschnitte in Fahrtrichtung Wien, bzw. vier Abschnitte in Fahrtrichtung Nickelsdorf (Abbildung 6-12).

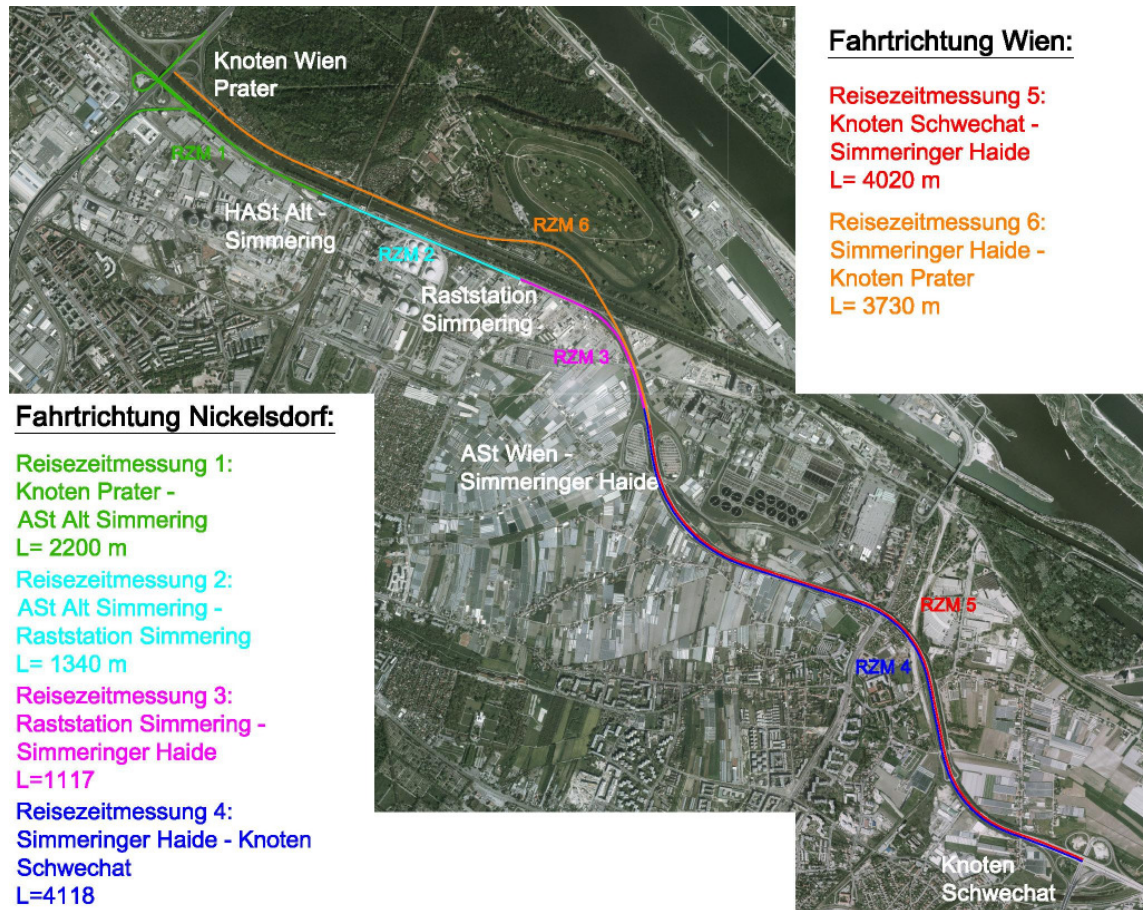


Abbildung 6-12: Reisezeitmessungen

Aufgrund des Rückstaus über den Knoten Prater wurden die Startquerschnitte für die Reisezeitmessung 1 auf die A23 (Nord und Süd) bzw. auf die Donaukanal Bundesstraße versetzt. Ansonsten würden die im Stau stehenden Fahrzeuge nicht erfasst werden, was zu einer Verfälschung der Ergebnisse führt. Somit ergeben sich für den ersten Abschnitt drei Messungen mit jeweils 2.200 m Länge, die gemittelt werden. Die Reisezeitmessungen erfolgen wie die Streckenauswertungen in einem Zeitintervall von 60 Sekunden. Die durchschnittlichen Fahrzeiten von allen Kfz zwischen Start- und Zielquerschnitt werden protokolliert.

Die Verteilung der Reisezeiten wird durch Boxplots dargestellt. Die schwarze horizontale Linie stellt den Median dar, die farbigen Flächen werden vom oberen bzw.

unteren Quartil begrenzt. Das Maximum und das Minimum bilden die 90 % bzw. 10 % Quantile, wodurch die Ausreißer eliminiert werden.

Eine Gegenüberstellung der Reisezeiten mit bzw. ohne Pannestreifenfreigabe für das Jahr 2010 zeigt nur geringe Unterschiede. Wie aus Abbildung 6-13 ersichtlich, beträgt der mittlere Reisezeitgewinn mit temporärer Pannestreifenfreigabe zwischen Knoten Schwechat und Knoten Prater in der Spitzenstunde nur ungefähr 15 Sekunden. Das deutet darauf hin, dass dieser Abschnitt derzeit, bzw. auf Basis der Zählzeiten vom April 2010 noch nicht ausgelastet ist.

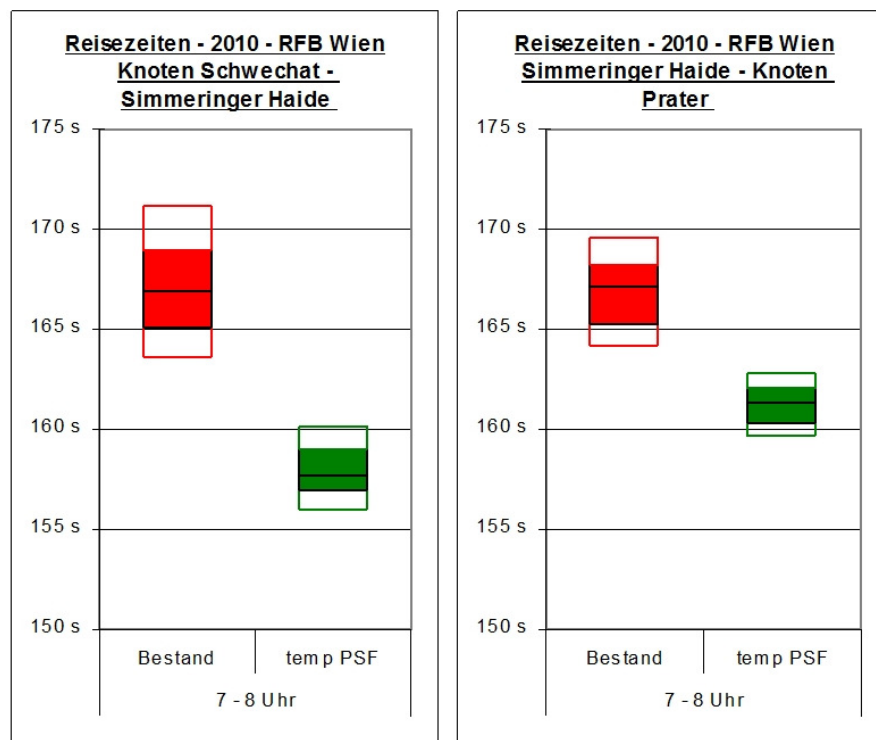


Abbildung 6-13: Reisezeiten Fahrtrichtung Wien

In Fahrtrichtung Nickelsdorf beträgt der Reisezeitgewinn bei freigegebenem Pannestreifen 33 Sekunden, dies entspricht einer Verbesserung um 8%, verglichen mit dem Bestandsfall. Dabei beträgt die Differenz alleine im ersten Abschnitt zwischen dem Knoten Prater und der HAST Alt Simmering bereits 22 Sekunden (Abbildung 6-14).

In diesem kritischen Abschnitt ist gut zu erkennen, dass im Bestand die Streuung der Reisezeiten viel höher ist. Durch die Harmonisierung des Verkehrsablaufes mit Pannestreifenfreigabe ist es für die Fahrzeuglenker somit einfacher, die benötigte Reisezeit abzuschätzen.

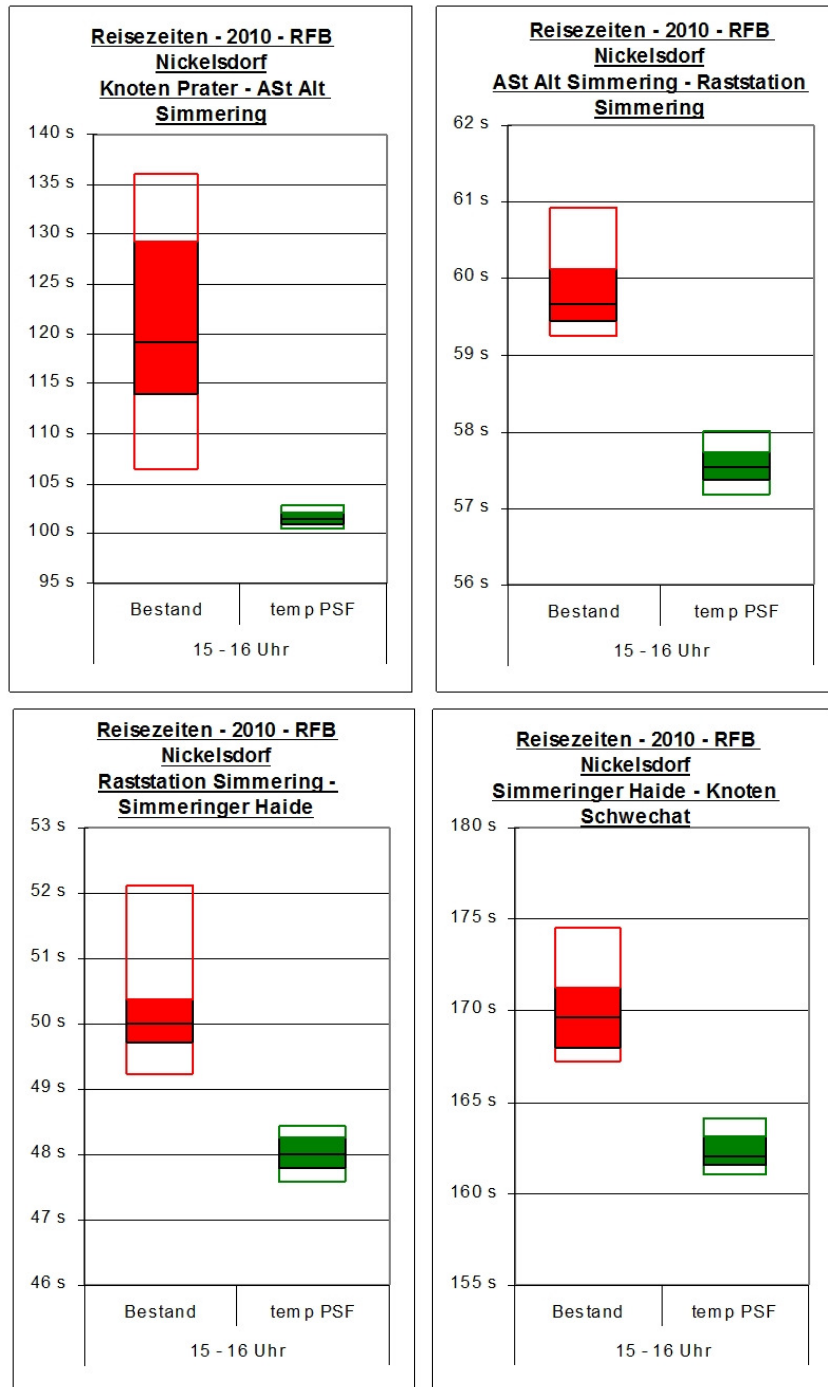


Abbildung 6-14: Reisezeiten Fahrtrichtung Nickelsdorf

Wie auch bei den Contourplots ersichtlich, zeigt sich in Fahrtrichtung Nickelsdorf jedoch schon bei geringer Steigerung des Verkehrsaufkommens eine Verschlechterung des Verkehrsablaufes und somit auch eine größere Differenz der Reisezeiten. In Fahrtrichtung Wien vergrößert sich die Differenz der Reisezeiten erst bei einem zusätzlichen Verkehrsaufkommen von 15 % merkbar. In Abbildung 6-15 ist die Entwicklung der Reisezeit bei zunehmendem Verkehrsaufkommen dargestellt. Die größere Länge in Fahrtrichtung Wien ergibt sich, wie oben beschrieben, aus der

Versetzung der Startquerschnitte im ersten Abschnitt aufgrund der Staubildung über den Knoten Prater hinweg.

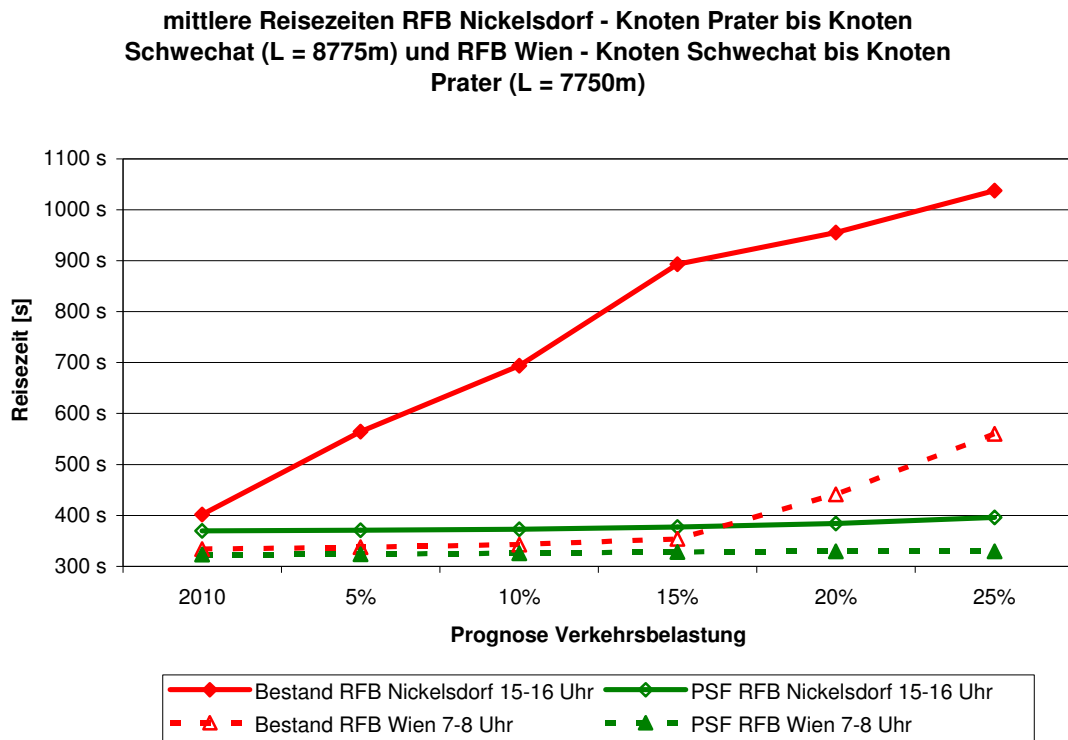


Abbildung 6-15: Entwicklung der Reisezeiten bei Steigerung des Verkehrsaufkommens

Bei einer Steigerung des Verkehrsaufkommens um 25% liegt die Reisezeit bei Pannestreifenfreigabe in beiden Fahrrichtungen ungefähr im Bereich der derzeitigen Reisezeit. Eine weitere Steigerung des Verkehrsaufkommens wird nicht durchgeführt, da der Verkehr im Simulationsmodell nicht mehr von den Knotenpunkten aufgenommen werden kann. Es ist jedoch anzunehmen, dass bei weiterer Steigerung des Verkehrsaufkommens der annähernd lineare Verlauf der Funktion mit Pannestreifenfreigabe nach oben knicken wird. Da die Reisezeitgewinne die maßgebende volkswirtschaftliche Nutzenkomponente darstellen, erfolgt eine Hochrechnung der Ergebnisse der Reisezeitauswertung in einem vereinfachten Verfahren auf das Jahr. Mit Hilfe einer Regressionsanalyse sollen die aus der Simulation ermittelten Reisezeitwerte für jeden Abschnitt mit der dazugehörigen Verkehrsstärke in Verbindung gebracht werden. An die Stützpunkte werden im Excel unter Berücksichtigung verschiedener Ansätze Trendlinien gelegt. Für die verschiedenen Abschnitte ist entweder der lineare oder der polynomische Ansatz 6. Grades passend. Der polynomische Ansatz 6. Ordnung zeigt jedoch an gewissen Stellen im Beobachtungsbereich bei steigender Verkehrsstärke eine minimale abnehmende Tendenz, was nicht der Realität entspricht. Daher hat dieser Ansatz nur näherungsweise Gültigkeit.

In Abbildung 6-17 und Abbildung 6-16 sind exemplarisch zwei Reisezeitfunktionen dargestellt, alle weiteren befinden sich in Anhang D.

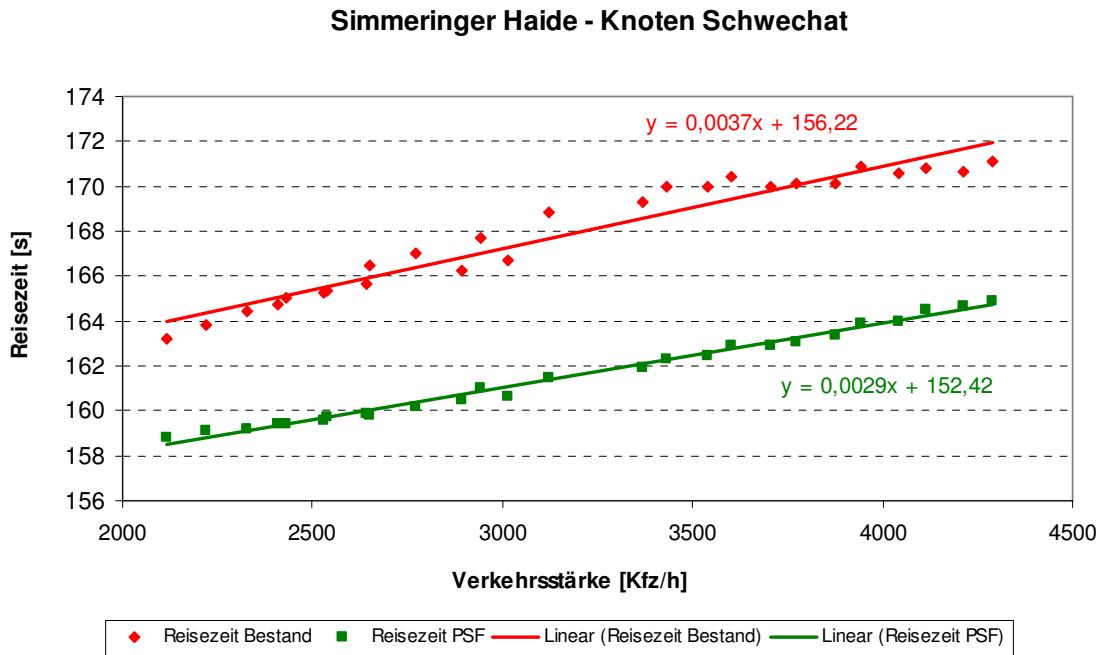


Abbildung 6-16: Reisezeitfunktion - Abschnitt Simmeringer Haide - Knoten Schwechat

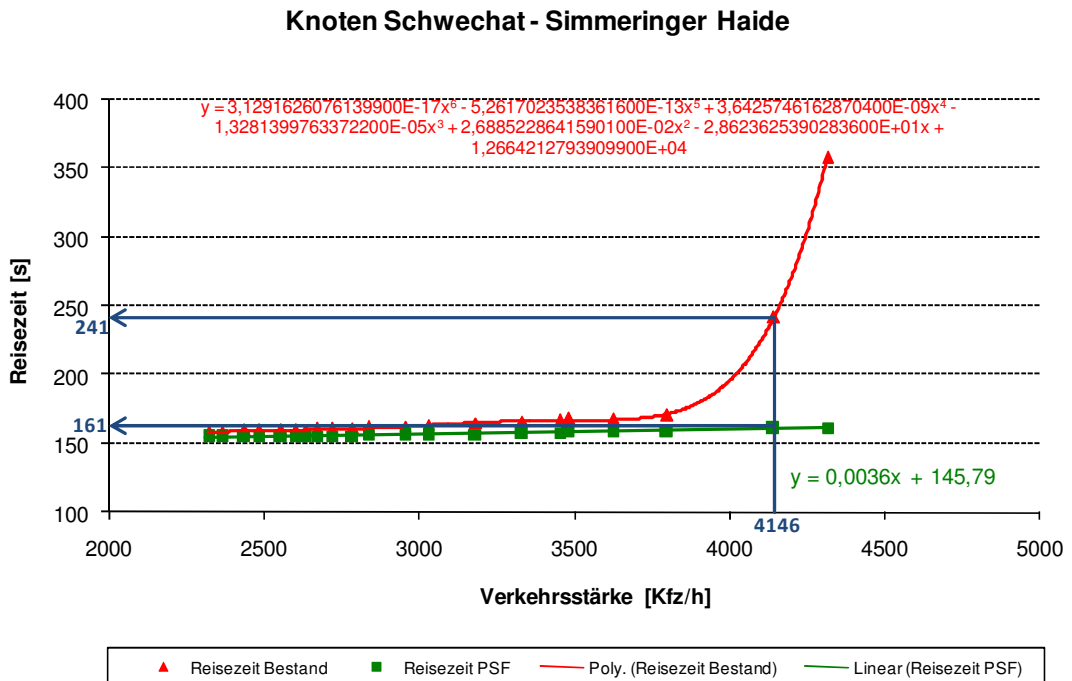


Abbildung 6-17: Reisezeitfunktion - Abschnitt Knoten Schwechat – Simmeringer Haide

Die von Excel ausgegebenen Gleichungen der Trendlinien werden für die weitere Berechnung verwendet, indem aus den bekannten Verkehrsstärken die Reisezeiten mit und ohne Pannestreifenfreigabe bestimmt werden, siehe Abbildung 6-17. Bei den Verkehrsstärken handelt es sich in beiden Fahrtrichtungen um die Mittelwerte von Montag bis Freitag. Weiters erfolgt eine Ermittlung der Differenz der Reisezeiten zwischen dem Bestandsfall und dem Fall mit Pannestreifenfreigabe. Diese wird schließlich mit der jeweiligen Anzahl der Fahrzeuge pro Abschnitt und Stunde in der Vormittags- und Nachmittagsspitze multipliziert.

Tabelle 13: Hochrechnung der Reisezeitgewinne für den Abschnitt Knoten Schwechat - Simmeringer Haide

Knoten Schwechat - Simmeringer Haide (Prognose +20%)	Uhrzeit	q [Kfz/h]	Reisezeit Bestand [s]	Reisezeit PSF [s]	Δ Reisezeit	Δ Reisezeit alle KFZ pro Tag
	6-7	3814 Kfz/h	173 s	160 s	13 s	13,77 h
	7-8	4146 Kfz/h	241 s	161 s	81 s	92,87 h
	8-9	3690 Kfz/h	168 s	159 s	9 s	9,44 h
	9-10	2902 Kfz/h	162 s	156 s	0	0,00 h
	15-16	3119 Kfz/h	165 s	157 s	8 s	6,79 h
	16-17	3354 Kfz/h	167 s	158 s	9 s	8,46 h
	17-18	3287 Kfz/h	167 s	158 s	9 s	8,15 h
	18-19	2884 Kfz/h	162 s	156 s	6 s	4,72 h
			1404,81 h	1264,23 h	134,57 h	144,19 h

Die Berechnungsmethodik ist für den Abschnitt Knoten Schwechat bis Simmeringer Haide für den Prognosefall von 20% zusätzlichem Verkehrsaufkommen exemplarisch in Tabelle 13 dargestellt. In diesem Abschnitt entsteht somit für alle KFZ ein Reisezeitgewinn von 144 Stunden pro Tag.

Als Schwellenwert für die Freigabe werden 3.300 Kfz/h angenommen. Da die Entfernungen zwischen den Anschlussstellen relativ gering sind, wäre eine abschnittsweise Freigabe des Pannestreifens für die Fahrzeuglenker eher verwirrend. Bei Überschreitung des Schwellenwertes in einem Abschnitt wird daher eine Freigabe aller Abschnitte in der Fahrtrichtung angenommen und die Differenz der Reisezeiten geht in die Berechnung ein. Die ist in der Berechnung laut Tabelle 13 beispielsweise zwischen 18 und 19 Uhr der Fall, zwischen 9 und 10 Uhr wird der Schwellenwert jedoch in keinem Abschnitt überschritten.

Im nächsten Schritt erfolgt die Hochrechnung auf ein Jahr mit Hilfe folgender Annahmen:

- Besetzungsgrad: 1,3 Personen / Pkw
- SV - Anteil: 10 %
- Anzahl Werktage: 240 d

Die Reisezeitgewinne pro Jahr werden schließlich mit folgenden Kostensätzen laut RVS 02.01.22 (Preistand 2006) multipliziert:

Tabelle 14: Kostensätze zur Berechnung der Zeitkosten

Kostensätze Personenverkehr [Euro/Personenstunde]	
Personen Geschäftsverkehr	28,00 Euro/Personenstunde
Personen Berufspendelverkehr	10,00 Euro/Personenstunde
Personen, Ausbildungs, Freizeit, Einkaufsverkehr	7,50 Euro/Personenstunde
Kostensätze Güterverkehr [Euro / Kfz.h]	25,00 Euro/Kfz/h

Dabei wird folgende Aufteilung der Fahrtzwecke angenommen:

- 13% Personen Geschäftsverkehr
- 30% Personen Berufspendelverkehr
- 57% Personen, Ausbildungs, Freizeit, Einkaufs- und Erledigungsverkehr

Somit ergibt sich auf Basis der Reisezeitauswertung aus der Simulation mit den Zählraten vom April 2010 ein volkswirtschaftlicher Nutzen in der Höhe von ungefähr 380.000 € / Jahr. Bei selbiger Berechnung mit erhöhtem Verkehrsaufkommen zeigt sich vor allem in Fahrtrichtung Nickelsdorf ein starker Anstieg des volkswirtschaftlichen Nutzens durch die Verringerung der Reisezeit. Die hochgerechneten Zeitkosten sind in Tabelle 15 dargestellt. Unter Zeitkosten ist in diesem Fall jedoch ein Nutzen, bzw. eine Verminderung der Kosten durch die Maßnahme der temporären Pannestreifenfreigabe zu verstehen.

Eine überblicksmäßige Berechnung für den Prognosefall +10 % befindet sich im Anhang E. Die nach dieser Methodik berechneten Zeitkosten beziehen sich jeweils auf eine bestimmte Verkehrsbelastung in einem Jahr. Es soll damit die Zunahme der Zeitkosten bei Steigerung des Verkehrsaufkommens verdeutlicht werden. Eine Berechnung der durchschnittlichen Zeitkosten über eine vorhandene Nutzungsdauer der temporären Pannestreifenfreigaben wird an dieser Stelle nicht durchgeführt.

Tabelle 15: hochgerechnete Zeitkosten aus den Reisezeitauswertungen

Verkehrszunahme	RFB Nickelsdorf	RFB Wien	Gesamt
2010	222.671 €/Jahr	155.517 €/Jahr	378.188 €/Jahr
+5%	566.466 €/Jahr	213.957 €/Jahr	780.423 €/Jahr
+10%	1.554.161 €/Jahr	296.121 €/Jahr	1.850.282 €/Jahr
+15%	3.405.797 €/Jahr	425.826 €/Jahr	3.831.624 €/Jahr
+20%	6.122.366 €/Jahr	772.639 €/Jahr	6.895.005 €/Jahr
+25%	9.361.844 €/Jahr	1.453.844 €/Jahr	10.815.688 €/Jahr

Laut Schick (2003) tritt ein merklicher Nutzen bei zweistreifigen Richtungsfahrbahnen ungefähr ab DTV-Werten pro Fahrtrichtung von 40.000 Kfz/h ein, siehe Kapitel 2.5. Dieser steigt bei zunehmendem DTV-Werten rasch an und nähert sich asymptotisch einer Grenze. Darauf deutet auch das folgende Diagramm, das die gesamten Zeitkosten der Reisezeitauswertung in beiden Fahrtrichtungen darstellt, hin.

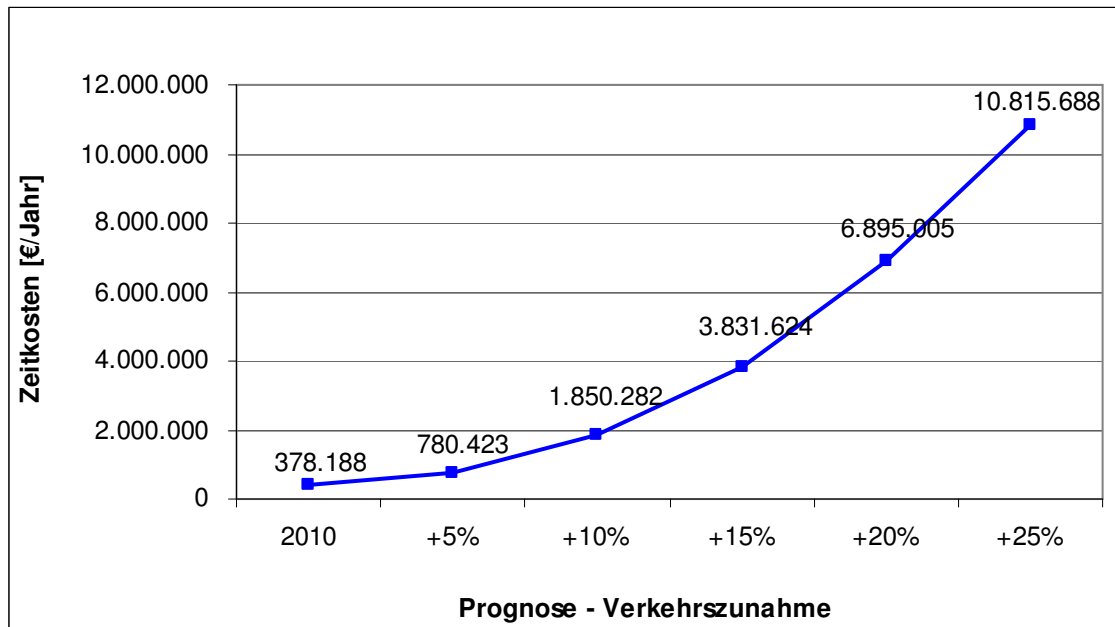


Abbildung 6-18: Zeitkosten in beiden Fahrtrichtungen bei zunehmenden Verkehrsaufkommen

7 Wirtschaftlichkeitsuntersuchung

Abschließend wird eine Wirtschaftlichkeitsuntersuchung mit Hilfe eines Kosten-Nutzen-Vergleiches durchgeführt. Dafür wurde von der BAST das Programmsystem AVP (Analyse-Vergleichs-Planfall / Version 1.2) zur Verfügung gestellt. Dieses basiert auf einer Veröffentlichung aus der Schriftenreihe Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik (Heft 820) von ARNOLD aus dem Jahr 2001 mit dem Titel „Verfahren zur Wirtschaftlichkeitsuntersuchung einer befristeten Umnutzung von Standstreifen an BAB für Zwecke des fließenden Verkehrs“. Das Programmsystem wurde im Auftrag der BAST von „SSP Consult Beratende Ingenieure“ erstellt.

Mit Hilfe der erforderlichen Eingangsdaten wie Streckendaten, Verkehrsdaten, Unfallzahlen und Planfalldaten werden die Auswirkungen einer Maßnahme durch den Vergleich eines Planfalls mit einem Vergleichsfall bewertet und den Kosten gegenübergestellt. Zu den Kostenkomponenten zählen die notwendigen Investitionskosten. Der erzielbare volkswirtschaftliche Nutzen durch temporäre Pannenstreifenfreigaben setzt sich aus folgenden Komponenten zusammen:

- Zeitkosten
- Unfallkosten
- Treibstoffkosten
- Kosten der Schadstoffemissionen
- Kosten der Klimabelastung

Die Wirkungszusammenhänge einer Pannenstreifenumnutzung sind in Abbildung 7-1 schematisch dargestellt (Arnold, 2001).

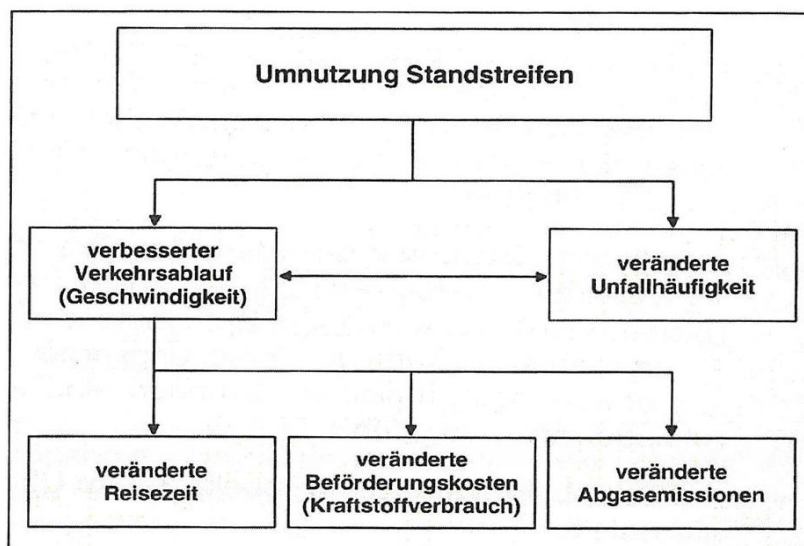


Abbildung 7-1: Wirkungszusammenhänge bei einer Umnutzung des Pannenstreifens (Arnold, 2001)

Durch die Umnutzung des Pannestreifens kommt es aufgrund der Kapazitätserhöhung zu einem verbesserten Verkehrsablauf und zu einer veränderten Unfallhäufigkeit. Das Fehlen des Pannestreifens im Freigabezustand stellt zwar ein Sicherheitsrisiko dar, andererseits führt die Harmonisierung des Verkehrsablaufes zu einem Rückgang der staubedingten Unfälle. Durch den verbesserten Verkehrsablauf kommt es auch zu einer Veränderung des Kraftstoffverbrauchs und der Abgasemissionen. Ob diese positiv oder negativ ausfällt, kann nicht mit Sicherheit gesagt werden. Die Vermeidung der Stauereignisse und des Stop-and-Go Verkehrs führt zu einem Rückgang des Kraftstoffverbrauches und der Schadstoffemissionen. Andererseits führt die Steigerung der Kapazität jedoch zu mehr Durchfluss, was wiederum zu einer Erhöhung dieser Komponenten führt.

7.1 Berechnungsmethodik

Das Prinzip des von Arnold (2001) entwickelten Bewertungsverfahrens liegt in der Identifizierung der Auswirkungen einer Maßnahme durch die Gegenüberstellung eines Planfalls mit dem Vergleichsfall. Diese werden anschließend monetarisiert und den Kosten gegenübergestellt. Zu den Kosten zählen die bei einer Umnutzung anfallenden Investitionskosten, während die Betriebskosten als negativer Nutzen dargestellt werden. Von den in Kapitel 7 erwähnten Nutzenkomponenten sind in der Regel die Zeitkosten, die durch staubedingte Reisezeitverluste entstehen, mit Abstand am höchsten.

Das Ziel von Seitenstreifenumnutzungen ist es also, Kapazitätsengpässe zu beseitigen und den Verkehrsablauf zu verbessern. Die Quantifizierung dieser Auswirkungen wird im Bewertungsverfahren durch Verkehrsstärke–Geschwindigkeit–Beziehungen versucht abzubilden. Dafür wurden für Teilstrecken mit unterschiedlicher Querschnittsgestaltung spezifische q-v-Beziehungen erstellt. Bei der baulichen Ausgestaltung wird das Vorhandensein von Nothaltebuchten, Nothaltestreifen und einer Verkehrsbeeinflussungsanlage berücksichtigt. Neben der baulichen Differenzierung wurden auch verschiedene zeitliche Steuerungsvarianten wie eine permanente Freigabe, eine temporäre Freigabe mit Festzeitsteuerung oder eine verkehrsabhängige Freigabe definiert. Aus diesen Randbedingungen sind im Programmsystem sechs verschiedene Betriebsformen für die Bewertung der Planfälle definiert.

Um Orientierungsgrößen für die notwendigen Investitionskosten zu erhalten wurde ein Baukastensystem zur Aufwandsschätzung erstellt. Die einzelnen Kostenkomponenten wurden in folgende Kostengruppen zusammengefasst:

- Einrichtungen
- Straßenausstattung
- Deckschichterneuerung (Asphalt)
- Fahr- oder Standstreifen beseitigen

- Asphaltfahrbahn herstellen
- Bituminöse Verbreiterung herstellen
- Entwässerung
- Erdarbeiten
- Banketthärtung
- Errichtung von Nothaltebuchten oder Nothaltestreifen
- Kunstbauwerke

Für die einzelnen Kostenkomponenten und Kostengruppen wurden schließlich Orientierungskostensätze definiert. Die Kosten werden abschnittsweise berechnet und danach für die gesamte Strecke aufsummiert. Die gesamten Investitionskosten werden mit der Annuitätenmethode auf die Nutzungsdauer verteilt und als jährliche Kosten ausgegeben.

Laut Arnold (2001) zählen die Auswirkungen auf den Verkehrsablauf und die Verkehrssicherheit zu den primären verkehrlichen Wirkungen einer Seitenstreifenfreigabe. Um die Auswirkungen auf den Verkehrsablauf darstellen zu können, benötigt das Bewertungsverfahren für jede stündliche Verkehrsstärke eine mittlere Geschwindigkeit, was durch q - v -Beziehungen erreicht wird. Durch herkömmliche Geschwindigkeitsfunktionen wird bei vorgegebener Verkehrsstärke jeweils die Geschwindigkeit am stabilen Ast der q - v -Beziehungen ermittelt. Liegt jedoch ein Engpass vor und wird die Kapazitätsgrenze überschritten, befindet sich die Geschwindigkeit im instabilen Bereich der q - v -Beziehungen. Daher lassen sich alleine durch die Verkehrsstärkedaten nicht alle Engpässe auf den Streckenabschnitten identifizieren. Die dafür notwendigen Daten der mittleren Geschwindigkeiten liegen auch nicht immer in systematischer und aufbereiteter Form vor. Das Bewertungsverfahren baut daher nicht auf den gemessenen Verkehrsstärkewerten, sondern den berechneten Verkehrsnachfragewerten, also den gewünschten stündlichen Verkehrsstärken auf. Aus diesen werden mit Hilfe der q - v -Beziehungen mittlere Geschwindigkeiten ermittelt, aus welchen wiederum die Reisezeiten berechnet werden können. Als Staugeschwindigkeit wurde in AVP 20 km/h festgelegt, die an der Kapazitätsgrenze angesetzt wird. Weiters wird angenommen, dass die Pannestreifenumnutzung keinen Einfluss auf das Verkehrsaufkommen, die Verkehrsmittelwahl und die Routenwahl hat.

Maßgebenden Einfluss auf den Verkehrsablauf haben auch verkehrsbehindernde Nothalte, wenn der Pannestreifen freigegeben ist. An der Störungsstelle wird dadurch die Kapazität vermindert, was zu einer Staubildung führen kann. Diese wird im Bewertungsverfahren mit Hilfe eines Staumodells auf Basis der Kontinuumstheorie abgeschätzt.

Die Unfallraten werden im Bewertungsverfahren aus den nach Unfallkategorien differenzierten Unfallzahlen berechnet. Es wird davon ausgegangen, dass diese sich

im Vergleichsfall, bezogen auf den Analysefall, nicht ändern, es sei denn, eine Verkehrsbeeinflussungsanlage wird in Betrieb genommen.

Als sekundäre verkehrliche Wirkungen werden der Kraftstoffverbrauch und Abgasemissionen definiert. Der Kraftstoffverbrauch ist vom Fahrzeugtyp, der Längsneigung und der gefahrenen Geschwindigkeit abhängig und wird durch eine Kraftstoffverbrauchsfunktion getrennt für Benzin und Diesel berechnet. Die Berechnung der Abgasemissionen erfolgt mit Hilfe von Emissionsfaktoren, die für die Verkehrszustände freier und teilgebundener Verkehr, gebundener Verkehr sowie Stop-and-Go Verkehr definiert sind.

Die Maßnahmen werden schließlich mit Hilfe eines Nutzen-Kosten-Verhältnisses und einer Nutzen-Kosten-Differenz bewertet. Ein Nutzen-Kosten-Verhältnis größer 1 bedeutet, dass eine Maßnahme als sinnvoll zu erachten ist (Arnold, 2001).

7.2 Eingangsdaten und Parameter

Im Programm AVP wird in jedem Projekt eine Fahrtrichtung behandelt. Daher erfolgen in Fahrtrichtung Nickelsdorf und in Fahrtrichtung Wien eigene Berechnungen. Zu Beginn werden das Analyse- und das Vergleichsjahr, welches in oder knapp hinter der Mitte des Umnutzungszeitraums liegen sollte, definiert (Welsch, Langbein-Euchner, 2006). Folgende Annahmen werden getroffen:

- Analysejahr: 2009
- Vergleichsjahr: 2015
- Umnutzungsdauer: 10 Jahre

Im Programmsystem sind die Fahrtzweckgruppen für alle deutschen Bundesländer hinterlegt. Diese unterscheiden sich folgendermaßen:

W: alle Werktage (Mo – Sa) außerhalb der Hauptreisezeit und der Schulferien des Bundeslandes

U: alle Werktage (Mo – Sa) innerhalb der Hauptreisezeit und der Schulferien des Bundeslandes (einschließlich der Samstags am Beginn bzw. Ende der Ferien)

S: alle Sonn- und Feiertage des Bundeslandes

Für die Berechnung der A4 werden die Ferienzeiten und die Feiertage von Wien bzw. Niederösterreich im Analysejahr 2009 mit jenen der deutschen Bundesländer verglichen. Aufgrund der besten Übereinstimmung wird für die Berechnung das deutsche Bundesland Baden Württemberg gewählt.

Die Dateneingabe erfolgt in AVP in den Menüpunkten Knoten, Unterabschnitt und Abschnitt. Im Menü Knoten ist zunächst der Knotentyp (Anschlussstelle oder Eigenschaftswechsel) und die dazugehörige Kilometrierung einzugeben. Im Untersuchungsgebiet liegt ein Eigenschaftswechsel nur bei km 5,700 vor, in diesem Bereich wechselt die Geschwindigkeitsbegrenzung von 80 auf 100 km/h. In diesem Fall

generiert das Programm einen neuen Unterabschnitt, die Verkehrsnachfrage ändert sich in diesem Fall nicht.

Weiters werden im Menü Unterabschnitt folgende Streckeneigenschaften definiert:

- Längsneigung
- Befestigte Breite
- Geschwindigkeitsbegrenzung im Analysefall
- Anzahl der Fahrstreifen

Als Abschnitt wird in AVP eine Strecke zwischen zwei Anschlussstellen bezeichnet. Im dazugehörigen Menüpunkt werden die Verkehrsnachfragewerte eingegeben. Voraussetzung für jedes Projekt ist mindestens eine Jahresganglinie der stündlichen Verkehrsbelastung - unterschieden nach Kfz und Schwerverkehr. Diese kann auch von einem benachbarten Abschnitt des Untersuchungsbereichs mit vergleichbarer verkehrlicher Situation stammen. Im Zuge dieser Berechnung waren in beiden Fahrtrichtungen jeweils die vollständigen Jahresganglinien aus dem Analysejahr 2009 vom angrenzenden Streckenabschnitt (Knoten Schwechat – Flughafen Wien Schwechat) vorhanden. Für die Abschnitte im Untersuchungsbereich werden fahrtzweckspezifische DTV–Werte eingegeben. Die Daten wurden von der ASFINAG zur Verfügung gestellt. Das Programm berechnet in diesem Fall die Verkehrsnachfrage aus den richtungsbezogenen DTV-Werten des Abschnitts und den Daten der benachbarten Dauerzählstelle. Zusätzlich werden die Lage (innerhalb / außerhalb von Ballungsräumen) und Hochrechnungsfaktoren definiert. Dadurch wird die Nachfrageverkehrsstärke für das Vergleichsjahr aus jener des Analysejahres berechnet (Welsch, Langbein-Euchner, 2006). Die ASFINAG geht von zwei Szenarien für die Steigerung des Verkehrsaufkommens bis 2015 aus, wobei ersteres die untere Grenze der erwarteten Verkehrszunahme darstellt, und daher das zweite als eher realistisch erscheint.

- Szenario 1: +5% Kfz und +10% LKW
- Szenario 2: +10% Kfz und +10% LKW

Die Berechnungen werden mit den Hochrechnungsfaktoren beider Szenarien durchgeführt. Weiters sind für jeden Abschnitt Unfalldaten für mindestens zwei relevante Jahre einzugeben. AVP unterscheidet zwischen folgenden Unfallkategorien:

- Unfall mit Getöteten
- Unfall mit Schwerverletzten
- Unfall mit Leichtverletzten
- Schwerwiegender Unfall mit Sachschaden
- Sonstiger Unfall mit Sachschaden
- Übrige Sachschadenumfälle unter Alkoholeinwirkung

Die Unfälle mit Personenschaden wurden aus den Jahren 2007 bis 2009 von der ASFINAG zur Verfügung gestellt, die Unfälle mit Sachschaden werden grundsätzlich nicht erhoben (Lautner, 2010).

Die Investitionskosten können im Programmsystem AVP einzeln nach Kostengruppen eingegeben werden, die vordefinierten Orientierungskostensätze sind im Programm hinterlegt. Da von der ASFINAG eine Kostenschätzung durchgeführt wurde, werden zur Vereinfachung die Gesamtkosten für die Berechnung verwendet.

Tabelle 16: Baukosten Pannestreifenfreigabe [Euro], Lautner (2010)

	Kosten Bau	Kosten EM	Summe
Fahrtrichtung Nickelsdorf	2.311.400	1.804.500	4.115.900
Fahrtrichtung Wien	986.700	1.347.000	2.333.700
Gesamtkosten:			6.449.600

Die Kosten sind in Tabelle 16 pro Fahrtrichtung für die gesamte Umnutzungsstrecke und getrennt nach Baukosten und Kosten für die elektrotechnische und maschinelle Ausrüstung zusammengefasst. Dabei handelt es sich um Nettokosten mit einer Unsicherheit von 15%. (Lautner, 2010)

Abschließend wird der Planfall definiert. Im Programm ist es möglich bis zu 6 verschiedene Planfälle einzugeben. Diese können anschließend variiert und durchgerechnet werden. Es sind folgende Kombinationen möglich:

Variante	Nothaltemöglichkeit	Freigabe	Steuerung
1	Nothaltebuchten	Ständig	Ohne SBA
2	Nothaltestreifen	Ständig	Ohne SBA
3	Nothaltebuchten	Zu festen Zeiten	Ohne SBA
4	Nothaltebuchten	Verkehrsabhängig	Ohne SBA
5	Nothaltebuchten	Verkehrsabhängig	Mit SBA
6	Standstreifen	Ohne	Mit SBA

Abbildung 7-2: Planfallkombinationen in AVP (Welsch, Langbein-Euchner, 2006)

Für die Pannestreifenumnutzung auf der A4 kommt für die zeitliche Freigabeform nur eine verkehrsabhängige Steuerung in Frage. Für die Höhe des Schwellenwertes wird ein Wert von 3.300 Kfz/h gewählt, außerdem wird bei Überschreitung des Schwellen-

wertes in einem Abschnitt der Pannestreifen in allen Abschnitten in der betrachteten Fahrtrichtung freigegeben.

Das Vorhandensein einer SBA wird jedoch nicht aktiviert, um die Geschwindigkeitsbeschränkungen manuell mit 80 bzw. 100 km/h an die Abschnitte anpassen zu können. Die Berechnung mit SBA zeigt bei den Ergebnissen Durchschnittsgeschwindigkeiten von über 100 km/h, was im Untersuchungsgebiet unrealistisch ist. Die Kombination aus Geschwindigkeitsbeschränkungen von 80 km/h im Analyse- und Planfall mit einer bestehenden Verkehrsbeeinflussungsanlage ist im Programm nicht möglich.

Als Nothaltemöglichkeit wird für den jeweiligen Planfall das Vorhandensein von Nothaltebuchten definiert, somit wird laut Abbildung 7-2 die Variante 4 für die Berechnung verwendet.

7.3 Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung

7.3.1 Fahrtrichtung Nickelsdorf

Die Ergebnisse der Berechnung für die Fahrtrichtung Nickelsdorf mit dem Programmsystem AVP sind in Tabelle 17 dargestellt.

Die Berechnung wird mit den in Kapitel 7.2 beschriebenen Hochrechnungsfaktoren durchgeführt. Für das Szenario 1, das die Untergrenze der erwarteten Verkehrszunahme bis zum Jahr 2015 darstellt, ergibt sich ein Kosten-Nutzen-Verhältnis von 1,5. Für den Fall einer stärkeren Verkehrszunahme von 10% sowohl für alle Kfz als auch für Lkw wurde ein Verhältnis von 2,8 berechnet. Die Zeitkosten stellen dabei erwartungsgemäß die maßgebende Komponente dar. Die Unfallkosten liegen bei null, da im Programm kein Vorhandensein einer Verkehrsbeeinflussungsanlage gewählt wurde, um die Geschwindigkeitsbegrenzungen manuell für den jeweiligen Abschnitt anpassen zu können. Bei einer probenweisen Berechnung mit Verkehrsbeeinflussungsanlage zeigt sich bei den Unfallkosten keine signifikante Veränderung. Aufgrund der relativ geringen Unfallzahlen in diesem Abschnitt sind die Unfallkosten somit vernachlässigbar.

Der Kraftstoffverbrauch, der vom Fahrzeugtyp, von der gefahrenen Geschwindigkeit und von der Längsneigung abhängig ist, ist im Planfall durch die Stauvermeidung niedriger als im Vergleichsfall. Daher zeigt sich im Ergebnis ein positiver Nutzen. Die Abgasemissionen werden getrennt nach toxischen Schadstoffen und Klimagasen berechnet. Diese sind nicht an den Kraftstoffverbrauch gekoppelt sondern werden in einer eigenen Berechnung bestimmt. Die Klimabelastung stellt die zweitgrößte Nutzenkomponente dar, in diesem Fall jedoch einen negativen Nutzen.

Tabelle 17: Berechnungsergebnisse - Fahrtrichtung Nickelsdorf

RFB Nickelsdorf	+5% Kfz, +10% Lkw	+10% Kfz, +10% Lkw
Investitionen Umnutzung [€]	4.115.900	4.115.900
Jährliche Kosten (Annuität) [€/Jahr]	482.509	482.509
BAB-Betrieb [€/Jahr]	5.902	5.902
Fahrzeiten [€/Jahr]	750.159	1.374.682
Unfälle [€/Jahr]	0	0
Treibstoff [€/Jahr]	4.831	10.119
Schadstoffemission [€/Jahr]	-66	28
Klimabelastung [€/Jahr]	-35.165	-25.708
Nutzen gesamt [€/Jahr]	719.758	1.359.121
Nutzen-Kosten-Differenz [€/Jahr]	231.347	870.711
Nutzen-Kosten-Verhältnis	1,5	2,8

Eine temporäre Freigabe des Pannestreifens in Fahrtrichtung Nickelsdorf würde daher aus volkswirtschaftlicher Sicht durchaus Sinn machen.

7.3.2 Fahrtrichtung Wien

In Fahrtrichtung Wien liegt das Kosten-Nutzen-Verhältnis für das erste Szenario bei 1,0 (Tabelle 18). Kosten und Nutzen der Maßnahme einer temporären Pannestreifenfreigabe würden sich somit die Waage halten. Im Falle des zweiten Szenarios der Verkehrszunahme wäre der jährliche Nutzen etwas mehr als doppelt so hoch wie die Kosten.

Tabelle 18: Berechnungsergebnisse - Fahrtrichtung Wien

RFB Wien	+5% Kfz, +10% Lkw	+10% Kfz, +10% Lkw
Investitionen Umnutzung [€]	2.333.700	2.333.700
Jährliche Kosten (Annuität) [€/Jahr]	273.581	273.581
BAB-Betrieb [€/Jahr]	5.902	5.902
Fahrzeiten [€/Jahr]	319.559	666.107
Unfälle [€/Jahr]	0	0
Treibstoff [€/Jahr]	978	3.483
Schadstoffemission [€/Jahr]	-156	-145
Klimabelastung [€/Jahr]	-42.984	-53.635
Nutzen gesamt [€/Jahr]	277.396	615.809
Nutzen-Kosten-Differenz [€/Jahr]	-2.086	336.327
Nutzen-Kosten-Verhältnis	1,0	2,2

Wie aus den Simulationsergebnissen ersichtlich, entstehen in Fahrtrichtung Nickelsdorf deutliche Reisezeitgewinne erst ab einem zusätzlichen Verkehrsaufkommen von 15%. Daher fallen die Zeitkosten im Vergleich zur Richtungsfahrbahn Nickelsdorf niedriger aus. Aufgrund der relativ geringen notwendigen Investitionskosten ist jedoch auch hier von positiven Auswirkungen auf die österreichische Volkswirtschaft auszugehen. Durch die Verringerung des Kraftstoffverbrauches entsteht auch in Fahrtrichtung Wien ein positiver Nutzen. Der negative Nutzen durch die Klimabelastung ist noch höher als in Fahrtrichtung Nickelsdorf. Dieser entsteht wahrscheinlich dadurch, dass sich die Fahrzeuge im Planfall überwiegend im freien und- teilgebundenen Verkehrszustand

befinden, für welchen die Emissionsfaktoren um einiges höher definiert sind, als für den gebundenen Verkehrszustand.

Ein Vergleich der Zeitkosten aus AVP mit den hochgerechneten aus der Simulation zeigt gewisse Abweichungen, was aber aufgrund der unterschiedlichen Eingangsdaten und Berechnungsmethoden zu erwarten war. Die Verkehrsbelastungsdaten für das Programmsystem AVP stammen aus dem Jahr 2009, da vollständige Jahresganglinien notwendig waren, für die Simulation wurden jedoch Zählraten vom April 2010 verwendet. Außerdem sind in AVP andere Kostensätze hinterlegt. Weiters ist anzumerken, dass die Ergebnisse aus AVP die durchschnittlichen Zeitkosten über die Nutzungsdauer darstellen, welche bei der Hochrechnung aus den Reisezeitmessungen der Simulation nicht berücksichtigt wird.

Es sind bei den Ergebnissen jedoch auch Parallelen zu erkennen. In beiden Berechnungen zeigt sich, dass in Fahrtrichtung Nickelsdorf mehr Nutzen durch Reisezeitgewinne zu erwarten ist. Dieser ist bei einer geringen Steigerung des Verkehrsaufkommens (+5%) bereits größer, als der Nutzen in Fahrtrichtung Wien bei einer größeren Steigerung.

8 Zusammenfassung

Ziel der Diplomarbeit war es auf Basis von Erfahrungen bestehender Anlagen und einer Literaturanalyse, Empfehlungen für die Einführung von temporären Pannestreifenfreigaben auf dem Autobahnnetz der ASFINAG zu geben. Mit Hilfe einer Verkehrsflusssimulation an einem möglichen und sinnvollen Autobahnabschnitt in Österreich sollten weiters Aussagen über den Verkehrsablauf getroffen werden.

Primäres Ziel von Pannestreifenfreigaben ist die Vermeidung von Staus und eine Harmonisierung des Verkehrsablaufs. Das Funktionieren dieses Prinzips ist jedoch an verschiedene Bedingungen aus baulicher und betrieblicher Sicht geknüpft. Um ausreichende Fahrstreifenbreiten sicherzustellen, muss die Fahrbahn eventuell verbreitert werden, oder durch eine Ummarkierung erfolgen. Weiters ist die ausreichende Tragfähigkeit des Pannestreifens, sowie die Querneigung der Fahrbahn und die Funktionalität der Entwässerungseinrichtungen zu überprüfen. An Anschlussstellen wird der Pannestreifen in der Regel durchgängig freigegeben, daher ist der Rechtsabbiege- und Rechtseinbiegestreifen nach außen zu versetzen. Bei starken ein- und ausfahrenden Verkehrsströmen kann diese Maßnahme entfallen. Die Notwendigkeit eines Umbaus ist mit einer Leistungsfähigkeitsuntersuchung an den Knotenpunkten festzustellen.

Einer Verschlechterung der Verkehrssicherheit durch den Wegfall des Pannestreifens muss durch Maßnahmen, wie eine lückenlose optische Überwachung, die Errichtung von Nothaltebuchten im Abstand von 500 bis 1.000 m und durch Geschwindigkeitsbeschränkungen im Freigabezustand entgegengewirkt werden. Durch temporäre Pannestreifenfreigaben ergeben sich auch neue Signalisierungs- und Markierungsvarianten. Weiters müssen Detektionseinrichtungen, wie Induktionsschleifen oder Radarsensoren vorhanden sein, um Verkehrsstärke- und Geschwindigkeitsdaten zu erhalten. Bei Über- und Unterschreiten von verschiedenen Schwellenwerten, kann der Pannestreifen nach Überprüfung auf Hindernisfreiheit vom Operator in der Verkehrszentrale freigegeben werden.

Von der ASFINAG werden auf Basis einer Leistungsfähigkeitsuntersuchung und einer Machbarkeitsstudie auf dem österreichischen Autobahnnetz derzeit zwei Abschnitte für temporäre Pannestreifenfreigaben für sinnvoll erachtet. Diese befinden sich auf der A4 zwischen dem Knoten Prater und dem Knoten Schwechat und auf der A7 zwischen dem Knoten Linz und der ASt Salzburger Straße, jeweils in beiden Fahrtrichtungen. An weiteren Autobahnabschnitten werden Pannestreifenfreigaben in Zukunft, bei Steigerung des Verkehrsaufkommens, und dadurch höherem Auslastungsgrad, eine Alternative zum Ausbau darstellen. Pannestreifenfreigaben sind jedoch nicht auf allen Autobahnabschnitten möglich. Manchmal ist gar kein Pannestreifen vorhanden, ebenso können Kunstbauten eine notwendige Verbreite-

zung verhindern. Weiters ist auch zu beachten, dass für den Fall einer Pannestreifenfreigabe auch das untergeordnete Netz den Verkehr aufnehmen kann.

Am Beispiel der A4 zwischen dem Knoten Prater und dem Knoten Schwechat wurde im Rahmen dieser Arbeit eine Verkehrsflusssimulation mit VISSIM und eine Wirtschaftlichkeitsuntersuchung mit dem Programm AVP durchgeführt.

8.1 Ergebnisse

Es zeigte sich, dass durch die Freigabe des Pannestreifens für den fließenden Verkehr der Verkehrsablauf deutlich verbessert wird und Stauereignisse vermieden werden können. Den Engpass in Fahrtrichtung Nickelsdorf bildet der kurze zweistreifige Abschnitt vor der HAST Alt Simmering, der vor allem am Freitag Nachmittag Verkehrszusammenbrüche hervorruft. Bei einer Steigerung des Verkehrsaufkommens um 5 % bilden sich Stauereignisse, die über den Knoten Prater bis auf die A23 zurückreichen. Eine Pannestreifenfreigabe könnte hier Abhilfe schaffen, ist jedoch auch mit notwendigen baulichen Veränderungen verbunden. Neben einer Adaption der Anschlussstellen müsste in diesem Bereich auch die Fahrbahn verbreitert werden. Trotzdem wären diese Maßnahmen günstiger als ein Vollausbau um einen zusätzlichen Fahrstreifen. Positiv wirkt sich auch die Tatsache aus, dass eine VBA, die für den Betrieb von temporären Pannestreifenfreigaben Voraussetzung ist, bereits in diesem Bereich der A4 vorhanden ist. In Fahrtrichtung Wien ist der Auslastungsgrad der Autobahn noch nicht so weit fortgeschritten. Eine deutliche Verbesserung des Verkehrsablaufes würde erst ab einem zusätzlichen Verkehrsaufkommen von 15% eintreten. Jedoch wären auf diesem Abschnitt die Investitionskosten nicht so hoch wie auf der Gegenfahrbahn, da auf der Fahrbahn eine Ummarkierung der Fahrstreifen ausreichend wäre. Außerdem befindet sich im Bereich der Pannestreifenumnutzung nur eine Anschlussstelle, während in Fahrtrichtung Wien drei Anschlussstellen umgebaut werden müssten.

Weiters hat sich gezeigt, dass bei einer Steigerung des Verkehrsaufkommens um 25 % die Reisezeit mit Pannestreifenfreigabe in beiden Fahrtrichtungen im Bereich der derzeitigen Reisezeit im Bestandsnetz liegt.

Die durch die Vermeidung von Stau entstehenden Reisezeitgewinne stellen die maßgebende Nutzenkomponente von temporären Pannestreifenfreigaben dar. Ein Kosten-Nutzen-Vergleich fällt in beiden Fahrtrichtungen positiv aus, wobei der volkswirtschaftliche Gewinn in Fahrtrichtung Nickelsdorf höher ist. Hier zeigt sich bei einer Verkehrszunahme von 10% bis zum Jahr 2015 ein Nutzen-Kosten-Verhältnis von 2,8, bzw. 2,2 in Fahrtrichtung Wien. Bei Werten über 1 wird eine Maßnahme als sinnvoll erachtet.

Ein Vergleich der Ergebnisse des Programmsystems AVP und der Reisezeitauswertung aus der Simulation ist in Tabelle 19 dargestellt. Der jährliche Nutzen durch die Verringerung der Reisezeit liegt trotz unterschiedlicher Berechnungsmethoden in der gleichen Größenordnung. Anzumerken ist, dass im Programmsystem AVP die

Nutzungsdauer der Pannestreifenumwidmung mitberücksichtigt wird, und es sich daher um einen durchschnittlichen jährlichen Nutzen handelt. Die Ergebnisse aus der Simulation beziehen sich jedoch nur auf ein Jahr mit einem um 10 % erhöhtem Verkehrsaufkommen.

Tabelle 19: Vergleich Nutzen der Reisezeitgewinne - AVP mit Simulation

	Prognose Verkehrszunahme + 10%	
	Programm AVP	Simulation
Fahrtrichtung Nickelsdorf	1.374.382 €/Jahr	1.554.161 €/Jahr
Fahrtrichtung Wien	666.107 €/Jahr	296.121 €/Jahr
Summe	2.040.489 €/Jahr	1.850.282 €/Jahr

8.2 Schlussfolgerungen

Die vorliegende Arbeit hat gezeigt, dass temporäre Pannestreifenfreigaben aufgrund der steigenden Verkehrsnachfrage und oftmals knapper budgetärer Möglichkeiten eine gute Alternative zum Vollausbau um einen zusätzlichen Fahrstreifen darstellen. Am Beispiel der A4 würde die Freigabe des Pannestreifens auch aus volkswirtschaftlicher Sicht Sinn machen, da der Nutzen, der durch die Verringerung der Reisezeiten entsteht, die Kosten übersteigt. Dies lässt sich jedoch nicht verallgemeinern. Für jedes weitere Projekt einer Pannestreifenfreigabe sollte neben der baulichen Machbarkeitsstudie auch eine Wirtschaftlichkeitsuntersuchung durchgeführt werden.

Um derartige Projekte in Österreich zu ermöglichen wären aus verkehrsrechtlicher Sicht jedoch zuerst eine Änderung der StVO und die Einführung neuer Verkehrszeichen notwendig. Zusätzlich wäre das System der Rettungsgasse, welches auch in anderen europäischen Ländern praktiziert wird, einzuführen. Dadurch können die Einsatzfahrzeuge im Falle eines Unfalls während des freigegebenen Pannestreifens schneller zum Unfallort gelangen. Außerdem ist zu beachten, dass temporäre Pannestreifenfreigaben nur eine Übergangslösung bis zum Vollausbau um einen zusätzlichen Fahrstreifen darstellen.

Literaturverzeichnis

Arnold M. (2001): Verfahren zur Wirtschaftlichkeitsuntersuchung einer befristeten Umnutzung von Standstreifen an BAB für Zwecke des fließenden Verkehrs, Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik Heft 820, Bonn

Brilon W., Bäumer H. (2001): Nothaltemöglichkeiten an stark belasteten Bundesstraßen; erschienen im Heft Freigabe von Pannestreifen an Bundesautobahnen, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik – Heft V94

Bundesamt für Strassen ASTRA (2007): Umnutzung von Standstreifen zu Fahrstreifen, Richtlinie, 2007, Bern

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (2007): Verkehr in Zahlen – Österreich - Ausgabe 2007,

Dammann W. (2003): Standstreifenumnutzung auf der Autobahn A7 zwischen Hannover und Göttingen – Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit, Straßenverkehrstechnik 8/2003

FGSV (2001): HBS – Handbuch zur Bemessung von Straßenverkehrsanlagen, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln

FSV (2002): RVS 02.01.22, Nutzen – Kosten Untersuchungen im Verkehrswesen; Österreichische Forschungsgemeinschaft Straße und Verkehr, Wien

FSV (1997): RVS 03.03.23, Linienführung; Österreichische Forschungsgemeinschaft Straße und Verkehr, Wien

FSV (2005): RVS 03.03.31, Querschnittselemente Freilandstraßen; Verkehrs- und Lichtraum; Österreichische Forschungsgemeinschaft Straße und Verkehr, Wien

FSV (2001): RVS 03.05.13, Gemischte und Planfreie Knoten; Österreichische Forschungsgemeinschaft Straße und Verkehr, Wien

FSV (1987): RVS 03.07.12, Parkplätze und Haltebuchten an Richtungsfahrbahnen; Österreichische Forschungsgemeinschaft Straße und Verkehr, Wien

FSV (2008): RVS 03.08.63, Oberbaubemessung; Österreichische Forschungsgemeinschaft Straße und Verkehr, Wien

FSV (2001): RVS 05.05.42, Baustellenabsicherung – Autobahnen mit getrennten Richtungsfahrbahnen; Österreichische Forschungsgemeinschaft Straße und Verkehr, Wien

Geistefeldt J. (2009): temporary hard shoulder use in Hesse - effects on traffic flow and road safety, Proceedings DVD of the ITS World Congress, Stockholm

- Hulmak M., Pichler M., Snizek S.** (2007): Stau im Bundesstraßennetz – Risiko, Bewertung, Verminderung, BMVIT Straßenforschung Heft 569, Wien
- Kellermann G., Bohlander F., Dewes U., Jansen C., Lehmann R., Rohloff M., Stüben G.** (2002): Erfahrungen zur verkehrsabhängigen Pannestreifenutzung, Straßenverkehrstechnik 12/2002
- Kramer C.** (2001): Nutzung des Pannestreifens als Fahrstreifen aus verkehrsrechtlicher Sicht; erschienen im Heft Freigabe von Pannestreifen an Bundesautobahnen, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik – Heft V94
- Kreilos L.** (2006): Verkehrsablauf auf Autobahnen mit temporärer Standstreifenfreigabe, Diplomarbeit, Bochum
- Lemke K.** (2003): Temporäre Umnutzung von Pannestreifen an Autobahnen, Straßenverkehrstechnik 8/2003
- Lemke K.** (2004): Umwidmung von Standstreifen, Randbedingungen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit, Straße und Verkehr 5/2004
- Lemke K.** (2007): Standstreifenfreigabe – Sicherheitswirkung von Umnutzungsmaßnahmen, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik – Heft V153
- Mattheis C.** (2002): Auswirkungen der Umnutzung von BAB Standstreifen, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik – Heft V91
- Moritz K.** (2001): Auswirkung von Standstreifenumnutzungen auf die betriebliche Straßenunterhaltung; erschienen im Heft Freigabe von Pannestreifen an Bundesautobahnen, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik – Heft V94
- Moritz K.** (2004): Auswirkungen von Standstreifenumnutzungen auf den Straßenbetriebsdienst, Straßenverkehrstechnik 2/2004
- PTV** (2008): VISSIM 5.20 Benutzerhandbuch, Karlsruhe
- Rijkswaterstaat.** (2005): Ontwerp en Inrichting Spitsstrooken, Plusstrooken en Bufferstrooken, Rotterdam
- Rohloff M.** (2003): Umnutzung von Standstreifen an Bundesautobahnen, Straßenverkehrstechnik 5/2000
- Schick P.** (2003): Einfluss von Streckenbeeinflussungsanlagen auf die Kapazität von Autobahnabschnitten sowie die Stabilität des Verkehrsflusses, Dissertation, Stuttgart
- Springe C.** (2001): Straßenrechtliche Voraussetzungen; erschienen im Heft Freigabe von Pannestreifen an Bundesautobahnen, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik – Heft V94
- Straßenverkehrsordnung** (1960): §2, 6a
- Straßenverkehrsordnung** (1960): §9

Straßenverkehrsordnung (1960): §46, 4d

STVO Deutschland (1970), deutsches Bundesministerium für Justiz

Wankerl J. (2001): Erfahrungen mit der Standstreifenfreigabe an der BAB A94 und der BAB A99; erschienen im Heft Freigabe von Pannestreifen an Bundesautobahnen, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik – Heft V94

Welsch, Langbein - Euchner (2006): AVP Programm zur Wirtschaftlichkeitsuntersuchung einer befristeten Umnutzung von Standstreifen an BAB; Benutzerhandbuch; SSP Consult Beratende Ingenieure im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt)

Lautner (2010): persönliches Gespräch mit Herrn DI Bernhard Lautner, ASFINAG

Verzeichnis der Internetquellen

- ADAC (2008):** "Temporäre Benutzung von Pannestreifen als Fahrstreifen auf Autobahnen" (§ 41 StVO) http://www1.adac.de/images/Pannestreifenfreigabe-auf-Autobahnen_Fachinfo_0804_tcm8-19357.pdf (Abfrage 14.07.2010)
- ASFINAG (2007):** Standardisierung für Anzeige- und Aufstelleinrichtungen von Verkehrsbeeinflussungsanlagen; PLaVT – Planungshandbuch der ASFINAG, http://www.asfinag.net/plavt/richtlinien/PLaVT_461.101.10_2007-10_Standardisierung_Allgemein.pdf (Abfrage 14.07.2010)
- ASFINAG – homepage (2010):** <http://www.asfinag.at/strassennetz> (Abfrage 01.11.2010)
- Astucia - homepage:** <http://www.astucia.co.uk/case-studies/case-study-details?casestudyid=177303> (Abfrage 31.05.2010)
- Autobahnatlas-online:** <http://www.autobahnatlas-online.de/> (Abfrage 31.05.2010)
- Autobahndirektion Südbayern (2001):** A99, Autobahnring München - Verkehrsbeeinflussung mit zeitweiser Standstreifenfreigabe, http://www.viaberlin.de/img/pj/0098430_prospekt.pdf (Abfrage 31.05.2010)
- Autobahndirektion Südbayern (2008):** Bundesautobahn A 9 Nürnberg - München Pannestreifenfreigabe mit Verkehrsbeeinflussungsanlage zwischen AK Neufahrn - AD Holledau, http://www.abdsb.bayern.de/imperia/md/content/stbv/abdsb/projekte/planung/a9_Pannestreifenfreigabe_ak_neufahrn_ad_holledau.pdf (Abfrage 31.05.2010)
- Commons.wikimedia – homepage (2010):** http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wien_Strassen_A_und_S.png (Abfrage 20.10.2010)
- Department for Transport (2008):** Advanced motorway signalling and traffic management feasibility study, <http://www.dft.gov.uk/pgr/roads/network/policy/mtorsigntrafmanagement/advancemotor/sign?> (Abfrage 02.05.2010)
- Department for Transport (2009):** Britain's Transport Infrastructure – Motorways and Major Trunk Roads, <http://www.dft.gov.uk/pgr/roads/network/policy/motorways/> (Abfrage 02.05.2010)
- Hersche - homepage:** http://www.hersche.at/php/durch_die_rettungsgasse_schneller_zum_einsatzort,11695,12514.html (Abfrage 14.08.2010)
- Hessisches Landesamt für Straßen und Verkehrswesen (2008):** Masterplan temporäre Pannestreifenfreigabe in Hessen,

http://www.staufreieshessen2015.de/irj/Staufrei_Internet?rid=HMWVL_15/Staufrei_Internet/nav/6e4/6e436558-e3cb-f11f-3efe-f91921321b2c,02e70a52-5614-1021-f3ef-ef91921321b2,...,11111111-2222-3333-4444-100000005003%26overview=true.htm&uid=6e436558-e3cb-f11f-3efe-f91921321b2c

(Abfrage 14.04.2010)

Highways agency (2007): M42 Active Traffic Management Scheme, Birmingham, United Kingdom <http://www.roadtraffic-technology.com/projects/m42/> (Abfrage 02.05.2010)

Highways Agency (2008): Managed Motorways Implementation Guidance – Through junction hard shoulder running, <http://www.standardsforhighways.co.uk/ians/pdfs/ian112.pdf>, (Abfrage 31.05.2010)

Highways agency and Mott Mc Donald (2008): ATM Monitoring and Evaluation – 4-Lane Variable Mandatory Speed Limits – 12 Month Report (Primary and Secondary Indicators), <http://www.dft.gov.uk/pgr/roads/tpm/m42activetrafficmanagement/atm12mthsumrep.pdf> (Abfrage 02.05.2010)

Highways agency-homepage: <http://www.highways.gov.uk/roads/projects/10970.htm> ; (Abfrage 18.05.2010)

Hösch M. (2009): Temporäre Nutzung des Pannestreifens als Fahrstreifen (NSF), http://www.muenchen.ihk.de/mike/ihk_geschaeftsfelder/standortpolitik/Anhaenge/Hoesch-Pannestreifenfreigabe-auf-Autobahnen.pdf (Abfrage 02.05.2010)

Innenministerium Bayern - homepage: <http://www.innenministerium.bayern.de/bauen/strassenbau/aufgaben/08862/> (Abfrage 11.08.2010)

Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2008): Policy framework for utilisation – A pillar of better accessibility, http://www.verkeerenwaterstaat.nl/english/Images/024.003%20PolicyFramework_LowRes1_tcm249-220168.pdf, (Abfrage 14.04.2010)

Oberste Baubehörde im Bayrischen Staatsministerium des Inneren (2001): Verkehrs- und Unfallgeschehen auf Straßen des überörtlichen Verkehrs in Bayern - Jahresbericht 2001, http://www.baysis.bayern.de/daten/Veroeffentlichungen/verkehrs_unfallgeschehen/jb_2001.pdf, (Abfrage 14.04.2010)

Office of Public Sector Information (2005): Statutory Instrument 2005 No. 1671; The M42 (Junctions 3A to 7) (Actively Managed Hard Shoulder and Variable Speed Limits) Regulations 2005, <http://www.opsi.gov.uk/si/si2005/20051671.htm> (Abfrage 02.05.2010)

Office of Public Sector Information (2005): Statutory Instrument 2005 No. 1670; The Traffic Signs (Amendment) Regulations and General Directions 2005, <http://www.opsi.gov.uk/si/si2005/20051670.htm> (Abfrage 02.05.2010)

Rijkswaterstaat homepage:

http://www.rijkswaterstaat.nl/wegen/plannen_en_projecten/a_wegen/a1/a1_spitsstrook_tussen_hoevelaken_en_barneveld/gevolgen/ (Abfrage 18.05.2010)

Roadtraffic – technology homepage: M42 Active Traffic Management Scheme, Birmingham, United Kingdom; <http://www.roadtraffic-technology.com/projects/m42/> (Abfrage 18.05.2010)

Veld R. in 't (2009): Monitoring the main effects of rush hour lanes in the Netherlands; Centre of Transport and Navigation of the Netherlands; <http://www.etcproceedings.org/paper/monitoring-of-the-main-effects-of-rush-hour-lanes-in-the-netherlands> (Abfrage 18.05.2010)

Weser Kurier-homepage:

<http://www.weser-ku-rier.de/Artikel/Region/Niedersachsen/15928/Politiker+Hagenah+will+Kameras+auf+alle+n+Autobahnen+.html> (Abfrage 18.05.2010)

Anhang A: Fragebogen – Expertengespräche

Überblick über die Expertengespräche:

Datum	Ort	Name	Position/Aufgabe
16.03.2010	Verkehrszentrale Hessen	Ralf Morawitz	Verkehrszentrale Hessen - Verkehrsab- laufsteuerung
16.03.2010	Verkehrszentrale Hessen	Dr. Justin Geistefeldt	Hessisches Landesamt für Straßen und Verkehrswesen
18.03.2010	Traffic Control Centre Utrecht	Alfred Kersaan	Traffic Control Centre Utrecht, unter anderem zuständig für rush hour lanes
13.04.2010	München, Pöry Infra Traffic GmbH	DI Michael Hösch	Leiter – Pöry Infra Traffic - München
01.04.2010	Beantwortung des Fragebogens per E-Mail	DI Martin Issleb	Niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr

Expertenfragebogen zu temporären Pannenstreifenfreigaben

Datum: _____	Ort: _____
Name des Gesprächspartners: _____	
Position / Aufgabe: _____	

1. Betriebliche Fragen:

- Werden die Anlagen mittels Festzeit- oder verkehrsabhängiger Steuerung betrieben?
(bei Festzeit) Zu welchen Zeiten werden die Standstreifen freigegeben?
(bei verkehrsabhängiger S.) Bei welchen Schwellenwerten erfolgt die Freigabe?
- Nach welchen Kriterien wird ein Lkw – Überholverbot festgelegt?
- Nach welchen Kriterien wird die Höhe der Geschwindigkeitsbegrenzung festgelegt?
- Hat sich das Verkehrsaufkommen auf den Abschnitten mit temporären Pannenstreifenfreigaben nach der Eröffnung erhöht?
- Hat sich der Stau auf andere Autobahnabschnitte oder zu den Ausfahrten der Anschlussstellen hin verlagert?
- Wie ist die Akzeptanz und Verständlichkeit von temporären Pannenstreifenfreigaben bei den Autofahrern? Wird der Pannenstreifen auch außerhalb der Freigabezeiten befahren, gibt es sozusagen Fehlnutzungen?
- Wurden Untersuchungen zu den Auswirkungen von temporären Pannenstreifenfreigaben auf die Lärmentwicklung oder auf Schadstoffemissionen durchgeführt?

Wenn ja: Wie wurden die Tests ausgeführt und welche Zeiträume wurden dabei verglichen?

- Wie funktioniert die Videoüberwachung? Werden stehengebliebene Autos automatisch erkannt, oder durch Überwachungspersonal in den Verkehrszentralen?
- Gibt es für alle Streckenabschnitte mit temporären Pannenstreifenfreigaben einen eigenen Operator?
- Gibt es für Autofahrer eine Möglichkeit, vor Erreichen des Streckenabschnitts zu erfahren, ob der Pannenstreifen freigegeben bzw. gesperrt ist? (z.B. über Verkehrsfunk, Navigationsgerät)

2. Bauliche Fragen:

- War die Tragfähigkeit der Standstreifen ausreichend, oder musste der Ober- und Unterbau verstärkt werden?
- Musste die Fahrbahn verbreitert werden oder wurde sie nur ummarkiert?
- Was muss man bei der Ausführung von temporären Pannestreifenfreigaben an Anschlussstellen beachten?
- Unter welchen Voraussetzungen kann man umgewidmete Pannestreifen über Anschlussstellen hinwegziehen?

3. Fragen zur Sicherheit:

- Welche Auswirkungen auf die Häufigkeit und Schwere der Unfälle sind feststellbar?
- Sind auf allen Abschnitten Nothaltebuchten vorhanden?
- Was passiert, wenn ein Auto eine Panne hat und die Nothaltebucht nicht erreicht?

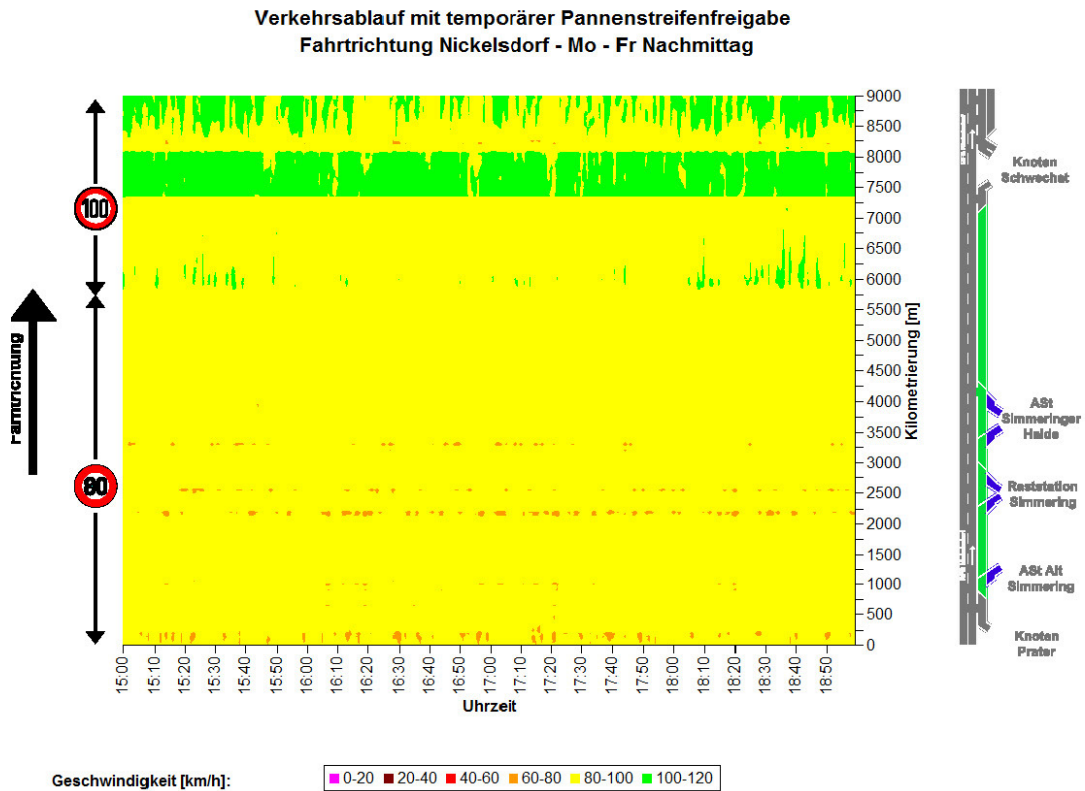
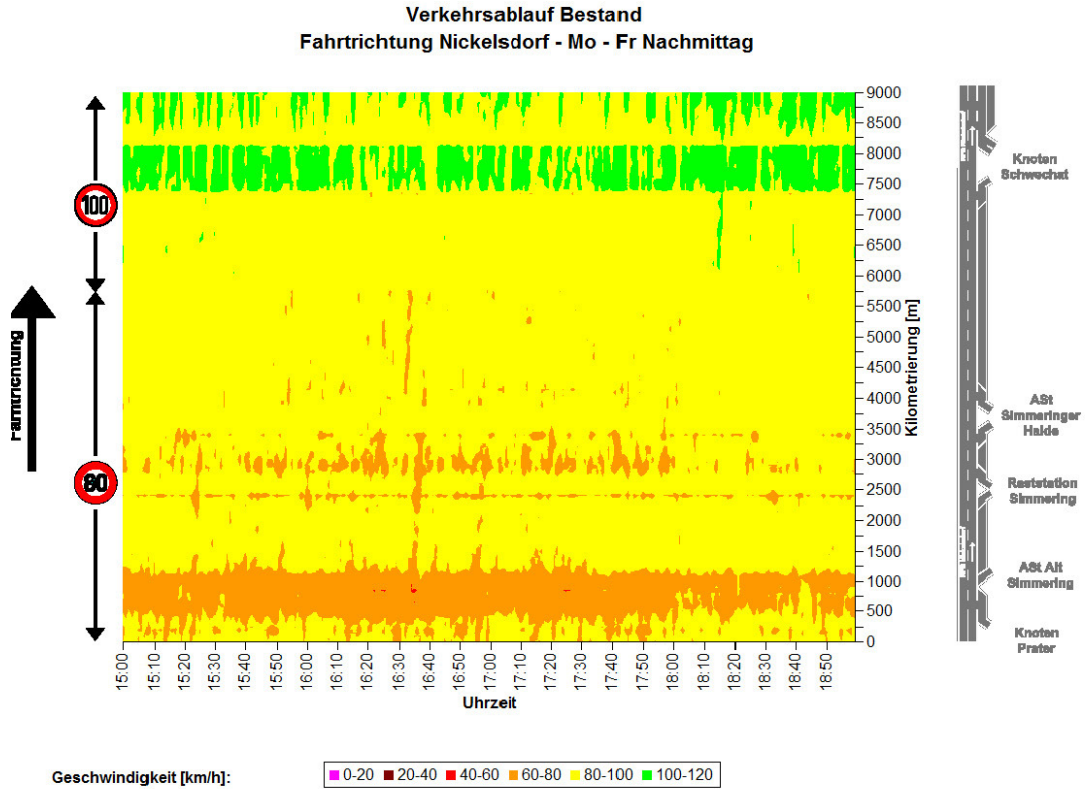
4. Fragen zu den Kosten

- Gibt es einen Vergleich von volkswirtschaftlichem Nutzen und Kosten?

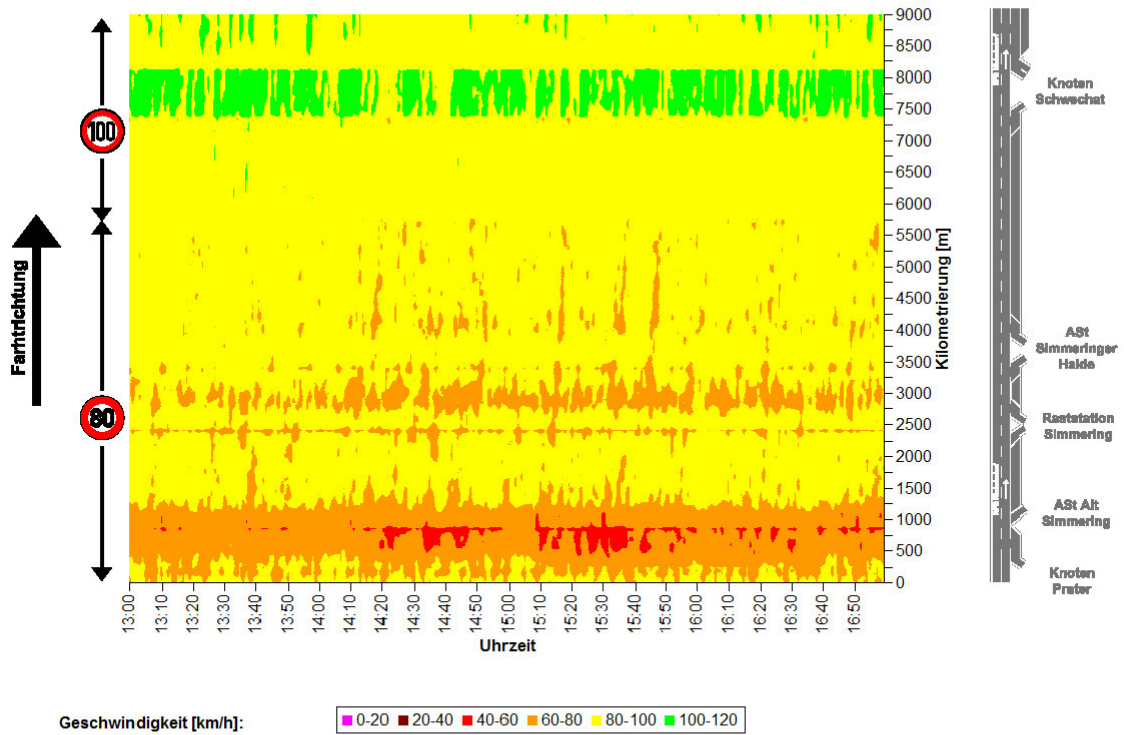
5. Rechtliche Fragen:

- Ist auf den Abschnitten mit temporärer Pannestreifenfreigabe in Zukunft ein Vollausbau um einen zusätzlichen Fahrstreifen geplant? Gibt es irgendwelche gesetzlichen Fristen?
- Wurden die Auswirkungen auf die Umwelt vor Errichtung der temporären Pannestreifenfreigaben überprüft und gab es irgendwelche Reaktionen von Anrainern?

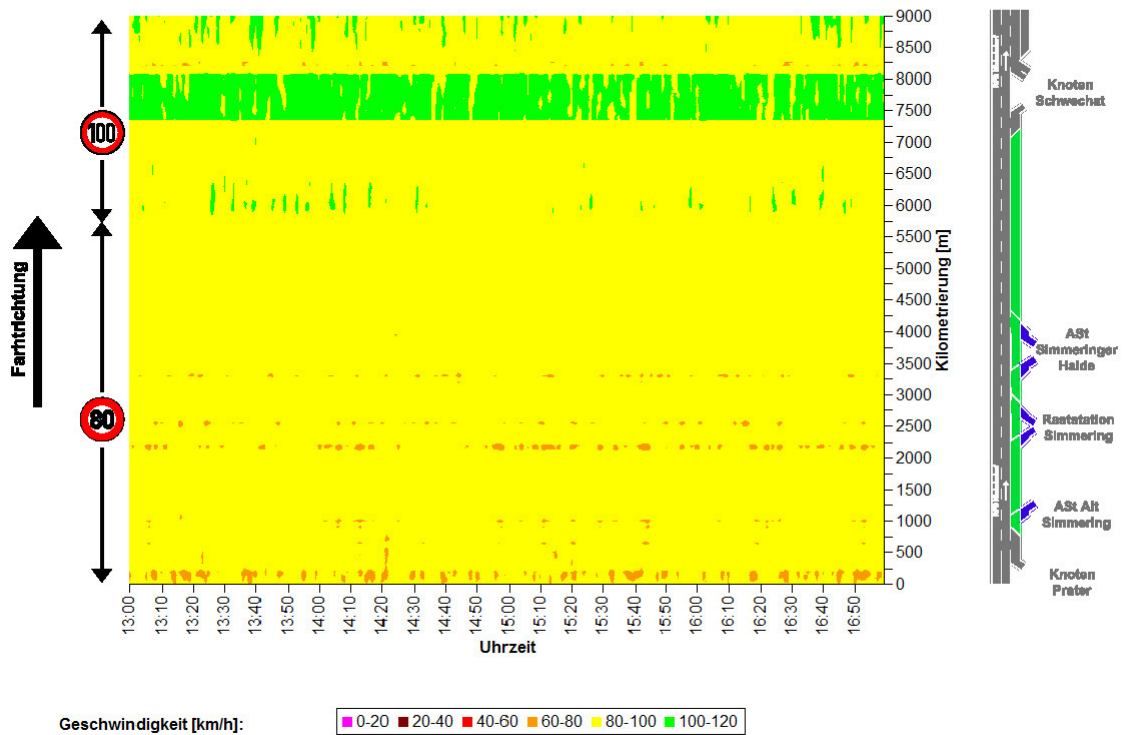
Anhang B: Raum-Zeit-Geschwindigkeitsdiagramme



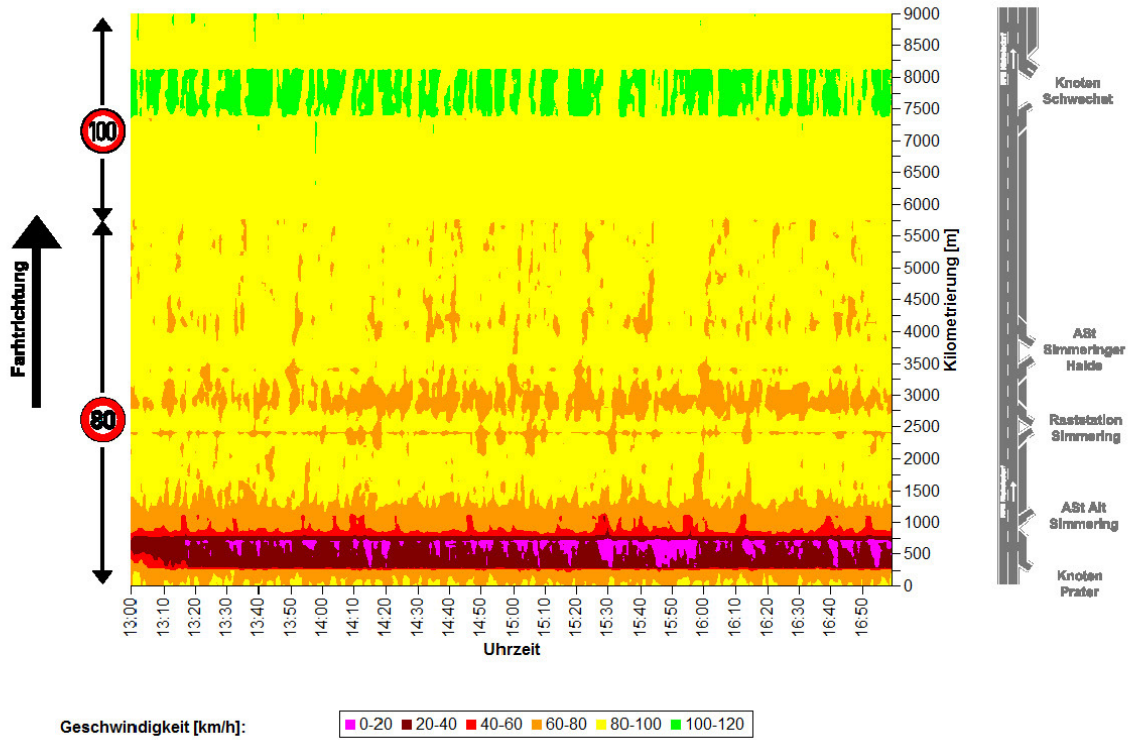
Verkehrsablauf Bestand
Fahrtrichtung Nickelsdorf - Fr Nachmittag



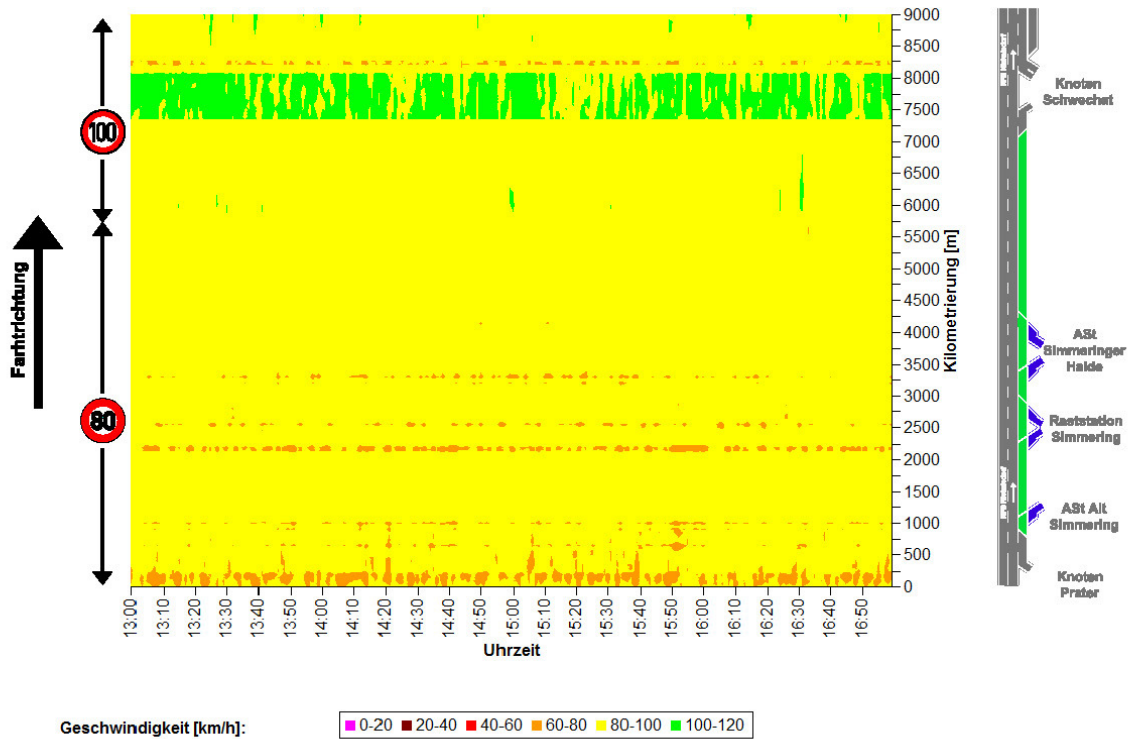
Verkehrsablauf mit temporärer Pannenstreifenfreigabe
Fahrtrichtung Nickelsdorf - Fr - Nachmittag



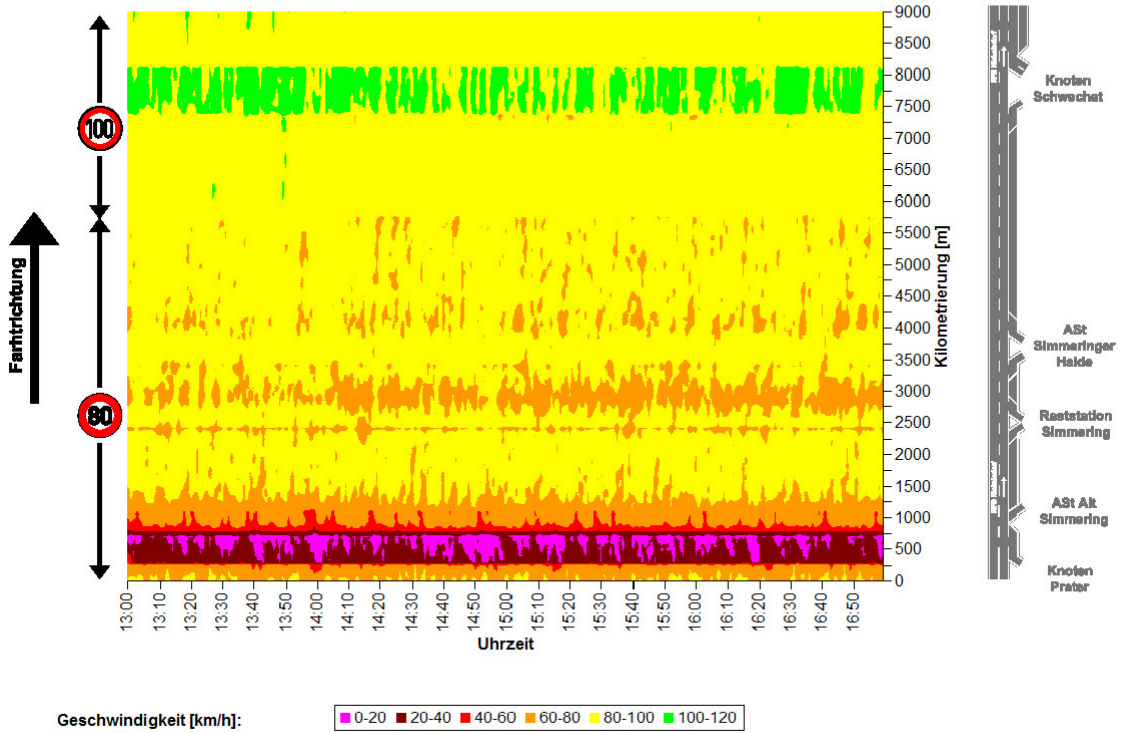
Verkehrsablauf Bestand - Prognose + 10%
Fahrrichtung Nickelsdorf - Fr Nachmittag



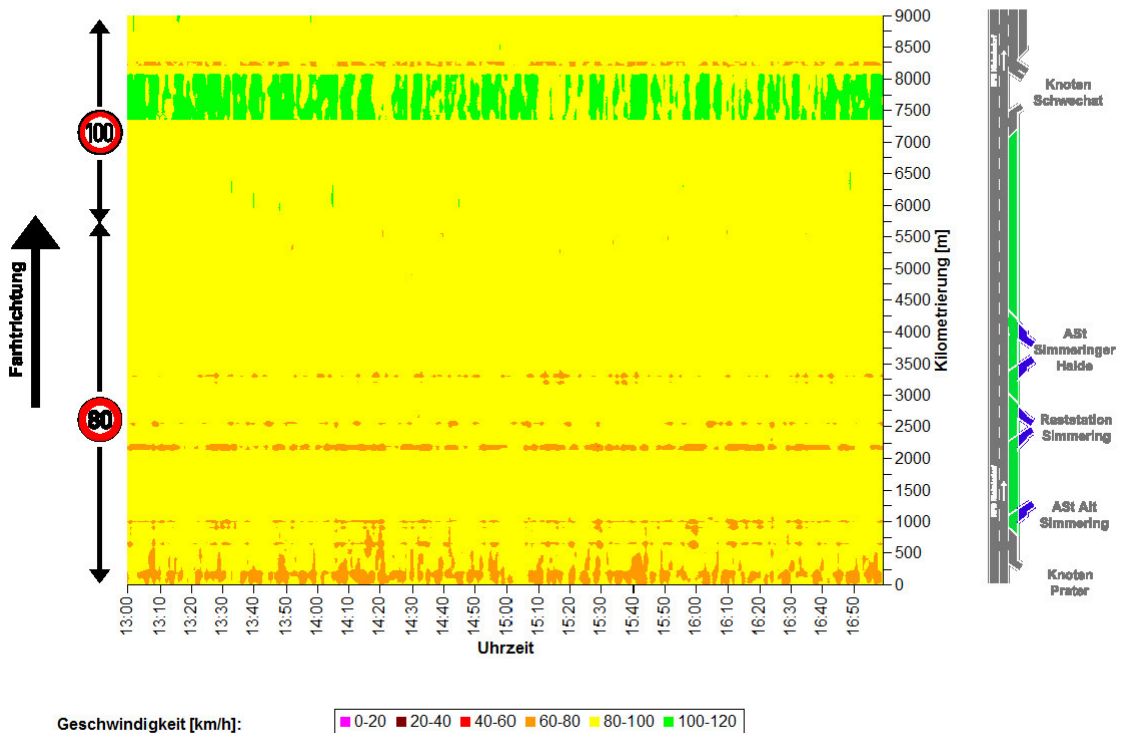
Verkehrsablauf mit temporärer Pannestreifenfreigabe - Prognose + 10%
Fahrrichtung Nickelsdorf - Fr - Nachmittag



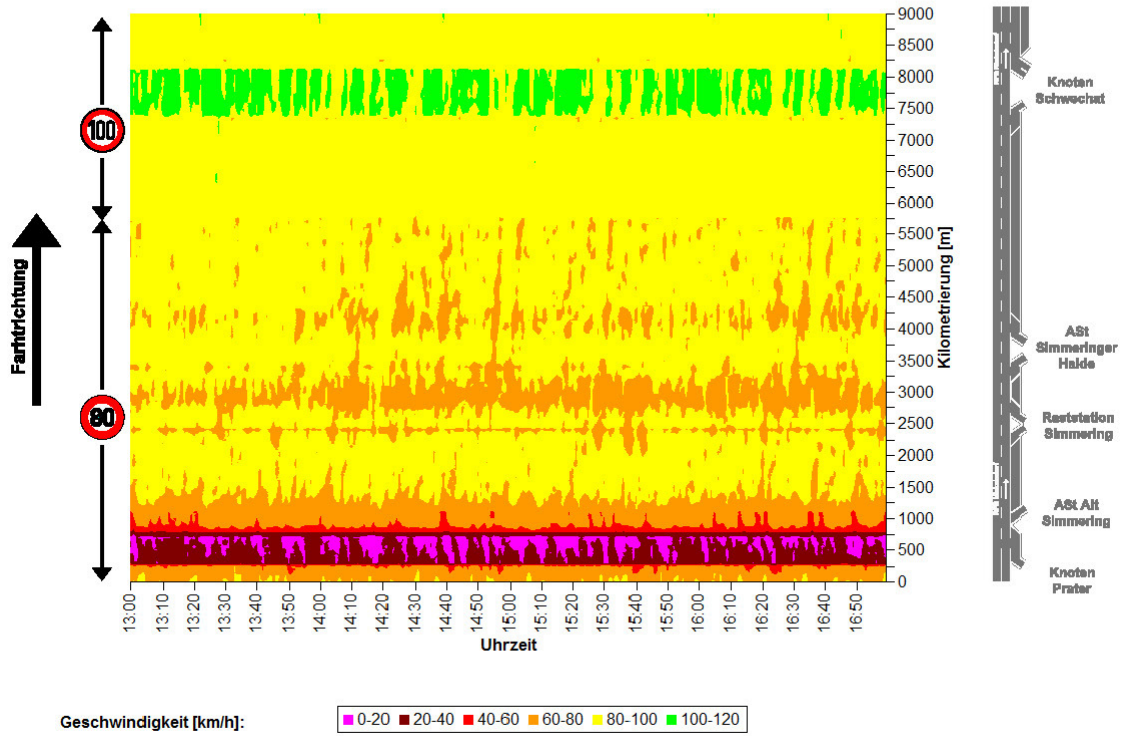
Verkehrsablauf Bestand - Prognose + 15%
Fahrtrichtung Nickelsdorf - Fr Nachmittag



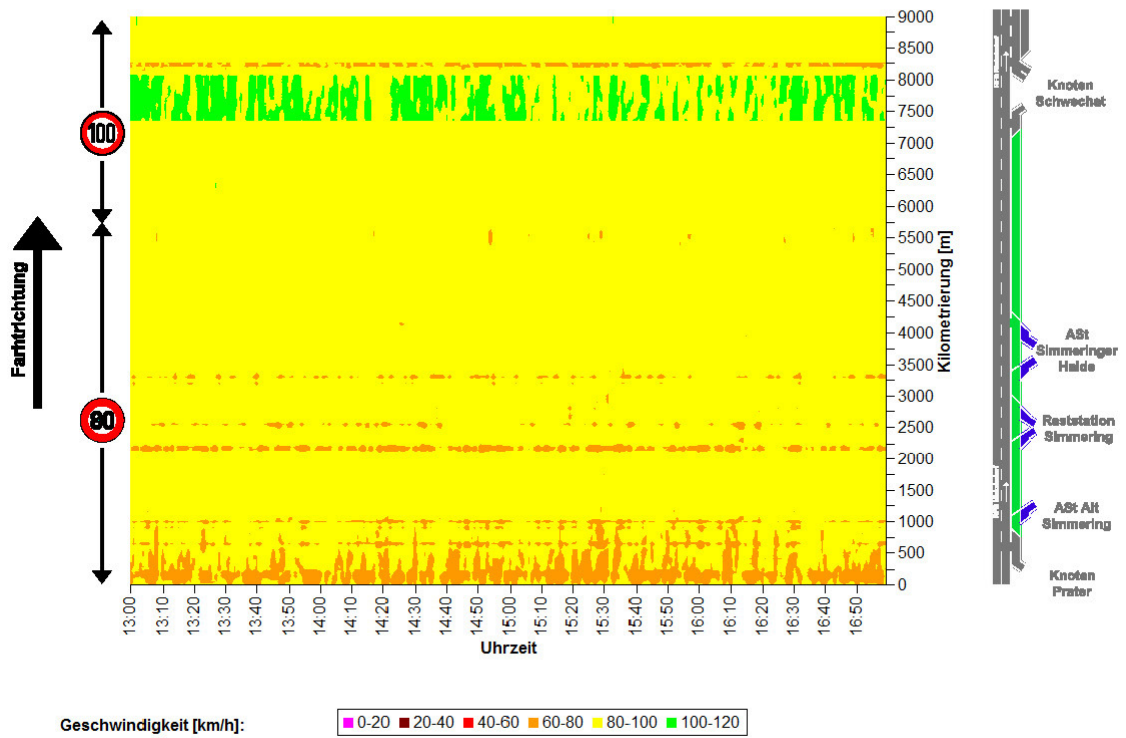
Verkehrsablauf mit temporärer Pannestreifenfreigabe - Prognose + 15%
Fahrtrichtung Nickelsdorf - Fr - Nachmittag



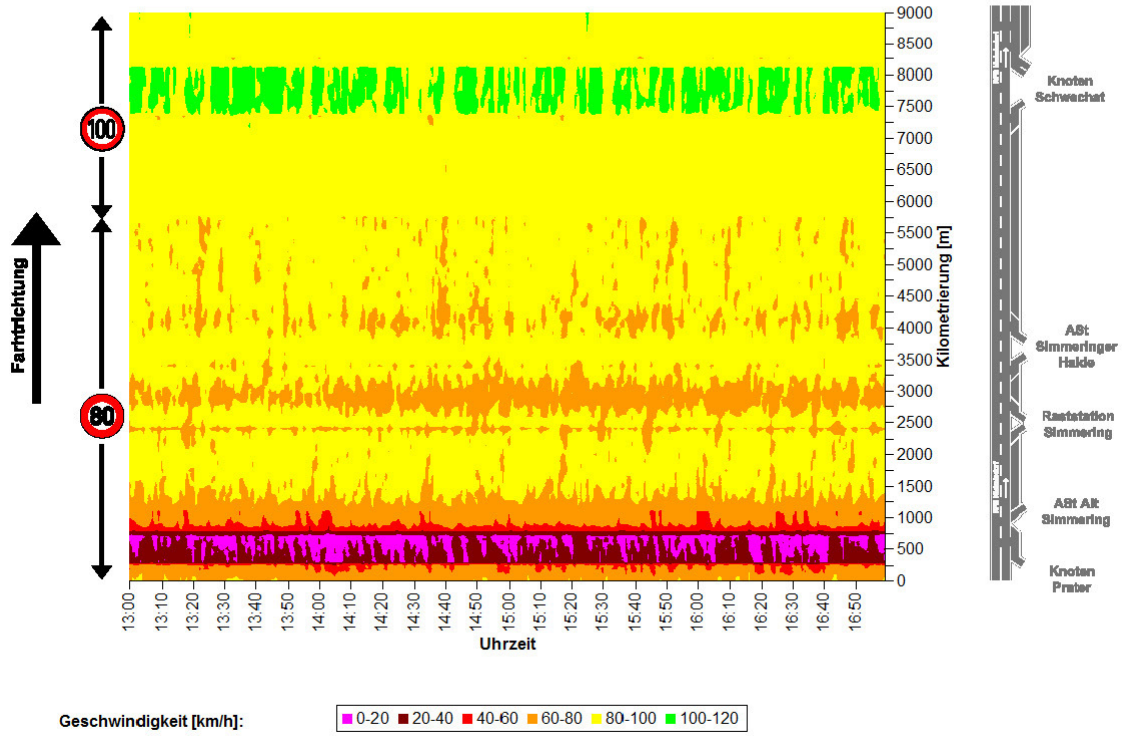
Verkehrsablauf Bestand - Prognose + 20%
Fahrtrichtung Nickelsdorf - Fr Nachmittag



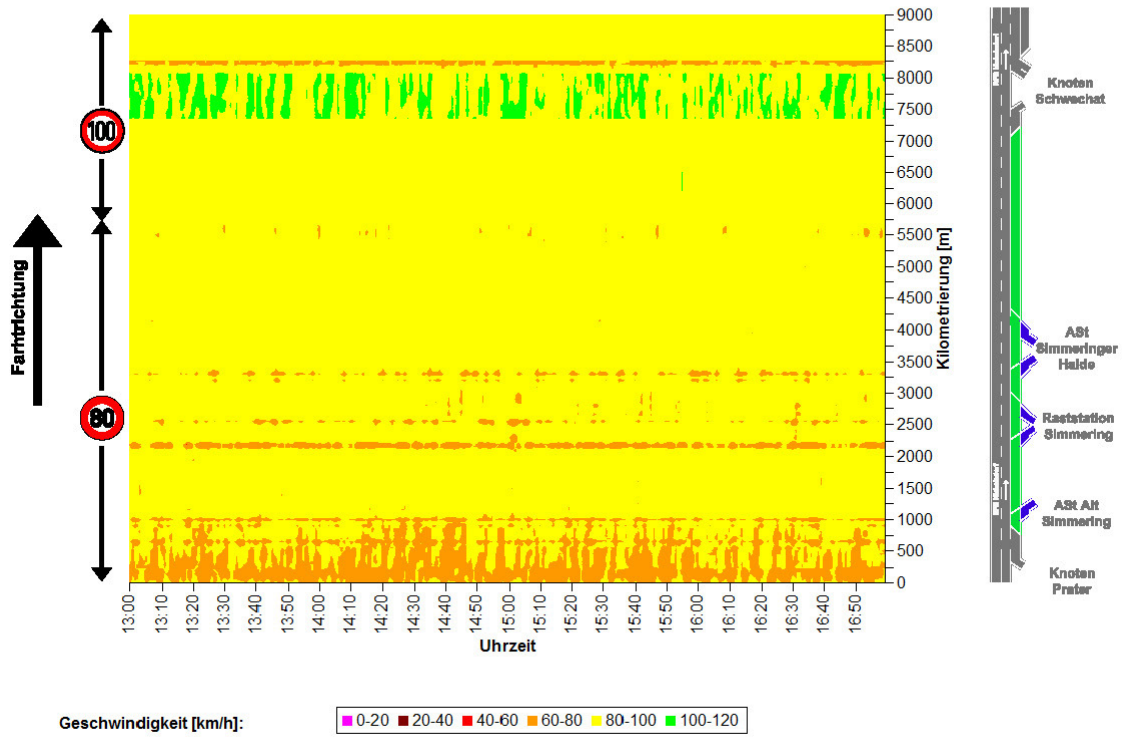
Verkehrsablauf mit temporärer Pannestreifenfreigabe - Prognose + 20%
Fahrtrichtung Nickelsdorf - Fr - Nachmittag



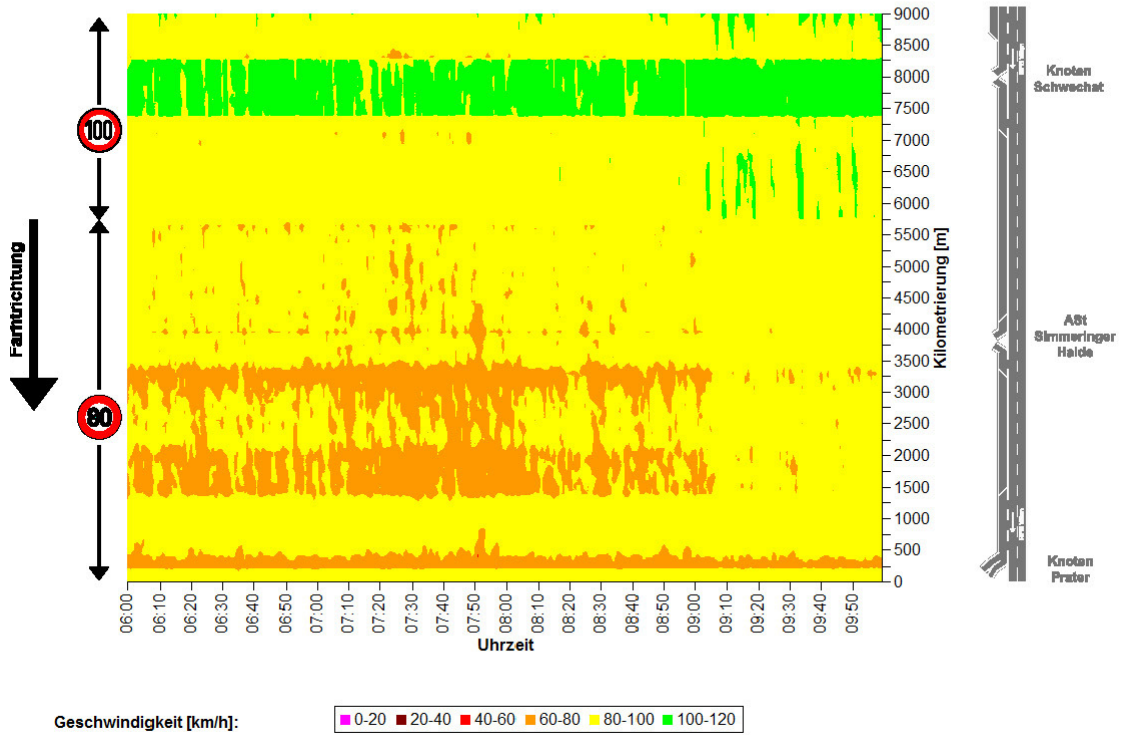
Verkehrsablauf Bestand - Prognose + 25%
Fahrtrichtung Nickelsdorf - Fr Nachmittag



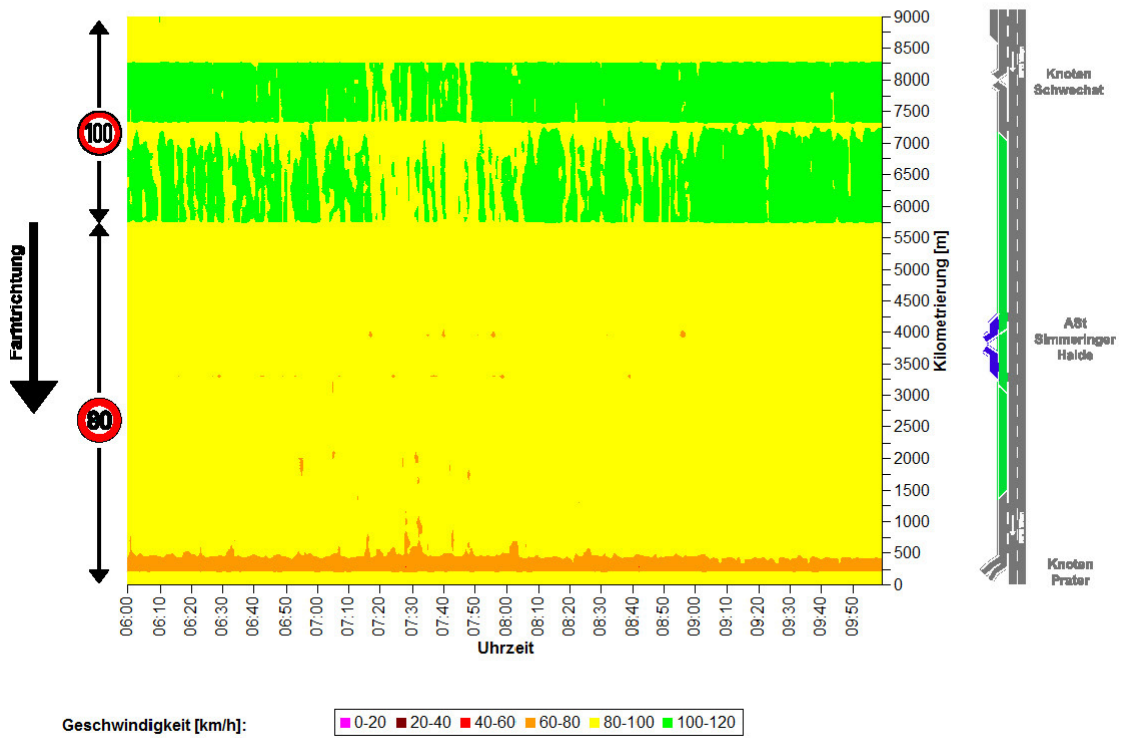
Verkehrsablauf mit temporärer Pannstreifenfreigabe - Prognose + 25%
Fahrtrichtung Nickelsdorf - Fr - Nachmittag



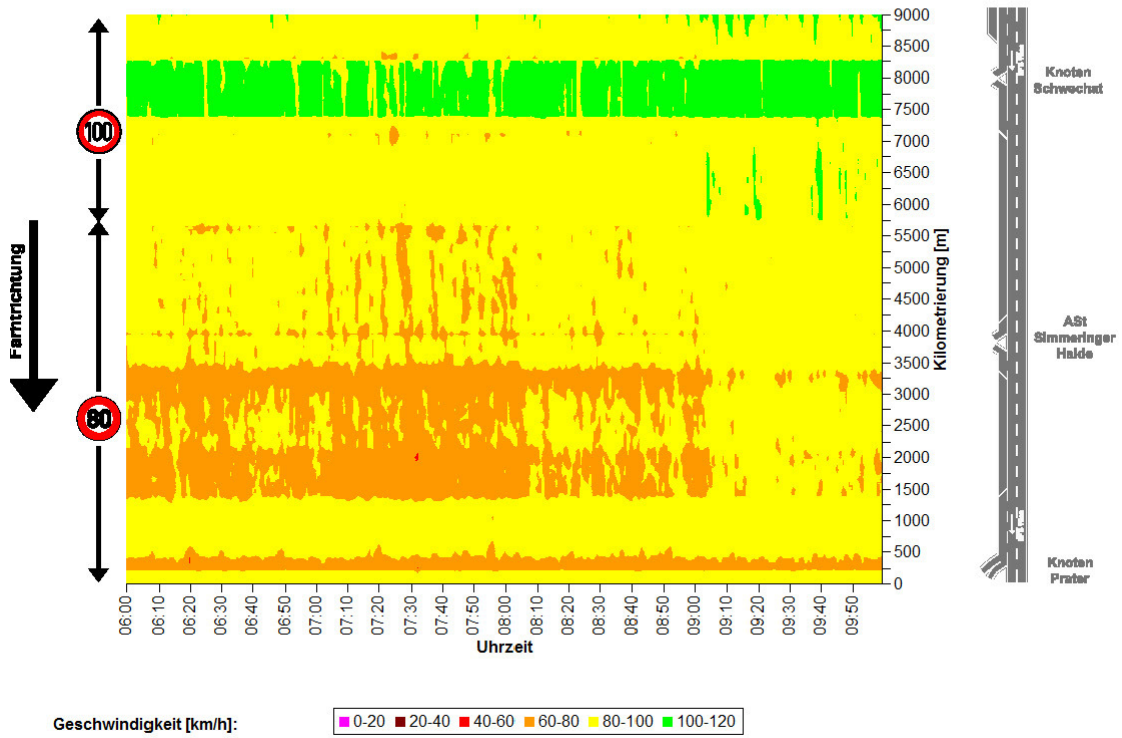
Verkehrsablauf Bestand
Fahrtrichtung Wien - Mo - Fr Vormittag



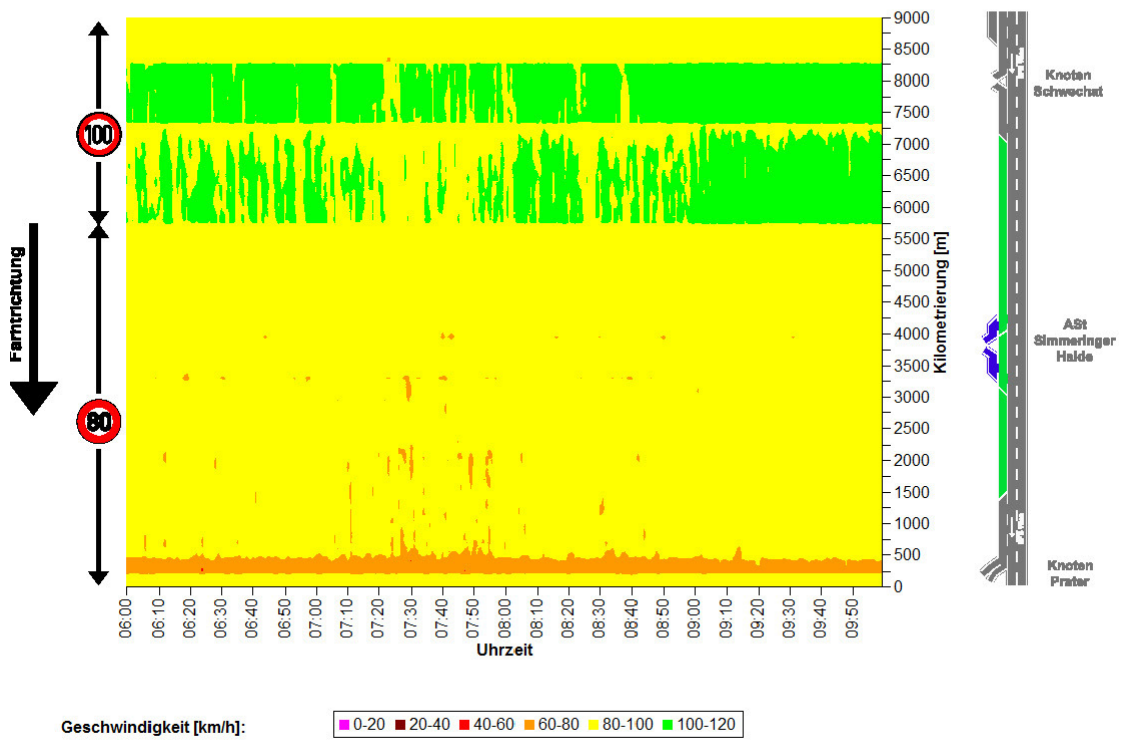
Verkehrsablauf mit temporärer Pannestreifenfreigabe
Fahrtrichtung Wien - Mo - Fr Vormittag



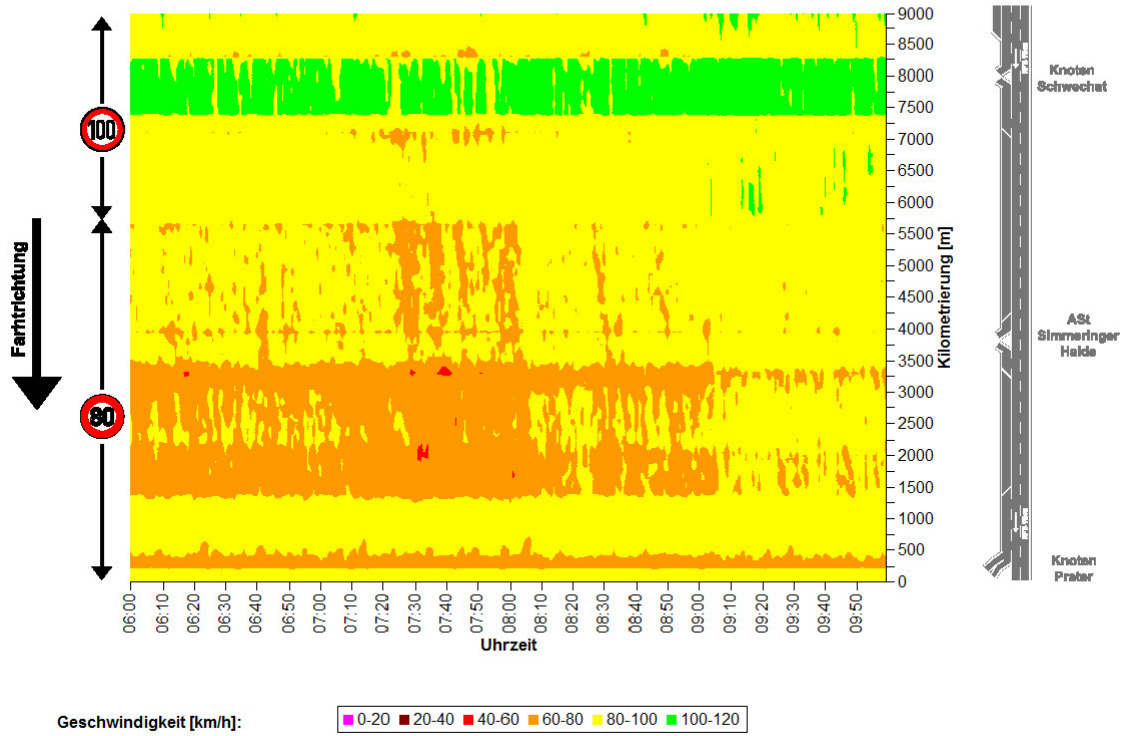
Verkehrsablauf Bestand - Prognose + 5%
Fahrtrichtung Wien - Mo - Fr Vormittag



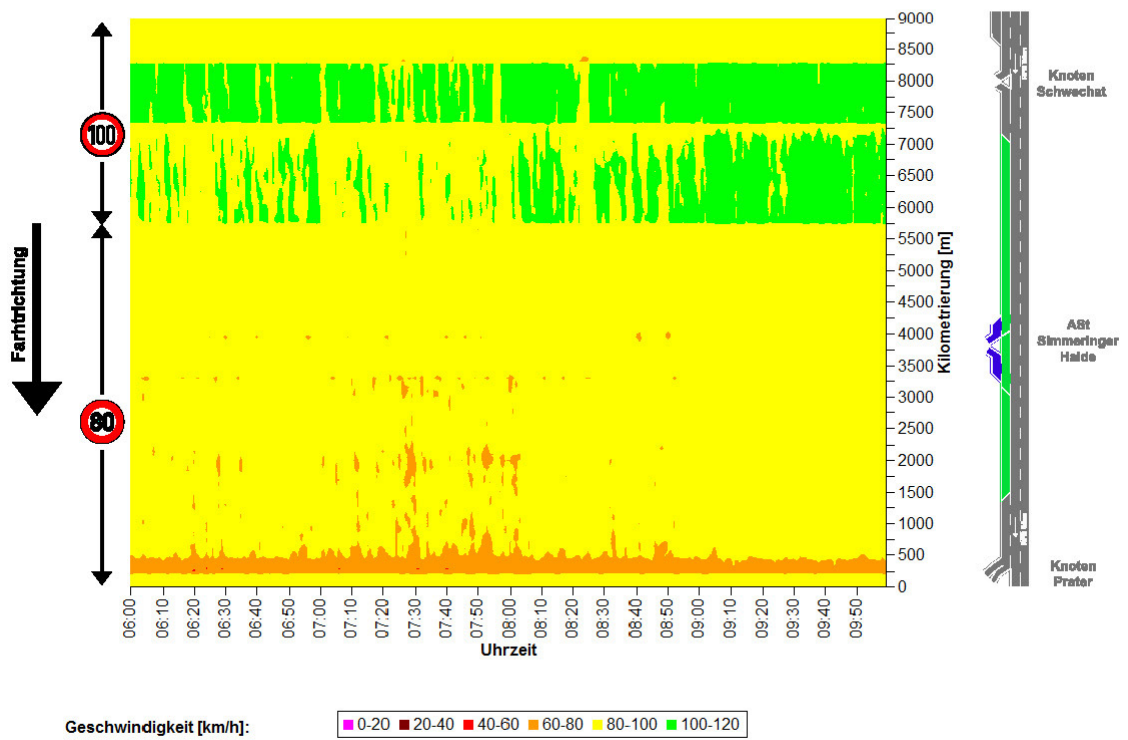
Verkehrsablauf mit temporärer Pannestreifenfreigabe - Prognose + 5%
Fahrtrichtung Wien - Mo - Fr Vormittag



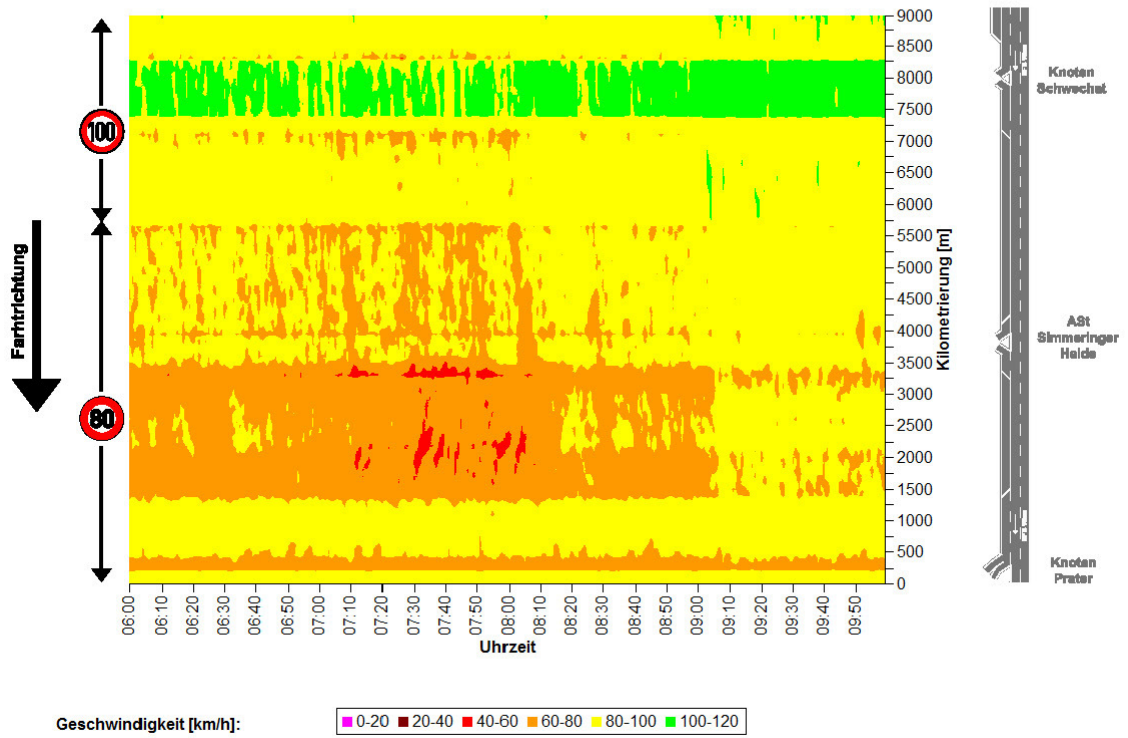
Verkehrsablauf Bestand - Prognose + 10%
Fahrtrichtung Wien - Mo - Fr Vormittag



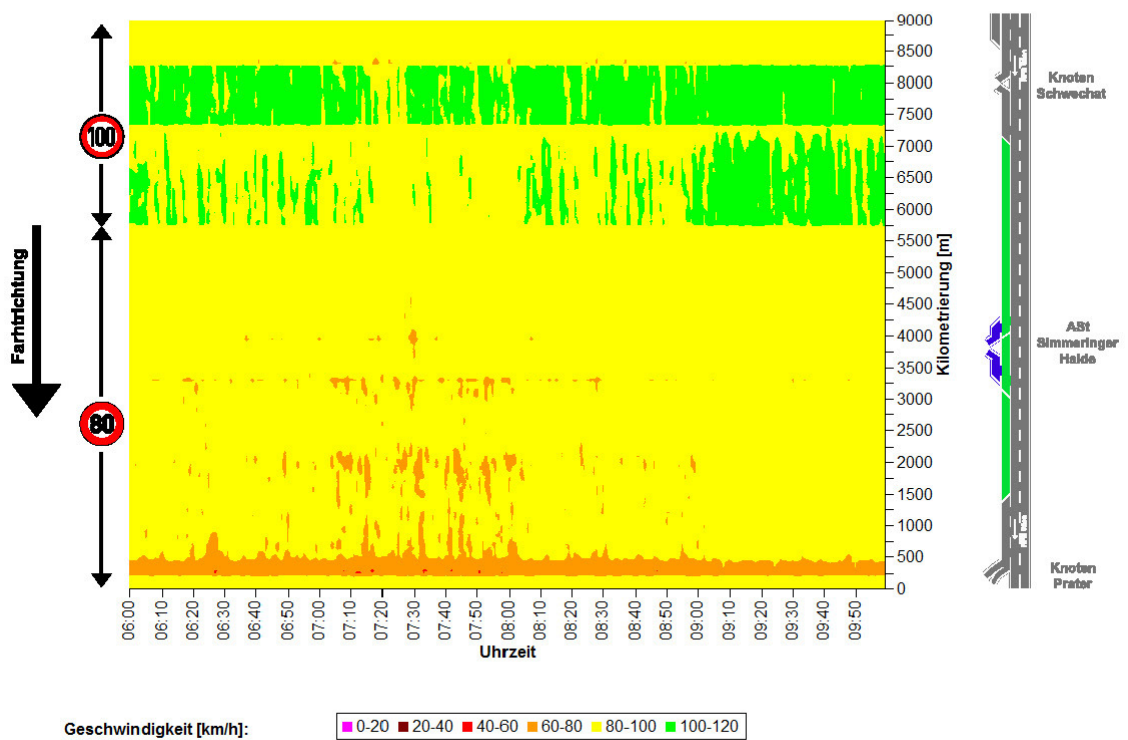
Verkehrsablauf mit temporärer Pannestreifenfreigabe - Prognose + 10%
Fahrtrichtung Wien - Mo - Fr Vormittag



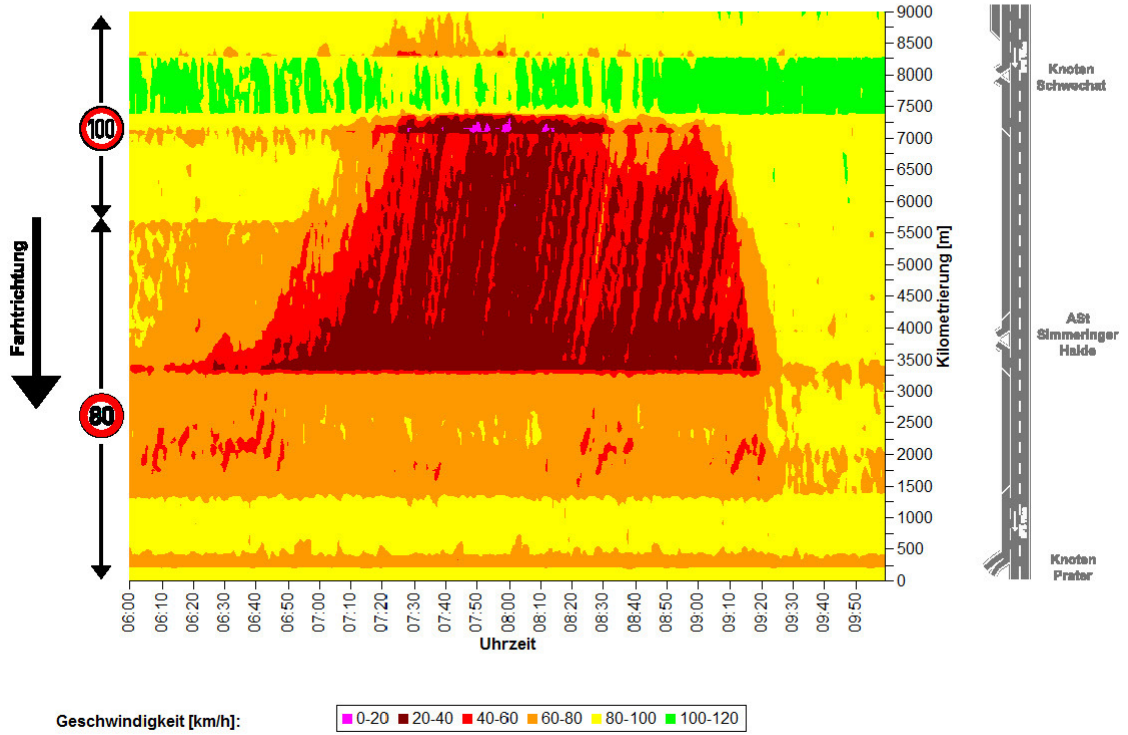
Verkehrsablauf Bestand - Prognose + 15 %
Fahrrichtung Wien - Mo - Fr Vormittag



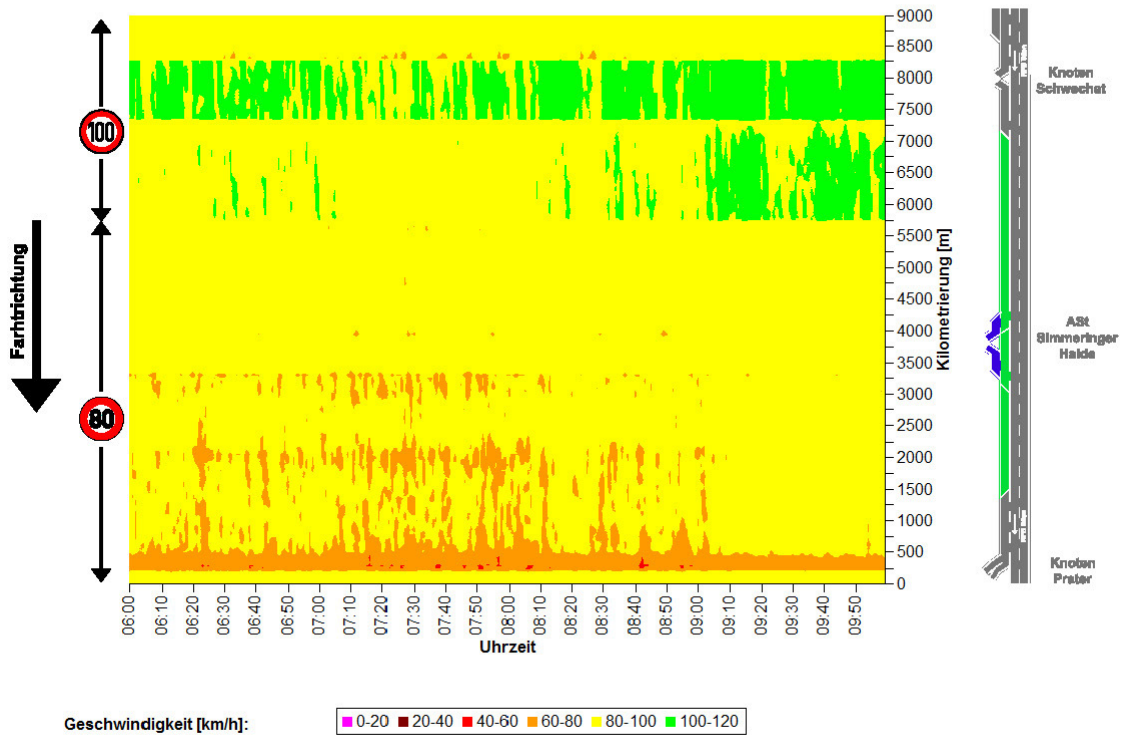
Verkehrsablauf mit temporärer Pannstreifenfreigabe - Prognose + 15 %
Fahrrichtung Wien - Mo - Fr Vormittag



Verkehrsablauf Bestand - Prognose + 25%
Fahrtrichtung Wien - Mo - Fr Vormittag



Verkehrsablauf mit temporärer Pannestreifenfreigabe - Prognose + 25%
Fahrtrichtung Wien - Mo - Fr Vormittag



Anhang C: Reisezeitauswertung

Fahrtrichtung Wien – Freitag Nachmittag:

			Nachmittagsspitze 13 - 17 Uhr		Spitzenstunde 15 - 16 Uhr	
	Abschnitt	Länge	Bestand	Pannestreifen-freigabe	Bestand	Pannestreifen-freigabe
2010	Knoten Schwechat - Simmeringer Haide	4020 m	159 s	154 s	159 s	155 s
	Simmeringer Haide - Knoten Prater	3730 m	161 s	158 s	161 s	158 s
	Gesamt	7750 m	320 s	313 s	320 s	313 s
	Reisezeitgewinn:		2% 7 s		2% 8 s	
Prognose +5%	Abschnitt	Länge	Bestand	Pannestreifen-freigabe	Bestand	Pannestreifen-freigabe
	Knoten Schwechat - Simmeringer Haide	4020 m	159 s	155 s	159 s	155 s
	Simmeringer Haide - Knoten Prater	3730 m	162 s	158 s	162 s	159 s
	Gesamt	7750 m	321 s	313 s	322 s	314 s
Reisezeitgewinn:		2% 8 s		2% 8 s		
Prognose +10%	Abschnitt	Länge	Bestand	Pannestreifen-freigabe	Bestand	Pannestreifen-freigabe
	Knoten Schwechat - Simmeringer Haide	4020 m	160 s	155 s	160 s	155 s
	Simmeringer Haide - Knoten Prater	3730 m	162 s	159 s	162 s	159 s
	Gesamt	7750 m	322 s	314 s	322 s	314 s
Reisezeitgewinn:		3% 8 s		3% 8 s		
Prognose +15%	Abschnitt	Länge	Bestand	Pannestreifen-freigabe	Bestand	Pannestreifen-freigabe
	Knoten Schwechat - Simmeringer Haide	4020 m	161 s	155 s	161 s	155 s
	Simmeringer Haide - Knoten Prater	3730 m	163 s	159 s	163 s	159 s
	Gesamt	7750 m	324 s	314 s	324 s	314 s
Reisezeitgewinn:		3% 10 s		3% 9 s		
Prognose +20%	Abschnitt	Länge	Bestand	Pannestreifen-freigabe	Bestand	Pannestreifen-freigabe
	Knoten Schwechat - Simmeringer Haide	4020 m	162 s	156 s	162 s	156 s
	Simmeringer Haide - Knoten Prater	3730 m	164 s	159 s	164 s	160 s
	Gesamt	7750 m	325 s	315 s	326 s	316 s
Reisezeitgewinn:		3% 10 s		3% 10 s		
Prognose +25%	Abschnitt	Länge	Bestand	Pannestreifen-freigabe	Bestand	Pannestreifen-freigabe
	Knoten Schwechat - Simmeringer Haide	4020 m	162 s	156 s	163 s	156 s
	Simmeringer Haide - Knoten Prater	3730 m	165 s	160 s	165 s	160 s
	Gesamt	7750 m	327 s	316 s	327 s	316 s
Reisezeitgewinn:		3% 11 s		4% 12 s		

Fahrtrichtung Wien – Montag bis Freitag Vormittag

			Vormittagsspitze 6 - 10 Uhr		Spitzenstunde 7 - 8 Uhr	
	Abschnitt	Länge	Bestand	Pannestreifen-freigabe	Bestand	Pannestreifen-freigabe
2010	Knoten Schwechat - Simmeringer Haide	4020 m	164 s	156 s	167 s	158 s
	Simmeringer Haide - Knoten Prater	3730 m	164 s	160 s	167 s	161 s
	Gesamt	7750 m	328 s	317 s	334 s	319 s
	Reisezeitgewinn:		4% 12 s		4% 15 s	
Prognose +5%	Knoten Schwechat - Simmeringer Haide	4020 m	165 s	157 s	169 s	158 s
	Simmeringer Haide - Knoten Prater	3730 m	166 s	161 s	169 s	162 s
	Gesamt	7750 m	331 s	317 s	337 s	320 s
	Reisezeitgewinn:		4% 13 s		5% 17 s	
Prognose +10%	Knoten Schwechat - Simmeringer Haide	4020 m	166 s	157 s	170 s	159 s
	Simmeringer Haide - Knoten Prater	3730 m	167 s	161 s	172 s	162 s
	Gesamt	7750 m	334 s	318 s	343 s	322 s
	Reisezeitgewinn:		5% 15 s		6% 21 s	
Prognose +15%	Knoten Schwechat - Simmeringer Haide	4020 m	168 s	158 s	172 s	160 s
	Simmeringer Haide - Knoten Prater	3730 m	171 s	162 s	181 s	163 s
	Gesamt	7750 m	339 s	320 s	354 s	323 s
	Reisezeitgewinn:		6% 19 s		9% 30 s	
Prognose +20%	Knoten Schwechat - Simmeringer Haide	4020 m	219 s	159 s	242 s	161 s
	Simmeringer Haide - Knoten Prater	3730 m	188 s	162 s	200 s	164 s
	Gesamt	7750 m	407 s	321 s	441 s	325 s
	Reisezeitgewinn:		21% 86 s		26% 117 s	
Prognose +25%	Knoten Schwechat - Simmeringer Haide	4020 m	285 s	159 s	358 s	161 s
	Simmeringer Haide - Knoten Prater	3730 m	195 s	163 s	202 s	164 s
	Gesamt	7750 m	480 s	322 s	560 s	326 s
	Reisezeitgewinn:		33% 157 s		42% 235 s	

Fahrtrichtung Wien – Montag bis Freitag Nachmittag

	Abschnitt	Länge	Nachmittagsspitze 15 - 19 Uhr		Spitzenstunde 16 - 17 Uhr	
			Bestand	Pannestreifen-freigabe	Bestand	Pannestreifen-freigabe
2010	Knoten Schwechat - Simmeringe r Haide	4020 m	160 s	155 s	162 s	155 s
	Simmeringe r Haide - Knoten Prater	3730 m	162 s	159 s	163 s	159 s
	Gesamt	7750 m	323 s	314 s	325 s	314 s
	Reisezeitgewinn:			3% 9 s		3% 11 s

Fahrtrichtung Nickelsdorf – Freitag Nachmittag

	Abschnitt	Länge	Nachmittagsspitze 13 - 17 Uhr		Spitzenstunde 15 - 16 Uhr	
			Bestand	Pannestreifen-freigabe	Bestand	Pannestreifen-freigabe
2010	Knoten Prater - HAST Alt Simmering	2200 m	114 s	101 s	122 s	102 s
	HAST Alt Simmering - Raststation Simmering	1340 m	60 s	58 s	60 s	58 s
	Raststation Simmering - Simmeringer Haide	1117 m	50 s	48 s	50 s	48 s
	Simmeringer Haide - Knoten Schwechat	4118 m	169 s	162 s	170 s	162 s
	Gesamt	8775 m	393 s	369 s	402 s	369 s
	Reisezeitgewinn:			6% 24 s		8% 33 s
Prognose + 5%	Knoten Prater - HAST Alt Simmering	2200 m	237 s	102 s	284 s	102 s
	HAST Alt Simmering - Raststation Simmering	1340 m	60 s	58 s	60 s	58 s
	Raststation Simmering - Simmeringer Haide	1117 m	50 s	48 s	50 s	48 s
	Simmeringer Haide - Knoten Schwechat	4118 m	170 s	162 s	170 s	163 s
	Gesamt	8775 m	517 s	370 s	564 s	371 s
	Reisezeitgewinn:			28% 147 s		34% 193 s
Prognose + 10%	Knoten Prater - HAST Alt Simmering	2200 m	358 s	103 s	414 s	103 s
	HAST Alt Simmering - Raststation Simmering	1340 m	60 s	58 s	60 s	58 s
	Raststation Simmering - Simmeringer Haide	1117 m	50 s	48 s	50 s	48 s
	Simmeringer Haide - Knoten Schwechat	4118 m	170 s	163 s	170 s	163 s
	Gesamt	8775 m	638 s	372 s	694 s	373 s
	Reisezeitgewinn:			42% 266 s		46% 321 s
Prognose + 15%	Knoten Prater - HAST Alt Simmering	2200 m	504 s	105 s	612 s	107 s
	HAST Alt Simmering - Raststation Simmering	1340 m	60 s	58 s	60 s	58 s
	Raststation Simmering - Simmeringer Haide	1117 m	50 s	48 s	51 s	49 s
	Simmeringer Haide - Knoten Schwechat	4118 m	170 s	163 s	171 s	164 s
	Gesamt	8775 m	784 s	375 s	893 s	377 s
	Reisezeitgewinn:			52% 409 s		58% 516 s

	Abschnitt	Länge	Nachmittagsspitze 13 - 17 Uhr		Spitzenstunde 15 - 16 Uhr	
			Bestand	Pannestreifen-freigabe	Bestand	Pannestreifen-freigabe
Prognose + 20%	Knoten Prater - HAST Alt Simmering	2200 m	575 s	110 s	674 s	113 s
	HAST Alt Simmering - Raststation Simmering	1340 m	60 s	58 s	60 s	58 s
	Raststation Simmering - Simmeringer Haide	1117 m	50 s	48 s	51 s	49 s
	Simmeringer Haide - Knoten Schwechat	4118 m	171 s	164 s	171 s	164 s
	Gesamt	8775 m	856 s	380 s	955 s	384 s
	Reisezeitgewinn:			56%		60%
			476 s		572 s	
	Abschnitt	Länge	Nachmittagsspitze 13 - 17 Uhr		Spitzenstunde 15 - 16 Uhr	
			Bestand	Pannestreifen-freigabe	Bestand	Pannestreifen-freigabe
Prognose + 25%	Knoten Prater - HAST Alt Simmering	2200 m	662 s	119 s	756 s	124 s
	HAST Alt Simmering - Raststation Simmering	1340 m	60 s	58 s	60 s	58 s
	Raststation Simmering - Simmeringer Haide	1117 m	50 s	49 s	50 s	49 s
	Simmeringer Haide - Knoten Schwechat	4118 m	171 s	165 s	171 s	165 s
	Gesamt	8775 m	942 s	391 s	1038 s	396 s
	Reisezeitgewinn:			59%		62%
			552 s		641 s	

Fahrtrichtung Nickelsdorf – Montag bis Freitag Vormittag

	Abschnitt	Länge	Vormittagsspitze 6 - 10 Uhr		Spitzenstunde 7 - 8 Uhr	
			Bestand	Pannestreifen-freigabe	Bestand	Pannestreifen-freigabe
2010	Knoten Prater - HAST Alt Simmering	2200 m	102 s	100 s	104 s	101 s
	HAST Alt Simmering - Raststation Simmering	1340 m	58 s	57 s	59 s	57 s
	Raststation Simmering - Simmeringer Haide	1117 m	48 s	47 s	49 s	47 s
	Simmeringer Haide - Knoten Schwechat	4118 m	163 s	159 s	165 s	159 s
	Gesamt	8775 m	372 s	363 s	376 s	365 s
	Reisezeitgewinn:			2%		3%
			9 s		11 s	
	Abschnitt	Länge	Vormittagsspitze 6 - 10 Uhr		Spitzenstunde 7 - 8 Uhr	
			Bestand	Pannestreifen-freigabe	Bestand	Pannestreifen-freigabe
Prognose + 5%	Knoten Prater - HAST Alt Simmering	2200 m	102 s	100 s	105 s	101 s
	HAST Alt Simmering - Raststation Simmering	1340 m	58 s	57 s	59 s	57 s
	Raststation Simmering - Simmeringer Haide	1117 m	49 s	47 s	49 s	47 s
	Simmeringer Haide - Knoten Schwechat	4118 m	164 s	159 s	165 s	160 s
	Gesamt	8775 m	373 s	364 s	378 s	366 s
	Reisezeitgewinn:			3%		3%
			10 s		12 s	

			Vormittagsspitze 6 - 10 Uhr		Spitzenstunde 7 - 8 Uhr	
	Abschnitt	Länge	Bestand	Pannestreifen-freigabe	Bestand	Pannestreifen-freigabe
Prognose + 10%	Knoten Prater - HAST Alt Simmering	2200 m	104 s	101 s	108 s	102 s
	HAST Alt Simmering - Raststation Simmering	1340 m	59 s	57 s	59 s	57 s
	Raststation Simmering - Simmeringer Haide	1117 m	49 s	47 s	49 s	48 s
	Simmeringer Haide - Knoten Schwechat	4118 m	164 s	159 s	166 s	160 s
	Gesamt	8775 m	375 s	364 s	383 s	367 s
	Reisezeitgewinn:			3%		4%
			11 s		16 s	
Prognose + 15%			Vormittagsspitze 6 - 10 Uhr		Spitzenstunde 7 - 8 Uhr	
	Abschnitt	Länge	Bestand	Pannestreifen-freigabe	Bestand	Pannestreifen-freigabe
	Knoten Prater - HAST Alt Simmering	2200 m	109 s	101 s	123 s	103 s
	HAST Alt Simmering - Raststation Simmering	1340 m	59 s	57 s	59 s	57 s
	Raststation Simmering - Simmeringer Haide	1117 m	49 s	47 s	49 s	48 s
	Simmeringer Haide - Knoten Schwechat	4118 m	165 s	159 s	167 s	160 s
Gesamt	8775 m	382 s	365 s	399 s	369 s	
Reisezeitgewinn:			4%		8%	
			17 s		30 s	
Prognose + 20%			Vormittagsspitze 6 - 10 Uhr		Spitzenstunde 7 - 8 Uhr	
	Abschnitt	Länge	Bestand	Pannestreifen-freigabe	Bestand	Pannestreifen-freigabe
	Knoten Prater - HAST Alt Simmering	2200 m	152 s	102 s	202 s	105 s
	HAST Alt Simmering - Raststation Simmering	1340 m	59 s	57 s	60 s	58 s
	Raststation Simmering - Simmeringer Haide	1117 m	49 s	48 s	49 s	48 s
	Simmeringer Haide - Knoten Schwechat	4118 m	165 s	160 s	166 s	161 s
Gesamt	8775 m	425 s	367 s	477 s	371 s	
Reisezeitgewinn:			14%		22%	
			58 s		106 s	
Prognose + 25%			Vormittagsspitze 6 - 10 Uhr		Spitzenstunde 7 - 8 Uhr	
	Abschnitt	Länge	Bestand	Pannestreifen-freigabe	Bestand	Pannestreifen-freigabe
	Knoten Prater - HAST Alt Simmering	2200 m	212 s	105 s	274 s	112 s
	HAST Alt Simmering - Raststation Simmering	1340 m	59 s	57 s	59 s	58 s
	Raststation Simmering - Simmeringer Haide	1117 m	49 s	48 s	49 s	48 s
	Simmeringer Haide - Knoten Schwechat	4118 m	166 s	160 s	167 s	161 s
Gesamt	8775 m	486 s	369 s	549 s	378 s	
Reisezeitgewinn:			24%		31%	
			116 s		171 s	

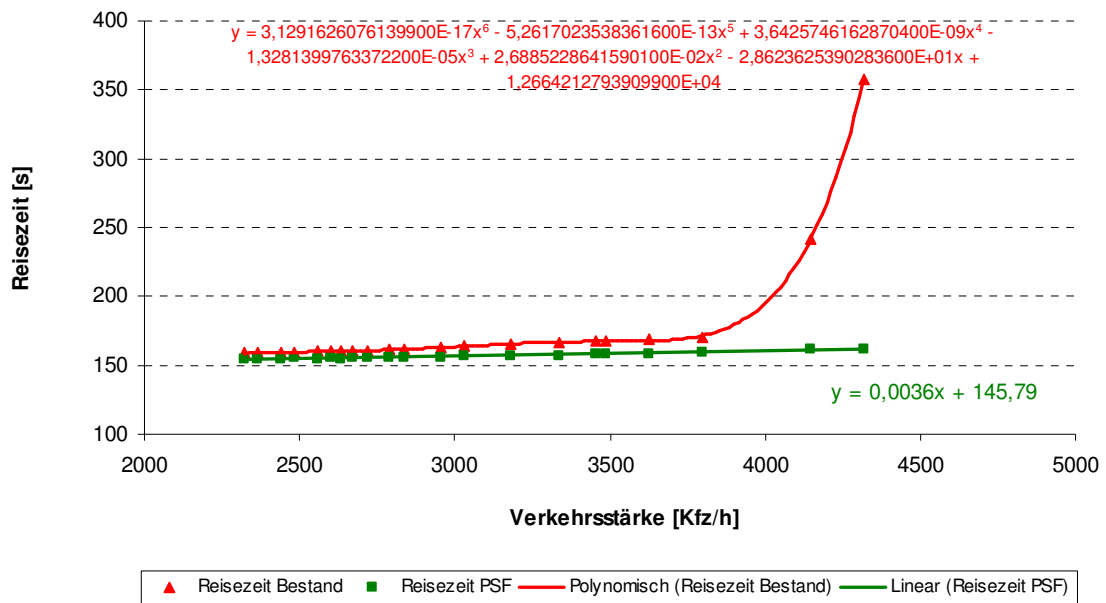
Fahrtrichtung Nickelsdorf – Montag bis Freitag Nachmittag

	Abschnitt	Länge	Nachmittagsspitze 15 - 19 Uhr		Spitzenstunde 16 - 17 Uhr	
			Bestand	Pannestreifen-freigabe	Bestand	Pannestreifen-freigabe
2010	Knoten Prater - HAST Alt Simmering	2200 m	104 s	101 s	106 s	101 s
	HAST Alt Simmering - Raststation Simmering	1340 m	59 s	57 s	60 s	57 s
	Raststation Simmering - Simmeringer Haide	1117 m	50 s	48 s	50 s	48 s
	Simmeringer Haide - Knoten Schwechat	4118 m	168 s	161 s	169 s	161 s
	Gesamt	8775 m	380 s	367 s	384 s	368 s
Reisezeitgewinn:			4%	4%		
			13 s		15 s	

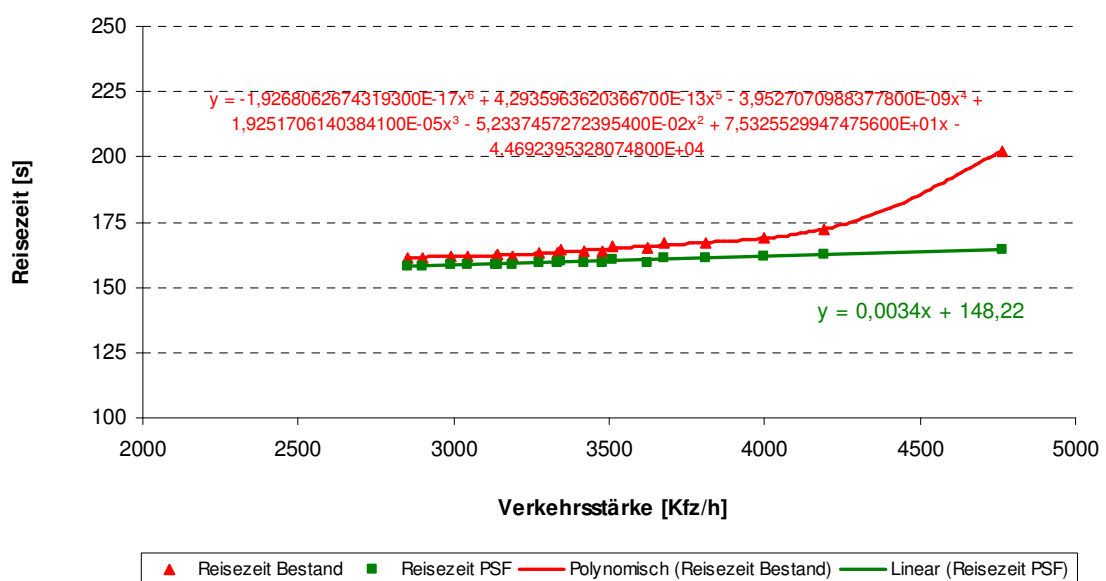
Anhang D: Reisezeitfunktionen

Fahrtrichtung Wien:

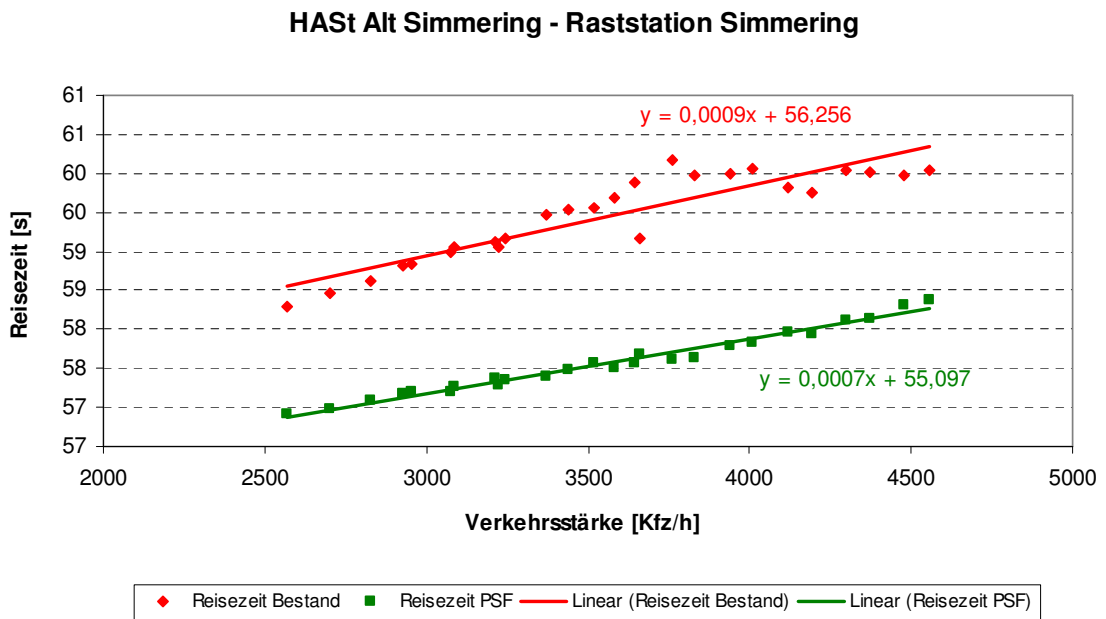
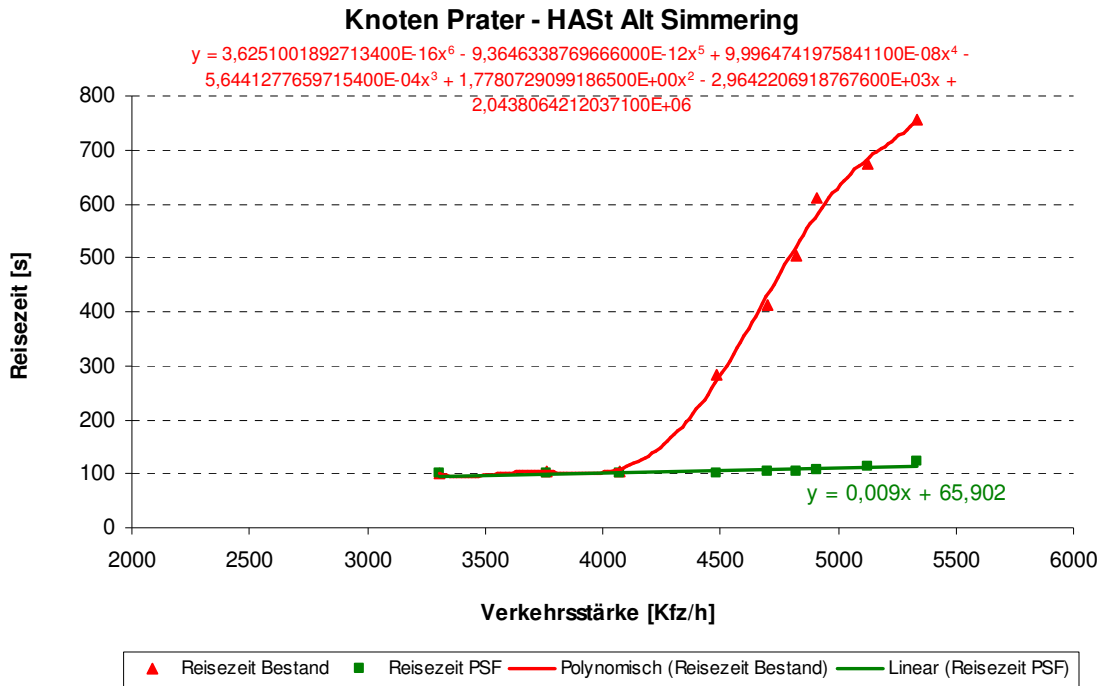
Knoten Schwechat - Simmeringer Haide



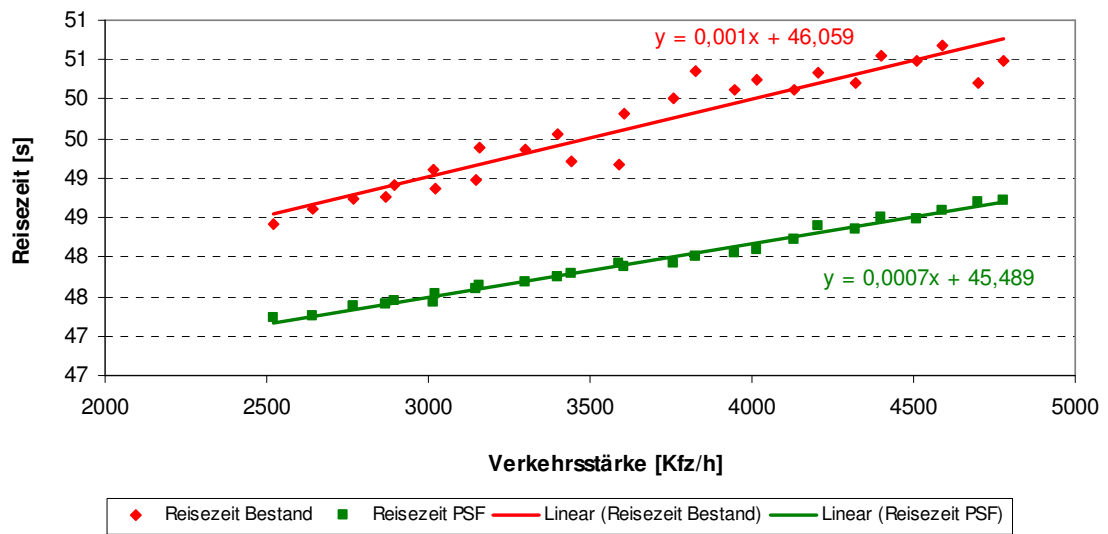
Simmeringer Haide - Knoten Prater



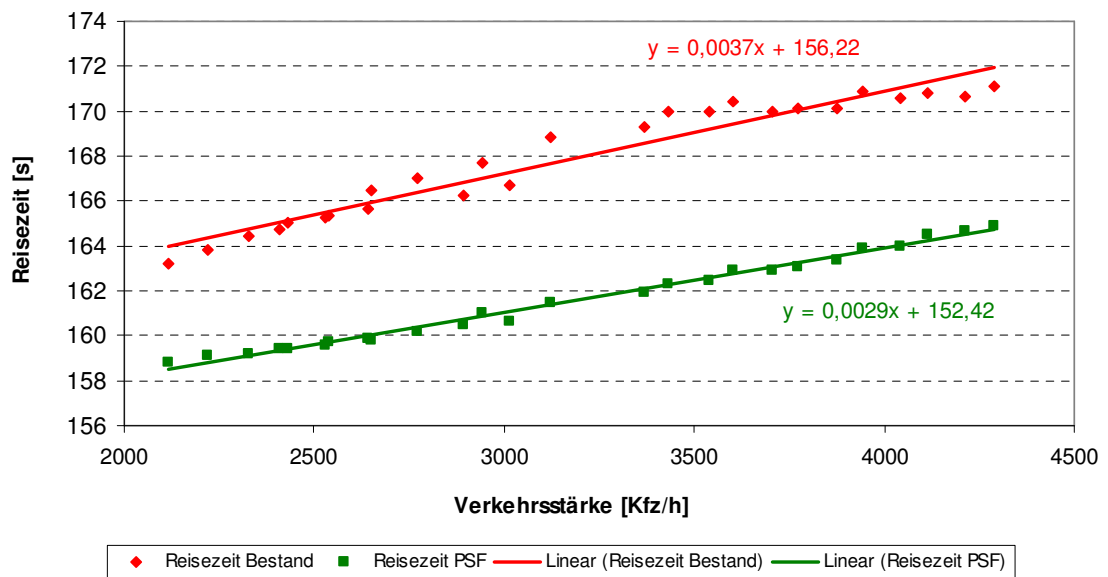
Fahrtrichtung Nickelsdorf:



Raststation Simmering - Simmeringer Haide



Simmeringer Haide - Knoten Schwechat



Anhang E: Hochrechnung der Reisezeit auf das Jahr

Prognose + 10%								
ANZAHL FAHRZEUGE [Kfz/h]	Mittelwerte Mo - Fr Vormittag				Mittelwerte Mo - Fr Nachmittag			
	6-7	7-8	8-9	9-10	15-16	16-17	17-18	18-19
Fahrrichtung Nickelsdorf								
Knoten Prater - HAST Alt Simmering	3810 Kfz/h	4142 Kfz/h	3686 Kfz/h	2899 Kfz/h	4169 Kfz/h	4483 Kfz/h	4393 Kfz/h	3855 Kfz/h
HAST Alt Simmering - Raststation Simmering	2965 Kfz/h	3223 Kfz/h	2868 Kfz/h	2256 Kfz/h	3519 Kfz/h	3784 Kfz/h	3708 Kfz/h	3254 Kfz/h
Raststation Simmering - Simmeringer Haide	2904 Kfz/h	3157 Kfz/h	2810 Kfz/h	2210 Kfz/h	3688 Kfz/h	3966 Kfz/h	3886 Kfz/h	3410 Kfz/h
Simmeringer Haide - Knoten Schwechat	2439 Kfz/h	2651 Kfz/h	2359 Kfz/h	1856 Kfz/h	3192 Kfz/h	3432 Kfz/h	3363 Kfz/h	2952 Kfz/h
Fahrrichtung Wien								
Knoten Schwechat - Simmeringer Haide	3496 Kfz/h	3801 Kfz/h	3382 Kfz/h	2660 Kfz/h	2859 Kfz/h	3075 Kfz/h	3013 Kfz/h	2644 Kfz/h
Simmeringer Haide - Knoten Prater	3856 Kfz/h	4191 Kfz/h	3730 Kfz/h	2934 Kfz/h	3412 Kfz/h	3669 Kfz/h	3595 Kfz/h	3155 Kfz/h
REISEZEITEN BESTAND [s]								
Fahrrichtung Nickelsdorf								
Knoten Prater - HAST Alt Simmering	102 s	120 s	104 s	97 s	126 s	271 s	216 s	101 s
HAST Alt Simmering - Raststation Simmering	59 s	59 s	59 s	58 s	59 s	60 s	60 s	59 s
Raststation Simmering - Simmeringer Haide	49 s	49 s	49 s	48 s	50 s	50 s	50 s	49 s
Simmeringer Haide - Knoten Schwechat	165 s	166 s	165 s	163 s	168 s	169 s	169 s	167 s
Fahrrichtung Wien								
Knoten Schwechat - Simmeringer Haide	167 s	172 s	167 s	160 s	162 s	164 s	164 s	160 s
Simmeringer Haide - Knoten Prater	167 s	172 s	167 s	162 s	164 s	166 s	166 s	162 s
REISEZEITEN PANNENSTREIFENFREIG. [s]								
Fahrrichtung Nickelsdorf								
Knoten Prater - HAST Alt Simmering	100 s	103 s	99 s	92 s	103 s	106 s	105 s	101 s
HAST Alt Simmering - Raststation Simmering	57 s	57 s	57 s	57 s	58 s	58 s	58 s	57 s
Raststation Simmering - Simmeringer Haide	48 s	48 s	47 s	47 s	48 s	48 s	48 s	48 s
Simmeringer Haide - Knoten Schwechat	159 s	160 s	159 s	158 s	162 s	162 s	162 s	161 s
Fahrrichtung Wien								
Knoten Schwechat - Simmeringer Haide	158 s	159 s	158 s	155 s	156 s	157 s	157 s	155 s
Simmeringer Haide - Knoten Prater	161 s	162 s	161 s	158 s	160 s	161 s	160 s	159 s
REISEZEITGEWINN PRO FAHRZEUG [s]								
Schwellenwert für PSF [Kfz/h]: 3300 Kfz/h								
Fahrrichtung Nickelsdorf								
Knoten Prater - HAST Alt Simmering	2 s	17 s	4 s	0	23 s	164 s	110 s	0 s
HAST Alt Simmering - Raststation Simmering	2 s	2 s	2 s	0	2 s	2 s	2 s	2 s
Raststation Simmering - Simmeringer Haide	1 s	2 s	1 s	0	2 s	2 s	2 s	2 s
Simmeringer Haide - Knoten Schwechat	6 s	6 s	6 s	0	6 s	7 s	6 s	6 s
Fahrrichtung Wien								
Knoten Schwechat - Simmeringer Haide	9 s	12 s	9 s	0	6 s	7 s	7 s	0
Simmeringer Haide - Knoten Prater	6 s	10 s	6 s	0	4 s	5 s	5 s	0
REISEZEITGEWINN ALLE KFZ - PRO ABSCHNITT [h]								
Fahrrichtung Nickelsdorf								
Knoten Prater - HAST Alt Simmering	1,86 h	19,28 h	4,55 h	0,00 h	26,16 h	204,72 h	134,64 h	0,44 h
HAST Alt Simmering - Raststation Simmering	1,44 h	1,61 h	1,38 h	0,00 h	1,82 h	2,01 h	1,96 h	1,64 h
Raststation Simmering - Simmeringer Haide	1,16 h	1,33 h	1,10 h	0,00 h	1,72 h	1,94 h	1,87 h	1,51 h
Simmeringer Haide - Knoten Schwechat	3,90 h	4,36 h	3,73 h	0,00 h	5,63 h	6,24 h	6,06 h	5,05 h
	8,36 h	26,58 h	10,76 h	0,00 h	35,34 h	214,91 h	144,54 h	8,64 h
Fahrrichtung Wien								
Knoten Schwechat - Simmeringer Haide	8,63 h	12,98 h	8,55 h	0,00 h	4,55 h	6,36 h	5,77 h	0,00 h
Simmeringer Haide - Knoten Prater	6,60 h	11,51 h	5,90 h	0,00 h	4,02 h	5,56 h	5,15 h	0,00 h
Summe	15,23 h	24,49 h	14,44 h	0,00 h	8,57 h	11,92 h	10,92 h	0,00 h
Fahrrichtung Nickelsdorf								
REISEZEITGEWINN PRO TAG [h]	449,12 h							
Fahrrichtung Wien								
REISEZEITGEWINN PRO TAG [h]	85,57 h							

0 Anhang E: Hochrechnung der Reisezeit auf das Jahr

Anzahl Werktage: 240 d

Fahrtrichtung Nickelsdorf 107789,42 h
 REISEZEITGEWINN PRO Jahr [h]
Fahrtrichtung Wien
 REISEZEITGEWINN PRO Jahr [h] 20537,56 h

Besetzungsgrad:[Personen/Pkw] 1,3
 SV- Anteil 10%

Fahrtrichtung Nickelsdorf
 REISEZEITGEWINN PRO Jahr [Pers-h] 126113,62 Pers-h
Fahrtrichtung Wien
 REISEZEITGEWINN PRO Jahr [Pers-h] 24028,95 Pers-h

Aufteilung Fahrtzwecke:
 Personen Geschäftsverkehr 13%
 Personen Berufspendelverkehr 30%
 Personen, Ausbildungs, Freizeit, Einkaufsv. 57%
 Quelle: Hr. Lautner/ASFINAG

Kostensätze Personenverkehr
[Euro/Personenstunde]
 Personen Geschäftsverkehr 28,00 Euro/Personenstunde
 Personen Berufspendelverkehr 10,00 Euro/Personenstunde
 Personen, Ausbildungs, Freizeit, Einkaufsv. 7,50 Euro/Personenstunde
 Quelle: RVS 02.01.22, Preistand 2006

Kostensätze Güterverkehr
[Euro / Kfz.h] 25,00 Euro/Kfz/h

Fahrtrichtung Nickelsdorf
 ZEITKOSTEN [€/Jahr] 1.554.161 €/Jahr
Fahrtrichtung Wien
 ZEITKOSTEN [€/Jahr] 296.121 €/Jahr
 Gesamt:
 ZEITKOSTEN [€/Jahr] 1.850.282 €/Jahr