

MERGE LANE

Messung realer Geschwindigkeiten und Beschleunigungen zur Optimierung der Längen von Einbiegestreifen

Ein Projekt finanziert im Rahmen der
Verkehrsinfrastrukturforschung 2019
(**VIF 2019**)


ERGEBNISBERICHT (August 2022)



Impressum:

Herausgeber und Programmverantwortung:

Bundesministerium für Klimaschutz
Abteilung Mobilitäts- und Verkehrstechnologien
Radetzkystraße 2
1030 Wien

 **Bundesministerium**
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie

ÖBB-Infrastruktur AG
Praterstern 3
1020 Wien



Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-
Aktiengesellschaft
Rotenturmstraße 5-9
1010 Wien



Für den Inhalt verantwortlich:

AIT Austrian Institute of Technology GmbH
Center for Low-Emission Transport
Business Unit Transportation Infrastructure Technologies
Giefinggasse 4
1210 Wien



Universität für Bodenkultur
Department für Raum, Landschaft und Infrastruktur
Institut für Verkehrswesen
Peter-Jordan-Straße 82
1190 Wien



Programmmanagement:

Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH
Thematische Programme
Sensengasse 1
1090 Wien



MERGE LANE

Messung realer Geschwindigkeiten und Beschleunigungen zur Optimierung der Längen von Einbiegestreifen

Ein Projekt finanziert im Rahmen der
Verkehrsinfrastrukturforschung
(VIF2019)

ERGEBNISBERICHT (August 2022)

AutorInnen:

Ass.Prof. Dipl.-Ing. Dr.nat.techn. Wolfgang Josef BERGER

Dipl.-Ing.ⁱⁿ Valerie BATIAJEW

Dipl.-Ing. Michael ALEKSA

Dipl.-Ing.ⁱⁿ Andrea SCHAUB

Auftraggeber:

Bundesministerium für Klimaschutz

ÖBB-Infrastruktur AG

Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-Aktiengesellschaft

Auftragnehmer:

AIT Austrian Institute of Technology GmbH

INHALT:

1	Einleitung	6
1.1	Ausgangslage / Motivation	6
1.2	Forschungsfragen / Ziele	6
1.3	Methoden	7
2	Entwicklung des Beschleunigungsvermögens	8
2.1	Allgemeines	8
2.2	Entwicklung der Pkw-Neuzulassungen 2004-2019	9
2.3	Gewichts- und kW-Entwicklung am Beispiel eines der am häufigsten zugelassenen Pkw-Modelle in Österreich	11
2.4	Zusammenhang Leistungsgewicht – Beschleunigungsvermögen	15
3	Dimensionierung von Beschleunigungsstreifen	17
3.1	Österreich	17
3.2	Internationale Beispiele	21
3.2.1	Deutschland	21
3.2.2	Schweiz	23
3.2.3	Frankreich	25
3.2.4	United Kingdom	25
3.2.5	USA	26
3.2.6	Polen	33
3.2.7	Ungarn	34
3.2.8	Slowenien	34
3.3	Internationale Beispiele im Vergleich mit Österreich	35
4	Auswahl und Beschreibung der Messstellen	37
4.1	Auswahl der Messstellen	37
4.2	Beschreibung der Messstellen	40
4.2.1	Gföhl 1	42
4.2.2	Gföhl 2	45
4.2.3	Maissau 1	49
4.2.4	Maissau 2	52
4.2.5	Zusammenfassung der Messstellen	55
5	Messungen	56
5.1	Messkonzept	56
5.2	Installation der Sensorik	57
5.2.1	Radar-Sensorik	57
5.2.2	Video-Sensorik	58
5.3	Messdurchführung	62

6	Quantitative Datenanalyse	64
6.1	Datenaufbereitung	64
6.1.1	Radar-Sensorik	64
6.1.2	Video-Sensorik	65
6.2	Quantitative Analyse.....	69
6.2.1	Anzahl Kfz und Tagesgang	69
6.2.2	Fahrzeugklassen	73
6.2.3	Querschnitts-Geschwindigkeiten	74
6.2.4	Analyse der Beschleunigungen von Alleinwechselnden bei unbeeinflusstem Verhalten	79
6.2.5	Auswertung der Trajektorien aus den Videos	86
7	Qualitative Analyse – "Real(spezial)verhalten"	91
7.1.1	Vorgangsweise.....	91
7.1.2	Ergebnisse Gföhl 1	95
7.1.3	Ergebnisse Gföhl 2	104
7.1.4	Ergebnisse Maissau 1	112
7.1.5	Ergebnisse Maissau 2	119
7.1.6	Zusammenfassung	129
7.1.7	Qualitative Analyse - Kurzsüme	140
8	Ableitung von Empfehlungen und Vorschlägen	141
8.1	Allgemeine Empfehlungen.....	141
8.2	Vorschläge für die Berücksichtigung in der RVS.....	143
8.3	Rückkopplung der Vorschläge mit dem Arbeitsausschuss Knotenpunkte der FSV ..	155
9	Zusammenfassung.....	156
10	Quellen.....	158
11	Anhang.....	161

1 EINLEITUNG

1.1 Ausgangslage / Motivation

Die Motivation zur Durchführung des Projekts war im Ausschreibungsleitfaden klar beschrieben: Es soll die Angemessenheit der in den österreichischen Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen (RVS) angegebenen Längen für Rechtsab- und Rechtseinbiegestreifen – zur besseren Verständlichkeit in weiterer Folge als Verzögerungstreifen und Beschleunigungstreifen bezeichnet – überprüft werden. Der Anlass dazu basierte im Wesentlichen auf zwei Umständen:

(i) Das Brems- und Beschleunigungsverhalten von Kraftfahrzeugen (Kfz) hat sich in den letzten Jahren geändert (= verbessert). Dies legt die Vermutung nahe, dass Verzögerungstreifen und Beschleunigungstreifen kürzer als gemäß RVS ausgeführt werden könnten.

(ii) Die Angaben zur Längenbemessung von Verzögerungstreifen und Beschleunigungstreifen in den beiden RVS 03.05.12 (FSV, 2007) für Kreuzungen und T-Kreuzungen und RVS 03.05.13 (FSV, 2001) für gemischte und planfreie Knoten weichen voneinander ab. Dabei sind in ersterer – anzuwenden für Fahrbahnen mit nur einem durchgehenden Fahrstreifen pro Richtung (i.d.R. Landes- oder Gemeindestraßen) – zum Teil deutlich größere Längen gefordert als in letzterer, welche für mehrstreifige Richtungsfahrbahnen (i.d.R. Bundesstraßen A und S, aber z.B. auch zweistreifige Abschnitte von Landesstraßen mit 2+1-Querschnitt) anzuwenden ist. Es überrascht nicht, dass diese Werte von Landesstraßenverwaltungen hinterfragt und mittels Forschungsprojekt evaluiert werden sollen.

1.2 Forschungsfragen / Ziele

Entsprechend der Motivation war es das ursprüngliche Ziel des Projekts, die Angemessenheit der Richtlinienvorgaben bezüglich der Standardlängen von Verzögerungs- und Beschleunigungstreifen bei nicht lichtsignalgeregelten Knoten von Freilandstraßen – sowohl Autobahnen und Schnellstraßen wie auch Landstraßen – zu überprüfen.

Dieses Ziel wurde sehr früh im Projektverlauf eingeschränkt. Im Landstraßennetz besteht immer wieder Bedarf an Knoten mit planfreien Anschlüssen an hochrangigen Landesstraßen. Dieser kann jedoch, wegen der nicht ausreichend verfügbaren Flächen für die großen geforderten Längen der Beschleunigungstreifen, entweder nicht richtlinienkonform (Probleme im Genehmigungsverfahren) oder auch gar nicht umgesetzt werden. Im Vergleich dazu werden die richtlinienmäßigen Längen für Verzögerungstreifen als weit unproblematischer gesehen. Hingegen haben sich die gemäß RVS 03.05.13 (FSV, 2001) anzusetzenden Längen

für Verzögerungs- und Beschleunigungsstreifen von mehrstreifigen Richtungsfahrbahnen bewährt. Es ist auch nicht vorgesehen, sie im Zuge der zurzeit in Überarbeitung befindlichen Richtlinie (FSV, 2021) zu ändern.

In enger Zusammenarbeit mit den projektbegleitenden Ansprechpersonen – Vertretern des Bundesministeriums für Klimaschutz (BMK), des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung und des Amtes der Niederösterreichischen Landesregierung – wurde daher vereinbart, die verfügbaren Projektressourcen ausschließlich auf Landesstraßen ohne größere Längsneigung zu fokussieren, wo vom Beschleunigungsstreifen aus auf nur genau einen durchgehenden Richtungsfahrstreifen eingefädelt werden kann. Insbesondere steht hier die Frage im Vordergrund, inwieweit auch kürzere Längen als die derzeit vorgegebenen vertretbar sein könnten, ohne Einbußen in der Verkehrssicherheit hinnehmen zu müssen. Falls die Projektergebnisse darauf hindeuten, soll dies gleich auch als Basis für eine Überarbeitung der relevanten Richtlinie RVS 03.05.12 (FSV, 2007) dienen können.

1.3 Methoden

Methodisch wird mittels Desk Research zum einen die Entwicklung des Beschleunigungsvermögens von Pkw in den letzten Jahren abgeschätzt (Kap. 2). Zum anderen wird durch die Analyse internationaler Richtlinien ein Status Quo in Bezug auf Längenvorgaben für im Sinne der Zielsetzung relevante Beschleunigungsstreifen erstellt und mit den Vorgaben in den österreichischen Richtlinien abgeglichen (Kap. 3).

Den Schwerpunkt des Projekts bilden Vor-Ort-Messungen des Verkehrsverhaltens von FahrzeuglenkerInnen beim Einfädeln vom Beschleunigungsstreifen auf die Hauptfahrbahn. Auf Basis zahlreicher Kriterien werden vier Messstellen ausgewählt (Kap. 4) und es werden je eine Woche lang mit Radar- und Video Sensorik (Kap. 5) zahlreiche Daten erhoben, wobei zwei unterschiedliche "Erhebungsebenen" zum Einsatz kommen: Die quantitative Messung verschiedenster verkehrlicher Größen im Real(normal-)verhalten, u.a. mittels Radar Sensorik und einer automatisierten Trajektorien Auswertung aus der Videoaufzeichnung zur Analyse von Bewegungslinien (Kap. 6), sowie die qualitative Erhebung von Real(spezial-)verhalten mittels Videoanalyse von besonderen, zumindest potenziell kritischen (Extrem-)Situationen (Kap. 7).

Mit der Interpretation der erhobenen Daten im Kontext der derzeitigen RVS und den daraus gewonnenen Erkenntnissen werden Vorschläge für die Adaptierung der Richtlinien für die zukünftige Planung von Beschleunigungsstreifen entwickelt (Kap. 8).

2 ENTWICKLUNG DES BESCHLEUNIGUNGSVERMÖGENS

2.1 Allgemeines

In einer deutschen Studie (Helmert, 2015) zur Entwicklung der klimarelevanten Abgasemissionen wurden die Gewichte und die Motorleistung besonders häufig verkaufter Pkw verglichen. Am Beispiel von Automodellen der Volkswagen AG (VW Käfer 1948, VW Golf 1978 sowie 2015/16) errechnet der Autor, dass deren Gewichte einheitlich um durchschnittlich rund 1,6% pro Jahr zunahmen. Die Motorleistung stieg im selben Zeitraum allerdings um durchschnittlich 2,9% pro Jahr. Demnach verringerte sich das Leistungsgewicht (kg pro kW) im Durchschnitt um rund 1% pro Jahr.

Ähnliche Werte ergeben die aktuellen deutschen Pkw-Zulassungszahlen (Kraftfahrtbundesamt, 2020). Das durchschnittliche Leergewicht neu zugelassener Pkw stieg von 2010 bis 2019 von 1446 kg auf 1552 kg um 0,8% pro Jahr, die durchschnittliche Motorleistung von 96,1 kW auf 115,9 kW um 2,1% pro Jahr, das Leistungsgewicht verringerte sich somit von rund 15 auf 13,4 kg/kW um etwa -1,3% pro Jahr.

In den nachfolgenden Kapiteln ist zunächst die Entwicklung der Pkw-Neuzulassungen in Österreich hinsichtlich der kW-Klassen beschrieben. Anschließend erfolgt eine Beschreibung der Entwicklung des Gewichts anhand eines ausgewählten Fahrzeugmodells für die Jahre 2004, 2009, 2014 und 2019 und abschließend wird die Auswirkung auf das Beschleunigungsvermögen analysiert.

Der Idee einer näheren Untersuchung des durchschnittlichen Beschleunigungsvermögens von Lkw wurde im Sinne der Ziele der vorliegenden Arbeit als wenig zweckmäßig erachtet und nicht weiter nachgegangen. Der wesentliche Grund dafür ist, dass das Verhältnis zwischen zulässigem Gesamtgewicht (insbesondere bei den Klassen N2 bis 12.000 kg und N3 über 12.000 kg) und Leergewicht bei Lkw in aller Regel ein deutlich höheres ist – häufig um 2:1 bis ca. 3:1 – als bei Pkw (häufig um 1,5:1). Dementsprechend stark variiert auch, je nach Leistung und Gewicht der aktuell vorhandenen Zuladung, das Beschleunigungsvermögen eines Individualfahrzeugs.

Da die verfügbaren Projektressourcen ausschließlich auf Beschleunigungsstreifen von zweistreifigen Landesstraßen fokussiert werden (vgl. Kap. 1.2), ist auch eine Untersuchung der Entwicklung des Bremsvermögens der Fahrzeugflotte von vornherein nicht zweckmäßig. Dieses hat sich über die Jahre zweifellos verbessert. Durch die Weiterentwicklung der Bremsysteme (wie das Antiblockiersystem ABS, die elektronische Bremskraftverteilung EBV oder der Bremsassistent BA), vor allem aber auch durch deren zunehmende Verbreitung in der

Fahrzeugflotte (z.B. werden nach einer Selbstverpflichtung des Dachverbandes der europäischen Automobilhersteller ab Mitte 2004 alle in Europa verkauften Pkw serienmäßig mit ABS ausgestattet) ist die durchschnittliche maximal erzielbare Bremsverzögerung gestiegen. Allerdings ist diese stets durch den verfügbaren Kraftschlussbeiwert zwischen Reifen und Fahrbahn begrenzt. Dieser kann zum einen bei nasser Fahrbahn auf rund die Hälfte des Wertes bei Trockenheit abfallen, zum anderen ist er maßgeblich durch die (Nass-)Griffigkeit der Fahrbahnoberfläche sowie die Fahrzeugbereifung – insbesondere die Profiltiefe – bestimmt. Beim Abbremsen auf Verzögerungstreifen darf jedoch von Betriebs- bzw. Zielbremsungen ausgegangen werden mit Verzögerungswerten, die auch bei Nässe erheblich unter den maximal erreichbaren liegen. Insofern darf angenommen werden, dass sich die verbesserten (Not-)Bremssysteme nur wenig auf das reale Fahr- bzw. Bremsverhalten auf Verzögerungstreifen auswirken.

2.2 Entwicklung der Pkw-Neuzulassungen 2004-2019

Zunächst erfolgt eine Darstellung der Entwicklung der Pkw-Neuzulassungen für die Jahre 2004, 2009, 2014 und 2019. Da in den Quelldaten die Unter-/Obergrenzen der kW-Klassen zwar in den Jahren 2004 und 2009 sowie in den Jahren 2014 und 2019 ident sind, sich jedoch zwischen den Jahren 2004/2009 und 2014/2019 unterscheiden, werden sie zunächst getrennt beschrieben.

Die Pkw-Neuzulassungen nach kW-Klassen haben sich in den Jahren 2004 und 2009 recht ähnlich entwickelt (Abb. 2-1), soweit es die schwächer motorisierten Pkw betrifft. Je ca. 25% der Pkw-Neuzulassungen hatten höchstens 55 kW und je ca. 40% hatten höchstens 67 kW. Bei den stärker motorisierten hatten 76% der Pkw-Neuzulassungen im Jahr 2004 höchstens 89 kW, im Jahr 2009 sank dieser Wert auf rund 71%. Dementsprechend stieg der Anteil der stärksten Klasse mit über 89 kW von 24% im Jahr 2004 auf über 28% im Jahr 2009.

Die anteilmäßig größte kW-Klasse, über 35% im Jahr 2004 und über 30% im Jahr 2009, war in beiden Jahren jene mit 68 – 89 kW.

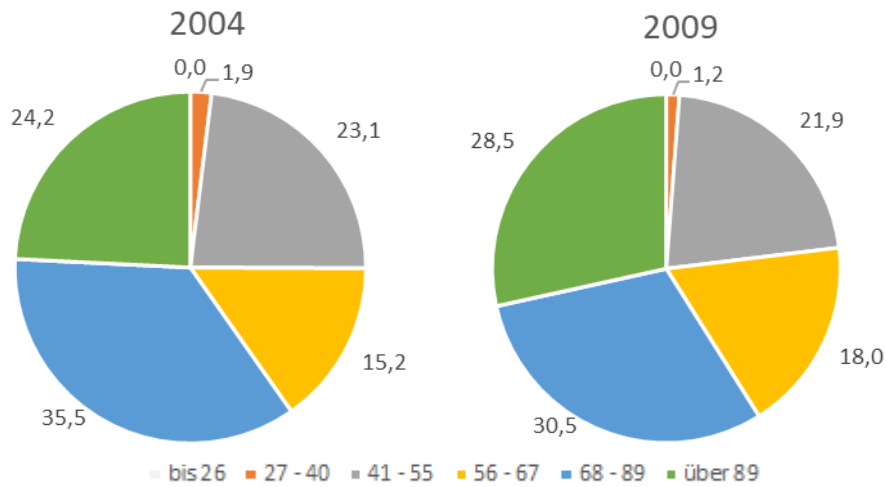


Abb. 2-1: Entwicklung Pkw-Neuzulassungen 2004 und 2009 (Anteile in % nach kW-Klassen)
Datengrundlage: Statistik Austria (2005, 2010)

Bei der Analyse der Pkw-Neuzulassungen in den Jahren 2014 und 2019 (Abb. 2-2) zeigt sich folgendes Bild: Lediglich 15% der Pkw-Neuzulassungen im Jahr 2014 bzw. nurmehr 11% im Jahr 2019 hatten höchstens 60 kW. Hatten im Jahr 2014 noch knapp die Hälfte (ca. 45%) der Pkw-Neuzulassungen höchstens 77 kW, sank dieser Anteil im Jahr 2019 auf ca. 30%. Der größte Anteil der Pkw-Neuzulassungen lag mit ca. 30% im Jahr 2014 in der kW-Klasse 61 – 77 kW, wohingegen im Jahr 2019 bereits die nächsthöhere kW-Klasse (72 – 92 kW) mit ca. 23% den größten Anteil ausmachte. Betrug der Anteil ab 93 kW 2014 rund ein Drittel der Neuzulassungen (35%), so wuchs er 2019 mit 46% auf nahezu die Hälfte. Die Anteile der am stärksten motorisierten Pkw-Klassen (106 – 125 kW sowie ≥ 126 kW) wuchsen von 2014 auf 2019 von knapp 9% auf 18% respektive von 11% auf 17%.

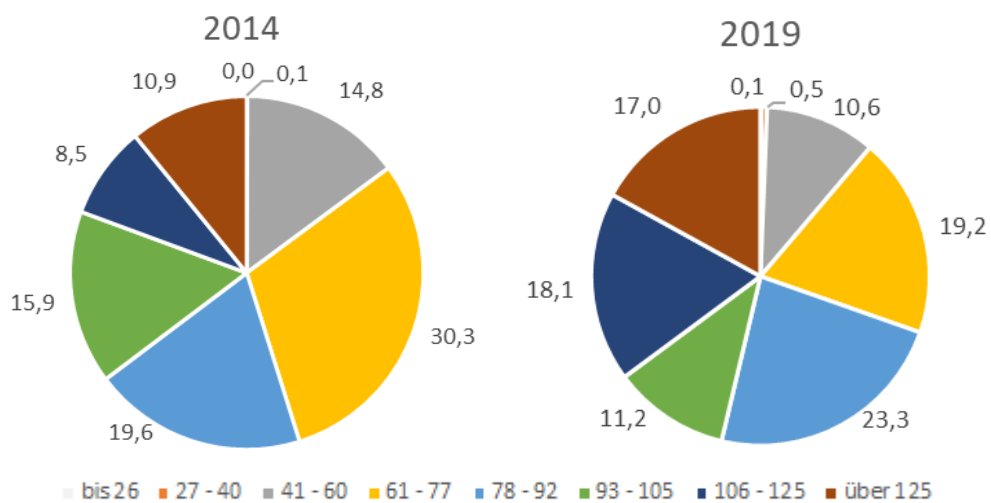


Abb. 2-2: Entwicklung Pkw-Neuzulassungen 2014 und 2019 (Anteile in % nach kW-Klassen)
Datengrundlage: Statistik Austria (2015, 2020)

Eine Gegenüberstellung der Pkw-Neuzulassungen für alle vier Vergleichsjahre (Abb. 2-3) veranschaulicht deutlich, trotz der unterschiedlichen Grenzen der kW-Klassen, dass der Anteil der schwächer motorisierten Pkw über den Betrachtungszeitraum erheblich abgenommen und sich gleichzeitig der Anteil der stärker motorisierten Pkw vergrößert hat: z.B. hatten 2004 rund drei Viertel der Neuzulassungen über 55 kW, so waren 2019 fast 90% stärker als 60 kW. Letzteres bedeutet allerdings auch, dass selbst in der aktuellsten Flotte der Pkw-Neuzulassungen nach wie vor ein Anteil von immerhin über 10% eine Motorleistung von 60 kW oder weniger aufweist.

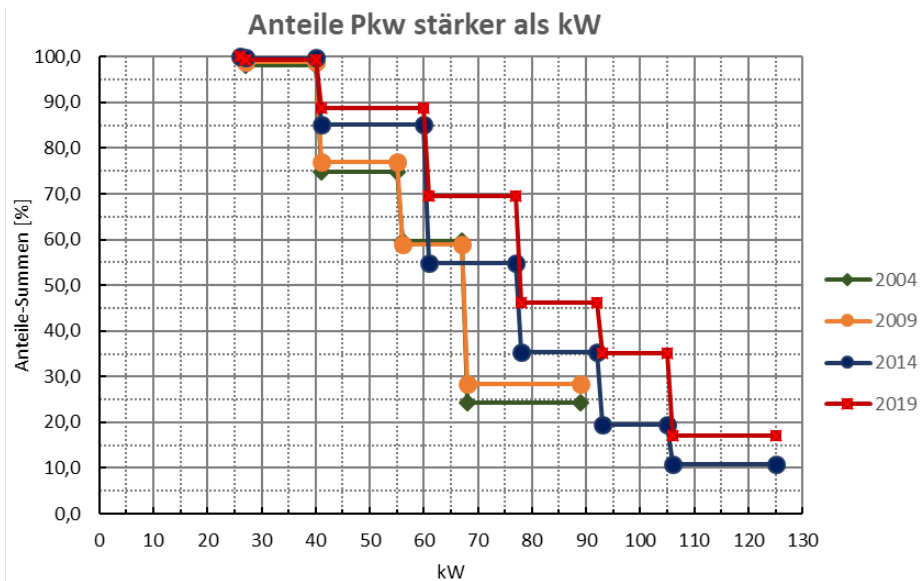


Abb. 2-3: Anteile Pkw-Neuzulassungen nach kW-Klassen 2004 – 2019
Datengrundlage: Statistik Austria (2005, 2010, 2015, 2020)

2.3 Gewichts- und kW-Entwicklung am Beispiel eines der am häufigsten zugelassenen Pkw-Modelle in Österreich

Eine exemplarische Betrachtung der Entwicklung des Gewichts und der Leistung von Pkw in Österreich in den letzten 15 Jahren wurde mit folgender Vorgehensweise vorgenommen:

In Fünfjahresschritten (2004, 2009, 2014 und 2019) wurden zunächst die Kfz-Neuzulassungen der Statistik Austria bzgl. der 20 meistverkauften Modelle analysiert (siehe dazu Statistik Austria (2005, 2010, 2015, 2020)). Es wurden die 3 Fahrzeuge herausgefiltert, die die höchsten Neuzulassungswerte aufwiesen¹ (z.B. VW Golf). In all diesen Jahren war der VW Golf sogar unter den Top 3 Modellen bezüglich der Neuzulassungen. Daher wurde dieser in weiter Folge ausgewählt.

¹ Hier ist anzumerken, dass die höchste Anzahl an Neuzulassungen unter die Kategorie „Sonstige“ fallen und somit die Auswahl lediglich auf die Marken bezogen werden konnte, die namentlich genannt waren.

Anschließend wurde eine Anfrage bei der Statistik Austria bezüglich detaillierterer Informationen zu den neu zugelassenen Fahrzeugmodellen gestellt (Statistik Austria, 2004, 2009, 2014, 2019). Aus den erhaltenen Datensätzen wurden die Typenbezeichnungen jener VW Golfs gefiltert (z.B. „VW Golf VI 1,6 TDI“), die die höchsten Neuzulassungswerte im jeweiligen Jahr aufweisen. Für diese wiederum existieren unterschiedliche Modellversionen mit spezifischen Fahrzeugmerkmalen (z.B. „Blue Motion“), bei welchen die Gewichtsangaben und teilweise auch die Leistung variieren (Tab. 2-1). Konkret wurden also die Angaben zu den verschiedenen Modellversionen jenes VW Golfs mit der höchsten Anzahl an Neuzulassung innerhalb der Gruppe VW Golf im jeweiligen Jahr für die nachfolgenden Berechnungen herangezogen.

Tab. 2-1: Modelle VW Golf mit höchster Anzahl an Neuzulassungen in Österreich in den Jahren 2004, 2009, 2014, 2019 innerhalb der Gruppe VW Golf und zugehörige Modellversionen – Eingangswerte für die weiteren Berechnungen
 Datengrundlage: Statistik Austria (2004, 2009, 2014, 2019)

Jahr	Typenbezeichnung	Modellversion detailliert	kW	Leergewicht [kg]	max. zul. Gesamtgewicht [kg]
Basierend auf Daten von https://www.auto-data.net					
2004	GOLF V 1,9TD	VW Golf V 1.9 TDI 4Motion DSG	77	1425	1960
		2005 VW Golf V 1.9 TDI 4Motion	77	1425	1960
		2003 VW Golf V 1.9 TDI	77	1287	1890
		2003 VW Golf V 1.9 TDI	77	1285	1850
2009	GOLF VI 1,6TDI	2009 Volkswagen Golf VI (5-door) 1.6 TDI DSG	77	1262	1890
		2009 Volkswagen Golf VI (5-door) 1.6 TDI BMT DSG	77	1265	1860
		2009 Volkswagen Golf VI (5-door) 1.6 TDI BMT	77	1243	1840
		2009 Volkswagen Golf VI (5-door) 1.6 TDI BlueMotion	77	1239	1750
		2009 Volkswagen Golf VI (5-door) 1.6 TDI	77	1239	1870
		2009 Volkswagen Golf VI (5-door) 1.6 BiFuel	75	1247	1830
		2008 Volkswagen Golf VI (5-door) 1.6 DSG	75	1190	1810
		2008 Volkswagen Golf VI (5-door) 1.6	75	1157	1780
2014	GOLF VII 1,6TDI	2013 Volkswagen Golf VII 1.6 TDI DSG	80	1317	1820
		2013 Volkswagen Golf VII 1.6 TDI 4MOTION	80	1432	1930
		2013 Volkswagen Golf VII 1.6 TDI	80	1265	1740
		2012 Volkswagen Golf VII 1.6 TDI DSG	77	1313	1810
		2012 Volkswagen Golf VII 1.6 TDI 4MOTION	77	1410	1920
		2012 Volkswagen Golf VII 1.6 TDI	77	1295	1800
2019	GOLF VII 1,0TSI	2015 Volkswagen Golf VII 1.0 TSI BlueMotion DSG	84	1158	1730
		2015 Volkswagen Golf VII 1.0 TSI BlueMotion	84	1136	1710

In den betrachteten 15 Jahren hat sich das durchschnittliche Leergewicht sowie das durchschnittliche maximal zulässige Gesamtgewicht dieser Versionen der VW Golf Modelle mit der höchsten Anzahl an Neuzulassungen, verringert (Abb. 2-4). So nahm das Leergewicht von 2004 bis 2019 um knapp 210 kg bzw. durchschnittlich 1,1% pro Jahr und das zulässige Gesamtgewicht um 195 kg bzw. durchschnittlich 1,3% pro Jahr ab.

Diese Entwicklung steht nur scheinbar in Widerspruch zur in Kap. 2.1 beschriebenen Tendenz der Gewichtszunahme von Pkw. Dort handelt es sich zum einen um die Gewichtsentwicklung

der gesamten deutschen Pkw-Flotte, welche stark durch den Trend zu größeren bzw. schwereren Fahrzeugen geprägt ist. In der Studie von Helmers (2015) wiederum wurde die Gewichtsentwicklung anhand weniger Beispielmotoren in Zeitsprüngen von 30 Jahren und mehr beschrieben, beginnend bereits mit dem VW Käfer kurz nach dem 2. Weltkrieg. In diesem Kapitel hingegen handelt es sich um den Vergleich der Gewichtsentwicklung ein und desselben Fahrzeugmodells. Es zeigt sich ein deutlicher Trend zugunsten von Fahrzeugen mit kleineren, hubraumärmeren und somit auch leichteren Motoren (von 1,9 l 2004 auf 1,0 l 2019). Dies begründet auch den "Ausreißer" im Jahr 2014 in Abb. 2-4. Hier hat sich der Hubraum von 1,6 l gegenüber 2009 nicht verändert, das durchschnittliche Leergewicht dieser Modellversionen aber hat um über 100 kg bzw. durchschnittlich um 2,1% pro Jahr zugenommen. Dies wiederum passt zur von Helmers (2015) berichteten durchschnittlichen Gewichtszunahme der Modelle des VW Golf (sh. Kap. 2.1).

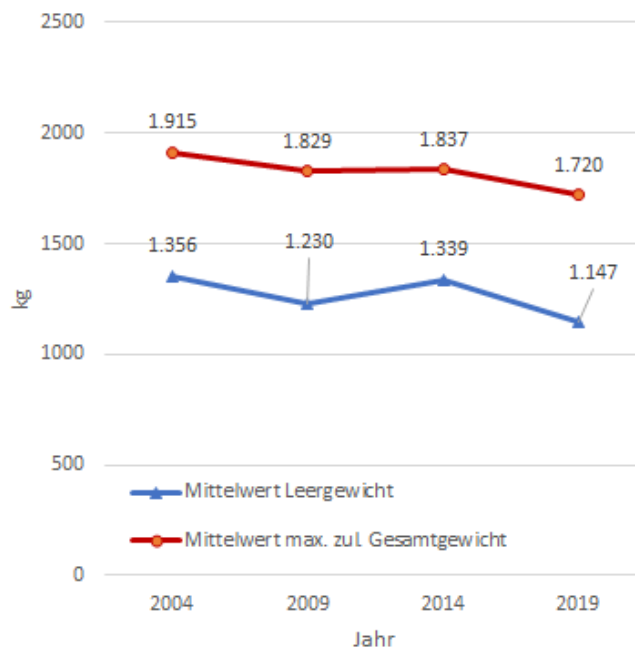


Abb. 2-4: Entwicklung des durchschnittlichen Leer- und maximal zulässigen Gesamtgewichts der Modellversionen der am meisten neuzugelassenen VW Golfs in Österreich in den Jahren 2004, 2009, 2014, 2019

Datengrundlage: (Seo and Web Ltd., 2020) und Statistik Austria (2004, 2009, 2014, 2019)

Zeitgleich zur Verringerung des Leer- bzw. maximal zulässigen Gesamtgewichts hat sich die durchschnittliche kW-Zahl der betrachteten VW Golf um ca. 7,5 kW bzw. durchschnittlich 0,6% pro Jahr erhöht (Abb. 2-5). Diese Leistungssteigerung ist umso bemerkenswerter, als – wie oben angeführt – die Motoren immer hubraumärmer wurden. Die selbe Erklärung wie oben ist

auch der Grund dafür, dass dieser Wert deutlich anders (geringer) ist als jener der deutschen Pkw-Flotte. Dort stieg die durchschnittliche kW-Zahl um 2,1% pro Jahr (vgl. Kap. 2.1).

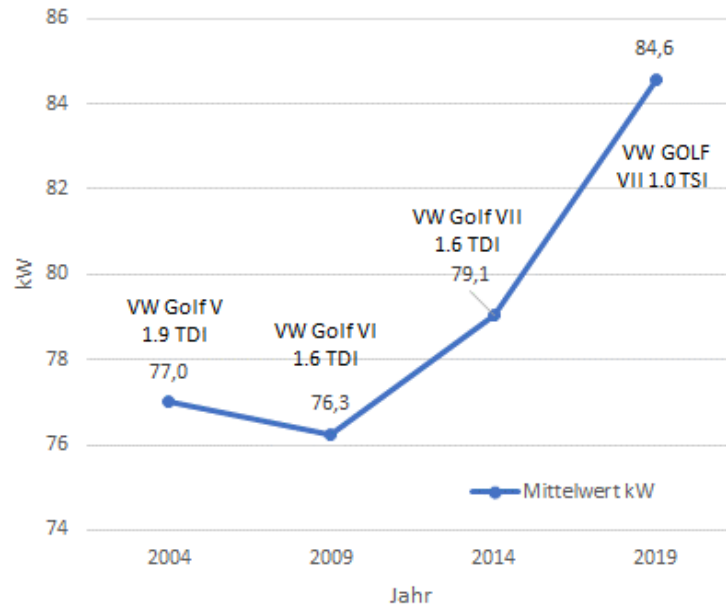


Abb. 2-5: Entwicklung der kW der der Modellversionen der am meisten neuzugelassenen VW Golfs in Österreich in den Jahren 2004, 2009, 2014, 2019

Datengrundlage: (Seo and Web Ltd., 2020) und Statistik Austria (2004, 2009, 2014, 2019)

Das aus den obigen Werten errechnete durchschnittliche Leistungsgewicht (kg/kW) der Modellversionen der am häufigsten neuzugelassenen VW Golf hat sich von 2004 auf 2019 deutlich verringert (Abb. 2-6): bezogen auf das Leergewicht von 17,6 auf 13,6 kg/kW bzw. um -1,7% pro Jahr und bezogen auf das zulässige Gesamtgewicht von 24,9 auf 20,3 kg/kW bzw. um rund -1,3% pro Jahr.

Anders als die im Vergleich zum Durchschnitt der Neuzulassungen der deutschen Pkw-Flotte unterschiedlichen Entwicklung des Gewichts wie auch der kW-Zahl der verglichenen VW Golf (vgl. Kap. 2.1), ist die Entwicklung des Leistungsgewichts über die Jahre recht ähnlich – bezogen auf das Leergewicht dort sind es -1,3% und hier -1,7%.

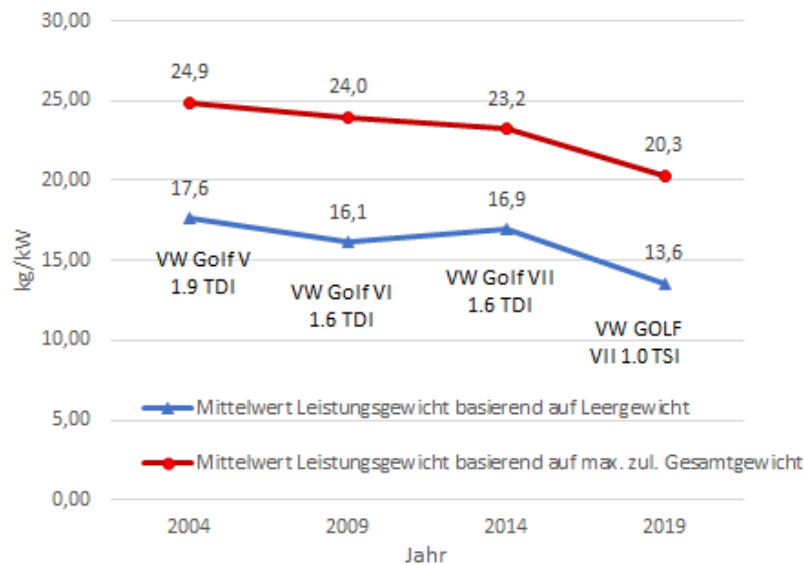


Abb. 2-6: Entwicklung des Leistungsgewichts der Modellversionen der am meisten neuzugelassenen VW Golfs in Österreich in den Jahren 2004, 2009, 2014, 2019
Datengrundlage: (Seo and Web Ltd., 2020) und Statistik Austria (2004, 2009, 2014, 2019)

2.4 Zusammenhang Leistungsgewicht – Beschleunigungsvermögen

Es liegt nahe, dass sich Änderungen im Leistungsgewicht auf das Beschleunigungsvermögen von Kraftfahrzeugen auswirken. Ein niedrigeres Leistungsgewicht bedeutet weniger zu bewegende bzw. zu beschleunigende (Fahrzeug-)Masse für die zur Verfügung stehende (Motor-)Leistung.

Die technischen Einflussfaktoren auf das tatsächliche Beschleunigungsvermögen eines Einzelfahrzeugs sind allerdings vielfältig und werden, so verfügbar, im jeweils zugehörigen Zugkraftdiagramm veranschaulicht. Entscheidend ist, wie viel Kraft bei welcher Drehzahl und welcher Übersetzung auf die Lauffläche der Antriebsräder übertragen werden kann. Um wie viel diese Kraft bei welchen Geschwindigkeiten größer ist als die Summe der aus den Fahrwiderständen – i.W. Luft-, Roll- und Steigungswiderstand – resultierenden Gegenkraft, ist ebenfalls relevant. De facto spielt hier auch der Durchmesser der Antriebsräder eine Rolle, da er sowohl Einfluss auf die letztendlich verbleibende Übersetzung hat als auch auf den Rollwiderstand. Selbstverständlich liegt es letztlich an den LenkerInnen, wie viel des ihnen zur Verfügung stehenden Kraftüberschusses sie tatsächlich im Einzelfall zum Beschleunigen nutzen.

Der generelle Zusammenhang zwischen Leistungsgewicht und Beschleunigungsvermögen lässt sich anhand einiger Grundformeln der Mechanik ableiten:

$$\text{Leistung (P)} = \frac{\text{Kraft (F)} \cdot \text{Weg (s)}}{\text{Zeit (t)}}$$

Mit

$$\text{Kraft (F)} = \text{Masse (M)} \cdot \text{Beschleunigung (a)}$$

und

$$\text{Geschwindigkeit (v)} = \frac{\text{Weg (s)}}{\text{Zeit (t)}}$$

ergibt sich die Leistung

$$P = M \cdot a \cdot v$$

Für das Leistungsgewicht ($L = \text{Masse pro Leistung}$) bedeutet dies

$$L = \frac{M}{P} = \frac{1}{a} \cdot \frac{1}{v}$$

Für das Erreichen einer bestimmten Geschwindigkeit sind das Leistungsgewicht (L) und die Beschleunigung (a) also verkehrt proportional zueinander. Verringert sich das durchschnittliche Leistungsgewicht im Mittel um z.B. 10%, erhöht sich die Beschleunigung im Mittel um 11,1%.

Für die erforderliche Wegstrecke (s), die bis zum Erreichen einer Geschwindigkeit (v) mit der Beschleunigung (a) zurückgelegt werden muss, gilt, dass Wegstrecke und Beschleunigung ebenfalls verkehrt proportional zueinander sind:

$$s = \frac{v^2}{2 \cdot a} \quad \text{bzw.} \quad \frac{1}{a} = s \cdot \frac{2}{v^2}$$

Daraus folgt, dass das Leistungsgewicht (L) und die erforderliche Wegstrecke (s) bis zum Erreichen einer Geschwindigkeit (v) sich linear zueinander verhalten: verringert sich das durchschnittliche Leistungsgewicht im Mittel um z.B. 10%, verringert sich auch die erforderliche Wegstrecke um ebenfalls 10%.

Das durchschnittliche Leistungsgewicht der Pkw dürfte, den bisherigen Auswertungen zufolge (vgl. Kap. 2.1 und 2.3), in einer Größenordnung von jährlich rund -1,5% respektive rund -20% in den letzten 15 Jahren abgenommen haben. Das impliziert, dass sich das durchschnittliche Beschleunigungsvermögen in diesem Zeitraum um rund 25% gesteigert hat bzw., dass die erforderliche Wegstrecke bis zum Erreichen einer bestimmten Geschwindigkeit um rund 20% kürzer geworden ist.

Von einem über die Jahre zügiger gewordenem Beschleunigungsverhalten von Pkw beim Einfädeln auf einem Beschleunigungsstreifen darf also ausgegangen werden, allerdings nicht uneingeschränkt. Letztlich ist es, wie erwähnt, Sache der LenkerInnen, inwieweit sie das Beschleunigungsvermögen ihrer Fahrzeuge ausreizen. Auch sei an den Umstand erinnert,

dass sich nach wie vor ein nennenswerter Anteil schwächer motorisierter Pkw im Verkehrssystem befindet, auch wenn dieser bei den Neuzulassungen über die Jahre hinweg deutlich abgenommen hat (vgl. Kap. 2.2). Zudem gibt es eine Reihe von (schweren) Fahrzeugen, die von vornherein ein geringeres Beschleunigungsvermögen aufweisen als Pkw.

3 DIMENSIONIERUNG VON BESCHLEUNIGUNGSTREIFEN

Aus verschiedenen internationalen Richtlinien / Normen / Leitfäden / einschlägigen Literaturquellen etc. sind nachfolgend Vorgaben für die Entwurfsplanung von Beschleunigungstreifen dokumentiert. Die Ergebnisse der Recherche sind systematisch aufbereitet und abschließend den Vorgaben in den einschlägigen österreichischen RVS gegenübergestellt.

3.1 Österreich

Für die richtlinienkonforme Dimensionierung von Beschleunigungstreifen bei nicht lichtsignalgeregelten Knoten von zweistreifigen Freilandstraßen in Österreich ist die RVS 03.05.12 (FSV, 2007) anzuwenden. Die aktuelle Version stammt vom 1. März 2007, welche gemäß Verbindlicherklärung vom zuständigen Bundesministerium (Erlass BMVIT-300.041/0015-II/ST-ALG/2007) *"im Bereich der Bundesstraßen anzuwenden ist"*. Zudem wird *"eine Anwendung auch außerhalb des Bundesstraßenbereiches"*, d.h. also auch für Landstraßen, angeregt. Eine Überarbeitung der Richtlinie ist gemäß Aussage der Leiterin des zuständigen FSV-Arbeitsausschusses in der allernächsten Zukunft nicht geplant.

Zum Erfordernis eines Beschleunigungstreifens wird in der Richtlinie festgehalten, dass solche bei zweistreifigen Straßen *"auf besonders zu begründete Fälle zu beschränken"* sind. Falls jedoch ein Beschleunigungstreifen angeordnet wird, *"soll auch eine Dreiecksinsel angeordnet werden"*. Allerdings, *wenn* in der Knoteneinfahrt eine Dreiecksinsel angeordnet ist, *muss* auch ein Beschleunigungstreifen angeordnet werden, wenn der Winkel δ zwischen den Fahrflächenrändern der Einfahrt und des durchgehenden Fahrstreifens *"kleiner als 50 gon"* (sh. Abb. 3-1) ist. Begründet wird dies mit dem *"ungünstigen Blickwinkel beim Einfahren"*.

Die gesamte Länge des Beschleunigungstreifens L_{ges} setzt sich aus drei Teillängen zusammen (sh. Abb. 3-1 und Tab. 3-1):

- 1.) Einfahrtsstrecke L_{ER} : Diese beginnt am Schnittpunkt der Fahrflächenränder und bezeichnet letztlich nichts anderes, als die Länge der daran anschließenden Sperrlinie, nämlich *20 bis 25 m*.

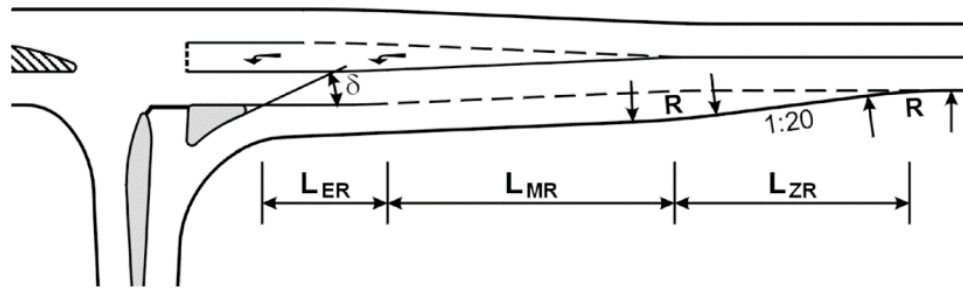


Abb. 3-1: Elemente des Beschleunigungsstreifens gemäß RVS 03.05.12 (FSV, 2007)

2.) Manöverstrecke L_{MR} : Sie ist der einzige Teil des Beschleunigungsstreifens mit deutlich variabler Länge, die je nach Kombination der Eingangswerte Projektierungsgeschwindigkeit V_P der übergeordneten Straße sowie der Verkehrsstärke Q_G auf deren rechten Fahrstreifen zu bemessen ist. Ihre geringste Länge beträgt 50 m (bei $V_P = 40$ km/h und $Q_G \leq 1.200$ Kfz/h sowie $L_{ER} = 25$ m), ihre größte Länge beträgt 280 m (bei $V_P = 100$ km/h und $Q_G \geq 900$ Kfz/h sowie $L_{ER} = 20$ m).

Für den Ansatz der (Bemessungs-)Verkehrsstärke Q_G ist *"die Verkehrsstärke der dreißigsten Stunde der Jahresdauerlinie oder einer anderen als maßgebend betrachteten Spitzenstunde"* zu verwenden. Ausdrücklich zu erwähnen ist, dass die Einheit von Q_G hier mit Kfz/h angegeben ist, der Anteil an Schwerfahrzeugen also unberücksichtigt bleibt. Ebenso spielt auch die Verkehrsstärke des einbiegenden Verkehrs keine Rolle.

Die Definition der Projektierungsgeschwindigkeit V_P gemäß der aktuellen Version 2014 der RVS 03.03.23 (FSV, 2014) wurde im Zuge ihrer Überarbeitung gegenüber der früheren Version 1997 zwar adaptiert, sinngemäß blieb sie i.W. jedoch unverändert: Die V_P entspricht demnach (näherungsweise) *"der 85%-Geschwindigkeit, die von Personenkraftwagen (frei fahrende Einzelfahrzeuge auf nasser und sauberer Fahrbahn) an einer Straßenstelle aufgrund der Anlageverhältnisse der Straße erwartet werden kann."* Nach oben hin ist sie jeweils durch die zulässige Höchstgeschwindigkeit begrenzt, für Landesstraße gemäß StVO § 20 Abs 2 als mit maximal 100 km/h oder mit Verkehrszeichen gemäß § 52 Z. 10a auch weniger. De facto ist die V_P nur dann geringer als die jeweils zulässige Höchstgeschwindigkeit, wenn sich aus dem in der RVS 03.03.23 angegebenen Zusammenhang zum Bogenradius R einer Kurve eine geringere Geschwindigkeit ergibt (z.B. 90 km/h bei $R = 300$ m, 80 km/h bei $R = 200$ m, 70 km/h bei $R = 130$ m oder 60 km/h bei $R = 80$ m).

3.) Verziehsstrecke L_{ZR} : Deren Mindestlänge *"ergibt sich durch die Verziehung des Fahrstreifenrands im Verhältnis 1:20."* Gemäß der Breitenvorgabe von 3,0 m bis 3,5 m sowohl für die Einfahrts- wie auch die Manöverstrecke resultiert eine Länge von 60 bis 70 m.

Als Grundsatz führt die RVS zudem an, dass, falls die ermittelte Gesamtlänge des Beschleunigungsstreifens nicht eingehalten werden kann, besser *"gar keiner angeordnet werden soll als ein zu kurzer"*.

Die Längenvorgaben der RVS 03.05.12 für $L_{ER} + L_{MR}$ in Abhängigkeit von der Projektierungsgeschwindigkeit V_P und der Verkehrsstärke Q_G sind im linken Block der Tab. 3-1 wiedergegeben und in Abb. 3-2 veranschaulicht. Zum Vergleich ist in Abb. 3-2 auch die gemäß RVS 03.05.13 (FSV, 2001) fixe Standardlänge $L_{ER} + L_{MR} = 220$ m für mehrstreifige Richtungsfahrbahnen eingetragen, welche unabhängig vom Tempolimit – i.d.R. 130 km/h – sowie den Verkehrsstärken anzuwenden ist. Hier ist ersichtlich, dass sich gemäß RVS 03.05.12 in allen Fällen mit einer $V_P = 100$ km/h und einer Verkehrsstärke Q_G ab 300 Kfz/h größere Längen – mit bis zu 300 m auch erheblich größere Längen – ergeben als gemäß RVS 03.05.12, und dies ebenso bereits mit einer V_P von 80 km/h, sobald die Verkehrsstärke Q_G 600 Kfz/h erreicht.

Im rechten Block der Tab. 3-1 sind die Längen von L_{MR} und die Gesamtlängen der Beschleunigungsstreifen L_{ges} angeführt, die sich entsprechend der Vorgaben für L_{ER} und L_{ZR} ergeben. Je nach Kombination reicht L_{ges} diese von 135 m (bei sehr geringer V_P) bis 370 m (bei hoher V_P und großem Q_G).

Tab. 3-1: Längendimensionierung Beschleunigungsstreifen: Eingangswerte gemäß RVS 03.05.12 (linker Block) und resultierende (Teil-)Längen (rechter Block)

V_P [km/h]	Verkehrsstärke Q_G [Kfz/h]	$L_{ER} + L_{MR}$ [m]	L_{ER} [m]	L_{MR} [m]	L_{ZR} [m]	L_{ges} [m]	
40	0 bis 1200	75	25 bis 20	50 bis 55	60 bis 70	135 bis 145	
	60	0 bis 300		150		125 bis 130	210 bis 220
		300 bis 600		175		150 bis 155	235 bis 245
		600 bis 900		200		175 bis 180	260 bis 270
		900 bis 1200		200		175 bis 180	260 bis 270
80	0 bis 300	150		125 bis 130		210 bis 220	
	300 bis 600	200		175 bis 180		260 bis 270	
	600 bis 900	225		200 bis 205		285 bis 295	
	900 bis 1200	250		225 bis 230		310 bis 320	
100	0 bis 300	150		125 bis 130		210 bis 220	
	300 bis 600	225		200 bis 205		285 bis 295	
	600 bis 900	250		225 bis 230		310 bis 320	
	900 bis 1200	300		275 bis 280		360 bis 370	

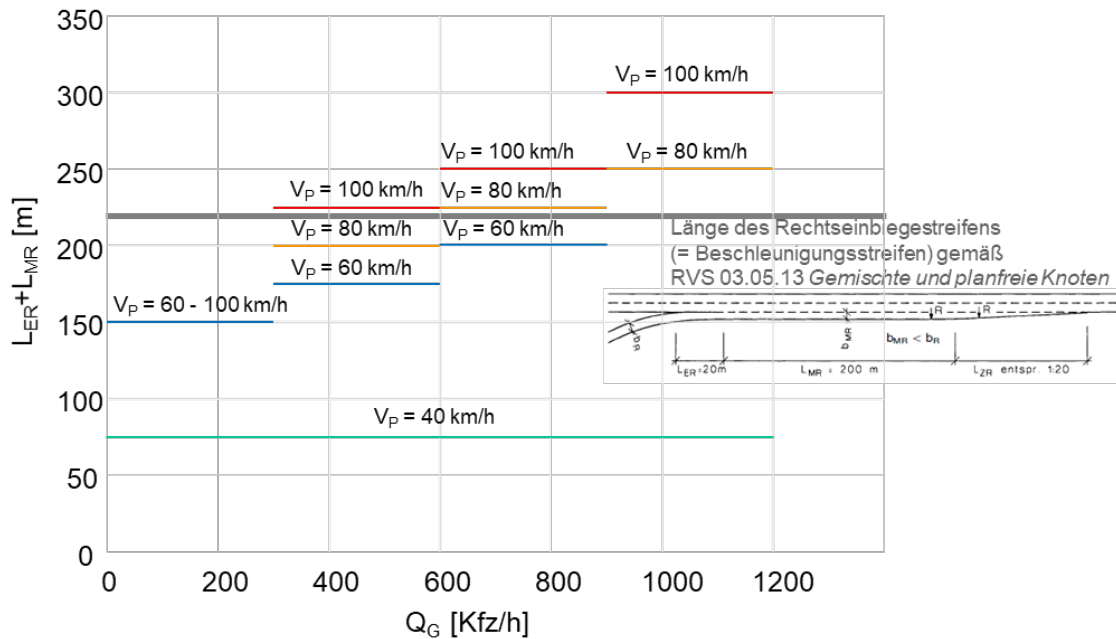


Abb. 3-2: Längendimensionierung Beschleunigungsstreifen gemäß RVS 03.05.12 (FSV, 2007) im Vergleich zur Länge des Beschleunigungsstreifens gemäß RVS 03.05.13 (FSV, 2001)

Jeder bevorrangten Hauptfahrbahn im Knotenbereich einer Freilandstraße kann eindeutig eine V_P zugeordnet werden, die sich aus der Linienführung und dem Tempolimit in diesem Bereich ergibt. Gedanklich zugrunde liegt ihr jedoch die (Wunsch-)Geschwindigkeit von frei fahrenden, von anderen Fahrzeugen jeglicher Art unbehinderten Pkw-LenkerInnen.

Bei einer Messung in einem freien, geraden zweistreifigen Streckenabschnitt (Tempolimit 100 km/h, kein Überholverbot) wurde festgestellt, dass bei einer richtungsbezogenen Verkehrsstärke von (nur) 400 Kfz/h bereits rund 30% der Fahrzeuge in Pulks mit unter 2,5 s Zeitlücke zum Vorderfahrzeug unterwegs waren (Berger, 2007). Bei den für die Längendimensionierung von Beschleunigungsstreifen bei V_P 100 km/h angeführten Verkehrsstärken bis zu 1200 Kfz/h – dies entspricht einem Verkehrsstrom mit einer durchschnittlichen Nettozeitlücke von nur rund 2,8 s – kann also keinesfalls mehr eine "frei gewählte" Geschwindigkeit bei der Mehrheit der Pkw-LenkerInnen angenommen werden. Vielmehr ist davon auszugehen, dass der Verkehrsstrom auf dem Richtungsfahstreifen der Hauptfahrbahn bei hohen Verkehrsstärken vorwiegend aus Fahrzeugpulks besteht, die mit deutlich geringeren Geschwindigkeiten fahren (bei der o.a. Messung waren es 80 km/h), jedoch immer wieder auch von deutlich größeren als den durchschnittlichen Zeitlücken durchsetzt ist. Zudem darf gemäß der gängigen Rechtsprechung dem Vorrangberechtigten (hier auf dem Richtungsfahstreifen) "eine geringfügige Ermäßigung seiner Geschwindigkeit" (hier beim Einfädeln eines Fahrzeugs

vom Beschleunigungsstreifen) durchaus zugemutet werden, gemäß Entscheidungstext 2 Ob 68/03v (2004) des Obersten Gerichtshofs *<durch eine leichte Betriebsbremsung mit weniger als 2 m/s²>*. Das heißt, dass ein Beschleunigen bis 100 km/h (bzw. bis zur zulässigen Höchstgeschwindigkeit) durchaus nicht in Rechnung gestellt werden müsste. Allein aus diesen Gründen erscheint die Kombination einer hohen V_P mit hohen Verkehrsstärken als (einzige) Eingangsgrößen für die Längendimensionierung von Beschleunigungsstreifen, woraus sich Gesamtlängen L_{ges} weit über 300 m ergeben (vgl. Tab. 3-1), als durchaus überprüfenswert.

3.2 Internationale Beispiele

3.2.1 Deutschland

Die aktuell anzuwendenden Längen von Beschleunigungsstreifen (Einfädelungsstreifen)² bei nicht lichtsignalgeregelten Knoten von zwei- oder dreistreifigen Landstraßen ohne bauliche Mitteltrennung (einbahnigen Straßen) in Deutschland sind in der RAL (FGSV, 2012) geregelt. Zum Erfordernis eines Beschleunigungsstreifens ist dieser Richtlinie zu entnehmen, dass solche bei planfreien oder gemischten (teilplanfreien) Knoten vorzusehen sind, die für Einmündungen in Straßen der Entwurfsklassen EKL 1 oder EKL 2 (sh. Abb. 3-3) in Frage kommen. Die durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke auf Streckenzügen der EKL 1 sollte über etwa 12.000 Kfz/24h liegen bzw. jene der EKL 2 zwischen 8.000 und 15.000 Kfz/24h, die Planungsgeschwindigkeit bei EKL 1 beträgt 110 km/h und bei EKL 2 100 km/h. Diese Werte stellen somit auch die (einzigen) zugrundeliegenden Eingangsgrößen für die Dimensionierung der Beschleunigungsstreifen dar.

Vor allem die einstreifigen Abschnitte von Straßen der EKL 1 und die zweistreifigen Straßen der EKL 2 sind im Sinne der Zielsetzungen der vorliegenden Arbeit gut mit den hochrangigen österreichischen Landstraßen vergleichbar.

² Deutsche Fachbegriffe in Klammer

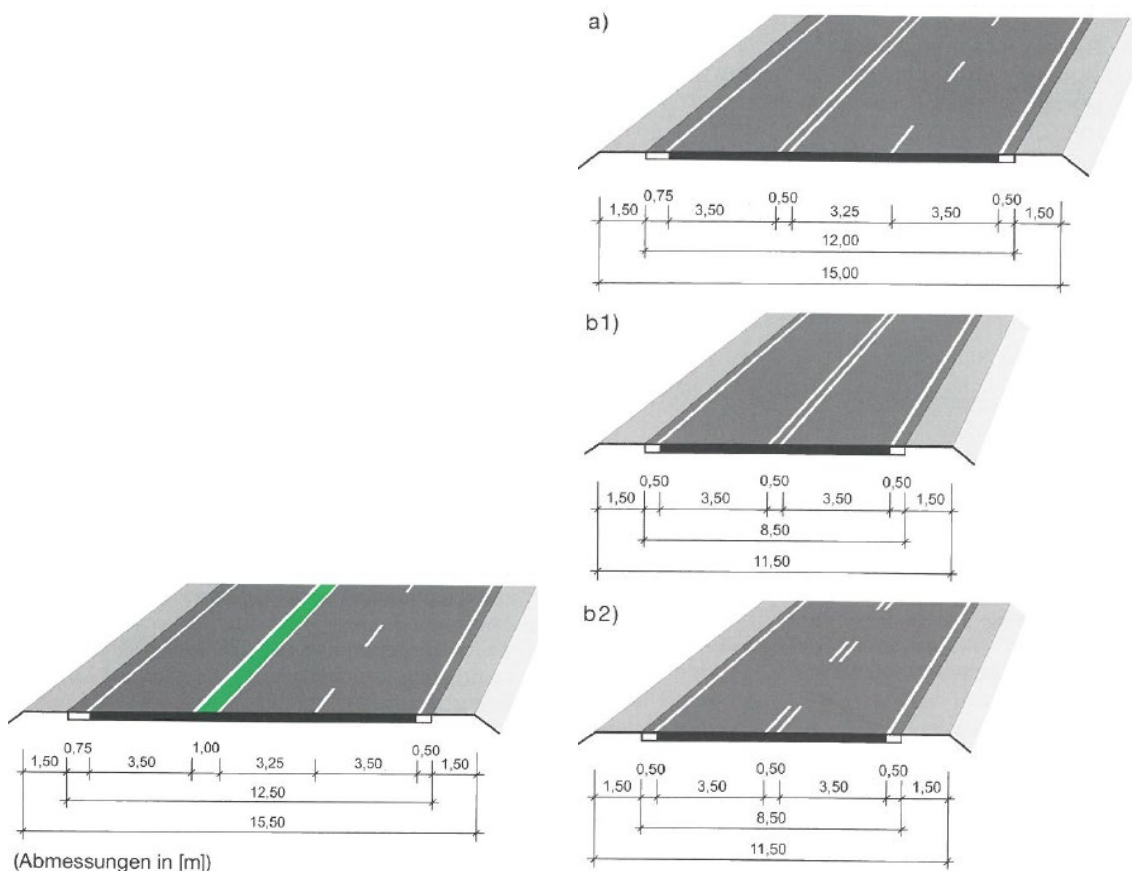


Abb. 3-3: Querschnitte der Entwurfsklassen EKL 1 = durchgängiger 2+1-Querschnitt (links) und EKL 2 = a) abschnittsweise 2+1-Querschnitt oder zweistreifiger Querschnitt, b1) mit oder b2) ohne Überholverbot (rechts) gemäß RAL (FGSV, 2012)

Die gesamte Länge des Beschleunigungsstreifens l_E wird als Fixmaß angegeben und "beträgt bei einbahnigen Straßen 150 m." Sie setzt sich aus drei Teillängen zusammen (Abb. 3-4), wobei für die gemäß RVS 03.05.12 (FSV, 2007) als Manöverstrecke L_{MR} (vgl. Kap. 3.1) bezeichnete Teillänge hier keine separate Benennung existiert:

- 1.) Einfahrtsstrecke L (Länge der Fahrbahnbegrenzung hinter dem Beginn des Beschleunigungsstreifens) "beträgt in der Regel $0,2 * l_E$ ", also 30 m.
- 2.) Verziehungsstrecke l_z : Deren Länge "beträgt einheitlich 30 m". Gemäß der Breitenvorgabe von 3,5 m für den Beschleunigungsstreifen resultiert eine sehr rasche Verziehung von etwa 1:8,5. Ziel dieser vergleichsweise kurzen, scharfen Verziehung ist es, das Ende des Beschleunigungsstreifens optisch klar zu kommunizieren.
- 3.) Das Pendant zur österreichischen Manöverstrecke L_{MR} hat demzufolge ebenfalls eine fixe Länge von in der Regel $l_E - 0,2 * l_E - l_z = 150 - 30 - 30 = 90$ m.

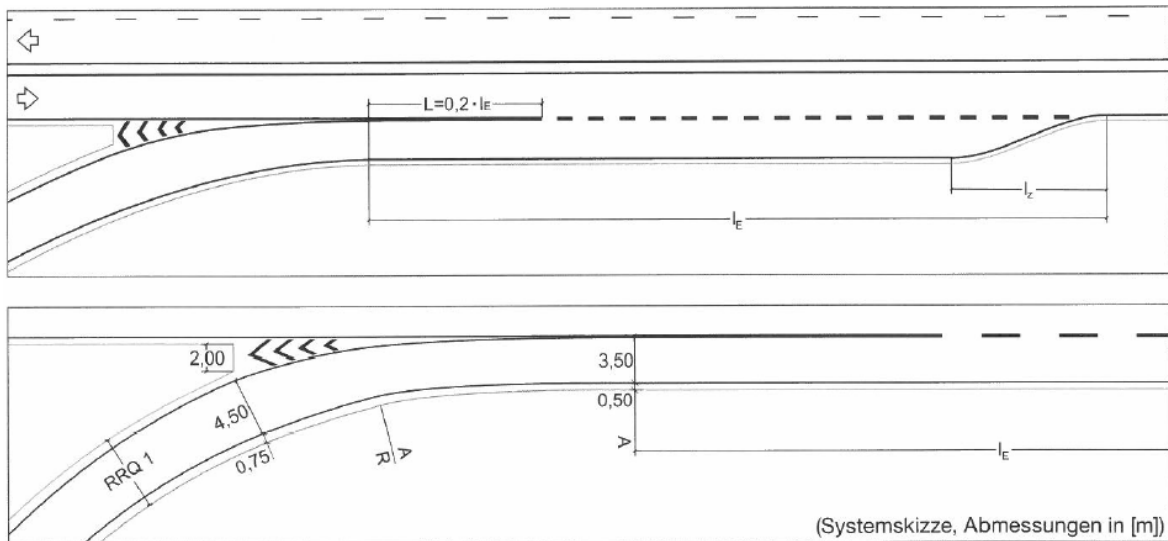


Abb. 3-4: Elemente des Beschleunigungsstreifens (Einfädelungsstreifens) mit Details zur Ausbildung der Inselspitze (unten) gemäß RAL (FGSV, 2012)

Angemerkt sei, dass in einer für die entsprechende Knotenpunktgestaltung einschlägigen deutschen Vorgängerrichtlinie RAS-K-1 (FGSV, 1988) keine Dimensionierungsvorgaben für Beschleunigungsstreifen enthalten sind. Es findet sich lediglich der Hinweis, dass deren "Zweckmäßigkeit an zweistreifigen Straßen ohne Richtungstrennung umstritten ist". Angewendet werden sollen sie daher nur, "wenn sich der Verkehrsablauf dadurch verbessern lässt (z. B. bei Knotenpunkten in Steigungsstrecken)" oder "eine Erhöhung der Verkehrssicherheit zu erwarten ist." Als Beispiel wird ein sehr spitzwinkliger Anschluss an die übergeordnete Straße genannt.

3.2.2 Schweiz

Das schweizerische Pendant zum Beschleunigungsstreifen gemäß RVS 03.05.12 (FSV, 2007) ist das in der Richtlinie VSS 40 251 (VSS, 2019) definierte Knotenteilelement mit Einfädelungsstreifen rechts (sh. Abb. 3-5). Dessen Anwendung soll jedoch nur in Ausnahmefällen – "bei sehr starkem Rechtseinbiegeverkehr, sofern aus Gründen der Leistungsfähigkeit erforderlich, sowie bei beschränkten Knotensichtweiten nach links" – erfolgen. In der Richtlinie VSS 40 262 (VSS, 2020) für die Gestaltung plangleicher Knoten ist dieses Teilelement jedoch nicht erwähnt, jegliche Dimensionierungsangaben fehlen.

Abb. 3-5: Knotenteilelement mit Einfädelungsstreifen rechts gem. VSS 40 251 (VSS, 2019)



Die Richtlinie VSS 40 261 für planfreie Knoten gilt für den Schweizer Straßentyp Hochleistungsstraße (i. W. Autobahnen und Autostraßen), kann aber in (nicht näher beschriebenen) Sonderfällen auch für "Hauptverkehrsstraßen ohne Langsamverkehr" angewendet werden. Insofern sind die darin enthaltenen Vorgaben zur Dimensionierung von Beschleunigungsstreifen, die sich zwar grundsätzlich auf mehrstreifige Richtungsfahrbahnen beziehen, auch für den "Sonderfall" einer Landstraße mit nur einem Richtungsfahrstreifen anwendbar.

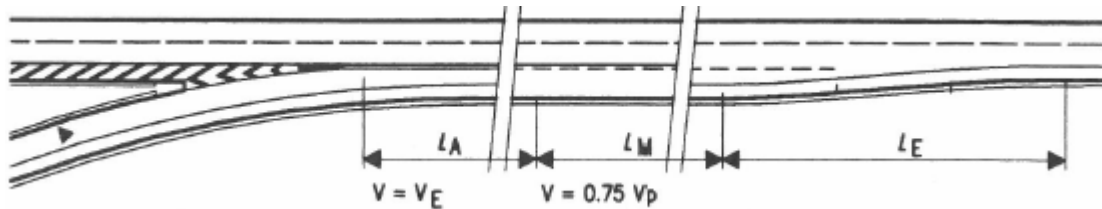


Abb. 3-6: Beschleunigungsstreifen gemäß VSS 40 261 (VSS, 2019)

Die Gesamtlänge L des Beschleunigungsstreifens ergibt sich aus der Summe der Teillängen L_A (Beschleunigungsbereich), L_M (Manövrierbereich) und L_E (Einfädelungsbereich). Generell ist L nach oben hin mit 300 m begrenzt, ab einer V_P von 80 km/h wird sie mit einer Länge von 300 m vorgegeben.

Für eine Projektierungsgeschwindigkeit $V_P \leq 80$ km/h sind die drei Teillängen separat zu ermitteln:

1.) Die Länge L_A des Beschleunigungsbereichs bei $V_P \leq 80$ km/h ist nachfolgender, auf der Grundformel für beschleunigte Bewegungen $s = (v_2^2 - v_1^2) / (2 \cdot a)$ basierender Formel zu berechnen:

$$L_A = \frac{(0,75 V_P)^2 - V_E^2}{26 \left(a - \frac{i}{10} \right)}$$

- V_P ... Projektierungsgeschwindigkeit der durchgehenden Fahrbahn [km/h]
- V_E ... Geschwindigkeit bei der geometrischen Nase [km/h]
- a ... Mittlere Beschleunigung [m/s^2] bei $i = 0$, gewöhnlich $1,0 m/s^2$
- i ... Längsneigung des Beschleunigungsstreifens [%]

Die Grundannahme hier ist, dass aus der Einfahrtgeschwindigkeit V_E an der Trenninselspitze entlang des Beschleunigungsbereichs bis zum Beginn des Manövrierbereichs mit einer konstanten Beschleunigung von $1,0 m/s^2$ auf 75% der V_P beschleunigt wird. Mit der entsprechend umgeformten Formel

$$V_E \text{ erforderlich} / V_E \text{ requisite} = \sqrt{(0,75 V_P)^2 - L_A 26 \left(a - \frac{i}{10} \right)}$$

kann bei Vorgabe von L_A die erforderliche V_E ermittelt werden. Dies ist bei $V_P > 80$ km/h jedenfalls erforderlich, da hier die Länge von L_A mit 75 m anzusetzen ist. Falls V_E nicht

erreicht werden kann, *"ist der dem Beschleunigungsbereich vorausgehende Teil physisch getrennt von der durchgehenden Fahrbahn entsprechend so zu verlängern, dass $V = V_E$ eingehalten wird."*

Ergänzend ist angemerkt, dass die Beschleunigung schon auf der Zufahrt stattfinden und die V_E bereits hier auf $0,75 V_P$ anwachsen kann, *"wenn die Sicht und örtlichen Gegebenheiten dies erlauben"*. Wie in solchen Fällen mit dem Beschleunigungsbereich umzugehen ist – einerseits könnte er theoretisch ganz entfallen, damit aber auch die Sperrlinie gem. Abb. 3-6, andererseits hat er bei $V_P > 80$ km/h 75 m lang zu sein – geht aus der Richtlinie nicht hervor.

- 2.) *"Die Länge des Manövrierebereichs L_M beträgt 150 m."* Sie kann bei $V_P \leq 80$ km/h und *"bei schwachem Verkehr"* verkürzt werden, sie *"darf jedoch nicht kleiner als 50 m werden"*.
- 3.) Die Länge des Einfädelungsbereichs L_E hängt von der Geschwindigkeit ab, die beim Wechseln des Fahrstreifens erforderlich ist. Sie beträgt bei $V_P > 80$ km/h 75 m und bei $V_P \leq 80$ km/h 50 m. Dies entspricht bei einer Mindestbreite des Beschleunigungstreifens von 3,0 m einer Verziehung von 1:25 respektive etwa 1:17.

3.2.3 Frankreich

Die Planung und Dimensionierung von Knoten hochrangiger Landstraßen in Frankreich ist in der technischen Richtlinie "Gestaltung interurbaner Knoten von Hauptstraßen" (Aménagement des carrefours interurbains sur les routes principales; SETRA, 1999) geregelt.

Zu Beschleunigungstreifen für zweistreifige Straßen ist dort vorgegeben, dass solche nicht zur Ausführung kommen sollen. Begründet wird dies zum einen damit, dass der durch einen Beschleunigungstreifen zu erwartende geringe Komfort- und Zeitgewinn nie die Errichtung eines solchen rechtfertigen kann bzw. die ökonomische Bilanz erst ab einem Niveau der Verkehrsmengen günstig wird, welche bereits weitgehend die Errichtung eines Kreisverkehrs rechtfertigt. Zum anderen wird die unübersichtliche bzw. ungünstige Wahrnehmungssituation für die Verkehrsteilnehmer als Argument gegen Beschleunigungstreifen angeführt. Dementsprechend gibt es in der französischen Richtlinie keine Dimensionierungsvorgaben für Beschleunigungstreifen von Landstraßen ohne bauliche Mitteltrennung.

3.2.4 United Kingdom

Im United Kingdom sind die Vorgaben für die Gestaltung von Landstraßenknoten im "Geometric design of at-grade priority and signal-controlled junction" als Teil des "Design Manual for Roads and Bridges" enthalten (Highways England, 2020). Beschleunigungstreifen

(im eigentlichen Sinn) kommen darin nicht vor. Stattdessen sind in einem eigenen Kapitel "merging tapers" beschrieben, welche beginnend mit einer Breite von 3,5 m keilförmig linear auf null auslaufen (Abb. 3-7). Insofern entspricht die Form eines merging taper jener der Verziehungsstrecke eines Beschleunigungsstreifens.

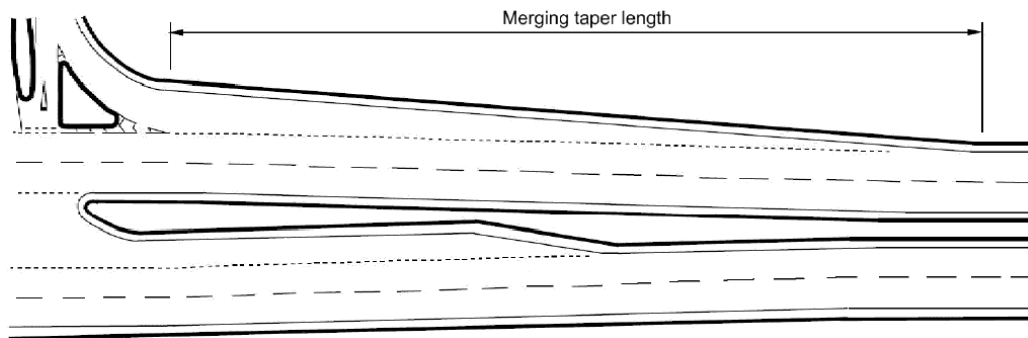


Abb. 3-7: "Merging taper" gemäß (Highways England, 2020)

Der Einsatz von merging tapers ist mit den Worten "*Merging tapers shall only be used where the major road is a dual carriageway*" (dies ohne jegliche weitere Relativierung) ausschließlich auf Straßen mit mehrstreifigen Richtungsfahrbahnen beschränkt; anders als in Frankreich (sh. Kap. 3.2.3) allerdings ohne Begründung.

3.2.5 USA

Das in vielen US-Bundesstaaten seit über 30 Jahren als Basisrichtlinie für Fragen der Dimensionierung von Straßenanlagen verwendete Werk ist das sogenannte "AASHTO Green Book", das 2018 in seiner 7. Auflage erschienen ist (AASHTO, 2018). Darin sind für Längsneigungen $< 3\%$ (Mindest-)Längen L_a angegeben für freien Verkehrsfluss mit vorwiegend Pkw-Verkehr, welche sich sowohl auf das (in Österreich unübliche) Einfädeln mittels "Taper Type" beziehen wie auch auf den "Parallel Type", also den eigentlichen Beschleunigungsstreifen (Tab. 3-2). Diese sind folgendermaßen zu interpretieren:

Die *Design Speed of Controlling Feature on Ramp* V' entspricht in etwa der Projektierungsgeschwindigkeit am Ende der Rampenfahrbahn. Die *Average Running Speed* bzw. *Initial Speed* V'_a entspricht der mittleren Fahrgeschwindigkeit an dieser Stelle bzw. der Einfahrgeschwindigkeit (vergleichbar mit der V_E in der Schweiz, sh. Kap. 3.2.2). Sie wird etwas geringer als V' angesetzt. Bei ausreichend großen Radien (ab rund 300 m) und unbehinderter Sicht auf die Hauptfahrbahn kann der Messpunkt für V'_a bereits auf die Rampenfahrbahn vorversetzt werden, so dass ein Teil der Länge L_a des Beschleunigungsstreifens bereits der Rampenfahrbahn zugerechnet wird. Der Verflechtungsbereich ab der Trenninselspitze sollte allerdings auch dann zumindest 90 m bis 150 m lang bleiben.

Die *Design Speed* V kann mit der Projektierungsgeschwindigkeit V_P der Hauptfahrbahn gleichgesetzt werden. Die *Merge Speed* V_a entspricht der mittlere Fahrgeschwindigkeit am Beginn der Verziehungsstrecke. Sie ist mit rund 75% der *Design Speed* V angesetzt.

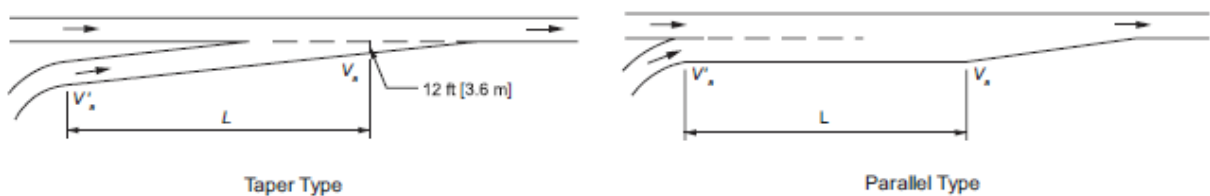
Für die Verziehungsstrecke wird eine Länge von 90 m als angemessen für *Design Speeds* V bis 110 km/h angegeben.

Generell wird für hohe Verkehrsmengen nahe der Leistungsfähigkeit, unter Hinweis auf den günstigen Verkehrsfluss und die geringen Unfallraten bei sehr langen Beschleunigungsstreifen, eine Länge L_a von zumindest 360 m + Verziehungsstreckenlänge (insgesamt also 450 m) empfohlen.

Für Steigungen / Gefälle von 3% bis 6% gibt es Tabellen mit geschwindigkeitsabhängigen Faktoren für die Verlängerung (1,3 bis 3,5) / Verkürzung (0,5 bis 0,7) von L_a .

Tab. 3-2: Längendimensionierung von Beschleunigungsstreifen (ohne Verziehungsstreckenlänge) gemäß AASHTO (2018)

Acceleration Lane Length, L_s (m) for Design Speed of Controlling Feature on Ramp, V' (km/h)									
Highway		Stop Condition	20	30	40	50	60	70	80
Design Speed, V (km/h)	Merge Speed, V_s (km/h)	Average Running Speed (i.e., Initial Speed) at Controlling Feature on Ramp, V'_s (km/h)							
		0	20	28	35	42	51	63	70
50	37	60	50	30	—	—	—	—	—
60	45	95	80	65	45	—	—	—	—
70	53	150	130	110	90	65	—	—	—
80	60	200	180	165	145	115	65	—	—
90	67	260	245	225	205	175	125	35	—
100	74	345	325	305	285	255	205	110	40
110	81	430	410	390	370	340	290	200	125
120	88	545	530	515	490	460	410	325	245
130	92	610	580	550	530	520	500	375	300



Bei der Längendimensionierung von Beschleunigungsstreifen gemäß AASHTO (2018) bleiben Verkehrsmengen generell wie auch Erfordernisse des Schwerverkehrs unberücksichtigt. In einer Studie (Qi et al., 2019) wurde daher untersucht, inwieweit die Berücksichtigung dieser verkehrlichen Größen Änderungen der Längen von Beschleunigungsstreifen nach sich ziehen sollten. Basierend auf einer umfassenden Analyse einschlägiger Literatur wurde dabei ein

mathematisches Modell entwickelt und anhand einer Vor-Ort-Erhebung kalibriert. Die Ergebnisse wurden den AASHTO-Vorgaben für 60, 65 und 70 mph *Design Speed* sowie 20, 30, 40 und 50 mph *Design Speed of Controlling Feature on Ramp* (hier *Ramp Speed*) überlagert. Nachfolgend sind beispielhaft für eine *Design Speed* von 60 mph (96,6 km/h) in Abb. 3-8 das Ergebnis ohne Berücksichtigung des Schwerververkehrs und in Abb. 3-9 mit Berücksichtigung des Schwerververkehrs dargestellt.

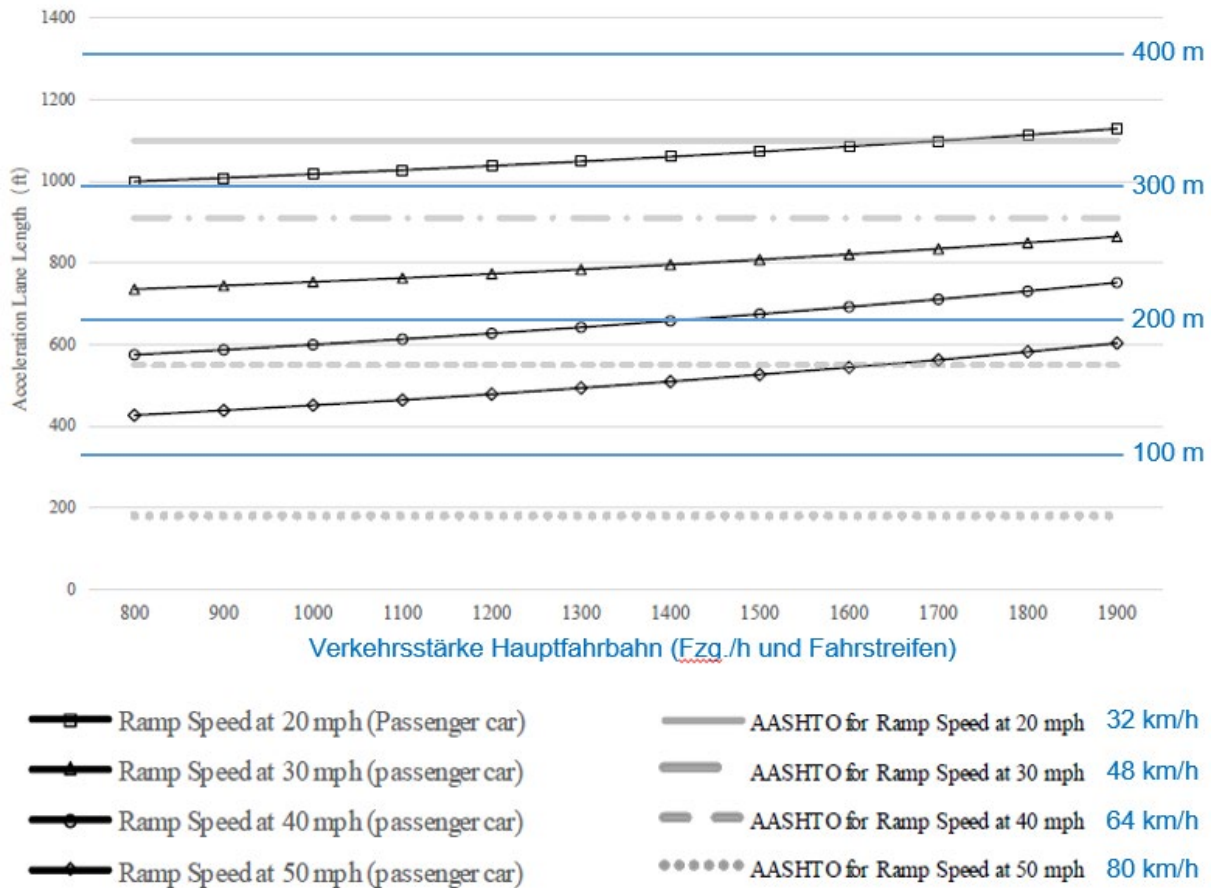


Abb. 3-8: Längendimensionierung von Beschleunigungsstreifen (ohne Verziegungsstreckenlänge) für eine Design Speed von 60 mph (96,6 km/h) OHNE Berücksichtigung des Schwerververkehrs gemäß Qi et al. (2019) im Vergleich zu AASHTO (2018)

Findet der Schwerverkehr bei der Längenbemessung von Beschleunigungsstreifen keine Berücksichtigung, weichen die von Qi et al. (2019) ermittelten Ergebnisse bei der geringen *Ramp Speed* (20 mph bzw. 32 km/h) mit etwas über 300 m kaum von jenen gemäß AASHTO (2018) ab. Auch die Verkehrsstärken auf dem rechten Fahrstreifen (entspricht Q_G gem. RVS 03.05.12) wirken sich nur wenig aus, der Längenunterschied zwischen 800 und 1900 Fahrzeugen pro Stunde und Fahrstreifen beträgt nur 13% (Abb. 3-8). Bei der hohen *Ramp Speed* hingegen (50 mph bzw. 80 km/h) ergibt sich eine rund doppelte (bei 800 Fahrzeugen pro

Stunde und Fahrstreifen) bis dreifache Länge (bei 1900 Fahrzeugen pro Stunde und Fahrstreifen) wie bei AASHTO (2018). Die Längenzunahme zwischen diesen Verkehrsstärken beträgt 40%.

Wird der einfahrende Schwerverkehr bei der Längenbemessung von Beschleunigungsstreifen berücksichtigt, betragen die von Qi et al. (2019) ermittelten Ergebnisse ein Vielfaches von jenen gemäß AASHTO (2018), mit über 700 m mehr als das Doppelte bei der geringen *Ramp Speed* bis hin zum etwa 6-fachen – rund 300 m anstatt 55 m – bei der hohen *Ramp Speed* (Abb. 3-9). Die Längenunterschiede zwischen 800 und 1900 Fahrzeugen pro Stunde und Fahrstreifen betragen von 13% bei der geringen *Ramp Speed* bis 33% bei der hohen *Ramp Speed*, sind relativ gesehen also etwas geringer als jene zuvor.

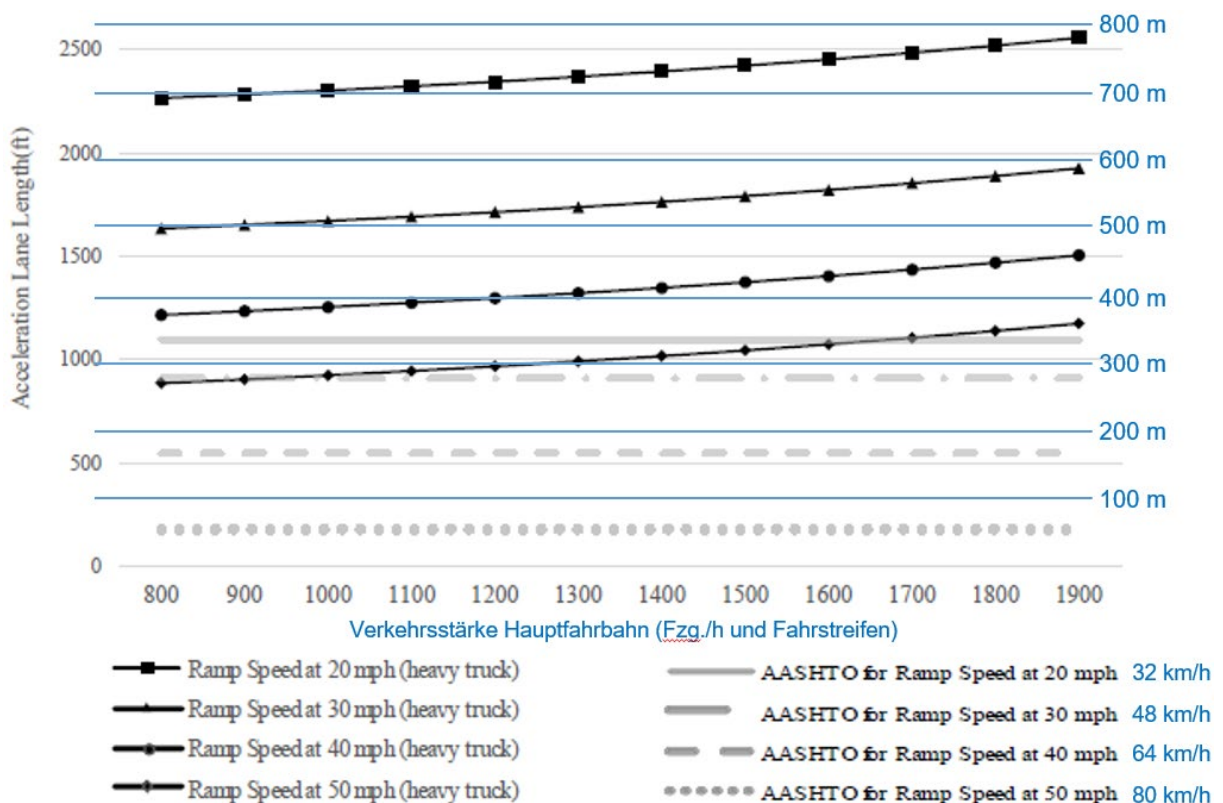


Abb. 3-9: Längendimensionierung von Beschleunigungsstreifen (ohne Verziehungsstreckenlänge) für eine Design Speed von 60 mph (96,6 km/h) MIT Berücksichtigung des Schwerverkehrs gemäß Qi et al. (2019) im Vergleich zu AASHTO (2018)

Zu Beschleunigungswerten auf Beschleunigungsstreifen liefert eine aktuelle Dissertation (Yang, 2017) interessante Ergebnisse. Dabei wurden an insgesamt 7 unterschiedlich langen Highwayauffahrten mit Zufahrtsdosierung 40 bis 120 Minuten lang an 8 bis 9 Videostandorten, verteilt auf eine Länge von 500 bis 600 Fuß (rund 150 bis 180 m), die aus dem Stillstand

losfahrenden Fahrzeuge gefilmt. Aus ihrem Zeitbedarf für die Strecken zwischen den Video-standorten wurden die entsprechenden Geschwindigkeiten und Beschleunigungen errechnet. Aus den gemessenen Zusammenhängen zwischen Geschwindigkeiten und den zugehörigen Distanzen wurden anschließend für jede der Auffahrten Potenzfunktionen abgeleitet (ausnahmslos mit einem Bestimmtheitsmaß R^2 über 0,98), womit für das Erreichen verschiedener (Verflechtungs-)Geschwindigkeiten die dafür erforderlichen Längen der Beschleunigungsstrecken berechnet werden konnten.

Beispielhaft für eine Auffahrt mit einer Gesamtlänge der Beschleunigungsstrecke von 765 Fuß (233 m) lauten für Pkw die Potenzfunktionen der mit einer bestimmten Geschwindigkeit v (mph) erreichten 85%, 50% und 15% Perzentile der zurückgelegten Distanz L (ft)

$$L_{85\text{th Percentile}} = 0.0402 \times v^{2.5580}, R^2=0.9968$$

$$L_{50\text{th Percentile}} = 0.0334 \times v^{2.5312}, R^2=0.9972$$

$$L_{15\text{th Percentile}} = 0.0249 \times v^{2.5453}, R^2=0.9976$$

Diese Funktionengraphen sind mit den von ft in m umgerechneten Distanzen und von mph in km/h umgerechneten Geschwindigkeiten in Abb. 3-10 dargestellt. Zusätzlich sind dort die aus den Geschwindigkeiten und Distanzen errechneten Beschleunigungen a [m/s^2] eingetragen. Eine Geschwindigkeit von z.B. 80 km/h erreichen demnach beim Losfahren aus dem Stillstand die Hälfte der Pkw (50%) nach 200 m, 85% nach 270 m und 15% bereits nach 160 m. Das Beschleunigungsvermögen bei 80 km/h beträgt für 50% der Pkw $1,0 \text{ m/s}^2$, 85% erreichen einen Wert von zumindest $0,75 \text{ m/s}^2$ und 15% beschleunigen mit $1,25 \text{ m/s}^2$.

Yang (2017) fand zudem einen signifikanten Unterschied im Beschleunigungsverhalten der Pkw in Abhängigkeit von der verfügbaren Länge der Beschleunigungsstrecke bis zur Verflechtung. So betrug auf einer nur 145 m kurzen Auffahrt bei 500 Fuß (152 m) nach dem Losfahren die durchschnittliche Geschwindigkeit bereits 76 km/h, was einer mittleren Beschleunigung von $1,44 \text{ m/s}^2$ entspricht. Auf einer über 1 km langen Auffahrt hingegen wurde von Beginn an wesentlich gemächlicher beschleunigt, so dass mit durchschnittlich $1,00 \text{ m/s}^2$ die mittlere Geschwindigkeit in derselben Entfernung von 152 m nur 63 km/h betrug.

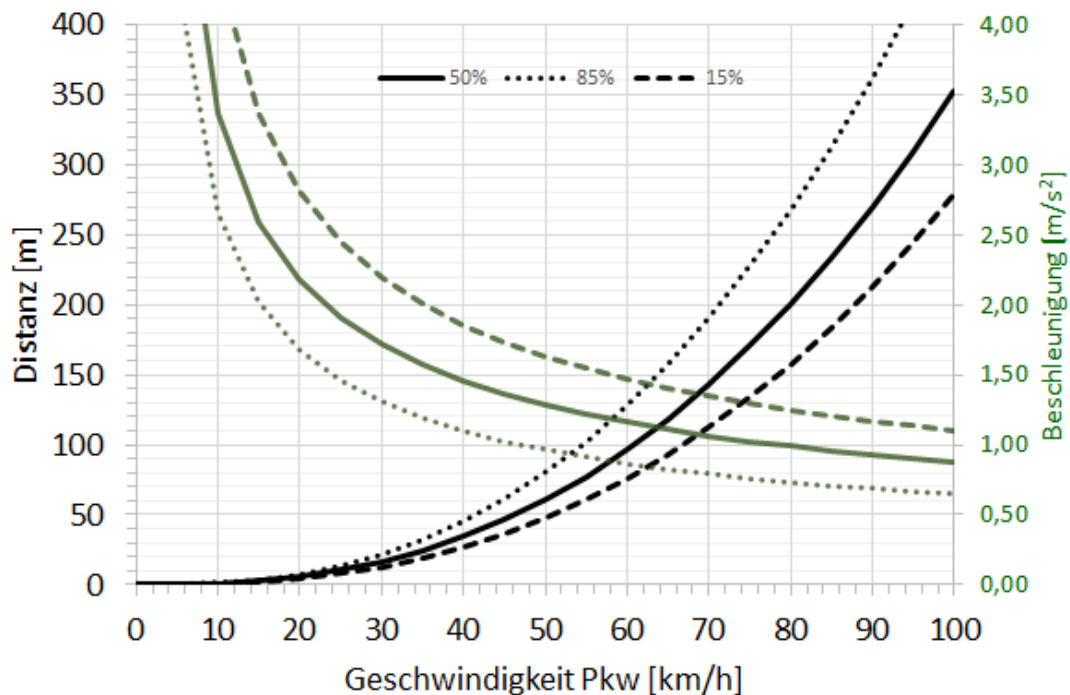


Abb. 3-10: Modellhafter Zusammenhang zwischen Distanzen, erreichten Pkw-Geschwindigkeiten und Pkw-Beschleunigungsvermögen an einer US-amerikanischen Highway-Auffahrt mit einer Gesamtlänge der Beschleunigungsstrecke 233 m
Datengrundlage: (Yang, 2017), eigene Darstellung

In der Folge differenzierte Yang die sieben untersuchten Auffahrten in zwei Gruppen, drei lange (mit "konservativem Design") und vier kurze bis maximal 250 m Länge (mit "aggressivem Design"). Für die beiden Gruppen wurden die berechneten 85%-Perzentilen der erforderlichen Beschleunigungsstrecken für verschiedene Geschwindigkeiten gemittelt und daraus Empfehlungen für die mindestens erforderlichen Längen der Beschleunigungsstrecken abgeleitet (Abb. 3-11).

Während demzufolge 85% der Pkw bei den kürzeren Auffahrten zügig beschleunigen und aus dem Stillstand z.B. nach 270 m eine Geschwindigkeit von 80 km/h erreichen (vgl. weiter oben im Text), beschleunigen sie bei den Auffahrten mit den größeren Längen weniger stark bzw. benötigen mit 380 m um 40% mehr Strecke, um 80 km/h zu erreichen.

Für eine Beschleunigung von z.B. 50 km/h auf 80 km/h wären bei den kürzeren Auffahrten 190 m erforderlich und bei jenen mit den größeren Längen 280 m.

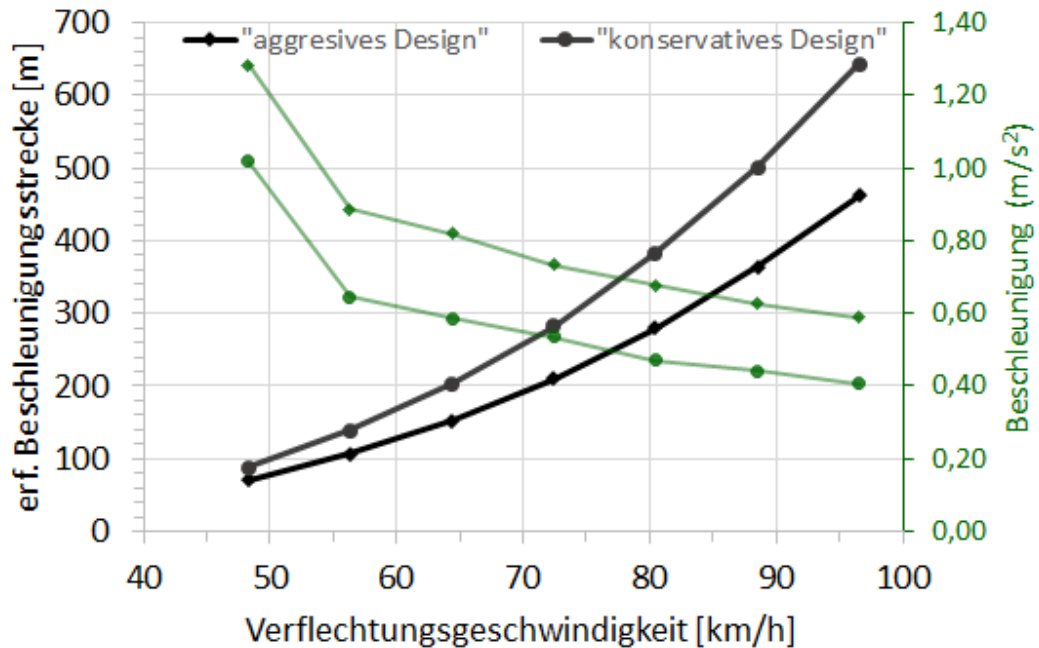


Abb. 3-11: Modellhafter Zusammenhang zwischen 85%-Perzentilen von erforderlichen Pkw-Beschleunigungsstrecken und Verflechtungsgeschwindigkeiten sowie zugehörige Beschleunigungswerte bei eher kurzen ("aggressives Design") und eher langen ("konservatives Design") US-amerikanischen Highwayauffahrten

Datengrundlage: (Yang, 2017), eigene Darstellung

Mit derselben Methode wie oben für Pkw wurden auch für Lkw Potenzfunktionen abgeleitet und die erforderlichen Längen der Beschleunigungsstrecken für das Erreichen verschiedener (Verflechtungs-)Geschwindigkeiten berechnet. Analog zu Abb. 3-10 sind die Ergebnisse für "Heavy Trucks" – die Klassen 8 und 9 gemäß FHWA³, i.W. sind dies Sattelschlepper mit bis zu 5 Achsen – in Abb. 3-12 dargestellt. Demnach würden aus dem Stillstand nach 270 m, wo 85% der Pkw gemäß Abb. 3-10 eine Geschwindigkeit von 80 km/h erreichen, 85% der Lkw eine Geschwindigkeit von knapp 55 km/h, 50% von 62 km/h und 15% von 66 km/h erreichen.

Für eine Verflechtungsgeschwindigkeit von 80 km/h hingegen würden auch die am stärksten beschleunigenden 15% der Lkw aus dem Stillstand eine Strecke von 450 m Länge benötigen, während erst nach 660 m 85% der Lkw 80 km/h erreicht hätten. Hätten letztere an einer bestimmten Stelle der Auffahrt eine Geschwindigkeit von bereits 50 km/h, würden sie ab dort weitere 440 m benötigen, um 80 km/h zu erreichen und die stärkeren 15% weitere 310 m

Aus dem Stillstand losfahrend erreichen 85% dieser schweren Lkw bei 60 km/h eine Beschleunigung von 0,36 m/s², 50% 0,45 m/s² und 15% 0,51 m/s². Bei einer Geschwindigkeit von 80 km/h sinken die entsprechenden Werte auf 0,33 bis 0,43 m/s².

³ Sh. https://www.fhwa.dot.gov/policyinformation/tmguidetmg_2013/vehicle-types.cfm

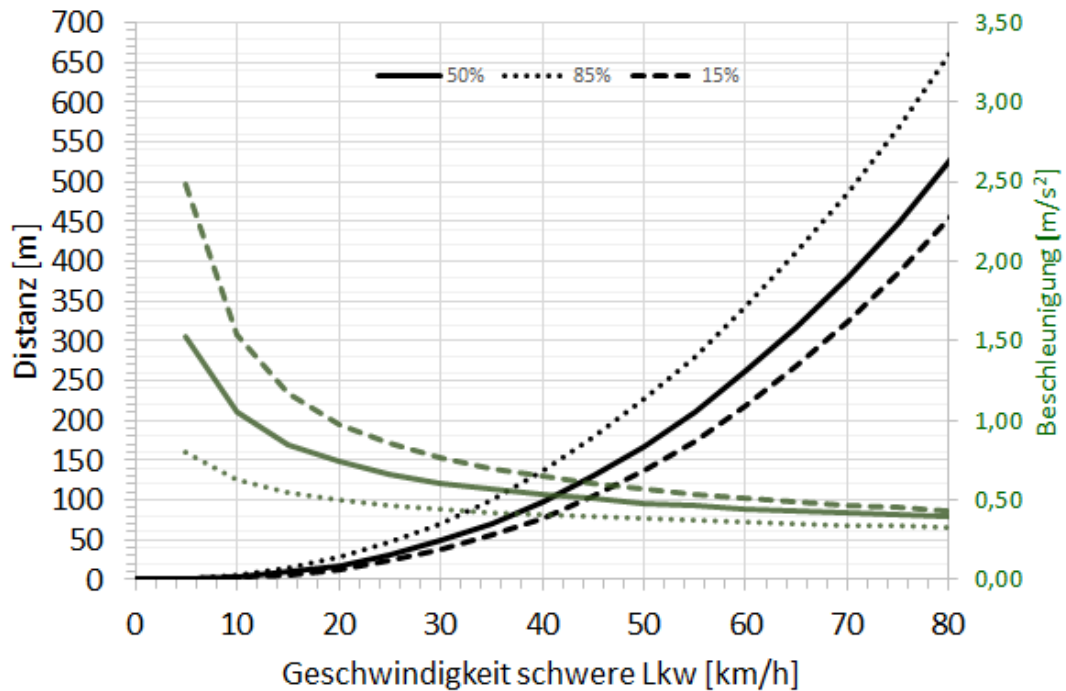


Abb. 3-12: Modellhafter Zusammenhang zwischen Distanzen, erreichten Geschwindigkeiten und Beschleunigungsvermögen schwerer Lkw an zwei US-amerikanischen Highway-Auffahrten

Datengrundlage: (Yang, 2017), eigene Darstellung

3.2.6 Polen

Für polnische Straßen finden sich Dimensionierungsvorgaben für Beschleunigungsstreifen in der vom polnische Infrastrukturministerium herausgegebenen und zu Anwendung empfohlenen Richtlinie WR-D-32-2 für die Gestaltung von Straßenknoten (Minister Infrastruktury, 2020). Dort werden für Straßen des Typs S ("expressway" mit Entwurfsgeschwindigkeiten bzw. einer V_P von 80 bis 120 km/h) für die Längen L_0 (Abb. 3-13) zumindest 90 m und für die Länge der Verziehungsstrecke L_k zumindest 60 m empfohlen. Für Straßen des Typs GP ("speeded up roads" mit Entwurfsgeschwindigkeiten von 60 bis 100 km/h) oder niedrigeren Kategorien lautet die Empfehlung für die Länge von L_0 zumindest 75 m und für die Länge L_k zumindest 30 m. Die Breite des Beschleunigungsstreifens ist mit zumindest 3,0 m angegeben. Dies entspricht Verziehungen von 1:20 ("expressway") bis 1:10 ("speeded up roads").

Die grundsätzliche Überlegung für die finale Längenwahl beruht darauf, dass ab einer Geschwindigkeit V_1 auf der Auffahrtsrampe (z.B. am Ende des letzten Kreisbogens) mit maximal $1,2 \text{ m/s}^2$ beschleunigt wird, bis die Geschwindigkeit V_2 erreicht ist, welche am Ende des Beschleunigungsstreifens mit 75% der Entwurfsgeschwindigkeiten bzw. V_P angesetzt wird.

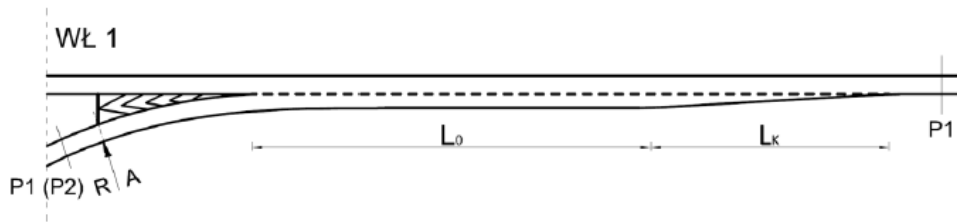


Abb. 3-13: Beschleunigungsstreifen gemäß Richtlinie WR-D-32-2 (Minister Infrastruktur, 2020)

Angemerkt sei, dass nach der Trenninselspitze keine Sperrlinie (d.h., kein Pendant zur österreichischen Länge L_{ER}) vorgesehen ist.

3.2.7 Ungarn

Die nachfolgenden Angaben zu den Verhältnissen in Ungarn entstammen aus persönlichen Konversationen per E-Mail (Mako, 2021) sowie einer einschlägigen Dissertation (Miletics, 2016).

Die Gestaltung von mehrstreifigen Kreuzungen wird in Ungarn durch die straßentechnischen Vorgaben Entwurf von Straßen e-UT 03.01.11 (Ungarische Straßengesellschaft, 2008) sowie Bemessung und Gestaltung von niveaugleichen Straßenkreuzungen e-UT 03.03.21 (Ungarische Straßengesellschaft, 2005) und Entwurf und Bemessung von niveaugleichen Straßenkreuzungen e-UT 03.03.22 (Ungarische Straßengesellschaft, 2005) geregelt.

Gemäß e-UT 03.01.11 sind nur für mehrstreifige Richtungsfahrbahnen Beschleunigungsstreifen grundsätzlich vorgesehen. Für zweistreifige Straßen können sie – ohne nähere Angaben dazu – für "sehr bedeutenden Zufahrtsverkehr" vorgesehen werden. Gemäß e-UT 03.03.22 ist ein Beschleunigungsstreifen gerechtfertigt, wenn der einbiegende Verkehr 300 Fahrzeuge pro Stunde überschreitet. Allerdings fehlen jegliche konkrete Angaben zur Länge solcher Beschleunigungsstreifen, im Gegensatz zur Spezifikation e-UT 03.03.41 für die Gestaltung von Beschleunigungsstreifen auf Autobahnen (Ungarische Straßengesellschaft, 2004), die die erforderlichen Längen eindeutig angibt.

3.2.8 Slowenien

Die Standortwahl, die Planung und Gestaltung der Verkehrsführung und die Bemessung der technischen Elemente für neu geplante Knoten oder den Umbau bestehender Knoten öffentlicher Straßen ist in Slowenien durch eine Verordnung des Verkehrsministeriums geregelt (Minister za promet, 2009). Zu Beschleunigungsstreifen für zweistreifige Straßen finden sich darin keinerlei Angaben.

3.3 Internationale Beispiele im Vergleich mit Österreich

Ergebnisse aus den vorangegangenen Kapiteln 3.2.1 bis 3.2.8 hinsichtlich der Längen von Beschleunigungsstreifen, i.d.R. für das Einfädeln auf nur einen durchgehenden Richtungsfahrstreifen von Landstraßen, sind in Tab. 3-3 zusammengestellt. Um zumindest ansatzweise einen Vergleich mit den österreichischen Verhältnissen zu ermöglichen, wurden die Längenangaben – soweit ableitbar – auf die Teillängen der Einfahrts-, Manöver- und Verziehungsstrecke gem. RVS 03.05.12 (FSV, 2007) aufgeschlüsselt.

Der Vergleich zeigt i.W. Folgendes:

- Der internationale Umgang mit Beschleunigungsstreifen abseits von Straßen mit mehrstreifigen Richtungsfahrbahnen ist sehr uneinheitlich. In einigen Ländern, z.B. UK, Slowenien oder Frankreich (dort wird sogar ausdrücklich davon abgeraten) sind solche gar nicht vorgesehen. In Ungarn sind sie zwar als grundsätzlich möglich erwähnt, doch ohne Dimensionierungsvorgaben. In anderen Ländern, neben Österreich auch in Deutschland, in der Schweiz (nur als Ausnahmefall) oder in den USA gibt es hingegen sehr genaue Regelungen dazu. Die sich für die Beschleunigungsstreifen ergebenden (Teil- und Gesamt-)Längen weichen stark voneinander ab. Zudem sind sie aufgrund der recht unterschiedlichen Einflussgrößen für ihre Dimensionierung nur bedingt miteinander vergleichbar.
- Die Verkehrsstärke der Hauptfahrbahn als konkreter Eingangswert in Dimensionierungsrichtlinien findet sich nur in Österreich. In anderen Ländern spielt sie allenfalls indirekt eine Rolle, z.B. in Deutschland oder Polen über die Straßenkategorisierung oder über unkonkrete Anmerkungen, wie "bei schwachem Verkehr" in der Schweiz. In den USA, wo sie in den Richtlinien gar keine Rolle spielt, zeigen die Ergebnisse der aktuellen Forschungsarbeit von Qi et al. (2019), dass die Verkehrsstärke der Hauptfahrbahn, je nach zugrunde gelegter Einfahrtgeschwindigkeit vor/beim Beginn des Beschleunigungsstreifens, einen geringen bis großen Einfluss auf dessen erforderliche Länge haben kann.
- Zum Einfluss des Schwerverkehrsanteils auf der Hauptfahrbahn finden sich keine Angaben.
- Die Verkehrsstärke der Auffahrt bzw. auf dem Beschleunigungsstreifen findet sich nirgends als maßgebend für dessen Dimensionierung. Die Ergebnisse zweier aktueller Forschungsarbeiten aus den USA (Qi et al., 2019; Yang, 2017) weisen jedoch darauf hin, dass bei einer speziellen Berücksichtigung von auffahrenden Schwerverfahrzeugen eine erhebliche Verlängerung von Beschleunigungsstreifen erforderlich wäre.

Tab. 3-3: Vergleich der Längen von Beschleunigungsstreifen

	V_P [km/h]	L_{ER} [m]	L_{MR} [m]	L_{ZR} [m]	L_{ges} [m]
Ö	80	25 bis 20	je nach Q_G von 125 m (bis $Q_G = 300$) bis 230 m (ab $Q_G = 900$)	60 bis 70	205 bis 320
Ö	100	25 bis 20	je nach Q_G von 125 m (bis $Q_G = 300$) bis 280 m (ab $Q_G = 900$)	60 bis 70	210 bis 370
D	100	30	90	30	150
CH	75% von bis 80	je nach V_E , z.B. 40 bei 50 km/h 75 bei 40 km/h	150 (bei "schwachem Verkehr" ev. verkürzbar auf 50)	50	≤ 275
CH	75% von über 80	75	150	75	300
PL	speeded up road 75% von 60 bis 100	0	≥ 75	≥ 30	≥ 105
PL	expressway 75% von 80 bis 120	0	≥ 90	≥ 60	≥ 150
USA (AASHTO)	75% von 80	0	je nach V_E von 65 bei 51 km/h bis 200 bei 0 km/h	90	155 bis 290
USA (AASHTO)	75% von 100	0	je nach V_E von 40 bei 80 km/h bis 345 bei 0 km/h	90	130 bis 435
USA, nur Pkw (Qi et al., 2019)	75% von 97	0	je nach V_E und Q_G von 130 bei 80 km/h und $Q_G = 800$ bis 344 bei 32 km/h und $Q_G = 1900$	90	220 bis 434
USA, mit auffahrendem Schwerverkehr (Qi et al., 2019)	75% von 97	0	je nach V_E und Q_G von 270 bei 80 km/h und $Q_G = 800$ bis 779 bei 32 km/h und $Q_G = 1900$	90	360 bis 869
USA, nur Pkw (Yang, 2017)	-	Beschleunigung von z.B. $V_E =$ 0 auf z.B. 80 km/h, erreicht von 85% Pkw 50 auf z.B. 80 km/h, erreicht von 85% Pkw		?	270 + L_{ZR} 190 + L_{ZR}
USA, schwere Lkw (Yang, 2017)	-	Beschleunigung von z.B. $V_E =$ 0 auf z.B. 60 km/h, erreicht von 85% Lkw 0 auf z.B. 80 km/h, erreicht von 85% Lkw 50 auf z.B. 80 km/h, erreicht von 85% Lkw		?	340 + L_{ZR} 660 + L_{ZR} 440 + L_{ZR}
H	Beschleunigungsstreifen ab 300 Fzg./h möglich, keine Angaben zur Dimensionierung				
F, UK, SLO	Keine Beschleunigungsstreifen vorgesehen				

V_P Projektierungsgeschwindigkeit bzw. Design Speed der Hauptfahrbahn

L_{ER} Einfahrtsstrecke gem. RVS 03.05.12

L_{MR} ... Manöverstrecke gem. RVS 03.05.12

L_{ZR} ... Verziehungsstrecke gem. RVS 03.05.12

L_{ges} ... Gesamtlänge des Beschleunigungsstreifens

Q_G Verkehrsstärke auf dem rechten Fahrstreifen der Hauptfahrbahn [Fzg./h/Fahrstreifen]

V_E Einfahrtsgeschwindigkeit vor/beim Beginn des Beschleunigungsstreifens [km/h]

- Die Geschwindigkeit auf der Hauptfahrbahn – sei es als Design Speed, Planungsgeschwindigkeit oder Projektierungsgeschwindigkeit – ist in allen Fällen ein Dimensionierungskriterium. Dies entweder, wie in Österreich und in den USA, detailliert bzw. eng abgestuft, oder wie z.B. in der Schweiz als Grenzwert, in Deutschland als ein konkreter Wert oder in Polen als Wertebereich. Der Schweiz, Polen und den USA gemeinsam ist, dass die Länge des gesamten Beschleunigungsbereichs, welcher z.T. auch die dem Beschleunigungstreifen vorgelagerte Rampenfahrbahn umfasst, ein Beschleunigen auf eine (Verflechtungs-)Geschwindigkeit im Ausmaß von 75% der Geschwindigkeit auf der Hauptfahrbahn ermöglichen soll.
- Die Einfahrtsgeschwindigkeit vor/beim Beginn des Beschleunigungstreifens ist in der Schweiz und in den USA ein maßgebendes Kriterium für dessen Längendimensionierung und ebenso in Polen, wobei sich dort nur Mindestangaben für die Längswerte finden.
- Beschleunigungswerte von Pkw als Einflussfaktoren finden sich in der Schweiz ("gewöhnlich 1,0 m/s²") und in Polen ("maximal 1,2 m/s²"). Die Ergebnisse der Forschungsarbeit von Yang (2017) aus den USA weisen darauf hin, dass diese Werte in einem Geschwindigkeitsbereich von etwa 60 bis 80 km/h im Mittel zwar durchaus realistisch sind, jedoch bei weitem nicht von allen Pkw und schon gar nicht von Lkw erwartet werden dürfen.

4 AUSWAHL UND BESCHREIBUNG DER MESSSTELLEN

4.1 Auswahl der Messstellen

Wie bereits einleitend in Kap. 1.2 erwähnt, wurde das Augenmerk des Projekts auf die Erfassung des Verkehrsverhaltens auf Beschleunigungstreifen gelegt, von welchen auf nur genau einen durchgehenden Richtungsfahrtstreifen von Landesstraßen ohne größere Längsneigung eingefädelt werden kann. Von den projektbegleitenden Ansprechpersonen der steiermärkischen und der niederösterreichischen Landesregierung wurden dem Projektteam insgesamt 57 Beschleunigungstreifen, 34 in Niederösterreich und 23 in der Steiermark genannt, inklusive ihrer Längen ohne Verziehung (vorh. $L_{ER}+L_{MR}$ in m), der durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärken am Querschnitt (DTV in Kfz/24h und DTLV in Lkwä/24h), der zulässigen Höchstgeschwindigkeiten (V_{zul} in km/h) und der Längsneigungen der Landesstraßen (s in %). Davon wurden 5 aufgrund ihrer gemeldeten Längsneigungen von mehr als $\pm 3\%$ und weitere 5 wegen der Einmündung in zwei durchgehende Richtungsfahrtstreifen ohne weitere Betrachtung ausgeschieden.

Da gemäß den Vorgaben der RVS 03.05.12 (FSV, 2007) vor allem die Kombination einer hohen V_P mit hohen Verkehrsstärken besonders lange Beschleunigungsstreifen erfordert und in Anbetracht der begrenzten Projektressourcen wurden weitere Einschränkungen definiert.

Für die Auswahl der Messstellen wurden weitere 33 Standorte ausgeschieden, da sie

- eine V_{zul} unter 100 km/h aufweisen,
- vergleichsweise niedrige Verkehrsstärken haben (unter 6.000 Kfz/24h),
- vergleichsweise weit weg sind von Wien (Schonung der Projektressourcen).

Nach dieser Vorselektion verblieben 14 potenzielle Messstellen auf Beschleunigungsstreifen (Tab. 4-1).

Tab. 4-1: Eckdaten der 14 nach der Vorselektion verbliebenen potenziellen Messstellen auf Beschleunigungsstreifen (Erläuterung im Text)

Straße	GPS Koordinaten WGS84: Breite Länge	Beschleunigungsstreifen		vorh. $L_{ER}+L_{MR}$ [m]	s [%]	V_{zul} [km/h]	DTV [Kfz/24h]	DTLV [Lkwä/24h]	Q_{G30} [Kfz/24h]	erf. $L_{ER}+L_{MR}$		erf. - vorh. $L_{ER}+L_{MR}$	
		von km	bis km							[m]	[m]	[%]	
LB4	48.42313 16.07912	8,360	8,730	370	0	100	11869	975	608	250	120	48,0	
LB4	48.46415 15.99202	16,340	16,485	145	2,7	100	11483	1055	591	225	-80	-35,6	
LB4	48.51688 15.94105	23,565	23,667	102	0	100	11483	1055	591	225	-123	-54,7	
LB4	48.51882 15.93523	24,238	24,358	120	4,2	100	11483	1055	591	225	-105	-46,7	
LB4	48.52127 15.92611	24,860	24,950	90	0	100	11483	1055	591	225	-135	-60,0	
LB4	48.52276 15.92120	25,427	25,550	123	4,9	100	11483	1055	591	225	-102	-45,3	
LB4	48.55480 15.85762	31,510	31,690	180	3,9	100	9526	971	500	225	-45	-20,0	
LB4	48.56591 15.84184	33,205	33,375	190	1,8	100	9526	971	500	225	-35	-15,6	
LB4	48.58355 15.80324	37,750	37,910	180	-1,6	100	9526	971	500	225	-45	-20,0	
LB4	48.64355 15.69008	49,325	49,487	162	-3,0	100	8718	779	462	225	-63	-28,0	
LB37	48.52281 15.49621	19,785	19,892	107	0	100	11816	945	606	250	-143	-57,2	
LB37	48.52327 15.49467	20,024	20,180	160	0	100	11816	945	606	250	-90	-36,0	
LB37	48.52461 15.48678	20,470	20,616	166	0	100	11816	945	606	250	-84	-33,6	
LB37	48.52479 15.48628	20,685	20,740	55	0	100	11816	945	606	250	-195	-78,0	

Inwieweit deren Längen den Vorgaben der RVS 03.05.12 entsprechen, wurde mit folgender Vorgangsweise überprüft: Zählwerte der Verkehrsstärke Q_G auf dem rechten Fahrstreifen der Hauptfahrbahn (dreißigste Stunde der Jahresdauerlinie) als erforderlicher Eingangswert (vgl. Kap. 3.1) standen nicht zur Verfügung. Unter der Annahme einer gleichmäßigen Richtungs-aufteilung der DTV-Werte wurden sie ersatzweise als Q_{G30} unter Verwendung des k_{30} -Werts gemäß RVS 03.01.11 (FSV, 2012) errechnet:

$$Q_{G30} = \frac{1}{2} \cdot (0,2764 \cdot DTV^{-0,1057})$$

Mit $V_{zul} = V_P$ und Q_{G30} wurden die gemäß RVS 03.05.12 erforderlichen Längen (erf. $L_{ER}+L_{MR}$) ermittelt und die Differenz (in m und %) zu den vorhandenen Längen berechnet. Es zeigte sich, dass – mit einer Ausnahme – alle Beschleunigungsstreifen nicht die richtliniengemäße Länge aufweisen, sondern kürzer sind. Sowohl der "überlange" Beschleunigungsstreifen auf der LB4 (370 m) als auch jene vier, die um über 50% zu kurz waren, wurden als "Sonderfälle" eingestuft und als Standorte für die Messungen ausgeschieden.

Zudem wurden alle Beschleunigungsstreifen mit dem auf NÖ-Atlas (<https://atlas.no.e.gv.at>) verfügbaren, auf basemap.at basierendem digitalen Kartenwerk anhand der Luftbilder, Längenmaßstäbe und Höhenkoten analysiert. Dabei ergab sich, dass die Längsneigung bei 4 Beschleunigungsstreifen doch mehr als $\pm 3\%$ beträgt, sodass auch diese nicht weiter in Betracht gezogen wurden.

Die erforderlichen Längen der Beschleunigungsstreifen gemäß RVS 03.05.12 sollten unterschiedlich sein und ebenso die aufgrund der Linienführung der zuführenden Rampenfahrbahnen zu erwartenden Einfahrtsgeschwindigkeiten. Da vorgesehen war, die Messungen an jeweils zwei Beschleunigungsstreifen zeitgleich durchzuführen, war aus Gründen der Effizienz (rascher Auf- bzw. Abbau des Messequipments) auch die räumliche Nähe von Standorten zueinander ein positives Selektionskriterium.

Letztendlich fiel die Wahl auf **zwei Standorte auf der Landesstraße B37 nahe Gföhl** und **zwei auf der Landesstraße B4 nahe Maissau** (in Tab. 4-1 fett hervorgehoben). In einem Fall, bei Maissau 1, handelt es sich um einen Beschleunigungsstreifen entlang eines einstreifigen Richtungsabschnitts einer dreistreifigen Straße (d.h., mit sogenanntem 2+1-Querschnitt), in den drei anderen Fällen um jeweils zweistreifige Hauptfahrbahnen im Gegenverkehrsbetrieb. Die Beschleunigungsstreifen auf der B4 sind rund ein Fünftel kürzer als gemäß RVS 03.05.12 erforderlich und jene auf der B37 um rund ein Drittel.

Eine Übersicht über die vier Beschleunigungsstreifen inklusive der zuführenden Rampenfahrbahnen zeigen die Luftbilder in Abb. 4-1 und Abb. 4-2. Zuzufolge der Linienführung der Rampenfahrbahnen sind bei Maissau 1 (indirekte Rampenfahrbahn mit 270°-Bogen) vergleichsweise geringe Einfahrtsgeschwindigkeiten zu erwarten, bei Maissau 2 und Gföhl 1 mittelhohe (Rampenfahrbahn mit Wendelinie) und bei Gföhl 2 vergleichsweise hohe (knapp 200 m fast geradlinige direkte Rampenfahrbahn).

Gföhl 1

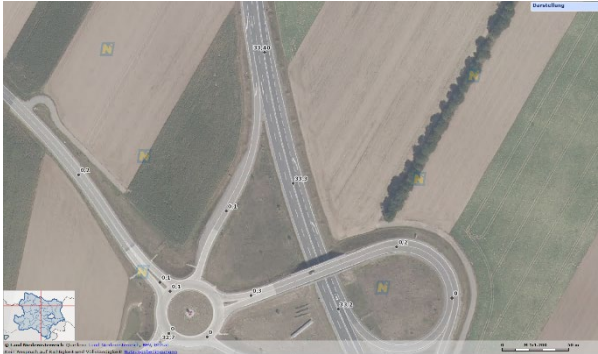


Gföhl 2



**Abb. 4-1: Messstellen auf der Landesstraße B37:
Gföhl 1 (km 20,024, Fahrrichtung Zwettl) und
Gföhl 2 (km 20,616, Fahrrichtung Krems)
Bildquelle: NÖ Atlas (<https://atlas.noel.gv.at>)**

Maissau 1



Maissau 2



**Abb. 4-2: Messstellen auf der Landesstraße B4:
Maissau 1 (km 33,205, Fahrrichtung Horn) und
Maissau 2 (km 37,750, Fahrrichtung Horn)
Bildquelle: NÖ Atlas (<https://atlas.noel.gv.at>)**

4.2 Beschreibung der Messstellen

Die Standorte der Messstellen (Abb. 4-3 und Abb. 4-4) wurden vor Ort mit der jeweiligen Straßenmeisterei besichtigt und betreffend die Eignung für die Installation des Messequipments geprüft. Geeignet für die Videosysteme waren z.B. Masten oder andere Einrichtungen, wie z.B. stabile Verkehrszeichensteher, woran etwas sicher befestigt werden kann. Diese sollten jeweils am Anfang, in der Mitte und am Ende des Beschleunigungstreifens vorhanden sein. Die Messstellen werden im Folgenden genauer beschrieben.



Abb. 4-3: Karte der Messstellen bei Gföhl

Quelle: data.gv.at, basemap.at, eigene Darstellung

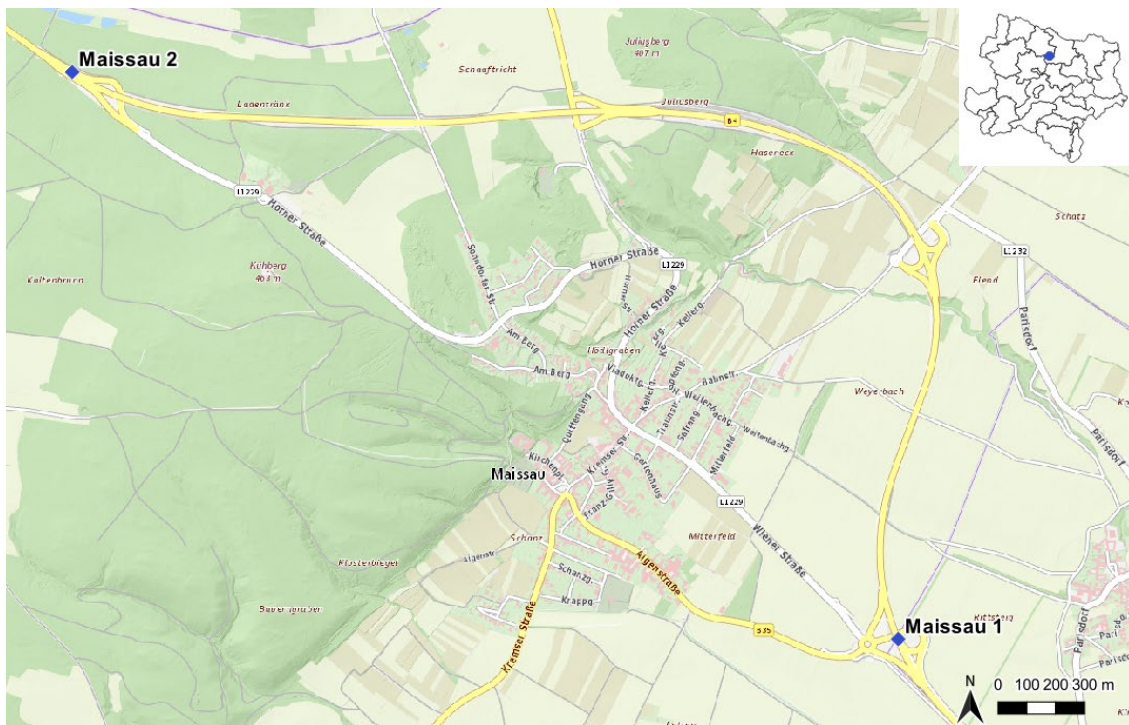


Abb. 4-4: Karte der Messstellen bei Maissau

Quelle: data.gv.at, basemap.at, eigene Darstellung

4.2.1 Gföhl 1

Die Messstelle „Gföhl 1“ auf der Landesstraße **B37** befindet sich bei Kilometer 20,024, hat eine DTV von ca. 11.800 Kfz/24 h und ein Tempolimit von 100 km/h. Es handelt sich um die Auffahrt in Fahrtrichtung Zwettl, unter anderem kommend von der L57, Garser Straße. Der Beschleunigungsstreifen ist vom Ende der Sperrlinie bis zum Start der Verziehung **140 m** lang, und vom Ende der Sperrlinie bis zum Ende des Spitzes ca. **160 m lang**; die Länge der Verziehung ist mit lediglich 20 m somit sehr kurz. Für die Messung wurden verschiedene Teilstrecken bemessen, welche in Abb. 4-5 ersichtlich sind.

Die **Begrenzungslinie** zwischen Beschleunigungsstreifen und Fahrstreifen besteht aus 2 m langen Strichen mit 1 m Unterbrechung.

Die **Rampenfahrbahn** wird in einer Wendelinie zum Beschleunigungsstreifen geführt (sh. auch Abb. 4-1) bzw. mündet als Rechtsbogen in diesen. Relevante Längsneigungen sind keine vorhanden. Die Sicht auf die in einem weiten Linksbogen zulaufende Hauptfahrbahn der B37 ist gegeben, sie ist jedoch durch einen Einschnittsbereich mit Brücke im Vorfeld und einer leichten Steigung der Hauptfahrbahn etwas beeinträchtigt.

Die **Zufahrt** zur Messstelle und insbesondere das Parken zur Installation des Messequipments erwies sich aufgrund einer vorhandenen Nebenfahrbahn als sehr gut (Abb. 4-6).

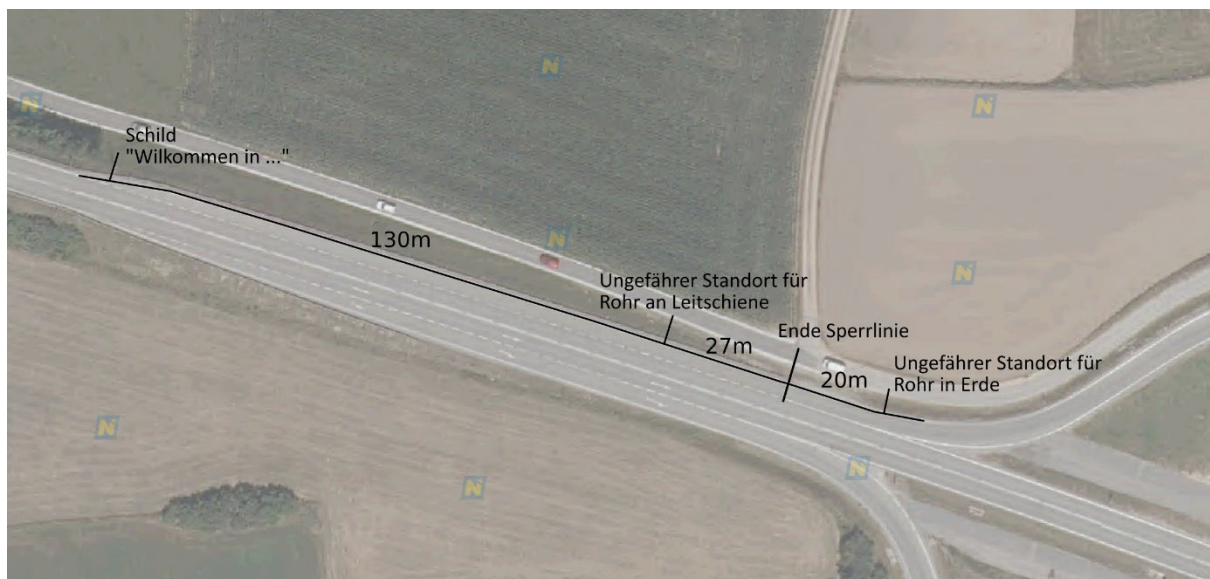


Abb. 4-5: Orthofoto inklusive Kennzeichnung der Längen des Beschleunigungsstreifens und Standorten der Kameras (Gföhl 1)

Bildquelle: NÖ Atlas (<https://atlas.noel.gv.at>), eigene Darstellung



Abb. 4-6: Blick auf die Auffahrt Gföhl 1: Ende der Rampenfahrbahn (links), aus dem Einschnittsbereich mit Brücke kommende Hauptfahrbahn (rechts)

Eignung betreffend Installation des Messequipments:

Weder am Anfang noch in der Mitte des Beschleunigungstreifens sind an diesem Standort geeignete Verkehrszeichen für eine Installation des Equipments vorhanden (sh. Abb. 4-7 bis Abb. 4-9). Am **Anfang** kann nach Absprache mit der zuständigen Straßenmeisterei allerdings eine Stange mit einem **Erddübel** im Boden verankert werden. In der **Mitte** ist die Installation eines Masts an der **Leitschiene** möglich (Abb. 4-8). Am **Ende** des Beschleunigungstreifens sind ein **Verkehrszeichen** und ein weiteres **Schild** zur Installation einer dritten Kamera vorhanden (Abb. 4-10). Am Anfang und am Ende des Beschleunigungstreifens ist ausreichend Platz für die Radargeräte.



Abb. 4-7: Anfang des Beschleunigungstreifens in Gföhl 1: Keine geeigneten Verkehrszeichen vorhanden

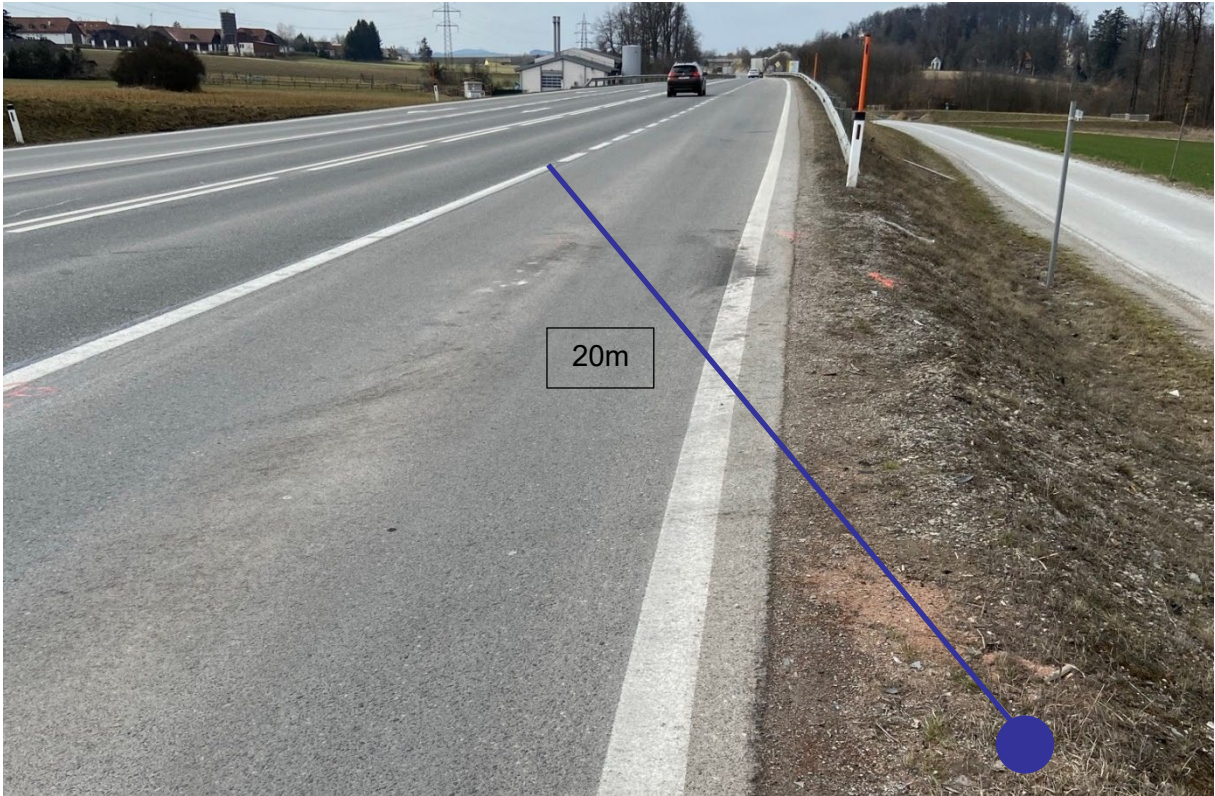


Abb. 4-8: Kennzeichnung des möglichen Installationspunkts des Masts am Anfang des Beschleunigungstreifens in Gföhl 1



Abb. 4-9: Mitte des Beschleunigungstreifens in Gföhl 1: Kennzeichnung und Blick vom möglichen Installationspunkt des Masts an der Leitschiene



Abb. 4-10: Ende des Beschleunigungsstreifens in Gföhl 1: Ansicht in Fahrtrichtung mit geeignetem Verkehrszeichen (oben); Ansicht entgegen der Fahrtrichtung mit geeignetem Schild (unten)

4.2.2 Gföhl 2

Die Messstelle „Gföhl 2“ auf der Landesstraße **B37** befindet sich bei Kilometer 20,470, hat eine DTV von ca. 11.800 Kfz/24 h und ein Tempolimit von 100 km/h. Es handelt sich um die Auffahrt in Fahrtrichtung Krems, kommend von der B32. Der Beschleunigungsstreifen ist vom Ende der Sperrlinie bis zum Anfang der Verziehung **146 m** lang, vom Ende der Sperrlinie bis zum Ende des Spitzes sind es ca. **210 m**. Für die Messung wurden verschiedene Teilstrecken bemessen, welche in Abb. 4-11 ersichtlich sind.

Die **Begrenzungslinie** zwischen Beschleunigungsstreifen und Fahrstreifen besteht aus 2 m langen Strichen mit 1 m Unterbrechung.

Die **Rampenfahrbahn** zum Beschleunigungsstreifen verläuft annähernd gerade (sh. auch Abb. 4-1) und ist leicht abfallend (sh. Abb. 4-12). Die Hauptfahrbahn auf der B37 verläuft bis zum Beschleunigungsstreifen gerade, ist aber aufgrund des Höhenunterschieds der Fahrbahnen und des spitzen Winkels nicht gut einsehbar.

Die **Zufahrt** zur Messstelle und insbesondere das Parken zur Installation des Messequipments erwies sich aufgrund der parallel verlaufenden Nebenfahrbahn als sehr gut.



Abb. 4-11: Orthofoto inklusive Kennzeichnung der Längen des Beschleunigungstreifens und potenziellen Standorten der Kameras (Gföhl 2)
Bildquelle: NÖ Atlas (<https://atlas.noel.gv.at>), eigene Darstellung



Abb. 4-12: Auffahrt Gföhl 2: Blick von der Rampenfahrbahn in Richtung Beschleunigungstreifen bzw. Hauptfahrbahn

Eignung betreffend Installation des Messequipments:

Am **Anfang** des Beschleunigungsstreifens weist der Standort Gföhl 2 ein **Verkehrszeichen** am rechten Fahrbahnrand auf, welches sich zur Installation des Messequipments eignet. Nach Absprache mit der Straßenmeisterei ist auch die Aufstellung eines 2,5 m hohen Rohrs an der **Leitschiene** möglich, sodass sich folgende Möglichkeiten ergaben:

- Verkehrszeichen: Rohr wird zusätzlich angebracht, um Höhe zu gewinnen (ca. 28 m nach Ende der Sperrlinie; Abb. 4-13),
- Rohr wird an der Leitschiene befestigt (ca. 25 m nach Ende der Sperrlinie; Abb. 4-14). Diese Variante wurde dann umgesetzt.

Für die Radargeräte am Anfang ist ausreichend im Trenninselpitz Platz. Im **mittleren Abschnitt** befindet sich ein **Verkehrszeichen** (Abb. 4-15), welches allerdings nicht fest genug verankert ist. Die Installation eines Rohres an der **Leitschiene** oder das Abspannen des Verkehrszeichens für mehr Stabilität wäre daher dringend notwendig gewesen. Am **Ende** des Beschleunigungsstreifens ist ein **Verkehrszeichen** vorhanden, welches für die sichere Installation des Messequipments noch einer Abspannung bedarf. Ein Radargerät kann am Ende aber problemlos installiert werden.

Gemeinsam mit der Straßenmeisterei wurden die Möglichkeiten der Installation und etwaige Adaptionen besprochen und später durchgeführt (Näheres sh. Kapitel 5.2.2).



Abb. 4-13: Anfang des Beschleunigungsstreifens in Gföhl 2: Geeignetes Verkehrszeichen



Abb. 4-14: Anfang des Beschleunigungsstreifens in Gföhl 2: Blick vom möglichen Standort der Messequipments entweder am Verkehrszeichen oder mit Rohr an der Leitschiene



Abb. 4-15: Mittlerer Abschnitt des Beschleunigungsstreifens in Gföhl 2 mit geeignetem Verkehrszeichen



Abb. 4-16: Blick vom Ende des Beschleunigungsstreifens in Gföhl 2 vom geeigneten Verkehrszeichen entgegen die Fahrtrichtung

4.2.3 Maissau 1

Die Messstelle „Maissau 1“ auf der Landesstraße **B4** befindet sich bei Kilometer 33,205 und weist in diesem Bereich eine DTV von etwa 9.500 Kfz/24 h auf und ein Tempolimit von 100 km/h. Es handelt sich um die Auffahrt zu einem einstreifigen Richtungsabschnitt eines 2+1-Querschnitts in Fahrtrichtung Horn, unter anderem kommend von der B35. Der Beschleunigungsstreifen ist von Ende der Sperrlinie bis zum Start der Verziehung **170 m** lang, vom Ende der Sperrlinie bis zum Ende des Spitzes sind es ca. **225 m**. Für die Messung wurden verschiedene Teilstrecken bemessen, welche in Abb. 4-17 ersichtlich sind.

Die **Begrenzungslinie** zwischen Beschleunigungsstreifen und Fahrstreifen besteht aus 4 m langen Strichen mit 2 m Unterbrechung, die **Leitlinie** des Gegenverkehrs zwischen den beiden Fahrstreifen aus 6 m Strichen mit 9 m Unterbrechung.

Die **Rampenfahrbahn** zum Beschleunigungsstreifen ist durch eine 270°-Kurve gekennzeichnet (sh. Abb. 4-17) und leicht abfallend. Die **Hauptfahrbahn** auf der B4 ist von der Auffahrt kommend gut einsehbar und verläuft bis zum Beschleunigungsstreifen gerade bzw. in einem leichten Rechtsbogen (Abb. 4-18).



Abb. 4-17: Orthofoto inklusive Kennzeichnung der Längen des Beschleunigungsstreifens und Standorten der Kameras (Maissau 1)

Bildquelle: NÖ Atlas (<https://atlas.noel.gv.at>), eigene Darstellung



Abb. 4-18: Auffahrt auf den Beschleunigungsstreifen bei Maissau 1 (links im Bild) und Verlauf der Hauptfahrbahn

Die Zufahrt zur Messstelle und insbesondere das Parken zur Installation des Messequipments erwies sich als sehr gut.

Eignung betreffend Installation des Messequipments:

Am **Anfang** des Beschleunigungsstreifens weist der Standort Maissau 1 **zwei** geeignete **Verkehrszeichen** für die Installation der ersten Kamera auf (sh. Abb. 4-19):

- Im Trennselspitz zwischen Hauptfahrbahn und Beschleunigungsstreifen (ca. 35 m entfernt vom Ende der Sperrlinie),
- Rechts vom Beschleunigungsstreifen (ca. 20 m entfernt vom Ende der Sperrlinie). Dieses VZ wurde schlussendlich ausgewählt.

Für das Radargerät ist im nicht befestigten Bereich im Trennselspitz Platz. Als Standort für die zweite Kamera ist in der **Mitte** des Beschleunigungsstreifens kein Mast, jedoch die **Brücke** vorhanden, welche eine gute Aussicht bietet (sh. Abb. 4-20). Am **Ende** des Beschleunigungsstreifens (Abb. 4-21) **ist ein Verkehrszeichen** zur Installation einer dritten Kamera vorhanden, jedoch könnte die Aussicht vom Standort in der Mitte des Streifens (von der Brücke) ausreichend sein. Ein Radargerät kann am Ende installiert werden. Da die Verkehrszeichen teilweise eine zu geringe Höhe aufweisen, wurde für die genaue Installation mit der Straßenmeisterei ein Plan zur Vorbereitung der Messstellen (wie eine etwaige Installation von Masten für eine höhere Installation) ausgearbeitet (Näheres sh. Kap. 5.2.2)



Abb. 4-19: Blick vom möglichen Standort der Kamera 1 in Maissau 1 am Anfang des Beschleunigungsstreifens (im Trennselspitz), rechts das Verkehrszeichen als alternativer Standort



Abb. 4-20: Blick vom möglichen Standort der Kamera 2 (auf der Brücke in Maissau 1) in der Mitte des Beschleunigungsstreifens



Abb. 4-21: Ende des Beschleunigungsstreifens, Verkehrszeichen zur möglichen Installation des Messequipments

4.2.4 Maissau 2

Die Messstelle „Maissau 2“ befindet sich auf der Landesstraße **B4** bei Kilometer 37,750 und hat ebenfalls eine DTV von ca. 9.500 Kfz/24 h und ein Tempolimit von 100 km/h. Es handelt sich um die Auffahrt in Fahrtrichtung Horn, kommend von der L1229, Horner Straße. Der Beschleunigungsstreifen ist vom Ende der Sperrlinie bis zum Start der Verziehung **160 m** lang, vom Ende der Sperrlinie bis zum Ende des Spitzes sind es ca. **215 m**. Für die Messung wurden verschiedene Teilstrecken bemessen, welche in Abb. 4-22 ersichtlich sind.

Die **Begrenzungslinie** zwischen Beschleunigungsstreifen und Fahrstreifen besteht aus 4 m langen Strichen mit 2 m Unterbrechung.



Abb. 4-22: Orthofoto inklusive Kennzeichnung der Längen des Beschleunigungsstreifens und Standorten der Kameras (Maissau 2)

Bildquelle: NÖ Atlas (<https://atlas.noel.gv.at>), eigene Darstellung

Die **Rampenfahrbahn** zum Beschleunigungsstreifen weist anfangs eine Linkskurve auf (sh. Abb. 4-23), verläuft danach aber gerade. Es geht etwas bergauf. Die Hauptfahrbahn auf der B35 ist aufgrund einer zuvor verlaufenden Rechtskurve von der Auffahrt aus weniger gut einsehbar. Die Hauptfahrbahn verläuft außerdem leicht bergab.

Die **Zufahrt** zur Messstelle und insbesondere das Parken zur Installation des Messequipments ist schwierig, mangels separater Zufahrt geht es nur ganz rechts entlang der Rampenfahrbahn.



Abb. 4-23: Verlauf der Auffahrt und Hauptfahrbahn in Maissau 2

Eignung betreffend Installation des Messequipments:

Am **Anfang** des Beschleunigungsstreifens weist dieser Standort **zwei** geeignete **Verkehrszeichen** (sh. Abb. 4-24) für die Installation der ersten Kamera auf:

- Im Trenninselpitz zwischen Hauptfahrbahn und Beschleunigungsstreifen (60 m vom Ende der Sperrlinie),
- Rechts vom Beschleunigungsstreifen (30 m vom Ende der Sperrlinie). Dieses VZ wurde schlussendlich aufgrund des näheren Standorts ausgewählt

Für das Radargerät ist im zulaufenden Trenninselpitz Platz. In der **Mitte** des Beschleunigungsstreifens ist **kein Mast** vorhanden, außerdem lässt das seitlich stark abschüssige Gelände keine zusätzliche Installation zu. Als Alternative wurde von den Verkehrszeichen auf der **anderen Straßenseite** das rechteckige als geeignet betrachtet (Abb. 4-25). Am **Ende** des Beschleunigungsstreifens sind **zwei Verkehrszeichen** für die Installation einer Videokamera vorhanden (Abb. 4-26) und auch ein Radargerät kann dort installiert werden. Die Verkehrszeichen weisen teilweise eine zu geringe Höhe auf oder sind instabil, weshalb ein Plan zur Vorbereitung der Messstellen mit der Straßenmeisterei ausgearbeitet wurde (sh. Kap. 5.2.2).



Abb. 4-24: Blick auf den Anfang des Beschleunigungsstreifens in Maissau 2: Die beiden Verkehrszeichen sind mit ihrem Abstand zum Ende der Sperrlinie gekennzeichnet



Abb. 4-25: Blick auf den mittleren Bereich des Beschleunigungsstreifens in Maissau 2: Rechts ist keine Installation von Messequipment möglich, links ist ein geeignetes Verkehrszeichen für eine Installation vorhanden



Abb. 4-26: Blick auf das Ende des Beschleunigungsstreifens in Maissau 2 mit den zwei Verkehrszeichen zur potenziellen Befestigung von Messgeräten: Das Erste VZ (Rechtsabbiegen verboten) wurde aufgrund der besseren Sicht ausgewählt

4.2.5 Zusammenfassung der Messstellen

Nachfolgend sind Eigenschaften der ausgewählten vier Standorte für die Vor-Ort-Messungen zusammengefasst (Tab. 4-2), um einen groben Überblick und Vergleich zu ermöglichen. Die Beschreibungen der Fahrbahnverläufe sind als Einschätzungen zu erachten.

Tab. 4-2: Eigenschaften der Standorte vier Standorte für die Vor-Ort-Messungen

Eigenschaft	Standorte			
	Gföhl 1	Gföhl 2	Maissau 1	Maissau 2
<i>Straße und km</i>	B37, km 20,024	B37, km 20,470	B4, km 33,205	B4, km 37,750
<i>Länge des Beschleunigungsstreifens (Ende Sperrlinie bis Anfang Verziehung)</i>	Ca. 140 m	Ca. 145 m	Ca. 170 m	Ca. 160 m
<i>Länge des Beschleunigungsstreifens (Ende Sperrlinie bis Ende Spitz)</i>	Ca. 160 m	Ca. 210 m	Ca. 225 m	Ca. 220 m
<i>Fahrbahnverlauf der Rampenfahrbahn</i>	Wendelinie, flach	Geradlinig, bergab	270°-Kurve, bergab	Leichte Kurve, bergauf
<i>Fahrbahnverlauf der Hauptfahrbahn</i>	Leichte Linkskurve, leicht bergauf	Geradlinig, flach	Leichte Rechtskurve, flach	Rechtskurve, bergab
<i>Verkehrszeichen Anfang</i>	Nein, Rohr mittels Erddübel aufstellen	Ja, oder Installation von Rohr an Leitschiene	Ja, 2 Stück	Ja, 2 Stück
<i>Verkehrszeichen Mitte</i>	Nein, Installation von Rohr an Leitschiene	Ja, 1 Stück	Brücke	Auf anderer Seite: 2 Stück
<i>Verkehrszeichen Ende</i>	Ja, 2 Stück	Ja, 1 Stück	Ja, 1 Stück	Ja, 2 Stück

5 MESSUNGEN

In einem bereits früheren Schritt wurde für die Erhebung ein grundsätzliches Mess-Setup für die Sensorik festgelegt (sh. Kap. 5.1). Nachdem die konkreten Standorte für die Messungen ausgewählt waren (Kap. 4), konnte mit den Vorbereitungsarbeiten für die Erhebung und der darauffolgenden Installation der Systeme (sh. Kap. 5.2) begonnen werden. Das erforderliche Einholen der Genehmigungen zur Aufstellung der Sensorik und zur Erhebung von Verkehrsdaten für jeden Standort konnte seitens der zuständigen Straßenmeister für Maissau und Gföhl rasch eingeholt werden, da das Land NÖ als Straßenbetreiber ein großes Interesse an einer bestmöglichen Umsetzung der Erhebungen hat.

5.1 Messkonzept

Die Fragestellung war, welche Sensorik wo installiert werden soll, um die relevanten Parameter zur Evaluierung der Beschleunigungsstreifen zu erfassen. Dabei wurde großer Wert daraufgelegt, dass die Sensorik möglichst unauffällig und wenig sichtbar platziert werden konnte, um die LenkerInnen in ihrem Fahr- bzw. Geschwindigkeits- und Verflechtungsverhalten nicht zu beeinflussen.

Die eingesetzte **Radar**-Sensorik bestand pro Standort aus drei Messsystemen, wovon zwei am Beginn des Beschleunigungsstreifens (im Bereich der Trenninselspitze ein System für den durchgehenden Fahrstreifen der Hauptfahrbahn und eines für die Einfahrtsstrecke L_{ER} des Beschleunigungsstreifens) und eines am Ende (nach der Verziehungsstrecke L_{ZR}) installiert wurden.

Die **Video**-Sensorik wurde mit je drei Kameras an jedem der vier Standorte ähnlich ausgelegt, um über den gesamten Bereich des Beschleunigungsstreifens eine Videoaufzeichnung zu bekommen. Etwa in der Mitte des Beschleunigungsstreifens (in der Manöverstrecke L_{MR}) wurden eine Kamera pro Standort auf einem mobilen Mast (in Maissau 1 auf der Brücke) installiert, um eine gute Perspektive auf die dort besonders häufig vermuteten Wechselmanöver beim "Normalverhalten" zu bekommen. Die Aufnahmen dieser Kamera werden mittels einer automatisierten Trajektorien Analyse von der Firma Transoft Solutions (Sub-Auftragnehmer von AIT) ausgewertet. Die anderen beiden Kameras bei den Standorten dienen als manuelles Backup, falls Fahrzeuge ganz früh oder ganz spät auf die Hauptfahrbahn wechseln und allfälliges "Spezialverhalten" (z.B. kritische Situationen) im Zuge der qualitativen Analyse zu sehen ist.

In Abb. 5-1 ist das Messkonzept schematisch aufbereitet. Mit der beschriebenen Anordnung der drei Radarsensoren (blaue Punkte) werden die Anzahl an Kfz, die Geschwindigkeiten und

die Zeitlücken vor dem Wechsel auf die Hauptfahrbahn und dann am Ende des Beschleunigungsstreifens gemeinsam erfasst. Die Anordnung der Videosysteme am Anfang, in der Mitte um am Ende des Beschleunigungsstreifens (Letzteres mit Blick gegen die Fahrtrichtung) stellt sicher, den gesamten Beschleunigungsstreifen inklusive des durchgehenden Fahrstreifens der Hauptfahrbahn auf einem Video aufgezeichnet zu haben.

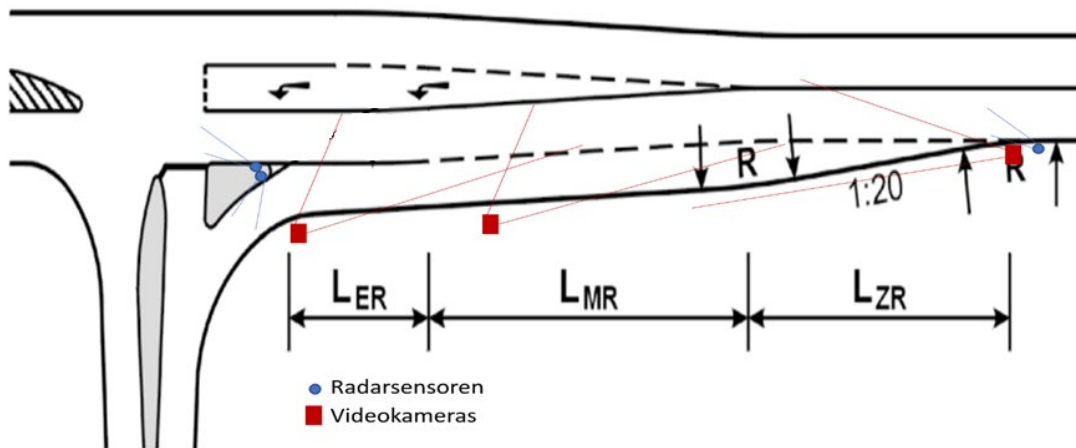


Abb. 5-1: Schematisches Messkonzept (Erläuterung im Text)

5.2 Installation der Sensorik

Die Standorte wurden direkt zeitlich hintereinander mit Sensorik ausgestattet, beginnend mit Mi, 19.5.2021 Maissau 1 + 2 sowie anschließend am Mi. 26.05.2021 Gföhl 1 + 2. Der Grund dafür war, dass die eingesetzte Sensorik nur zweifach vorhanden sein brauchte und die Reisekosten damit minimiert werden konnten (1 x Aufbau Maissau, 1 x Abbau Maissau + Aufbau Gföhl, 1 x Abbau Gföhl). Die Dauer der Erhebung pro Standort betrug jeweils eine Woche, um stromautark messen zu können und dennoch ausreichend aussagekräftige Daten (gesamter Wochengang) zu generieren. Der Subauftragnehmer EBE Solutions kümmerte sich um die Installation der Radarsysteme (sh. Kap. 5.2.1), das AIT um die Installation der Video-Sensorik (sh. Kap. 5.2.2).

5.2.1 Radar-Sensorik

Die Radarsysteme wurden wie in Abb. 5-1 skizziert aufgestellt. Die beiden Systeme an der Trenninselspitze erfassen die Fahrzeuge jeweils VOR dem Fahrstreifenwechsel. Mit dem Radarsensor am Ende des Beschleunigungsstreifens, wo das Fahrzeugkollektiv bereits vereint ist, erkennt man die Änderungen der Geschwindigkeiten sowie die neuen Zeitlücken, die sich ergeben, nachdem alle Fahrzeuge vom Beschleunigungsstreifen auf der Hauptfahrbahn eingeordnet sind.

Die Systeme wurden mit Energie aus Akkus versorgt, die in Bodenplatten, sogenannte Baustellensockel, integriert wurden. An einem im Sockel festsitzenden Steher wurde ein Schaltschrank und der Radarsensor (45° zur Straße in ca. 1 m Höhe) aufgebracht (Abb. 5-2).

Folgende Daten werden vom Radarsensor erfasst und stehen bei der anschließenden Auswertung zur Verfügung:

- Verkehrsmenge auf dem durchgehenden Fahrstreifen der Hauptfahrbahn und am Beschleunigungstreifen,
- Zeitlücken bzw. Fahrzeugabstände,
- Einzel-Geschwindigkeiten jedes Fahrzeugs,
- Fahrzeugklassen.

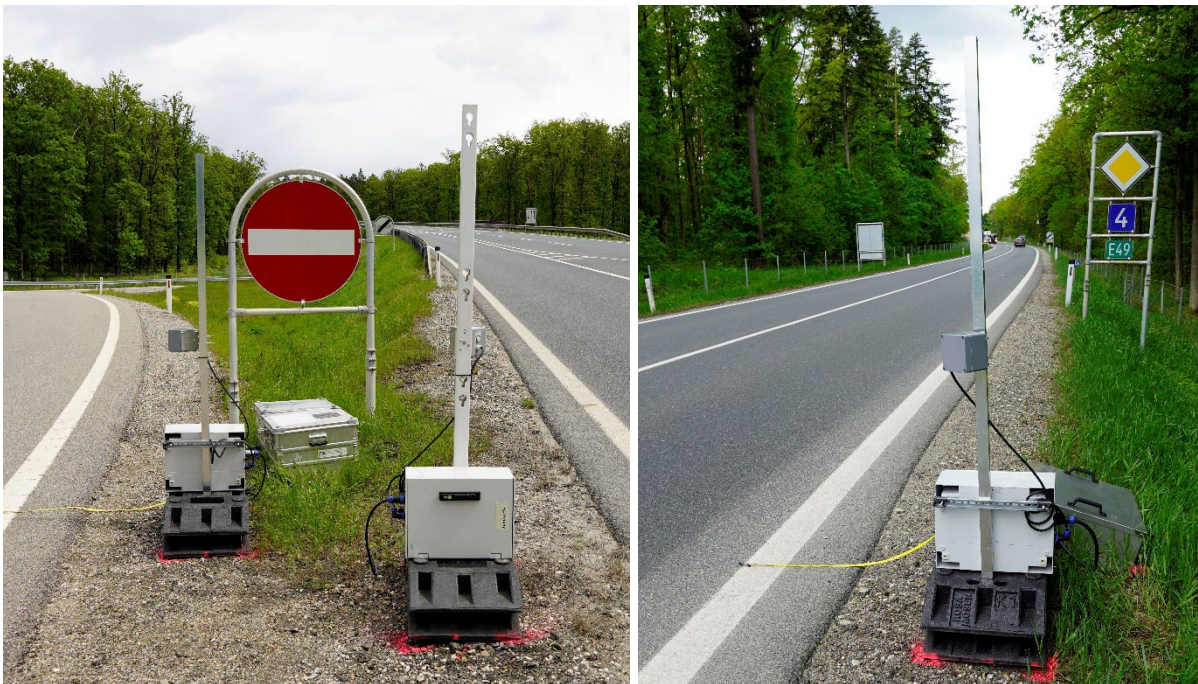


Abb. 5-2: Erhebung mit Radar-Sensorik bei Maissau 2, links vor Beginn des Beschleunigungstreifens und rechts nach dessen Ende

5.2.2 Video-Sensorik

Die Erhebung des Fahrverhaltens wurde mittels der am AIT entwickelten Mobility Observation Box (MOB) durchgeführt (Abb. 5-3). Die MOB ermöglicht es, die Sicherheit von Verkehrsinfrastrukturen nach objektiven Kriterien zu messen und dadurch vergleichbar zu machen. Sie kann energieautark, automatisch und ohne nennenswerte Ablenkung bzw. Beeinflussung des Verkehrsverhaltens verschiedener Gruppen von VerkehrsteilnehmerInnen (Fußgänger, Radfahrer, Pkw, Lkw, e-Scooter, usw.), detektieren und bildet auf diese Weise eine Grundlage für

gezielte Verbesserungsmaßnahmen. Konfliktsituationen können objektiv und über einen längeren Zeitraum beobachtet und bewertet werden. Zudem erfüllt die MOB die Datenschutzstandards gemäß Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO).



Abb. 5-3: Mobility Observation Box, Eigenentwicklung AIT

Die drei Kameras pro Messstelle (vgl. Kap. 5.1) dienen dazu, auszuwerten, wo und wie schnell die Fahrzeuge vom Beschleunigungsstreifen auf die Hauptfahrbahn wechseln und wie risikoreich diese Vorgänge gegebenenfalls sind. Dabei wird aufgrund der hohen Kosten einer automatisierten Auswertung nur die mittlere Kamera für die automatisierte Analyse von Bewegungslinien, sogenannte Trajektorien, verwendet. Diese mittlere Kamera war daher jeweils auf einer möglichst hohen Position zu installieren, damit die Sichtabschattungen von Schwerfahrzeugen auf Folgefahrzeuge zumindest größtenteils hintangehalten werden können. Da diese automatisierte Auswertung jeweils auf ungefähr 50 m Entfernung beschränkt ist, sind die Kameras am Anfang und am Ende des Beschleunigungsstreifens für eine fallweise manuelle Durchsicht des Filmmaterials erforderlich.

Die Installation der Kameras erfolgte mit Unterstützung der zuständigen Straßenmeistereien. Diese hatten mehrere der nach einer gemeinsamen Vorab-Besichtigung festgelegten Einrichtungen für die Kameramontage mit Stehern (Abb. 5-4) und Abspannungen (Abb. 5-5) versehen, um eine ausreichende Stabilität während der gesamten Aufnahmezeit sicherzustellen. Die mittleren Kameras wurden auf einem mobilen Mast montiert, der entweder auf der Leitschiene oder auf einem Verkehrszeichensteher verzurrt wurde. Beim Standort Maissau 1 konnte die ideal liegende Brücke der Anschlussstelle Maissau Süd über die B4 bei km 33,2 verwendet werden, um die Kamera am Brückengeländer zu installieren.



Abb. 5-4: Beispiel einer Vorbereitung mit einem Steher neben dem Verkehrszeichen bei Maissau 1



Abb. 5-5: Beispiel einer Vorbereitung mit einer Abspannung eines Verkehrszeichens bei Maissau 2

Abb. 5-6 zeigt beispielhaft eine MOB auf einem mobilen Mast in etwa 6 m Höhe und eine Kamerainstallation auf einem Verkehrszeichen in ca. 2,5 m Höhe.



Abb. 5-6: Beispiel einer MOB- und einer Kamerainstallation bei Gföhl 2

Folgende Daten können bei ausreichend guten Lichtverhältnissen aus den Videoaufnahmen generiert werden:

- Geschwindigkeiten und Beschleunigungen der Fahrzeuge,
- Ort und Dauer des Fahrstreifenwechsels,
- Bremszeitpunkte (Rücklichter),
- Sonder- und Konfliktsituationen.

Aufgrund der aufwändigen Ausstattung mit Sensorik von vier Standorten mit jeweils sechs Systemen (Radar und Video) wurde mit den projektbegleitenden Ansprechpersonen (vgl. Kap. 1.2) entschieden, im Rahmen des begrenzten Projektbudgets die ursprünglich ebenfalls angedachte, allerdings recht kostenintensive **Kennzeichenerfassung nicht umzusetzen**, da der Nutzen dieser zusätzlich generierbaren Daten mit dem Aufwand nicht zu rechtfertigen gewesen wäre. Somit können keine Aussagen hinsichtlich des Zulassungsbezirkes der Fahrzeuge und der Nation zur Unterscheidung von MehrfachnutzerInnen, wie z.B. AnrainerInnen, und EinmalnutzerInnen getroffen werden.

5.3 Messdurchführung

In diesem Arbeitsschritt wurde die laufende Datenerhebung mittels Radar- und Videoaufzeichnung gewährleistet, um die Erfassung der erforderlichen verkehrs- und sicherheitstechnischen Parameter bei den ausgewählten Standorten gewährleisten zu können. Zwecks Qualitätssicherung wurden die Radarsysteme mittels Fernzugriff gemonitort, damit die Wahrscheinlichkeit eines Datenverlusts gering ist. Aufgrund eines sehr schlechten Mobilfunkempfangs bei den Messstellen Maissau und einer dadurch verursachten nur rudimentär vorhandenen Datenlage wurde die Radarmessung im Anschluss an die zwei Erhebungswochen wiederholt. Trotz der gesetzten Maßnahme in Form einer neuen SIM-Karte, die für alle Anbieter offen ist, konnte leider auch die Wiederholung der Messung kaum nennenswerte Verbesserungen der Datenlage bringen (vgl. Kap. 6.1.1 und 6.2.1).

Abb. 5-7 bis Abb. 5-9 zeigen das Blickfeld der drei aufgestellten Kameras bei Maissau 2. Man erkennt, dass die vollständige Abdeckung des Beschleunigungstreifens gewährleistet ist.



Abb. 5-7: Blickfeld der Kamera am Anfang des Beschleunigungstreifens bei Maissau 2



Abb. 5-8: Blickfeld der mittleren Kamera bei Maissau 2



Abb. 5-9: Blickfeld der Kamera am Ende des Beschleunigungstreifens (gegen die Fahrtrichtung) bei Maissau 2

6 QUANTITATIVE DATENANALYSE

6.1 Datenaufbereitung

Die Datenaufbereitung erfolgte für die Radardaten im Softwareprogramm „R“, für die Videodaten in R, Microsoft Excel sowie über das Dashboard des Sub-Unternehmens, welches die Trajektorien automatisiert analysierte.

6.1.1 Radar-Sensorik

Die Radardaten wurden je Standort (also Ort und Messstandort) für sich analysiert. Die **Verfügbarkeit der Daten und Datenqualität** ist in Tab. 6-1 aufgelistet.

Tab. 6-1: Verfügbarkeit und Qualität der Radardaten

Ort / Messtandort	Anfang Beschl.streifen	Hauptfahrbahn	Ende Beschl.streifen/ Hauptfahrbahn
Maissau 1	7 Tage Daten (19.5. – 26.5.)	1,5 Tage Daten (19.5. – 20.5.)	1,5 Tage Daten (19.5. – 20.5.)
Maissau 2	7 Tage Daten (19.5. – 26.5.)	7 Tage Daten (19.5. – 26.5.)	7 Tage Daten, aber lückenhaft (19.5. – 26.5.)
Gföhl 1	7 Tage Daten (26.5. – 2.6.)	7 Tage Daten (26.5. – 2.6.)	7 Tage Daten (26.5. – 2.6.)
Gföhl 2	6,5 Tage Daten (26.5. – 2.6.)	6,5 Tage Daten (26.5. – 2.6.)	6,5 Tage Daten (26.5. – 2.6.)

Vor Beginn sämtlicher Analysen wurde zunächst der Zeitstempel der Radargeräte korrigiert. Hierfür wurden die Daten stichprobenmäßig mit den Videoaufnahmen geprüft und ein Versatz von 2 Stunden an jedem Standort identifiziert. Dies war bedingt durch die Aufzeichnung der UTC Zeit, die Videozeit orientierte sich aber an der tatsächlichen Zeit in Österreich. Diese berichtigten Radardaten wurden danach zur **Analyse der Tagesgänge und der Geschwindigkeiten** verwendet, jeweils unterteilt nach **Fahrzeugklassen**. Für die Definition der Fahrzeugklassen wurden pro Radarstandort unterschiedlich, etwaige Grenzwerte für die Radarlänge (angegeben in sogenannten „radar pulses“, welche u.a. abhängig von der Fahrzeuglänge, -höhe sowie dem -material sind) identifiziert. Je Standort deshalb, da die radar pulses je nach Aufstellung des Radargerätes (z.B. Winkel zur Fahrbahn) variieren. Drei Fahrzeugklassen wurden dabei unterschieden:

- Pkw
- Lieferwagen
- Lkw und Busse

Neben der direkten Datenanalyse (Anzahl und Geschwindigkeit der Fahrzeuge) wurden die Radardaten auch verwendet, um **weitere Analysen** zu ermöglichen. Um zu berechnen, wie viel Zeit Fahrzeuge für den Wechsel vom Beschleunigungstreifen auf die Hauptfahrbahn benötigen, wurden die Radardaten am Anfang des Beschleunigungstreifens und jene am Ende miteinander je Standort verschnitten. Dazu wurden zunächst **alleinwechselnde Fahrzeuge** identifiziert, zum einen um ein unbeeinflusstes Verhalten zu analysieren, zum anderen um eine falsche Paarbildung mit den Daten des Radars am Ende zu vermeiden. Als alleinwechselnd wurden Fahrzeuge ohne Fahrzeug davor oder danach im Bereich von 10 Sekunden sowohl am Beschleunigungstreifen als auch auf der Hauptfahrbahn identifiziert. Diese wurden danach mit den Daten des Radars am Ende verschnitten, wofür ein Zeitintervall von 30 Sekunden nach der Detektion des Fahrzeugs am Anfang des Beschleunigungstreifens gewählt wurde. Pärchen, bei welchen die Fahrzeugklasse nicht übereinstimmte oder deren Zeit zwischen Anfang und Ende weniger als 5 Sekunden betrug (unmöglich die Strecke in dieser Zeit zu bewältigen), wurden aussortiert.

Die Radardaten wurden außerdem verwendet, um die **qualitative Erhebung zu unterstützen**. Neben der automatischen Analyse der Videodaten (siehe Kap. 6.1.2) wurden nämlich auch die verkehrsreichsten 15-Minuten-Intervalle je Standort berechnet, sowie die Anzahl der Fahrzeuge, welche sich in einem bestimmten Zeitintervall um ein Fahrzeug auf dem Beschleunigungstreifen auf der Hauptfahrbahn befand, summiert. Hiermit wurden potenziell besonders schwierige Wechsellvorgänge (mit viel Verkehr) identifiziert und qualitativ geprüft (sh. Kap. 7).

6.1.2 Video-Sensorik

In diesem Schritt wurden die Aufnahmen der jeweils mittleren Videokameras pro Standort (siehe Abb. 6-1) von einem Sub-Unternehmen kalibriert, automatisiert analysiert und die Trajektorien der Fahrzeuge nach Fahrzeugklasse extrahiert. Für den Standort Maissau 2 sind lediglich für die ersten 2,6 Tage Daten vorhanden, für die anderen Standorte für die gesamte Messwoche. Die Fahrzeugerkennung in der Nacht/Dunkelheit ist kaum bzw. nur sehr eingeschränkt möglich. Die aus dem Video extrahierten Daten sind über ein Dashboard verfügbar, welches neben Datentabellen auch erste Analysen zu Verkehrsaufkommen, Geschwindigkeiten und Fahrzeugklassen sowie der Konfliktanalyse enthält. Eine Übersicht der ersten Analysen vom Dashboard ist in Abb. 6-2 und Abb. 6-3 dargestellt. Die Konfliktanalyse zeigt diejenigen Situationen, welche anhand der Fahrzeuggeschwindigkeiten und Trajektorien vom System als gefährlich eingestuft wurden. Definiert wird ein Konflikt dabei über eine Time-to-Collision (Definition siehe Kap. 7.1.1) von $\leq 1,5$ Sekunden. Es wurden

sämtliche Fahrrichtungen erfasst, für das Projekt wurden aber lediglich die Konflikte beim Fahrstreifenwechsel, also beim Einordnen in die Hauptfahrbahn, herangezogen. Die Konfliktanalyse wird in Kapitel 7 genutzt und weiterbearbeitet, um qualitative Erkenntnisse zum Verhalten beim Fahrstreifenwechsel zu erhalten.



Abb. 6-1: Ausschnitte der mittleren Videokameras von allen Standorten (von oben links nach unten rechts: Gföhl 1, Gföhl 2, Maissau 1, Maissau 2)

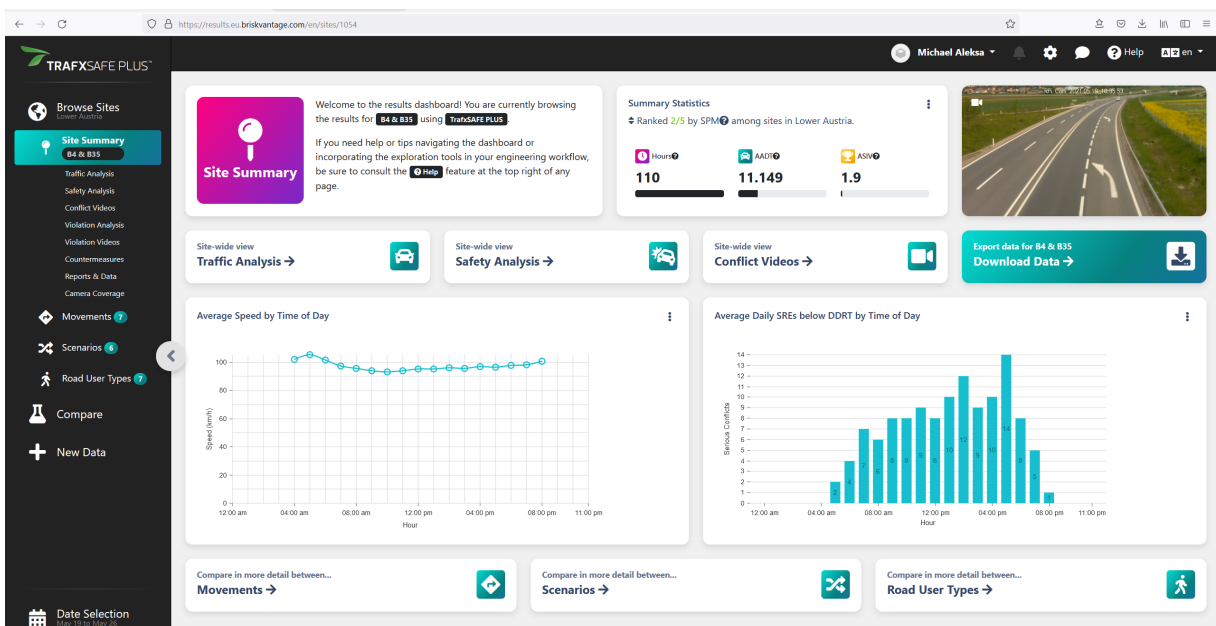


Abb. 6-2: Dashboard-Ausschnitt der Videoauswertung Maissau 1

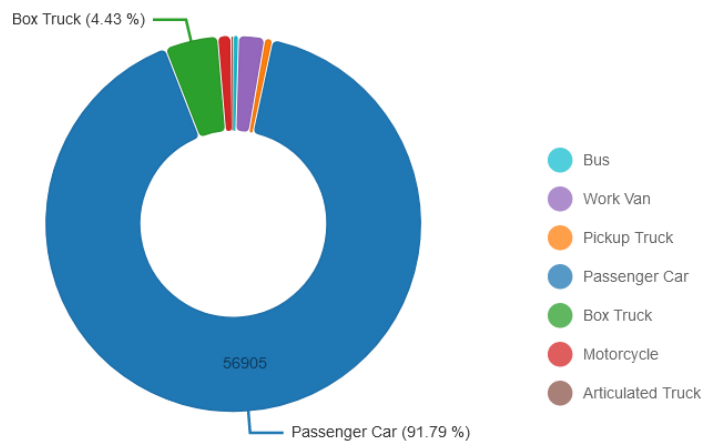


Abb. 6-3: Exemplarische Darstellung des Dashboards: Fahrzeugverteilung am Standort Maissau 1

Die Daten der Videoauswertung sind außerdem in Tabellenform (Export von .csv Dateien) vorhanden: Eine Tabelle enthält die erfassten Fahrzeuge mit Datum und Eintritts-/Austritts-Uhrzeit sowie die mittlere Geschwindigkeit des Fahrzeugs im Videobild mit einer Fahrzeugklassifizierung und den genutzten Fahrstreifen. Die Konflikte sind ebenso in tabellarischer Form vorhanden, welche die TTC/PET-Werte, die beteiligten Fahrzeuge, Geschwindigkeit, Fahrstreifen sowie Datum und Uhrzeit umfassen.

Die Datentabellen wurden zum einen zur Ermittlung der verkehrsreichsten Zeiten eingesetzt, welche für das Auswahlverfahren bei der qualitativen Analyse verwendet wurde (sh. Kapitel 7). Hierfür wurden die Daten in 15-Minuten-Intervalle aufbereitet, wobei nur Fahrzeuge am Beschleunigungsstreifen und dem angrenzenden Fahrstreifen der Hauptfahrbahn gewählt wurden. Fahrzeuge, die ≤ 1 Sekunde oder > 15 Sekunden im Bild waren, wurden entfernt, da manuelle Stichproben zeigten, dass dies i.d.R. fehlerhafte Daten waren. Zudem zeigte sich, dass Fahrzeuge am Beschleunigungsstreifen mindestens 3 Sekunden im Bild sein sollten. Die Daten wurden insbesondere beim Standort Maissau 1 verwendet, da es hier Ausfälle bei den Radardaten gab (sh. Tab. 7-1).

Zusätzlich wurden zwei weitere Tabellen vom Sub-Auftragnehmer angefordert, welche die Geschwindigkeiten und Beschleunigung je Sekunde der Fahrzeuge beinhalten. Diese enthalten außerdem den genutzten Fahrstreifen und die x- und y-Positionen im kalibrierten Bild. Diese Positionen sind keine globalen georeferenzierten Koordinaten, geben aber beispielsweise Aufschluss über die jeweiligen Geschwindigkeiten im Bildabschnitt. Diese

Tabellen zu Geschwindigkeit und Beschleunigung wurden miteinander verschnitten und auf Plausibilität geprüft. Da die Werte zur Beschleunigung teilweise unplausibel (auch in Verbindung mit den Geschwindigkeiten) waren, wurden diese nicht verwendet und stattdessen die Beschleunigung anhand der vorhandenen Geschwindigkeiten selbst errechnet. Außerdem wurden nur jene Fahrzeugdaten beibehalten, bei welchen die Trajektorie (x-/y-Positionen) je Standort keine Ausreißer aufzeigte. Die Untersuchung der Daten folgt in Kapitel 6.2.5.

6.2 Quantitative Analyse

Im Rahmen der quantitativen Analyse werden sowohl die Radar-Daten als auch die Video-daten analysiert. Zum einen werden die im Messzeitraum vorhandenen Verkehrsmengen und Tagesgänge gezeigt, zum anderen werden die Geschwindigkeiten und das Beschleunigungsverhalten auf verschiedene Arten untersucht und in Zusammenhang gebracht.

6.2.1 Anzahl Kfz und Tagesgang

Mittels der Radardaten am Anfang des Beschleunigungstreifens, daneben vom Fahrstreifen der Hauptfahrbahn sowie von diesem Fahrstreifen nach Ende des Beschleunigungstreifens wurden die jeweiligen Tagesgänge der Verkehrsstärken untersucht. Diese sind Abb. 6-4 bis Abb. 6-7 zu entnehmen.

Für Gföhl 1 ergibt sich unter der Woche eine Nachmittagsspitze, in Gföhl 2 ist es andersherum eine Morgenspitze. Es befinden sich tagsüber an beiden Standorten zwischen 200 und 600 Kfz pro Stunde auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn. Die Anzahl der Fahrzeuge am Beschleunigungstreifen liegt pro Stunde über den Messzeitraum verteilt ungefähr bei 30 Fahrzeugen für Gföhl 1 und bei 45 Fahrzeugen für Gföhl 2.

Bei Maissau 1 gibt es deutlich weniger Auffahrten, nur bis zu 25 pro Stunde. Die Daten der Hauptfahrbahn weisen, wie bereits erwähnt, aufgrund von Problemen mit dem Empfang nur Daten für die ersten zwei Tage (gesamt ca. 37 Stunden) auf. Morgen- oder Nachmittagsspitzen können damit nicht erkannt werden. Tagsüber sind auf dem Fahrstreifen um die 300 Fahrzeuge pro Stunde unterwegs. Am Standort Maissau 2 gab es ebenso Schwierigkeiten mit der Datenaufzeichnung, hier ist besonders das Radar am Ende betroffen, weshalb nicht näher auf diesen Radarstandort eingegangen wird. Trotz der Daten für mehrere Tage sind keine regelmäßig ausgeprägten Morgen- oder Nachmittagsspitzen erkennbar. Durchschnittlich sind pro Stunde etwa 15 bis 20 Fahrzeuge am Beschleunigungstreifen und 100 bis 300 Fahrzeuge auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn unterwegs.

Zusammengefasst wurden die Daten auch auf die durchschnittliche Verkehrsmenge pro Tag (sh. Tab. 6-2). Hierfür wurde zunächst die durchschnittliche Anzahl an Fahrzeugen pro Stunde für jede Stunde zwischen 0 und 23 Uhr über den Beobachtungszeitraum berechnet, welche im Anschluss summiert wurden, um den durchschnittlichen Tageswert zu erhalten:

$$\sum_{n=0}^{23} \frac{\sum_{\text{Tage}} \text{Fahrzeuge pro Stunde } n}{\text{Anzahl Tage, an denen Stunde } n \text{ auf gezeichnet wurde}}$$

Diese Vorgehensweise erlaubt, auch die nur für einen halben Tag (z.B. bei Auf- und Abbau) gemessenen Fahrzeugzahlen möglichst akkurat einfließen zu lassen, anstatt sie zu entfernen oder den Durchschnitt für den Tag anhand der vorhandenen Stunden hochzurechnen. Es wurden alle Tage der Erhebung miteinbezogen, der Durchschnittswert umfasst also sowohl Werktage als auch Wochenenden und bei Maissau 1 und Maissau 2 den Feiertag.

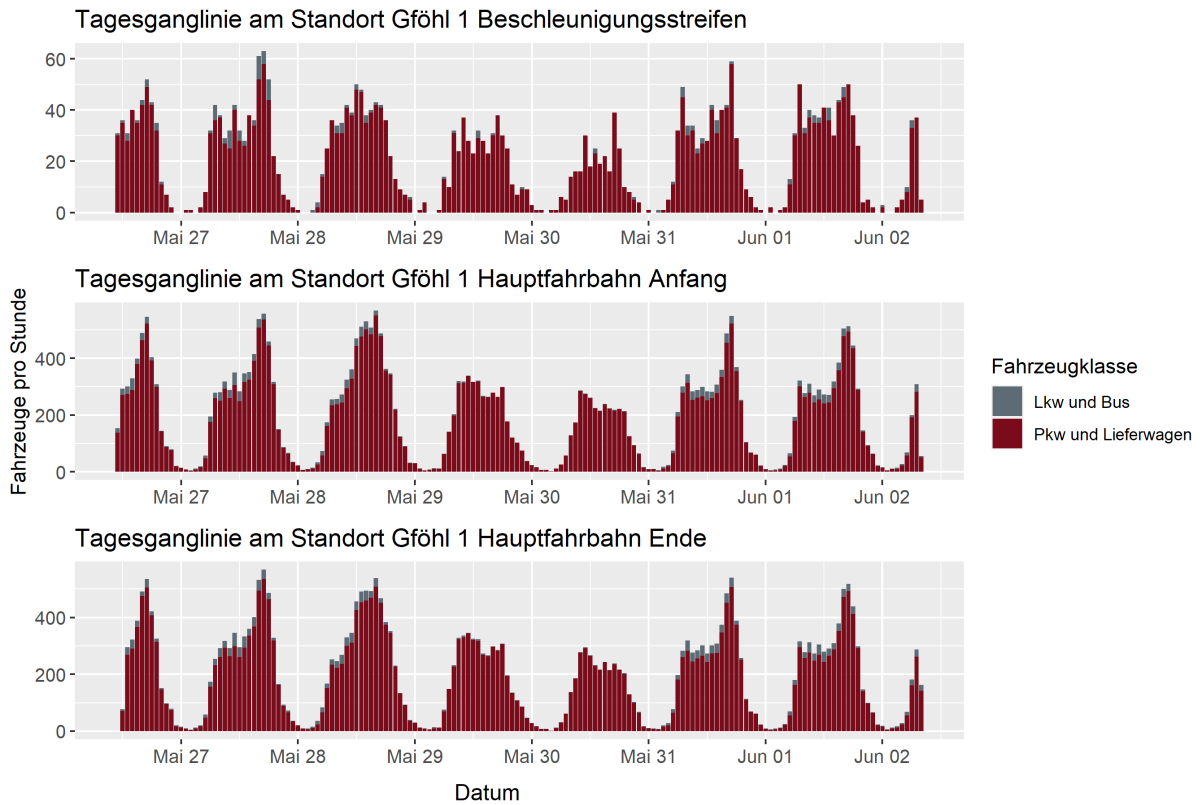


Abb. 6-4: Tagesganglinien der Verkehrsmengen pro Stunde und Fahrzeugklassen am Standort Gföhl 1 (Mi. 26.05. bis Mi. 02.06.2021)

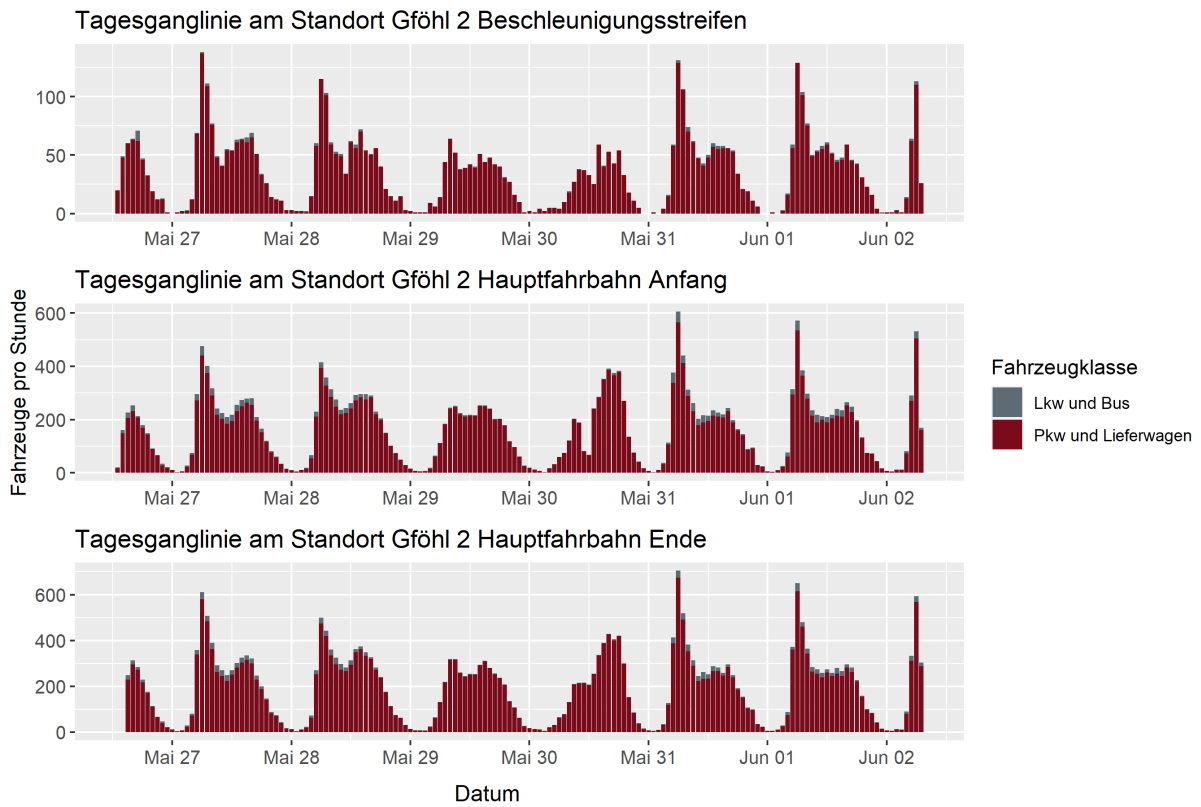


Abb. 6-5: Tagesganglinien der Verkehrsmengen pro Stunde und Fahrzeugklassen am Standort Gföhl 2 (Mi. 26.05. bis Mi. 02.06.2021)

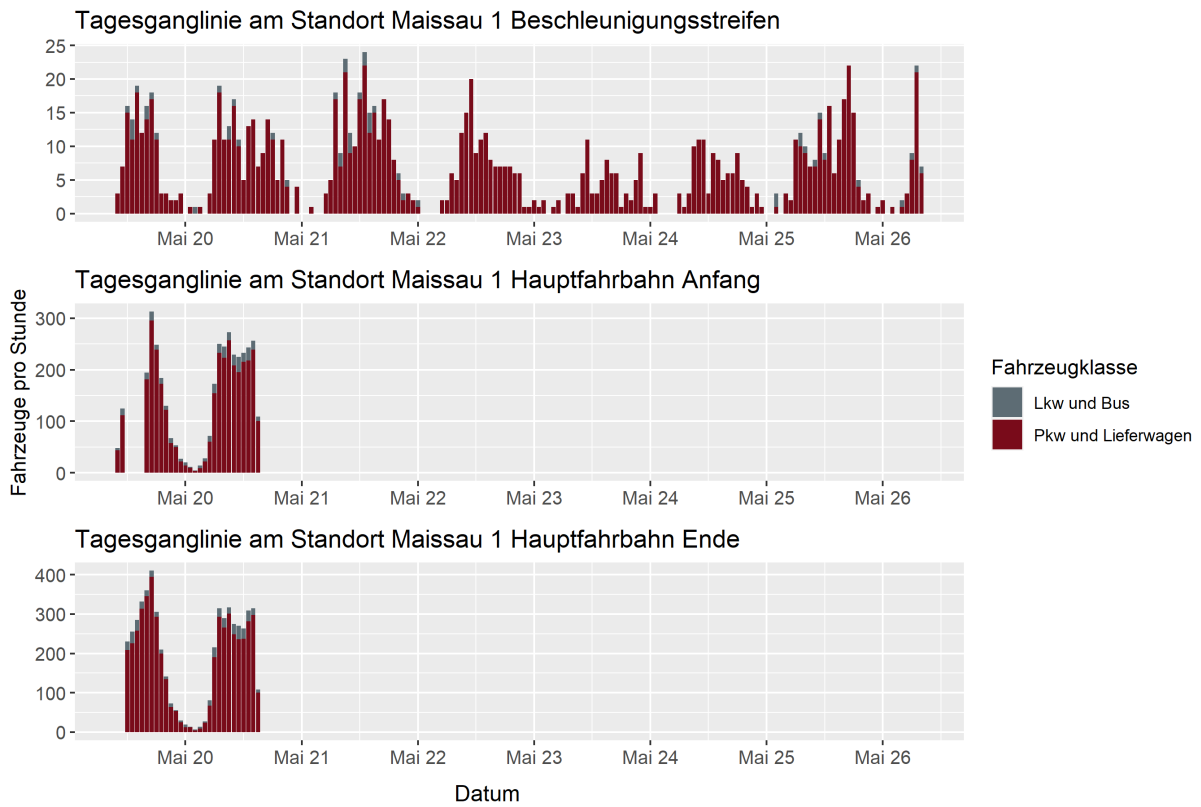


Abb. 6-6: Tagesganglinien der Verkehrsmengen pro Stunde und Fahrzeugklassen am Standort Maissau 1 (Mi. 19.05. bis Mi. 26.05.2021; Anm.: 24.05. war Pfingstmontag)

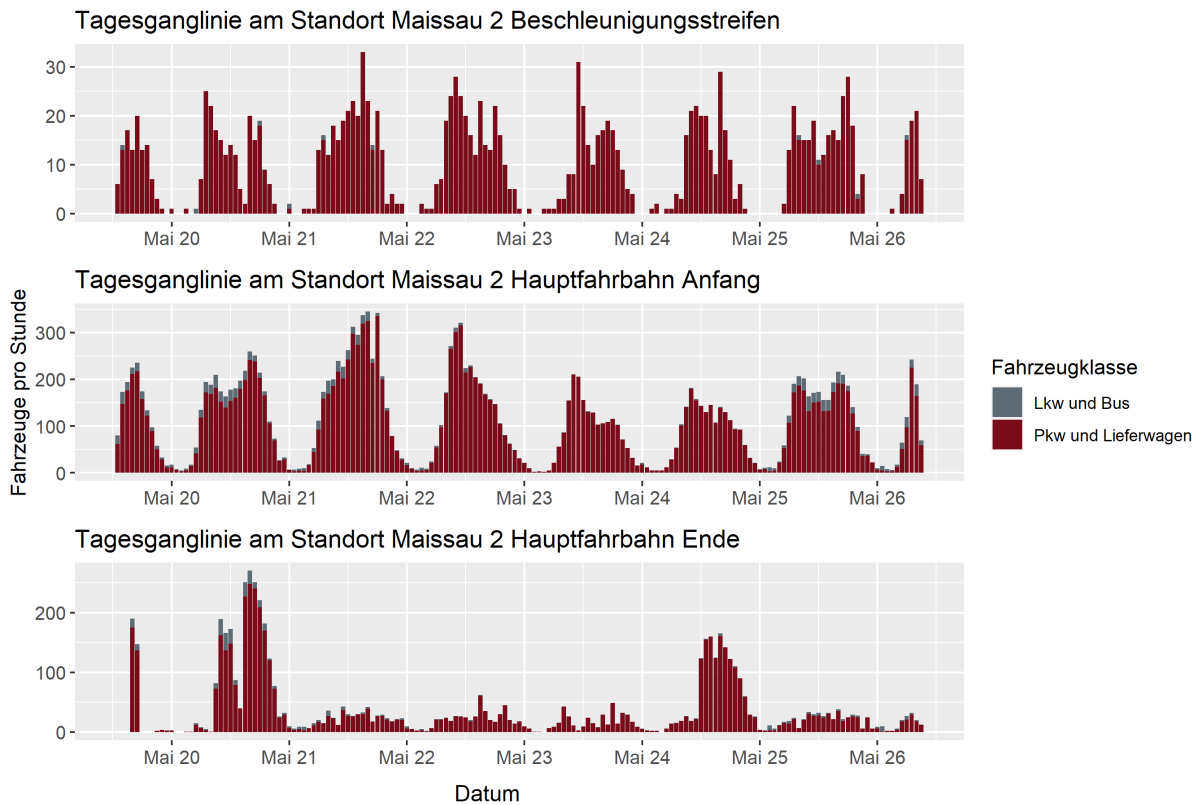


Abb. 6-7: Tagesganglinien der Verkehrsmengen pro Stunde und Fahrzeugklassen am Standort Maissau 2 (Mi. 19.05. bis Mi. 26.05.2021; Anm.: 24.05. war Pfingstmontag)

Tab. 6-2: Durchschnittliche Verkehrsmengen pro Stunde im Messzeitraum an den 4 Standorten

Standort	Φ Kfz/h	Φ Kfz/h
	Beschleunigungstreifen	Hauptfahrbahn Anfang
Gföhl 1	23	199
Gföhl 2	37	165
Maissau 1	8	145
Maissau 2	12	114

6.2.2 Fahrzeugklassen

In Abb. 6-8 ist an den erhobenen vier Standorten für die Auffahrten und für die HFB die Aufteilung nach Fahrzeugklassen grafisch dargestellt. Der Lkw- und Bus Anteil liegt überall im einstelligen Bereich bei ca. 2-8%, wobei der höchste Anteil in Maissau1 auf der HFB zu beobachten ist. Der relative Lieferwagen-Anteil ist wiederum bei Maissau1 am höchsten und liegt generell bei bis zu 15%. An einem BS muss man somit rechnen, einen Anteil von bis zu 20% an Lkw, Bussen und Lieferwägen zu haben.

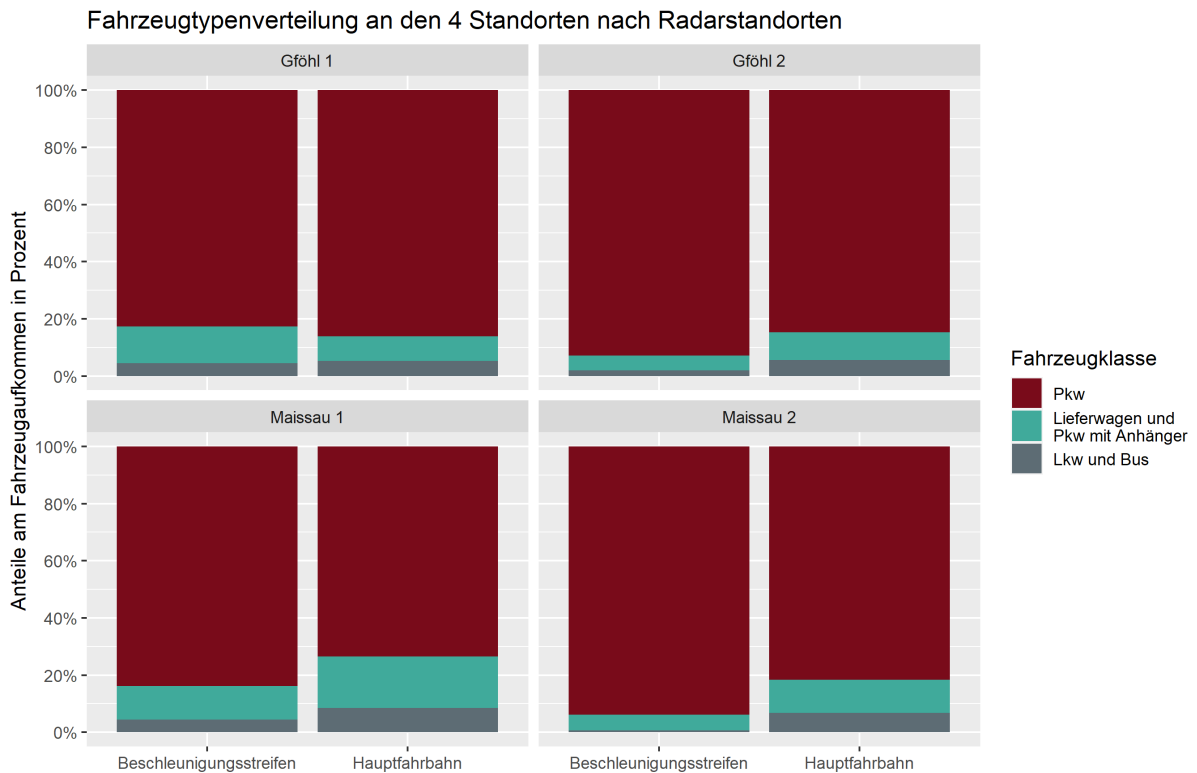


Abb. 6-8: Fahrzeugklassen-Verteilung an den vier Standorten, jeweils BS und HFB

6.2.3 Querschnitts-Geschwindigkeiten

Bei einem Wechsel vom Beschleunigungsstreifen auf die Hauptfahrbahn ist es von besonderer Bedeutung, welche Geschwindigkeiten auf den jeweiligen Fahrstreifen gefahren werden. Diese wurden für die Fahrzeugklassen gesondert dargestellt, da sich das Beschleunigungsverhalten von Lkw deutlich von jenem von Pkw unterscheidet. Bei der Betrachtung der Geschwindigkeiten ergeben sich folgende Fragestellungen:

- Mit welchen Geschwindigkeiten wird aufgefahren vs. welche Geschwindigkeiten kommen zu diesem Zeitpunkt auf der Hauptfahrbahn vor? Wo liegt die jeweilige V_{85} ?
- Beeinflussen wechselnde Fahrzeuge die Endgeschwindigkeiten auf der Hauptfahrbahn? Erreichen die Wechselnden z.B. eine ähnliche Geschwindigkeit wie zu Beginn auf der Hauptfahrbahn vorhanden?

Tab. 6-3: V_{15} , V_{50} und V_{85} an allen gemessenen Radarstandorten, alle Fahrzeugklassen

Ort	Radarstandort	V_{15} (km/h)	V_{50} (km/h)	V_{85} (km/h)
Gföhl 1	Beschleunigungsstreifen	38	46	54
Gföhl 1	Hauptfahrbahn Anfang	76	89	98
Gföhl 1	Hauptfahrbahn Ende	75	89	99
Gföhl 2	Beschleunigungsstreifen	63	79	93
Gföhl 2	Hauptfahrbahn Anfang	83	99	111
Gföhl 2	Hauptfahrbahn Ende	69	83	94
Maissau 1	Beschleunigungsstreifen	35	42	50
Maissau 1	Hauptfahrbahn Anfang	72	87	100
Maissau 1	Hauptfahrbahn Ende	71	86	99
Maissau 2	Beschleunigungsstreifen	43	52	60
Maissau 2	Hauptfahrbahn Anfang	86	100	111
Maissau 2	Hauptfahrbahn Ende	79	95	107

Werden alle Standorte übergreifend betrachtet (siehe Tab. 6-3), so zeigt sich, dass Maissau 1, Maissau 2 und Gföhl 1 ein sehr ähnliches Geschwindigkeitsniveau haben. Die Median-Geschwindigkeiten V_{50} am Beschleunigungsstreifen sind zwischen 42 und 52 km/h, während jene auf der Hauptfahrbahn zwischen 87 und 100 km/h liegen. Die Geschwindigkeiten auf der Hauptfahrbahn nach dem Ende des Beschleunigungsstreifens entsprechen etwa jenen in Höhe von dessen Anfang bzw. sind etwas langsamer mit einer V_{50} zwischen 86 und 95 km/h.

Bei Gföhl 2 sind die Fahrzeuge auf dem Beschleunigungsstreifen deutlich schneller als an den anderen Standorten (V_{50} von 79 km/h), allerdings sind die Geschwindigkeiten auf der Hauptfahrbahn nach Ende des Beschleunigungsstreifens deutlich geringer als in Höhe von dessen Anfang (V_{50} am Ende bei 83 km/h versus am Anfang bei 99 km/h).

In der Abb. 6-9 bis Abb. 6-12 sind die Summenkurven der vier Standorte dargestellt, aufgetrennt nach den Fahrzeugklassen „Pkw und Lieferwagen“ und „Lkw und Bus“ und den Positionen der Radarsysteme. Die Fahrzeugklassen wurden vom Radarsensor über die Länge der vorbeifahrenden Fahrzeuge gemessen und ausgegeben. Da die Unterscheidung und die Geschwindigkeits-Charakteristik von einem Pkw und Lieferwagen bzw. von einem Lkw und Bus nicht wesentlich abweicht, wurden diese Klassen zusammengefasst. Die Schnittpunkte mit der obersten strichlierten Linie kennzeichnet die V_{85} , also die Geschwindigkeit, die von

85% dieser Fahrzeugklasse nicht überschritten wird. Die V_{50} (=Mediangeschwindigkeit) und die V_{15} sind ebenfalls als strichlierte Linie in den Grafiken eingezeichnet.

Man erkennt in den folgenden Grafiken, dass die Fahrzeugklasse „Pkw und Lieferwagen“ bei jedem Standort ein höheres Geschwindigkeitsniveau hat. Am Beispiel Gföhl 1 (Abb. 6-9) erkennt man deutliche Unterschiede der Mediangeschwindigkeit auf der Hauptfahrbahn von 15 km/h (V_{50} 90 bzw. 75 km/h), am Beschleunigungsstreifen bei der V_{50} liegt der Unterschied lediglich bei 5 km/h (45 bzw. 40 km/h). Ebenfalls erkennbar ist eine V_{85} der Pkw und Lieferwagen auf der Hauptfahrbahn von 100 km/h, d.h. 15% der Fahrzeuge fahren schneller als das dort gültige Tempolimit es erlauben würde.

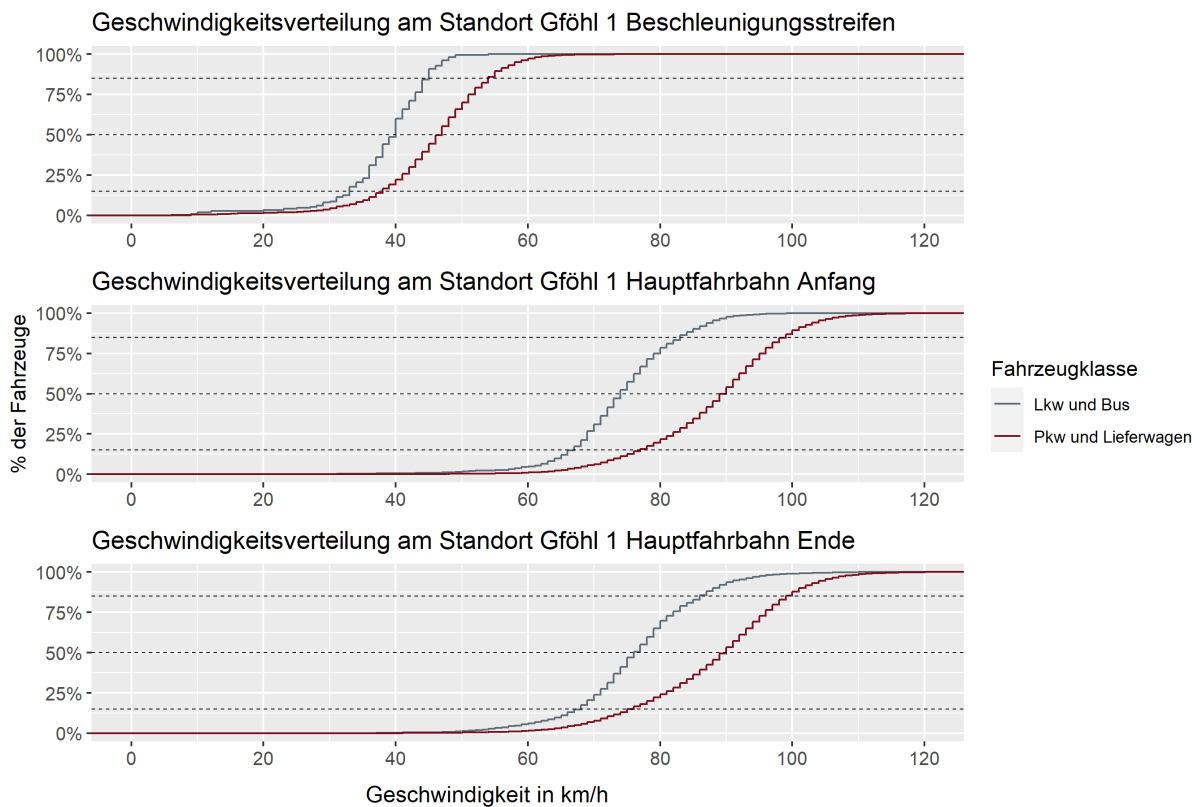


Abb. 6-9: Summenkurven der Radar-Geschwindigkeiten am Standort Gföhl 1

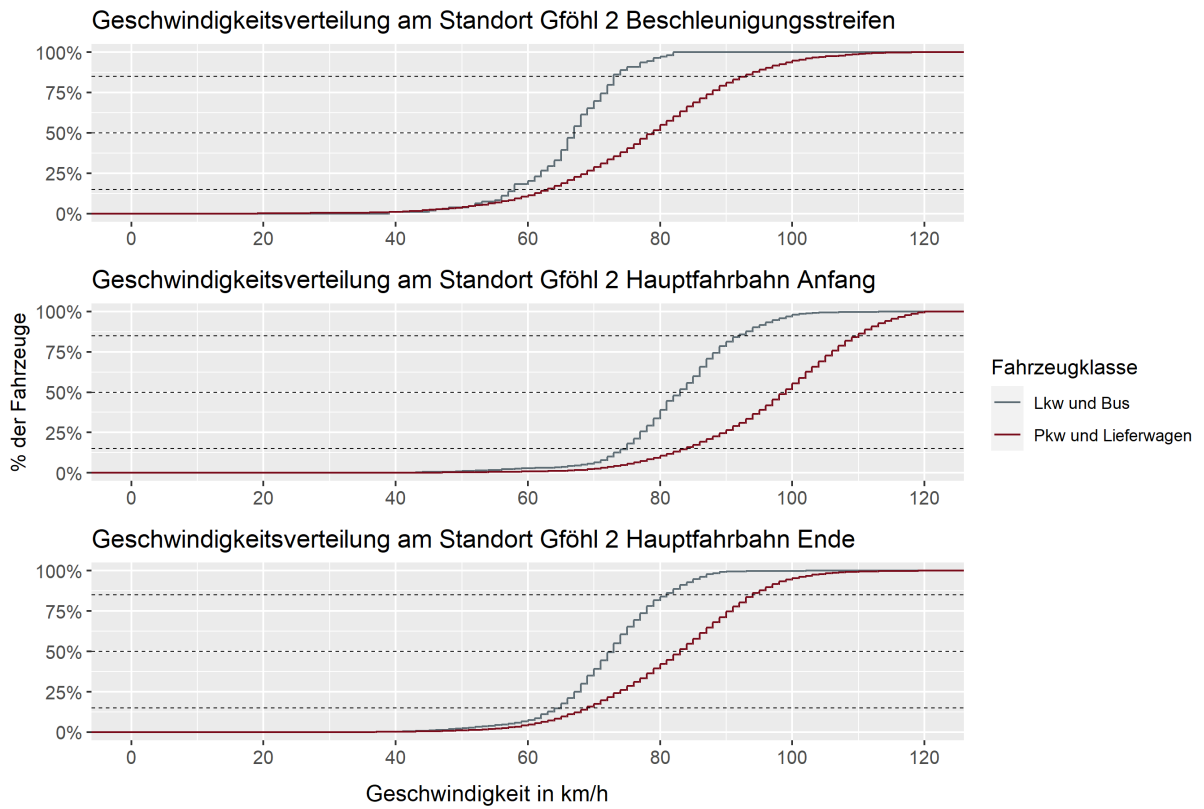


Abb. 6-10: Summenkurven der Radar-Geschwindigkeiten am Standort Gföhl 2

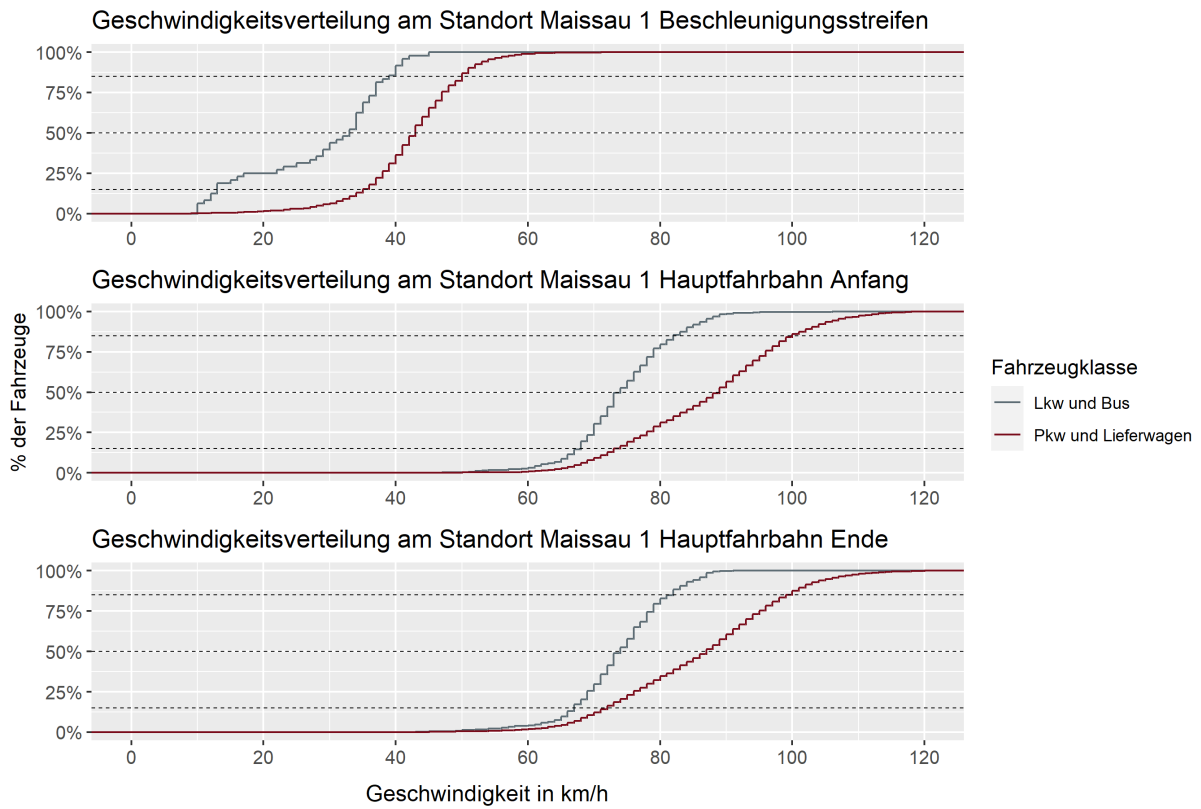


Abb. 6-11: Summenkurven der Radar-Geschwindigkeiten am Standort Maissau 1

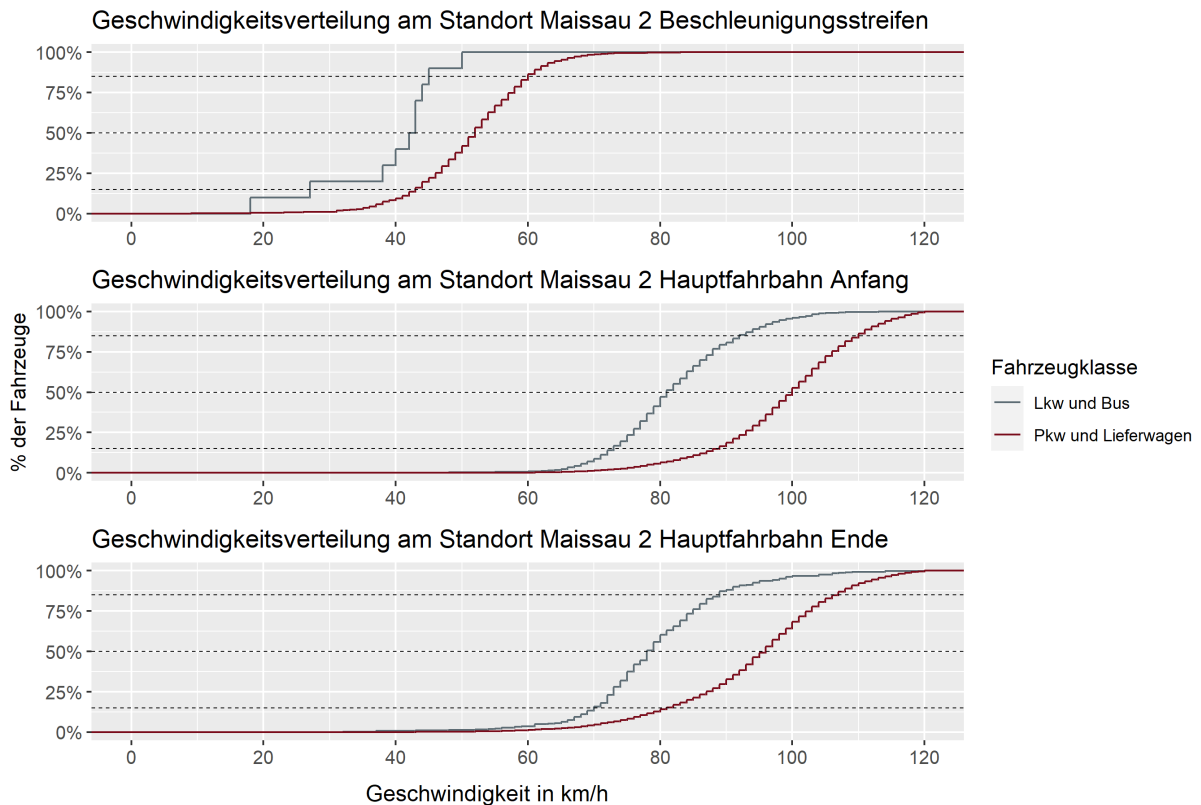


Abb. 6-12: Summenkurven der Radar-Geschwindigkeiten am Standort Maissau 2

6.2.4 Analyse der Beschleunigungen von Alleinwechselnden bei unbeeinflusstem Verhalten

Wie schon in Kapitel 6.1.1 „Datenaufbereitung Radar Sensorik“ beschrieben, wurden die Radardaten hinsichtlich eines unbeeinflussten Beschleunigungsverhaltens analysiert. Aus diesem Grund mussten im Vorfeld einige Annahmen im Datensatz getroffen und diese Daten dann extrahiert werden:

- 10 s vorher und 10 s nachher (Zeitstempel Radar Auffahrt) darf kein anderes Fahrzeug auf dem Beschleunigungsstreifen und auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn erfasst worden sein
- Der Zeitstempel des Radarsensors in Höhe Ende des Beschleunigungsstreifen durfte bis 30 s nach dem Zeitstempel der Radar Auffahrt möglich sein

Nachdem die Daten pro Standort vorlagen, musste noch ein Plausibilitäts-Check hinsichtlich der Fahrzeugklasse durchgeführt und die Fahrzeuge ausgefiltert werden, welche < 5 Sekunden Zeitdifferenz zwischen Auffahrt und Ende hatten. Nachdem auch die Abstände der Radargeräte aus den Orthofotos gemessen wurden, konnten diesbezügliche Auswertungen nach Fahrzeugklassen, der Zeitdifferenzen der beiden Radarstandorte und der vorliegenden

Geschwindigkeitspärchen und dadurch von durchschnittlichen Beschleunigungen durchgeführt werden.

Tab. 6-4: Unbeeinflusstes Verhalten der alleinwechselnden Fahrzeuge bei Gföhl 1

Fahrzeugklasse	Φ V- Auffahrt [km/h]	Φ V- Ende BS [km/h]	Φ Beschl. am BS [m/s ²]
Pkw, n=497	48,1	79,8	0,72
Lieferwagen, n=40	38,2	65,1	0,48
Lkw+Bus, n=30	37,9	59,7	0,37
Summe, n=567	46,9	77,7	0,7

Beim Standort Gföhl 1 (sh. Tab. 6-4) konnten in Summe 567 Fahrzeuge identifiziert werden, welche den oben genannten Kriterien entsprachen. Diese Fahrzeuge kamen mit im Schnitt 46,9 km/h auf den Beschleunigungsstreifen und fuhren mit 77,7 km/h nach Ende des Beschleunigungsstreifens beim Radarsensor auf der Hauptfahrbahn. Dies ergibt auf diesen ca. 210 m langen Abschnitt eine Geschwindigkeitsdifferenz von ca. 31 km/h und eine durchschnittliche Beschleunigung von 0,71 m/s². Die Geschwindigkeitsdifferenz und die Beschleunigungen variieren je nach Fahrzeugklasse, sodass man eindeutig ein langsames Auffahren und Beschleunigen bei der Fahrzeugklasse Lkw+Bus erkennen kann als bei den Pkw. Die Beschleunigungen sind bei Lkw+Bus in etwa die Hälfte wie bei den Pkw (0,37 versus 0,72 m/s²). Die Geschwindigkeiten liegen bei der Auffahrt ca. 10 km/h auseinander (38 km/h versus 48 km/h), nach Ende des Beschleunigungsstreifens dann um ca. 20 km/h (ca. 60 km/h versus 80 km/h).

Am Standort Gföhl 2 konnte in dieser Auswertung ein interessantes Phänomen entdeckt werden, und zwar, dass fast die Hälfte der unbeeinflussten Fahrzeuge am Anfang des Beschleunigungsstreifens **schneller** fuhren als am Ende nach dem Einordnen. Dies ist durch eine gerade und abfallende Annäherung an den Beschleunigungsstreifen bedingt. Von den ca. 1.000 Fahrzeugen, die den Kriterien entsprachen, wurden 420 erfasst, die im Schnitt mit 87 km/h einfuhren und mit 77,5 km/h am Ende erfasst wurden. Dies ergibt eine Geschwindigkeitsdifferenz von ca. 9,5 km/h am ca. 280 m langen Abschnitt zwischen den Radarsensoren. Es gab aber auch ca. 560 Fahrzeuge, die an diesem Standort beschleunigt haben, und zwar von 72,7 km/h auf 84,3 km/h, was einer Beschleunigung von ca. 0,24 m/s² entspricht.

Aufgrund der Probleme bei der Erfassung an den Standorten Maissau 1 und Maissau 2 konnte diese Auswertung mit dementsprechend weniger Fahrzeugen durchgeführt werden. Aussagen können aber trotzdem getroffen werden:

Beim Standort Maissau1 erfolgt die Beschleunigung fast nur am Beschleunigungsstreifen und nicht vorher, da ein $\frac{3}{4}$ Kreisbogen mit einem engen Radius von ca. 35-40 m zum Beschleunigungsstreifen führt. Die Anfangsgeschwindigkeiten sind dementsprechend mit im Mittel ca. 41 km/h relativ gering. Am Ende, nach dem Einordnen, beträgt die Geschwindigkeit dann bereits 78 km/h, was einer Geschwindigkeitsdifferenz von 37 km/h entspricht. Dies entspricht auf dem ca. 260 m langen Abschnitt einer Beschleunigung von $0,65 \text{ m/s}^2$ entspricht.

Der Standort Maissau 2 ist von einer leicht ansteigenden, aber gestreckten Annäherung an den Beschleunigungsstreifen charakterisiert. Dies resultiert in einer höheren Auffahrtsgeschwindigkeit von durchschnittlich 52,8 km/h. Nach dem Ende des Beschleunigungsstreifens sind diese Fahrzeuge dann mit 83,1 km/h auf der Hauptfahrbahn unterwegs, was einer Geschwindigkeitsdifferenz von ca. 30,3 km/h und einer Beschleunigung von durchschnittlich $0,61 \text{ m/s}^2$ auf dem ca. 260 m langen Abschnitt entspricht.

Weitere Analysen Alleinwechselnde: Geschwindigkeiten vs. Beschleunigung

Für jeden Messstandort wurde neben den zusammenfassenden Analysen auch untersucht, wie das Beschleunigungsverhalten je nach Anfangsgeschwindigkeit bei den Fahrzeugen variiert. Hierfür wurden die vorhandenen alleinwechselnden Fahrzeugpärchen untersucht, da von diesen die Anfangs- und Endgeschwindigkeiten sowie die Zeitdifferenz zwischen Passieren des ersten Radargerätes und dem Radar nach Ende des Beschleunigungsstreifens vorhanden war. Damit wurde die durchschnittliche Beschleunigung je Fahrzeug errechnet.

Die Geschwindigkeit am Anfang wird nun der Beschleunigung grafisch gegenübergestellt, um eine potenzielle Korrelation zu erkennen. Zusätzlich wurden auch eine Korrelation nach Pearson sowie eine einfache lineare Regression durchgeführt, um den Zusammenhang bzw. im Weiteren auch die Abhängigkeit der Beschleunigung von der Anfangsgeschwindigkeit zu untersuchen.

Die Korrelationsanalyse und die lineare Regression zeigen, dass der Zusammenhang zwischen Beschleunigung und Anfangsgeschwindigkeit am Beschleunigungsstreifen bei angenommenen Signifikanzniveau von 0,05 bei allen Standorten signifikant ist (siehe Tab. 6-5). In Gföhl 1, Maissau 1 und Maissau 2 ist der Korrelationskoeffizient allerdings eher gering

(Werte zwischen 0,1 und 0,26), was auf einen schwachen Zusammenhang hindeutet. Betrachtet man die lineare Regression, so liegt auch das R^2 der linearen Regression nur bei 0,01 bis 0,07, was bedeutet, dass die Anfangsgeschwindigkeit zwar ein Faktor für die Beschleunigung ist, aber nur ein sehr geringer Anteil der Varianz der Beschleunigung durch die Anfangsgeschwindigkeit erklärt werden kann. In Gföhl 2 ist sowohl eine Signifikanz des Modells gegeben als auch die Korrelation sowie der Wert von R^2 höher. Es werden knapp 35% der Varianz der Beschleunigung durch die Anfangsgeschwindigkeit erklärt. Die Korrelation und der Schätzer sind negativ, was bedeutet, je höher die Anfangsgeschwindigkeit, desto geringer die Beschleunigung.

Tab. 6-5: Kennzahlen zur linearen Regression Beschleunigung ~ Anfangsgeschwindigkeit und Pearson-Korrelation

Standort	p-Value (signifikant: $\leq 0,05$)	Korrelation nach Pearson [-1;1]	R^2	Schätzer (Veränderung a pro km/h)
Gföhl 1	0,0094	0,1090821	0,0119	0,003431
Gföhl 2	$< 2,2e-16$	-0,5930422	0,3517	-0,011917
Maissau 1	0,0431	0,2642653	0,0698	0,008783
Maissau 2	0,0013	0,2311881	0,0534	0,007415

In den folgenden Grafiken (Abb. 6-13 bis Abb. 6-16) wird pro Standort die Korrelation zwischen der Anfangsgeschwindigkeit am Beschleunigungsstreifen und der anschließenden Beschleunigung der Fahrzeuge grafisch dargestellt. Die einzelnen Punkte in der Grafik stellen die alleinwechselnden Fahrzeuge dar.

Alleinwechselnde: Beschleunigungsverhalten im Verhältnis zur Geschwindigkeit
am Anfang der Auffahrt am Standort Gföhl 1

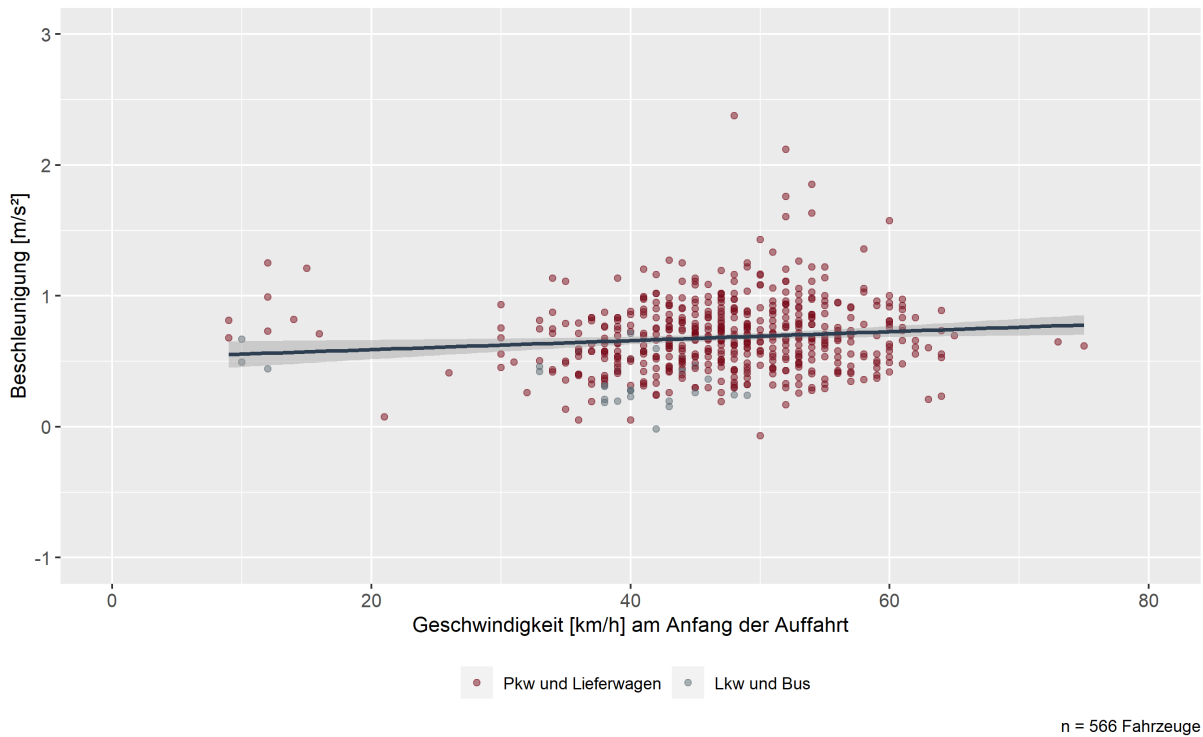


Abb. 6-13: Beschleunigungsverhalten der alleinwechselnden Fahrzeuge auf dem Beschleunigungsstreifen im Verhältnis zur Anfangsgeschwindigkeit, Gföhl 1

In Abb. 6-13 erkennt man die meisten Pkw (rot) im Bereich bei einer Anfangsgeschwindigkeit von knapp 50 km/h und einer Beschleunigung von etwa 0,7 m/s². Bei den Lkw und Bussen (grau) kann man von ca. 40 km/h Anfangsgeschwindigkeit und einer Beschleunigung von ca. 0,4 m/s² ausgehen.

Alleinwechselnde: Beschleunigungsverhalten im Verhältnis zur Geschwindigkeit
am Anfang der Auffahrt am Standort Gföhl 2

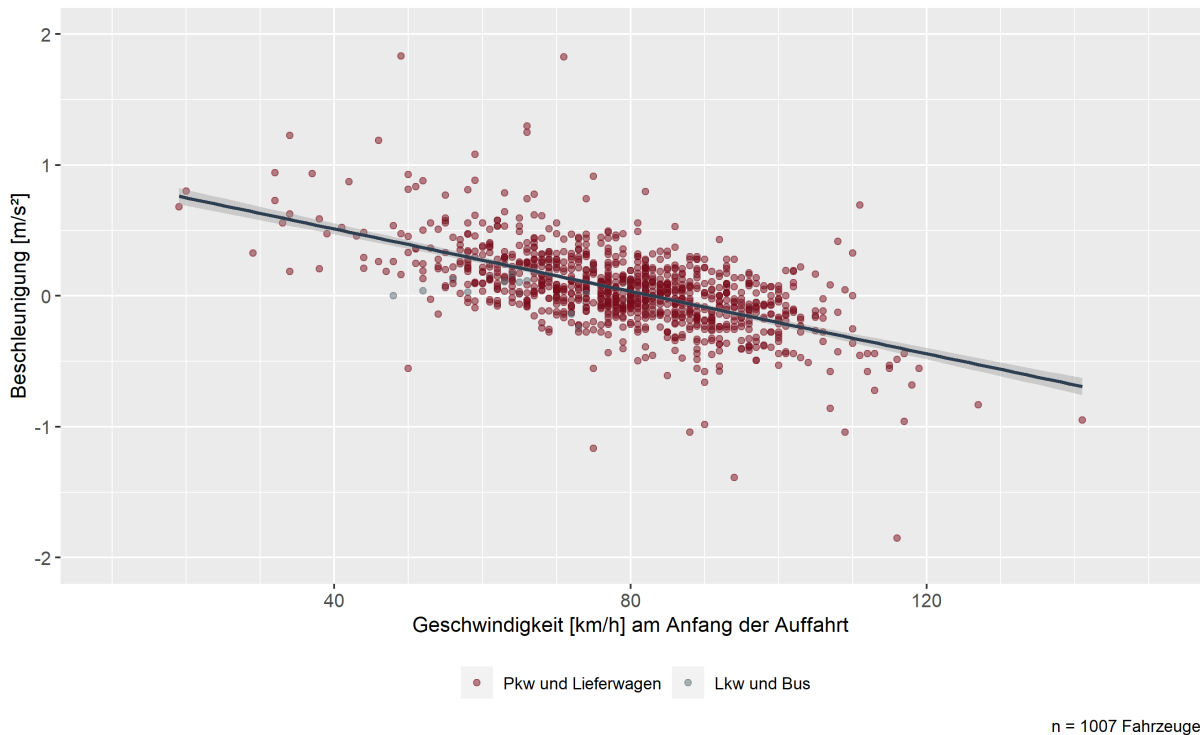


Abb. 6-14: Beschleunigungsverhalten der alleinwechselnden Fahrzeuge auf dem Beschleunigungsstreifen im Verhältnis zur Anfangsgeschwindigkeit, Gföhl 2

Das spezielle am Standort Gföhl 2 (Abb. 6-14) ist, dass die Anfangsgeschwindigkeiten sehr hoch sind, da die Rampe gestreckt und bergab verläuft. Man erkennt v.a. bei den Pkw eine große Bandbreite von rund 50 bis 110 km/h, wobei der Anteil an beschleunigenden Pkw etwa gleich groß ist wie jener der langsamer werdenden; der Großteil der Beschleunigungswerte liegt zwischen +0,5 und -0,5 m/s². Im Durchschnitt haben die Fahrzeuge dabei eine Auffahrts- und eine Endgeschwindigkeit von etwa 80 km/h (aufgrund einer nicht vorhandenen Beschleunigung von 0 m/s²).

Alleinwechselnde: Beschleunigungsverhalten im Verhältnis zur Geschwindigkeit am Anfang der Auffahrt am Standort Maissau 1

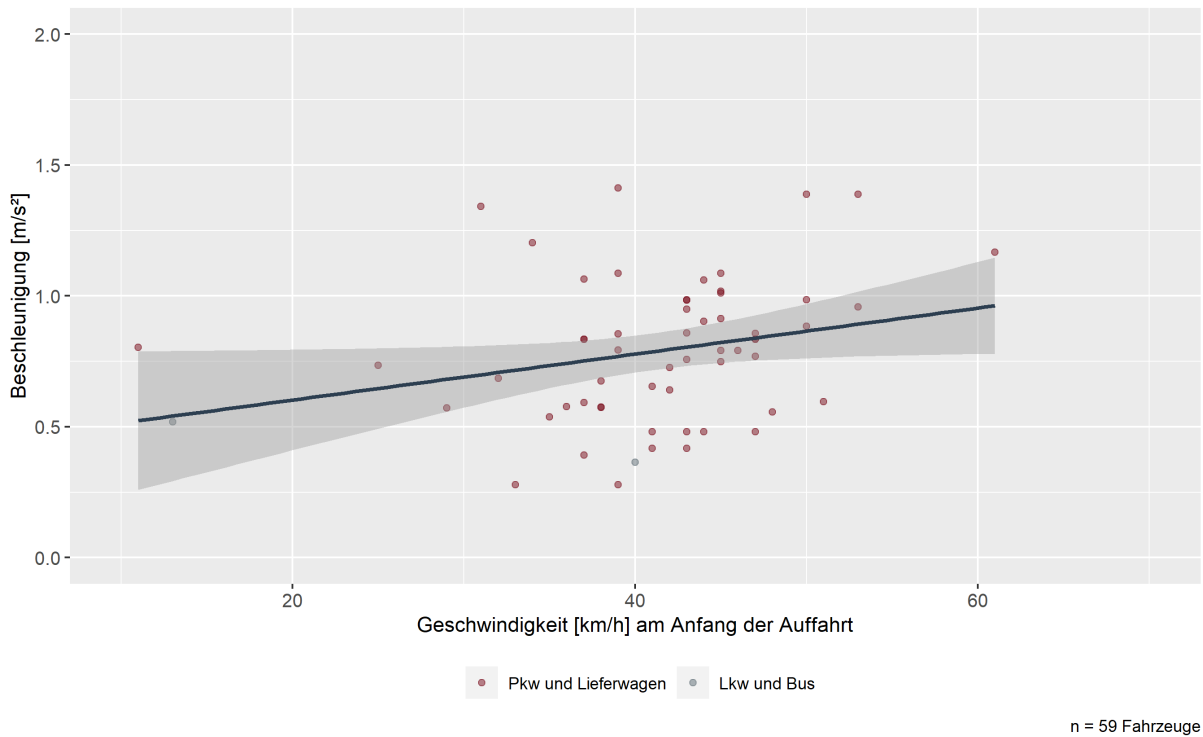


Abb. 6-15: Beschleunigungsverhalten der alleinwechselnden Fahrzeuge auf dem Beschleunigungstreifen im Verhältnis zur Anfangsgeschwindigkeit, Maissau 1

Aufgrund der beschränkten Datenlage (vgl. Kap. 6.1.1) und einer an diesem Standort eher geringen Verkehrsmenge, konnten nur sehr wenige Fahrzeuge (n=59) als alleinwechselnd identifiziert werden. Im Durchschnitt über diese Kfz erkennt man in Abb. 6-15 eine Anfangsgeschwindigkeit von etwa 40 km/h mit einer Beschleunigung von etwa 0,75 m/s².

Alleinwechselnde: Beschleunigungsverhalten im Verhältnis zur Geschwindigkeit
am Anfang der Auffahrt am Standort Maissau 2

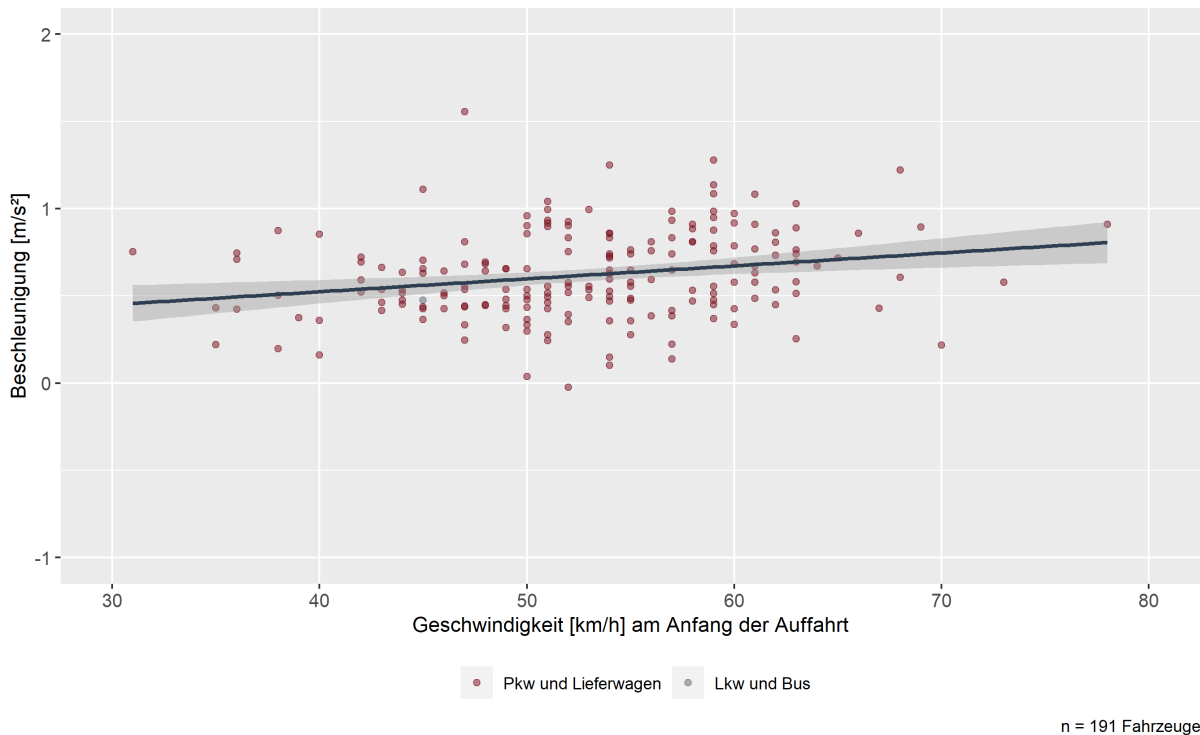


Abb. 6-16: Beschleunigungsverhalten der alleinwechselnden Fahrzeuge auf dem Beschleunigungsstreifen im Verhältnis zur Anfangsgeschwindigkeit, Maissau 2

Beim Standort Maissau 2, bei dem die Rampe im Vorfeld relativ gestreckt ist, jedoch leicht bergauf geht, betragen die Anfangsgeschwindigkeiten im Durchschnitt ca. 53 km/h. Die Beschleunigungen liegen im Mittel bei ca. $0,6 \text{ m/s}^2$, was eine durchschnittliche Endgeschwindigkeit von ca. 83 km/h ergibt.

6.2.5 Auswertung der Trajektorien aus den Videos

Am Standort Gföhl 2 wurden gemäß Abb. 6-14 recht hohe Anfangsgeschwindigkeiten am Beschleunigungsstreifen gemessen (im Mittel ca. 80 km/h). Da die geradlinig verlaufende, 150 m lange Zufahrtsrampe bei einer T-Kreuzung beginnt (Abb. 6-17), konnte die potenzielle Beschleunigung vom Anfang der Rampe bis zum ersten Radarstandort bei einer angenommenen Startgeschwindigkeit ab der Kreuzung für das gesamte Fahrzeugkollektiv berechnet werden. Werte von 15 km/h bis 30 km/h wurden als Startgeschwindigkeiten als realistisch eingeschätzt. Zusätzlich wurde die Längsneigung von durchschnittlich $-4,33\%$ bei der Beschleunigungsberechnung berücksichtigt.



Abb. 6-17: Darstellung der 150 m langen Zufahrtsrampe ab der T-Kreuzung bis zum Radargerät am Anfang des Beschleunigungsstreifens am Standort Gföhl 2

Um die gemessenen V_{50} / V_{85} -Geschwindigkeiten des ersten Radarstandorts am Beschleunigungsstreifen auch tatsächlich zu erreichen, beträgt die Beschleunigung der Pkw und Lieferwagen im Median etwa 1,0 / 1,6 m/s^2 , bei den Lkw und Bussen sind es in etwa 0,7 / 0,8 m/s^2 (sh. Abb. 6-18).

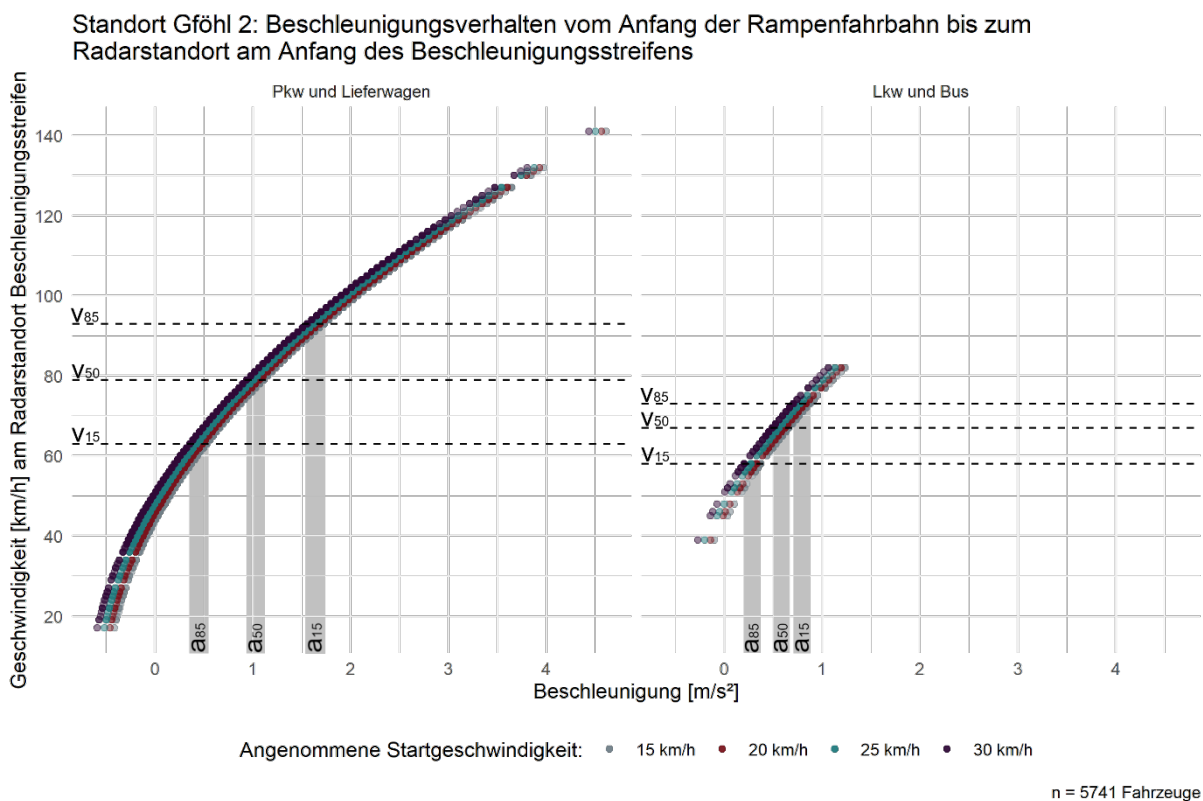


Abb. 6-18: Berechnete Beschleunigung bis zum Radarstandort am Anfang des Beschleunigungsstreifens mit Hilfe der dort gemessenen Geschwindigkeiten und angenommenen Geschwindigkeiten (15 bis 30 km/h) am Anfang der Zufahrtsrampe am Standort Gföhl 2

Die extrahierten Bewegungslinien (= Trajektorien) der Aufnahmen der mittleren Videokameras je Standort wurden dazu verwendet, das Geschwindigkeitsverhalten aller wechselnden Fahrzeuge im Videoausschnitt zu untersuchen. Aufgrund der leicht schwankenden Geschwindigkeitswerte je Sekunde (normal bei videobasierter Analyse) wurde die zugehörige Beschleunigung nicht dargestellt. Für die nachfolgende Analyse wurden die Geschwindigkeitsdaten aufbereitet sowie die zurückgelegten Distanzen zwischen den Datenpunkten mittels euklidischer Distanz berechnet, wobei die Richtungen der x-/y-Positionen berücksichtigt wurden. Für die Distanz zum ersten Punkt wurde ein fiktiver Anfangspunkt definiert. Dieser wurde anschließend gemeinsam mit der Position des Kamerastandorts verwendet, um eine äquivalente Position der Bewegungslinien auf dem Beschleunigungstreifen, gemessen ab Ende der Sperrlinie, zu schätzen.

Es ergeben sich folgende Verläufe der Geschwindigkeiten:

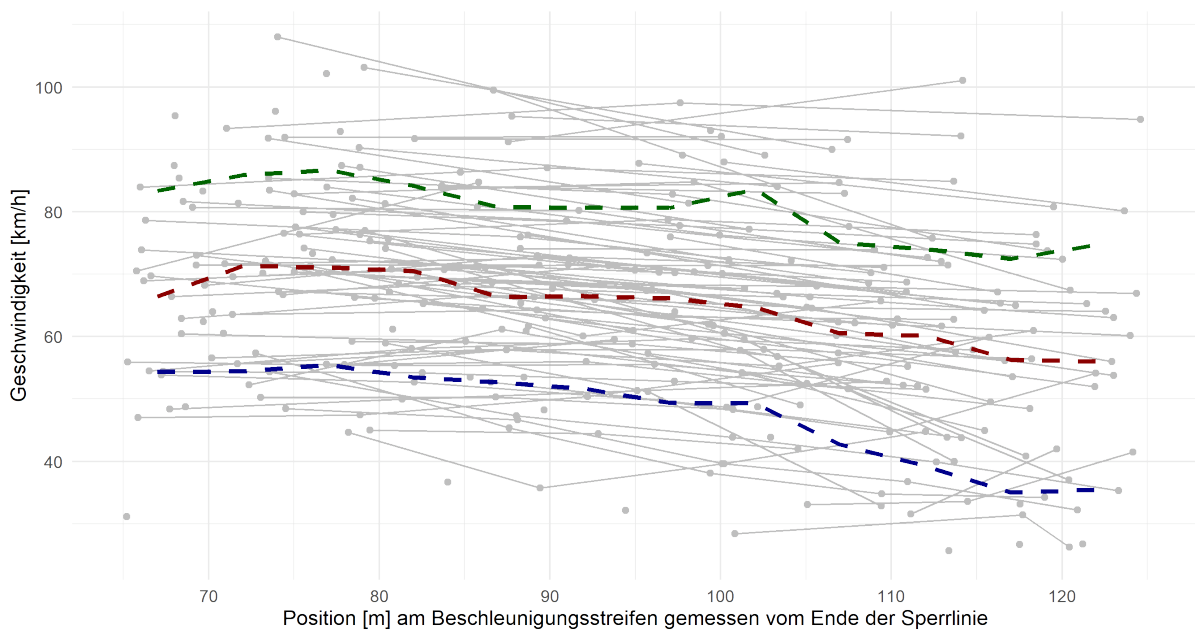


Abb. 6-19: Geschwindigkeiten je nach Position am Beschleunigungstreifen, Gföhl 1

In Gföhl 1 (Abb. 6-19) liegen die Geschwindigkeiten (V_{15} - V_{85}) zwischen 55 und 85 km/h auf den ersten aufgezeichneten knapp 20 Metern. Die Mediangeschwindigkeit V_{50} (mittlere Linie) bewegt sich von 70 km/h nach 70 m Fahrt auf dem Beschleunigungstreifen in Richtung 55 km/h bei den Fahrzeugen, die sich auch 50 m danach noch auf ihm befanden.

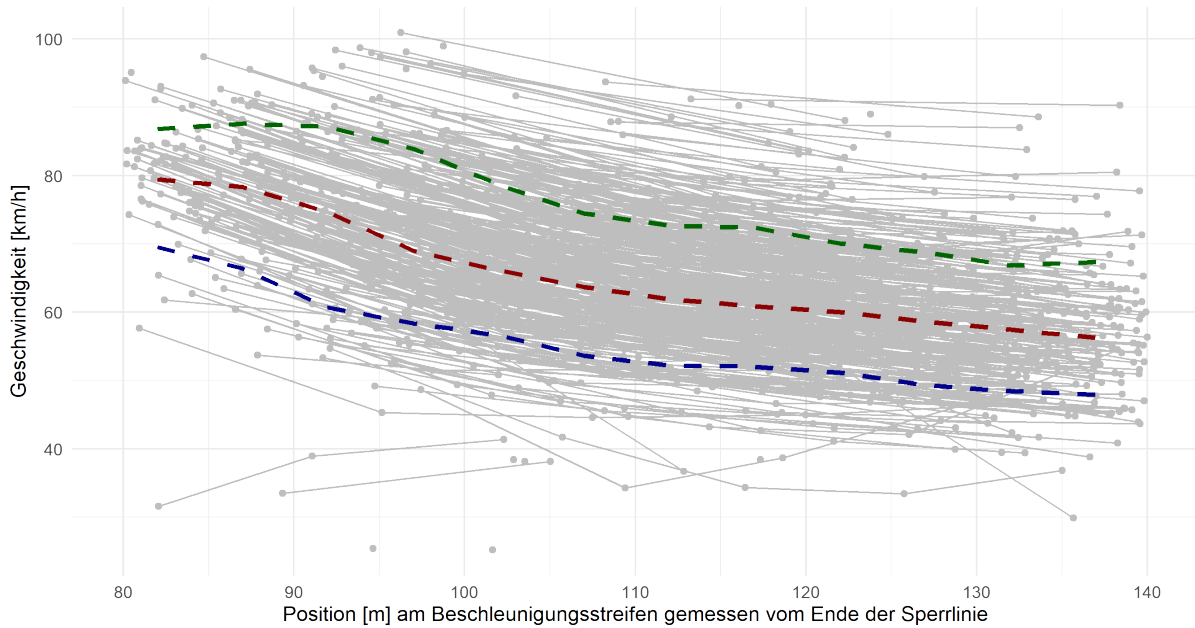


Abb. 6-20: Geschwindigkeiten je nach Position am Beschleunigungstreifen, Gföhl 2

In Gföhl 2 (Abb. 6-20) zeigt sich wieder die Verringerung der Fahrzeuggeschwindigkeiten je länger das Fahrzeug am Beschleunigungstreifen im Videobild ist.

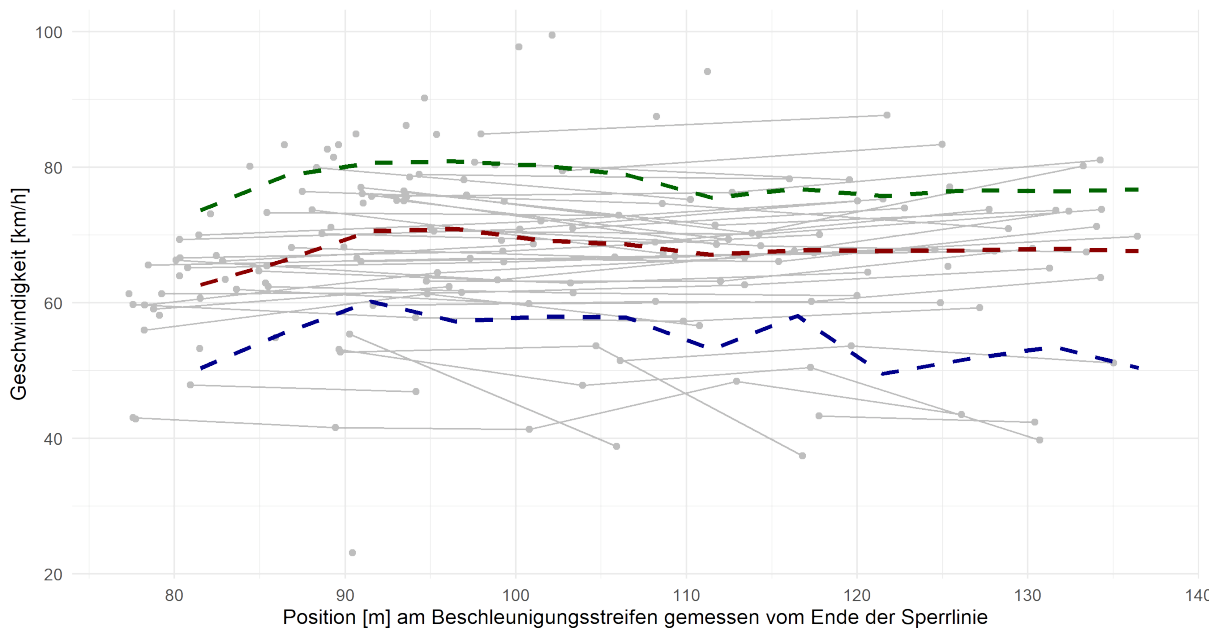


Abb. 6-21: Geschwindigkeiten je nach Position am Beschleunigungstreifen, Maissau 1

In Maissau 1 (Abb. 6-21) sind weitaus weniger Daten vorhanden als in Gföhl. Dennoch ist erkennbar, dass die Geschwindigkeit an diesem Standort mit zunehmender Fahrstrecke auf dem Beschleunigungstreifen weniger abnimmt als bei den Standorten in Gföhl bzw. weitgehend konstant bleibt.

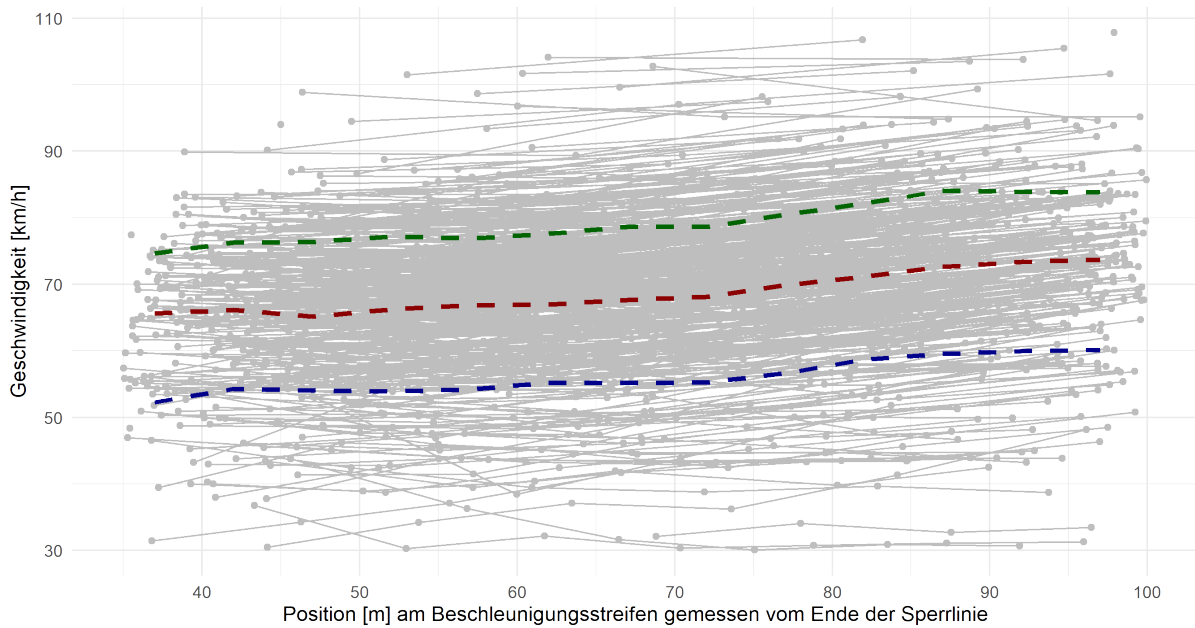


Abb. 6-22: Geschwindigkeiten je nach Position am Beschleunigungstreifen, Maissau 2

In Maissau 2 (Abb. 6-22) sind die Trajektorien bereits ab 35 m verfügbar, da hier die Kamera gegen die Fahrtrichtung positioniert war und damit die Geschwindigkeiten der Fahrzeuge bis ca. 100 m Beschleunigungstreifen-Länge aufgezeichnet hat. Hier zeigt sich, dass die Fahrzeuge durchaus beschleunigen bzw. ihr Tempo beibehalten. Dieser Trend ist bei den anderen Standorten weniger zu sehen, was damit begründet werden kann, dass dort nur Fahrzeuge erfasst wurden, die bereits eine längere Strecke auf dem Beschleunigungstreifen zurückgelegt hatten. Wie auch die qualitative Analyse (sh. Kap. 7) zeigt, befanden sich darunter offenbar viele, die ihre Geschwindigkeit mit zunehmender Fahrstrecke auf dem Beschleunigungstreifen nicht weiter erhöhten, sondern im Gegenteil oftmals reduzierten, bis sich eine Möglichkeit zum Wechsel auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn bot.

7 QUALITATIVE ANALYSE – "REAL(SPEZIAL)VERHALTEN"

7.1.1 Vorgangsweise

Die grundlegende Idee der qualitativen Analyse ist es, mittels Sichtung des Videomaterials unklare und ggf. gefährliche Sondersituationen beim Wechsel vom Beschleunigungsstreifen auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn aufzufinden, zu dokumentieren und zu bewerten. Dieses "Real(spezial-)verhalten" wird für die Beurteilung der Verkehrssicherheit als entscheidend betrachtet. Denn auch wenn eine Verkehrsanlage im "Normalbetrieb" einen weitgehend zufriedenstellenden Verkehrsablauf zeigt, sind es doch die oft unvorhersehbaren "Sondersituationen", aus welchen sich ein Konflikt- und in weiterer Folge ein Unfallpotenzial ableiten lässt.

Selbstverständlich war von Anfang an klar, dass im Rahmen des Projekts nicht das gesamte Videomaterial gezielt gesichtet werden konnte – immerhin wurden pro Standort über 160 Stunden, insgesamt also über 600 Stunden durchgehend aufgezeichnet. Vielmehr wurden, nach einer Vorab-Sichtung des Filmmaterials, Kriterien für zu sichtende Zeitbereiche festgelegt, in welchen eine besonders hohe Wahrscheinlichkeit für sicherheitsmäßig bedenkliche Situationen beim Verflechten vermutet wurde. Diese Auswahlkriterien (sh. auch Beispiel in Abb. 4-1) sind Folgende vier:

- 1.) Die jeweils zehn 15 min-Intervalle mit den größten, von den Radarsystemen in Höhe der Trenninselspitze gemessenen Verkehrsmengen auf dem Beschleunigungsstreifen sowie separat davon auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn. Die Videoaufzeichnungen aller dieser bis zu 20 Viertelstunden-Intervalle pro Standort wurden zur Gänze gesichtet. Auf jeden einzelnen dabei aufgefundenen Wechsel eines Fahrzeugs vom Beschleunigungsstreifen auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn wurde die unten beschriebene Vorgangsweise angewendet, der Wechsel also entweder als problemlos eingestuft und nicht weiter behandelt oder als zumindest potenziell kritisch eingestuft und entsprechend dokumentiert (in etlichen der gesichteten Viertelstunden-Intervalle fand sich keiner der letztgenannten Fälle).
- 2.) Durch Überlagerung der Messdaten der beiden Radarsysteme in Höhe der Trenninselspitze wurde für jedes auf dem Beschleunigungsstreifen erfasste Fahrzeug festgestellt, wie viele Fahrzeuge in den 10 Sekunden danach auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn unterwegs waren. Für jeden Standort wurde ein relevanter Grenzwert für diese Fahrzeuganzahl festgelegt (z.B. 5 oder mehr Fahrzeuge pro 10 s). Die Annahme dahinter ist, dass ein

Wechsel vom Beschleunigungsstreifen auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn eher problembehaftet sein könnte, wenn sich dort mehrere hintereinanderfahrende Fahrzeuge befinden.

- 3.) Jene Situationen, wo mittels künstlicher Intelligenz aus den Videobildern eine Time to collision (TTC) unter 2 Sekunden automatisiert detektiert wurde. Die TTC ist ein seit Jahrzehnten verwendetes Zeitmaß in der Konfliktforschung (vgl. z.B. van der Horst & Hogema, 1993). Sie beschreibt die bis zur Kollision verbleibende Zeit, wenn zwei auf Kollisionskurs befindliche Fahrzeuge ihre Geschwindigkeit und Richtung beibehalten. Die automatisierte Detektion potenziell kritischer Verflechtungssituationen mittels dieser Analyse erforderte auch eine manuelle Prüfung über das Ausmaß der Gefährlichkeit der Wechselvorgänge. Einige der mit einer "kritischen" TTC ausgewiesenen Manöver erwiesen sich als problemlos. Ursachen für solche Fehleinschätzungen des Algorithmus sind beispielsweise die Berechnung der Geschwindigkeiten bei kurvigen Strecken/Manövern oder die Entfernung der Objekte zur Kamera.
- 4.) Zusätzlich aufgefundene relevante Verflechtungssituationen (z.B., wenn das Videomaterial "versehentlich" über die Top 10 der stärksten 15 min-Intervalle hinaus gesichtet wurde oder wenn sich relevante Situationen zufällig zeitlich in der Nähe von anderen, oft auch als problemlos beurteilten Situationen ereigneten).

Nr.	Tag	15 min-Intervalle mit Verkehrsmengen auf Beschleunigungsstreifen (BS) sowie Fahrstreifen (FS) [FZ/15 min]					Top 10 stärkste 15 min-Intervalle (BS od. FS)	≥ 5FZ pro 10 s auf FS	via TTC (Transsoft Solutions)	zusätzlich gefunden	Anzahl beschriebener Fälle ¹⁾
		von	bis	BS	FS	BS+FS					
1	26.05.2021	17:00	17:14	16	133	149				X	1
2		17:15	17:29	12	156	168	X				1
3		17:30	17:44	18	145	163	X ²⁾				-
4		17:45	17:59	6	111	117		X			2
5	27.05.2021	10:15	10:29	10	93	103		X			1

Abb. 7-1: Screenshot eines Tabellenteils als Beispiel für die Auswahlkriterien für die gezielte Sichtung des Videomaterials

Die Tabellen mit den Auswahlkriterien der jeweiligen Standorte finden sich in den Kap. 7.1.2 bis 7.1.5.

Ob eine Verflechtungssituation qualitativ als problemlos zu erachten ist oder doch als zumindest potenziell kritisch, obliegt der Beurteilung der auswertenden Person. Um diese subjektiven Einschätzungen abzusichern, wurden die Auswertungen von zwei ProjektmitarbeiterInnen durchgeführt. Dabei hatte die erste Person die Aufgabe, alle im Rahmen der

Auswahlkriterien aufgefundenen Wechsel vom Beschleunigungsstreifen auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn vorab zu beurteilen. Es waren jene auszusortieren, welche ohne Zweifel als problemlos einzustufen waren (weil sich beim Wechsel z.B. kein anderes Fahrzeug in der Nähe befand oder der Wechsel unter Wahrung eindeutig ausreichender Abstände zwischen relevanten Fahrzeugen erfolgte). Diese problemlos Wechsel waren die Mehrheit und wurden nicht weiter dokumentiert.

Von allen Wechseln, die nicht eindeutig problemlos erfolgten, wurden für jeden Standort ihr Zeitpunkt und einige die Umstände beschreibende Stichworte notiert.

Von der zweiten, in punkto Fahr- bzw. Verkehrsverhalten sehr erfahrenen Person wurden in der Folge die Videosequenzen aller der von der ersten Person vorausgewählten notierten Wechsel genau analysiert. Dabei wurde, unter oftmaliger Betrachtung des Videos im Vor- und Rücklauf und in Einzelbildsequenzen, besonderes Augenmerk darauf gelegt, ob die Situation aus Sicht der Verkehrssicherheit kritische oder zumindest potenziell kritische Elemente beinhaltete (wie z.B. Bremsmanöver und/oder ein Verflechten mit offenkundig zu geringen Abständen zwischen relevanten Fahrzeugen). Von allen auf diese Weise genau analysierten Wechseln, welche die zweite Person nicht als problemlos einstufte (dies war der kleinere Teil), wurden folgende Daten protokolliert (sh. auch Beispiel in Abb. 7-2):

- Zeitstempel jener Sekunde, in der sich das Fahrzeug (FZ), das vom Beschleunigungsstreifen (BS) auf den Fahrstreifen (FS) der Hauptfahrbahn gewechselt hat, auf Höhe des Endes der Verziehung des BS befindet (bei mehreren wechselnden FZ jeweils das erste);
- Verkehrsmengen auf dem BS und dem FS in jener Viertelstunde, in welcher das Wechselmanöver erfolgte;
- Anzahl und Art der FZ, die vom BS auf den FS wechseln sowie der bei diesem Manöver relevanten FZ auf dem FS (die Ziffer hinter gleichartigen FZ beschreibt die Reihenfolge, in welcher sie sich nach dem Wechselmanöver befinden);
- Ort des Beginns des Wechsels vom BS auf den FS nach dem Ende der Sperrlinie (aus dem Videobild mit 10 m-Genauigkeit geschätzt) sowie ob das FZ vom BS vor oder nach einem relevanten FZ auf den FS gewechselt hat oder ob der Wechsel zwischen zwei hintereinander-fahrenden FZ erfolgte;
- ob auf dem BS oder dem FS ein Bremsmanöver (Aufleuchten der Bremslichter) stattgefunden hat;

- Geschwindigkeiten der FZ auf dem BS und dem FS etwa in Höhe der Trenninselspitze (BS Anf. und FS Anf.) sowie auf dem FS in Höhe des Endes des Verflechtungsbereichs (FS Ende), jeweils mit 5 bis 10 km/h-Genauigkeit anhand der Messungen der dort positionierten Radarsysteme;
- Time to collision (TTC), die von der Firma Transoft Solutions in bestimmten Situationen automatisiert aus den Videobildern detektiert wurde;
- Einstufung der Situation, die subjektiv zumindest als *potenziell kritisch* oder auch als *kritisch* (bei vergleichsweise starken Bremsmanövern und/oder sehr vergleichsweise knappen Abständen zwischen Fahrzeugen) beurteilt wurde;
- Einstufung der Relevanz für die Länge des BS, die subjektiv als *hoch*, *mittel* oder *wenig* beurteilt wurde, wobei stets abgeschätzt wurde, ob eine größere Länge des BS die Situation verbessert hätte;
- Beschreibung der Situation, die den Ablauf des Wechselmanövers nachvollziehbar machen soll;
- Begründung, die die vorgenommene Einstufung der Relevanz der Länge des BS nachvollziehbar machen soll;
- Fallnummer für die eindeutige Zuordnung, bestehend aus dem Standort (z.B. G1- für Gföhl 1) und einer nach Tag und Uhrzeit gereihten fortlaufenden Zahl.

Tag	Zeit FS Ende	FZ pro 15 min		BS		FS		Wechsel BS zu FS		Bremsen von FZ		Geschwindigkeit ca. km/h			TTC	Einstufung Situation (kritisch/potentiell kritisch)	Einstufung Relevanz für Länge BS (hoch/mittel/wenig)	Fall Nr.
		auf BS	auf FS	Anz. FZ	Art FZ	Anz. FZ	Art FZ	ca. m nach Sperrlinie	vor / zw. / nach FZ auf FS	auf BS	auf FS	BS Anf.	FS Anf.	FS Ende				
28.05.2021	13:49:08	10	145	1	PKW2	2	PKW1 + PKW3	140	zw.	J	J	50	90-105	70-85	-	kritisch	hoch	G1-11
Beschreibung Situation				PKW2 fährt auf dem BS in der Absicht, den mit ca. 105 km/h fahrenden PKW1 auf FS passieren zu lassen, bremst zu diesem Zweck vor dem Ende des BS leicht ab und wechselt in der Folge mit ca. 70 km/h am Beginn der Verziehung knapp vor PKW3 von BS auf FS; dieser muss stark abbremsen und hält geringen Abstand zu PKW2.														
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Ein längerer BS hätte es PKW2 ermöglicht, erst hinter PKW3 auf FS zu wechseln.														

Abb. 7-2: Screenshot eines Tabellenteils als Beispiel für die Protokollierung von zumindest als potenziell kritische eingestuftem Verflechtungsmanövern

Die Tabellen mit den Beschreibungen aller aufgefundenen Situationen befinden sich im Anhang.

7.1.2 Ergebnisse Gföhl 1

Der Beschleunigungstreifen der Messstelle Gföhl 1 bei km 20,02 der B37 mit einer Länge L_{ER} (20 m) + L_{MR} (knapp 140 m) von knapp 160 m ist gegenüber der Solllänge gemäß RVS 03.05.12 von 250 m (vgl. Tab. 4-1) um rund 90 m zu kurz. Zudem ist der rund 20 m lange Verziehungsbereich L_{ZR} um rund 40 m kürzer als von der Richtlinie vorgegeben.

Mit der in Kap. 7.1.1 beschriebenen Vorgangsweise bei der Auswahl wurden in 28 verschiedenen 15 min-Intervallen insgesamt 22 sicherheitsmäßig bedenkliche Situationen beim Verflechten aufgefunden (Tab. 7-1). Deren detaillierte Beschreibung findet sich im Anhang.

Tab. 7-1: Gföhl 1: Bei der Videoauswertung aufgefundene (potentiell) kritische Situationen (22 Fälle)

Nr.	Tag	15 min-Intervalle mit Verkehrsmengen auf Beschleunigungstreifen (BS) sowie Fahrstreifen (FS) [FZ/15 min]					Top 10 stärkste 15 min-Intervalle (BS od. FS)	≥ 5FZ pro 10 s auf FS	via TTC (Transsoft Solutions)	zusätzlich gefunden	Anzahl beschriebener Fälle
		von	bis	BS	FS	BS+FS					
1	26.05.2021	17:00	17:14	16	133	149				X	1
2		17:15	17:29	12	156	168	X				1
3		17:30	17:44	18	145	163	X ¹⁾				-
4		17:45	17:59	6	111	117		X			2
5	27.05.2021	10:15	10:29	10	93	103		X			1
6		16:15	16:29	21	130	151	X	X			2
7		16:30	16:44	12	146	158	X				1
8		17:00	17:14	19	146	165	X ¹⁾				-
9		17:15	17:29	13	145	158	X				-
10		17:30	17:44	13	146	159	X				1
11		17:45	17:59	18	119	137	X				1
12	28.05.2021	13:15	13:29	17	114	131	X				-
13		13:45	13:59	10	145	155				X	1
14		14:00	14:14	14	127	141		X			1
15		15:30	15:44	11	125	136		X			1
16		16:00	16:14	8	147	155	X				1
17		16:15	16:29	11	154	165	X				-
18		17:45	17:59	10	175	185	X				-
19	29.05.2021	10:15	10:29	10	68	78		X			1
20		11:15	11:29	8	77	79			X		1
21	31.05.2021	07:45	07:59	17	74	91	X				-
22		17:00	17:14	13	125	138				X	1
23		17:15	17:29	16	148	164	X ¹⁾				-
24		17:30	17:44	21	147	168	X ¹⁾				-
25	01.06.2021	11:45	11:59	10	81	91		X			1
26		17:15	17:29	19	126	145	X				1

27		17:45	17:59	8	121	129				X	1
28		18:00	18:15	8	135	143			X	X	2

¹⁾ in beiden Top 10 der 15 min-Intervalle

Die Eckdaten dieser Situationen sind in Tab. 7-2 zusammengestellt, gereiht zuerst nach der Einstufung ihrer Relevanz für die Länge des Beschleunigungsstreifens und dann nach der Einstufung der Situation.

Beschreibung:

Zeitlich ereignete sich der überwiegende Teil der Fälle (16) nachmittags bzw. frühabends (zwischen 15:00 und 18:30), die restlichen 6 zwischen 10:00 und 15:00 Uhr, also keiner in den Morgenstunden. Zwei Fälle waren samstags (G1-15 und G1-16), alle anderen wochentags.

Die Verkehrsstärken auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn bewegten sich von 68 bis 156 Fahrzeugen pro 15 min (Durchschnitt 122) und auf dem Beschleunigungsstreifen von 6 bis 21 Fahrzeugen pro 15 min (Durchschnitt 12).

In 15 Fällen fuhr nur ein an der Situation beteiligtes Fahrzeug auf dem Beschleunigungsstreifen auf, in drei Fällen zwei und in zwei Fällen drei Fahrzeuge hintereinander. Die Anzahl der auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn beteiligten Fahrzeuge reichte von einem alleinfahrenden (in drei Fällen) bis neun hintereinanderfahrenden, durchschnittlich waren knapp 4 Fahrzeuge beteiligt.

Hinsichtlich der Fahrzeugart waren – abgesehen von Pkw und Lieferwagen – auf dem Beschleunigungsstreifen in vier Fällen (!) ein Traktor mit Anhänger beteiligt (G1-1, -7, -9 und -10) sowie in je einem Fall ein Lkw (G1-5), ein Lieferwagen mit Anhänger (G1-8), ein Microcar (G1-12) und ein Motorroller (G1-17). Auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn waren es – wieder abgesehen von Pkw und Lieferwagen – in zwei Fällen ein Sattelzug (G1-6 und -20) und in einem Fall ein Lieferwagen mit Anhänger (G1-13), welchen jeweils eine längere Fahrzeugkolonne gefolgt ist.

Der Wechsel eines Fahrzeugs vom Beschleunigungsstreifen auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn erfolgte in 11 der Fälle eher früh (weniger als 100 m nach Ende der Sperrlinie an der Trenninselspitze), in 13 Fällen spät (ab 130 m nach Sperrlinienende, also knapp vor oder bereits im Verziehungsbereich) und in 7 Fällen dazwischen. 11 Fahrzeuge wechselten vor dem ersten beteiligten Fahrzeug auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn, 14 zwischen solchen und 6 nach solchen.

Eindeutig erkennbare Bremsmanöver (Aufleuchten der Bremslichter) von Fahrzeugen sowohl auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn als auch dem Beschleunigungsstreifen gab es in 4

Fällen, nur auf dem Beschleunigungsstreifen in ebenfalls 4 Fällen und nur auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn in 13 Fällen. In nur einem Fall (G1-17) war kein Bremsmanöver erkennbar.

Die Geschwindigkeit der Fahrzeuge am Anfang des Beschleunigungsstreifens betrug überwiegend 40 bis 50 km/h, in nur 3 Fällen lag sie darunter und mit ca. 60 km/h war nur ein Fahrzeug schneller. Die Geschwindigkeit der Fahrzeuge auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn, auf Höhe des Anfangs des Beschleunigungsstreifens, bewegten sich von rund 75 km/h bis 110 km/h. Auf Höhe des Endes des Beschleunigungsstreifens lagen sie entweder auf etwa demselben Niveau, meist aber (zum Teil auch deutlich) darunter.

Von den aufgefundenen Situationen wurden subjektiv 5 als kritisch eingestuft, von denen 3 der Länge des Beschleunigungsstreifens eine hohe Relevanz beigemessen wurde und einer eine mittlere Relevanz; eine Situation wurde als wenig relevant eingestuft. Eine weitere Situation mit hoher Relevanz und zwei mit mittlerer wurden "nur" als potenziell kritisch eingestuft.

Interpretation:

Einstufung Situation = **kritisch** und Relevanz Länge Beschleunigungsstreifen = **hoch**

- Fall G1-9: Ein Traktor mit Anhänger fährt mit etwa 40 bis 50 km/h entlang des Beschleunigungsstreifens, um einen mit knapp 100 km/h auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn herannahenden Lieferwagen passieren zu lassen. Die beiden mit etwas Abstand hinter dem Lieferwagen ebenso schnell herannahenden Pkw beginnen beide, zwar durchaus kontrolliert, aber stark zu bremsen, kurz bevor der Traktor am Ende des Beschleunigungsstreifens auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn wechselt, und fahren diesem mit recht wenig Abstand hinterher.
- Fall G1-11: Auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn fahren zwei Pkw mit gut 100 km/h und relativ wenig Abstand zueinander. Der Pkw auf dem Beschleunigungsstreifen lässt den ersten passieren, wozu er vor dem Verziehungsbereich kurz bremst, und wechselt im Verziehungsbereich knapp vor dem zweiten Pkw, der zuvor schon etwas abbremst, aber sehr knapp auf den eingefädelten Pkw auffährt.
- Fall G1-14: Auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn fahren zwei Pkw mit gut 100 km/h und einigermaßen ausreichend Abstand zueinander. Ein deutlich langsamerer Pkw fährt links blinkend entlang des Beschleunigungsstreifens vor ihnen. Der voranfahrende Pkw auf dem Fahrstreifen beginnt zu bremsen, um den Pkw vom Beschleunigungsstreifen einordnen zu lassen. Dieser allerdings wechselt nicht, sondern bremst ebenfalls, woraufhin der Pkw auf

dem Fahrstreifen noch weiter, auf ca. 50 km/h, abbremst. Der ihm hinterherfahrende Pkw muss stark abbremsen und fährt dem voranfahrenden Pkw sehr knapp auf. Der Pkw auf dem Beschleunigungsstreifen hält im Verziehungsbereich nahezu an und wechselt erst auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn, nachdem ihn die beiden anderen passiert haben.

Ein längerer Beschleunigungsstreifen hätte es in den beiden ersten Fällen wahrscheinlich ermöglicht, die schnelleren Pkw auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn ungebremst passieren zu lassen bzw. erst hinter ihnen auf diesen zu wechseln. Im dritten Fall hätte er das Missverständnis – Bremsen auf dem Fahrstreifen, um einordnen zu lassen und gleichzeitig Bremsen auf dem Beschleunigungsstreifen, um passieren zu lassen – und die daraus resultierende kritische Situation vermutlich vermieden.

Einstufung Situation = **potenziell kritisch** und Relevanz Länge Beschleunigungsstreifen = **hoch**

- Fall G1-10: Ein Traktor mit Anhänger wechselt mit etwa 50 km/h im Verziehungsbereich vom Beschleunigungsstreifen auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn. Ein dort heran-nahender Pkw bremst zuvor schon aus ca. 100 km/h ab, um den Traktor einordnen zu lassen, fährt diesem aber knapp auf.

Ein längerer Beschleunigungsstreifen hätte es dem Traktor wahrscheinlich ermöglicht, den Pkw auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn ungebremst passieren zu lassen bzw. erst hinter ihm auf diesen zu wechseln.

Einstufung Situation = **kritisch** und Relevanz Länge Beschleunigungsstreifen = **mittel**

- Fall G1-3: Ein Pkw wechselt mit ca. 50 km/h schon sehr früh vom Beschleunigungsstreifen vor einer etwas schneller näherkommenden Fahrzeugkolonne auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn. Diese, ein Pkw mit Anhänger, ein Lieferwagen und vier Pkw, müssen unterschiedlich stark abbremsen und fahren zum Teil knapp aufeinander auf. Ein weiterer Lieferwagen auf dem Beschleunigungsstreifen bremst etwas ab, um in der Folge noch vor dem Verziehungsbereich knapp hinter einem ebenfalls bremsenden Pkw der Kolonne und vor drei weiteren bremsenden Pkw auf den Fahrstreifen zu wechseln.

Bei einem längeren Beschleunigungsstreifen hätte der Pkw diesen möglicherweise nicht so früh und noch in langsamer Fahrt vor der ebenfalls nicht allzu schnellen Fahrzeugkolonne verlassen, sondern dies erst später mit dann ausreichender Geschwindigkeit getan.

Einstufung Situation = **potenziell kritisch** und Relevanz Länge Beschleunigungsstreifen = **mittel**

- Fall G1-17: Ein Motorroller wechselt mit ca. 80 km/h im Verziehungsbereich vom Beschleunigungsstreifen auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn. Dabei wird er von einem Pkw, der nach links bis zur Mittelmarkierung ausschert, mit knapp 100 km/h überholt; ein nachfolgender Pkw überholt ihn erst deutlich später.

Ein längerer Beschleunigungsstreifen hätte es dem Motorroller ermöglicht, anstatt auf nahezu gleicher Höhe mit ersten Pkw erst hinter diesem auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn zu wechseln.

Einstufung Situation = **kritisch** und Relevanz Länge Beschleunigungsstreifen = **wenig**

- Fall G1-1: Ein Traktor mit Anhänger, gefolgt von zwei Pkw, wechselt mit etwa 40 km/h etwa auf halber Höhe vom Beschleunigungsstreifen auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn und zwingt einen dort herannahenden Pkw aus rund 90 km/h stark abzubremsen. Knapp hinter diesem wechseln die beiden Pkw, nachdem sie zuvor auf dem Beschleunigungsstreifen leicht gebremst haben, um ihn noch passieren zu lassen.

Der Traktorlenker hat – augenscheinlich durchaus wissentlich – das Bremsmanöver des Pkw auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn in Kauf genommen. Möglicherweise hätte er, wenn der Beschleunigungsstreifen deutlich länger gewesen wäre, den Pkw ungebremst passieren lassen.

Einstufung Situation = **potenziell kritisch** und Relevanz Länge Beschleunigungsstreifen = **wenig**

15 Fälle wurden in dieser Weise eingestuft. In allen diesen Fällen erfolgte ein Abbremsen von Fahrzeugen, 11-mal auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn und 4-mal auf dem Beschleunigungsstreifen; dass es zu Bremsungen auf beiden Streifen kam, war nie der Fall. In 10 Fällen wurden augenscheinlich nur geringe Abstände zwischen Fahrzeugen eingehalten:

- entweder von hinter eingefädeltten Fahrzeugen auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn bremsenden Fahrzeugen,
- zwischen solchen Fahrzeugen,
- oder auch von Fahrzeugen, die vom Beschleunigungsstreifen sehr knapp hinter Fahrzeugen auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn wechseln.

In 7 Fällen wechselte ein Fahrzeug *vor* einem oder mehreren schneller herannahenden Fahrzeugen vom Beschleunigungsstreifen auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn:

- 4-mal erfolgte dieser Wechsel recht früh, wobei 3-mal (G1-4, -12 (Microcar) und -19) ein (deutlich) längerer Beschleunigungsstreifen die LenkerInnen möglicherweise veranlasst hätte, die Fahrzeuge auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn noch ungebremst passieren zu lassen. Beim vierten Fall (G1-5) hätte auch ein (deutlich) längerer Beschleunigungsstreifen dies dem auffahrenden Lkw kaum ermöglicht.
- 3-mal erfolgte dieser Wechsel vor Beginn des Verziehungsbereichs, wobei 1-mal (G1-18) ein (deutlich) längerer Beschleunigungsstreifen es dem auffahrenden Pkw eventuell ermöglicht hätte, erst nach beiden schnelleren Fahrzeugen auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn zu wechseln. 2-mal hätte auch ein (deutlich) längerer Beschleunigungsstreifen an der aufgefundenen potenziell kritischen Situation vermutlich kaum etwas geändert (G1-7 Traktor mit Anhänger und G1-8 Lieferwagen mit Anhänger).

In ebenfalls 7 Fällen wechselte ein Fahrzeug *zwischen* Fahrzeugen vom Beschleunigungsstreifen auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn:

- Im Fall G1-8 (sh. oben) wechselte der auf dem Beschleunigungsstreifen dem Lieferwagen mit Anhänger nachfolgende Pkw zwischen zwei Pkw der acht Pkw- langen Kolonne hinein.
- 2-mal erfolgte dieser Wechsel recht früh (G1-15 und -22). In beiden Fällen hätte ein längerer Beschleunigungsstreifen die LenkerInnen der einfädelnden Pkw möglicherweise veranlasst, die schnelleren Fahrzeug auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn noch ungebremst passieren zu lassen.

4-mal erfolgte dieser Wechsel vor dem oder bereits im Verziehungsbereich, wobei 2-mal (G1-2 und -16) ein (deutlich) längerer Beschleunigungsstreifen es dem auffahrenden Pkw eventuell ermöglicht hätte, erst nach dem letzten der schnelleren Fahrzeuge auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn zu wechseln. 2-mal hätte auch ein (deutlich) längerer Beschleunigungsstreifen aufgrund der langen Fahrzeugkolonnen – einmal hinter einem Sattelastzug (G1-6) und einmal hinter einem Lkw mit Anhänger (G1-13) – an der aufgefundenen potenziell kritischen Situation vermutlich kaum etwas geändert.

In nur zwei Fällen (G1-20 und -21) wechselten die – auf dem Beschleunigungsstreifen jeweils sehr langsam fahrenden und auch bremsenden – Pkw erst dann auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn, *nachdem* sie dort alle Fahrzeuge (vier bzw. sechs) hatten passieren lassen. Ein längerer Beschleunigungsstreifen hätte ihnen das Einordnen vermutlich ein wenig erleichtert.

Zusammenfassung:

Die bei den aufgefundenen zumindest potenziell kritischen Situationen beteiligten Fahrzeuge auf dem Beschleunigungsstreifen hatten an dessen Beginn überwiegend recht geringe Geschwindigkeiten von 40 bis 50 km/h.

Die 6 Fälle, wo der Länge des Beschleunigungsstreifens eine hohe oder zumindest mittlere Relevanz beigemessen wurde, weisen Gemeinsamkeiten auf:

- 5-mal wechselten die Fahrzeuge erst im Verziehungsbereich vom Beschleunigungsstreifen auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn,
- ebenfalls 5-mal bewirkten die vom Beschleunigungsstreifen wechselnden Fahrzeuge ein deutliches Abbremsen von schneller fahrenden Fahrzeugen auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn, teilweise aber erst von weiter hinten nachfolgenden, kombiniert mit knappem Auffahren,
- 5-mal waren die Fahrzeuge auf dem Beschleunigungsstreifen alleinfahrend und
- ebenfalls 5-mal waren maximal 3 Fahrzeuge auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn beteiligt.

Insgesamt waren die 6 Fälle aber durchaus recht unterschiedlich. So waren am Beschleunigungsstreifen 3-mal ein Pkw, 2-mal ein Traktor mit Anhänger und je 1-mal ein Lieferwagen und ein Motorroller beteiligt; beim Einfädeln des Letzteren kam es zu keinem Brems-, aber zu einem Überholmanöver. Die Wechsel auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn erfolgten sowohl vor, zwischen wie auch nach Fahrzeugen auf diesem Streifen. In einem Fall führte ein Missverständnis (ein nicht angenommenes Einordnenlassen) zu einer kritischen Situation und in einem anderen Fall der Wechsel eines Lieferwagens zwischen bremsenden Fahrzeugen in einer längeren Kolonne. Einmal resultierte eine kritische Situation durch den Wechsel eines Traktors mit Anhänger und einmal durch einen langsam fahrenden Pkw, nachdem er einen schnell fahrenden passieren hat lassen, jedoch knapp vor dem nachfolgenden ebenfalls schnell fahrenden wechselte.

In 16 Fällen wurde der Länge des Beschleunigungsstreifens nur wenig Relevanz beigemessen. Davon wurde eine Situation – mit einem früh vor einem schnellfahrenden Pkw wechselnden Traktor mit Anhänger und zwei weiteren wechselnden Pkw – als kritisch eingestuft, alle anderen "nur" als potenziell kritisch. Zwar erfolgte auch bei jenen immer wieder auch ein mitunter deutliches Abbremsen von Fahrzeugen und/oder teilweise das Einhalten von nur knappen Abständen, allerdings in einer Form, welche subjektiv durchaus als "kontrolliert"

eingestuft werden konnte, oftmals bei vergleichsweise geringen Geschwindigkeiten bzw. Geschwindigkeitsunterschieden.

In immerhin 9 der 16 Fälle waren auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn Kolonnen von 4 oder mehr Fahrzeugen mit meist etwa 70 bis 90 km/h unterwegs. Die Länge des Beschleunigungsstreifens wurde hier meist deshalb als wenig relevant eingestuft, da auch ein mitunter deutlich längerer Beschleunigungsstreifen die Situation vermutlich kaum nennenswert verbessert hätte. Dies egal, ob die Wechsel (zum Teil erst vor oder in der Verziehung, zum Teil aber auch sehr früh) vor der Kolonne erfolgten oder zwischen deren Fahrzeugen oder auch, in zwei Fällen, nach der Kolonne, nachdem Pkw auf dem Beschleunigungsstreifen langsam fahrend ihr Passieren abgewartet hatten.

Tab. 7-2: Gföhl 1: Eckdaten der (potentiell) kritischen Situationen, geordnet nach Einstufung der Relevanz für die Länge des Beschleunigungsstreifens sowie der Situation

Tag	Zeit FS Ende	FZ pro 15 min		Anz. FZ		Wechsel BS zu FS		Bremsen von FZ		Geschwindigkeit ca. km/h			Einstufung		Fall Nr.
		auf BS	auf FS	BS	FS	ca. m nach Sperrl.	vor / zw. / nach FZ	auf BS	auf FS	BS Anf.	FS Anf.	FS Ende	Situat. krit. / pot. krit.	Relevanz Länge BS hoch / mittel / wenig	
27.05.21	17:31:46	13	146	1	3	160	zw.	N	J	40	95	50	krit.	hoch	G1-9
28.05.21	13:49:08	10	145	1	2	140	zw.	J	J	50	90-105	70-85	krit.	hoch	G1-11
28.05.21	16:13:35	8	147	1	2	160	nach	J*	J	50	100-110	50-55, 30	krit.	hoch	G1-14
27.05.21	17:55:26	18	119	1	1	150	vor	N	J	40	100	50	pot. krit.	hoch	G1-10
26.05.21	17:53:38	6	111	2	9	50, 120	vor, zw.	J	J	40	75	60	krit.	mittel	G1-3
31.05.21	17:13:56	13	125	1	2	150	vor	N	N	35	90-95	95	pot. krit.	mittel	G1-17
26.05.21	17:13:22	16	133	3	1	70, 110	vor, nach	J	J	40	90	40	krit.	wenig	G1-1
26.05.21	17:25:53	12	156	1	3	120	zw.	N	J	50	90-95	90, 70	pot. krit.	wenig	G1-2
26.05.21	17:54:58	6	111	1	3	60	vor	N	J	40	90	60-75	pot. krit.	wenig	G1-4
27.05.21	10:27:04	10	93	1	4	70	vor	N	J	40	80	65-70	pot. krit.	wenig	G1-5
27.05.21	16:18:58	21	130	2	6	140	zw.	J	N	40, 50	70-85	70-75	pot. krit.	wenig	G1-6
27.05.21	16:20:03	21	130	1	5	130	vor	N	J	40	75-85	40-45	pot. krit.	wenig	G1-7
27.05.21	16:34:45	12	146	2	6	120, 80	vor, zw.	N	J	40	60-70	60	pot. krit.	wenig	G1-8
28.05.21	14:14:09	14	127	1	4	50	vor	N	J	45	80-100	55	pot. krit.	wenig	G1-12

28.05.21	15:38: 39	11	125	2	7	140, 120	zw.	J	N	50	75-80	75	pot. krit.	wenig	G1- 13
29.05.21	10:29: 55	10	68	3	5	60	zw.	N	J	40	70-80	80, 70, 60	pot. krit.	wenig	G1- 15
29.05.21	11:24: 13	8	77	1	2	140	zw.	N	J	25	75	70-80	pot. krit.	wenig	G1- 16
01.06.21	11:52: 39	10	81	1	2	130	vor	N	J	30	80	60	pot. krit.	wenig	G1- 18
01.06.21	17:19: 58	19	126	1	1	110	vor	N	J	50	95	90	pot. krit.	wenig	G1- 19
01.06.21	17:50: 40	14	124	1	6	130	nach	J	N	40	70-80	80, 50	pot. krit.	wenig	G1- 20
01.06.21	18:08: 13	8	135	2	4	130, 100	nach	J	N	60	90	95, 65	pot. krit.	wenig	G1- 21
01.06.21	18:08: 29	8	135	1	3	80	zw.	N	J	50	75, 90	70-80	pot. krit.	wenig	G1- 22

* ... bis fast zum zum Stillstand

7.1.3 Ergebnisse Gföhl 2

Der Beschleunigungstreifen der Messstelle Gföhl 2 bei km 20,47 der B37 mit einer Länge L_{ER} (20 m) + L_{MR} (rund 145 m) von rund 165 m ist gegenüber der Solllänge gemäß RVS 03.05.12 von 250 m (vgl. Tab. 4-1) um rund 85 m zu kurz. Der Verziehungsbereich L_{ZR} ist rund 65 m lang und entspricht somit der Vorgabe der Richtlinie.

Mit der in Kap. 7.1.1 beschriebenen Vorgangsweise bei der Auswahl wurden in 28 verschiedenen 15 min-Intervallen insgesamt 21 sicherheitsmäßig bedenkliche Situationen beim Verflechten aufgefunden (Tab. 7-3). Deren detaillierte Beschreibung findet sich im Anhang.

Tab. 7-3: Gföhl 2: Bei der Videoauswertung aufgefundene (potentiell) kritische Situationen (21 Fälle)

Nr.	Tag	15 min-Intervalle mit Verkehrsmengen auf Beschleunigungstreifen (BS) sowie Fahrstreifen (FS) [FZ/15 min]					Top 10 stärkste 15 min-Intervalle (BS od. FS)	≥ 5FZ pro 10 s auf FS	via TTC (Transsoft Solutions)	zusätzlich gefunden	Anzahl beschriebener Fälle ¹⁾
		von	bis	BS	FS	BS+FS					
1	26.05.2021	16:30	16:44	19	74	93			X		1
2		18:15	18:29	7	41	48			X		1
3	27.05.2021	06:00	06:14	34	111	145	X				
4		06:15	06:29	32	132	164	X				
5		06:30	06:44	36	122	158	X				
6		06:45	06:59	36	110	146	X	X			1
7		07:00	07:14	38	117	155	X				
8		13:00	13:14	11	66	77			X		1
9	28.05.2021	06:30	06:44	34	94	128	X				
10		06:45	06:59	35	100	135	X	X			1
11		07:00	07:14	34	117	151	X				
12		08:15	08:29	23	87	110			X		1
13		15:30	15:44	14	81	95			X		1
14	30.05.2021	12:30	12:44	7	30	37			X		1
15		18:30	18:44	9	84	93			X		1
16	31.05.2021	05:45	05:59	19	124	143			X		1
17		06:00	06:14	29	160	189	X	X	X		2
18		06:15	06:29	23	152	175	X	X			1
19		06:30	06:44	40	161	201	X ¹⁾	X			1
20		06:45	06:59	39	133	172	X ¹⁾		X		2
21		07:30	07:44	28	109	137			X		1
22		17:00	17:14	25	121	146			X		1
23	01.06.2021	06:00	06:14	31	138	169	X				
24		06:15	06:29	30	151	181	X				
25		06:30	06:44	30	152	182	X		X		1
26		06:45	06:59	38	130	168	X				

27	02.06.2021	06:15	06:29	25	134	159	X			X	2
28		06:45	06:59	32	149	181	X				

¹⁾in beiden Top 10 der 15 min-Intervalle

Die Eckdaten dieser Situationen sind in Tab. 7-4 zusammengestellt, gereiht zuerst nach der Einstufung ihrer Relevanz für die Länge des Beschleunigungsstreifens und dann nach der Einstufung der Situation.

Beschreibung:

Zeitlich ereignete sich der überwiegende Teil der Fälle (14) in den Morgenstunden, 2 um die Mittagszeit und die restlichen 5 nachmittags bzw. frühabends (zwischen 15:00 und 19:00). Zwei Fälle waren sonntags (G2-8 und G2-9), alle anderen wochentags.

Die Verkehrsstärken auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn bewegten sich von 30 bis 161 Fahrzeugen pro 15 min (Durchschnitt 112) und auf dem Beschleunigungsstreifen von 7 bis 40 Fahrzeugen pro 15 min (Durchschnitt 24).

In 16 Fällen fuhr nur ein an der Situation beteiligtes Fahrzeug auf dem Beschleunigungsstreifen auf, in drei Fällen zwei und in zwei Fällen drei hintereinander. Die Anzahl der auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn beteiligten Fahrzeuge reichte von einem alleinfahrenden (in 5 Fällen) bis 11 hintereinanderfahrenden, durchschnittlich waren etwas mehr als 3 Fahrzeuge beteiligt.

Hinsichtlich der Fahrzeugart waren auf dem Beschleunigungsstreifen 3-mal ein Lieferwagen beteiligt, ansonsten ausschließlich Pkw. Auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn waren es – abgesehen von Pkw und Lieferwagen – in drei Fällen ein Sattelastzug (G2-6, -12 und -21) und in einem Fall ein Lkw (G2-15), welchen jeweils eine längere Fahrzeugkolonne folgte.

Der Wechsel eines Fahrzeugs vom Beschleunigungsstreifen auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn erfolgte in 18 der Fälle eher früh (weniger als 100 m nach Ende der Sperrlinie an der Trenninselspitze), in nur 2 Fällen spät (ab 140 m nach Sperrlinienende, also knapp vor oder bereits im Verziehungsbereich) und in 8 Fällen dazwischen. Nur 3 Fahrzeuge wechselten vor dem ersten beteiligten Fahrzeug auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn, 18 zwischen solchen und 7 nach solchen.

Eindeutig erkennbare Bremsmanöver (Aufleuchten der Bremslichter) von Fahrzeugen sowohl auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn als auch dem Beschleunigungsstreifen gab es in nur 2 Fällen, nur auf dem Beschleunigungsstreifen in 4 Fällen und nur auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn in 7 Fällen. In 8 Fällen war kein Bremsmanöver erkennbar.

Die Geschwindigkeit der Fahrzeuge am Anfang des Beschleunigungsstreifens betrug überwiegend 70 bis 100 km/h, in nur einem Fall lag sie mit rund 65 km/h darunter und mit 105 bis 110 km/h in drei Fällen sogar darüber. Die Geschwindigkeit der Fahrzeuge auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn, auf Höhe des Anfangs des Beschleunigungsstreifens, bewegten sich von rund 75 km/h bis 120 km/h. Auf Höhe des Endes des Beschleunigungsstreifens lagen sie meist auf etwa demselben Niveau oder knapp darunter, selten nur deutlich darunter.

Von den aufgefundenen Situationen wurden subjektiv nur 2 als kritisch eingestuft, wobei die Länge des Beschleunigungsstreifens bei beiden jedoch als wenig relevant gesehen wurde. Dieser wurde in nur einem Fall eine hohe und in drei eine mittlere Relevanz beigemessen.

Interpretation:

Einstufung Situation = **kritisch** und Relevanz Länge Beschleunigungsstreifen = **hoch**

Kein solcher Fall aufgefunden.

Einstufung Situation = **potenziell kritisch** und Relevanz Länge Beschleunigungsstreifen = **hoch**

- Fall G2-9: Ein Pkw erreicht mit über 100 km/h den Beschleunigungsstreifen, bremst dann aber ab, um den noch schneller herannahenden Pkw auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn passieren zu lassen. Dieser wiederum bremst ebenfalls kurz, um den Pkw vom Beschleunigungsstreifen einordnen zu lassen. Jener wechselt allerdings nicht, sondern bremst weiter bis zum Stillstand am Beginn der Verziehung ab. Dort lässt er drei mit einigem Abstand auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn folgende Pkw passieren, bevor er wieder losfährt auf diesen Streifen wechselt.

Ein längerer Beschleunigungsstreifen hätte das Missverständnis – Bremsen auf dem Fahrstreifen, um einordnen zu lassen und gleichzeitig Bremsen auf dem Beschleunigungsstreifen, um passieren zu lassen – vermutlich vermieden und dem Pkw das Wechseln vom Beschleunigungsstreifen auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn nach dem ersten, aber noch vor den nachfolgenden Pkw ermöglicht.

Einstufung Situation = **kritisch** und Relevanz Länge Beschleunigungsstreifen = **mittel**

Kein solcher Fall aufgefunden.

Einstufung Situation = **potenziell kritisch** und Relevanz Länge Beschleunigungsstreifen = **mittel**

- Fall G2-3: Ein Pkw auf dem Beschleunigungsstreifen und ein Lieferwagen auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn fahren mit rund 100 km/h fast gleichschnell nebeneinander

her, bevor der Pkw erst am Beginn des Verziehungsbereichs knapp hinter dem Lieferwagen auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn wechselt.

- Fall G2-14: Ein Pkw auf dem Beschleunigungsstreifen und ein Pkw auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn fahren mit rund 100 km/h fast gleichschnell leicht versetzt nebeneinander her, bevor jener vom Beschleunigungsstreifen noch deutlich vor Beginn des Verziehungsbereichs vor dem anderen Pkw auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn wechselt. Dieser bremst etwas ab und fährt knapp auf den eingefädelten Pkw auf.
- Fall G2-19: Ein Pkw auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn muss aus rund 80 km/h wegen eines anderen vor ihm etwas langsamer fahrendem Pkw etwas abbremesen und fährt knapp auf diesen auf. Ein schräg versetzt dahinter auf dem Beschleunigungsstreifen fahrender Pkw muss ebenfalls etwas abbremesen, bevor er knapp hinter dem zweiten Pkw noch deutlich vor Beginn des Verziehungsbereichs auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn wechselt.

Ein längerer Beschleunigungsstreifen hätte die LenkerInnen der einfädelnden Pkw möglicherweise veranlasst, beim Wechseln mehr Abstand zu den Fahrzeugen auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn zu lassen.

Einstufung Situation = **kritisch** und Relevanz Länge Beschleunigungsstreifen = **wenig**

- Fall G2-5: Zwei Pkw fahren mit ca. 90 km/h und ausreichend Abstand zueinander auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn. Zwei weitere Pkw erreichen mit ca. 100 km/h den Beschleunigungsstreifen, bremsen jeweils ab und wechseln – wobei der erste Pkw weiter bremst – früh und jeweils knapp hinter den anderen Pkw auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn.
- Fall G2-20: Auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn fahren ein Pkw, ein Lieferwagen und zwei weitere Pkw mit ca. 100 km/h hintereinander. Ein Pkw wechselt etwas langsamer fahrend früh vom Beschleunigungsstreifen vor diesen Fahrzeugen, sodass diese unterschiedlich stark abbremesen müssen. Zwei weitere auf dem Beschleunigungsstreifen nachfolgende Pkw wechseln, ebenfalls früh, knapp nach dem vorletzten sowie knapp vor dem letzten Pkw der Kolonne. Alle Fahrzeuge halten zum Teil nur sehr geringe Abstände zueinander.

In beiden Fällen wechselten die Pkw bei hohem Geschwindigkeitsniveau sehr früh auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn, ließen also weit über 100 m des Beschleunigungsstreifens ungenutzt, und deren LenkerInnen nahmen – augenscheinlich durchaus bewusst – sehr

knapp Abstände zu anderen Fahrzeugen in Kauf. Möglicherweise hätten sie, wenn der Beschleunigungsstreifen deutlich länger gewesen wäre, dies nicht gemacht.

Einstufung Situation = **potenziell kritisch** und Relevanz Länge Beschleunigungsstreifen = **wenig**

15 Fälle wurden in dieser Weise eingestuft.

In 8 dieser Fälle erfolgte ein Abbremsen von Fahrzeugen, 5-mal auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn und 3-mal auf dem Beschleunigungsstreifen; dass es zu Bremsungen auf beiden Streifen kam, war nie der Fall. In 7 Fällen war kein Bremsen erkennbar.

In allen 15 Fällen wurden augenscheinlich nur geringe Abstände zwischen Fahrzeugen eingehalten, entweder von hinter eingefädeltten Fahrzeugen fahrenden (manchmal auch bremsenden) Fahrzeugen auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn, zwischen solchen Fahrzeugen oder auch von Fahrzeugen, die vom Beschleunigungsstreifen sehr knapp hinter Fahrzeugen auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn wechseln.

In nur einem Fall (G2-18) wechselte ein Fahrzeug *vor* einem schneller herannahenden Fahrzeug vom Beschleunigungsstreifen auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn, nämlich ein Lieferwagen sehr früh vor einem Pkw, der von ca. 100 auf ca. 80 km/h abbremsen musste und knapp auf den Lieferwagen auffuhr. Möglicherweise hätte ein (deutlich) längerer Beschleunigungsstreifen den Lieferwagenlenker veranlasst, den Pkw auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn noch ungebremst passieren zu lassen.

In 11 Fällen wechselte ein Fahrzeug *zwischen* Fahrzeugen vom Beschleunigungsstreifen auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn:

- 5-mal erfolgte dieser Wechsel recht früh (50 bis maximal rund 90 m nach Beginn der Manöverstrecke) in aus vier bis elf Fahrzeugen bestehende Kolonnen hinein, die mit maximal etwa 90 km/h unterwegs waren:
 - In 2 Fällen davon mussten Pkw auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn abbremsen (G2-6 und -11),
 - in einem Fall ein Pkw auf dem Beschleunigungsstreifen vor dem Wechsel (G2-13),
 - in 2 Fällen war kein Bremsen erkennbar (G2-12 und -15).
- 4-mal erfolgte dieser ebenfalls recht frühe Wechsel zwischen Fahrzeuge hinein, die mit rund 100 km/h oder schneller unterwegs waren, entweder
 - zwischen nur zwei auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn fahrende Fahrzeuge hinein (G2-16 und -17),
 - zwischen drei Fahrzeuge hinein, wovon das letzte abbremsen musste (G2-2), oder

- ohne erkennbares Bremsen in eine längere Kolonne hinein (G2-10).

In allen diesen Fällen kam es – wie bereits oben erwähnt – zu knappen Abständen hintereinanderfahrender Fahrzeuge und auch ein (deutlich) längerer Beschleunigungsstreifen hätte vermutlich zu vergleichbaren Situationen geführt.

- 2-mal erfolgte der Wechsel etwa 100 m nach Beginn der Manöverstrecke, also immer noch erheblich vor dem Ende des Beschleunigungsstreifens, zwischen Fahrzeuge hinein; in einem Fall (G2-1) wechselten ein Pkw und ein Lieferwagen zwischen zwei Pkw hinein, wobei der zweite, sehr schnell näherkommende Pkw deutlich abbremsen musste, und im anderen Fall (G2-8) wechselte ein Pkw mit ca. 80 km/h in eine etwa gleichschnell fahrende lange Pkw-Kolonnen hinein.

Auch hier kam es jeweils zu knappen Abständen hintereinanderfahrender Fahrzeuge. Während im ersten Fall ein längerer Beschleunigungsstreifen die LenkerInnen vom Beschleunigungsstreifen eventuell dazu veranlasst hätte, beim Wechsel größere Abstände zu den Pkw auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn einzuhalten, hätte er im zweiten Fall (wie bereits oben) vermutlich zu einer vergleichbaren Situation geführt.

In 3 Fällen wechselten ein Pkw mit je rund 100 km/h (G2-4 und -21) sowie ein Pkw mit Anhänger mit etwa 80 km/h (G2-7) erst dann auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn, *nachdem* sie die Pkw dort (zweimal einen und einmal zwei) hatten passieren lassen. Der Wechsel erfolgte entweder wieder sehr früh (G2-21) oder nach 80 bzw. 100 m und jeweils nur knapp hinter bzw. mit geringem Abstand zum Pkw auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn. Eventuell hätte ein längerer Beschleunigungsstreifen die LenkerInnen veranlasst, beim Wechseln mehr Abstand zu den Pkw auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn zu lassen.

Zusammenfassung:

Die bei den aufgefundenen zumindest potenziell kritischen Situationen beteiligten Fahrzeuge auf dem Beschleunigungsstreifen hatten bereits am Beginn des Beschleunigungsstreifens sehr oft hohe Geschwindigkeiten inne (in 17 der 21 Fälle 80 km/h oder mehr), zum Teil sogar höhere als jene der Fahrzeuge auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn.

Es konnte keine subjektiv als kritisch eingestufte Situation aufgefunden werden, bei welcher gleichzeitig der Länge des Beschleunigungsstreifens eine hohe oder zumindest mittlere Relevanz beigemessen wurde.

Im einzigen Fall, wo der Länge des Beschleunigungsstreifens eine hohe Relevanz beigemessen wurde, hätte ein längerer Beschleunigungsstreifen das Missverständnis des nicht

angenommenes Einordnenlassens möglicherweise vermieden. Die daraus resultierende Situation war allerdings nicht als kritisch einzustufen.

Bei den drei Fällen mit mittlerer Relevanz der Länge des Beschleunigungsstreifens fuhren stets das Fahrzeug auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn und der Pkw auf dem Beschleunigungsstreifen nebeneinander her (zweimal mit rund 100 km/h und einmal mit rund 80 km/h), bevor die Pkw entweder nach rund 100 m oder einmal erst im Verziehbereich knapp vor oder nach den Fahrzeugen auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn auf diesen Streifen wechselten.

Bei den 17 Fällen (2 davon als kritisch und 15 als potenziell kritisch eingestuft), wo der Länge des Beschleunigungsstreifens nur wenig Relevanz beigemessen wurde, erfolgten die Wechsel des einzigen oder zumindest eines der beteiligten Fahrzeuge vom Beschleunigungsstreifen auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn zum Teil bereits sehr früh bzw. bereits nach weniger als 100 m nach Beginn der Manöverstrecke. Dies fast immer mit wenig Abstand knapp vor oder nach Fahrzeugen auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn oder zwischen solchen in einer Kolonne – und dies augenscheinlich meist durchaus mit Absicht.

Möglicherweise hätte hier zwar ein (ggf. deutlich) längerer Beschleunigungsstreifen den / die eine/n oder andere/n Lenker/in veranlasst, erst später bzw. dann mit mehr Abstand zu anderen Fahrzeugen zu wechseln. Gleichzeitig jedoch hätte auch ein längerer Beschleunigungsstreifen in einer Reihe von Fällen, vor allem, wenn sich eine längere Fahrzeugkolonne auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn befand, vermutlich kaum etwas an den aufgefundenen Situationen verändert.

Tab. 7-4: Gföhl 2: Eckdaten der (potentiell) kritischen Situationen, geordnet nach Einstufung der Relevanz für die Länge des Beschleunigungsstreifens sowie der Situation

Tag	Zeit FS Ende	FZ pro 15 min				Wechsel BS zu FS		Bremsen von FZ		Geschwindigkeit ca. km/h			Einstufung		Fall Nr.
		auf BS	auf FS	Anz. FZ BS	Anz. FZ FS	ca. m nach Sperrl.	vor / zw. / nach FZ	auf BS	auf FS	BS Anf.	FS Anf.	FS Ende	Situat. krit. / pot. krit.	Relevanz Länge BS hoch / mittel / wenig	
30.05.21	18:38:12	9	84	1	4	170	nach	J*	J	110	120, 95-105	80-90, 50	pot. krit.	hoch	G2-9
27.05.21	06:55:07	36	110	1	1	150	nach	N	N	110	105	100	pot. krit.	mittel	G2-3
31.05.21	06:41:37	40	161	1	1	110	vor	N	J	105	105	100-105	pot. krit.	mittel	G2-14
01.06.21	06:41:02	30	152	1	1	110	nach	J	J	80	75-80	75-80	pot. krit.	mittel	G2-19
28.05.21	06:48:31	35	100	2	2	50, 60	zw., nach	J	N	100	90	85-90	krit.	wenig	G2-5

02.06.21	06:22: 15	25	134	3	3	50, 70	vor, zw.	N	J	70,75 ,90	100- 110	70-90	krit.	wenig	G2- 20
26.05.21	18:19: 24	7	41	2	2	50, 100	zw.	N	J	90	100	100, 80	pot. krit.	wenig	G2- 2
26.05.21	16:42: 15	19	74	2	2	100	zw.	N	J	70	80, 120	80-90	pot. krit.	wenig	G2- 1
27.05.21	13:14: 40	11	66	1	1	80	nach	J	N	85	100	90- 100	pot. krit.	wenig	G2- 4
28.05.21	15:33: 49	14	81	1	1	100	nach	N	N	90	100- 105	100- 105	pot. krit.	wenig	G2- 7
28.05.21	08:17: 14	23	87	3	3	50, 80, 110	zw.	N	J	75	80-90	70-80	pot. krit.	wenig	G2- 6
30.05.21	12:43: 26	7	30	1	1	110	zw.	N	N	80	80	80	pot. krit.	wenig	G2- 8
31.05.21	06:00: 13	29	160	1	1	50	zw.	N	J	80	85	75-85	pot. krit.	wenig	G2- 11
31.05.21	17:09: 05	25	121	1	1	70	vor	N	J	70	105	80-90	pot. krit.	wenig	G2- 18
31.05.21	05:49: 05	19	124	1	1	80	zw.	N	N	80	105	100	pot. krit.	wenig	G2- 10
31.05.21	07:38: 35	28	109	1	1	80	zw.	N	N	90	105	100- 105	pot. krit.	wenig	G2- 17
31.05.21	06:24: 57	23	152	1	1	90	zw.	J	N	90	70-80	70-80	pot. krit.	wenig	G2- 13
31.05.21	06:49: 48	39	133	1	1	70	zw.	N	N	80	80-85	80-85	pot. krit.	wenig	G2- 15
31.05.21	06:08: 24	29	160	1	1	80	zw.	N	N	65	80-90	80-90	pot. krit.	wenig	G2- 12
31.05.21	06:50: 52	39	133	1	1	90	zw.	J	N	100	95- 100	95- 100	pot. krit.	wenig	G2- 16
02.06.21	06:28: 35	25	134	1	1	50	nach	N	N	80	85	80	pot. krit.	wenig	G2- 21

* ... bis zum Stillstand

7.1.4 Ergebnisse Maissau 1

Der Beschleunigungstreifen der Messstelle Maissau 1 bei km 33,205 der B4 mit einer Länge L_{ER} (20 m) + L_{MR} (rund 170 m) von rund 190 m ist gegenüber der Solllänge gemäß RVS 03.05.12 von 225 m (vgl. Tab. 4-1) um rund 35 m zu kurz. Der Verziehungsbereich L_{ZR} ist rund 55 m lang und entspricht somit weitgehend der Vorgabe der Richtlinie.

Von der in Kap. 7.1.1 beschriebenen Vorgangsweise musste insofern abgewichen werden, als ab 20.05.2021, 15:30 Uhr keine Daten der Radarsensoren für den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn verfügbar waren. Die Verkehrsmengen auf diesem Fahrstreifen sind ersatzweise jene der automatisierten Erfassung der Firma Transsoft Solutions. Bei der Auswahl wurden in 28 verschiedenen 15 min-Intervallen insgesamt 14 sicherheitsmäßig bedenkliche Situationen beim Verflechten aufgefunden (Tab. 7-5). Deren detaillierte Beschreibung findet sich im Anhang.

Tab. 7-5: Maissau 1: Bei der Videoauswertung aufgefundene (potentiell) kritische Situationen (14 Fälle)

Nr.	Tag	15 min-Intervalle mit Verkehrsmengen auf Beschleunigungstreifen (BS) sowie Fahrstreifen (FS) [FZ/15 min]					Top 10 stärkste 15 min-Intervalle (BS od. FS)	≥ 2FZ pro 10 s auf FS ¹⁾	via TTC (Transsoft Solutions)	zusätzlich gefunden	Anzahl beschriebener Fälle
		von	bis	BS	FS	BS+FS					
1	19.05.2021	12:15	12:29	2	78	80				X	1
2		14:30	14:44	7	74	81	X				
3		17:00	17:14	5	102	107		X			1
4		17:45	17:59	7	71	78	X				
5	20.05.2021	07:15	07:29	7	72	79	X		X		1
6		14:45	14:59	5	87	92		X			1
7		15:00	15:14	3	82	85		X			1
8	21.05.2021	09:30	09:44	6	85	91			X		1
9		12:30	12:44	9	79	88	X				1
10		12:45	12:49	4	109	113				X	1
11		13:30	13:44	9	106	115	X				
12		13:45	13:59	6	135	141	X				
13		14:15	14:29	4	125	129	X				
14		15:00	15:14	4	143	147	X				
15		15:15	15:29	3	130	133	X				
16		15:45	15:59	4	135	139	X				1
17		16:30	16:44	3	211	214	X				
18		16:45	16:59	3	131	134	X				
19		18:15	18:29	6	164	170	X				
20		18:30	18:44	3	135	138	X				
21	22.05.2021	10:00	10:14	3	99	102			X		1

22		10:15	10:29	2	135	137	X				
23		11:15	11:29	7	106	113	X				1
24		11:30	11:44	8	99	107	X				
25	24.05.2021	10:00	10:14	3	63	66			X		1
26	25.05.2021	17:15	17:29	8	108	116	X				2
27		17:30	17:44	7	79	86	X				
28	26.05.2021	07:00	07:14	8	71	79	X				

¹⁾ Daten nur bis 20.05.2021, 15:30 Uhr verfügbar

Die Eckdaten dieser Situationen sind in Tab. 7-6 zusammengestellt, gereiht zuerst nach der Einstufung ihrer Relevanz für die Länge des Beschleunigungsstreifens und dann nach der Einstufung der Situation.

Beschreibung:

Zeitlich ereignete sich der überwiegende Teil der Fälle (8) vormittags bzw. um die Mittagszeit (09:00 bis 15:00 Uhr), 5 Fälle nachmittags bzw. frühabends (zwischen 15:00 und 17:30 Uhr) und nur 1 Fall in den Morgenstunden. 2 Fälle waren samstags (M1-10 und -11) und einer an einem Feiertag (Pfungstmontag; M1-12), alle anderen wochentags.

Die Verkehrsstärken auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn bewegten sich von 63 bis 135 Fahrzeugen pro 15 min (Durchschnitt 94) und auf dem Beschleunigungsstreifen von 2 bis 9 Fahrzeugen pro 15 min (Durchschnitt 5).

In nur einem Fall fuhren zwei an der Situation beteiligte Fahrzeuge auf dem Beschleunigungsstreifen auf, in allen anderen Fällen jeweils nur eines. Die Anzahl der auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn beteiligten Fahrzeuge reichte von einem alleinfahrenden (in 3 Fällen) bis 7 hintereinanderfahrenden, durchschnittlich waren knapp 3 Fahrzeuge beteiligt.

Hinsichtlich der Fahrzeugart waren auf dem Beschleunigungsstreifen – abgesehen von Pkw – 2-mal ein Lkw (M1-6 und -14), ein Sattelastzug (M1-2), ein Microcar (M1-8) und ein Trike (Dreiräder, M1-12) beteiligt. Auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn waren es – abgesehen von Pkw und Lieferwagen – ein Sattelastzug (M1-3) und Pkw mit Anhänger, dem eine längere Pkw-Kolonnen folgte (M1-8).

Der Wechsel eines Fahrzeugs vom Beschleunigungsstreifen auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn erfolgte in 3 Fällen eher früh (weniger als 70 m nach Ende der Sperrlinie an der Trenninselspitze), in 11 Fällen spät (ab 160 m nach Sperrlinienende, also knapp vor oder bereits im Verziehungsbereich), und nur ein einziges Fahrzeug wechselte dazwischen. 5 Fahrzeuge wechselten vor dem ersten beteiligten Fahrzeug auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn (darunter beide Lkw), 4 zwischen und 6 nach solchen.

Eindeutig erkennbare Bremsmanöver (Aufleuchten der Bremslichter) von Fahrzeugen sowohl auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn als auch dem Beschleunigungsstreifen gab es in nur 2 Fällen, nur auf dem Beschleunigungsstreifen in ebenfalls 2 Fällen und nur auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn in 6 Fällen. In 4 Fällen war kein Bremsmanöver erkennbar.

Die Geschwindigkeit der Fahrzeuge am Anfang des Beschleunigungsstreifens betrug überwiegend 35 bis 45 km/h, in nur einem Fall lag sie mit rund 20 km/h darunter (Sattellastzug) und mit max. 55 km/h in zwei Fällen darüber. In 2 Fällen (M1-1 und -8) fehlt diese Geschwindigkeit, da die Fahrzeuge (ein Pkw und das oben erwähnte Microcar) vom Fahrstreifen der Hauptfahrbahn auf den Beschleunigungsstreifen gewechselt hatten. Die Geschwindigkeit der Fahrzeuge auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn, in Höhe des Anfangs des Beschleunigungsstreifens, bewegten sich überwiegend von rund 70 km/h bis 100 km/h. In drei Fällen war sie darunter, wo das Microcar oder ein Pkw von einer längeren Pkw-Kolonne gefolgt waren. In Höhe des Endes des Beschleunigungsstreifens lagen die Geschwindigkeiten entweder auf etwa demselben Niveau, mehrfach aber (zum Teil auch deutlich) darunter. In 2 Fällen – wo durch den Wechsel *auf* den Beschleunigungsstreifen das Microcar die ihm folgende Fahrzeugkolonne überholen ließ (M1-8) und wo ein Pkw einen Lieferwagen rechts überholte (M1-1) – war die Geschwindigkeit deutlich höher.

Von den aufgefundenen Situationen wurden subjektiv nur 2 als kritisch eingestuft, wobei die Länge des Beschleunigungsstreifens bei beiden jedoch als wenig relevant gesehen wurde. Dieser wurde in 2 Fällen eine hohe und in 5 eine mittlere Relevanz beigemessen.

Interpretation:

Einstufung Situation = **kritisch** und Relevanz Länge Beschleunigungsstreifen = **hoch**

Kein solcher Fall aufgefunden.

Einstufung Situation = **potenziell kritisch** und Relevanz Länge Beschleunigungsstreifen = **hoch**

- Fall M1-7: Auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn fahren drei Pkw mit etwa 80 km/h und einigermaßen ausreichend Abstand zueinander. Ein deutlich langsamerer Pkw fährt links blinkend entlang des Beschleunigungsstreifens vor ihnen. Der dritte Pkw auf dem Fahrstreifen brems kurz, um den Pkw vom Beschleunigungsstreifen einordnen zu lassen, sodass die beiden Pkw hinter ihm etwas schneller Näherkommenden ebenfalls kurz bremsen müssen. Der Pkw auf dem Beschleunigungsstreifen wechselt jedoch nicht, sondern brems ab und hält am Ende der Verziehung sogar 5 Sekunden lang an, um noch

zwei weitere, inzwischen ebenfalls nähergekommene Pkw ebenfalls passieren zu lassen. Erst danach wechselt er stark beschleunigend auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn.

- Fall M1-8: Ein Microcar wechselt mit ca. 50 km/h vom Fahrstreifen der Hauptfahrbahn bald nach Beginn des Beschleunigungsstreifens nach rechts auf diesen, um die ihm folgenden Pkw mit Anhänger und zwei Pkw überholen zu lassen. Vor Beginn des Verziehungsbereichs bremst das Microcar ab, um auch einen mit etwas Abstand folgenden Pkw und einen Lieferwagen überholen zu lassen. Sehr langsam fahrend wechselt es am Ende des Verziehungsbereichs neben bzw. nach dem Lieferwagen auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn, der zuvor zur Hälfte über die doppelte Sperrlinie ausgewichen war.

Ein längerer Beschleunigungsstreifen hätte im ersten Fall das Missverständnis – Bremsen auf dem Fahrstreifen, um einordnen zu lassen und gleichzeitig Bremsen bzw. Anhalten auf dem Beschleunigungsstreifen, um passieren zu lassen – und die daraus resultierende potenziell kritische Situation vermutlich vermieden. Im zweiten Fall hätte er das behinderungslose (Wieder-)Einordnen des Microcar erleichtert. Anzumerken ist hier allerdings, dass das Microcar bei einem deutlich kürzeren Beschleunigungsstreifen wohl kaum auf diesen ausgewichen wäre, um nachfolgende Fahrzeuge überholen zu lassen.

Einstufung Situation = **kritisch** und Relevanz Länge Beschleunigungsstreifen = **mittel**

Kein solcher Fall aufgefunden.

Einstufung Situation = **potenziell kritisch** und Relevanz Länge Beschleunigungsstreifen = **mittel**

- Fall M1-2: Ein Sattelastzug fährt mit ca. 40 km/h langsam auf dem Beschleunigungsstreifen, um zwei deutlich schneller herannahende Pkw passieren zu lassen. Ca. 100 m vor Ende des Beschleunigungsstreifens bremst er weiter ab, um auch einen dritten heranahenden Pkw passieren zu lassen. Dieser bremst zuerst leicht, beschleunigt aber dann und passiert den Sattelastzug – durch Befahren der doppelten Sperrlinie mit großem seitlichen Abstand – unmittelbar bevor dieser am Ende der Verziehung auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn wechselt.
- Fall M1-11: Ein Pkw fährt mit ca. 50 km/h auf dem Beschleunigungsstreifen, um einen schneller fahrenden Pkw auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn passieren zu lassen. Danach wechselt er vor einem nächsten schneller herannahenden Pkw. Dieser bremst ab, hält aber ausreichend Abstand. Ein weiterer Pkw auf dem Beschleunigungsstreifen, mit ca. 60 km/h rund 50 m hinter dem ersten, lässt zwei schneller fahrende Pkw passieren und

wechselt am Beginn des Verziehungsbereichs knapp hinter dem zweiten auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn.

- Fall M1-12: Ein Trike (Dreiräder) wechselt am Beginn des Verziehungsbereichs mit ca. 80 km/h sehr knapp hinter einem etwa gleich schnell fahrenden Pkw, aber deutlich vor einem weiteren etwa gleich schnell fahrenden Pkw auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn und fährt dem ersten mit wenig Abstand hinterher.
- M1-13: Ein Pkw wechselt mit ca. 90 km/h am Beginn des Verziehungsbereichs vor einem etwas schneller herannahenden Pkw auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn. Zwei nachfolgende Pkw müssen leicht abbremsen, wobei der zweite nur wenig Abstand zum Ersten einhält.
- M1-14: Ein Lkw wechselt am Beginn des Verziehungsbereichs mit ca. 70 km/h vor einem deutlich schneller herannahenden Pkw auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn, worauf dieser deutlich abbremsen muss, allerdings ausreichend Abstand zum Lkw einhält.

In allen diesen Fällen erfolgte der Wechsel sehr spät bzw. nie vor Beginn des Verziehungsbereichs. Im Fall des Trike (M1-12) hätte ein längerer Beschleunigungsstreifen eventuell zu einem etwas weniger "aggressivem" Wechselmanöver veranlasst. In 2 Fällen hätte ein längerer Beschleunigungsstreifen möglicherweise zum Einhalten etwas größerer Abstände veranlasst, einmal des auffahrenden Pkw (M1-11) und einmal des Pkw auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn (M1-13). Im Fall M1-2 hätte es ein längerer Beschleunigungsstreifen dem Pkw erleichtert, den Sattelzug noch vor dessen Wechsel zu passieren und im Fall M1-14 hätte der Lkw den Pkw vermutlich noch ungebremst passieren lassen können.

Einstufung Situation = **kritisch** und Relevanz Länge Beschleunigungsstreifen = **wenig**

- Fall M1-1: Ein auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn mit ca. 80 km/h knapp hinter einem Lieferwagen fahrender Pkw (Pickup) wechselt ca. 50 m nach Beginn des Beschleunigungsstreifens vom Fahrstreifen der Hauptfahrbahn auf diesen, überholt den Lieferwagen rechts und wechselt am Ende des Verziehungsbereichs knapp vor diesem zurück auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn.
- M1-6: Ein Lkw wechselt mit ca. 50 km/h vor zwei deutlich schneller herannahenden Pkw früh vom Beschleunigungsstreifen auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn, woraufhin der erste und kurz darauf der zweite deutlich abbremsen müssen und in der Folge nur geringe Abstände einhalten.

In beiden Fällen hätte ein längerer Beschleunigungsstreifen vermutlich nur wenig an der Situation geändert: Im ersten Fall wäre das (Wieder-)Einordnen des Pickup nach dem widerrechtlichen Rechts-Überholmanöver eventuell weniger aggressiv bzw. mit mehr Abstand erfolgt (anzumerken ist hier, dass der Pickup bei einem deutlich *kürzeren* Beschleunigungsstreifen dieses Überholmanöver wohl kaum gesetzt hätte). Im zweiten Fall hat der Lkw-Lenker – augenscheinlich durchaus wissentlich – das Bremsmanöver der Pkw auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn in Kauf genommen. Möglicherweise hätte er, wenn der Beschleunigungsstreifen deutlich länger gewesen wäre, diese ungebremst passieren lassen.

Einstufung Situation = **potenziell kritisch** und Relevanz Länge Beschleunigungsstreifen = **wenig**

5 Fälle wurden in dieser Weise eingestuft, in allen Fällen kam jeweils ein Pkw vom Beschleunigungsstreifen. 2-mal davon erfolgte ein Abbremsen von Fahrzeugen auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn, Abbremsen auf dem Beschleunigungsstreifen kam hingegen nie vor.

- In einem Fall (M1-9) wechselte ein Pkw sehr früh *vor* einem deutlich schneller herannahenden Pkw vom Beschleunigungsstreifen auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn. Dieser musste deutlich abbremsen, hielt aber ausreichend Abstand zum eingefädelten Pkw ein.
- In ebenfalls einem Fall (M1-3) und ebenfalls früh wechselte ein Pkw *zwischen* Fahrzeugen vom Beschleunigungsstreifen auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn, knapp hinter einem Sattelastzug, aber vor einem deutlich schneller herannahenden Pkw. Dieser musste stärker abbremsen, als es wegen des Sattelastzugs ohnehin hätte müssen, und fährt dem eingefädelten Pkw knapp auf.

In beiden Fällen haben die Pkw-LenkerInnen – augenscheinlich durchaus wissentlich – das Bremsmanöver der Pkw auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn in Kauf genommen. Möglicherweise hätten sie jedoch – wenn der Beschleunigungsstreifen deutlich länger gewesen wäre – die deutlich schnelleren Pkw auf dem Fahrstreifen ungebremst passieren lassen.

- In 3 Fällen (M1-4, -5 und -10) wechselte ein – auf dem Beschleunigungsstreifen jeweils eher langsam fahrender und einmal auch beinahe anhaltender – Pkw erst dann auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn, *nachdem* er dort alle Fahrzeuge (drei bis fünf Pkw) hatte passieren lassen. Alle diese Situation war grundsätzlich problemlos, hätten allerdings kritisch werden können, wenn – wie in anderen Fällen – einer der Pkw auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn abgebremst hätte, um dem Pkw auf dem Beschleunigungsstreifen einordnen zu lassen.

Ein längerer Beschleunigungsstreifen hätte den Pkw auf dem Beschleunigungsstreifen das Einordnen vermutlich ein wenig erleichtert.

Zusammenfassung:

Die bei den aufgefundenen zumindest potenziell kritischen Situationen beteiligten Fahrzeuge auf dem Beschleunigungsstreifen hatten an dessen Beginn recht geringe Geschwindigkeiten (maximal rund 55 km/h, in aller Regel aber weniger).

Es konnte keine subjektiv als kritisch eingestufte Situation aufgefunden werden, bei welcher gleichzeitig der Länge des Beschleunigungsstreifens eine hohe oder zumindest mittlere Relevanz beigemessen wurde.

In den beiden Fällen, wo der Länge des Beschleunigungsstreifens eine hohe Relevanz beigemessen wurde, hätte einmal ein längerer Beschleunigungsstreifen das Missverständnis des nicht angenommenes Einordnenlassens möglicherweise vermieden. Das andere Mal, als ein Microcar auf den Beschleunigungsstreifen auswich, um nachfolgende Fahrzeuge überholen zu lassen, hätte ein längerer Beschleunigungsstreifen dessen (Wieder-)Einordnen erleichtert. Die daraus resultierenden Situationen waren allerdings nicht als kritisch einzustufen.

Bei den 5 Fällen mit mittlerer Relevanz der Länge des Beschleunigungsstreifens erfolgten die Wechsel jeweils sehr spät bzw. knapp vor dessen Ende. In 2 Fällen bewirkten die Wechsel eines Schwerfahrzeugs (ein Lkw und ein Sattelastzug) einmal ein deutliches (aber kontrolliertes) Abbremsen und einmal ein (ebenso kontrolliertes) Ausweichen eines Pkw. Bei einem längeren Beschleunigungsstreifen hätten diese Manöver in beiden Fällen möglicherweise vermieden werden können. In 3 weiteren Fällen hätte ein längerer Beschleunigungsstreifen eventuell zum Einhalten etwas größerer Abstände veranlasst, einmal eines auffahrenden Pkw, einmal eines bremsenden Pkw auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn und einmal eines (augenscheinlich recht aggressiv) einfädelnden Trikes.

Bei den 7 Fällen (2 davon als kritisch und 5 als potenziell kritisch eingestuft), wo der Länge des Beschleunigungsstreifens nur wenig Relevanz beigemessen wurde, erfolgten die Wechsel des jeweils einzigen beteiligten Fahrzeugs vom Beschleunigungsstreifen 3-mal bereits sehr früh bzw. bereits längstens rund 70 m nach Beginn der Manöverstrecke und bewirkten jeweils ein deutliches Abbremsen herannahender Pkw, zum Teil kombiniert mit dem Einhalten geringer Abstände. Ebenfalls 3-mal erfolgten die Wechsel sehr spät, nachdem die jeweils eher langsam auf dem Beschleunigungsstreifen fahrenden Pkw eine 3 bis 5 Pkw lange Kolonne hatten passieren lassen. In einem (als kritisch eingestuften) Fall wurde der Beschleunigungsstreifen durch einen Pkw zum widerrechtlichen Rechts-Überholen eines Lieferwagens benutzt.

Ob ein längerer Beschleunigungsstreifen den einen oder anderen der drei – augenscheinlich durchaus mit Absicht vorgenommenen – frühen Wechsel vermieden hätte, ist fraglich, jedoch nicht ausgeschlossen. Das Einordnen der Pkw bei den späten Wechseln hätte er vermutlich erleichtert. Ein deutlich kürzerer Beschleunigungsstreifen hätte kein widerrechtliches Rechts-Überholen ermöglicht.

Tab. 7-6: Maissau 1: Eckdaten der (potentiell) kritischen Situationen, geordnet nach Einstufung der Relevanz für die Länge des Beschleunigungsstreifens sowie der Situation

Tag	Zeit FS Ende	FZ pro 15 min				Wechsel BS zu FS		Bremsen von FZ		Geschwindigkeit ca. km/h			Einstufung		Fall Nr.
		auf BS	auf FS	Anz. FZ BS	Anz. FZ FS	ca. m nach Sperrl.	vor / zw. / nach FZ	auf BS	auf FS	BS Anf.	FS Anf.	FS Ende	Situat. krit. / pot. krit.	Relevanz Länge BS hoch / mittel / wenig	
21.05.21	12:47:40	4	109	1	5	220	nach	J	N	-	50	70-90, 10	pot. krit.	hoch	M1-8
21.05.21	12:36:57	9	79	1	7	220	nach	J*	J	55	65, 80-85	65-75	pot. krit.	hoch	M1-7
24.05.21	10:03:53	3	63	1	2	170	zw.	N	N	45	80	80	pot. krit.	mittel	M1-12
25.05.21	17:18:23	8	108	1	2	170	vor	N	J	45	100	90	pot. krit.	mittel	M1-13
22.05.21	11:19:46	7	106	2	3	120, 170	zw., nach	N	J	40-45	100-110	n.V.	pot. krit.	mittel	M1-11
19.05.21	17:02:50	5	102	1	3	220	nach	J	J	20	90-100	100, 80, 45	pot. krit.	mittel	M1-2
25.05.21	17:21:57	8	108	1	1	170	vor	N	J	40	95-100	70	pot. krit.	mittel	M1-14
19.05.21	12:24:42	2	76	1	1	220	vor	N	N	-	80	100, 80	krit.	wenig	M1-1
21.05.21	09:41:30	6	85	1	2	60	vor	N	J	35	90-100	60-65	krit.	wenig	M1-6
22.05.21	10:14:42	3	99	1	3	220	nach	N	N	40	85	85	pot. krit.	wenig	M1-10
21.05.21	15:50:40	4	135	1	1	40	vor	N	J	40	95	80	pot. krit.	wenig	M1-9
20.05.21	15:03:46	3	82	1	5	160	nach	J**	N	40	60-80	60-80, 45	pot. krit.	wenig	M1-5
20.05.21	07:16:20	7	72	1	2	70	zw.	N	J	50	70-75, 90	70-75	pot. krit.	wenig	M1-3
20.05.21	14:51:53	5	87	1	3	200	nach	N	N	40	95-100	95-100, 60	pot. krit.	wenig	M1-4

* ... bis zum Stillstand ** ... bis fast zum Stillstand

7.1.5 Ergebnisse Maissau 2

Der Beschleunigungsstreifen der Messstelle Maissau 2 bei km 33,75 der B4 mit einer Länge L_{ER} (20 m) + L_{MR} (rund 160 m) von rund 180 m ist gegenüber der Solllänge gemäß RVS

03.05.12 von 225 m (vgl. Tab. 4-1) um rund 45 m zu kurz. Der Verziehungsbereich L_{ZR} ist rund 55 m lang und entspricht somit weitgehend der Vorgabe der Richtlinie.

Mit der in Kap. 7.1.1 beschriebenen Vorgangsweise bei der Auswahl wurden in 28 verschiedenen 15 min-Intervallen insgesamt 15 sicherheitsmäßig bedenkliche Situationen beim Verflechten aufgefunden (Tab. 7-7). Deren detaillierte Beschreibung findet sich im Anhang.

Tab. 7-7: Maissau 2: Bei der Videoauswertung aufgefundene (potentiell) kritische Situationen (15 Fälle)

Nr.	Tag	15 min-Intervalle mit Verkehrsmengen auf Beschleunigungsstreifen (BS) sowie Fahrstreifen (FS) [FZ/15 min]					Top 10 stärkste 15 min-Intervalle (BS od. FS)	≥ 3FZ pro 10 s auf FS	via TTC (Transsoft Solutions)	zusätzlich gefunden	Anzahl beschriebener Fälle
		von	bis	BS	FS	BS+FS					
1	19.05.2021	16:15	16:29	3	62	65		X			1
2		17:45	17:59	11	57	68	X				1
3	20.05.2021	16:00	16:14	10	66	76	X				
4	21.05.2021	12:30	12:59	8	66	74		X			1
5		13:00	13:14	6	85	91	X				
6		13:30	13:44	5	85	90	X				
7		13:45	13:59	6	94	100	X				
8		15:15	15:29	11	83	94	X				
9		15:30	15:44	11	83	94	X				
10		15:45	15:59	5	88	93	X				
11		16:30	16:44	5	129	134	X				
12		18:15	18:29	7	100	107	X				
13		18:30	18:44	2	109	111	X				
14		19:30	19:44	4	55	59		X			1
15	22.05.2021	09:15	09:29	9	79	88	X	X			3
16		10:15	10:29	8	90	98	X				1
17		11:00	11:14	7	91	98	X				
18		11:30	11:44	9	75	84		X			1
19		18:00	18:14	10	28	38	X				
20	23.05.2021	11:15	11:29	10	35	45	X				
21		11:45	11:59	14	50	64	X				1
22	24.05.2021	11:30	11:44	12	37	49	X				
23		16:15	16:29	12	28	40	X				
24	25.05.2021	07:45	07:59	5	49	54		X			1
25		13:30	13:44	7	38	45		X			1
26		16:30	16:44	7	64	71		X			1
27	26.05.2021	07:00	07:14	5	54	59		X			1
28		07:45	07:59	4	70	74		X			1

Die Eckdaten dieser Situationen sind in Tab. 7-8 zusammengestellt, gereiht zuerst nach der Einstufung ihrer Relevanz für die Länge des Beschleunigungstreifens und dann nach der Einstufung der Situation.

Beschreibung:

Zeitlich ereigneten sich die 15 Fälle über den Tag verteilt: 3 Fälle waren in den Morgenstunden, 4 Fälle vormittags, diese alle samstags (M2-5 bis -8), 4 Fälle um die Mittagszeit, davon einer samstags (M2-9) und einer sonntags (M2-10), 3 Fälle nachmittags und ein Fall abends.

Die Verkehrsstärken auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn bewegten sich von 38 bis 90 Fahrzeugen pro 15 min (Durchschnitt 65) und auf dem Beschleunigungstreifen von 3 bis 14 Fahrzeugen pro 15 min (Durchschnitt 7,5).

In 10 Fällen fuhr nur ein an der Situation beteiligtes Fahrzeug auf dem Beschleunigungstreifen auf, in 3 Fällen zwei Fahrzeuge und in 2 Fällen drei hintereinander. Die Anzahl der auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn beteiligten Fahrzeuge reichte von einem alleinfahrenden (in 2 Fällen) bis 9 hintereinanderfahrenden, durchschnittlich waren etwas mehr als 3 Fahrzeuge beteiligt.

Hinsichtlich der Fahrzeugart waren auf dem Beschleunigungstreifen – abgesehen von Pkw – ein Lieferwagen (M2-8), ein Bus (M2-13) und ein Radbagger (M2-2) beteiligt. Auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn waren es – abgesehen von Pkw – zwei Lieferwagen (M2-6 und -14), zwei Lieferwagen mit Anhänger (M2-10 und -11) und zweimal ein Sattellastzug (M2-13 und -15).

Der Wechsel eines Fahrzeugs vom Beschleunigungstreifen auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn erfolgte in 4 Fällen eher früh (bis 70 m nach Ende der Sperrlinie an der Trenninselspitze), in 12 Fällen spät (ab 160 m nach Sperrlinienende, also etwa ab Beginn des Verziehungsbereichs), und 7 Fahrzeuge wechselten dazwischen. 7 Fahrzeuge wechselten vor dem ersten beteiligten Fahrzeug auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn, 12 Fahrzeuge zwischen und 4 nach solchen. Von diesen Fahrzeugen ist ein Pkw doppelt, denn er wechselte zweimal (früh + spät sowie zweimal zwischen).

Eindeutig erkennbare Bremsmanöver (Aufleuchten der Bremslichter) von Fahrzeugen sowohl auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn als auch dem Beschleunigungstreifen gab es in 5 Fällen, nur auf dem Beschleunigungstreifen in nur 2 Fällen und nur auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn in 8 Fällen. Dass keine Bremsmanöver erkennbar waren, war nie der Fall.

Die Geschwindigkeit der Fahrzeuge am Anfang des Beschleunigungsstreifens betrug – bis auf den Radbagger mit nur rund 20 km/h – immer etwa 40 bis 60 km/h. Die Geschwindigkeit der Fahrzeuge auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn, auf Höhe des Anfangs des Beschleunigungsstreifens, bewegten sich überwiegend von rund 70 km/h bis 110 km/h, in 3 Fällen wurden auch Geschwindigkeiten darüber festgestellt (bis max. ca. 125 km/h). Auf Höhe des Endes des Beschleunigungsstreifens⁵ lagen die Geschwindigkeiten entweder auf etwa demselben Niveau, oft aber (zum Teil auch deutlich) darunter.

Von den aufgefundenen Situationen wurden subjektiv 6 als kritisch eingestuft, von denen 2 der Länge des Beschleunigungsstreifens eine hohe, einer eine mittlere sowie 3 wenig Relevanz beigemessen wurde. Zudem wurde der Länge des Beschleunigungsstreifens ein weiteres Mal eine hohe Relevanz beigemessen und weitere 5 Male eine mittlere Relevanz.

Interpretation:

Einstufung Situation = kritisch und Relevanz Länge Beschleunigungsstreifen = hoch

- Fall M2-4: Ein Pkw fährt mit ca. 60 km/h auf dem Beschleunigungsstreifen und wird von einem deutlich schnelleren Pkw auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn passiert. Der Pkw auf dem Beschleunigungsstreifen beginnt auf etwa dessen halber Höhe zu bremsen, um zwei weitere deutlich schneller herannahende Pkw ebenfalls passieren zu lassen. Der erste davon bremst jedoch ebenfalls kurz, sodass der ihm nachfolgende Pkw stark abbremsen muss. Nachdem dieser seine Geschwindigkeit ausreichend reduziert hat, wechselt der Pkw vom Beschleunigungsstreifen vor ihm am Beginn des Verziehungsbereichs auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn.
- Fall M2-12: Zwei Pkw fahren mit ca. 70 km/h hintereinander auf dem Beschleunigungsstreifen. Der zweite wechselt auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn, nachdem ihn dort drei deutlich schneller fahrenden Pkw passiert haben. Der erste bremst vor Beginn des Verziehungsbereichs ab, lässt die beiden vorderen noch passieren und wechselt am Ende des Verziehungsbereichs neben bzw. nach dem zur Hälfte über die Sperrlinie ausgewichenen dritten Pkw auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn. Der bereits zuvor gewechselte Pkw hält ausreichend Abstand zum eingefädelteten, ein deutlich schneller auf dem Fahrstreifen nachfolgender muss deutlich abbremsen, hält aber ebenfalls ausreichend Abstand.

⁵ Aufgrund fehlender Radardaten (vgl. Kap. 6.1.1) wurden diese in den meisten Fällen – über die aus den Längen der Leitlinienstriche ermittelte in ein bis zwei Sekunden zurückgelegte Strecken – manuell aus den Videobildern abgeschätzt.

Im ersten Fall hätte ein längerer Beschleunigungsstreifen das Missverständnis – Bremsen auf dem Fahrstreifen, um einordnen zu lassen und gleichzeitig Bremsen auf dem Beschleunigungsstreifen, um passieren zu lassen – und die daraus resultierende kritische Situation vermutlich vermieden. Im zweiten Fall hätte er den Wechsel auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn ermöglicht, ohne dass der Pkw dort ausweichen oder andernfalls bremsen hätte müssen.

Einstufung Situation = **potenziell kritisch** und Relevanz Länge Beschleunigungsstreifen = **hoch**

- Fall M2-15: Ein Sattelastzug fährt, gefolgt von zwei Pkw, mit ca. 90 km/h auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn. Ein Pkw fährt, leicht beschleunigend, auf dem Beschleunigungsstreifen in Höhe des Sattelastzugs. Die beiden Pkw hinter dem Sattelastzug bremsen leicht, um den Pkw vom Beschleunigungsstreifen einordnen zu lassen, was dieser am Ende der Verziehung, sehr knapp hinter dem Sattelastzug, auch tut.

Ein längerer Beschleunigungsstreifen hätte es dem Pkw auf dem Beschleunigungsstreifen gegebenenfalls ermöglicht, ausreichend zu beschleunigen, um noch vor dem Sattelastzug auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn zu wechseln.

Einstufung Situation = **kritisch** und Relevanz Länge Beschleunigungsstreifen = **mittel**

- Fall M2-13: Ein Sattelastzug fährt, gefolgt von einem Pkw, mit ca. 80 km/h auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn. Neben ihm fährt ein Bus etwas langsamer auf dem Beschleunigungsstreifen. Der Pkw schließt sehr knapp zum Sattelastzug auf und überfährt dabei etwa auf Höhe des Busses, leicht bremsend, zur Hälfte die Sperrlinie. Der Bus wechselt in der Verziehung knapp hinter dem Pkw auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn und hält nur geringen Abstand zu diesem.

Ein längerer Beschleunigungsstreifen hätte den Buslenker eventuell veranlasst, mit größerem Abstand zum Pkw auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn zu wechseln.

Einstufung Situation = **potenziell kritisch** und Relevanz Länge Beschleunigungsstreifen = **mittel**

- Fall M2-5: Nasse Fahrbahn: Zwei Pkw fahren mit ca. 50 km/h knapp hintereinander auf dem Beschleunigungsstreifen. Sie lassen einen deutlich schneller auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn herannahenden Pkw passieren und wechseln hinter ihm vor bzw. etwa bei Beginn der Verziehung auf diesen Fahrstreifen. Ein dort etwas schneller folgender Pkw muss abbremsen ab und fährt dem zweiten eingefädelten Pkw knapp auf.

- Fall M2-7: Nasse Fahrbahn: Zwei Pkw fahren mit ca. 50 km/h hintereinander auf dem Beschleunigungsstreifen. Sie wechseln rund 40 m vor Beginn der Verziehung vor einem deutlich schneller auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn herannahenden Pkw auf diesen Fahrstreifen. Der Pkw muss deutlich abbremsen, hält aber ausreichend Abstand zum zweiten eingefädelten Pkw.
- Fall M2-8: Ein Lieferwagen wechselt mit ca. 70 km/h etwa auf halber Höhe des Beschleunigungsstreifens auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn. Ein dort deutlich schneller herannahender Pkw muss abbremsen und fährt dem Lieferwagen knapp auf.
- Fall M2-10: Nasse Fahrbahn: Ein Pkw fährt – knapp gefolgt von einem andern – auf dem Beschleunigungsstreifen und wechselt vor der Verziehung mit ca. 70 km/h vor einem etwa gleichschnell fahrenden Lieferwagen mit Anhänger auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn. Der zweite Pkw wechselt knapp hinter dem Lieferwagen bzw. knapp vor einem dem Lieferwagen folgenden Pkw. Dieser muss etwas abbremsen und fährt dem eingefädelten Pkw knapp auf. Ein weiterer Pkw fährt inzwischen langsam auf dem Beschleunigungsstreifen und bremst vor der Verziehung weiter ab, um drei Pkw sowie einen Pkw mit Anhänger passieren zu lassen. Er wechselt am Ende der Verziehung, stark beschleunigend, vor einem auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn etwas schneller, aber mit ausreichend Abstand näherkommenden Pkw.
- Fall M2-11: Ein Lieferwagen mit Anhänger, gefolgt von einem Lieferwagen und knapp dahinter einem Pkw, fahren mit ca. 70 km/h auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn. Neben dem Lieferwagen fährt ein Pkw erst etwa gleichschnell, dann etwas langsamer werdend auf dem Beschleunigungsstreifen. Er wechselt am Ende der Verziehung bremsend – da der Pkw hinter dem Lieferwagen ebenfalls leicht bremst – knapp hinter diesem Pkw auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn und fährt diesem knapp auf.

In den Fällen M2-5 und -7 hätte es ein (gegebenenfalls auch deutlich) längerer Beschleunigungsstreifen den Pkw auf diesem Streifen vermutlich ermöglicht, die auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn schneller fahrenden Pkw noch ungebremst passieren zu lassen. Dasselbe gilt für den letzten einfädelnden Pkw im Fall M2-10 und möglicherweise auch für den Lieferwagen im Fall M2-8. Bei einem längeren Beschleunigungsstreifen hätte im Fall M2-11 der Pkw eventuell mit mehr Abstand zum Pkw auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn gewechselt.

Einstufung Situation = **kritisch** und Relevanz Länge Beschleunigungsstreifen = **wenig**

- Fall M2-2: Ein Radbagger fährt mit ca. 30 km/h auf dem Beschleunigungsstreifen. Der erste von zwei ihm folgenden Pkw wechselt sofort am Beginn der Manöverstrecke stark beschleunigend auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn, wo ein deutlich schneller herannahender Pkw deutlich abbremsen muss und dem eingefädelten Pkw knapp auffährt. Der zweite Pkw bremst auf dem Beschleunigungsstreifen hinter dem Radbagger kurz ab und wechselt in der Folge früh und ebenfalls stark beschleunigend auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn. Dort muss abermals ein deutlich schneller herannahender Pkw deutlich abbremsen, kann aber den eingefädelten Pkw überholen, da dieser vor dem Radbagger bremsend kurz nach rechts in den Verziehungsbereich des Beschleunigungsstreifens ausweicht. Er wechselt gleich wieder zurück, sodass ein deutlich schneller herannahender Pkw abbremsen muss und dem eingefädelten Pkw knapp auffährt. Dahinter wechselt der Radbagger im Verziehungsbereich auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn.
- Fall M2-3: Ein Pkw wechselt mit ca. 70 km/h früh vom Beschleunigungsstreifen auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn. Zwei dort deutlich schneller (mit rund 115 bis 125 km/h) herannahende Pkw müssen stark abbremsen, der erste fährt dem eingefädelten Pkw knapp auf.
- Fall M2-14: Ein Pkw wechselt mit ca. 60 km/h früh vom Beschleunigungsstreifen auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn. Zwei dort deutlich schneller (mit rund 110 km/h) herannahende Fahrzeuge, ein Pkw und ein Lieferwagen, müssen deutlich abbremsen, der Pkw fährt dem eingefädelten Pkw knapp auf.

Ein längerer Beschleunigungsstreifen hätte vermutlich nur wenig an diesen Situationen geändert: Die früh wechselnden Pkw-LenkerInnen haben – augenscheinlich durchaus wissentlich – das Bremsmanöver der Fahrzeuge auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn in Kauf genommen. Möglicherweise hätten sie, wenn der Beschleunigungsstreifen deutlich länger gewesen wäre, diese ungebremst passieren lassen bzw. im ersten Fall, zumindest den letzten dieser Pkw.

Einstufung Situation = **potenziell kritisch** und Relevanz Länge Beschleunigungsstreifen = **wenig**

3 Fälle wurden in dieser Weise eingestuft, in allen Fällen kam jeweils ein Pkw vom Beschleunigungsstreifen.

- In einem Fall (M2-6), bei nasser Fahrbahn, wechselte der Pkw ebenfalls etwa am Beginn des Verziehungsbereichs *zwischen* einem hinter einem Lieferwagen leicht bremsenden Pkw und dem ersten von sechs ihm nachfolgenden Pkw. Dieser hatte zuvor leicht gebremst, hält aber ausreichend Abstand zum eingefädelten Pkw.
- In 2 Fällen (M2-1 und -9) wechselte der Pkw, nachdem er zuvor abgebremst hatte, etwa am Beginn des Verziehungsbereichs langsam fahrend *nach* einer Reihe von Pkw (drei bzw. fünf), die er auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn hatte passieren lassen. Einmal davon kam es zu kurzen Bremsungen einiger dieser Pkw.

Im ersten Fall hätte auch ein (deutlich) längerer Beschleunigungsstreifen aufgrund der langen Fahrzeugkolonne an der aufgefundenen potenziell kritischen Situation vermutlich kaum etwas geändert. In den beiden anderen Fällen hätte es ein längerer Beschleunigungsstreifen den Pkw auf diesem Streifen ermöglicht, mit höherer Geschwindigkeit auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn zu wechseln.

Zusammenfassung:

Die bei den aufgefundenen zumindest potenziell kritischen Situationen beteiligten Fahrzeuge auf dem Beschleunigungsstreifen hatten an dessen Beginn fast ausnahmslos Geschwindigkeiten von etwa 40 bis 60 km/h.

In 9 Fällen wurde der Länge des Beschleunigungsstreifens eine hohe oder zumindest mittlere Relevanz beigemessen, 3 davon wurden subjektiv zugleich als kritisch und 6 als "nur" potenziell kritisch eingestuft. Diese Fälle weisen Gemeinsamkeiten auf:

- In 7 dieser Fälle wechselte zumindest ein Fahrzeug frühestens zu Beginn des Verziehungsbereichs vom Beschleunigungsstreifen auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn.
- In ebenfalls 7 Fällen waren die Fahrzeuge auf dem Beschleunigungsstreifen Pkw, davon 4-mal zwei oder drei.
- 7-mal waren zumindest zwei, davon 5-mal drei oder mehr Fahrzeuge auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn beteiligt.
- In allen 9 Fällen bremste zumindest ein Fahrzeug auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn, davon in 3 Fällen auch ein Fahrzeug auf dem Beschleunigungsstreifen.
- 7-mal bewirkten die vom Beschleunigungsstreifen wechselnden Fahrzeuge ein, teilweise auch ein deutliches bis starkes Abbremsen von schneller fahrenden Fahrzeugen auf

dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn, mitunter auch erst von weiter hinten nachfolgenden, kombiniert mit knappem Auffahren.

Die 3 als kritisch eingestuften Fälle waren jedoch unterschiedlich: In einem Fall führte ein Missverständnis (ein nicht angenommenes Einordnenlassen) zu einer kritischen Situation und in einem anderen Fall der Wechsel von zwei Pkw zwischen schneller fahrende Pkw einer längeren Kolonne hinein. Beide Male wurde der Länge des Beschleunigungsstreifens eine hohe Relevanz beigemessen. Im dritten Fall (mittlere Relevanz der Länge) fuhr ein Bus bei bzw. nach dem Wechsel sehr knapp einem Pkw auf, der wiederum mit sehr geringem Abstand einem Sattellastzug folgte und auch kurz über die Sperrlinie ausgewichen war.

Eine hohe Relevanz wurde der Länge des Beschleunigungsstreifens auch beigemessen, als in einer potenziell kritischen Situation ein beschleunigender Pkw augenscheinlich anfangs versuchte, noch vor einem daneben fahrenden Sattellastzug auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn zu wechseln, es dann aber doch knapp hinter diesem tat.

In 2 der 4 potenziell kritischen Fälle mit mittlerer Relevanz der Länge des Beschleunigungsstreifens wechselten Pkw am Ende der Verziehung in jeweils einem Lieferwagen mit Anhänger folgende Fahrzeugreihen hinein und bewirkten geringe Abstände zwischen hintereinander-fahrenden Fahrzeugen. In den beiden anderen Fällen wechselten einmal zwei Pkw und einmal ein Lieferwagen etwa auf halber Höhe des Beschleunigungsstreifens vor einem deutlich schneller herannahenden Pkw auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn, der jeweils abbremsen musste.

Bei den 6 Fällen, wo der Länge des Beschleunigungsstreifens nur wenig Relevanz beigemessen wurde, waren 3 recht ähnlich (zwei davon als kritisch eingestuft): In diesen Fällen verursachten sehr frühe Wechsel von Pkw (einmal im Zusammenhang mit einem auf dem Beschleunigungsstreifen sehr langsam fahrenden Radbagger) deutliches bis starkes Abbremsen von schnell herannahenden Pkw auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn, jeweils auch kombiniert mit geringen Anständen.

Einmal wechselte ein Pkw am Beginn des Verziehungsbereichs in eine etwa gleichschnell fahrende lange Fahrzeugkolonne mit teilweise geringen Abständen hinein.

In 2 Fällen bremsten Pkw auf dem Beschleunigungsstreifen ab (einmal bis fast zum Stillstand), um drei bzw. fünf Pkw auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn passieren zu lassen, und wechselten erst nach diesen langsam fahrend auf diesen Fahrstreifen.

Tab. 7-8: Maissau 2: Eckdaten der (potentiell) kritischen Situationen, geordnet nach Einstufung der Relevanz für die Länge des Beschleunigungsstreifens sowie der Situation

Tag	Zeit FS Ende	FZ pro 15 min		Anz. FZ		Wechsel BS zu FS		Bremsen von FZ		Geschwindigkeit ca. km/h			Einstufung		Fall Nr.
		auf BS	auf FS	FZ BS	FZ FS	ca. m nach Sperrl.	vor / zw. / nach FZ	auf BS	auf FS	BS Anf.	FS Anf.	FS Ende	Situat. krit. / pot. krit.	Relevanz hoch / mittel / wenig	
21.05.21	19:39:51	4	55	1	3	160	zw.	J	J	45	90-100	100, 80	krit.	hoch	M2-4
25.05.21	13:42:55	7	38	2	4	210, 130	zw.	J	J	60	90-100	90-100, 70-80	krit.	hoch	M2-12
26.05.21	07:56:59	4	70	1	3	210	zw.	N	J	60	90, 100	75-90	pot. krit.	hoch	M2-15
25.05.21	16:39:04	7	64	1	2	180	nach	N	J	60	80	80	krit.	mittel	M2-13
22.05.21	10:20:33	8	90	1	1	110	vor	N	J	50	105	80	pot. krit.	mittel	M2-8
22.05.21	09:28:29	9	79	2	1	120	vor	N	J	45	115	70	pot. krit.	mittel	M2-7
22.05.21	09:24:11	9	79	2	2	160, 140	zw.	N	J	50	100-105	100, 80-85	pot. krit.	mittel	M2-5
23.05.21	11:49:31	14	50	3	7	140, 210	vor + zw.	J	J	50	70-80	70-80, 50	pot. krit.	mittel	M2-10
25.05.21	07:59:42	5	49	1	3	210	zw.	J	J	60	70-90	70	pot. krit.	mittel	M2-11
19.05.21	17:54:12	11	57	3	3	0, 180, 50 + 210	vor + zw. + nach	J	J	20, 50	110-120	70, 90, 60, 30	krit.	wenig	M2-2
21.05.21	12:43:28	8	66	1	2	70	vor	N	J	50	125, 115	80	krit.	wenig	M2-3
26.05.21	07:02:50	5	54	1	2	50	vor	N	J	55	110	70	krit.	wenig	M2-14
19.05.21	16:19:21	3	62	1	3	160	nach	J	N	45	100-110	90-100, 55	pot. krit.	wenig	M2-1
22.05.21	11:43:56	9	75	1	5	160	nach	J*	J	45	105-120	100-110, 50	pot. krit.	wenig	M2-9
22.05.21	09:27:56	9	79	1	9	160	zw.	N	J	40	80-90	80	pot. krit.	wenig	M2-6

* ... bis fast zum Stillstand

7.1.6 Zusammenfassung

An den vier Messstellen – Gföhl 1, Gföhl 2, Maissau 1 und Maissau 2 – wurden insgesamt 72 Situationen beim Benutzen des Beschleunigungsstreifens aufgefunden, die subjektiv als kritisch oder zumindest potenziell kritisch eingestuft wurden. Davon wurden der Länge des Beschleunigungsstreifens in 10 Fällen (14%) eine hohe, in 16 Fällen (22%) eine mittlere sowie in 46 Fällen (64%) wenig Relevanz beigemessen (sh. Zeile "Gesamt" in Tab. 7-9).

Tab. 7-9: Aufgefundene potentiell kritische oder kritische Situationen und ihre Einstufung der Relevanz für die Länge des Beschleunigungsstreifens der vier Messstellen (Anzahl und Anteil je Messstelle sowie gesamt)

Messstelle Länge Einfahrts- + Manöverstrecke (Differenz zu RVS 03.05.12) V Beginn Beschleunigungsstreifen Q auf Fahrstreifen Hauptfahrbahn	Einstufung Situation	Einstufung Relevanz für Länge BS						Summen	
		hoch		mittel		wenig			
Gföhl 1 L _{ER} + L _{MR} ≈ 160 m (≈ - 90 m) ≈ 40 bis 50 km/h durchschnittl. 122 Fz/15 min	kritisch	3	14%	1	4,5%	1	4,5%	5	23%
	potenziell kritisch	1	5%	1	5%	15	68%	17	77%
	<i>Summen</i>	4	18%	2	9%	16	73%	22	100%
Gföhl 2 L _{ER} + L _{MR} ≈ 165 m (≈ - 85 m) ≈ 70 bis über 100 km/h durchschnittl. 112 Fz/15 min	kritisch	-	-	-	-	2	10%	2	10%
	potenziell kritisch	1	5%	3	14%	15	71%	19	90%
	<i>Summen</i>	1	5%	3	14%	17	81%	21	100%
Maissau 1 L _{ER} + L _{MR} ≈ 190 m (≈ - 35 m) ≈ 35 bis 45 km/h durchschnittl. 94 Fz/15 min	kritisch	-	-	-	-	2	14%	2	14%
	potenziell kritisch	2	14%	5	36%	5	36%	12	86%
	<i>Summen</i>	2	14%	5	36%	7	50%	14	100%
Maissau 2 L _{ER} + L _{MR} ≈ 180 m (≈ - 45 m) ≈ 40 bis 60 km/h durchschnittl. 65 Fz/15 min	kritisch	2	13%	1	7%	3	20%	6	40%
	potenziell kritisch	1	7%	5	33%	3	20%	9	60%
	<i>Summen</i>	3	20%	6	40%	6	40%	15	100%
Gesamt	kritisch	5	7%	2	3%	8	11%	15	21%
	potenziell kritisch	5	7%	14	19%	38	53%	57	79%
	<i>Summen</i>	10	14%	16	22%	46	64%	72	100%

Abgesehen von den Längen der Beschleunigungsstreifen – diese weichen bei Maissau 1 mit - 35 m bzw. Maissau 2 mit - 45 m deutlich weniger von den Sollängen gemäß RVS 03.05.12 ab als bei Gföhl 1 mit - 90 m bzw. Gföhl 2 mit - 85 m – unterscheiden sich die Messstellen hinsichtlich der zuführenden Rampenfahrbahnen (vgl. Kap. 4.2) und den damit zusammenhängenden Fahrzeuggeschwindigkeiten am Beginn der Beschleunigungsstreifen:

- Bei Maissau 1 (nach dem leicht fallenden 270°-Bogen) sind diese Geschwindigkeiten mit überwiegend 35 bis 45 km/h am geringsten.

- Bei Gföhl 1 (nach der nahezu ebenen Wendelinie) und Maissau 2 (nach der leicht steigenden Wendeline) sind sie mit überwiegend 40 bis 50 km/h bzw. 40 bis 60 km/h etwas höher.
- Bei Gföhl 2 (nach der ab einer T-Kreuzung rund #180 m langen gestreckt verlaufenden und leicht fallenden Rampenfahrbahn) sind sie mit überwiegend 70 bis über 100 km/h deutlich am höchsten; teilweise waren auf dem Beschleunigungsstreifen beteiligte Fahrzeuge schneller unterwegs als jene auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn.

Die 15 min-Verkehrsstärken auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn bei den aufgefundenen Situationen war bei Messstellen Gföhl 1 und Gföhl 2 mit durchschnittlich 122 bzw. 112 Fahrzeugen pro 15 min deutlich höher als bei Maissau 1 mit 94 und Maissau 2 mit 65 Fahrzeugen pro 15 min. Das Tempolimit beträgt bei allen vier Messstellen 100 km/h.

Die Ergebnisse der qualitativen Analyse der vier Messstellen (sh. Kap. 7.1.2 bis 7.1.5) lassen sich zusammenfassend wie folgt interpretieren:

Einstufung Situation = kritisch

Insgesamt wurde etwa jede fünfte der aufgefundenen Situationen (15 von 72 bzw. 21%) als *kritisch* eingestuft. Der Länge des Beschleunigungsstreifens wurde bei 5 Fällen (7%) eine hohe Relevanz beigemessen, bei 2 Fällen (3%) eine mittlere und bei 8 Fällen (11%) nur wenig.

Bei keinem dieser Fälle kam es allerdings zu derart abrupten Fahrmanövern, sodass die Situation als "Beinaheunfall" beurteilt hätte werden können. Die beobachteten deutlichen bis starken Bremsmanöver (und in 2 Fällen auch Ausweichmanöver) wirkten weitgehend kontrolliert und auch das knappe bis sehr knappe Auffahren auf voranfahrende Fahrzeuge wirkte eher wie absichtlich herbeigeführt denn als "aus der Not heraus".

Die Aufteilung der Fälle auf die vier Messstellen zeigt Tab. 7-10.

Tab. 7-10: Aufgefundene *kritische* Situationen und ihre Einstufung der Relevanz für die Länge des Beschleunigungsstreifens der vier Messstellen (Anzahl und Anteil je Messstelle sowie gesamt)

Messstelle	Einstufung Relevanz für Länge BS						Summen	
	hoch		mittel		wenig			
Gföhl 1	3	14%	1	4,5%	1	4,5%	5 von 22	23%
Gföhl 2	-	-	-	-	2	10%	2 von 21	10%
Maissau 1	-	-	-	-	2	14%	2 von 14	14%
Maissau 2	2	13%	1	7%	3	20%	6 von 15	40%
Gesamt	5	7%	2	3%	8	11%	15 von 72	21%

Bezüglich der Messstellen fällt bei Tab. 7-10 auf, dass der Anteil der kritischen Situationen an allen aufgefundenen Situationen bei Maissau 2 mit 6 von 15 Fällen (40%) im Vergleich zu den anderen Messstellen (10%, 14% sowie 23%) hoch ist (vernachlässigt man den Fall M2-2 mit dem Radbagger, sind es immer noch 5 von 15 Situationen bzw. 33%). Dies ist ein wenig überraschend, handelt es sich bei Maissau 2 doch um die Messstelle mit den geringsten 15 min-Verkehrsstärken, dem zweitlängsten Beschleunigungsstreifen und auch den zweithöchsten durchschnittlichen Geschwindigkeiten an dessen Beginn.

Bei Gföhl 2 wurden nur 2 von 21 Situationen (10%) als kritisch eingestuft. Dies erscheint auf den ersten Blick eher plausibel, da es sich hier um die Messstelle mit den deutlich höchsten durchschnittlichen Geschwindigkeiten am Beginn des Beschleunigungsstreifens handelt. Jedoch wurden bei Maissau 1 ebenfalls nur 2 Situationen (von 14 bzw. 14%) als kritisch eingestuft, jener Messstelle mit den deutlich geringsten durchschnittlichen Geschwindigkeiten am Beginn des Beschleunigungsstreifens, wie bei Gföhl 2 zudem beide mit wenig Relevanz der Länge des Beschleunigungsstreifens.

Aufgrund der geringen gesamten Anzahl der aufgefundenen kritischen Situation darf diesen Umständen natürlich keine hohe Aussagekraft beigemessen werden. Bei aller Vorsicht der Interpretation ist dies jedoch ein Indiz dafür, dass bei den vier Messstellen weder den unterschiedlichen Längen der Beschleunigungsstreifen, den vorherrschenden Verkehrsstärken noch den Geschwindigkeiten am Beginn des Beschleunigungsstreifens eine entscheidende Rolle zukommt, ob eine aufgefundene Situation subjektiv als *kritisch* oder "nur" als *potenziell kritisch* eingestuft wurde.

Bei allen 5 kritischen Fällen **mit hoher Relevanz der Länge des Beschleunigungsstreifens** – 3 Fälle in Gföhl 1 und 2 Fälle in Maissau 2 (in Gföhl 2 und Maissau 1 wurde kein solcher Fall aufgefunden) – wechselten die am Beschleunigungsstreifen beteiligten Fahrzeuge spät oder sehr spät auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn und es kam zu Bremsmanövern auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn:

- Bei 2 dieser Fälle (G1-14 in Gföhl 1 und M2-4 in Maissau 2) waren Missverständnisse – Bremsen auf dem Fahrstreifen, um einordnen zu lassen (mit starken Bremsmanövern nachfolgender Fahrzeuge) und gleichzeitig Bremsen auf dem Beschleunigungsstreifen, um passieren zu lassen – die Ursache kritischer Situationen. Beim Fall in Gföhl 1 könnte auch

eine gewisse Verunsicherung der Lenkerin / des Lenkers des Pkw auf dem Beschleunigungsstreifen eine Rolle gespielt haben. Darauf deutet hin, dass sie / er bis zum Ende des Beschleunigungsstreifens bis nahezu zum Stillstand sukzessive abbremste.

- Einer dieser Fälle (G1-9 in Gföhl 1) wurde durch den Wechsel eines Traktors mit Anhänger verursacht, weswegen zwei Pkw auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn stark abbremsen mussten. Derartige Bremsmanöver hinter Langsamfahrzeugen können jedoch auch auf freier Strecke zu kritischen Situationen führen.
- Im Fall G1-11 in Gföhl 1 wechselte ein Pkw (nach leichtem Abbremsen kurz vor dem Verziehungsbereich) zwischen zwei schneller und knapp hintereinanderfahrenden Pkw, wobei der zweite Pkw zuvor schon etwas abbremste, ihm aber sehr knapp auffuhr.
- Im Fall M2-12 in Maissau 2 wich ein auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn deutlich schneller fahrender Pkw dem wechselnden Pkw zur Hälfte über die Sperrlinie nach links aus, um nicht hinter diesem bleiben zu müssen, und ein nachfolgender Pkw musste deutlich bremsen.

Die 2 kritischen Fälle **mit mittlerer Relevanz der Länge des Beschleunigungsstreifens** – je einer in Gföhl 1 und Maissau 2 (in Gföhl 2 und Maissau 1 wurden abermals keine solchen aufgefunden) – waren sehr unterschiedlich:

- Beim Fall G1-3 in Gföhl 1 löste ein schon recht früh vor einer etwas schneller näherkommenden Fahrzeugkolonne auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn wechselnder Pkw (augenscheinlich mit der Absicht, noch vor dieser Kolonne zu bleiben) unterschiedlich starke Bremsmanöver aus, zum Teil auch kombiniert mit knappen Abständen. Für den auf dem Beschleunigungsstreifen nachfolgender Lieferwagen wurde das Einfädeln dadurch erschwert; er wechselte etwas später (leicht bremsend) zwischen ebenfalls bremsenden Fahrzeugen dieser Kolonne.
- Der Fall M2-13 in Maissau 2 wurde deshalb als kritisch eingestuft, da ein Bus in der Verziehung (augenscheinlich durchaus bewusst) mit sehr knappem Abstand hinter einem gleichschnell fahrenden, einem Sattelschlepper folgenden Pkw auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn wechselte. Der Pkw hatte zuvor beschleunigend und danach bremsend seinen Abstand zum Sattelschlepper stark verringert und war auch nach links zur Hälfte über die Sperrlinie ausgewichen, um vor dem Bus zu bleiben, während der Buslenker seine Geschwindigkeit erkennbar beibehielt.

Die Anzahl der aufgefundenen kritischen Situationen mit hoher oder zumindest mittlerer Relevanz der Länge des Beschleunigungsstreifens ist so gering, dass keine allgemein gültigen Aussagen getroffen werden können. Gemeinsam ist ihnen jedoch, dass ein längerer Beschleunigungsstreifen die meisten vermutlich zwar nicht vermeiden, doch möglicherweise zumindest ein wenig entschärfen hätte können:

- Zu den beiden Missverständnissen (Fälle G1-14 und M2-4) wäre es möglicherweise nicht gekommen, da die LenkerInnen auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn eventuell nicht gebremst hätten, wenn die Fahrzeuge auf dem Beschleunigungsstreifen noch reichlich Länge zur Verfügung gehabt hätten.
- In den Fällen G1-9 und G1-11 hätten die betroffenen Fahrzeuge auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn den Traktor bzw. den Pkw auf dem Beschleunigungsstreifen vor deren Wechsel ungebremst passieren können bzw. ohne Ausweichen im Fall M2-12.
- Im Fall G1-3 hätte der Pkw eventuell nicht so früh schon vor der Kolonne, sondern erst später mit dann weniger Geschwindigkeitsdifferenz zwischen deren Fahrzeugen gewechselt und im Fall M2-13 der Buslenker mit mehr Abstand zum Pkw vor sich.

In fast allen Fällen hätte allerdings ein anderes Verhalten von FahrzeuglenkerInnen auch mit der gegebenen Länge des Beschleunigungsstreifens die kritische Situation entschärfen geholfen:

- bei den beiden Missverständnissen (Fälle G1-14 und M2-4), wenn die LenkerInnen auf dem Beschleunigungsstreifen das "Einfädelangebot" zügig angenommen hätten,
- in den Fällen G1-9, G1-11, M2-12 und M2-13, wenn der Traktor und der Bus überhaupt bzw. die Pkw auf dem Beschleunigungsstreifen schon etwas früher die Geschwindigkeit reduziert hätten,
- im Fall G1-3, wenn der Pkw die verfügbare Länge des Beschleunigungsstreifens tatsächlich zum Beschleunigen genutzt hätte,
- und bei den meisten Fällen, wenn die LenkerInnen von Fahrzeugen auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn nicht so knappe Abstände zu voranfahrenden Fahrzeugen eingenommen hätten.

Wenig Relevanz der Länge des Beschleunigungsstreifens wurde 8 weiteren als kritisch eingestuften Situationen beigemessen:

- Der Fall G1-1 in Gföhl 1 wurde abermals von einem Traktor mit Anhänger verursacht. Dessen Lenker nimmt das Bremsmanöver des Pkw auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn augenscheinlich durchaus wissentlich in Kauf, als er bereits etwa auf halber Höhe vom Beschleunigungsstreifen auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn wechselte.
- Bei beiden Fällen in Gföhl 2 (G2-5 und G2-20) wechselten jeweils mehrere auf dem Beschleunigungsstreifen hintereinanderfahrende Pkw bei hohem Geschwindigkeitsniveau sehr früh vor, zwischen oder nach Fahrzeugen auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn. Dabei ließen deren LenkerInnen weit über 100 m des Beschleunigungsstreifens ungenutzt und nahmen stattdessen – augenscheinlich durchaus bewusst – sehr knappe Abstände zu anderen Fahrzeugen in Kauf, einmal selbst bremsend (da sie schneller unterwegs waren als die Pkw auf dem Fahrstreifen) und einmal in einer Weise, dass der Wechsel Bremsmanöver von hintereinanderfahrenden Fahrzeugen auf dem Fahrstreifen erforderte.
- Ein kritischer Fall in Maissau 1 (M1-1) hebt sich von allen anderen aufgefundenen Situationen deutlich ab: Jener, wo ein Pkw (Pickup) den Beschleunigungsstreifen nutzt, um stark beschleunigend eine zuvor vor ihm fahrende Fahrzeugkolonne widerrechtlich rechts zu überholen.
- Beim anderen Fall in Maissau 1 (M1-6) ließ ein Lkw weit über 100 m des Beschleunigungsstreifens ungenutzt, sondern wechselte früh auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn, sodass er deutliche Bremsmanöver zweier schneller herannahender Pkw auf diesem Fahrstreifen erzwang.
- Zwei der Fälle in Maissau 2 (M2-3 und M2-14) sind dem zuvor beschriebenen sehr ähnlich, i.W. nur mit dem Unterschied, dass die frühen Wechsel nicht von einem Lkw sondern von je einem Pkw durchgeführt wurden.
- Beim dritten Fall in Maissau 2 (M2-2) ließen sich zwei – offenkundig ungeduldige – Pkw-LenkerInnen von einem Langsamfahrzeug (Radbagger) auf dem Beschleunigungsstreifen vor ihnen zu sehr frühen Wechseln verleiten, die deutliche Bremsmanöver von Fahrzeugen auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn erforderlich machten, zum Teil kombiniert mit sehr knappen Abständen. Der Radbagger selbst wechselt erst am Ende des Verziehungsbereichs, ohne dabei ein Fahrzeug zu behindern.

Diese kritischen Situationen resultieren alle aus einem unangemessenen Verhalten, teilweise mit der augenscheinlichen Absicht, sich subjektiv gegenüber anderen einen Vorteil zu verschaffen (z.B. bei den frühen Wechseln vor schneller herannahenden Fahrzeugen) bzw. einen

Nachteil zu vermeiden (möglicherweise wird das Wechseln in eine Fahrzeugkolonne hinein von manchen LenkerInnen als solcher empfunden). Das Einhalten nur knapper Abstände zu voranfahrenden Fahrzeugen ist ebenfalls eine häufig angetroffene unangemessene Verhaltensweise. Das eklatante Fehlverhalten des Rechtsüberholens auf dem Beschleunigungsstreifen würde sich wohl gar nicht erst ereignen, wenn dieser deutlich kürzer wäre.

Einstufung Situation = potenziell kritisch

Insgesamt wurden 57 der 72 aufgefundenen Situationen (79%) als *potenziell kritisch* eingestuft. Der Länge des Beschleunigungsstreifens wurde bei 5 dieser (7%) Fälle eine hohe Relevanz beigemessen, bei 14 Fällen (19%) eine mittlere und bei 38 Fällen (53%) nur wenig.

Bei den meisten dieser Fälle wurden entweder Bremsmanöver, das Einhalten knapper Abstände zwischen Fahrzeugen oder auch beides beobachtet (und in 2 Fällen auch kontrollierte Ausweichmanöver). Dies allerdings stets in einer Weise, welche die gesamte Situation subjektiv als sicherheitsmäßig weniger "bedenklich" erscheinen ließ als es bei den als kritisch eingestuften Situationen der Fall war.

Die Aufteilung der Fälle auf die vier Messstellen zeigt Tab. 7-11.

Tab. 7-11: Aufgefundene *potenziell kritische* Situationen und ihre Einstufung der Relevanz für die Länge des Beschleunigungsstreifens der vier Messstellen (Anzahl und Anteil je Messstelle sowie gesamt)

Messstelle	Einstufung Relevanz für Länge BS						Summen	
	hoch		mittel		wenig			
Gföhl 1	1	5%	1	5%	15	68%	17 von 22	77%
Gföhl 2	1	5%	3	14%	15	71%	19 von 21	90%
Maissau 1	2	14%	5	36%	5	36%	12 von 14	86%
Maissau 2	1	7%	5	33%	3	20%	9 von 15	60%
Gesamt	5	7%	14	19%	38	53%	57 von 72	79%

Der jeweilige Anteil der potenziell kritischen Situationen bei den Messstellen gemäß Tab. 7-11 ist logischerweise genau gegenläufig zu jenem der kritischen Situationen (vgl. Beschreibung zu Tab. 7-10 weiter oben): Der Anteil ist bei Maissau 2 mit 9 von 15 Fällen (60%) am geringsten und bei Gföhl 2 mit 19 von 21 (90%) sowie Maissau 1 mit 12 von 14 (86%) am höchsten.

Bei allen 5 potenziell kritischen Fällen **mit hoher Relevanz der Länge des Beschleunigungsstreifens** – zwei in Maissau 1 und je einer in Gföhl 1, Gföhl 2 und Maissau 2 – wechselte das jeweils allein auf dem Beschleunigungsstreifen beteiligte Fahrzeug spät oder sehr spät auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn und es kam (mit einer Ausnahme) zu Bremsmanövern auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn:

- Abermals waren bei 2 dieser Fälle (G2-9 in Gföhl 2 und M1-7 in Maissau 1) wieder ein Missverständnis – Bremsen auf dem Fahrstreifen (mit kurzen Bremsmanövern nachfolgender Fahrzeuge), um einordnen zu lassen und gleichzeitig Bremsen auf dem Beschleunigungsstreifen, um passieren zu lassen – die Ursache der potenziell kritischen Situationen. Die Pkw auf dem Beschleunigungsstreifen verlangsamten jedoch jeweils, hielten am Ende der Verziehung mehrere Sekunden lang an und wechselten erst, nachdem auch noch etwas später auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn herannahende Fahrzeuge sie passiert hatten.
- Der andere Fall in Maissau 1 (M1-8) wurde von einem Langsamfahrzeug ausgelöst: Ein Microcar wechselte auf den Beschleunigungsstreifen, um sich von der hinter ihm befindlichen Fahrzeugkolonne überholen zu lassen. Dort kam es zu keinen Bremsmanövern, allerdings wich ein Lieferwagen nach links über die doppelte Sperrlinie aus, um als letztes Fahrzeug dieser Kolonne ebenfalls noch an dem am Ende des Verziehungsbereichs zurückwechselnden Microcar vorbeizukommen.
- Ein Langsamfahrzeug war auch Ursache des Falls in Gföhl 1 (G1-10). Er wurde – wie bereits bei den kritischen Situationen – durch den Wechsel eines Traktors mit Anhänger im Verziehungsbereich verursacht, weswegen ein Pkw auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn aus hoher Geschwindigkeit abbremsen musste. Er begann damit frühzeitig und kontrolliert, fuhr aber dem Traktor knapp auf.
- Im Fall M2-15 in Maissau 2 entschied sich die Lenkerin / der Lenker des Pkw auf dem Beschleunigungsstreifen doch nicht weiter zu beschleunigen, um noch vor dem daneben fahrenden Sattelastzug auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn zu wechseln, sondern wechselte am Ende der Verziehung stattdessen knapp hinter diesem. Zwei Pkw dahinter hatten leicht gebremst, um den Pkw einordnen zu lassen.

Von den 14 potenziell kritischen Fällen **mit mittlerer Relevanz der Länge des Beschleunigungsstreifens** – einer in Gföhl 1, 3 in Gföhl 2 und je 5 in Maissau 1 und Maissau 2 –

erfolgten die Wechsel vom Beschleunigungstreifen auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn in 10 Fällen kurz vor oder bereits im Verziehungsbereich:

- Bei 3 dieser Fälle war kein Bremsmanöver erkennbar: Beim Wechsel eines Trike knapp hinter einem etwa gleichschnell fahrenden Pkw (Maissau 1, M1-12), eines Pkw knapp hinter einem etwa gleichschnell fahrenden Lieferwagen (Gföhl 2, G2-3) sowie eines Motorrollers, der von einem zuvor nach links bis zur Mittelmarkierung ausscherendem Pkw nach dem Wechsel überholt wurde (Gföhl 1, G1-17).
- In einem Fall (M1-2 in Maissau 1) kam es wieder zu einem Missverständnis – Bremsen auf dem Fahrstreifen, um einordnen zu lassen und gleichzeitig Bremsen auf dem Beschleunigungstreifen, um passieren zu lassen –, diesmal zwischen einem Sattelastzug auf dem Beschleunigungstreifen und einem Pkw, der nach links auf die doppelte Sperrlinie auswich.
- Bei 2 Fällen in Maissau 1 mussten Pkw auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn wegen der vom Beschleunigungstreifen wechselnden Fahrzeuge abbremsen, einmal (M1-13) zwei etwas schneller herannahende Pkw hinter einem eingewechselten Pkw leicht, allerdings kombiniert mit knappem Auffahren des ersten Pkw, und einmal (M1-14) ein erheblich schneller herannahender Pkw hinter einem Lkw deutlich, wobei der Pkw allerdings ausreichend Abstand zum Lkw einhielt.
- In 2 Fällen in Maissau 2 (M2-10 und M2-11) wechselten Pkw in eine nicht allzu schnell fahrende Fahrzeugkolonne hinein, wo es zu leichten Bremsmanövern und teilweise knappen Abständen zwischen Fahrzeugen kam.
- Bei zwei ähnlichen Fällen (M1-11 in Maissau 1 und M2-5 in Maissau 2) wechseln jeweils zwei Pkw vom Beschleunigungstreifen zwischen oder knapp nach Pkw auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn, wobei es abermals zu Bremsmanövern und teilweise knappen Abständen kam.

Bei 4 der 14 potenziell kritischen Fälle mit mittlerer Relevanz der Länge des Beschleunigungstreifens – je 2 in Gföhl 2 und in Maissau 2 – erfolgten die Wechsel vom Beschleunigungstreifen auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn bereits deutlich vor Erreichen des Verziehungsbereichs:

- Bei beiden in Gföhl 2 waren die jeweils allein fahrenden Pkw auf dem Beschleunigungstreifen etwas schneller unterwegs als die Pkw auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn. In einem Fall (G2-14) wechselte ein Pkw mit hoher Geschwindigkeit knapp vor einem Pkw,

sodass dieser leicht abbremste. Im anderen Fall (G2-19) wechselte ein Pkw leicht bremsend knapp hinter einem anderen Pkw, der wegen eines langsamer vor ihm fahrenden Pkw ebenfalls bremste.

- Bei den beiden Fällen in Maissau 2 musste jeweils ein deutlich schneller herannahender Pkw wegen der einwechselnden Fahrzeuge abbremsen, im ersten Fall (M2-7) hinter zwei Pkw deutlich abbremsen, wobei er aber ausreichend Abstand hielt, und im zweiten Fall (M2-8) hinter einem Lieferwagen weniger stark, wobei er dem Lieferwagen aber knapp auffuhr.

Wie zuvor bei den aufgefundenen kritischen Situationen gilt auch für die potenziell kritischen mit hoher oder zumindest mittlerer Relevanz der Länge des Beschleunigungsstreifens, dass aufgrund der geringen Anzahl keine allgemein gültigen Aussagen getroffen werden können. Gemeinsam ist ihnen jedoch wiederum, dass in fast allen Fällen das Verhalten von FahrzeuglenkerInnen ausschlaggebend war, dass die Situation überhaupt als zumindest potenziell kritisch eingestuft wurde. Ein längerer Beschleunigungsstreifen hätte zwar manche dieser Situationen vermutlich nicht vermieden (wie z.B. G1-10 mit dem Traktor oder M1-12 mit dem recht aggressiv wirkenden Wechselmanöver des Trike). Jedoch hätte er – bei einem etwas anderen Verhalten beteiligter LenkerInnen – möglicherweise geholfen, zumindest einige Situationen ein wenig zu entschärfen, wie z.B. jene:

- mit einem Wechsel vom Beschleunigungsstreifen nur knapp vor oder hinter Fahrzeugen auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn (z.B. M1-11, M1-13, M2-11, M2-15, G2-3, G2-14 oder G2-19).
- wo es eventuell möglich gewesen wäre, Fahrzeuge auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn vor dem Wechsel noch unbehindert passieren zu lassen (z.B. M1-14, M2-5, M2-7, M2-8 oder M2-10).
- mit Missverständnissen – Bremsen auf dem Fahrstreifen, um einordnen zu lassen und gleichzeitig Bremsen auf dem Beschleunigungsstreifen, um passieren zu lassen (G2-9, M1-2 und M1-7).

Erwähnt sei, dass es die Situation, wo sich das Microcar von einer Fahrzeugkolonne überholen ließ, bei einem *kürzeren* Beschleunigungsstreifen vermutlich nicht gegeben hätte.

Die potenziell kritischen Situationen, welchen wenig Relevanz der Länge des Beschleunigungsstreifens beigemessen wurde – je 15 in Gföhl 1 und in Gföhl 2, 5 in Maissau 1 und 3 in Maissau 2 – stellen mit insgesamt 38 von 72 (53%) mehr als die Hälfte aller aufgefundenen

Situationen dar. Ein längerer Beschleunigungsstreifen hätte vermutlich nur wenig an diesen Situationen geändert, da sie sich i.W. einer (zum Teil auch mehreren) der folgenden Konstellationen zuordnen lassen, welche vielfach wieder auf unangemessenes Verhalten von FahrzeuglenkerInnen zurückzuführen waren:

- Fahrzeuge (darunter auch ein Microcar) wechselten (unnötig) früh vom Beschleunigungsstreifen auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn; deren LenkerInnen nahmen dabei offenbar in Kauf, dass sie dabei schneller herannahende Fahrzeuge behinderten (abbremsen, z.T. kombiniert mit knappen Abständen).
- Fahrzeuge wechselten (unnötig) knapp vor, zwischen oder nach ähnlich schnell fahrenden Fahrzeugen auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn, noch deutlich bevor sie den Beginn des Verziehungsbereichs erreicht hatten.
- Pkw auf dem Beschleunigungsstreifen fuhren langsam oder bremsen auch ab (mitunter bis fast zum Stillstand), um Fahrzeuge auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn ungebremst passieren zu lassen, und wechselten erst nach diesen. Diese Situationen waren grundsätzlich problemlos, hätte allerdings kritisch werden können, wenn (wie in anderen Fällen) jemand aus der Fahrzeugkolonne abgebremst hätte, um den / die Pkw einordnen zu lassen und daraus ein Missverständnis – Bremsen auf dem Fahrstreifen, um einordnen zu lassen und gleichzeitig Bremsen auf dem Beschleunigungsstreifen, um passieren zu lassen – entstanden wäre.
- Neben den Fahrzeugen auf dem Beschleunigungsstreifen fuhr eine ähnlich schnell fahrende Fahrzeugkolonne, die so lang war, dass auch ein längerer Beschleunigungsstreifen kaum etwas daran geändert hätte, dass sie sich z.T. mit knappen Abständen zwischen Fahrzeuge dieser Kolonne einfädeln hatten müssen, in der es zu (kontrolliertem) Abbremsen und/oder zu knappen Abständen kam. Das bedeutet, dass bei höheren Verkehrsstärken auch bei einem sehr langen Beschleunigungsstreifen keineswegs davon ausgegangen werden darf, dass es zu keinen zumindest potenziell kritischen Situationen kommt.

Abschließend sei generell angemerkt, dass an allen Messstellen viele FahrzeuglenkerInnen auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn nur sehr knappe Abstände zu voranfahrenden Fahrzeugen einhalten, ihr Abstandsverhalten also keineswegs als angemessen zu betrachten ist. Dies im Zusammenhang mit vielen der beobachteten Wechselmanöver, oft aber auch völlig unabhängig von diesen.

7.1.7 Qualitative Analyse - Kurzfassame

Resümierend lässt sich aus den umfassenden Videoanalysen in aller Kürze Folgendes ableiten:

- Längere Beschleunigungsstreifen hätten geholfen, einige der als kritisch oder zumindest als potenziell kritisch eingestuften Situationen zu "entschärfen", kaum aber, sie gänzlich zu vermeiden
- Das Hauptproblem, das zu diesen Situationen führte, ist in aller Regel unangemessenes Verhalten von zumindest einer / einem der beteiligten FahrzeuglenkerInnen, insbesondere
 - auf dem Beschleunigungsstreifen:
 - unnötig frühes Wechseln auf die Hauptfahrbahn vor herannahenden, schneller fahrenden Fahrzeugen,
 - wechseln mit unnötig geringem Abstand zu Fahrzeugen auf der Hauptfahrbahn,
 - nicht Annehmen von "Einfädelangeboten" (wegen Unsicherheit?);
 - auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn:
 - unnötig geringe Abstände zu voranfahrenden Fahrzeugen,
 - hohe Geschwindigkeiten.

8 ABLEITUNG VON EMPFEHLUNGEN UND VORSCHLÄGEN

Aus den Ergebnissen des Projekts:

- dem in den letzten 15 Jahren verbesserten Beschleunigungsvermögen der Pkw-Flotte (vgl. Kap. 2),
- dem Vergleich internationaler Richtlinien und Studien mit den österreichischen Verhältnissen (vgl. Kap. 3),
- den Erkenntnissen aus der quantitativen Analyse der an den vier Messstellen (vgl. Kap. 4 und 5) vor Ort erhobenen Daten (vgl. Kap. 6) sowie
- aus der qualitativen Analyse des Videomaterials hinsichtlich zumindest potenziell kritischer Situationen (vgl. Kap. 7),

sind nachfolgend eine Reihe von Empfehlungen und Vorschlägen abgeleitet. Dabei handelt es sich um allgemeine Empfehlungen zur Hebung der Verkehrssicherheit im Bereich von Landstraßenknoten mit Beschleunigungsstreifen (Kap. 8.1) und um Vorschläge, die die richtlinienmäßige Dimensionierung der Länge von Beschleunigungsstreifen betreffen (Kap. 8.2).

8.1 Allgemeine Empfehlungen

Die allgemeinen Empfehlungen leiten sich in erster Linie aus der qualitativen Analyse des Videomaterials ab:

- Maßnahmen zur **verbesserten Einhaltung von Tiefenabständen**:

Geringe Abstände zwischen hintereinanderfahrenden Fahrzeugen auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn erschweren das Einfädeln vom Beschleunigungsstreifen erheblich, wurden allerdings häufig beobachtet. Insbesondere auf schnell befahrenen Straßen sollten daher verstärkt Maßnahmen ergriffen werden, um das Abstandsverhalten im Annäherungsbereich zu Knoten zu verbessern. Beispielhaft angeführt (Abb. 8-1) seien hier Informationen mit appellierendem Charakter ("Zeig Anstand - Halt Abstand"⁶), mit warnendem (Verkehrszeichen StVO § 50 Z. 16 "Andere Gefahren" mit erläuternder Zusatztafel) oder auch drohendem Charakter (Hinweis auf Abstandsüberwachung; eine solche muss allerdings tatsächlich immer wieder erfolgen, da sich ansonsten erfahrungsgemäß die subjektive Ertappungswahrscheinlichkeit und damit das Verhalten nicht ändert).

⁶ Eigentlich entwickelt als Regel zum Infektionsschutz gegen Ansteckung mit dem Covid-Virus; sh. <https://meindorsten.de/zeig-anstand-halt-abstand/>



Abb. 8-1: Beispiele für Maßnahmen zur Verbesserung des Abstandsverhaltens

- Maßnahmen zur **verbesserten Einhaltung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit:**

Das Abschätzen der Geschwindigkeit (eigentlich des Geschwindigkeitsunterschieds) herannahender Fahrzeuge durch den Rückspiegel und damit der verbleibenden Zeit für einen Wechsel auf den Fahrstreifen der Hauptfahrbahn ist für LenkerInnen auf dem Beschleunigungstreifen anspruchsvoll. Insbesondere bei unerwartet hohen Geschwindigkeiten (weil weit über dem Tempolimit) steigt die Anfälligkeit für Fehleinschätzungen. Im Sinne der Verkehrssicherheit sollte daher vor allem im Annäherungsbereich zu Knoten die Einhaltung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit bereits proaktiv verbessert werden, also noch bevor sich gehäuft Unfälle ereignen. Das probateste Mittel hierzu ist die konsequente Geschwindigkeitsüberwachung, sei es durch fixe oder mobile Geräte an entsprechenden Stellen oder auch durch regelmäßige Vor-Ort-Kontrollen seitens der Exekutive.

- Maßnahmen für **mehr Rücksichtnahme beim Knoten:**

Mit dem Halbsatz *<Die Teilnahme am Straßenverkehr erfordert ständige Vorsicht und gegenseitige Rücksichtnahme; ...>* wurde mit der 23. StVO-Novelle 2011 der Vertrauensgrundsatz im § 3 Abs 1 um das sogenannte Rücksichtnahmegebot erweitert. Umso mehr ist es seither legitim, VerkehrsteilnehmerInnen an eine entsprechende Rücksichtnahme im Straßenverkehr zu erinnern bzw. diese auch einzufordern. Dies kann z.B. durch geeignete Beschilderung erfolgen. Ein Beispiel zeigt Abb. 8-2; dabei ist jedoch darauf zu achten, dass sich ein entsprechendes Zeichen ausreichend von Verkehrszeichen StVO § 53 Z. 23c "Fahrstreifenverminderung" (mit dem Text *<Einordnen lassen>*) unterscheidet, da es sich bei einem Beschleunigungstreifen nicht um eine Fahrstreifenverminderung handelt und das Reißverschlussystem nicht anzuwenden ist.

Vorschlag (2) **Verkehrsstärke auf dem Beschleunigungsstreifen**: eher nicht berücksichtigen

Die Verkehrsstärke auf dem Beschleunigungsstreifen ist in der RVS 03.05.12 keine Eingangsgröße für die Längendimensionierung von Beschleunigungsstreifen (vgl. Kap. 3.1). Zwar ergab die qualitative Analyse (vgl. Kap. 7.1.2 bis 7.1.5), dass oft mehr als nur ein Fahrzeug auf dem Beschleunigungsstreifen an den aufgefundenen zumindest potenziell kritischen Situationen beteiligt war. Da sie jedoch auch international keine Beachtung findet, scheint es dennoch angebracht, die Länge des Beschleunigungsstreifens auch weiterhin nicht von der Anzahl der auffahrenden Fahrzeuge abhängig zu machen, zumindest im Standardfall. Bei besonders hohen zu erwartenden Verkehrsstärken auf dem Beschleunigungsstreifen, insbesondere auch mit sehr ungleichmäßiger Verteilung (z.B. nach vorgelagerten Lichtsignalanlagen) kann jedoch eine "gesonderte Betrachtung" der Längendimensionierung durchaus zweckmäßig sein.

Vorschlag (3) **Schwerverkehrsanteile / -mengen**: eher nicht berücksichtigen

Die Anteile bzw. Mengen des Schwerverkehrs sind in der RVS 03.05.12 keine Eingangsgrößen für die Längendimensionierung von Beschleunigungsstreifen (vgl. Kap. 3.1) und auch international spielen sie keine Rolle (vgl. Kap. 3.3). Auch die Ausführungen zu Vorschlag (1) sprechen eher gegen ihre Berücksichtigung. Wegen des deutlich geringeren Beschleunigungsvermögens von Schwerverfahrzeugen gegenüber der Pkw-Flotte (vgl. Abb. 3-12) erschiene es grundsätzlich angebracht, die Anteile bzw. Mengen des Schwerverkehrs auf dem Beschleunigungsstreifen zu berücksichtigen. Täte man dies im Standardfall, wären allerdings rasch Längen des Beschleunigungsstreifens von 500 m und mehr erforderlich (vgl. Abb. 3-9). Wie zuvor bei den Verkehrsstärken auf dem Beschleunigungsstreifen kann jedoch eine "gesonderte Betrachtung" der Längendimensionierung bei sehr hohen zu erwartenden auffahrenden Schwerverkehrsmengen (z.B. im Nahbereich von Gewerbegebieten, von Kiesgruben oder auch von Lkw-Logistikzentren) durchaus zweckmäßig sein.

Vorschlag (4) **Geschwindigkeit auf Hauptfahrbahn**: eher V_{zul} anstatt V_P berücksichtigen

Die Projektierungsgeschwindigkeit V_P der Hauptfahrbahn ist – neben der Verkehrsstärke auf deren Geradeaus-Fahrestreifen – in der RVS 03.05.12 eine der beiden wesentlichen Eingangsgrößen für die Längendimensionierung von Beschleunigungsstreifen, auch international ist die Geschwindigkeit auf der Hauptfahrbahn immer ein Dimensionierungskriterium (vgl. Kap. 3.3). Wie in Kap. 3.1 näher erläutert, ist die einem Freilandstraßenabschnitt zuzuordnende V_P gemäß RVS 03.03.23 (FSV, 2014) nach oben

hin mit der jeweils zulässigen Höchstgeschwindigkeit V_{zul} "gedeckt". Bei Landstraßen mit gestreckter Linienführung und ohne Geschwindigkeitsbeschränkung gemäß § 52 Z. 10a StVO ist $V_{zul} = V_P = 100$ km/h. Die V_P ist nur dann geringer als die V_{zul} an der betreffenden Stelle, wenn von rund 85% der unbehindert fahrenden Pkw-LenkerInnen erwartet werden darf, dass sie aufgrund von Kurven mit kleinen Kreisbogenradien eine geringere Geschwindigkeit als V_{zul} wählen. Befindet sich ein Beschleunigungsstreifen in einem Straßenabschnitt mit einer dementsprechend V_P -reduzierenden kurvigen Linienführung ist jedoch von "besonderen Verhältnissen" auszugehen, z.B. was die (schlechten) Sichtbeziehungen betrifft. Hier einen standardmäßig kürzeren Längenbedarf eines Beschleunigungsstreifens anzunehmen, wie es die RVS 03.05.12 derzeit vorsieht, erscheint unplausibel. Insgesamt erscheint es plausibler und auch einfacher handhabbar, für die Geschwindigkeit auf der Hauptfahrbahn die im Knotenbereich zulässige Höchstgeschwindigkeit V_{zul} anstatt der gegebenenfalls durch eine kurvige Linienführung reduzierte V_P als Eingangsgröße anzusetzen. Zudem gilt die RVS 03.05.12 gemäß ihrem Anwendungsbereich außer auf Freilandstraßen "*in ihren grundsätzlichen Aussagen auch für Ortsgebiete*", für deren Straßen keine V_P vorgesehen ist.

Vorschlag (5) **Geschwindigkeit auf dem Beschleunigungsstreifen bzw. zu erreichende Manövergeschwindigkeit V_{MR}** : eher schon berücksichtigen

Während eine auf dem Beschleunigungsstreifen bis zum Wechsel auf die Hauptfahrbahn zu erreichende Geschwindigkeit in der RVS 03.05.12 keine Erwähnung findet, ist eine solche "Verflechtungsgeschwindigkeit" (hier als Manövergeschwindigkeit V_{MR} bezeichnet) international mehrfach als Eingangsgröße vorzufinden. Üblich dort ist, die V_{MR} mit 75% der auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn zu erwartenden Fahrzeuggeschwindigkeiten (gemäß Vorschlag (4) hier als V_{zul} bezeichnet) anzusetzen (vgl. Kap. 3.3). Eine gegenüber der V_{zul} um ein gewisses Maß reduzierte V_{MR} erscheint insofern naheliegend, als auf diese Weise zum einen die Differenz zwischen diesen beiden Geschwindigkeiten standardmäßig begrenzt wird. Zum anderen ist das Erreichen von V_{zul} bereits auf dem Beschleunigungsstreifen grundsätzlich nicht erforderlich, da

- gemäß der österreichischen Rechtsprechung dem Vorrangberechtigten "*eine geringfügige Ermäßigung seiner Geschwindigkeit*" durchaus zugemutet werden kann (vgl. Kap. 3.1) und, wie den Ausführungen zu Vorschlag (1) erwähnt,
- Fahrzeugpuls insbesondere bei hoher V_{zul} häufig mit einer geringeren Geschwindigkeit als V_{zul} unterwegs sind.

Insofern erscheint es zweckmäßig, in der RVS 03.05.12 neben der V_{zul} auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn auch eine im Standardfall zu erreichende Manövergeschwindigkeit V_{MR} auf dem Beschleunigungsstreifen als Eingangsgröße für dessen Längenbemessung vorzusehen. Auf die Frage, wie hoch V_{MR} angesetzt werden könnte, wird bei den Vorschlägen (9) und (10) noch eingegangen.

Vorschlag (6) **Differenzierung nach Knotenart:** eher nicht erforderlich

Die RVS 03.05.12 gilt für nicht lichtsignalgeregelte, plangleiche Knoten auf Freilandstraßen, wo also ein Beschleunigungsstreifen nach einem Einbiegebogen mit eher kleinem Radius noch im unmittelbaren Kreuzungsbereich beginnt. Dementsprechend sind am Beginn des Beschleunigungsstreifens die Fahrzeuggeschwindigkeiten (hier als Anfangsgeschwindigkeit V_A bezeichnet) gering. Zudem ist auf solchen Knoten insbesondere bei höheren Verkehrsstärken die V_{zul} häufig auf unter 100 km/h reduziert. Das vorliegende Projekt fokussierte jedoch auf Beschleunigungsstreifen mit zuführenden Rampenfahrbahnen als Teil von gemischten Knoten mit dementsprechend höheren Fahrzeuggeschwindigkeiten V_A am Beginn des Beschleunigungsstreifens. Eine Differenzierung nach Knotenart – plangleich versus gemischt – erscheint jedoch nicht erforderlich, da bei geeigneter Wahl der Einflussgrößen die Dimensionierung eines Beschleunigungsstreifens in der RVS 03.05.12 unabhängig von der Knotenart für geringe bis hohe V_A wie auch V_{zul} möglich ist (vgl. Vorschläge (8), (9) und (10)).

Vorschlag (7) **Fixe Länge für Beschleunigungsstreifen:** eher nicht zweckmäßig

Deutschland ($L_{ges} = 150$ m) und die Schweiz ($L_{ges} = 300$ m bei $V_P > 80$ km/h als Ausnahmefall) geben fixe Längen für einen Beschleunigungsstreifen auf eine Hauptfahrbahn mit nur einem Richtungsfahrstreifen vor (vgl. Kap. 3.2.1 und 3.2.2), ebenso die RVS 03.05.13 für gemischte und planfreie Knoten mit mehrstreifigen Richtungsfahrbahnen ($L_{ges} = 280 - 290$ m). Diese fixen Längen haben den Vorteil der Einheitlichkeit – die FahrzeuglenkerInnen sind es "gewohnt" und müssen sich nicht bei jedem Knoten neu auf die Gegebenheiten einstellen. Für die Dimensionierung von Beschleunigungsstreifen gemeinsam für gemischte und plangleiche Knoten mit sehr unterschiedlichen Anfangsgeschwindigkeiten V_A und zulässigen Höchstgeschwindigkeiten V_{zul} sind Fixvorgaben für die Längen jedoch zu unflexibel. Die Längen müssten entweder (höchst unwirtschaftlich) auf die ungünstigsten Verhältnisse ausgelegt sein (= sehr kleine V_A und hohe V_{zul}) oder sie wären in manchen Fällen zu kurz (und damit abträglich für die Verkehrssicherheit).

Vorschlag (8) **Mindestlängen für Beschleunigungsstreifen:** eher schon zweckmäßig

Der Grundsatz, dass es im Zweifelsfall besser ist, keinen Beschleunigungsstreifen anzuordnen als einen zu kurzen, ist in der Fachwelt bekannt und unbestritten und auch in der RVS 03.05.12 erwähnt (vgl. Kap. 3.1). Allerdings stellt sich die Frage, wo endet "zu kurz" bzw. beginnt "lang genug"? Dazu folgende Überlegungen:

- Liegt die Anfangsgeschwindigkeit V_A und die zulässige Höchstgeschwindigkeit V_{zul} bzw. die angestrebte Manövergeschwindigkeit V_M auf ähnlichem Niveau, bräuchte es grundsätzlich keine Beschleunigungsstrecke. Auffahrende LenkerInnen benötigen allerdings Zeit, um sich bezüglich der Verkehrsverhältnisse auf der Hauptfahrbahn zu orientieren und eine geeignete Möglichkeit zum Wechseln auf diesen zu finden. Finden sie eine solche nicht, kann es erforderlich sein, das Fahrzeug stark abzubremsen oder auch zum Stillstand zu bringen (wie es in der qualitativen Analyse in Kap. 7.1.2 bis 7.1.5 mehrfach beobachtet wurde). Beispielsweise benötigt es von 80 auf 0 km/h mit $a = -5 \text{ m/s}^2$ rund 50 m. Ebenso benötigen bevorrechtigte LenkerInnen auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn Zeit, ihre Geschwindigkeit gegebenenfalls etwas zu vermindern und auffahrenden Fahrzeugen das Einfädeln zu erleichtern. Beispielsweise benötigt eine Geschwindigkeitsreduktion um 20 km/h mit $a = -1,5 \text{ m/s}^2$ stets knapp 4 Sekunden (dies noch ohne Entscheidungszeit).
- Liegt die V_A unter der V_{zul} bzw. der angestrebten V_M , ist eine entsprechende Beschleunigungsstrecke erforderlich, welche eine Mindestlänge selbstverständlich deutlich übersteigen kann. Hier darf aber davon ausgegangen werden, dass sich die auffahrenden LenkerInnen im Rückspiegel bereits während des Beschleunigungsvorgangs bezüglich der Verkehrsverhältnisse auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn orientieren.

Vorgeschlagen wird, die Mindestlänge von Beschleunigungsstreifen auf eine gewisse Fahrzeit mit V_{zul} auszulegen. Beispiele für 5, 6 und 7 s zeigt Tab. 8-1. Diese Längen könnten stellvertretend für die mindestens erforderliche Summe aus Einfahrts- und Manöverstrecke $L_{ER} + L_{MR}$ gesehen werden. Für eine Gesamtlänge L_{ges} wäre noch die Verziehungsstrecke L_{ZR} (gemäß RVS 03.05.12 rund 60 bis 70 m) zu addieren (weitere Ausführungen zu L_{ZR} sh. Kap. 8.3).

Tab. 8-1: Erforderliche Strecken (gerundet) für 5, 6 und 7 Sekunden Fahrzeit mit zulässiger Höchstgeschwindigkeit V_{zul} [km/h]

V_{zul}	5 s	6 s	7 s
100	140 m	165 m	195 m
80	110 m	135 m	155 m
70	100 m	115 m	135 m
60	85 m	100 m	115 m

Vorschlag (9) **Variable Längen für Beschleunigungsstreifen:** eher schon zweckmäßig

Wie bei Vorschlag (7) angeführt, erscheinen fixe Längen für Beschleunigungsstreifen auf eine Hauptfahrbahn mit nur einem Richtungsfahstreifen zu unflexibel, da die Anforderungen je nach Knotenart, Anfangsgeschwindigkeiten V_A und zulässiger Höchstgeschwindigkeit V_{zul} stark variieren können. Demzufolge braucht es Annahmen für die Einflussgrößen auf die erforderlichen (variablen) Längen von Beschleunigungsstreifen. Im Wesentlichen sind dies Annahmen für die Anfangsgeschwindigkeiten V_A , die (angestrebten) Manövergeschwindigkeiten V_{MR} und die Beschleunigungen a , um V_{MR} zu erreichen. Dazu folgende Überlegungen:

- Gemäß Vorschlag (5) erscheint es keineswegs erforderlich, Beschleunigungsstreifen stets ausreichend lang zu gestalten, so dass sie bis zum Wechsel auf die Hauptfahrbahn standardmäßig das Erreichen der zulässigen Höchstgeschwindigkeit V_{zul} ermöglichen, sondern lediglich eine geringere Manövergeschwindigkeit V_{MR} . Bei einer hohen V_{zul} von 100 km/h betrüge mit der international anzutreffenden Annahme von 75% (vgl. Kap. 3.3) die V_{MR} 75 km/h. Wie die Messungen ergaben, liegen die mittleren Geschwindigkeiten von Lkw und Bussen (bzw. den ihnen nachfolgenden Fahrzeugpulks) häufig um rund 80 km/h (vgl. Kap. 6.2.3). Ist die V_{zul} geringer, 80 km/h oder weniger, werden erfahrungsgemäß auch die Geschwindigkeitsdifferenzen zwischen Lkw, Bussen und Pkw geringer und die mittleren Geschwindigkeiten (auch von Fahrzeugpulks) nähern sich immer weiter an die V_{zul} an oder können sie sogar überschreiten. Insofern erscheint es immer weniger zweckmäßig, die V_{MR} kleiner als die V_{zul} anzusetzen, je geringer die V_{zul} wird.
- Die Anfangsgeschwindigkeiten V_A hängen naheliegenderweise von der Linienführung der zuführenden Strecke vor dem Beginn eines Beschleunigungsstreifens ab. Wird für diesen in Anlehnung an Vorschlag (8) eine Mindestlänge festgelegt, erscheint der international angetroffene Ansatz, die Stelle für die Ermittlung der V_A in diese zuführende Strecke verlagern zu können (vgl. Kap. 3.2.2 und 3.2.5), als wenig zweckmäßig. Vielmehr sollten in diesem Fall Werte für V_A tatsächlich für den Beginn des Beschleunigungsstreifens gelten. Als unterer Grenzwert für V_A darf wohl eine Geschwindigkeit von

20 km/h angenommen werden, da eine solche auch bei kleinen Einbiegeradien vor einem Beschleunigungsstreifen bei einem plangleichen Knoten leicht erreichbar ist (selbst bei einer geringen Anfangsbeschleunigung von nur 2 m/s^2 werden 20 km/h in nur 15 m erreicht). Nach oben hin kann die V_A bei entsprechend gestreckter Linienführung einer ausreichend langen zuführenden Rampe, wie jene bei der Messstelle Gföhl 2 (vgl. Kap. 6.2.5) ohne weiteres im Bereich der V_{zul} liegen. Werte zwischen diesen Grenzen, welche unmittelbar als Grundlage für die Längendimensionierung von Beschleunigungsstreifen verwendbar wären, sind dem AutorInnenteam jedoch nicht bekannt – hier besteht weiterer Forschungsbedarf. NICHT für die Ermittlung von V_A herangezogen darf jedenfalls die Projektierungsgeschwindigkeit V_P , denn diese – in Anlehnung an die 85%-Geschwindigkeit frei fahrender Pkw – repräsentiert die *schnelleren* Fahrzeuge einer Geschwindigkeitsverteilung (vgl. Kap. 3.1). Maßgeblich für die erforderliche Länge von Beschleunigungsstreifen sollten jedoch die *langsameren* Fahrzeuge einer Geschwindigkeitsverteilung sein oder allenfalls die *mittleren*.

- Auch die Frage von anzusetzenden Beschleunigungen a ist nicht einfach zu beantworten, da
 - unterschiedliche Werte für a vor allem bei großen Abweichungen zwischen V_A und V_{MR} rasch zu sehr unterschiedlichen Längenerfordernissen führen,
 - realistische Beschleunigungswerte nicht konstant sind, sondern bei geringen Geschwindigkeiten weit höher als bei hohen (vgl. Kap. 3.2.5)
 - vor allem Schwerfahrzeuge erheblich längere Strecken als Pkw benötigen, um eine gewisse Geschwindigkeit (z.B. V_{MR}) zu erreichen (vgl. Kap. 3.2.5),
 - auch bei dem in den letzten 15 Jahren gestiegenen Beschleunigungsvermögen der Pkw-Flotte (vgl. Kap. 2) keineswegs angenommen werden darf, dass LenkerInnen das Beschleunigungsvermögen ihrer Fahrzeuge tatsächlich ausschöpfen und
 - es innerhalb der Pkw-Flotte nach wie vor vergleichsweise schwach motorisierte Pkw gibt (vgl. Kap. 2.2).

In internationalen Richtlinien angeführte Werte reichen von $1,0 \text{ m/s}^2$ in der Schweiz (Kap. 3.2.2) bis maximal $1,2 \text{ m/s}^2$ in Polen (Kap. 3.2.6). Diese Werte sind durch Yang (2017) für Pkw im Bereich von etwa 60 bis 80 km/h im 50%-Perzentil bestätigt. Über 80 km/h liegen die Beschleunigungswerte jedoch eher darunter und bis 60 km/h z.T. deutlich darüber. Yang ermittelte von 0 auf rund 75 km/h bei einer nur kurzen verfügbaren Beschleunigungsstrecke allerdings sogar Werte von im Mittel etwas über $1,4 \text{ m/s}^2$, während bei einer langen verfügbaren Beschleunigungsstrecke mit $1,0 \text{ m/s}^2$ wesentlich

gemächlicher beschleunigt wurde (vgl. Kap. 3.2.5). Diese Größenordnung ergab sich auch bei den Messungen entlang der Rampe bei der Messstelle Gföhl 2 (vgl. Kap. 6.2.5). Das 85%-Perzentil (= die Beschleunigungswerte, die von 85% der von Yang gemessenen Pkw erreicht wurden) liegt um zumindest $0,5 \text{ m/s}^2$ (bei hohen Geschwindigkeiten) bis 1 m/s^2 (bei geringen Geschwindigkeiten) unter dem 50%-Perzentil.

In den Abb. 8-3 bis Abb. 8-6 sind für unterschiedliche Geschwindigkeiten (zum Beschleunigen von Geschwindigkeit auf Geschwindigkeit) die erforderlichen Strecken und der zugehörige Zeitbedarf für Beschleunigen mit $a = 1,2$ und $1,0 \text{ m/s}^2$ sowie die 50%- und 85%-Perzentilen gemäß Yang (2017) grafisch dargestellt.

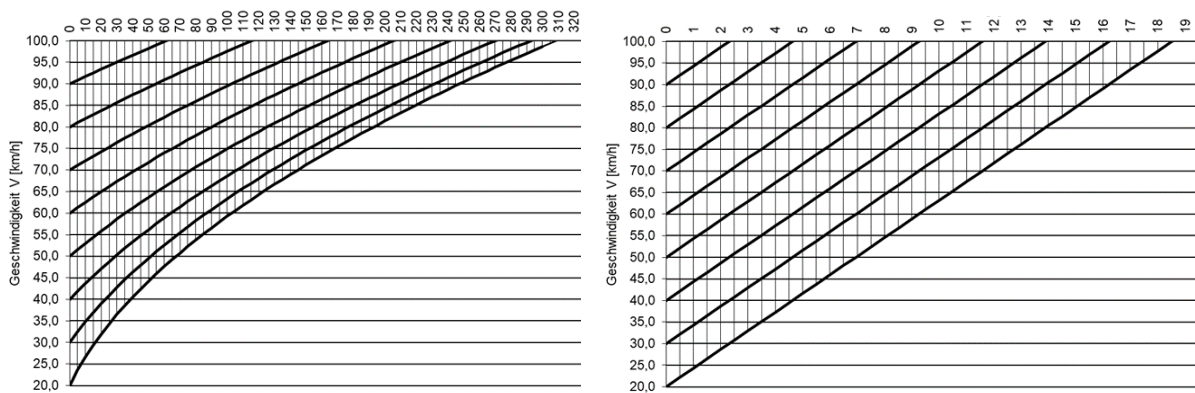


Abb. 8-3: Erforderliche Strecken [m] (links) und zugehöriger Zeitbedarf [s] (rechts) zum Beschleunigen mit $a = 1,2 \text{ m/s}^2$ für unterschiedliche Geschwindigkeiten

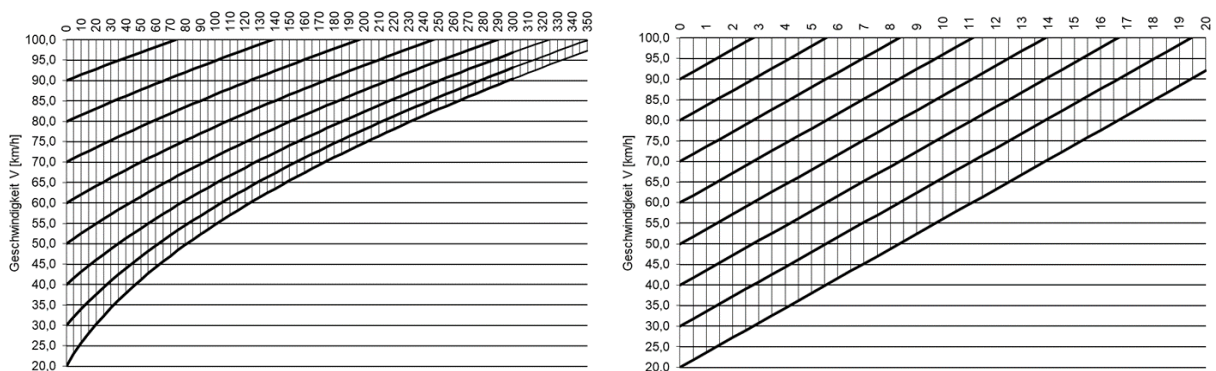


Abb. 8-4: Erforderliche Strecken [m] (links) und zugehöriger Zeitbedarf [s] (rechts) zum Beschleunigen mit $a = 1,0 \text{ m/s}^2$ für unterschiedliche Geschwindigkeiten

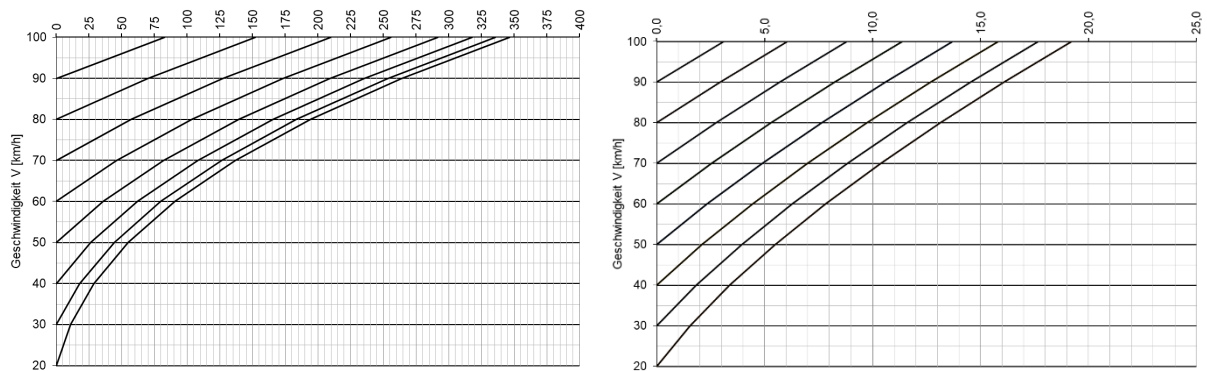


Abb. 8-5: Erforderliche Strecken [m] (links) und zugehöriger Zeitbedarf [s] (rechts) zum Beschleunigen mit a = 50%-Perzentile gem. Yang (2017)

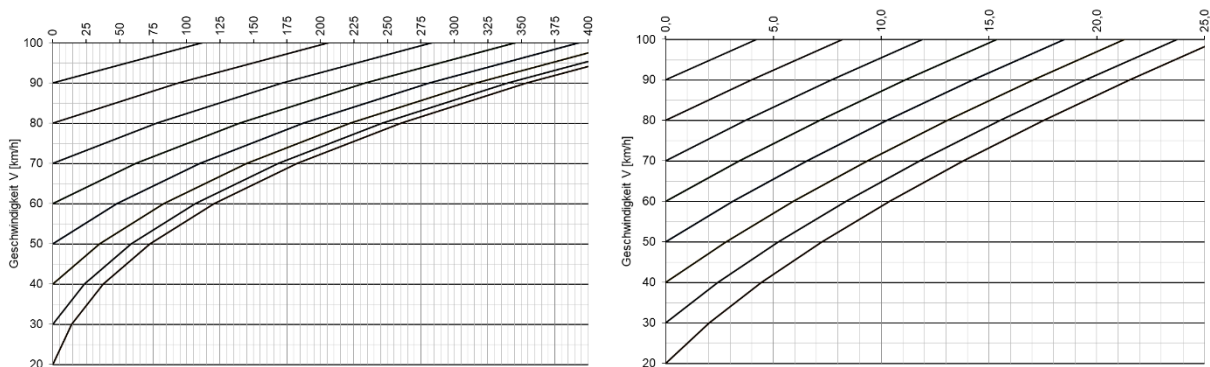


Abb. 8-6: Erforderliche Strecken [m] (links) und zugehöriger Zeitbedarf [s] (rechts) zum Beschleunigen mit a = 85%-Perzentile gem. Yang (2017)

Werte für verschiedene Geschwindigkeitspaare aus den Abbildungen (erforderliche Strecken L und Zeitbedarf t_B von Anfangsgeschwindigkeiten V_A bis zum Erreichen einer Manövergeschwindigkeiten V_M) sind in Tab. 8-2 zusammengestellt. Zum Vergleich sind auch die gemäß RVS 03.05.12 erforderlichen Längen $L_{ER}+L_{MR}$ sowie eine Mindestlänge gemäß Vorschlag (8) für z.B. 6 s Fahrzeit mit einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit V_{zul} angeführt. Tab. 8-2 lässt sich wie folgt interpretieren:

- Für eine sehr hohe V_{MR} ($= V_{zul}$) von 100 km/h und eine geringe V_A von 20 km/h (Beschleunigungsstreifen beginnt unmittelbar an einem plangleichen Knoten) sind alle erforderlichen Beschleunigungsstrecken länger als die Maximalwerte gemäß RVS 03.05.12 für die höchsten Verkehrsstärken. Dies – außer bei mit $a = 1,2 \text{ m/s}^2$ – auch noch bei $V_A = 40 \text{ km/h}$. Für eine hohe V_A von 80 km/h hingegen sind die erforderlichen Beschleunigungsstrecken z.T. kürzer als die Mindestlänge gemäß RVS 03.05.12 bzw. meistens wohl auch zu kurz, um auffahrenden LenkerInnen ausreichend Zeit für die Orientierung zu bieten. In diesem Fall würde sich die Festlegung einer Mindestlänge gemäß Vorschlag (8) anbieten. Für eine V_A von 60 km/h sind die

meisten erforderlichen Beschleunigungsstrecken etwa im Bereich der RVS 03.05.12 für mittlere bis hohe Verkehrsstärken.

Tab. 8-2: Erforderliche Strecken L und Zeitbedarf t_B (gerundete Werte) für unterschiedliche Anfangsgeschwindigkeiten V_A, Manövergeschwindigkeiten V_M und Beschleunigungen a

von V _A [km/h]	auf V _{MR} [km/h]	a = 1,2 m/s ²		a = 1,0 m/s ²		a gem. Yang (2017) 50%-Perzentil		a gem. Yang (2017) 85%-Perzentil		
		erf. L	erf. t _B [s]	erf. L	erf. t _B [s]	erf. L	erf. t _B [s]	erf. L	erf. t _B [s]	
20	100	310 m	18,5	370 m	22	350 m	19	475 m	26	
40		270 m	14	325 m	17	320 m	16	430 m	21	
60		205 m	9,5	250 m	11	255 m	11	345 m	15,5	
80		115 m	4,5 ^{**})	140 m	5,5 [*])	150 m	6 [*])	205 m	8	
erforderlich L _{ER} +L _{MR} gem. RVS 03.05.12 für V _P = 100 km/h, je nach Verkehrsstärke: 150 bis 300 m										
Mindestlänge gem. Vorschlag (8) für z.B. 6 s Fahrzeit mit V _{zul} = 100 km/h: 165 m										
20	80	195 m	14	230 m	17	195 m	13	260 m	17,5	
40		155 m	9,5	185 m	11	165 m	10	220 m	13	
60		90 m	4,5 ^{**})	110 m	5,5 [*])	105 m	5,5 [*])	140 m	7	
70		50 m	2,5 ^{**})	60 m	3 ^{**})	60 m	3 ^{**})	80 m	4 ^{**})	
erforderlich L _{ER} +L _{MR} gem. RVS 03.05.12 für V _P = 80 km/h, je nach Verkehrsstärke: 150 bis 250 m										
Mindestlänge gem. Vorschlag (8) für z.B. 6 s Fahrzeit mit V _{zul} = 80 km/h: 135 m										
20	60	105 m	9,5	125 m	11	95 m	8	130 m	10,5	
30		85 m	7	105 m	8,5	80 m	6,5 [*])	105 m	8,5	
40		65 m	4,5 ^{**})	80 m	5,5 [*])	60 m	4,5 ^{**})	85 m	6 [*])	
50		35 m	2,5 ^{**})	45 m	3 ^{**})	35 m	2,3 ^{**})	50 m	3 ^{**})	
erforderlich L _{ER} +L _{MR} gem. RVS 03.05.12 für V _P = 60 km/h, je nach Verkehrsstärke: 150 bis 200 m										
Mindestlänge gem. Vorschlag (8) für z.B. 6 s Fahrzeit mit V _{zul} = 60 km/h: 100 m										

*) Eventuell zu kurz für ausreichende Orientierungszeit

***) Sicher zu kurz für ausreichende Orientierungszeit

- Für eine V_{MR} von 80 km/h und eine geringe V_A von 20 oder 40 km/h liegen die erforderlichen Beschleunigungsstrecken zwischen Minimal- und Maximalwert gemäß RVS 03.05.12 – außer jener mit a = 85%-Perzentil gemäß Yang (2017), welche den Maximalwert knapp übersteigt – und unterschreiten auch nicht die Mindestlänge für z.B. 6 s Fahrzeit mit V_{zul} = 80 km/h. Ab einer V_A von 60 km/h hingegen sind die erforderlichen Beschleunigungsstrecken kürzer als die Mindestlänge gemäß RVS 03.05.12 und i.d.R. auch zu kurz, um auffahrenden LenkerInnen ausreichend Zeit für die Orientierung zu bieten. Eine Mindestlänge gemäß Vorschlag (8) für z.B. 6 s Fahrzeit mit V_{zul} = 80 km/h ist in fast allen Fällen unterschritten. Die Festlegung einer

Mindestlänge ab einer V_A von 60 km/h könnte also hier als einheitliche Vorgabe für die Längendimensionierung von Beschleunigungsstreifen dienen.

- Für eine V_{MR} von 60 km/h sind alle erforderlichen Beschleunigungsstrecken kürzer als die Mindestlänge gemäß RVS 03.05.12. Auch die Mindestlänge für z.B. 6 s Fahrzeit mit $V_{zul} = 60$ km/h ist – außer bei $V_A = 20$ km/h – in fast allen Fällen unterschritten. Für eine $V_{MR} = 60$ km/h könnte bei einer V_A ab 40 km/h also durchaus generell eine Mindestlänge als einheitliche Vorgabe für die Längendimensionierung von Beschleunigungsstreifen festgelegt werden.

Vorschlag (10) **Kombination von Einflussgrößen für variable Längen für Beschleunigungsstreifen**: eher schon zweckmäßig

Tab. 8-3 zeigt beispielhaft, wie aus den vorgenannten Vorschlägen abgeleitete verschiedene Einflussgrößen auf die Längendimensionierung von Beschleunigungsstreifen kombiniert werden könnten. Dazu folgende Annahmen:

- Zugrunde gelegt ist ein "Standardfall" (gestreckte Linienführung mit guten Sichtbeziehungen, keine nennenswerte Längsneigung, keine Besonderheiten bei der Verkehrszusammensetzung u.dgl.). Bei größeren Abweichungen von einem solchen Standardfall wären gesonderte Betrachtungen erforderlich.
- Die Verkehrsstärken und -zusammensetzung (Schwerverkehrsmengen bzw. -anteile) werden nicht berücksichtigt (vgl. Vorschläge (1) bis (3)).
- Es erfolgt keine Differenzierung nach Knotenart (vgl. Vorschlag (6)).
- Die zulässige Höchstgeschwindigkeit V_{zul} (vgl. Vorschlag (4)), die Manövergeschwindigkeit V_{MR} (vgl. Vorschlag (5)) und die Anfangsgeschwindigkeit V_A (vgl. Vorschlag (8)) sind die wesentlichen Einflussgrößen:
 - Bei einer V_{zul} über 80 km/h beträgt die V_{MR} ebenfalls 80 km/h.
 - Bei einer V_{zul} bis 80 km/h ist die V_{MR} ident mit der V_{zul} .
- Die Mindestlänge wird nach unten mit einer bestimmten Fahrzeit mit V_{zul} (hier 6 s) begrenzt (vgl. Vorschlag (8)).
- Die Beschleunigung a wird als durchschnittlicher (konstanter) Wert von V_A bis V_{MR} angenommen. Bei einer sehr kleinen V_A ist der Wert allerdings größer (hier $1,2$ m/s² bei 20 km/h) als bei einer höheren V_A (hier $1,0$ m/s² ab 40 km/h) (vgl. Vorschlag (9)).

○ **Tab. 8-3: Beispielhafte Kombination verschiedener Einflussgrößen auf die Längendimensionierung von Beschleunigungsstreifen**

V_{zul} [km/h]	V_A [km/h]	V_{MR} [km/h]	mit z.B.	$L_{ER} + L_{MR}$	L_{ges} mit $L_{ZR} = 60$ m	L_{ges} mit $L_{ZR} = 30$ m
100	≥80	≥80	6 s mit V_{zul}	165 m	225 m	195 m
	60	80	6 s mit V_{zul}	165 m	225 m	195 m
	40		$a = 1,0 \text{ m/s}^2$	185 m	245 m	215 m
	20		$a = 1,2 \text{ m/s}^2$	195 m	255 m	225 m
erforderlich $L_{ER}+L_{MR}$ gem. RVS 03.05.12 für $V_P = 100$ km/h und Verkehrsstärke Q_G 300 bis 600 Kfz/h				225 m	285 m	255 m
80	≥60	80	6 s mit V_{zul}	135 m	195 m	165 m
	40		$a = 1,0 \text{ m/s}^2$	185 m	245 m	215 m
	20		$a = 1,2 \text{ m/s}^2$	195 m	255 m	225 m
	erforderlich $L_{ER}+L_{MR}$ gem. RVS 03.05.12 für $V_P = 80$ km/h und Verkehrsstärke Q_G 300 bis 600 Kfz/h				200 m	260 m
60	≥40	60	6 s mit V_{zul}	100 m	160 m	130 m
	20		$a = 1,2 \text{ m/s}^2$	105 m	165 m	135 m
	erforderlich $L_{ER}+L_{MR}$ gem. RVS 03.05.12 für $V_P = 60$ km/h und Verkehrsstärke Q_G 0 bis 300 Kfz/h				150 m	210 m

Mit diesen Annahmen ergibt sich gemäß Tab. 8-3 folgende Situation für die Summe aus Einfahrstrecke L_{ER} und Manöverstrecke L_{MR} :

- Bei einer V_{zul} von 100 km/h wird ab einer V_A von 60 km/h eine Mindestlänge von 165 m schlagend. Bei einer geringeren V_A von 40 bzw. 20 km/h nimmt die Länge des Beschleunigungsstreifens auf 185 bzw. 195 m zu. Gemäß RVS 03.05.12 wäre hier bei einer Verkehrsstärke auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn Q_G von 300 bis 600 Kfz/h eine Länge von 225 m erforderlich.
- Bei einer V_{zul} von 80 km/h wird ebenfalls ab einer V_A von 60 km/h eine Mindestlänge schlagend, hier 135 m. Bei einer geringeren V_A von 40 bzw. 20 km/h nimmt die Länge des Beschleunigungsstreifens – wegen derselben V_{MR} von 80 km/h wie oben – auch auf 185 bzw. 195 m zu. Gemäß RVS 03.05.12 wäre hier bei einer Verkehrsstärke auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn Q_G von 300 bis 600 Kfz/h eine Länge von 200 m erforderlich.
- Bei einer V_{zul} von 60 km/h wird ab einer V_A von 40 km/h eine Mindestlänge schlagend, hier 100 m. Auch bei einer geringeren V_A von 20 km/h nimmt die Länge des Beschleunigungsstreifens kaum mehr zu, hier um 5 m auf 105 m. Gemäß RVS 03.05.12 wäre hier jedenfalls eine Länge von 150 m erforderlich bzw. ab einer Verkehrsstärke auf dem Fahrstreifen der Hauptfahrbahn Q_G von 300 Kfz/h 175 m und ab 600 Kfz/h 200 m.

In Tab. 8-3 sind zusätzlich die resultierenden Gesamtlängen der Beschleunigungsstreifen L_{ges} angegeben, einmal mit einer Länge der Verziehungsstrecke L_{ZR} von 60 m (diese ergibt sich mit dem Verziehungsmaß 1:20 gemäß RVS 03.05.12 bei einer Breite des Beschleunigungsstreifens von 3,0 m) und einmal mit 30 m (vgl. Kap. 8.3).

8.3 Rückkopplung der Vorschläge mit dem Arbeitsausschuss Knotenpunkte der FSV

Die Empfehlungen und Vorschläge des Kap. 8.2 wurden von Projektmitarbeitern dem für die RVS 03.05.12 verantwortlichen Arbeitsausschuss Knotenpunkte der Forschungsgesellschaft Straße-Schiene-Verkehr (FSV) in einer eigens einberufenen Arbeitsausschusssitzung am 23.5.2022 präsentiert. In einer weiteren Sitzung einige Wochen später (5.7.2022) erfolgte eine intensive Rückkopplungsrunde dazu. Die Ergebnisse dieser Gespräche lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

- Sämtliche Vorschläge wurden positiv aufgenommen bzw. für Wert befunden, bei einer Überarbeitung der RVS 03.05.12 in Betracht gezogen zu werden.
- Bestätigt wurde, dass für die Vorgabe verschiedener Einflussgrößen, z.B. der Anfangsgeschwindigkeit V_A , vermutlich weitere Forschungsarbeit erforderlich sein wird.
- Es wurde auch der Umgang mit Längsneigungen im Bereich des Beschleunigungsstreifens thematisiert. Die Wirkung von Längsneigungen auf die möglichen Beschleunigungswerte a (Berücksichtigung der Längsneigung s [%] mit $a \pm s/10$) müsse ab einem gewissen Ausmaß der Längsneigung berücksichtigt werden. Dazu ist in Kap. 3.2.5 erwähnt, dass im AASHTO Green Book (AASHTO, 2018) für Längsneigungen von 3% bis 6% eigene Tabellen existieren. Darüber hinaus kann das vorliegende Projekt jedoch keine Erkenntnisse zur Berücksichtigung der Längsneigung liefern.
- Einigkeit herrschte darüber, dass es für Dimensionierungsvorgaben von Beschleunigungsstreifen auch in anderen "besonderen Situationen" als bei nennenswerten Längsneigungen, wie z.B. in kurvigen Abschnitten und / oder bei schlechten Sichtbeziehungen, bei besonders hohen Mengen / Anteilen von Schwerfahrzeugen und / oder Langsamfahrzeugen oder bei besonders hohen / ungleichmäßig verteilten Verkehrsstärken auf dem Beschleunigungsstreifen vielfach noch an Grundlagenkenntnissen fehle.
- Zu den variablen Längen für Beschleunigungsstreifen wurde angemerkt, dass diese zwar sehr wohl erforderlich sein werden, doch die Variabilität nicht zu komplex sein sollte, um eine unkomplizierte die Anwendung der RVS mit einer guten Vergleichbarkeit der Dimensionierungsergebnisse zu gewährleisten.

- Die Länge der Verziehungsstrecke L_{ZR} wurde diskutiert. Seitens des AA Knotenpunkte wurde insbesondere hinterfragt, ob das Verziehungsmaß 1:20 bzw. die resultierende Länge von 60 bis 70 m tatsächlich notwendig sei bzw. ob nicht mit einer deutlich kürzeren Verziehungsstrecke das Auslangen gefunden werden könne, z.B. 30 m wie in Deutschland (vgl. Kap. 3.2.1). Eine längere Verziehungsstrecke bietet LenkerInnen auf dem Beschleunigungsstreifen eine gewisse Längenreserve für ihr Fahrstreifenwechsel- oder ggf. Anhalte-manöver. Eine kürzere Verziehungsstrecke macht das Ende des Beschleunigungsstreifens optisch besser wahrnehmbar und bedeutet weniger Ressourcenverbrauch bei der Errichtung. Verschiedene Möglichkeiten zur Nutzung dieser Vorteile wurden diskutiert. Z.B. könne der Vorteil der optischen Hervorhebung durch eine raschere Verziehung der Randlinie vor einer mit einer Sperrfläche markierten Zusatzlänge erfolgen, die zugleich den Vorteil einer "stillen Längenreserve" darstellt. Das vorliegende Projekt kann dazu jedoch keine Entscheidungsgrundlage liefern.
- Eine Differenzierung zwischen den Knotenarten plangleich und gemischt erscheint aus technischer Sicht nicht notwendig (vgl. Vorschlag (6)). Innerhalb des RVS-Richtlinienwerks ist jedoch für plangleiche Knoten die RVS 03.05.12 (FSV, 2007) anzuwenden und für gemischte und planfreien Knoten die RVS 03.05.13 (FSV, 2001). Diese geht allerdings immer von zumindest zwei Richtungsfahrstreifen der Hauptfahrbahn aus und einer hohen V_{zul} von i.d.R. 130 km/h. Im Sinn der Anwendungsbereiche der Richtlinien müsste bei Beschleunigungsstreifen also durchaus nach der Knotenart – plangleich versus gemischt – differenziert werden. Dies kann jedoch unterbleiben, da
 - in der RVS 03.05.13, die in überarbeiteter Fassung kurz vor der Veröffentlichung steht, die Dimensionierung eines Beschleunigungsstreifens auf eine Hauptfahrbahn mit nur einem Richtungsfahrstreifen völlig neu behandelt werden müsste,
 - in der RVS 03.05.13 auf die Anwendung der RVS 03.05.12 verwiesen werden kann, sobald dort die Vorgaben für die Dimensionierung von Beschleunigungsstreifen auf eine Hauptfahrbahn mit nur einem Richtungsfahrstreifen als Teil von gemischten Knoten festgelegt sind. Formal kann dies recht einfach durch eine sogenannte Abänderung erfolgen.

9 ZUSAMMENFASSUNG

Das ursprüngliche Ziel des Projekts war es, die Angemessenheit der österreichischen Richtlinienvorgaben zur Bemessung von Verzögerungs- und Beschleunigungsstreifen bei nicht lichtsignalgeregelten Knoten von Freilandstraßen zu überprüfen. Sehr früh im Projektlauf

wurde das Untersuchungsgebiet auf gemischte Knoten von Landesstraßen mit einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 100 km/h und ohne größere Längsneigung eingeschränkt, wo vom Beschleunigungsstreifen aus auf nur genau einen durchgehenden Richtungsfahrstreifen eingefädelt werden kann. Dies erfolgte in enger Abstimmung mit der Auftraggeberseite, für die es hier besonders fraglich ist, inwieweit auch kürzere Längen von Beschleunigungsstreifen als die derzeit gemäß RVS 03.05.12 (FSV, 2007) vorgegebenen vertretbar sein könnten, ohne Einbußen in der Verkehrssicherheit hinnehmen zu müssen.

Das Projekt wurde in folgenden Schritten abgewickelt bzw. wurden folgende Methoden angewendet:

- Untersuchung der Entwicklung des Beschleunigungsvermögens von Pkw anhand von Veränderungen des Gewichts und der Motorleistung in den letzten rund 15 Jahren.
- Übersicht über den nationalen wie auch internationalen Umgang mit der Dimensionierung von Beschleunigungsstreifen.
- Vor-Ort-Erhebungen der Verkehrsabläufe im Bereich der Beschleunigungsstreifen an vier gemischten Knoten von Landesstraßen in Niederösterreich, je eine Woche lang mittels Radarsensorik und Videoaufzeichnungen.
- Quantitative Analyse der Daten (u.a. mittels Trajektorienanalyse) hinsichtlich der Verkehrsstärken und Geschwindigkeiten im Knotenbereich generell sowie des Beschleunigungs- und Geschwindigkeitsverhaltens von Fahrzeugen auf dem Beschleunigungsstreifen im Speziellen.
- Qualitative Analyse des Videomaterials mittels Sichtung von gezielt ausgewählten Stichproben, wo über 70 Fälle von subjektiv zumindest potenziell kritischen Situationen im Zusammenhang mit Fahrzeugen auf dem Beschleunigungsstreifen aufgefunden, detailliert beschrieben und zusammenfassend beurteilt wurden. Daraus abgeleitet wurden allgemeine Empfehlungen zur Hebung der Verkehrssicherheit im Bereich von Landstraßenknoten mit Beschleunigungsstreifen.

Aus den gewonnenen Erkenntnissen des Projekts wurden für die Adaptierung der richtlinienmäßigen Dimensionierung der Länge von Beschleunigungsstreifen in der RVS 03.05.12 für den Standardfall eines Knotens folgende 10 Vorschläge inklusive einer ausführlichen Begründung erarbeitet:

- (1) Verkehrsstärke auf der Hauptfahrbahn: eher nicht berücksichtigen
- (2) Verkehrsstärke auf dem Beschleunigungsstreifen: eher nicht berücksichtigen
- (3) Schwerverkehrsanteile / -mengen: eher nicht berücksichtigen

- (4) Geschwindigkeit auf Hauptfahrbahn: eher die zulässige Höchstgeschwindigkeit V_{zul} anstatt die Projektierungsgeschwindigkeit V_P gemäß RVS 03.03.23 (FSV, 2014) berücksichtigen
- (5) Geschwindigkeit auf dem Beschleunigungsstreifen bzw. zu erreichende Manövergeschwindigkeit V_{MR} : eher schon berücksichtigen
- (6) Differenzierung nach Knotenart: eher nicht erforderlich
- (7) Fixe Länge für Beschleunigungsstreifen: eher nicht zweckmäßig
- (8) Mindestlängen für Beschleunigungsstreifen: eher schon zweckmäßig
- (9) Variable Längen für Beschleunigungsstreifen: eher schon zweckmäßig
- (10) Kombination von Einflussgrößen für variable Längen für Beschleunigungsstreifen: eher schon zweckmäßig

Diese Vorschläge wurden mit dem für die RVS 03.05.12 verantwortlichen Arbeitsausschuss Knotenpunkte der Forschungsgesellschaft Straße-Schiene-Verkehr intensiv diskutiert und rückgekoppelt. Vom Arbeitsausschuss wurden sämtliche Vorschläge für Wert befunden, bei einer Überarbeitung der RVS 03.05.12 in Betracht gezogen zu werden.

Zudem wurde allfälliger weiterer Forschungsbedarf geortet, dies bereits für den Standardfall z.B. im Zusammenhang mit der von der Linienführung des Einbiegebogens / der zuführenden Rampe abhängigen Anfangsgeschwindigkeit V_A am Beginn des Beschleunigungsstreifens. Doch insbesondere zu Dimensionierungsvorgaben von Beschleunigungsstreifen in "besonderen Situationen", die von einem Standardfall deutlich abweichen, fehle es vielfach noch an Grundlagenkenntnissen.

10 QUELLEN

AASHTO – American Association of State Highway and Transportation Officials (2018): A Policy on Geometric Design of Highways and Streets. 7th edition, Washington, D.C.

Berger W. J. (2007): Potenziale der Einführung von Tempolimit 80 km/h auf Landstraßen in Österreich. Straßenverkehrstechnik 8.2007 (S. 409-416).

FGSV – Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen:

Richtlinie für die Anlage von Landstraßen RAL. Ausgabe 2012, Köln.

Richtlinien für die Anlage von Straßen (RAS), Teil Knotenpunkte (RAS-K), Abschnitt 1: Plangleiche Knotenpunkte RAS-K-1. Ausgabe 1988, Köln.

FSV – Forschungsgesellschaft Straße-Schiene-Verkehr, Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen (RVS):

RVS 03.01.11: Beurteilung des Verkehrsablaufs auf Straßen. Ausgabe 1. Juli 2012, Wien.

RVS 03.03.23: Linienführung und Trassierung. Ausgabe 1. August 2014, Wien.

RVS 03.05.12: Plangleiche Knoten – Kreuzungen, T-Kreuzungen. Ausgabe 1. März 2007, Wien.

RVS 03.05.13: Gemischte und planfreie Knoten. Ausgabe März 2001, Wien.

RVS 03.05.13: Gemischte und planfreie Knoten. Begutachtungsentwurf 01.2021, Wien.

Helmers E. (2015): Die Modellentwicklung in der deutschen Autoindustrie: Gewicht contra Effizienz. Gutachten, Umwelt-Campus Birkenfeld der Hochschule Trier, Trier.

Highways England (2020): Design Manual for Roads and Bridges: CD 123 Geometric design of at-grade priority and signal-controlled junctions. London.

Kraftfahrbundesamt: Neuzulassungen von Pkw in den Jahren 2010 bis 2019 nach technischen Merkmalen.

https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Neuzulassungen/Motorisierung/fz_n_motorisierung_archiv/2019/2019_n_motorisierung_pkw_zeitreihe_techn_merkmale.html?nn=2593862

Zugriff am: 18.01.2021.

Mako, E. (2021): Persönliche Information.

Miletics D. (2016): Külterületi csomóponti többletsávok biztonsági hatásának vizsgálata. (Untersuchung der Sicherheitsauswirkungen von mehrstreifigen Fahrbahnen bei Vorort-Kreuzungen.) Dissertation, Széchenyi István Universität, Győr.

Minister Infrastruktury (2020): WRD-32-2 – Wytyczne projektowania węzłów drogowych, Elementy węzłów (Gestaltungsrichtlinien für Straßenkreuzungen, Kreuzungselemente). Warszawa.

Minister za promet (2009): Nr. 007-196/2008/23-0031075 – Pravilnik o cestnih priključkih na javne ceste (Verordnung zu Straßenverbindungen öffentlicher Straßen)

Qi Y., Zhao Q., Liu S., Qu W. Li J. (2019): Determination of freeway acceleration lane length for smooth and safe truck merging. Final Report of 2018 Project 13, CAMMSE – Center for Advanced Multimodal Mobility, Solutions and Education, Charlotte.

Seo and Web Ltd. (2020). Technische Daten Volkswagen Golf VII 1.6 TDI (110 PS) 2013, 2014, 2015, 2016, 2017. Online: <https://www.auto-data.net/de/volkswagen-golf-vii-1.6-tdi-110hp-20424>. Zugriff am 18.11.2020.

SETRA (1999): Aménagement des carrefours interurbains sur les routes principales – Guide Technique. Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes (Amt für Technische Untersuchungen für Straßen und Autobahnen), Bagneux.

Statistik Austria (2004): FN_Personenkraftwagen_Jahr_2004.

Statistik Austria (2009): FN_Personenkraftwagen_Jahr_2009.

Statistik Austria (2014): FN_Personenkraftwagen_Jahr_2014.

Statistik Austria (2019): FN_Personenkraftwagen_Jahr_2019.

Statistik Austria (2005, 2010, 2015, 2020): Kfz-Statistik. Online:

http://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_umwelt_innovation_mobilitaet/verkehr/straesse/kraftfahrzeuge_-_neuzulassungen/index.html. Zugriff am: 18.11.2020.

Ungarische Straßengesellschaft, Spezifikationen für straßentechnischen Vorgaben e-UT:

e-UT 03.01.11 (2008): Entwurf von Straßen

e-UT 03.03.21 (2005) Bemessung und Gestaltung von niveaugleichen Straßenkreuzungen

e-UT 03.03.22 (2005) Entwurf und Bemessung von niveaugleichen Straßenkreuzungen.

e-UT 03.03.41 (2004) Entwurf von niveaufreien Anschlussstellen.

van der Horst R., Hogema J. (1993): Time-to-collision and Collision Avoidance Systems. In: Safety Evaluation of Traffic Systems: Traffic Conflicts and Other Measures; Proceedings of the 6th ICTCT-Workshop, Salzburg (S. 109-121).

VSS – Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute, REGnorm:

VSS 40 251: Knoten, Knotenelemente. Ausgabe 2019-06.

VSS 40 261: Knoten, Kreuzungsfreie Knoten. Ausgabe 2019-06.

VSS 40 262: Knoten, Knoten in einer Ebene (ohne Kreisverkehr). Ausgabe 2020-12.

Yang G. (2017): Acceleration Characteristics Study and Acceleration Lane Length Design for Metered Ramps. Dissertation, University of Nevada, Reno.

11 ANHANG

Nachfolgend finden sich die detaillierten Beschreibungen der bei der qualitativen Analyse (Kap. 7) aufgefundenen sicherheitsmäßig bedenklichen Situationen im Zusammenhang mit Fahrzeugen auf dem Beschleunigungsstreifen bei den vier Messstellen:

Gföhl 1: 22 Fälle

Gföhl 2: 21 Fälle

Maissau 1: 14 Fälle

Maissau 2: 15 Fälle

Die Fälle an der betreffenden Messstelle sind in chronologischer Folge nach dem Vorbeifahrzeitpunkt des letzten an der Situation beteiligten Fahrzeugs vom Beschleunigungsstreifen unmittelbar nach dessen Ende geordnet. Bei den Beschreibungen sind die Fahrzeuge entsprechend ihrer Abfolge nach dem Ende des Beschleunigungsstreifens nummeriert.

In den Tabellen sind folgende Abkürzungen verwendet:

Anz. Anzahl

BS Beschleunigungsstreifen

BS Anf. BS in Höhe von dessen Anfang

FS Richtungsfahrstreifen der Hauptfahrbahn

FS Anf. Richtungsfahrstreifen der Hauptfahrbahn in Höhe BS Anf.

FS Ende Richtungsfahrstreifen der Hauptfahrbahn in Höhe unmittelbar nach Ende
des Beschleunigungsstreifens

FZ Fahrzeug

MC Microcar

LW Lieferwagen

PKWmA PKW mit Anhänger

RBg Radbagger

SLZ Sattelastzug

TmA Traktor mit Anhänger

Gföh1

Tag	Zeit FS Ende	FZ pro 15 min		BS		FS		Wechsel BS zu FS		Bremsen von FZ		Geschwindigkeit ca. km/h			TTC [s]	Einstufung Situation (kritisch/potenziell kritisch)	Einstufung Relevanz für Länge BS (hoch/mittel/wenig)	Fall Nr.
		auf BS	auf FS	Anz. FZ	Art FZ	Anz. FZ	Art FZ	ca. m nach Sperrlinie	vor / zw. / nach FZ auf FS	auf BS	auf FS	BS Anf.	FS Anf.	FS Ende				
26.05.2021	17:13:22	16	133	3	TmA + PKW2 + PKW3	1	PKW1	TmA 70 PKW3 70 PKW2 110	vor + nach	J	J	40	90	40	-	kritisch	wenig	G1-1
Beschreibung Situation				PKW2 und PKW3 bremsen auf BS leicht hinter TmA, der vor mit ca. 90 km/h herannahendem PKW1 früh von BS auf FS wechselt; dieser muss auf ca. 40 km/h stark abbremesen und hält geringen Abstand zu TmA; PKW2 und 3 wechseln mit geringem Abstand hinter PKW1 von BS auf FS.														
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Ein (deutlich) längerer BS hätte Traktor ev. veranlasst, PKW1 noch passieren zu lassen.														
26.05.2021	17:25:53	12	156	1	PKW2	3	PKW1 + LW + PKW3	120	zw.	N	J	50	90-95	90, 70	-	potenziell kritisch	wenig	G1-2
Beschreibung Situation				PKW2 wechselt vor Beginn der Verziehung knapp hinter etwas schneller, dicht hintereinander fahrenden PKW1 und LW von BS auf FS, PKW3 verzögert leicht, hält aber ausreichend Abstand.														
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Ein (deutlich) längerer BS hätte es PKW2 ev. ermöglicht, erst hinter PKW3 auf FS zu wechseln.														
26.05.2021	17:53:38	6	111	2	PKW1 + LW2	9	PKWmA + LW1 + PKW2 bis PKW8	PKW1 50 LW2 120	PKW1 vor LW2 zw.	J	J	40	75	60	-	kritisch	mittel	G1-3
Beschreibung Situation				PKW1 wechselt vor einer schneller fahrenden Fahrzeugkolonne früh von BS auf FS; PKWmA + LW1 + PKW2 bis 5 müssen deutlich abbremesen und halten z.T. geringe Anstände zueinander; LW2 bremst auf dem BS, um knapp hinter ebenfalls bremsendem PKW5 vor Beginn der Verziehung von BS auf FS zu wechseln; die nachfolgenden PKW6 bis 8 müssen ebenfalls deutlich bremsen und halten z.T. geringe Anstände zueinander.														
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Ein längerer BS hätte PKW1 ev. veranlasst, anstatt vor erst später – mit dann weniger Geschwindigkeitsdifferenz – zwischen den FZ von BS auf FS zu wechseln; das deutliche Abbremesen aller nachfolgenden FZ hätte ev. unterbleiben können.														
26.05.2021	17:54:58	6	111	1	PKW1	3	LW + PKW2 + 3	60	vor	N	J	40	90	60-75	-	potenziell kritisch	wenig	G1-4
Beschreibung Situation				PKW1 wechselt vor deutlich schneller herannahendem LW früh von BS auf FS, LW muss deutlich abbremesen und hält geringen Abstand zu PKW1; die nachfolgenden PKW2 und 3 müssen ebenfalls deutlich abbremesen, halten aber ausreichend Abstand zu LW.														

Tag	Zeit FS Ende	FZ pro 15 min		BS		FS		Wechsel BS zu FS		Bremsen von FZ		Geschwindigkeit ca. km/h			TTC [s]	Einstufung Situation (kritisch/potenziell kritisch)	Einstufung Relevanz für Länge BS (hoch/mittel/wenig)	Fall Nr.
		auf BS	auf FS	Anz. FZ	Art FZ	Anz. FZ	Art FZ	ca. m nach Sperrlinie	vor / zw. / nach FZ auf FS	auf BS	auf FS	BS Anf.	FS Anf.	FS Ende				
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Ein (deutlich) längerer BS hätte PKW1 ev. veranlasst, erst hinter PKW3 auf FS zu wechseln.														
27.05.2021	10:27:04	10	93	1	LKW	4	PKW1 bis PKW4	70	vor	N	J	40	80	65-70	-	potenziell kritisch	wenig	G1-5
Beschreibung Situation				LKW wechselt vor deutlich schneller, mit ca. 80 km/h herannahenden PKW1 bis 4 früh von BS auf FS; alle PKW müssen deutlich abbremsen, halten aber ausreichend Abstand zueinander.														
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Auch ein deutlich längerer BS hätte für LKW nicht ausgereicht, um alle vier PKW mit unverminderter Geschwindigkeit vor dem Wechsel auf den FS passieren zu lassen.														
27.05.2021	16:18:58	21	130	2	PKW3 + LW2	6	SLZ + PKW1 + PKW2 + LW1 + PKW4 + 5	PKW3 + LW2 140	zw.	J	N	40, 50	70-85	70-75	-	potenziell kritisch	wenig	G1-6
Beschreibung Situation				PKW3 wechselt am Beginn der Verziehung mit geringem Abstand zwischen etwa gleichschnell fahrenden PKW2 und LW1 von BS auf FS; LW2 auf dem BS fährt erst auf selber Höhe wie LW1 auf dem FS, bremst dann ab und wechselt am Beginn der Verziehung mit geringem Abstand zwischen LW1 und PKW4.														
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Auch ein (deutlich) längerer BS hätte aufgrund der langen FZ-Kolonne hinter dem SLZ vermutlich zu einer vergleichbaren Situation geführt.														
27.05.2021	16:20:03	21	130	1	TmA	5	PKW1 bis PKW5	130	vor	N	J	40	75-85	40-45	-	potenziell kritisch	wenig	G1-7
Beschreibung Situation				TmA wechselt vor Beginn der Verziehung mit ca. 45 km/h vor PKW1 von BS auf FS; dieser und die nachfolgenden PKW bremsen aus ca. 75-85 km/h zeitgerecht ab, halten aber z.T. geringen Abstand zueinander.														
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Auch ein (deutlich) längerer BS hätte aufgrund der langen PKW-Kolonne vermutlich zu einer vergleichbaren Situation geführt.														
27.05.2021	16:34:45	12	146	2	LWmA + PKW2	6	PKW1 + PKW3 bis PKW7	LWmA 120 PKW2 80	LWmA vor PKW2 zw.	N	J	40	60-70	60	-	potenziell kritisch	wenig	G1-8
Beschreibung Situation				LWmA wechselt mit ca. 60 km/h vor etwa gleichschnell fahrendem PKW1 vor Beginn der Verziehung von BS auf FS, dahinter wechselt PKW2 vor PKW3; dieser und die ihm nachfolgenden PKW müssen unterschiedlich stark abbremsen und halten z.T. geringe Anstände zueinander.														
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Auch ein (deutlich) längerer BS hätte aufgrund der langen PKW-Kolonne vermutlich zu einer vergleichbaren Situation geführt.														
27.05.2021	17:31:46	13	146	1	TmA	3	LW + PKW1 + 2	160	zw.	N	J	40	95	50	-	kritisch	hoch	G1-9

Tag	Zeit FS Ende	FZ pro 15 min		BS		FS		Wechsel BS zu FS		Bremsen von FZ		Geschwindigkeit ca. km/h			TTC [s]	Einstufung Situation (kritisch/potenziell kritisch)	Einstufung Relevanz für Länge BS (hoch/mittel/wenig)	Fall Nr.	
		auf BS	auf FS	Anz. FZ	Art FZ	Anz. FZ	Art FZ	ca. m nach Sperrlinie	vor / zw. / nach FZ auf FS	auf BS	auf FS	BS Anf.	FS Anf.	FS Ende					
Beschreibung Situation				TmA wechselt am Ende der Verziehung knapp hinter mit ca. 95 km/h fahrendem LW, aber vor ebenso schnell herannahenden PKW1 und PKW2, diese müssen auf ca. 50 km/h stark abbremsen und halten geringen Abstand zu eingefädeltm Traktor.															
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Bei einem längeren BS hätten PKW2 und PKW3 vor dem Wechsel des Traktors auf den FS ungebremst passieren können.															
27.05.2021	17:55:26	18	119	1	TmA	1	PKW	150	vor	N	J	40	100	50	-	potenziell kritisch	hoch	G1-10	
Beschreibung Situation				TmA wechselt in der Verziehung mit ca. 50 km/h vor PKW von BS auf FS; dieser bremst aus ca. 100 km/h frühzeitig ab und lässt TmA einordnen, hält aber geringen Abstand zu TmA.															
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Bei einem längeren BS hätte PKW vor dem Wechsel des Traktors auf den FS ungebremst passieren können.															
28.05.2021	13:49:08	10	145	1	PKW2	2	PKW1 + PKW3	140	zw.	J	J	50	90-105	70-85	-	kritisch	hoch	G1-11	
Beschreibung Situation				PKW2 fährt auf dem BS in der Absicht, den mit ca. 105 km/h fahrenden PKW1 auf FS passieren zu lassen, bremst zu diesem Zweck vor dem Ende des BS leicht ab und wechselt in der Folge mit ca. 70 km/h am Beginn der Verziehung knapp vor PKW3 von BS auf FS; dieser muss stark abbremsen und hält geringen Abstand zu PKW2.															
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Ein längerer BS hätte es PKW2 ermöglicht, erst hinter PKW3 auf FS zu wechseln.															
28.05.2021	14:14:09	14	127	1	MC	4	PKW1 bis PKW4	50	vor	N	J	45	80-100	55	-	potenziell kritisch	wenig	G1-12	
Beschreibung Situation				MC wechselt mit ca. 50 km/h früh von BS auf FS, die schneller herannahendem PKW2 bis 4 müssen abbremsen, halten aber ausreichend Abstand zueinander.															
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Ein (deutlich) längerer BS hätte MC ev. veranlasst, erst hinter PKW1 bis PKW4 auf FS zu wechseln.															
28.05.2021	15:38:39	11	125	2	PKW2 + PKW4	7	LWmA + PKW1 + LW1 + PKW3 + LW2 + PKW5 + 6	PKW2 140 PKW4 120	zw.	J	N	50	75-80	75	-	potenziell kritisch	wenig	G1-13	
Beschreibung Situation				PKW2 bremst leicht auf dem BS, um PKW1 passieren zu lassen und knapp hinter ihm in der Verziehung von BS auf FS zu wechseln; PKW4 wechselt knapp hinter PKW3 und knapp vor LW2 vor Beginn der Verziehung von BS auf FS; PKW5 und PKW6 bremsen leicht, halten aber ausreichend Abstand.															

Tag	Zeit FS Ende	FZ pro 15 min		BS		FS		Wechsel BS zu FS		Bremsen von FZ		Geschwindigkeit ca. km/h			TTC [s]	Einstufung Situation (kritisch/potenziell kritisch)	Einstufung Relevanz für Länge BS (hoch/mittel/wenig)	Fall Nr.
		auf BS	auf FS	Anz. FZ	Art FZ	Anz. FZ	Art FZ	ca. m nach Sperrlinie	vor / zw. / nach FZ auf FS	auf BS	auf FS	BS Anf.	FS Anf.	FS Ende				
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Auch ein (deutlich) längerer BS hätte aufgrund der langen FZ-Kolonne vermutlich zu einer vergleichbaren Situation geführt.														
28.05.2021	16:13:35	8	147	1	PKW3	2	PKW1 + 2	160	nach	J	J	50	100-110	50-55, 30	-	kritisch	hoch	G1-14
Beschreibung Situation				PKW3 fährt mit ca. 50 km/h auf dem BS und beginnt auf etwa halber Höhe zu bremsen, um deutlich schneller herannahende PKW1 und PKW2 auf FS passieren zu lassen; PKW1 bremst jedoch ebenfalls, um PKW3 einordnen zu lassen, sodass auch der nachfolgende PKW2 stark abbremst muss. PKW3 bremst weiter ab, hält im Bereich der Verziehung nahezu an und wechselt erst auf FS, nachdem PKW1 und PKW2 ihn mit ca. 50 km/h passiert haben.														
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Ein längerer BS hätte das Missverständnis zwischen PKW1 und PKW3 – beide bremsen – vermutlich vermieden; PKW3 hätte die PKW1 und PKW2 auf FS ungebremst passieren lassen können, ohne seine Geschwindigkeit nennenswert zu reduzieren.														
29.05.2021	10:29:55	10	68	3	PKW1 + PKW2 + PKW6	5	PKWmA + PKW3 bis PKW5 + PKW7	PKW1 + PKW2 + PKW6 60	zw.	N	J	40	70-80	80, 70, 60	-	potenziell kritisch	wenig	G1-15
Beschreibung Situation				PKW1 wechselt dicht gefolgt von PKW2 mit ca. 40 km/h deutlich hinter PKWmA früh von BS auf FS, PKW3 bis PKW5 müssen leicht bremsen, halten aber ausreichend Abstand. PKW6 wechselt hinter PKW5 und vor PKW7 ebenfalls früh von BS auf FS, dieser muss abbremst und hält geringen Abstand zu PKW6.														
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Für PKW1 und PKW2 hätte auch ein (deutlich) längerer BS aufgrund der langen PKW-Kolonne vermutlich zu einer vergleichbaren Situation geführt; ein längerer BS hätte PKW6 ev. veranlasst, erst hinter PKW7 auf FS zu wechseln.														
29.05.2021	11:24:13	8	77	1	PKW2	2	PKW1 + PKW3	140	zw.	N	J	25	75	70-80	0,84	potenziell kritisch	wenig	G1-16
Beschreibung Situation				Nasse Fahrbahn: PKW2 fährt mit ca. 60 km/h auf dem BS, lässt den etwas schneller fahrenden PKW1 auf dem FS passieren und wechselt am Beginn der Verziehung knapp hinter diesem von BS auf FS; der nachfolgende PKW3 bremst leicht, hält aber ausreichend Abstand zu PKW2.														
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Ein (deutlich) längerer BS hätte es PKW2 ev. ermöglicht, erst nach PKW3 auf FS zu wechseln.														
31.05.2021	17:13:56	13	125	1	Motorroller	2	PKW1 + PKW2	150	vor	N	N	35	90-95	95	-	potenziell kritisch	mittel	G1-17
Beschreibung Situation				Motorroller wechselt mit ca. 80 km/h in der Verziehung von BS auf FS; der mit ca. 95 km/h herannahende PKW1 schert nach links bis zur Mittelmarkierung aus und überholt den Motorroller beim Einordnen; PKW2 überholt ihn erst deutlich später auf dem FS.														
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Ein längerer BS hätte es dem Motorroller ermöglicht, zwischen PKW1 und PKW2 auf FS zu wechseln anstatt auf nahezu gleicher Höhe mit PKW1.														

Tag	Zeit FS Ende	FZ pro 15 min		BS		FS		Wechsel BS zu FS		Bremsen von FZ		Geschwindigkeit ca. km/h			TTC [s]	Einstufung Situation (kritisch/potenziell kritisch)	Einstufung Relevanz für Länge BS (hoch/mittel/wenig)	Fall Nr.
		auf BS	auf FS	Anz. FZ	Art FZ	Anz. FZ	Art FZ	ca. m nach Sperrlinie	vor / zw. / nach FZ auf FS	auf BS	auf FS	BS Anf.	FS Anf.	FS Ende				
01.06.2021	11:52:39	10	81	1	PKW1	2	LW + PKW2	130	vor	N	J	30	80	60	-	potenziell kritisch	wenig	G1-18
Beschreibung Situation				PKW1 wechselt mit ca. 60 km/h vor Beginn der Verziehung vor LW von BS auf FS; dieser und der nachfolgende PKW2 bremsen aus ca. 80 km/h frühzeitig ab und lassen mit ausreichend Abstand zueinander PKW1 einordnen.														
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Ein (deutlich) längerer BS hätte es PKW1 ev. ermöglicht, erst hinter LW und PKW2 auf FS zu wechseln.														
01.06.2021	17:19:58	19	126	1	PKW1	1	PKW2	110	vor	N	J	50	95	90	-	potenziell kritisch	wenig	G1-19
Beschreibung Situation				PKW1 wechselt mit ca. 70 km/h vor PKW2 von BS auf FS; PKW2 muss abbremmen und hält geringen Abstand zu PKW1.														
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Ein (deutlich) längerer BS hätte PKW1 ev. veranlasst, erst hinter PKW2 auf FS zu wechseln.														
01.06.2021	17:50:40	14	124	1	PKW4	6	SLZ + PKW1 + PKW2 + LW1 + PKW3 + LW2	130	nach	J	N	40	70-80	80, 50	-	potenziell kritisch	wenig	G1-20
Beschreibung Situation				PKW4 fährt langsam, mit ca. 40 km/h, auf dem BS und bremst weiter ab, um SLZ und nachfolgende FZ-Kolonnen passieren zu lassen; wechselt erst nach LW2 in langsamer Fahrt vor Beginn der Verziehung von BS auf FS. Anmerkung: Die Situation war grundsätzlich problemlos, hätte allerdings kritisch werden können, wenn – wie in anderen Fällen – jemand aus der Kolonne abgebremst hätte, um PKW4 einordnen zu lassen.														
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Ein längerer BS hätte es PKW4 eventuell ermöglicht, eine höhere Geschwindigkeit bis zum Wechsel auf FS beizubehalten.														
01.06.2021	18:08:13	8	135	2	PKW5 + PKW6	4	PKW1 bis PKW4	PKW5 130 PKW6 100	nach	J	N	60	90	95, 65	-	potenziell kritisch	wenig	G1-21
Beschreibung Situation				PKW5 und PKW6 fahren langsam hintereinander, mit ca. 40 km/h, auf dem BS, um PKW1 bis PKW3 passieren zu lassen; PKW5 beschleunigt kurz und bremst dann wieder ab, um auch den mit etwas Abstand folgenden PKW4 passieren zu lassen; danach wechseln PKW5 und PKW6 zeitgleich in langsamer Fahrt von BS auf FS. Anmerkung: Die Situation war grundsätzlich problemlos, hätte allerdings kritisch werden können, wenn – wie in anderen Fällen – jemand aus der Kolonne abgebremst hätte, um PKW5 und PKW6 einordnen zu lassen.														
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Ein längerer BS hätte es PKW5 und PKW6 ermöglicht, eine höhere Geschwindigkeit bis zum Wechsel auf FS beizubehalten.														

Tag	Zeit FS Ende	FZ pro 15 min		BS		FS		Wechsel BS zu FS		Bremsen von FZ		Geschwindigkeit ca. km/h			TTC [s]	Einstufung Situation (kritisch/potenziell kritisch)	Einstufung Relevanz für Länge BS (hoch/mittel/wenig)	Fall Nr.
		auf BS	auf FS	Anz. FZ	Art FZ	Anz. FZ	Art FZ	ca. m nach Sperrlinie	vor / zw. / nach FZ auf FS	auf BS	auf FS	BS Anf.	FS Anf.	FS Ende				
01.06.2021	18:08:29	8	135	1	PKW2	3	PKW1 + PKW3 + 4	80	zw.	N	J	50	75, 90	70-80	0,48	potenziell kritisch	wenig	G1-22
Beschreibung Situation				PKW2 wechselt mit ca. 75 km/h mit geringem Abstand zwischen den etwa gleichschnell fahrenden PKW1 und PKW3 von BS auf FS; der deutlich schneller nachfolgende PKW4 muss deutlich abbremesen, hält aber ausreichend Abstand zu PKW3.														
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Ein längerer BS hätte PKW2 ev. veranlasst, erst hinter PKW4 auf FS zu wechseln.														

Gföhl2

Tag	Zeit FS Ende	FZ pro 15 min		BS		FS		Wechsel BS zu FS		Bremsen von FZ		Geschwindigkeit ca. km/h			TTC [s]	Einstufung Situation (kritisch/potenziell kritisch)	Einstufung Relevanz für Länge BS (hoch/mittel/wenig)	Fall Nr.
		auf BS	auf FS	Anz. FZ	Art FZ	Anz. FZ	Art FZ	ca. m nach Sperrlinie	vor / zw. / nach FZ auf FS	auf BS	auf FS	BS Anf.	FS Anf.	FS Ende				
26.05.2021	16:42:15	19	74	2	PKW2 + LW	2	PKW1 + PKW3	PKW2 + LW 100	zw.	N	J	70	80, 120	80-90	1,92	potenziell kritisch	wenig	G2-1
Beschreibung Situation				PKW1 fährt mit ca. 80 km/h auf dem FS, PKW2 wechselt etwa gleichschnell fahrend knapp hinter PKW1 von BS auf FS und hält geringen Abstand; der schneller näherkommende PKW3 bremst ab und hält ausreichend Abstand zu PKW2, LW wechselt etwa gleichschnell fahrend knapp hinter PKW3 von BS auf FS und hält geringen Abstand.														
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Ein (deutlich) längerer BS hätte PKW2 und LW ev. veranlasst, mit größerem Abstand zu PKW1 und PKW3 auf FS zu wechseln.														
26.05.2021	18:19:24	7	41	2	PKW2 + 4	3	PKW1 + PKW3 + 5	PKW2 50 PKW4 100	zw.	N	J	90	100	100, 80	1,16	potenziell kritisch	wenig	G2-2
Beschreibung Situation				PKW1, 3 und 5 fahren mit ca. 100 km/h und ausreichend Abstand zueinander auf dem FS; PKW2 wechselt etwa gleichschnell fahrend knapp hinter PKW1 früh von BS auf FS, PKW4 wechselt etwas später ebenfalls etwa gleichschnell fahrend knapp hinter PKW3 von BS auf FS; PKW5 bremst ab und hält ausreichend Abstand zu eingefädelttem PKW4.														
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Ein längerer BS hätte vermutlich nichts am Wechsel von BS auf FS jeweils knapp hinter dem PKW auf dem FS geändert.														
27.05.2021	06:55:07	36	110	1	PKW	1	LW	150	nach	N	N	110	105	100	-	potenziell kritisch	mittel	G2-3
Beschreibung Situation				PKW fährt mit ca. 100 km/h auf dem BS neben auf dem FS etwa gleichschnell fahrendem LW, wechselt am Beginn der Verziehung knapp hinter LW von BS auf FS und hält geringen Abstand.														

Tag	Zeit FS Ende	FZ pro 15 min		BS		FS		Wechsel BS zu FS		Bremsen von FZ		Geschwindigkeit ca. km/h			TTC [s]	Einstufung Situation (kritisch/potenziell kritisch)	Einstufung Relevanz für Länge BS (hoch/mittel/wenig)	Fall Nr.
		auf BS	auf FS	Anz. FZ	Art FZ	Anz. FZ	Art FZ	ca. m nach Sperrlinie	vor / zw. / nach FZ auf FS	auf BS	auf FS	BS Anf.	FS Anf.	FS Ende				
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Ein längerer BS hätte PKW ev. veranlasst, mit größerem Abstand zu LW auf FS zu wechseln.														
27.05.2021	13:14:40	11	66	1	PKW2	1	PKW1	80	nach	J	N	85	100	90-100	1,24	potenziell kritisch	wenig	G2-4
Beschreibung Situation				PKW2 fährt mit ca. 100 km/h auf dem BS neben auf dem FS etwas langsamer fahrendem PKW1, bremst leicht und wechselt knapp hinter PKW1 von BS auf FS.														
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Ein (deutlich) längerer BS hätte PKW1 ev. veranlasst, mit größerem Abstand zu PKW2 auf FS zu wechseln.														
28.05.2021	06:48:31	35	100	2	PKW2 + PKW4	2	PKW1 + PKW3	PKW2 50 PKW4 60	zw. + nach	J	N	100	90	85-90	-	kritisch	wenig	G2-5
Beschreibung Situation				PKW1 und PKW3 fahren mit ca. 90 km/h und ausreichend Abstand zueinander auf dem FS; der auf dem BS schneller näherkommende PKW2 bremst deutlich, wechselt knapp hinter PKW1 weiterhin bremsend früh von BS auf FS und hält geringen Abstand; dahinter bremst PKW4 ebenfalls auf dem BS, wechselt knapp hinter PKW3 früh von BS auf FS und hält ebenfalls geringen Abstand.														
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Ein (deutlich) längerer BS hätte PKW2 ev. ermöglicht, weiter zu beschleunigen und vor PKW1 von BS auf FS zu wechseln sowie PKW4 ev. veranlasst, mit größerem Abstand zu PKW3 auf FS zu wechseln.														
28.05.2021	08:17:14	23	87	3	PKW3 + PKW4 + LW	4	SLZ + PKW1 + PKW2 + PKW5	PKW3 110 PKW4 80 LW 50	zw.	N	J	75	80-90	70-80	1,4	potenziell kritisch	wenig	G2-6
Beschreibung Situation				SLZ fährt mit ca. 80 km/h auf dem FS, PKW1 folgt mit geringem Abstand; der schneller nachfolgende PKW2 muss abbremsen, hält aber ausreichend Abstand; PKW3 wechselt deutlich vor Beginn der Verziehung knapp hinter dem bremsenden PKW2 von BS auf FS und dahinter der mit anfangs ausreichend Abstand, aber höherer Geschwindigkeit folgende PKW4; auf dem FS bremst dieser deutlich ab und hält geringen Abstand zu PKW3; PKW5 folgt mit ausreichend Abstand, knapp hinter ihm wechselt LW etwa gleichschnell fahrend früh von BS auf FS und hält geringen Abstand.														
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Auch ein (deutlich) längerer BS hätte vermutlich zu einer vergleichbaren Situation geführt.														
28.05.2021	15:33:49	14	81	1	PKWmA	2	PKW1 + PKW2	100	nach	N	N	90	100-105	100-105	0,48	potenziell kritisch	wenig	G2-7
Beschreibung Situation				PKWmA fährt mit ca. 100 km/h auf dem BS neben etwas schneller fahrendem PKW2, der auf dem FS mit ausreichend Abstand PKW1 folgt, und wechselt deutlich vor Beginn der Verziehung knapp hinter PKW2 von BS auf FS.														
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Ein (deutlich) längerer BS hätte PKWmA ev. veranlasst, mit größerem Abstand zu PKW2 auf FS zu wechseln.														

Tag	Zeit FS Ende	FZ pro 15 min		BS		FS		Wechsel BS zu FS		Bremsen von FZ		Geschwindigkeit ca. km/h			TTC [s]	Einstufung Situation (kritisch/potentiell kritisch)	Einstufung Relevanz für Länge BS (hoch/mittel/wenig)	Fall Nr.
		auf BS	auf FS	Anz. FZ	Art FZ	Anz. FZ	Art FZ	ca. m nach Sperrlinie	vor / zw. / nach FZ auf FS	auf BS	auf FS	BS Anf.	FS Anf.	FS Ende				
30.05.2021	12:43:26	7	30	1	PKW3	5	PKW1 + PKW2 + PKW4 bis PKW6	110	zw.	N	N	80	80	80	1,44	potenziell kritisch	wenig	G2-8
Beschreibung Situation				PKW1, 2, 4, 5 und 6 fahren mit ca. 80 km/h auf dem FS mit ausreichend Abstand zueinander; PKW3 wechselt etwa gleichschnell fahrend deutlich vor Beginn der Verziehung knapp hinter PKW2 von BS auf FS.														
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Auch ein (deutlich) längerer BS hätte aufgrund der nachfolgenden PKW4 bis 6 möglicherweise zu einer vergleichbaren Situation geführt.														
30.05.2021	18:38:12	9	84	1	PKW5	4	PKW1 bis PKW4	170	nach	J	J	110	120, 95-105	80-90, 50	1,48	potenziell kritisch	hoch	G2-9
Beschreibung Situation				PKW5 fährt bremsend auf dem BS, um deutlich schneller herannahenden PKW1 auf FS passieren zu lassen; PKW1 bremsst ebenfalls kurz, um PKW5 einordnen zu lassen; PKW5 bremsst jedoch weiter ab und hält am Beginn der Verziehung an, wo ihn die mit deutlichem Abstand auf dem FS folgenden PKW2 und 3 passieren sowie, nach 6 Sekunden Stillstand, PKW4; danach wechselt PKW5 mäßig beschleunigend von BS auf FS. Anmerkung: Die Situation war grundsätzlich problemlos, hätte allerdings kritisch werden können, wenn PKW1 weiter abgebremst hätte oder der inzwischen langsam fahrende PKW5 nach PKW1 doch von BS auf FS gewechselt hätte.														
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Ein längerer BS hätte das Missverständnis zwischen PKW1 und PKW5 – beide bremsen – vermutlich vermieden bzw. es PKW5 ermöglicht, vor PKW2 von BS auf FS zu wechseln.														
31.05.2021	05:49:05	19	124	1	PKW1	5	LW1 bis LW3 + PKW2 + 3	80	zw.	N	N	80	105	100	0,92	potenziell kritisch	wenig	G2-10
Beschreibung Situation				LW1 bis PKW3 fahren mit ca. 100 km/h und ausreichend Abstand zueinander auf dem FS; PKW1 wechselt etwa gleichschnell fahrend deutlich hinter LW2, aber knapp vor LW3 von BS auf FS; LW3 hält geringen Abstand zu eingefädelttem PKW1.														
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Auch ein (deutlich) längerer BS hätte aufgrund der nachfolgenden PKW2 + 3 möglicherweise zu einer vergleichbaren Situation geführt.														
31.05.2021	06:00:13	29	160	1	PKW6	11	SLZ + PKW1 bis PKW5 + PKW7 + PKW8 + LW + PKW9 + PKW10	50	zw.	N	J	80	85	75-85	-	potenziell kritisch	wenig	G2-11

Tag	Zeit FS Ende	FZ pro 15 min		BS		FS		Wechsel BS zu FS		Bremsen von FZ		Geschwindigkeit ca. km/h			TTC [s]	Einstufung Situation (kritisch/potentiell kritisch)	Einstufung Relevanz für Länge BS (hoch/mittel/wenig)	Fall Nr.	
		auf BS	auf FS	Anz. FZ	Art FZ	Anz. FZ	Art FZ	ca. m nach Sperrlinie	vor / zw. / nach FZ auf FS	auf BS	auf FS	BS Anf.	FS Anf.	FS Ende					
Beschreibung Situation				Lange FZ-Kolonne hinter SLZ fährt mit z.T. geringem Abstand zueinander mit ca. 80 km/h auf FS; PKW6 wechselt etwa gleichschnell fahrend zwischen PKW5 und PKW7 früh von BS auf FS; PKW7 bremst leicht ab und hält geringen Abstand zu eingefädeltm PKW6.															
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Auch ein (deutlich) längerer BS hätte aufgrund der nachfolgenden FZ-Kolonne vermutlich zu einer vergleichbaren Situation geführt.															
31.05.2021	06:08:24	29	160	1	PKW2	4	SLZ + PKW1 + PKW3 + 4	80	zw.	N	N	65	80-90	80-90	0,96	potenziell kritisch	wenig	G2-12	
Beschreibung Situation				PKW1 und 3 fahren mit ca. 80 km/h und ausreichend Abstand hinter SLZ auf dem FS, PKW4 hält geringen Abstand zu PKW3; PKW 2 wechselt etwa gleichschnell fahrend zwischen PKW1 und PKW3 von BS auf FS, sodass alle 4 PKW geringen Abstand zueinander halten.															
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Auch ein (deutlich) längerer BS hätte vermutlich zu einer vergleichbaren Situation geführt.															
31.05.2021	06:24:57	23	152	1	PKW2	6	PKW1 + PKW3 bis PKW7	90	zw.	J	N	90	70-80	70-80	-	potenziell kritisch	wenig	G2-13	
Beschreibung Situation				PKW1 und PKW3 fahren mit ca. 80 km/h und ausreichend Abstand auf dem FS, PKW2 auf dem BS bremst leicht, wechselt etwa gleichschnell fahrend knapp hinter PKW1 von BS auf FS und hält geringen Abstand zu PKW1.															
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Auch ein (deutlich) längerer BS hätte aufgrund der nachfolgenden PKW3 bis PKW7 möglicherweise zu einer vergleichbaren Situation geführt.															
31.05.2021	06:41:37	40	161	1	PKW1	1	PKW2	110	vor	N	J	105	105	100-105	-	potenziell kritisch	mittel	G2-14	
Beschreibung Situation				PKW1 fährt mit ca. 100 km/h auf dem BS knapp vor dem auf dem FS daneben etwa gleichschnell fahrendem PKW2 und wechselt deutlich vor Beginn der Verziehung knapp vor PKW2 von BS auf FS; PKW2 bremst leicht ab und hält geringen Abstand zu PKW1.															
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Ein längerer BS hätte es PKW1 vermutlich ermöglicht, weiter zu beschleunigen und mit größerem Abstand vor PKW2 von BS auf FS zu wechseln.															
31.05.2021	06:49:48	39	133	1	PKW2	5	LKW + PKW1 + LW + PKW3 + 4	70	zw.	N	N	80	80-85	80-85	1,12	potenziell kritisch	wenig	G2-15	
Beschreibung Situation				PKW1, LW, PKW3 und PKW4 fahren mit ca. 80 km/h und ausreichend Abstand zueinander hinter LKW auf dem FS; PKW2 wechselt etwa gleichschnell fahrend knapp hinter PKW1 und vor LW früh von BS auf FS, sodass die Abstände zwischen diesen FZ gering werden.															
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Auch ein (deutlich) längerer BS hätte aufgrund der nachfolgenden PKW3 + 4 möglicherweise zu einer vergleichbaren Situation geführt.															

Tag	Zeit FS Ende	FZ pro 15 min		BS		FS		Wechsel BS zu FS		Bremsen von FZ		Geschwindigkeit ca. km/h			TTC [s]	Einstufung Situation (kritisch/potenziell kritisch)	Einstufung Relevanz für Länge BS (hoch/mittel/wenig)	Fall Nr.
		auf BS	auf FS	Anz. FZ	Art FZ	Anz. FZ	Art FZ	ca. m nach Sperrlinie	vor / zw. / nach FZ auf FS	auf BS	auf FS	BS Anf.	FS Anf.	FS Ende				
31.05.2021	06:50:52	39	133	1	PKW2	2	PKW1 + 3	90	zw.	J	N	100	95-100	95-100	1,2	potenziell kritisch	wenig	G2-16
Beschreibung Situation				PKW1 und 3 fahren mit ca. 100 km/h und ausreichend Abstand zueinander auf dem FS; PKW2 bremst auf dem BS ab und wechselt etwa gleichschnell fahrend knapp hinter PKW1 von BS auf FS; PKW3 hält ausreichend Abstand zu eingefädeltm PKW2.														
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Auch ein (deutlich) längerer BS hätte für PKW2 wohl nicht ausgereicht, um PKW1 noch auf dem BS zu passieren.														
31.05.2021	07:38:35	28	109	1	PKW1	2	LW + PKW2	80	zw.	N	N	90	105	100-105	0,9	potenziell kritisch	wenig	G2-17
Beschreibung Situation				LW und PKW2 fahren mit ca. 100 km/h und ausreichend Abstand zueinander auf dem FS; PKW1 wechselt etwa gleichschnell fahrend zwischen diesen beiden FZ von BS auf FS; PKW2 hält geringen Abstand zu eingefädeltm PKW1.														
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Auch ein (deutlich) längerer BS hätte die Situation vermutlich nicht geändert.														
31.05.2021	17:09:05	25	121	1	LW	1	PKW	70	vor	N	J	70	105	80-90	0,88	potenziell kritisch	wenig	G2-18
Beschreibung Situation				LW wechselt vor mit ca. 100 km/h herannahendem PKW1 früh von BS auf FS, dieser muss auf ca. 80 km/h abbremsen und hält geringen Abstand zu eingefädeltm LW.														
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Ein (deutlich) längerer BS hätte LW ev. veranlasst, erst nach PKW auf FS zu wechseln.														
01.06.2021	06:41:02	30	152	1	PKW3	2	PKW1 + 2	110	nach	J	J	80	75-80	75-80	0,8	potenziell kritisch	mittel	G2-19
Beschreibung Situation				PKW2 muss wegen des auf dem FS langsamer fahrenden PKW1 abbremsen und hält geringen Abstand zu PKW1; PKW3 auf dem BS bremst ebenfalls und wechselt deutlich vor Beginn der Verziehung knapp hinter PKW2 von BS auf FS.														
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Ein längerer BS hätte PKW3 ev. veranlasst, mit größerem Abstand zu PKW2 auf FS zu wechseln.														
02.06.2021	06:22:15	25	134	3	PKW1 + PKW4 + 5	4	PKW2 + LW + PKW3 + PKW6	PKW1 + PKW4 50 PKW5 70	PKW1 vor PKW4 + 5 zw.	N	J	70,75,90	100-110	70-90	1,64	kritisch	wenig	G2-20
Beschreibung Situation				PKW1 wechselt vor mit ca. 100 km/h fahrendem PKW2 früh von BS auf FS; PKW2 und LW bremsen leicht, PKW3 dahinter bremst deutlich und hält geringen Abstand zu LW; PKW4 und 5 wechseln knapp hinter PKW3 und knapp vor PKW6 von BS auf FS; alle FZ halten geringen Abstand zueinander.														
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Auch ein (deutlich) längerer BS hätte aufgrund der langen FZ-Kolonne vermutlich zu einer vergleichbaren Situation geführt.														

Tag	Zeit FS Ende	FZ pro 15 min		BS		FS		Wechsel BS zu FS		Bremsen von FZ		Geschwindigkeit ca. km/h			TTC [s]	Einstufung Situation (kritisch/potentiell/kritisch)	Einstufung Relevanz für Länge BS (hoch/mittel/wenig)	Fall Nr.
		auf BS	auf FS	Anz. FZ	Art FZ	Anz. FZ	Art FZ	ca. m nach Sperrlinie	vor / zw. / nach FZ auf FS	auf BS	auf FS	BS Anf.	FS Anf.	FS Ende				
02.06.2021	06:28:35	25	134	1	PKW2	1	PKW1	50	nach	N	N	80	85	80	-	potenziell kritisch	wenig	G2-21
Beschreibung Situation				PKW1 fährt mit ca. 80 km/h auf dem FS, PKW2 wechselt etwa gleichschnell fahrend knapp hinter PKW1 früh von BS auf FS und hält geringen Abstand.														
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Ein längerer BS hätte PKW2 ev. veranlasst, mit größerem Abstand zu PKW1 auf FS zu wechseln.														

Maissau1

Tag	Zeit FS Ende	FZ pro 15 min		BS		FS		Wechsel BS zu FS		Bremsen von FZ		Geschwindigkeit ca. km/h			TTC [s]	Einstufung Situation (kritisch/potentiell/kritisch)	Einstufung Relevanz für Länge BS (hoch/mittel/wenig)	Fall Nr.
		auf BS	auf FS	Anz. FZ	Art FZ	Anz. FZ	Art FZ	ca. m nach Sperrlinie	vor / zw. / nach FZ auf FS	auf BS	auf FS	BS Anf.	FS Anf.	FS Ende				
19.05.2021	12:24:42	2	76	1	PKW	1	LW	220	vor	N	N	-	80	100, 80	-	kritisch	wenig	M1-1
Beschreibung Situation				Auf dem FS knapp hinter LW mit ca. 80 km/h fahrender PKW (Pickup) wechselt ca. 50 m nach Beginn des BS von FS auf BS (!), überholt LW rechts auf BS und wechselt am Ende des Verziehungsbereichs knapp vor LW von BS auf FS zurück. Anmerkung: Widerrechtliches Rechtsüberholen auf dem BS!														
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Ein längerer BS hätte PKW ev. veranlasst, nach dem Rechtsüberholen mit größerem Abstand zu LW von BS auf FS zurückzuwechseln.														
19.05.2021	17:02:50	5	102	1	SLZ	3	PKW1 bis PKW3	220	nach	J	J	20	90-100	100, 80, 45	-	potenziell kritisch	mittel	M1-2
Beschreibung Situation				SLZ fährt langsam, mit ca. 40 km/h, auf dem BS, um die deutlich schneller herannahenden PKW1 und PKW2 passieren zu lassen, und beginnt ca. 100 m vor Ende des BS zu bremsen, um auch den herannahend PKW3 passieren zu lassen; dieser bremst zuerst leicht, beschleunigt aber dann und passiert den SLZ – durch Befahren der doppelten Sperrlinie mit großem seitlichen Abstand – unmittelbar bevor SLZ am Ende der Verziehung von BS auf FS wechselt.														
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Ein längerer BS hätte es PKW3 einfacher gemacht, SLZ zu passieren.														
20.05.2021	07:16:20	7	72	1	PKW1	2	SLZ + PKW2	70	zw.	N	J	50	70-75, 90	70-75	0,68	potenziell kritisch	wenig	M1-3

Tag	Zeit FS Ende	FZ pro 15 min		BS		FS		Wechsel BS zu FS		Bremsen von FZ		Geschwindigkeit ca. km/h			TTC [s]	Einstufung Situation (kritisch/potentiell/kritisch)	Einstufung Relevanz für Länge BS (hoch/mittel/wenig)	Fall Nr.
		auf BS	auf FS	Anz. FZ	Art FZ	Anz. FZ	Art FZ	ca. m nach Sperrlinie	vor / zw. / nach FZ auf FS	auf BS	auf FS	BS Anf.	FS Anf.	FS Ende				
Beschreibung Situation				PKW1 wechselt hinter SLZ, aber vor deutlich schneller herannahendem PKW2, früh von BS auf FS; dieser bremst stärker, als er es wegen SLZ ohnehin hätte müssen und hält geringen Abstand zu PKW1.														
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Ein (deutlich) längerer BS hätte PKW1 ev. veranlasst, erst hinter PKW2 von BS auf FS zu wechseln.														
20.05.2021	14:51:53	5	87	1	PKW4	3	PKW1 bis PKW3	200	nach	N	N	40	95-100	95-100, 60	-	potenziell kritisch	wenig	M1-4
Beschreibung Situation				PKW4 fährt mit ca. 50 km/h auf dem BS, um die deutlich schnelleren, knapp hintereinander fahrenden PKW1 bis PKW3 passieren zu lassen, und wechselt in der Verziehung von BS auf FS. Anmerkung: Die Situation war – abgesehen vom sehr knappen Abstand von PKW3 zu PKW2 – grundsätzlich problemlos, hätte allerdings kritisch werden können, wenn – wie in anderen Fällen – einer der PKW auf dem FS abgebremst hätte, um PKW4 einordnen zu lassen.														
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Bei einem (deutlich) längeren BS hätte PKW3 ev. nicht so knapp auf PKW2 aufgeschlossen, um PKW4 noch vor dessen Wechsel von BS auf FS zu passieren.														
20.05.2021	15:03:46	3	82	1	PKW6	5	PKW1 bis PKW5	160	nach	N	N	40	60-80	60-80, 45	-	potenziell kritisch	wenig	M1-5
Beschreibung Situation				PKW6 fährt langsam, mit ca. 30 km/h, auf dem BS, wird noch langsamer und hält deutlich vor Beginn des Verziehungsbereichs beinahe an, um die mit ca. 60 bis 80 km/h hintereinander fahrenden PKW1 bis 5 passieren zu lassen; er wechselt – weiterhin langsam fahrend – vor Beginn der Verziehung von BS auf FS und beschleunigt dort nur wenig. Anmerkung: Die Situation war grundsätzlich problemlos, hätte allerdings kritisch werden können, wenn – wie in anderen Fällen – einer der PKW auf dem FS abgebremst hätte, um PKW6 einordnen zu lassen.														
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Ein längerer BS hätte nichts an der Situation geändert.														
21.05.2021	09:41:30	6	85	1	LKW	2	PKW1 + PKW2	60	vor	N	J	35	90-100	60-65	0,40	kritisch	wenig	M1-6
Beschreibung Situation				LKW wechselt mit ca. 50 km/h vor deutlich schneller herannahenden PKW1 und 2 früh von BS auf FS, beide müssen deutlich abbremsen und halten geringen Abstand.														
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Ein längerer BS hätte LKW ev. veranlasst, PKW1 und 2 noch passieren zu lassen.														
21.05.2021	12:36:57	9	79	1	PKW8	7	PKW1 bis PKW7	220	nach	J	J	55	65, 80-85	65-75	-	potenziell kritisch	hoch	M1-7
Beschreibung Situation				PKW8 fährt mit ca. 50 km/h auf dem BS, um die etwas schnelleren hintereinanderfahrenden PKW1 bis 3 passieren zu lassen; PKW3 bremst etwas ab, um PKW8 einordnen zu lassen, sodass die hinter PKW3 etwas schneller näherkommenden PKW4 und 5 ebenfalls bremsen müssen; PKW8 auf dem BS bremst jedoch, lässt PKW3 bis 5 passieren und hält am Ende der Verziehung schließlich an, um die inzwischen														

Tag	Zeit FS Ende	FZ pro 15 min		BS		FS		Wechsel BS zu FS		Bremsen von FZ		Geschwindigkeit ca. km/h			TTC [s]	Einstufung Situation (kritisch/potentiell/kritisch)	Einstufung Relevanz für Länge BS (hoch/mittel/wenig)	Fall Nr.	
		auf BS	auf FS	Anz. FZ	Art FZ	Anz. FZ	Art FZ	ca. m nach Sperrlinie	vor / zw. / nach FZ auf FS	auf BS	auf FS	BS Anf.	FS Anf.	FS Ende					
				ebenfalls nähergekommenen PKW6 und 7 ebenfalls passieren zu lassen; nach 5 Sekunden Stillstand wechselt PKW8 stark beschleunigend von BS auf FS.															
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Ein längerer BS hätte das Missverständnis zwischen PKW8 und PKW3 – beide bremsen – möglicherweise vermieden; PKW8 hätte vermutlich vor PKW3 von BS auf FS wechseln können.															
21.05.2021	12:47:40	4	109	1	MC	5	PKWmA + PKW1 bis PKW3 + LW	220	nach	J	N	-	50	70-90, 10	-	potenziell kritisch	hoch	M1-8	
Beschreibung Situation				Auf dem FS mit ca. 50 km/h fahrendes MC wechselt ca. 30 m nach Beginn des BS von FS auf BS (!), um die dahinter fahrenden PKWmA, PKW1 und 2 überholen zu lassen; vor Beginn des Verziehungsbereichs bremsst MC ab, um auch die mit etwas Abstand folgenden PKW3 und LW ebenfalls überholen zu lassen, und wechselt sehr langsam fahrend am Ende des Verziehungsbereichs neben bzw. nach dem zur Hälfte über die doppelte Sperrlinie ausgewichenem LW von BS auf FS.															
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Ein längerer BS hätte es MC einfacher gemacht, die ihm folgende FZ-Kolonne überholen zu lassen.															
21.05.2021	15:50:40	4	135	1	PKW1	1	PKW2	40	vor	N	J	40	95	80	-	potenziell kritisch	wenig	M1-9	
Beschreibung Situation				PKW1 wechselt mit ca. 50 km/h vor deutlich schneller herannahendem PKW2 sehr früh von BS auf FS, PKW2 muss deutlich abbremsen, hält aber ausreichend Abstand zu PKW1.															
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Ein längerer BS hätte PKW1 ev. veranlasst, PKW2 noch passieren zu lassen.															
22.05.2021	10:14:42	3	99	1	PKW4	3	PKW1 bis PKW3	220	nach	N	N	40	85	85	0,88	potenziell kritisch	wenig	M1-10	
Beschreibung Situation				PKW4 fährt mit ca. 60 km/h auf dem BS, um etwas schneller fahrende PKW1 bis PKW3 passieren zu lassen, und wechselt erst am Ende der Verziehung hinter PKW3 von BS auf FS. Anmerkung: Die Situation war grundsätzlich problemlos, hätte allerdings kritisch werden können, wenn – wie in anderen Fällen – jemand aus der FZ-Kolonne abgebremst hätte, um PKW1 einordnen zu lassen.															
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Ein längerer BS hätte es PKW1 ermöglicht, mit höherer Geschwindigkeit auf FS zu wechseln.															
22.05.2021	11:19:46	7	106	2	PKW2 + PKW5	3	PKW1 + PKW3 + 4	PKW2 120 PKW5 170	zw. + nach	N	J	40-45	100-110	n.V.	-	potenziell kritisch	mittel	M1-11	
Beschreibung Situation				PKW2 fährt mit ca. 50 km/h auf dem BS, um schneller fahrenden PKW1 passieren zu lassen, und wechselt vor schneller herannahendem PKW3 von BS auf FS; PKW3 bremsst ab, hält aber ausreichend Abstand; PKW5 fährt mit ca. 60 km/h auf dem BS, um schneller fahrende PKW3 und PKW4 passieren zu lassen, und wechselt am Beginn des Verziehungsbereichs knapp hinter PKW4 von BS auf FS.															

		FZ pro 15 min		BS		FS		Wechsel BS zu FS		Bremsen von FZ		Geschwindigkeit ca. km/h			TTC	Einstufung Situation	Einstufung Relevanz für Länge BS		
Tag	Zeit FS Ende	auf BS	auf FS	Anz. FZ	Art FZ	Anz. FZ	Art FZ	ca. m nach Sperrlinie	vor / zw. / nach FZ auf FS	auf BS	auf FS	BS Anf.	FS Anf.	FS Ende	[s]	(kritisch/ potentiell kritisch)	(hoch/ mittel/ wenig)	Fall Nr.	
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Ein längerer BS hätte es PKW5 ermöglicht, mit größerem Abstand zu PKW4 von BS auf FS zu wechseln.															
24.05.2021	10:03:53	3	63	1	Trike	2	PKW1 + PKW2	170	zw.	N	N	45	80	80	0,64	potenziell kritisch	mittel	M1-12	
Beschreibung Situation				Trike (Dreiräder) wechselt am Beginn des Verziehungsbereichs mit ca. 80 km/h sehr knapp hinter etwa gleich schnell fahrendem PKW1, aber deutlich vor PKW2 von BS auf FS und hält geringen Abstand zu PKW1.															
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Ein längerer BS hätte Trike ev. zu weniger aggressivem Einfädeln veranlasst.															
25.05.2021	17:18:23	8	108	1	PKW1	2	PKW2 + PKW3	170	vor	N	J	45	100	90	-	potenziell kritisch	mittel	M1-13	
Beschreibung Situation				PKW1 wechselt am Beginn des Verziehungsbereichs mit ca. 90 km/h vor etwas schneller herannahenden PKW2 und PKW3 von BS auf FS; diese müssen leicht abbremsen und PKW3 hält geringen Abstand zu PKW2.															
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Ein längerer BS hätte es PKW1 ev. ermöglicht, mit höherer Geschwindigkeit von BS auf FS zu wechseln.															
25.05.2021	17:21:57	8	108	1	LKW	1	PKW	170	vor	N	J	40	95-100	70	-	potenziell kritisch	mittel	M1-14	
Beschreibung Situation				LKW wechselt am Beginn des Verziehungsbereichs mit ca. 70 km/h vor deutlich schneller herannahendem PKW von BS auf FS, dieser muss deutlich abbremsen, hält aber ausreichend Abstand zu LKW.															
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Ein (deutlich) längerer BS hätte LKW ev. veranlasst, PKW noch passieren zu lassen.															

Maissau2

		FZ pro 15 min		BS		FS		Wechsel BS zu FS		Bremsen von FZ		Geschwindigkeit ca. km/h			TTC	Einstufung Situation	Einstufung Relevanz für Länge BS	
Tag	Zeit FS Ende	auf BS	auf FS	Anz. FZ	Art FZ	Anz. FZ	Art FZ	ca. m nach Sperrlinie	vor / zw. / nach FZ auf FS	auf BS	auf FS	BS Anf.	FS Anf.	FS Ende	[s]	(kritisch/ potentiell kritisch)	(hoch/ mittel/ wenig)	Fall Nr.
19.05.2021	16:19:21	3	62	1	PKW4	3	PKW1 bis PKW3	160	nach	J	N	45	100-110	90-100, 55	-	potenziell kritisch	wenig	M2-1

Tag	Zeit FS Ende	FZ pro 15 min		BS		FS		Wechsel BS zu FS		Bremsen von FZ		Geschwindigkeit ca. km/h			TTC [s9]	Einstufung Situation (kritisch/potentiell kritisch)	Einstufung Relevanz für Länge BS (hoch/mittel/wenig)	Fall Nr.
		auf BS	auf FS	Anz. FZ	Art FZ	Anz. FZ	Art FZ	ca. m nach Sperrlinie	vor / zw. / nach FZ auf FS	auf BS	auf FS	BS Anf.	FS Anf.	FS Ende				
Beschreibung Situation				PKW4 fährt mit ca. 50 km/h auf dem BS und bremst etwas ab, um die auf dem FS deutlich schneller fahrenden PKW1 bis PKW3 passieren zu lassen, und wechselt langsam fahrend etwa am Beginn des Verziehungsbereichs hinter PKW3 von BS auf FS. Anmerkung: Die Situation war grundsätzlich problemlos, hätte allerdings kritisch werden können, wenn – wie in anderen Fällen – jemand aus der Kolonne abgebremst hätte, um PKW1 einordnen zu lassen.														
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Ein längerer BS hätte es PKW4 eventuell ermöglicht, mit höherer Geschwindigkeit auf FS zu wechseln.														
19.05.2021	17:54:12	11	57	3	RBg + PKW1 + PKW3	3	PKW2 + PKW4 + 5	RBg 180 PKW1 0 PKW3 50 + 210	vor + zw. + nach	J	J	20, 50	110-120	70, 90, 60, 30	-	kritisch	wenig	M2-2
Beschreibung Situation				RBg fährt mit ca. 30 km/h auf dem BS, der ihm knapp folgende PKW1 wechselt am Ende der Sperrlinie stark beschleunigend von BS auf FS, der deutlich schneller herannahende PKW2 muss deutlich abbremmen und hält geringen Abstand zu PKW1; PKW3 bremst wegen RBg auf dem BS und wechselt stark beschleunigend nach ca. 50 m früh von BS auf FS, der deutlich schneller herannahende PKW4 muss deutlich abbremmen und überholt PKW3, der vor RBg im Verziehungsbereich bremsend kurz auf BS ausweicht; der deutlich schneller herannahende PKW5 muss abbremmen und hält geringen Abstand zu PKW3; dahinter wechselt RBg im Verziehungsbereich von BS auf FS.														
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Ein längerer BS hätte es PKW3 ev. ermöglicht, PKW5 passieren zu lassen.														
21.05.2021	12:43:28	8	66	1	PKW1	2	PKW2 + PKW3	70	vor	N	J	50	125, 115	80	-	kritisch	wenig	M2-3
Beschreibung Situation				PKW1 wechselt mit ca. 70 km/h früh von BS auf FS, die deutlich schneller herannahenden PKW2 und PKW3 müssen stark abbremmen und PKW2 hält geringen Abstand zu eingefädeltm PKW1.														
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Auch ein längerer BS hätte zu einer vergleichbaren Situation geführt.														
21.05.2021	19:39:51	4	55	1	PKW3	3	PKW1 + PKW2 + PKW4	160	zw.	J	J	45	90-100	100, 80	-	kritisch	hoch	M2-4
Beschreibung Situation				PKW3 fährt mit ca. 60 km/h auf dem BS, wird vom deutlich schnellerem PKW1 auf dem FS passiert, und beginnt auf etwa halber Höhe zu bremsen, um auch deutlich schneller herannahende PKW2 und PKW4 auf FS passieren zu lassen; PKW2 bremst jedoch ebenfalls kurz, sodass der nachfolgende PKW4 stark abbremmen muss; nachdem PKW2 ihn passiert hat, wechselt PKW3 am Beginn des Verziehungsbereichs vor PKW4, der seine Geschwindigkeit inzwischen ausreichend reduziert hat, von BS auf FS.														
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Ein längerer BS hätte das Missverständnis zwischen PKW2 und PKW3 – beide bremsen – vermutlich vermieden; PKW3 hätte die PKW2 und PKW4 auf FS ungebremst passieren lassen können.														

Tag	Zeit FS Ende	FZ pro 15 min		BS		FS		Wechsel BS zu FS		Bremsen von FZ		Geschwindigkeit ca. km/h			TTC [s9]	Einstufung Situation (kritisch/potentiell/kritisch)	Einstufung Relevanz für Länge BS (hoch/mittel/wenig)	Fall Nr.
		auf BS	auf FS	Anz. FZ	Art FZ	Anz. FZ	Art FZ	ca. m nach Sperrlinie	vor / zw. / nach FZ auf FS	auf BS	auf FS	BS Anf.	FS Anf.	FS Ende				
22.05.2021	09:24:11	9	79	2	PKW2 + PKW3	2	PKW1 + PKW4	PKW2 160 PKW3 140	zw.	N	J	50	100-105	100, 80-85	-	potenziell kritisch	mittel	M2-5
Beschreibung Situation				Nasse Fahrbahn: PKW2 und PKW3 fahren mit ca. 50 km/h knapp hintereinander auf dem BS, lassen den deutlich schneller auf dem FS herannahenden PKW1 passieren und wechseln hinter ihm von BS auf FS; der etwas schneller folgende PKW4 bremst ab und hält geringen Abstand zu PKW3.														
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Ein (deutlich) längerer BS hätte es PKW3 ev. ermöglicht, PKW4 passieren zu lassen.														
22.05.2021	09:27:56	9	79	1	PKW2	9	LW + PKW1 + PKW3 bis PKW8	160	zw.	N	J	40	80-90	80	-	potenziell kritisch	wenig	M2-6
Beschreibung Situation				Nasse Fahrbahn: LW fährt mit ca. 80 km/h auf dem FS, der ihm etwas schneller folgende PKW1 bremst ab und hält geringen Abstand zu LW; PKW2 fährt beschleunigend auf dem BS, lässt LW und PKW1 passieren und wechselt am Beginn des Verziehungsbereichs vor PKW3 von BS auf FS; dieser hat zuvor etwas gebremst, um PKW2 einfädeln zu lassen, und hält ausreichend Abstand zu diesem.														
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Auch ein (deutlich) längerer BS hätte aufgrund der langen PKW-Kolonne zu einer vergleichbaren Situation geführt.														
22.05.2021	09:28:29	9	79	2	PKW1 + PKW2	1	PKW3	120	vor	N	J	45	115	70	-	potenziell kritisch	mittel	M2-7
Beschreibung Situation				Nasse Fahrbahn: PKW 1 und PKW2 fahren hintereinander mit ca. 50 km/h auf dem BS und wechseln vor dem deutlich schneller herannahenden PKW3 von BS auf FS, PKW3 muss deutlich abbremsen, hält aber ausreichend Abstand zu PKW2.														
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Ein (deutlich) längerer BS hätte es PKW1 und PKW2 ev. ermöglicht, PKW3 passieren zu lassen.														
22.05.2021	10:20:33	8	90	1	LW	1	PKW	110	vor	N	J	50	105	80	-	potenziell kritisch	mittel	M2-8
Beschreibung Situation				LW wechselt mit ca. 70 km/h von BS auf FS; der deutlich schneller herannahende PKW muss abbremsen und hält geringen Abstand zu eingefädeltem LW.														
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Ein längerer BS hätte es LW ev. ermöglicht, PKW passieren zu lassen.														
22.05.2021	11:43:56	9	75	1	PKW6	5	PKW1 bis PKW5	160	nach	J	J	45	105-120	100-110, 50	-	potenziell kritisch	wenig	M2-9
Beschreibung Situation				PKW6 möchte mit ca. 60 km/h sofort von BS auf FS wechseln, bremst aber gleich leicht ab, um den deutlich schneller fahrenden PKW1 auf dem FS passieren zu lassen, der ebenfalls kurz gebremst hat; PKW6 blinkt kurz links und gleich wieder rechts und bremst weiter ab, um auch den herannahenden PKW2 auf dem FS passieren zu lassen, der ebenfalls kurz gebremst hat; die auf dem FS mit ausreichend Abstand														

Tag	Zeit FS Ende	FZ pro 15 min		BS		FS		Wechsel BS zu FS		Bremsen von FZ		Geschwindigkeit ca. km/h			TTC [s9]	Einstufung Situation (kritisch/potentiell/kritisch)	Einstufung Relevanz für Länge BS (hoch/mittel/wenig)	Fall Nr.
		auf BS	auf FS	Anz. FZ	Art FZ	Anz. FZ	Art FZ	ca. m nach Sperrlinie	vor / zw. / nach FZ auf FS	auf BS	auf FS	BS Anf.	FS Anf.	FS Ende				
				zueinander nachfolgenden PKW3 bis PKW5 bremsen alle leicht; PKW6 verzögert weiter, hält vor dem Verziehungsbereich nahezu an, um PKW3 bis PKW5 passieren zu lassen, und wechselt danach am Beginn des Verziehungsbereichs von BS auf FS.														
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Ein längerer BS hätte es PKW6 ermöglicht, mit höherer Geschwindigkeit auf FS zu wechseln, grundsätzlich jedoch zu einer vergleichbaren Situation geführt.														
23.05.2021	11:49:31	14	50	3	PKW1 + 2 + PKW7	7	LWmA + PKW3 bis PKW6 + PKWmA + PKW8	PKW1 + 2 140	vor + zw.	J	J	50	70-80	70-80, 50	-	potenziell kritisch	mittel	M2-10
Beschreibung Situation				Nasse Fahrbahn: PKW1 fährt – knapp gefolgt von PKW2 – auf dem BS und wechselt vor der Verziehung mit ca. 70 km/h vor dem etwa gleichschnell fahrenden LWmA von BS auf FS; PKW2 wechselt knapp hinter LWmA bzw. knapp vor PKW3, der etwas abbremst und geringen Abstand zu PKW2 hält; PKW7 fährt langsam auf dem BS, bremst vor der Verziehung weiter ab, um PKW 4 bis 6 und PKWmA passieren zu lassen, und wechselt am Ende der Verziehung stark beschleunigend vor dem etwas schneller, aber mit ausreichend Abstand nachfolgenden PKW8 von BS auf FS.														
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Ein längerer BS hätte es PKW7 ev. ermöglicht, PKW8 passieren zu lassen.														
25.05.2021	07:59:42	5	49	1	PKW2	3	LWmA + LW + PKW1	210	zw.	J	J	60	70-90	70		potenziell kritisch	mittel	M2-11
Beschreibung Situation				LWmA gefolgt von LW und knapp dahinter PKW1 fahren mit ca. 70 km/h auf dem FS, neben LW fährt PKW2 erst etwa gleichschnell, dann etwas langsamer werdend auf dem BS, wechselt am Ende der Verziehung bremsend – da PKW1 hinter LW ebenfalls leicht bremst – knapp hinter PKW1 von BS auf FS und hält geringen Abstand zu PKW1.														
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Ein längerer BS hätte PKW2 ev. veranlasst, mit größerem Abstand zu PKW1 von BS auf FS zu wechseln.														
25.05.2021	13:42:55	7	38	2	PKW4 + PKW5	4	PKW1 bis PKW3 + PKW6	PKW4 210 PKW5 130	zw.	J	J	60	90-100	90-100, 70-80	-	kritisch	hoch	M2-12
Beschreibung Situation				PKW4 und PKW5 fahren mit ca. 70 km/h hintereinander auf dem BS; PKW5 wechselt auf FS, nachdem ihn die deutlich schneller fahrenden PKW1 bis PKW3 passiert haben; PKW4 bremst vor Beginn des Verziehungsbereichs ab, um PKW1 und PKW2 passieren zu lassen, und wechselt am Ende des Verziehungsbereichs neben bzw. knapp nach dem zur Hälfte über die Sperrlinie ausgewichenen PKW3 von BS auf FS; PKW5 hält ausreichend Abstand zu eingefädeltem PKW4, der deutlich schneller auf dem FS nachfolgende PKW6 bremst deutlich ab, hält aber ausreichend Abstand zu PKW5.														

Tag	Zeit FS Ende	FZ pro 15 min		BS		FS		Wechsel BS zu FS		Bremsen von FZ		Geschwindigkeit ca. km/h			TTC [s9]	Einstufung Situation (kritisch/potentiell kritisch)	Einstufung Relevanz für Länge BS (hoch/mittel/wenig)	Fall Nr.
		auf BS	auf FS	Anz. FZ	Art FZ	Anz. FZ	Art FZ	ca. m nach Sperrlinie	vor / zw. / nach FZ auf FS	auf BS	auf FS	BS Anf.	FS Anf.	FS Ende				
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Ein längerer BS hätte es PKW4 ermöglicht, PKW3 ohne auszuweichen passieren zu lassen.														
25.05.2021	16:39:04	7	64	1	BUS	2	SLZ + PKW	180	nach	N	J	60	80	80	-	kritisch	mittel	M2-13
Beschreibung Situation				SLZ und knapp dahinter PKW fahren mit ca. 80 km/h auf dem FS, neben SLZ fährt BUS etwas langsamer auf dem BS; PKW schließt noch knapper zu SLZ auf und überfährt dabei auf Höhe BUS, leicht bremsend, zur Hälfte die Sperrlinie; BUS wechselt in der Verziehung knapp hinter PKW von BS auf FS und hält geringen Abstand zu PKW.														
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Ein längerer BS hätte BUS ev. veranlasst, mit größerem Abstand zu PKW1 von BS auf FS zu wechseln.														
26.05.2021	07:02:50	5	54	1	PKW1	2	PKW2 + LW	50	vor	N	J	55	110	70	-	kritisch	wenig	M2-14
Beschreibung Situation				PKW1 wechselt mit ca. 60 km/h früh von BS auf FS; die deutlich schneller herannahenden PKW2 und LW müssen deutlich abbremesen und PKW2 hält geringen Abstand zu PKW1.														
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Auch ein längerer BS hätte zu einer vergleichbaren Situation geführt.														
26.05.2021	07:56:59	4	70	1	PKW1	3	SLZ + PKW2 + 3	210	zw.	N	J	60	90, 100	75-90	-	potenziell kritisch	hoch	M2-15
Beschreibung Situation				SLZ fährt gefolgt von PKW2 und PKW3 mit ca. 90 km/h auf dem FS; PKW1 fährt, leicht beschleunigend, in Höhe SLZ auf dem BS; PKW2 und knapp dahinter PKW3 bremsen leicht, um PKW1 einordnen zu lassen, dieser wechselt am Ende der Verziehung knapp hinter SLZ von BS auf FS und hält geringen Abstand zu SLZ.														
Begründung Einstufung Relevanz für Länge BS				Ein längerer BS hätte PKW1 ev. ermöglicht, noch vor SLZ von BS auf FS zu wechseln.														

