Sicherheit von Grünpfeilen

Reinhold Maier Sebastian Hantschel Jörg Ortlepp Petra Butterwegge



Sicherheit von Grünpfeilen

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Reinhold Maier Dipl.-Ing. Sebastian Hantschel Dipl.-Ing. Jörg Ortlepp Dipl.-Ing. Petra Butterwegge



Impressum

Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V. Unfallforschung der Versicherer

Wilhelmstraße 43/43G, 10117 Berlin Postfach 08 02 64, 10002 Berlin E-Mail: unfallforschung@gdv.de

Internet: www.udv.de

Facebook: www.facebook.com/unfallforschung

Twitter: @unfallforschung

YouTube: www.youtube.com/unfallforschung

ISBN-Nr.: 978-3-939163-59-6

Redaktion: Dipl.-Ing. Jörg Ortlepp, Dipl.-Ing. Petra Butterwegge Bildnachweis: UDV, TU Dresden und siehe Quellenangaben

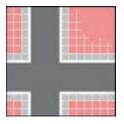
Erschienen: 03/2015

Sicherheit von Grünpfeilen

bearbeitet durch:

GWT-TUD GmbH Fachbereich Industrie Lehrstuhl Straßenverkehrssicherheit und theoretische Verkehrsplanung der Technischen Universität Dresden

> Univ.-Prof. Dr.-Ing. Reinhold Maier Dipl.-Ing. Sebastian Hantschel



Bei der UDV betreut von:

Dipl.-Ing. Jörg Ortlepp Dipl.-Ing. Petra Buttereegge



Inhalt

Abk	kürzungsverzeichnis	IV
Abk	oildungsverzeichnis	V
Tab	pellenverzeichnis	XI
Kur	zfassung	1
Abs	stract	3
1	Einleitung	5
2	Bisheriger Erkenntnisstand	8
2.1	Vorgaben	8
	2.1.1 Rechtsnormen und Verordnungen	8
	2.1.2 Technische Regelwerke	10
2.2	Sicherheitsrelevante Erkenntnisse	12
	2.2.1 Unfallgeschehen	12
	2.2.2 Konfliktpotential	14
2.3	Auswirkungen auf den Verkehrsablauf	18
2.4	Erfahrungen in deutschen Städten	21
2.5	Erfahrungen im Ausland	
	2.5.1 Europa	27
	2.5.2 Nordamerika	
	2.5.3 Weitere Länder	
2.6	Zusammenfassung bisheriger Erkenntnisstand	32
3	Befragungen	34
3.1	Anlass und Gründe für die Anwendung sowie Verbreitung	36
3.2	Ausschluss- und Abwägungskriterien	
	3.2.1 Anwendung der Ausschlusskriterien nach VwV-StVO	
	3.2.2 Plausibilisierung der Anwendung der Ausschlusskriterien VwV-StVO	44
	3.2.3 Anwendung der Abwägungskriterien nach RiLSA 1992	47
	3.2.4 Plausibilisierung der Anwendung der Abwägungskriterien RiLSA 1992	49
	3.2.5 Anwendung weiterer Einsatzkriterien sowie Abstimmung mit Externen	53
3.3	Controlling sowie begleitende Maßnahmen	56
	3.3.1 Überprüfung des Unfallgeschehens	56
	3.3.2 Überprüfung verkehrlicher Bedingungen	58
	3.3.3 Öffentlichkeitsarbeit und Zusatzbeschilderung zum richtigen Verhalten	59
3.4	Erfahrungen mit Grünpfeil	62
3.5	Beurteilung der Grünpfeil-Regelung	
36	Zusammenfassung Refragungen	66

Inhalt II

4	Unfallanalyse Knotenpunkte	68
4.1	Datengrundlage und Vorgehen	68
4.2	Unfallanzahl und -schwere	73
	4.2.1 Knotenpunkte mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen	73
	4.2.2 Knotenpunkte mit Grünpfeil und Anzahl der Zufahrten mit Grünpfeil	84
	4.2.3 Knotenpunkte mit Grünpfeil und Verstöße gegen Ausschluss- Abwägungskriterien	
	4.2.4 Knotenpunkte mit Grünpfeil und Anzahl der Rechtsabbiegefahrstreifen	87
	4.2.5 Zusammenfassung Unfallanzahl- und schwere	90
4.3	Unfalltypen	92
	4.3.1 Knotenpunkte mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen	92
	4.3.2 Knotenpunkte mit Grünpfeil und Verstöße gegen Ausschluss- Abwägungskriterien	
	4.3.3 Knotenpunkte mit Grünpfeil und Anzahl der Rechtsabbiegefahrstreifen	97
	4.3.4 Zusammenfassung Unfalltypen	98
4.4	Weitere Unfallcharakteristika	100
	4.4.1 Unfallarten	100
	4.4.2 Unfallursachen	105
	4.4.3 Verkehrsbeteiligung der Unfallbeteiligten	111
	4.4.4 Zusammenfassung weitere Unfallcharakteristika	117
4.5	Unfallkonstellationen	118
	4.5.1 Knotenpunkte mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen	120
	4.5.2 Knotenpunkte mit Grünpfeil und Verstöße gegen Ausschluss- Abwägungskriterien	
	4.5.3 Knotenpunkte mit Grünpfeil und Anzahl der Rechtsabbiegefahrstreifen	125
	4.5.4 Zusammenfassung	126
4.6	Detaillierte Auswertung des Unfallgeschehens an Grünpfeilknotenpunkten	127
4.7	Zusammenfassung Unfallanalyse Knotenpunkte	130
5	Unfallanalyse Zufahrten	132
5.1	Datengrundlage und Vorgehen	132
5.2	Unfall-, Unfallkosten- und Verunglücktendichte	135
5.3	Unfalltypen	139
5.4	Unfallarten	141
5.5	Verkehrsbeteiligung der Unfallbeteiligten	
5.6		
	5.6.1 Alle Verkehrsströme	144
	5.6.2 Rechtsabbieger als Unfallverursacher	145

Inhalt III

5.7	Zusammenfassung Unfallanalyse Zufahrten	150
6	Verkehrssituationsanalyse	152
6.1	Allgemeines	152
6.2	Akzeptanz der Grünpfeilregelung	155
	6.2.1 Nutzungshäufigkeit und der Anhaltepflicht	155
	6.2.2 Blockierung der freigegebenen Furten für den nichtmotorisierten Verkehr \dots	158
6.3	Bewertung von Interaktionen	166
6.4	Abschätzung der Vorteile auf den Verkehrsablauf	172
6.5	Zusammenfassung Verkehrssituationsanalyse	174
7	Reisezeitmessungen	176
7.1	Methodische Vorbemerkungen	176
7.2	Ergebnisse	179
	7.2.1 Grünpfeil-Nutzung	179
	7.2.2 Reisezeiten	181
	7.2.3 Wartezeiten	183
	7.2.4 Haltezeit und Anzahl der Halte	186
	7.2.5 Abschätzung des Kraftstoffmehrverbrauches an Knotenpunkten	192
	7.2.6 Abgleich mit lokalen Erhebungen	195
7.3	Zusammenfassung Reisezeitmessungen	197
8	Zusammenfassung der Ergebnisse	198
9	Empfehlungen	202
10	Ausblick	203
Que	ellen	204
Anla	agen	212

Abkürzungsverzeichnis

1 JK (P,S) Einjahreskarte der Unfälle mit Personen- und Sachschaden

3 JK (P) Dreijahreskarte der Unfälle mit Personenschaden

3 JK (SP) Dreijahreskarte der Unfälle mit schwerem Personenschaden

a Jahr

AB Unfalltyp 2: Abbiege-Unfall (vgl. Anlage 29)

E Einwohner

EK Unfalltyp 3: Einbiegen/Kreuzen-Unfall (vgl. Anlage 29)

F Unfalltyp 1: Fahrunfall (vgl. Anlage 29)

Fg Fußgänger

GA Geradeausfahrer

Gt Getötete

KP Knotenpunkt LA Linksabbieger

LSA Lichtsignalanlage

Lv Leichtverletzte

LV Unfalltyp 6: Unfall im Längsverkehr (vgl. Anlage 29)

n_P Phasenanzahl an einem lichtsignalgeregelten Knotenpunkt

RA Rechtsabbieger

Rf Radfahrer

RV Unfalltyp 5: Unfall durch ruhenden Verkehr (vgl. Anlage 29)

SO Unfalltyp 7: Sonstiger Unfall (vgl. Anlage 29)

Sv Schwerverletze

t_F Freigabezeit an einem lichtsignalgeregelten Knotenpunkt
 t_S Sperrzeit an einem lichtsignalgeregelten Knotenpunkt
 t_U Umlaufzeit an einem lichtsignalgeregelten Knotenpunkt

U(LS) Sonstige Unfälle mit Sachschaden (Kategorie 5)

U(LV) Unfall mit Leichtverletzten (Kategorie 3)

U(P) Unfälle mit Personenschaden (Kategorie 1-3)

U(S) Unfälle mit Sachschaden (Kategorie 4-6)

U(SP) Unfälle mit schwerem Personenschaden (Kategorie 1 und 2)

U(SS) Unfälle mit schwerwiegendem Sachschaden (Kategorie 4 und 6)

ÜS Unfalltyp 4: Überschreiten-Unfall

V Verunglückte/Verletzte

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Abgesetzte Radfahrfurt an einer Zufahrt mit Grünpfeil11
Abbildung 2:	Signalisierung des Rechtsabbiegens bei ROT für Radfahrer in
	Frankreich [SÉCURITÉ ROUTIÈRE 2012]27
Abbildung 3:	Zusatzbeschilderung zum Verbot des Rechtsabbiegens bei ROT
	[FHWA 2009]28
Abbildung 4:	Anwendung der Ausschlusskriterien nach [VwV-StVO 2009] in
	deutschen Großstädten42
Abbildung 5:	Anzahl Grünpfeil-Zufahrten mit Verstößen gegen Ausschlusskriterien
	der VwV-StVO45
Abbildung 6:	Anwendung der Abwägungskriterien nach [RiLSA 1992] in deutschen
	Großstädten49
Abbildung 7:	Anzahl Grünpfeil-Zufahrten mit Verstößen gegen Abwägungskriterien
	der [RıLSA 1992]51
Abbildung 8:	Abstimmung mit Verbänden, Interessensgruppen und anderen
	Institutionen in deutschen Großstädten54
Abbildung 9:	Zusatzbeschilderung zum richtigen Verhalten bei der Grünpfeil-
_	Regelung in Hannover (links) und Oldenburg (rechts) ¹² 60
Abbildung 10:	Konfliktpunkte an einem Knoten-punkt mit Grünpfeil69
Abbildung 11:	Unfalldichten und Unfallkategorien der Untersuchungsstädte72
Abbildung 12:	Verunglücktendichte an Kreuzungen und Einmündungen mit
•	unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen73
Abbildung 13:	Verunglücktendichte von Kreuzungen mit unterschiedlichen
-	Rechtsabbiegeführungs-formen differenziert nach DTV-Klassen der
	Hauptrichtung74
Abbildung 14:	Verunglücktendichte von Einmündungen mit unterschiedlichen
-	Rechtsabbiegeführungs-formen differenziert nach DTV-Klassen der
	Hauptrichtung75
Abbildung 15:	Unfalldichte und Unfallkategorien von Kreuzungen und
	Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen76
Abbildung 16:	Unfalldichte und Unfallkategorien von Kreuzungen mit
	unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen differenziert nach
	DTV-Klassen der Hauptrichtung77
Abbildung 17:	Unfalldichte und Unfallkategorien von Einmündungen mit
	unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen differenziert nach
	DTV-Klassen der Hauptrichtung78
Abbildung 18:	Anteil der Unfälle mit schwerem Personenschaden an Unfällen mit
_	Personenschaden von Kreuzungen und Einmündungen mit
	unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen79
Abbildung 19:	Anteil der Unfälle mit schwerem Personenschaden an Unfällen mit
-	Personenschaden von Kreuzungen mit unterschiedlichen
	Rechtsabbiegeführungsformen differenziert nach DTV-Klassen der
	Hauptrichtung80
Abbildung 20:	Anteil der Unfälle mit schwerem Personenschaden an Unfällen mit
	Personenschaden von Einmündungen mit unterschiedlichen

	Rechtsabblegefuhrungsformen differenziert nach Div-Klassen der
	Hauptrichtung81
Abbildung 21:	Angepasste Unfallkostensätze für Unfälle mit schwerem
	Personenschaden WUa(SP) nach Rechtsabbiegeführungsformen83
Abbildung 22:	Unfallkostendichte und Unfallkategorien von Kreuzungen und
	Einmündungen mit unterschiedlicher Anzahl an Grünpfeilen84
Abbildung 23:	Unfallkostendichte und Unfallkategorien von Kreuzungen mit
	Grünpfeil und Verstößen gegen Ausschluss- und Abwägungskriterien86
Abbildung 24:	Anzahl der Zufahrten mit Verstößen gegen die Einsatzkriterien nach
	VwV-StVO und [RILSA 1992] im Untersuchungskollektiv87
Abbildung 25:	Unfallkostendichte und Unfallkategorien von Kreuzungen mit
	Grünpfeil und unterschiedlicher Anzahl von
	Rechtsabbiegefahrstreifen88
Abbildung 26:	Unfallkostendichte und Unfallkategorien von Kreuzungen mit
Ü	Grünpfeil und unterschiedlicher Anzahl von
	Rechtsabbiegefahrstreifen differenziert nach DTV-Klassen der
	Hauptrichtung89
Abbildung 27:	Unfallkostendichte und Unfallkategorien von Einmündungen mit
3	Grünpfeil und unterschiedlicher Anzahl von
	Rechtsabbiegefahrstreifen differenziert nach DTV-Klassen der
	Hauptrichtung89
Abbildung 28:	Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem
7	Sachschaden (UKD(P,SS)) und Unfalltypen von Kreuzungen und
	Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen92
Abbildung 29:	Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem
	Sachschaden (UKD(P,SS)) und Unfalltypen von Kreuzungen mit
	unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen differenziert nach
	DTV-Klassen der Hauptrichtung94
Abbildung 30:	Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem
7	Sachschaden (UKD(P,SS)) und Unfalltypen von Einmündungen mit
	unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen differenziert nach
	DTV-Klassen der Hauptrichtung95
Abbildung 31:	Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem
7	Sachschaden (UKD(P,SS)) und Unfalltypen von Kreuzungen und
	Einmündungen mit Grünpfeil und Verstößen gegen Ausschluss- und
	Abwägungskriterien
Abbildung 32:	Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem
7.00.0di.ig 02.	Sachschaden (UKD(P,SS)) und Unfalltypen von Kreuzungen mit
	Grünpfeil und unterschiedlicher Anzahl von
	Rechtsabbiegefahrstreifen98
Abbildung 33:	Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem
, wandang oo.	Sachschaden (UKD(P,SS)) und Unfallarten von Kreuzungen und
	Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen100
Abbildung 34:	Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem
, assured by 5 i.	Sachschaden (UKD(P,SS)) und Unfallarten von Kreuzungen mit
	unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen differenziert nach
	DTV-Klassen der Hauptrichtung102
	PIVINGOODII VOI II GUDUI IUU II IUU II IU II II II II II II II

Abbildung 35:	Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem	
	Sachschaden (UKD(P,SS)) und Unfallarten von Einmündungen mit	
	unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen differenziert nach	
	DTV-Klassen der Hauptrichtung	.103
Abbildung 36:	Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem	
7.55.1.dd.1.g	Sachschaden (UKD(P,SS)) und Unfallarten von Kreuzungen und	
	Einmündungen mit Grünpfeil und Verstößen gegen Ausschluss- und	
	Abwägungskriterien	104
Abbildung 27.		.104
Abbildung 37:	Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem	
	Sachschaden (UKD(P,SS)) und Unfallarten von Kreuzungen und	
	Einmündungen mit Grünpfeil und unterschiedlicher Anzahl von	
	Rechtsabbiegefahrstreifen	.105
Abbildung 38:	Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem	
	Sachschaden (UKD(P,SS)) und Unfallursachen von Kreuzungen und	
	Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen	.106
Abbildung 39:	Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem	
	Sachschaden (UKD(P,SS)) und Unfallursachen von Kreuzungen mit	
	unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen differenziert nach	
	DTV-Klassen der Hauptrichtung	.107
Abbildung 40:	Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem	
3	Sachschaden (UKD(P,SS)) und Unfallursachen von Einmündungen	
	mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen differenziert	
	nach DTV-Klassen der Hauptrichtung	109
Abbildung 41:	Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem	. 100
Abbildarig +1.	Sachschaden (UKD(P,SS)) und Unfallursachen von Kreuzungen und	
	Einmündungen mit Grünpfeil und Verstößen gegen Ausschluss- und	
	Abwägungskriterien	110
Alekilekan a 40		.110
Abbildung 42:	Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem	
	Sachschaden (UKD(P,SS)) und Unfallursachen von Kreuzungen und	
	Einmündungen mit Grünpfeil und unterschiedlicher Anzahl von	
	Rechtsabbiegefahrstreifen	.111
Abbildung 43:	Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem	
	Sachschaden (UKD(P,SS)) und Unfallbeteiligung von Kreuzungen	
	und Einmündungen mit unterschiedlichen	
	Rechtsabbiegeführungsformen	.112
Abbildung 44:	Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem	
	Sachschaden (UKD(P,SS)) und Unfallbeteiligung von Kreuzungen	
	mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen differenziert	
	nach DTV-Klassen der Hauptrichtung	.113
Abbildung 45:	Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem	
Ü	Sachschaden (UKD(P,SS)) und Unfallbeteiligung von Einmündungen	
	mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen differenziert	
	nach DTV-Klassen der Hauptrichtung	114
Abbildung 46:	Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem	
, wandding to.	Sachschaden (UKD(P,SS)) und Unfallbeteiligung von Kreuzungen	
	mit Grünpfeil und Verstößen gegen Ausschluss- und	
	Ahwägungskriterien	115
	OLIVICUI II I I I I I I I I I I I I I I I I	1 1 7 3

Abbildung 47:	Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem
	Sachschaden (UKD(P,SS)) und Unfallbeteiligung von Kreuzungen
	mit Grünpfeil und unterschiedlicher Anzahl von
	Rechtsabbiegefahrstreifen116
Abbildung 48:	Ausgewählte Unfallkonstellationen118
Abbildung 49:	Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem
	Sachschaden (UKD(P,SS)) und ausgewählte Unfallkonstellationen
	von Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlichen
	Rechtsabbiegeführungsformen120
Abbildung 50:	Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem
· ·	Sachschaden (UKD(P,SS)) und ausgewählte Unfallkonstellationen
	von Kreuzungen mit unterschiedlichen
	Rechtsabbiegeführungsformen differenziert nach DTV-Klassen der
	Hauptrichtung121
Abbildung 51:	Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem
G	Sachschaden (UKD(P,SS)) und ausgewählte Unfallkonstellationen
	von Einmündungen mit unterschiedlichen
	Rechtsabbiegeführungsformen differenziert nach DTV-Klassen der
	Hauptrichtung123
Abbildung 52:	Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem
3	Sachschaden (UKD(P,SS)) und ausgewählte Unfallkonstellationen
	von Kreuzungen mit Grünpfeil und Verstößen gegen Ausschluss-
	und Abwägungskriterien124
Abbildung 53:	Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem
	Sachschaden (UKD(P,SS)) und ausgewählte Unfallkonstellationen
	von Kreuzungen mit Grünpfeil und unterschiedlicher Anzahl von
	Rechtsabbiegefahrstreifen125
Abbildung 54:	Unfalldiagramm der Unfälle aufgrund der Grünpfeil-Regelung in Köln
3	und Dresden 2008-2010127
Abbildung 55:	Zufahrten mit Sichteinschränkungen nach rechts, die hinsichtlich
· ····································	Unfällen zwischen Grünpfeil-Nutzer und Radfahrer von rechts
	auffällig sind129
Abbildung 56:	Unfalldichte und Unfallkategorien von Zufahrten an Kreuzungen und
3	Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen136
Abbildung 57:	Unfalldichte und Unfallkategorien von Zufahrten an Kreuzungen mit
· ····································	unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen differenziert nach
	DTV-Klassen der Hauptrichtung136
Abbildung 58:	Verunglücktendichte von Zufahrten an Kreuzungen und
, 10.011.01.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1	Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen137
Abbildung 59:	Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und Sachschaden
, washaan g co.	(UKD(P,S)) von Zufahrten an Kreuzungen und Einmündungen mit
	unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen
Abbildung 60:	Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und Sachschaden
	(UKD(P,S)) und Unfalltypen von Zufahrten an Kreuzungen und
	Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen139

Abbildung 61:	Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und Sachschaden	
	(UKD(P,S)) und Unfallarten von Zufahrten an Kreuzungen und	
	Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen	.141
Abbildung 62:	Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und Sachschaden	
	(UKD(P,S)) und Unfallbeteiligte von Zufahrten an Kreuzungen und	
	Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen	.143
Abbildung 63:	Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und Sachschaden	
	(UKD(P,S)) und ausgewählte Unfallkonstellationen von Zufahrten an	
	Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlichen	
	Rechtsabbiegeführungsformen	.144
Abbildung 64:	Unfalldichte und Unfallkategorien mit Rechtsabbiegern als	
J	Unfallverursacher von Zufahrten an Kreuzungen und Einmündungen	
	mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen	.147
Abbildung 65:	Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen und Sachschaden	
3 · · ·	(UKD(P,S)) mit Rechtsabbieger als Unfallverursacher von Zufahrten	
	an Kreuzungen und Einmündungen mit Grünpfeil und bedingt	
	verträglicher Führung	.148
Abbildung 66:	Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und Sachschaden	
	(UKD(P,S)) mit Rechtsabbieger als Unfallverursacher und	
	ausgewählte Unfallkonstellationen von Zufahrten an Kreuzungen und	
	Einmündungen mit Grünpfeil und bedingt verträglicher Führung	.149
Abbildung 67:	Für den Rechtsabbieger (Strom 3) relevante/ konfligierende	
	Verkehrsströme	.153
Abbildung 68:	Nutzungshäufigkeit der Grünpfeil-Regelung in Dresden und Köln	
Abbildung 69:	Befolgung der Anhaltepflicht in Dresden und Köln	
Abbildung 70:	Befolgung der Anhaltepflicht differenziert nach den Teilkollektiven	
Abbildung 71:	Befolgung der Anhaltepflicht differenziert nach momentanen	
3	verkehrlichen Bedingungen in Dresden und Köln	.157
Abbildung 72:	Rechtsabbiegen bei ROT mit Grünpfeil mit und ohne gleichzeitiger	
3	Freigabe der Fußgänger- und Radfahrfurten differenziert nach den	
	Teilkollektiven	.158
Abbildung 73:	Durchschnittlicher Anteil der Blockierzeit der Fußgängerfurt an der	
	Fußgänger-Freigabezeit differenziert nach den Teilkollektiven	.160
Abbildung 74:	Durchschnittlicher Anteil der Blockierzeit der Radfahrfurt an der	
7	Radfahrer-Freigabezeit differenziert nach den Teilkollektiven	.161
Abbildung 75:	Blockierung der Radfahrfurt durch Grünpfeil-Nutzer in 1.	
3 -	Warteposition und Blockierung der Fußgängerfurt durch Grünpfeil-	
	Nutzer in 2. Warteposition am Knotenpunkt DD-G1	.162
Abbildung 76:	Blockierung der Fußgängerfurt mit Freihalten der Radfahrfurt (links)	
	sowie gleichzeitige Blockierung der Fußgänger- und Radfahrfurt	
	(rechts) am Knotenpunkt K-G1	.162
Abbildung 77:	Behinderungen des querenden nichtmotorisierten Verkehrs aufgrund	
3	Blockierung durch Grünpfeil-Nutzer nach den Teilkollektiven	.163
Abbildung 78:	Bewegungslinien der querenden Fußgänger und Radfahrer infolge	
	der Verhaltensänderung aufgrund Blockierung der freigegeben	
	Furten durch Grünpfeil-Nutzer	.164
Abbildung 79:	•	166

Abbildung 80:	Interaktionen an Knotenpunkten mit und ohne Grünpfeil in Dresden
Abbildung 01.	und Köln
Abbildung 81:	Interaktionen beim Rechtsabbiegen bei ROT an Knotenpunkten mit
Abbildung 92:	Grünpfeil nach Konfliktflächen169 Interaktionen beim Rechtsabbiegen bei GRÜN an Knotenpunkten mit
Abbildung 82:	
Abbildung 00.	und ohne Grünpfeil nach Konfliktflächen
Abbildung 83:	Interaktionen beim Rechtsabbiegen bei ROT an Knotenpunkten mit
Abbildung 04.	Grünpfeil innerhalb der Konfliktfläche 1 nach den Teilkollektiven171
Abbildung 84:	Anteil Rechtsabbieger bei ROT mit Grünpfeil nach den
Abbildung 05.	Teilkollektiven
Abbildung 85:	Anteil der Rechtsabbiegevorgänge bei ROT in Abhängigkeit des
Abbildung OC:	Rechtsabbiegeranteils an Knotenpunkten mit Mischfahrstreifen173
Abbildung 86:	Routen Reisezeitmessungen Dresden, Ausschnitt Stadtplan [OSM
Abbildung 07.	2013]
Abbildung 87:	Routen Reisezeitmessungen Köln, Ausschnitt Stadtplan [OSM 2013]178
Abbildung 88:	Reisezeitmessungen – Grünpfeil-Nutzung Dresden
Abbildung 89:	Reisezeitmessungen – Grünpfeil-Nutzung Köln
Abbildung 90:	Reisezeit (Mittel beider Fahrten je Zeitbereich) – Dresden Route 1
	(links) und Route 2 (rechts)
Abbildung 91:	Reisezeit (Mittel beider Fahrten je Zeitbereich) – Köln Route 1 (links)
	und Route 2 (rechts)
Abbildung 92:	Reisezeit (Mittel beider Fahrten je Zeitbereich) – Dresden
	Zusammenfassung Route 1 und 2 (links) und Köln
	Zusammenfassung Route 1 und 2 (rechts)
Abbildung 93:	Wartezeit (Mittel beider Fahrten je Zeitbereich) – Dresden Route 1
	(links) und Route 2 (rechts)
Abbildung 94:	Wartezeit (Mittel beider Fahrten je Zeitbereich) – Köln Route 1 (links)
	und Route 2 (rechts)
Abbildung 95:	Haltezeitanteil an der Reisezeit (oben) und Anzahl der Halte (unten)
	- Dresden Route 1 (links) und Route 2 (rechts)187
Abbildung 96:	Ausschnitt der Geschwindigkeits-Weg-Diagramme – Dresden Route
	1
Abbildung 97:	Haltezeitanteil an der Reisezeit (oben) und Anzahl der Halte (unten)
	- Köln Route 1 (links) und Route 2 (rechts)
Abbildung 98:	Ausschnitt der Geschwindigkeits-Weg-Diagramme – Köln Route 2190
Abbildung 99:	Haltezeitanteil an der Reisezeit (oben) und Anzahl der Halte (unten)
	 Dresden Zusammenfassung Route 1 und 2 (links) und Köln
	Zusammenfassung Route 1 und 2 (rechts)191
Abbildung 100:	Kraftstoffmehrverbrauch durch Halt an Knotenpunkten (Mittel beider
	Fahrten je Zeitbereich) – Dresden Route 1 (links) und Route 2
	(rechts)
Abbildung 101:	Kraftstoffmehrverbrauch durch Halt an Knotenpunkten (Mittel beider
	Fahrten je Zeitbereich) – Köln Route 1 (links) und Route 2 (rechts)194
Abbildung 102:	Kraftstoffmehrverbrauch durch Halt an Knotenpunkten (Mittel beider
	Fahrten je Zeitbereich) – Dresden Zusammenfassung Route 1 und 2
	(links) und Köln Zusammenfassung Route 1 und 2 (rechts) 194

Tabellenverzeichnis XI

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Verbreitung der Grünpfeile in deutschen Städten (Stand August 2002) [LAGEMANN & TOPP 2003]	21
Tabelle 2:	Übersicht Pressespiegel zu den Erfahrungen mit der Grünpfeilregelung in deutschen Städten	24
Tabelle 3:	Zeiträume der ersten Anordnung von Grünpfeilen in deutschen Großstädten	
Tabelle 4:	Gründe für die Anwendung der Grünpfeil-Regelung	
Tabelle 5:	Verbreitung der Grünpfeile in deutschen Großstädten (Stand	
	Dezember 2011)	39
Tabelle 6:	Ausschlusskriterien nach [VwV STVO 2009]	41
Tabelle 7:	Randbedingungen der Überprüfung der Ausschlusskriterien nach [VwV STVO 2009]	
Tabelle 8:	Anzahl der Zufahrten mit Verstößen gegen die Ausschlusskriterien der VwV-StVO unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Befragung	
Tabelle 9:	Abwägungskriterien nach [RiLSA 1992]	
Tabelle 10:	Randbedingungen der Überprüfung der Abwägungskriterien nach	
Tabelle 11:	Anzahl der Zufahrten mit Verstößen gegen die Ausschlusskriterien der VwV-StVO unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Befragung	
Tabelle 12:	Betrachtete Zeiträume bei der Überprüfung des Unfallgeschehens	
Tabelle 13:	Überprüfung der Grünpfeil-Regelung bei sich ändernden verkehrlichen Bedingungen	
Tabelle 14:	Gründe für die Anwendung von Zusatzbeschilderung zum richtigen Verhalten	
Tabelle 15:	Gründe für die Entfernung von Grünpfeilen	
Tabelle 16:	Typische Konflikt- und Unfallsituationen an Knotenpunkten mit Grünpfeil	
Tabelle 17:	Beurteilung der Grünpfeil-Regelung	
Tabelle 18:	Anzahl der Knotenpunkte, Unfälle und Verunglückten in den	0-
rabono ro.	1	70
Tabelle 19:	Unfallanzahl der ausgewählten Unfallkonstellationen im	
Tabelle 20:	Untersuchungs- und Vergleichskollektiv Datengrundlage Zufahrten	
Tabelle 21:	Datengrundlage Zuordnung Unfälle zu Zufahrten	
Tabelle 22:	Datengrundlage Zuordnung Unfälle zu Verkehrsströmen	
Tabelle 23:	Bewertung der Intensität von Interaktionen in Anlehnung an [RISSER	. 1 10
i abolio 20.	ET AL. 1991]	167
Tabelle 24:	Mittlere Wartezeiten nach [HBS 2001] und über die Befahrungen gemittelte Wartzeiten der Knotenpunkte DD-G2 und K-G3.2	

Kurzfassung 1

Kurzfassung

Die Erkenntnisse bisheriger Untersuchungen zum Grünpfeil basieren vor allem auf lokalen Beobachtungen sowie vereinzelten Unfalluntersuchungen. Ziel dieses Forschungsvorhabens war es, einerseits einen Überblick zur aktuellen Anwendungspraxis zu geben und andererseits aktualisierte und verallgemeinerbare Erkenntnisse zur Verkehrssicherheit, dem Konfliktpotential und zu erwarteten Vorteilen im Verkehrsablauf des Rechtsabbiegens bei ROT zu liefern.

Eine Befragung von 75 Großstädten und neun Landkreisen ergab, dass in etwa dreiviertel der Städte die Grünpfeil-Regelung zur Anwendung kommt. Darüber hinaus zeigte sich, dass lediglich ein Viertel der Städte alle Ausschlusskriterien nach VwV-StVO berücksichtigt – eine Überprüfung von 459 Grünpfeil-Zufahrten in Berlin, Dresden, Köln, Mannheim und Stuttgart ergab 22 Zufahrten mit solchen Verstößen, welche vor allem für den Schutz der nichtmotorisierter Verkehrsteilnehmer relevant sind. Außerdem konnte festgestellt werden, dass 49 Städte eine regelmäßige Überprüfung des Unfallgeschehens an Knotenpunkten mit Grünpfeil durchführen, von denen sich zehn an den Grenzwerten nach VwV-StVO orientieren. Die übrigen 39 Städte zeigen Abweichungen bei den Betrachtungszeiträumen und/oder den Grenzwerten.

Die Analyse des Unfallgeschehens erfolgte zweistufig: In der ersten Stufe wurde das gesamte Unfallgeschehen innerhalb von 505 lichtsignalgeregelten Knotenpunkten in den Berlin, Dresden, Köln, Mannheim und Stuttgart untersucht, da Infrastrukturmerkmale in einzelnen Zufahrten das Unfallgeschehen innerhalb des gesamten Knotenpunktes beeinflussen können. Hierzu wurden hinsichtlich unterschiedlicher Rechtsabbiegeführungsformen repräsentative Untersuchungsgruppen gebildet. Dabei erfolgte auch eine Analyse des Unfallhergangs bei Unfällen aufgrund der Grünpfeil-Regelung für ausgewählte Knotenpunkte in Dresden und Köln. In einer zweiten Stufe erfolgte eine differenzierte Unfallgeschehens von zufällig ausgewählten Analyse des 200 Zufahrten unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen in den Städten Berlin und Dresden.

Die Analyse der Knotenpunkte hat gezeigt, dass Kreuzungen und Einmündungen mit Grünpfeil - Kreuzungen und Einmündungen mit zweifeldigem Rechtsabbiegesignal (KR-Signal) bzw. Einmündungen mit Dreiecksinsel ausgenommen – die höchsten Verunglücktenund Unfalldichten vorzuweisen haben, insbesondere wenn gegen Einsatzkriterien nach VwV-StVO oder [RILSA 1992] verstoßen wurde oder ein Rechtsabbiegefahrstreifen zur Verfügung steht. Hinsichtlich der Unfallschwere weisen Knotenpunkte mit Grünpfeil allerdings nur vereinzelt Auffälligkeiten auf. Die erhöhten Verunglückten- und Unfalldichten sind auf erhöhte Anteile von Abbiege- und Einbiegen/Kreuzen-Unfällen sowie auf eine überdurchschnittlich hohe Beteiligung nicht motorisierter Verkehrsteilnehmer zurückzuführen - insbesondere Radfahrer sind im Vergleich zu anderen Rechtsabbiegeführungsformen häufig in Unfälle verwickelt. Auch die detaillierte Analyse des Unfallhergangs von 33 Knotenpunkten in Dresden und Köln zeigt, dass etwa jeder dritte Unfall, welcher direkt mit der Grünpfeil-Regelung in Zusammenhang zu bringen ist, auf Zusammenstöße zwischen Grünpfeil-Nutzer und Radfahrer sowie Grünpfeil-Nutzer und vorfahrtrechtlich übergeordnetes Kraftfahrzeug von links zurückzuführen ist. Als unfallbegünstigende Faktoren haben sich dabei u.a. der fehlende Zeitvorsprung für Fußgänger und Radfahrer, Sichteinschränkungen sowie eine zulässige Höchstgeschwindigkeit von mehr als 50 km/h auf der übergeordneten Straße herausgestellt.

Kurzfassung 2

Die Analyse der Knotenpunktzufahrten in Berlin und Dresden auf Basis von 1.086 Unfälle innerhalb von 150 Kreuzungen sowie 50 Einmündungen kann die Erkenntnisse der Knotenpunktauswertungen nur teilweise bestätigen. So zeigen sich an Zufahrten mit Grünpfeil wiederum erhöhte Anteile von Abbiege- und Einbiegen/Kreuzen-Unfällen sowie hinsichtlich der Beteiligung nicht motorisierter Verkehrsteilnehmer, die Werte der Unfall-, Unfallkosten- und Verunglücktendichten weisen aber keine Auffälligkeiten auf. Auch eine isolierte Betrachtung der Unfälle, bei denen rechtsabbiegende Verkehrsteilnehmer als Unfallverursacher dokumentiert wurden, bringt hierzu keine weiteren Erkenntnisse.

Neben einer Analyse des Unfallgeschehens wurden Verkehrsbeobachtungen in Dresden und Köln durchgeführt. Diese umfassten eine Dokumentation und Einordnung des Verkehrsverhaltens an insgesamt 16 Zufahrten mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen, wobei u.a. die Knotenpunktform (Kreuzung oder Einmündung) sowie die Anzahl der Rechtsabbiegefahrstreifen berücksichtigt wurden. Darüber hinaus wurden Reisezeitmessungen mit und ohne Nutzung der Grünpfeil-Regelung unter realistischen Bedingungen durchgeführt, indem in einem typischen Straßennetz häufig auftretende Wegebeziehungen bei unterschiedlichen Belastungszuständen abgefahren und die Zeitverläufe aufgezeichnet wurden.

Die Analyse der Verkehrsverhaltens hat gezeigt, dass die Regelung von den meisten Verkehrsteilnehmern falsch angewendet wird: Das gebotene wichtige Anhalten vor dem Abbiegen wird eher nur ausnahmsweise praktiziert, eine verbotene Blockade der Fußgängerund Radverkehrswege ist häufig zu beobachten. An Knotenpunktzufahrten mit Grünpfeil und Mischfahrstreifen konnte zudem keine generelle Zunahme des Anteils der Rechtsabbiegevorgänge bei ROT in Abhängigkeit des Anteils der Rechtsabbieger an allen Strömen auf dem Mischfahrstreifen und der Dauer der Sperrzeit abgeleitet werden.

Ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen der Nutzung der Grünpfeil-Regelung einerseits und Reiszeiteinsparungen sowie geringere Warte- und Haltezeiten andererseits konnte nicht hergestellt werden. Allerdings zeigten sich Tendenzen, wonach die Dichte der lichtsignalgeregelten Knotenpunkte sowie der Anteil von Knotenpunkten mit Grünpfeil im Stadtgebiet entscheidend für Reisezeitgewinne bei Nutzung der Grünpfeil-Regelung sein können.

Zusammenfassend zeigt sich, dass durch die Grünpfeil-Regelung insbesondere nichtmotorisierte Verkehrsteilnehmer gefährdet werden. Generelle Zusammenhänge, wonach die Grünpfeil-Regelung im Vergleich zu anderen Rechtsabbiegeführungsformen unsicherer ist, konnten aber nicht abgeleitet werden. Ein genereller Vorteil für den Verkehrsablauf des motorisierten Verkehrs ist nach den Ergebnissen dieser Untersuchung nicht festzustellen. Allerdings ist punktuell davon auszugehen, dass die Kapazität einer Zufahrt u.U. erhöht werden kann. Die Grünpfeil-Regelung ist zudem auch hinsichtlich des behördlichen Umgangs/Anordnung nicht einfach und korrekt anzuwenden. Insbesondere die Grenzwerte für die Überprüfung des Unfallgeschehens, welche nach den Befragungen ohnehin lediglich in jeder fünften Stadt zur Anwendung kommen, sind nicht praktikabel, da die Randbedingungen eine gerichtliche Feststellung verlangen, womit eine Abgrenzung für die zuständigen Verkehrsbehörden schwierig ist.

Abstract 3

Abstract

Previous research on the topic of green arrow signs has mostly been limited to local observations and isolated accidents. This study in contrast was designed to assemble an overview of the current types of application of the green arrow sign. Moreover, it aims to provide updated findings on road safety, conflict potential, and expected benefits of right turns on red that can be generalized.

A survey across 75 cities and nine counties came to the conclusion that roughly three quarters of all cities use the green arrow sign. Furthermore, only a quarter of the cities implement all exclusion criteria of the German General Implementation Rules for Road Traffic Regulations (VwO-StVO – traffic code). An inspection of 459 intersections with green arrow signs in Berlin, Dresden, Cologne, Mannheim, and Stuttgart revealed that 22 road accesses were in violation of the VwO-StVO regulations, which could be dangerous especially for non-motorized traffic. The survey also found that 49 cities regularly carry out reviews of accidents at traffic hubs that have green arrow signs installed – ten of which are in line with the traffic code. The remaining 39 cities exhibit deviations in threshold values and the observation period.

The analysis of the accidents was two-tiered. Firstly, all cases that occurred at 505 different junctions with traffic lights in Berlin, Dresden, Cologne, Mannheim, and Stuttgart were examined. The varying traffic control setups for right turns were classified into representative categories. This also included analyses of accident sequences at green arrow signs at deliberately chosen junctions in Dresden and Cologne. Secondly, a differentiated analysis of 200 randomly selected junction accesses with varying right turn setups in Berlin and Dresden was undertaken.

The analysis showed that junctions with green arrow signs (neglecting objects with protected-permitted right turn signal and triangular islands) exhibit the highest accident and casualty rates, especially when VwO-StVO or [RILSA 1992] criteria for usage of green arrow signs had been violated or right turn lanes existed. With regard to severity of accidents, junctions with green arrow signs do not account for distinct deviations from the mean. Higher rates of casualty and accidents can be traced back to turning onto or off road behaviors as well as above average numbers of non-motorized participants. Cyclist in particular, compared to other forms of right turn participants, are involved in those accidents. The detailed analysis of accidents at 33 junctions in Dresden and Cologne points to similar causes of accidents. Roughly one third of all accidents that can be attributed to green arrow signs involve collisions of green arrow sign users with cyclists or motor vehicles that intersect from the left in possession of right of way. Other factors such as the lack of standard clearance times for pedestrians and cyclists (through signals), reduced sight, and speed limits exceeding 50 km/h on higher priority roads have been identified as infrastructural features that contribute to the risk of accidents.

The analysis of road accesses with regard to 1.086 accidents at 150 junctions and 50 T-junctions in Berlin and Dresden only partially supports these findings. Thus, junctions with green arrow signs indeed exhibit higher rates of accidents for turning onto or off of roads or at crossings and involve higher numbers for involvement of non-motorized traffic, but the findings do not show unusual degrees of accidents numbers, accident related costs, or

numbers of casualties. Isolated observations of accidents, in which right turning traffic was documented as causing the accident, also do not provide further evidence.

Along with the analysis of accidents, traffic observations were conducted in Dresden and Cologne. Documentation and classification of traffic behavior at 16 junctions with varying setups for right turns were made. Criteria for classification included distinctions between junctions and T-junctions as well as the number of right turn lanes. Moreover, time measurements of traffic with and without green arrow signs were conducted under realistic circumstances. For that purpose, researchers drove frequently occurring path-types under differing conditions and trip times were recorded.

Findings prove that most participants used green arrow signs inappropriately; the compulsory stopping at the signal before turning right was only observed sporadically while pedestrian paths and bicycle lanes often were illicitly blocked. Furthermore, intersections with green arrow signs and mixed traffic lanes did not feature increased rates of right turns on red in relation to right turns from mixed traffic lanes and length of red phases.

A direct correlation between the use of green arrow signs, on the one hand, and travel time savings as well as limited waiting and stopping time, on the other hand, could not be made. However, a tendency for time savings when green arrow signs were used, whereby the closeness of traffic signals and junctions as well as the portion of junctions with green arrow signs in an area of city played a role, was shown.

In summary, the findings show that green arrow sign setups pose threats particularly for non-motorized traffic participants. General correlations, in which the safety of green arrow signs is compared to other right turn forms, cannot be derived from these findings. A general advantage for the traffic flow of motorized traffic was not able to be ascertained in this study. However, it can be assumed that the capacity of an access road can under certain circumstances be increased. Moreover the regulatory requirements are not easily and often not correctly applied. In particular, the threshold values for the review of accidents, which are only used in every fifth city according to our survey, are not practical because the required judicial assessments which frequently involve questions of jurisdiction.

Einleitung 5

1 Einleitung

Lichtsignalanlagen bestimmen maßgeblich die Verkehrsabwicklung im innerörtlichen Hauptverkehrsstraßennetz. Sie werden eingerichtet, um neben der Verkehrsqualität vor allem die Verkehrssicherheit an Knotenpunkten zu erhöhen und bilden damit das Grundgerüst für die Verkehrsorganisation in Städten [HBS 2001]. Auf Basis einer eindeutigen und einfachen Regelung werden konfligierende Ströme zeitlich entflochten, womit Unfälle, wie sie im Bereich von vorfahrtgeregelten Knotenpunkten auftreten können, werden sind sollen. Derartige Unfälle vor Vorfahrtmissachtung oder Unfälle mit besonders schutzbedürftigen Personen, Fußgänger und Radfahrer. Ein hohes Verkehrsaufkommen, schlechte Sichtverhältnisse aber auch mangelnde Begreifbarkeit der Vorfahrtsregelung können diese Unfälle begünstigen [RILSA 2010].

Seit 1977 war in der DDR das Rechtsabbiegen bei ROT durch einen grünen Pfeil erlaubt worden – eine "Aufweichung" der eindeutigen und einfach zu begreifenden Regelung an Lichtsignalanlagen.

Eine politische Entscheidung des Ministeriums des Innern der DDR führte zur Einführung der Grünpfeil-Regelung als Ersatzlösung, da vor dem Inkrafttreten der "Wiener Konvention zur Vereinheitlichung der europäischen Straßenverkehrsordnungen" das Rechtsabbiegen während der Sperrzeit an Lichtsignalanlagen ohne Einschränkungen generell erlaubt war.

Nach der Wiedervereinigung verlor die Straßenverkehrsordnung der DDR ihre Gültigkeit und die StVO der Bundesrepublik Deutschland galt in allen Bundesländern gleichermaßen. Ausnahmereglungen zum Rechtsabbiegen bei ROT waren in dieser nicht vorgesehen, so dass die Grünpfeile demontiert werden mussten. Da dies ohne begleitende Verbesserungen und Umgestaltung von Knotenpunkten vielerorts zu Kapazitätseinbrüchen und in der Folge zu Protesten vieler Verkehrsteilnehmer in den neuen Bundesländern führte [SCHROBITZ ET AL. 1992], wurde am 11. Dezember 1990 eine bis zum 31. Dezember 1991 gültige Ausnahmeverordnung zur StVO erlassen, welche die befristete Beibehaltung der Grünpfeil-Regelung gestattete. Zeitgleich wurde eine erste Untersuchung der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) zur Grünpfeilregelung in den "neuen" Bundesländern durchgeführt [SCHROBITZ ET AL. 1992]. Dabei wurde zwar festgestellt, dass in Folge der Grünpfeil-Regelung keine wesentlichen Beeinträchtigungen auf die Verkehrssicherheit zu verzeichnen Die Untersuchung zeigte aber auch, dass die Grünpfeil-Regelung nicht uneingeschränkt anwendbar ist. weshalb entsprechende Ausschlussund Abwägungskriterien formuliert wurden [SCHROBITZ ET AL. 1992, KRAUSE 1994].

Am 20. Dezember 1991 erließ der Bundesverkehrsminister die "Verordnung über die vorübergehende Weiterverwendung des grünen Pfeilschildes an Lichtsignalanlagen" und eine zusätzliche Verwaltungsvorschrift, welche die bereits aus der DDR-StVO bekannte Ausschlusskriterien verbindlich vorschrieb [STRUBEN 2004].

Durch die "Siebzehnte Verordnung straßenverkehrsrechtlicher Vorschriften" wurde der Grünpfeil per Bundesratsbeschluss erstmals in die bundesdeutsche StVO aufgenommen. Die Regelung trat zum 1. März 1994 in Kraft [VKBL 1994]. Die zugehörige Verwaltungsvorschrift (VwV-StVO) enthielt nun neben den in der "Verordnung über die vorübergehende Weiterverwendung des grünen Pfeilschildes an Lichtsignalanlagen" bereits

Einleitung 6

gültigen Ausschlusskriterien weitere aus den Ergebnissen der ersten BASt-Untersuchung abgeleitete Einsatzbedingungen [SCHROBITZ ET AL. 1992].

Im Jahr 1999 führte die "Projektgruppe Grünpfeil" im Auftrag der BASt weitere Untersuchungen durch. Allerdings konnten auch hier keine statistisch abgesicherten Zusammenhänge zwischen dem Unfallgeschehen und der Grünpfeil-Regelung festgestellt werden. Damit war eine abschließende Beurteilung zu den Auswirkungen des Grünpfeils auf die Verkehrssicherheit nicht möglich. Allerdings resultierten aus diesen Untersuchungen weitere Einsatzbeschränkungen, die 2003 die in die Teilfortschreibung der RiLSA 1992 eingingen. Darüber hinaus wurden auf dieser Basis die Einsatzkriterien der VwV-StVO mit Änderung zum 1. Februar 2001 angepasst. Im weiteren zeitlichen Verlauf bis zur aktuellen Fassung [VwV-STVO 2009] haben sich keine Änderungen mehr ergeben.

Den bisherigen Untersuchungen zum Grünpfeil liegen vor allem lokale Beobachtungen zugrunde. Unfalluntersuchungen wurden nur vereinzelt durchgeführt. Aus Erfahrungen des Lehrstuhls Straßenverkehrstechnik der TU Dresden im Bereich der städtischen Verkehrssicherheitsarbeit [MAIER ET AL. 2010] sind Unfallauffälligkeiten an Knotenpunkten mit Grünpfeil bekannt, die durch Verzicht auf diese Regelung entschärft werden konnten. Eindeutige Aussagen, ob und unter welchen konkreten Voraussetzungen die Grünpfeil-Regelung zur Anwendung kommen darf oder abgelehnt werden sollte, ließen sich aus bisherigen veröffentlichten Analysen zum Unfallgeschehen nicht ableiten. Da diese Thematik nach wie vor vieldiskutiert und umstritten [SPIEGEL 2002, SÜDDEUTSCHE 2009, SWP 2010] ist, soll die vorliegende Untersuchung aktualisierte und vor allem vertiefte Erkenntnisse zur Sicherheit und zu erwarteten Vorteilen im Verkehrsablauf des Rechtsabbiegens bei ROT liefern, wobei die Vorgehensweise folgende Arbeitsschritte umfasst:

- Die Dokumentation des bisherigen Erkenntnisstandes enthält neben den Vorgaben der aktuellen Rechtsnormen sowie Regelwerke und den Ergebnissen bisheriger Untersuchungen vor allem eine Beurteilung der Aktualität des Konfliktpotenzials durch eine Auswertung von Erfahrungsberichten aus der lokalen und überregionalen Presse. Darüber hinaus werden Erfahrungen aus dem Ausland zum Rechtsabbiegen bei ROT ausgewertet.
- Befragungen in 75 Städten sowie neun Landkreisen geben einen Überblick zu den Erfahrungen mit der Anwendung des Grünpfeils. Aktuelle Erkenntnisse zur Verbreitung der Reglung in der Bundesrepublik, der Anwendungspraxis zu den Einsatzbedingungen aus Rechtsnormen und Regelwerken sowie eine generelle Beurteilung der Grünpfeil-Regelung werden dadurch gewonnen.
- Die Unfallanalyse in fünf ausgewählten Städten umfasst einen Vergleich der Unfallstruktur für Knotenpunkte mit Grünpfeil-Regelung und anderen Rechtsabbiegeführungen und damit die Einordnung des Gefährdungspotentials der Grünpfeil-Regelung. Außerdem werden typische Unfallsituationen an Knotenpunkten mit Grünpfeilregelung detailliert untersucht und mögliche Einflussfaktoren abgeleitet.
- Für zehn auf Basis der Ergebnisse der Unfallanalyse ausgewählte Knotenpunktzufahrten werden Verkehrsbeobachtungen durchgeführt. Zum Vergleich sollen
 zusätzlich vier Zufahrten mit bedingt verträglicher Führung der Rechtsabbieger und
 zwei Zufahrten mit eigener Rechtsabbiegerphase beobachtet werden. Auf Basis der
 Ergebnisse der Verkehrsbeobachtungen und der Unfallanalyse sollen gegebenenfalls
 modifizierte Einsatzkriterien für die Grünpfeil-Regelung abgeleitet werden.

Einleitung 7

In zwei Untersuchungsstädten wurden Reisezeitmessungen mit und ohne Nutzung der Grünpfeil-Regelung unter realistischen Bedingungen durchgeführt. Hierzu wurden in einem typischen Straßennetz häufig auftretende Wegebeziehungen im realen Verkehrsgeschehen bei unterschiedlichen Belastungszuständen abgefahren und die Zeitverläufe aufgezeichnet. Daraus soll abgeleitet werden, ob die zum Teil in früheren Untersuchungen festgestellten Wartezeiteinsparungen bei Nutzung der Grünpfeil-Regelung innerhalb einer längeren Fahrt über Knotenpunkte mit verschiedenen Verkehrsregelungen aufrecht erhalten werden können und damit einen positiven zeitlichen Nutzen für den Verkehrsteilnehmer darstellen.

2 Bisheriger Erkenntnisstand

2.1 Vorgaben

2.1.1 Rechtsnormen und Verordnungen

Der Grünpfeil, bereits 1978 in der ehemaligen DDR ohne Anhaltepflicht eingeführt [StVO-DDR 1983], 1990 nach der Wiedervereinigung zunächst als Ausnahme-Verordnung zur StVO, später als "Verordnung über die vorübergehende Weiterverwendung des grünen Pfeilschildes an Lichtsignalanlagen" übergangsmäßig erlaubt, wurde am 1. März 1994 in die Straßenverkehrsordnung (StVO) und die dazugehörige Verwaltungsvorschrift (VwV-StVO) mit Ergänzung um die Anhaltepflicht als Zeichen 720 aufgenommen. Nach §37 Absatz 2 Nr. 8 StVO ist

"das Rechtsabbiegen erlaubt, wenn rechts neben dem roten Signalgeber ein nichtleuchtendes Schild mit grünem Pfeil auf schwarzen Grund angebracht ist. Der Fahrzeugführer darf nur aus dem rechten Fahrstreifen abbiegen. Er muss sich dabei so verhalten, dass eine Behinderung oder Gefährdung anderer Verkehrsteilnehmer, insbesondere des Fußgänger- und Fahrzeugverkehrs der freigebenden Verkehrsrichtung, ausgeschlossen ist" [StVO 2010].

Durch den Kommentar zur StVO [BOUSKA 2009] wird explizit darauf hingewiesen, dass die Nutzung des Grünpfeils keine Pflicht darstellt. Außerdem wird verdeutlicht, dass bei gelb gemäß § 37 Abs. 2 Nr. 1 Satz 3 StVO in jedem Fall gehalten werden muss [BOUSKA 2009], womit auch die Forderungen des Wiener Übereinkommens über Straßenverkehrszeichen förmlich nicht verletzt werden.

Mit Änderung der StVO wurde auch die *"erforderliche Anpassung des Verwarngeldkataloges an die Einführung der Grünpfeil-Regelung"* vorgenommen [VKBL 1994]. Ein Auszug des aktuellen Bußgeldkataloges¹ [BKATV 2010] zur Ahndung der Verstöße gegen die Grünpfeil-Regelung enthält Anlage 1.

Die VwV-StVO hat 1994 nach Empfehlungen der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) [SCHROBITZ ET AL. 1992] erstmals Einsatzkriterien zum Grünpfeil aufgenommen. So wird durch die Begründung zur "Siebzehnten Verordnung zur Änderung straßenverkehrsrechtlicher Vorschriften" des Bundesministeriums für Verkehr darauf hingewiesen, dass die Grünpfeilregelung ohne Einschränkungen nicht ohne Beeinträchtigung der Verkehrssicherheit anwendbar ist [VkBL 1994]. Mit Änderung der VwV-StVO zum 1. Februar 2001 wurden die Einsatzkriterien vereinzelt angepasst. Seitdem oder in der aktuellen VwV-StVO [VwV-StVO 2009] wurden keine Aktualisierungen der entsprechenden Ausführungen vorgenommen. So kommt die Anlage des Grünpfeils nach VwV-StVO zu § 37 Abs. 2 StVO, Nr. XI nur in Frage, wenn

"der Rechtsabbieger Fußgänger- und Fahrzeugverkehr der freigegebenen Verkehrsrichtungen ausreichend einsehen kann, um die ihm auferlegten Sorgfaltspflichten zu erfüllen. Es darf nicht verwendet werden, wenn

[FERNER 2005].

¹ Verwarnungs- und Bußgeld Katalog traten gemeinsam mit der Verwaltungsvorschrift zu § 15 StVZO (Mehrfachtäterpunktesystem) zum 01.01.1990 in Kraft. Durch die aktuelle Fassung werden die bislang in unterschiedlichen Regelwerken enthaltenen Bestimmungen über Verwarnungsgelder, Bußgelder und Fahrverbote zusammengefasst und die durch das Gesetz zur Änderung des Straßenverkehrsgesetzes und andere verkehrsrechtlicher Vorschriften [StVRÄndG 2001] erweiterte Ermächtigung des § 26a StVG aufgenommen

- a) dem entgegenkommenden Verkehr ein konfliktfreies Abbiegen nach links signalisiert wird.
- b) für den entgegenkommenden Linksabbieger der grüne Pfeil gemäß § 37 Abs. 2 Nr. 1 Satz 4 verwendet wird,
- c) Pfeile in den für den Rechtsabbieger gültigen Lichtzeichen die Fahrtrichtung vorschreiben.
- d) beim Rechtsabbiegen Gleise von Schienenfahrzeugen gekreuzt oder befahren werden müssen,
- e) der freigegebene Fahrradverkehr auf dem zu kreuzenden Radweg für beide Richtungen zugelassen ist oder der Fahrradverkehr trotz Verbotes in der Gegenrichtung in erheblichem Umfang stattfindet und durch geeignete Maßnahmen nicht ausreichend eingeschränkt werden kann,
- f) für das Rechtsabbiegen mehrere markierte Fahrstreifen zur Verfügung stehen oder
- g) die Lichtzeichenanlage überwiegend der Schulwegsicherung dient".[VwV-StVO 2009]

Im Vergleich zur Fassung vom 1.März 1994 haben sich somit lediglich Änderungen hinsichtlich des Punktes e) ergeben (siehe Kapitel 2.2.2).

Die genannten Ausschlusskriterien werden durch ein Abwägungskriterium ergänzt, bei dem die Grünpfeilregelung "ausnahmsweise" zur Anwendung kommen kann (VwV-StVO zu § 37 Abs. 2 StVO, Nr. XI). So soll

"an Kreuzungen und Einmündungen, die häufig von seh- oder gehbehinderten Personen überquert werden … die Grünpfeil-Regelung nicht angewandt werden. Ist sie ausnahmsweise an Kreuzungen oder Einmündungen erforderlich, die häufig von Blinden oder Sehbehinderten überquert werden, so sind Lichtzeichenanlagen dort mit akustischen oder anderen geeigneten Zusatzeinrichtungen auszustatten." [VwV-StVO 2009]

Im Vergleich zur VwV-StVO von 1994 ist die frühere Formulierung "...von Blinden oder Sehbehinderten Personen überquert werden..." seit 2001 durch die Nennung der gehbehinderten Personen ergänzt worden (vgl. Kapitel 2.2.2).

Nach VwV-StVO wird außerdem gefordert (VwV-StVO zu § 37 Abs. 2 StVO, Nr. XI), das Unfallgeschehen an Knotenpunktzufahrten mit angebrachten Grünpfeilen "regelmäßig mindestens anhand von Unfallsteckkarten auszuwerten" [VwV-StVO 2009]. Folgende Grenzwerte werden zur Findung von Unfallhäufungen für einen Betrachtungszeitraum von 3 Jahren vorgegeben:

- 2 oder mehr Unfälle mit Personenschaden,
- 3 Unfälle mit schwerwiegendem Verkehrsverstoß oder
- 5 Unfälle mit geringfügigem Verkehrsverstoß

Die Schwere von Verkehrsverstößen wird zwar durch § 315 c Abs.1 StGB geregelt, ist allerdings erst nach einer gerichtlichen Verhandlung feststellbar, womit eine Abgrenzung für die zuständigen Verkehrsbehörden nicht realisierbar und damit nicht praktikabel ist.

In der Fassung der VwV-StVO vom März 1994 waren die Straßenverkehrsbehörden aufgefordert "das...Unfallgeschehen innerhalb der ersten beiden Jahre nach Anbringung" zu beobachten und auszuwerten. Auch wurde mit "zwei oder mehr Unfälle mit schwerem Sachschaden und/oder Personenschaden" lediglich ein Grenzwert hinsichtlich des Unfallgeschehens vorgegeben.

Zu den Grenzwerten für das Unfallgeschehen wurde durch die Erklärung zur "Siebzehnten Verordnung zur Änderung straßenverkehrsrechtlicher Vorschriften" des Bundesministeriums für Verkehr angemerkt,

"dass die Entfernung des Grünpfeilschildes nur dann erfolgen soll, wenn die Unfallhäufung gerade auf das Rechtsabbiegen bei Rot zurückzuführen ist. Andere, nicht mit der Grünpfeilregelung zusammenhängende Kreuzungs- oder Einmündungsunfälle müssen außer Betracht bleiben." [VKBL 1994]

Zur Ausführung des Grünpfeils wird nach VwV-StVO zu § 37 Abs. 2 StVO, Nr. XI vorgegeben, dass der Grünpfeil "auf schwarzem Grund" aufzubringen ist und nicht leuchten darf, also "nicht beleuchtet sein und nicht retroreflektieren (soll)". "Das Schild hat eine Breite von 250 mm und eine Höhe von 250 mm." [VwV-StVO 2009]

Aus der VwV-StVO zu § 45 Abs. 1 bis 1e, Nr. III geht der Genehmigungsvorbehalt der zuständigen Straßenverkehrsbehörde zur Anbringung eines Grünpfeils hervor:

"Die Straßenverkehrsbehörde bedarf der Zustimmung der obersten Landesbehörde oder der von ihr beauftragten Stelle außerdem für die Anordnung des Schildes nach § 37 Abs. 2 Nr. 1 Satz 8 ("Grünpfeil"). "[VwV-StVO 2009]

2.1.2 Technische Regelwerke

Die Ausschlusskriterien nach VwV-StVO zu § 37 Abs. 2 StVO, Nr. XI (vgl. Kapitel 2.1) und weiterführende Abwägungskriterien, die innerhalb der Untersuchung zum "Rechtsabbiegen bei Rot mit Grünpfeil" [ALBRECHT ET AL. 1999] formuliert wurden (vgl. Kapitel 2.2.2), sind 2003 erstmals in einem Regelwerk, im Anhang L der Teilfortschreibung der Richtlinie für 2003), erschienen. Lichtsignalanlagen ([RiLSA 1992], Teilfortschreibung So gegebenenfalls auf die Grünpfeil-Regelung verzichtet werden, wenn abgesetzte Radfahrfurten vorhanden und nicht "durch eine andere Führung der Radfahrer (nicht abgesetzte Radfahrerfurt, Radfahrstreifen) zu ersetzen" sind, da "zu der möglichen Blockierung der Furt durch Rechtsabbieger bei ROT, die an der Sichtlinie warten müssen, noch die höhere Gefährdung der Radfahrer durch wartepflichtige Kraftfahrzeuge" hinzukommt, "wie sie ähnlich an Kreuzungen und Einmündungen mit Vorfahrt regelnden Verkehrszeichen beobachtet wird." (vgl. Abbildung 1) Weiterhin sollte die Grünpfeil-Regelung nicht verwendet werden

- "wenn der freigegebene Radverkehr zu kreuzenden Furt gesonderte signalisiert ist oder"
- "wenn im Knotenpunktbereich Aufstellflächen für Radfahrer vorhanden sind, die von die von Kraftfahrzeugen beim Rechtsabbiegern mit Grünpfeilschild überfahren werden" und
- "an Knotenpunkten außerhalb bebauter Gebiete"

Der Einsatz der Grünpfeil-Regelung ist "besonders sorgfältig zu prüfen", wenn

• eine mögliche Überforderung der Rechtsabbieger bei vielen Fahrstreifen und Fahrbeziehungen zu erwarten ist,

- häufige Blockierung der zu kreuzenden Furt durch rechts abbiegende lange Fahrzeuge (Lkw und Busse), da Fußgänger behindert bzw. gefährdet werden könnten, wenn sie hinter einem langen Fahrzeug außerhalb der Furt queren
- Linienbusse als bedingt verträgliche Linksabbieger häufig behindert werden
- rechtsabbiegende Busse und Lkw häufig Teile Verkehrsfläche des von rechts entgegenkommenden Verkehrs überstreichen
- regelmäßige Wendefahrten auf der übergeordneten Fahrtrichtung von rechts auftreten und
- verkehrsabhängige Steuerungen vorhanden sind, wobei sich hierbei auch die Frage nach der Zweckmäßigkeit stellt.

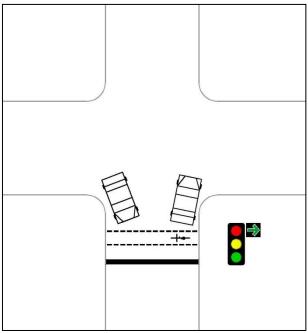


Abbildung 1: Abgesetzte Radfahrfurt an einer Zufahrt mit Grünpfeil

In der aktuellen Fassung der RiLSA (2010) sind diese Abwägungskriterien nicht enthalten. Es werden die Ausschlusskriterien nach VwV-StVO zu § 37 Abs. 2 StVO, Nr. XI (vgl. Kapitel 2.1) genannt. Des Weiteren werden folgende positive Effekte durch "die *Möglichkeiten des Rechtsabbiegens bei ROT"* genannt [RILSA 2010]:

- Entfall von Wartezeiten für Rechtsabbieger
- Erhöhung der Kapazität für Rechtsabbieger
- Kurze Stauräume für Rechtsabbieger

In den Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen [RASt 2006] wird der Grünpfeil nicht thematisiert. Allerdings wird in der RASt 2006 der Einsatz der freien Rechtsabbiegerführung an lichtsignalgeregelten Knotenpunkten in Form der Dreiecksinsel nur in Ausnahmefällen zugelassen. Es kann davon ausgegangen werden, dass der Grünpfeil, welcher zeitweise eine freie Rechtsabbiegerführung darstellt, ebenfalls nur in begründeten Ausnahmefällen eingesetzt werden sollte. Nach den "Empfehlungen für Fußverkehrsanlagen EFA" [EFA 2002] ist der Einsatz des Grünpfeils aus Fußgängersicht generell nicht zu empfehlen.

2.2 Sicherheitsrelevante Erkenntnisse

2.2.1 Unfallgeschehen

lm Rahmen wissenschaftlicher Untersuchungen der Vorund Nachteile des Rechtsabbiegens beim Farbzeichen "Rot" durch die Regelung "grüner Pfeil" der BASt wurde u.a. die DDR-Unfallstatistik der Jahre 1980 – 1989 ausgewertet [SCHROBITZ ET AL. 1992]. Allerdings wurde ein Vorhandensein der Grünpfeil-Tafel nicht explizit in der Unfallanzeige dokumentiert, so dass eine eindeutige Zuordnung des Rechtsabbiegens bei Rot mit Grünpfeil als Unfallursache nicht festzustellen war. Somit konnte der Auswertung lediglich das Abbiegen bei ROT, unabhängig vom Vorhandensein des Grünpfeils, als Unfallursache zugrunde gelegt werden, mit dem Ergebnis, dass

- der Anteil Unfälle infolge Abbiegens bei ROT 0,11 % am Gesamtunfallgeschehen betrug und
- der Anteil Unfälle infolge Abbiegens bei ROT 0,63 % an sämtlichen Knotenpunktunfällen betrug (Knotenpunktunfälle machten insgesamt 17,2 % des Gesamtunfallgeschehens aus).

Eine weitergehende Recherche bei der Dresdner und Berliner Polizei konnte die genannten Ergebnisse bestätigen:

- 1990 ereigneten sich in Dresden vier von insgesamt 3.230 Unfälle im Stadtgebiet aufgrund von Rechtsabbiegen bei ROT; an 1 dieser 4 Unfälle war ein Fußgänger beteiligt.
- In Berlin geschahen zwischen dem 03.10.1990 und dem 07.02.1991 insgesamt 1.263
 Unfälle an lichtsignalgeregelten Knotenpunkten mit Grünpfeil; wovon 14 Unfälle auf einen Zusammenhang mit dem Grünpfeil schließen ließen; in einem Fall war ein Fußgänger beteiligt.

In Wiesbaden wurde unmittelbar nach Einführung der Grünpfeil-Regelung in die StVO 1994 beschlossen, den Grünpfeil einzusetzen [JAKOB 2000]. Als Grund wurde die Verbesserung des Verkehrsablaufs formuliert. Daraufhin wurden sechs Knotenpunkte ausgewählt, die sowohl dem Anspruch der Ausschlusskriterien nach StVO als auch dem Aspekt der Leistungsfähigkeit sowie der Sicherheit genügten. Intensive Pressearbeit zum richtigen Verhalten und laufende Untersuchungen zur Sicherheit und Leitungsfähigkeit [JAKOB 2000] begleiteten den Ersteinsatz der Grünpfeile in Wiesbaden. Da bereits erste Beobachtungen zeigten, dass die Anhaltepflicht häufig missachtet wurde und in der Folge zu Gefährdungen führte, wurden weitere Aufklärungsaktionen gestartet [JAKOB 2000]. Während der ersten sechs Monate kam es in Wiesbaden insgesamt zu vier polizeilich registrierten Unfällen mit Personenschaden in Zusammenhang mit dem Grünpfeil, wobei an einem Knotenpunkt zwei Unfälle mit Fußgängerbeteiligung registriert wurden [JAKOB 2000]. Der VwV-StVO entsprechend wurde der Grünpfeil an diesem Knotenpunkt wieder entfernt [JAKOB 2000].

Resultierend wurde formuliert, dass "...Gefahren aufgedeckt..." wurden, "...die Fußgänger als die schwächsten Verkehrsteilnehmer in nicht verantwortbarer Weise gefährden" [JAKOB 2000]. So kam man zu dem Schluss, dass "...die Grünpfeil-Regelung mit der in Wiesbaden festgestellten praktischen Ausprägung mehr schadet als nützt" [JAKOB 2000]. In der Folge wurde der Versuch, die Grünpfeil-Regelung einzuführen, nach sieben Monaten abgebrochen. 1995 wurden alle Grünpfeile in der Stadt entfernt [JAKOB 2000] (vgl. Kapitel 3.1).

Die 1998 durch die BASt gegründete Projektgruppe "Grünpfeil" führte zwischen 1993 und 1998 Untersuchungen zum Grünpfeil in ganz Deutschland durch. Neben einer Analyse des Verhaltens der Verkehrsteilnehmer an 49 Knotenpunktzufahrten in ganz Deutschland (vgl. Kapitel 2.2.2) wurde das Unfallgeschehens an 48 Knotenpunkten in den neuen Bundesländern untersucht. Die Ergebnisse wurden 1999 veröffentlicht [ALBRECHT ET AL. 1999]. Der Unfallanalyse lag eine Grundgesamtheit von 2605 Unfällen zugrunde, wovon 1.403 (54 %) Zufahrten mit Grünpfeil-Tafeln zuzuordnen waren. Davon geschahen

- 202 Unfälle beim Rechtsabbiegen bei GRÜN (31 U(P), 6 U(SP)) und
- 99 Unfälle beim mit Rechtsabbiegen bei ROT (21 U(P), 2 U(SP)).

Bei den Unfällen mit Personenschaden waren in allen Fällen Kfz die Unfallverursacher. Der Anteil motorisierter und nicht motorisierter "weiterer Beteiligter" liegt sowohl beim Rechtsabbiegen bei ROT als auch bei GRÜN in gleichen Größenordnungen. So waren etwa dreiviertel der "weiteren Beteiligten" nichtmotorisierte Verkehrsteilnehmer. Da der Anteil der Sperrzeit bei "ROT mit Grünpfeil" deutlich über dem der Freigabezeit liegt, *lässt sich aus den genannten Zahlen kein nachteiliger Befund für die Sicherheit beim Betriebszustand "Rot mit Grünpfeil" ableiten"* [ALBRECHT ET AL. 1999]. Die Unfallschwere aller Rechtsabbiege-Unfälle an Knotenpunkten mit Grünpfeil war bei ROT (10 U(SP)/100 U(P)) geringer als bei GRÜN (20 U(SP)/100 U(P)).

Außerdem wurde in Heilbronn ein Vorher-Nachher-Vergleich des Unfallgeschehens an 23 Knotenpunkten nach der Einführung des Grünpfeils durchgeführt. Neben dem Untersuchungskollektiv wurden zwei Kontrollkollektive analysiert mit dem Resultat, dass die Anzahl der Verunglückten an den 23 Knotenpunkten mit Grünpfeil-Tafel um 4 % gestiegen ist, während in den Kontrollkollektiven ein deutlicher Rückgang (9 % und 18 %) verzeichnet wurde. Allerdings wird angemerkt, dass "die Berechnungen … mit kleinen Zahlen auskommen" mussten [Albricht et al. 1999]. "Der Anstieg der Verunglücktenzahlen an den Grünpfeilknotenpunkten […] ist daher nicht signifikant." [Albricht et al. 1999]. Die Anzahl der Unfälle wurde nicht genannt.

Innerhalb einer durch die Universität Kaiserslautern durchgeführten Studie zur "*Grünpfeil-Praxis in deutschen Städten*" wurden u.a. Daten zum Unfallgeschehen im Zusammenhang mit dem Grünpfeil für die Städte Halle, Heilbronn und Kaiserslautern ausgewertet [LAGEMANN & TOPP 2003]. Insgesamt geschahen in den drei Städten 88 Unfälle in Verbindung mit dem Grünpfeil wovon

- 74 % der Unfälle leichten Sachschaden,
- 24 % der Unfälle leichten Personenschaden und
- 2 % der Unfälle schweren Personenschaden

zur Folge hatten. An 43 Knotenpunkten wurden keine Unfälle im Zusammenhang mit dem Grünpfeil registriert [LAGEMANN & TOPP 2003].

Aktuelle Erkenntnisse zum Rechtsabbiegen mit Grünpfeil stammen aus einer "Untersuchung des Einflusses besonderer Rechtsabbiegerführungen bzw. -signalisierung an signalgeregelten Knotenpunkten auf die Verkehrssicherheit" [Ruhl 2010]. Hierbei wurden, mit Hilfe von generalisierten linearen Modellen, Zusammenhänge zwischen dem Unfallgeschehen, der Rechtsabbiegeführung, der Verkehrsstärke sowie weiterer Variablen zur Knotenpunktgeometrie multikausal erklärt.

Grundlage bildete eine Vielzahl von verkehrlichen und geometrischen Eigenschaften von 229 lichtsignalgeregelten Knotenpunkten und das Unfallgeschehen der Jahre 2007-2009. Folgende Rechtsabbiegeführungen wurden neben dem Rechtsabbiegen mit Grünpfeil analysiert:

- Verbot
- bedingt verträglich
- Dreiecksinsel
- zeitlich unvollständig gesichert durch zweifeldiges Rechtsabbiegesignal (KR-Signal)
- gesichert

Es wurde festgestellt, dass keine signifikant unterschiedliche Wirkung zwischen beiden Arten von Rechtsabbiegerfreiläufern (Dreiecksinsel und Grünpfeil) auf die Verkehrssicherheit zu verzeichnen ist. So erhöht sich die Unfallanzahl pro Zufahrt und Jahr beim Vorhandensein einer Dreiecksinsel oder eines Grünpfeils um den Faktor 1,6. An Zufahrten mit bedingt verträglicher Führung von Rechtsabbiegern erhöht sich die Unfallanzahl pro Jahr um den Faktor 1,7. Die vollständig gesicherte Führung von Rechtsabbiegern stellte sich als die sicherste Form heraus [Ruhl 2010]. Es ist einschränkend zu erwähnen, dass lediglich Knotenpunkten betrachtet wurden, denen mindestens ein Unfall in drei Jahren zuzuordnen war. Knotenpunkte, an denen keine Unfälle dokumentiert wurden, sind nicht in die Untersuchung eingeflossen.

2.2.2 Konfliktpotential

1979 wurde in der ehemaligen DDR eine erste Untersuchung zur Sicherheit des Rechtsabbiegens bei ROT durchgeführt. Die Bewertung der Verkehrssicherheit erfolgte nicht auf Basis von Unfalldaten, vielmehr wurde das Verhalten beim Rechtsabbiegen an Knotenpunkten differenziert nach der Geometrie, der Art der Verkehrsregelung durch Lichtsignale sowie der Verkehrsstärken von Fußgängern, Radfahrern und Kraftfahrzeugen analysiert [ROTHE ET AL. 1979]. Aus Sicht des Kraftfahrzeugverkehres zeigte sich, dass sehr viele Konflikte in den Fällen auftraten, in denen

- die entgegenkommenden Linksabbieger fahrstreifensignalisiert freigegeben wurden,
- eine hohe Verkehrsdichte in den übergeordneten Kfz-Strömen zu verzeichnen war und
- eine sehr starke Fußgängerbelegung vorlag.

Begründet wurde dies jeweils mit der Überforderung des Kraftfahrers in den genannten Situationen. In der Folge wurden die erwähnten Randbedingungen als Einschränkungen bei der Anordnung der Grünpfeil-Regelung genannt, da sonst zu viele Konflikte auftreten [ROTHE ET AL. 1979].

Folgende Gegebenheiten führen zu häufigen Konflikten mit Fußgängern:

- Hohe Fahrzeugbelegung im bevorrechtigten Strom verbunden mit überdurchschnittlichem Fußgängerverkehr.
- Rechtsabbiegen bei GRÜN verbunden mit durchschnittlichem Fußgängeraufkommen auf der parallel verlaufenden Furt.

Die Anzahl konfliktbehafteter Abbiegevorgänge war beim Rechtsabbiegen bei GRÜN sogar geringfügig höher, was die Fußgänger anbetrifft [ROTHE ET AL. 1979].

So wurde resultierend formuliert, dass "sich Rechtsabbiegen bei "Rot" unter normalen Verkehrsbedingungen nicht wesentlich vom Rechtsabbiegen bei "Grün" unterscheidet" [ROTHE ET AL. 1979].

Aufgrund der unzulänglichen Datenbasis der DDR-Unfallstatistik wurden nach [SCHROBITZ ET AL. 1992] zusätzlich Konfliktbeobachtungen, Geschwindigkeitsmessungen und Erhebungen der Anhaltevorgänge durchgeführt (vgl. Kapitel 2.2.1). Hierzu wurden in Dresden zehn Knotenpunkte über 52 Stunden und in Berlin drei Knotenpunkte über zehn Stunden beobachtet. Aus den Konfliktbeobachtungen resultieren folgende Ergebnisse:

In Dresden:

- "bei ROT abbiegendes Kfz" und "bevorrechtigten bzw. links abbiegenden Kfz": 2.064 Begegnungen², 48 Konflikte³ und drei schwere Konflikte⁴
- "bei ROT abbiegendes Kfz" und "Fußgänger auf der freigegebenen Furt":
 1.004 Begegnungen 42 Konflikte und ein schwerer Konflikt bei 7.693
 Rechtsabbiegevorgängen
- "bei GRÜN abbiegendes Kfz" und "Fußgänger auf der parallel verlaufenden Furt":
 925 Begegnungen, 87 Konflikte und ein schwerer Konflikt, bei insgesamt 3.544
 Rechtsabbiegern
- 0,5 % der Abbiegevorgänge bei ROT und 2,5 % der Abbiegevorgänge bei GRÜN sind hinsichtlich Begegnungen mit Fußgängern konfliktbehaftet

In Berlin:

• "bei ROT abbiegendes Kfz" und "bevorrechtigten bzw. links abbiegenden Kfz": 178 Begegnungen und zwei Konflikte

- "bei ROT abbiegendes Kfz" und "Fußgänger auf der freigegebenen Furt":
 319 Begegnungen und zehn Konflikte bei 1.355 Rechtsabbiegevorgängen
- "bei GRÜN abbiegendes Kfz" und "Fußgänger auf der parallel verlaufenden Furt":
 259 Begegnungen und zwei Konflikte bei insgesamt 1.053 Rechtsabbiegern
- 0,7 % der Abbiegevorgänge bei ROT und 0,2 % der Abbiegevorgänge bei GRÜN sind hinsichtlich Begegnungen mit Fußgängern konfliktbehaftet

Beobachtet wurde außerdem, dass wartende Rechtsabbieger durch hupende Nachfolger zu risikoreichem Abbiegen genötigt wurden.

Die mittleren Geschwindigkeiten 30 Meter vor der Fußgängerfurt waren bei ROT mit 32,8 km/h ca. 5 km/h langsamer als bei GRÜN. Auf der Fußgängerfurt betrug diese Differenz ca. 3 bis 4 km/h. Außerdem wurde festgestellt, dass ca. 25 % der Kfz bei ROT vor Überfahren der Haltelinie stoppten.

-

² Eine Begegnung wird definiert als zeitlich-räumliche Zusammentreffen mehrerer Verkehrsteilnehmer, so dass sie ihr Verhalten aufeinander abstimmen müssen, damit es nicht zu einem Konflikt kommt [SCHROBITZ ET AL. 1992].

³ Eine Gefahrensituation kann durch ein kontrolliertes Brems- oder Ausweichmanöver entschärft werden [SCHROBITZ ET AL. 1992].

⁴ Eine Gefahrensituation ist gegeben, es erfolgt eine Notreaktion [SCHROBITZ ET AL. 1992].

Ebenfalls durchgeführte Befragungen von Straßenbauämtern und Dienststellen der neuen Bundesländer und der dortigen kreisfreien Städte sowie Polizeibehörden zeigten, dass eine Gefährdung von Fußgängern und Radfahrern überwiegend verneint und die Grünpfeil-Regelung zum großen Teil befürwortet wird [SCHROBITZ ET AL. 1992].

Resultierend ist "eine wesentliche Beeinträchtigung der Verkehrssicherheit für Fußgänger und Fahrzeuge beim Abbiegen mit Grünpfeilregelung nicht nachweisbar." Allerdings sollte "für eine zukünftige Grünpfeilregelung Einsatzbedingungen umfangreicher und detaillierter festgelegt werden". Die "vorliegende Hinweise und Kriterien für Einsatzgrenzen der Grünpfeilregelung" bedürfen einer weiteren "intensiveren Bearbeitung" [SCHROBITZ ET AL. 1992]. Die im Resultat dieser Untersuchung formulierten Einsatzkriterien wurden 1994 in die VwV-StVO zu § 37 Abs. 2 StVO, Nr. XI übernommen (vgl. Kapitel 2.1).

In Wiesbaden wurde direkt nach Einführung der Grünpfeil-Regelung im Dezember 1994 (vgl. Kapitel 2.2.1) Verhaltensbeobachtungen durchgeführt [JAKOB 2000]. Anhand von Erhebungen an vier Knotenpunkten wurde festgestellt, dass

- die Anhaltepflicht von 75 % bis 83 % der Abbieger missachtet wird,
- an zwei Knotenpunkten jeweils eine Gefährdung von Fußgängern registriert wurde und
- 63 von insgesamt 796 Abbiegevorgängen mit Grünpfeil zu Behinderungen des freigegebenen Verkehrs führten [JAKOB 2000].

Die Betrachtung von Konflikten oder Gefährdungen ist für die Beurteilung der Verkehrssicherheit nicht aussagefähig, da eine hohe Anzahl von Konflikten nicht zwangsläufig eine hohe Anzahl von Unfällen verursacht. Deshalb führten neben den Ergebnissen dieser Beobachtungen vor allem die Ergebnisse der Unfallanalyse zu dem Beschluss, dass 1995 alle Grünpfeile in Wiesbaden wieder entfernt wurden [JAKOB 2000] (vgl. Kapitel 2.2.1 und 3.1).

Die Projektgruppe "Grünpfeil" führte zwischen 1993 und 1998 ebenfalls Verhaltensbeobachtungen durch [ALBRECHT ET AL. 1999]. Dabei wurden 54.805 Rechtsabbiegevorgänge dokumentiert, wovon 24.998 (46 %) mit Grünpfeilnutzung stattfanden. Insgesamt traten 194 Konflikte auf, wobei

- 13 dem Konflikt mit nachfolgenden Kfz,
- 34 dem Konflikt mit Kfz aus dem übergeordneten Linksabbiegerstrom,
- 25 dem Konflikt mit Kfz aus dem übergeordneten Geradeausfahrerstrom,
- 69 dem Konflikt mit Fußgängern auf der freigegeben Furt (46 (77 %) mit von rechts kommenden Fußgängern)
- 27 dem Konflikt mit Fußgängern auf der parallel verlaufenden Furt und
- 26 dem Konflikt mit Radfahrern (18 bei abgesetzt geführten Radwegen)

zugeordnet wurden. Eine nach der Fahrstreifenzahl in der Zufahrt des übergeordneten Geradeausstromes differenzierte Betrachtung zeigt, dass bei mehr als einem Fahrstreifen ein höheres Konfliktpotential vorhanden ist, als bei einem Fahrstreifen.

Die Überprüfung des Anhaltegebotes zeigte, dass lediglich 7.363 der 24.998 Grünpfeilnutzer (29 %) vor der Nutzung des Grünpfeiles an der Haltelinie hielten.

Wie o.g. Ausführungen zu entnehmen ist, traten ein Drittel aller Konflikte zwischen Grünpfeil-Nutzern und weiteren Kfz auf, wobei folgende Hauptursachen für festgestellt wurden [ALBRECHT ET AL. 1999]:

- Geschwindigkeiten von mehr als 50 km/h im übergeordneten Verkehrsstrom,
- schlechte Sichtverhältnisse auf den von links kommenden bevorrechtigten Verkehrsstrom durch links neben den Grünpfeilnutzern wartende Fahrzeuge und
- Wendefahrten mittels U-Turn im von rechts kommenden bevorrechtigten Verkehrsstrom.

Darüber hinaus wurden weitere Situationen und Konstellationen, die möglicherweise zu Konflikten führen, aber innerhalb der Untersuchungen aufgrund der Datenlage nicht nachgewiesen werden konnten, abgeleitet. So wurden resultierend 10 zusätzliche Einsatzkriterien als Vorschlag formuliert, die innerhalb der Teilfortschreibung der [RiLSA 1992] im Jahre 2003, mit vereinzelten Änderungen in der Formulierung sowie der Einordnung als Ausschluss- oder Abwägungskriterium, erschienen sind (vgl. Kapitel 2.1.2). Auf Basis dieser Ergebnisse wurden vereinzelt auch Änderungen innerhalb der VwV-StVO 2001 aufgenommen [LAGEMANN & TOPP 2003]:

- Wegfall des Ausschlusskriterium "Kreuzen starken Fußgänger- oder Radverkehrs".
- Das Ausschlusskriterium "Schutz von Behinderten oder älteren Menschen" wurde durch das Abwägungskriterium "Fußgängerfurten, die häufig von Seh- oder Gehbehinderten benutzt werden" ersetzt.
- Neuaufnahme des Ausschlusskriteriums "Radverkehr in beiden Richtungen (illegal) auf einem dafür nicht zugelassenen zu kreuzenden Radweg" (vgl. Kapitel 2.1.1).

Weitere Konfliktpotentiale bspw. durch Sog-⁵ und Drängeleffekte oder aufgrund von Abbiegern aus der zweiten Reihe wurden nicht berücksichtigt [STRUBEN 2004]. Diese sind gleichwohl für querende Fußgänger und Radfahrer gefährlich. Außerdem wurden die Gefahren für indirekt links abbiegende Radfahrer, die im Korridor von Grünpfeilnutzern warten, nicht betrachtet [STRUBEN 2004].

Nach Einführung der ersten Grünpfeile in Regensburg wurden innerhalb einer nicht veröffentlichten Studie der Universität Regensburg zum Verhalten an Knotenpunkten mit Grünpfeil Befragungen und ebenfalls Verhaltensbeobachtungen durchgeführt [ALBRECHT ET AL. 1999]. 65% der Befragten waren der Meinung, bei der Grünpfeilnutzung nicht anhalten zu müssen. Die Verkehrsbeobachtungen an zwei Knotenpunkten in Regensburg konnten dieses Ergebnis bestätigen. Lediglich 8 % bzw. 21 % aller Verkehrsteilnehmer hielten vor der Nutzung des Grünpfeils an der Haltelinie. An einem der zwei Knotenpunkte haben 61 % den Grünpfeil nicht oder erst nach Aufforderung genutzt. Durchschnittlich 2,63 % aller Rechtsabbieger wurden "angehupt", weil sie die Grünpfeilregelung nicht nutzten.

Zur Unterstützung der Verhaltensbeobachtungen wurden nach ausführlicher Pressearbeit Befragungen zur Regelkenntnis durchgeführt, mit dem Resultat, dass

- 76 % der Befragten die Grünpfeilregelung bekannt sei,
- 14 % der Befragten die Regelung nach StVO zum Verhalten an Grünpfeilen kannten, und
- 53 % der Befragten bereits Erfahrungen mit dem Grünpfeil gemacht haben.

⁵ Missachtung des Rotsignals von Geradeausfahrern in Folge vor ihnen anfahrender Rechtsabbieger.

2.3 Auswirkungen auf den Verkehrsablauf

Im Vorfeld erster vertiefender Untersuchungen zu den Auswirkungen des Grünpfeils auf den Verkehrsablauf, wurde eine Vielzahl von Erwartungen formuliert:

- weniger Umweltbelastungen (weniger Lärm, weniger Abgase, weniger Kraftstoff)
 [SCHROBITZ ET AL. 1992]
- Verwendung nutzbarer Zeitlücken im Hauptstroms [Mosch 1991]
- kürzere Umlaufzeiten [SCHROBITZ ET AL. 1992]
- kürzere Wartezeiten (für alle Verkehrsteilnehmer) [SCHROBITZ ET AL. 1992]
- Erhöhung der Durchlassfähigkeit [MATZ 1986]
- Abbau von Staus [MATZ 1986]
- Vorteil gegenüber der Anwendung von Leuchtpfeilen durch geringere Wartezeiten [SCHROBITZ ET AL. 1992]
- Ersatz von Dreiecksinseln [SCHROBITZ ET AL. 1992]

Um diese Hypothesen zu stützen wurden innerhalb der früheren Untersuchungen der BASt neben einer Unfall- und Konfliktanalyse (vgl. Kapitel 2.2), Untersuchungen zum Verkehrsablauf durchgeführt [SCHROBITZ ET AL. 1992]. Hierzu wurden die u.a. zum Zweck der Konfliktbeobachtungen erstellten Videoaufnahmen⁶ ausgewertet. Im Ergebnis konnte festgehalten werden, dass

- im Mittel 51 % aller beobachteten Rechtsabbiegevorgänge bei ROT ausgeführt wurden und
- maximal 75 % aller beobachteten Rechtsabbieger bei ROT abgebogen sind.

Darüber hinaus wurden am Straßburger Platz in Dresden Haltezeitmessungen durchgeführt. Die ermittelten Haltezeiten wurden um den Zeitverlust, der durch Bremsen und Anfahren entsteht, ergänzt, mit dem Resultat, dass Wartezeiteinsparungen zwischen fünf und 18 Sekunden je Fahrzeug ermittelt wurden. Legt man eine Verkehrsstärke von 2000 PKW/16 h für den entsprechenden Fahrstreifen zugrunde, konnte für den Fahrzeugstrom mit Rechtsabbiegen bei ROT

- eine Wartezeiteinsparung von etwa 25 % und
- eine Kraftstoffeinsparung von etwa 20 %

ermittelt werden [SCHROBITZ ET AL. 1992].

In tiefergehenden Analysen wurde der Verkehrsablauf am Straßburger Platz in Dresden mikroskopisch simuliert⁷ [SCHROBITZ ET AL. 1992]. Zur Auswertung der Simulationen wurde der relevante Abschnitt des Knotenpunktes in drei Konfliktbereiche aufgeteilt:

- Konfliktbereich 1: Fußgängerfurt in der Zufahrt mit Grünpfeil
- Konfliktbereich 2: Knotenpunktinnenfläche und Ausfahrt
- Konfliktbereich 3: Fußgängerfurt in der Ausfahrt

⁶ 10 Knotenpunkte über 52 h in Dresden und 3 Knotenpunkte über 10 h in Berlin (vgl. Kapitel 2.2).

⁷ Die Simulation wurde mit einem an der Hochschule für Verkehrswesen in Dresden entwickelten Simulationssoftware (SIMVAS = Simulation des Straßenverkehrs für verkehrsabhängige Änderungen) durchgeführt [SCHROBITZ ET AL. 1992].

Des Weiteren wurden folgende variable Randbedingungen definiert:

- Anzahl der behinderten Fahrzeuge im Konfliktbereich 1 (10 %, 40 %, 90 %) und 3 (10 %)
- Verkehrsmengen der Rechtsabbieger
- Verkehrsmengen der konfligierenden Ströme
- zwei verschiedene Umlaufzeiten (110 s, 75 s)

Eine Berücksichtigung des Radverkehrs erfolgte nicht.

In Abhängigkeit der genannten Bedingungen wurden die Bewertungsgrößen mittlere Wartezeiten [s/Kfz], Anzahl der Halte pro Kfz [Halt/Kfz] und Kraftstoffmehrverbrauch [ml/Kfz] ermittelt. Beispielhaft wurde das Resultat für die mittlere Wartezeit bei 10% Kfz-Behinderung in Konfliktbereich 3 und 90% Kfz-Behinderung in Konfliktbereich 1 genannt [SCHROBITZ ET AL. 1992]:

- Wartezeiteneinsparungen von bis zu 40 %
- Kraftstoffeinsparungen von bis zu 40%
- Reduzierung des Staus der Rechtsabbieger auf durchschnittlich die Hälfte

Bei der Interpretation der Ergebnisse ist allerdings zu beachten, dass die Anhaltepflicht zu diesem Zeitpunkt nicht galt und dass für den Rechtsabbieger ein eigener Fahrstreifen zur Verfügung stand.

Resultierend wurde formuliert, dass "die Beseitigung der Grünpfeiltafel zu Reduzierung der Leistungsfähigkeit und damit zu einer Verschlechterung der Qualität des Verkehrsablaufs führen würde" [SCHROBITZ ET AL. 1992]. Dies wurde durch Beobachtungen einzelner Fälle, in denen die Grünpfeile abgebaut wurden, bestätigt.

In Wiesbaden wurden im Rahmen der Ersteinführung der Grünpfeil-Regelung auch Erhebungen zum Verkehrsablauf an vier Knotenpunkten durchgeführt mit dem Ergebnis, dass

- 34 % bis 70 % der Rechtsabbieger mit Grünpfeil bei ROT abbiegen und
- nur 1% (22 von 1520) der Rechtsabbieger nicht von der Grünpfeil-Regelung Gebrauch machten, wobei nicht bekannt ist, ob diese Verkehrsteilnehmer die Regelung generell oder aufgrund des Verkehrszustandes (fehlende Lücken im übergeordneten Strom) nicht nutzen [JAKOB 2000].

Zusammenfassend zeigte sich, dass zum Teil beachtliche Kapazitätszuwächse der Rechtsabbiegeströme erreicht werden können, sofern ein eigener Rechtsabbiegefahrstreifen zur Verfügung steht. Allerdings sind diese Verbesserungen der Leistungsfähigkeit nur auf die mangelhafte Befolgung der Anhaltepflicht zurückzuführen [JAKOB 2000]. Des Weiteren wird festgestellt, dass das nicht StVO-konforme Verhalten der Rechtsabbieger im Regelfall dazu führt, dass der aus der Gegenrichtung kommende bedingt verträgliche Linksabbieger nicht immer räumen konnte. Letztlich führte die Verbesserung der Leistungsfähigkeit in der einen Zufahrt zu einer Verschlechterung der Leistungsfähigkeit der gegenüberliegenden Zufahrt [JAKOB 2000].

Weitere umfangreiche Simulationen wurden 1996 durch KANNE, SCHULZE, SCHLOTHAUER UND WAUER durchgeführt, deren Ergebnisse in [ALBRECHT ET AL. 1999] veröffentlicht wurden. Im Gegensatz zur vorangegangen Untersuchung [SCHROBITZ ET AL. 1992] sind unterschiedliche Formen der Knotenpunktgeometrie unter Berücksichtigung der nun geltenden Anhaltepflicht simuliert worden. Es konnte bestätigt werden, dass durchschnittlich ca. 50% der Abbiegevorgänge bei ROT stattfanden und ein Abbau von Stauerscheinungen zu verzeichnen ist.

Weiterhin sind folgende Wartezeiteinsparungen für einen Rechtsabbieger in der Grünpfeil-Zufahrt ermittelt wurden:

- 4 bis 6 s für Mischfahrstreifen
- 10 s bei überbreiten Mischfahrstreifen
- 11 bis 16 s bei eigenem Rechtsabbiegestreifen

Vorteile ergaben sich auch hinsichtlich der gegenüberliegenden Linksabbieger, da vor Beginn der gemeinsamen Freigabe bereits bevorrechtigte Rechtsabbieger abgeflossen sind, womit Wartezeiteinsparungen von 3 bis 9 s für die betroffenen Linksabbieger nachgewiesen wurden.

Auch Nachteile des Rechtsabbiegens mit Grünpfeil wurden genannt [ALBRECHT ET AL. 1999]. So ist mit

- Behinderungen der grünen Welle im Hauptstrom durch einfahrende Rechtsabbieger,
- Behinderungen von Linienbussen,
- Nötigung von Verkehrsteilnehmern, die die Möglichkeit des Rechtsabbiegens bei ROT nicht nutzen, durch Hupen und die damit verbundene Lärmbelästigung sowie
- "Aufhebung" der Kraftstoffeinsparung durch zusätzliches Halten und Wiederanfahren

zu rechnen. Liegen Verkehrsabhängige Signalsteuerungen vor, sind ebenfalls Nachteile durch die Grünpfeilregelung zu erwarten, wenn Freigabezeiten angefordert aber nicht genutzt werden.

2.4 Erfahrungen in deutschen Städten

"Die Hauptstadt der grünen Pfeile liegt im Westen" titelte der Spiegel im Jahr 2002 [SPIEGEL 2002]. In der Stadt Hamburg waren zu diesem Zeitpunkt bereits 204 Grünpfeile im Einsatz. Dem steht entgegen, dass Rechtsabbiegen mit Grünpfeil in den Städten der "neuen" Bundesländer eine lange Tradition hat – seit 1977 war das Rechtsabbiegen bei ROT ohne Anhaltepflicht mit grünem Pfeil in der ehemaligen DDR erlaubt, um den Forderungen der "Wiener Konvention zur Vereinheitlichung der europäischen Straßenverkehrsordnungen" zu entsprechen. Von 1964 bis 1977 war in der DDR das Rechtsabbiegen während der Sperrzeit an LSA ohne Einschränkungen generell erlaubt. Seit der erstmaligen Aufnahme des Grünpfeils mit Anhaltepflicht in die StVO und dazugehörige Verwaltungsvorschrift 1994 ist diese Regelung in allen Städten der Bundesrepublik Deutschland möglich. Erste Erfahrungen zur "Grünpfeil-Praxis in deutschen Städten" wurden durch die Universität Kaiserslautern dokumentiert und 2003 innerhalb der Fachzeitschrift "Straßenverkehrstechnik" veröffentlicht [LAGEMANN & TOPP 2003]. Grundlage bildete eine Befragung aller Städte mit mehr als 65.000 Einwohnern. 74 (14 Städte aus den "neuen" und 60 Städte aus den "alten" Bundesländern) der insgesamt 96 angefragten Städte haben geantwortet (vgl. Kapitel 2.2.1). Eine Übersicht zur Verbreitung des Grünpfeils in deutschen Städten zum damaligen Zeitpunkt zeigt Tabelle 1.

		1. Grünpfeil seit	Anzahl Grünpfeile	Knoten mit Lichtsignalanlage	Knoten mit Grünpfeil(en)	GP-Knoten pro alle LSA-Knoten	Grünpfeile pro alle LSA-Knoten	Grünpfeile pro GP-Knoten	entfernte Grûnpfeile
1	Hamburg	2002	272	1120	186	17%	0,24	1,46	10
2	Dresden	1978	260	398	138	35%	0,65	1,88	10
3	Chemnitz	1978	213	210	120	57%	1,01	1,78	4
4	Leipzig	1977	182	274	101	37%	0,66	1,80	1
5	Köln	1997	150	1031	100	10%	0,15	1,50	5
6	Berlin	1990	132	1523	102	7%	0,09	1.29	67
7	Cottbus	1980	75	71	38	54%	1,06	1,97	5
8	München	2000	70	1100	64	6%	0,06	1,09	12
9	Heilbronn	1996	65	94	38	40%	0,69	1,71	4
10	Karlsruhe	2000	58	228	38	17%	0,25	1,53	1
11	Magdeburg	1980	57	212	47	22%	0,27	1,21	5
12	Delmenhorst	1997	40	48	15	31%	0,83	2,67	3
13	Pforzheim	1999	37	113	28	25%	0,33	1,32	1
14	Nürnberg	1999	36	415	36	9%	0,09	1,00	13
15	Mülhelm/Ruhr	1995	34	156	26	17%	0,22	1,31	2
16	Kaiserslautern	1994	33	96	15	16%	0,34	2,20	11
17	Zwickau	1994	31	76	21	28%	0,41	1,48	2
18	Bonn	1994	30	349	30	9%	0,09	1,00	2
19	Wuppertal	1994	30	320	27	8%	0,09	1,11	4
20	Halle/Saale	1978	28	132	23	17%	0,21	1,22	9
21	Lünen	2001	26	33	9	27%	0,79	2,89	1
22	Erfurt	1978	25	218	22	10%	0,11	1,14	45
23	Lüdenscheid	1998	23	70	16	23%	0,33	1,44	5
24	Bottrop	1998	19	130	17	13%	0,15	1,12	6
25	Gera	1978	18	76	16	21%	0,24	1,13	5
26	Regensburg	1998	16	175	11	6%	0,09	1,45	3
27	Schwerin	1978	15	53	13	25%	0,28	1,15	4
28	Tübingen	2000	15	75	14	19%	0,20	1,07	4
29	Augsburg	1999	9	220	7	3%	0,04	1,29	2
30	Bremen	1998	9	540	9	2%	0,02	1,00	
31	Görlitz	1978	9	25	8	32%	0,36	1,13	2
32	Frankfurt/Main	2000	9	797	9	1%	0,01	1,00	0
33	Oldenburg	2000	9	92	7	8%	0,10	1,29	0

Tabelle 1: Verbreitung der Grünpfeile in deutschen Städten (Stand August 2002) [LAGEMANN & TOPP 2003]

Zwischen dem Erscheinen des Berichts der Projektgruppe "Grünpfeil" der BASt (1999) und dem Jahr 2002 erhöhte sich der Anteil der Städte mit Grünpfeil in den "alten" Bundesländern von 38% auf 60%, allerdings ohne Angabe der Anzahl von Anwendungen. In den neuen Bundesländern kam der Grünpfeil sowohl 1999 als auch 2002 in allen Städten mit mehr als 65.000 Einwohnern zur Anwendung. Unter den zehn Städten mit den meisten Grünpfeilen befanden sich 2002 fünf Städte der "alten" und 5 Städte der "neuen" Bundesländer. Die Stadt mit den meisten Grünpfeilen war zum Betrachtungszeitpunkt Hamburg, gefolgt von Dresden und Chemnitz. Den höchsten Anteil von Knotenpunkte mit Grünpfeil an allen lichtsignalgeregelten Knotenpunkten hat Chemnitz gefolgt von Cottbus und Heilbronn.

Werden die Ergebnisse der Befragungen auf alle Gemeinden mit mehr als 20.000 Einwohnern hochgerechnet, ergibt sich für das Jahr 2002 eine Gesamtzahl von ca. 5.000 Grünpfeilzufahrten in Deutschland. Im Vergleich zu 1999 (ca. 2.800 Grünpfeilzufahrten) hat sich Anzahl der Grünpfeile fast verdoppelt. Dabei hat man nach Aussage der Befragten sich in allen Städten neben den Vorgaben der VwV-StVO an den im Bericht der Projektgruppe "Grünpfeil" [ALBRECHT ET AL. 1999] formulierten Empfehlungen orientiert. 23 % der befragten Städte zogen weitere Quellen hinzu, wie z.B. interne Durchführungshinweise oder Abstimmung mit Behinderten- und Fahrradverbänden. [LAGEMANN & TOPP 2003].

Trotz der starken Zunahme der Anzahl der Grünpfeile in Deutschland ist in den "alten" Bundesländern eine sehr ungleichmäßige Verteilung zu beobachten. So werden einige "Grünpfeil-Hauptstädte" (z.B. Hamburg, Köln) genannt und andererseits Städte, in denen die Grünpfeil-Regelung wieder ganz abgeschafft (z.B. Wiesbaden und Krefeld) bzw. gar nicht erst eingeführt (z.B. Marburg) wurde. Vereinzelt wurden durch manche Städte Aufklärungskampagnen zum richtigen Verhalten (Nutzer) an Knotenpunkten mit Grünpfeilen durchgeführt (z.B. Köln). Insgesamt 40 % der Städte (fast ausschließlich in den alten Bundesländern) gaben an, erweiterte Pressearbeit und Grünpfeil-Kampagnen zur Nutzung des Grünpfeils durchzuführen. 39 % beschränkten sich im Zuge dessen lediglich auf Pressearbeit und 21 % der Städte (fast ausschließlich in den "neuen" Bundesländern) verzichten gänzlich auf Öffentlichkeitsarbeit [LAGEMANN & TOPP 2003].

Auch Gründe für die Entfernung Grünpfeilen waren Gegenstand dieser Befragung. In den 74 befragten Städten wurden insgesamt 293 Grünpfeile (11 %) wieder entfernt, wobei folgende Hauptgründe genannt wurden:

- Umbau des Knotenpunktes (126 Fälle)
- Unklare Rechtslage (45 Fälle, alle in Erfurt)
- Unfallgeschehen (46 Fälle)
- Falsches Verhalten der Verkehrsteilnehmer (25 Fälle)

Letztgenanntes Kriterium führte in den Städten Bielefeld, Krefeld und Wiesbaden (vgl. Kapitel 2.2.1 und 2.2.2) zur Entfernung aller Grünpfeile.

Um die Aktualität des Konfliktpotenzials der Grünpfeilregelung zu berücksichtigen, werden im folgenden Erfahrungsberichte aus der lokalen Presse dokumentiert. Tabelle 2 zeigt eine Übersicht der recherchierten Berichte sowie die Darstellung bzw. Beurteilung der Regelung und ggf. die genannten Vor- und Nachteile.

Heilbronn ist die erste Stadt in den alten Bundesländern, die den Grünpfeil flächendeckend eingesetzt hat – seit 1996 ist die Regelung im Einsatz [STIMME 2006]. 10 Jahre später hat Heilbronn die bundesweit höchste Grünpfeildichte (bezogen auf die Gesamtzahl der lichtsignalgeregelten Knotenpunkte) vorzuweisen.

"Dank der Erfahrungen in Heilbronn" ist für das Anbringen des Grünpfeils seit Sommer 2000 "keine Zustimmung des Regierungspräsidiums" erforderlich [STIMME 2006]. Auf der stadteigenen Homepage wurde eigens eine Seite eingerichtet, die zum Grünpfeil informiert [HEILBRONN 2011]. Verwendet wird der Grünpfeil demnach, um den Verkehr an den Kreuzungen zu optimieren. Behauptet wird, der Grünpfeil mache den Verkehr flüssiger, reduziere die Wartezeiten und diene der Umwelt, da weniger Stau auch weniger Lärm und weniger Abgase bedeute [HEILBRONN 2011].

Nach Einführung des Grünpfeils Anfang 2000 in **Metzingen** wurden insgesamt 24 Grünpfeile angeordnet, um "dem Verkehrsfluss" zu "dienen" [SWP 2010]. Allerdings mussten 22 dieser Grünpfeile wieder entfernt werden. Grund war hauptsächlich ein auffälliges Unfallgeschehen; so ereigneten sich "innerhalb der ersten beiden Jahre nach Anbringung zwei oder mehr Unfälle an dieser Stelle". Im Einzelfall führte regelwidriges Verhalten der Verkehrsteilnehmer und in der Folge häufig gefährliche Situationen zur Entfernung des Grünpfeils, "um die Situation eindeutig zu regeln" [SWP 2010].

In der bayrischen Kreisstadt **Cham** wurde 2011 der erste Grünpfeil angebracht und "sorgt bei vielen Autofahrern für Verwirrung" [MZ 2011]. So wird der Grünpfeil laut ersten Beobachtungen von der Vielzahl der Verkehrsteilnehmer nicht genutzt. "Die meisten reagieren darauf mit Routine. Sie warten auf grün und fahren dann" [MZ 2011]. Begründet wird die Maßnahme mit dem Versuch, "den Verkehr aus der Rodinger Straße flüssiger zu gestalten".

In **München** wurden bis 2009 "aus Sicherheitsgründen 27 bereits montierte Pfeile wieder abgeschraubt" [SÜDDEUTSCHE 2009]. So ist der Grünpfeil zu diesem Zeitpunkt an 74 Standorten vorzufinden; aktuell sind 47 Knotenpunkte mit Grünpfeilen ausgestattet (vgl. Kapitel 3.1; Tabelle 5). An einem Knotenpunkt, an dem so rasant abgebogen, "dass ein Anwohner ums Wohlergehen von Fußgängern und Radfahrern bangte und schließlich die Behörden informierte" wurde eine Zusatzbeschilderung angeordnet, die besagt: "Sie gefährden mit Ihrem Fehlverhalten den Verbleib des Grünen Pfeils" [SÜDDEUTSCHE 2009].

Im bayerischen **Waldkirchen** wurde im Juni 2011 der erste Grünpfeil angebracht [PNP 2011]. Als Vorteil wird die geringere Wartezeit für Rechtsabbieger genannt. Weiterhin können Fahrschulen *"ihre Schützlinge nun auch in Waldkirchen im Umgang mit diesem Verkehrszeichen schulen"* [PNP 2011].

In **Berlin** gab es im Jahr 2005 insgesamt 112 Grünpfeile [BZ 2005]. Nach einem Beschluss des Abgeordnetenhaus von 2003 "darf der Grünpfeil nur an Ampeln angebracht werden, die Tonsignale von sich geben können", so dass weitere Grünpfeile nicht montiert werden. Grund für diesen Beschluss ist die Tatsache, dass sich sehbehinderte Menschen mit ihrem Gehör orientieren [BZ 2005]. "Fahren links neben ihnen Autos los, gehen sie fälschlicherweise davon aus, dass sie die vor ihnen liegende Straße überqueren dürfen dabei zeigt die Fußgängerampel für diese Fahrbahn noch rot" [BZ 2005]. 2011 gibt es noch 71 Grünpfeile (vgl. Kapitel 3.1; Tabelle 5).

In der Stadt **Hamburg** gab es zeitweise bis zu 360 Grünpfeile [BERGEDORF 2011]. Zurzeit sind es 195 Grünpfeile an 143 Kreuzungen (vgl. Kapitel 3.1; Tabelle 5). Laut Hamburger Innenbehörde wurden die Grünpfeile entfernt, da sich "viele Fahrer schwer taten mit den Pfeilen" [DNN 2010] und "weil die Ampelanlagen auf verkehrsabhängige Steuerung umgestellt" wurden [BERGEDORF 2011]. Die Stadt Hamburg hat eigens zum Thema Grünpfeil eine Informationsseite auf ihrer Homepage eingerichtet [HAMBURG 2011].

Hier finden sich Informationen zum richtigen Verhalten, zur Höhe der Strafe bei regelwidrigem Verhalten und zur Überprüfung der Standorte. Des Weiteren kommt Zusatzbeschilderung zum richtigen Verhalten ("Vor Abbiegen bei Rot STOP an der Haltelinie") zur Anwendung [BERGEDORF 2011].

		1	Erfahrungen mit dem Grünpfeil			genannte	genannte
Bundesland	Stadt	Quelle ¹	positiv	neutral	negativ	Vorteile	Nachteile
Baden-	Heilbronn	STIMME 2006		x		-	-
Württemberg	Metzingen	SWP 2010			х	Verbesserung Verkehrsfluss	Falsches VerhaltenUnfallgeschehen
	Cham	MZ 2011		x		Verflüssigung des Verkehrs	Verkehrsteilnehmer sind verwirrt Grünpfeil wird nicht genutzt
Bayern	München	SÜDDEUTSCHE 2009			x	-	Falsches Verhalten
	Waldkirchen	PNP 2011		x		geringere Wartezeiten für Rechtsabbieger Fahrausbildung	-
Berlin	Berlin	BZ 2005		x		-	Irritation für Sehbehinderte
Hamburg	Hamburg	BERGEDORF 2011			х	-	• Falsches Verhalten
Niedersachsen	Oldenburg	NWZ 2010A NWZ 2010B		×		-	Falsches VerhaltenMissverständnisseUnfallgeschehen
	Wilhelmshaven	NWZ 2010C			х	-	• Falsches Verhalten
	Bochum	RUHR 2010			х	-	Falsches Verhalten
Nordrhein- Westfalen	Bottrop	DER WESTEN 2011A		x		Vermeidung von Rückstau	• Falsches Verhalten
	Oberhausen	DER WESTEN 2011B			х	Kraftstoffeinsparung	Falsches Verhalten Unfallgeschehen
Sachsen	Dresden	DNN 2010	х			Verflüssigung des Verkehrs	

¹ Berücksichtigt wurden lediglich Berichte aus der Presse. Stadteigene Initiativen sind in dieser Übersicht nicht dokumetiert.

Tabelle 2: Übersicht Pressespiegel zu den Erfahrungen mit der Grünpfeilregelung in deutschen Städten

Der Niedersächsische Landtag beschloss am 26.11.2009, dass die Anzahl der Grünpfeile zu erhöhen ist [HAZ 2009]. Begründet wurde der Beschluss mit einer "verbesserten Klimabilanz durch reduzierte Wartezeiten und somit weniger Kraftstoffverbrauch" [HAZ 2009]. Mit den 46 Grünpfeilen in Oldenburg (von insgesamt 224 Grünpfeilen in Niedersachsen) hat man aus Sicht des Verkehrsamtes "nur gute Erfahrungen gemacht" [NWZ 2010A]. Allerdings zeigten sich auch negative Beispiele; so wurde an einer Einmündung im Stadtgebiet ein Grünpfeil entfernt, da zwei schwere Unfälle im Zusammenhang mit dem Grünpfeil geschahen.

Durch Kontrollen der Polizei wurde festgestellt, dass der grüne Pfeil zum Teil "nicht beachtet werde oder dass sich Autofahrer hier falsch verhielten" [NWZ 2010A, NWZ 2010B]. Neue Grünpfeile werden vom Verkehrsamt "nur nach Rücksprache mit der Polizei" angebracht, "aber wenn Bedarf da ist, reagieren wir schnell" [NWZ 2010A]. Als Zusatzbeschilderung wird der Grünpfeil in Oldenburg in Kombination mit einem Stoppschild in gleicher Größe auf schwarzem Grund eingesetzt (vgl. Kapitel 3.3.3).

In **Wilhelmshaven** wird die Grünpfeilregelung ebenfalls angewendet. Bei Polizeikontrollen an einem Knotenpunkt zum Verhalten der Verkehrsteilnehmer wurden innerhalb von 210 Minuten 85 Verstöße gegen die Anhaltepflicht registriert und geahndet [NWZ 2010c, Local XXL 2010].

Auch in **Bochum** sind die Verkehrsregelungen zum Abbiegen bei ROT mit Grünpfeil nicht allen Fahrzeugführern bekannt [RUHR 2010]. An einer Kreuzung registrierte die Polizei 18 Grünpfeilverstöße innerhalb von zwei Stunden. In Bochum kommen zur Überprüfung und Durchsetzung des richtigen Verhaltens Zusatzbeschilderung ("*Vor Abbiegen bei Rot STOP an der Haltelinie"*) und verstärkte Polizeikontrollen zum Einsatz [RUHR 2010].

In **Bottrop** gibt es zurzeit noch 18 von ursprünglich 25 Grünpfeilen im Stadtgebiet [DER WESTEN 2011A]. Entfernt wurden die Grünpfeile "unter anderem bedingt durch Unfallgefahren oder der Nähe zu Schulen". Auch auf Probleme durch regelwidriges Verhalten der Verkehrsteilnehmer ("...Freifahrtschein zum Abbiegen...", "...die Autofahrer den Grünpfeil gar nicht wahrnehmen...") wurde hingewiesen. Dennoch wird die Regelung vom Straßenverkehrsamt der Stadt durchaus positiv bewertet. So ist der Grünpfeil "eine vernünftige Maßnahme, um Rückstau zu vermeiden" [DER WESTEN 2011A]

Im Rahmen der Förderung und Weiterentwicklung des Radverkehrs in **Münster** wird es Radfahrern, die von einem Radweg nach rechts auf einen kreuzenden Radweg abbiegen möchten, durch die Beschilderung ("Rechtsabbiegende Radfahrer frei") ermöglicht, ihr Manöver auch bei ROT durchzuführen [ALRUTZ ET AL. 2007]. Die Legalisierung eines ohnehin oft beobachtbaren Ereignisses sollte aber nur dann erfolgen, wenn Fußgänger nicht gefährdet oder behindert werden sowie ausreichend dimensionierte Aufstellflächen zur Verfügung stehen. Auch gesonderte bauliche und markierungstechnische Führungen, bei denen der Radverkehr aus der Signalisierung herausgenommen wird, werden umgesetzt [ALRUTZ ET AL. 2007].

In **Oberhausen** "kam es in der Vergangenheit zu zahlreichen Beinah-Unfällen und Hupkonzerten", weil das regelgerechte Verhalten an Knotenpunkten mit Grünpfeil "bei vielen Oberhausener Autofahrern kaum bekannt ist" [DER WESTEN 2011B]. 2004 wurde der letzte Grünpfeil in Oberhausen entfernt, da er für "zu viel Irritation gesorgt hat". Lediglich an einer von ausschließlich Bussen und Straßenbahn genutzten Trasse gibt es noch zwei Grünpfeile. Stattdessen wird laut einem Polizei-Sprecher die gesonderte Phase für Rechtsabbieger, signalisiert durch einen grünen Leuchtpfeil, bevorzugt, "weil mit dem Ampelzeichen die Vorfahrt eben eindeutig geregelt ist". Des Weiteren würden an Knotenpunkten mit Grünpfeil "Fußgänger oder Radfahrer häufiger angefahren", da die Fahrzeugführer bei Nutzung des Grünpfeils nicht an der Haltelinie halten. Auch Blindenverbände haben sich gegen derartige Regelungen ausgesprochen [DER WESTEN 2011B].

2010 gab es in **Dresden** 272 Grünpfeile, was sie aktuell zur Stadt mit den meisten Grünpfeilen in Deutschland macht [DNN 2010]. Fünf Jahre zuvor waren es noch 260 Grünpfeile. Zum Vergleich: In Leipzig gab es 2010 an 116 Kreuzungen 208 Grünpfeile, "einer weniger als im Vorjahr" [DNN 2010]. Eine Besonderheit in Dresden ist, dass die Behörden "bei neuen oder umgebauten Kreuzungen begründen" müssen, "warum sie keinen Grünpfeil planen und nicht, warum sie einen installieren wollen" – die sog. "Schommer-Regel⁸" [DNN 2010]. "Wir halten an der alten Schommer-Regel fest", sagt der Leiter des Straßenund Tiefbauamtes und betont, dass der Grünpfeil in Dresden gut funktioniert und zur Verflüssigung des Verkehrs beiträgt [DNN 2010]. Stellenweise wurden Grünpfeile auch abgebaut, bspw. weil "die Verkehrsführung einer Buslinie verlegt wurde und zu Problemen geführt hätte" oder man "um querende Fußgänger besorgt war". Allerdings wurden "auch viele neue Grünpfeile gesetzt" [DNN 2010]. 2011 gibt es in Dresden 260 Grünpfeile (vgl. Kapitel 3.1; Tabelle 5).

Als grundsätzlicher Trend ist der aktuellen Presseauswertung zu entnehmen, dass in der veröffentlichten Meinung nach anfänglicher Euphorie zunehmend Skepsis im Umgang mit dem Grünpfeil zu verzeichnen ist. Des Weiteren wurde festgestellt, dass es wenig verwertbare Presseberichte über die Entwicklung in den neuen Bundesländern gibt, was darauf zurückzuführen ist, dass sich an der Situation mit der Grünpfeil-Regelung kaum etwas geändert hat. Dementsprechend wird hier auch positiver mit der Regelung umgegangen.

Im Jahr 2008 gründete der Zentralverband Deutsches Kraftfahrzeuggewerbe e.V. (ZDK), die DEKRA und der Automobil-Club Verkehr gemeinsam eine Kampagne für mehr Grünpfeile auf deutschen Straßen – "Ja zum Grünen Pfeil" [JAGP 2010]. "Ohne großen Kostenaufwand, ohne Zeitverzug und ohne aufwendige Abstimmungsprozesse" kann "Verkehrsfluss und Energieeffizienz" mit Hilfe des Grünpfeils verbessert werden, denn "bei keiner Gelegenheit verbraucht ein Auto bekanntlich unnötiger Kraftstoff als beim Warten vor einer roten Ampel" [JAGP 2010]. Auf der eigens für die Kampagne eingerichteten Homepage können Bürger Anregungen geben, wo sie einen Grünpfeil wünschen. Der sog. "Wunsch-Pfeil" wird vom ZDK bei der zuständigen Straßenverkehrsbehörde beantragt. Über 350 Schilder sind so bereits beantragt worden [DERWESTEN 2011c]. Seit 2010 hat der Bundesverkehrsminister Peter Ramsauer die Schirmherrschaft für diese Kampagne übernommen [JAGP 2010].

-

⁸ Kajo Schommer, der frühere sächsische Staatsminister für Wirtschaft und Arbeit, initiierte in seiner poltischen Tätigkeit die "Schommer-Regel", welche die Beweislast zu Gunsten des Grünpfeils umkehrt [DNN 2010].

2.5 Erfahrungen im Ausland

2.5.1 Europa

In **Frankreich** ist das Rechtsabbiegen bei ROT unter bestimmten Umständen erlaubt. Ein unter dem Signalgeber angebrachter gelb blinkender Pfeil signalisiert dem Fahrzeugführer, dass es ihm gestattet ist, nach dem Halt bei ROT rechts abzubiegen. Er darf dabei weder bevorrechtigte Fußgänger noch andere Fahrzeuge gefährden [CODE DE LA ROUTE 2011]. Der Pfeil darf nach dem durch CERTU⁹ veröffentlichten Merkblatt für Lichtsignalanlagen ("Mise en conformité des carrefours à feux") erst blinken nachdem die 1. Fußgängerfurt gesperrt, und die entsprechenden Räumzeiten (zwischen Fußgängern auf dieser Furt und rechtsabbiegendem Kfz) berücksichtigt wurden [CERTU 1999]. Da der der gelbe Pfeil nur zeitweise leuchtet, ist er nur eingeschränkt mit dem Grünpfeil in Deutschland zu vergleichen.

Um Erfahrungen im Umgang mit dieser Regelung in Frankreich zu dokumentieren, wurde durch [Kollmus 2008] ein Gespräch mit der Stadtverwaltung der Stadt Calais initiiert. Darin wurde bestätigt, dass man sich an den o.g. Empfehlungen des Merkblattes [CERTU 1999] orientiert. Des Weiteren kommt die Regelung nur zur Anwendung wenn ein Rechtsabbiegefahrstreifen vorhanden ist. Resultierend wurde durch die zuständige Behörde formuliert, dass hinsichtlich des Verkehrsablaufs und der Verkehrssicherheit durchweg positive Erfahrungen gemacht wurden. Hierzu wurde angemerkt, dass in Frankreich eine Vielzahl der Knotenpunkte als Kreisverkehr ausgebaut ist, womit sich eine geringe Dichte an Knotenpunkten mit Lichtsignalanlage ergibt. Der Verlust des durch die Regelung erreichten Zeitvorteiles an darauffolgenden Knotenpunkten ist deshalb weniger wahrscheinlich [Kollmus 2008].

Darüber hinaus gilt seit 12. Januar 2012 eine neue Regelung, die es ausschließlich Radfahrern erlaubt, unter Berücksichtigung der vorfahrtrechtlich übergeordneten Verkehrsteilnehmer bei ROT rechts abzubiegen [SÉCURITÉ ROUTIÈRE 2012, BMVBS 2012]. Sollte das Rechtsabbiegen nicht möglich sein (bspw. an einer Einmündung) ist es auch gestattet geradeaus zu fahren. Dies wird entweder durch ein unter dem Signalgeber angebrachtes gelbes Blinklicht (ähnlich dem für den Kfz-Verkehr) oder durch ein statisches Verkehrszeichen angezeigt (siehe. Abbildung 2).

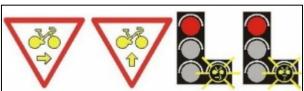


Abbildung 2: Signalisierung des Rechtsabbiegens bei ROT für Radfahrer in Frankreich [Sécurité Routière 2012]

In den **Niederlanden** ist es Kraftfahrzeugführern nicht gestattet bei ROT rechts abzubiegen. Allerdings gilt für Radfahrer eine besondere Regelung: Diese dürfen bei einem Schild mit der Aufschrift "Rechtsaf voor fietsers vrij" ("Freies Rechtsabbiegen für Radfahrer") bei Rot rechts abbiegen [JIH 2008].

⁹ CERTU ist eine technische Einrichtung des Französisch Ministerium für Energie, Ökologie und nachhaltige Planung und Entwicklung (MEEDDAT).

In **Polen** und der **Tschechischen Republik** ist das Rechtsabbiegen bei Rot erlaubt, wenn ein grüner Rechtsabbiegepfeil angeordnet ist. Dieser ist selbstleuchtend [BRIESOFSKY 2011] wie auch nicht leuchtend [SCHROBITZ ET AL. 1992] ausgebildet. Nach Beobachtungen durch [BRIESOFSKY 2011] muss auch bei leuchtendem Pfeil der Vorrang der freigegebenen Ströme beachtet werden. Für das konfliktfreie Abbiegen kommen in der Regel dreifeldige Signalgeber zur Anwendung [BRIESOFSKY 2011].

In **Portugal** und **Irland** gilt eine Regelung zum Rechtsabbiegen bei ROT ähnlich der in Frankreich. Hier wird das Rechtsabbiegen bei ROT durch einen blinkenden gelben Pfeil erlaubt, wobei besondere Vorsicht geboten werden sollte [JIH 2008].

2.5.2 Nordamerika

Bereits kurz vor dem zweiten Weltkrieg wurde in den **USA** das Rechtsabbiegen bei ROT eingeführt, wobei bis in die 1980er-Jahre vier verschiedene Regelungen galten. Am Verbreitesten waren allerdings die folgenden zwei Regelungen [ALBRECHT ET AL. 1999]:

- "western version": Das Rechtsabbiegen bei ROT ist generell erlaubt, sofern ein Zusatzschild unter dem Signalgeber es nicht verbietet. Es besteht Anhaltepflicht.
- "eastern version": Das Rechtsabbiegen bei ROT ist nur erlaubt, wenn ein Zusatzschild mit grünem Pfeil unter dem Signalgeber vorhanden ist.

Seit Mitte der 1980er-Jahre ist es in nahezu allen Bundestaaten der USA erlaubt unter Einhaltung der Anhaltepflicht bei ROT rechts abzubiegen – die sog. western Version [RETTING ET AL. 2002]. Durch das Vorhandensein von Zusatzbeschilderung wird das Abbiegen bei ROT in Einzelfällen untersagt. Diese Zusatzbeschilderung kann das Rechtsabbiegen bei ROT generell, innerhalb bestimmter Zeitbereiche oder auch für bestimmte Zustände (Anwesenheit von Fußgängern) verbieten [JIH 2008] (siehe Abbildung 3).

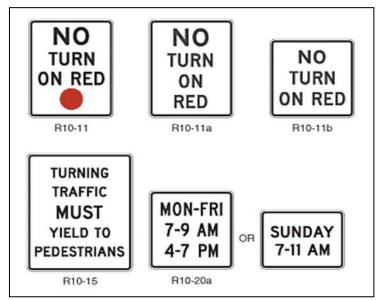


Abbildung 3: Zusatzbeschilderung zum Verbot des Rechtsabbiegens bei ROT [FHWA 2009]

Ähnlich wie in Deutschland gibt es Kriterien, bei denen das Rechtsabbiegen bei ROT nicht gestattet werden soll [FHWA 2009], das heißt eines der Zusatzzeichen nach Abbildung 3 sollte nicht zum Einsatz kommen bei

- unzureichender Sichtweite auf sich n\u00e4hernde Fahrzeuge von links,
- spitzen Kreuzungswinkeln, da die Sicht auf die bevorrechtigten Fahrzeuge erschwert wird [FHWA 2009].
- gestalterischen oder betrieblichen Eigenschaften des Knotenpunktes, die unerwartete Konflikte ergeben könnten,
- einer separaten Phase für Fußgänger oder
- einer hohen Anzahl von Fußgängern, vor allem Kinder, ältere Menschen, oder Menschen mit Behinderungen oder mehr als drei Unfällen in zwölf Monaten, die auf das Rechtsabbiegen bei ROT zurückzuführen sind

Darüber hinaus ist es in 42 Bundesstaaten gestattet, nach dem Anhalten bei ROT auch links abzubiegen, sofern sich der Fahrzeugführer auf einer Einbahnstraße befindet und in eine Einbahnstraße abbiegen möchten [JIH 2008]. Weitere Sonderregelungen diesbezüglich gibt es in den Bundestaaten Alaska, Idaho, Michigan, Oregon und Washington; hier ist es gestattet nach dem Anhalten bei ROT links in Einbahnstraße abzubiegen auch wenn der Fahrzeugführer nicht aus einer Einbahnstraße kommt [JIH 2008].

Im Bundesstaat New York gibt es zum Abbiegen bei ROT Einschränkungen. So ist es für Schulbusse, sofern sich Schüler in diesen befinden, im gesamten Bundesstaat untersagt, bei ROT abzubiegen. In New York City ist es generell nicht erlaubt bei ROT abzubiegen, es sei denn, dies wird durch entsprechende Zusatzbeschilderung explizit gestattet (vgl. "eastern version") [JIH 2008].

Erste nach der verbreiteten Einführung der "western version" durchgeführte Untersuchungen zu den Auswirkungen der Umstellung in 8 Bundestaaten zeigten, dass beim Wechsel der "eastern version" zur "western version" der Anteil der Rechtsabbiegeunfälle stärker anwächst als bei völlig neuer Einführung des Rechtsabbiegens bei ROT in Form der "western version" [PREUSSER ET AL. 1982]. Weitere Untersuchungen von 12- monatigen Beobachtungszeiträumen jeweils vor und nach der Umstellung in 4 Untersuchungsgebieten zeigen, dass

- die Unfälle mit Fußgängerbeteiligung um 54% angestiegen sind,
- die Unfälle mit Radfahrerbeteiligung um 91% angestiegen sind und
- die meisten Verunglückten die kreuzende Furt von rechts nach links querten [PREUSSER ET AL. 1982].

Ausschlusskriterien zur Ablehnung der Regelung bei bestimmten Bedingungen wurden nicht formuliert. In einer von 1982 bis 1985 durch die Federal Highway Administration (FHWA) durchgeführten Untersuchung [ZEGEER & CYNECKI 1985] wurden Verhaltensbeobachtungen basierend auf einer Analyse von Konflikten an 199 Knotenpunkten ausgewertet.

Es wurde festgestellt, dass

- 3,7 % aller Rechtsabbieger die Zusatzbeschilderung zum Verbot des Abbiegens bei ROT ignorierten,
- 20 % der Fahrzeugführer, denen sich die Gelegenheit bot (keine kreuzenden Ströme) bei ROT abzubiegen, die Zusatzbeschilderung zum Verbot des Abbiegens bei ROT ignorierten,

- 23,4 % aller Verbotsmissachtungen beim Rechtsabbiegen bei ROT zu Konflikten mit Fußgängern oder anderen kreuzenden Strömen führte,
- weniger als 1 % aller Rechtsabbieger in einen Konflikt durch Rechtsabbiegen bei ROT involviert ist und
- 56,9 % aller Rechtsabbieger bei ROT nicht anhielten [ZEGEER & CYNECKI 1985].

Es wurde geschlussfolgert, dass den meisten Verkehrsteilnehmern die Anhaltepflicht nicht bewusst ist [ZEGEER & CYNECKI 1985]. Es besteht der Bedarf, bundestaatenübergreifende Kriterien für den Ausschluss der Regelung, insbesondere hinsichtlich der Sicherheit von Fußgängern, zu definieren [ZEGEER & CYNECKI 1985].

Die National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) veröffentlichte 1995 eine Untersuchung zur Wirkung des Rechtsabbiegens bei ROT auf die Verkehrssicherheit, wobei zweierlei Daten ausgewertet wurden [NHTSA 1995]. Die Auswertung aller alle tödlichen Unfälle in den USA von 1982 bis 1992 (Fatal Accident Reporting System der NHTSA) ergab, dass

- etwa 84 Unfälle mit Todesfolge pro Jahr unter Beteiligung von Rechtsabbiegern an Knotenpunkten, an denen das Rechtsabbiegen bei ROT gestattet ist, registriert wurden (dies entspricht etwa 0,2 % aller tödlichen Unfälle) wobei
- 44 % der Getöteten Fußgänger, 10 % Radfahrer und 33 % Kraftfahrzeugführer waren [NHTSA 1995].

Die Auswertung der Unfalldaten aller Unfälle der Bundesstaaten Illinois, Indiana, Maryland und Missouri von 1989 bis 1992 ergab Folgendes [NHTSA 1995]:

- 0,05% aller Unfälle sind auf das Rechtsabbiegen bei ROT zurückzuführen.
- An 22% der Unfälle durch Rechtsabbiegen bei ROT waren Fußgänger oder Radfahrer beteiligt.
- 93% der beteiligten Fußgänger und Radfahrer wurden dabei verletzt.
- Die meisten Unfälle aufgrund des Rechtsabbiegens bei ROT geschahen zwischen 6 Uhr und 18 Uhr.

Durch aktuellere Untersuchungen wurde außerdem ermittelt, dass:

- 0,45 % aller Unfälle in San Francisco auf das Rechtsabbiegen bei Rot zurückzuführen sind [FLECK & YEE 2002], wobei
- dies auf die Nichtbeachtung des Haltegebots als Hauptunfallursache zurückgeführt wurde [FLECK & YEE 2002] und
- 39 % der Verkehrsteilnehmer vor dem Rechtsabbiegen bei ROT nicht anhalten [RETTING ET AL. 2002].

Kriterien bei denen die Regelung unter bestimmten Umständen nicht zur Anwednung kommen soll werden sowohl nach [NHTSA 1995] als auch nach [FLECK & YEE 2002] nicht formuliert. Es wird nach [FLECK & YEE 2002] zwar geschlussfolgert, dass sich die Sicherheit für Fußgänger mit einem generellen Verbot der Regelung verbessern wird; allerdings sei es auch wahrscheinlich, dass sich die Anzahl der Unfälle beim Rechtsabbiegen bei GRÜN erhöhen wird [FLECK & YEE 2002].

Auf den Amerikanischen Jungferninseln (United States Virgin Islands), einer Inselgruppe der Kleinen Antillen und eingegliedertes Außengebiet der USA, herrscht Linksverkehr. Hier ist es analog zur meist verbreiteten Regelung erlaubt bei ROT links abzubiegen, es sei denn, es wird durch Zusatzbeschilderung ausdrücklich untersagt ("western version") [JIH 2008].

Die Regelungen in **Kanada** sind analog denen der USA. Mit Ausnahme der Insel von Montreal in Quebec ist in allen Provinzen das Rechtsabbiegen bei ROT nach dem Anhalten generell gestattet, es sei denn, dies ist durch entsprechende Zusatzbeschilderung untersagt [JIH 2008]. Außerdem ist es in 5 der 10 Provinzen und in den 3 Territorien Kanadas gestattet, nach dem Anhalten bei ROT auch links abzubiegen, sofern sich der Fahrzeugführer auf einer Einbahnstraße befindet und in eine Einbahnstraße abbiegen möchten [JIH 2008]. Die Situation bei Vorhandensein von Richtungspfeilen in den Signalgebern ist in den entsprechenden Gesetzen nicht spezifiziert [JIH 2008].

In **Mexiko** ist es nicht gestattet bei ROT rechts abzubiegen, wenn es nicht durch Zusatzbeschilderung explizit erlaubt ist [JIH 2008]. Ausnahme bildet der Distrito Federal (Federal District): Hier ist es zulässig mit besonderer Vorsicht bei ROT rechts abzubiegen. Des Weiteren kann hier zwischen 23.00 Uhr und 5:00 Uhr mit besonderer Vorsicht generell bei ROT gefahren werden [JIH 2008].

2.5.3 Weitere Länder

In **China** (mit Ausnahme von Hong Kong Macao und Taiwan), der **Dominikanischen Republik**, **Myanmar** und **Südkorea** ist das Rechtsabbiegen bei ROT generell gestattet [JIH 2008]. In China, der Dominikanischen Republik und Myanmar kann dabei auch ohne Halt abgebogen werden, wobei in China die Einschränkung gilt, dass bevorrechtigte Verkehrsströme nicht gefährdet oder gestört werden dürfen. In Südkorea gilt Anhaltepflicht bei ROT [JIH 2008]. In **Macao**, eine Sonderverwaltungszone der Volksrepublik China und ehemaligen portugiesischen Kolonie, gibt es zu Portugal und Frankreich analoge Regelungen. [JIH 2008]. In Macao herrscht Linksverkehr.

In einigen weiteren Ländern mit **Linksverkehr** gibt es ebenfalls Regelungen, die es analog zum Rechtsabbiegen bei ROT erlauben, bei ROT links abzubiegen:

In **Australien** ist das Linksabbiegen bei ROT gestattet, wenn es durch eine Zusatzbeschilderung ("Left Turn On Red After Stopping") gekennzeichnet ist. Hierbei wird auch explizit auf die Anhaltepflicht hingewiesen [ARR 2009].

In **Singapur** ist die Regelung ähnlich der Grünpfeil-Regelung [LTA 2011]. Hier ist es generell nicht gestattet, bei ROT links abzubiegen, es sei denn es wird durch entsprechende Zusatzbeschilderung ("Left Turn On Red", "STOP and GIVE WAY To Pedestrians And Main Road Traffic", "Watch Out For Traffic From Side Road") erlaubt [LTA 2011].

Durch Untersuchungen an den entsprechend geregelten Knotenpunkten [WONG ET AL. 2004] wurde festgestellt, dass

- die Unfallzahlen leicht anstiegen,
- wesentliche Verbesserungen des Verkehrsablaufs zu verzeichnen sind und
- das Haltegebot anfänglich noch oft missachtet wurde; nach einiger Zeit allerdings ca.
 90 % aller bei ROT abbiegenden Kfz die Vorschrift beachteten, was durch die strengen Ahndungen bei Missachtung begründet wurde [WONG ET AL. 2004].

2.6 Zusammenfassung bisheriger Erkenntnisstand

Mit der erstmaligen Aufnahme des Grünpfeils in die StVO und dazugehöriger Verwaltungsvorschrift 1994 wurde eine Grundlage geschaffen, diese Regelung in allen Städten der Bundesrepublik anzuwenden – in der ehemaligen DDR ist das Rechtsabbiegen bei ROT mit dem statischen Grünpfeil bereits seit 1977 gestattet. Durch die VwV-StVO wurden nach Empfehlungen der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) Einsatzkriterien zum Grünpfeil aufgenommen. Diese basieren im Wesentlichen auf Erkenntnissen von Untersuchungen zum Unfallgeschehen und Verhalten [SCHROBITZ ET AL. 1992]. Eine Auswertung der DDR-Unfallstatistik der Jahre 1980 – 1989 brachte wenige Erkenntnisse, da ein Vorhandensein der Grünpfeil-Tafel nicht explizit in der Unfallanzeige dokumentiert wurde. Aus diesem Grund wurden zusätzlich Konfliktbeobachtungen, Geschwindigkeitsmessungen und Erhebungen der Anhaltevorgänge an zehn Knotenpunkten in Dresden und drei Knotenpunkten in Berlin durchgeführt, wobei festgestellt wurde, dass die Verkehrssicherheit für Fußgänger und Fahrzeuge beim Abbiegen mit Grünpfeilregelung nicht nachweisbar beeinträchtigt wird. Trotzdem wurde für die Anwendung der Regelung empfohlen, die gegebenen Hinweise und Kriterien für Einsatzgrenzen der Grünpfeilregelung zu beachten.

Mit Änderung der VwV-StVO zum 1. Februar 2001 wurden die Ausschluss- und Abwägungskriterien letztmalig angepasst. Auch wurden 2003 erstmals Kriterien in die Richtlinie für Lichtsignalanlagen 1992 – Teilfortschreibung 2003 [RILSA 1992] aufgenommen, die in der aktuellen Fassung allerdings nicht mehr erschienen [RILSA 2010]. Dem vorangegangen sind Untersuchungen der Projektgruppe "Grünpfeil" der BASt [ALBRECHT ET AL. 1999], wobei u.a. festgestellt wurde, dass beim Rechtsabbiegen bei GRÜN im Vergleich zum Rechtsabbiegen bei ROT etwa doppelt so viele Unfälle registriert wurden. Ein Vorher-Nachher-Vergleich des Unfallgeschehens an 23 Knotenpunkten in Heilbronn zeigte einen Anstieg der Verunglücktenzahlen an Grünpfeilknotenpunkten, welcher aufgrund der geringen Fallzahl nicht signifikant eingestuft wurde. Ebenfalls durchgeführte Verhaltensbeobachtungen zeigen insbesondere zwischen Grünpfeilnutzer und Fußgängern auf der freigegeben Furt sowie dem übergeordneten Linksabbiegerstrom ein besonderes Konfliktpotential. Des Weiteren wurde festgestellt, dass lediglich ein Viertel der Verkehrsteilnehmer vor der Nutzung des Grünpfeiles an der Haltelinie hielten.

In Wiesbaden wurde direkt nach Einführung der Grünpfeil-Regelung an sechs ausgewählten Knotenpunkten das Unfallgeschehen und Verhalten der Verkehrsteilnehmer untersucht, mit dem Resultat, dass während der ersten sechs Monate mit der Grünpfeil-Regelung insgesamt vier Unfällen mit Personenschaden in Zusammenhang mit dem Grünpfeil polizeilich registriert wurden [JAKOB 2000]. Darüber hinaus wurde festgestellt, dass die Anhaltepflicht von 75 % bis 83 % der Abbieger missachtet wird.

Zum Verkehrsablauf durchgeführte Untersuchungen zeigen [SCHROBITZ ET AL. 1992, ALBRECHT ET AL. 1999, JAKOB 2000], dass zwischen einem Drittel und Dreiviertel der Rechtsabbieger von der Grünpfeil-Regelung Gebrauch machen. Mit Hilfe von Simulationen konnten unter bestimmten Randbedingungen (keine Anhaltepflicht, Verkehrsstärke, Fahrstreifenaufteilung etc.) Wartezeit- und Kraftstoffeinsparungen festgestellt werden [SCHROBITZ ET AL. 1992]. Allerdings ergaben sich auch Nachteile hinsichtlich des Verkehrsablaufs. Dies sind vor allem Behinderungen der grünen Welle im Hauptstrom durch einfahrende Rechtsabbieger sowie die Behinderung von Linienbussen [ALBRECHT ET AL. 1999].

Erste Befragungen zur Anwendungspraxis zeigen [LAGEMANN & TOPP 2003], dass sich der Anteil der Städte mit Grünpfeil in den "alten" Bundesländern zwischen 1999 und 2002 von 38% auf 60% erhöhte. Unter den zehn Städten mit den meisten Grünpfeilen befanden sich 2002 fünf Städte der "alten" und 5 Städte der "neuen" Bundesländer.

Die Recherche von Erfahrungsberichte der lokalen und überregionalen Presse zur nach wie vor vieldiskutierten und umstrittenen Regelung ergab, dass nach anfänglicher Euphorie zunehmend skeptisch mit der Thematik umgegangen wird. Wenig verwertbare Presseberichte konnten zur Entwicklung der Grünpfeilregelung in den neuen Bundesländern ausfindig gemacht werden, was darauf zurückzuführen ist, dass sich an der Situation mit der Grünpfeil-Regelung kaum etwas geändert hat.

Die Auswertungen zu den Erfahrungen des Rechtsabbiegens bei ROT im europäischen Ausland zeigen, dass es in Frankreich, Polen, Tschechien, Portugal und Irland ähnliche Regelungen zum Einsatz kommen, die mit dem statischen Grünpfeil in Deutschland aber nur bedingt zu vergleichen sind. In Frankreich, Portugal und Irland signalisiert ein unter dem Signalgeber angebrachter gelb blinkender Pfeil dem Fahrzeugführer, dass es ihm gestattet ist, nach dem Halt bei ROT rechts abzubiegen. In Frankreich blinkt dieses Signal allerdings erst nachdem die 1. Fußgängerfurt gesperrt ist. In Polen und Tschechien kommt ein grüner Rechtsabbiegepfeil zum Einsatz, der in der Regel beleuchtet ist [BRIESOFSKY 2011]. Das konfliktfreie Abbiegen wird hier ausschließlich durch dreifeldige Signalgeber signalisiert. In den Niederlanden und Frankreich ist es Radfahrern gestattet bei ROT rechts abzubiegen, was durch eine statische Beschilderung (Niederlande/Frankreich) oder ein gelbes Blinklicht (Frankreich) angezeigt wird [JIH 2008, SÉCURITÉ ROUTIÈRE 2012]. In Frankreich ist es zudem möglich geradeaus bei ROT zu fahren, sofern das Rechtsabbiegen nicht möglich ist [SÉCURITÉ ROUTIÈRE 2012].

In den USA ist es in nahezu allen Bundestaaten erlaubt unter Einhaltung der Anhaltepflicht bei ROT rechts abzubiegen, sofern ein Zusatzschild unter dem Signalgeber es nicht verbietet [RETTING ET AL. 2002]. Ähnlich wie in Deutschland gibt es Kriterien, bei denen Zusatzschilder zur Anwendung kommen um das Rechtsabbiegen bei ROT zu verbieten [FHWA 2009]. In Kanada gelten ähnliche Regelungen wie in den USA. Erste Untersuchungen zum Verhalten der Verkehrsteilnehmer beim Rechtsabbiegen bei ROT in den USA ergaben, dass sich die meisten Verkehrsteilnehmer nicht über die Anhaltepflicht bewusst sind [ZEGEER & CYNECKI 1985]. Auswertungen zum Unfallgeschehen zeigen, dass bei jedem Vierten Unfall durch das Rechtsabbiegen bei ROT Fußgänger oder Radfahrer beteiligt waren [NHTSA 1995].

In Singapur ist es generell nicht gestattet, bei ROT links¹⁰ abzubiegen, außer es wird durch Zusatzbeschilderung erlaubt [LTA 2011]. Durchgeführte Untersuchungen an entsprechenden Knotenpunkten zeigen, dass die Unfallzahlen leicht anstiegen und die Verkehrsqualität des Verkehrsablaufs erhöht wurde. Durch Auswertungen zum Verhalten wurde nachgewiesen, dass das Haltegebot nach einiger Eingewöhnungszeit von jedem Zehnten Verkehrsteilnehmer nicht beachtet wurde [WONG ET AL. 2004].

¹⁰ In Singapur gilt Linksverkehr.

3 Befragungen

Zu den Erfahrungen mit der Anwendung des Grünpfeils liegen Aussagen von Tiefbauämtern und Verkehrsbehörden von 75¹¹ Städten mit mehr als 100.000 Einwohnern – 61 Großstädte in den "alten" und 14 Großstädte in den "neuen" Bundesländern – vor. Zusätzlich wurden neun Landkreise telefonisch zu ihren Erfahrungen mit der Grünpfeilregelung außerhalb bebauter Gebiete befragt. Eine Auflistung der angefragten Städte enthält Anlage 2. Die Befragung enthielt grundsätzlich vier Teile:

- Anlass und Gründe für die Anwendung sowie Verbreitung
- Einsatz- und Abwägungskriterien
- Controlling sowie begleitende Maßnahmen
- Erfahrungen mit dem Grünpfeil generell
- Beurteilung der Grünpfeilregelung

Der Themenschwerpunkt *Anlass und Gründe für die Anwendung sowie Verbreitung* enthält fünf Fragestellungen in denen

- generell nach dem Einsatz des Grünpfeils,
- nach der Anzahl der Grünpfeile
- der Anzahl der lichtsignalgeregelten Kreuzungen und Einmündungen insgesamt
- nach dem Zeitraum der ersten Anwendung, sofern der Grünpfeil überhaupt zur Anwendung kommt und
- nach Gründen für die Anwendung

gefragt wurde (vgl. Kapitel 3.1).

Innerhalb des Abschnittes *Einsatz- und Abwägungskriterien* wurden nach Kriterien gefragt, die bei der Anordnung von Grünpfeilen zum Einsatz kommen. Dies umfasst Fragestellungen zu

- den Vorgaben der [VwV-StVO 2009] (vgl. Kapitel 2.1.1),
- den Empfehlungen der [RiLSA 1992] (vgl. Kapitel 2.1.2),
- aus eigenen Erfahrungen oder Ländervorschriften abgeleitete Kriterien und
- der Abstimmung mit Verbänden oder Interessensvertretern.

Die Vorgaben Richtlinie für Lichtsignalanlagen in der Fassung 1992 mit Teilfortschreibung 2003 [RiLSA 1992] besaß bis Einführung der aktuellen Fassung 2010 [RiLSA 2010] Gültigkeit. Da die meisten Städte den Grünpfeil erstmalig vor 2010 anordneten (vgl. Kapitel 2.4 und 3.1), wird davon ausgegangen, dass die Abwägungskriterien der [RiLSA 1992] zur Anwendung kamen bzw. mindestens bekannt waren.

Zur Einordnung der Fragebogenergebnisse wurde eine Plausibilisierung auf Einhaltung der Einsatzkriterien gemäß [VwV-StVO 2009] mittels Internetrecherche für die Untersuchungsstädte Berlin, Dresden, Köln, Mannheim und Stuttgart) durchgeführt (vgl. Kapitel 3.2.2 bzw. 3.2.4).

¹¹ Insgesamt wurden 84 Städte angeschrieben, wobei 5 Städte ihre Teilnahme zu Beginn absagten und weitere 4 keine Rückmeldung auf den Fragebogen gaben.

Teil 3 **Controlling sowie begleitende Maßnahmen** enthält Fragestellungen zu den folgenden Punkten (vgl. Kapitel 3.3):

- Auswertung des Unfallgeschehens
- Regelmäßige Überprüfung bei sich ändernden verkehrlichen Bedingungen
- Öffentlichkeitsarbeit
- Zusatzbeschilderung

Der Teil *Erfahrungen mit dem Grünpfeil* wird auf Basis telefonischer Nachbefragungen durchgeführt (vgl. Kapitel 3.4). Da insbesondere hinsichtlich der Unfallanalyse (siehe Kapitel 4) hilfreiche Erkenntnisse erwartet werden, wird die Methode einer detaillierten Telefonbefragung ausgewählter Städte bevorzugt. Dieser Themenschwerpunkt umfasst folgende Fragestellungen:

- Gründe für die Entfernung von Grünpfeilen
- typische Konflikt- bzw. Unfallsituationen an Kreuzungen und Einmündungen mit Grünpfeilregelung

Den Abschluss bilden Fragen nach einer generellen **Beurteilung der Grünpfeilregelung** hinsichtlich möglicher Erwartungen und deren Erfüllung. Antwortvorgaben erfolgten hier nicht (vgl. Kapitel 3.5).

Im Vorfeld der Befragungen wurde der Fragebogen durch Vertreter der Städte Köln und Chemnitz einem Pretest unterzogen, da beide Städte umfangreiche Erfahrungen zum Thema Grünpfeil haben. Der Fragebogen ist in der abgestimmten Fassung als Anlage 3 beigefügt.

3.1 Anlass und Gründe für die Anwendung sowie Verbreitung

59 der 75 befragten Großstädte gaben an, dass der Grünpfeil bei ihnen zum Einsatz kommt. Dies entspricht 79 %. Nach [LAGEMANN & TOPP 2003] waren es 38% im Jahr 1999 und 60 % im Jahr 2002, womit eine zunehmende Tendenz in den letzten 10 Jahren zu erkennen ist. Es ist ein deutlicher Ost-West-Unterschied festzustellen, denn alle 14 befragten Städte der "neuen" Bundesländer gaben an, das Z 720 StVO anzuwenden. In den "alten" Bundesländern kommt der Grünpfeil in dreiviertel der Städte zum Einsatz (45 von 61 Städten). Die regionale Verteilung der Anwendung im Bundesgebiet zeigt Anlage 4.

Die telefonische Befragung von neun Landkreisen (vier Landkreise der "neuen" und fünf Landkreise der "alten" Bundesländer) ergab, dass in keinem der Landkreise Grünpfeile außerorts zum Einsatz kommen. In drei der neun Landkreise – zwei der "alten" Bundesländer und einer der "neuen" Bundesländer – wird die Grünpfeil-Regelung innerorts angewendet. Eine tabellarische Übersicht der befragten Landkreise sowie eine Dokumentation der Antworten befindet sich in Anlage 5.

Betrachtet man die Zeiträume der ersten Anordnung von Grünpfeilen in deutschen Großstädten (siehe Tabelle 3) zeigt sich, dass

- alle befragten Großstädte der "neuen" Bundesländer vor 1989 den Grünpfeil erstmals angeordnet haben,
- 56 % der befragten Großstädte der "alten" Bundesländer den Grünpfeil zwischen 1992 und 2000 erstmals angeordnet hat,
- 42 % der befragten Großstädte der "alten" Bundesländer den Grünpfeil zwischen 2001 und 2008 erstmals angeordnet hat und
- eine der befragten Großstädte der "alten" Bundesländer den Grünpfeil nach 2008 erstmals angeordnet hat.

	Anzahl Großstädte	Anzahl Großstädte	Anzahl Großstädte
Zeitraum erste Anordnung			
	"alte" Bundesländer	"neue" Bundesländer	alle Bundesländer
vor 1989	0	14	14
1989 - 1991	0	0	0
1992 - 2000	25	0	25
2001 - 2008	19	0	19
nach 2008	1	0	1
110017 2000	1	Ů	1
Summe	45	14	59
Summe	-3	14	39

Tabelle 3: Zeiträume der ersten Anordnung von Grünpfeilen in deutschen Großstädten

Zusammengefasst lehnt jede vierte (16 von 61) Großstadt in den "alten" Bundesländern die Grünpfeil-Regelung grundsätzlich ab. Darunter sind auch vier Großstädte, in denen der Grünpfeil nach 1994 zwar zur Anwendung kam, aber kurz darauf wieder dagegen entschieden wurde. So kommt die Grünpfeil-Regelung in diesen Großstädten seit 1995 bis 1998 nicht mehr zum Einsatz, wobei folgende Gründe genannt wurden:

- Auffälliges Unfallgeschehen
- Beschwerden von Bürgern
- Falsches Verhalten (Anhaltepflicht wurde missachtet)

In einer weiteren Großstadt gibt es zudem seit mehr als zehn Jahren einen Bauausschussbeschluss gegen die Anordnung des Grünpfeils. Unter den übrigen zwölf Städten, die die Grünpfeil-Regelung grundsätzlich ablehnen, wurden im Wesentlichen folgende Gründe genannt:

- Verkehrssicherheitsbedenken (neun Großstädte)
- Beschlüsse/Festlegungen gegen die Anordnung (drei Großstädte)
- Potentielle Knotenpunkte mit gesicherter Führung der Rechtsabbieger (drei Großstädte)

Eine tabellarische Zusammenfassung der Großstädte, in denen der Grünpfeil nicht zum Einsatz kommt, sowie die dort genannten Gründe enthält Anlage 6.

Eine Übersicht der Gründe für die Anwendung der Grünpfeil-Regelung zeigt Tabelle 4. Es ist anzumerken, dass innerhalb dieser Fragestellung Mehrfachnennungen möglich waren, weshalb die Summe aller Nennungen 130 (meist 2 Gründe je Stadt) beträgt. Am häufigsten wurden

- ein verbesserter Verkehrsablauf (35 %),
- weniger Abgase und Lärm (16 %) sowie
- Hinweise von Bürgern (15 %)

als Grund für die Anwendung der Regelung genannt. Größere Unterschiede zwischen "alten" und "neuen" Bundesländern sind hier nicht zu erkennen.

Bemerkenswert ist die hohe Anzahl der Nennungen des "politischen Beschlusses". 22 % aller Nennung entfielen auf diese Begründung – alle auf Städte der "alten" Bundesländer zurückzuführen. In 8 der 29 Nennungen ist der "politische Beschluss" als einziger Grund genannt worden.

Gründe für die Anwednung	Anzahl Nennungen	Anzahl Nennungen	Anzahl Nennungen	
des Grünpfeils	"alte" Bundesländer	"neue" Bundesländer	alle Bundesländer	
Verkehrsablauf	22	42	4.6	
(geringere Warte- und Reisezeiten)	33	13	46	
Umwelt	45	6	24	
(weniger Abgase und Lärm)	15	6	21	
Hipwoise von Bürgern	16	4	20	
Hinweise von Bürgern	10	4	20	
Erprobung der Regelung	8	1	9	
Liprobulig del Regelding	0		,	
politischer Beschluss	29	0	29	
pontisener besentass		ļ		
andere Gründe	1	4	5	
undere diunde		-7	3	
Summe	102	28	130	
Samme	102	20	150	

Tabelle 4: Gründe für die Anwendung der Grünpfeil-Regelung

Weiterhin gaben neun Großstädte an, den Grünpfeil u.a. zur Erprobung der Regelung angeordnet zu haben. Acht der neun Städte sind den "alten" Bundesländern zuzuordnen.

Da die bisher aufgeführten Gründe als Antworten bereits vorgegeben waren, konnten im Bereich "andere Gründe" individuelle Antworten gegeben werden. Fünf Großstädte machten davon Gebrauch, wobei "andere Gründe" nie als alleiniger Grund genannt worden ist:

- In einer Stadt führte ein Pilotversuch zur Grünpfeil-Regelung zur erstmaligen Anordnung.
- In zwei Städten diente die StVO der DDR als Grundlage zur erstmaligen Einführung.
- In einer weiteren Stadt ist das Nicht-Anordnen des Grünpfeils nach Einführung der zu begründen.

Als Besonderheit ist hier Zwickau zu nennen, die den Grünpfeil zweimal einführten, da nach der Wiedervereinigung die StVO der DDR ihre Gültigkeit verlor und in der StVO der Bundesrepublik kein Grünpfeil vorgesehen war (vgl. Kapitel 1). Daraufhin wurden 1990 alle Grünpfeile in Zwickau entfernt und mit der "Siebzehnten Verordnung straßenverkehrsrechtlicher Vorschriften" 1994 wieder angeordnet.

Tabelle 5 gibt einen zusammenfassenden Überblick über die Verbreitung des Grünpfeils in deutschen Großstädten Stand 2011, wobei in Anlehnung an [LAGEMANN & TOPP 2003] der Anteil lichtsignalgeregelter Knotenpunkten mit Grünpfeil sowie die Grünpfeildichte bezüglich aller lichtsignalgeregelter Knotenpunkten und denen mit Grünpfeil angegeben ist (vgl. Kapitel 2.4; Tabelle 1).

Unter den zehn Großstädten mit den meisten Grünpfeilen befinden sich mit Dresden, Leipzig, Hamburg, Chemnitz, Köln, Bremen, Cottbus, Berlin, Potsdam und Bonn/Heilbronn¹² fünf Städte aus den "alten" und sechs Städte aus den "neuen" Bundesländern. Im Vergleich zu 2002 [LAGEMANN & TOPP 2003] sind die Großstädte Bremen, Potsdam und Bonn nun unter den zehn Städten mit den meisten Grünpfeilen (vgl. Kapitel 2.4; Tabelle 1). Nicht mehr unter den Großstädten mit den meisten Grünpfeilen zu finden sind München und Karlsruhe. Hierzu ist anzumerken, dass die Stadt Karlsruhe keine Rückmeldung auf den Fragebogen gegeben hat und die Stadt München lediglich die Anzahl der Knotenpunkte mit Grünpfeilen, aber nicht die Anzahl der Grünpfeile nannte.

Betrachtet man die Entwicklung der Anzahl der Grünpfeile innerhalb der zehn Großstädte mit den meisten Grünpfeilen, sind mit Ausnahme der Städte Leipzig, Bremen und Bonn klar abnehmende Tendenzen festzustellen (vgl. Kapitel 2.4; Tabelle 1). Städte mit den größten Verringerungen sind

- Chemnitz (Verringerung um 97 Grünpfeile),
- Berlin (Verringerung um 61 Grünpfeile) und
- Köln (Verringerung um 41 Grünpfeile).

Gegenbeispiel hierzu ist Bremen – während in 2002 neun Grünpfeile angebracht waren sind es aktuell 104.

-

¹² Die Städte Bonn und Heilbronn rangieren mit jeweils 50 Grünpfeilen beide auf Rang 10.

Großstadt	erster Grünpfeil	Anzahl Grünpfeile		Anza	hl LSA	Anteil LSA mit	Grünpfeile je	
Grosstaut	seit	2011	2003	Gesamt	Grünpfeil	Grünpfeil	LSA	LSA mit Grünpfei
Dresden	vor 1989	260	260	259	161	62%	1,0	1,6
Leipzig	vor 1989	226	182	325	126	39%	0,7	1,8
Hamburg	2001-2008	195	272	1750	143	8%	0,1	1,4
Chemnitz	vor 1989	116	213	190	48	25%	0,6	2,4
Köln	1992-2000	109	150	1001	100	10%	0,1	1,1
Bremen	1992-2000	104	9	571	80	14%	0,2	1,3
Cottbus	vor 1989	77	75	86	36	42%	0,9	2,1
Berlin			}		· -	42%		
Potsdam	vor 1989	71	132	1700	67		0,0	1,1
	vor 1989	65	-	83	38	46%	0,8	1,7
Bonn	1992-2000	50	30	322	42	13%	0,2	1,2
Heilbronn	1992-2000	50	65	270	30	11%	0,2	1,7
Magdeburg	vor 1989	49	57	229	k.A.	-	0,2	-
Oldenburg	1992-2000	46	9	98	25	26%	0,5	1,8
Aachen	1992-2000	35	-	206	22	11%	0,2	1,6
Hamm	1992-2000	35	-	99	21	21%	0,4	1,7
Halle	vor 1989	34	28	165	25	15%	0,2	1,4
Wuppertal	1992-2000	33	30	227	29	13%	0,1	1,1
Zwickau	vor 1989	31	31	82	24	29%	0,4	1,3
Pforzheim	2001-2008	30	37	k.A.	k.A.	-	-	-
Nürnberg	1992-2000	25	36	530	25	5%	0,0	1,0
Salzgitter	2001-2008	24	-	71	k.A.	-	0,3	-
Kiel	2001-2008	23	-	220	20	9%	0,1	1,2
Gera	vor 1989	21	18	81	21	26%	0,3	1,0
Stuttgart	1992-2000	21	-	415	20	5%	0,1	1,1
Erfurt	vor 1989	18	25	190	18	9%	0,1	1,0
Regensburg	1992-2000	<u>13</u>	16	190	12	6%	0,1	1,4
Schwerin	vor 1989	17	15	62	15	24%	0,1	1,1
			}		÷			
Münster	1992-2000	15	-	300	14	5%	0,1	1,1
Jena	vor 1989	29	-	84	14	35%	0,2	0,5
Solingen	2001-2008	13	-	179	13	7%	0,1	1,0
Ludwigshafen	2001-2008	11	-	152	8	5%	0,1	1,4
Rostock	vor 1989	11	-	126	11	9%	0,1	1,0
Augsburg	1992-2000	10	-	220	8	4%	0,0	1,3
Offenbach	1992-2000	10	-	141	9	6%	0,1	1,1
Braunschweig	1992-2000	9	-	200	9	2%	0,0	3,0
Reutlingen	1992-2000	9	-	91	9	10%	0,1	1,0
Lübeck	2001-2008	6	-	123	6	5%	0,0	1,0
Hannover	1992-2000	5	-	465	k.A.	- 1	0,0	-
Mannheim	1992-2000	5	-	330	5	2%	0,0	1,0
Recklinghausen	nach 2008	5	-	126	2	2%	0,0	2,5
Remscheid	2001-2008	5	-	100	5	5%	0,1	1,0
Koblenz	1992-2000	4	-	74	4	5%	0,1	1,0
Darmstadt	2001-2008	3	_	120	3	3%	0,0	1,0
Leverkusen	2001-2008	3 3	_	148	k.A.	 	0,0	
Frankfurt	1992-2000	2	Ω	560	<i>-</i>	0%	0,0	1,0
			9		2	0/0	0,0	
Wolfsburg	2001-2008	2	-	k.A.	1	-	-	2,0
ergisch Gladbach		1	-	62	1	2%	0,0	1,0
Bochum	2001-2008	k.A.	-	250	11	4%	-	-
Düsseldorf	1992-2000	k.A.	-	600	30	5%	-	-
Essen	2001-2008	k.A.	-	500	2	0%	-	-
Fürth	2001-2008	k.A.	-	112	4	4%	-	-
Göttingen	2001-2008	k.A.	-	55	2	4%	-	
Hagen	2001-2008	k.A.	-	153	18	12%	-	-
Heidelberg	2001-2008	k.A.	-	150	25	17%	-	-
Ingolstadt	1992-2000	k.A.	-	103	30	29%	-	-
Kaiserslautern	1992-2000	k.A.	-	86	19	22%	-	-
München	1992-2000	k.A.	70	1200	47	4%	-	-
	2001-2008	k.A.	<u> </u>	90	9	10%	-	-
Ulm	2001-2006							

Tabelle 5: Verbreitung der Grünpfeile in deutschen Großstädten (Stand Dezember 2011)

In Dresden (±0 Grünpfeile) und Cottbus (+2 Grünpfeile) hat sich die Anzahl der Grünpfeile zwischen 2002 und 2011 nahezu nicht verändert (vgl. Kapitel 2.4; Tabelle 1). Eine differenzierte Betrachtung der Entwicklung, in der auch die Gründe für den Abbau und die Neuanbringung von Grünpfeilen thematisiert werden, folgt in Kapitel 3.4.

Die größten Anteile der Knotenpunkte mit Grünpfeil an allen lichtsignalgeregelten Knotenpunkten haben mit Dresden, Potsdam und Cottbus Großstädte der "neuen" Bundesländer, die im Übrigen auch zu den Städten mit der höchsten Absolutzahl dieser Zeichen gehören. In Dresden ist an etwa zwei von drei Knotenpunkten ein Grünpfeil angebracht, in Potsdam und Cottbus findet man an etwa jedem zweiten Knotenpunkt einen Grünpfeil. In den Städten Hamburg, Köln, Heilbronn und Bonn, ebenfalls unter den zehn Städten mit den meisten Grünpfeilen, ist etwa an jedem zehnten lichtsignalgeregeltem Knotenpunkt ein Grünpfeil angeordnet.

Großstädte mit der höchsten Grünpfeildichte (Grünpfeile je lichtsignalgeregeltem Knotenpunkt) sind ebenfalls Dresden, Cottbus und Potsdam. In diesen Städten ist durchschnittlich an etwa jedem Knotenpunkt eine Zufahrt mit einem Grünpfeil vorhanden. Zu nennen sind hierbei auch die Städte Oldenburg und Hamm – hier ist im Mittel jeder zweite lichtsignalgeregelte Knotenpunkt mit einem Grünpfeil versehen.

Betrachtet man die durchschnittliche Anzahl an Grünpfeilen je Grünpfeilknotenpunkt, ist festzustellen, dass in Dresden, Potsdam, Heilbronn und Oldenburg etwa zwei Grünpfeile je Knotenpunkt zum Einsatz kommen. In Chemnitz hat sich zwar die Anzahl der Grünpfeile stark verringert, allerdings sind die 116 Grünpfeile an 48 Knotenpunkten angebracht, womit im Durchschnitt 2,4 Grünpfeile auf jeden Grünpfeilknotenpunkt entfallen.

Von einer Betrachtung der zeitlichen Entwicklung der Grünpfeilknotenpunktdichte und der Grünpfeildichte von 2002 [LAGEMANN & TOPP 2003] bis 2011 wird abgesehen, da dies neben der Entwicklung der Anzahl der Grünpfeile von der Entwicklung der Anzahl aller lichtsignalgeregelten Knotenpunkte abhängig ist.

3.2 Ausschluss- und Abwägungskriterien

3.2.1 Anwendung der Ausschlusskriterien nach VwV-StVO

Inhalt des zweiten Themenschwerpunktes ist die Anwendung der Ausschlusskriterien nach [VwV-StVO 2009], bei denen der Grünpfeil unter bestimmten Bedingungen nicht zum Einsatz kommen darf (vgl. Kapitel 2.1.1). Der Übersicht halber sind die abgefragten Einsatzkriterien in Tabelle 6 dargestellt. Für die folgenden Auswertungen werden die ebenfalls in Tabelle 6 aufgeführten Abkürzungen zur Bezeichnung der Kriterien verwendet. Es ist zu beachten, dass den befragten Stadtvertretern lediglich die aufgeführten Kurzbeschreibungen der jeweiligen Kriterien als Antwortmöglichkeiten zur Verfügung standen. Die Ausschlusskriterien der VwV-StVO wurden innerhalb der Fragestellung gemeinsam mit den Abwägungskriterien nach [RiLSA 1992] (vgl. 3.2.3) als Antwortmöglichkeiten vorgegeben. Diese waren weder sortiert, noch wurde auf die Quelle verwiesen. Damit sollte einem "vorbeugend generell richtigen Antwortverhalten" vorgebeugt werden, denn die Nennung der Quelle oder eine entsprechende Sortierung könnte dazu führen, dass alle Ausschlusskriterien, unabhängig von dem eigentlichen Inhalt des Kriteriums, genannt werden. Die Kriterien "Phase für entgegenkommende Linksabbieger" und ..Zeitweise gesicherte Führung entgegenkommender Linksabbieger" wurden zusammengefasst (vgl. Anlage 3).

Kurzbeschreibung Kriterium	Abkürzungen
Unzureichende Sicht auf Fußgänger- und Fahrzeugverkehr	Sicht_Fg
Phase für entgegenkommende Linksabbieger	LA_gesichert
Zeitweise gesicherte Führung entgegenkommender Linksabbieger ("Diagonalgrün")	LA_Räumpfeil
Pfeile in den Signalgebern für Rechtsabbieger	RA_gesichert
Schienenfahrzeuge	Strab
Radverkehr in beide Richtungen	Rf_li_re
Mehrere markierte Fahrstreifen für das Rechtsabbiegen	FSt_RA>1
Schulwege	Schulwege
Seh- oder gehbehinderte Personen	Seh_Geh

Tabelle 6: Ausschlusskriterien nach [VwV STVO 2009]

Acht Ausschlusskriterien nach [VwV StVO 2009] standen somit zur Beantwortung der Fragestellung zur Verfügung, mit dem Resultat, dass

- etwa nur in jeder vierten Großstadt (24 %) der Städte alle genannten Kriterien zur Ablehnung der Grünpfeil-Regelung führen
- 17 % der Großstädte sieben der acht Ausschlusskriterien beachten
- 31 % der Großstädte noch sechs bis fünf der acht Ausschlusskriterien beachten und
- weitere 29 % weniger als fünf Ausschlusskriterien beachten.

Nennenswerte Unterschiede zwischen "alten" und "neuen" Bundesländern sind lediglich hinsichtlich der Großstädte festzustellen, die alle Einsatzkriterien nach VwV StVO beachten.

Während in den "alten" Bundesländern nur jede fünfte Stadt angab, dass alle acht Einsatzkriterien zur Ablehnung der Regelung führen würden, ist dies in den "neuen" Bundesländern etwas mehr als jede Dritte. Eine tabellarische Übersicht der Ergebnisse dieser Auswertung enthält Anlage 7. Nach den Ergebnissen der durch [LAGEMANN & TOPP 2003] durchgeführten Befragung haben sich alle Großstädte an den Vorgaben der VwV-StVO orientiert (vgl. Kapitel 2.4).

Die Antworten differenziert nach den Kriterien der VwV-StVO zeigt Abbildung 4. Anlage 8 enthält eine nach "alten" und "neuen" Bundesländern differenzierte Auswertung.

Bemerkenswert ist, dass keines der acht Ausschlusskriterien in allen der 59 relevanten Großstädte zur Ablehnung führt. Es gibt auch nur eine Stadt, die angibt alle Kriterien einzuhalten. Die folgenden Ausschlusskriterien werden am häufigsten missachtet:

- Häufiges Queren von "seh- oder gehbehinderten Personen" ("Seh_Geh") in 42% der Städte
- "Mehrere markierte Fahrstreifen für das Rechtsabbiegen" ("FSt_RA>1") in 41% der Städte
- "Unzureichende Sicht auf Fußgänger- und Fahrzeugverkehr" ("Sicht_Fg") in 34 % der Städte
- Gleise von "Schienenfahrzeugen" werden gekreuzt ("Strab") in 29 % der Städte

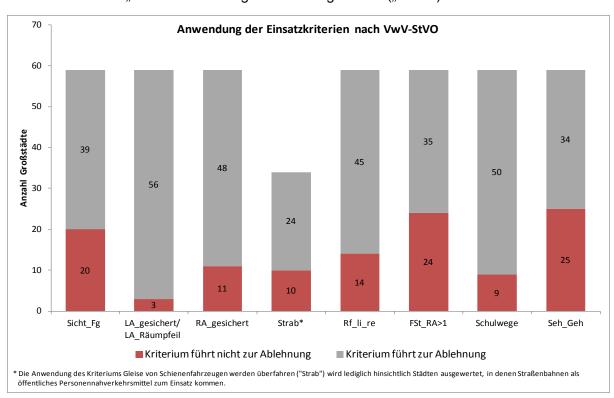


Abbildung 4: Anwendung der Ausschlusskriterien nach [VwV-StVO 2009] in deutschen Großstädten

Eine höhere Akzeptanz ist hinsichtlich der folgenden Kriterien festzustellen. So führen

- die "(zeitweise) gesicherte Führung entgegenkommender Linksabbieger" ("LA_gesichert/LA_Räumpfeil") in 95 %
- das Kriterium "die Lichtzeichenanlage dient überwiegend der Schulwegsicherung" ("Schulwege") in 85 % und
- "Pfeile in den Signalgebern für Rechtsabbieger" in 81 %

der Großstädte zur Ablehnung der Grünpfeilregelung.

Innerhalb der "neuen" Bundesländer ist die Akzeptanz der Ausschlusskriterien im Mittel höher als in den "alten" Bundesländern (vgl. Anlage 8). Insbesondere die Kriterien, die im Allgemeinen weniger beachtet werden, führen in den Großstädten der "neuen" Bundesländer häufiger zur Ablehnung der Regelung als in den "alten" Bundesländern. So wird der Grünpfeil unter der Bedingung

- "Unzureichende Sicht auf Fußgänger- und Fahrzeugverkehr" ("Sicht_Fg") in 79 % der Großstädte der "neuen" Bundesländer und 62 % der Großstädte der "alten" Bundesländer,
- "Gleise von Schienenfahrzeugen werden gekreuzt" ("Strab") in 79 % der Großstädte der "neuen" Bundesländer und 65 % der Großstädte der "alten" Bundesländer,
- "Mehrere markierte Fahrstreifen für das Rechtsabbiegen" ("FSt_RA>1") in 64 % der Großstädte in den "neuen" Bundesländern und 58 % der Großstädte in den "alten" Bundesländern und
- Häufiges Queren von "seh- oder gehbehinderten Personen" ("Seh_Geh") in 64 % der Großstädte der "neuen" Bundesländer und 56 % der Großstädte der "alten" Bundesländer

abgelehnt. Hingegen führt das Kriterium "die Lichtzeichenanlage dient überwiegend der Schulwegsicherung" ("Schulwege") in 87 % der Großstädte der "alten" Bundesländer zur Ablehnung der Grünpfeil-Regelung, während dies in den "neuen" Bundesländern nur 79 % der Großstädte betrifft.

Gründe für die mangelhafte Akzeptanz der Ausschlusskriterien nach VwV StVO lassen sich lediglich vermuten. Dazu hat u.U. beigetragen, dass die Befragten durch die Kurzbeschreibungen eine Assoziation mit den gesetzlich vorgeschriebenen Kriterien nicht unmittelbar herstellen konnten.

Die zum Teil deutlichen Differenzen zwischen den "alten" und "neuen" Bundesländern, könnten auf die längere Verwendung und damit größere Vertrautheit bzw. Erfahrung mit den gesetzlichen Grundlagen der Regelung in den "neuen" Bundesländern zurückzuführen sein. Denn 20 der 45 in den "alten" Bundesländern befragten Großstädte führten die Regelung erst nach 2001 ein.

3.2.2 Plausibilisierung der Anwendung der Ausschlusskriterien VwV-StVO

Die Plausibilisierung durch Überprüfung der Einhaltung der Einsatzkriterien nach [VwV-StVO 2009] wurde mit Hilfe einer Internetrecherche (*Google Street View*) durchgeführt. Dabei wurde es als sinnvoll erachtet, die Plausibilisierung auf Basis der fünf Großstädte durchzuführen, die auch für die Unfallanalyse relevant sind (vgl. Kapitel 4.1):

- Berlin
- Dresden
- Köln
- Mannheim
- Stuttgart

Somit können zum einen die Befragungsergebnisse überprüft und zum anderen ein Zusammenhang zwischen der Befolgung dieser Kriterien und dem Unfallgeschehen hergestellt werden. Außerdem liegen der Untersuchung damit sowohl Großstädte der "alten" als auch Großstädte der "neuen" Bundesländer zugrunde, womit evtl. Unterschiede in der Befolgung der Ausschlusskriterien herausgearbeitet werden können.

Da die Plausibilisierung auf Basis von Straßenbildaufnahmen durchgeführt wurde, mussten hinsichtlich der zu überprüfenden Kriterien Einschränkungen vorgenommen werden, weil ausschließlich die auf diese Weise erkennbaren Kriterien geprüft werden können. Tabelle 7 zeigt die bereits in Tabelle 6 aufgeführten Ausschlusskriterien nach [VwV-StVO 2009], mit der Angabe der Möglichkeit einer Überprüfung sowie ggf. Einschränkungen.

Kurzbeschreibung Kriterium	Abkürzungen	Überprüfung
Unzureichende Sicht auf Fußgänger- und Fahrzeugverkehr	Sicht_Fg	bedingt
Phase für entgegenkommende Linksabbieger	LA_gesichert	bedingt
Zeitweise gesicherte Führung entgegenkommender Linksabbieger ("Diagonalgrün")	LA_Räumpfeil	bedingt
Pfeile in den Signalgebern für Rechtsabbieger	RA_gesichert	ja
Schienenfahrzeuge	Strab	ja
Radverkehr in beide Richtungen	Rf_li_re	bedingt
Mehrere markierte Fahrstreifen für das Rechtsabbiegen	FSt_RA>1	ja
Schulwege	Schulwege	nein
Seh- oder gehbehinderte Personen	Seh_Geh	nein

Tabelle 7: Randbedingungen der Überprüfung der Ausschlusskriterien nach [VwV STVO 2009]

So ist die Anwendung des Kriteriums

 "Unzureichende Sicht auf Fußgänger- und Fahrzeugverkehr" nur auf Basis einer subjektiven Beurteilung möglich, wobei insbesondere die fehlende Sicht auf sich annähernde Verkehrsteilnehmer (bspw. durch eine enge Bebauung) zur Ablehnung des Kriteriums führt,

• "Phase für entgegenkommende Linksabbieger" nur zu berücksichtigen, wenn für den Linksabbieger eigene Signalgeber vorhanden sind; eine Überprüfung des Vorhandenseins einer Zufahrtsignalisierung ist nicht möglich,

- "Zeitweise gesicherte Führung entgegenkommender Linksabbieger" nur zu berücksichtigen, wenn ein Signalgeber vorhanden ist; unabhängig davon, ob dieser nur GELB blinkt oder auch GRÜN zeigt sowie
- "Radverkehr in beide Richtungen" auf Basis der Beschilderung zu überprüfen, wobei beidseitig befahrbare Radwege (Z 1000-30 bis 33 StVO) und Gehwege "Radfahrer frei"¹³ (Z 1022-10 StVO) zur Ablehnung des Kriteriums führen. Des Weiteren führt das Nicht-Vorhandensein eines Geh-/Radweges rechts der durchgehenden Fahrtrichtung einer Einmündung zur Ablehnung.

Die Kriterien "Schulwege" und "seh- oder gehbehinderte Personen konnten nicht überprüft werden, da keine Informationen zu Schulwegplänen vorlagen und das Aufkommen seh- oder gehbehinderter Personen aus Straßenbildaufnahmen nicht abzuleiten ist.

Insgesamt wurden 462 Grünpfeil-Zufahrten an 331 Knotenpunkten in den o.g. Großstädten überprüft, wobei 22 Zufahrten mit Verstößen gegen die Ausschlusskriterien nach VwV-StVO dokumentiert wurden. Mehr als ein Verstoß je Zufahrt war dabei nicht festzustellen.

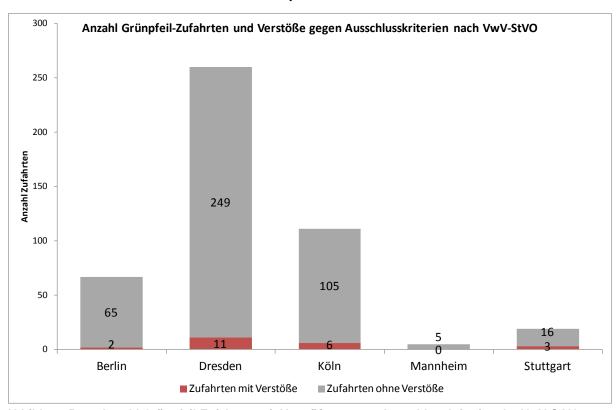


Abbildung 5: Anzahl Grünpfeil-Zufahrten mit Verstößen gegen Ausschlusskriterien der VwV-StVO

Eine nach den fünf Untersuchungsstädten differenzierte Auswertung zeigt (Abbildung 5), dass jeweils in einer Großstadt:

- keine der Grünpfeil-Zufahrten,
- 3 % der Grünpfeil-Zufahrten,

_

¹³ Nach § 2 Abs. 4 StVO dürfen "...linke Radwege ohne die Zeichen 237, 240 oder 241...nur benutzt werden, wenn dies durch das Zusatzzeichen "Radverkehr frei" allein angezeigt ist..."

- 4 % der Grünpfeil-Zufahrten,
- 6 % der Grünpfeil-Zufahrten und
- 16 % der Grünpfeil-Zufahrten (wobei nur insgesamt 19 Zufahrten zu überprüfen waren)

gegen die auf diese Weise überprüfbaren Ausschlusskriterien der VwV-StVO verstoßen.

Betrachtet man die Anzahl der Verstöße differenziert nach den Ausschlusskriterien der VwV-StVO und unter Berücksichtigung der Angaben der Großstädte zur Anwendung dieser Kriterien (siehe Tabelle 8; vgl. Kapitel 3.2.1), ist folgendes festzustellen:

Laut den Befragungen werden in einer Großstadt alle Ausschlusskriterien berücksichtigt. In drei Städten wird jeweils ein Kriterium nicht berücksichtigt. In einer weiteren Stadt werden drei Kriterien nicht berücksichtigt. Gegen die Ausschlusskriterien die nach den Angaben der Großstädte nicht berücksichtigt werden, wurde in keinem Fall verstoßen. Alle Verstöße sind somit Ausschlusskriterien zuzuordnen, die nach den Befragungen eigentlich beachtet werden. Am häufigsten wurde gegen das Kriterium "Radverkehr in beide Richtungen" ("Rf_li_re") verstoßen. Insgesamt 11 der 21 Zufahrten mit Verstößen in drei der fünf Untersuchungsstädte sind diesem Kriterium zuzuordnen, wobei

- in einer Großstadt sieben Zufahrten mit Verstoß (zwei Zufahrten mit beidseitig befahrbarem Geh- und Radweg nach Z 1000-30 STVO und fünf Zufahrten mit einem Gehweg "Radfahrer frei" nach Z 1022-10 STVO)
- in einer Großstadt drei Zufahrten mit Verstoß (eine Zufahrt an Einmündungen ohne Geh-/Radweges rechtseitig der durchgehenden Fahrtrichtung und zwei Zufahrten mit einem Gehweg "Radfahrer frei" nach Z 1022-10 STVO) und
- in einer weiteren Großstadt eine Zufahrt mit Verstoß (beidseitig befahrbarer Geh- und Radweg nach Z 1000-30 STVO)

registriert wurden.

Großstadt (Anzahl Knotenpunkte;	Anzahl Zufahrten mit Verstößen gegen die Ausschlusskriterien der VwV-StVO							
Anzahl Zufahrten)	Sicht_Fg	LA_gesichert	LA_Räumpfeil	RA_gesichert	Strab	Rf_li_re	FSt_RA>1	Summe
Berlin (59 Knotenpunkte; 67 Zufahrten)	0	0	0	0	0	1	1	2
Dresden (161 Knotenpunkte; 260 Zufahrten)	4	0	0	0	0	7	0	11
Köln (89 Knotenpunkte; 111 Zufahrten)	2	1	0	0	3	0	0	6
Mannheim (5 Knotenpunkte; 5 Zufahrten)	0	0	0	0	0	0	0	0
Stuttgart (17 Knotenpunkte; 19 Zufahrten)	0	0	0	0	0	3	0	3
Gesamt (331 Knotenpunkte; 462 Zufahrten)	6	1	0	0	3	11	1	22

Legende:

Ausschlusskriterium wird nach Angabe der Stadt nicht berücksichtigt

Ausschlusskriterium wird nach Angabe der Stadt berücksichtigt

Tabelle 8: Anzahl der Zufahrten mit Verstößen gegen die Ausschlusskriterien der VwV-StVO unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Befragung

Außerdem wurden die Kriterien

• "Unzureichende Sicht auf Fußgänger- und Fahrzeugverkehr" ("Sicht_Fg") in sechs Fällen

- Gleise von "Schienenfahrzeugen" werden gekreuzt ("Strab") in drei Fällen und
- "Phase für entgegenkommende Linksabbieger" ("LA_gesichert") sowie "Mehrere markierte Fahrstreifen für das Rechtsabbiegen" ("FSt_RA>1") in jeweils einem Fall

nicht beachtet.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Verstöße gegen die Ausschlusskriterien jeweils den Kriterien zuzuordnen sind, die nach den Ergebnissen der Befragung geprüft werden. Gegen nicht beachtete Kriterien wurde in keinem Fall erkennbar verstoßen. Unterschiede zwischen den Großstädten der "alten" und "neuen" Bundesländer sind nicht abzuleiten, auch weil die Verstöße nur vereinzelt registriert wurden. Trotz der geringen Zahlen ist darauf hinzuweisen, dass die meisten Verstöße Ausschlusskriterien betreffen, die vor allem für den Schutz der nichtmotorisierten Verkehrsteilnehmer relevant sind.

3.2.3 Anwendung der Abwägungskriterien nach RiLSA 1992

Ein Überblick der abgefragten Einsatzkriterien nach [RILSA 1992], die lediglich empfehlenden Charakter haben und im aktuellen Entwurf der Richtlinie [RILSA 2010] nicht mehr enthalten sind (vgl. Kapitel 2.1.2), zeigt Tabelle 9.

Kurzbeschreibung Kriterium	Abkürzungen
Abgesetzte Radfahrfurten	Rf_Furt
Gesonderte Signalisierung des Radverkehrs	Signal_Rf
Aufstellflächen für Radfahrer die vom Rechtsabbieger überfahren werden	Auftstell_Rf
Knotenpunkt außerhalb bebautem Gebiet	vzul>50
Viele Fahrstreifen und Fahrbeziehungen	FSt
Häufige Blockierung der zu kreuzenden Furt durch Schwerverkehr und Busse	SV
Mögliche Behinderung entgegenkommender linksabbiegender Busse	LA_ÖPNV
Überstreichen des Gegenverkehrs durch rechtsabbiegende Busse und LKW	sv_gv
Wendefahrten auf der übergeordneten Fahrtrichtung von rechts	Wenden
Verkehrsabhängige Steuerung	VA

Tabelle 9: Abwägungskriterien nach [RiLSA 1992]

Die Übersicht enthält, analog zur Auswertung der Anwendung der Ausschlusskriterien nach [VWV-STVO 2009] (vgl. Kapitel 3.2.1), eine Kurzbeschreibung sowie Abkürzungen zur Bezeichnung der Kriterien, die für die folgenden Auswertungen verwendet werden.

Innerhalb der Fragestellung wurden die Abwägungskriterien nach [RiLSA 1992] unsortiert und ohne Verweis auf die Quelle gemeinsam mit den Ausschlusskriterien der VwV-StVO als Antwortmöglichkeiten vorgegeben (vgl. Kapitel 3.2.1).

Zehn Abwägungskriterien wurden abgefragt, wobei in keiner der befragten Großstädte, in denen der Grünpfeil zum Einsatz kommt (59 Städte), alle Kriterien zur Anwendung kommen. Etwas weniger als jede dritte Großstadt (29 %) nannte lediglich ein Kriterium. Des Weiteren ist festzustellen, dass

- 49 % der Großstädte zwischen ein und drei Kriterien nannte,
- 19 % der Großstädte zwischen vier und sechs Kriterien nannte und
- 4 % der Großstädte 7 oder 8 Kriterien nannte.

Signifikante Unterschiede zwischen den Antworten der Großstädte aus den "alten" und "neuen" Bundesländern sind nicht abzuleiten. Eine tabellarische Übersicht dieser Auswertung enthält Anlage 9.

Die Anzahl der Nennungen differenziert nach den einzelnen Kriterien zeigt Abbildung 6. Anlage 10 enthält hierzu die Ergebnisse der Auswertung einer nach "alten" und "neuen" Bundesländern getrennten Betrachtung. Die Kriterien

- "Gesonderte Signalisierung des Radverkehrs" in der freigegebenen Richtung ("Signal_Rf"),
- "Aufstellflächen für Radfahrer die vom Rechtsabbieger überfahren werden" ("Aufstell_Rf),
- "Viele Fahrstreifen und Fahrbeziehungen" ("FSt") und
- "Verkehrsabhängige Steuerung" ("VA")

werden bei der Anordnung von Grünpfeilen, mit jeweils 18 Nennungen (31 %), nach eigener Nennung am häufigsten berücksichtigt. In den "alten" Bundesländern beachtet etwa jede dritte Großstadt (29 % - 36 %) die genannten Kriterien; in den "neuen" Bundesländern ist es, mit Ausnahme des Kriteriums "Aufstellflächen für Radfahrer die vom Rechtsabbieger überfahren werden" (36 %), etwa jede Siebte (14 %) (vgl. Anlage 10).

Die zweithäufigsten Nennungen entfallen auf das Kriterium "Abgesetzte Radfahrfurten" ("Rf_Furt"). 13 der befragten Großstädte (22%) – zwölf Großstädte (27 %) in den "alten" Bundesländern und nur Eine (7 %) in den "neuen" Bundesländern – gaben an dieses Kriterium zu beachten (vgl. Anlage 10).

Außerdem zeigt sich, dass die Kriterien

- "Überstreichen des Gegenverkehrs durch rechtsabbiegende Busse und LKW" ("SV_GV") in 17 %,
- "Mögliche Behinderung entgegenkommender Linksabbiegender Busse" ("LA_ÖPNV") und "Häufige Blockierung der zu kreuzenden Furt durch Schwerverkehr und Busse" ("SV") in 14 % bzw. 12 % sowie
- "Knotenpunkt außerhalb bebautem Gebiet" ("vzul>50") und "Wendefahrten auf der übergeordneten Fahrtrichtung von rechts" ("Wenden") in 8 % bzw. 7%

der Großstädte berücksichtigt wird. Nennenswerte Unterschiede zwischen Großstädten der "alten" und "neuen" Bundesländer zeigen sich hier nicht.

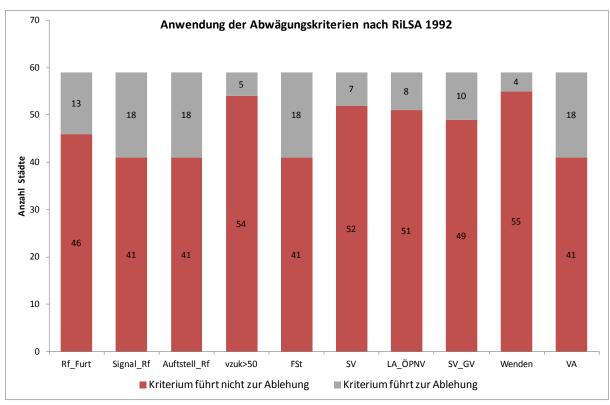


Abbildung 6: Anwendung der Abwägungskriterien nach [RiLSA 1992] in deutschen Großstädten

In Anbetracht dessen, dass die Abwägungskriterien nach [RILSA 1992] zum einen lediglich empfehlenden Charakter haben und zum anderen in der aktuellen Fassung [RILSA 2010] gar nicht mehr genannt werden, sind die Ergebnisse aktuell nicht zu bewerten. Es ist aber zu beachten, dass die [RILSA 1992] bis 2010 galt und 98 % der befragten Großstädte, in denen Grünpfeile zum Einsatz kommen, vor 2008 erstmals von der Regelung Gebrauch machten (vgl. Kapitel 3.1). Außerdem zeigten die Ergebnisse der Befragungen nach [LAGEMANN & TOPP 2003], dass sich in allen Städten neben den Vorgaben der VwV-StVO an den im Bericht der Projektgruppe "Grünpfeil" [ALBRECHT ET AL. 1999] formulierten Empfehlungen orientiert wird (vgl. Kapitel 2.4).

3.2.4 Plausibilisierung der Anwendung der Abwägungskriterien RiLSA 1992

Analog zur Überprüfung der Einhaltung der Einsatzkriterien nach [VWV-STVO 2009] wurde die Anwendung der Abwägungskriterien nach [RILSA 1992] ebenfalls mit Hilfe einer Internetrecherche (*Google Street View*) überprüft anhand der fünf Großstädte, die auch für die Unfallanalyse relevant sind (vgl. Kapitel 3.2.2 und 4.1).

Die Überprüfung der Kriterien konnte nur auf der Grundlage von Straßenbildaufnahmen durchgeführt werden, weshalb hinsichtlich der zu plausibilisierenden Kriterien die in Tabelle 10 aufgeführten Einschränkungen vorgenommen wurden. Im Einzelnen sind die folgenden Einschränkungen zu nennen:

 Abgesetzte Radfahrfurten wurden nur als Verstoß gewertet, wenn mit einem Sichthindernis für freigegebene Rechtsabbieger zu rechnen ist (vgl. Abbildung 1).
 Ausnahmen sind Einmündungen, in denen ein Grünpfeil in der Zufahrt der durchgehenden Fahrtrichtung angeordnet ist, da es hier keinen freigegebenen Rechtsabbiegestrom geben kann. Eine weitere Ausnahme sind Knotenpunktarme,

bei denen die Fahrtrichtungen durch einen breiten Mittelstreifen getrennt sind, da keine Verdeckung von Radfahrern durch bei ROT mit Grünpfeil abbiegende Fahrzeuge für die freigegebenen Rechtsabbieger vorliegt.

- Knotenpunkte außerhalb bebauter Gebiete wurden als Verstoß gewertet, wenn keine Bebauung im weiteren Umfeld sowie Geschwindigkeiten von mehr als 50 km/h zugelassen sind (vgl. [Albrecht et al. 1999]).
- Viele Fahrstreifen und Fahrbeziehungen wurden als Verstoß gewertet, wenn in der zum Grünpfeil konfligierenden (freigegebenen) Richtung mehr als ein durchgehender Fahrstreifen zur Verfügung stand.

Kurzbeschreibung Kriterium	Abkürzungen	Überprüfung
Abgesetzte Radfahrfurten	Rf_Furt	bedingt
Gesonderte Signalisierung des Radverkehrs	Signal_Rf	ja
Aufstellflächen für Radfahrer die vom Rechtsabbieger überfahren werden	Auftstell_Rf	ja
Knotenpunkt außerhalb bebautem Gebiet	vzul>50	bedingt
Viele Fahrstreifen und Fahrbeziehungen	FSt	bedingt
Häufige Blockierung der zu kreuzenden Furt durch Schwerverkehr und Busse	sv	nein
Mögliche Behinderung entgegenkommender linksabbiegender Busse	LA_ÖPNV	nein
Überstreichen des Gegenverkehrs durch rechtsabbiegende Busse und LKW	sv_gv	nein
Wendefahrten auf der übergeordneten Fahrtrichtung von rechts	Wenden	nein
Verkehrsabhängige Steuerung	VA	nein

Tabelle 10: Randbedingungen der Überprüfung der Abwägungskriterien nach [RıLSA 1992]

Die Kriterien Häufige Blockierung der zu kreuzenden Furt durch Schwerverkehr, Mögliche Behinderung entgegenkommender linksabbiegender Busse, Überstreichen des Gegenverkehrs durch rechtsabbiegende Busse und LKW, Wendefahrten auf der übergeordneten Fahrtrichtung von rechts sowie Verkehrsabhängige Steuerung konnten nicht überprüft werden, da Schwerverkehrsstärken, Signalzeitenpläne, Lagepläne nicht für alle Knotenpunkte zur Verfügung standen.

Im Rahmen der Überprüfung der Abwägungskriterien nach [RILSA 1992] wurden insgesamt 462 Grünpfeil-Zufahrten an 331 Knotenpunkten in den Großstädten Berlin, Dresden, Köln, Mannheim und Stuttgart überprüft (vgl. Kapitel 3.2.2). an den 464 überprüften Grünpfeil-Zufahrten wurden insgesamt 217 Verstöße gegen die Abwägungskriterien nach [RILSA 1992] registriert. Dabei war an 60 Zufahrten mehr als ein Verstoß zu verzeichnen – sieben Zufahrten wiesen drei Verstöße auf. Betrachtet man die Anzahl der Zufahrten mit Verstößen differenziert nach den Untersuchungsstädten (vgl. Abbildung 7) zeigt sich, dass jeweils in einer Großstadt:

- keine der Grünpfeil-Zufahrten,
- 12 % der Grünpfeil-Zufahrten,
- 36 % der Grünpfeil-Zufahrten,
- 37 % der Grünpfeil-Zufahrten und
- 55 % der Grünpfeil-Zufahrten

Verstöße aufwiesen.

Beim Vergleich der Großstädte der "alten" (Köln, Mannheim, Stuttgart) und "neuen" Bundesländer (Dresden, Berlin) fällt auf, dass in "neuen" Bundesländern durchschnittlich 40 % der Grünpfeil-Zufahrten gegen die Abwägungskriterien verstoßen, während es in den "alten" Bundesländern nur 14 % sind.

Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass Knotenpunkte in den "neuen" Bundesländern schon seit 1977 mit Grünpfeilen versehen wurden und mit dem Erscheinen der Abwägungskriterien nach [RILSA 1992] im Jahr 2003, welche zudem lediglich empfehlenden Charakter besitzen, keine Notwendigkeit vorhanden war, die Grünpfeil-Zufahrten einer erneuten Prüfung zu unterziehen. Allerdings kam die Grünpfeil-Regelung in den Städten Köln, Mannheim und Stuttgart auch bereits vor dem Jahr 2003 zur Anwendung.

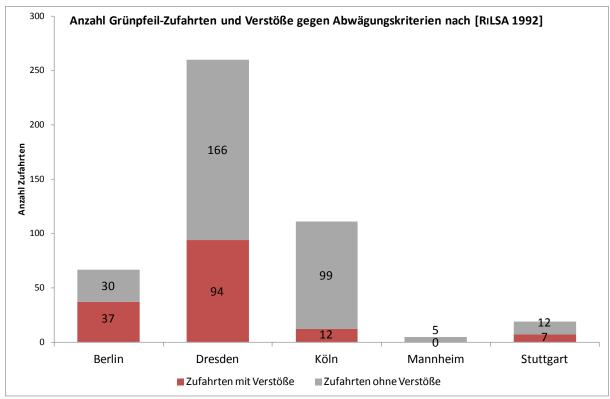


Abbildung 7: Anzahl Grünpfeil-Zufahrten mit Verstößen gegen Abwägungskriterien der [RıLSA 1992]

Die Betrachtung der Anzahl der Verstöße differenziert nach den Abwägungskriterien der [RILSA 1992] und unter Berücksichtigung der Angaben der Großstädte zur Anwendung dieser Kriterien (vgl. Kapitel 3.2.3) zeigt (siehe Tabelle 11), dass in vier der fünf Großstädte lediglich eines oder keines der überprüften Kriterien bei der Installation von Grünpfeilen berücksichtigt wird. In einer Großstadt werden dagegen drei der fünf Kriterien überprüft.

Des Weiteren ist festzustellen, mit Ausnahme von einer Großstadt, gegen alle Abwägungskriterien, wenn auch in kleiner Zahl, verstoßen wurde, die nach Angaben der Städte berücksichtigt werden.

Die häufigsten Verstöße (114 von 462 Zufahrten) wurden hinsichtlich des Kriteriums Viele Fahrstreifen und Fahrbeziehungen ("FSt") dokumentiert, welches nach [RiLSA 1992] allerdings nicht näher definiert bzw. quantifiziert wird, weshalb bei der Überprüfung die o.g. Einschränkungen galten.

Darüber hinaus wird gegen die Kriterien

- Abgesetzte Radfahrfurten ("Rf_Furt") an 10 %
- Knotenpunkte außerhalb bebauter Gebiete ("vzul>50") an 6 % sowie
- Gesonderte Signalisierung des Radverkehrs ("Signal_Rf") an 5 %

der überprüften Zufahrten verstoßen.

Die wenigsten Verstöße wurden hinsichtlich des Kriteriums Aufstellflächen für Radfahrer die vom Rechtsabbieger überfahren werden ("Aufstell_Rf") dokumentiert – lediglich 6 der 462 überprüften Zufahrten verstoßen gegen dieses Kriterium. Allerdings stellt sich in diesem Zusammenhang die Frage nach der Verbesserung des Verkehrsablaufs durch den Grünpfeil (vgl. Kapitel 3.1), da derartige Aufstellflächen vor allem geradeaus fahrenden und/oder links abbiegende Radfahrer sichern soll [ERA 2010], welche die Möglichkeiten den Grünpfeil zu nutzen zusätzlich einschränken, sofern diese sich vor potentiellen Grünpfeil-Nutzern befinden.

Großstadt	Verstöße Kriterien RiLSA 1992							
(Anzahl Knotenpunkte; Anzahl Zufahrten)	Rf_Furt	Signal_Rf	Auftstell_Rf	vzul>50	FSt	Summe		
Berlin								
(59 Knotenpunkte;	5	8	1	3	35	52		
67 Zufahrten)								
Dresden								
(161 Knotenpunkte;	27	14	4	2 3	74	142		
260 Zufahrten)								
Köln								
(89 Knotenpunkte;	10	1	1	0	1	13		
111 Zufahrten)								
Mannheim								
(5 Knotenpunkte;	0	0	0	0	0	0		
5 Zufahrten)								
Stuttgart								
(17 Knotenpunkte;	2	0	0	4	4	10		
19 Zufahrten)								
Gesamt								
(331 Knotenpunkte;	44	23	6	30	114	217		
462 Zufahrten)								

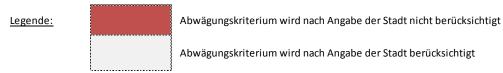


Tabelle 11: Anzahl der Zufahrten mit Verstößen gegen die Ausschlusskriterien der VwV-StVO unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Befragung

In Anbetracht dessen, dass die Abwägungskriterien nach [RILSA 1992] zum einen lediglich empfehlenden Charakter haben und zum anderen in der aktuellen Fassung [RILSA 2010] gar nicht mehr genannt werden, sind die Ergebnisse aktuell nicht schwerwiegend zu bewerten.

Es ist aber zu beachten, dass die [RILSA 1992] bis 2010 galt und 98 % der befragten Großstädte, in denen Grünpfeile zum Einsatz kommen, vor 2008 erstmals von der Regelung Gebrauch machten (vgl. Kapitel 3.1). Außerdem zeigten die Ergebnisse der Befragungen nach [LAGEMANN & TOPP 2003], dass sich in allen Städten neben den Vorgaben der VwV-StVO an den im Bericht der Projektgruppe "Grünpfeil" [ALBRECHT ET AL. 1999] formulierten Empfehlungen orientiert wird (vgl. Kapitel 2.4).

Wie in Kapitel 3.2.3 bereits erwähnt sind die Ergebnisse zu den Abwägungskriterien nach [RILSA 1992] aktuell nicht zu bewerten. Es ist aber zusammenfassend festzustellen, dass nahezu gegen alle Abwägungskriterien, wenn auch in kleiner Zahl, verstoßen wurde, die nach Angaben der Städte berücksichtigt werden. Des Weiteren fiel auf, dass in den Großstädten der "neuen" Bundesländer deutlich mehr Verstöße dokumentiert wurden als in den Großstädten der "alten" Bundesländer.

3.2.5 Anwendung weiterer Einsatzkriterien sowie Abstimmung mit Externen

Im zweiten Teil dieses Themenschwerpunktes wurde nach weiteren angewendeten Einsatzkriterien, die z.B. aus Ländervorschriften oder eigenen Erfahrungen abgeleitet wurden, und der Abstimmung mit Verbänden, Interessensvertretern sowie anderen Institutionen gefragt.

In 22 Großstädten (17 aus den "alten" und fünf aus den "neuen" Bundesländern) kommen neben den Einsatzkriterien nach [VWV STVO 2009] und [RILSA 2010] weitere Ausschlusskriterien zur Anwendung. Eine tabellarische Übersicht der Antworten enthält Anlage 11. Am häufigsten wurden die folgenden Kriterien genannt:

- Hohes Fußgänger- und Radverkehrsaufkommen (drei Großstädte)
- Nichtbeachten der StVO durch die Verkehrsteilnehmer (drei Großstädte)
- Blindengerechte Ausstattung der Anlage (zwei Großstädte)
- Bei Lärmbelästigung durch "Anhupen" (zwei Großstädte)
- wenn ungewollte Verkehrsverlagerungen zu erwarten sind (zwei Großstädte)

In einem weiteren Fall wird die Grünpfeil-Regelung beim Auftreten querender Fußgänger und Radfahrer, unabhängig von der Höhe des Aufkommens (grundsätzliche Festlegung der Straßenbaulastträger und der Verkehrsbehörde), generell abgelehnt.

In einer bayerischen Großstadt lehnt der dortige Blinden- und Sehbehindertenbund eine Ausweitung der Grünpfeil-Regelung massiv ab.

Besondere Kriterien den ÖPNV betreffend kommen in zwei weiteren Großstädten zum Einsatz. So führen das Vorhandensein eines Bussondersignals oder einer Haltestelle im Einmündungsbereich sowie vom Abbiegevorgang betroffene Bussonderfahrstreifen mit oder ohne eigene Signalisierung zur Ablehnung des Grünpfeils.

Weitere Kriterien hinsichtlich der Linksabbieger im Gegenverkehr werden in zwei Großstädten zusätzlich geprüft. In einem Fall kommt der Grünpfeil nicht zum Einsatz, wenn ungesicherte Linksabbieger in der Gegenrichtung auf Grund des Grünpfeils nicht rechtzeitig den Knoteninnenraum räumen können. In einem weiteren Fall wird bei Vorhandensein eines nicht signalisierten Nachlaufs der Linksabbieger der Gegenrichtung kein Grünpfeil angeordnet.

In einer Großstadt gilt das Ausschlusskriterium der VwV-StVO "Radverkehr in beide Richtungen" nur, wenn Radfahrer unmittelbar vor der Haltelinie des Rechtsabbiegers in beide Richtungen verkehren.

Innerhalb der Befragung zur Abstimmung mit Verbänden, Interessensvertretern sowie anderen Institutionen wurden

- Behindertenverbände,
- Seniorenverbände,
- Fahrradverbände,
- Fußgängerverbände,
- Schulvertreter und
- ÖV-Betriebe

als Antwortmöglichkeiten vorgegeben. Zusätzlich konnten im Bereich "andere" individuelle Antworten gegeben werden.

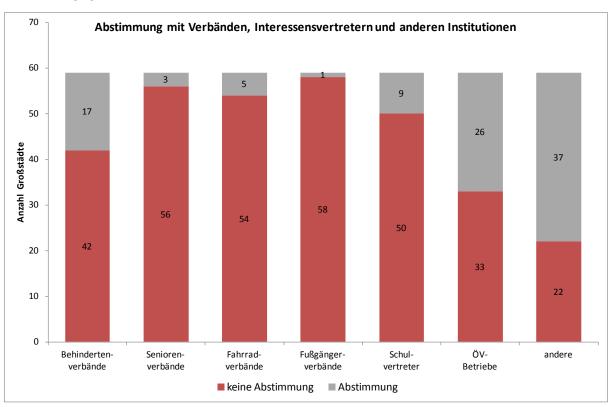


Abbildung 8: Abstimmung mit Verbänden, Interessensgruppen und anderen Institutionen in deutschen Großstädten

Die Ergebnisse der Befragung zeigen, dass im Vorfeld der Anordnung von Grünpfeilen 92 % der Großstädte (54 von 59 Großstädten) Abstimmungen mit Verbänden und Interessensvertretern vornehmen. Am häufigsten wurden dabei

- ÖV-Betriebe (26 Nennungen),
- Behindertenverbände (17 Nennungen),
- Schulvertreter (9 Nennungen) sowie
- andere (37 Nennungen)

genannt (vgl. Abbildung 8).

Nennenswerte Unterschiede hinsichtlich der Anteilswerte zwischen "alten" und "neuen" Bundesländern (siehe Anlage 12) sind im Bereich der Abstimmung mit

- Schulvertreter (29 % bzw. vier von 14 Großstädten in den "neuen" und 11 % bzw. fünf von 45 Großstädten in den "alten" Bundesländern),
- Fahrradverbände (21 % bzw. drei von 14 Großstädten in den "neuen" und 4 % bzw. zwei von 45 Großstädten in den "alten" Bundesländern) und
- ÖV-Betriebe (64 % bzw. neun von 14 Großstädten in den "neuen" und 38 % bzw. 17 von 45 Großstädten in den "alten" Bundesländern)

festzustellen. Im Bereich Abstimmung mit "anderen" nannten 33 der 37 Städte die Polizei als weitere Institutionen, mit der im Vorfeld der Anordnung des Grünpfeils eine Abstimmung erfolgt. Des Weiteren wurden die folgenden Behörden und Einrichtungen genannt:

- Arbeitsgruppen
- Landesämter
- Feuerwehr
- Unfallkommission

Da in mehr als jeder dritter Großstadt zusätzliche, aus eigenen Erfahrungen und Ländervorschriften abgeleitete, Kriterien zum Einsatz kommen und in 92 % der Großstädte im Vorfeld der Anordnung des Grünpfeils Abstimmungen mit Verbänden, Interessensvertreten und weiteren Institutionen erfolgen, lässt sich schlussfolgern, dass die Anwendung der Grünpfeil-Regelung durchaus kritisch und sorgfältig geprüft wird. Allerdings stehen die Ergebnisse dieser Auswertung im Widerspruch zu den Ergebnissen der Anwendung der Ausschlusskriterien nach [VWV-STVO 2009] (vgl. Kapitel 3.2.1 und Kapitel 3.2.2).

Zum Vergleich: Nach den Ergebnissen der Befragungen von [LAGEMANN & TOPP 2003] zogen 23 % der befragten Städte weitere Quellen hinzu (vgl. Kapitel 2.4). Damit sind sowohl eigene Einsatzkriterien als auch die Abstimmung mit Behinderten- und Fahrradverbänden gemeint.

3.3 Controlling sowie begleitende Maßnahmen

3.3.1 Überprüfung des Unfallgeschehens

Nach [VwV-StVO 2009] ist das Unfallgeschehen an Knotenpunktzufahrten mit angebrachten Grünpfeilen "regelmäßig mindestens anhand von Unfallsteckkarten auszuwerten", wobei Grenzwerte werden für Unfallauffälligkeiten in einem Betrachtungszeitraum von 3 Jahren vorgegeben sind (vgl. Kapitel 2.1.1).

Allerdings geben lediglich 38 von 45 Großstädten in den "alten" Bundesländern und 11 von 14 Großstädten in den "neuen" Bundesländern an, das Unfallgeschehen regelmäßig zu überprüfen. Über alle befragten Großstädte, in denen der Grünpfeil zum Einsatz kommt, ergibt dies einen Anteil von 83 %.

Tabelle 12 zeigt, auf Grundlage welcher Unfalltypensteckkarte die regelmäßigen Überprüfungen durchgeführt wurden. Es ist darauf hinzuweisen, dass innerhalb dieser Fragestellung ebenfalls Antwortmöglichkeiten vorgegeben worden, wobei Mehrfachnennungen möglich waren (51 Antworten von 49 Großstädten). Zusätzlich konnten im Bereich "andere" individuelle Antworten gegeben werden.

Die Überprüfung des Unfallgeschehens erfolgt in den meisten Fällen gemeinsam anhand der Unfalltypensteckkarten der Einjahreskarte der Unfälle mit Personen- und Sachschaden (1-JK (P,S)) und der Dreijahreskarte der Unfälle mit Personenschäden (3-JK(P)) (vgl. Tabelle 12). 24 der 49 Großstädte (49 %), die das Unfallgeschehen regelmäßig überprüfen, greifen auf diese Dokumentation des Unfallgeschehens zurück.

Überprüfung	Betrachtete Zeiträume						
Unfallgeschehen	1-JK (P,S)	3-JK (P)	1-JK (P,S) und 3-JK (P)	andere	Summe		
Anzahl Großstädte "alte" Bundesländer	12	2	18	8	40		
Anzahl Großstädte "neue" Bundesländer	1	0	6	4	11		
Gesamt	13	2	24	12	51		

Tabelle 12: Betrachtete Zeiträume bei der Überprüfung des Unfallgeschehens

Weitere zwölf Großstädte in den "alten" Bundesländern verwenden in diesem Zusammenhang lediglich die Einjahreskarte der Unfälle mit Personen- und Sachschaden (1- JK (P,S)); in den "neuen" Bundesländern ist dies eine Großstadt.

Eine Überprüfung des Unfallgeschehens ausschließlich auf Basis der Dreijahreskarte der Unfälle mit Personenschäden (3-JK(P)) erfolgt lediglich in drei Großstädten der "alten" Bundesländer.

"Andere" Zeiträume werden in zwölf der 49 Großstädte betrachtet, wobei in einem Fall keine näheren Angaben hierzu gemacht wurden. Folgende "andere" Zeiträume wurden genannt:

- Dreijahreskarte der Unfälle mit Personen- und Sachschaden
- quartalsweise oder halbjährliche Analyse der Grünpfeil-Unfälle innerhalb der Unfallkommissionsitzungen
- unmittelbare Dokumentation und Analyse der Grünpfeil-Unfälle unabhängig eines Betrachtungszeitraumes
- quartalsweise Prüfung aller Lichtsignalanlagen

- tägliche Auswertung
- Mitteilung der Polizei bei zwei oder mehr Unfällen in einem Jahr
- Überprüfung der entsprechenden Knotenpunkte auf Hinweise

Auf Basis welcher Grenzwerte hinsichtlich des Unfallgeschehens oder anderer Festlegungen Grünpfeile abgenommen werden, konnte individuell beantwortet werden. 47 der 49 Großstädte, die eine regelmäßige Überprüfung des Unfallgeschehens durchführen, machten hierzu Angaben. Eine tabellarische Übersicht der gegebenen Antworten enthält Anlage 13. Am häufigsten wurden dabei

- Unfälle aufgrund der Grünpfeil-Regelung ohne Angabe eines Grenzwertes (16 Nennungen),
- die Grenzwerte nach VwV-StVO zu § 37 Abs. 2 StVO, Nr. XI (10 Nennungen),
- Gefährdungen aufgrund falschen Verhaltens (10 Nennungen) und
- die Grenzwerte für Unfallhäufungsstellen, Auswertung innerhalb der Unfallkommission (8 Nennungen)

genannt. Konkretere Angaben zu eigenen Grenzwertdefinitionen machten vier Großstädte:

- drei gleichartige Unfälle (zwei Großstädte)
- zwei oder mehr Unfälle der Kategorie 1-4; Unfallursachen Vorfahrtsverletzung oder unangepasste Geschwindigkeit (eine Großstadt)
- drei Unfälle pro Jahr aufgrund Grünpfeil-Regelung (eine Großstadt)

Eine Großstadt verwies in diesem Zusammenhang explizit darauf, dass der Grünpfeil bei erkennbarem Fehlverhalten (Radfahrer in falscher Richtung) als Unfallursachen nicht entfernt wird. Nach [VwV-StVO 2009] ist auf die Grünpfeil-Regelung u.a. zu verzichten, wenn "...der Fahrradverkehr trotz Verbotes in der Gegenrichtung in erheblichem Umfang stattfindet und durch geeignete Maßnahmen nicht ausreichend eingeschränkt werden kann" (vgl. Kapitel 2.1.1). Bei vermehrten Aufkommen von Radfahrern in falscher Richtung wird hier das Zeichen 254 StVO "Verbot für Radfahrer" im Bereich der Streckenabschnitte angebracht. Weiterhin kann in dieser Großstadt bei stark frequentierten Kreuzungen von dem Abbau des Grünpfeils trotz Überschreitung des Grenzwertes abgesehen werden.

Die Auswertung des Unfallgeschehens erfolgt vor allem durch die Polizei. 16 der 49 Großstädte (33 %) gaben an, dass die Analyse des Unfallgeschehens ausschließlich bei der Polizei liegt. Des Weiteren sind in

- elf der 49 Großstädte (22 %) Verkehrsbehörde, Polizei und Unfallkommission gemeinsam beteiligt,
- acht der 49 Großstädte (16 %) Verkehrsbehörde und Polizei beteiligt und
- sechs der 49 Großstädte (12 %) Polizei und Unfallkommission beteiligt.

Vier Großstädte gaben an, den Beirat weiterer Beteiligter hinzuzuziehen, wobei nur drei Großstädte diese näher benannten:

- Straßenverkehrs- und Tiefbauamt
- Vertreter der Technischen Universität als Mitglied der Unfallkommission
- Baulastträger
- ÖV-Betriebe

Dies lässt den Schluss zu, dass die eindeutig durch die VwV-StVO geregelte regelmäßige Überprüfung des Unfallgeschehens an Knotenpunkten mit Grünpfeil-Regelung nicht von allen Großstädten im notwendigen Maße erfüllt wird. Der vorgeschlagene Betrachtungszeitraum sowie die Grenzwerte für das Unfallgeschehen scheinen nicht in allen Großstädten bekannt zu sein bzw. kann in Betracht gezogen werden, dass diese nicht praktikabel sind. Die Vielzahl der zur Anwendung kommenden Regelungen in den unterschiedlichen Großstädten könnte darauf hinweisen. Signifikante Unterschiede zwischen den "alten" und "neuen" Bundesländern sind hier nicht festzustellen.

3.3.2 Überprüfung verkehrlicher Bedingungen

Unabhängig von einem auffälligen Unfallgeschehen können sich durch ändernde verkehrliche Bedingungen Situationen an Knotenpunkten mit Grünpfeil-Regelung ergeben, die einen Abbau bestehender Grünpfeile notwendig machen. So wurden die Großstädte befragt, ob bei Veränderung der Verkehrsbelastung, der Verkehrsführung und der Signalprogramme sowie im Rahmen der Schulwegsicherung eine Überprüfung der Grünpfeil-Regelung erfolgt. Des Weiteren konnten im Bereich "andere" Bedingungen eigene Antworten gegeben werden.

Insgesamt 51 der insgesamt 59 Großstädte (86 %), in denen der Grünpfeil zum Einsatz kommt, gaben an eine regelmäßige Überprüfung der Grünpfeil-Regelung bei o.g. Veränderungen durchzuführen. Dies betrifft in den "neuen" Bundesländern alle 14 Großstädte und in den "alten" Bundesländern 37 der 45 relevanten Großstädte.

Eine Überprüfung der Grünpfeil-Regelung im Rahmen der Schulwegsicherung wird von 59 % der Großstädte (35 von 59 Städten) als notwendig erachtet (siehe Tabelle 13). In den "neuen" Bundesländern gaben 12 von 14 Großstädten an, dies zu berücksichtigen, während es in den "alten" Bundesländern 23 von 45 Großstädten betrifft. Des Weiteren führt eine

- Veränderung der Signalprogramme in 58 % der Großstädte (71 % der Großstädte in den "neuen" und 53 % der Großstädte in den "alten" Bundesländern) sowie
- Veränderung der Verkehrsführung in 49 % der Großstädte (64 % der Großstädte in den "neuen" und 44 % der Großstädte in den "alten" Bundesländern)

zu einer Überprüfung der Grünpfeil-Regelung. Wie im Bereich der Schulwegsicherung sind anteilsmäßig auch hier Unterschiede zwischen "alten" und "neuen" Bundesländern festzustellen.

Überprüfung		Veränderung der				
	Verkehrsbelastung	Verkehrsführung Signalprogramme		Schulwegsicherung	andere	
Anzahl Großstädte "alte" Bundesländer	11	20	24	23	3	
Anzahl Großstädte "neue" Bundesländer	3	9	10	12	4	
Gesamt	14	29	34	35	7	

Tabelle 13: Überprüfung der Grünpfeil-Regelung bei sich ändernden verkehrlichen Bedingungen

Veränderungen der Verkehrsbelastung führen in den Großstädten der "neuen" (21 %) und "alten" (24 %) Bundesländer gleichermaßen selten zur Überprüfung der Grünpfeile.

Weitere sieben Großstädte gaben "andere" Bedingungen an, wobei

 die Zunahme seh- und gehbehinderter Personen sowie das Nachrüsten von Blindentechnik dreimal und

• falsches Verhalten der Verkehrsteilnehmer zweimal

genannt wurden.

In zwei weiteren Fällen wird eine Überprüfung lediglich nach "Anlass" bzw. bei "Hinweisen durch Bürger oder ähnlichem" durchgeführt.

Bemerkenswert ist abschließend, dass die Schulwegsicherung in 41 % der Großstädte nicht berücksichtigt wird, da dies ein Ausschlusskriterium nach [VwV-StVO 2009] darstellt. Des Weiteren wird davon ausgegangen, dass eine Veränderung des Signalprogramms auch immer eine Überprüfung der Notwendigkeit und Sinnhaftigkeit der Grünpfeil-Regelung sowie mindestens der Ausschlusskriterien nach [VwV-StVO 2009] nach sich zieht. Die Nicht-Berücksichtigung in 42 % der Großstädte steht somit im Widerspruch zu den Angaben im Rahmen der Befragung zur Anwendung der Ausschlusskriterien nach [VwV-StVO 2009] (vgl. Kapitel 3.2.1).

3.3.3 Öffentlichkeitsarbeit und Zusatzbeschilderung zum richtigen Verhalten

Die vorangegangen Ergebnisse der Befragungen (vgl. Kapitel 3.1 und 3.3.1) sowie die Dokumentation der Erfahrungen in deutschen Großstädten (Kapitel 2.4) zeigt, dass das nicht-StVO-konforme Verhalten der Verkehrsteilnehmer einen sicherheitsrelevanten Faktor darstellt. Ein beliebtes Instrumentarium zur Information über richtiges Verhalten an Knotenpunktzufahrten mit Grünpfeil-Regelung ist die Öffentlichkeitsarbeit.

Durch 43 der relevanten 60 Großstädte¹⁴ (72 %) wird Öffentlichkeitsarbeit initiiert. 2003 waren es im Vergleich dazu 79 % [LAGEMANN & TOPP 2003]. Bemerkenswert ist der durchaus hohe Anteil in den "neuen" Bundesländern, da die Grünpfeil-Regelung hier bereits seit 1977 zum Einsatz kommt¹⁵ (wobei die Anhaltepflicht nicht explizit geregelt war [StVO-DDR 19983]) – etwa jede dritte Großstadt (fünf der 14 Großstädte) betreibt Öffentlichkeitsarbeit zum richtigen Verhalten. Als Besonderheiten sind in diesem Zusammenhang die Großstädte Berlin und Zwickau zu nennen. In Berlin konzentrierte sich die Öffentlichkeitsarbeit lediglich auf den West-Teil der Stadt und in Zwickau kam die Grünpfeil-Regelung zwischen 1990 und 1994 nicht zum Einsatz (vgl. Kapitel 3.1).

Die verbreiteteste Form der Öffentlichkeitsarbeit ist die Information durch die örtliche Presse. 38 der 43 Großstädte, in denen Öffentlichkeitsarbeit zum Grünpfeil betrieben wird, gaben Presseinformationen oder starteten Informationskampagnen, die in der Regel Pressearbeit beinhalten.

¹⁴ Unter den 43 Städten, die Angaben zur Öffentlichkeitsarbeit gemacht haben, befindet sich auch Bielefeld. In Bielefeld kam die Grünpfeil-Regelung bis 1998 zum Einsatz.

¹⁵ Einschränkend ist zu erwähnen, dass die Anhaltepflicht nicht explizit geregelt war (vgl. Kapitel 2.1.1; [Mosch 1991, Schrobitz et al. 1992, StVO-DDR 19983]).

Des Weiteren kamen

- Informationen über das Internet (in fünf Großstädten),
- Plakataktionen (in vier Großstädten),
- Informationsblätter (in sieben Großstädten) und
- Informationen an den betreffenden Knotenpunkten (in sieben Großstädten)

als Methoden der Öffentlichkeitsarbeit zum Einsatz. In zwei weiteren Großstädten wurden verschiedene Verbände (z.B. Kraftfahrzeuggewerbe, Handelskammern, Hotel- und Gaststättenverband) in die Öffentlichkeitsarbeit einbezogen. Anlage 14 enthält eine tabellarische Übersicht der Formen der Öffentlichkeitsarbeit in deutschen Großstädten.

Neben der Öffentlichkeitsarbeit kommt vereinzelt Zusatzbeschilderung an relevanten Knotenpunkten, mit Informationen zum richtigen Verhalten bei Benutzung der Grünpfeil-Regelung, zum Einsatz (vgl. Kapitel 2.4). Insgesamt 19 von 59 Großstädten (32 %), alles Städte aus den "alten" Bundesländern, greifen auf diese Form der Informationsvermittlung zurück. In einem Fall ist die Zusatzbeschilderung lediglich in der Vergangenheit zum Einsatz gekommen; bis heute wurden alle Zusatzschilder wieder entfernt.

Wie in Kapitel 2.4 erwähnt, werden verschiedene Formen der Zusatzbeschilderung angewendet. Abbildung 9 zeigt Formen der Zusatzbeschilderung, wie sie in Hannover (rechts) und in Oldenburg (links) zum Einsatz kommt¹⁶. Während in Oldenburg lediglich ein "Stop"-Zeichen auf schwarzem Grund auf die Anhaltepflicht aufmerksam machen soll (vgl. Kapitel 2.4), werden symbolische Hinweise in Hannover durch schriftliche Ergänzungen vervollständigt.



Abbildung 9: Zusatzbeschilderung zum richtigen Verhalten bei der Grünpfeil-Regelung in Hannover (links) und Oldenburg (rechts)¹²

Zur Benennung der Gründe für die Anwendung von Zusatzbeschilderung wurden den befragten Großstädten neben dem "Falschen Verhalten" auch das "Unfallgeschehen" sowie die "generelle" Anwendung als Antwortmöglichkeiten vorgegeben. Außerdem wurde, analog zu den vorangegangenen Fragestellungen, im Bereich "andere" Gründe die Möglichkeit gegeben, nicht aufgeführte Gründe zu nennen. Grundsätzlich war es möglich auch mehr als einen Grund anzugeben.

-

¹⁶ Die Fotos wurden von den genannten Städten zur Verfügung gestellt.

16 der 19 Großstädte, in denen Zusatzbeschilderung zum Einsatz kommt, nannten "Falsches Verhalten" der Verkehrsteilnehmer als Grund für die Anwendung (siehe Tabelle 14). Auf das "falsche Verhalten" aufmerksam wurde man in zwölf Fällen durch Hinweise von Bürgern und in vier Fällen durch Beobachtungen der Polizei.

In neun der 19 Großstädte kommt die Zusatzbeschilderung zudem generell zum Einsatz. Besonderheiten in diesem Zusammenhang betreffen zwei Großstädte. In einem Fall wird die Zusatzbeschilderung an jedem neu eingerichteten Grünpfeil für ca. 8 Wochen angeordnet. Die Zusatzschilder rotieren in der Folge durch das Stadtgebiet. In einem weiteren Fall werden die Zusatzschilder in den ersten zwölf Monaten nach Grünpfeilmontage generell eingesetzt.

Anwendung von	Gründe					
Zusatzbeschilderung	Generell	Unfall- geschehen	Falsches Verhalten	andere		
Anzahl Großstädte "alte" Bundesländer	9	1	16	2		
Anzahl Großstädte "neue" Bundesländer	0	0	0	0		
Gesamt	9	1	16	2		

Tabelle 14: Gründe für die Anwendung von Zusatzbeschilderung zum richtigen Verhalten

Ein auffälliges Unfallgeschehen führte in nur einem Fall und "andere" Gründe in zwei Fällen zur Anordnung der Zusatzschilder. Im Bereich "andere" Gründe gaben zwei Großstädte an, dass Zusatzbeschilderung lediglich in Einzelfällen zum Einsatz kommt.

3.4 Erfahrungen mit Grünpfeil

Die Befragung zu den Erfahrungen mit dem Grünpfeil wurde im Rahmen einer telefonischen Nachbefragung¹⁷ durchgeführt. Hierzu wurden gezielt 15 Großstädte ausgewählt, bei denen vor dem Hintergrund der ersten Befragung zum einen hilfreiche Erkenntnisse hinsichtlich der Unfallanalyse (vgl. Kapitel 4) erwartet werden oder zum anderen Rückfragen ergeben haben. Durch zwölf der 15 ausgewählten Städte wurden die Fragen beantwortet – vier Großstädte der "neuen" und acht Großstädte "alten" Bundesländer.

Im Rahmen der Fragestellung zu den Gründen für die Entfernung von Grünpfeilen wurden drei Antwortmöglichkeiten vorgegeben. Im Bereich "andere" konnten die Befragten individuelle Antworten geben. Tabelle 15 zeigt die Ergebnisse dieser Auswertung.

Gründe für die			Bauliche oder		
Entfernung von	Unfallgeschehen	Falsches Verhalten	signaltechnische	andere	
Grünpfeilen			Veränderungen		
Anzahl Großstädte	2	2	2	2	
"alte" Bundesländer	2	3	3		
Anzahl Großstädte	2	0	4	2	
"neue" Bundesländer	3	U	4	2	
Anzahl Großstädte	F	2	7	4	
Gesamt	5	3	/		

Tabelle 15: Gründe für die Entfernung von Grünpfeilen

Es ist festzustellen, dass bauliche oder signaltechnische Veränderungen am häufigsten als Grund für die Entfernung von Grünpfeilen genannt wurden. Auffällig ist, dass falsches Verhalten der Verkehrsteilnehmer lediglich in den Großstädten der "alten" Bundesländer relevant ist. Ob es in diesem Punkt regionale Unterschiede gibt, wird durch die Verkehrssituationsanalyse (vgl. Kapitel 5) geklärt. Im Bereich "andere" Gründe für die Entfernung von Grünpfeilen wurden

- der Verstoß gegen Ausschlusskriterien (insbesondere das Überfahren von Gleisen des schienengebundenen ÖPNV)
- die Einrichtung einer Fußgänger-Furt in der Grünpfeilzufahrt (in dieser Stadt ist das Vorhandensein einer Fußgängerfurt ein Ausschlusskriterium für den Einsatz des Grünpfeils) sowie
- die Schulwegsicherung

genannt. In einer Großstadt ereigneten sich häufig Konflikte und auch Unfälle aufgrund von Grünpfeilnutzern, die aus der Nebenrichtung ohne anzuhalten in den Knotenpunkt einfuhren. Die in der Hauptrichtung auf eigenem Bahnkörper verkehrenden Straßenbahnführer konnten in der Regel nicht erkennen, ob es sich bei den Grünpfeilnutzern um Rechtsabbieger oder Geradeausfahrer, die das Rotlicht missachten, handelte. In der Folge wurden Gefahrenbremsungen eingeleitet, bei denen Straßenbahninsassen teilweise verletzt wurden. Aus diesem Grund wurden in dieser Großstadt vier Grünpfeile entfernt.

¹⁷ Einige Stadtvertreter äußerten aber den Wunsch die Fragestellungen schriftlich zu beantworten.

Die Auswertung zu typischen Konflikt- und Unfallsituationen zeigt Tabelle 16. Es ist festzustellen, dass fünf der zwölf befragten Großstädte die Missachtung der Anhaltpflicht bzw. der Haltelinie als typische Konfliktsituation nannten. Dies kann durch die Auswertungen wissenschaftlicher Untersuchungen im In- und Ausland bestätigt werden (vgl. Kapitel 2.2.2 und 2.5).

Konflikte zwischen Grünpfeilnutzern und freigegebenen nichtmotorisierten Verkehrsteilnehmern auf der Furt in der Grünpfeilzufahrt wurden ebenfalls von vier Großstädten genannt. Eine der befragten Städte gab an, dass Fußgänger in Folge dessen auf Ihren Vorrang verzichten. Ebenfalls problematisch sei der Konflikt zwischen Grünpfeilnutzer und "falsch" fahrendem Radfahrer – dies ist allerdings durch ein Ausschlusskriterium der VwV-StVO geregelt (vgl. Kapitel 2.1.1), so dass diese Konflikte eigentlich nicht auftreten sollten.

Weitere typische Konfliktsituationen sind die Missachtung des Vorranges durch den Grünpfeilnutzer sowie Konflikte zwischen Grünpfeilnutzer und freigegeben Kfz-Verkehr.

Großstadt	Konfliktsituationen	Unfallsituationen
Berlin	- keine Angabe	- Einbiegen-Kreuzen-Unfälle
Dresden	 querende Fußgänger sowie Radfahrer in der Grünpfeil-Zufahrt und Grünpfeilnutzer, die sich auf den freigegebenen Kfz-Verkehr nach links konzentrieren Grünpfeilnutzer und freigegebener Kfz-Verkehr insbesondere bei hohem Verkehrsdruck 	- Auffahrunfälle zwischen Grünpfeilnutzern, die zunächst bei ROT halten und Nachfolgenden, die den Anhaltevorgang nicht erwarten
Heilbronn	 Mißachtung der Haltlinie und dadurch Gefährdung der Fußgänger Mißachtung der Vorfahrtsregelung 	- Auffahrunfälle durch nachfolgenden Verkehr
Koblenz	- keine bekannt	- keine bekannt
Mannheim	- keine bekannt	- keine bekannt
München	- anfängliche Unwissenheit und Verunsicherung	- keine Angabe
Münster	- Missachtung der Anhaltepflicht	- keine Angabe
Oldenburg	- bei versetzten Kreuzungen: das bevorrechtigte Fahrzeug wird schlecht vom einbiegenden Fahrzeug gesehen	- keine Angabe
Potsdam	- Fehlende Kenntins zum richtigen Verhalten - Grünpfeilnutzer und schnelle sowie z.T. "falsch" fahrende Radfahrer	- Rotlichtverstöße - Auffahrunfälle durch nachfolgenden Verkehr
Stuttgart	- Missachtung der Anhaltepflicht (insbesondere an schwachbelasteten Furten; Fußgänger verzichten auf Vorrang)	- keine Angabe (siehe Abschnitt "Gründe für die Entfernung von Grün- pfeilen")
Wuppertal	- Missachtung der Anhaltepflicht	- keine bekannt
Zwickau	- Missachtung der Anhaltepflicht (insbesondere älterer Verkehrsteilnehmer)	- keine bekannt

Tabelle 16: Typische Konflikt- und Unfallsituationen an Knotenpunkten mit Grünpfeil

Die Fragestellung zu typischen Unfallsituationen wurde von acht der zwölf befragten Großstädte beantwortet, wobei vier Großstädten keine derartige Unfallsituation bekannt sind. Am häufigsten wurden dabei Auffahrunfälle zwischen Grünpfeilnutzern und nachfolgendem Kraftfahrzeug genannt (3 Großstädte), wobei in einem Fall die Missachtung der Anhaltepflicht des nachfolgende Kraftahrzeuges, welches nicht erwartet, dass der Grünpfeilnutzer vor ihm anhält, als Grund genannt wird.

Des Weiteren wurden lediglich Einbiegen-Kreuzen-Unfälle sowie Unfälle aufgrund von Rotlichtverstößen genannt. Unfälle mit nichtmotorisierten Verkehrsteilnehmern sind in den befragten Großstädten nicht bekannt bzw. nicht angegeben wurden.

Außerdem wurde die Frage, ob zu Gunsten eines Grünpfeils eine Maßnahme innerhalb der Unfallkommission abgelehnt wurde (bspw. eigene Phase für Linksabbieger, da dies ein Ausschlusskriterium für den Einsatz des Grünpfeils nach VwV-StVO ist), von allen befragten Großstädten verneint.

3.5 Beurteilung der Grünpfeil-Regelung

Im Rahmen des Themenfeldes "Beurteilung der Grünpfeilregelung" wurden die Befragungsteilnehmer um eine Einschätzung gebeten, ob sich mit Einführung der Grünpfeil-Regelung ihre ggf. vorliegende Erwartungshaltung bestätigt hat.

In 36 % der Großstädte (21 der 59 Großstädte) haben sich die Erwartungen mit Einführung der Grünpfeil-Regelung erfüllt (vgl. Tabelle 17). Auch differenziert nach "alten" und "neuen" Bundesländern ist etwa jede dritte Großstadt zufrieden mit der Anwendung des Grünpfeils. Als Begründung wurden vor allem

- ein verbesserter Verkehrsablauf (geringere Wartezeiten, weniger Rückstau) von 17 der 21 Städte
- keine Auffälligkeiten und keine oder wenig Unfälle von zwei der 21 Großstädte und
- keine negativen Erfahrungen sowie Zufriedenheit der Verkehrsteilnehmer von jeweils einer der 21 Großstädte

genannt.

Die Erwartungen nicht erfüllt haben sich in 15 der 59 relevanten Großstädte, wobei nur eine Großstadt aus den "neuen" Bundesländern diesen zuzuordnen ist. Somit haben sich in den "alten" Bundesländern etwa in jeder dritten Großstadt die Erwartungen nicht erfüllt, wobei folgende Gründe genannt wurden:

- nicht StVO-konformes Verhalten der Verkehrsteilnehmer, vor allem Missachtung der Anhaltepflicht (zehn Großstädte)
- Bedenken hinsichtlich der Sicherheit von Fußgängern und Radfahrern (drei Großstädte)
- auffälliges Unfallgeschehen (zwei Großstädte)

Darüber hinaus gab eine Großstadt an, die verkehrsabhängige Signalsteuerung mit eigenen Rechtsabbiegerfreigaben zu bevorzugen, weshalb das Potential für die Anwendung des Grünpfeils als gering eingeschätzt wurde.

Nicht erfüllt haben sich die Erwartungen ebenfalls in Bielefeld. Hier wird die Grünpfeil-Regelung seit 1998 nicht mehr eingesetzt (vgl. Kapitel 3.1). Erheblichen Probleme mit querenden Fußgängern und insbesondere die Gefährdung von Schulkindern führten zu dieser Entscheidung.

Erwartungen erfüllt	Ja	Nein	Teilweise	keine Erwartungen	keine Angabe	Gesamt
"alte" Bundesländer	16	14	6	3	6	45
"neue" Bundesländer	5	1	2	0	6	14
Gesamt	21	15	8	3	12	59

Tabelle 17: Beurteilung der Grünpfeil-Regelung

Teilweise erfüllten sich die Erwartungen in acht der 59 Großstädte, wobei sechs dieser acht Städte als positive Wirkung einen verbesserten Verkehrsablauf nannte. Negativ viel hingegen das nicht-StVO-konforme Verhalten, insbesondere

- die Missachtung der Anhaltepflicht in vier Großstädten,
- die damit in Verbindung stehende Gefährdung von Fußgängern und Radfahrern in zwei Großstädten und
- Auffälligkeiten im Unfallgeschehen in einer Großstadt.

Weitere drei Großstädte gaben an, dass sich an Grünpfeil-Zufahrten mit nur einem Mischfahrstreifen keine bzw. ein geringe Verbesserung des Verkehrsablaufs einstellte.

Zwölf Großstädte äußerten sich nicht zu den Erwartungen und weitere drei Großstädte verbinden keine Erwartungen mit dem Einsatz der Grünpfeil-Regelung.

3.6 Zusammenfassung Befragungen

In etwa dreiviertel der 75 befragten Großstädte der Bundesrepublik mit mehr als 100.000 Einwohner wird auf die Grünpfeil-Regelung zurückgegriffen – 2002 waren es noch 60 % [LAGEMANN & TOPP 2003]. Die Anzahl der Großstädte, in denen die Regelung zum Einsatz kommt, hat sich in den letzten 10 Jahren erhöht. Allerdings ist innerhalb der Großstädte mit den meisten Grünpfeilen die Anzahl der Grünpfeile rückläufig. Außerhalb von Ortschaften wird die Grünpfeil-Regelung in den befragten Regionen nicht angewendet. Unter den elf Großstädten mit den meisten Grünpfeilen befinden sich fünf Städte aus den "alten" und sechs Städte aus den "neuen" Bundesländern.

Gründe für die Anwendung der Regelung sind vor allem Erwartungen für einen verbesserten Verkehrsablauf sowie weniger Abgase und Lärm. Jede dritte Großstadt gab an, dass sich die Erwartungen mit Einführung der Regelung erfüllt hätten – keine davon begründete dies mit einer positiven Wirkung auf die Umwelt (weniger Abgase und Lärm). Ein verbesserter Verkehrsablauf wird als Begründung am häufigsten genannt. Gegen den Einsatz werden vor allem Verkehrssicherheitsbedenken und die Beobachtung von Regelverstößen genannt. Dies spiegelt sich auch in den Erfahrungen der Großstädte wieder: In jeder dritten Stadt der "alten" Bundesländer haben sich die Erwartungen nicht erfüllt, was vor allem durch die Missachtung der Anhaltepflicht und Bedenken hinsichtlich der Sicherheit von Fußgängern und Radfahrern begründet wurde. Zusammenfassend ist festzustellen, dass Gründe im Verkehrsablauf für und Sicherheits- und Regelbefolgungsbedenken gegen die Grünpfeil-Regelung genannt werden – ein typischer Fall der Entscheidung "Flüssigkeit oder Sicherheit" im Straßenverkehr. Nach VwV-StVO "geht die Verkehrssicherheit aller Verkehrsteilnehmer der Flüssigkeit des Verkehrs vor" [VwV-StVO 2009].

Nach VwV-StVO sind neun Ausschlusskriterien vorgegeben, bei denen auf den Einsatz des Grünpfeils verzichtet werden soll. Dreiviertel der befragten Großstädte gaben an, nicht alle diese Kriterien zu berücksichtigen. Dabei werden die Ausschlusskriterien "Häufiges Queren von seh- oder gehbehinderten Personen" sowie "Mehrere markierte Fahrstreifen für das Rechtsabbiegen" in 42% bzw. 41% der Großstädte nicht berücksichtigt. Überwiegend werden die Ausschlusskriterien gesicherte dagegen "(zeitweise) Führung entgegenkommender Linksabbieger" (93 %) und "die Lichtzeichenanlage dient überwiegend der Schulwegsicherung" (83 %) beachtet. Diese Tendenzen aus der Befragung konnten im Rahmen der Überprüfung der tatsächlichen Anwendung der Ausschlusskriterien in fünf ausgewählten Großstädten nicht bestätigt werden. Von insgesamt 464 überprüften Grünpfeil-Zufahrten (333 Knotenpunkte) wurden nur 22 Zufahrten mit Verstößen dokumentiert. Allerdings betreffen die meisten Verstöße Ausschlusskriterien, die vor allem für den Schutz der nichtmotorisierten Verkehrsteilnehmer relevant sind.

Die Abwägungskriterien der [RiLSA 1992], welche lediglich empfehlenden Charakter haben und in der aktuellen Fassung der Richtlinie nicht mehr erwähnt sind, werden durch etwa ein Drittel der Großstädte nicht berücksichtigt. Auch bei den übrigen Großstädten werden diese nur teilweise beachtet, obwohl die entsprechende Fassung der Richtlinie zum Zeitpunkt der ersten Anordnung von Grünpfeilen in den meisten Großstädten galt. Auch eine frühere Untersuchung [LAGEMANN & TOPP 2003] zeigte, dass sich alle Städte neben den Vorgaben der VwV-StVO an den im Bericht der Projektgruppe "Grünpfeil" [ALBRECHT ET AL. 1999] formulierten Empfehlungen orientieren.

Die Überprüfung der Anwendung der Abwägungskriterien an 464 Zufahrten in fünf ausgewählten Städten zeigte, dass gegen Abwägungskriterien verstoßen wurde, die nach Angaben der Städte berücksichtigt werden und dass in den Großstädten der "neuen" Bundesländer deutlich mehr Verstöße dokumentiert wurden als in den Großstädten der "alten" Bundesländer.

In 22 Großstädten kommen weitere aus eigenen Erfahrungen oder Ländervorschriften abgeleitete Ausschlusskriterien zur Anwendung, wobei ein hohes Fußgänger- und Radverkehrsaufkommen am häufigsten genannt wurden. Außerdem stimmen sich 92 % der Großstädte im Vorfeld der Anordnung von Grünpfeilen mit Verbänden und Interessensvertretern (z.B. ÖV-Betriebe Behindertenverbände, Polizei) ab. Nach den Ergebnissen früherer Befragungen zogen 23 % der befragten Großstädte weitere Quellen hinzu [LAGEMANN & TOPP 2003].

Auch nach der Anordnung von Grünpfeilen sind die Knotenpunkte regelmäßig zu überprüfen. Nach VwV-StVO ist das Unfallgeschehen mindestens anhand von Unfalltypensteckkarten regelmäßig auszuwerten. 83 % der befragten Großstädte gaben an, das Unfallgeschehen an Grünpfeil-Knotenpunkten zu überprüfen. Lediglich zehn der 49 Großstädte, die eine regelmäßige Überprüfung des Unfallgeschehens an Knotenpunkten mit Grünpfeil durchführen, orientieren sich an den Grenzwerten nach [VwV-StVO 2009]. Darüber hinaus kommen in der Vielzahl der Großstädte abweichende Regelungen zur Anwendung. Es muss – mit Blick auf den Mengenanteil der betroffenen Ströme – angemerkt werden, dass die Grenzwerte der VwV-StVO erst erreicht werden, wenn die Gefahren außergewöhnlich auffällig sind.

Neben der regelmäßigen Beobachtung des Unfallgeschehens sind auch wichtige Randbedingungen auf Veränderung zu überprüfen. Die Befragung ergab, dass eine Überprüfung einer bestehenden Grünpfeil-Regelung im Rahmen der Schulwegsicherung oder bei Veränderung der Signalprogramme von nur etwas mehr als jeder zweiten Großstadt der Bundesrepublik durchgeführt wird. Dies steht im Widerspruch zu den Ergebnissen der Befragungen nach den Ausschlusskriterien der VwV-StVO – 83 % der Großstädte gaben an, das Kriterium "die Lichtzeichenanlage dient überwiegend der Schulwegsicherung" zu überprüfen – und ist insofern bemerkenswert, dass eine Veränderung des Signalprogramms auch immer eine Überprüfung der Notwendigkeit und Sinnhaftigkeit der Grünpfeil-Regelung nach sich ziehen sollte.

Die Ergebnisse der Befragungen sowie die Dokumentation der Erfahrungen in deutschen Großstädten zeigen, dass nicht-StVO-konformes Verhalten der Verkehrsteilnehmer vor allem in den "alten" Bundesländern vielfach beobachtet und in den Medien diskutiert wird. Für 72 % der Großstädte scheint es daher notwendig, Öffentlichkeitsarbeit zum richtigen Verhalten beim Rechtsabbiegen mit Grünpfeil durchzuführen – 2003 waren es im Vergleich dazu 79 % [LAGEMANN & TOPP 2003].

Die Nachbefragung ausgewählter Städte zu den Erfahrungen mit der Regelung zeigte, dass vor allem bauliche oder signaltechnische Veränderungen am häufigsten zur Entfernung von Grünpfeilen führen. Als typische Konfliktsituation wurde die Missachtung der Anhaltpflicht sowie Konflikte zwischen Grünpfeilnutzern und freigegebenen nichtmotorisierten Verkehrsteilnehmern genannt. Die häufigsten Unfallsituationen sind Auffahrunfälle zwischen Grünpfeilnutzern und nachfolgendem Kraftfahrzeug. Unfälle mit nichtmotorisierten Verkehrsteilnehmern sind in den befragten Großstädten nicht bekannt bzw. nicht angegeben wurden.

4 Unfallanalyse Knotenpunkte

4.1 Datengrundlage und Vorgehen

Die Unfallanalyse erfolgte anhand der lichtsignalgeregelten Knotenpunkte in den folgenden Städten (vgl. Kapitel 3.2.2):

- Berlin
- Dresden
- Köln
- Mannheim
- Stuttgart

Damit stehen drei Großstädte der "alten" und zwei Großstädte der "neuen" Bundesländer zur Verfügung. Für dieses Untersuchungskollektiv liegen Unfalldaten in folgender Form vor:

- Berlin: Unfälle mit Personen- und Sachschaden des Jahres 2010 sowie Unfälle mit Personenschaden der Jahre 2008-2010 für das gesamte Stadtgebiet ohne Unfalltexte
- Dresden: Unfälle mit Personen- und Sachschaden der Jahre 2008-2010 für das gesamte Stadtgebiet mit Unfalltexten
- Köln: Unfälle mit Personen- und Sachschaden der Jahre 2008-2010 für ausgewählte Knotenpunkte mit Unfalltexten
- Mannheim: Unfälle mit Personen- und Sachschaden des Jahres 2010 sowie Unfälle mit Personenschaden der Jahre 2008-2010 für das gesamte Stadtgebiet ohne Unfalltexte
- Stuttgart: Unfälle mit Personen- und Sachschaden des Jahres 2010 sowie Unfälle mit Personenschaden der Jahre 2008-2010 für das gesamte Stadtgebiet ohne Unfalltexte

Des Weiteren wurde von den jeweiligen Großstädten eine Auflistung der Knotenpunkte mit allen Grünpfeilen bereitgestellt. Die Vergleichsknotenpunkte wurden mit Hilfe einer Internetrecherche (*Google Street View*) manuell identifiziert. Folgende Rechtsabbiegeführungsformen sind für die Auswahl der Vergleichsknotenpunkte relevant:

- Dreiecksinsel ohne LSA
- KR-Signal (zweifeldiges Rechtsabbiegesignal, temporär gesicherte Freigabe)
- Dreieckinsel mit LSA (gesicherte Führung der Rechtsabbieger)
- Gesicherte Führung der Rechtsabbieger
- Rechtsabbiegeverbot
- Bedingt verträgliche Führung

Zur Identifizierung des Untersuchungs- und Vergleichskollektiv liegen für die Städte Dresden und Berlin bereits alle lichtsignalgeregelten Knotenpunkte mit umfassenden Informationen in einem GIS-basierten Knoten-Kanten-Modell vor. Für die in den Städten Köln, Stuttgart und Mannheim erhobenen Knotenpunkte wurden Daten in identischer Form aufbereitet. Nicht vorhandene Informationen wurden nacherhoben bzw. von den Städten zur Verfügung gestellt (bspw. Verkehrsstärke). Eine Übersicht der Daten, die für jeden Knotenpunkt zur Verfügung stehen, zeigt Anlage 15.

Darauf aufbauend wurden die Unfälle den Knotenpunkten zugeordnet, wobei lediglich der Knotenpunktinnenbereich, abgegrenzt durch die Haltelinien in den Zufahrten, berücksichtigt wurde (vgl. Abbildung 10). Betrachtet man die möglichen Konfliktpunkte an einer Zufahrt mit Grünpfeil-Regelung ist festzustellen, dass das für die folgenden Untersuchungen relevante Unfallgeschehen im Knotenpunktinnenbereich lokalisiert sein sollte. Dabei werden auch Auffahrunfälle zwischen Grünpfeilnutzern und nachfolgendem Kraftfahrzeug erfasst (vgl. Kapitel 3.4), welche nicht durch einen Konfliktpunkt definiert sind, da davon ausgegangen wird, dass diese im Bereich der Fußgängerfurten lokalisiert sind. Aus einer Betrachtung der Annäherungsbereiche wäre ein Bezug zur Rechtsabbiegeführungsform nicht eindeutig abzuleiten.

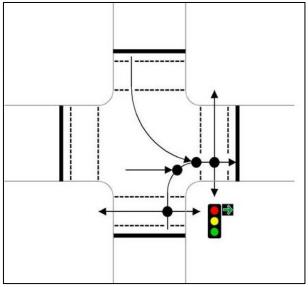


Abbildung 10: Konfliktpunkte an einem Knotenpunkt mit Grünpfeil

Da zunächst davon ausgegangen wird, dass Infrastrukturmerkmale in einzelnen Zufahrten das Unfallgeschehen innerhalb des gesamten Knotenpunktes beeinflussen können, wird in einer ersten Stufe das gesamte Unfallgeschehen innerhalb der Knotenpunkte untersucht (eine Unfallanalyse der einzelnen Zufahrten ist in Kapitel 5 zu finden). Hierzu sind die dokumentierten Knotenpunkte sowie das zugeordnete Unfallgeschehen in einzelne, für eine entsprechende Rechtsabbiegeführungsform repräsentative, Untersuchungsgruppen einzuordnen. Dabei wird grundsätzlich unterschieden zwischen:

- Rechtsabbiegeführungsformen, die häufig als Grundform zur Anwendung kommen (bedingt verträgliche Führung der Rechtsabbieger) sowie
- Rechtsabbiegeführungsformen, die meist bei besonderen Ansprüchen der Rechtsabbiegeströme zur Anwendung kommen (Dreiecksinsel ohne LSA, KR-Signal, Dreieckinsel mit LSA, gesicherte Führung der Rechtsabbieger, Rechtsabbiegeverbot)

Es werden danach nur diejenigen Knotenpunkte in der Auswertung berücksichtigt, bei denen zusätzlich zur Grundform nur eine weitere Rechtsabbiegeführungsform für besondere Ansprüche der Rechtsabbiegeströme in mindestens einer Zufahrt zur Anwendung kommt. Das heißt, Knotenpunkte bei denen mehr als eine Rechtsabbiegeführungsform für besondere Ansprüche der Rechtsabbiegeströme (bspw. Grünpfeil in Zufahrt 1 und KR-Signal in Zufahrt 2) dokumentiert wurden, sind aus der Untersuchung ausgeschlossen, da die Einflüsse derartiger Mischformen nicht quantifiziert werden können.

Tabelle 18 zeigt die Anzahl der Knotenpunkte (differenziert nach Kreuzungen und Einmündungen), Unfälle und Verunglückten in den Untersuchungs- und Vergleichskollektiven. Für die Untersuchung stehen insgesamt 505 Knotenpunkte sowie 2.534 Unfälle mit Personenschaden und 5.477 Unfälle mit Sachschaden zur Verfügung, wobei 169 Knotenpunkte sowie 823 Unfälle mit Personenschaden und 2.545 Unfälle mit Sachschaden Knotenpunkten mit Grünpfeil-Regelung zuzuordnen sind. Eine nach den Städten differenzierte Darstellung zeigt Anlage 16.

Knotenpunktform		Rechtsabbiegeführungsform							
		Grünpfeil	Dreiecksinsel ohne LSA	KR-Signal	Dreiecksinsel mit LSA	Gesicherte Führung →	Rechtsab- biegeverbot	bedingt ver- trägliche Führung	Gesamt
		⇒		•		B	(1)	B	
	Anzahl	105	19	23	10	17	12	102	288
	U(P)	628	105	262	67	118	63	651	1.894
Kreuzungen	U(LS)	1.805	317	432	34	201	173	887	3.849
	U(SS)	173	14	24	4	11	7	81	314
	V	799	124	337	94	162	74	845	2.435
	Anzahl	64	10	30	7	27	7	72	217
	U(P)	195	21	118	15	54	23	214	640
Einmündungen	U(LS)	527	51	204	5	109	30	306	1.232
	U(SS)	40	3	9	3	12	0	15	82
	V	234	28	134	19	65	35	249	764
	Anzahl	169	29	53	17	44	19	174	505
Gesamt .	U(P)	823	126	380	82	172	86	865	2.534
	U(LS)	2.332	368	636	39	310	203	1.193	5.081
	U(SS)	213	17	33	7	23	7	96	396
	V	1.033	152	471	113	227	109	1.094	3.199

Tabelle 18: Anzahl der Knotenpunkte, Unfälle und Verunglückten in den Untersuchungs- und Vergleichskollektiven

Da die Knotenpunkt- und Unfallanzahl insbesondere für Knotenpunkte mit gesicherter Führung der Rechtsabbieger sowie mit Rechtsabbiegeverbot sehr gering sind werden folgende Einschränkungen vorgenommen:

- Die signalgesicherten Führungsformen mit und ohne Dreiecksinsel werden zusammengefasst, da beide Formen die gleiche Anzahl an Konfliktpunkten vorweisen.
- Die Führungsform Rechtsabbiegeverbot wird in den folgenden Auswertungen nicht mehr berücksichtigt, da es sich um eine Führungsform handelt, die zwar bei besonderen Ansprüchen der Rechtsabbiegeströme zur Anwendung kommt, allerdings nicht bei mengenmäßig hohen Rechtsabbiegevorgängen. Diese Führungsform stellt damit keine Alternative zu den übrigen Führungen dar.

Die ebenfalls in geringer Zahl vertretene Führungsform Dreiecksinsel ohne LSA wird separat berücksichtigt, da diese aufgrund der Anzahl der Konfliktpunkte nicht mit anderen Führungsformen zusammenfassbar ist, aber eine potentielle Alternative zu den anderen Formen darstellt.

Für die Bewertung der Verkehrssicherheit werden ausschließlich die Unfallkenngrößen Unfallkostendichte Unfalldichte (UD) und (UKD) verwendet. Unfallraten Unfallkostenraten werden als wenig aussagefähig erachtet, da zuverlässige Fußgänger- und Radverkehrsstärken nicht zur Verfügung stehen. Um einen Teil der Exposition dennoch zu berücksichtigen, werden die Daten differenziert nach DTV-Klassen ausgewertet, das heißt auch wenn eine Differenzierung nach Verkehrsstärke nicht grafisch dargestellt wird, findet diese trotzdem Berücksichtigung, indem das arithmetische Mittel der Ergebnisse einzelner DTV-Klassen gebildet wird. Somit werden die Strukturunterschiede zwischen den DTV-Klassen stets berücksichtigt. Allerdings steht als Kenngröße für die Verkehrsbelastung lediglich die durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke der Hauptrichtung für alle Knotenpunkte zur Verfügung. Die Klassenaufteilung erfolgte nach den Terzilen der Häufigkeitsverteilung.

Für einen ersten Überblick zeigt Abbildung 11 die Unfalldichten und Unfallkategorien differenziert nach den Untersuchungsstädten, wobei sich zeigt, dass die Unfälle mit leichtem Sachschaden (UD(LS), Unfallkategorie 5) in Mannheim und Stuttgart deutlich unterrepräsentiert sind. Im Vergleich zu den Städten Berlin, Dresden und Köln betragen diese etwa ein Sechstel. Anteilsmäßig sind das 55 % des Gesamtunfallgeschehens in Mannheim und Stuttgart gegenüber 75 % in Berlin, Dresden und Köln.

Dies führt zu der Annahme, dass die Unfälle der Kategorie 5 im Bundesland Baden-Württemberg auf andere Weise polizeilich registriert werden als es in den weiteren Untersuchungsstädten der Fall. Die Häufigkeit dieser Unfälle ist somit nicht über alle Städte vergleichbar.

Darüber hinaus zeigen sich auch Unterschiede hinsichtlich der Unfalldichten der Unfälle mit schwerem sowie leichtem Personenschaden (UD(SP), Unfallkategorie 1 und 2 sowie UD(LV), Unfallkategorie 3) und der Unfälle mit schwerwiegendem Sachschaden (UD(SS), Unfallkategorie 4 und 6), welche aufgrund der geringeren Abweichungen eher auf Differenzen in der Unfallstruktur als auf Unterschiede in der polizeilichen Aufnahme zurückzuführen sind. Im Einzelnen zeigt sich, dass:

- die Unfalldichten der Unfälle mit schwerem Personenschaden (UD(SP)) in Berlin, Dresden und Köln mehr als doppelt so hoch sind im Vergleich zu Mannheim und Stuttgart, wobei Köln die höchsten Werte hat;
- die Unfalldichten der Unfälle mit Leichtverletzten (UD(LV)) in Berlin, Dresden und Köln z.T. mehr als doppelt so hoch sind im Vergleich zu Mannheim und Stuttgart, wobei Berlin die höchsten Werte vorzuweisen hat;
- die Unfalldichten der Unfälle mit schwerwiegendem Sachschaden (UD(SS)) in Dresden und Stuttgart am höchsten und in Berlin und Mannheim am niedrigsten sind.

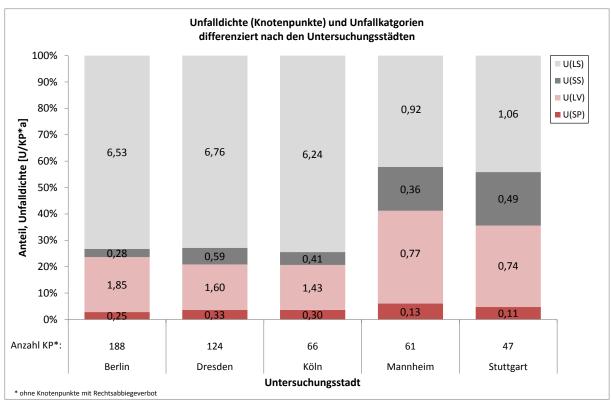


Abbildung 11: Unfalldichten und Unfallkategorien der Untersuchungsstädte

Aufgrund dieser Strukturunterschiede werden für die folgenden Auswertungen Randbedingungen definiert:

- Für eine alle Untersuchungsstädte umfassende Auswertung werden die Unfallkenngrößen der einzelnen Städte arithmetisch gemittelt (wodurch jede Stadt mit gleichgroßem Einfluss in das Ergebnis eingeht).
- Eine Bewertung hinsichtlich der Unfälle der Kategorie 1-6 kann nur auf Basis der Untersuchungsstädte Berlin, Dresden und Köln erfolgen.
- Eine Bewertung auf Basis aller Untersuchungsstädte kann hinsichtlich der Unfälle der Kategorie 1-4 und 6 erfolgen.

Aufgrund der unterschiedlichen Anzahl der möglichen Fahrbeziehungen und damit auch der Konfliktpunkte wird das Unfallgeschehen darüber hinaus getrennt nach Kreuzungen und Einmündungen ausgewertet.

Für die folgenden Auswertungen wird die in Anlage 17 abgebildete Symbolik zur Darstellung der entsprechenden Rechtsabbiegeführungsformen verwendet.

4.2 Unfallanzahl und -schwere

4.2.1 Knotenpunkte mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen

Verunglücktendichte

An Kreuzungen mit Grünpfeil sind im Vergleich zu Kreuzungen mit anderen Rechtsabbiegeführungsformen mit Ausnahme des KR-Signals die höchsten Verunglücktendichten (jährliche Verunglücktenzahlen je Knotenpunkt) zu verzeichnen (siehe Abbildung 12). Im Einzelnen zeigt sich, dass

- die höchsten Verunglücktendichten an Kreuzungen mit KR-Signal registriert wurden (3,6 V/KP*a), sowohl hinsichtlich der Getöteten und Schwerverletzten (0,5 (GT+SV)/KP*a) als auch hinsichtlich der Leichtverletzten (3,1 LV/KP*a).
- Kreuzungen mit Grünpfeil (2,6 LV/KP*a) im Vergleich zu Kreuzungen mit Dreiecksinsel (2,0 LV/KP*a) und bedingt verträglicher Führung (2,4 LV/KP*a) die höchsten Leichtverletztendichten aufweisen.
- Kreuzungen mit Grünpfeil (0,4 (GT+SV)/KP*a) im Vergleich zu Kreuzungen mit Dreiecksinsel (0,2 (GT+SV)/KP*a) und gesicherter Führung (0,3 (GT+SV)/KP*a) die höchsten Schwerverletztendichten aufweisen.

Im Bereich der Einmündungen entfallen geringfügig mehr Leichtverletzte auf die Grünpfeil-Regelung (1,0 LV/KP*a) im Vergleich zur bedingt verträglichen Führung (0,9 LV/KP*a). Die höchsten Verunglücktendichten sowohl hinsichtlich der Zahlen der Getöteten und Schwerverletzten (0,2 (GT+SV)/KP*a) als auch der Leichtverletzten (1,4 (GT+SV)/KP*a) werden an Einmündungen mit Dreiecksinsel und KR-Signal erreicht. Im Mittel sind die Verunglücktendichten an Kreuzungen etwa dreimal so hoch wie im Bereich von Einmündungen.

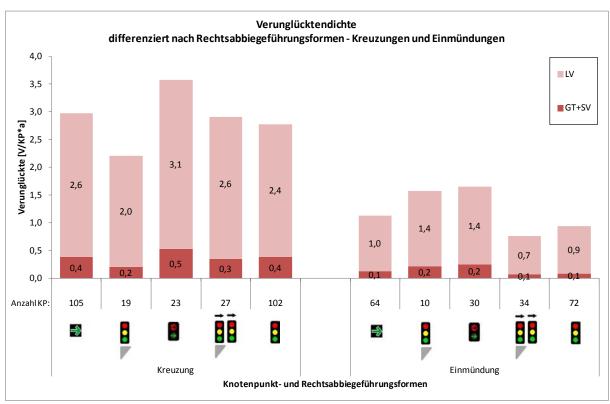


Abbildung 12: Verunglücktendichte an Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen

Ein deutlich differenzierteres Bild ergibt sich bei der zusätzlichen Betrachtung der Verkehrsstärke in der Hauptrichtung (siehe Abbildung 13). Es zeigt sich, dass

- unter den Kreuzungen mit einer Verkehrsstärke von ≤15.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung solche mit KR-Signal die höchsten Verunglücktendichten aufweisen (2,6 V/KP*a).
- Kreuzungen mit einer Verkehrsstärke von ≤15.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung und Grünpfeil (1,7 V/KP*a) im Vergleich zur Dreiecksinsel (1,5 V/KP*a), der gesicherten Führung (1,6 V/KP*a) sowie der bedingt verträglichen Führung (1,5 V/KP*a) höhere Verunglücktendichten haben.
- Kreuzungen mit einer Verkehrsstärke von 15.001 bis 25.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung und KR-Signal die höchsten Verunglücktendichten aufweisen (3,7 V/KP*a) und Kreuzungen mit Grünpfeil (2,6 V/KP*a) im Vergleich zur bedingt verträglichen Führung (1,7 V/KP*a) deutlich höhere und im Vergleich zur Dreiecksinsel (3,2 V/KP*a) niedrigere Verunglücktendichten haben.
- unter den hochbelasteten Kreuzungen mit einer Verkehrsstärke von >25.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung solche mit bedingt verträglicher Führung die höchsten Verunglücktendichten haben (5,2 V/KP*a). Kreuzungen mit dieser hohen Verkehrsbelastung und mit Grünpfeil (4,7 V/KP*a) haben im Vergleich zur Dreiecksinsel (2 V/KP*a), dem KR-Signal (4,5 V/KP*a) sowie der gesicherten Führung (4,6 V/KP*a) höhere Verunglücktendichten.

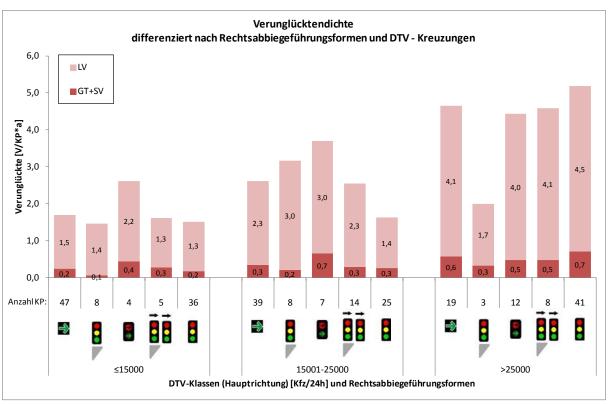


Abbildung 13: Verunglücktendichte von Kreuzungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen differenziert nach DTV-Klassen der Hauptrichtung

Eine Betrachtung der Verunglücktendichten an Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen differenziert nach DTV-Klassen der Hauptrichtung (siehe Abbildung 14) zeigt, dass

- bei einer Verkehrsstärke von ≤15.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung Einmündungen mit Grünpfeil die höchsten Verunglücktendichten aufweisen (0,8 V/KP*a).
- bei einer Verkehrsstärke von 15.001 bis 25.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung Einmündungen mit KR-Signal (2,1 V/KP*a) und Grünpfeil (1,4 V/KP*a) die höchsten Verunglücktendichten aufweisen.
- unter den hochbelasteten Einmündungen mit einer Verkehrsstärke von >25.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung solche mit Dreiecksinsel die höchsten Verunglücktendichten aufweisen (3,4 V/KP*a), wobei in diesem Bereich nur ein Fall betrachtet werden kann; Einmündungen mit KR-Signal (2,6 V/KP*a) erreichen gegenüber solchen mit Grünpfeil (1,2 V/KP*a), gesicherter Führung (1,4 V/KP*a) und bedingt verträglicher Führung (0,9 V/KP*a) die höchsten Verunglücktendichten.

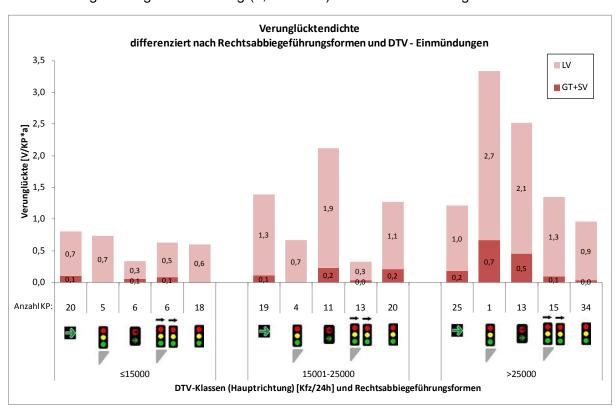


Abbildung 14: Verunglücktendichte von Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen differenziert nach DTV-Klassen der Hauptrichtung

Generell ist festzustellen, dass sich die Zahlen der unterschiedlichen Verkehrsstärkeklassen voneinander unterscheiden. Den Vergleich zwischen "alten" und "neuen" Bundesländern (über alle Verkehrsstärkeklassen) zeigt Anlage 16. Es ist festzustellen, dass in den "alten" Bundesländern Kreuzungen mit bedingt verträglicher Führung der Rechtsabbieger die höchsten Verunglücktendichten (2,8 V/KP*a) vorzuweisen haben. Weiterhin fällt auf, dass

- in den "alten" Bundesländern bei den Getöteten und Schwerverletzten die höchsten Zahlen an Kreuzungen mit KR-Signal festzustellen sind (0,8 (GT+SV)/KP*a),
- Kreuzungen mit Grünpfeil in den "alten" Bundesländern (2,4 V/KP*a) im Vergleich zur bedingt verträglichen Führung (2,8 V/KP*a) sowie dem KR-Signal (2,6 V/KP*a) geringere Verunglücktendichten vorzuweisen haben,
- in den "neuen" Bundesländern Kreuzungen mit gesicherter Führung (6,6 V/KP*a), KR-Signal (3,7 V/KP*a) und Dreiecksinsel (3,4 V/KP*a) die höchsten Verunglücktendichten haben,

- Kreuzungen mit Grünpfeil in den "neuen" Bundesländern (2,9 V/KP*a) höhere Verunglücktendichten im Vergleich zur bedingt verträglichen Führung (2,4 V/KP*a) aufweisen, dies betrifft sowohl die Getöteten und Schwerverletzten (0,4 (GT+SV)/KP*a zu 0,3 (GT+SV)/KP*a) als auch die Leichtverletzten (2,5 LV/KP*a zu 2,1 LV/KP*a) und
- Kreuzungen mit Grünpfeil in den "neuen" Bundesländern (2,9 V/KP*a) höhere Verunglücktendichten im Vergleich zu Kreuzungen mit Grünpfeil in den "alten" Bundesländern (2,4 V/KP*a) erreichen, dies betrifft sowohl die Werte infolge von Getöteten und Schwerverletzten (0,4 (GT+SV)/KP*a zu 0,3 (GT+SV)/KP*a) als auch die von Leichtverletzten (2,5 LV/KP*a zu 2,1 LV/KP*a).

Im Bereich der Einmündungen zeigt sich, dass in den "neuen" Bundesländern solche mit Grünpfeil die höchsten Verunglücktendichten (1,6 V/KP*a). Innerhalb der "alten" Bundesländer erreichen Einmündungen mit KR-Signal (2,1 V/KP*a) und Dreiecksinsel (1,6 V/KP*a) die höchsten Verunglücktendichten, während Einmündungen mit Grünpfeil (0,8 V/KP*a), gesicherter Führung (0,8 V/KP*a) und bedingt verträglicher Führung (0,7 V/KP*a) etwa auf einem Niveau liegen.

Unfalldichte

Abbildung 15 zeigt die Unfalldichte Knotenpunkten unterschiedlichen an mit Rechtsabbiegeführungsformen zusammengefasst über Untersuchungsstädte alle differenziert nach Kreuzungen und Einmündungen, wobei auffällt, dass sich die gleichen Tendenzen ergeben, wie im Bereich der Verunglücktendichte.

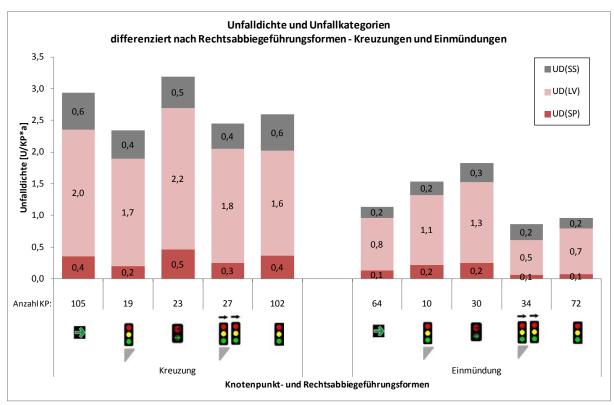


Abbildung 15: Unfalldichte und Unfallkategorien von Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen

So erreichen Kreuzungen mit KR-Signal die höchsten Unfalldichten (3,2 U(P,SS)/KP*a), wobei insbesondere die Unfalldichte der Unfälle mit schwerem Personenschaden (0,5 U(SP)/KP*a) gegenüber den anderen Rechtsabbiegeführungsformen deutlich erhöht ist.

Kreuzungen mit Grünpfeil (3 U(P,SS)/KP*a) erreichen im Vergleich zu Kreuzungen mit Dreiecksinsel (2,3 U(P,SS)/KP*a), gesicherter Führung (2,5 U(P,SS)/KP*a) und bedingt verträglicher Führung (2,6 U(P,SS)/KP*a) die höchsten Unfalldichten. Einmündungen mit Grünpfeil-Regelung (1,1 U(P,SS)/KP*a) weisen im Vergleich zur bedingt verträglichen (1 U(P,SS)/KP*a) und gesicherten Führung (0,8 U(P,SS)/KP*a) eine etwas höhere Unfalldichte auf; die höchsten Unfalldichten erreichen Einmündungen mit KR-Signal (1,8 U(P,SS)/KP*a) und Dreiecksinsel (1,5 U(P,SS)/KP*a).

Betrachtet man die Unfalldichten von Kreuzungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen differenziert nach DTV-Klassen der Hauptrichtung (siehe Abbildung 16), ergeben sich im Vergleich zur Verunglücktendichte ebenfalls ähnliche Zusammenhänge: Bei einer

- Verkehrsstärke von ≤15.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung erreichen Kreuzungen mit KR-Signal die höchsten Unfalldichten (2,7 U/KP*a). Kreuzungen mit Grünpfeil und Dreiecksinsel (jeweils 1,8 U/KP*a) haben im Vergleich zur gesicherten Führung (1 U/KP*a) sowie der bedingt verträglichen Führung (1,7 U/KP*a) die höheren Werte.
- Verkehrsstärke von 15.001 bis 25.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung erreichen solche mit Dreiecksinsel (3 U/KP*a) und KR-Signal (2,8 U/KP*a) die höchsten Unfalldichten. Kreuzungen mit Grünpfeil (2,6 U/KP*a) haben im Vergleich zur bedingt verträglichen (1,4 U/KP*a) und gesicherten Führung (2,4 U/KP*a) höhere Unfalldichten.
- Verkehrsstärke von >25.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung erreichen solche mit bedingt verträglicher Führung die höchsten Unfalldichten (4,7 U/KP*a). Kreuzungen mit Grünpfeil (4,4 U/KP*a) haben im Vergleich zur Dreiecksinsel (2,2 U/KP*a), dem KR-Signal (4,2 U/KP*a) sowie der gesicherten Führung (3,8 V/KP*a) höhere Unfalldichten.

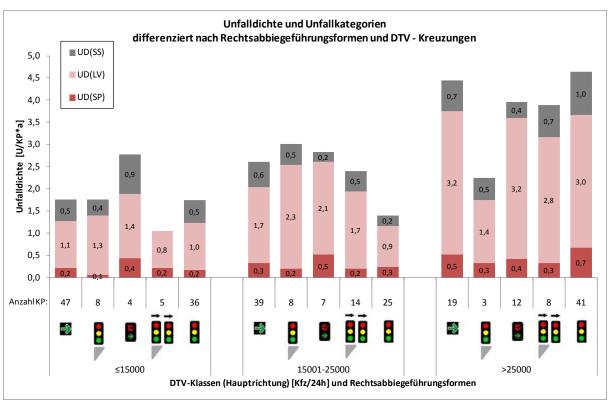


Abbildung 16: Unfalldichte und Unfallkategorien von Kreuzungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen differenziert nach DTV-Klassen der Hauptrichtung

Im Bereich von Einmündungen (siehe Abbildung 17)

- mit einer Verkehrsstärke von ≤15.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung erreichen solche mit Grünpfeil die höchsten Unfalldichten (0,8 U/KP*a).
- mit einer Verkehrsstärke von 15.001 bis 25.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung erreichen solche mit KR-Signal (2,3 U/KP*a) und Grünpfeil (1,4 U/KP*a) die höchsten Unfalldichten.
- mit einer Verkehrsstärke von >25.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung erreichen solche mit KR-Signal (2,9 U/KP*a) die höchsten Unfalldichten; Einmündungen mit Grünpfeil (1,4 U/KP*a) erreichen höhere Unfalldichten gegenüber solchen mit bedingt verträglicher Führung (0,8 U/KP*a).

Wie auch im Bereich der Verunglückten ist festzustellen, dass sich die Zahlen der unterschiedlichen Verkehrsstärkeklassen voneinander unterscheiden, wobei bei höheren Verkehrsstärken auch höhere Unfalldichten zu verzeichnen sind. Aufgrund dessen ist die Verkehrsstärke generell zu berücksichtigen.

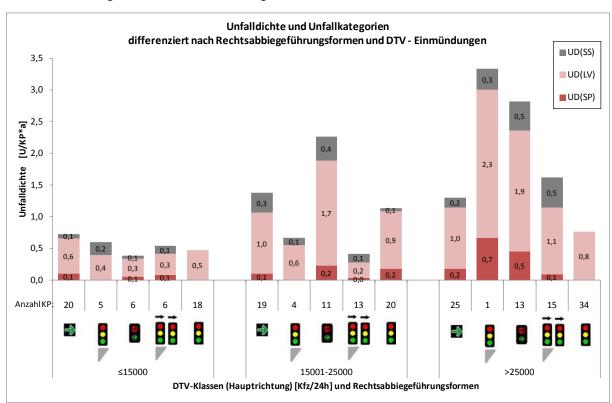


Abbildung 17: Unfalldichte und Unfallkategorien von Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen differenziert nach DTV-Klassen der Hauptrichtung

Die Unfalldichten der Unfälle mit leichtem Sachschaden der Untersuchungsstädte Berlin, Dresden und Köln zeigen ein anderes Bild (siehe Anlage 19). So weisen Kreuzungen und Einmündungen mit Grünpfeil-Regelung und bedingt verträglicher Führung die geringsten Werte auf. Kreuzungen mit gesicherter Führung sowie Einmündungen mit Dreiecksinsel (zwei Fälle) erreichen die höchsten Unfalldichten der Unfälle mit leichtem Sachschaden.

Vergleicht man die Knotenpunkte der "alten" und "neuen" Bundesländer (siehe Anlage 20), ergibt sich ein ähnliches Bild, wie bei Darstellung der Verunglückten.

Anteil der Unfälle mit schwerem Personenschaden an Unfällen mit Personenschaden

Als ein Maß für die Schwere der Unfälle mit Personenschaden werden die Anteile der Unfälle mit schwerem Personenschaden an Unfällen mit Personenschaden ausgewertet. Dabei ergeben sich für Kreuzungen mit KR-Signal (17 %) und bedingt verträglicher Führung (18 %) die höchsten Werte (siehe Abbildung 18). An Kreuzungen mit Grünpfeil ist bei etwa jedem sechsten Unfall mit Personenschaden (15 %) mindestens eine schwerverletzte Person zu beklagen. Im Bereich der Einmündungen ist dieser Anteil bei den Führungsformen Dreiecksinsel (17 %) und KR-Signal (16 %) am höchsten. Im Bereich von Einmündungen mit Grünpfeil (13 %) werden je Unfall mit Personenschaden mehr Personen schwer verletzt als bei Einmündungen mit gesicherter (11 %) und bedingt verträglicher Führung (10 %).

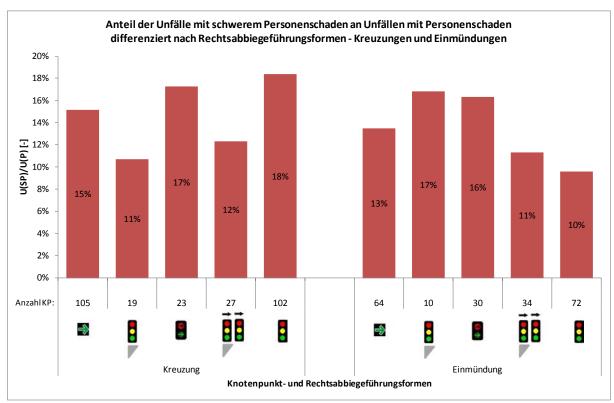


Abbildung 18: Anteil der Unfälle mit schwerem Personenschaden an Unfällen mit Personenschaden von Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen

Abbildung 19 zeigt den Anteil der Unfälle mit schwerem Personenschaden an Unfällen mit Personenschaden von Kreuzungen differenziert nach der Verkehrsstärke der Hauptrichtung, wobei festzustellen ist, dass

- bei Kreuzungen mit einer Verkehrsstärke von ≤15.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung solche mit KR-Signal (24 %) und gesicherter Führung (21 %) die höchsten Anteile vorzuweisen haben; Kreuzungen mit Grünpfeil (17 %) haben im Vergleich zur Dreiecksinsel (5 %) sowie der bedingt verträglichen Führung (15 %) höhere Anteile schwerer Personenschäden.
- bei Kreuzungen mit einer Verkehrsstärke von 15.001 bis 25.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung solche mit bedingt verträglicher Führung (21 %) und KR-Signal (20 %) die höchsten Anteile vorzuweisen haben; Kreuzungen mit Grünpfeil (16 %) haben im Vergleich zur Dreiecksinsel (8 %) und gesicherten Führung (11 %) höhere Anteile schwerer Personenschäden.

 bei Kreuzungen mit einer Verkehrsstärke von >25.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung solche mit bedingt verträglicher Führung und Dreiecksinsel (jeweils 19 %) die höchsten Anteile vorzuweisen haben; Kreuzungen mit Grünpfeil (14 %) haben im Vergleich zum KR-Signal (12 %) sowie der gesicherten Führung (11 %) höhere Anteile schwerer Personenschäden.

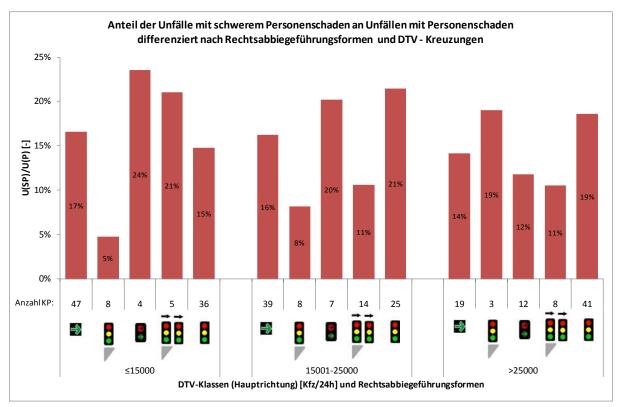


Abbildung 19: Anteil der Unfälle mit schwerem Personenschaden an Unfällen mit Personenschaden von Kreuzungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen differenziert nach DTV-Klassen der Hauptrichtung

Im Bereich der Einmündungen zeigt sich (siehe Abbildung 19), dass

- bei einer Verkehrsstärke von ≤15.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung solche mit gesicherter Führung (20 %) und KR-Signal (17 %) die höchsten Anteile aufweisen; Kreuzungen mit Grünpfeil (16 %) haben im Vergleich zur bedingt verträglichen Führung (2 %) und Dreiecksinsel (0 %) deutlich höhere Anteile schwerer Personenschäden.
- bei einer Verkehrsstärke von 15.001 bis 25.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung solche mit bedingt verträglicher Führung (17 %) und KR-Signal (12 %) die höchsten Anteile aufweisen; Einmündungen mit Grünpfeil (7 %) erreichen mit Ausnahme der Dreiecksinsel (0 %) den geringsten Anteil.
- bei einer Verkehrsstärke von >25.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung solche mit Dreiecksinsel (22 %; ein Fall) und KR-Signal (19 %) die höchsten Anteile aufweisen; Einmündungen mit Grünpfeil (16 %) haben im Vergleich zur gesicherten (8 %) und bedingt verträglichen Führung (5 %) deutlich höhere Anteile schwerer Personenschäden.

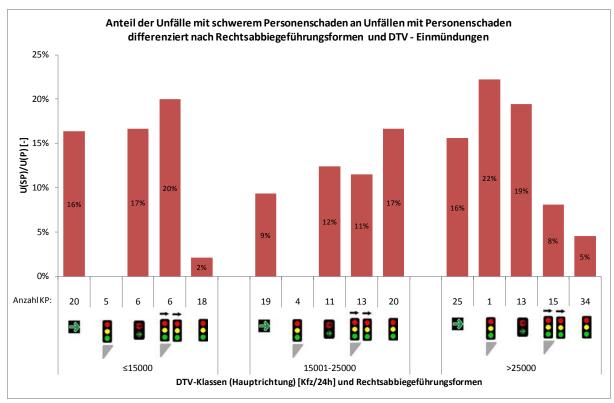


Abbildung 20: Anteil der Unfälle mit schwerem Personenschaden an Unfällen mit Personenschaden von Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen differenziert nach DTV-Klassen der Hauptrichtung

Darüber hinaus zeigt sich, dass an Kreuzungen der Anteil der Unfälle mit schwerem Personenschaden an Unfällen mit Personenschaden mit zunehmender Verkehrsstärke der Hauptrichtung, unabhängig von der Rechtsabbiegeführungsform, abnimmt. So ist an Kreuzungen

- mit einer Verkehrsstärke von ≤15.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung be durchschnittlich 16,4 %,
- mit einer Verkehrsstärke von 15.001 bis 25.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung bei durchschnittlich 15,2 %
- mit einer Verkehrsstärke von >25.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung bei durchschnittlich 15 %

der Unfälle mit Personenschaden mindestens eine schwerverletzte Person zu verzeichnen. Im Bereich der Einmündungen kann dieser Trend nur für die ersten beiden DTV-Klassen (durchschnittlich 11 % gegenüber 10 %) bestätigt werden.

Der Vergleich zwischen Kreuzungen der "alten" und "neuen" Bundesländern zeigt sowohl für die Städte Köln, Mannheim, Stuttgart als auch für die Städte Berlin und Dresden ein ähnliches Bild, wenn auch in Einzelfällen deutlich erhöht (siehe Anlage 21):

• Innerhalb der "alten" Bundesländer sind die höchsten Anteile der Unfälle mit schwerem Personenschaden an allen Personenschadenunfällen an Kreuzungen mit KR-Signal, welche in diesem Kollektiv nur mit zwei Knotenunkten vertreten sind, (33 %) sowie bei Kreuzungen mit Grünpfeil und bedingt verträglicher Führung (jeweils 19 %) festzustellen. An Kreuzungen mit Dreiecksinsel sind dies 16 % und mit gesicherter Führung 12 %.

- Innerhalb der "neuen" Bundesländer sind die höchsten Anteile an Kreuzungen mit Grünpfeil-Regelung, bedingt verträglicher Führung und KR-Signal (jeweils 15 %) festzustellen. Innerhalb Kreuzungen mit Dreiecksinsel und gesicherter Führung wurden bei 9 % bzw. 12 % der Unfälle mit Personenschaden Schwerverletzte registriert.
- Die erhöhten Anteile an Kreuzungen in den "alten" Bundesländern sind stark von Einzelfällen geprägt. Dennoch ist eine Tendenz zu höherer Unfallschwere mit durchschnittlich 20 % als in den "neuen" Bundesländern (13 %) nicht auszuschließen.

Bei den Einmündungen zeigt sich, dass in den "alten" Bundesländern solche mit Dreiecksinsel und KR-Signal (drei Fälle) die höchsten Anteile erreichen (jeweils 17 %) – Einmündungen mit Grünpfeil (14 %) weisen gegenüber solchen mit gesicherter (12 %) und bedingt verträglicher Führung (5 %) die höchsten Anteile auf. In den "neuen" Bundesländern erreichen Einmündungen mit KR-Signal (15 %) und Grünpfeil (13 %) die höchsten Anteile.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass unabhängig von der Rechtsabbiegeführungsform Kreuzungen und Einmündungen der "alten" Bundesländer (bei Betrachtung der Formen mit nennenswerten Fallzahlen) geringere Verunglückten- und Unfalldichten sowie eine Tendenz zu höherer Unfallschwere im Vergleich zu den Kreuzungen der "neuen" Bundesländer aufweisen. Diese Strukturabweichungen sind darauf zurückzuführen, dass die Anzahl der Knotenpunkte im Untersuchungs- und Vergleichskollektiv der "alten" Bundesländer insbesondere in den höheren Verkehrsstärkebereichen (15001 bis 25.000 und >25.000 Kfz/24h) sehr gering sind (vgl. Anlage 22). Damit sind höher belastete Knotenpunkte im Kollektiv der "alten" Bundesländer im Vergleich zum Kollektiv der "neuen" Bundesländer unterrepräsentiert, womit gesicherte Aussagen zu Strukturunterschieden zwischen "alten" und "neuen" Bundesländern hinsichtlich unterschiedlicher Rechtsabbiegeführungsformen nicht möglich sind. Eine weitere Betrachtung dieses Vergleiches wird damit nicht als sinnvoll erachtet.

Unfallkosten der Unfälle mit Personenschaden (Anpassung Unfallkostensätze)

Für die Verwendung der Kenngröße Unfallkostendichte wird das Unfallgeschehen bezogen auf die Anzahl der Knotenpunkte hinsichtlich Unfallzahl und -schwere zusammengefasst, indem eine Bewertung mit Kostensätzen erfolgt. Da die vorangegangen Auswertungen Unterschiede in der Verunglücktenstruktur und damit der Unfallschwere für Knotenpunkte mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen aufzeigen konnten, werden die Unfallkostensätze für Unfälle mit schwerem und leichtem Personenschaden differenziert nach der Rechtsabbiegeführungsform auf Basis der Kostensätze des Jahres 2010 [LERNER ET AL. 2012] angepasst.

Kreuzungen und Einmündungen werden hierbei zusammengefasst, da die Anzahl der Personenschaden 18) für Unfälle mit (vgl. Tabelle die Mehrzahl der Rechtsabbiegeführungsformen zu gering ist, um eine Anpassung differenziert nach der Knotenpunktform vorzunehmen. Auch eine nach der Verkehrsstärke differenzierte Auswertung ist nicht angebracht. Nach [FGSV 1997] werden die Anforderungen an die Kollektivgrößen bei innerörtlichen Verkehrsstraßen durch eine Mindestanzahl von 300 Unfällen mit Personenschaden beschrieben. Da die Unterschiede in der Unfallschwere aber für die Aussagen zur Sicherheit der Rechtsabbiegeführungsformen von Bedeutung sind, wird die Anpassung auch bei in einzelnen Fällen kleineren Kollektiven durchgeführt.

Abbildung 21 zeigt die angepassten Kostensätze für Unfälle mit schwerem Personenschaden, wobei festzustellen ist, dass

- Knotenpunkte mit KR-Signal sowie gesicherter Führung die höchste Unfallschwere aller Rechtsabbiegeformen, das heißt, die größten Zahlen von Verunglückten bei Unfällen mit schwerem Personenschaden und
- Knotenpunkte mit Grünpfeil-Regelung und Knotenpunkte mit Dreiecksinsel eine vergleichsweise geringe Unfallschwere gegenüber Knotenpunkten mit bedingt verträglicher Führung

bei den Unfällen mit schwerem Personenschaden haben.

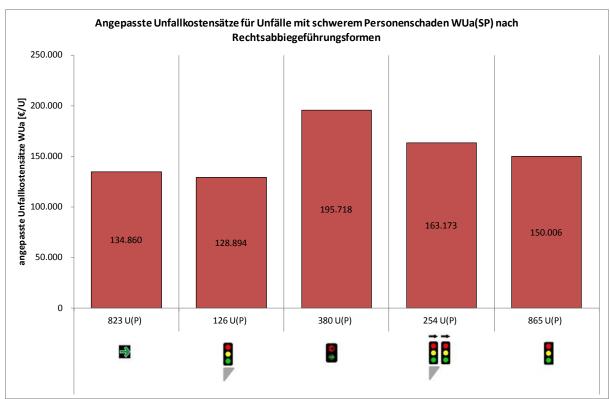


Abbildung 21: Angepasste Unfallkostensätze für Unfälle mit schwerem Personenschaden WUa(SP) nach Rechtsabbiegeführungsformen

Die angepassten Unfallkostensätze für Unfälle mit leichtem Personenschaden lassen dagegen keine auffälligen Unterschiede erkennen (siehe Anlage 23).

Eine Anpassung der Unfallkostensätze für alle Unfälle mit Personenschaden (siehe Anlage 24) zeigt Tendenzen, die bereits im Rahmen der Auswertung zu den Unfalldichten differenziert nach den Unfallkategorien (vgl. Abbildung 15) und den Anteilen der Unfälle mit schwerem Personenschaden an allen Unfällen mit Personenschaden (vgl. Abbildung 18) festzustellen waren:

- Knotenpunkte mit KR-Signal weisen mit ca. 40.000 €/U(P) die höchste Unfallschwere auf.
- Knotenpunkte mit Grünpfeil-Regelung sowie solche mit bedingt verträglicher Führung weisen mit ca. 36.000 €/(U(P)) gegenüber Knotenpunkten mit gesicherter Führung (ca. 33.000€/(U(P)) oder Dreiecksinsel (ca. 29.000€/(U(P)) die höchste Unfallschwere auf.

Dieses Ergebnis wird durch die Anzahl der Verletzten bei Unfällen mit Personenschaden sowie dem Anteil der Schwerverletzten an allen Verletzten bestimmt.

Generell zeigt sich, dass der geforderte Kollektivumfang von 300 Unfällen mit Personenschaden hinsichtlich der Knotenpunkte mit den Rechtsabbiegeführungsformen Dreiecksinsel und gesicherte Führung nicht erreicht wird. Da eine Zusammenfassung dieser Rechtsabbiegeführungsformen aufgrund der unterschiedlichen Anzahl der Konfliktpunkte und vor allem der deutlichen Unterschiede in der Schwerestruktur nicht sinnvoll erscheint, eine Berücksichtigung der festgestellten Schwereunterschiede im konkreten Fall dennoch als notwendig erachtet wird, werden im weiteren die Unfallkostendichten auf Basis der angepassten Unfallkostensätze differenziert nach schwerem und leichtem Personenschaden sowie nach Rechtsabbiegeführungsform berechnet.

4.2.2 Knotenpunkte mit Grünpfeil und Anzahl der Zufahrten mit Grünpfeil

Um die Auswirkungen der Grünpfeil-Regelung auf die Verkehrssicherheit noch zutreffender beschreiben zu können, wird das Unfallgeschehen an Knotenpunkten mit Grünpfeil-Regelung differenziert nach der Anzahl der Grünpfeile ausgewertet. Abbildung 22 zeigt die Unfallkostendichten der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden von Knotenpunkten mit unterschiedlicher Anzahl an Grünpfeilen ohne differenzierte Darstellung der DTV-Klassen der Hauptrichtung. Es ist festzustellen, dass sowohl bei Kreuzungen als auch bei Einmündungen die Unfallkostendichte insgesamt bei zwei Zufahrten mit Grünpfeil höher ist als bei einem Grünpfeil. Dies liegt an der Zunahme bei den schweren Personenschäden. Werden in drei oder mehr Zufahrten Grünpfeile angebracht, geht die Unfallkostendichte insgesamt – bei allerdings kleinen Fallzahlen – wieder zurück, bei nahezu unveränderten Beiträgen durch schweren Personenschaden.

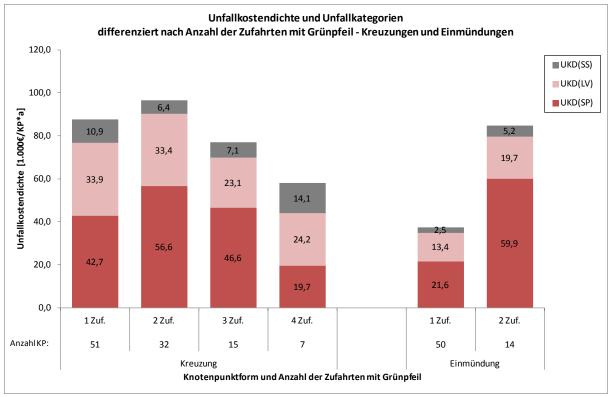


Abbildung 22: Unfallkostendichte und Unfallkategorien von Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlicher Anzahl an Grünpfeilen

Eine Auswertung der Unfallkostendichten von Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlicher Anzahl an Grünpfeilen differenziert nach DTV-Klassen der Hauptrichtung (siehe Anlage 25) lässt wiederum nur im Bereich der Einmündungen einen Zusammenhang erkennen. Allerdings sind die Fallzahlen der Einmündungen mit Grünpfeilen in zwei Zufahrten gering.

Die Unfallkostendichten einschließlich der Unfälle mit schwerwiegendem und leichtem Sachschaden anhand der Städte Berlin, Dresden und Köln (siehe Anlage 26) lässt im Bereich der Kreuzungen auch keinen Zusammenhang zwischen Anzahl der Grünpfeile sowie Unfallanzahl- und schwere erkennen. Bei den Einmündungen werden bereits festgestellte Tendenzen bestätigt.

Da kein genereller Zusammenhang zwischen zunehmender Anzahl der Grünpfeile an einem Knotenpunkt sowie Unfallanzahl und -schwere festzustellen ist, wird diese Aspekt in den folgenden Auswertungen nicht weiter betrachtet.

4.2.3 Knotenpunkte mit Grünpfeil und Verstöße gegen Ausschluss- und Abwägungskriterien

Nach VwV-StVO und [RILSA 1992] wurden Ausschluss- bzw. Abwägungskriterien für den Einsatz des Grünpfeils definiert (vgl. Kapitel 2.1.1), deren Akzeptanz sowohl auf Basis der Befragungen (vgl. Kapitel 3.2.3 bzw. 3.2.5) als auch durch eine Überprüfung der tatsächlichen Situation (vgl. Kapitel 3.2.2 bzw. 3.2.4) analysiert wurde. Die folgenden Auswertungen sollen zeigen, inwiefern sich Verstöße gegen diese Kriterien auf die Verkehrssicherheit auswirken. Abbildung 23 stellt die Unfallkostendichten der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden von Kreuzungen und Einmündungen mit Grünpfeilen differenziert nach Verstößen gegen die Ausschluss- und Abwägungskriterien dar. Unterschieden wird hierbei zwischen Knotenpunkten, an denen gegen mindestens ein Einsatzkriterium nach VwV-StVO oder [RILSA 1992] verstoßen wurde sowie Knotenpunkte, an denen keine solchen Verstöße registriert wurden (vgl. Kapitel 3.2.2 bzw. 3.2.4). Es zeigt sich, dass

- Kreuzungen, an denen gegen kein Einsatzkriterium verstoßen wurde, die günstigste Unfallbilanz hinsichtlich der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden vorzuweisen haben.
- Kreuzungen, die gegen mindestens ein Einsatzkriterium nach [RILSA 1992] und nach VwV-StVO verstoßen, die ungünstigste Unfallbilanz hinsichtlich der Unfälle mit Personenschaden vorzuweisen haben, wobei dies lediglich 2 Knotenpunkte im Untersuchungskollektiv betrifft.
- Kreuzungen, die gegen mindestens ein Abwägungskriterium nach [RILSA 1992] verstoßen, mehr als doppelt so hohe Unfallkostendichten der Unfälle mit Personenschaden aufweisen im Vergleich zu Kreuzungen die gegen kein Ausschluss- und Abwägungskriterium verstoßen.
- Einmündungen, die gegen mindestens ein Einsatzkriterium nach [RILSA 1992] verstoßen, höhere Unfallkostendichten der Unfälle mit schwerem Personenschaden und Leichtverletzten erreichen als solche, die gegen kein Einsatzkriterium verstoßen.
- andere Fälle von Verstößen gegen Einsatzkriterien an Einmündungen, zu selten für eine Auswertung vorkommen.

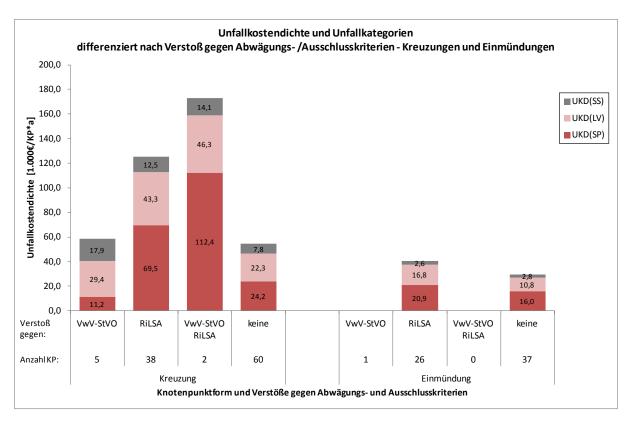


Abbildung 23: Unfallkostendichte und Unfallkategorien von Kreuzungen mit Grünpfeil und Verstößen gegen Ausschluss- und Abwägungskriterien

Aufgrund der geringen Anzahl insbesondere von Kreuzungen, die gegen mindestens ein Ausschlusskriterium nach VwV-StVO sowie gegen mindestens ein Ausschlusskriterium nach VwV-StVO und ein Abwägungskriterium nach RiLSA verstoßen, wird eine Auswertung mit zusätzlicher Differenzierung nach DTV-Klassen der Hauptrichtung nicht als sinnvoll erachtet.

Betrachtet man die Unfallkostendichten einschließlich der Unfälle mit Sachschaden (leichter und schwerwiegender Sachschaden) der Städte Berlin, Dresden und Köln (siehe Anlage 27), werden bereits festgestellte Zusammenhänge bestätigt.

Um die Ergebnisse einzuordnen, zeigt Abbildung 24 – in Anlehnung an die Auswertung zur Überprüfung der Einsatzkriterien (vgl. Kapitel 3.2.2 und 3.2.4) – die Anzahl der Zufahrten im Untersuchungskollektiv (vgl. Kapitel 4.1) mit Verstößen gegen Einsatzkriterien nach VwV-StVO und [RILSA 1992].

Es zeigt sich, dass hinsichtlich der Ausschlusskriterien nach VwV-StVO am häufigsten gegen die Kriterien

- "Radverkehr in beide Richtungen" ("Rf_li_re") und
- "Unzureichende Sicht auf Fußgänger- und Fahrzeugverkehr" ("Sicht_Fg")

sowie hinsichtlich der Abwägungskriterien nach [RILSA 1992] am häufigsten gegen die Kriterien

- "Viele Fahrstreifen und Fahrbeziehungen" ("FSt"), welches nach [RiLSA 1992] allerdings nicht näher definiert bzw. quantifiziert wird, weshalb bei der Überprüfung eigene Definitionen galten (vgl. Kapitel 3.2.4) und
- "Abgesetzte Radfahrfurten" ("Rf Furt")

verstoßen wurde.

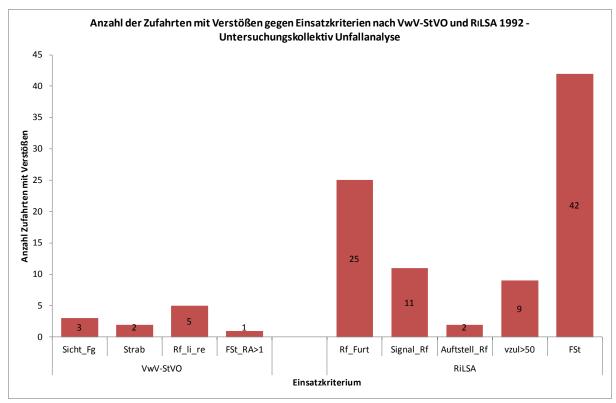


Abbildung 24: Anzahl der Zufahrten mit Verstößen gegen die Einsatzkriterien nach VwV-StVO und [RıLSA 1992] im Untersuchungskollektiv

Es wurde somit (auch im Untersuchungskollektiv) am häufigsten gegen Einsatzkriterien verstoßen, die dem Schutz des nichtmotorisierten Verkehrs dienen, wodurch die höheren Anteile Unfallkostendichten der Unfälle mit Personenschaden an Kreuzungen und Einmündungen mit Verstößen gegen Einsatzkriterien im Vergleich zu Kreuzungen ohne Verstöße gegen Einsatzkriterien erklärt werden könnten.

4.2.4 Knotenpunkte mit Grünpfeil und Anzahl der Rechtsabbiegefahrstreifen

Die Dokumentation des bisherigen Erkenntnisstandes hinsichtlich des Verkehrsablaufs (vgl. Kapitel 2.3) hat gezeigt, dass eine Erhöhung der Verkehrsqualität des Verkehrsablaufs lediglich dann deutlich ist, wenn für den entsprechenden Rechtsabbiegestrom ein eigener Fahrstreifen zur Verfügung steht. Inwiefern sich das Vorhandensein Rechtsabbiegefahrstreifens innerhalb einer Zufahrt mit Grünpfeil-Regelung auf Unfallanzahl und -schwere auswirkt soll die folgende Auswertung zeigen. Abbildung 25 zeigt die Unfallkostendichten von Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlicher Anzahl von Rechtsabbiegefahrstreifen je Grünpfeil. Dabei umfasst die mittlere Kategorie ("Fst_RA/Anz. Z 720 = >0, <1") Knotenpunkte, an denen in mehr als einer Zufahrt ein Grünpfeil angebracht ist, aber nicht in jeder dieser entsprechenden Zufahrten ein Rechtsabbiegefahrstreifen zur Verfügung steht. Es ist festzustellen, dass

 innerhalb von Kreuzungen oder Einmündungen (die mittlere Kategorie ">0, <1" ist aufgrund der geringen Fallanzahl nicht zu bewerten) die Unfallkostendichten mit zunehmender Anzahl der Rechtsabbiegefahrstreifen je Grünpfeil steigen, wobei dies im Bereich der Einmündungen auf eine Zunahme der Unfälle mit Personenschaden zurückzuführen ist,.

- innerhalb von Kreuzungen die Unfallkostendichte der Unfälle mit schwerem Personenschaden (UKD(SP)) an Kreuzungen ohne Rechtsabbiegefahrstreifen am geringsten ist (41.900 €/KP*a). Kreuzungen mit durchschnittlich einem Rechtsabbiegefahrstreifen je Grünpfeil (56.200 €/KP*a) weisen im Vergleich zu Kreuzungen, an denen nicht in jeder der Zufahrten ein Rechtsabbiegefahrstreifen zur Verfügung steht, mindestens aber in einer Zufahrt (62.400 €/KP*a), eine geringere Unfalldichte der Unfälle mit schwerem Personenschaden auf.
- Kreuzungen mit durchschnittlich einem Rechtsabbiegefahrstreifen je Grünpfeil erreichen deutlich höhere Unfallkostendichten der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden (101.700 und 14.500 €/KP*a) im Vergleich zu Kreuzungen ohne Rechtsabbiegefahrstreifen (72.900 und 9.300 €/KP*a).

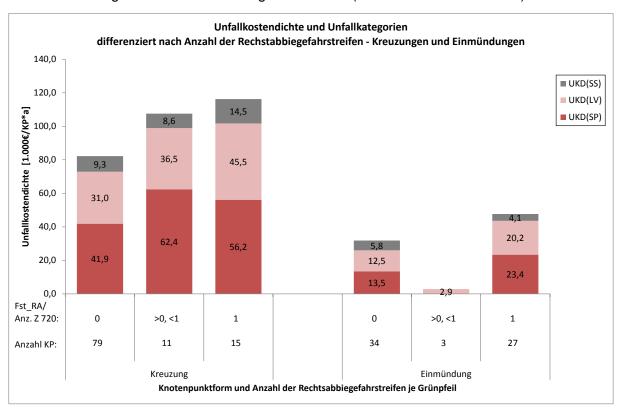


Abbildung 25: Unfallkostendichte und Unfallkategorien von Kreuzungen mit Grünpfeil und unterschiedlicher Anzahl von Rechtsabbiegefahrstreifen

Betrachtet man die Unfallkostendichten von Kreuzungen mit unterschiedlicher Anzahl von Rechtsabbiegefahrstreifen je Grünpfeil differenziert nach DTV-Klassen der Hauptrichtung (siehe Abbildung 26) so sind keine neuen Erkenntnisse abzuleiten. Vielmehr können die bereits aufgezeigten Tendenzen weitgehend bestätigt werden.

Die analog für Einmündungen durchgeführte Auswertung (siehe Abbildung 27) bestätigt über alle DTV-Klassen den bereits festgestellten Zusammenhang, dass die Unfallkostendichte der Unfälle mit Personenschaden deutlich höher ist, sofern ein Rechtsabbiegefahrstreifen je Grünpfeil vorhanden ist, im Vergleich zum Vorhandensein von Mischfahrstreifen. Abweichend zu den Ergebnissen im Bereich der Kreuzungen nehmen an Einmündungen die Unfallkostendichten generell mit zunehmender Verkehrsstärke ab.

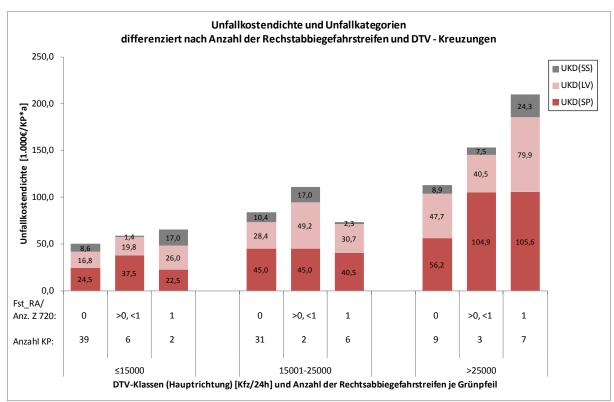


Abbildung 26: Unfallkostendichte und Unfallkategorien von Kreuzungen mit Grünpfeil und unterschiedlicher Anzahl von Rechtsabbiegefahrstreifen differenziert nach DTV-Klassen der Hauptrichtung

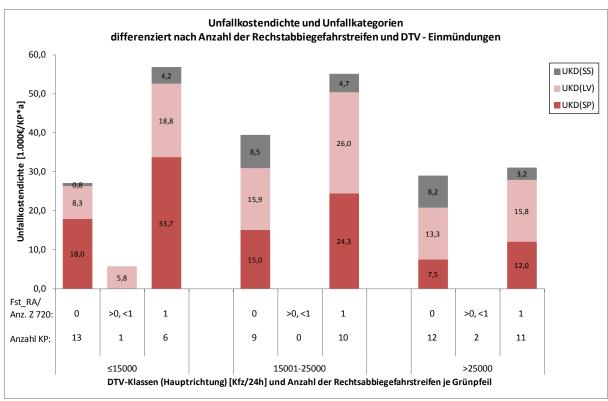


Abbildung 27: Unfallkostendichte und Unfallkategorien von Einmündungen mit Grünpfeil und unterschiedlicher Anzahl von Rechtsabbiegefahrstreifen differenziert nach DTV-Klassen der Hauptrichtung

Die Betrachtung der Unfallkostendichten einschließlich der der Unfälle mit leichtem und schwerwiegendem Sachschaden von Kreuzungen und Einmündungen der Städte Berlin, Dresden und Köln (siehe Anlage 28) bestätigt den festgestellten Zusammenhang.

Da insbesondere die Anzahl der Kreuzungen und Einmündungen, an denen nicht in jeder der entsprechenden Zufahrten ein Rechtsabbiegefahrstreifen zur Verfügung steht, mindestens aber in einer Zufahrt sowie Kreuzungen mit durchschnittlich einem Rechtsabbiegefahrstreifen je Grünpfeil gering ist, wird für die folgenden Auswertungen zu Knotenpunkten mit Grünpfeil und Anzahl der Rechtsabbiegefahrstreifen auf eine nach DTV-Klassen differenzierte Darstellung verzichtet.

4.2.5 Zusammenfassung Unfallanzahl- und schwere

Kreuzungen und Einmündungen mit Grünpfeil erreichen mit Ausnahme solcher mit KR-Signal die höchsten **Verunglückten- und Unfalldichten** der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden. Im Einzelnen zeigt sich, dass

- bei einer Verkehrsstärke von ≤15.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung Kreuzungen mit Grünpfeil im Vergleich zur gesicherten Führung sowie der bedingt verträglichen Führung höhere Werte und Einmündungen mit Grünpfeil über alle Führungsformen die höchsten Werte aufweisen.
- bei einer Verkehrsstärke von 15.001 bis 25.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung Kreuzungen mit Grünpfeil im Vergleich zur bedingt verträglichen Führung deutlich höhere Werte und Einmündungen mit Grünpfeil sowie solche mit KR-Signal die höchsten Werte aufweisen.
- bei einer Verkehrsstärke von >25.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung Kreuzungen mit Grünpfeil und bedingt verträglicher Führung im Vergleich zur Dreiecksinsel, dem KR-Signal sowie der gesicherten Führung die höchsten Werte und Einmündungen mit Grünpfeil im Vergleich zur bedingt verträglichen höhere Werte aufweisen.

Die Unfallschwere ausgedrückt durch den Anteil der Unfälle mit schwerem Personenschaden an Unfällen mit Personenschaden ergab an Kreuzungen mit bedingt verträglicher Führung, KR-Signal und Grünpfeil die höchsten Anteile. Im Bereich der Einmündungen weisen solche mit Grünpfeil einen höheren Anteil nur im Vergleich zur bedingt verträglichen Führung auf. Dies bestätigt sich auch bei Verkehrsstärken in der Hauptrichtung von ≤15.000 Kfz/24h und >25.000 Kfz/24h. Darüber hinaus zeigt eine nach DTV-Klassen differenzierte Auswertung, dass der Anteil der Unfälle mit schwerem Personenschaden an Unfällen mit Personenschaden bei

- Kreuzungen mit Grünpfeil und einer Verkehrsstärke von ≤15.000 Kfz/24h als auch 15.001 bis 25.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung im Vergleich zur Dreiecksinsel sowie der bedingt verträglichen Führung höher ist.
- Kreuzungen mit Grünpfeil und einer Verkehrsstärke von >25.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung im Vergleich zum KR-Signal sowie der gesicherten Führung höher und im Vergleich zur bedingt verträglicher Führung und Dreiecksinsel niedriger ist.

Als weiteres Maß für die Unfallschwere zeigt die Anpassung der **Unfallkostensätze** differenziert nach Rechtsabbiegeführungsform, dass

- für alle Unfälle mit Personenschaden Knotenpunkte mit Grünpfeil-Regelung gegenüber Knotenpunkte mit bedingt verträglicher Führung, gesicherter Führung sowie Dreiecksinsel leicht erhöhte Werte aufweisen
- für Unfälle mit schwerem Personenschaden Knotenpunkte mit Grünpfeil-Regelung gegenüber Knotenpunkten mit KR-Signal, gesicherter Führung und bedingt verträglicher Führung niedrigere Werte aufweisen.
- der anzustrebende Kollektivumfang von 300 Unfällen mit Personenschaden in der Gruppe der Knotenpunkte mit den Rechtsabbiegeführungsformen Dreiecksinsel und gesicherte Führung nicht erreicht wird, eine Anpassung der Kostensätze trotzdem als notwendig erachtet wird um die festgestellten Schwereunterschiede zu berücksichtigen.

Eine gesonderte Auswertung der Kreuzungen mit Grünpfeil-Regelung zeigt, dass

- kein genereller Zusammenhang zwischen Anzahl der Grünpfeile an einem Knotenpunkt sowie Unfallanzahl und -schwere festzustellen ist.
- Kreuzungen, die gegen mindestens ein Einsatzkriterium nach [RiLSA 1992] und nach VwV-StVO verstoßen, die ungünstigste Unfallbilanz über alle dargestellten Unfallkategorien vorzuweisen haben und Kreuzungen, die gegen mindestens ein Abwägungskriterium nach [RiLSA 1992] verstoßen, mehr als doppelt so hohe Unfallkostendichten der Unfälle mit Personenschaden im Vergleich zu Kreuzungen, die gegen kein Ausschluss- und Abwägungskriterium verstoßen, aufweisen.
- Einmündungen, die gegen mindestens ein Abwägungskriterium nach [RILSA 1992] verstoßen, höhere Unfallkostendichten aufweisen als regelkonforme Einsatzfälle.
- Kreuzungen mit durchschnittlich einem Rechtsabbiegefahrstreifen je Grünpfeil am Knotenpunkt deutlich höhere Unfallkostendichten im Vergleich zu Kreuzungen ohne Rechtsabbiegefahrstreifen aufweisen – innerhalb der untersuchten Eimündungen konnte diese Erkenntnis anhand der Unfälle mit Personenschaden bestätigt werden.

Hinsichtlich der gesonderten Auswertungen zu Knotenpunkten mit Grünpfeil erscheint daher eine weitere Betrachtung differenziert nach Anzahl der Grünpfeile je Knotenpunkt nicht sinnvoll.

Generell ist festzustellen. dass sich die Ergebnisse der unterschiedlichen Verkehrsstärkeklassen deutlich voneinander unterscheiden, wobei bei höheren Verkehrsstärken innerhalb der Knotenpunkte (Querschnitts-DTV in der Hauptrichtung) auch höhere Verunglückten- und Unfalldichten der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden zu verzeichnen sind - Ausnahme stellt hier die Auswertung der Einmündungen differenziert nach der Anzahl der Rechtsabbiegefahrstreifen dar. Die Unfallschwere nimmt hingegen mit Zunahme der Verkehrsstärke in der Hauptrichtung ab.

Der Vergleich zwischen "alten" und "neuen" Bundesländern zeigt, dass vorhandene Strukturunterschiede unabhängig von der Rechtsabbiegeführungsform darauf zurückzuführen sind, dass höher belastete Knotenpunkte im Kollektiv der "alten" Bundesländer deutlich unterrepräsentiert sind, womit gesicherte Aussagen zu nicht möglich sind. Deshalb wird dieser Aspekt nicht weiter verfolgt.

4.3 Unfalltypen

4.3.1 Knotenpunkte mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen

Abbildung 28 zeigt die Unfallkostendichten der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden (UKD(P,SS)) als Anteilswerte von Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen differenziert nach Unfalltypen. Die Unfalltypen Fahrunfall (F), Unfall durch ruhenden Verkehr (RV) sowie Sonstiger Unfall (SO) wurden aufgrund geringer Zahlen der Übersicht halber zusammengefasst. Eine Definition der einzelnen Unfalltypen zeigt Anlage 29. Es ist festzustellen, dass Kreuzungen

- mit Grünpfeil-Regelung, bedingt verträglicher Führung (jeweils 46 %) und KR-Signal (59 %) die höchsten Anteile hinsichtlich der Abbiege-Unfälle (AB),
- mit Grünpfeil-Regelung (28 %) und gesicherter Führung (29 %) die höchsten Anteile hinsichtlich der Einbiegen/Kreuzen-Unfälle (EK),
- mit KR-Signal (15 %) und gesicherter Führung (13 %) die höchsten Anteile hinsichtlich der Überschreiten-Unfälle (ÜS) sowie
- mit Dreiecksinsel (28 %) die höchsten Anteile hinsichtlich der Unfälle im Längsverkehr (LV)

aufweisen.

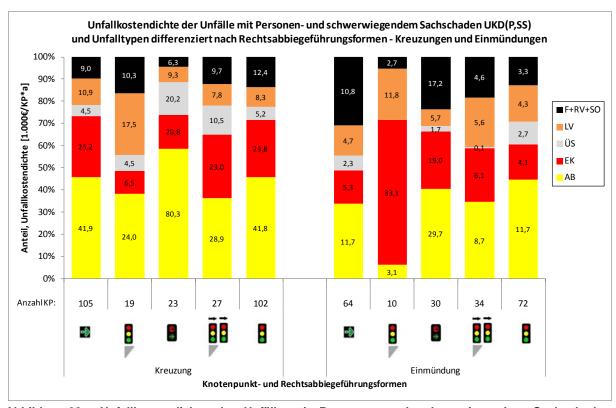


Abbildung 28: Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden (UKD(P,SS)) und Unfalltypen von Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen

Einmündungen mit Grünpfeil-Regelung erreichen die höchsten Anteile hinsichtlich der zusammengefassten Unfalltypen Fahrunfall (F), Unfall durch ruhenden Verkehr (RV) und Sonstiger Unfall (SO) (31 %), wobei sich diese Anteile hauptsächlich und etwa zu gleichen Teilen aus Fahrunfällen (F) und Sonstigen Unfällen (SO) zusammensetzt. Die höchsten Anteile bei den Einbiegen-Kreuzen-Unfälle (EK) und Unfällen im Längsverkehr (LV)

erreichen Einmündungen mit Dreiecksinsel (65 % und 23 %), während die höchsten Anteile an Abbiege-Unfällen (AB) Einmündungen mit bedingt verträglicher Führung (45 %) aufweisen.

Insgesamt zeigt der Vergleich der Grünpfeil-Anwendung an Knotenpunkten eine sehr ähnliche Charakteristik der Unfalltypen wie die bedingt verträgliche Signalisierung. Unterschiede ergeben sich hauptsächlich aus dem Beitrag der "Sonstigen Unfälle" Typ 7. Kreuzungen sind aber mit Einmündungen in der Typenstruktur nicht vergleichbar.

Betrachtet man Kreuzungen differenziert nach DTV-Klassen (siehe Abbildung 29), zeigt sich hinsichtlich einer Verkehrsstärke von ≤15.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung folgendes:

- Kreuzungen mit Grünpfeil (42 %; 22.600 €/KP*a) weisen im Vergleich zur bedingt verträglichen Führung (33 %; 17.800 €/KP*a), zur Dreiecksinsel (35 %; 13.100 €/KP*a) und der gesicherten Führung (24 %; 12.000 €/KP*a) deutlich höhere Anteile und auch Werte hinsichtlich der Abbiege-Unfälle (AB) auf die höchsten Unfallkostendichten erreichen sowohl anteils- als auch wertemäßig Kreuzungen mit KR-Signal (61 %; 75.800 €/KP*a)
- Die höchsten Anteile und Werte hinsichtlich der Einbiegen/Kreuzen-Unfälle (EK) werden durch Kreuzungen mit bedingt verträglicher Führung (42 %; 22.600 €/KP*a) und Grünpfeil (26 %; 13.900 €/KP*a) erreicht.
- auffällig hohe Anteile und Werte hinsichtlich der Überschreiten-Unfälle (ÜS) werden durch Kreuzungen mit gesicherter Führung (45 %; 23.000 €/KP*a) und hinsichtlich der Unfälle im Längsverkehr (LV) durch Kreuzungen mit Dreiecksinsel (29 %; 11.000 €/KP*a) erreicht.

Die Betrachtung von Kreuzungen mit einer Verkehrsstärkeklasse von 15.001 bis 25.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung zeigt, dass

- Kreuzungen mit Grünpfeil (58 %; 47.300 €/KP*a) im Vergleich zur bedingt verträglichen Führung (55 %; 31.400 €/KP*a), zur Dreiecksinsel (27 %; 20.000 €/KP*a) und der gesicherten Führung (23 %; 16.500 €/KP*a) deutlich höhere Anteile und auch Werte hinsichtlich der Abbiege-Unfälle (AB) aufweisen die höchsten Unfallkostendichten erreichen sowohl anteils- als auch wertemäßig Kreuzungen mit KR-Signal (73 %; 104.600 €/KP*a).
- die höchsten Anteile hinsichtlich der Einbiegen/Kreuzen-Unfälle (EK) Kreuzungen mit gesicherter (45 %) und bedingt verträglicher Führung (24 %) aufweisen – Kreuzungen mit Grünpfeil (18 %; 14.500 €/KP*a) weisen aber im Vergleich zu solchen mit bedingt verträglicher Führung (13.400 €/KP*a) höhere Werte hinsichtlich dieses Unfalltyps auf.
- auffällig hohe Anteile und Werte hinsichtlich der Überschreiten-Unfälle (ÜS) und der Unfälle im Längsverkehr (LV) werden durch Kreuzungen mit Dreiecksinsel (jeweils 18 bzw. 16 %; 13.600 bzw. 11.600 €/KP*a) erreicht.

Bei den hochbelasteten Kreuzungen (>25.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung) fällt folgendes auf:

• Kreuzungen mit Grünpfeil weisen hinsichtlich der Abbiege-Unfälle (AB) die geringsten Anteile auf (40 %; 55.800 €/KP*a) – die Höchsten erreichen Kreuzungen mit Dreiecksinsel (51 %; 38.900 €/KP*a) und solche mit gesicherter Führung (50 %; 58.300 €/KP*a).

- Kreuzungen mit Grünpfeil (34 %; 47.300 €/KP*a) weisen im Vergleich zu den anderen Rechtsabbiegeführungsformen die höchsten Anteile und Werte hinsichtlich der Einbiegen/Kreuzen-Unfälle (EK) auf.
- Auffällig hohe Anteile und Werte hinsichtlich der Überschreiten-Unfälle (ÜS) werden durch Kreuzungen mit KR-Signal (25 %; 36.300 €/KP*a) und hinsichtlich der Unfälle im Längsverkehr (LV) durch Kreuzungen mit Dreiecksinsel (jeweils 39 %; 30.000 €/KP*a) erreicht.

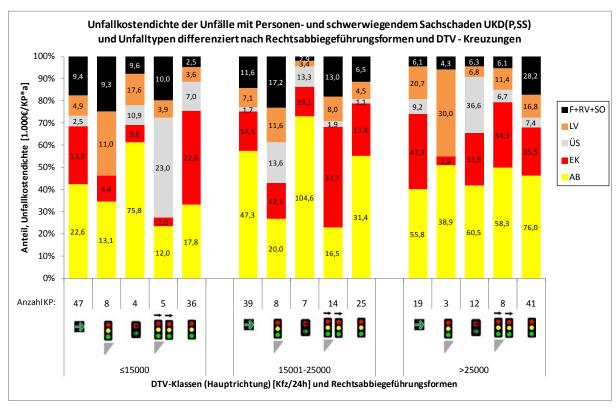


Abbildung 29: Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden (UKD(P,SS)) und Unfalltypen von Kreuzungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen differenziert nach DTV-Klassen der Hauptrichtung

Die nach DTV-Klassen differenzierte Darstellung für Einmündungen (siehe Abbildung 30) zeigt, dass bei einer Verkehrsstärke von <15.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung solche

- mit gesicherter Führung (63 %) und Grünpfeil (48 %) die höchsten Anteile an Abbiege-Unfällen (AB),
- mit KR-Signal (81 %) und Grünpfeil (15 %) die höchsten Anteile an Einbiegen-Kreuzen-Unfällen (EK) und
- mit Grünpfeil (19 %) die höchsten Anteile an Überschreiten-Unfällen (ÜS)

erreichen. Bei einer Verkehrsstärke von 15.001 bis 25.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung weisen Einmündungen

- mit Grünpfeil (28 %) die höchsten Anteile hinsichtlich der zusammengefassten Unfalltypen Fahrunfall (F), Unfall durch ruhenden Verkehr (RV) und Sonstiger Unfall (SO),
- mit bedingt verträglicher Führung (57 %) die höchsten Anteile an Abbiege-Unfällen,
- mit KR-Signal (46 %) die höchsten Anteile an Einbiegen-Kreuzen-Unfällen (EK) sowie
- mit gesicherter Führung (46 %) die höchsten Anteil an Unfällen im Längsverkehr (LV)

auf.

Innerhalb der hochbelasteten Einmündungen (>25.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung) erreichen solche

- mit Grünpfeil (42 %) die höchsten Anteile hinsichtlich der zusammengefassten Unfalltypen Fahrunfall (F), Unfall durch ruhenden Verkehr (RV) und Sonstiger Unfall (SO), wobei sich diese Anteile wie auch in der undifferenzierten Darstellung hauptsächlich und etwa zu gleichen Teilen aus Fahrunfällen (F) und Sonstigen Unfällen (SO) zusammensetzt,
- mit KR Signal (54 %) die höchsten Anteile an Abbiege-Unfällen (AB),
- mit Dreiecksinsel (ein Fall; 74 %) und gesicherter Führung (34 %) die höchsten Anteile an Einbiegen-Kreuzen-Unfällen (EK) und
- mit bedingt verträglicher Führung (33 %) die höchsten Anteile an Unfällen im Längsverkehr (LV).

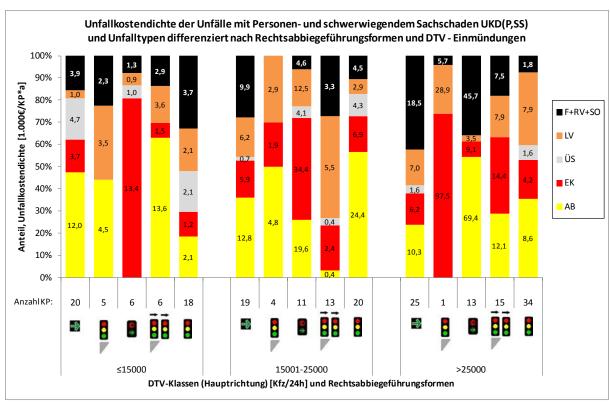


Abbildung 30: Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden (UKD(P,SS)) und Unfalltypen von Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen differenziert nach DTV-Klassen der Hauptrichtung

Eine Auswertung der Unfallkostendichten der Unfälle mit Personen- und Sachschaden aller Kategorien (UKD(P,S)) differenziert nach Unfalltypen anhand der Städte Berlin, Dresden und Köln zeigt für Kreuzungen ein anderes Bild (siehe Anlage 30). So weisen Kreuzungen mit Grünpfeil die geringsten Anteile hinsichtlich der Abbiege-Unfälle (AB; 43 %) aber die deutlich höchsten Anteile hinsichtlich der Einbiegen/Kreuzen-Unfälle (EK; 21 %) auf. Die bisherigen Erkenntnisse hinsichtlich der Einmündungen können durch diese Auswertung weitestgehend bestätigt werden.

4.3.2 Knotenpunkte mit Grünpfeil und Verstöße gegen Ausschluss- und Abwägungskriterien

Hinsichtlich des Zusammenhangs zwischen Verstößen gegen Ausschluss- und Abwägungskriterien sowie Unfalltypen an Kreuzungen mit Grünpfeil (siehe Abbildung 31) ist folgendes festzustellen:

- Kreuzungen, die gegen mindestens ein Ausschlusskriterium nach VwV-StVO verstoßen, weisen den höchsten Anteil (27 %) und den höchsten Absolutwert der Unfallkostendichte (15.700 €/KP*a) für die Summe der Fahrunfälle, Unfälle durch ruhenden Verkehr und Sonstige Unfälle (F+RV+SO) auf, was insbesondere auf die Fahrunfälle (F) zurückzuführen ist.
- Kreuzungen, die gegen mindestens ein Abwägungskriterium nach [RiLSA 1992] verstoßen, weisen den höchsten Anteil (55 %) und Absolutwert der Unfallkostendichte (67.700 €/KP*a) für Abbiege-Unfälle (AB) auf.
- Kreuzungen, die gegen mindestens ein Einsatzkriterium nach VwV-StVO und gleichzeitig gegen mindestens ein Abwägungskriterium der [RiLSA 1992] verstoßen, weisen den höchsten Anteil (34 bzw. 26 %) und Absolutwert der Unfallkostendichte (59.300 bzw. 34.000 €/KP*a) für Einbiegen/Kreuzen-Unfälle (EK) und Unfälle im Längsverkehr (LV) auf, wobei die Anzahl dieser Kreuzungen im Kollektiv sehr gering ist.
- Kreuzungen, die gegen kein Einsatzkriterium verstoßen (24.700 bzw. 13.000 €/KP*a), weisen im Vergleich zu Kreuzungen, die gegen mindestens ein Abwägungskriterium nach [RiLSA 1992] (67.700 bzw. 26.500 €/KP*a) sowie gegen mindestens ein Einsatzkriterium nach VwV-StVO und [RiLSA 1992] verstoßen (34.000 bzw. 59.300 €/KP*a), deutlich geringere Unfallkostendichten für Abbiege-Unfälle (AB) und Einbiege/Kreuzen-Unfälle (EK) auf.
- Kreuzungen, die gegen kein Einsatzkriterium verstoßen, weisen im Vergleich zu Kreuzungen, die gegen mindestens ein Ausschlusskriterium nach VwV-StVO verstoßen, einen höheren Anteil (25 zu 19 %) und Wert der Unfallkostendichte (13.000 zu 11.400 €/KP*a) für Einbiege/Kreuzen-Unfälle (EK) auf.
- Einmündungen, die gegen mindestens ein Abwägungskriterium nach [RiLSA 1992] verstoßen, weisen mit Ausnahme der Überschreiten Unfälle (ÜS) über alle Typen höhere Unfallkostendichten auf gegenüber solchen die gegen kein Einsatzkriterium verstoßen.
- Einmündungen, die gegen mindestens ein Abwägungskriterium nach [RiLSA 1992] verstoßen, weisen mit Ausnahme der zusammengefassten Unfalltypen Fahrunfall, Unfall durch ruhenden Verkehr und Sonstiger Unfall (F+RV+SO) über alle Typen höhere Anteile an Unfallkostendichten auf gegenüber solchen die gegen kein Einsatzkriterium verstoßen.

Die festgestellten Auffälligkeiten können durch eine Auswertung der Unfallkostendichten aller Kategorien anhand der Städte Berlin, Dresden und Köln bestätigt werden (vgl. Anlage 31).

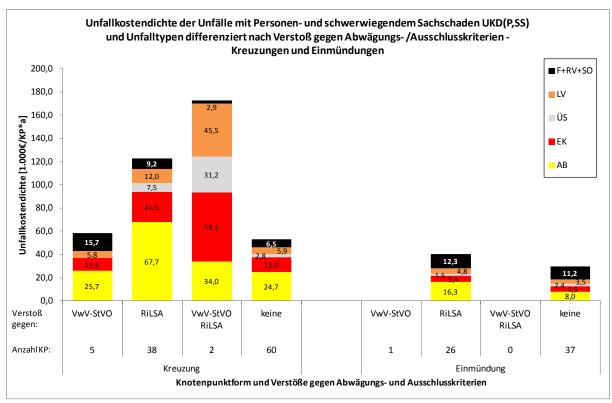


Abbildung 31: Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden (UKD(P,SS)) und Unfalltypen von Kreuzungen und Einmündungen mit Grünpfeil und Verstößen gegen Ausschluss- und Abwägungskriterien

4.3.3 Knotenpunkte mit Grünpfeil und Anzahl der Rechtsabbiegefahrstreifen

Abbildung 32 zeigt die Unfallkostendichten der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden von Kreuzungen mit Grünpfeil und unterschiedlicher Anzahl der Rechtsabbiegefahrstreifen differenziert nach Unfalltypen, wobei sich zeigt, dass

- Kreuzungen ohne Rechtsabbiegefahrstreifen im Vergleich zu Kreuzungen mit einem Rechtsabbiegefahrstreifen je Grünpfeil mit Ausnahme der Einbiegen/Kreuzen-Unfälle über alle Unfalltypen geringere Unfallkostendichten erreichen, wobei die auffälligsten Unterschiede im Bereich der Abbiege-Unfälle (AB) (32.700 zu 59.200 €/KP*a) liegen.
- Kreuzungen, an denen nicht in jeder (mindestens aber in einer) Grünpfeil-Zufahrt ein Rechtsabbiegefahrstreifen zur Verfügung steht, die geringsten Unfallkostendichten hinsichtlich der Abbiege-Unfälle (AB; 31.600 €/KP*a) sowie die höchsten Unfallkostendichten hinsichtlich der Einbiegen/Kreuzen-Unfälle (EK; 32.200 €/KP*a) und Überschreiten-Unfälle (ÜS; 18.100€/KP*a) aufweisen.
- Einmündungen ohne Rechtsabbiegefahrstreifen im Vergleich zu Einmündungen mit einem Rechtsabbiegefahrstreifen je Grünpfeil mit Ausnahme der Unfälle im Längsverkehr sowie der zusammengefassten Unfalltypen Fahrunfall, Unfall durch ruhenden Verkehr und Sonstiger Unfall (F+RV+SO) über alle Unfalltypen höhere Unfallkostendichten aufweisen.
- Einmündungen, an denen nicht in jeder (mindestens aber in einer) Grünpfeil-Zufahrt ein Rechtsabbiegefahrstreifen zur Verfügung steht nicht zu bewerten sind, da nur drei Fälle zugrunde liegen.

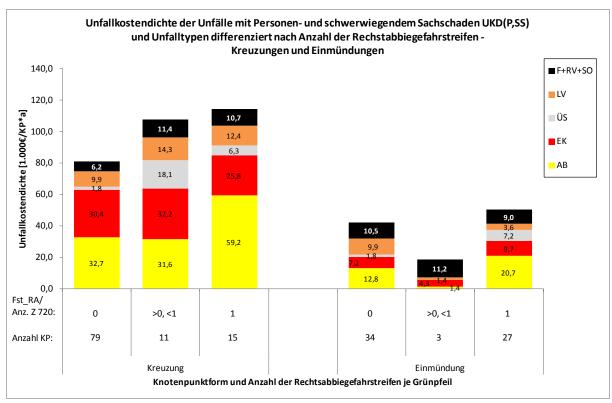


Abbildung 32: Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden (UKD(P,SS)) und Unfalltypen von Kreuzungen mit Grünpfeil und unterschiedlicher Anzahl von Rechtsabbiegefahrstreifen

Eine Auswertung der Unfallkostendichten aller Kategorien von Kreuzungen und Einmündungen der Städte Berlin, Dresden und Köln kann die aufgezeigten Tendenzen bestätigen (siehe Anlage 32). Zudem weisen Unfallkostendichten hinsichtlich der Unfälle im Längsverkehr (LV) an Kreuzungen mit einem Rechtsabbiegefahrstreifen je Grünpfeil (56.100 €/KP*a) im Vergleich zu Kreuzungen ohne Rechtsabbiegefahrstreifen (26.100 €/KP*a) etwa das Doppelte auf.

4.3.4 Zusammenfassung Unfalltypen

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die erhöhten Verunglückten- und Unfalldichten für Kreuzungen mit Grünpfeil im Vergleich zu den meisten anderen Rechtsabbiegeführungsformen auf überhöhte Anteile der Abbiege-Unfälle zurückzuführen sind. Darüber hinaus zeigen sich für Kreuzungen mit Grünpfeil (ähnlich wie bei gesicherter Führung) die höchsten Anteile für Einbiegen/Kreuzen-Unfälle. Dies wird vor allem im Bereich der Abbiege-Unfälle bei geringer belasteten und im Bereich der Einbiegen/Kreuzen-Unfälle bei höher belasteten Kreuzungen deutlich.

Bei den **Einmündungen** zeigt sich hingegen ein anderes Bild: So weisen Einmündungen mit Grünpfeil-Regelung über alle DTV-Klassen die höchsten Anteile hinsichtlich der zusammengefassten Unfalltypen Fahrunfall, Unfall durch ruhenden Verkehr und Sonstiger Unfall auf. Eine nach der Verkehrsstärke der Hauptrichtung differenzierte Betrachtung zeigt hingegen, dass bei geringer belasteten Einmündungen mit Grünpfeil erhöhte Anteile an Abbiege und Einbiegen/Kreuzen-Unfällen zu verzeichnen sind.

Die Auswertungen zu Kreuzungen und Einmündungen mit Grünpfeil und von Verstößen gegen Ausschluss- und Abwägungskriterien zeigt, dass Kreuzungen, die gegen kein Einsatzkriterium verstoßen, im Vergleich zu Kreuzungen, die gegen mindestens ein Abwägungskriterium nach [RiLSA 1992] sowie gegen mindestens ein Einsatzkriterium nach VwV-StVO und [RiLSA 1992] verstoßen, deutlich geringere der Unfallkostendichten für Abbiege-Unfälle und Einbiegen/Kreuzen-Unfälle aufweisen. Einmündungen die gegen mindestens ein Abwägungskriterium nach [RiLSA 1992] verstoßen, weisen mit Ausnahme der Überschreiten Unfälle über alle Typen höhere Unfallkostendichten auf gegenüber solchen die gegen kein Einsatzkriterium verstoßen (die übrigen Kategorien sind im Bereich der Einmündungen für eine Bewertung zu gering besetzt).

Die Erhöhung der Unfallkostendichten mit zunehmender **Anzahl an Rechtsabbiegefahrstreifen für Kreuzungen mit Grünpfeil** ist auf eine deutliche Zunahme der Abbiege-Unfälle zurückzuführen – bei den Eimündungen führen erhöhte Anteile der Abbiege-Unfälle, Einbiegen-Kreuzen-Unfälle sowie Überschreiten-Unfälle zur Erhöhung der Unfallkostendichten, sofern ein Rechtsabbiegefahrstreifen je Grünpfeil vorhanden ist.

4.4 Weitere Unfallcharakteristika

4.4.1 Unfallarten

Abbildung 33 zeigt die Unfallkostendichten der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden und Unfallarten für Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen. Aufgrund der geringen Zahlen und Relevanz wurden die Unfallarten 0 (Unfall anderer Art), 7 (Aufprall auf Fahrbahnhindernis), 8 (Abkommen von der Fahrbahn nach rechts) und 9 (Abkommen von der Fahrbahn nach links) der Übersicht halber zusammengefasst. Anlage 33 enthält die Erläuterung aller Unfallarten sowie der grafischen Symbolik, die in den folgenden Darstellungen verwendet wurde.

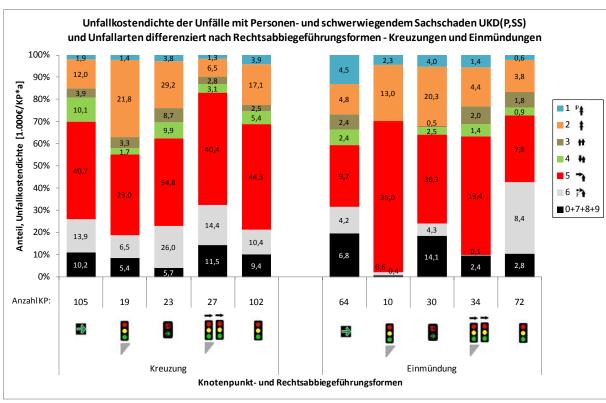


Abbildung 33: Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden (UKD(P,SS)) und Unfallarten von Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen

Es ist festzustellen, dass

- Kreuzungen mit Grünpfeil die höchsten Anteile (11 %) und Werte (10.100 €/KP*a) hinsichtlich der Unfallart 4 (Zusammenstoß mit entgegenkommenden Fahrzeug),
- Kreuzungen mit Grünpfeil (15 %), KR-Signal (19 %) und gesicherter Führung (18 %) die höchsten Anteile hinsichtlich der Unfallart 6 (Zusammenstoß zwischen Fahrzeug und Fußgänger),
- Kreuzungen mit Grünpfeil (44 %) im Vergleich zu Kreuzungen mit Dreiecksinsel (36 %) und KR-Signal (40 %) höhere und im Vergleich zu Kreuzungen mit gesicherter Führung (51 %) und bedingt verträglicher Führung (48 %) niedrigere Anteile hinsichtlich der Unfallart 5 (Zusammenstoß mit einbiegendem/kreuzendem Fahrzeug),

- Einmündungen mit Grünpfeil hinsichtlich der zusammengefassten Unfallarten (0+7+8+9; 20 %), der Unfallart 1 (Zusammenstoß mit anfahrendem/ anhaltendem/ ruhendem Fahrzeug; 13 %) und Unfallart 4 (Zusammenstoß mit entgegenkommenden Fahrzeug; 7 %) die höchsten Anteile,
- Einmündungen mit Grünpfeil im Vergleich mit Ausnahme der bedingt verträglichen Führung die höchsten Anteile (12 %) und Werte (4.200 €/KP*a) hinsichtlich der Unfallart 6 (Zusammenstoß zwischen Fahrzeug und Fußgänger) und
- Einmündungen mit Grünpfeil im Vergleich zu solchen mit bedingt verträglicher Führung höhere Werte hinsichtlich der Unfallart 2 (Zusammenstoß mit vorausfahrendem/ wartendem Fahrzeug; 4.800 zu 3.800 €/KP*a) und Unfallart 5 (Zusammenstoß mit einbiegendem/ kreuzendem Fahrzeug; 9.700 zu 7.800 €/KP*a)

aufweisen. Betrachtet man die Unfallkostendichten der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden und Unfallarten von Kreuzungen differenziert nach dem DTV der Hauptrichtung zeigt sich, dass bei einer Verkehrsstärke der Hauptrichtung von ≤ 15.000 Kfz/24h

- Kreuzungen mit Grünpfeil im Vergleich zu den anderen Rechtsabbiegeführungsformen höhere Anteile (15 %) und Werte (8.300 €/KP*a) hinsichtlich der Unfallart 4 (Zusammenstoß mit entgegenkommenden Fahrzeug),
- Kreuzungen mit Grünpfeil (37 %) im Vergleich zu solchen mit Dreiecksinsel (22 %),
 KR-Signal (19 %) und gesicherter Führung (4 %) höhere Anteile hinsichtlich der Unfallart 5 (Zusammenstoß mit einbiegendem/ kreuzendem Fahrzeug) und
- Kreuzungen mit gesicherter Führung die höchsten Anteile (61 %) und Werte (31.100 €/KP*a) hinsichtlich der Unfallart 6 (Zusammenstoß zwischen Fahrzeug und Fußgänger)

aufweisen. Bei einer Verkehrsstärke der Hauptrichtung von 15.001 bis 25.000 Kfz/24h ist festzustellen, dass

- Kreuzungen mit Grünpfeil im Vergleich zu den anderen Rechtsabbiegeführungsformen höhere Anteile (26 %) und Werte (21.900 €/KP*a) hinsichtlich der Unfallart 6 (Zusammenstoß zwischen Fahrzeug und Fußgänger),
- Kreuzungen mit Grünpfeil (14 %; 11.500 €/KP*a) im Vergleich zu solchen mit Dreiecksinsel (7 %; 5.000 €/KP*a), gesicherter Führung (9 %; 6.800 €/KP*a) und bedingt verträglicher Führung (9 %; 5.100 €/KP*a) höhere Anteile und Werte hinsichtlich der Unfallart 4 (Zusammenstoß mit entgegenkommenden Fahrzeug) und
- Kreuzungen mit bedingt verträglicher Führung die höchsten Anteile (62 %) hinsichtlich der Unfallart 5 (Zusammenstoß mit einbiegendem/ kreuzendem Fahrzeug)

aufweisen. Im Bereich der hochbelasteten (>25.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung) Kreuzungen zeigt sich, dass

- Kreuzungen mit Grünpfeil und gesicherter Führung die höchsten Anteile (58 bzw. 69 %) und Werte (80.900 bzw. 80.300 €/KP*a) hinsichtlich der Unfallart 5 (Zusammenstoß mit einbiegendem/ kreuzendem Fahrzeug),
- Kreuzungen mit Grünpfeil die höchsten Anteile (8 %) und Werte (10.600 €/KP*a) hinsichtlich der Unfallart 4 (Zusammenstoß mit entgegenkommenden Fahrzeug) und

 Kreuzungen mit Grünpfeil und bedingt verträglicher Führung (jeweils 11 %) im Vergleich zu solchen mit Dreiecksinsel (2 %) sowie gesicherter Führung (7 %) höhere Anteile hinsichtlich der Unfallart 6 (Zusammenstoß zwischen Fahrzeug und Fußgänger)

aufweisen.

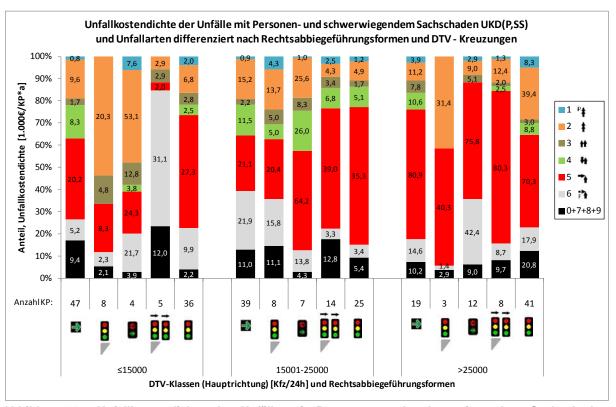


Abbildung 34: Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden (UKD(P,SS)) und Unfallarten von Kreuzungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen differenziert nach DTV-Klassen der Hauptrichtung

Die entsprechende Auswertung zu den Einmündungen (siehe Abbildung 35) ergibt hingegen kein durchgängig auffälliges Bild hinsichtlich der Rechtsabbiegeführungsform Grünpfeil. Im Einzelnen weisen Einmündungen mit Grünpfeil und einer

- Verkehrsstärke ≤ 15.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung die höchsten Anteile der Unfallart 6 (Zusammenstoß zwischen Fahrzeug und Fußgänger; 21 %) und der zusammengefassten Unfallarten (0+7+8+9; 19 %) auf,
- Verkehrsstärke von 15.001 bis 25.000 Kfz/24h der Hauptrichtung die höchsten Anteile der Unfallart 3 (Zusammenstoß mit seitlich in gleicher Richtung fahrendem Fahrzeug; 11 %) sowie Unfallart 4 (Zusammenstoß mit entgegenkommenden Fahrzeug; 12 %) auf und
- Verkehrsstärke >25.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung weisen Einmündungen mit Grünpfeil die höchsten Anteile der Unfallart 1 (Zusammenstoß mit anfahrendem/ anhaltendem/ ruhendem Fahrzeug; 21 %) sowie erhöhte Anteile der zusammengefassten Unfallarten (0+7+8+9; 23 %) auf.

Durch eine Auswertung der Unfallkostendichten aller Unfallkategorien anhand der Städte Berlin, Dresden und Köln werden die Erkenntnisse weitestgehend bestätigt (siehe Anlage 34).

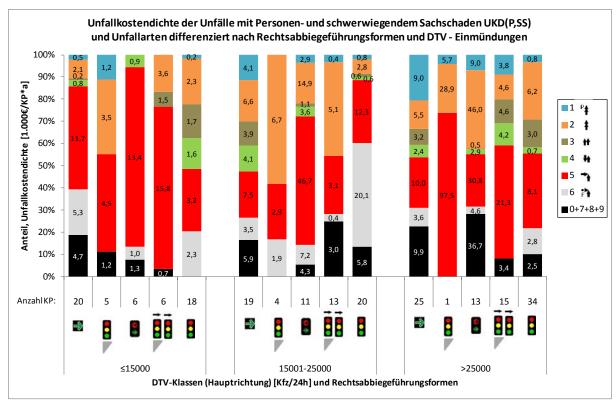


Abbildung 35: Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden (UKD(P,SS)) und Unfallarten von Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen differenziert nach DTV-Klassen der Hauptrichtung

Betrachtet man die Unfallkostendichten der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden von Kreuzungen mit Grünpfeil und Verstößen gegen die Einsatzkriterien nach VwV-StVO und [RILSA 1992] differenziert nach Unfallarten zeigt sich, dass

- Kreuzungen, die gegen mindestens ein Ausschlusskriterium nach VwV-StVO verstoßen, weisen den höchsten Anteil (25 %) und Wert (14.700 €/KP*a) der Unfallkostendichte hinsichtlich der Summe der Unfallarten 0 (Unfall anderer Art), 7 (Aufprall auf Fahrbahnhindernis), 8 (Abkommen von der Fahrbahn nach rechts) und 9 (Abkommen von der Fahrbahn nach links) auf.
- Kreuzungen, die gegen mindestens ein Abwägungskriterium nach [RiLSA 1992] verstoßen, weisen die höchsten Werte (24.700 €/KP*a) hinsichtlich der Unfallart 2 (Zusammenstoß mit vorausfahrendem/wartendem Fahrzeug) auf.
- Kreuzungen, die gegen mindestens ein Einsatzkriterium nach VwV-StVO und [RiLSA 1992] verstoßen, weisen mit Ausnahme der Unfallarten 2 sowie der Summe der Unfallarten 0 (Unfall anderer Art), 7 (Aufprall auf Fahrbahnhindernis), 8 (Abkommen von der Fahrbahn nach rechts) und 9 (Abkommen von der Fahrbahn nach links) die höchsten Werte auf, wobei die größten Auffälligkeiten die Unfallart 6 (Zusammenstoß zwischen Fahrzeug und Fußgänger; 31.200 €/KP*a), 5 (Zusammenstoß mit einbiegendem/ kreuzendem Fahrzeug; 59.300 €/KP*a) sowie 4 (Zusammenstoß mit entgegenkommenden Fahrzeug; 28.200 €/KP*a) betreffen.
- Einmündungen mit Grünpfeil die gegen mindestens ein Abwägungskriterium nach [RiLSA 1992] verstoßen, im Vergleich zu solchen, die gegen kein Einsatzkriterium verstoßen mit Ausnahme der Unfallarten 1 (Zusammenstoß mit anfahrendem/ anhaltendem/ ruhendem Fahrzeug) und 6 (Zusammenstoß zwischen Fahrzeug und Fußgänger) über alle Unfallarten höhere Unfallkostendichten aufweisen.

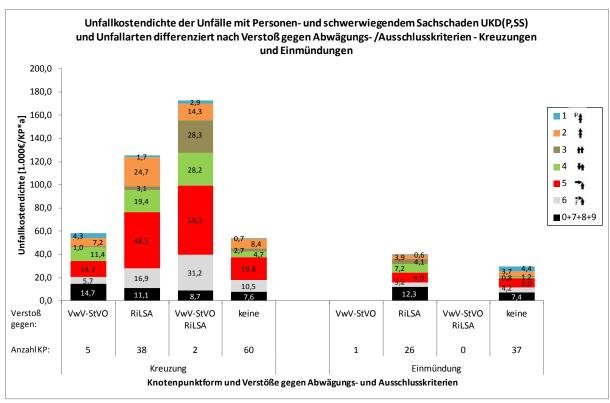


Abbildung 36: Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden (UKD(P,SS)) und Unfallarten von Kreuzungen und Einmündungen mit Grünpfeil und Verstößen gegen Ausschluss- und Abwägungskriterien

Die Auswertung der Unfallarten differenziert nach Anzahl der Rechtsabbiegefahrstreifen je Grünpfeil zeigt, dass die Unfallkostendichten der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden

- bei Kreuzungen mit durchschnittlich einem Fahrstreifen je Grünpfeil hinsichtlich der Unfallarten 5 (Zusammenstoß mit einbiegendem/ kreuzendem Fahrzeug; 53.500 €/KP*a) und 2 (Zusammenstoß mit vorausfahrendem/wartendem Fahrzeug; 23.300 €/KP*a) am höchsten sind, während diese hinsichtlich der Unfallart 6 (Zusammenstoß zwischen Fahrzeug und Fußgänger; 8.100 €/KP*a) am geringsten sind.
- hinsichtlich der Unfallart 6 (Zusammenstoß zwischen Fahrzeug und Fußgänger;
 23.400 €/KP*a) und 4 (Zusammenstoß mit entgegenkommenden Fahrzeug;
 16.100 €/KP*a) an Kreuzungen, an denen nicht in jeder (aber mindestens einer)
 Grünpfeilzufahrt ein Rechtsabbiegefahrstreifen zur Verfügung, am höchsten sind.
- innerhalb Einmündungen mit durchschnittlich einem Rechtsabbiegefahrstreifen je Grünpfeil gegenüber solchen ohne Rechtsabbiegefahrstreifen hinsichtlich der Unfallarten 6 (Zusammenstoß zwischen Fahrzeug und Fußgänger; 12.300 zu 2.900 €/KP*a) und 5 (Zusammenstoß mit einbiegendem/ kreuzendem Fahrzeug; 16.900 zu 12.100 €/KP*a) deutlicher erhöht bzw. hinsichtlich der Summe der Unfallarten 0, 7, 8 und 9 (7.900 zu 7.200 €/KP*a) sowie der Unfallarten 4 (Zusammenstoß mit entgegenkommenden Fahrzeug; 3.600 zu 2.700 €/KP*a) und leicht erhöht sind.

Eine Auswertung der Unfallkostendichten aller Unfallkategorien von Kreuzungen und Einmündungen anhand der Städte Berlin, Dresden und Köln bringt sowohl zu den Verstößen der Einsatzkriterien (siehe Anlage 35) als auch zur Anzahl der Rechtsabbiegefahrstreifen (siehe Anlage 36) keine weiteren Erkenntnisse.

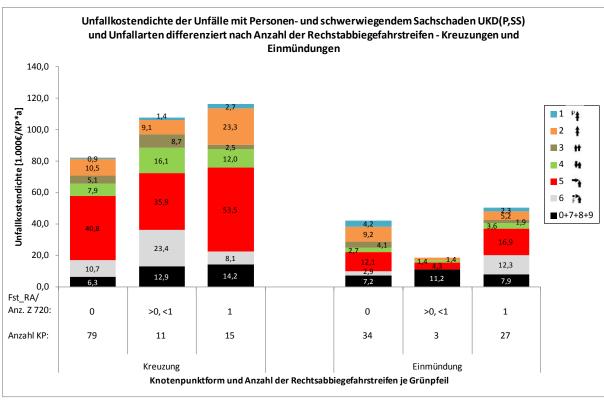


Abbildung 37: Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden (UKD(P,SS)) und Unfallarten von Kreuzungen und Einmündungen mit Grünpfeil und unterschiedlicher Anzahl von Rechtsabbiegefahrstreifen

4.4.2 Unfallursachen

Eine Auswertung der Unfallursachen erfolgt für die fünf innerhalb der Untersuchungs- und Vergleichskollektive am häufigsten registrierten Ursachen. Dabei fand lediglich die erste Unfallursache für den Hauptunfallverursacher Beachtung. Zusätzlich wurde die Unfallursache 40 ("Falsches Verhalten gegenüber Fußgängern beim Abbiegen") in die Betrachtung aufgenommen um den nichtmotorisierten Verkehr zu berücksichtigen. Anlage 37 zeigt die Definition der für diese Untersuchung relevanten Unfallursachen sowie entsprechende Symbole, die für die folgenden Darstellungen genutzt werden und Kurzbeschreibung, die für die textlichen Beschreibungen der Auswertung verwendet werden. Die Unfallkostendichten der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden von Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen differenziert nach den Unfallursachen zeigt Abbildung 38.

⁰ _

¹⁸ Bei der Unfallaufnahme durch die Polizei können bis zu drei Unfallursachen je Unfall registriert werden.

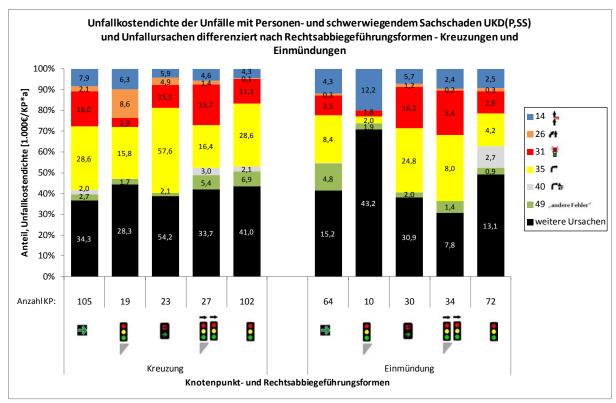


Abbildung 38: Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden (UKD(P,SS)) und Unfallursachen von Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen

Es fällt auf, dass

- Kreuzungen mit Grünpfeil (31 %; 28.600 €/KP*a), bedingt verträglicher Führung (30 %; 28.600 €/KP*a) und KR-Signal (41 %; 57.600 €/KP*a) die höchsten Anteile und Werte hinsichtlich der Unfallursache 35 ("Abbiegen") aufweisen.
- Kreuzungen mit Grünpfeil (17 %; 16.000 €/KP*a) und solche mit gesicherter Führung (20 %; 16.400 €/KP*a) die höchsten Anteile und Werte hinsichtlich der Unfallursache 31 ("Fahren bei ROT") aufweisen.
- Kreuzungen mit Grünpfeil (2 %; 2.000 €/KP*a), bedingt verträglicher Führung (2 %; 2.100 €/KP*a) und gesicherter Führung (4 %; 3.000 €/KP*a) die höchsten Anteile und Werte hinsichtlich der Unfallursache 40 ("Abbiegen Fußgänger") aufweisen.
- Einmündungen mit Grünpfeil im Vergleich zur bedingt verträglichen Führung deutlich höhere Anteile (23 zu 16 %) und Werte (8.400 zu 4.200 €/KP*a) hinsichtlich der Unfallursache 35 ("Abbiegen") sowie höhere Werte (3.500 zu 2.900 €/KP*a) hinsichtlich der Unfallursache 31 ("Fahren bei ROT") aufweisen, während Einmündungen mit gesicherter Führung die höchsten Anteile (32 bzw. 21 %) hinsichtlich dieser Unfallursachen erreichen.
- Einmündungen mit Grünpfeil die höchsten Anteile (13 %) und Werte (4.800 €/KP*a) hinsichtlich der Unfallursache 49 ("Andere Fehler") aufweisen.
- Einmündungen mit Grünpfeil (12 %) und Dreiecksinsel (20 %) die höchsten Anteile hinsichtlich der Unfallursache 14 ("Sicherheitsabstand") aufweisen.

Die Auswertung für Kreuzungen differenziert nach der Verkehrsstärke (siehe Abbildung 39) zeigt, dass an gering belasteten Kreuzungen (≤ 15.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung)

- mit Grünpfeil die höchsten Anteile (14 %) und Werte (8.100 €/KP*a) hinsichtlich der Unfallursache 31 ("Fahren bei ROT") aufweisen.
- mit Grünpfeil und solche mit KR-Signal die höchsten Anteile (37 und 49 %) und Werte (20.500 und 63.900 €/KP*a) hinsichtlich der Unfallursache 35 ("Abbiegen") aufweisen.
- mit gesicherter Führung die höchsten Anteile (17 %) und Werte (9.100 €/KP*a) hinsichtlich der Unfallursache 40 ("Abbiegen Fußgänger") aufweisen, was zum Teil auf überhöhte Werte und Anteile an Überschreiten-Unfällen zurückzuführen ist (vgl. Abbildung 29).

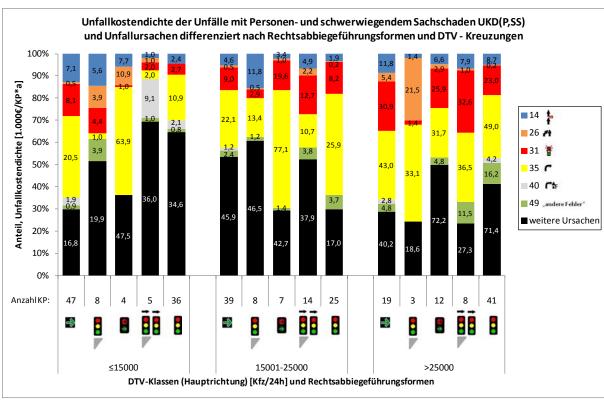


Abbildung 39: Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden (UKD(P,SS)) und Unfallursachen von Kreuzungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen differenziert nach DTV-Klassen der Hauptrichtung

Bei einer Verkehrsstärke der Hauptrichtung von 15.001 bis 25.000 Kfz/24h zeigt sich, dass Kreuzungen

- mit Grünpfeil die höchsten Anteile (1 %) und Werte (1.200 €/KP*a) hinsichtlich der Unfallursache 40 ("Abbiegen Fußgänger") aufweisen.
- mit Grünpfeil (26 %, 22.100 €/KP*a) gegenüber solchen mit Dreiecksinsel (18 %, 13.400 €/KP*a) und gesicherter Führung (15 %, 10.700 €/KP*a) höhere sowie gegenüber Kreuzungen mit KR-Signal (53 %, 77.100 €/KP*a) und bedingt verträglicher Führung (46 %, 25.900 €/KP*a) geringere Anteile und Werte hinsichtlich der Unfallursache 35 ("Abbiegen") aufweisen.

• mit Grünpfeil (9.000 €/KP*a) gegenüber solchen mit Dreiecksinsel (2.900 €/KP*a) und bedingt verträglicher Führung (8.200 €/KP*a) höhere sowie gegenüber Kreuzungen mit KR-Signal (19.600 €/KP*a) und gesicherter Führung (12.700 €/KP*a) geringere Werte hinsichtlich der Unfallursache 31 ("Fahren bei ROT") aufweisen.

Bei den hoch belasteten Kreuzungen (> 25.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung) fällt auf, dass solche

- mit Grünpfeil und gesicherter Führung die höchsten Anteile (22 und 28 %) und Werte (30.900 und 32.600 €/KP*a) hinsichtlich der Unfallursache 31 ("Fahren bei ROT") aufweisen.
- mit Grünpfeil und bedingt verträglicher Führung die höchsten Werte (43.000 und 49.000 €/KP*a) hinsichtlich der Unfallursache 35 ("Abbiegen") aufweisen, wobei der Anteil (31 und 28 %) bei Kreuzungen mit Grünpfeil höher ist.
- mit Grünpfeil und bedingt verträglicher Führung die höchsten Anteile (jeweils 2 %) und Werte (2.800 und 4.200 €/KP*a) hinsichtlich der Unfallursache 40 ("Abbiegen Fußgänger") aufweisen.

Eine nach der Verkehrsstärke differenzierte Auswertung für Einmündungen zeigt Abbildung 40, wobei auffällt, dass Einmündungen mit einem DTV von ≤ 15.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung und

- Grünpfeil (39 %; 9.800 €/KP*a) sowie gesicherter Führung (63 %; 13.600 €/KP*a) die höchsten Anteile und Werte hinsichtlich der Unfallursache 35 ("Abbiegen"),
- Grünpfeil die höchsten Werte (900 €/KP*a) hinsichtlich der Unfallursache 14 ("Sicherheitsabstand"),
- Grünpfeil (1.500 €/KP*a) gegenüber der bedingt verträglichen (1.100 €/KP*a) und gesicherten Führung (700 €/KP*a) höhere Werte hinsichtlich der Unfallursache 31 ("Fahren bei ROT") und
- Dreiecksinsel die höchsten Anteile (33 und 45 %) und Werte (3.400 und 4.600 €/KP*a) hinsichtlich der Unfallursachen 31 ("Fahren bei ROT") und 49 ("Andere Fehler")

aufweisen. Bei einer Verkehrsstärke der Hauptrichtung von 15.001 bis 25.000 Kfz/24h zeigt sich, dass Einmündungen mit

- Grünpfeil (21 %) und Dreiecksinsel (41 %) die höchsten Anteile hinsichtlich der Unfallursache 35 ("Abbiegen"),
- Grünpfeil (18 %) und gesicherter Führung (36 %) die höchsten Anteile hinsichtlich der Unfallursache 14 ("Sicherheitsabstand"),
- Grünpfeil (3.900 €/KP*a) mit Ausnahme solcher mit KR Signal (39.700 €/KP*a) die höchsten Werte hinsichtlich der Unfallursache 31 ("Fahren bei ROT") und
- bedingt verträglicher Führung die höchsten Anteile (18 %) und Werte (7.800 €/KP*a) hinsichtlich der Unfallursache 40 ("Abbiegen Fußgänger")

erreichen.

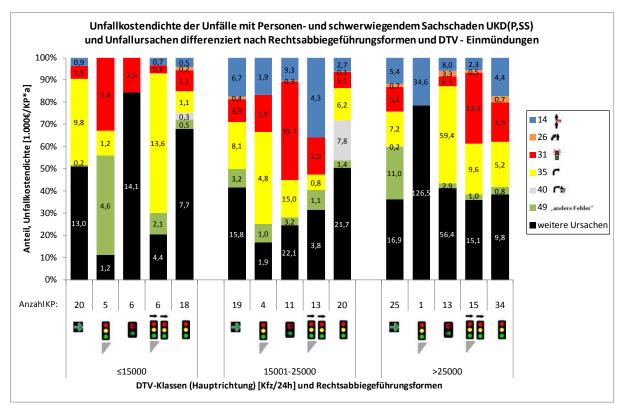


Abbildung 40: Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden (UKD(P,SS)) und Unfallursachen von Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen differenziert nach DTV-Klassen der Hauptrichtung

Bei den hoch belasteten Einmündungen (> 25.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung) zeigt sich, dass Einmündungen mit

- Grünpfeil die höchsten Anteile (0,3 und 24 %) und Werte (200 und 11.000 €/KP*a) hinsichtlich der Unfallursachen 40 ("Abbiegen Fußgänger") und 49 ("Andere Fehler")
- Grünpfeil (5.100 €/KP*a) gegenüber solchen mit bedingt verträglicher Führung (4.500 €/KP*a) höhere Werte hinsichtlich der Unfallursache 35 ("Abbiegen"),
- gesicherter Führung die höchsten Anteile (32 %) und Werte (13.400 €/KP*a) hinsichtlich der Unfallursache 31 ("Fahren bei ROT") und
- KR-Signal die höchsten Anteile (44 %) und Werte (59.400 €/KP*a) hinsichtlich der Unfallursache 35 ("Abbiegen")

aufweisen.

Die Betrachtung der Unfallkostendichten aller Unfallkategorien anhand der Städte Berlin, Dresden und Köln bestätigt die gewonnenen Erkenntnisse (siehe Anlage 38).

Eine Auswertung der Unfallkostendichten der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden von Knotenpunkten mit Grünpfeil differenziert nach Verstößen gegen die Einsatzkriterien nach VwV-StVO sowie [RiLSA 1992] zeigt, dass

- die höchsten Werte hinsichtlich der Unfallart 35 ("Abbiegen"; 52.800 €/KP*a) an Kreuzungen mit Grünpfeilen registriert werden, die gegen mindestens ein Abwägungskriterium nach [RiLSA 1992] verstoßen.
- die höchsten Werte hinsichtlich der Unfallart 31 ("Fahren bei ROT"; 33.900 €/KP*a) an Kreuzungen mit Grünpfeilen registriert werden, die gegen mindestens ein Einsatzkriterium nach VwV-StVO und [RiLSA 1992] und verstoßen.

- Kreuzungen mit Grünpfeil, die gegen kein Einsatzkriterium verstoßen, gegenüber solchen, die gegen mindestens ein Ausschlusskriterium nach VwV-StVO verstoßen, geringere Werte hinsichtlich der Unfallursache 35 ("Abbiegen"; 15.600 zu 20.100 €/KP*a) sowie 40 ("Abbiegen Fußgänger"; 1.100 zu 3.700 €/KP*a) und höhere Werte hinsichtlich der Unfallursache 31 ("Fahren bei ROT"; 5.800 zu 2.800 €/KP*a) aufweisen.
- Einmündungen die gegen mindestens ein Abwägungskriterium nach [RiLSA 1992] verstoßen gegenüber solchen die gegen keine Einsatzkriterien verstoßen mit Ausnahme der Unfallursachen 14 ("Sicherheitsabstand") und 49 ("Andere Fehler") hinsichtlich aller Unfallursachen erhöhte Werte aufweisen, wobei die deutlichsten Unterschiede hinsichtlich der Unfallart 35 ("Abbiegen"; 12.600 zu 5.200 €/KP*a) festzustellen sind.

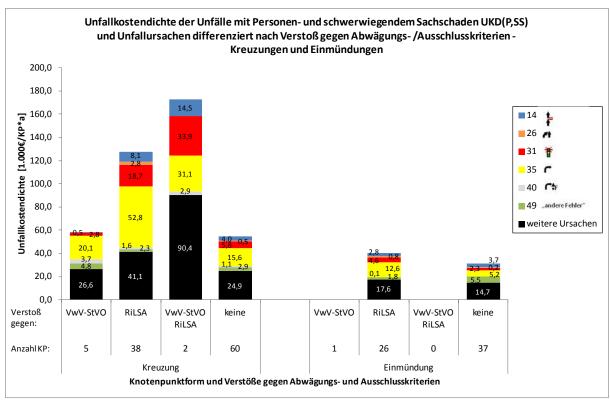


Abbildung 41: Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden (UKD(P,SS)) und Unfallursachen von Kreuzungen und Einmündungen mit Grünpfeil und Verstößen gegen Ausschluss- und Abwägungskriterien

Bei einer zusätzlichen Betrachtung der Unfallkostendichten der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden differenziert nach der Anzahl der Rechtsabbiegefahrstreifen je Grünpfeil-Zufahrt (siehe Abbildung 42) ist festzustellen, dass sowohl hinsichtlich der Unfallursache 35 ("Abbiegen"; 40.500 €/KP*a) als auch 31 ("Fahren bei ROT" 24.800 €/KP*a) die höchsten Werte an Kreuzungen mit durchschnittlich einem Rechtsabbiegefahrstreifen je Grünpfeil registriert wurden. Die höchsten Werte hinsichtlich der Unfallursache 40 ("Abbiegen Fußgänger" 6.300 €/KP*a) wurden an Kreuzungen registriert, bei denen nicht in jeder (aber mindestens einer) Grünpfeil-Zufahrt ein Rechtsabbiegefahrstreifen zur Verfügung steht.

Innerhalb von Einmündungen sind die erhöhten Unfallkostendichten mit durchschnittlichem einem Rechtsabbiegefahrstreifen je Grünpfeil gegenüber solchen ohne Rechtsabbiegefahrstreifen ebenfalls auf erhöhte Werte hinsichtlich der Unfallursachen 31 ("Fahren bei ROT"; 7.600 zu 5.300 €/KP*a) und 35 ("Abbiegen"; 12.900 zu 9.900 €/KP*a) zurückzuführen. Außerdem zeigen sich höhere Unfallkostendichten hinsichtlich der weiteren Ursachen (24.600 zu 14.400 €/KP*a).

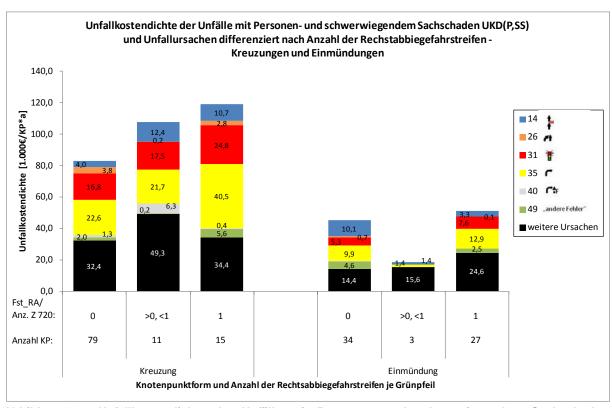


Abbildung 42: Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden (UKD(P,SS)) und Unfallursachen von Kreuzungen und Einmündungen mit Grünpfeil und unterschiedlicher Anzahl von Rechtsabbiegefahrstreifen

Eine Betrachtung der Unfallkostendichten aller Unfallkategorien anhand der Städte Berlin, Dresden und Köln kann die Erkenntnisse sowohl hinsichtlich der Verstöße gegen Einsatzkriterien (siehe Anlage 39) als auch hinsichtlich der Anzahl der Rechtsabbiegefahrstreifen (siehe Anlage 40) bestätigen.

4.4.3 Verkehrsbeteiligung der Unfallbeteiligten

Für diese Auswertung wurden die Beteiligungsarten der "Unfallverursacher" (Bet_01) sowie der "weiteren Unfallbeteiligten" (Bet_02) zusammengefasst, wobei nach folgenden Verkehrsbeteiligungsgruppen unterschieden wurde:

- Kfz: ausschließlich Beteiligung von Kraftfahrzeugen
- Rf: Beteiligung von mindestens einem Radfahrer, aber ohne Fußgängerbeteiligung
- Fg: Beteiligung von mindestens einem Fußgänger

Abbildung 43 zeigt die Unfallkostendichten der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden an Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen differenziert nach der Unfallbeteiligung.

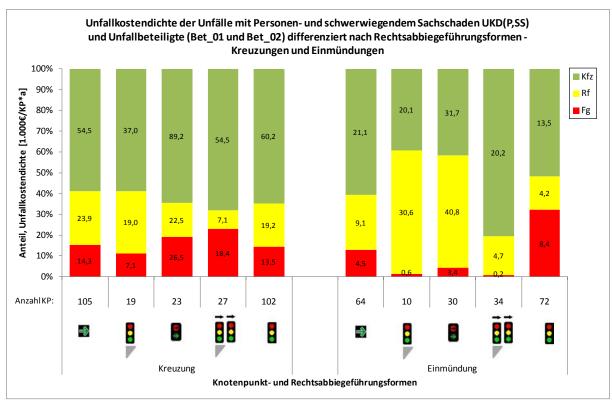


Abbildung 43: Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden (UKD(P,SS)) und Unfallbeteiligung von Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen

Es fällt auf, dass

- Kreuzungen mit Grünpfeil und solche mit Dreiecksinsel den höchsten Anteil (jeweils 41 %) hinsichtlich der Beteiligung nichtmotorisierter Verkehrsteilnehmer ("Fg+Rf") aufweisen, was insbesondere auf die hohen Werte (23.900 und 19.000 €/KP*a) hinsichtlich der Beteiligung von Radfahrern ("Rf") zurückzuführen ist.
- Kreuzungen mit gesicherter Führung die höchsten Anteile (23 %) hinsichtlich der Beteiligung von Fußgängern ("Fg") aufweisen.
- Kreuzungen mit Dreiecksinsel die höchsten Anteile (30 %) hinsichtlich der Beteiligung von Radfahrern ("Rf") aufweisen.
- Einmündungen mit Grünpfeil gegenüber solchen mit bedingt verträglicher Führung höhere Anteile (26 zu 16 %) und Werte (9.100 zu 4.200 €/KP*a hinsichtlich der Beteiligung von Radfahrern ("Rf") sowie geringere Anteile (13 zu 32 %) und Werte (4.500 zu 8.400 €/KP*a) hinsichtlich der Beteiligung von Fußgängern ("Fg") aufweisen.
- Einmündungen mit Dreiecksinsel die höchsten Anteile (60 %) hinsichtlich der Beteiligung von Radfahrern ("Rf") aufweisen.

Eine nach der Verkehrsstärke der Hauptrichtung differenzierte Auswertung der Unfallkostendichten der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden für Kreuzungen zeigt Abbildung 44. Bei geringer Verkehrsstärke (≤ 15.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung) fällt auf, dass

 Kreuzungen mit Grünpfeil und solche mit Dreiecksinsel die höchsten Anteile (jeweils 25 %) sowie Kreuzungen mit Grünpfeil die höchsten Werte (13.600 €/KP*a) hinsichtlich der Beteiligung von Radfahrern ("Rf") aufweisen.

- Kreuzungen mit gesicherter Führung die höchsten Anteile (85 %) und Werte (43.100 €/KP*a) hinsichtlich der Beteiligung von Fußgängern ("Fg") aufweisen, was etwa zur Hälfte auf überhöhte Werte und Anteile an Überschreiten-Unfällen zurückzuführen ist (vgl. Abbildung 29). Des Weiteren weisen Kreuzungen mit gesicherter Führung in dieser DTV-Klasse die geringsten Unfallkostendichten (5.900 €/KP*a) hinsichtlich der Beteiligung von Kraftfahrzeugen ("Kfz") auf.
- Kreuzungen mit KR-Signal (18 %; 22.700 €/KP*a) und bedingt verträglicher Führung (26 %; 13.800 €/KP*a) weisen gegenüber Kreuzungen mit Grünpfeil (9 %; 5.200 €/KP*a) höhere Anteile und Werte hinsichtlich der Unfälle mit Beteiligung von Fußgängern ("Fg") auf.

Im Bereich einer Verkehrsstärke von 15.001 bis 25.000 Kfz/24h weisen Kreuzungen mit Grünpfeil hinsichtlich der Beteiligung Fußgängern ("Fg") die höchsten Anteile und Werte (27 % bzw. 22.500 €/KP*a) sowie hinsichtlich der Beteiligung von Radfahrern ("Rf") gemeinsam mit Kreuzungen mit bedingt verträglicher Führung die höchsten Anteile (24 %) auf. Kreuzungen mit KR-Signal weisen die höchsten Werte (24.500 €/KP*a) hinsichtlich der Beteiligung von Radfahrern ("Rf") auf.

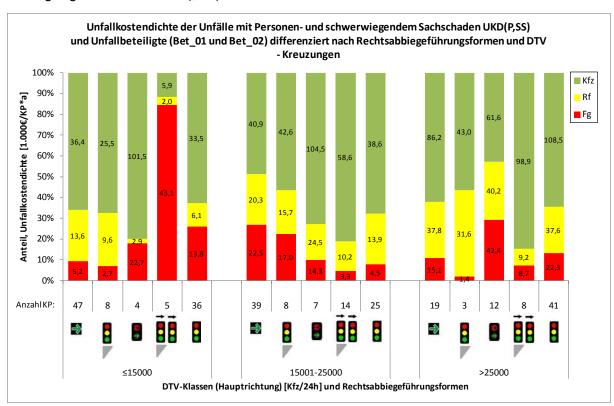


Abbildung 44: Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden (UKD(P,SS)) und Unfallbeteiligung von Kreuzungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen differenziert nach DTV-Klassen der Hauptrichtung

Die Unfallkostendichten der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden für hoch belastete Kreuzungen (> 25.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung) zeigen, dass

- Kreuzungen mit KR-Signal die höchsten Anteile und Werte hinsichtlich der Beteiligung von nicht motorisierten Verkehrsteilnehmer ("Fg" und "Rf"; 57 %; 82.600 €/KP*a),
- Kreuzungen mit Dreiecksinsel die höchsten Anteile (42 %) hinsichtlich der Beteiligung von Radfahrern ("Rf"),

- Kreuzungen mit Grünpfeil (27 %; 37.800 €/KP*a) gegenüber solchen mit gesicherter (8 %; 9.200 €/KP*a) und bedingt verträglicher Führung (22 %; 37.600 €/KP*a) die höchsten Anteile und Werte hinsichtlich der Beteiligung von Radfahrern ("Rf") und
- Kreuzungen mit Grünpfeil (11 %; 15.100 €/KP*a) gegenüber solchen mit bedingt verträglicher Führung (13 %; 22.300 €/KP*a) die niedrigeren Anteile hinsichtlich der Beteiligung von Fußgängern ("Fg")

aufweisen.

Eine nach der Verkehrsstärke differenzierte Darstellung für Einmündungen zeigt Abbildung 45.

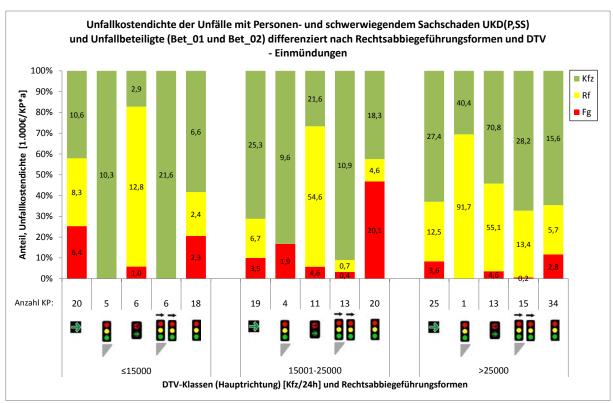


Abbildung 45: Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden (UKD(P,SS)) und Unfallbeteiligung von Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen differenziert nach DTV-Klassen der Hauptrichtung

Es fällt auf, dass

- Einmündungen mit einer Verkehrsstärke ≤ 15.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung und Grünpfeil die höchsten Anteile (25 %) und Werte (6.400 €/KP*a) hinsichtlich der Beteiligung von Fußgängern ("Fg") sowie mit Ausnahme solcher mit KR-Signal die höchsten Anteile (26 % und Werte (8.300 €/KP*a) hinsichtlich der Beteiligung von Radfahrern ("Rf")
- Einmündungen mit einer Verkehrsstärke von 15.001 bis 25.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung und Grünpfeil sowie KR-Signal die höchsten Anteile (19 sowie 65 %) und Werte (6.700 sowie 54.600 €/KP*a) hinsichtlich der Beteiligung von Radfahrern ("Rf") aufweisen; die höchsten Anteile (47 %) und Werte (20.100 €/KP*a) hinsichtlich der Beteiligung von Fußgängern ("Fg") entfallen auf Einmündungen mit bedingt verträglicher Führung.

 hoch belastete Einmündungen (> 25.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung) mit Grünpfeil (3.600 und 12.500 €/KP*a) gegenüber der bedingt verträglichen Führung (2.800 und 5.700 €/KP*a) höhere Werte hinsichtlich der Beteiligung von Fußgängern ("Fg") und Radfahrern ("Rf") erreichen.

Im Rahmen dieser Auswertung wird auf eine Darstellung der Unfallkostendichten Unfälle mit leichtem und schwerwiegendem Sachschaden anhand der Städte Berlin, Dresden und Köln verzichtet, da die Beteiligung der nichtmotorisierten Verkehrsteilnehmer relevant ist. Nach der Beteiligungsart differenzierte Auswertungen sind in Anlage 41 und Anlage 42 zu finden.

Die Unfallkostendichten der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden von Kreuzungen und Einmündungen mit Grünpfeil differenziert nach Verstößen gegen die Einsatzkriterien nach VwV-StVO und [RILSA 1992] zeigt Abbildung 46.

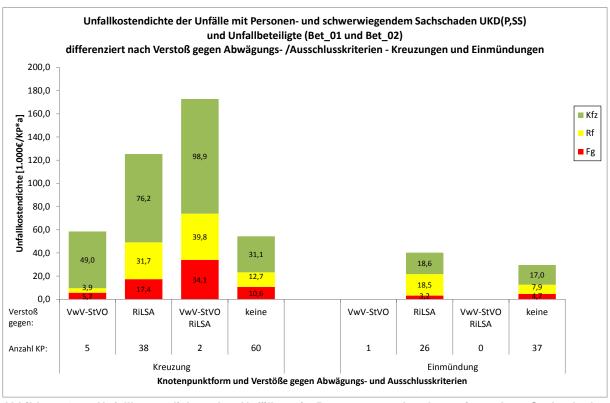


Abbildung 46: Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden (UKD(P,SS)) und Unfallbeteiligung von Kreuzungen mit Grünpfeil und Verstößen gegen Ausschluss- und Abwägungskriterien

Es ist festzustellen, dass

- Kreuzungen die gegen mindestens ein Einsatzkriterium nach VwV-StVO und [RILSA 1992] sowie Kreuzungen die gegen mindestens ein Abwägungskriterium nach [RILSA 1992] verstoßen hinsichtlich der Beteiligung von Fußgängern ("Fg"; 34.100 sowie 17.400 €/KP*a) und Radfahrern ("Rf"; 39.800 sowie 31.700 €/KP*a) die höchsten Unfallkostendichten erreichen.
- Kreuzungen ohne Verstöße gegenüber solchen, die mindestens gegen ein Ausschlusskriterium nach VwV-StVO verstoßen höhere Unfallkostendichten hinsichtlich der Beteiligung von Fußgängern ("Fg"; 10.600 sowie 5.700 €/KP*a) und Radfahrern ("Rf"; 12.700 sowie 3.900 €/KP*a) sowie geringer Unfallkostendichten hinsichtlich der Beteiligung von Kraftfahrzeugen ("Kfz"; 31.100 sowie 49.000 €/KP*a) aufweisen.

 Die erhöhten Unfallkostendichten innerhalb von Einmündungen die gegen mindestens ein Abwägungskriterium nach [RILSA 1992] verstoßen gegenüber solchen, die gegen kein Einsatzkriterium verstoßen auf erhöhte Werte hinsichtlich der Beteiligung von Radfahrern ("Rf"; 18.500 zu 7.900 €/KP*a) sowie reiner Kfz-Beteiligung ("Kfz" 18.600 zu 17.000 €/KP*a) zurückzuführen sind.

Betrachtet man die Unfallkostendichten der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden von Kreuzungen und Einmündungen mit Grünpfeil differenziert nach Anzahl der Rechtsabbiegefahrstreifen je Grünpfeil (siehe Abbildung 47), fällt folgendes auf:

- Kreuzungen, bei denen nicht in jeder (aber mindestens einer) Grünpfeil-Zufahrten Rechtsabbiegefahrstreifen zur Verfügung steht, weisen die höchsten Unfallkostendichten hinsichtlich der Beteiligung von Fußgängern ("Fg"; 24.400 €/KP*a) auf.
- Kreuzungen mit einem Rechtsabbiegefahrstreifen je Grünpfeil-Zufahrt weisen die höchsten Unfallkostendichten hinsichtlich der Beteiligung von Radfahrern ("Rf"; 30.300 €/KP*a) und Kraftfahrzeugen ("Kfz"; 76.800 €/KP*a) auf.
- Kreuzungen mit einem Rechtsabbiegefahrstreifen je Grünpfeil-Zufahrt weisen gegenüber solchen ohne Rechtsabbiegefahrstreifen geringere Unfallkostendichten hinsichtlich der Beteiligung von Fußgängern ("Fg"; 9.300 bzw. 11.100 €/KP*a) auf.
- Einmündungen mit durchschnittlich einem Rechtsabbiegefahrstreifen je Grünpfeil weisen gegenüber solchen ohne Rechtsabbiegefahrstreifen sowohl hinsichtlich der Beteiligung von Fußgängern ("Fg"; 13.600 bzw. 2.900 €/KP*a) als auch hinsichtlich der Beteiligung von Radfahrern ("Rf"; 14.700 bzw. 11.300 €/KP*a) höhere Werte auf.

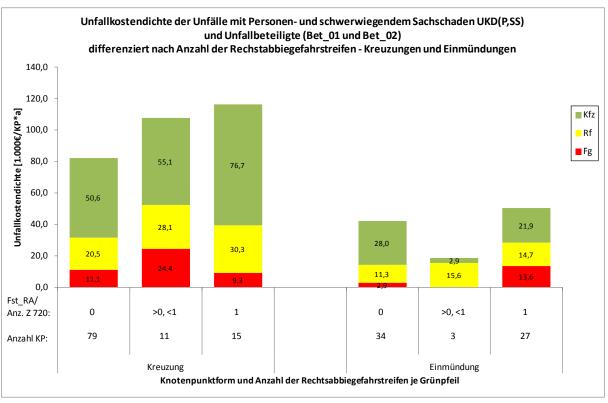


Abbildung 47: Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden (UKD(P,SS)) und Unfallbeteiligung von Kreuzungen mit Grünpfeil und unterschiedlicher Anzahl von Rechtsabbiegefahrstreifen

Nach Beteiligungsart differenzierte Auswertungen für Kreuzungen mit Grünpfeil differenziert nach Verstößen gegen Einsatzkriterien sowie nach Anzahl der Rechtsabbiegefahrstreifen sind in Anlage 43 sowie Anlage 44 zu finden.

4.4.4 Zusammenfassung weitere Unfallcharakteristika

Es hat sich gezeigt, dass die erhöhten Verunglückten- und Unfalldichten für Kreuzungen und Einmündungen mit Grünpfeil im Vergleich zu den anderen Rechtsabbiegeführungsformen auf überhöhte Anteile der Unfallkostendichten hinsichtlich der Unfallart 5 (Zusammenstoß mit einbiegendem/kreuzendem Fahrzeug), 4 (Zusammenstoß mit entgegenkommenden Fahrzeug) und 6 (Zusammenstoß zwischen Fahrzeug und Fußgänger) zurückzuführen sind. Darüber hinaus zeigten sich innerhalb von Kreuzungen Auffälligkeiten hinsichtlich der Unfallursache 31 ("Fahren bei ROT") sowie 40 ("Abbiegen Fußgänger"), während bei Einmündungen erhöhte Anteile hinsichtlich der Unfallursachen 35 ("Abbiegen") und 49 ("Andere Fehler") zu verzeichnen sind. Zudem werden an Knotenpunkten mit Grünpfeil erhöhte Anteile hinsichtlich der Beteiligung nicht motorisierter Verkehrsteilnehmer erreicht. Diese Erkenntnisse spiegeln sich mit wenigen Ausnahmen auch bei einer nach der Verkehrsstärke differenzierten Betrachtung wieder.

Die Auswertungen zu Kreuzungen mit Grünpfeil und von Verstößen gegen Ausschlussund Abwägungskriterien zeigt, dass Kreuzungen, die gegen kein Einsatzkriterium verstoßen, im Vergleich zu Kreuzungen, die gegen mindestens ein Abwägungskriterium (nach [RiLSA 1992] oder nach VwV-StVO]) verstoßen, deutlich geringere Unfallkostendichten hinsichtlich aller Unfallarten und -ursachen sowie der Beteiligung nicht motorisierter Verkehrsteilnehmer aufweisen – im Bereich der Einmündungen trifft dies mit Ausnahmen auch zu. Die Erhöhung der Unfallkostendichten mit zunehmender Anzahl an Rechtsabbiegefahrstreifen für Kreuzungen und Einmündungen mit Grünpfeil ist auf eine Zunahme der

- Unfallart 5 (Zusammenstoß mit einbiegendem/kreuzendem Fahrzeug) und der Unfallart 6 (Zusammenstoß zwischen Fahrzeug und Fußgänger) an Einmündungen,
- Unfallursachen 31 ("Fahren bei ROT") und 35 ("Abbiegen"),
- Beteiligung von Radfahrern und an Einmündungen im Speziellen von Fußgängern

zurückzuführen.

4.5 Unfallkonstellationen

Auf Basis der bisherigen Erkenntnisse zu den Auffälligkeiten hinsichtlich bestimmter Unfalltypen (vgl. Kapitel 4.3), -arten (vgl. Kapitel 4.4) und -ursachen (vgl. Kapitel 4.5) sowie unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Befragungen, insbesondere zu typischen Konfliktund Unfallsituationen (vgl. Kapitel 3.4), wurden Unfallkonstellationen für eine nähere Analyse ausgewählt. Hierzu wurden Informationen zu Typ, Art und Ursache eines Unfalls miteinander verknüpft, wobei neben dem für die Grünpfeil-Regelung potentiellen Unfallgeschehen auch Konstellationen, abgeleitet aus möglichen Konfliktpunkten, betrachtet werden, die für lichtsignalgeregelte Knotenpunkte unabhängig von der Rechtsabbiegeführungsform typisch sind. Abbildung 48 zeigt die Unfallkonstellationen mit Bezeichnung der Typ-, Art- und - Ursachenkombination. Für die Grünpfeil-Regelung typische Unfallkonstellationen sind demnach (schwarz dargestellt):

- A Grünpfeil-Nutzer und Fußgänger (auf der 1. Furt) (Typ 3, Art 6, Ursache 31)
- B Grünpfeil-Nutzer und vorfahrtrechtlich übergeordnetes Fahrzeug (Typ 3, Art 5 (nur bei LSA in Betrieb:, Ursache 31)
- C Grünpfeil-Nutzer und Linksabbieger aus der gegenüberliegenden Zufahrt (Typ 3, Art 4, Ursache 31/Typ 2, Art 4+5, Ursache 31)

Typische Unfallkonstellationen für lichtsignalgeregelten Knotenpunkte unabhängig von der Rechtsabbiegeführungsform sind (grau dargestellt):

- D Abbieger und Fußgänger (auf der 2. Furt) (Typ 2, Art 6)¹⁹
- E Auffahren (Typ 2/6, Art 1+2)
- F Linksabbieger und Gegenverkehr (Typ 2, Art 4+5)

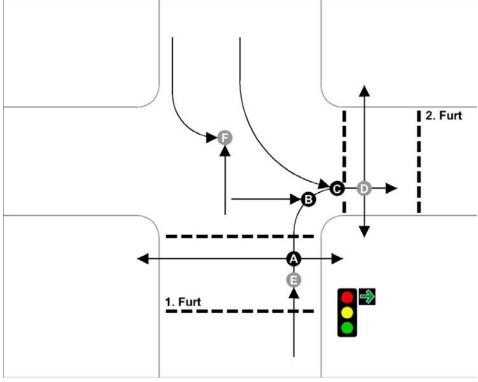


Abbildung 48: Ausgewählte Unfallkonstellationen

¹⁹ Eine Unterscheidung zwischen Rechtsabbieger und Fußgänger bzw. Linksabbieger und Fußgänger ist auf Basis der verwendeten Daten nicht möglich.

Hinsichtlich der Unfallkonstellationen Linksabbieger und Gegenverkehr (Typ 2, Art 4+5) sowie Auffahren (Typ 2/6, Art 1+2) ist anzumerken, dass die Unfallart 4 sowie 1 im eigentlichen Sinne nicht zur Beschreibung der genannten Konstellationen relevant sind (vgl. Anlage 33). Eine stichprobenhafte Analyse der Unfalltexte sowie eigene Erfahrungen [MAIER ET AL. 2012; MAIER & HANTSCHEL 2012] haben allerdings gezeigt, dass die genannten Unfallarten in Zusammenhang mit diesen Konstellationen vereinzelt registriert werden, wobei hierbei auch regionale Unterschiede festzustellen sind. Aus diesem Grund wurden die Unfallarten 1 und 2 sowie 4 und 5 zusammengefasst.

Tabelle 19 zeigt die Unfallanzahl für die jeweiligen Unfallkonstellationen sowie eine entsprechende Symbolik und Kurzbezeichnung für die folgenden Auswertungen. Es fällt auf, dass insbesondere für die Unfallkonstellationen "Einbiegen/Kreuzen/Fußgänger" und "Grünpfeil/Linksabbieger" 1 und 2 sehr geringe Unfallzahlen registriert wurden, weshalb deren grafische Darstellung als nicht sinnvoll erachtet wird. Durch die ausgewählten Unfallkonstellationen werden etwa 68 % des Gesamtunfallgeschehens innerhalb der Untersuchungs- und Vergleichskollektive abgedeckt.

Unfallkonstellation				Anzahl Unfälle					
Nr.	Тур	Art	Ursache	U(P) 3-JK	U(S) 3-JK/1-JK*	U(SS) 3-JK/1-JK*	Symbol	Bezeichnung	Kommentar
Α	3	6	1 bis 89	2	1	0	1	Einbiegen/Kreuzen/ Fußgänger	keine Darstellung der Ergebnisse
		6	davon 31	0	1	0			
В	3	5	1 bis 89	329	351	71	← •	Vorfahrtrechtlich Übergeordneter	nur bei LSA in Betrieb
		0 bis 9	davon 31	251	277	59			
		davon 5	davon 31	236	250	52			
С	3	4	1 bis 89	6	13	5	-	Grünpfeil/ Linksabbieger 1	keine Darstellung der Ergebnisse
		4	davon 31	3	12	5			
	2	4	31	6	12	3	-	Grünpfeil/ Linksabbieger 2	keine Darstellung der Ergebnisse
		5	31	45	35	5			
		4+5	31	51	47	8			
D	2	6	1 bis 89	161	3	0	C	Abbiegen/ Fußgänger	-
		6	davon 31	0	0	0			
E	2	0 bis 9	31	62	76	13			
	2	1+2	0 bis 89	191	904	29	t.	Abbiegen/ Auffahren	-
	6	1+2	0 bis 89	320	1.758	31	+	Auffahren	-
F	2	4	0 bis 89	104	199	76	J*	Linksabbieger/ Gegenverkehr	-
		5	0 bis 89	569	387	40			
		4+5	0 bis 89	673	586	116			
Gesamt				1.744	3.692	265	-	-	-

* Dresden, Köln: U(S) 2008-2010; Berlin, Mannheim, Stuttgart: U(S) 2010.

Tabelle 19: Unfallanzahl der ausgewählten Unfallkonstellationen im Untersuchungs- und Vergleichskollektiv

4.5.1 Knotenpunkte mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen

Die Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden von Kreuzungen und Einmündungen ist zusammenfassend für ausgewählte Unfallkonstellationen differenziert nach Rechtsabbiegeführungsform in Abbildung 49 dargestellt. Es ist festzustellen, dass

- Kreuzungen mit Grünpfeil die höchsten Unfallkostendichten hinsichtlich der Unfallkonstellationen "Vorfahrtrechtlich Übergeordneter", "Vorfahrtrechtlich Übergeordneter" bei ROT sowie "Abbiegen/Fußgänger" aufweisen.
- Kreuzungen mit Grünpfeil (6.200 €/KP*a) im Vergleich zu solchen mit KR-Signal (27.000 €/KP*a) und bedingt verträglicher Führung (10.100 €/KP*a) hinsichtlich der Unfallkonstellationen "Abbiegen/Auffahren" geringere Unfallkostendichten aufweisen.
- Kreuzungen mit Grünpfeil (7.200 €/KP*a) im Vergleich zu solchen mit Dreiecksinsel (15.400 €/KP*a) und bedingt verträglicher Führung (7.500 €/KP*a) hinsichtlich der Unfallkonstellationen "Auffahren" geringere Unfallkostendichten aufweisen.
- Kreuzungen mit Grünpfeil (25.400 €/KP*a) mit Ausnahme des KR-Signals (43.200 €/KP*a) die höchsten Unfallkostendichten hinsichtlich der Unfallkonstellation "Linksabbieger/Gegenverkehr" aufweisen.
- Einmündungen mit Grünpfeil lediglich gegenüber solchen mit bedingt verträglicher Führung deutliche Auffälligkeiten aufweisen; so werden mit Ausnahme der Unfallkonstellation "Abbiegen/Fußgänger" über alle Unfallkonstellationen höhere Unfallkostendichten innerhalb von Einmündungen mit Grünpfeil erreicht.

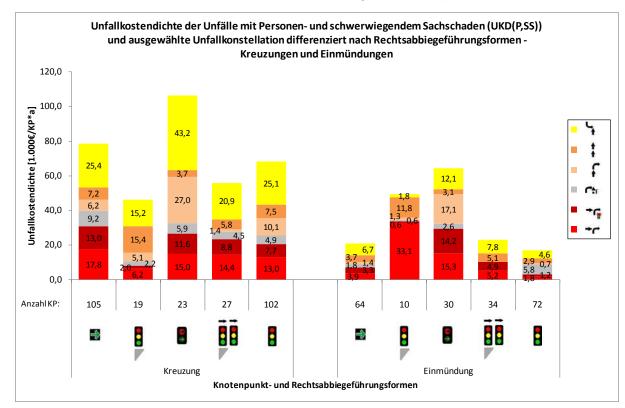


Abbildung 49: Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden (UKD(P,SS)) und ausgewählte Unfallkonstellationen von Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen

Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden (UKD(P,SS)) und ausgewählte Unfallkonstellationen differenziert nach Rechtsabbiegeführungsformen und DTV -Kreuzungen 160,0 140,0 Unfallkostendichte [1.000€/KP*a] 120,0 100,0 80,0 16.6 3,9 60,0 40,0 10,1 10,1 19,7 20.0 0.0 Anzahl KP: 39 19 >25000 ≤15000 15001-25000

Eine nach der Verkehrsstärke differenzierte Darstellung für Kreuzungen zeigt Abbildung 50.

Abbildung 50: Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden (UKD(P,SS)) und ausgewählte Unfallkonstellationen von Kreuzungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen differenziert nach DTV-Klassen der Hauptrichtung

DTV-Klassen (Hauptrichtung) [Kfz/24h] und Rechtsabbiegeführungsformen

Es fällt auf, dass bei geringer Verkehrsbelastung in der Hauptrichtung (≤ 15.000 Kfz/24h)

- Kreuzungen mit Grünpfeil die höchsten Unfallkostendichten hinsichtlich der Unfallkonstellationen "Vorfahrtrechtlich Übergeordneter" sowie "Vorfahrtrechtlich Übergeordneter" bei ROT aufweisen.
- Kreuzungen mit Grünpfeil (2.600 €/KP*a) hinsichtlich der Unfallkonstellationen "Abbiegen/Fußgänger" ein ähnliches Niveau erreichen wie es an Kreuzungen mit bedingt verträglicher Führung (2.600 €/KP*a) sowie Dreiecksinsel (2.300 €/KP*a) der Fall ist.
- Kreuzungen mit Grünpfeil (14.600 €/KP*a) und solche mit KR-Signal (16.600 €/KP*a) die höchsten Unfallkostendichten hinsichtlich der Unfallkonstellation "Linksabbieger/Gegenverkehr" aufweisen.

Bei einer Verkehrsstärke der Hauptrichtung von 15.001 bis 25.000 Kfz/24h zeigt sich, dass

- Kreuzungen mit Grünpfeil die höchsten Unfallkostendichten der Unfallkonstellationen "Abbiegen/Fußgänger" erreichen.
- Kreuzungen mit Grünpfeil (10.100 €/KP*a) und solche mit KR-Signal (23.700 €/KP*a) hinsichtlich der Unfallkonstellationen "Abbiegen/Auffahren" die höchsten Unfallkostendichten aufweisen.

Innerhalb der hochbelasteten Kreuzungen (>25.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung) ist festzustellen, dass

- Kreuzungen mit Grünpfeil die höchsten Unfallkostendichten hinsichtlich der Unfallkonstellationen "Vorfahrtrechtlich Übergeordneter" sowie "Vorfahrtrechtlich Übergeordneter" bei ROT aufweisen.
- Kreuzungen mit Grünpfeil (5.400 €/KP*a), KR-Signal (5.900 €/KP*a) und bedingt verträglicher Führung (10.500 €/KP*a) die höchsten Unfallkostendichten hinsichtlich der Unfallkonstellation "Abbiegen/Fußgänger" aufweisen.
- Kreuzungen mit Grünpfeil (44.500 €/KP*a) und gesicherter Führung (49.800 €/KP*a) die höchsten Unfallkostendichten hinsichtlich der Unfallkonstellation "Linksabbieger/Gegenverkehr" aufweisen.

Abbildung 51 zeigt die Ergebnisse einer für Einmündungen analog durchgeführten Auswertung, wobei sich zeigt, dass bei geringer Verkehrsstärke (≤ 15.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung)

- Einmündungen mit Grünpfeil die höchsten Unfallkostendichten hinsichtlich der Unfallkonstellationen "Abbiegen/Fußgänger" (600 €/KP*a) und "Abbiegen/Auffahren" (1.800 €/KP*a),
- Einmündungen mit Grünpfeil (1.800 €/KP*a sowie 1.500 €/KP*a) und KR Signal (jeweils 2.600 €/KP*a) die höchsten Unfallkostendichten hinsichtlich der Unfallkonstellationen "Vorfahrtrechtlich Übergeordneter" sowie "Vorfahrtrechtlich Übergeordneter" bei ROT und
- Einmündungen mit Grünpfeil (8.900 €/KP*a) und gesicherter Führung (13.600 €/KP*a) die höchsten Unfallkostendichten hinsichtlich der Unfallkonstellation "Linksabbieger/Gegenverkehr"

aufweisen. Innerhalb von Einmündungen mit einer Verkehrsstärke von 15.001 bis 25.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung zeigt sich, dass solche mit KR-Signal über alle Unfallkonstellationen, mit Ausnahme von "Abbiegen/Fußgänger", die höchsten Unfallkostendichten erreichen. So ist mit Ausnahme der Führung mit KR-Signal festzustellen, dass

- Einmündungen mit Grünpfeil die höchsten Unfallkostendichten hinsichtlich der Unfallkonstellationen "Vorfahrtrechtlich Übergeordneter" (4.300 €/KP*a) sowie "Vorfahrtrechtlich Übergeordneter" bei ROT (3.800 €/KP*a),
- Einmündungen mit Grünpfeil (5.200 €/KP*a) und gesicherter Führung (5.500 €/KP*a) die höchsten Unfallkostendichten hinsichtlich der Unfallkonstellation "Auffahren" und
- Einmündungen mit bedingt verträglicher Führung die höchsten Unfallkostendichten hinsichtlich der Unfallkonstellationen "Abbiegen/Fußgänger" (15.700 €/KP*a) sowie "Linksabbieger/Gegenverkehr" (7.500 €/KP*a)

aufweisen. Bei den hochbelasteten (>25.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung) Einmündungen ist – wie auch innerhalb der Gesamtbetrachtung (vgl. Abbildung 49) – festzustellen, dass Einmündungen mit Grünpfeil lediglich gegenüber solchen mit bedingt verträglicher Führung deutliche Auffälligkeiten aufweisen; so werden mit Ausnahme der Unfallkonstellationen "Abbiegen/Auffahren" und "Auffahren" über alle Unfallkonstellationen höhere Unfallkostendichten innerhalb von Einmündungen mit Grünpfeil erreicht.

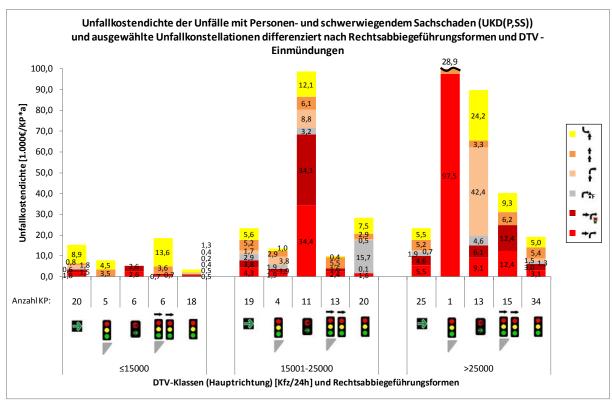


Abbildung 51: Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden (UKD(P,SS)) und ausgewählte Unfallkonstellationen von Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen differenziert nach DTV-Klassen der Hauptrichtung

Betrachtet man die Unfallkostendichten aller Unfallkategorien anhand der Städte Berlin, Dresden und Köln können die Erkenntnisse innerhalb zu den Einmündungen weitestgehend bestätigt werden, während sich für Kreuzungen sich ein etwas anderes Bild zeigt (siehe Anlage 45):

- So weisen Kreuzungen mit gesicherter Führung die höchsten Unfallkostendichten hinsichtlich der Unfallkonstellationen "Vorfahrtrechtlich Übergeordneter" und "Vorfahrtrechtlich Übergeordneter" bei ROT auf (31.900 und 21.400 €/KP*a) auf. Kreuzungen mit Grünpfeil (23.500 und 18.000 €/KP*a) weisen hinsichtlich dieser Unfallkonstellation im Vergleich zu solchen mit Dreiecksinsel (9.800 und 3.000 €/KP*a), KR-Signal (16.200 und 12.600 €/KP*a) und bedingt verträglicher Führung (13.800 und 6.400 €/KP*a) höhere Werte auf.
- Im Bereich der Unfallkonstellation "Auffahren" erreichen Kreuzungen mit Grünpfeil (25.300 €/KP*a) die höchsten Unfallkostendichten – im Bereich der Unfallkonstellation "Abbiegen/Auffahren" deutlich geringere (17.300 €/KP*a) im Vergleich zur bedingt verträglichen Führung (35.300 €/KP*a) und dem KR-Signal (41.000 €/KP*a).
- Kreuzungen mit gesicherter Führung (80.700 €/KP*a) erreichen die höchsten Unfallkostendichten hinsichtlich der Unfallkonstellation "Linksabbieger/ Gegenverkehr".

4.5.2 Knotenpunkte mit Grünpfeil und Verstöße gegen Ausschluss- und Abwägungskriterien

Betrachtet man die Unfallkostendichten der Unfälle mit Personen und schwerwiegendem Sachschaden von Kreuzungen mit Grünpfeil differenziert nach Verstößen gegen die Einsatzkriterien nach VwV-StVO und [RILSA 1992] ist festzustellen (siehe Abbildung 52), dass

- Kreuzungen ohne Verstöße die geringsten Werte hinsichtlich der Unfallkonstellationen "Auffahren" sowie "Linksabbieger/ Gegenverkehr" erreichen.
- Kreuzungen, die gegen mindestens ein Einsatzkriterium nach VwV-StVO und [RILSA 1992] verstoßen, die höchsten Werte hinsichtlich der Unfallkonstellationen Vorfahrtrechtlich Übergeordneter", "Vorfahrtrechtlich Übergeordneter" bei ROT sowie "Auffahren" aufweisen.
- Kreuzungen, die gegen mindestens ein Abwägungskriterium nach [RILSA 1992] verstoßen, die höchsten Werte hinsichtlich der Unfallkonstellationen "Abbiegen/Fußgänger", "Abbiegen/Auffahren" sowie "Linksabbieger/Gegenverkehr" verzeichnen.
- Einmündungen, die gegen mindestens ein Abwägungskriterium nach [RILSA 1992] verstoßen, gegenüber Einmündungen ohne Verstöße mit Ausnahme der Unfallkonstellationen "Abbiegen/Fußgänger" und "Auffahren" über alle Unfallkonstellationen höhere Unfallkostendichten aufweisen.

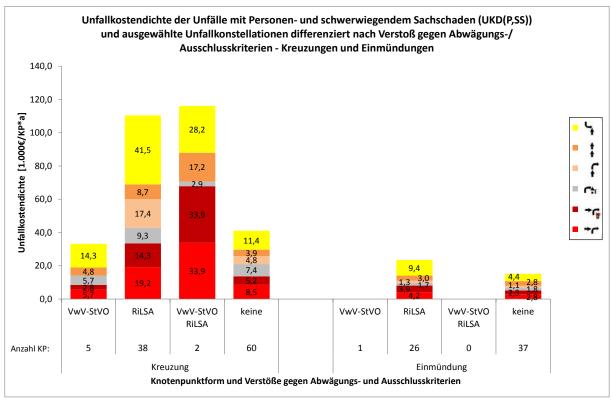


Abbildung 52: Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden (UKD(P,SS)) und ausgewählte Unfallkonstellationen von Kreuzungen mit Grünpfeil und Verstößen gegen Ausschluss- und Abwägungskriterien

Eine Auswertung der Unfallkostendichten der Unfälle aller Unfallkategorien kann diese Erkenntnisse bestätigen (siehe Anlage 46).

4.5.3 Knotenpunkte mit Grünpfeil und Anzahl der Rechtsabbiegefahrstreifen

Die Auswertung der Unfallkostendichten der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden von Kreuzungen mit Grünpfeil differenziert nach Anzahl der Rechtsabbiegefahrstreifen zeigt Abbildung 53.

Im Bereich der Kreuzungen ist festzustellen, dass die Unfallkostendichten der Unfallkonstellationen "Vorfahrtrechtlich Übergeordneter", "Vorfahrtrechtlich Übergeordneter" bei ROT sowie "Abbiegen/Fußgänger" mit zunehmender Anzahl der Rechtsabbiegefahrstreifen nahezu konstant bleiben bzw. abnehmen während die Werte der Konstellationen "Abbiegen/Auffahren", "Auffahren" und "Linksabbieger/Gegenverkehr" mit zunehmender Anzahl der Rechtsabbiegefahrstreifen steigen. Bei den Einmündungen erreichen solche mit einem Rechtsabbiegefahrstreifen je Grünpfeil – mit Ausnahme der Unfallkonstellation "Auffahren" – über alle Unfallkonstellationen höhere Unfallkostendichten im Vergleich zu Einmündungen ohne Rechtsabbiegefahrstreifen in den Grünpfeil-Zufahrten.

Eine Auswertung der Unfallkostendichten aller Unfallkategorien anhand der Städte Berlin, Dresden und Köln ergibt ein ähnliches Bild (siehe Anlage 47).

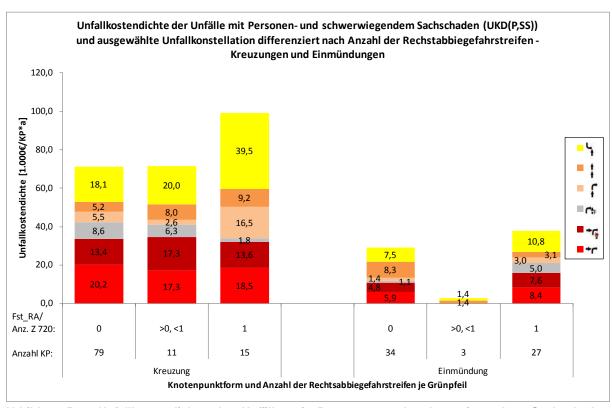


Abbildung 53: Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden (UKD(P,SS)) und ausgewählte Unfallkonstellationen von Kreuzungen mit Grünpfeil und unterschiedlicher Anzahl von Rechtsabbiegefahrstreifen

4.5.4 Zusammenfassung

Zusammenfassend zeigt der Vergleich von Unfallkonstellationen an Knotenpunkten mit unterschiedlicher Rechtsabbiegeführungsform, dass Kreuzungen mit Grünpfeil die höchsten Unfallkostendichten der Unfallkonstellationen "Vorfahrtrechtlich Übergeordneter", "Vorfahrtrechtlich Übergeordneter" bei ROT sowie "Abbiegen/Fußgänger" aufweisen. Dies wird bei einer nach der Verkehrsstärke differenzierten Auswertung bestätigt: Während die Konstellationen "Vorfahrtrechtlich Übergeordneter" und "Vorfahrtrechtlich Übergeordneter" bei ROT im Bereich geringer (≤ 15.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung) und hoher (>25.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung) Verkehrsstärke auffällige Werte erreichen, ist dies bei der Unfallkonstellation "Abbiegen/Fußgänger" im Bereich mittlerer (15.001 bis 25.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung) und hoher Verkehrsstärke der Fall.

Einmündungen mit Grünpfeil zeigen hingegen nur gegenüber der bedingt verträglichen Führung erhöhte Unfallkostendichten, dies aber mit Ausnahme der Konstellation "Abbiegen/Fußgänger" über alle Unfallkonstellationen. den ln einzelnen Verkehrsstärkeklassen zeigt sich hierzu ein differenziertes Bild: Während im Bereich hoher Verkehrsstärke (>25.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung) die Tendenzen zusammengefassten Auswertung bestätigt werden, erreichen Einmündungen mit Grünpfeil gegenüber den anderen Rechtsabbiegeführungsformen die höchsten Unfallkostendichten

- hinsichtlich der Unfallkonstellationen "Abbiegen/Fußgänger" und "Abbiegen/Auffahren" im Bereich geringer Verkehrsstärke (≤ 15.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung) und
- hinsichtlich der Unfallkonstellationen "Vorfahrtrechtlich Übergeordneter" sowie "Vorfahrtrechtlich Übergeordneter" bei ROT im Bereich mittlerer Verkehrsstärke (15.001 bis 25.000 Kfz/24h in der Hauptrichtung).

Die Betrachtung der Unfallkostendichten der Unfälle mit Personen und schwerwiegendem Sachschaden von Kreuzungen mit Grünpfeil differenziert nach Verstößen gegen die Einsatzkriterien nach VwV-StVO und [RILSA 1992] ergab, dass Kreuzungen ohne Verstöße die geringsten Werte hinsichtlich der Unfallkonstellationen "Vorfahrtrechtlich Übergeordneter", "Auffahren" sowie "Linksabbieger/ Gegenverkehr" erreichen. Einmündungen ohne Verstöße weisen mit Ausnahmen über alle Unfallkonstellationen geringere Unfallkostendichten auf.

Kreuzungen mit Grünpfeil zeigt sich bei zunehmender Anzahl der Rechtsabbiegefahrstreifen ein indifferentes Bild, da an Kreuzungen die Unfallkostendichten Konstellationen Abbiegen/Auffahren", "Auffahren" der und "Linksabbieger/ Gegenverkehr" steigen – im Bereich von Einmündungen steigen die Unfallkostendichten mit Ausnahme der Unfallkonstellation "Auffahren" Konstellationen.

4.6 Detaillierte Auswertung des Unfallgeschehens an Grünpfeilknotenpunkten

Um wiederkehrende Unfallkonstellationen zu identifizieren, wurden die Unfalltexte zum Unfallgeschehen ausgewählter Knotenpunkte mit Grünpfeil in Dresden und Köln analysiert. Relevant ist hierbei das Unfallgeschehen, welches direkt auf die Grünpfeil-Regelung zurückzuführen ist. Die Unfalldaten der Stadt Köln enthielten hierzu bereits eine Sonderauswertung zu Unfällen aufgrund der Grünpfeil-Regelung, wobei die textlichen Beschreibungen des Unfallhergangs lediglich für die Einjahreskarte der Unfälle mit Personenund Sachschaden 2010 sowie der Dreijahreskarte der Unfälle Personenschaden 2008-2010 zur Verfügung standen. Für die detaillierte Auswertung des Unfallgeschehens in Dresden wurden die Unfalltexte aller Knotenpunkte mit Grünpfeil analysiert, wobei die folgenden Betrachtungen nur Knotenpunkte enthalten, an denen mehr als ein Unfall aufgrund der Grünpfeil-Regelung registriert wurde. Dabei standen Unfalltexte sowohl für die Unfälle mit Personen- als auch mit Sachschaden des Zeitraumes 2008-2010 zur Verfügung. Im Ergebnis liegen der Untersuchung zehn Zufahrten an zehn Knotenpunkten in Köln sowie 26 Zufahrten an 23 Knotenpunkten in Dresden zugrunde, innerhalb derer insgesamt 80 Unfälle mit Personen- und Sachschaden aufgrund der Grünpfeil-Regelung registriert wurden.

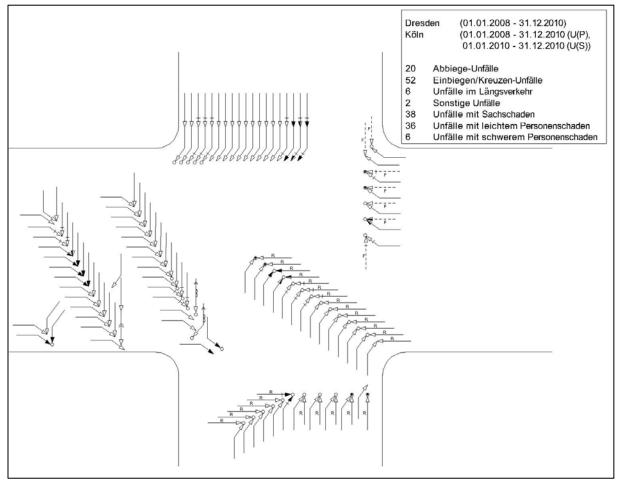


Abbildung 54: Unfalldiagramm der Unfälle aufgrund der Grünpfeil-Regelung in Köln und Dresden 2008-2010

Abbildung 54 zeigt das Unfalldiagramm des entsprechenden Unfallgeschehens in Köln und Dresden (eine Zusammenfassung der dargestellten Unfälle in Form einer Unfallliste enthält Anlage 48), wobei auffällt, dass insbesondere die folgenden sechs Unfallkonstellationen immer wieder im Zusammenhang mit der Grünpfeil-Regelung registriert wurden:

- Grünpfeil-Nutzer und parallel fahrender Radfahrer (6 %)
- Grünpfeil-Nutzer und vorfahrtrechtlich übergeordneter Radfahrer von links (8 %)
- Grünpfeil-Nutzer und vorfahrtrechtlich übergeordneter Radfahrer von rechts (18 %)
- Grünpfeil-Nutzer und parallel gehender Fußgänger (5%)
- Grünpfeil-Nutzer und Nachfolgender (Kfz) (24 %)
- Grünpfeil-Nutzer und vorfahrtrechtlich übergeordnetes Kraftfahrzeug von links (34 %)

Unabhängig von der Unfallkonstellation fällt darüber hinaus auf, dass

- bei etwa jedem dritten Unfall aufgrund der Grünpfeil-Regelung Radfahrer betroffen sind, wobei 24 der 25 Unfälle mit Personenschaden registriert wurden.
- bei über der Hälfte der Unfälle (53 %) Verletzte zu beklagen sind, wovon 69 % auf nichtmotorisierte Verkehrsteilnehmer zurückzuführen sind.
- tendenziell mehr Radfahrer als Fußgänger betroffen sind.
- bei 21 der 36 Zufahrten gegen Einsatzkriterien nach VwV-StVO oder [RıLSA 1992] verstoßen wurde.
- in 16 von 36 Zufahrten ein Rechtsabbiegefahrstreifen zur Verfügung steht, was insofern bemerkenswert ist, da in Dresden nur an etwa jeder Dritten und in Köln an jeder Vierten Grünpfeil-Zufahrt ein Rechtsabbiegefahrstreifen zur Verfügung steht.
- 27 der 33 betroffenen Zufahrten an Kreuzungen vorzufinden sind.
- 26 der 33 betroffenen Zufahrten in der Nebenrichtung liegen.

Betrachtet man hierzu die Besonderheiten hinsichtlich des Unfallhergangs und der Örtlichkeiten sowie die Verstöße gegen Einsatzkriterien an den Zufahrten an denen Unfälle registriert wurden zeigt sich, dass

- Unfälle zwischen Grünpfeil-Nutzer und parallel gehenden/fahrenden Fußgänger/Radfahrern vermutlich im Phasenwechsel geschahen, da die entsprechenden Fußgänger/Radfahrer bei GRÜN querten.
- Unfälle zwischen Grünpfeil-Nutzer und vorfahrtrechtlich übergeordneten Kraftfahrzeugen von links häufig an Knotenpunkten registriert wurden, innerhalb für die vorfahrtrechtlich übergeordnete Richtung mehr als ein Geradeausfahrstreifen zur Verfügung steht und zudem eine hohe Verkehrsstärke (vgl. hierzu auch Abbildung 29 - hoher Anteil von Einbiegen/Kreuzen-Unfällen bei hoher Verkehrsbelastung – und Abbildung 34 – hoher Anteil an Unfällen der Unfallart 5 "Zusammenstoß mit einbiegendem/ kreuzendem Fahrzeug") zu verzeichnen ist.
- Knotenpunkte an denen eine zulässige Geschwindigkeit von mehr als 50 km/h vorgeschrieben ist, auffällig hinsichtlich von Unfällen zwischen Grünpfeil-Nutzer und vorfahrtrechtlich übergeordneten Kraftfahrzeugen von links sind.
- Unfälle zwischen Grünpfeil-Nutzer und vorfahrtrechtlich übergeordneter Radfahrer von rechts häufig an Zufahrten registriert wurden, an denen Sichteinschränkungen (durch Bepflanzung oder enge Bebauung) nach rechts festgestellt werden konnten (vgl. Abbildung 55).



Abbildung 55: Zufahrten mit Sichteinschränkungen nach rechts, die hinsichtlich Unfällen zwischen Grünpfeil-Nutzer und Radfahrer von rechts auffällig sind

4.7 Zusammenfassung Unfallanalyse Knotenpunkte

Grundlage der Analyse waren 505 Knotenpunkte mit unterschiedlicher Rechtsabbiegeführung in den Städten Berlin, Dresden, Köln, Mannheim und Stuttgart innerhalb derer 2.534 Unfälle mit Personenschaden und 5.873 Unfälle mit Sachschaden registriert wurden. Kreuzungen und Einmündungen mit Grünpfeil zeigten dabei im Vergleich zu anderen Rechtsabbiegeführungsformen erhöhte Verunglückten- und Unfalldichten insbesondere wenn gegen Einsatzkriterien nach VwV-StVO oder [RıLSA 1992] verstoßen wurde oder ein Rechtsabbiegefahrstreifen zur Verfügung steht. Allerdings haben sich Kreuzungen mit zweifeldigem Rechtsabbiegesignal (KR-Signal) sowie Einmündungen mit zweifeldigem Rechtsabbiegesignal (KR-Signal) oder Dreiecksinsel nach den Ergebnissen dieser Untersuchung als noch unsicherere Alternative herausgestellt.

Die im Vergleich zu Knotenpunkten mit anderen Rechtsabbiegeführungsformen erhöhten Unfalldichten sind vor allem auf erhöhte Anteile von Abbiege- und Einbiegen/Kreuzen-Unfällen zurückzuführen. Dabei wurden die Unfallarten Zusammenstoß mit einbiegendem/kreuzendem Fahrzeug oder mit entgegenkommendem Fahrzeug sowie zwischen Fahrzeug und Fußgänger überdurchschnittlich häufig registriert. Weiterhin ergaben sich innerhalb von Kreuzungen mit Grünpfeil Auffälligkeiten hinsichtlich der Unfallursachen "Fahren bei ROT" sowie "Abbiegen Fußgänger", während innerhalb von Einmündungen erhöhte Anteile hinsichtlich "Abbiegen" und "Andere Fehler" zu verzeichnen sind.

An Kreuzungen und Einmündungen mit Grünpfeil werden zudem erhöhte Anteile hinsichtlich der Beteiligung nichtmotorisierter Verkehrsteilnehmer registriert. Insbesondere Radfahrer sind im Vergleich zu anderen Rechtsabbiegeführungsformen überdurchschnittlich häufig in Unfälle verwickelt.

Ein etwas anderes Bild ergibt sich hinsichtlich des Anteils der Unfälle mit schwerem Personenschaden an Unfällen mit Personenschaden sowie der durchschnittlichen Unfallkosten je Unfall als Maß für die Unfallschwere. So weisen Knotenpunkte mit Grünpfeil im Vergleich zu solchen mit zweifeldigem Rechtsabbiegesignal (KR-Signal) sowie bedingt verträglicher Führung niedrigere und im Vergleich zu solchen mit Dreiecksinsel und gesicherter Führung höhere Anteile an Unfällen mit schwerem Personenschaden auf. Die nach Rechtsabbiegeführungsform angepassten Unfallkosten zeigen , dass Knotenpunkte mit Grünpfeil-Regelung mit Ausnahme von Knotenpunkten mit zweifeldigem Rechtsabbiegesignal (KR-Signal) die höchsten durchschnittliche Kosten je Unfall mit Personenschaden aufweisen. Betrachtet man lediglich die Unfälle mit schwerem Personenschaden weisen Knotenpunkte mit Grünpfeil-Regelung mit Ausnahme von Knotenpunkten mit Dreiecksinsel die geringsten durchschnittlichen Kosten je Unfall auf.

Aufbauend auf diesen Erkenntnissen wurden Informationen zu Unfalltyp, -art und -ursache miteinander verknüpft, um typische Unfallkonstellationen ohne eine detaillierte Analyse des Unfallhergangs abzubilden. Dabei zeigte sich, dass an Kreuzungen mit Grünpfeil im Vergleich zu Knotenpunkten mit anderen Rechtsabbiegeführungsformen die höchsten Unfallkosten hinsichtlich der Unfallkonstellationen Zusammenstoß mit

- "Vorfahrtrechtlich Übergeordneten" Fahrzeug,
- "Vorfahrtrechtlich Übergeordneten" Fahrzeug bei ROT sowie

• Fußgänger beim Abbiegen²⁰ auf der 2. Furt ("Fußgänger Abbiegen")

registriert wurden. Einmündungen mit Grünpfeil zeigten im Rahmen dieser Auswertung nur gegenüber der bedingt verträglichen Führung erhöhte Unfallkostendichten, dies aber mit Ausnahmen über alle Unfallkonstellationen. Darüber hinaus zeigten sich insbesondere an hochbelasteten Kreuzungen auch Auffälligkeiten hinsichtlich Unfällen zwischen "Linksabbieger und Gegenverkehr", da gegenüber einer Zufahrt mit Grünpfeil keine gesicherte Führung der Linksabbieger zur Anwendung kommen kann, sofern die Ausschlusskriterien nach VwV-StVO beachtet werden.

Eine detaillierte Analyse des Unfallhergangs von 80 Unfällen, welche direkt auf die Grünpfeil-Regelung zurückzuführen sind, an 36 Zufahrten innerhalb 33 Knotenpunkten in Dresden und Köln zeigt, dass etwa jeder Dritte Unfall auf Zusammenstöße zwischen Grünpfeil-Nutzer und Radfahrer (parallel fahrende sowie vorfahrtrechtlich übergeordnete von links und rechts) sowie Grünpfeil-Nutzer und vorfahrtrechtlich übergeordnetes Kraftfahrzeug von links zurückzuführen ist - dabei entfällt etwa ein Drittel der Unfälle mit Personenschaden auf Zusammenstöße zwischen Grünpfeil-Nutzer und vorfahrtrechtlich übergeordnete Radfahrer von rechts. Zudem fällt auf, dass bei über der Hälfte der Unfälle Verletzte zu beklagen sind. Unfallbegünstigende Faktoren sind

- · das Vorhandensein eines Rechtsabbiegefahrstreifens,
- der fehlende Zeitvorsprung für Fußgänger und Radfahrer,
- mehr als ein Geradeausfahrstreifen sowie eine hohe Verkehrsstärke des vorfahrtrechtlich übergeordneten Stromes,
- eine zulässige Höchstgeschwindigkeit von mehr als 50 km/h und
- Sichteinschränkungen (durch Bepflanzung oder enge Bebauung) vor allem nach rechts.

Zum Vergleich zwischen Knotenpunkten der "alten" und "neuen" Bundesländer konnten auf Basis der vorliegenden Datengrundlage keine gesicherten Erkenntnisse abgeleitet werden.

 $^{^{\}rm 20}$ Umfasst sowohl Links- als auch Rechtsabbieger.

5 Unfallanalyse Zufahrten

5.1 Datengrundlage und Vorgehen

Für die Städte Berlin und Dresden liegen die Unfalldaten in einer Form vor, die es ermöglicht, das Unfallgeschehen den einzelnen Zufahrten zuzuordnen. Die Zuordnung der Unfälle erfolgt auf Basis von Unfalltexten (Dresden) oder mit Hilfe symbolhafter Skizzen (Berlin). Für die Unfallauswertung wurden die Zufahrten in beiden Städten so ausgewählt, dass möglichst aussagefähige Kollektive entstehen. Unter der Voraussetzung, dass der Gesamtumfang 200 Zufahrten betragen soll, wurden je Stadt und Rechtsabbiegeführungsform (bedingt verträgliche Führung, Grünpfeil, Dreiecksinsel ohne LSA, KR-Signal oder gesicherte Führung mit und ohne Dreiecksinsel) eine Auswahl von 15 Kreuzungen und fünf Einmündungen angestrebt.

Die Grundlage der Auswahl der Zufahrten bilden die im Rahmen der Unfallanalyse der Knotenpunkte definierten repräsentativen Untersuchungsgruppen (siehe Kapitel 4.1). Das heißt, es werden in einem ersten Schritt Knotenpunkte in der Auswertung berücksichtigt, bei denen zusätzlich zur Grundform (bedingt verträgliche Führung) nur eine weitere Rechtsabbiegeführungsform für besondere Ansprüche der Rechtsabbiegeströme (Grünpfeil, Dreiecksinsel ohne LSA, KR-Signal oder gesicherte Führung mit und ohne Dreiecksinsel) in mindestens einer Zufahrt zur Anwendung kommt. Hierbei erfolgt eine stichprobenhafte Auswahl der Fallbeispiele, deren Eignung jeweils einzeln überprüft wurde. So wurden Zufahrten/Knotenpunkte ausgeschlossen, wenn

- keine Fußgängerfurten vorhanden sind,
- wenig bis kein nichtmotorisierter Verkehr zu erwarten ist (anbaufreie Knotenpunkte)
- Sonderformen von Knotenpunkten (bspw. 5 Knotenpunktarme, >1 Signalquerschnitt) vorliegen.

Da in einigen Fällen die Anzahl der Zufahrten nicht den geplanten Umfang erreicht, wurden in einem zweiten Schritt weitere Zufahrten (mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen in verschiedenen Zufahrten) aus dem Gesamtkollektiv stichprobenhaft ausgewählt, wobei ebenfalls eine Überprüfung nach den o.g. Kriterien erfolgte. Das Kriterium der einheitlichen Regelung an allen Zufahrten eines Knotenpunktes muss nicht zwingend beachtet werden, da die Regelung an der jeweiligen Zufahrt im Vordergrund steht. Tabelle 20 zeigt die Datengrundlage der Zufahrten in den Untersuchungsstädten.

	Anzahl Zufahrten								
Rechtsabbiege- führungsform	Berlin			Dresden			Gesamt		
	Kreuzung	Einmündung	Σ	Kreuzung	Einmündung	Σ	Kreuzung	Einmündung	Σ
Grünpfeil	15	7	22	15	5	20	30	12	42
Dreiecksinsel ohne LSA	9	1	10	25	3	28	34	4	38
KR-Signal	20	5	25	10	5	15	30	10	40
gesicherte Führung (mit und ohne Dreiecksinsel)	12	6	18	18	4	22	30	10	40
bedingt verträgliche Führung	15	5	20	15	5	20	30	10	40
Gesamt	71	24	95	83	22	105	154	46	200

Tabelle 20: Datengrundlage Zufahrten

Es zeigt sich, dass auch mit dem erweiterten Auswahlverfahren innerhalb der Städte nicht immer die angestrebte Anzahl an Zufahrten je Rechtsabbiegeführungsform erreicht werden konnte. In Summe über beide Städte wurde diese Anforderung mit Ausnahme der Einmündungszufahrten mit KR-Signal jedoch erfüllt. Um den angestrebten Gesamtumfang von 200 Zufahrten zu gewährleisten, wurden in diesem Fall zunächst weitere Kreuzungszufahrten mit KR-Signal sowie Einmündungszufahrten mit Grünpfeil ausgewählt. Insgesamt verteilen sich die 200 ausgewählten Zufahrten auf 159 Knotenpunkte.

Die Zuordnung der Unfälle nach den Zufahrten erfolgte in Abhängigkeit der Unfallverursacher. Sind nichtmotorisierte Verkehrsteilnehmer Unfallverursacher, so wurden

- Fußgänger der Zufahrt zugeordnet, die sie queren und
- Radfahrer der Zufahrt zugeordnet, die sie queren (Radfahrfurt vorhanden), oder der Zufahrt zugeordnet, aus der sie kommen (keine Radfahrfurt vorhanden).

Tabelle 21 zeigt die Gesamtzahl der für diese Untersuchung verfügbaren Unfälle sowie Anzahl und Anteil derjenigen, die keiner Zufahrt zugeordnet werden konnten. Dabei ist festzustellen, dass in Berlin nur 2 % der Unfälle nicht zugeordnet werden konnten. Im Gegensatz dazu konnten in Dresden aufgrund teilweise fehlender Informationen in den Unfalltexten nur jeder zweite Unfall einer Zufahrt zugeordnet werden. Für dieUnfälle mit Personenschaden in Dresden beträgt dieser Anteil bei Unfällen mit Schwerverletzten 21 % und mit Leichtverletzten 38 %. Über beide Städte konnten zwei Drittel aller Unfälle zugeordnet werden.

Stadt	Unfallkategorie	Anzahl	Anteil Unfälle	
Staut	Offiankategorie	Gesamt	nicht zugeordnet	nicht zugeordnet
Berlin (Symbole) U(P) 2008-2010; U(S) 2010	1	2	0	0%
	2	72	2	3%
	3	616	23	4%
	4	21	0	0%
0(1 / 2000 2010, 0(3) 2010	5	729	5	1%
	6	7	0	0%
	Σ	1.447	30	2%
	1	0	0	-
	2	89	19	21%
	3	471	181	38%
Dresden (Unfalltexte) U(P,S) 2008-2010	4	180	63	35%
0(1,5) 2000 2010	5	2.128	1.182	56%
	6	19	8	42%
	Σ	2.887	1.453	50%
	1	2	0	0%
	2	161	21	13%
Gesamt	3	1.087	204	19%
	4	201	63	31%
	5	2.857	1.187	42%
	6	26	8	31%
	Σ	4.334	1.483	34%

Tabelle 21: Datengrundlage Zuordnung Unfälle zu Zufahrten

Damit liegt der Untersuchung ein Gesamtumfang von 2.851 zugeordneten Unfällen an den 159 Knotenpunkten zugrunde. Bezogen auf die relevanten (200) Zufahrten sind dies 1.086 Unfälle.

Die Ermittlung von Unfall- und Unfallkostendichten erfolgt (wie auch im Bereich der Analyse der Knotenpunkte; vgl. Kapitel 4.1) differenziert nach DTV-Klassen, wobei lediglich der DTV der Hauptrichtung berücksichtigt werden konnte. Somit wird das arithmetische Mittel der Ergebnisse einzelner DTV-Klassen gebildet. Dabei wird die innerhalb der Analyse der Knotenpunkte gewählte Klassenaufteilung verwendet. Da keine Strukturunterschiede hinsichtlich der Unfallkategorien zwischen den Städten Berlin und Dresden festgestellt werden konnten (siehe Abbildung 11), erscheint eine arithmetische Mittelung der Teilergebnisse für die Städte nicht notwendig. Alle Zufahrten werden somit zusammengefasst.

Die Berechnung der Unfallkostendichten erfolgt auf Basis der für Knotenpunkte mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen ermittelten Unfallkostensätze, differenziert nach schwerem und leichtem Personenschaden (siehe Kapitel 4.2.1; Abschnitt "Unfallkosten der Unfälle mit Personenschaden (Anpassung Unfallkostensätze)").

Des Weiteren konnten die folgenden Auswertungen auf Basis der Unfälle der Kategorien 1-6 (vgl. Kapitel 4.1) erfolgen. Zu Vergleichszwecken wurden entsprechende Auswertungen auf Basis der Unfallkategorien 1-4 und 6 im Anhang dokumentiert.

Wie auch im Bereich der Knotenpunkte wurde das Unfallgeschehen getrennt nach Kreuzungen und Einmündungen ausgewertet (siehe Kapitel 4.1).

5.2 Unfall-, Unfallkosten- und Verunglücktendichte

Abbildung 56 zeigt die Unfalldichten von Kreuzungs- und Eimündungszufahrten differenziert nach der Rechtsabbiegeführungsform.

Im Bereich der Kreuzungen zeigt sich, dass

- Zufahrten mit KR-Signal die höchsten Werte sowohl hinsichtlich der Unfälle mit schwerem Personenschaden (0,2 U(SP)/Zf*a) als auch mit Leichtverletzen (0,8 U(LV)/Zf*a),
- Zufahrten mit Grünpfeil, Dreiecksinsel ohne LSA, gesicherter Führung sowie bedingt verträglicher Führung hinsichtlich der Unfälle mit Personenschaden etwa auf einem Niveau liegen, wobei Zufahrten mit bedingt verträglicher Führung die geringsten Werte hinsichtlich der Unfälle mit Leichtverletzten (0,3 U(LV)/Zf*a) und
- Zufahrten mit Grünpfeil (1,3 U(LS)/Zf*a) und bedingt verträglicher Führung (0,8 U(LS)/Zf*a) die geringsten Unfalldichten der Unfälle mit leichtem Sachschaden

aufweisen. Bei den Einmündungen zeigt sich, dass

- Zufahrten mit Grünpfeil, Dreiecksinsel, KR-Signal und bedingt verträglicher Führung hinsichtlich der Unfälle mit Personenschaden etwa auf einem Niveau liegen, wobei Zufahrten mit Grünpfeil die höchsten Unfalldichten der Unfälle mit Leichtverletzten (0,4 U(LV)/Zf*a), dafür aber kaum Unfälle mit schwerem Personenschaden,
- Zufahrten mit gesicherter Führung (0,1 U(P)/Zf*a) die geringsten Unfalldichten der Unfälle mit Personenschaden und
- Zufahrten mit Grünpfeil (1,2 U(LS)/Zf*a) gegenüber der Dreiecksinsel ohne LSA (0,9 U(LS)/Zf*a) sowie der bedingt verträglichen Führung (1,1 U(LS)/Zf*a) geringfügig höhere und gegenüber Zufahrten mit KR-Signal (2,5 U(LS)/Zf*a) und gesicherter Führung (1,5 U(LS)/Zf*a) geringere Unfalldichten der Unfälle mit leichtem Sachschaden

aufweisen.

Analog zur Auswertung der Knotenpunkte zeigt Abbildung 57 die Unfalldichte von Kreuzungszufahrten mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen differenziert nach den DTV-Klassen der Hauptrichtung. Anlage 49 zeigt eine entsprechende Auswertung für Einmündungszufahrten. Im Gegensatz zur Auswertung der Knotenpunkte liegen diesen Auswertungen deutlich geringere Zahlen zugrunde. Dennoch ist festzustellen, dass sich die grundsätzlichen Tendenzen ohne Differenzierung nach DTV durch diese Betrachtung bestätigen. Außerdem sind mit zunehmender Verkehrsstärke der Hauptrichtung höhere Unfalldichten zu verzeichnen, was zum einen die Ergebnisse der Knotenpunkte bestätigt und zum anderen eine Mittelung über die DTV-Klassen rechtfertigt. Für die folgenden Auswertungen werden die nach DTV-Klassen der Hauptrichtung differenzierten Betrachtungen im Anhang dokumentiert.

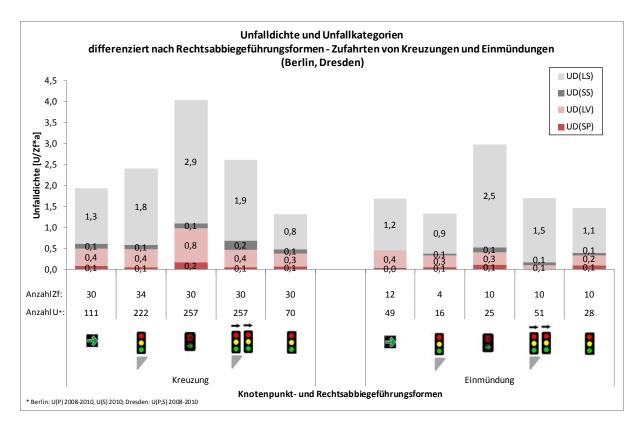


Abbildung 56: Unfalldichte und Unfallkategorien von Zufahrten an Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen

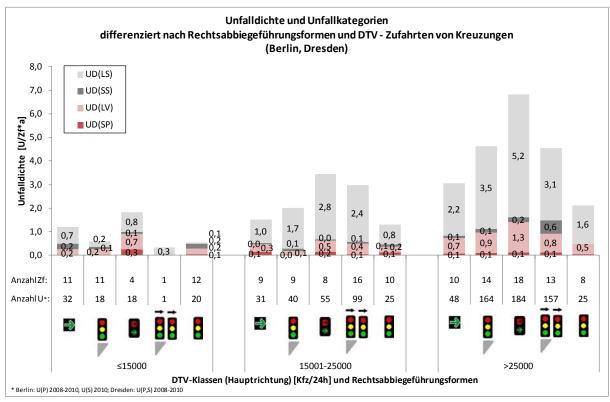


Abbildung 57: Unfalldichte und Unfallkategorien von Zufahrten an Kreuzungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen differenziert nach DTV-Klassen der Hauptrichtung

Die Betrachtung der Verunglücktendichten von Kreuzungszufahrten (siehe Abbildung 58) zeigt wie auch im Bereich der Unfalldichten, dass Zufahrten mit Grünpfeil, Dreiecksinsel ohne LSA, gesicherter und bedingt verträglicher Führung (diese erreichen dabei die geringsten Werte) etwa auf einem Niveau liegen, während Zufahrten mit KR-Signal die höchsten Werte erreichen. Bei den Einmündungen zeigt sich, dass Zufahrten mit Grünpfeil und Dreiecksinsel gegenüber den anderen Führungsformen leicht erhöhte Werte aufweisen. Mit Ausnahme von Zufahrten mit gesicherter Führung, welche die deutlich geringsten Werte aufweisen, liegen aber alle Zufahrten etwa auf einem Niveau. Auswertungen zur Verunglücktendichte differenziert nach den DTV-Klassen der Hauptrichtung zeigt Anlage 50.

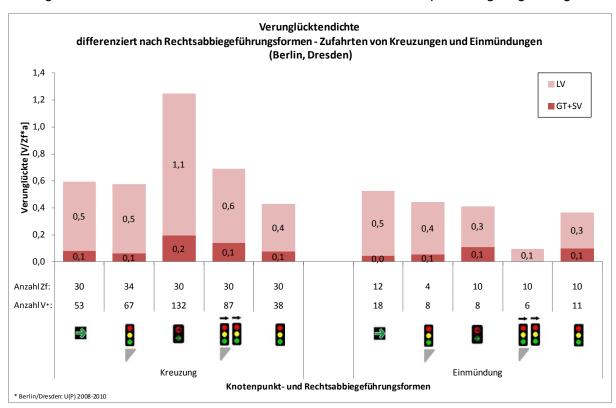


Abbildung 58: Verunglücktendichte von Zufahrten an Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen

Fasst man die Anzahl und Schwere der Unfälle in Form von Unfallkostendichten zusammen (siehe Abbildung 59), zeigt sich erneut sehr deutlich, dass Zufahrten von Kreuzungen mit Grünpfeil, Dreiecksinsel ohne LSA und gesicherter Führung Werte in einem ähnlichem Bereich aufweisen. Die geringsten Unfallkostendichten werden an Kreuzungszufahrten mit bedingt verträglicher Führung und die höchsten an solchen mit KR-Signal erreicht.

An Einmündungen zeigt sich ein in weiten Teilen ähnliches Bild: So liegen die Unfallkostendichten von Zufahrten mit Grünpfeil, Dreiecksinsel ohne LSA und bedingt verträglicher Führung (diese erreichen hierbei die höchsten Werte) etwa auf einem Niveau. Die geringsten Werte werden an Einmündungszufahrten mit gesicherter Führung und die mit Abstand höchsten an solchen mit KR-Signal erreicht.

Eine entsprechende Auswertung auf Basis der Unfälle der Kategorien 1-4 (P,SS) ist in Anlage 51 zu finden.

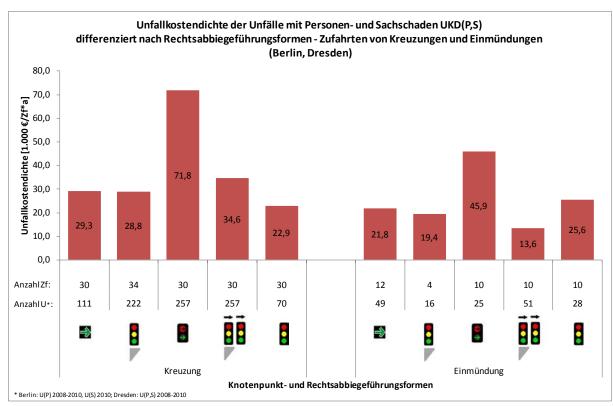


Abbildung 59: Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und Sachschaden (UKD(P,S)) von Zufahrten an Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen

5.3 Unfalltypen

Die Struktur der Unfallkostendichten der Unfälle mit Personen- und Sachschaden nach Unfalltypen von Zufahrten an Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen zeigt Abbildung 60. Die Unfalltypen Fahrunfall, Unfall durch ruhenden Verkehr sowie Sonstiger Unfall (F+RV+SO) wurden der Übersicht halber zusammengefasst. Nach den DTV-Klassen der Hauptrichtung differenzierte Darstellungen zeigt Anlage 52.

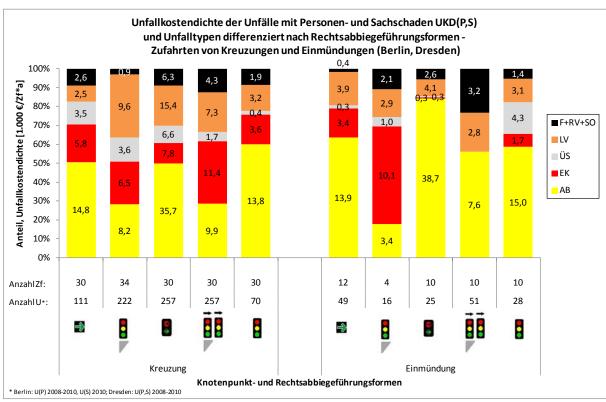


Abbildung 60: Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und Sachschaden (UKD(P,S)) und Unfalltypen von Zufahrten an Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen

Im Bereich der Kreuzungen zeigt sich dass,

- Zufahrten mit Grünpfeil (51 %) und bedingt verträglicher Führung (60 %) die höchsten Anteile bei den AB-Unfällen,
- Zufahrten mit Grünpfeil (20 %) gegenüber solchen mit KR-Signal (11 %) und bedingt verträglicher Führung (16 %) höhere Anteile bei den EK Unfällen (die höchsten Anteile erreichen hier Zufahrten mit gesicherter Führung; 33 %),
- Zufahrten mit Grünpfeil (12 %) und Dreiecksinsel ohne LSA (13 %) die höchsten Anteile bei den ÜS-Unfällen und
- Zufahrten mit Dreiecksinsel ohne LSA (33 %) die höchsten Anteile bei den LV-Unfällen (Zufahrten mit Grünpfeil erreichen hier die geringsten Anteile; 9 %)

erreichen.

Im Bereich der Einmündungen zeigt sich dass,

- Zufahrten mit Grünpfeil (64 %) und KR-Signal (84 %) die höchsten Anteile bei den AB-Unfällen,
- Zufahrten mit Grünpfeil (15 %) und Dreiecksinsel (52 %) die höchsten Anteile bei den EK Unfällen,
- Zufahrten mit bedingt verträglicher Führung (17%) die höchsten Anteile bei den ÜS-Unfällen und
- Zufahrten mit Grünpfeil (33 %) und gesicherter Führung (21 %) die höchsten Anteile bei den LV-Unfällen

erreichen.

Die Ergebnisse der Auswertungen auf Basis der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden (siehe Anlage 53) können die Tendenzen bestätigen.

5.4 Unfallarten

Abbildung 61 zeigt die Struktur der Unfallkostendichten der Unfälle mit Personen- und Sachschaden von Zufahrten an Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen nach Unfallarten. Die Definition der Unfallarten sowie eine Zuordnung der verwendeten Symbolik ist in Anlage 33 zu finden. Die Unfallarten 0, 7, 8 und 9 wurden wie im Bereich der Knotenpunkte (vgl. Kapitel 4.4.1) zusammengefasst. Anlage 54 zeigt entsprechende Darstellungen differenziert nach den DTV-Klassen der Hauptrichtung.

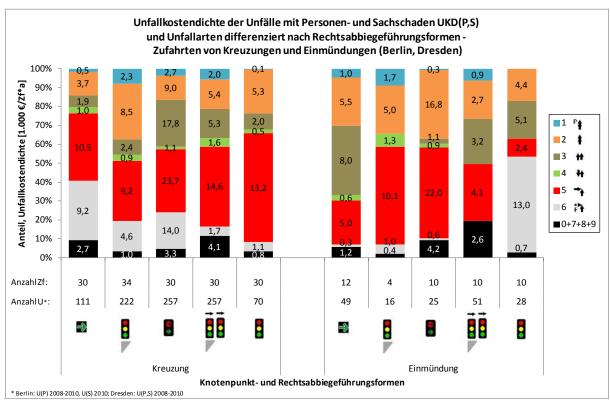


Abbildung 61: Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und Sachschaden (UKD(P,S)) und Unfallarten von Zufahrten an Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen

Bei den Kreuzungen erreichen

- Zufahrten mit Grünpfeil (31 %) die höchsten Anteile bei der Unfallart 6 (Zusammenstoß zwischen Fahrzeug und Fußgänger),
- Zufahrten mit bedingt verträglicher Führung (57 %) die höchsten Anteile bei der Unfallart 5 (Zusammenstoß mit einbiegendem/kreuzendem Fahrzeug), wobei Zufahrten mit Grünpfeil (36 %), mit Dreiecksinsel ohne LSA (32 %) und KR-Signal (33 %) etwa auf einem Niveau liegen,
- Zufahrten mit KR-Signal (25 %) die höchsten Anteile bei der Unfallart 3 (Zusammenstoß mit seitlich in gleicher Richtung fahrendem Fahrzeug) und
- Zufahrten mit Dreiecksinsel ohne LSA (29 %) die höchsten Anteile bei der Unfallart 2 (Zusammenstoß mit vorausfahrendem/ wartendem Fahrzeug).

Bei den Einmündungen erreichen

- Zufahrten mit bedingt verträglicher Führung (51 %) die höchsten Anteile bei der Unfallart 6 (Zusammenstoß zwischen Fahrzeug und Fußgänger),
- Zufahrten mit Dreiecksinsel ohne LSA (52 %) die höchsten und Zufahrten mit Grünpfeil (23 %) und bedingt verträglicher Führung (9 %) die geringsten Anteile bei der Unfallart 5 (Zusammenstoß mit einbiegendem/kreuzendem Fahrzeug),
- Zufahrten mit Grünpfeil (37 %) die höchsten Anteile bei der Unfallart 3 (Zusammenstoß mit seitlich in gleicher Richtung fahrendem Fahrzeug) und
- Zufahrten mit KR-Signal (36 %) die höchsten Anteile bei der Unfallart 2 (Zusammenstoß mit vorausfahrendem/ wartendem Fahrzeug).

Die festgestellten Tendenzen zeigen sich auch bei einer Betrachtung der Unfallkostendichten der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden (siehe Anlage 55).

5.5 Verkehrsbeteiligung der Unfallbeteiligten

Abbildung 62 zeigt die Struktur der Unfallkostendichten der Unfälle mit Personen- und Sachschaden an Zufahrten von Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiege-führungsformen nach der Unfallbeteiligung. Wie im Bereich der Knotenpunkte wurden die Beteiligungsarten der "Unfallverursacher" (Bet_01) sowie der "weiteren Unfallbeteiligten" (Bet_02) zusammengefasst; dabei entspricht "Kfz" ausschließlich Beteiligung von Kraftfahrzeugen, "Rf" Beteiligung von mindestens einem Radfahrer, aber ohne Fußgängerbeteiligung und "Fg" Beteiligung von mindestens einem Fußgänger. Auswertungen differenziert nach den DTV -Klassen der Hauptrichtung enthält Anlage 56.

Bei den Kreuzungen zeigt sich, dass Zufahrten mit Grünpfeil die höchsten Anteile (46 %) nichtmotorisierter Verkehrsteilnehmer erreichen, wobei im Gegensatz zur Knotenpunktauswertung (siehe Kapitel 4.4.3) vor allem der höchste Anteil hinsichtlich der Beteiligung von Fußgängern (31 %) dieses Ergebnis bestimmt. Zufahrten mit bedingt verträglicher Führung (30 %) erreichen die höchsten Anteile bei den Radfahrern (Zufahrten mit Grünpfeil erreichen hier 15 % und mit Dreiecksinsel ohne LSA 16 %).

An Einmündungen liegen die Anteile der nichtmotorisierten Verkehrsbeteiligungen an Unfällen etwa auf einem Niveau, wobei an Einmündungszufahrten mit bedingt verträglicher Führung (58 %) die höchsten Anteile nichtmotorisierter Verkehrsteilnehmer zu verzeichnen sind, was vor allem auf die höchsten Anteile hinsichtlich der Beteiligung von Fußgängern (51 %) zurückzuführen ist. Einmündungszufahrten mit Grünpfeil (45 %) und KR-Signal (52 %) erreichen die höchsten Anteile bei den Radfahrern.

Die gleichen Ausprägungen zeigen auch die Auswertungen auf Basis der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden (vgl. Anlage 57).

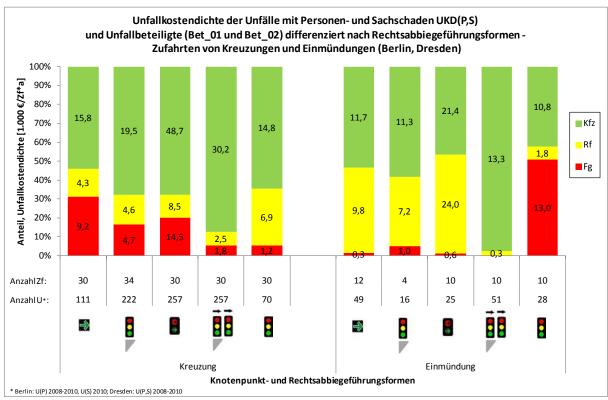


Abbildung 62: Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und Sachschaden (UKD(P,S)) und Unfallbeteiligte von Zufahrten an Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen

5.6 Unfallkonstellationen

5.6.1 Alle Verkehrsströme

Wie auch im Bereich der Knotenpunkte wurden Unfallkonstellationen für eine nähere Analyse ausgewählt²¹. Die Definition der einzelnen Unfallkonstellation erfolgte anhand der Abbildung 48 in Kapitel 4.5. Durch die ausgewählten Unfallkonstellationen werden 66 % des Gesamtunfallgeschehens der zu den Zufahrten zugeordneten Unfälle abgedeckt – im Bereich der Knotenpunkte (vgl. Kapitel 4.5) beträgt dieser Anteil 68%. Die Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und Sachschaden von Zufahrten an Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen differenziert nach den ausgewählten Unfallkonstellationen ist in Abbildung 63 dargestellt. Nach den DTV-Klassen differenzierte Auswertungen enthält Anlage 58.

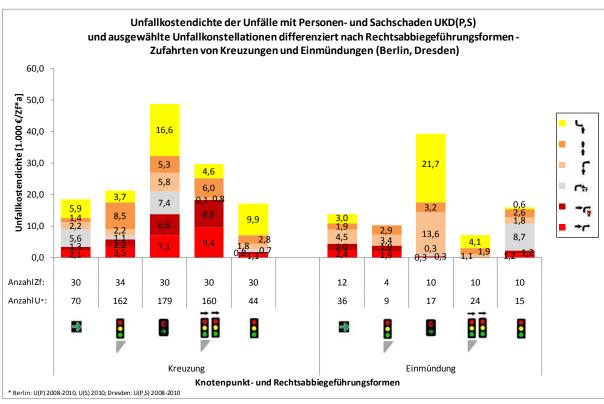


Abbildung 63: Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und Sachschaden (UKD(P,S)) und ausgewählte Unfallkonstellationen von Zufahrten an Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen

Für Kreuzungen ist festzustellen, dass

- Zufahrten mit gesicherter Führung die höchsten UKD hinsichtlich der Unfallkonstellationen "Vorfahrtrechtlich Übergeordneter", "Vorfahrtrechtlich Übergeordneter" bei ROT sowie "Abbiegen/Fußgänger",
- Zufahrten mit Grünpfeil oder KR-Signal die höchsten UKD hinsichtlich der Unfallkonstellationen "Abbiegen/Fußgänger",
- Zufahrten mit Dreieckinsel ohne LSA die höchsten UKD hinsichtlich der Unfallkonstellationen "Auffahren" und

²¹ Hierzu werden Informationen zu Typ, Art und Ursache eines Unfalls miteinander verknüpft, wobei neben dem für die Grünpfeil-Regelung potentiellen Unfallgeschehen auch Konstellationen, abgeleitet aus möglichen Konfliktpunkten, betrachtet werden, die für lichtsignalgeregelte Knotenpunkte unabhängig von der Rechtsabbiegeführungsform typisch sind (vgl. Kapitel 4.5).

• Zufahrten mit KR-Signal die höchsten UKD hinsichtlich der Unfallkonstellationen "Abbiegen/Auffahren" und "Linksabbieger/Gegenverkehr"

aufweisen.

Bei den Einmündungen erreichen

- Zufahrten mit Grünpfeil die höchsten UKD hinsichtlich der Unfallkonstellationen "Vorfahrtrechtlich Übergeordneter", "Vorfahrtrechtlich Übergeordneter" bei ROT,
- Zufahrten mit bedingt verträglicher Führung die höchsten UKD hinsichtlich der Unfallkonstellationen "Abbiegen/Fußgänger" und
- Zufahrten mit KR-Signal die höchsten UKD hinsichtlich der Unfallkonstellationen "Auffahren", "Abbiegen/Auffahren" und "Linksabbieger/Gegenverkehr".

Auf Basis der Unfallkostendichten der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden zeigen sich die gleichen Zusammenhänge (siehe Anlage 59).

5.6.2 Rechtsabbieger als Unfallverursacher

Die bisherigen Auswertungen umfassten alle Verkehrsströme in einer Zufahrt – das heißt rechtsabbiegende, geradeausfahrende und linksabbiegenden Verkehrsteilnehmer – da zunächst davon ausgegangen wurde, dass sich unterschiedliche Ausprägungen von Infrastrukturmerkmalen mindestens mittelbar auch auf alle Fahrbeziehungen auswirken können. Abschließend wurden nur noch solche Unfälle betrachtet, bei denen rechtsabbiegende Verkehrsteilnehmer als Unfallverursacher dokumentiert wurden.

Tabelle 22 zeigt die Anzahl der Unfälle, denen ein Strom zugeordnet werden konnte sowie die Anzahl der Unfälle, bei denen Rechtsabbieger als Unfallverursacher identifiziert werden konnten. Ebenso sind die Anteile der zugeordneten Unfälle am Gesamtunfallgeschehen als auch die Anteile der Unfälle mit Rechtsabbiegern als Unfallverursacher am Kollektiv der zugeordneten Unfälle dargestellt. Es zeigt sich, dass 61 % des Gesamtunfallgeschehens ein Strom zugeordnet werden konnte. Zum Vergleich: 66 % des Gesamtunfallgeschehens konnte eine Zufahrt zugeordnet werden (vgl. vgl. Kapitel 5.1, Tabelle 21). Des Weiteren zeigt sich, dass bezogen auf die Unfälle, denen ein Strom zugeordnet werden konnte, etwa bei jedem fünften Unfall (19 %) Rechtsabbieger als Unfallverursacher dokumentiert wurden. Zwischen den Städten Berlin und Dresden sind hierbei allerdings Unterschiede zu verzeichnen: Während dieser Anteil in Berlin 14 % beträgt, sind es in Dresden 23 %. Damit standen für diese Untersuchung 487 Unfälle an den 159 Knotenpunkten zur Verfügung. Bezogen auf die relevanten 200 Zufahrten konnten der Auswertung 256 Unfälle zugrunde gelegt werden.

Die folgenden Auswertungen betrachten vorrangig den Vergleich ausgewählter Unfallkonstellationen zwischen Zufahrten mit Grünpfeil sowie bedingt verträglicher Führung, bezogen. Die Definition der einzelnen Unfallkonstellation zeigt Abbildung 48 sowie Tabelle 19 in Kapitel 4.5. Da im Rahmen dieser Auswertung lediglich Unfälle betrachtet werden, bei denen Rechtsabbieger als Unfallverursacher dokumentiert wurden, werden im Rahmen der Betrachtung ausgewählter Unfallkonstellationen Unfälle der Konstellationen "Abbiegen/Auffahren" (Typ 2, Art 1+2) und "Auffahren" (Typ 6, Art 1+2) zusammengefasst (vgl. Abbildung 48 sowie Tabelle 19), wobei die Kurzbezeichnung "Abbiegen/Auffahren" verwendet wird.

Zur Einordnung der Ergebnisse werden aber zunächst die Unfalldichten von Zufahrten an Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen (siehe Abbildung 64) sowie die Unfallkostendichten von Kreuzungs- und Einmündungszufahrten mit Grünpfeil und bedingt verträglicher Führung (siehe Abbildung 65) analysiert. Die ausgewählten Unfallkonstellationen decken lediglich einen Teil (66 %) des des gesamten Unfallgeschehens ab.

Stadt	Unfallkategorie		Anzahl Unfälle	Anteil Unfälle		
		Gesamt	Strom zugeordnet	Strom zugeordnet Rechtsabbieger	Strom zugeordnet ggü. Gesamt	Rechtsabbieger ggü. Strom zugeordnet
Berlin (Symbole) U(P) 2008-2010; U(S) 2010	1	2	2	0	100%	0%
	2	72	70	1	97%	1%
	3	616	590	39	96%	7%
	4	21	21	0	100%	0%
	5	729	714	161	98%	23%
	6	7	6	0	86%	0%
	Σ	1.447	1.403	201	97%	14%
Dresden (Unfalltexte) U(P,S) 2008-2010	1	0	0	0	-	-
	2	89	66	9	74%	14%
	3	471	254	61	54%	24%
	4	180	112	8	62%	7%
	5	2.128	781	204	37%	26%
	6	19	9	4	47%	44%
	Σ	2.887	1.222	286	42%	23%
Gesamt	1	2	2	0	100%	0%
	2	161	136	10	84%	7%
	3	1.087	844	100	78%	12%
	4	201	133	8	66%	6%
	5	2.857	1.495	365	52%	24%
	6	26	15	4	58%	27%
	Σ	4.334	2.625	487	61%	19%

Tabelle 22: Datengrundlage Zuordnung Unfälle zu Verkehrsströmen

Im Bereich der Kreuzungen ist festzustellen, dass

- Zufahrten mit Grünpfeil die geringsten Unfalldichten der Unfälle mit Personenschaden (0,01 U(P)/Zf*a),
- Zufahrten mit bedingt verträglicher (0,03 U(P)/Zf*a) und gesicherter Führung (0,04 U(P)/Zf*a) hinsichtlich der Unfälle mit Personenschaden etwa auf einem Niveau liegen, wobei Zufahrten mit bedingt verträglicher Führung die höchsten Unfalldichten der Unfälle mit schwerem Personenschaden (0,02 U(SP)/Zf*a),
- Zufahrten mit Dreiecksinsel ohne LSA (0,17 U(P)/Zf*a) und KR-Signal (0,12 U(P)/Zf*a) die höchsten Unfalldichten der Unfälle mit Personenschaden,
- Zufahrten mit Dreiecksinsel ohne LSA (0,67 U(S)/Zf*a), KR-Signal (0,69 U(S)/Zf*a) und gesicherter Führung (0,62 U(S)/Zf*a) ähnliche Größenordnungen hinsichtlich der Unfälle mit Sachschaden und
- Zufahrten mit Grünpfeil (0,18 U(S)/Zf*a) mehr als doppelt so hohe Unfalldichten der Unfälle mit Sachschaden im Vergleich zur bedingt verträglichen Führung (0,08 U(S)/Zf*a)

aufweisen.

Bei den Einmündungen erreichen

- Zufahrten mit Grünpfeil die höchsten Unfalldichten der Unfälle mit Personenschaden (0,09 U(P)/Zf*a), wobei mehr als die Hälfte auf die Unfalldichten der Unfälle mit schwerem Personenschaden (0,62 U(SP)/Zf*a) zurückzuführen ist.
- Zufahrten mit gesicherter und bedingt verträglicher Führung Unfalldichten der Unfälle mit Personenschaden in gleicher Höhe (jeweils 0,03 U(P)/Zf*a), während an den Zufahrten mit Dreiecksinsel ohne LSA und KR-Signal keine Unfälle mit Personenschaden registriert wurden.
- Zufahrten mit Grünpfeil (0,43 U(S)/Zf*a) höhere Unfalldichten der Unfälle mit Sachschaden im Vergleich zur bedingt verträglichen Führung (0,3 U(S)/Zf*a).
- Zufahrten mit Dreieckinsel ohne LSA (0,17 U(S)/Zf*a) die geringsten und mit KR-Signal (1,83 U(S)/Zf*a) die höchsten Unfalldichten der Unfälle mit Sachschaden.

Es ist aber nicht auszuschließen, dass die im Vergleich zu den Kreuzungen deutlich geringere Zahl an untersuchten Einmündungszufahrten einen Einfluss auf das Ergebnis hat.

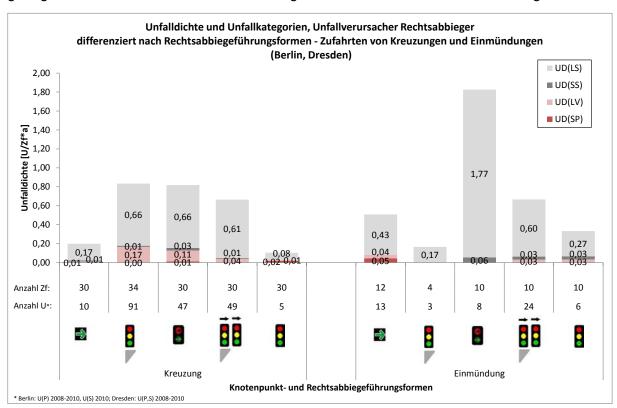


Abbildung 64: Unfalldichte und Unfallkategorien mit Rechtsabbiegern als Unfallverursacher von Zufahrten an Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen

Die Betrachtung der Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und Sachschaden sowie mit Rechtsabbiegern als Unfallverursacher von Kreuzungen und Einmündungen mit Grünpfeil und bedingt verträglicher Führung (siehe Abbildung 65) ergibt, dass Kreuzungszufahrten mit bedingt verträglicher mit insgesamt 3.300 €/Zf*a mehr als doppelt so hohe Unfallkostendichten aufweisen als solche mit Grünpfeil (1.600 €/Zf*a). Dies ist vor allem auf eine höhere Zahl der Unfälle mit Personenschaden zurückzuführen ist (vgl. Abbildung 64). Im Bereich der Einmündungen erreichen solche mit Grünpfeil (9.800 €/Zf*a) mehr als dreimal so hohe Unfallkostendichten der Unfälle mit Personen- und Sachschaden als solche mit bedingt verträglicher Führung (3.000 €/Zf*a).

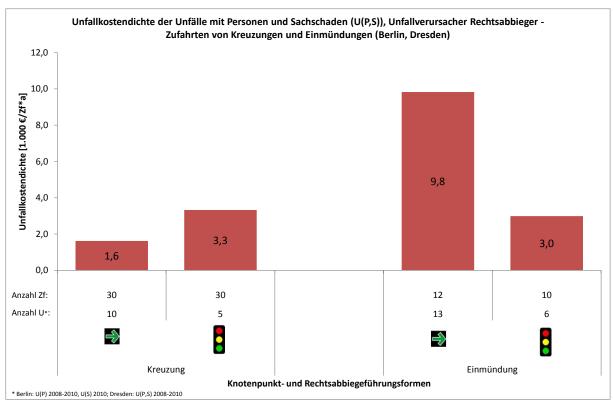


Abbildung 65: Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen und Sachschaden (UKD(P,S)) mit Rechtsabbieger als Unfallverursacher von Zufahrten an Kreuzungen und Einmündungen mit Grünpfeil und bedingt verträglicher Führung

Betrachtet man die Aufteilung dieser Ergebnisse ausgewählten nun auf die Unfallkonstellationen den DTV-Klassen (siehe Abbildung 66; nach differenzierte Darstellungen sind in Anlage 61 zu finden) zeigt sich, dass Kreuzungszufahrten mit Grünpfeil im Vergleich zur bedingt verträglichen Führung

- höhere Unfallkostendichten hinsichtlich der Unfallkonstellationen "Vorfahrtrechtlich Übergeordneter", "Vorfahrtrechtlich Übergeordneter" bei ROT sowie "Abbiegen/Auffahren" und
- deutlich geringere Unfallkostendichten hinsichtlich der Unfallkonstellationen "Linksabbieger/Gegenverkehr"

aufweisen. Unfälle der Konstellationen "Abbiegen/Fußgänger" wurden an keiner der untersuchten Kreuzungszufahrten registriert.

Bei den Einmündungen zeigt sich, dass Zufahrten mit bedingt verträglicher Führung lediglich hinsichtlich der Unfallkonstellation "Abbiegen/Auffahren" Unfallkostendichten aufweisen, welche gegenüber Zufahrten mit Grünpfeil deutlich geringer sind. An Einmündungszufahrten sind Unfallkostendichten hinsichtlich Grünpfeil zudem der Konstellationen Übergeordneter" "Vorfahrtrechtlich Übergeordneter", "Vorfahrtrechtlich bei ROT, "Abbiegen/Auffahren" und "Linksabbieger/Gegenverkehr" zu verzeichnen.

Die Auswertungen zu Unfällen mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden (siehe Anlage 62) können die Tendenzen bestätigen.

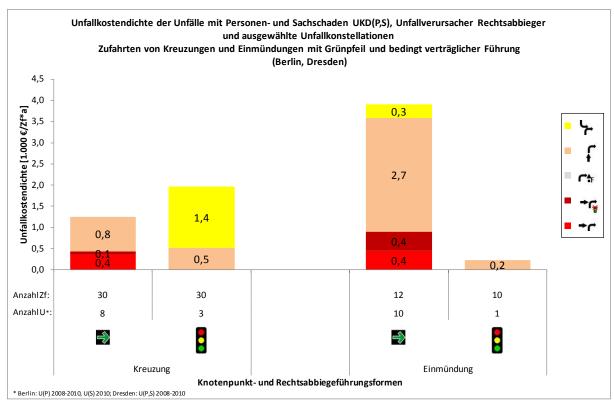


Abbildung 66: Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und Sachschaden (UKD(P,S)) mit Rechtsabbieger als Unfallverursacher und ausgewählte Unfallkonstellationen von Zufahrten an Kreuzungen und Einmündungen mit Grünpfeil und bedingt verträglicher Führung

Auffällig ist aber, dass die gesamten Unfallkostendichten (vgl. Abbildung 65) durch die Unfallkonstellationen ausgewählten im Bereich der Kreuzungs-(58 und Einmündungszufahrten mit bedinat verträglicher Führung (7 %) sowie Einmündungszufahrten mit Grünpfeil (39 %) unterdurchschnittlich repräsentiert ist. Um Einschätzungen zu dem nicht erfassten Unfallgeschehen treffen zu können, zeigt Anlage 63 die Unfallkostendichten der Unfälle mit Personen- und Sachschaden sowie mit Rechtsabbieger als Unfallverursacher an Zufahrten von Kreuzungen und Einmündungen differenziert nach den Unfalltypen. Dabei ist festzustellen, dass an Kreuzungs- und Einmündungszufahrten mit bedingt verträglicher Führung sowie Einmündungszufahrten mit Grünpfeil vor allem Abbiege-Unfälle registriert wurden. Eine Analyse des Datensatzes zeigt hierzu, dass bei einem nicht unerheblichen Anteil (10 U(P,S) von 26 U (P,S)) der Abbiege-Unfälle die Unfallart 3 (Zusammenstoß mit seitlich in gleicher Richtung fahrendem Fahrzeug) dokumentiert wurde, welche durch die ausgewählten Unfallkonstellationen nicht abgedeckt wird. Bei etwa jedem zweiten Abbiege-Unfall der Unfallart 3 (4 U(P,S) von 10 U (P,S)) an diesen Zufahrten waren Radfahrer beteiligt.

Zusammenfassend könnte man einerseits schlussfolgern, dass an Kreuzungszufahrten mit Grünpfeil in günstigen Fällen der Konflikt zwischen Rechtsabbieger und parallel querenden/fahrenden Radfahrer entschärft wird, da bereits einige Rechtsabbieger bei ROT abfließen können und damit nicht gemeinsam mit parallel querenden/fahrenden Radfahrern freigegeben werden – betrachtet man allerdings die Einmündungszufahrten, zeigt sich eine entgegengesetzte Tendenz. So könnte andererseits der fehlende Zeitvorsprung für den nichtmotorisierten Verkehr durch Nutzung des Grünpfeils während des Phasenwechsels zu Nachteilen hinsichtlich der Verkehrssicherheit führen.

5.7 Zusammenfassung Unfallanalyse Zufahrten

Für eine isolierte Analyse der Zufahrten konnten 1.086 Unfälle innerhalb von 200 Zufahrten (150 an Kreuzungen sowie 50 an Einmündungen) ausgewertet werden. Die Betrachtung der **Unfall- und Verunglücktendichten** hat gezeigt, dass im Bereich von Kreuzungen mit Ausnahme von Zufahrten mit KR-Signal alle Rechtsabbiegeführungsformen hinsichtlich der Unfälle mit Personenschaden und der Zahl der Verunglückten etwa auf einem Niveau liegen. Bei den Einmündungen ist eine ähnliche Tendenz festzustellen. Hinsichtlich der Unfälle mit Sachschaden erreichen Kreuzungszufahrten mit Grünpfeil und bedingt verträglicher Führung die geringsten Werte – im Bereich von Einmündungen sind mit Ausnahme der Zufahrten mit KR-Signal keine Auffälligkeiten festzustellen. Die Analyse der **Unfallkostendichten** zeigt auch hier, dass Zufahrten von Kreuzungen mit Grünpfeil, Dreiecksinsel ohne LSA und gesicherter Führung Werte in einem ähnlichen Bereich aufweisen. Die geringsten Unfallkostendichten werden an Kreuzungszufahrten mit bedingt verträglicher Führung und die höchsten an solchen mit KR-Signal erreicht. Ein ähnliches Bild zeigt sich auch bei den Einmündungen, mit dem Unterschied, dass die geringsten Werte an Zufahrten mit gesicherter Führung zu verzeichnen sind.

Trotz geringer Auffälligkeiten im Bereich der Unfall-, Unfallkosten-, und Verunglücktendichten zeigt die nach **Unfalltypen** differenzierte Auswertung, dass Kreuzungszufahrten mit Grünpfeil und bedingt verträglicher Führung die höchsten Anteile bei den Abbiege-Unfällen und Kreuzungszufahrten mit Grünpfeil und Dreiecksinsel ohne LSA die höchsten Anteile bei den Überschreiten-Unfällen aufweisen. Im Bereich der Einmündungen erreichen Zufahrten mit Grünpfeil erhöhte Anteile hinsichtlich Abbiege- und Einbiegen/Kreuzen-Unfällen – Zufahrten mit bedingt verträglicher Führung erreichen die höchsten Anteile bei den Überschreiten-Unfällen.

Im Bereich der **Unfallarten** weisen Kreuzungszufahrten mit Grünpfeil die höchsten Anteile bei der Unfallart 6 (Zusammenstoß zwischen Fahrzeug und Fußgänger) und Kreuzungszufahrten mit bedingt verträglicher Führung die höchsten Anteile bei der Unfallart 5 (Zusammenstoß mit einbiegendem/kreuzendem Fahrzeug) auf. Im Bereich der Einmündungen erreichen Zufahrten mit bedingt verträglicher Führung die höchsten Anteile bei der Unfallart 6 (Zusammenstoß zwischen Fahrzeug und Fußgänger) und Zufahrten mit Grünpfeil die höchsten Anteile bei der Unfallart 3 (Zusammenstoß mit seitlich in gleicher Richtung fahrendem Fahrzeug).

Die Betrachtung der **Unfallbeteiligten** zeigt, dass bei den Kreuzungszufahrten mit Grünpfeil die höchsten Anteile nichtmotorisierter Verkehrsteilnehmer zu verzeichnen sind, wobei im Gegensatz zur Knotenpunktauswertung vor allem der höchste Anteil hinsichtlich der Beteiligung von Fußgängern dieses Ergebnis bestimmt – Kreuzungszufahrten mit bedingt verträglicher Führung erreichen die höchsten Anteile bei den Radfahrern. Im Bereich von Einmündungszufahrten ist eine gegenteilige Tendenz festzustellen.

Bei den ausgewählten **Unfallkonstellationen** zeigt sich, dass Kreuzungszufahrten mit Grünpfeil und KR-Signal die höchsten Werte hinsichtlich der Unfallkonstellationen "Abbiegen/Fußgänger" aufweisen. An Einmündungen erreichen Zufahrten mit Grünpfeil die höchsten UKD hinsichtlich der Unfallkonstellationen "Vorfahrtrechtlich Übergeordneter", "Vorfahrtrechtlich Übergeordneter" bei ROT und Zufahrten mit bedingt verträglicher Führung die höchsten Werte hinsichtlich der Unfallkonstellationen "Abbiegen/Fußgänger".

Schließlich wurden nur noch solche Unfälle betrachtet, bei denen **rechtsabbiegende Verkehrsteilnehmer als Unfallverursacher** dokumentiert wurden, wobei der Vergleich zwischen Zufahrten mit Grünpfeil und bedingt verträglicher Führung im Mittelpunkt stand. Die Datengrundlage für diese Auswertung umfasste 256 Unfälle an 200 Zufahrten (82 Zufahrten entfallen auf die Führungsformen Grünpfeil und bedingt verträgliche Führung).

Dabei hat sich gezeigt, dass Kreuzungszufahrten mit bedingt verträglicher Führung mehr als doppelt so hohe Unfallkostendichten aufweisen als solche mit Grünpfeil. Bei den Einmündungen ergibt sich eine gegensätzliche Tendenz – hier erreichen solche mit Grünpfeil mehr als das Dreifache der Unfallkostendichten der Unfälle mit Personen- und Sachschaden im Vergleich zur bedingt verträglichen Führung.

Die Betrachtung der ausgewählten Unfallkonstellationen hat gezeigt, dass Kreuzungszufahrten mit Grünpfeil im Vergleich zur bedingt verträglichen Führung höhere Unfallkostendichten hinsichtlich der Unfallkonstellationen "Vorfahrtrechtlich Übergeordneter", "Vorfahrtrechtlich Übergeordneter" bei ROT sowie "Abbiegen/Auffahren" und deutlich geringere Unfallkostendichten hinsichtlich der Unfallkonstellationen "Linksabbieger/Gegenverkehr" aufweisen. Bei den Einmündungen zeigte sich, dass Zufahrten mit bedingt verträglicher Führung lediglich hinsichtlich der Unfallkonstellation "Abbiegen/Auffahren" Unfallkostendichten aufweisen. An Einmündungszufahrten mit Grünpfeil sind zudem Unfallkostendichten hinsichtlich der Konstellationen "Vorfahrtrechtlich Übergeordneter", "Vorfahrtrechtlich Übergeordneter" bei ROT, "Abbiegen/Auffahren" "Linksabbieger/Gegenverkehr" verzeichnen. Unfälle der Konstellationen "Abbiegen/Fußgänger" wurden weder an Kreuzungen noch an Einmündungen registriert.

6 Verkehrssituationsanalyse

6.1 Allgemeines

Zur Bewertung des Verkehrsverhaltens an Knotenpunktzufahrten mit und ohne Grünpfeil-Regelung wurden Videomessungen in den Städten Köln und Dresden durchgeführt (vgl. Kapitel 4.1). Dabei wurde der Verkehrsablauf an zehn im Zusammenhang mit der Grünpfeil-Regelung unfallauffällig gewordenen Knotenpunktzufahrten erhoben. Zusätzlich wurden vier Zufahrten mit bedingt verträglicher Führung der Rechtsabbieger und zwei Zufahrten mit eigener Rechtsabbiegerphase beobachtet. Neben dem Unfallgeschehen wurde als weiteres Auswahlkriterium die Abdeckung möglichst unterschiedlicher Situationen (separater Rechtsabbiegefahrstreifen und Mischfahrstreifen, Einmündungen und Kreuzungen, unterschiedliche Anzahl der Fahrstreifen im übergeordneten Verkehrsstrom) angestrebt. Infolge dessen wurden die Knotenpunkte nach den folgenden Teilkollektiven unterteilt:

Kollektiv 1: Vergleich Grünpfeil-Regelung und eigene Rechtsabbiegephase (Grünpfeil-Knotenpunkte DD-G1 sowie K-G1 und Vergleichsknotenpunkte DD-V1 sowie K-V1)

- Kreuzungen oder Einmündungen²²
- Betrachtung der Haupt- oder Nebenrichtung²³
- Rechtsabbiegefahrstreifen
- zwei durchgehende Fahrstreifen im übergeordneten Verkehrsstrom

Kollektiv 2: Vergleich Grünpfeil-Regelung und bedingt verträgliche Führung (Grünpfeil-Knotenpunkte DD-G2 sowie K-G2 und Vergleichsknotenpunkte DD-V2 sowie K-V2)

- Kreuzungen
- Betrachtung der Hauptrichtung
- kein Rechtsabbiegefahrstreifen
- ein durchgehender Fahrstreifen im übergeordneten Verkehrsstrom

Kollektiv 3.1: Vergleich Grünpfeil-Regelung und bedingt verträgliche Führung (Grünpfeil-Knotenpunkte DD-G3.1 sowie K-G3.1 und Vergleichsknotenpunkte DD-V3 sowie K-V3)

- Kreuzungen
- Betrachtung der Nebenrichtung
- kein Rechtsabbiegefahrstreifen
- ein oder zwei durchgehender Fahrstreifen im übergeordneten Verkehrsstrom

Kollektiv 3.2: Vergleich Grünpfeil-Regelung und bedingt verträgliche Führung (Grünpfeil-Knotenpunkte DD-G3.2 sowie K-G3.2 und Vergleichsknotenpunkte DD-V3 sowie K-V3)

- Einmündungen
- Betrachtung der Nebenrichtung
- Überbreiter Fahrstreifen (nebeneinander aufstellen möglich)
- ein oder zwei durchgehender Fahrstreifen im übergeordneten Verkehrsstrom

²² keine Differenzierung, da geringe Anzahl an geeigneten Knotenpunktzufahrten

²³ keine Differenzierung, da geringe Anzahl an geeigneten Knotenpunktzufahrten

Kollektiv 4: Grünpfeil-Regelung (Grünpfeil-Knotenpunkte DD-G4 sowie K-G4; keine Vergleichsknotenpunkte²⁴)

• Einmündungen

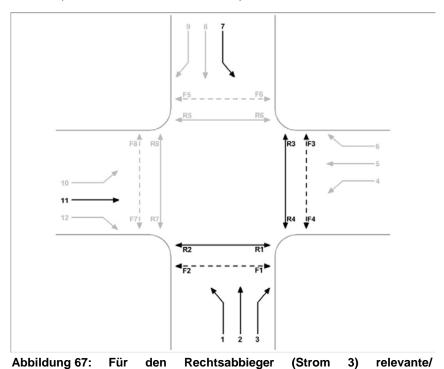
beachten.

- Betrachtung der Hauptrichtung
- mit oder ohne Rechtsabbiegefahrstreifen
- · kein durchgehender Hauptstrom

Zur Beobachtung der Zufahrten wurden zwei Kameras verwendet, wobei eine Kamera in der relevanten Zufahrt und eine Weitere in der Zufahrt gegenüber bzw. in den Zufahrten rechts oder links der relevanten Zufahrten installiert wurde. Damit konnten sowohl die Verkehrsmengen, das Verkehrsverhalten sowie die Signaleigenschaften innerhalb der relevanten Zufahrten als auch die Verkehrsmengen und das Verkehrsverhalten im gesamten Knoteninnenberiech inklusive aller Fußgänger- und Radverkehrsfurten nachvollzogen werden. Die Beobachtungs- und Auswertungsdauer betrug 2 Stunden für jede Zufahrt.

Im Rahmen der Videomessungen wurden folgende Parameter erhoben (eine Zusammenfassung der beobachteten Knotenpunkte enthält Anlage 64 bis Anlage 79):

- Verkehrsmengen der für den Rechtsabbieger relevanten/konfligierenden Ströme differenziert nach Verkehrsmittelart (vgl. Abbildung 67)
- Signalprogrammeigenschaften (Phasenanzahl n_P, Umlaufzeit t_U, Sperr- t_{S,RA} und Freigabezeit t_{F,RA} der relevanten Zufahrt²⁵)



²⁴ Da insgesamt nur drei Vergleichsknotenpunktzufahrten je Stadt beobachtet werden sollen, wurde für dieses Kollektiv von einem Vergleich abgesehen, denn die relevanten Rechtsabbiegeströme müssen lediglich nichtmotorisierte Verkehrsteilnehmer, nicht aber übergeordnete Kraftfahrzeugströme

konfligierende Verkehrsströme

²⁵ Bei Knotenpunkten mit verkehrsabhängiger Steuerung wurden die Signalprogrammeigenschaften anhand von 20 Umläufen erhoben und entsprechende maximale und minimale sowie mittlere Werte ermittelt.

Unter Verwendung der erhobenen Parameter wurden Auswertungen hinsichtlich der folgenden Aspekte durchgeführt:

- Akzeptanz der Grünpfeil-Regelung Nutzungshäufigkeit und Befolgung der Anhaltepflicht (vgl. Kapitel 6.2.1) sowie die Blockierung der für den nichtmotorisierten Verkehr freigegebenen Furten und dadurch bedingte Verhaltensänderungen (vgl. Kapitel 6.2.2)²⁶
- Bewertung von Interaktionen (vgl. Kapitel 6.3)
- Abschätzung der Vorteile für den Verkehrsablauf Grünpfeilnutzungsquote (vgl. Kapitel 6.4)

²⁶ Aufgrund technischer Probleme konnten diese Auswertungen für den Knotenpunkte K-G1 in Köln nur anhand des Videomaterials für eine Stunde und 38 Minuten durchgeführt werden.

6.2 Akzeptanz der Grünpfeilregelung

6.2.1 Nutzungshäufigkeit und der Anhaltepflicht

Erhebungen in Wiesbaden zeigten, dass kurz nach Einführung der Grünpfeil-Regelung 1994 lediglich 1 % der Rechtsabbieger nicht von dieser gebraucht macht (vgl. Kapitel 2.3). In Dresden und Köln zeigt sich ein anderes Bild: Abbildung 68 zeigt die Nutzungshäufigkeit der Grünpfeil-Regelung in Dresden und Köln im Vergleich, wobei unterschieden wurde, ob ein Verkehrsteilnehmer die Grünpfeil-Regelung nicht oder erst nach Aufforderung (bspw. Hupen) genutzt hat. Dabei wurde vorausgesetzt, dass sich dem jeweilige Verkehrsteilnehmer Möglichkeiten boten (Lücken im Hauptstrom, keine querenden Fußgänger/Radfahrer) bei ROT rechts abzubiegen.

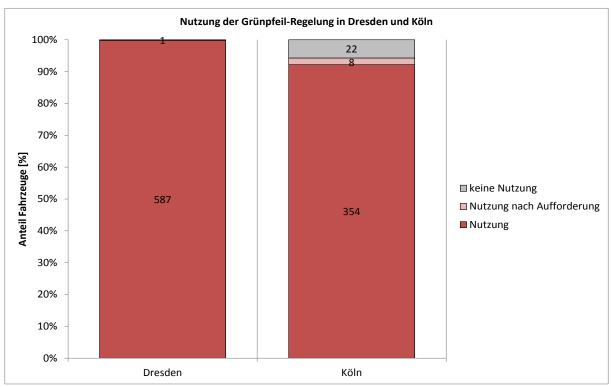


Abbildung 68: Nutzungshäufigkeit der Grünpfeil-Regelung in Dresden und Köln

Es ist festzustellen, dass

- in Dresden alle Verkehrsteilnehmer die Grünpfeil-Regelung genutzt haben, wobei nur einer von insgesamt 588 Verkehrsteilnehmern die Grünpfeil-Regelung erst nach Aufforderung nutzte.
- in Köln 6 % (22 von 362) der Verkehrsteilnehmer die Grünpfeil-Regelung nicht genutzt haben sowie 2 % (8 von 362) erst nach Aufforderung genutzt haben.

In der Vergangenheit durchgeführte Untersuchungen [ALBRECHT ET AL. 1999, JAKOB 2000] zur Befolgung der Anhaltepflicht zeigten, dass etwa 71 % bis 83 % der Grünpfeil-Nutzer nicht an der Haltelinie zum Stehen kommen bevor sie bei ROT rechts abbiegen. Diese Ergebnisse können anhand der durchgeführten Auswertung bestätigt werden (vgl. Abbildung 69) – so halten in Dresden 70 % der Verkehrsteilnehmer vor dem Rechtsabbiegen bei ROT an der Haltelinie nicht, während dieser Anteil in Köln 81 % beträgt. Ob diese Unterschiede städtespezifisch oder auf unterschiedliche Situationen hinsichtlich der Betriebsform der entsprechenden Knotenpunkte zurückzuführen zeigt Abbildung 70 (zur Zuordnung der Kurzbezeichnung der Messstellen siehe Kapitel 6.1).

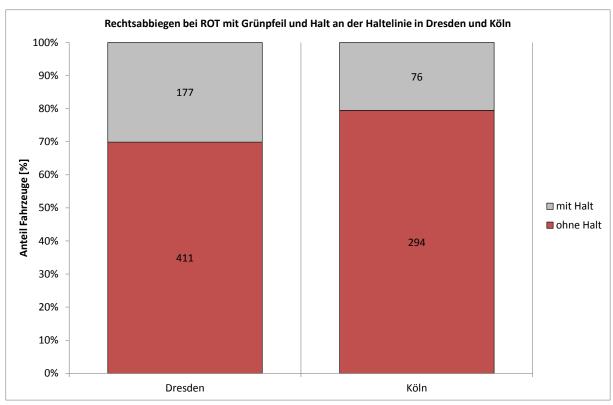


Abbildung 69: Befolgung der Anhaltepflicht in Dresden und Köln

Es ist festzustellen, dass innerhalb der Kölner Knotenpunktzufahrten mit Ausnahme des Knotenpunktes K-G2 (geringe Zahlen) ähnliche Anteile hinsichtlich der Missachtung der Anhaltepflicht erreicht werden (73 bis 77 %) – einzig am an der Zufahrt des Knotenpunktes K-G1 (eigener Rechtsabbiegefahrstreifen) sind höhere Anteile (85 %) zu verzeichnen. Innerhalb der Dresdner Knotenpunkte zeigen sich hingegen deutliche Unterschiede. So werden

- die niedrigsten Anteile hinsichtlich der Missachtung der Anhaltepflicht an Kreuzungen (DD-G1: 69 %, DD-G2: 64 %, DD-G3.1: 42 %) und
- die höchsten an Einmündungen (DD-G3.2: 79 %, DD-G4: 79%)

erreicht, wobei insbesondere an der Zufahrt des Knotenpunktes DD-G2 sehr geringe zu bewertende Fälle registriert wurden. Bemerkenswert ist außerdem, dass innerhalb der Grünpfeil-Zufahrt mit eigenem Rechtsabbiegefahrstreifen in Dresden (DD-G1: 69 %) im Vergleich zu Köln (K-G1: 85 %) deutlich geringere Anteile der Missachtung der Anhaltepflicht festzustellen sind. Betrachtet man hierzu die Verkehrsmengen der querenden nichtmotorisierten Verkehrsteilnehmer (Anlage 49 bis Anlage 72) zeigt sich, dass in Dresden deutlich mehr Fußgänger und Radfahrer vor der Zufahrt queren als es in Köln der Fall ist – dies ist auch hinsichtlich der Betrachtung aller beobachteten Zufahrten der Fall (vgl. Anlage 49 bis Anlage 79). Aufgrund dessen kann davon ausgegangen werden, dass die Menge von querenden Fußgängern und Radfahrern einen Einfluss auf dieses Ergebnis hat. Die Beobachtungen zeigen darüber hinaus, dass haltende/wartende Fahrzeuge vor dem relevanten Grünpfeil-Nutzer einen Einfluss auf das Halten an der Haltelinie haben können.

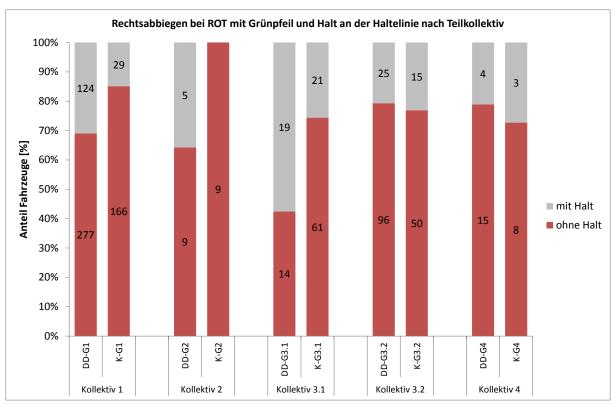


Abbildung 70: Befolgung der Anhaltepflicht differenziert nach den Teilkollektiven

Betrachtet man daher lediglich die Fahrzeuge, die ohne verkehrliche Einflüsse vor dem Rechtsabbiegen bei ROT mit Grünpfeil an der Haltelinie hielten, zeigt sich (siehe Abbildung 71), dass dies in Dresden (33 %) etwa nur halb so viele sind im Vergleich zu Köln (67 %).

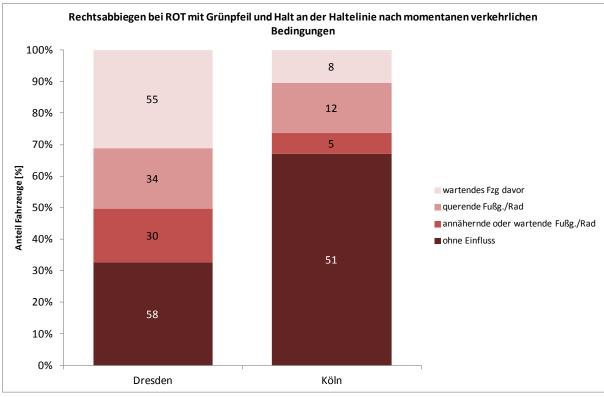


Abbildung 71: Befolgung der Anhaltepflicht differenziert nach momentanen verkehrlichen Bedingungen in Dresden und Köln

Berücksichtigt man die Anhaltevorgänge aufgrund querender Fußgänger oder Radfahrer sowie wartenden Fahrzeugen vor dem Grünpfeil-Nutzer nicht, da bei diesen Bedingungen eine Weiterfahrt ohne Halt ohnehin nicht möglich wäre, wird innerhalb beider Städte ein Anteil der Fahrzeuge, die vor dem Rechtsabbiegen bei ROT an der Haltelinie halten, von etwa 13 % erreicht (vgl. Abbildung 69 und Abbildung 71). Es ist aber darauf hinzuweisen, dass nicht abschließend beurteilt werden kann, wie sich die entsprechenden Verkehrsteilnehmer unbeeinflusst verhalten hätten. Allerdings ergeben sich Tendenzen, wonach hinsichtlich der Regelbefolgung keine regionalen Unterschiede bestehen. Eine Auswertung zur Befolgung der Anhaltepflicht nach den momentanen verkehrlichen Bedingungen differenziert nach den einzelnen Messstellen zeigt Anlage 49.

6.2.2 Blockierung der freigegebenen Furten für den nichtmotorisierten Verkehr

Als wesentlicher Vorteil des Rechtsabbiegens bei ROT mit Grünpfeil werden vor allem ein verbesserter Verkehrsablauf (kürzere Wartezeiten und Staus) genannt (vgl. Kapitel 2.3 und 3.5). Wenig Beachtung kommt dabei dem nichtmotorisierten Querverkehr zu, da Grünpfeil-Nutzer dessen Wege (Furten) zwangsläufig überfahren müssen. In dieser Zeit sind die Furten trotz Freigabe für Fußgänger- und Radfahrer praktisch nicht nutzbar. Allerdings liegt nicht in jedem Fall eine Blockierung der Furt vor, beispielsweise wenn Grünpfeil-Nutzer im Phasenwechsel (Furten sind gesperrt) oder im "Schutz" einer Phase, die es bedingt, dass der querende Fußgänger- und Radverkehr gesperrt ist (bspw. Linksabbiegephase im übergeordneten Strom), abbiegen. Abbildung 72 zeigt die Anteile der Grünpfeil-Nutzer, welche die Furten tatsächlich blockieren bzw. abbiegen während die Furten für querende Radfahrer oder Fußgänger freigegeben sind. Die Zufahrt des Knotenpunktes K-G4 wird im Rahmen dieser Auswertung nicht berücksichtigt, da keine Fußgänger- oder Radfahrfurt im Bereich der relevanten Zufahrt vorhanden ist.

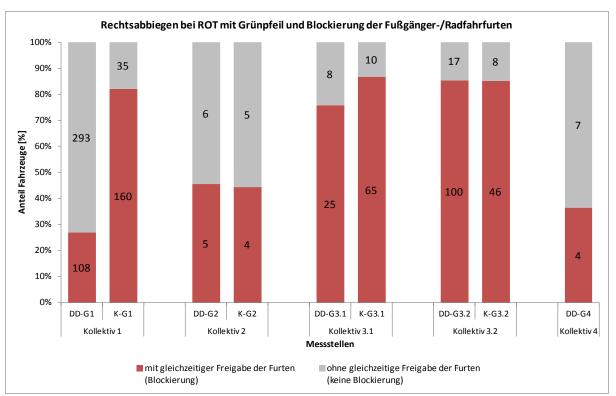


Abbildung 72: Rechtsabbiegen bei ROT mit Grünpfeil mit und ohne gleichzeitiger Freigabe der Fußgänger- und Radfahrfurten differenziert nach den Teilkollektiven

Es ist festzustellen, dass

- die Zufahrten der Kollektive 3.1, 3.2 (Kreuzungen und Einmündungen mit Grünpfeil in Nebenrichtung ohne Rechtsabbiegefahrstreifen/überbreiter Fahrstreifen) sowie 4 (Einmündungen mit Grünpfeil in Hauptrichtung) ähnlich hohe Blockierungsanteile erreichen (73 bis 87 %)
- die geringsten Blockierungsanteile an der Zufahrt des Knotenpunktes DD-G1 (Kreuzung mit Grünpfeil und eigenem Rechtsabbiegefahrstreifen) erreicht werden (27 %). Dies ist darauf zurückzuführen, dass es für die Linksabbieger des übergeordneten Stromes eine eigene Phase gibt, in welcher die Furten vor der Grünpfeil-Zufahrt gesperrt sind. Für die Linksabbieger des übergeordneten Stromes am Knotenpunkt K-G1 gibt es zwar ebenfalls eine eigene Phase, allerdings wird der für die Grünpfeil-Nutzer relevante Abschnitt der Fußgänger- und Radfahrfurt in dieser Zeit nicht gesperrt, weshalb hier deutlich höhere Blockierungsanteile (82 %) erreicht werden.
- an Zufahrten des Kollektives 2 (Kreuzungen mit Grünpfeil in der Hauptrichtung ohne Rechtsabbiegefahrstreifen) weniger als die Hälfte der Grünpfeil-Nutzer (44 bzw. 45 %) die Furten blockieren.

In welchen dieser Fälle ein Grünpfeil-Nutzer die Fußgänger- oder Radfahrfurt aufgrund der Durchfahrt blockiert oder auf dieser zum Stehen kommt zeigt Anlage 81, wobei festzustellen ist, dass die freigegebene Fußgängerfurt

- am häufigsten innerhalb der Zufahrten der Knotenpunkte DD-G1 (Kreuzung mit Grünpfeil und eigenem Rechtsabbiegefahrstreifen; 52 % (56 von 108)) und K-G3.1 (Kreuzungen mit Grünpfeil in Nebenrichtung ohne Rechtsabbiegefahrstreifen; 49 % (32 von 65))
- am seltensten innerhalb der Zufahrten des Knotenpunktes K-G1 (Kreuzung mit Grünpfeil und eigenem Rechtsabbiegefahrstreifen; 10 % (16 von 160))
- an Zufahrten der Kollektive 2 (Kreuzungen mit Grünpfeil in der Hauptrichtung ohne Rechtsabbiegefahrstreifen), 3.2 (Einmündungen mit Grünpfeil in Nebenrichtung überbreiter Fahrstreifen) und 4 (Einmündungen mit Grünpfeil in Hauptrichtung) in 20 bis 39 % der Fälle

durch haltende Fahrzeuge blockiert wird. Die Auswertungen zu den Radfahrfurten (neben dem Knotenpunkt K-G4 entfallen die Knotenpunkte DD-G2 sowie DD-G3.2 aufgrund nicht vorhandener Radfahrfurten) zeigt, dass an Zufahrten, an denen die entsprechenden Radfahrfurten vom Fahrbahnrand der übergeordneten Richtung abgesetzt sind (DD-G1, DD-G3.1, K-G3.1 sowie K-G3.2) 29 bis 56 % der Grünpfeil-Nutzer, die während der Freigabezeit für Radfahrer abbiegen auf der Furt anhalten und diese damit blockieren. Zufahrten von Knotenpunkten, an denen die Radfahrfurt nicht abgesetzt ist (K-G1, K-G2), erreichen entsprechende Anteile von 0 bis 3 %.

Für die Bewertung bzw. Quantifizierung der Blockierung werden Zeiten bzw. Zeitanteile der Blockierung bezogen auf die Freigabezeit der Fußgänger und Radfahrer ermittelt. Als Zeit der Blockierung gilt dabei die Differenz zwischen dem Zeitpunkt des Befahrens der Furt, wobei die Fahrzeugfront relevant ist, und dem Zeitpunkt des Verlassens der Furt, wobei das Fahrzeugheck relevant ist.

Abbildung 73 zeigt den durchschnittlichen Anteil der Blockierzeit der Fußgängerfurt an der Freigabezeit für Fußgänger, wobei sowohl die Anteile bei Halt eines Fahrzeugs auf der Furt als auch die Anteile bei Halt oder Durchfahrt berücksichtigt wurden. Betrachtet man lediglich die Anteile bei Halt eines Grünpfeil-Nutzers auf der Furt zeigt sich, dass

- innerhalb des Kollektives 3.1 (Kreuzungen mit Grünpfeil in Nebenrichtung ohne Rechtsabbiegefahrstreifen), 3.2 (Einmündungen mit Grünpfeil in Nebenrichtung überbreiter Fahrstreifen) und 4 (Einmündungen mit Grünpfeil in Hauptrichtung) ähnliche Anteile erreicht werden – so werden zwischen 25 und 33 % der Freigabezeit durch Grünpfeil-Nutzer blockiert, wobei zu erwähnen ist, dass im Bereich des Kollektives 4 nur ein Fall zu bewerten war.
- innerhalb der Zufahrt des Knotenpunktes DD-G1 (Kreuzung mit Grünpfeil und eigenem Rechtsabbiegefahrstreifen) mit Ausnahme der Zufahrt des Knotenpunktes DD-G2 (Kreuzung mit Grünpfeil in der Hauptrichtung ohne Rechtsabbiegefahrstreifen), welche nur auf Basis eines Falles bewertet werden konnte, die höchsten Anteile (45 %) erreicht werden.

Die deutlichen Unterschiede insbesondere beim Vergleich der Knotenpunktzufahrten des Kollektives 1 (DD-G1 und K-G1) sind zum einen

- auf die geringere Verkehrsstärke des übergeordneten Stromes (vgl. Anlage 49 und Anlage 72) und zum anderen
- auf die deutlich längeren Freigabezeiten für Fußgänger (da der relevante Furt-Abschnitt während der gesonderten Phase der Linksabbieger im übergeordneten Strom freigegeben ist)

am Knotenpunkt K-G1 zurückzuführen.

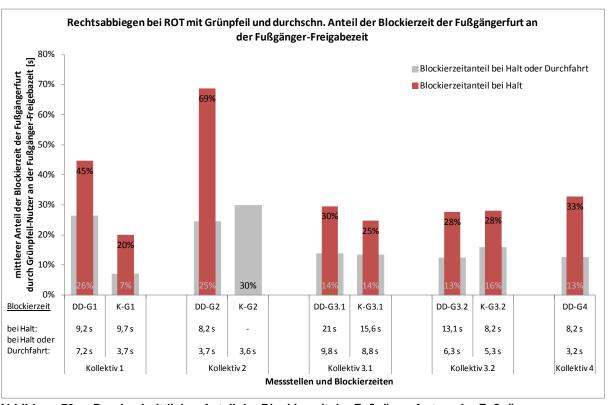


Abbildung 73: Durchschnittlicher Anteil der Blockierzeit der Fußgängerfurt an der Fußgänger-Freigabezeit differenziert nach den Teilkollektiven

Betrachtet man die durchschnittlichen Blockierzeitanteile bei Halt und Durchfahrt der Grünpfeil-Nutzer, zeigt sich ein ähnliches Bild nur in anderen Größenordnungen:

- So wird 13 bis 16 % der Freigabezeit an Zufahrten der Kollektive 3.1, 3.2 und 4 durch Grünpfeil-Nutzer blockiert.
- Die höchsten Anteile erreicht die Zufahrt des Knotenpunktes K-G2 (30 %).
- An der Zufahrt des Knotenpunktes DD-G1 wird durchschnittlich etwa ein Viertel der Freigabezeit je Grünpfeil-Nutzer blockiert während dieser Anteil an der Zufahrt des Knotenpunktes K-G1 7 % beträgt.

Absolut wird die Furt durchschnittlich zwischen 8,2 und 21 s durch auf der Furt haltende Grünpfeil-Nutzer blockiert wird. Betrachtet man alle Grünpfeil-Nutzer unabhängig davon ob ein Halt auf der Furt erfolgt, wird die Furt durchschnittlich zwischen 3,2 und 9,8 s je Grünpfeil-Nutzer blockiert.

Die Betrachtung der Blockierzeitanteile auf Radfahrfurten zeigt im Vergleich zur Auswertung der Blockierzeitanteile auf Fußgängerfurten ähnliche Tendenzen in anderen Größenordnungen. Durch Grünpfeil-Nutzer, die auf der Radfahrfurt halten um sich zu orientieren, wird durchschnittlich 17 bis 42 % (8,5 bis 19,3 s) der Freigabezeit für Radfahrer blockiert. Betrachtet man alle Grünpfeil-Nutzer sind durchschnittliche Blockierzeitanteile von 5 bis 25 % (1,6 bis 19,3 s) zu verzeichnen.

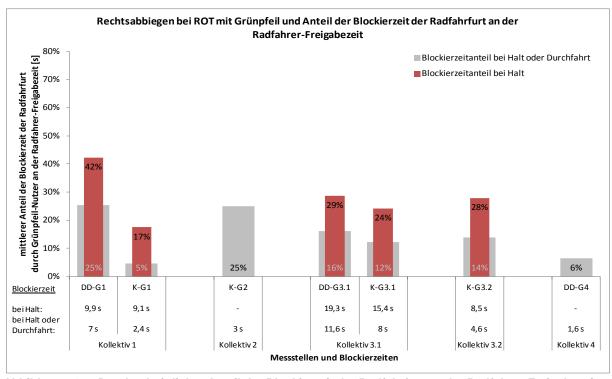


Abbildung 74: Durchschnittlicher Anteil der Blockierzeit der Radfahrfurt an der Radfahrer-Freigabezeit differenziert nach den Teilkollektiven

Generell sind sowohl die Blockierzeiten als auch die Blockierzeitanteile auf Radfahrfurten im Vergleich zu Fußgängerfurten, mit Ausnahme der Zufahrten des Knotenpunktes DD-G1 (Kreuzung mit Grünpfeil und eigenem Rechtsabbiegefahrstreifen), und K-G3.2 (Einmündungen mit Grünpfeil in Nebenrichtung überbreiter Fahrstreifen) unwesentlich geringer. An der Zufahrt des Knotenpunktes DD-G1 sind die Furten so weit abgesetzt, dass der Grünpfeil-Nutzer lediglich die Radfahrfurt blockiert, während dieser auf eine Lücke im übergeordneten Kfz-Strom wartet.

Da die Grünpfeil-Nutzer aufgrund des Rechtsabbiegefahrstreifens innerhalb der Zufahrt des Knotenpunktes DD-G1 bzw. dem überbreiten Fahrstreifen innerhalb der Zufahrt des Knotenpunktes K-G3.2 unbeeinflusst einfahren können, wird in den meisten Fällen die Fußgängerfurt durch ein nachfolgendes Fahrzeug ebenfalls blockiert (vgl. Abbildung 75), weshalb die Unterschiede zwischen Blockierzeit der Fußgänger- sowie Radfahrfurten gering sind.



Abbildung 75: Blockierung der Radfahrfurt durch Grünpfeil-Nutzer in 1. Warteposition und Blockierung der Fußgängerfurt durch Grünpfeil-Nutzer in 2. Warteposition am Knotenpunkt DD-G1

Innerhalb der anderen Zufahrten wird aufgrund der Geometrie in der Mehrzahl der Fälle Fußgänger- und Radfahrfurt gleichzeitig blockiert. Vereinzelt konnte allerdings beobachtet werden, dass Grünpfeil-Nutzer die Radfahrfurten freihielten, wodurch die Differenzen zu erklären sind (vgl. Abbildung 76).

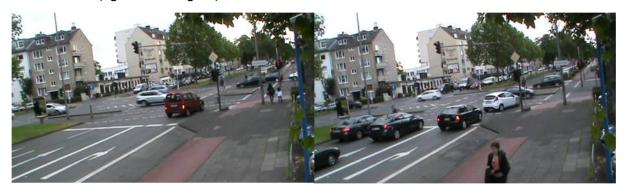


Abbildung 76: Blockierung der Fußgängerfurt mit Freihalten der Radfahrfurt (links) sowie gleichzeitige Blockierung der Fußgänger- und Radfahrfurt (rechts) am Knotenpunkt K-G1

Zusammenfassend zeigt sich, dass je nach Messstelle sehr unterschiedliche Anteile an Grünpfeil-Nutzern registriert wurden, die Furten durch einen Halt blockieren. Wenn dies aber der Fall ist, sind zum Teil erhebliche Blockierungszeitanteile an der Freigabezeit für den nichtmotorisierten Querverkehr zu verzeichnen. Sofern sich Vorteile hinsichtlich des Verkehrsablaufs für den Kfz-Verkehr ergeben, können diese erhebliche Nachteile für den querenden nichtmotorisierten Verkehr verursachen.

Ob es durch die Blockierung der Furten auch zu Behinderungen für den querenden nichtmotorisierten Verkehr kommt, soll die folgende Auswertung zeigen. Dabei wird als Behinderung gewertet, wenn ein Grünpfeil-Nutzer den Weg eines querenden nichtmotorisierten Verkehrsteilnehmer blockiert, das heißt, die Fußgänger- und Radfahrfurt ist zu diesem Zeitpunkt freigegeben, wodurch eine Verhaltensänderung des Fußgänger oder Radfahrers notwendig wird. Sind die genannten Bedingungen erfüllt, wurde bei den folgenden Reaktionen der Radfahrer oder Fußgänger eine Behinderung registriert:

- Umschauen
- Verzögern/langsamer Gehen
- Beschleunigen/schneller Gehen
- Anhalten/stehen bleiben
- Ausweichen
- Absteigen
- Sonstige erkennbare Reaktionen

Eine Bewertung der Intensität der Reaktionen erfolgt hier nicht. Allerdings ist davon auszugehen, dass alle Behinderungen auch kritische Interaktionen darstellen werden (vgl. Kapitel 6.3), da der Grünpfeil-Nutzer sich nach [StVO 2010] so Verhalten muss, "dass eine Behinderung … anderer Verkehrsteilnehmer, insbesondere des Fußgänger- und Fahrzeugverkehrs der freigebenden Verkehrsrichtung, ausgeschlossen ist". Damit liegt bei Behinderung des nichtmotorisierten Querverkehrs aufgrund Blockierung durch Grünpfeil-Nutzer auch regelwidriges Verhalten vor (vgl. Tabelle 23).

Abbildung 77 zeigt den Anteil der Grünpfeil-Nutzer, die aufgrund der Blockierung der Furt Fußgänger und/oder Radfahrer behindern, an allen Grünpfeil-Nutzern, die entsprechende Furten durch Überfahrt oder auch Halt blockieren.

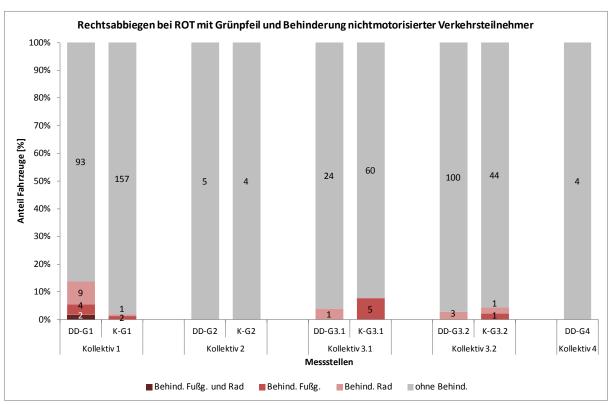


Abbildung 77: Behinderungen des querenden nichtmotorisierten Verkehrs aufgrund Blockierung durch Grünpfeil-Nutzer nach den Teilkollektiven

Es zeigt sich, dass

- an der Zufahrt des Knotenpunktes DD-G1 (Kreuzung mit Grünpfeil und eigenem Rechtsabbiegefahrstreifen) die meisten Behinderungen registriert wurden, etwa jedes siebte Fahrzeug, welches die Furt blockiert, behindert eine Fußgänger oder Radfahrer.
- an den Knotenpunktzufahrten des Kollektives 2 (Kreuzungen mit Grünpfeil in der Hauptrichtung ohne Rechtsabbiegefahrstreifen), die bereits geringe Zahlen hinsichtlich der Blockierungen aufweisen, keine Behinderungen registriert wurden.
- über alle Messstellen 6 % der Grünpfeil-Nutzer, welche die Furt blockieren, einen Fußgänger oder Radfahrer behindern.
- generell mehr Radfahrer als Fußgänger von den Behinderungen betroffen sind.

Hinsichtlich der Zufahrt des Knotenpunktes DD-G3.2 (Einmündungen mit Grünpfeil in Nebenrichtung überbreiter Fahrstreifen) ist auf eine Besonderheit hinzuweisen – hier gibt es zwar keine Radfahrfurt allerdings benutzen an diesem Knotenpunkt eine Vielzahl der Radfahrer die Fußgängerfurt.

Betrachtet man die Verhaltensänderungen infolge der Behinderungen detailliert (vgl. Abbildung 78), ist festzustellen, dass

- die meisten Radfahrer (12 von 20) unabhängig von der Richtung aus der sie kommen, ausweichen und hinter dem Grünpfeil-Nutzer queren – sieben weitere queren vor dem Grünpfeil-Nutzer.
- die meisten Fußgänger (9 von 23) unabhängig von der Richtung aus der sie kommen, ausweichen und vor dem Grünpfeil-Nutzer queren – sieben weitere queren hinter dem Grünpfeil-Nutzer.
- 7 von 23 Fußgängern sowie 1 von 20 Radfahrern stehen bleiben bis der Grünpfeil-Nutzer abgeflossen ist.

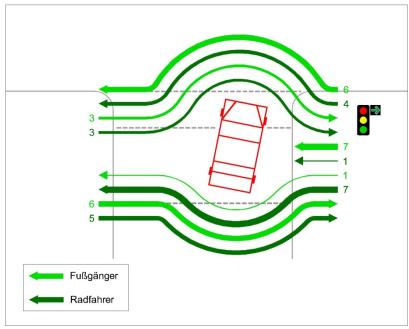


Abbildung 78: Bewegungslinien der querenden Fußgänger und Radfahrer infolge der Verhaltensänderung aufgrund Blockierung der freigegeben Furten durch Grünpfeil-Nutzer

Insbesondere Verkehrsteilnehmer, welche von rechts nach links hinter dem Grünpfeil-Nutzer queren (18 von 43) können u.U. besonders gefährdet sein, da diese von freigegebenen Rechtsabbiegern des übergeordneten Stromes spät gesehen werden und dadurch Folgekonflikte auftreten können (vgl. Kapitel 2.1.1, Abbildung 1). Das Unfallgeschehen zeigt hierzu allerdings keine Auffälligkeiten (vgl. Kapitel 4.6)

6.3 Bewertung von Interaktionen

Für diese Analyse sind Knotenpunkte mit und ohne Grünpfeil relevant. Der Knotenpunktbereich wird dabei in vier Konfliktflächen aufgeteilt (siehe Abbildung 79), wobei Interaktionen der folgenden Konstellationen analysiert wurden:

Konfliktfläche 1:

• Rechtsabbieger und bevorrechtigter Fußgänger- Radquerverkehr

Konfliktfläche 2:

- Rechtsabbieger und bevorrechtigter Fahrzeugverkehr von links
- · Rechtsabbieger und entgegenkommende Linksabbieger

Konfliktfläche 3:

• Rechtsabbieger und parallel querende Fußgänger und Radfahrer

Konfliktfläche 4:

 Folgekonflikt durch querende Fußgänger und Radfahrer aufgrund hinter einem die Furt blockierenden Grünpfeil-Nutzer

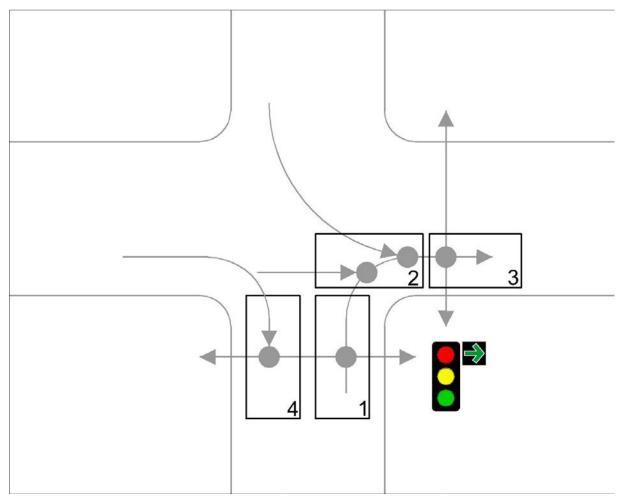


Abbildung 79: Konfliktflächen zur Bewertung von Interaktionen

Zur Bewertung der Intensität einer Interaktion wurden in Anlehnung an [RISSER ET AL. 1991] zwei Interaktionsstufen definiert (siehe Tabelle 23). Interaktionen sind dabei definiert als Abstimmung des Verhaltens der Fahrer, um bei zeitlicher und räumlicher Annäherung einen Zusammenstoß zu vermeiden, wobei als Bedingung für das Vorliegen einer kritischen Interaktion stets ein regelwidriges Verhalten von mindestens einem Beteiligten gegeben sein muss.

Interaktionsstufe	Beschreibung	Merkmal
1 (kritische Interaktion)	Mindestens ein Beteiligter verhält sich nicht regel- gerecht. Eventuell treten Folgekonflikte auf.	deutliches/heftiges und plötzliches/ruckartiges Abbremsen und/oder Ausweichen
2 (Kollision)	Mindestens ein Beteiligter verhält sich nicht regel- gerecht.	Die Beteiligten berühren sich.

Tabelle 23: Bewertung der Intensität von Interaktionen in Anlehnung an [RISSER ET AL. 1991]

Folgende Reaktionen von Verkehrsteilnehmern wurden nach den oben genannten Bedingungen bewertet:

Für Kraftfahrzeuge:

- Bremsen
- Beschleunigen
- Ausweichen

Für Fußgänger oder Radfahrer (vgl. Kapitel 6.2.2):

- Umschauen
- Verzögern/langsamer Gehen
- Beschleunigen/schneller Gehen
- Anhalten/stehen bleiben
- Ausweichen
- Absteigen
- Sonstige erkennbare Reaktionen

Abbildung 80 zeigt die Interaktionen nach den o.g. Interaktionsstufen anteilig an allen Rechtsabbiegern innerhalb von Knotenpunkten mit und ohne Grünpfeil in Dresden und Köln. Zusätzlich wurde bei der Bestimmung der kritischen Interaktionen registriert, ob ein entsprechender Rechtsabbieger während der Sperrzeit (bei ROT) oder der Freigabezeit (bei GRÜN) gefahren ist. Es zeigt sich, dass

- die meisten kritischen Interaktionen (41 von 43) an Knotenpunkten mit Grünpfeil registriert wurden, wobei wiederum am häufigsten Grünpfeil-Nutzer (bei ROT) betroffen waren (39 von 43).
- an Knotenpunkten mit Grünpfeil 41 der 2098 (2 %) Rechtsabbieger in eine kritische Interaktion verwickelt waren.
- 39 von 996 (4 %) Grünpfeil-Nutzer in eine kritische Interaktion verwickelt waren.

- an Knotenpunkte ohne Grünpfeil 2 der 698 (0,3 %) Rechtsabbieger in eine kritische Interaktion verwickelt waren, wobei in keinem Fall ein Rechtsabbieger bei ROT betroffen war.
- an einem Knotenpunkt mit Grünpfeil (Rechtsabbieger bei ROT) eine Kollision registriert wurde.

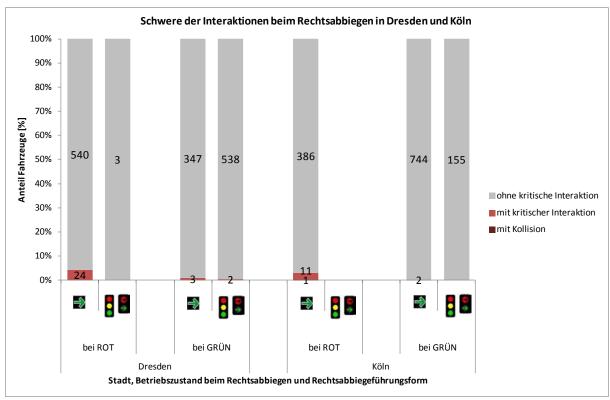


Abbildung 80: Interaktionen an Knotenpunkten mit und ohne Grünpfeil in Dresden und Köln

Innerhalb welcher Konfliktflächen die meisten kritische Interaktionen registriert wurden zeigt für das Abbiegen bei ROT (nur Betrachtung der Knotenpunkte mit Grünpfeil, da innerhalb der Vergleichsknotenpunkte keine Konflikte bei ROT registriert wurden) Abbildung 81 und bei GRÜN Abbildung 82.

Es ist festzustellen, dass beim Rechtsabbiegen bei ROT an Knotenpunkten mit Grünpfeil

- die meisten kritischen Interaktionen (28 von 36) innerhalb der Konfliktfläche 1 registriert wurden, wobei mehr Radfahrer (16 von 36) als Fußgänger (12 von 36) betroffen waren und eine Kollision dokumentiert wurden.
- innerhalb der Konfliktfläche 2 zwei kritische Interaktionen registriert wurden, welche den Geradeausfahrer im bevorrechtigten Strom von links (GA) betreffen.
- innerhalb der Konfliktfläche 3 vier kritische Interaktionen registriert wurden, wobei gleichermaßen Fußgänger und Radfahrer beteiligt waren.
- innerhalb der Konfliktfläche 4 keine kritische Interaktionen registriert wurden.
- eine kritische Interaktionen im Bereich Sonstiges registriert wurde, wobei ein Rechtsabbieger in zweiter Warteposition einen Rechtsabbieger in erster Warteposition überholte um bei ROT rechts abzubiegen.

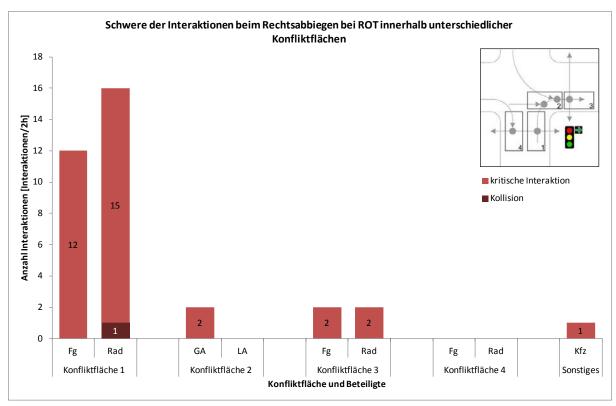


Abbildung 81: Interaktionen beim Rechtsabbiegen bei ROT an Knotenpunkten mit Grünpfeil nach Konfliktflächen

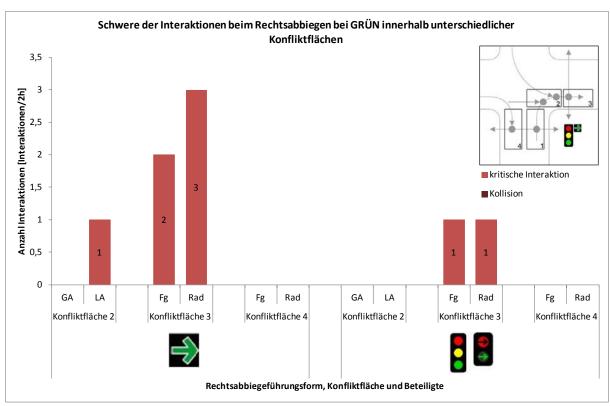


Abbildung 82: Interaktionen beim Rechtsabbiegen bei GRÜN an Knotenpunkten mit und ohne Grünpfeil nach Konfliktflächen

Betrachtet man die kritischen Interaktionen bei GRÜN (Betrachtung der Knotenpunkte mit Grünpfeil-Regelung und Vergleichsknotenpunkte), wobei hier lediglich die Konfliktflächen 2, 3 und 4 relevant sind, zeigt sich, dass

- innerhalb der Konfliktfläche 4 keine kritische Interaktion registriert wurde.
- innerhalb der Konfliktfläche 2 eine kritische Interaktion an Knotenpunkten mit Grünpfeil dokumentiert wurde, welche einen entgegenkommenden Linksabbieger (LA) betrifft.
- innerhalb der Konfliktfläche 3 fünf kritische Interaktionen an Knotenpunkten mit Grünpfeil – wobei in zwei Fällen Fußgänger und in drei Fällen Radfahrer beteiligt waren.
- Jeweils eine kritische Interaktionen an Knotenpunkten mit bedingt verträglicher Führung bzw. KR-Signal registriert wurden.

Drei der vier kritischen Interaktionen beim Rechtsabbiegen bei GRÜN auf der Konfliktfläche 3 an Knotenpunkten mit Grünpfeil ereigneten sich im Phasenwechsel.

Um ein genaueres Bild hinsichtlich der Örtlichkeiten zu erhalten, zeigt, Abbildung 83 die innerhalb der Konfliktfläche 1 dokumentierten Konflikte differenziert nach den Teilkollektiven, wobei lediglich Knotenpunkte mit Grünpfeil relevant sind. Eine derartige Auswertung für die weiteren Konfliktflächen wird aufgrund der geringen Anzahl der dokumentierten Konflikte als nicht sinnvoll erachtet. Es zeigt sich, dass

- innerhalb des Knotenpunktes DD-G1 (Kreuzung mit Grünpfeil und eigenem Rechtsabbiegefahrstreifen) die meisten kritische Interaktionen registriert wurden, wobei neun mit Radfahrern sowie fünf mit Fußgängern zu verzeichnen sind an diesem Knotenpunkt wurde 2008-2010 ein Unfall mit Beteiligung von Radfahrern innerhalb dieser Konfliktfläche registriert, hinzukommen sechs weitere Unfälle mit Geradeausfahrern des übergeordneten Stromes von links (vgl. Anlage 82). Die zwei kritischen Interaktionen hinsichtlich dieser Konstellation (vgl. Abbildung 81) wurden ebenfalls an diesem Knotenpunkt dokumentiert.
- innerhalb des Knotenpunktes K-G1 (Kreuzung mit Grünpfeil und eigenem Rechtsabbiegefahrstreifen) drei kritische Interaktionen (zwei mit Beteiligung von Fußgängern und einer mit Beteiligung von Radfahrern) dokumentiert wurden – an diesem Knotenpunkt wurden 2008-2010 zwei Unfälle registriert, welche allerdings der Konfliktfläche 3 zuzuordnen sind, wobei jeweils ein Fußgänger und Radfahrer beteiligt war (vgl. Anlage 83). Eine der drei kritischen Interaktionen, die für diesen Bereich mit Beteiligung von Radfahrern dokumentiert wurden (vgl. Abbildung 81), sind diesem Knotenpunkt zuzuordnen.
- innerhalb der Knotenpunkte der Kollektive 3.1 (Kreuzungen mit Grünpfeil in Nebenrichtung ohne Rechtsabbiegefahrstreifen) und 3.2 (Einmündungen mit Grünpfeil in Nebenrichtung überbreiter Fahrstreifen) zehn kritische Interaktionen dokumentiert wurden, wovon gleichermaßen Fußgänger wie Radfahrer betroffen waren – in einem Fall wurde eine Kollision registriert, wobei ein Grünpfeil-Nutzer der Anhaltpflicht nicht nachkam und mit einem von links querenden Radfahrer zusammenstieß. Innerhalb dieser Kollektive zeigt lediglich der Knotenpunkt DD-G3.1 Auffälligkeiten hinsichtlich des Unfallgeschehens der Jahre 2008-2010, wobei drei von vier Unfällen der Konfliktfläche 1 zuzuordnen sind, und dabei ein Fußgänger und zwei Radfahrer beteiligt waren (vgl. Anlage 84).

• innerhalb der Knotenpunkte des Kollektives 2 (Kreuzungen mit Grünpfeil in der Hauptrichtung ohne Rechtsabbiegefahrstreifen), welche beide unfallauffällig hinsichtlich der Grünpfeil-Regelung sind (vgl. Anlage 85 bzw. Anlage 86), keine kritischen Interaktionen dokumentiert wurden.

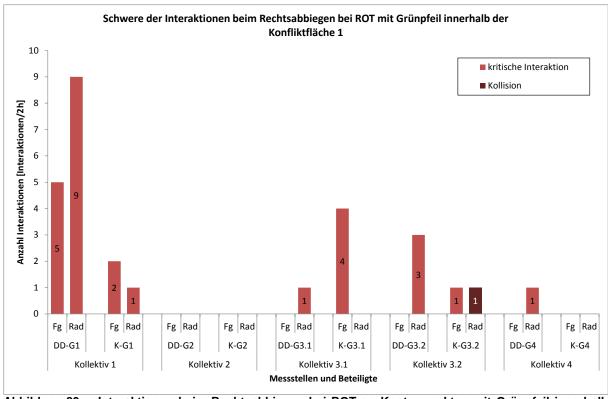


Abbildung 83: Interaktionen beim Rechtsabbiegen bei ROT an Knotenpunkten mit Grünpfeil innerhalb der Konfliktfläche 1 nach den Teilkollektiven

Abschließend ist darauf hinzuweisen, dass eine Aussage zur Verkehrssicherheit auf Basis der Bewertung von Interaktionen nicht möglich ist. Zwar wurde an den unfallauffälligen Stellen auch die Mehrzahl der Konflikte registriert, andererseits sind im Kollektiv Knotenpunkte vorhanden, innerhalb derer Unfälle aufgrund der Grünpfeil-Regelung registriert wurden, aber keine Konflikte. Ein häufiges Auftreten von Konflikten ist kein verlässlicher Hinweis auf ein häufiges Auftreten von Unfällen. Der Vorteil dieser Beobachtungen und Auswertungen besteht vielmehr in möglichen Erkenntnissen über riskante Verkehrsabläufe, wenn sich deren Charakteristiken mit den Unfallabläufen in Zusammenhang bringen lassen.

6.4 Abschätzung der Vorteile auf den Verkehrsablauf

In früheren Untersuchungen zum Verkehrsablauf an Knotenpunkten mit Grünpfeil zeigte sich, dass durchschnittlich etwa jeder zweite Rechtsabbiegevorgang bei ROT stattfand [SCHROBITZ ET AL. 1992], wobei maximale Anteile der Rechtsabbieger bei ROT von 75 % [SCHROBITZ ET AL. 1992] und minimale Anteile von 34 % [JAKOB 2000] ermittelt wurden (vgl. Kapitel 2.3). Im Rahmen vorliegender Untersuchung zeigt sich, dass an Knotenpunktzufahrten mit Grünpfeil

- durchschnittlich 41 % der Rechtabbiegervorgänge bei ROT stattfinden, wobei dieser Anteil an Dresdner Knotenpunkten 50 % und an Kölner Knotenpunkten 35 % beträgt. Diese Differenz ist auf Unterschiede im Bereich der Zufahrten des Kollektives 1 (Kreuzungen mit Grünpfeil und eigenem Rechtsabbiegefahrstreifen), 2 (Kreuzungen mit Grünpfeil in der Hauptrichtung ohne Rechtsabbiegefahrstreifen) und 4 (Einmündungen mit Grünpfeil in Hauptrichtung) zurückzuführen.
- maximal 62 % der Rechtsabbiegevorgänge bei ROT stattfinden an der Zufahrt des Knotenpunktes DD-G3.2 (Einmündung mit Grünpfeil in Nebenrichtung überbreiter Abbildung 84Fahrstreifen).
- minimal 9 % der Rechtsabbiegevorgänge bei ROT stattfinden an der Zufahrt des Knotenpunktes K-G2 (Kreuzung mit Grünpfeil in der Hauptrichtung ohne Rechtsabbiegefahrstreifen)

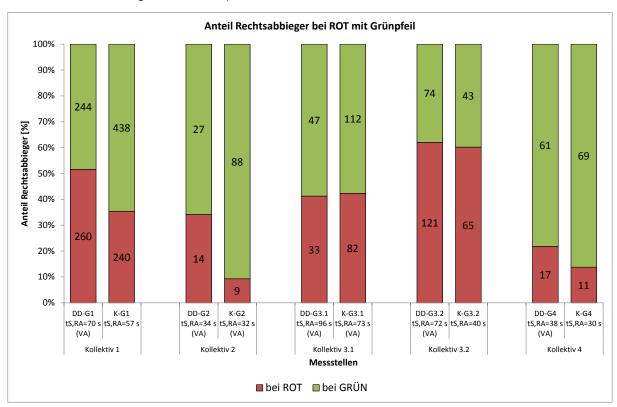


Abbildung 84: Anteil Rechtsabbieger bei ROT mit Grünpfeil nach den Teilkollektiven

Generell ist festzustellen, dass an Knotenpunkten, innerhalb derer die Rechtsabbieger unbeeinflusst von anderen Strömen in dieser Zufahrt abfließen können (Kollektiv 1 und 3.2), die höchsten Anteile an Rechtsabbiegevorgängen bei ROT zu verzeichnen sind. Allerdings sind auch an Zufahrten mit Mischfahrstreifen insbesondere des Kollektives 3.1 (Kreuzungen mit Grünpfeil in Nebenrichtung ohne Rechtsabbiegefahrstreifen) hohe Anteile von Rechtsabbiegevorgängen bei ROT (41 % bzw. 42 %) festzustellen.

Ob sich für Zufahrten mit Mischfahrstreifen dabei ein Zusammenhang zwischen dem Anteil der Rechtsabbiegevorgänge bei ROT und dem Anteil der Rechtsabbieger an allen Strömen auf dem Mischfahrstreifen ergibt, zeigt Abbildung 85, wobei die Anteile Durchschnittswerte über die zweistündige Beobachtungsdauer darstellen. Die entsprechenden Sperrzeiten wurden über 20 Umläufe gemittelt, sofern am relevanten Knotenpunkt eine verkehrsabhängige Steuerung (VA) vorliegt (vgl. Kapitel 6.1). Es ist festzustellen, dass

- der Anteil der Rechtsabbiegevorgängen bei ROT mit Zunahme des Rechtsabbiegeranteils zwar nicht generell zunimmt – was insbesondere beim Vergleich der Knotenpunkte DD-G4 und DD-G2 sowie K-G2 und K-G4 deutlich wird – aber sich dennoch Tendenzen hinsichtlich der Knotenpunkte des Kollektives 3.1, welche sowohl die höchsten Anteile an Rechtsabbiegevorgängen bei ROT als auch die höchsten Rechtsabbiegeranteile erreichen, zeigen.
- mit zunehmender Sperrzeit (t_{s,RA}) auch keine generelle Zunahme der Rechtsabbiegevorgänge bei ROT abzuleiten ist – aber sich dennoch Tendenzen hinsichtlich dieses Zusammenhangs ergeben, betrachtet man die Ergebnisse der Knotenpunkte des Kollektives 3.1 im Vergleich zu den anderen Messstellen.
- eine Quantifizierung der Zunahme des Anteils der Rechtsabbiegevorgänge bei ROT in Abhängigkeit sich ändernder Rechtabbiegeranteile sowie Sperrzeiten auf Basis dieser Auswertung nicht möglich ist.

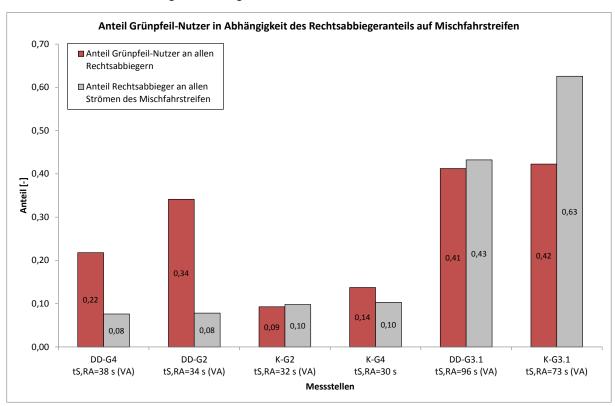


Abbildung 85: Anteil der Rechtsabbiegevorgänge bei ROT in Abhängigkeit des Rechtsabbiegeranteils an Knotenpunkten mit Mischfahrstreifen

Eine analog durchgeführte Auswertung mit einer separaten Betrachtung der einzelnen Beobachtungsstunden sowie eine Darstellung des funktionalen Zusammenhangs (ebenfalls separate Betrachtung einzelner Beobachtungsstunden) mit zusätzlicher Differenzierung nach Dauer der Sperrzeit für Rechtsabbieger bringt keine weiteren Erkenntnisse (siehe Anlage 87).

6.5 Zusammenfassung Verkehrssituationsanalyse

Die Analyse der Verkehrssituation an jeweils fünf Grünpfeil-Zufahrten und drei Vergleichszufahrten mit anderer Rechtsabbiegeführungsform in Dresden und Köln haben gezeigt, dass in Dresden alle 588 beobachteten Verkehrsteilnehmer die Grünpfeil-Regelung genutzt haben, während in Köln 6 % der 384 Verkehrsteilnehmer die Grünpfeil-Regelung nicht genutzt haben, wobei vorausgesetzt wurde, dass sich dem jeweilige Verkehrsteilnehmer Möglichkeiten boten bei ROT rechts abzubiegen.

Dabei wurde die Anhaltepflicht in Dresden von 70 % der Verkehrsteilnehmer missachtet, während dieser Anteil in Köln 81 % beträgt. Eine genauere Analyse zeigte hierzu Tendenzen auf wonach die niedrigsten Anteile hinsichtlich der Missachtung der Anhaltepflicht an Kreuzungen und die höchsten an Einmündungen festzustellen sind. Berücksichtigt man dabei die Anhaltevorgänge aufgrund verkehrlicher Einflüsse (querender/sich annähernde Fußgänger oder Radfahrer sowie wartenden Fahrzeugen vor dem Grünpfeil-Nutzer) nicht, wird innerhalb beider Städte ein Anteil der Missachtung der Anhaltepflicht von 87 % erreicht.

Als wesentlicher Vorteil des Rechtsabbiegens bei ROT mit Grünpfeil wurde oft ein verbesserter Verkehrsablauf (kürzere Wartezeiten und Staus) genannt. Dass im Zuge eines Rechtsabbiegevorgangs bei ROT die freigegebenen Wege (Furten) des querenden nichtmotorisierten Verkehrs zwangsläufig überfahren werden müssen, wodurch diese in der Zeit praktisch nicht nutzbar sind, wird selten berücksichtigt. Es ist festzustellen, dass sofern ein Grünpfeil-Nutzer auf der Furt halten muss um sich orientieren, was für 10 bis 52 % der entsprechenden Verkehrsteilnehmer erforderlich ist, 20 bis 69 % (8,2 bis 21 s) der Freigabezeit der guerenden Fußgänger sowie 17 bis 42% (8,5 bis 19,3 s) der guerenden Radfahrer blockiert ist. Dabei behindern 6 % der Grünpfeil-Nutzer einen Fußgänger oder Radfahrer, wobei generell mehr Radfahrer als Fußgänger von den Behinderungen betroffen sind. Diese gueren in der Folge etwa zu gleichen Teilen vor oder hinter dem blockierenden Grünpfeil-Nutzer, wobei insbesondere das Queren von rechts nach links hinter dem Grünpfeil-Nutzer ein Gefährdungspotential beinhaltet, da diese Fußgänger oder Radfahrer von freigegebenen Rechtsabbiegern des übergeordneten Stromes spät gesehen werden. Dieses Ergebnis zeigt zum einen, dass eventuelle Vorteile hinsichtlich des Verkehrsablaufs motorisierten Verkehrs zu Ungunsten der querenden Verkehrsteilnehmer erreicht werden. Andererseits zeigt sich, dass die Forderung der VwV-StVO, dass ein Rechtsabbieger den Fußgänger- und Fahrzeugverkehr der freigegebenen Verkehrsrichtungen ausreichend einsehen kann, um die ihm auferlegten Sorgfaltspflichten zu erfüllen, zum Teil erst erfüllt sind, wenn der Grünpfeil-Nutzer bereits die Furt blockiert.

Eine Analyse der Interaktionen – welche definiert sind als Abstimmung des Verhaltens der Fahrer, um bei zeitlicher und räumlicher Annäherung einen Zusammenstoß zu vermeiden, wobei als Bedingung für das Vorliegen einer kritischen Interaktion stets ein regelwidriges Verhalten von mindestens einem Beteiligten gegeben sein muss – zeigt, dass an Knotenpunktzufahrten mit Grünpfeil 2 % aller Rechtsabbieger sowie 4 % der Grünpfeil-Nutzer und an Knotenpunktzufahrten ohne Grünpfeil 0,3 % aller Rechtsabbieger in eine kritische Interaktion verwickelt waren. Die meisten kritischen Interaktionen wurden im Bereich der Furt in der entsprechenden Zufahrt dokumentiert.

Untersuchungen zur "Abschätzung der Vorteile der Grünpfeil-Regelung auf den Verkehrsablauf zeigt, dass an Knotenpunktzufahrten mit Grünpfeil zwischen 9 und 62 % sowie durchschnittlich 41 % der Rechtabbiegervorgänge bei ROT stattfinden. Eine ausschließliche Betrachtung von Zufahrten mit Mischfahrstreifen konnte eine generelle Zunahme des Anteils der Rechtsabbiegevorgänge bei ROT in Abhängigkeit des Anteils der Rechtsabbieger an allen Strömen auf dem Mischfahrstreifen und der Dauer der Sperrzeit nicht generell bestätigen. Allerdings konnten Tendenzen aufgezeigt werden, wonach die höchsten Anteile an Rechtsabbiegevorgängen bei ROT an Knotenpunktzufahrten erreicht wurden, welche die höchsten Anteile der Rechtsabbieger an allen Strömen auf dem Mischfahrstreifen sowie die höchsten Sperrzeiten aufweisen.

7 Reisezeitmessungen

Wie Kapitel 2.3 zeigt, werden von der Anwendung der Grünpfeil-Regelung Vorteile hinsichtlich des Verkehrsablaufs erwartet. Die Untersuchungen zur "Abschätzung der Vorteile der Grünpfeil-Regelung auf den Verkehrsablauf" (siehe Kapitel 6.4) konnte eine generelle Zunahme des Anteils der Rechtsabbiegevorgänge bei ROT in Abhängigkeit des Anteils der Rechtsabbieger an allen Strömen und der Dauer der Sperrzeit nicht generell nachweisen. Hierzu zeigten sich lediglich Tendenzen.

Dieser und früheren Untersuchungen [ALBRECHT ET AL. 1999, SCHROBITZ ET AL. 1992] ist gemein, dass Knotenpunkte bzw. Zufahrten separat betrachtet wurden. Ob die zum Teil festgestellten Wartezeiteinsparungen bei einer längeren Fahrt über Knotenpunkte mit verschiedenen Verkehrsregelungen erhalten bleiben, wurde bislang nicht untersucht. Der Zeitaufwand für die vollständige Ortsveränderung ist aber entscheidend dafür, ob die Grünpfeil-Regelung einen positiven zeitlichen Nutzen für den Verkehrsteilnehmer hat.

Zur Klärung dieses Sachverhaltes wurden unter realistischen Bedingungen, d.h. in einem typischen Straßennetz häufig auftretende Wegebeziehungen im realen Verkehrsgeschehen bei unterschiedlichen Belastungszuständen abgefahren und die Zeitverläufe aufgezeichnet.

7.1 Methodische Vorbemerkungen

Die Befahrungen zur Messung der Reisezeiten wurden in Dresden und Köln durchgeführt. Damit stehen für die Erhebungen sowohl eine Stadt der "neuen" als auch der "alten" Bundesländer mit unterschiedlicher Praxis sowohl bei der Anordnung von Z 720 StVO als auch bei den Fahrgewohnheiten der Verkehrsteilnehmer zur Verfügung (vgl. Kapitel 5). In beiden Städten wurden je zwei Routen ausgewählt, wobei eine Route von einer vorher definierten Basis wegführt und die jeweils andere Route zurückführt. Folgende Kriterien werden bei der Auswahl der Routen berücksichtigt:

- Durchschnittliche Wegelängen im Binnenverkehr innerhalb von Oberzentren (Städte mit mehr als 500.000 Einwohnern): Nach den Ergebnissen regelmäßiger Haushaltsbefragungen zum verkehrsspezifischen Verhalten [AHRENS ET AL. 2008] sind für den Binnenverkehr mittlere Entfernungen des motorisierten Individualverkehrs von etwa 5,8 km bis 8,2 km am Werktag (mittlere Reisezeiten von 16,5 min bis 21 min) festzustellen. Für die Auswahl der Routen werden Wegeketten mit einer Länge von etwa 7 km ausgewählt, wobei sowohl die Stadtzentren als auch umliegende Stadtteile durchfahren werden sollen.
- Es sollten lediglich Grünpfeil-Zufahrten ohne eigenen Rechtsabbiegefahrstreifen berücksichtigt werden um den Einfluss anderer Verkehrsteilnehmer auf die Reisezeiten im Ohne-Fall zu minimieren. Darüber hinaus zeigen aktuelle Erhebungsergebnisse des Forschungsprojektes "Sicherheit von Grünpfeilen" [MAIER & HANTSCHEL 2012], dass in Dresden und Köln nur 28 % bzw. 23 % aller Grünpfeil-Zufahrten mit Rechtsabbiegefahrstreifen ausgestattet sind. Den "Regelfall" stellen somit Grünpfeil-Zufahrten mit Mischfahrstreifen dar. Im Ergebnis wurden in Köln vier Grünpfeil-Zufahrten mit Misch- und eine mit überbreitem Fahrstreifen (nebeneinander aufstellen möglich, aber nicht markiert) sowie in Dresden sieben Grünpfeil-Zufahrten mit Misch- und eine mit überbreitem Fahrstreifen ausgewählt.

 Um die Ergebnisse einzuordnen und zufällige Fehler, die ein unzutreffendes Bild der realen Verhältnissen geben können, auszugleichen, wurde angestrebt, Knotenpunkte in die Wegeketten aufzunehmen, welche bereits Gegenstand der ursprünglich im Forschungsprojekt zur "Sicherheit von Grünpfeilen" enthaltenen Verkehrssituationsanalyse waren (vgl. Kapitel 5).

Abbildung 86 (Dresden) und Abbildung 87 (Köln) zeigen die ermittelten Routen, wobei sich bereits zeigt, dass die Routen in Köln bei einer höheren Knotenpunktdichte mit Lichtsignalanalgen andererseits deutlich weniger lichtsignalgeregelte Knotenpunkte mit Grünpfeil im Vergleich zu allen lichtsignalgeregelten Knotenpunkte beinhalten als in Dresden. Dies spiegelt aber die Verbreitung der Grünpfeil-Regelung im gesamten Stadtgebiet der beiden Städte wider (vgl. Kapitel 3.1, Tabelle 5).

Die Grundlage der Reisezeitmessungen bildet ein Mit-Ohne-Vergleich:

- Mit-Fall: Befahrungen der Routen mit Nutzung der Grünpfeil-Regelung
- Ohne-Fall: Befahrungen der Routen ohne Nutzung der Grünpfeil-Regelung

Bei allen Befahrungen wurden die Regelungen der StVO eingehalten, das heißt, zulässige Höchstgeschwindigkeiten werden nicht überschritten, und bei Benutzung des Grünpfeils wird an der Haltelinie gehalten und nur weitergefahren, wenn der querende nichtmotorisierte Verkehr auch bei einem ggf. notwendigen zweiten Halt an der Sichtlinie zur Berücksichtigung des freigegebenen Kfz-Verkehr nicht behindert wird. Im Ohne-Fall wird der Vorrang der meist parallel freigegebenen Fußgänger und Radfahrer (bedingt verträgliche Freigabe) berücksichtigt.

Die Messfahrten wurden innerhalb charakteristischer Tageszeitbereiche durchgeführt. Bei der Auswahl der Zeitbereiche wurde sich an einer Auswertung zur Verkehrsentwicklung der Stadt Dresden orientiert. Damit haben sich für die Befahrungen die folgenden vier Zeitbereiche ergeben:

Hauptverkehrszeit Früh:
Schwachlastbereich Tag:
Hauptverkehrszeit Nachmittag:
Schwachlastbereich Nacht:
10:00 Uhr bis 13:00 Uhr
15:00 Uhr bis 18:00 Uhr
1:00 Uhr bis 4:00 Uhr

Innerhalb jedes Tageszeitbereiches wurden vier Befahrungen der beiden Routen je Stadt durchgeführt. Um persönliche Fahrgewohnheiten auszugleichen wurden zwei Fahrer eingesetzt. Mit Hilfe von GPS-Tracker und Kamera wurden die Wegstrecken und Fahrzeiten sowie Videobilder aufgenommen. Damit konnten zum einen alle Daten vor und während eines Haltes am Knotenpunkt erhoben und zum anderen jede Fahrt vollständig dokumentiert werden.

Die Ergebnisse der Befahrungen werden abschließend mit denen der Verkehrssituationsanalyse verglichen. Dabei sollen reale Verhaltensweisen bei der Verkehrssituationsanalyse (vgl. Kapitel 5) den Befahrungen zur Nutzung der Grünpfeil-Regelung und dem Halten an der Haltelinie differenziert nach verkehrlichen Bedingungen vergleichend gegenübergestellt werden. Darüber hinaus wurden für den "Ohne-Fall" Abschätzungen der Wirkungen an einzelnen Knotenpunkten nach [HBS 2001] durchgeführt und mit den Ergebnissen der Befahrungen verglichen.

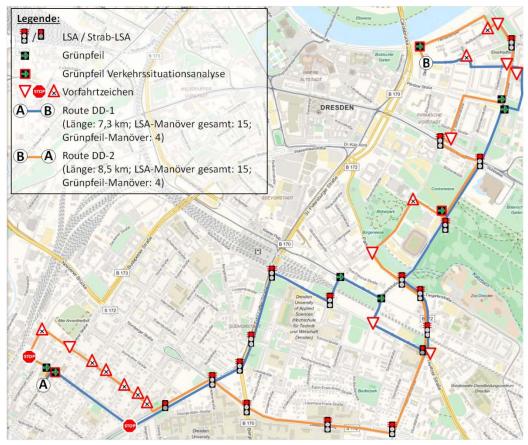


Abbildung 86: Routen Reisezeitmessungen Dresden, Ausschnitt Stadtplan [OSM 2013]

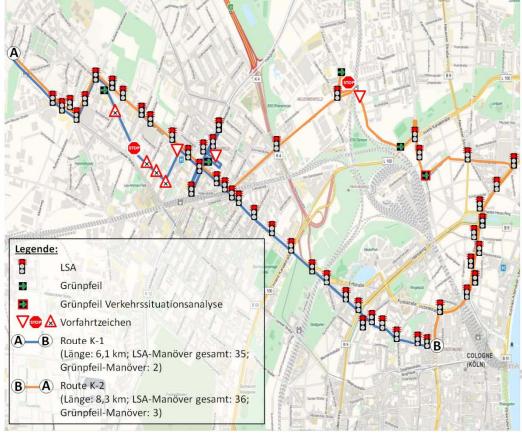


Abbildung 87: Routen Reisezeitmessungen Köln, Ausschnitt Stadtplan [OSM 2013]

7.2 Ergebnisse

7.2.1 Grünpfeil-Nutzung

Zur Einordnung der im Folgenden vorgestellten Auswertungen zeigen die Abbildung 88 (Dresden) und Abbildung 89 (Köln) die tatsächlich genutzten Grünpfeile gegenüber den aus verkehrlichen Gründen nicht nutzbaren Grünpfeilen (mind. ein Geradeausfahrer vor dem Messfahrzeug) bzw. der Ankunft bei GRÜN (keine Notwendigkeit der Nutzung).

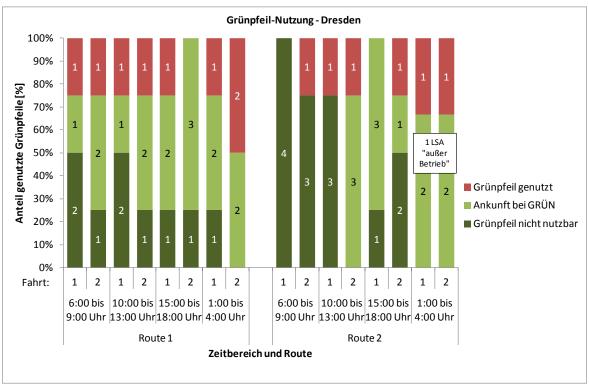


Abbildung 88: Reisezeitmessungen - Grünpfeil-Nutzung Dresden

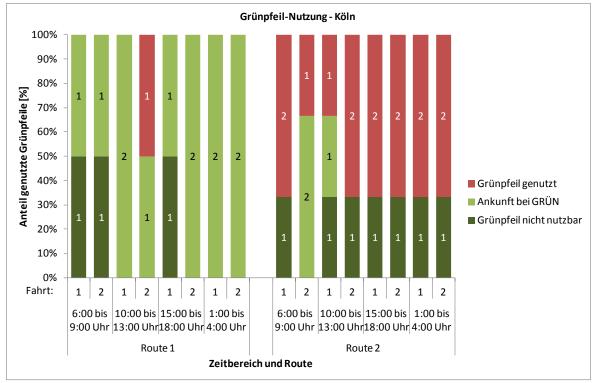


Abbildung 89: Reisezeitmessungen - Grünpfeil-Nutzung Köln

Es zeigt sich, dass in Dresden

• innerhalb der Route 1 zu etwa jeweils einem Viertel der Situationen des Mit-Falles Grünpfeile genutzt wurden (acht von 32) bzw. Grünpfeile nicht nutzbar waren (neun von 32), in etwa der Hälfte der Situationen (15 von 32) war eine Nutzung der Grünpfeil-Regelung nicht notwendig (Ankunft bei GRÜN) – in etwas weniger als der Hälfte der Fälle (13 von 32) des Ohne-Falles (siehe Anlage 88) wäre eine Nutzung dieser nicht notwendig gewesen (Ankunft bei GRÜN).

- innerhalb der Route 2 zu etwa jeweils einem Viertel der Situationen des Mit-Falles Grünpfeile genutzt wurden (sechs von 30), in etwa einem Drittel der Situationen Grünpfeile nicht nutzbar waren (13 von 30) bzw. die Nutzung der Grünpfeil-Regelung nicht notwendig (11 von 30, Ankunft bei GRÜN) war in etwa einem Drittel der Situationen (11 von 30) des Ohne-Falles (siehe Anlage 88) wäre eine Nutzung der Grünpfeil-Regelung ebenfalls nicht notwendig gewesen (Ankunft bei GRÜN).
- innerhalb der Route 1 resultierend acht der 17 und innerhalb der Route 2 sechs der 19 möglichen Grünpfeil-Manöver im Mit-Fall durchgeführt wurden.

In Köln ist hingegen festzustellen, dass

- innerhalb der Route 1 lediglich in einer (von 16) Situation des Mit-Falles der Grünpfeil genutzt wurde und bei drei (von 16) Situationen der Grünpfeil nicht nutzbar war, in Dreiviertel der Situationen (12 von 16) war eine Nutzung der Grünpfeil-Regelung nicht notwendig (Ankunft bei GRÜN) im Ohne-Fall (siehe Anlage 88) wäre ebenfalls in etwa Dreiviertel (13 von 16) der Situationen eine Nutzung der Grünpfeil-Regelung nicht notwendig gewesen (Ankunft bei GRÜN).
- innerhalb der Route 2 in etwa mehr als der Hälfte der Situationen (14 von 24) des Mit-Falles der Grünpfeil genutzt wurde und in etwa einem Drittel der Situationen (7 von 24) der Grünpfeil nicht nutzbar war, bei drei der 24 Situationen war eine Nutzung der Grünpfeil-Regelung nicht notwendig (Ankunft bei GRÜN) im Ohne-Fall (siehe Anlage 88) wäre bei etwa einem Drittel (8 von 24) der Situationen eine Nutzung der Grünpfeil-Regelung nicht notwendig gewesen (Ankunft bei GRÜN).
- innerhalb der Route 1 einer der 16 und innerhalb der Route 2 14 der 24 möglichen Grünpfeil-Manöver im Mit-Fall durchgeführt wurden.

Mit Ausnahme der Route 2 in Köln werden in beiden Städten mit oder ohne Nutzung der Grünpfeil-Regelung ähnliche Anteile hinsichtlich einer nicht notwendigen Nutzung (Ankunft bei GRÜN) erreicht.

7.2.2 Reisezeiten

Abbildung 90 zeigt die aus den jeweils zwei Fahrten (mit und ohne Nutzung der Grünpfeil-Regelung) gemittelten Reisezeiten je Zeitbereich der beiden Routen in Dresden. Eine Darstellung der Reiszeiten der einzelnen Fahrten in Dresden zeigt Anlage 88.

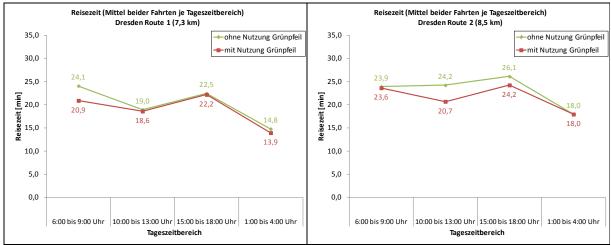


Abbildung 90: Reisezeit (Mittel beider Fahrten je Zeitbereich) – Dresden Route 1 (links) und Route 2 (rechts)

Es ist festzustellen, dass

- mit Ausnahme der Nachtfahrt (1:00 bis 4:00 Uhr) innerhalb der Route 2 bei beiden Routen über alle Zeitbereiche Reiszeiteinsparungen bei Nutzung der Grünpfeil-Regelung erzielt wurden, obwohl nicht bei allen Fahrten die Grünpfeil-Regelung genutzt werden konnte (vgl. Kapitel 7.2.1, Abbildung 88).
- die im Mittel größten Reiszeiteinsparungen auf der Route 1 6:00 bis 9:00 Uhr (3,2 Minuten, 13 %, Grünpfeil-Nutzung bei beiden Fahrten vgl. Kapitel 7.2.1, Abbildung 88) und die geringsten 15:00 bis 18:00 Uhr (0,3 Minuten, 1 %, Grünpfeil-Nutzung bei einer der zwei Fahrten vgl. Kapitel 7.2.1, Abbildung 88) erzielt wurden die mittlere Reiszeiteinsparung über alle Fahrten beträgt 1,2 Minuten (6 %).
- die im Mittel größten Reiszeiteinsparungen auf der Route 2 10:00 bis 13:00 Uhr (3,5 Minuten, 14 %, Grünpfeil-Nutzung bei beiden Fahrten vgl. Kapitel 7.2.1, Abbildung 88) und die geringsten 6:00 bis 9:00 Uhr (0,3 Minuten, 1 %, Grünpfeil-Nutzung bei einer der zwei Fahrten vgl. Kapitel 7.2.1, Abbildung 88) erzielt wurden die mittlere Reiszeiteinsparung über alle Fahrten beträgt 1,4 Minuten (6 %).

Die Betrachtung der Einzelfahrten (vgl. Anlage 89) zeigt ein differenzierteres Bild – zwar sind innerhalb beider Routen bei der Mehrzahl der Fahrten (5 von 8 Fahrten) Reiszeiteinsparungen bei Nutzung der Grünpfeil-Regelung zu verzeichnen, allerdings zeigen einzelne Fahrten innerhalb der Route 1 in den Zeitbereichen 6:00 bis 9:00 Uhr, 10:00 bis 13:00 Uhr sowie 15:00 bis 18:00 Uhr sowie der Route 2 in den Zeitbereichen 6:00 bis 9:00 Uhr, 15:00 bis 18:00 Uhr sowie 1:00 bis 4:00 Uhr ein gegenteiliges Bild. In allen genannten Fällen wurde jeweils einer der vier/drei Grünpfeile genutzt (vgl. Kapitel 7.2.1, Abbildung 88).

Eine andere Charakteristik zeigen die Messungen in Köln. Die Darstellung der aus den jeweils zwei Fahrten (mit und ohne Nutzung der Grünpfeil-Regelung) gemittelten Reisezeiten je Zeitbereich der beiden Routen in Köln enthält Abbildung 91. Anlage 90 zeigt entsprechende Abbildungen zu den Einzelfahrten.

Es ist festzustellen, dass mit Ausnahme der Fahrten von 6:00 bis 9:00 Uhr (0,2 Minuten, 1 %) sowie 1:00 bis 4:00 Uhr (2,1 Minuten, 10 %) innerhalb der Route 2, in Köln keine Reiszeiteinsparungen bei Nutzung der Grünpfeil-Regelung erzielt wurden. Zwar konnte innerhalb der Route 1 nur bei einer Fahrt eine der zwei möglichen Grünpfeile genutzt werden, hingegen wurden innerhalb der Route 2 die Mehrzahl der möglichen Grünpfeil-Manöver durchgeführt, wobei die Anteile vergleichbar sind (vgl. Kapitel 7.2.1, Abbildung 89). Diese Zusammenhänge zeigen sich auch bei der Betrachtung der Einzelfahrten (vgl. Anlage 90).

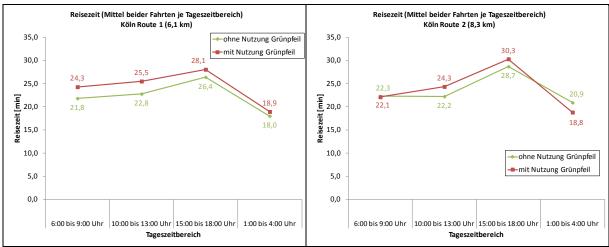


Abbildung 91: Reisezeit (Mittel beider Fahrten je Zeitbereich) - Köln Route 1 (links) und Route 2 (rechts)

Eine die beiden Routen je Stadt zusammenfassende Auswertung zeigt Abbildung 92 (links Dresden, rechts Köln). Es zeigt sich, dass

- in Dresden über alle Zeitbereiche Reisezeiteinsparungen bei Nutzung der Grünpfeil-Regelung zu verzeichnen sind, wobei die größte Reisezeiteinsparung zwischen 10:00 und 13:00 Uhr (3,9 Minuten, 9 %) und die geringsten zwischen 1:00 Uhr und 4:00 (0,9 Minuten, 3 %) registriert wurden – im Mittel über alle Fahrten werden Reisezeiteinsparungen von 2,6 Minuten (6 %) erreicht.
- in Köln mit Ausnahme des Zeitbereiches zwischen 1:00 und 4:00 Uhr (1,2 Minuten, 3 %) keine Reisezeiteinsparungen bei Nutzung der Grünpfeil-Regelung zu verzeichnen sind.

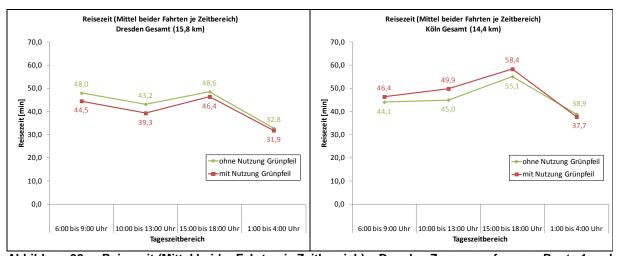


Abbildung 92: Reisezeit (Mittel beider Fahrten je Zeitbereich) – Dresden Zusammenfassung Route 1 und 2 (links) und Köln Zusammenfassung Route 1 und 2 (rechts)

Die Auswertungen zu den Reisezeiten zeigen zunächst tendenziell, dass die Dichte der lichtsignalgeregelten Knotenpunkte (30 LSA/15,8 km in Dresden gegenüber 71 LSA/14,4 km in Köln, siehe Abbildung 86 sowie Abbildung 87) sowie der Anteil der Knotenpunkte mit Grünpfeil (siehe Tabelle 5) im Stadtgebiet entscheidend für Reisezeitgewinne bei Nutzung der Grünpfeil-Regelung sind. Ein genereller Zusammenhang, wonach bei hohem Anteil der Knotenpunkte mit Grünpfeil und geringer Dichte der lichtsignalgeregelten Knotenpunkte Reisezeitgewinne bei Nutzung der Grünpfeil-Regelung erzielt werden, konnte aber nicht festgestellt werden, was insbesondere die Betrachtung der Einzelfahrten in Dresden (siehe Anlage 88) belegt. Die Häufigkeit der Nutzung der Grünpfeil-Regelung zeigt nach diesen Auswertungen lediglich ansatzweise in Dresden Auswirkungen auf die Reisezeit (im Mittel höchste Reisezeitgewinne bei Nutzung der Grünpfeil-Regelung auf beiden Fahrten sowie die geringsten bei Nutzung der Grünpfeil-Regelung auf nur einer der beiden Fahrten je Tageszeitbereich). Bei Betrachtung der Einzelfahrten zeigt sich allerdings auch, dass Reisezeiteinsparungen sowohl mit als auch ohne tatsächliche Nutzung der Regelung erreicht werden. Darüber hinaus zeigt sich in Köln, dass bei vergleichbaren Anteilen der Durchführung von Grünpfeil-Manövern sowohl Reisezeitgewinne als auch -verluste zu verzeichnen sind.

7.2.3 Wartezeiten

Nach [HBS 2001] ist die Wartezeit an Knotenpunkten mit Lichtsignalanlage definiert als "gegenüber der freien Durchfahrt zusätzlich benötigte Zeit beim Befahren des Knotenpunkts mit Lichtsignalanlage." Neben Randbedingungen aus dem Signalprogramm (Umlaufzeit, Freigabezeit) ist mittlere Wartezeit Abhängigkeit die in der Verkehrsstärke, Sättigungsverkehrsstärke und der mittleren Staulänge am Ende der Grünzeit zu berechnen [HBS 2001]. Die Durchfahrt wird dabei lediglich mittelbar über den Zeitbedarfswert, welcher in die Ermittlung der Sättigungsverkehrsstärke eingeht, berücksichtigt. Der Zeitbedarfswert ist wiederum definiert als "durchschnittlicher Zeitabstand zwischen aufeinanderfolgenden Fahrzeugen...an der Haltelinie einer Lichtsignalanlage" [HBS 2001].

In Anlehnung an das [HBS 2001] wird die Wartezeit im Rahmen dieser Untersuchung definiert als zeitliche Differenz zwischen Ankunft und Stauende/an der Haltelinie und Abfahrt an der Haltelinie. Dabei wurden Wartezeiten in Fällen ermittelt, in denen das Fahrzeug zum Halt kam, wobei sowohl vorfahrtzeichengeregelte (die Haltelinie entspricht dabei dem rechten Fahrbahnrand der übergeordneten Zufahrt von links) als auch lichtsignalgeregelte Knotenpunkte relevant waren.

Abbildung 93 zeigt die Wartezeit im Mittel über beide Fahrten der Route 1 (links) und Route 2 (rechts) in Dresden. Es ist festzustellen, dass

• innerhalb der Route 1 mit Ausnahme des Zeitbereiches 15:00 bis 18:00 Uhr (Grünpfeil-Nutzung bei einer der zwei Fahrten vgl. Kapitel 7.2.1, Abbildung 88) über alle Zeitbereiche (Grünpfeil-Nutzung bei jeweils beiden Fahrten vgl. Kapitel 7.2.1, Abbildung 88) Wartzeiteinsparungen mit Nutzung der Grünpfeil-Regelung zu verzeichnen sind – die höchsten Wartezeiteinsparungen wurden innerhalb des Zeitbereiches 6:00 bis 9:00 Uhr (2,9 Minuten) und die geringsten innerhalb des Zeitbereiches 1:00 bis 4:00 Uhr (0,6 Minuten) registriert.

• innerhalb der Route 2 lediglich innerhalb der Zeitbereiche 10:00 bis 13:00 Uhr (4,2 Minuten) sowie 15:00 bis 18:00 Uhr (0,5 Minuten) Wartzeiteinsparungen mit Nutzung der Grünpfeil-Regelung erzielt wurden – dabei konnte im Zeitbereich 15:00 bis 18:00 Uhr nur bei einer der zwei Fahrten und im Zeitbereich 10:00 bis 13:00 bei beiden Fahrten einer der vier/drei möglichen Grünpfeile genutzt werden (vgl. Kapitel 7.2.1, Abbildung 88).

 die mittlere Wartezeiteinsparung über alle Fahrten sowohl innerhalb der Route 1 als auch der Route 2 1,0 Minuten beträgt.

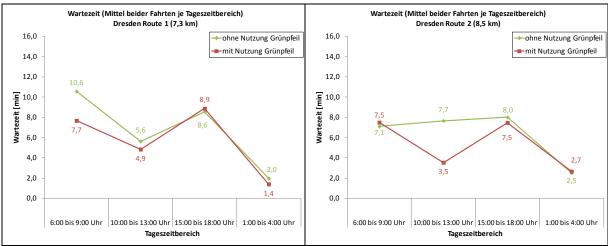


Abbildung 93: Wartezeit (Mittel beider Fahrten je Zeitbereich) – Dresden Route 1 (links) und Route 2 (rechts)

Die Betrachtungen der Einzelfahrten (siehe Anlage 91) lassen ebenfalls keinen Rückschluss zum Zusammenhang zwischen Nutzung der Grünpfeil-Regelung sowie den Wartezeiten zu, da sowohl Wartezeiteinsparungen als auch -verluste bei gleichen Anteilen an durchgeführten Grünpfeil-Manövern festzustellen sind. Dabei folgt der Verlauf der Kurven weitestgehend dem der Einzelfahrten der Reiszeiten (vgl. Kapitel 7.2.2 und Anlage 88).

Eine analog durchgeführte Auswertung zu den Wartezeitanteilen an der Reisezeit liefert darüber hinaus keine weiteren Erkenntnisse (siehe Anlage 92 und Anlage 93).

Die Wartezeiten im Mittel über beide Fahrten der Route 1 (links) und Route 2 (rechts) in Köln zeigt Abbildung 94, wobei ähnliche Ergebnisse wie im Bereich der Reiszeiten (vgl. Kapitel 7.2.2, Abbildung 91) festzustellen sind. Mit Ausnahme der Fahrt von 1:00 bis 4:00 Uhr innerhalb der Route 2 (0,9 Minuten) konnten keine Wartezeiteinsparungen bei Nutzung der Grünpfeil-Regelung erzielt werden. Während der Anteil der genutzten Grünpfeil-Manöver innerhalb der Route 1 (vgl. Kapitel 7.2.1, Abbildung 89) als Erklärung für dieses Ergebnis dienen kann, zeigen die Anteile der genutzten Grünpfeil-Manöver innerhalb der Route 2 (14 von 24 möglichen Grünpfeil-Manövern konnten genutzt werden) ein anderes Bild (vgl. Kapitel 7.2.1, Abbildung 89).

Die Betrachtungen der Einzelfahrten (siehe Anlage 94) lassen ebenfalls keinen Zusammenhang zwischen Nutzung der Grünpfeil-Regelung sowie den Wartezeiten erkennen. Es werden sowohl Wartezeiteinsparungen als auch -verluste bei gleichen Anteilen an durchgeführten Grünpfeil-Manövern erzielt, wobei im Gegensatz zu Dresden in deutlich weniger Fällen Wartezeiteinsparungen zu verzeichnen sind.

Auch die Betrachtungen der Wartezeitanteile an der Reisezeit lassen keine weiteren Zusammenhänge erkennen (siehe Anlage 95 und Anlage 96).

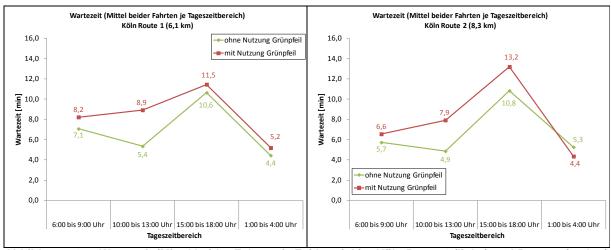


Abbildung 94: Wartezeit (Mittel beider Fahrten je Zeitbereich) – Köln Route 1 (links) und Route 2 (rechts)

Eine die beiden Routen je Stadt zusammenfassende Auswertung zu den Wartezeiten (siehe Anlage 97) zeigt Tendenzen, wie sie im Bereich der Reisezeiten bereits festgestellt wurden:

- In Dresden sind über alle Zeitbereiche Wartezeiteinsparungen bei Nutzung der Grünpfeil-Regelung zu verzeichnen, wobei die größte Wartezeiteinsparung zwischen 10:00 und 13:00 Uhr (4,9 Minuten) und die geringsten zwischen 15:00 und 18:00 Uhr (0,2 Minuten) sowie 1:00 und 4:00 Uhr (0,4 Minuten) registriert wurden – im Mittel über alle Fahrten werden Wartezeiteinsparungen von 2,0 Minuten erreicht.
- In Köln sind mit Ausnahme des Zeitbereiches zwischen 1:00 und 4:00 Uhr (0,1 Minute), keine Reisezeiteinsparungen bei Nutzung der Grünpfeil-Regelung zu verzeichnen.

Eine analoge Betrachtung zu Wartezeitanteilen an der Reisezeit kann mit Ausnahme des Zeitbereiches 15:00 und 18:00 Uhr in Dresden (keine Wartezeiteinsparungen bei Nutzung der Grünpfeil-Regelung) die aufgezeigten Tendenzen bestätigen.

Die Betrachtung der Wartezeiten konnte die Tendenzen, die sich im Bereich der Reisezeiten zeigten, wonach ein Zusammenhang zwischen der Dichte der lichtsignalgeregelten Knotenpunkte (vgl. Abbildung 86 sowie Abbildung 87) sowie der dem Anteil von Knotenpunkten mit Grünpfeil (siehe Tabelle 5) und den Wartezeiten besteht, großenteils bestätigen. So wurden in Dresden im Mittel über beide Fahrten je Zeitbereich innerhalb der Route 1 in drei der vier Fahrten sowie innerhalb der Route 2 in zwei der vier Fahrten Wartzeiteinsparungen bei Nutzung der Grünpfeil-Regelung erzielt. Die Häufigkeit der Nutzung der Grünpfeil-Regelung zeigt lediglich ansatzweise in Dresden Auswirkungen (Wartezeiteinsparungen im Mittel über beide Fahrten, wenn die Grünpfeil-Regelung bei beiden Fahrten genutzt werden konnte, sowie keine Wartezeiteinsparungen, wenn die Grünpfeil-Regelung bei nur einer der beiden Fahrten genutzt werden konnte). Die Betrachtung der Einzelfahrten zeigt allerdings auch hier, dass Wartezeiteinsparungen sowohl mit als auch ohne tatsächliche Nutzung der Regelung sowie bei tatsächlicher Nutzung der Regelung Wartezeitgewinne und -verluste zu verzeichnen sind.

7.2.4 Haltezeit und Anzahl der Halte

Im Unterschied zur Wartezeit, welche die gesamte Abfertigungszeit von Ankunft am Stauende/an der Haltelinie²⁷ bis zur Abfahrt an der Haltelinie beschreibt, ist die Haltezeit definiert als zeitliche Differenz zwischen Ankunft am Stauende/an der Haltelinie und Abfahrt am Stauende/an der Haltelinie; bei Rechtsabbiege-Manövern wurden zusätzlich die Halte aufgrund parallel querender Fußgänger und Radfahrer (hinter der Haltelinie) ebenso berücksichtigt wie Mehrfachhalte bei der Nutzung der Grünpfeil-Regelung.

Die Anzahl der Halte kann zur Beurteilung der Qualität des Verkehrsablaufs einer Wegekette als Indikator gelten und in einer gemeinsamen Betrachtung mit dem Haltezeitanteil an der Reisezeit Hinweise über einen evtl. Kraftstoffmehrverbrauch mit und ohne Nutzung der Grünpfeil-Regelung geben. Abbildung 95 zeigt den Haltezeitanteil an der Reisezeit (oben) sowie die Anzahl der Halte (unten) im Mittel über beide Fahrten je Zeitbereich der Route 1 (links) und Route 2 (rechts) in Dresden. Innerhalb der Route 1 ist festzustellen, dass

- über fast alle Zeitbereiche (Grünpfeil-Nutzung bei jeweils beiden Fahrten vgl. Kapitel 7.2.1, Abbildung 88) geringere Haltezeitanteile bei Nutzung der Grünpfeil-Regelung zu verzeichnen sind (Ausnahme: 15:00 bis 18:00 Uhr; Grünpfeil-Nutzung bei einer der zwei Fahrten vgl. Kapitel 7.2.1, Abbildung 88), wobei maximale Einsparungen am Haltezeitanteil von 5 % erreicht werden (6:00 bis 9:00 Uhr).
- die durchschnittliche Anzahl der Halte in lediglich einem Fall (6:00 bis 9:00 Uhr) mit Nutzung der Grünpfeil-Regelung geringer ist als ohne, was ein Hinweis darauf sein könnte, dass mit Nutzung der Grünpfeil-Regelung Vorteile hinsichtlich der Haltezeit erreicht werden können (geringere Haltezeitanteile bei höherer Anzahl der Halte).
- die Betrachtung der Einzelfahrten (siehe Anlage 99) eine andere Tendenz zeigt so werden in den meisten Fällen bei einer größeren Anzahl an Halten auch höhere Haltezeitanteile erreicht. Generell zeigt sich aber auch, dass mit oder ohne Nutzung der Grünpfeil-Regelung Einsparungen an Haltezeitanteilen sowie Anzahl der Halte erreicht werden können.

Innerhalb der Route 2 zeigt sich, dass

- lediglich innerhalb des Zeitbereiches 10:00 bis 13:00 Uhr mit Nutzung der Grünpfeil-Regelung geringere Haltezeitanteile erreicht werden (17 zu 31 %), obwohl nahezu über alle Zeitbereiche Reisezeiteinsparungen zu verzeichnen sind (vgl. Kapitel 7.2.2, Abbildung 90).
- sich die Anzahl der Halte entsprechend der Haltezeitanteile verhält, das heißt, dass eine größere Anzahl an Halten auch einen höheren Haltezeitanteil bedingt.
- die Betrachtung der Einzelfahrten (siehe Anlage 100) die Tendenzen bestätigt in den meisten Fällen sind bei einer größeren Anzahl an Halten auch höhere Haltezeitanteile zu verzeichnen. Es zeigt sich auch, dass Einsparungen bei den Haltezeitanteilen und der Anzahl der Halte sowohl mit als auch ohne tatsächliche Nutzung der Regelung zu verzeichnen sind (vgl. Kapitel 7.2.2 und 7.2.3).

²⁷ An vorfahrtzeichengeregelten Knotenpunkten entspricht die Haltelinie dem rechten Fahrbahnrand der übergeordneten Zufahrt von links.

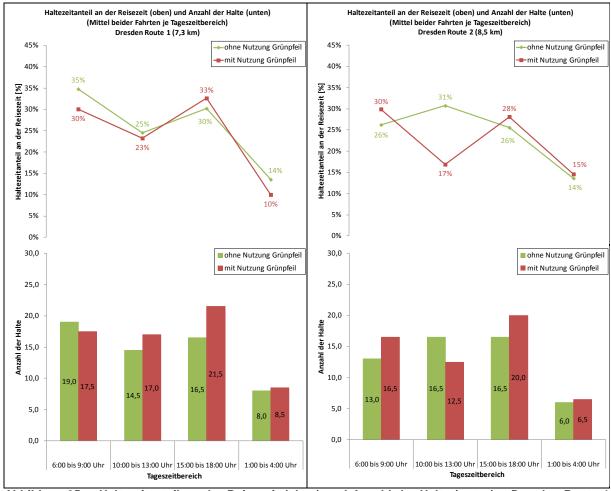


Abbildung 95: Haltezeitanteil an der Reisezeit (oben) und Anzahl der Halte (unten) – Dresden Route 1 (links) und Route 2 (rechts)

Betrachtet man hierzu auszugsweise die Fahrtenverläufe (Geschwindigkeits-Weg-Diagramme) der Route 1 (siehe Abbildung 96) kann bestätigt werden, dass sich die Nutzung der Grünpfeil-Regelung innerhalb der Zeitbereiche 6:00 bis 9:00 Uhr, 10:00 bis 13:00 Uhr und 1:00 bis 4:00 Uhr nicht auf die Wahrscheinlichkeit eines Haltes am nächsten lichtsignalgeregelten Knotenpunktes (Knotenpunkt 14) und damit auch auf die Gesamtzahl der Halte auswirkt. Vielmehr sind die Halte den darauffolgenden an vorfahrtzeichengeregelten Knotenpunkten (11 bis 13) relevant. An diesem Beispiel zeigt sich, dass sich die Nutzung der Grünpfeil-Regelung bei bestimmten Konstellationen der darauffolgenden Knotenpunkte lediglich auf die Haltedauer, nicht aber auf die Anzahl der Halte unmittelbar auswirkt. Es ist darauf hinzuweisen, dass ausschließlich die Grünpfeile an den Knotenpunkten 9 und 10 in den Befahrungen tatsächlich genutzt werden konnten.

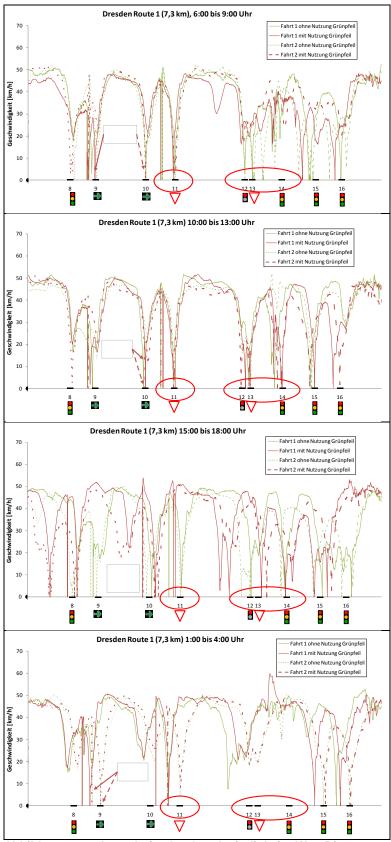


Abbildung 96: Ausschnitt der Geschwindigkeits-Weg-Diagramme – Dresden Route 1

In Köln zeigt sich ein im Vergleich zu den Betrachtungen der Reise- und Wartezeiten (vgl. Kapitel 7.2.2 und 7.2.3) ähnliches Bild (siehe Abbildung 97). So sind – mit Ausnahme der Einsparungen bei den Haltezeitanteilen durch Nutzung der Grünpfeil-Regelung innerhalb der Fahrten von 1:00 bis 4:00 Uhr der Route 2 sowie der Anzahl der Halte innerhalb der Fahrten von 15:00 bis 18:00 Uhr der Route 1 – keine Vorteile durch eine Grünpfeil-Nutzung sowohl hinsichtlich der Anzahl der Halte als auch der Haltdauer abzuleiten. Während innerhalb der Route 1 lediglich ein Grünpfeil-Manöver durchgeführt wurde, waren es innerhalb der Route 2 mehr als die Hälfte der möglichen Grünpfeil-Manöver (vgl. Kapitel 7.2.1, 7.2.3 und 7.2.2). Die Betrachtung der Einzelfahrten (siehe Anlage 101 und Anlage 102) kann diese Erkenntnisse bestätigen.

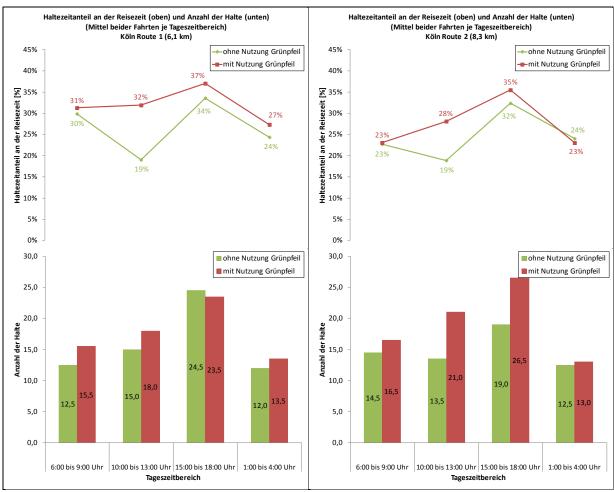


Abbildung 97: Haltezeitanteil an der Reisezeit (oben) und Anzahl der Halte (unten) – Köln Route 1 (links) und Route 2 (rechts)

Eine auszugsweise Darstellung der Geschwindigkeits-Weg-Diagramme der Route 2 zeigt Abbildung 98. Es ist festzustellen, dass sich die Nutzung der Grünpfeil-Regelung am Knotenpunkt 13 nicht auf die Wahrscheinlichkeit eines Haltes an den folgenden lichtsignalgeregelten Knotenpunkten (Knotenpunkt 14 und 15) auswirkt. Das heißt, sowohl mit als auch ohne Nutzung der Grünpfeil-Regelung am Knotenpunkt 13 erfolgte innerhalb der Zeitbereiche 10:00 bis 13:00 Uhr, 15:00 bis 18:00 Uhr sowie 1:00 bis 4:00 Uhr mindestens bei einer Fahrt ein Halt am Knotenpunkt 14. Lediglich innerhalb des Zeitbereiches 6:00 bis 9:00 Uhr lässt sich bei einer Fahrt ohne Grünpfeil-Nutzung im Vergleich zur Grünpfeil-Nutzung ein zusätzlicher Halt am Knotenpunkt 14 erkennen. Eine generelle Reduzierung der Halte durch die Grünpfeil-Nutzung lässt sich auch anhand dieser Auswertung nicht ableiten.

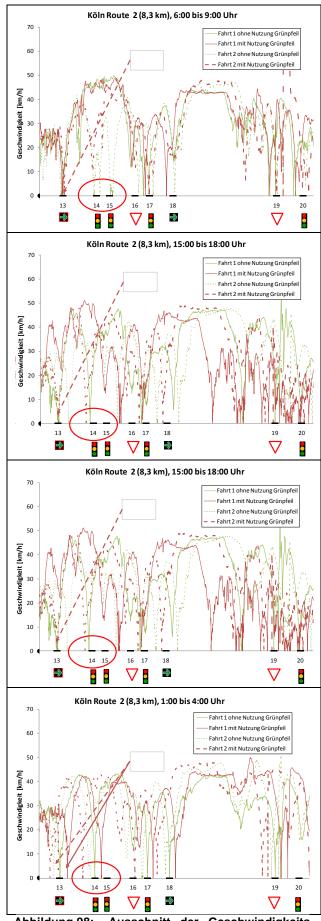


Abbildung 98: Ausschnitt der Geschwindigkeits-Weg-Diagramme – Köln Route 2

Eine die beiden Routen je Stadt zusammenfassende Auswertung zu Haltezeitanteilen an der Reisezeit sowie der Anzahl der Halte zeigt Abbildung 99. Die Betrachtung der Haltezeitanteile kann die Tendenzen im Bereich der Reise- und Wartzeiten weitgehend bestätigen:

- In Dresden sind mit Ausnahme des Zeitbereiches 15:00 bis 18:00 Uhr über alle Zeitbereiche geringere Haltezeitanteile bei Nutzung der Grünpfeil-Regelung im Vergleich zum ohne-Fall zu verzeichnen.
- In Köln wurden mit Nutzung der Grünpfeil-Regelung im Vergleich zum Ohne-Fall höhere Haltezeitanteile sowie eine größere Anzahl an Halten registriert.

Ein Zusammenhang zwischen Nutzung der Grünpfeil-Regelung und Anzahl der Halte ist auch im Bereich dieser Auswertung nicht abzuleiten. Tendenziell sind bei einer größeren Anzahl an Halten auch höhere Haltezeitanteile zu verzeichnen.

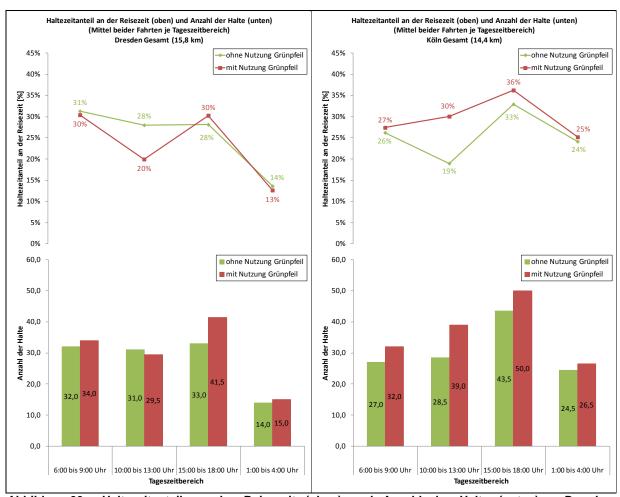


Abbildung 99: Haltezeitanteil an der Reisezeit (oben) und Anzahl der Halte (unten) – Dresden Zusammenfassung Route 1 und 2 (links) und Köln Zusammenfassung Route 1 und 2 (rechts)

Zusammenfassend zeigt sich, dass – trotz der festgestellten Reisezeitgewinne in Dresden – keine eindeutige Tendenz, wonach durch Nutzung der Grünpfeil-Regelung geringere Haltezeitanteile sowie weniger Halte resultieren, zu erkennen ist. Die Betrachtung der Fahrtenverläufe kann keinen Vorteil hinsichtlich der Wahrscheinlichkeit eines Haltes an den benachbarten Knotenpunkten durch Nutzung der Grünpfeil-Regelung nachweisen.

7.2.5 Abschätzung des Kraftstoffmehrverbrauches an Knotenpunkten

Die derzeit gängige Methode zur nachträglichen Ermittlung des Kraftstoffverbrauches wird durch das Handbuch für Emmissionsfaktoren [HBEFA 2010] beschrieben. Grundlage für die Berechnung sind Tagesganglinien der Verkehrsstärke der entsprechenden Städte in Abhängigkeit der Straßenkategorie, welche für diese Untersuchungen nicht zur Verfügung standen. Hierzu werden nach dem [HBEFA 2010] Durchschnittswerte angeboten. Da sich die Fahrtenverläufe mit und ohne Grünpfeil-Nutzung kaum voneinander unterscheiden (vgl. 7.2.4, Abbildung 96, Abbildung 98) und das Verfahren auf einem Vergleich von Fahrtenverläufen typischer Verkehrsabläufe sowie den aktuellen Messungen basiert, wurde die Anwendung dieser Methode mit Durchschnittswerten als nicht sinnvoll erachtet²⁸.

Zur überschlägigen Abschätzung des Kraftstoffmehrverbrauches an Knotenpunkten wird daher ein Verfahren nach [SCHNABEL & LOHSE 1997] verwendet, welches sich auf Erkenntnisse von [LÄTZSCH 1982] stützt. Danach kann der Mehrverbrauch durch einen Halt am Knotenpunkt ermittelt werden nach:

Die Haltezeit ist dabei definiert als zeitliche Differenz zwischen Ankunft am Stauende/an der Haltelinie²⁹ und Abfahrt am Stauende/an der Haltelinie (vgl. Kapitel 7.2.4). Sie umfasst somit die Dauer des Haltes vor dem Knotenpunkt. Referenzwerte für den Zyklusmehrverbrauch (B_Z) werden in Abhängigkeit der Ausgangsgeschwindigkeit vorgegeben (siehe Anlage 103).

Abbildung 100 zeigt den Kraftstoffmehrverbrauch als Summe über alle Knotenpunkte, gemittelt über jeweils beide Fahrten mit und ohne Nutzung der Grünpfeil-Regelung in Dresden. Es ist festzustellen, dass innerhalb der Route 1 (links)

lediglich zwischen 6:00 und 9:00 Uhr Kraftstoffeinsparungen zum ohne-Fall (0,4 zu 0,46 l) festzustellen sind – bei den übrigen Zeitbereichen liegen die Kraftstoffmehrverbräuche etwa auf einem Niveau, wobei mit Nutzung der Grünpfeil-Regelung geringfügig höhere Werte zu verzeichnen sind. Dabei zeigt sich vor allem ein Zusammenhang mit der Anzahl der Halte – eine höhere Anzahl der Halte (vgl. Kapitel 7.2.4, Abbildung 95) innerhalb der Zeitbereiche 10:00 bis 13:00 Uhr, 15:00 bis 18:00 Uhr sowie 1:00 bis 4:00 Uhr führt auch zu einem höheren Kraftstoffmehrverbrauch mit Nutzung der Grünpfeil-Regelung.

-

²⁸ Hierzu wurde der Lehrstuhl für Verkehrsökologie der TU Dresden konsultiert.

²⁹ An vorfahrtzeichengeregelten Knotenpunkten entspricht die Haltelinie dem rechten Fahrbahnrand der übergeordneten Zufahrt von links.

 auch die Betrachtung der Einzelfahrten (siehe Anlage 104) keine Tendenz erkennen lassen – wie im Bereich der Anzahl der Halte (vgl. Anlage 99) sind mit Nutzung der Grünpfeil-Regelung bei nur jeder zweiten Fahrt geringere Werte im Vergleich zum Ohne-Fall zu verzeichnen.

• im Mittel über alle Fahrten mit und ohne Nutzung der Grünpfeil-Regelung der gleiche Kraftstoffmehrverbrauch erreicht wird (0,34 l).

Innerhalb der Route 2 (rechts) zeigt sich, dass

- in den Zeitbereichen 10:00 bis 13:00 Uhr (0,26 zu 0,38 l) und 15:00 bis 18:00 Uhr (0,36 zu 0,4 l) mit Nutzung der Grünpfeil-Regelung geringere und in den Zeitbereichen 6:00 bis 9:00 (0,38 zu 0,31 l) Uhr sowie 1:00 bis 4:00 Uhr (0,18 zu 0,15 l) höhere Kraftstoffmehrverbräuche im Vergleich zum Ohne-Fall erzielt werden auch innerhalb der Route 2 zeigt sich ein Zusammenhang zu der Anzahl der Halte (vgl. Kapitel 7.2.4, Abbildung 95). Ist die Anzahl der Halte mit Nutzung der Grünpfeil-Regelung im Vergleich zum Ohne-Fall höher, werden auch höhere Kraftstoffmehrverbräuche errechnet.
- bei Betrachtung der Einzelfahrten (siehe Anlage 104) in der Mehrzahl der Fälle (6 von 8 Fahrten) mit Grünpfeil-Nutzung geringere Kraftstoffmehrverbräuche zu verzeichnen sind.
- im Mittel über alle Fahrten mit (0,3 l) und ohne Nutzung (0,31 l) der Grünpfeil-Regelung etwa der gleiche Kraftstoffmehrverbrauch erreicht wird.

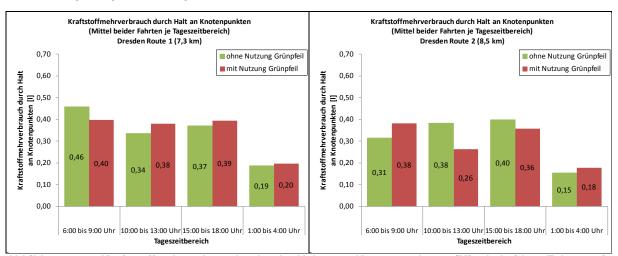


Abbildung 100: Kraftstoffmehrverbrauch durch Halt an Knotenpunkten (Mittel beider Fahrten je Zeitbereich) – Dresden Route 1 (links) und Route 2 (rechts)

Entsprechend der Auswertungen der Reise-, Warte- und Haltezeiten sowie der Anzahl der Halte (vgl. Kapitel 7.2.2, 7.2.3 und 7.2.4) sind in Köln auch hinsichtlich des Kraftstoffmehrverbrauches an Knotenpunkten – mit Ausnahme des Zeitbereiches 1:00 bis 4:00 Uhr der Route 2 – keine Vorteile durch eine Grünpfeil-Nutzung abzuleiten (siehe Abbildung 101). Im Mittel über alle Fahrten wurde innerhalb der Route 1 (0,44 zu 0,37 l) und Route 2 (0,41 zu 0,34 l) mit Grünpfeil-Nutzung ein höherer Kraftstoffmehrverbrauch an Knotenpunkten erreicht. Vorteile durch die Nutzung der Grünpfeil-Regelung sind, wie auch in Dresden nicht abzuleiten. Eine Auswertung der Einzelfahrten (siehe Anlage 105) bestätigt diese Erkenntnisse.

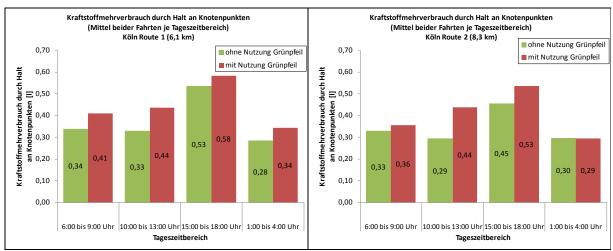


Abbildung 101: Kraftstoffmehrverbrauch durch Halt an Knotenpunkten (Mittel beider Fahrten je Zeitbereich) – Köln Route 1 (links) und Route 2 (rechts)

Eine die beiden Routen je Stadt zusammenfassende Auswertung zeigt Abbildung 102, wobei folgendes festzustellen ist:

- In Dresden liegen die Kraftstoffmehrverbräuche mit und ohne Nutzung der Grünpfeil-Regelung etwa auf einem Niveau. In den Zeitbereichen 10:00 bis 13:00 Uhr (0,64 zu 0,72 I) und 15:00 bis 18:00 Uhr (0,75 zu 0,77 I) sind geringfügige Kraftstoffeinsparungen im Vergleich zum Ohne-Fall festzustellen – zwischen 6:00 bis 9:00 Uhr (0,78 zu 0,77 I) und 1:00 bis 4:00 Uhr (0,38 zu 0,34 I) zeigt sich ein gegenteiliges Bild.
- In Köln können durch Nutzung der Grünpfeil-Regelung hingegen keine Kraftstoffeinsparungen erzielt werden.
- Im Mittel über alle Fahrten wird bei Nutzung der Grünpfeil-Regelung in Dresden ein geringfügig geringerer (0,64 zu 0,65 l) und in Köln ein höherer (0,85 zu 0,71 l) Kraftstoffmehrverbrauch erzielt.

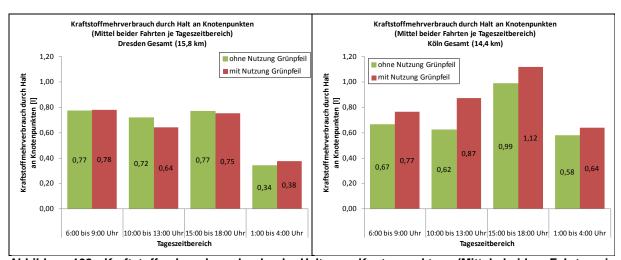


Abbildung 102: Kraftstoffmehrverbrauch durch Halt an Knotenpunkten (Mittel beider Fahrten je Zeitbereich) – Dresden Zusammenfassung Route 1 und 2 (links) und Köln Zusammenfassung Route 1 und 2 (rechts)

Zusammenfassend ist auch im Bereich des Kraftstoffmehrverbrauches an Knotenpunkten keine Tendenz festzustellen, wonach sich mit Nutzung der Grünpfeil-Regelung Vorteile ergeben.

7.2.6 Abgleich mit lokalen Erhebungen

Zur Validierung der Ergebnisse der Reisezeitmessungen werden die Ergebnisse zu den Verhaltensweisen

- Nutzung der Grünpfeil-Regelung (vgl. Kapitel 6.2.1) und
- Halt an der Haltelinie bei Nutzung der Grünpfeil-Regelung differenziert nach den verkehrlichen Bedingungen (vgl. Kapitel 6.2.1)

aus den Befahrungen und der Verkehrssituationsanalyse vergleichend gegenübergestellt. Relevant sind dabei Knotenpunkte, welche bereits Gegenstand der Verkehrssituationsanalyse waren und daher in die Wegeketten aufgenommen wurden (vgl. Kapitel 7.1). Dies sind in Dresden die Knotenpunkte DD-G2 (vgl. Anlage 65), DD-G3.2 (vgl. Anlage 67) sowie DD-G4 (vgl. Anlage 68) und in Köln der Knotenpunkt K-G3.2 (vgl. Anlage 75).

Darüber hinaus wurden für den Ohne-Fall Abschätzungen der Wirkungen nach [HBS 2001] (mittlere Wartzeiten) durchgeführt³⁰ und mit den Ergebnissen der Befahrungen (gemittelte Wartzeiten) verglichen. Dies konnte lediglich für den Knotenpunkt K-G3.2 in Köln (festzeitgesteuert) sowie dem Knotenpunkt K-G2 in Dresden (verkehrsabhängig, verkehrstechnische Untersuchung liegt vor) durchgeführt werden. Für die weiteren Knotenpunkte, welche verkehrsabhängig gesteuert sind, liegen keine Informationen (Festzeitprogramm) aus den verkehrstechnischen Untersuchungen vor.

Die Auswertung zur Nutzung der Grünpfeil-Regelung (siehe Anlage 106) zeigt, wenn auch nur auf Basis kleiner Zahlen bei den Reisezeitmessungen, dass Verkehrsverhältnisse vorherrschten, die mit denen der Verkehrssituationsanalyse vergleichbar sind. Allerdings ist darauf hinzuweisen, dass dieses Ergebnis – aufgrund der Unterschiede in der Datenbasis bei den Reisezeitmessungen (16/14 Knotenpunktüberfahrten eines Fahrzeuges verteilt über einen Tag und Nacht) im Vergleich zur Verkehrssituationsanalyse (Beobachtung aller Fahrzeuge in der Knotenpunktzufahrt über zwei Stunden am Tag) – lediglich eine qualitative Einschätzung zulässt.

Nach den Ergebnissen der Untersuchung der Anhaltepflicht hat sich gezeigt, dass in Dresden 70 % und in Köln 81 % der Fahrzeugführer vor dem Rechtsabbiegen bei ROT an der Haltelinie nicht halten (siehe Kapitel 6.2.1, Abbildung 69). Eine nach den verkehrlichen Bedingungen differenzierte Auswertung hat gezeigt, dass in Dresden 19 % und in Köln 16 % der potentiellen Grünpfeil-Nutzer einen Halt an der Haltelinie durchführten, da sich auf der entsprechenden Furt vor der Haltelinie querende Fußgänger oder Radfahrer befanden. Betrachtet man beide Städte gemeinsam ergibt sich ein Anteil von 18 %. Für die an den entsprechenden Knotenpunkten beider Städte insgesamt zehn durchgeführten Grünpfeil-Manöver wurde ebenfalls registriert, in welchen Fällen sich bei der Ankunft an den Knotenpunkt Fußgänger oder Radfahrer auf der Furt befanden. Es hat sich gezeigt, dass unmittelbar vor zwei der zehn Grünpfeil-Manövern querende Radfahrer befanden (querende Fußgänger im Zusammenhang mit einem Grünpfeil-Manöver an diesen Knotenpunkten wurden nicht registriert), was einem Anteil von 20 % ergibt und sich damit auf dem Niveau der Ergebnisse der Verkehrssituationsanalyse befindet - allerdings ist aufgrund der unterschiedlichen Datenbasis auch in diesem Bereich lediglich eine qualitative Einschätzung möglich.

_

³⁰ Hierzu wurden die innerhalb der Verkehrssituationsanalyse erfassten Verkehrsmengen verwendet, wobei die Stunde mit dem höchsten Verkehrsaufkommen aller Verkehrsteilnehmerarten relevant war.

Das Ergebnis der Gegenüberstellung der nach [HBS 2001] berechneten mittleren sowie der aus den Ergebnissen der Befahrungen gemittelten Wartezeiten (die Nachtfahrten waren hierbei nicht relevant, da durch die Berechnung nach HBS der Kapazitätsfall betrachtet wird) des Ohne-Falles an den Knotenpunkten DD-G2 und K-G3.2 zeigt Tabelle 24. Eine Übersicht aller Zwischenergebnisse der Berechnung nach [HBS 2001] sind in Anlage 107 zu finden. Die Wartezeiten der einzelnen Zeitbereiche sind in Anlage 108 zu finden.

Bezeichnung	Symbol	w _{HBS} [s]	W _{Befahrungen, mittel}
DD-G2	↑ →	13,2	10,2
K-G3.2	₽	15,1	17,7

Tabelle 24: Mittlere Wartezeiten nach [HBS 2001] und über die Befahrungen gemittelte Wartzeiten der Knotenpunkte DD-G2 und K-G3.2

Es zeigt sich, dass die über die Befahrungen des Ohne-Falles in den Zeitbereichen 6:00 bis 9:00 Uhr, 10:00 bis 13:00 Uhr und 15:00 bis 18:00 Uhr gemittelten Wartzeiten etwa auf einem Niveau mit den nach [HBS 2001] berechneten mittleren Wartzeiten sind. Allerdings ist darauf hinzuweisen, dass das Ergebnis der Wartezeiten bei den Befahrungen auf sechs Knotenpunktüberfahrten basiert, weshalb die getroffenen Aussagen eine qualitative Bewertung darstellen.

7.3 Zusammenfassung Reisezeitmessungen

Die Ergebnisse der Auswertungen der Reisezeiten zeigen tendenziell, dass die Dichte der lichtsignalgeregelten Knotenpunkte (30 LSA/15,8 km in Dresden gegenüber 71 LSA/14,4 km in Köln) sowie der Anteil von Knotenpunkten mit Grünpfeil im Stadtgebiet entscheidend für Reisezeitgewinne bei Nutzung der Grünpfeil-Regelung sind: So sind in Dresden im Mittel beider Fahrten je Zeitbereich innerhalb der

- Route 1 bei allen vier Zeitbereichen
- Route 2 bei drei der vier Zeitbereiche

Reisezeiteinsparungen bei Nutzung der Grünpfeil-Regelung registriert worden, während in Köln mit Ausnahme zweier Zeitbereiche innerhalb der Route 2 keine Reisezeiteinsparung bei Nutzung der Grünpfeil-Regelung erzielt werden konnte. Allerdings konnte die Betrachtung der Einzelfahrten in Dresden einen generellen Zusammenhang, wonach bei einem hohen Anteil von Knotenpunkten mit Grünpfeil und geringer Dichte der lichtsignalgeregelten Knotenpunkte Reisezeitgewinne bei Nutzung der Grünpfeil-Regelung erzielt werden, nicht bestätigen. So wurden Reisezeiteinsparungen auch ohne tatsächliche Nutzung der Regelung erreicht.

Die zusätzliche Betrachtung der Warte- und Haltezeiten sowie der Anzahl der Halte zeigte hingegen, dass die festgestellten Reisezeiteinsparungen vor allem innerhalb der Route 2 in Dresden nicht generell auf geringere Warte- und Haltezeiten zurückgeführt werden können. Bereich der Reisezeiten noch bei drei der vier Während im Zeitbereiche Reisezeiteinsparungen im Mittel beider Fahrten festzustellen waren, sind im Bereich der Wartezeiten lediglich in zwei der vier Zeitbereiche und im Bereich der Haltezeitanteile nur noch in einem der vier Zeitbereiche Einsparungen bei Nutzung der Grünpfeil-Regelung erzielt worden. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass die festgestellten Reiszeitgewinne in Dresden nicht in unmittelbarem Zusammenhang mit der Nutzung der Grünpfeil-Regelung stehen. In Köln konnten im Mittel über beide Fahrten mit Ausnahme eines Zeitbereiches innerhalb der Route 2 keine Einsparungen hinsichtlich der Wartezeiten und Haltzeitanteile bei Nutzung der Grünpfeil-Regelung erzielt werden. Hinsichtlich der Anzahl der Halte konnten im Mittel über beide Fahrten je Zeitbereich lediglich in Dresden innerhalb der Route 1 und 2 jeweils in einem der vier Zeitbereiche Einsparungen im Mit-Fall festgestellt werden. Die zusätzliche Betrachtung der Fahrtenverläufe lässt keinen Vorteil hinsichtlich der Wahrscheinlichkeit eines Haltes am benachbarten Knotenpunkt durch Nutzung der Grünpfeil-Regelung erkennen.

Die Auswertungen zum Kraftstoffmehrverbrauch konnten im Mittel beider Fahrten je Zeitbereich nur innerhalb der Route 1 und 2 in Dresden bei einem bzw. zwei der vier Zeitbereiche und innerhalb der Route 2 in Köln bei einem der vier Zeitbereiche Einsparungen bei Nutzung der Grünpfeil-Regelung nachweisen. Nach dieser Untersuchung lässt sich somit keine Tendenz feststellen, wonach sich mit Nutzung der Grünpfeil-Regelung Vorteile hinsichtlich des Kraftstoffverbrauches ergeben.

8 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Dokumentation des bisherigen Erkenntnisstandes zum Rechtsabbiegen bei ROT zeigt, dass vorliegende Ergebnisse in aller Regel auf lokalen Beobachtungen basieren. Insbesondere Unfalluntersuchungen wurden nur vereinzelt durchgeführt, weshalb repräsentative Aussagen zur Verkehrssicherheitswirkung nicht möglich waren. Da die Thematik nach wie vor vieldiskutiert und umstritten ist, sollten mit Hilfe der vorliegenden Untersuchung Lücken hinsichtlich vertiefender Erkenntnisse zur heutigen Anwendungspraxis, der Verkehrssicherheit des Rechtsabbiegens bei ROT sowie zum Verkehrsverhalten geschlossen werden.

Die Befragungen von 75 Großstädten und neun Landkreisen ergab, dass sich die Anzahl der Städte, in denen die Grünpfeil-Regelung zum Einsatz kommt, in den letzten 10 Jahren erhöht hat. In etwa Dreiviertel der Großstädte der Bundesrepublik wird auf die Regelung zurückgegriffen – 2002 waren es noch 60 % [LAGEMANN & TOPP 2003]. Außerhalb von Ortschaften kommt die Grünpfeil-Regelung in den befragten Regionen nicht zur Anwendung. Darüber hinaus konnte festgestellt werden, dass

- von der Anwendung der Regelung vor allem ein verbesserten Verkehrsablauf sowie weniger Abgase und Lärm erwartet werden.
- in Dreiviertel der befragten Städte nicht alle Ausschlusskriterien nach VwV-StVO berücksichtigt werden – eine Überprüfung von 459 Grünpfeil-Zufahrten ergab 22 Zufahrten mit Verstößen, welche vor allem für den Schutz der nichtmotorisierter Verkehrsteilnehmer relevant sind.
- lediglich zehn der 49 Städte, die eine regelmäßige Überprüfung des Unfallgeschehens an Knotenpunkten mit Grünpfeil durchführen, sich an den Grenzwerten nach [VWV-STVO 2009] orientieren.
- vor allem bauliche oder signaltechnische Veränderungen an den Knotenpunkten zur Entfernung von Grünpfeilen führen.
- Unfälle an Knotenpunkten mit Grünpfeil mit nichtmotorisierten Verkehrsteilnehmern in den befragten Großstädten nicht bekannt bzw. nicht angegeben wurden.
- in 19 von 59 Städten eine erläuternde Zusatzbeschilderung zum Einsatz kommt.
- sich die Erwartungen in etwa jeder dritten Stadt nicht erfüllt haben, was vor allem mit der Missachtung der Anhaltepflicht und Bedenken hinsichtlich der Sicherheit von Fußgängern und Radfahrern begründet wurde.

Die im ersten Schritt der Analyse des Unfallgeschehens durchgeführten Auswertungen an 505 Knotenpunkten mit unterschiedlicher Rechtsabbiegeführung in den Städten Berlin, Köln. Mannheim und Stuttgart, wobei insgesamt 2.534 Unfälle Personenschaden und 5.873 Unfälle mit Sachschaden ausgewertet wurden, zeigte, dass Kreuzungen und Einmündungen mit Grünpfeil im Vergleich zu anderen Rechtsabbiegeführungsformen

 mit Ausnahme von Kreuzungen mit zweifeldigem Rechtsabbiegesignal (KR-Signal) bzw. Einmündungen mit zweifeldigem Rechtsabbiegesignal (KR-Signal) oder Dreiecksinsel die höchsten Verunglückten- und Unfalldichten vorzuweisen haben –

insbesondere wenn gegen Einsatzkriterien nach VwV-StVO oder [RıLSA 1992] verstoßen wurde oder ein Rechtsabbiegefahrstreifen zur Verfügung steht.

- hinsichtlich der Unfallschwere (Anteil der Unfälle mit schwerem Personenschaden an Personenschaden. Unfällen durchschnittliche Kosten je Unfall Personenschaden) nur vereinzelt Auffälligkeiten aufweisen.
- erhöhte Anteile von Abbiege- und Einbiegen/Kreuzen-Unfällen aufweisen.
- erhöhte Anteile hinsichtlich der Unfallarten Zusammenstoß mit einbiegendem/kreuzendem Fahrzeug, entgegenkommenden Fahrzeug zwischen Fahrzeug und Fußgänger und hinsichtlich der Unfallursachen "Fahren bei ROT" sowie "Abbiegen Fußgänger" (Kreuzungen) und "Abbiegen" und "Andere Fehler" (Einmündungen) aufweisen.
- erhöhte Anteile hinsichtlich der Beteiligung nicht motorisierter Verkehrsteilnehmer aufweisen.

Eine Auswertung zu typischen Unfallkonstellationen³¹ zeigte, dass

- Kreuzungen mit Grünpfeil die höchsten Unfallkostendichten hinsichtlich der Unfallkonstellationen "Vorfahrtrechtlich Übergeordneten" Fahrzeug, "Vorfahrtrechtlich Übergeordneten" Fahrzeug bei ROT sowie Fußgänger beim Abbiegen³² auf der 2. Furt ("Fußgänger Abbiegen") aufweisen,
- insbesondere an hoch belasteten Kreuzungen Auffälligkeiten hinsichtlich von Unfällen zwischen "Linksabbieger und Gegenverkehr" festzustellen sind. Dies ist zu sehen als mittelbare Auswirkung der Regelung, da eine eigene Phase für Linksabbieger ein Ausschlusskriterium für die Anwendung der Grünpfeil-Regelung ist.
- Einmündungen mit Grünpfeil nur gegenüber der bedingt verträglichen Führung Auffälligkeiten zeigen, dies aber mit Ausnahmen über alle Unfallkonstellationen.

Darauf aufbauend folgte eine Analyse der Knotenpunktzufahrten in Berlin und Dresden auf Basis von 1.086 Unfälle innerhalb von 200 Zufahrten (150 an Kreuzungen sowie 50 an Einmündungen). Dabei hat sich gezeigt, dass Kreuzungen und Einmündungen mit Grünpfeil im Vergleich zu anderen Rechtsabbiegeführungsformen

- hinsichtlich der Unfall-, Unfallkosten- und Verunglücktendichten keine Auffälligkeiten,
- erhöhte Anteile von Abbiege-, Einbiegen/Kreuzen und Überschreiten Unfällen aufweisen,
- erhöhte Anteile hinsichtlich der Unfallarten Zusammenstoß zwischen Fahrzeug und Fußgänger sowie Zusammenstoß mit seitlich in gleicher Richtung fahrendem Fahrzeug,
- erhöhte Anteile hinsichtlich der Beteiligung nicht motorisierter Verkehrsteilnehmer (wobei an Kreuzungszufahrten vermehrt Fußgänger und an Einmündungen vermehrt Radfahrer betroffen sind) und

³¹ gemeinsame Betrachtung von Unfalltyp, -art und –ursache ³² Umfasst sowohl Links- als auch Rechtsabbieger.

 erhöhte Werte hinsichtlich der Unfallkonstellationen "Abbiegen/Fußgänger", "Vorfahrtrechtlich Übergeordneter" und "Vorfahrtrechtlich Übergeordneter" bei ROT

aufweisen. Neben den Bewertungsebenen "Knotenpunkt" und "Zufahrt" wurde das Unfallgeschehen zudem bezogen auf Verkehrsstrom der Rechtsabbieger ausgewertet. Dabei wurden jene Unfälle isoliert betrachtet, bei denen rechtsabbiegende Verkehrsteilnehmer als Unfallverursacher dokumentiert wurden. Vorrangig war der Vergleich zwischen Zufahrten mit Grünpfeil und bedingt verträglicher Führung. Die Auswertung von 256 Unfällen an 200 Zufahrten (34 Unfälle innerhalb von 82 Zufahrten entfallen auf die Führungsformen Grünpfeil und bedingt verträgliche Führung) zeigt, dass

- Kreuzungszufahrten mit bedingt verträglicher mehr als doppelt so hohe Unfallkostendichten der Unfälle mit Personen- und Sachschaden aufweisen, als solche mit Grünpfeil und Einmündungszufahrten mit Grünpfeil mehr als das Dreifache der Unfallkostendichten im Vergleich zur bedingt verträglichen Führung,
- Kreuzungszufahrten mit Grünpfeil gegenüber solchen mit bedingt verträglicher Führung höhere Unfallkostendichten hinsichtlich der Unfallkonstellationen "Vorfahrtrechtlich Übergeordneter", "Vorfahrtrechtlich Übergeordneter" bei ROT sowie "Rechtsabbiegen/Auffahren" und deutlich geringere Unfallkostendichten hinsichtlich der Unfallkonstellationen "Linksabbieger/Gegenverkehr" und
- Einmündungszufahrten mit Grünpfeil gegenüber solchen mit bedingt verträglicher Führung mit Ausnahme der Konstellation "Abbiegen/Fußgänger", welche an keiner der untersuchten Zufahrten registriert wurde, über alle Unfallkonstellationen höhere Werte

aufweisen.

Eine detaillierte Analyse des Unfallhergangs von 33 Knotenpunkten in Dresden und Köln zeigt, dass

- etwa jeder dritte Unfall, welcher direkt auf die Grünpfeil-Regelung zurückzuführen ist, auf Zusammenstöße zwischen Grünpfeil-Nutzer und Radfahrer (parallel fahrende sowie vorfahrtrechtlich übergeordnete von links und rechts) sowie Grünpfeil-Nutzer und vorfahrtrechtlich übergeordnetes Kraftfahrzeug von links zurückzuführen ist, und
- bei über der Hälfte der Unfälle Verletzte zu beklagen sind.

Als unfallbegünstigende Faktoren haben sich dabei

- der fehlende Zeitvorsprung für Fußgänger und Radfahrer,
- mehr als ein Geradeausfahrstreifen sowie eine hohe Verkehrsstärke des vorfahrtrechtlich übergeordneten Stromes,
- eine zulässige Höchstgeschwindigkeit von mehr als 50 km/h und
- Sichteinschränkungen (durch Bepflanzung oder enge Bebauung) vor allem nach rechts

herausgestellt.

Die Analyse der Verkehrssituation an jeweils fünf Grünpfeil-Zufahrten und drei Vergleichszufahrten mit anderer Rechtsabbiegeführungsform in Dresden und Köln haben gezeigt, dass

- in Dresden alle 588 beobachteten Verkehrsteilnehmer die Grünpfeil-Regelung genutzt haben, während in Köln 6 % der 384 beobachteten Verkehrsteilnehmer die Grünpfeil-Regelung nicht genutzt haben.
- die Anhaltepflicht in Dresden von 70 % der Verkehrsteilnehmer missachtet wird, während dieser Anteil in Köln 81 % beträgt. Berücksichtigt man die Anhaltevorgänge aufgrund verkehrlicher Einflüsse (querender/sich annähernde Fußgänger oder Radfahrer sowie wartenden Fahrzeugen vor dem Grünpfeil-Nutzer) nicht, ergibt sich ein Anteil der Missachtung der Anhaltepflicht innerhalb beider Städte von 87 %.
- bis zu 69 % (21 s) der Freigabezeit der querenden Fußgänger sowie 42% (19,3 s) der Freigabezeit der querenden Radfahrer durch Grünpfeil-Nutzer blockiert werden kann 6 % der Grünpfeil-Nutzer behindern einen Fußgänger oder Radfahrer tatsächlich, wobei generell mehr Radfahrer als Fußgänger von den Behinderungen betroffen sind.
- an Knotenpunktzufahrten mit Grünpfeil 2 % aller Rechtsabbieger sowie 4 % der Grünpfeil-Nutzer in eine kritische Interaktion verwickelt waren – an Knotenpunktzufahrten ohne Grünpfeil beträgt dieser Anteil 0,3 %.
- die meisten kritischen Interaktionen im Bereich der Furt in der entsprechenden Zufahrt dokumentiert wurden.
- an Knotenpunktzufahrten mit Grünpfeil und Mischfahrstreifen eine generelle Zunahme des Anteils der Rechtsabbiegevorgänge bei ROT in Abhängigkeit des Anteils der Rechtsabbieger an allen Strömen auf dem Mischfahrstreifen und der Dauer der Sperrzeit nicht abzuleiten ist.

Die Ergebnisse der Reisezeitmessungen zeigen, dass

- die Dichte der lichtsignalgeregelten Knotenpunkte (30 LSA/15,8 km in Dresden gegenüber 71 LSA/14,4 km in Köln) sowie der Anteil von Knotenpunkten mit Grünpfeil im Stadtgebiet entscheidend für Reisezeitgewinne bei Nutzung der Grünpfeil-Regelung sind – wenn auch die Betrachtung der Einzelfahrten in Dresden diesen Zusammenhang nicht generell bestätigen konnten, da Reisezeiteinsparungen sowohl mit als auch ohne tatsächliche Nutzung der Regelung erreicht wurden.
- die festgestellten Reisezeiteinsparungen in Dresden nicht auf geringere Warte- und Haltezeiten zurückgeführt werden können, was den Rückschluss zulässt, dass die festgestellten Reiszeitgewinne nicht in unmittelbarem Zusammenhang mit der Nutzung der Grünpfeil-Regelung stehen.
- in Köln mit Ausnahme eines Zeitbereiches im Mittel über beide Fahrten keine Einsparungen hinsichtlich der Reise- und Wartezeiten sowie der Haltzeitanteile bei Nutzung der Grünpfeil-Regelung erzielt werden konnten.
- sich kein Vorteil hinsichtlich der Wahrscheinlichkeit eines Haltes am benachbarten Knotenpunkt durch Nutzung der Grünpfeil-Regelung erkennen lässt.
- sich deshalb auch mit Berechnungsmethoden keine Tendenz feststellen lässt, wonach sich mit Nutzung der Grünpfeil-Regelung Vorteile hinsichtlich des Kraftstoffverbrauches ergeben.

Empfehlungen 202

9 Empfehlungen

Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen, dass durch die Grünpfeil-Regelung insbesondere nichtmotorisierte Verkehrsteilnehmer gefährdet werden. Gerade im Hinblick auf die wachsende Bedeutung des Radverkehrs in Städten sollten diese Verkehrsmittelarten nicht zusätzlich gefährdet werden. Dazu kommen Behinderungen durch Fahrzeuge, die bei der Grünpfeilnutzung die Rad- und Fußwege blockieren.

Es zeigt sich außerdem, dass die Regelung von den meisten Verkehrsteilnehmern falsch angewendet wird: Das wichtige Anhalten vor dem Abbiegen wird eher nur ausnahmsweise praktiziert, eine Blockade der Fußgänger-/Radverkehrswege ist häufig zu beobachten. Ein genereller Vorteil für den Verkehrsablauf des motorisierten Verkehrs konnte nicht abgeleitet werden. Allerdings ist punktuell davon auszugehen, dass die Kapazität einer Zufahrt u.U. erhöht werden kann.

Die Grünpfeil-Regelung, welche aus Sicht des Verkehrsteilnehmers eine "Aufweichung" der eindeutigen und einfach zu begreifenden Regelung an Lichtsignalanlagen darstellt, wird offensichtlich auch hinsichtlich des behördlichen Umgangs/Anordnung nicht einfach und korrekt verwendet. Insbesondere die Grenzwerte für die Überprüfung des Unfallgeschehens, welche nach den Befragungen ohnehin lediglich in jeder fünften Stadt zur Anwendung kommen, sind nicht praktikabel, da die Randbedingungen eine gerichtliche Feststellung verlangen, womit eine Abgrenzung für die zuständigen Verkehrsbehörden nicht realisierbar ist.

Soll die Grünpfeil-Regelung dennoch weiterhin zum Einsatz kommen, wird hinsichtlich der VwV-StVO folgende Anpassung empfohlen:

- Anpassung der Grenzwerte zur Überprüfung des Unfallgeschehens
- Erweiterung der Ausschlusskriterien, wenn mehr als ein Fahrstreifen für den übergeordneten Strom vorhanden ist oder wenn eine zulässige Geschwindigkeit von mehr als 50 km/h gilt.
- Konkretisierung oder Erweiterung des Ausschlusskriteriums der ausreichenden Sicht für Rechtsabbieger auf Fußgänger- und Fahrzeugverkehr der freigegebenen Verkehrsrichtungen, insbesondere hinsichtlich der Sicht nach rechts.

Ausblick 203

10 Ausblick

In der Unfallanalyse konnten Tendenzen und Unterschiede zwischen Knotenpunkten mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen aufgezeigt werden, die Auswirkungen dieser Regelung auf die Sicherheit der gesamten Verkehrsanlage beschrieben. Für genauere Aussagen empfiehlt sich ergänzend eine vertiefte Untersuchung zur Analyse der Gründe für Sicherheitsdefizite in den einzelnen Zufahrten. Für eine detaillierte Beschreibung zur Sicherheit der Grünpfeil-Regelung sollte das Unfallgeschehen den Zufahrten der Unfallverursacher zugeordnet werden, wobei eine unmittelbare Berücksichtigung von Infrastrukturmerkmalen und verschiedenen Expositionsgrößen als sinnvoll erachtet wird.

Quellen

AHRENS ET AL. 2008

AHRENS, G.-A.; LIEßKE, F.; WITTWER, R.; HUBRICH, S.: "Sonderauswertung zur Verkehrserhebung "Mobilität in Städten – SrV 2008" – Städtevergleich". Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List", Institut für Verkehrsplanung und Straßenverkehr. TU Dresden 2008

ALBRECHT ET AL. 1999

ALBRECHT, F.; BRÜHNING, E.; FRENZEL, K.-H.; KRAUSE, K.; MEEWES, V.; SCHNABEL, W.; TOPP, H.: "Rechtsabbiegen bei Rot mit Grünpfeil". Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt). Heft V72. Bergisch Gladbach 1999

ALRUTZ ET AL. 2007

ALRUTZ, D.; WILLHAUS, E.; SONDERHÜSKEN, G.: "Signale für den Radverkehr – Ein Leitfaden zur Radverkehrssignalisierung". Stadt Münster, Amt für Stadtentwicklung, Stadtplanung, Verkehrsplanung, Presse- und Informationsamt. Münster 2007

BERGEDORF 2011

BERGEDORFER ZEITUNG: "Knöllchenärger am Neuen Weg". URL: http://www.bergedorfer-zeitung.de/bergedorf/article95134/. Artikel vom: 13.01.2011. Letzter Zugriff: 01.11.2011.

BKATV 2010

BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG: "Verordnung über die Erteilung einer Verwarnung, Regelsätze für Geldbußen und die Anordnung eines Fahrverbotes wegen Ordnungswidrigkeiten im Straßenverkehr (Bußgeldkatalog-Verordnung – BkatV)". Vom 13. November 2001 (BGBI. I S. 3033), zuletzt geändert durch Artikel 1a der fünften Verordnung zur Änderung der Fahrerlaubnis-Verordnung und anderer straßenverkehrsrechtlicher Vorschriften vom 17. Dezember 2010 (BGBI. I S. 2297). Berlin/Bonn 2010

BMVBS 2012

BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG: "Frankreich: "Grüner Pfeil" exklusiv für Radfahrer". URL: http://www.nationaler-radverkehrsplan.de/neuigkeiten/news.php? id=3543. Letzte Änderung: 19. September 2012. Letzter Zugriff: 10.Oktober 2012

Bouska 2009

BOUSKA, W. / LEUE, A.: "StVO – Straßenverkehrs-Ordnung". Textausgabe mit Erläuterungen. Jehle-Verlag. München 2009

BRIESOFSKY 2011

BRIESOFSKY, J.: "Überprüfung der Einsatzkriterien für die Grünpfeilregelung nach Zeichen 720 StVO". Studienarbeit. Professur Straßenverkehrstechnik mit Fachbereich Theorie der Verkehrsplanung. TU Dresden 2011

BZ 2005

BERLINER ZEITUNG: "Berlin hat 112 Grünpfeile". URL: www.berliner-zeitung.de/newsticker/mehr-wird-es-nicht-gebenberlin-hat-112-gruenpfeile,10917074,10308012.html.
Artikel vom:05.08.2005. Letzter Zugriff: 07.11.2011

CODE DE LA ROUTE 2011 SECRÉTARIAT GÉNÉRAL DU GOUVERNEMENT: "Code de la route -Version consolidée au 8 septembre 2011". http://www.legifrance.gouv.fr/affichCode.do?cidTexte=LEGITEXT 000006074228&dateTexte=20111129. Letzter Zugriff: 07.11.2011 **DER WESTEN 2011A** DER WESTEN – DAS PORTAL DER WAZ MEDIENGRUPPE: "Aus 25 Grünpfeilen wurden 18". URL:http://www.derwesten.de/staedte/bottrop/aus-25gruenpfeilen-wurden-18-id4259199.html. Artikel vom: 08.02.2011.Letzter Zugriff: 01.11.2011 **DER WESTEN 2011B** DER WESTEN – DAS PORTAL DER WAZ MEDIENGRUPPE: "Oberhausen diskutiert über neue Grünpfeil-Schilder an Ampeln". URL: http://www.derwesten.de/staedte/oberhausen/oberhausendiskutiert-ueber-neue-gruenpfeil-schilder-an-ampelnid4383590.html. Artikel vom: 07.03.2011. Letzter Zugriff: 01.11.2011 **DERWESTEN 2011C** DER WESTEN - DAS PORTAL DER WAZ MEDIENGRUPPE: "Initiative fordert mehr Grünpfeilschilder an deutschen Kreuzungen". URL: http://www.derwesten.de/nachrichten/initiative-fordert-mehrgruenpfeilschilder-an-deutschen-kreuzungen-id4253439.html. Artikel vom: 07.02.2011. Letzter Zugriff: 17.11.2011 **DNN 2010** Dresdner Neueste Nachrichten: "152 Kreuzungen mit 272 Grünen Pfeilen: Dresden stockt gegen den Trend auf". URL: http://www.dnn-online.de/dresden/web/dresdennachrichten/detail/-/specific/152-Kreuzungen-mit-272-Gruenen-Pfeilen-Dresden-stockt-gegen-den-Trend-auf-3050713935. Artikel vom: 12.07.2010. Letzter Zugriff: 01.11.2011 BKatV". **FERNER 2005** FERNER, W.: "Kommentar **URL**: zur http://www.bussgeldkatalog-online.de/BKATV-Kommentar.pdf. Letzter Zugriff: 26.09.2011 **FGSV 1997** FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV: Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen von Straßen - EWS. FGSV-Verlag. Köln 1997 **FGSV 2003** FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN - FGSV: Auswertung von Straßenverkehrsunfällen - Teil 1. FGSV-Verlag. Köln 2003 FHWA 2009 U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION - FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION: "Manual on Uniform Traffic - Control Devices (MUTCD)". 2009 Edition. Washington 2009 FLECK & YEE 2002 FLECK, J. L.; YEE, B. M.: "Safety Evaluation of Right Turn on Red". In: ITE Journal 6/2002. Washington 2002

HAMBURG 2011 STADT HAMBURG, BEHÖRDE FÜR INNERES UND SPORT: "Informationen zum Grünen Pfeil". URL: http://www.hamburg.de/start-gruener-pfeil/. Letzter Zugriff: 01.11.2011 HAZ 2009 HANNOVERSCHE ALLGEMEINE ZEITUNG: "Niedersachsens Ampeln bekommen mehr Grüne Pfeile". URL:http://www.haz.de/Nachrichten/Politik/Niedersachsen/Nieder sachsens-Ampeln-bekommen-mehr-Gruene-Pfeile. Artikel vom: 26.11.2009. Letzter Zugriff: 07.11.2011 **HBEFA 2010** UMWELTBUNDESAMT: "Handbuch für Emmissionsfaktoren". URL: http://www.hbefa.net. Letzter Zugriff: 30.07.2013 HBS 2001 FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN: "HBS Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen". Köln 2001 STADT HEILBRONN, AMT FÜR STRAßENWESEN: "Der grüne Pfeil". HEILBRONN 2011 URL: http://www.heilbronn.de/ver_umw/gruenpfeil. Letzter Zugriff: 04.11.2011 **JAGP 2010** ZENTRALVERBAND DEUTSCHES KRAFTFAHRZEUGGEWERBE E. V.: "Ja zum Grünen Pfeil". URL: http://www.gruener-pfeil.de. Homepage zur Initiative. Letzte Änderung: 01.06.2010. Letzter Zugriff 17.11.2011 **JAKOB 2000** Jakob, G.: "Einsatz des Grünpfeils – Erfahrungen in Wiesbaden". Beitrag anlässlich eines Seminars des VSVI (Verein der Straßenbau- und Verkehrsingenieure) zu den "Grundlagen der Steuerung von Lichtsignalanlagen". Friedberg 2000 JIH 2008 JIH, J.: "Traffic Signals and Red Light Cameras". URL: http://www.geocities.ws/jusjih/trafficlightsignals.html#europe. Artikel vom: 29.01.2008. Letzter Zugriff: 07.11.2011 KOLLMUS 2008 KOLLMUS, B.: "Der Grünpfeil Segen oder Fluch?". Straßenverkehrstechnik Seminararbeit. Professur mit Fachbereich Theorie der Verkehrsplanung. TU Dresden 2008 KRAUSE 1994 Grünpfeils KRAUSE, "Die Anwendung des K.: an Wechsellichtzeichen" In: Straßenverkehrstechnik 3/94, Kirschbaum-Verlag, Bonn 1994 LÄTZSCH 1982 LÄTZSCH, L: "Kraftstoffverbrauchswerte". Forschungsbericht i. A. des Zentralen Forschungsinstituts des Verkehrswesens der DDR. Hochschule für Verkehrswesen "Friedrich List". Dresden 1982 "Der LAGEMANN & TOPP 2003 Lagemann, A.; Topp, Н. H.: Grünpfeil Verkehrsbeschleuniger oder Grüne Gefahr?". In: Straßenverkehrstechnik 7/2003, Kirschbaum-Verlag. Bonn 2003

LERNER ET AL. 2012 LERNER, M.; KRANZ, T.; SCHEPERS, A.: "Bewertung Straßenverkehrsunfälle Entwicklung der Unfallkosten Deutschland 2005 bis 2010 - Unfallkostensätze 2010". In: Zeitschrift für Verkehrssicherheit 4/2012. Kirschbaum-Verlag. Bonn 2012 LOCALXXL 2010 LOCAL XXL: "POL-WHV: 85 Grünpfeil - Verstöße in 3 1/2 Stunden in Wilhelmshaven". URL:http://www.localxxl.com/de/lokal_nachrichten/wilhelmshaven /pol-whv-85-gruenpfeil-verstoesse-in-3-1-2-stunden-inwilhelmshaven-1266331931/. Artikel vom: 16.02.2010. Letzter Zugriff: 07.11.2011 LTA 2011 LAND TRANSPORT AUTHORITY SINGAPOR - NCS PTE LTD: "Left Turn On Red (LTOR) Scheme". URL:http://www.onemotoring.com.sg/publish/onemotoring/en/on_ the_roads/traffic_management/left_turn_on_red_.html. Zugriff: 07.11.2011 MAIER ET AL. 2010 MAIER, R.; AURICH, A.; SCHÜLLER, H.: "Sicherheitskonzept Dresden". Schlussbericht zur Verkehrssicherheitskonzeption. Dresden 2010 MAIER, R., AURICH, A., DAHNERT, T., HANTSCHEL, S. K., MAIER ET AL. 2012 KLINGHAMMER, S., KOLLMUS, B., SCHÜLLER, H.: "Städtische Sicherheitsprognose – Übergreifende Wirkungszusammenhänge und zeitnahe Prognose des Unfallgeschehens in städtischen Straßennetzen". Entwurf des Schlussberichts zum Forschungsvorhaben im Auftrag des BMWi. Berlin/Dresden 2012 MAIER, R.; HANTSCHEL, S.: "Erarbeitung eines Sicherheits-Maier & Hantschel 2012 konzeptes und Ableitung von Maßnahmen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit in der Stadt Chemnitz". Entwurf Schlussbericht. Dresden 2012 (unveröffentlicht) MATZ 1986 MATZ, G.: "Hinweise zur Anwendung des Rechtsabbiegepfeiles gemäß der StVO". In: Das Straßenwesen 27(1986)2. Transpress. Berlin 1986 MOSCH; NEUMANN: "Stellungnahme zur Anwendung des Bildes Mosch 1991 23 der StVO (DDR) – Rechtsabbiegen bei Rot mit Grünpfeil". Unveröffentlicht. In: SCHROBITZ ET AL. 1992. Dresden April 1991 **NHTSA 1995** NATIONAL HIGHWAY TRAFFIC SAFETY ADMISNITRATION: "The Safety Impact of Right Turn on Red: Report to Congress". URL: http://www.nhtsa.gov/About+NHTSA/Traffic+Techs/current/The+ Safety+Impact+of+Right+Turn+on+Red:+Report+to+Congress.

Artikel vom: Februar 1995. Letzter Zugriff: 06.11.2011

NWZ 2010C NORDWEST ZEITUNG: "85 Verstöße an Grünpfeil". URL: http://www.nwzonline.de/Region/Stadt/Wilhelmshaven/Artikel/225 8331/85+Verst%F6%DFe+an+Gr%FCnpfeil.html. Artikel vom: 17.02.2010. Letzter Zugriff: 07.11.2011 NWZ 2010A NORDWEST ZEITUNG: "Oldenburg beim Grünpfeil ganz weit vorn". URL:http://www.nwzonline.de/Region/Stadt/Oldenburg/Artikel/23 79742/Oldenburg+beim+Gr%FCnpfeil+ganz+weit+vorn.html. Artikel vom: 06.07.2010. Letzter Zugriff: 07.11.2011 NWZ 2010B NORDWEST ZEITUNG: "Polizei-Kontrolle am Grünpfeil". URL: http://www.nwzonline.de/Region/Stadt/Oldenburg/Artikel/246749 0/Polizei-Kontrolle-am-Gr%FCnpfeil.html. Artikel vom: 03.11.2010. Letzter Zugriff: 07.11.2011 OSM 2013 OPENSTREETMAP - DEUTSCHLAND. URL: http://www.openstreetmap.de/. Letzter Zugriff: 18.06.2013 PNP 2010 PASSAUER NEUE PRESSE: "Grüner Pfeil für die Ampel". URL: http://www.pnp.de/region_und_lokal/landkreis_freyung_grafenau/ waldkirchen/141908_Gruener-Pfeil-fuer-die-Ampel.html. Artikel vom: 06.06.2011. Letzter Zugriff: 17.11.2011 PREUSSER, D. F.; LEAF, W. A.; DEBARTOLO, K. B.; BLOMBERG, PREUSSER ET AL. 1982 R.D.: "The Effect of Right-Turn-On-Red on Pedestrian and Bicyclist Accidents". US. Department of Transportation: National Highway Traffic Safety Administration. Washington 1981 **RAST 2006** FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN: "Richtlinie für die Anlage von Stadtstraßen (RASt 06)". Ausgabe 2006. Köln 2006 RETTING ET AL. 2002 RETTING, R. A.; NITZBURG, M. S.; FARMER, C. M.; KNOBLAUCH, R. L.: "Field Evaluation of Two Methods for Restricting Right Turn on Red to Promote Pedestrian Safety". In: ITE Journal 1/2002. Washington 2002 **RILSA 1992** FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN: "Richtlinien für Lichtsignalanlagen (RiLSA) – Lichtzeichenanlagen für den Straßenverkehr". Ausgabe 1992 - Teilfortschreibung 2003. Köln 2003 **RILSA 2010** FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESEN: "Richtlinien für Lichtsignalanlagen (RiLSA) – Lichtzeichenanlagen für den Straßenverkehr". Ausgabe 2010. Köln 2010 RISSER ET AL. 1991 RISSER, R.; KABA, A.; STEINBAUER, J.; RAMME, W.; ZUZAN, W.D. (1991): "Handbuch zur Erhebung von Verkehrskonflikten mit Anleitung zur Beobachterschulung". Lebensraum Verkehr, kleine Fachbuchreihe des KFV, 1991

ROTHE ET AL. 1979 E.: ROTHE, H.-J.; WETZENSTEIN-OLLENSCHLÄGER, "Psychologische Analyse der Unfallgefährdung durch rechtsabbiegende Fahrzeugführer lichtsignalgeregelten an Knotenpunkten". In: Forschungshefte zur Verkehrssicherheit Nr. 4/5. Hochschule für Verkehrswesen. Dresden 1979 **RUHL 2010** RUHL, S.: "Untersuchung Einflusses des besonderer Rechtsabbiegerführungen bzw. -signalisierungen signalgeregelten Knotenpunkten auf die Verkehrssicherheit". Diplomarbeit. Professur Straßenverkehrstechnik mit Fachbereich Theorie der Verkehrsplanung. TU Dresden 2010 **RUHR 2010** RUHR NACHRICHTEN: "Polizei warnt – Grünpfeil macht Autofahrern zu schaffen". URL: http://www.ruhrnachrichten.de/lokales/bochum/Gruenpfeilmacht-Autofahrern-zu-schaffen; art 932, 925879. Artikel vom: 02.06.2010. Letzter Zugriff: 01.11.2011 SCHNABEL & LOHSE 1997 SCHNABEL, W.; LÄTZSCH, L.; LOHSE, D.; WINDOLPH, der Straßenverkehrstechnik "Grundlagen und der Verkehrsplanung – Band 1 Verkehrstchnik". 2. neu bearb. Auflage. Verlag für Bauwesen. Berlin 1997 SCHROBITZ ET AL. 1992 SCHROBITZ, U.; KRAUSE, K.; SCHNABEL, W.: "Untersuchung der Vor- und Nachteile des Rechtsabbiegens beim Farbzeichen "Rot" durch die Regelung "Grüner Pfeil"".Forschungsbericht der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt). Bergisch Gladbach 1992 SÉCURITÉ ROUTIÈRE 2012 MINISTÉRE DE L'INTÉRIEUR, LA SÉCURITÉ ROUTIÈRE: "Une nouvelle signalisation à destination des cyclistes". URL: http://www.securite-routiere.gouv.fr/connaitre-lesregles/questions-frequentes/une-nouvelle-signalisation-adestination-des-cyclistes. Letzte Änderung: 13. August 2012. Letzter Zugriff: 10.Oktober 2012 DER SPIEGEL: "Die Hauptstadt der grünen Pfeile liegt im Westen". SPIEGEL 2002 URL: http://www.spiegel.de/panorama/0,1518,203405,00.html. Artikel vom: 02.07.2002. Letzter Zugriff: 04.11.2011 SSV 2009 DIE BUNDESBEHÖRDEN SCHWEIZERISCHEN DER "Signalisationsverordnung **EIDGENOSSENSCHAFT:** September 1979 (SSV)". Letzte Änderung vom 4.November 2009. URL: http://www.admin.ch/ch/d/sr/c741_21.html. Letzter Zugriff: 17.11.2011 **STIMME 2006** HEILBRONNER STIMME: "Grünpfeilhauptstadt und Grünpfeilinsel". **URL**: http://www.stimme.de/heilbronn/nachrichten/stadt/top1-Gruenpfeilhauptstadt-und-Gruenpfeilinsel; art 1925, 801390.

Artikel vom: 13.06.2006. Letzer Zugriff: 04.11.2011

STRUBEN 2004 STRUBEN, P; SCHWAB, A.; HERZOG-SCHLAGK, B.: "Der Grüne Pfeil - Konflikt- und Unfallpotential an Ampeln", FUSS e.V. Fachverband Fußverkehr Deutschland. Berlin 2004 **STVO-DDR 1983** MINISTERIUM DES INNERN: "Straßenverkehrs-Ordnung - StVO und Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung StVZO". Staatsverlag der Deutschen Demokratischen Republik. Berlin 1983 **STVO 2010** BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG: "Straßenverkehrs-Ordnung (StVO)". Vom 16. November 1970 (BGBI. I S. 1565), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 1. Dezember 2010 (BGBl. I S. 1737) geändert worden ist. Berlin/Bonn 2010 SÜDDEUTSCHE 2009 SÜDDEUTSCHE ZEITUNG: "Zu dumm für den Pfeil". URL: http://www.sueddeutsche.de/muenchen/gruenpfeil-in-muenchenzu-dumm-fuer-den-pfeil-1.168254. Artikel vom: 20.08.2009. Letzter Zugriff: 01.11.2011 **SWP 2010** SÜDWEST PRESSE: "Der schleichende Abschied des grünen Pfeils". URL: http://www.swp.de/metzingen/lokales/metzingen/Derschleichende-Abschied-des-gruenen-Pfeils; art 1158520,772900. Artikel vom: 21.12.2010. Letzter Zugriff: 01.11.2011 VkBL 1994 BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR: "Siebzehnte Verordnung zur Änderung straßenverkehrsrechtlicher Vorschriften vom Dezember 1993". In: Verkehrsblatt 3/1994. Verkehrsblatt-Verlag. Dortmund 1994 **VRV 2010** DIF BUNDESBEHÖRDEN DFR SCHWEIZERISCHEN EIDGENOSSENSCHAFT: "Verkehrsregelnverordnung November 1962 (VRV)". Letzte Änderung vom 1.Oktober 2010. URL: http://www.admin.ch/ch/d/sr/c741_11.html. Letzter Zugriff: 17.11.2011 VwV-STVO 2009 BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG: "Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Straßenverkehrs-Ordnung (VwV-StVO)". Vom 22. Oktober 1998 in der Fassung vom 17. Juli 2009. Berlin/Bonn 2009 **WIEN 1968** ORGANISATION DER VEREINTEN NATIONEN: "Übereinkommen über Strassenverkehrszeichen - Abgeschlossen in Wien am 8. November 1968". URL: http://www.admin.ch/ch/d/sr/0_741_10/index Letzter Zugriff: 17.11.2011 WONG ET AL. 2004 WONG, Y. D.; HOO, J. S.; FO, H. Y. T.: "Left-Turn-On-Red Traffic Scheme in Singapore". In: ITE Journal 11/2004. Washington 2004

ZEGEER & CYNECKI 1985 CHARLES V. ZEGEER, C. V.; CYNECKI, M. J.: "Methods of increasing Pedestrian Safety at Right-Turn-On-Red Intersections". Federal Highway Administration. Georgetown Pike 1985

Anla	agen
------	------

Anlage 1	Ahndung von Verstößen gegen die Grünpfeil-Regelung nach Bußgeldkatalog [BkatV 2010]
Anlage 2	Liste der angefragten GroßstädteA-2
Anlage 3	FragebogenA-3
Anlage 4	Grünpfeil-LandkarteA-7
Anlage 5	Ergebnis der telefonischen Befragung der LandkreiseA-8
Anlage 6	Großstädte ohne Grünpfeil-RegelungA-9
Anlage 7	Anzahl der genannten Ausschlusskriterien nach VwV StVOA-10
Anlage 8	Anwendung der Ausschlusskriterien nach VwV-StVO differenziert nach "alten" und "neuen" BundesländernA-11
Anlage 9	Anzahl der genannten Abwägungskriterien nach [RILSA 1992]A-12
Anlage 10	Anwendung der Abwägungskriterien nach [RILSA 1992] differenziert nach "alten" und "neuen" BundesländernA-13
Anlage 11	Weitere Einsatzkriterien zur Grünpfeil-RegelungA-14
Anlage 12	Abstimmung mit Verbänden, Interessensvertretern und anderen Institutionen differenziert nach "alten" und "neuen" Bundesländern.A-15
Anlage 13	Festlegungen und Grenzwerte für die Abnahme von GrünpfeilenA-16
Anlage 14	Formen der ÖffentlichkeitsarbeitA-18
Anlage 15	Übersicht erhobener KnotenpunkteigenschaftenA-20
Anlage 16	Anzahl der Kreuzungen und Einmündungen, Unfälle sowie Verunglückten in den Untersuchungs- und Vergleichskollektiven differenziert nach den Untersuchungsstädten
Anlage 17	Symbole RechtsabbiegeführungsformenA-23
Anlage 18	Verunglücktendichte von Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen der "alten" und "neuen" Bundesländer im Vergleich
Anlage 19	Unfalldichte aller Unfallkategorien (Berlin, Dresden, Köln) von Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen der Unfälle
Anlage 20	Unfalldichte und Unfallkategorien von Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen der "alten" und "neuen" Bundesländer im VergleichA-26
Anlage 21	Anteil der Unfälle mit schwerem Personenschaden an Unfällen mit Personenschaden von Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen der "alten" und "neuen" Bundesländer im Vergleich

Anlage 22	Anzahl der Knotenpunkte in den Untersuchungs- und Vergleichskollektiven nach Rechtsabbiegeführungsformen und DTV-Klassen der Hauptrichtung
Anlage 23	Angepasste Unfallkostensätze für Unfälle mit leichtem Personenschaden WUa(LV) nach RechtsabbiegeführungsformenA-29
Anlage 24	Angepasste Unfallkostensätze für Unfälle mit Personenschaden WUa(P) nach RechtsabbiegeführungsformenA-30
Anlage 25	Unfallkostendichte und Unfallkategorien von Kreuzungen (oben) und Einmündungen (unten) mit unterschiedlicher Anzahl an Grünpfeilen differenziert nach DTV-Klassen der Hauptrichtung
Anlage 26	Unfallkostendichte aller Unfallkategorien (Berlin, Dresden, Köln) von Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlicher Anzahl an Grünpfeilen der Unfälle
Anlage 27	Unfallkostendichte der Unfälle aller Unfallkategorien (Berlin, Dresden, Köln) von Kreuzungen und Einmündungen mit Grünpfeil und Verstößen gegen Ausschluss- und Abwägungskriterien
Anlage 28	Unfallkostendichte der Unfälle aller Unfallkategorien (Berlin, Dresden, Köln) von Kreuzungen und Einmündungen mit Grünpfeil und Anzahl der Rechtsabbiegefahrstreifen
Anlage 29	Definition der Unfalltypen [FGSV 2003]A-37
Anlage 30	Unfallkostendichte der Unfälle aller Unfallkategorien (Berlin, Dresden, Köln) und Unfalltypen von Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen
Anlage 31	Unfallkostendichte der Unfälle aller Unfallkategorien (Berlin, Dresden, Köln) und Unfalltypen von Kreuzungen und Einmündungen mit Grünpfeil und Verstößen gegen Ausschluss- und Abwägungskriterien
Anlage 32	Unfallkostendichte der Unfälle aller Unfallkategorien (Berlin, Dresden, Köln) und Unfalltypen von Kreuzungen und Einmündungen mit Grünpfeil und Anzahl der Rechtsabbiegefahrstreifen
Anlage 33	Definition der Unfallarten
Anlage 34	Unfallkostendichte der Unfälle aller Unfallkategorien (Berlin, Dresden, Köln) und Unfallarten von Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen
Anlage 35	Unfallkostendichte der Unfälle aller Unfallkategorien (Berlin, Dresden, Köln) und Unfallarten von Kreuzungen und Einmündungen mit Grünpfeil und Verstößen gegen Ausschluss- und Abwägungskriterien

Anlage 36	Unfallkostendichte der Unfälle aller Unfallkategorien (Berlin, Dresden, Köln) und Unfallarten von Kreuzungen und
	Einmündungen mit Grünpfeil und Anzahl der Rechtsabbiegefahrstreifen
Anlage 37	Definition der relevanten UnfallursachenA-47
Anlage 38	Unfallkostendichte der Unfälle aller Unfallkategorien (Berlin, Dresden, Köln) und Unfallursachen von Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen
Anlage 39	Unfallkostendichte der Unfälle aller Unfallkategorien (Berlin, Dresden, Köln) und Unfallursachen von Kreuzungen und Einmündungen mit Grünpfeil und Verstößen gegen Ausschlussund Abwägungskriterien
Anlage 40	Unfallkostendichte der Unfälle aller Unfallkategorien (Berlin, Dresden, Köln) und Unfallursachen von Kreuzungen und Einmündungen mit Grünpfeil und Anzahl der Rechtsabbiegefahrstreifen
Anlage 41	Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden und Unfallverursacher (Bet_01) von Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen
Anlage 42	Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden und weitere Unfallbeteiligte (Bet_02) von Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen
Anlage 43	Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden nach Unfallverursacher (Bet_01) und weitere Unfallbeteiligte (Bet_02) von Kreuzungen mit Grünpfeil und Verstößen gegen Ausschluss- und Abwägungskriterien
Anlage 44	Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden nach Unfallverursacher (Bet_01) und weitere Unfallbeteiligte (Bet_02) von Kreuzungen mit Grünpfeil und Anzahl der Rechtsabbiegefahrstreifen
Anlage 45	Unfallkostendichte der Unfälle aller Unfallkategorien (Berlin, Dresden, Köln) und ausgewählte Unfallkonstellationen von Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen
Anlage 46	Unfallkostendichte der Unfälle aller Unfallkategorien (Berlin, Dresden, Köln) und ausgewählte Unfallkonstellationen von Kreuzungen und Einmündungen mit Grünpfeil und Verstößen gegen Ausschluss- und Abwägungskriterien

Anlage 47	Unfallkostendichte der Unfälle aller Unfallkategorien (Berlin, Dresden, Köln) und ausgewählte Unfallkonstellationen von Kreuzungen und Einmündungen mit Grünpfeil und Anzahl der Rechtsabbiegefahrstreifen
Anlage 48	Unfallliste zur detaillierten Auswertung des Unfallgeschehens an Grünpfeilknotenpunkten
Anlage 49	Unfalldichte und Unfallkategorien an Zufahrten von Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen differenziert nach DTV-Klassen der HauptrichtungA-63
Anlage 50	Verunglücktendichte an Zufahrten von Kreuzungen (oben) und Einmündungen (unten) mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen differenziert nach DTV-Klassen der Hauptrichtung
Anlage 51	Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden von Zufahrten an Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen
Anlage 52	Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und Sachschaden (U(P,S)) und Unfalltypen von Zufahrten an Kreuzungen (oben) und Einmündungen (unten) mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen differenziert nach DTV-Klassen der Hauptrichtung
Anlage 53	Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden (U(P,SS)) und Unfalltypen von Zufahrten an Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen
Anlage 54	Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und Sachschaden (U(P,S)) und Unfallarten von Zufahrten an Kreuzungen (oben) und Einmündungen (unten) mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen differenziert nach DTV-Klassen der Hauptrichtung
Anlage 55	Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden (U(P,SS)) und Unfallarten von Zufahrten an Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen
Anlage 56	Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und Sachschaden (U(P,S)) und Unfallbeteiligte (Bet_01 und Bet_02) von Zufahrten an Kreuzungen (oben) und Einmündungen (unten) mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen differenziert nach DTV-Klassen der Hauptrichtung
Anlage 57	Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden (U(P,SS)) und Unfallbeteiligte (Bet_01 und Bet_02) von Zufahrten an Kreuzungen und

	Einmündungen Rechtsabbiegeführu	mit ngsformen	unterschiedlichen A-73
Anlage 58	(U(P,S)) und ausgev Kreuzungen (obe unterschiedlichen	vählte Unfallkonstella n) und Einmün Rechtsabbiegeführu	onen- und Sachschaden ationen von Zufahrten an dungen (unten) mit ngsformen differenziert A-75
Anlage 59	Unfallkonstellationer Einmündungen	Sachschaden (U(P n von Zufahrten mit	
Anlage 60	Unfallverursacher	Sachschaden mir von Zufahrten	mit Personen- und Rechtsabbieger als an Kreuzungen und verträglicher FührungA-78
Anlage 61	(U(P,S)) mit Rechtsa Unfallkonstellationer Einmündungen (unf	bbieger als Unfallveru n von Zufahrten an ten) mit Grünpfeil u	onen- und Sachschaden ırsacher und ausgewählte Kreuzungen (oben) und nd bedingt verträglicher er HauptrichtungA-79
Anlage 62	Unfallverursacher Zufahrten an Kreuz	Sachschaden (U(P,SS und ausgewählte U ungen und Einmünd	mit Personen- und)) mit Rechtsabbieger als Infallkonstellationen von ungen mit Grünpfeil und A-80
Anlage 63	(U(P,S)) mit Rechtsa von Zufahrten an K	ıbbieger als Unfallver Kreuzungen und Einr	onen- und Sachschaden ursacher und Unfalltypen nündungen mit Grünpfeil A-82
Anlage 64	Datenblatt Messstell	e DD-G1 (Dresden)	A-83
Anlage 65	Datenblatt Messstell	e DD-G2 (Dresden)	A-84
Anlage 66	Datenblatt Messstell	e DD-G3.1 (Dresden).	A-85
Anlage 67	Datenblatt Messstell	e DD-G3.2 (Dresden).	A-86
Anlage 68	Datenblatt Messstell	e DD-G4 (Dresden)	A-87
Anlage 69	Datenblatt Messstell	e DD-V1 (Dresden)	A-88
Anlage 70	Datenblatt Messstell	e DD-V2 (Dresden)	A-89
Anlage 71	Datenblatt Messstell	e DD-V3 (Dresden)	A-90
Anlage 72	Datenblatt Messstell	e K-G1 (Köln)	A-91
Anlage 73	Datenblatt Messstell	e K-G2 (Köln)	A-92

Anlage 74	Datenblatt Messstelle K-G3.1 (Köln)A-93
· ·	· •
Anlage 75	Datenblatt Messstelle K-G3.2 (Köln)
Anlage 76	Datenblatt Messstelle K-G4 (Köln)
Anlage 77	Datenblatt Messstelle K-V1 (Köln)A-96
Anlage 78	Datenblatt Messstelle K-V2 (Köln)A-97
Anlage 79	Datenblatt Messstelle K-V3 (Köln)A-98
Anlage 80	Befolgung der Anhaltepflicht differenziert nach momentanen verkehrlichen Bedingungen und TeilkollektivenA-99
Anlage 81	Blockierung der Fußgänger- und Radfahrfurten bei Durchfahrt und Halt auf der FurtA-100
Anlage 82	Unfalldiagramm des Knotenpunktes DD-G1 (Dresden)A-101
Anlage 83	Unfalldiagramm des Knotenpunktes K-G1 (Köln)A-102
Anlage 84	Unfalldiagramm des Knotenpunktes DD-G3.1 (Dresden)A-103
Anlage 85	Unfalldiagramm des Knotenpunktes DD-G2 (Dresden)A-104
Anlage 86	Unfalldiagramm des Knotenpunktes K-G2 (Köln)A-105
Anlage 87	Anteil der Rechtsabbiegevorgänge bei ROT in Abhängigkeit des Rechtsabbiegeranteils auf Mischfahrstreifen – Betrachtung von Einzelstunden-Werten
Anlage 88	Situation an Knotenpunkten mit Grünpfeil ohne Nutzung der Grünpfeil-Regelung – Dresden (oben) und Köln (unten)A-107
Anlage 89	Reisezeit (Einzelfahrten) – Dresden Route 1 (oben) und Route 2 (unten)
Anlage 90	Reisezeit (Einzelfahrten) – Köln Route 1 (oben) und Route 2 (unten) A-109
Anlage 91	Wartezeit (Einzelfahrten) – Dresden Route 1 (oben) und Route 2 (unten)
Anlage 92	Wartezeitanteil an der Reisezeit – Dresden Route 1 Mittel beider Fahrten je Tageszeitbereich (oben) sowie Einzelfahrten (unten)A-111
Anlage 93	Wartezeitanteil an der Reisezeit – Dresden Route 2 Mittel beider Fahrten je Tageszeitbereich (oben) sowie Einzelfahrten (unten)A-112
Anlage 94	Wartezeit (Einzelfahrten) – Köln Route 1 (oben) und Route 2 (unten)A-113
Anlage 95	Wartezeitanteil an der Reisezeit – Köln Route 1 Mittel beider Fahrten je Tageszeitbereich (oben) sowie Einzelfahrten (unten)A-114
Anlage 96	Wartezeitanteil an der Reisezeit – Köln Route 2 Mittel beider Fahrten je Tageszeitbereich (oben) sowie Einzelfahrten (unten)A-115
Anlage 97	Wartezeit (Mittel beider Fahrten je Tageszeitbereich) – Dresden Zusammenfassung Route 1 und Route 2 (oben) und Köln Zusammenfassung Route 1 und Route 2 (unten)

Anlage 98	Wartezeitanteil (Mittel beider Fahrten je Tageszeitbereich) – Dresden Zusammenfassung Route 1 und Route 2 (oben) und Köln Zusammenfassung Route 1 und Route 2 (unten)
Anlage 99	Haltezeitanteil (oben) und Anzahl der Halte (oben) Einzelfahrten – Dresden Route 1
Anlage 100	Haltezeitanteil (oben) und Anzahl der Halte (oben) Einzelfahrten – Dresden Route 2
Anlage 101	Haltezeitanteil (oben) und Anzahl der Halte (oben) Einzelfahrten – Köln Route 1
Anlage 102	Haltezeitanteil (oben) und Anzahl der Halte (oben) Einzelfahrten – Köln Route 2
Anlage 103	Zyklusmehrverbrauch durch Halt [SCHNABEL & LOHSE 1997]A-122
Anlage 104	Kraftstoffverbrauch durch Halt an Knotenpunkten (Einzelfahrten) – Dresden Route 1 (oben) und Route 2 (unten)A-123
Anlage 105	Kraftstoffverbrauch durch Halt an Knotenpunkten (Einzelfahrten) – Köln Route 1 (oben) und Route 2 (unten)
Anlage 106	Nutzung der Grünpfeil-Regelung – Ergebnisse der Befahrungen und der Verkehrssituationsanalyse im Vergleich
Anlage 107	Ermittlung der Verkehrsqualität des Verkehrsablaufs nach [HBS 2001] für den Ohne-Fall der Knotenpunkte DD-G2 und K-G3.2 A-127
Anlage 108	Bei den Befahrungen ermittelte Wartezeiten der Zeitbereiche 6:00 bis 9:00 Uhr, 10:00 bis 13:00 Uhr und 15:00 bis 18:00 Uhr für den Ohne-Fall der Knotenpunkte DD-G2 und K-G3.2

Anlage 1 Ahndung von Verstößen gegen die Grünpfeil-Regelung nach Bußgeldkatalog [BkatV 2010]

Lfd. Nr.	Tatbestand	StVO	Regelsatz in Euro [€]	Punkte	Fahrverbot in Monaten
131	Beim Rechtsabbiegen mit Grünpfeil				
131.1	aus einem anderen als dem rechten Fahrstreifen abgebogen	§ 37 Abs. 2 Nr. 1 Satz 9 § 49 Abs. 3 Nr. 2	15	-	-
131.2	den Fahrzeugverkehr der freigegebenen Verkehrsrichtungen, ausgenommen den Fahrradverkehr auf Radwegfurten, behindert	§ 37 Abs. 2 Nr. 1 Satz 10 § 49 Abs. 3 Nr. 2	35	-	-
133	Beim Rechtsabbiegen mit Grünpfeil				
133.1	vor dem Rechtsabbiegen mit Grünpfeil nicht angehalten	§ 37 Abs. 2 Nr. 1 Satz 7 § 49 Abs. 3 Nr. 2	70	3	-
133.2	den Fahrzeugverkehr der freigegebenen Verkehrsrichtungen, ausgenommen den Fahrradverkehr auf Radwegfurten, gefährdet	§ 37 Abs. 2 Nr. 1 Satz 10 § 49 Abs. 3 Nr. 2	100	3	-
133.3	den Fußgängerverkehr oder den Fahrradverkehr auf Radwegfurten der freigegebenen Verkehrsrichtungen	§ 37 Abs. 2 Nr. 1 Satz 10 § 49 Abs. 3 Nr. 2			
133.3.1	behindert		100	3	-
133.3.2	gefährdet		150	3	-

Anlage 2 Liste der angefragten Großstädte

Stadt	Einwohner	Status
Aachen	246.671	Antwort
Augsburg	264.764	Antwort
Bergisch Gladbach	104.991	Antwort
Berlin	3.475.392	Antwort
Bielefeld	324.674	Antwort
Bochum	401.058	Antwort
Bonn	296.859	Antwort
Bottrop	119.676	keine Rückmeldung
Braunschweig	256.267	Antwort
Bremen	551.604	Antwort
Bremerhaven	131.492	Absage
Chemnitz	280.744	Antwort
Cottbus	128.121	Antwort
Darmstadt	139.754	Antwort
Dortmund	601.966	Antwort
Dresden	479.273	Antwort
Duisburg	536.797	Antwort
Düsseldorf	574.936	Antwort
Erfurt	216.397	keine Rückmeldung
Erlangen	102.383	Absage
Essen	622.380	Antwort
Frankfurt	659.803	keine Rückmeldung
Freiburg	197.384	Antwort
Fürth	108.097	Antwort
Gelsenkirchen	295.037	Antwort
Gera	128.230	Antwort
Göttingen	128.419	Antwort
Hagen	214.877	Antwort
Halle	295.372	Antwort
Hamburg	1.702.887	Antwort
Hamm	182.390	Antwort
Hannover	524.823	Antwort
Heidelberg	139.429	Antwort
Heilbronn	122.396	Antwort
Herne	180.539	Antwort
Hildesheim	106.303	Absage
Ingolstadt	109.666	Antwort
Jena	103.456	Antwort
Kaiserslautern	102.370	Antwort
Karlsruhe	277.998	Antwort
Kassel	202.158	Absage
Kiel	248.931	Antwort

Stadt	Einwohner	Status
Koblenz	109.807	Antwort
Köln	962.517	Antwort
Krefeld	249.565	Antwort
Leipzig	490.851	Antwort
Leverkusen	161.761	Antwort
Lübeck	217.269	Antwort
Ludwigshafen	168.130	Antwort
Magdeburg	271.416	Antwort
Mainz	185.487	Antwort
Mannheim	318.025	Antwort
Moers	106.631	Antwort
Mönchengladbach	265.312	Antwort
Mühlheim	177.175	Antwort
München	255.623	Antwort
Münster	267.367	Antwort
Neuss	148.560	Antwort
Nürnberg	498.945	Antwort
Oberhausen	226.254	Antwort
Offenbach	116.870	Antwort
Oldenburg	147.701	Antwort
Osnabrück	168.078	Absage
Paderborn	130.130	keine Rückmeldung
Pforzheim	117.450	Antwort
Potsdam	139.262	Antwort
Recklinghausen	127.150	Antwort
Regensburg	125.337	Antwort
Remscheid	123.610	Antwort
Reutlingen	107.607	Antwort
Rostock	237.307	Antwort
Saarbrücken	190.902	Antwort
Salzgitter	117.684	Antwort
Schwerin	122.189	Antwort
Siegen	111.845	Antwort
Solingen	166.064	Antwort
Stuttgart	594.406	Antwort
Ulm	114.839	Antwort
Wiesbaden	270.873	Antwort
Witten	105.807	Antwort
Wolfsburg	128.032	Antwort
Wuppertal	386.625	Antwort
Würzburg	128.875	Antwort
Zwickau	107.988	Antwort

Anlage 3 Fragebogen



Fragebogen zum Forschungsvorhaben



"Sicherheit von Grünpfeilen"

Sehr geehrte Damen und Herren,

vielen Dank für Ihre Bereitschaft, uns bei dem Forschungsvorhaben zur "Sicherheit von Grünpfeilen" zu unterstützen. Im Mittelpunkt der Untersuchung stehen die Anwendung und die Erfahrungen mit dem Zeichen 720 StVO, das als statischer "Grünpfeil" unter bestimmten Bedingungen das Abbiegen an lichtsignalgeregelten Knotenpunkten bei ROT erlaubt.

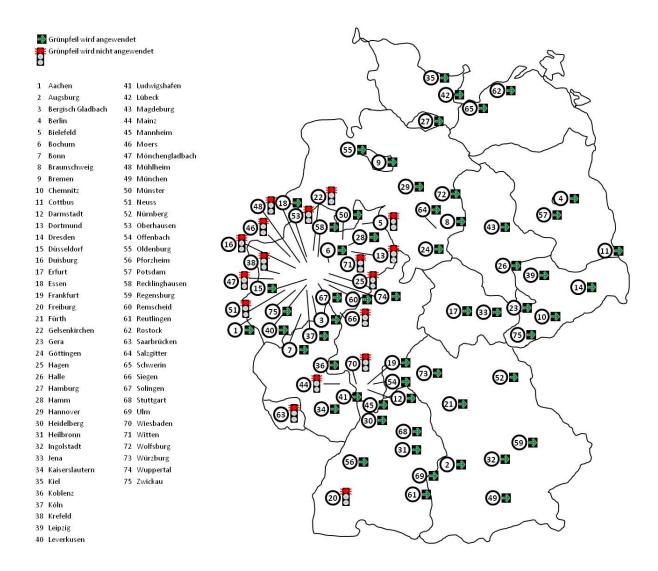
Stadt:	
Bearbeiter:	
Institution:	
Kontakt:	
Tei	il 1 von 4 - Anlass und Gründe für die Anwendung sowie Verbreitung
1. Kommt das	Zeichen 720 der StVO ("Grünpfeil") in Ihrer Stadt zum Einsatz?
	ia
	nein
	1.2 Ist der Grünpfeil in der Vergangenheit zum Eins atz gekommen?
	_ ja
	bis wann?
	nein
	1.3 Aus welchen Gründen wurde sich gegen die Anwendung von Grünpfeilen entschieder
2. Wann kame	en die ersten Grünpfeile in Ihrer Stadt zum Einsatz?
2. Wann kame	en die ersten Grünpfeile in Ihrer Stadt zum Einsatz? vor 1989
2. Wann kame L	
2. Wann kame	vor 1989 1989 - 1991 1992 - 2000
2. Wann kame L L L	vor 1989 1989 - 1991 1992 - 2000 2001 - 2008
	vor 1989 1989 - 1991 1992 - 2000 2001 - 2008 nach 2008
	vor 1989 1989 - 1991 1992 - 2000 2001 - 2008 nach 2008 die Gründe für die Einführung der Grünpfeilregelung?
	vor 1989 1989 - 1991 1992 - 2000 2001 - 2008 nach 2008 die Gründe für die Einführung der Grünpfeilregelung? Verkehrsablauf (geringere Warte- und Reisezeiten)
	vor 1989 1989 - 1991 1992 - 2000 2001 - 2008 nach 2008 die Gründe für die Einführung der Grünpfeilregelung? Verkehrsablauf (geringere Warte- und Reisezeiten) Umwelt (weniger Abgase und Lärm)
	vor 1989 1989 - 1991 1992 - 2000 2001 - 2008 nach 2008 die Gründe für die Einführung der Grünpfeilregelung? Verkehrsablauf (geringere Warte- und Reisezeiten) Umwelt (weniger Abgase und Lärm) Hinweise von Bürgern
	vor 1989 1989 - 1991 1992 - 2000 2001 - 2008 nach 2008 die Gründe für die Einführung der Grünpfeilregelung? Verkehrsablauf (geringere Warte- und Reisezeiten) Umwelt (weniger Abgase und Lärm) Hinweise von Bürgern Erprobung der Regelung (bs pw. zur Ausbildung von Fahrschülem)
	vor 1989 1989 - 1991 1992 - 2000 2001 - 2008 nach 2008 die Gründe für die Einführung der Grünpfeilregelung? Verkehrsablauf (geringere Warte- und Reisezeiten) Umwelt (weniger Abgase und Lärm) Hinweise von Bürgern

	ler genannten Kriterien führen zur Ablehnung von Grünpfeilen?
	Unzureichende Sicht auf Fußgänger und Fahrzeuge
	Häufige Blockierung der zu kreuzenden Furt durch Schwerverkehr und Busse
	Eigene Phase oder grüner Leuchtpfeil für entgegenkommenden Linksabbieger
	Viele seh- oder gehbehinderte Fußgänger
	Knotenpunkt außerhalb bebautem Gebiet
	Mögliche Behinderung entgegenkommender Linksabbiegender Busse
	Pfeile in den Signalgebern
	Aufstellflächen für Radfahrer die vom Rechtsabbieger überfahren werden
	Schienenfahrzeuge
	Gesonderte Signalisierung des Radverkehrs
	Radverkehr in beide Richtungen
	Viele Fahrstreifen und Fahrbeziehungen
	Mehrere markierte Fahrstreifen für das Rechtsabbiegen
	Abgesetzte Radfurten
	Schulwege
	Verkehrsabhängige Steuerung
	Überstreichen des Gegenverkehrs durch rechtsabbiegende Busse und LKW
	Oberstation des degenverkeins durch rechtsabblegende basse und Ekw
	Wendefahrten auf der übergeordneten Fahrtrichtung von rechts
. Gibt es w	Wendefahrten auf der übergeordneten Fahrtrichtung von rechts eitere Kriterien z.B. aus Ländervorschriften oder eigenen Erfahrungen, die in Ihrer Stadt vor
edeutung 	Wendefahrten auf der übergeordneten Fahrtrichtung von rechts eitere Kriterien z.B. aus Ländervorschriften oder eigenen Erfahrungen, die in Ihrer Stadt vor sind? n Vorfeld der Anordnung von Grünpfeilen eine Abstimmung mit Verbänden, Interessens- der anderen Institutionen?
edeutung 	Wendefahrten auf der übergeordneten Fahrtrichtung von rechts eitere Kriterien z.B. aus Ländervorschriften oder eigenen Erfahrungen, die in Ihrer Stadt vor sind? n Vorfeld der Anordnung von Grünpfeilen eine Abstimmung mit Verbänden, Interessens- der anderen Institutionen? Behindertenverbände Seniorenverbände
edeutung 	Wendefahrten auf der übergeordneten Fahrtrichtung von rechts eitere Kriterien z.B. aus Ländervorschriften oder eigenen Erfahrungen, die in Ihrer Stadt vor sind? n Vorfeld der Anordnung von Grünpfeilen eine Abstimmung mit Verbänden, Interessens- der anderen Institutionen? Behindertenverbände Seniorenverbände Fahrradverbände
edeutung 	Wendefahrten auf der übergeordneten Fahrtrichtung von rechts reitere Kriterien z.B. aus Ländervorschriften oder eigenen Erfahrungen, die in Ihrer Stadt vor sind? n Vorfeld der Anordnung von Grünpfeilen eine Abstimmung mit Verbänden, Interessens- der anderen Institutionen? Behindertenverbände Seniorenverbände Fahrradverbände Fußgängerverbände
edeutung 	Wendefahrten auf der übergeordneten Fahrtrichtung von rechts eitere Kriterien z.B. aus Ländervorschriften oder eigenen Erfahrungen, die in Ihrer Stadt vor sind? n Vorfeld der Anordnung von Grünpfeilen eine Abstimmung mit Verbänden, Interessens- der anderen Institutionen? Behindertenverbände Seniorenverbände Fahrradverbände

	: Unfallgeschehen an Knotenpunkten mit Grünpfeil regelmäßig ausgewertet?	
	ja	
	9.1 Welche Zeiträume werden betrachtet?	
	1-Jahreskarte aller Unfälle 3-Jahreskarte der Unfälle mit (schwerem) Personenschad andere:	den
	9.2 Durch wen wird die Auswertung durchgeführt?	
	Verkehrsbehörde	
	Polizei	
	Unfallkommission	
	andere:	
	9.3 Welche Festlegungen gibt es dafür, bei welchen Gegebenheiten der Grünpfe abgenommen wird?	
	nein	
10. Welche	der weiteren Kriterien werden an Knotenpunkten mit Grünpfeil regelmäßig geprüft?	
	Veränderung der Verkehrsführung Veränderung der Signalprogramme	
Grünpfeilre	Schulwegsicherung andere: von Ihrer Seite Öffentlichkeitsarbeit zum richtigen Verhalten an Knotenpunktzufahrten m gelung initiiert und wenn ja in welcher Form?	it
Grünpfeilre	andere: von Ihrer Seite Öffentlichkeitsarbeit zum richtigen Verhalten an Knotenpunktzufahrten m	it
Grünpfeilre	andere: von Ihrer Seite Öffentlichkeitsarbeit zum richtigen Verhalten an Knotenpunktzufahrten m gelung initiiert und wenn ja in welcher Form?	
Grünpfeilre	andere: von Ihrer Seite Öffentlichkeitsarbeit zum richtigen Verhalten an Knotenpunktzufahrten m gelung initiiert und wenn ja in welcher Form? Zusatzbeschilderung mit Verhaltenshinweisen zur Nutzung des Grünpfeils zur Anwendun	
Grünpfeilre	andere: von Ihrer Seite Öffentlichkeitsarbeit zum richtigen Verhalten an Knotenpunktzufahrten m gelung initiiert und wenn ja in welcher Form? Zusatzbeschilderung mit Verhaltenshinweisen zur Nutzung des Grünpfeils zur Anwendun ja	ng?
Grünpfeilre	andere: won Ihrer Seite Öffentlichkeitsarbeit zum richtigen Verhalten an Knotenpunktzufahrten m gelung initiiert und wenn ja in welcher Form? Zusatzbeschilderung mit Verhaltenshinweisen zur Nutzung des Grünpfeils zur Anwendun ja 11.1 Aus welchen Gründen kommt die Zusatzbeschilderung zum Einsatz?	ng?
Grünpfeilre	andere: won Ihrer Seite Öffentlichkeitsarbeit zum richtigen Verhalten an Knotenpunktzufahrten m gelung initiiert und wenn ja in welcher Form? Zusatzbeschilderung mit Verhaltenshinweisen zur Nutzung des Grünpfeils zur Anwendun ja 11.1 Aus welchen Gründen kommt die Zusatzbeschilderung zum Einsatz? Generelle Anwendung seit Einführung der ersten Grünpf	ng?
Grünpfeilre	andere: von Ihrer Seite Öffentlichkeitsarbeit zum richtigen Verhalten an Knotenpunktzufahrten m gelung initiiert und wenn ja in welcher Form? Zusatzbeschilderung mit Verhaltenshinweisen zur Nutzung des Grünpfeils zur Anwendun ja 11.1 Aus welchen Gründen kommt die Zusatzbeschilderung zum Einsatz? Generelle Anwendung seit Einführung der ersten Grünpf Auffälliges Unfallgeschehen	ng?
Grünpfeilre	andere: von Ihrer Seite Öffentlichkeitsarbeit zum richtigen Verhalten an Knotenpunktzufahrten m gelung initiiert und wenn ja in welcher Form? Zusatzbeschilderung mit Verhaltenshinweisen zur Nutzung des Grünpfeils zur Anwendun ja 11.1 Aus welchen Gründen kommt die Zusatzbeschilderung zum Einsatz? Generelle Anwendung seit Einführung der ersten Grünpf Auffälliges Unfallgeschehen Falsches Verhalten der Verkehrsteilnehmer	ug?
Grünpfeilre	andere: won Ihrer Seite Öffentlichkeitsarbeit zum richtigen Verhalten an Knotenpunktzufahrten m gelung initiiert und wenn ja in welcher Form? Zusatzbeschilderung mit Verhaltenshinweisen zur Nutzung des Grünpfeils zur Anwendun ja 11.1 Aus welchen Gründen kommt die Zusatzbeschilderung zum Einsatz? Generelle Anwendung seit Einführung der ersten Grünpf Auffälliges Unfallgeschehen Falsches Verhalten der Verkehrsteilnehmer andere:	ug?
Grünpfeilre	andere: von Ihrer Seite Öffentlichkeitsarbeit zum richtigen Verhalten an Knotenpunktzufahrten m gelung initiiert und wenn ja in welcher Form? Zusatzbeschilderung mit Verhaltenshinweisen zur Nutzung des Grünpfeils zur Anwendun ja 11.1 Aus welchen Gründen kommt die Zusatzbeschilderung zum Einsatz? Generelle Anwendung seit Einführung der ersten Grünpf Auffälliges Unfallgeschehen Falsches Verhalten der Verkehrsteilnehmer andere: 11.2 Wie wurden Sie auf falsches Verhalten der Verkehrsteilnehmer aufmerksan	ug?
Grünpfeilre	andere: von Ihrer Seite Öffentlichkeitsarbeit zum richtigen Verhalten an Knotenpunktzufahrten m gelung initiiert und wenn ja in welcher Form? Zusatzbeschilderung mit Verhaltenshinweisen zur Nutzung des Grünpfeils zur Anwendun ja 11.1 Aus welchen Gründen kommt die Zusatzbeschilderung zum Einsatz? Generelle Anwendung seit Einführung der ersten Grünpf Auffälliges Unfallgeschehen Falsches Verhalten der Verkehrsteilnehmer andere: 11.2 Wie wurden Sie auf falsches Verhalten der Verkehrsteilnehmer aufmerksan	ug?

	Teil 4 von 4 - Beurteilung der Grünpfeilregelung
13. Habe wenn ja,	n sich Ihre Erwartungen mit der Einführung und Verbreitung der Grünpfeilregelung erfüllt un welche?
14. Habe	n Sie weitere Hinweise, Anregungen oder Fragen, die für diese Untersuchung interessant sind?
14. Habe	n Sie weitere Hinweise, Anregungen oder Fragen, die für diese Untersuchung interessant sind?
14. Habe.	n Sie weitere Hinweise, Anregungen oder Fragen, die für diese Untersuchung interessant sind?
14. Habe	n Sie weitere Hinweise, Anregungen oder Fragen, die für diese Untersuchung interessant sind?

Anlage 4 Grünpfeil-Landkarte



Anlage 5 Ergebnis der telefonischen Befragung der Landkreise

Bundesland	Landkreis	Anwendung Grünpfeil außerorts	Bemerkung
Thüringen	Altenburger Land	nein	-
Bayern	Altötting	nein	-
Niedersachsen	Friesland	nein	- Anwendung Grünpfeil nur innerorts
Sachsen Anhalt	Altmarkkreis-Salzwedel	nein	-
Hessen	Odenwaldkreis	nein	- Anwendung Grünpfeil nur innerorts
Sachsen	Nordsachsen	nein	- Anwendung Grünpfeil nur innerorts
Baden Württemberg	Rottweil	nein	-
Mecklenburg Vorpommern	Nordwestmecklenburg	nein	-
Nordrhein Westfalen	Höxter	nein	-

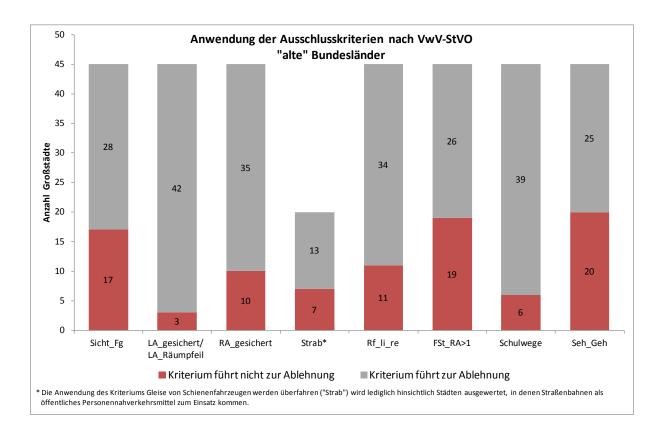
Anlage 6 Großstädte ohne Grünpfeil-Regelung

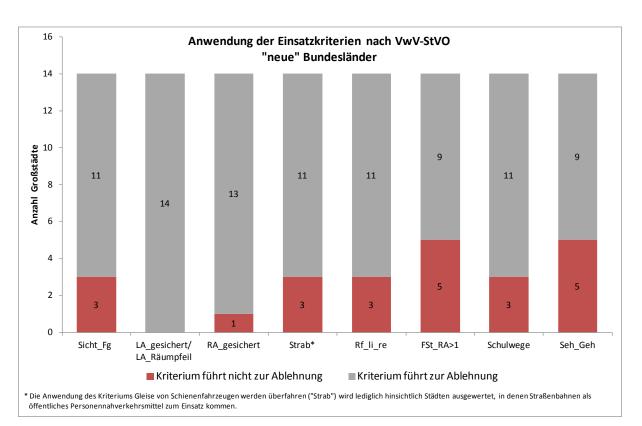
Großstadt	Grünpfeil kam zur Anwendung	Grünpfeil kam zur Anwendung bis	Gründe für die Ablehnung
Bielefeld	ja	1998	- Anhaltepflicht wurde nicht beachtet
Dortmund	nein	-	- Verkehrssicherheitsbedenken
Duisburg	nein	-	- durch Stadtratsbeschluss festgelegt
Freiburg	nein	-	- kein geeignetes Mittel zur Verbesserung der Verkehrsverhältnisse - Befürchtung negativer Auswirkungen auf aktuelle Bemühungen zur Förderung des Fußverkehrs; Verbesserung der Sicherheit des Radverkehrs; Regeleinhaltung im Straßenverkehr
Gelsenkirchen	nein	-	- aus Verkehrssicherheitsgründen (vgl. Ausschlusskriterien VwV-StVO 2009)
Krefeld	ja	1998	- Unfallgeschehen - seit mehr als 10 Jahren Bauausschussbeschluss gegen die Anordung des Grünpfeils
Mainz	nein	-	- Verkehrssicherheitsbedenken (querende Fußgänger und Radfahrer; Mißachtung der Anhaltepflicht; hohe Anfahrgeschwindigkeiten)
Moers	nein	-	- Verkehrssicherheitsbedenken - an potentiellen Lichtsignalanlagen werden Rechtsabbieger separat signalisiert
Mönchengladbach	nein	-	- Verkehrssicherheitsbedenken - Festlegung gegen die Anordnung des Z 720 im Jahr 1996
Mühlheim	ja	1997	- Beschwerden von Bürgern (kaum Lücken im Hauptstrom, auch bei ROT (Z 720) für die Hauptrichtung)
Neuss	nein	-	- Verkehrssicherheitsbedenken (querenden Fußgänger und Radfahrer) - an vielen Stellen im Stadtgebiet separate Signalisierung der Rechtsabbieger - wenig potentielle Einsatzorte
Oberhausen	ja	-	- aus Verkehrssicherheitsgründen (vgl. Ausschlusskriterien VwV-StVO 2009)
Saarbrücken	nein	-	- unbekanntes Verkehrszeichen für französische Verkehrsteilnehmer - wenig bekanntes Verkehrszeichen für deutsche Verkehrsteilnehmer - keine Genehmigung der obersten Straßenverkehrsbehörde
Siegen	nein	-	- Verkehrssicherheitsbedenken (querenden Fußgänger und Radfahrer) - an potentiellen Lichtsignalanlagen werden Rechtsabbieger separat signalisiert
Wiesbaden	ja	1995	- Unfallgeschehen (mit Beteiligung Fußgäner)
Witten	nein	-	- Einsatzkriterien nach RiLSA 1992 wurden an keiner der vorhandenen Anlagen erfüllt

Anlage 7 Anzahl der genannten Ausschlusskriterien nach VwV StVO

Anzahl genannte VwV-Kriterien	Anzahl Großstädte "alte" Bundesländer	Anzahl Großstädte "neue" Bundesländer	Anzahl Großstädte alle Bundesländer
8	9	5	14
7	8	2	10
6	4	4	8
5	10	0	10
4	7	2	9
3	5	1	6
2	0	0	0
1	2	0	2
0	0	0	0
Summe	45	14	59

Anlage 8 Anwendung der Ausschlusskriterien nach VwV-StVO differenziert nach "alten" und "neuen" Bundesländern

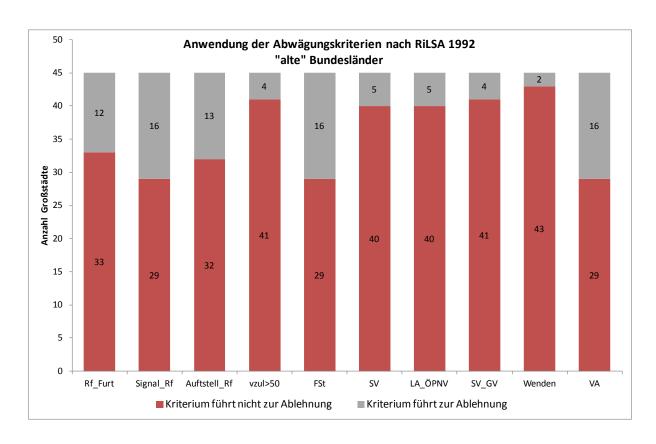


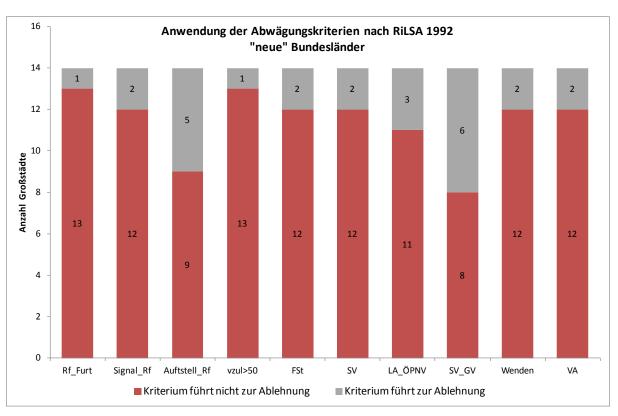


Anlage 9 Anzahl der genannten Abwägungskriterien nach [RıLSA 1992]

Anzahl genannte VwV-Kriterien	Anzahl Großstädte "alte" Bundesländer	Anzahl Großstädte "neue" Bundesländer	Anzahl Großstädte alle Bundesländer
10	0	0	0
9	0	0	0
8	0	1	1
7	1	0	1
6	1	1	2
5	4	0	4
4	5	0	5
3	5	1	6
2	8	3	11
1	9	3	12
0	12	5	17
Summe	45	14	59

Anlage 10 Anwendung der Abwägungskriterien nach [RILSA 1992] differenziert nach "alten" und "neuen" Bundesländern

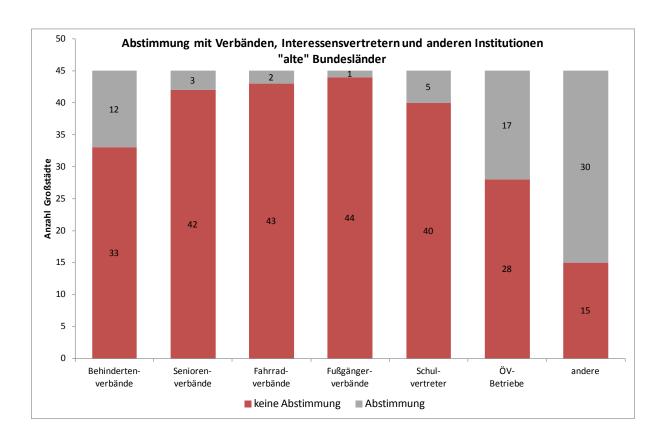


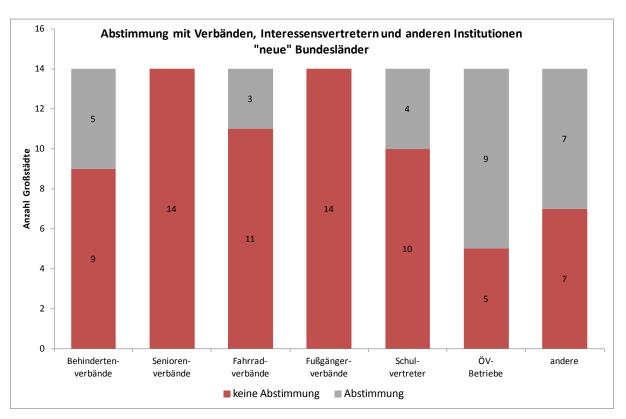


Anlage 11 Weitere Einsatzkriterien zur Grünpfeil-Regelung

Großstadt	Einsatzkriterien		
Aachen	- hohes Fußgänger- und Radfahreraufkommen		
Augsburg	- Nichtbeachten der StVO (Anhaltepflicht)		
Berlin	- LSA muss blindengerecht ausgestattet sein (Abstimmung mit Behindertenverbänden)		
Darmstadt	- Missachtung der Vorfahrtsregelung - mangelnde Kenntnis und Akzeptanz der Grünpfeilregelung - Einschränkung der Verkehrssicherheit (Fußgänger und Radfahrer)		
Dresden	- (Unfallgeschehen)		
Düsseldorf	- hoher Anteil an Rechtsabbiegern (gesonderte Signalisierung Rechtsabbieger)		
Erfurt	- wenn ungesicherte Linksabbieger in der Gegenrichtung auf Grund des Z 720 nicht rechtszeitig den Knoteninnenraum räumen können		
Hamburg	- Bussonderfahrstreifen mit/ohne eigene Signalisierung vom Abbiegevorgang betroffen - bei sog. "Rundum-Grün-Schaltungen" - unsignalisierter Nachlauf der Gegenrichtung		
Hannover	- Lärmbelästigung (durch "Anhupen")		
Kaiserslautern	- Ablaufschema zur Prüfung der Anordnung des Z 720		
Koblenz	- bei querenden Fußgängern und Radfahrer unabhängig von der Höhe des Aufkommens (grundsätzliche Festlegung Straßenbaulastträger und Verkehrsbehörde)		
Leipzig	 dreiachsiges Müllfahrzeug als Bemessungsfahrzeug zur Überprüfung des Überfahrens der Gleisanlagen zu prüfen Ausschluss bei Radverkehr in beide Richtungen gilt nur, wenn Radfahrer unmittelbar vor der Haltlinie des Rechtsabbiegers in beide Richtungen verkehren 		
München	- montierte Zusatzeinrichtung für Blinde (ZEB)		
Münster	- (Unfallgeschehen) - zulässige Höchstgeschwindigkeit		
Nürnberg	- aus einer Nebenstraße in eine Hauptverkehrsstraße (Verkehrssicherheitsbedenken) - an Unfallhäufungen - bei zu erwartenden Schleichwegverkehr - hohes Fußgänger- und Radfahreraufkommen - bei Veranstaltungsverkehr-Verkehrsleitsystem - bei Lärmbelästigung durch "Anhupen"		
Regensburg	- Mischfahrstreifen Geradeausrechts ("führt nur zu Ärgernissen")		
Rostock	- hohes Fußgängeraufkommen (z.B. im Bereich der Uni)		
Solingen	- Bushaltestellen im Einmündungsbereich - Bussondersignal		
Stuttgart	- keine ungewollten Verkehrsverlagerungen (z.B. durch Öffnung von Wohngebieten für Schleichverkehre durch Einsatz des Z 720)		
Wolfsburg	- Fahrzeugführer kommen ihren Sorgfaltspflichten nicht nach (dadurch insbesondere Gefährdung von Radfahrern)		
Würzburg	- der Bayerische Blinden- und Sehbehindertenbund e.V. (BBSB Bezirksgruppe Unterfranken- Würzburg) lehnt eine Ausweitung der Grünpfeil-Regelung massiv ab		
Wuppertal	- Einzelfallprüfung unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten		

Anlage 12 Abstimmung mit Verbänden, Interessensvertretern und anderen Institutionen differenziert nach "alten" und "neuen" Bundesländern





Anlage 13 Festlegungen und Grenzwerte für die Abnahme von Grünpfeilen

Großstadt	Festlegungen Abnahme Grünpfeil
Aachen	- Unfallsituation (keine Grenzwerte genannt)
	- Gefährdung Radverkehr oder Fußgänger (Verhalten) - Betrachtung Einzelfall
Bergisch Gladbach	- bei Meldungen (Sicherheitsdefizite, Nichtbeachten der Fußgänger)
Berlin	- Grenzwerte nach VwV-StVO zu § 37 Abs. 2 StVO, Nr. XI
Bochum	- Unfälle aufgrund Grünpfeil-Regelung (keine Grenzwerte genannt) - Gefährdungen (Verhalten)
Braunschweig	- vermehrt Unfällen durch Grünpfeil (keine Grenzwerte genannt)
Bremen	- 3 gleichartige Unfälle pro Jahr infolge Grünpfeil-Regelung
Cottbus	- Unfälle aufgrund Grünpfeil-Regelung (keine Grenzwerte genannt)
Darmstadt	- Unfälle aufgrund Grünpfeil-Regelung (keine Grenzwerte genannt) - Nichtbeachtung der Vorfahrtsregelung (Überprüfung durch Verkehrsbeobachtungen vor
	- Grenzwerte für Unfallhäufungsstellen (Grünpfeil Ursache) und keine anderen geeigneten
Dresden	Maßnahmen gefunden werden
Düsseldorf	- Unfälle aufgrund Grünpfeil-Regelung (keine Grenzwerte genannt), dann in gegenseitiger
	Abstimmung Entfernung - keine konkreten Festlegungen
Erfurt	- Veränderung der verkehrsrechtliche Zustände (VwV-StVO), durch verkehrstechnische,
	bauliche Maßnahmen
Essen	- Unfallhäufungsstelle (keine Grenzwerte genannt)
Frankfurt	- 3 Unfälle gleichen Typs
Fürth	- Einzelfallbeurteilung
Gera	- Unfallhäufungsstelle (keine Grenzwerte genannt)
Göttingen	- Einzelfallbeurteilung
Hagen	- Unfälle aufgrund Grünpfeil-Regelung (keine Grenzwerte genannt)
Halle	- Grenzwerte nach VwV-StVO zu § 37 Abs. 2 StVO, Nr. XI
	- regelmäßige Auswertung in den ersten Jahren (jeder Grünpfeil-Unfall wird gesondert
Hamburg	gemeldet und ausgewertet) - Grenzwerte nach VwV-StVO zu § 37 Abs. 2 StVO, Nr. XI
	- zwei oder mehr Unfälle der Kategorie 1-4; Unfallursachen Vorfahrtsverletzung oder
Hamm	unangepasste Geschwindigkeit
Heidelberg	- Unfälle aufgrund Grünpfeil-Regelung (keine Grenzwerte genannt)
Heilbronn	- Grenzwerte nach VwV-StVO zu § 37 Abs. 2 StVO, Nr. XI
Ingolstadt	- Grenzwerte nach VwV-StVO zu § 37 Abs. 2 StVO, Nr. XI

Großstadt	Festlegungen Abnahme Grünpfeil
Kaiserslautern	- zwei oder mehr Unfälle aufgrund Grünpfeil-Regelung und/oder Personenschaden
Koblenz	- Einzelfallbeurteilung (Unfallkommission)
Köln	- Grenzwerte nach VwV-StVO zu § 37 Abs. 2 StVO, Nr. XI
Leverkusen	- durch Beschluss der Unfallkommission (bisher kein Abbau)
Ludwigshafen	- Grenzwerte nach VwV-StVO zu § 37 Abs. 2 StVO, Nr. XI
Lübeck	- Einzelfallentscheidung (z.B. Gefährdung von Fußgängern/Radfahrern)
München	- 3 Unfälle pro Jahr aufgrund Grünpfeil-Regelung (bei stark frequentierten Kreuzungen kann von der Regelung abgesehen werden)
Münster	- Unfälle aufgrund Grünpfeil-Regelung (keine Grenzwerte genannt)
Nürnberg	- veränderte Einsatzbedingungen durch bauliche Veränderungen (z.B. Blindenausstattung, Schleppkurven)
Offenbach	- Unfallhäufungen aufgrund Grünpfeil-Regelung (keine Grenzwerte genannt) - häufige Beschwerden von Verkehrsteilnehmern (falsches Verhalten)
Oldenburg	- Anzahl der Unfälle (keine Grenzwerte genannt) - Art der Verletzungen
Pforzheim	- Einzelfallbeurteilung (Unfälle, Gefährdungen)
Potsdam	- Grenzwerte nach VwV-StVO zu § 37 Abs. 2 StVO, Nr. XI
Recklinghausen	- wiederkehrend gleichartige Unfälle (keine Grenzwerte genannt)
Regensburg	- Unfallhäufungsstelle (keine Grenzwerte genannt) - Gefährdungen (falsches Verhalten)
Remscheid	- Polizei gibt regelmäßig Unfälle aufgrund Grünpfeil-Regelung - wenn Unfallhäufungsstelle (keine Grenzwerte genannt), dann Maßnahmen
Reutlingen	- Unfallentwicklung (keine Grenzwerte genannt)
Rostock	- Unfallhäufungsstelle (keine Grenzwerte genannt)
Salzgitter	- vermehrt Unfälle aufgrund Grünpfeil-Regelung (keine Grenzwerte genannt)
Schwerin	- Grenzwerte nach VwV-StVO zu § 37 Abs. 2 StVO, Nr. XI
Solingen	- Widerrufsvorbehalt: Entfernung sobald Unfälle aufgrund oder begünstigt durch Grünpfeil- Regelung
Stuttgart	- Grenzwerte nach VwV-StVO zu § 37 Abs. 2 StVO, Nr. XI
Wuppertal	- häufiges und auffälliges Fehlverhalten
Zwickau	- wenn Unfälle aufgrund Grünpfeil-Regelung, zunächst probeweise Abdeckung des Grünpfeils für ein halbes Jahr,

Anlage 14 Formen der Öffentlichkeitsarbeit

Großstadt	Art der Öffentlichkeitsarbeit
Aachen	Presseinformation, Plakate, Information an betr. Knoten
Augsburg	Presseinformation, Infoblätter
Bergisch Gladbach	Presseinformation, Transparente
Berlin	Presseinformation (West-Berlin)
Bielefeld	Presseinformation
Bochum	Presseinformation
Bonn	Presseinformation
Bremen	Infoblätter, Verbände (Deutsches Kraftfahrzeuggewerbe, Zentralverband Handelkammer Bremen)
Chemnitz	Presseinformation
Darmstadt	Presseinformation
Dresden	Presseinformation
Düsseldorf	Presseinformation, Internet
Frankfurt	Presseinformation
Hagen	Presseinformation
Halle	Presseinformation
Hamburg	Informationskampagne, Information an betr. Knoten, Zusatzbeschilderung, Internet
Hamm	Informationskampagne
Hannover	Presseinformation, Informationsvorlagen an die Politik
Heidelberg	Presseinformation
Heilbronn	Presseinformation, Informationskampagne, Verbände u.ä. (Heilbronner Kaufleute, Hotel- und Gaststättenverband, Autohäuser, Volkshochschule, Kreisverkehrswacht, Polizei)
Ingolstadt	Presseinformation, Information an betr. Knoten
Kaiserslautern	Presseinformation

Großstadt	Art der Öffentlichkeitsarbeit
Kiel	Presseinformation
Köln	Informationskampagnen, Informationsblätter, Information an betr. Knot
Leverkusen	Internet
Ludwigshafen	Presseinformation
Lübeck	Presseinformation
München	Informationsblätter, Plakate
Münster	Presseinformation
Nürnberg	Presseinformation, Information an betr. Knoten, Internet
Offenbach	Presseinformation
Oldenburg	Presseinformation, Information an betr. Knoten
Pforzheim	Presseinformation, Informationsblätter, Plakate
Recklinghausen	Presseinformation
Regensburg	Presseinformation
Reutlingen	Presseinformation, Zusatzbeschilderung
Salzgitter	Presseinformation
Solingen	Information an betr. Knoten
Stuttgart	Informationskampagne, Informationsblätter
Ulm	Informationsblätter
Wolfsburg	Presseinformation
Wuppertal	Informationskampagne (Presseinformation, Plakate)
Zwickau	Presseinformation

Anlage 15 Übersicht erhobener Knotenpunkteigenschaften

Element	Eigenschaft	Kurzbezeichnung Eigenschaft	Ausprägung	Codierung	Einheit
	Laufende Nummer des Knotenpunktes	lfd. Nr	-	-	-
	Name des Knotenpunktes	Name	-	-	-
nkt	K		Einmündung	1	-
Knotenpunkt	Knotenpunktform	Knoten_Form	Kreuzung	2	-
Knc	Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke der Hauptrichtung	DTV_HR	-	-	Kfz/24h
	Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke der Nebenrichtung	DTV_NR	-	-	Kfz/24h
	Grünpfeile am Knotenpunkt	Grünpfeil_Gesamt	-	-	Anzahl
	Fahrstreifen in der Zufahrt 1 bis 4	FSt_Zuf_1-4	-	-	Anzahl
	Linksabbiegefahrstreifen in der Zufahrt 1 bis 4	FSt_LA_Zuf_1-4	-	-	Anzahl
	Geradeauslinksabbiegefahrstreifen in der Zufahrt 1 bis 4	FSt_GLA_Zuf_1-4	-	-	Anzahl
	Geradeausfahrstreifen in der Zufahrt 1 bis 4	FSt_G_Zuf_1-4	-	-	Anzahl
	Geradeausrechtsabbiegefahrstreifen in der Zufahrt 1 bis 4	FSt_GRA_Zuf_1-4	-	-	Anzahl
	Rechtsabbiegefahrstreifen in der Zufahrt 1 bis 4	FSt_RA_Zuf_1-4	-	-	Anzahl
	Mischfahrstreifen in der Zufahrt 1 bis 4	FSt_Misch_Zuf_1-4	-	-	Anzahl
	Cignalta shaissha Führung day Liaksahhi agayin day 7ufahrt 1 kis 4	LA_Zuf_1-4	bedingt verträglich	0	-
4	Signaltechnische Führung der Linksabbieger in der Zufahrt 1 bis 4	LA_ZUI_1-4	gesicherte Führung	1	-
Zufahrt 1-4			keine (Verbot)	0	-
Zu			bedingt verträglich	1	
	Cinnella abriada Filhana a da Dasharabbi ana in da 7. fabra 4 bi 4	DA 7.15 1 4	Dreiecksinsel ohne LSA	2	-
	Signaltechnische Führung der Rechtsabbieger in der Zufahrt 1 bis 4	RA_Zuf_1-4	Dreiecksinsel mit LSA	3	-
			2-feldig	4	-
			gesichert	5	-
	Abbiggoverbote in de-7-febri 4 big 4	Abby 7f 1.4	keine	0	-
	Abbiegeverbote in der Zufahrt 1 bis 4	AbbV_Zuf_1-4	ja	1	
	Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke der Zufahrten 1-4	DTV_Zuf_1-4	-	-	Kfz/24h
	Grünpfeile in der Zufahrt 1-4	Grünpfeil_Zuf_1-4	-	-	Anzahl

Anlage 16 Anzahl der Kreuzungen und Einmündungen, Unfälle sowie Verunglückten in den Untersuchungs- und Vergleichskollektiven differenziert nach den Untersuchungsstädten

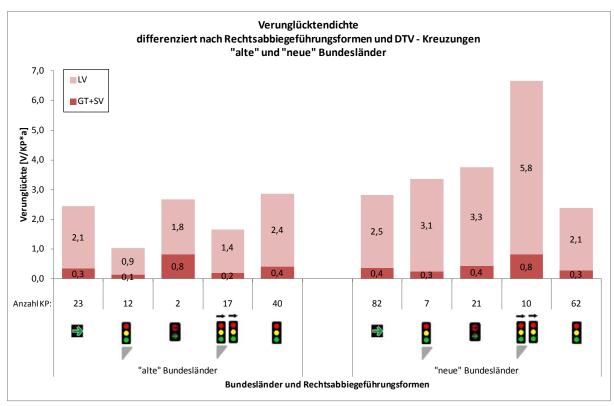
		Rechtsabbiegeführungsform - Kreuzungen									
		Grünpfeil	Dreiecksinsel ohne LSA	KR-Signal	Dreiecksinsel mit LSA	Gesicherte Führung	Rechtsab- biegeverbot	bedingt ver- trägliche Führung	Gesamt		
Großstadt						Ē	4				
	Kreuzungen	14	5	15	3	5	0	55	97		
	U(P) 3-JK	113	34	221	36	78	0	383	865		
Berlin	U(LS) 1-JK	100	27	241	27	79	0	346	820		
,	U(SS) 1-JK	7	0	8	1	4	0	23	43		
,	V 3-JK	140	40	281	44	110	0	479	1.094		
	Kreuzungen	68	2	6	0	2	8	7	93		
	U(P) 3-JK	403	36	29	0	15	55	30	568		
Dresden	U(LS) 3-JK	1.435	144	148	0	54	152	80	2.013		
,	U(SS) 3-JK	129	5	12	0	3	6	21	176		
,	V 3-JK	486	41	40	0	19	64	43	693		
	Kreuzungen	18	8	2	0	2	1	15	46		
•	U(P) 3-JK	98	25	12	0	14	2	126	277		
Köln	U(LS) 3-JK	264	143	43	0	62	18	422	952		
	U(SS) 3-JK	34	6	4	0	0	0	22	66		
	V 3-JK	155	31	16	0	21	2	162	387		
	Kreuzungen	0	3	0	5	3	0	16	27		
•	U(P) 3-JK	0	4	0	22	7	0	64	97		
Mannheim	U(LS) 1-JK	0	2	0	7	3	0	20	32		
	U(SS) 1-JK	0	2	0	2	1	0	8	13		
,	V 3-JK	0	6	0	35	7	0	92	140		
	Kreuzungen	5	1	0	2	5	3	9	25		
	U(P) 3-JK	14	6	0	9	4	6	48	87		
Stuttgart	U(LS) 1-JK	6	1	0	0	3	3	19	32		
,	U(SS) 1-JK	3	1	0	1	3	1	7	16		
,	V 3-JK	18	6	0	15	5	8	69	121		

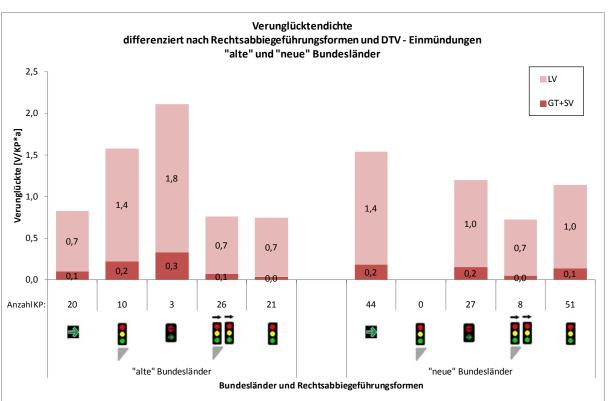
		Rechtsabbiegeführungsform - Einmündungen								
Gro	Großstadt		Dreiecksinsel ohne LSA	KR-Signal	Dreiecksinsel mit LSA	Gesicherte Führung	Rechtsab- biegeverbot	bedingt ver- trägliche Führung	Gesamt	
				S			(1)	Ē		
	Einmündungen	18	0	25	0	5	1	43	92	
	U(P) 3-JK	63	0	98	0	7	2	152	322	
Berlin	U(LS) 1-JK	73	0	122	0	35	3	174	407	
	U(SS) 1-JK	1	0	4	0	1	0	3	9	
	V 3-JK	75	0	113	0	8	10	174	380	
	Einmündungen	26	0	2	0	3	3	8	42	
	U(P) 3-JK	97	0	2	0	17	8	27	151	
Dresden	U(LS) 3-JK	330	0	7	0	62	19	82	500	
	U(SS) 3-JK	31	0	1	0	4	0	6	42	
	V 3-JK	116	0	2	0	20	8	33	179	
	Einmündungen	14	2	3	0	0	1	2	22	
	U(P) 3-JK	32	11	18	0	0	1	4	66	
Köln	U(LS) 3-JK	122	47	75	0	0	7	32	283	
	U(SS) 3-JK	8	2	4	0	0	0	1	15	
	V 3-JK	40	12	19	0	0	1	5	77	
	Einmündungen	3	7	0	2	13	2	9	36	
	U(P) 3-JK	2	8	0	8	24	12	13	67	
Mannheim	U(LS) 1-JK	1	3	0	3	10	1	6	24	
	U(SS) 1-JK	0	1	0	3	3	0	2	9	
	V 3-JK	2	13	0	10	29	16	16	86	
	Einmündungen	3	1	0	5	6	0	10	25	
	U(P) 3-JK	1	2	0	7	6	0	18	34	
Stuttgart	U(LS) 1-JK	1	1	0	2	2	0	12	18	
	U(SS) 1-JK	0	0	0	0	4	0	3	7	
	V 3-JK	1	3	0	9	8	0	21	42	

Anlage 17 Symbole Rechtsabbiegeführungsformen

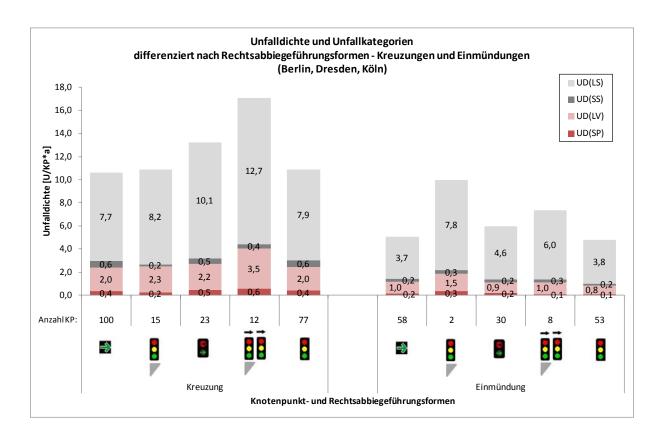
Symbol	Rechtsabbiegeführungsform
	Grünpfeil
	Dreiecksinsel ohne LSA
⇔	KR-Signal (zweifeldiges Rechtsabbiegesignal)
	Dreiecksinsel mit LSA
	gesicherte Führung
	bedingt verträgliche Führung

Anlage 18 Verunglücktendichte von Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen der "alten" und "neuen" Bundesländer im Vergleich

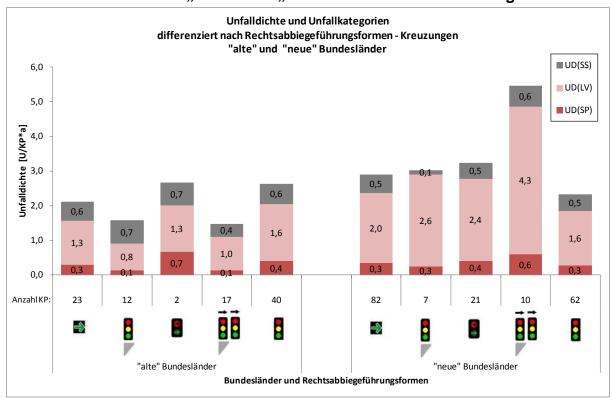


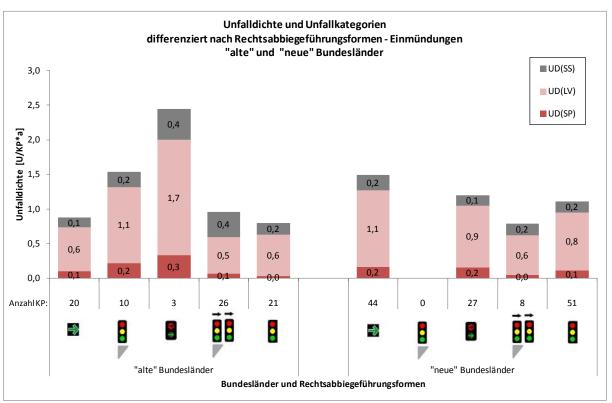


Anlage 19 Unfalldichte aller Unfallkategorien (Berlin, Dresden, Köln) von Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen der Unfälle

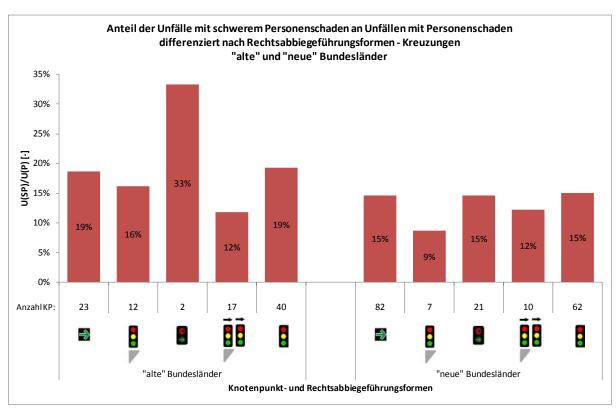


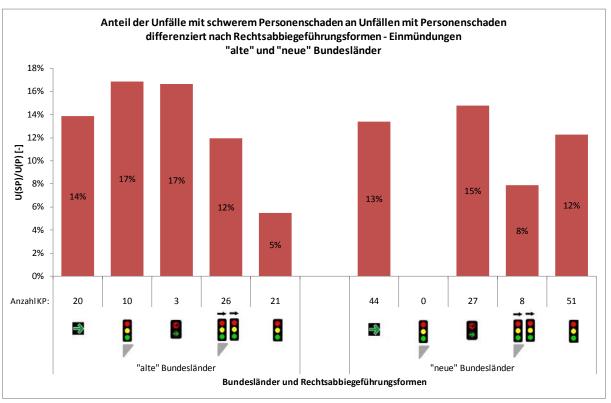
Anlage 20 Unfalldichte und Unfallkategorien von Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen der "alten" und "neuen" Bundesländer im Vergleich





Anlage 21 Anteil der Unfälle mit schwerem Personenschaden an Unfällen mit Personenschaden von Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen der "alten" und "neuen" Bundesländer im Vergleich

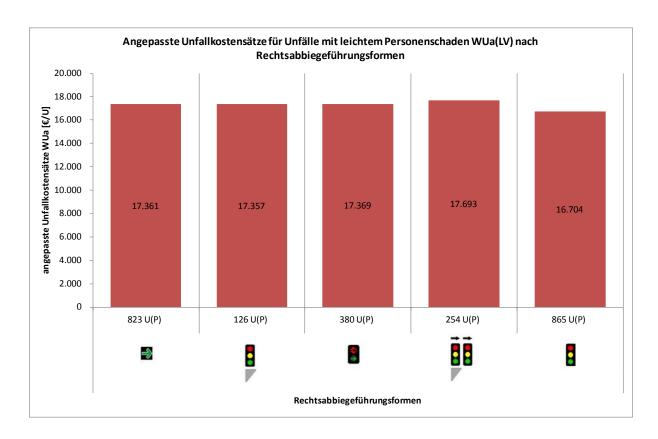




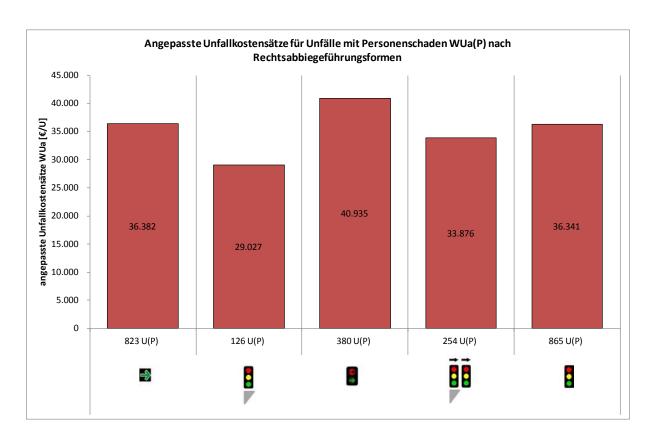
Anlage 22 Anzahl der Knotenpunkte in den Untersuchungs- und Vergleichskollektiven nach Rechtsabbiegeführungsformen und DTV-Klassen der Hauptrichtung

		Anz	zahl Knotenpunkte	mit unterschie	dlichen Rechtsab	biegeführungsfor	men
Großstadt	DTV-Klasse [Kfz/24h]	Grünpfeil	Dreiecksinsel ohne LSA	KR-Signal	gesicherte Führung	bedingt verträglich	Gesamt
	≤15000	5	2	5	0	15	27
Berlin	15001-25000	8	1	12	6	27	54
beriin	>25000	19	2	23	7	56	107
	Gesamt	32	5	40	13	98	188
	≤15000	34	0	3	0	6	43
Dusadau	15001-25000	37	2	4	2	7	52
Dresden	>25000	23	0	1	3	2	29
	Gesamt	94	2	8	5	15	124
	≤15000	39	2	8	0	21	70
Gesamt	15001-25000	45	3	16	8	34	106
"neue" Bundesländer	>25000	42	2	24	10	58	136
	Gesamt	126	7	48	18	113	312
	≤15000	19	5	2	2	10	38
17.11	15001-25000	11	4	2	0	1	18
Köln	>25000	2	1	1	0	6	10
	Gesamt	32	10	5	2	17	66
	≤15000	3	5	0	4	18	30
	15001-25000	0	4	0	8	4	16
Mannheim	>25000	0	1	0	11	3	15
	Gesamt	3	10	0	23	25	61
	≤15000	6	1	0	5	5	17
Stuttgart	15001-25000	2	1	0	11	6	20
	>25000	0	0	0	2	8	10
	Gesamt	8	2	0	18	19	47
Gesamt "alte" Bundesländer	≤15000	28	11	2	11	33	85
	15001-25000	13	9	2	19	11	54
	>25000	2	2	1	13	17	35
	Gesamt	43	22	5	43	61	174

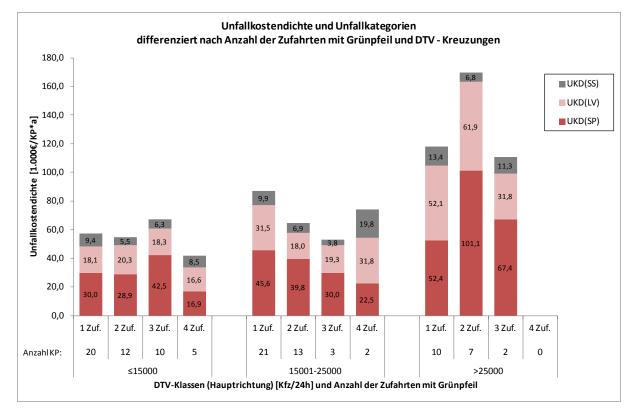
Anlage 23 Angepasste Unfallkostensätze für Unfälle mit leichtem Personenschaden WUa(LV) nach Rechtsabbiegeführungsformen

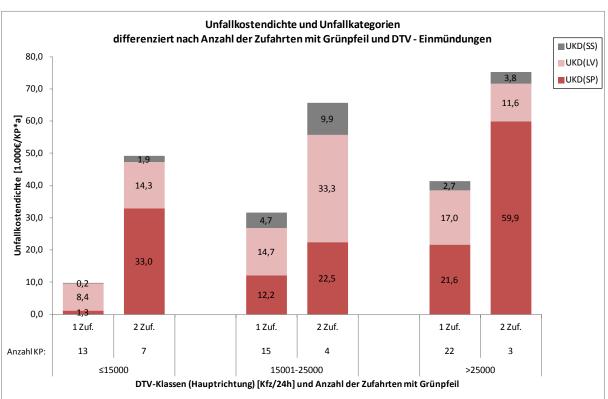


Anlage 24 Angepasste Unfallkostensätze für Unfälle mit Personenschaden WUa(P) nach Rechtsabbiegeführungsformen

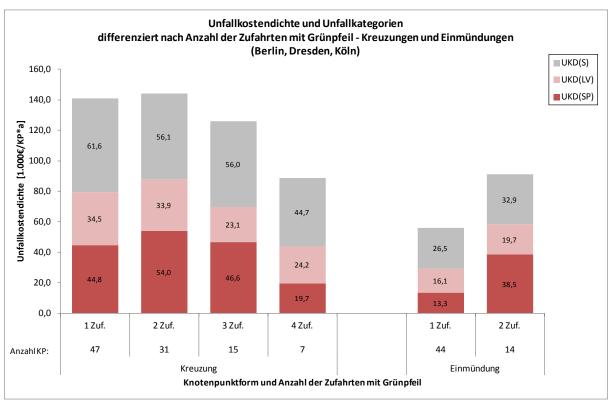


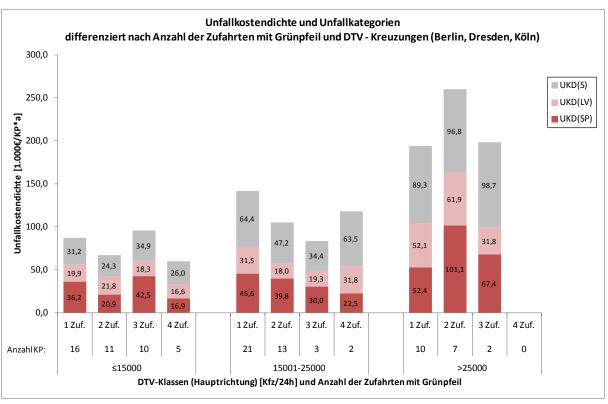
Anlage 25 Unfallkostendichte und Unfallkategorien von Kreuzungen (oben) und Einmündungen (unten) mit unterschiedlicher Anzahl an Grünpfeilen differenziert nach DTV-Klassen der Hauptrichtung

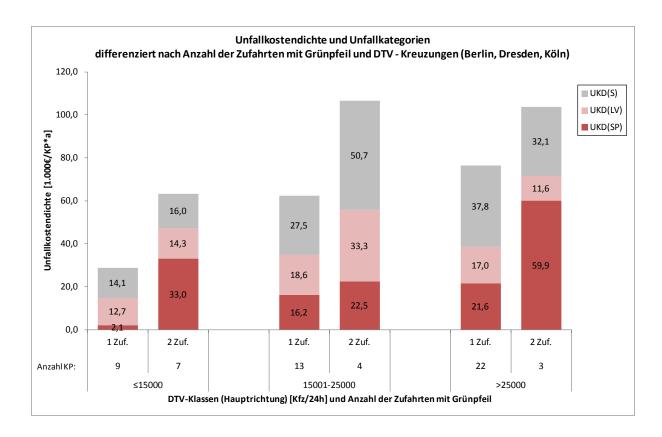




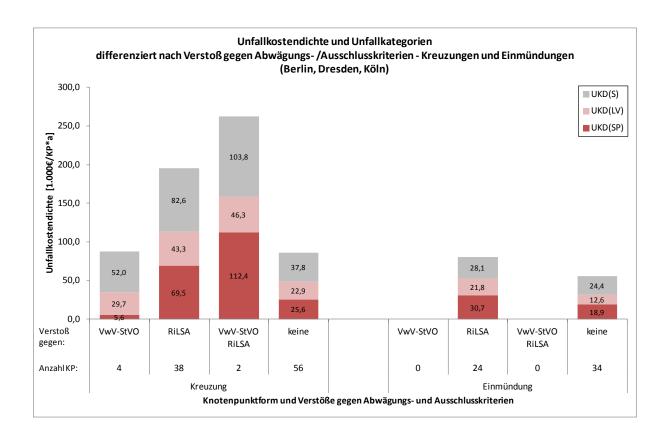
Anlage 26 Unfallkostendichte aller Unfallkategorien (Berlin, Dresden, Köln) von Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlicher Anzahl an Grünpfeilen der Unfälle



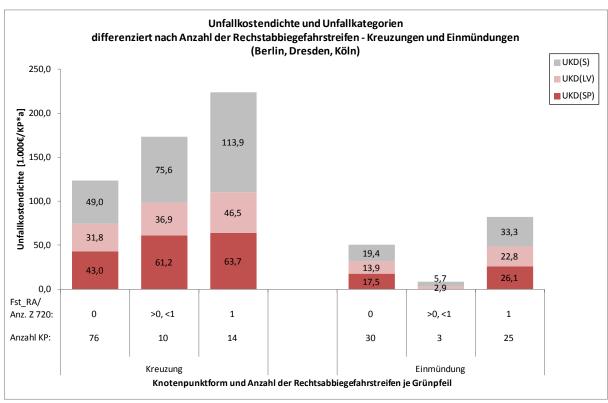


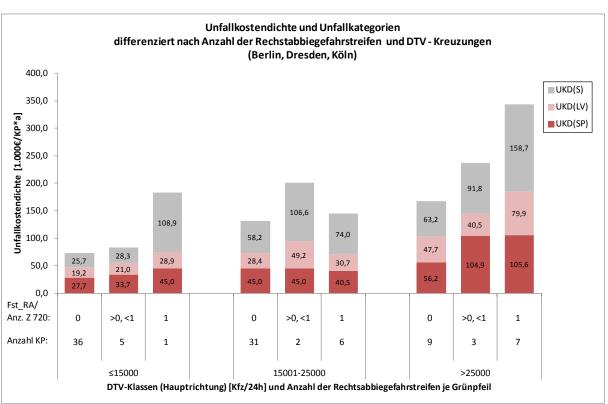


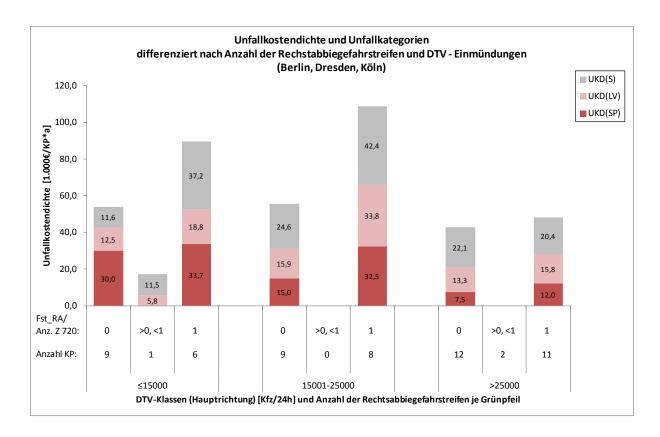
Anlage 27 Unfallkostendichte der Unfälle aller Unfallkategorien (Berlin, Dresden, Köln) von Kreuzungen und Einmündungen mit Grünpfeil und Verstößen gegen Ausschluss- und Abwägungskriterien



Anlage 28 Unfallkostendichte der Unfälle aller Unfallkategorien (Berlin, Dresden, Köln) von Kreuzungen und Einmündungen mit Grünpfeil und Anzahl der Rechtsabbiegefahrstreifen







Anlage 29 Definition der Unfalltypen [FGSV 2003]

Kurzbeschreibung der 7 Unfalltypen

Unfall- Farbe Erläuterung typ

1



Fahrunfall (F)

grün

Der Unfall wurde ausgelöst durch den Verlust der Kontrolle über das Fahrzeug (wegen nicht angepasster Geschwindigkeit oder falscher Einschätzung des Straßenverlaufs, des Straßenzustandes o.Ä.), ohne dass andere Verkehrsteilnehmer dazu beigetragen haben. Infolge unkontrollierter Fahrzeugbewegungen kann es dann aber zum Zusammenstoß mit anderen Verkehrsteilnehmern gekommen sein.

2



Abbiege-Unfall (AB)

gelb

Der Unfall wurde ausgelöst durch einen Konflikt zwischen einem Abbieger und einem aus gleicher oder entgegengesetzter Richtung kommenden Verkehrsteilnehmer (auch Fußgänger!) an Kreuzungen, Einmündungen, Grundstücks- oder Parkplatzzufahrten.

3



Einbiegen/Kreuzen-Unfall (EK)

Der Unfall wurde ausgelöst durch einen Konflikt zwischen einem einbiegenden oder kreuzenden Wartepflichtigen und einem vorfahrtberechtigten Fahrzeug an Kreuzungen, Einmündungen oder Ausfahrten von Grundstücken und Parkplätzen.



Überschreiten-Unfall (ÜS)

Der Unfall wurde ausgelöst durch einen Konflikt zwischen einem Fahrzeug und einem Fußgänger auf der Fahrbahn, sofern dieser nicht in Längsrichtung ging und sofern das Fahrzeug nicht abgebogen ist. Dies gilt auch, wenn der Fußgänger nicht angefahren wurde.

5



Unfall durch ruhenden Verkehr (RV)

Der Unfall wurde ausgelöst durch einen Konflikt zwischen einem Fahrzeug des fließenden Verkehrs und einem Fahrzeug, das parkt/hält bzw. Fahrmanöver im Zusammenhang mit dem Parken/ Halten durchführte.

6



(rosa)

Unfall im Längsverkehr (LV)

Der Unfall wurde ausgelöst durch einen Konflikt zwischen Verkehrsteilnehmern, die sich in gleicher oder entgegengesetzter Richtung bewegten, sofern dieser Konflikt nicht einem anderen Unfalltyp entspricht.

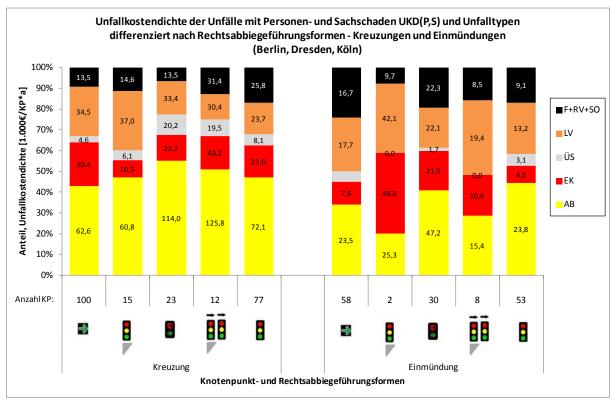
7

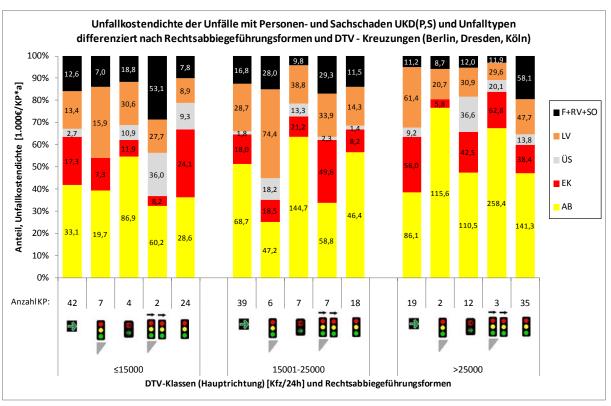


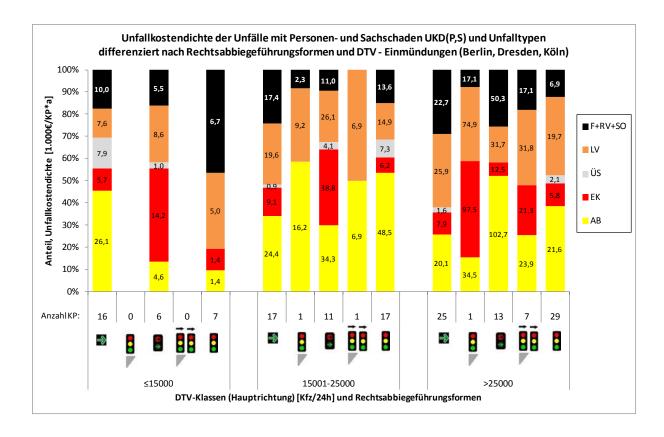
Sonstiger Unfall (SO)

Unfall, der sich nicht den Typen 1 - 6 zuordnen lässt. Beispiele: Wenden, Rückwärtsfahren, Parker untereinander, Hindernis oder Tier auf der Fahrbahn, plötzlicher Fahrzeugschaden (Bremsversagen, Reifenschäden o.Ä.)

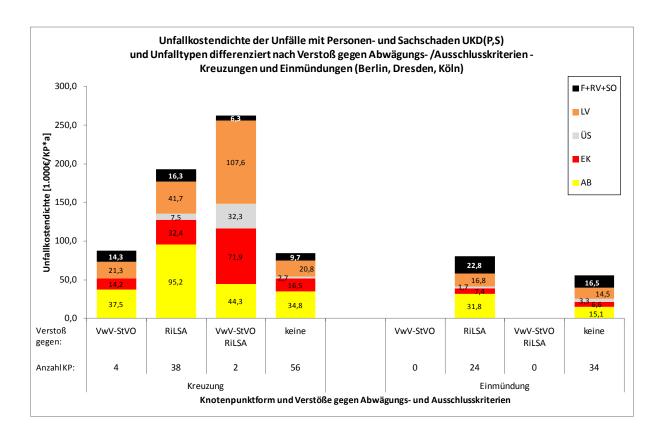
Anlage 30 Unfallkostendichte der Unfälle aller Unfallkategorien (Berlin, Dresden, Köln) und Unfalltypen von Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen



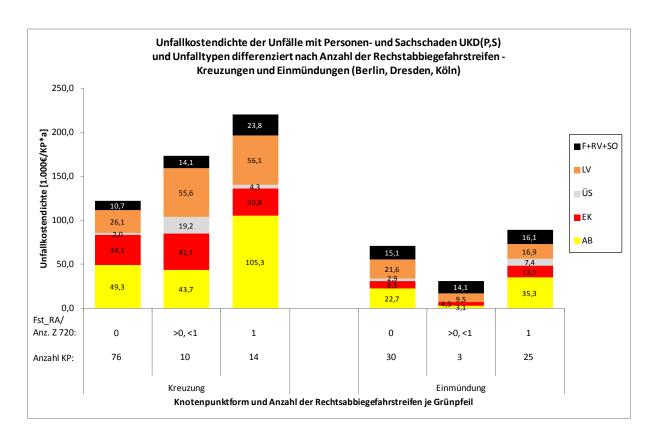




Anlage 31 Unfallkostendichte der Unfälle aller Unfallkategorien (Berlin, Dresden, Köln) und Unfalltypen von Kreuzungen und Einmündungen mit Grünpfeil und Verstößen gegen Ausschlussund Abwägungskriterien



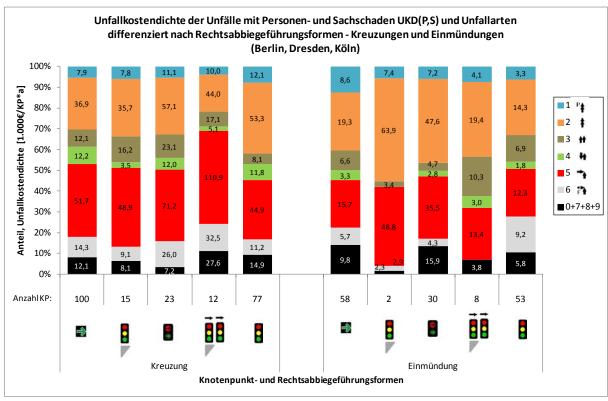
Anlage 32 Unfallkostendichte der Unfälle aller Unfallkategorien (Berlin, Unfalltypen Dresden, Köln) und von Kreuzungen und Einmündungen Grünpfeil der mit und **Anzahl** Rechtsabbiegefahrstreifen

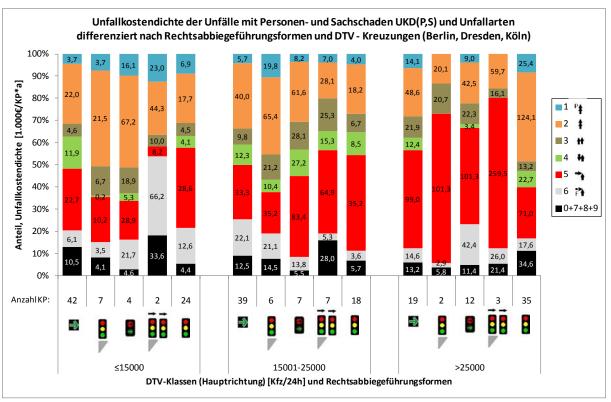


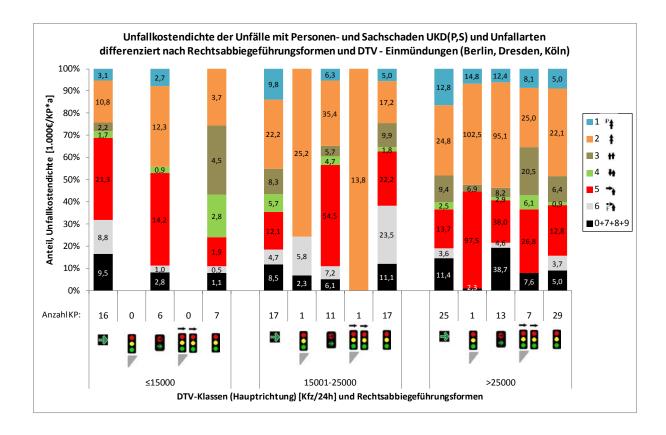
Anlage 33 Definition der Unfallarten

Unfallart	Symbol	Beschreibung
0	-	Unfall anderer Art
1	P	Zusammenstoß mit anfahrendem/anhaltendem/ruhendem Fahrzeug
2	ŧ	Zusammenstoß mit vorausfahrendem/wartendem Fahrzeug
3	tt	Zusammenstoß mit seitlich in gleicher Richtung fahrendem Fahrzeug
4	₽ţ	Zusammenstoß mit entgegenkommenden Fahrzeug
5	→ †	Zusammenstoß mit einbiegendem/kreuzendem Fahrzeug
6	F ***}	Zusammenstoß zwischen Fahrzeug und Fußgänger
7	-	Aufprall auf Fahrbahnhindernis
8	-	Abkommen von der Fahrbahn nach rechts
9	-	Abkommen von der Fahrbahn nach links

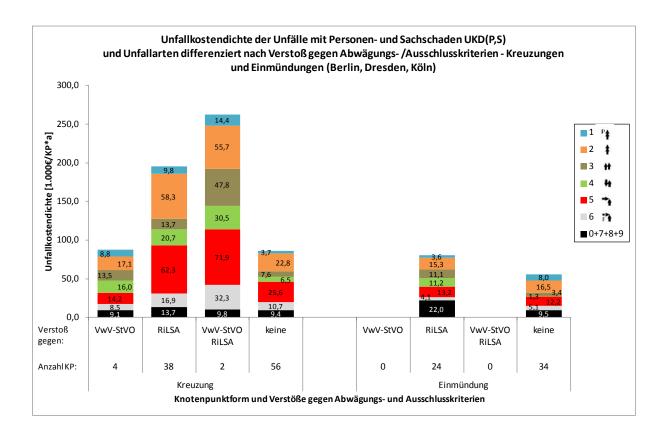
Anlage 34 Unfallkostendichte der Unfälle aller Unfallkategorien (Berlin, Dresden, Köln) und Unfallarten von Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen



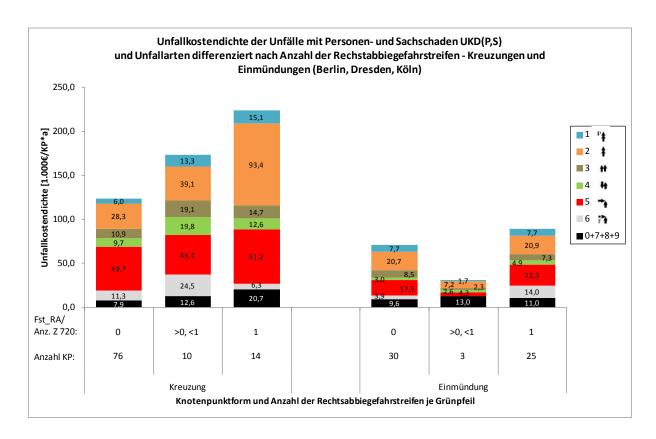




Anlage 35 Unfallkostendichte der Unfälle aller Unfallkategorien (Berlin, Dresden, Köln) und Unfallarten von Kreuzungen und Einmündungen mit Grünpfeil und Verstößen gegen Ausschlussund Abwägungskriterien



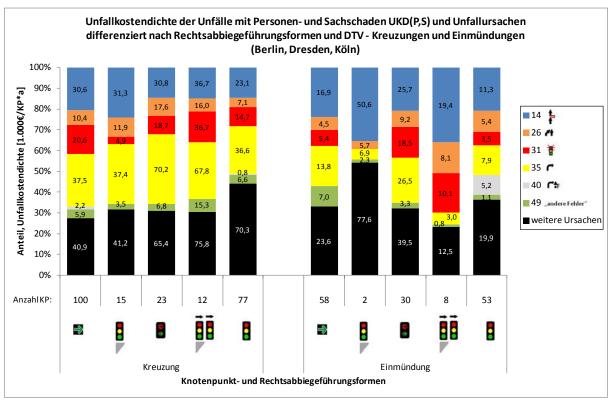
Unfallkostendichte der Unfälle aller Unfallkategorien (Berlin, Anlage 36 Dresden, Köln) Unfallarten und von Kreuzungen und Einmündungen Grünpfeil der mit und **Anzahl** Rechtsabbiegefahrstreifen

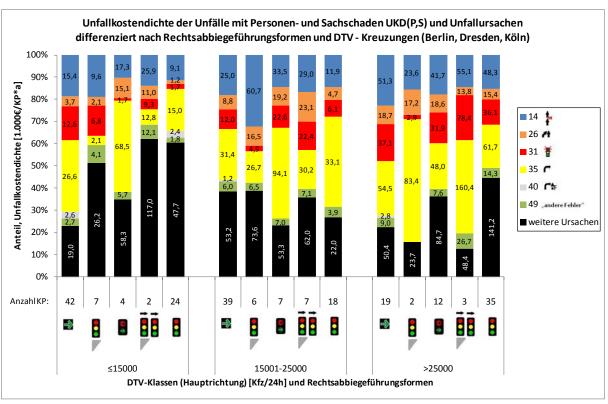


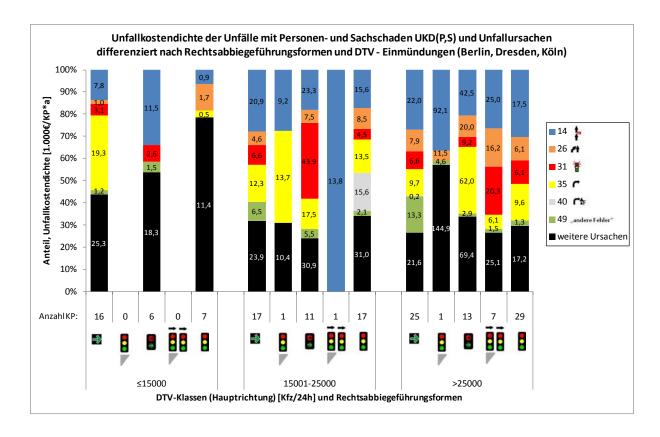
Anlage 37 Definition der relevanten Unfallursachen

Unfalursache	Symbol	Beschreibung	Kurzbeschreibung
14	+	Ungenügender Sicherheitsabstand (Sonstige Ursachen, die zu einem Verkehrsunfall führen, sind den zutreffenden Positionen, wie Geschwindigkeit, Übermüdung usw. zuzuordnen)	Sicherheitsabstand
26	<i>7</i> 4	Fehlerhaftes Wechseln des Fahrstreifens beim Nebeneinanderfahren oder Nichtbeachten des Reißverschluß- verfahrens (§ 7) (Überholen ohne Beachtung des nachfolgenden Verkehrs und/oder ohne rechtzeitige und deutliche Ankündigung des Ausscherens, Nichtbeachten des nachfolgenden Verkehrs beim Vorbeifahren an haltenden Fahrzeugen, Absperrungen oder Hindernissen und/oder ohne rechtzeitige und deutliche Ankündigung des Ausscherens)	Fahrstreifenwechsel
31		Nichtbeachten der Verkehrsregelung durch Polizeibeamte oder Lichtzeichen (ausgenommen Fußgängerfurten)	Fahren bei ROT
35	۲	Fehler beim Abbiegen (§ 9) (Nichtbeachten des Vorranges von Schienenfahrzeugen an Bahnübergängen, Falsches Verhalten gegenüber Fußgängern beim Abbiegen)	Abbiegen
40	C#	Falsches Verhalten gegenüber Fußgängem beim Abbiegen	Abbiegen Fußgänger
49	-	Andere Fehler beim Fahrzeugführer	Andere Fehler

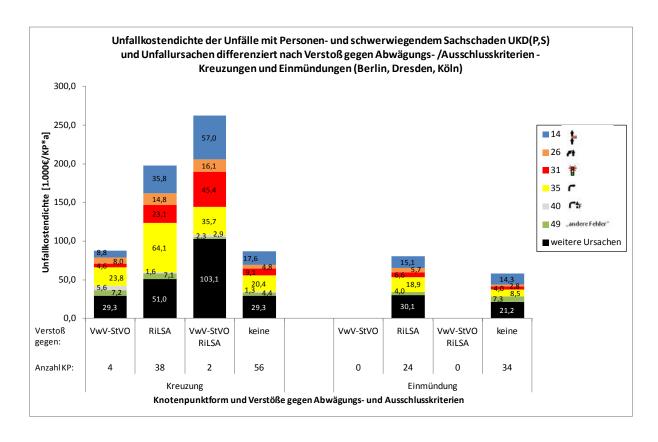
Anlage 38 Unfallkostendichte der Unfälle aller Unfallkategorien (Berlin, Dresden, Köln) und Unfallursachen von Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen



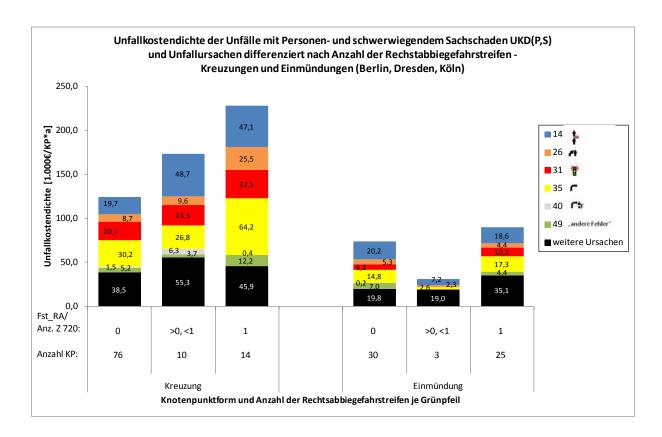




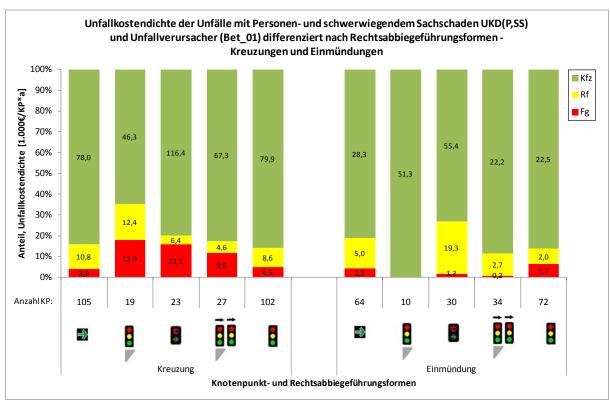
Anlage 39 Unfallkostendichte der Unfälle aller Unfallkategorien (Berlin, Dresden, Köln) und Unfallursachen von Kreuzungen und Einmündungen mit Grünpfeil und Verstößen gegen Ausschlussund Abwägungskriterien

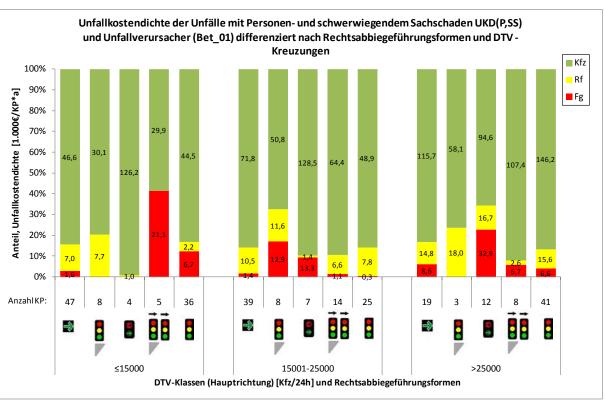


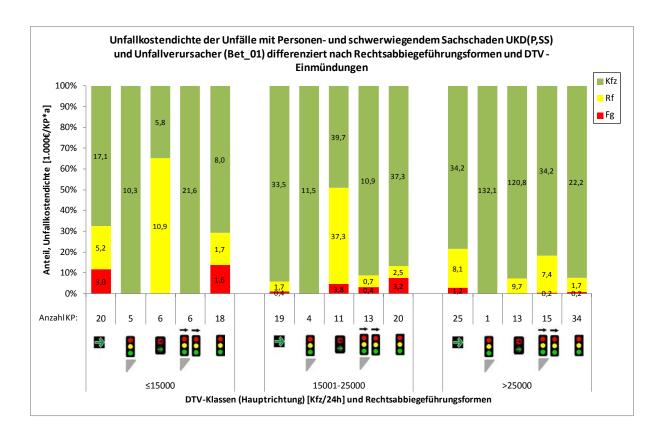
Unfallkostendichte der Unfälle aller Unfallkategorien (Berlin, Anlage 40 Unfallursachen Dresden, Köln) und von Kreuzungen und Einmündungen Grünpfeil der mit und **Anzahl** Rechtsabbiegefahrstreifen



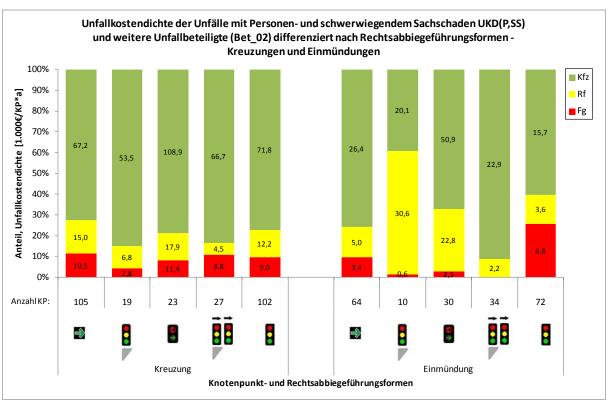
Anlage 41 Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden und Unfallverursacher (Bet_01) von Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen

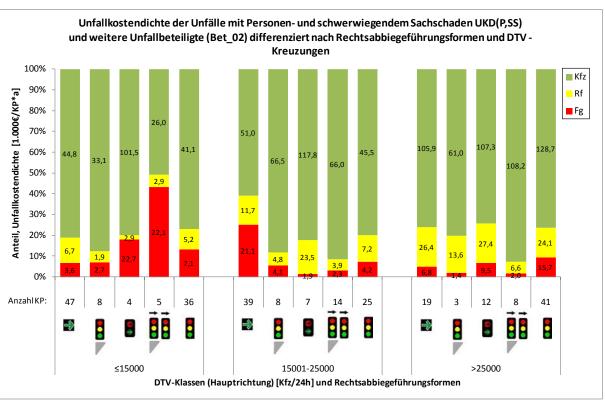


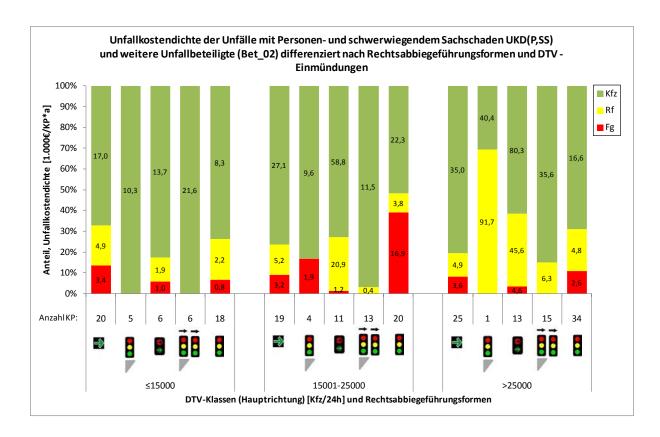




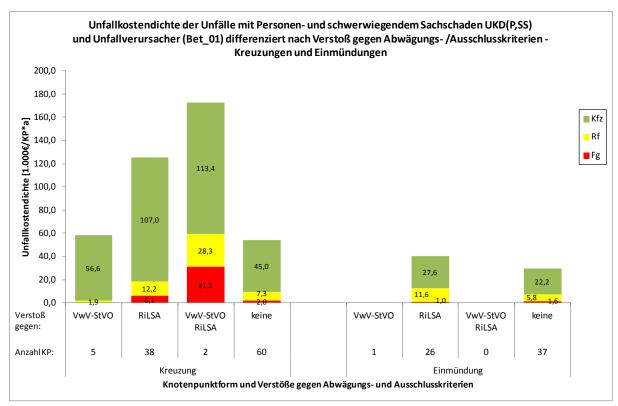
Unfälle Anlage 42 Unfallkostendichte der mit Personenund schwerwiegendem Sachschaden und weitere Unfallbeteiligte Einmündungen (Bet_02) Kreuzungen mit von und unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen

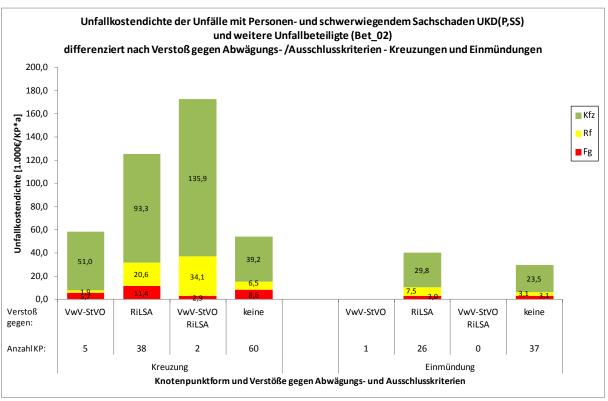




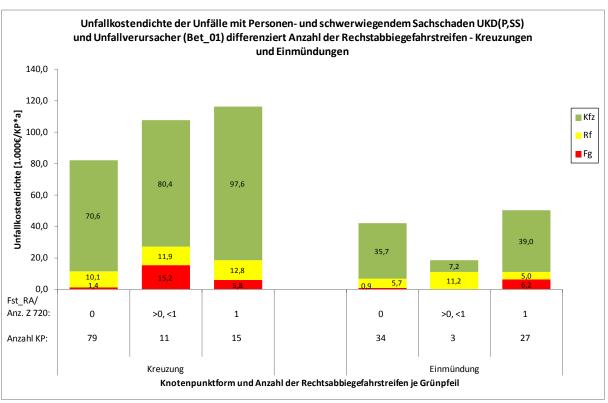


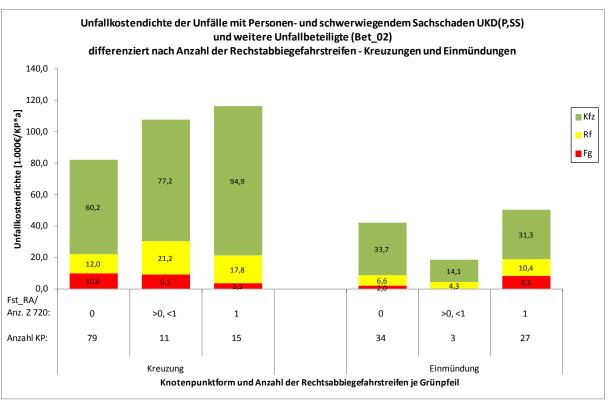
Anlage 43 Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden nach Unfallverursacher (Bet_01) und weitere Unfallbeteiligte (Bet_02) von Kreuzungen mit Grünpfeil und Verstößen gegen Ausschluss- und Abwägungskriterien



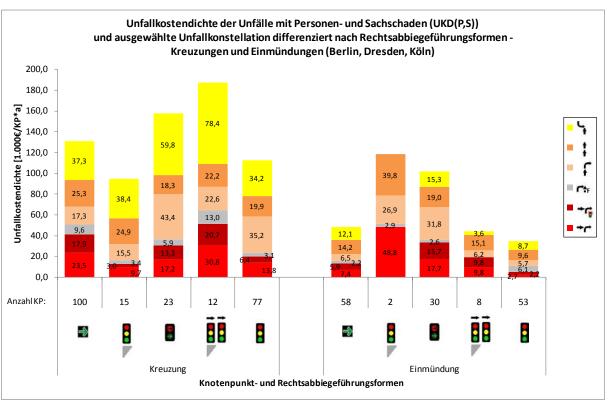


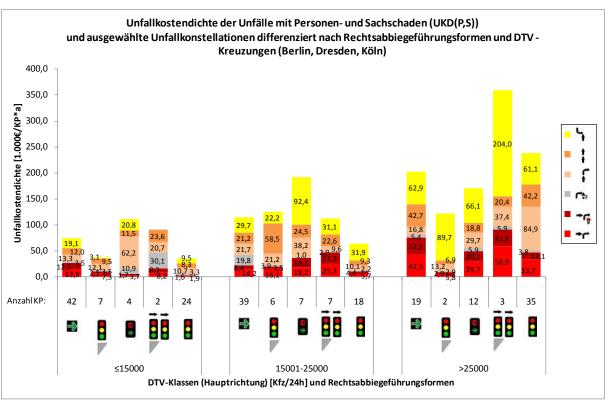
Anlage 44 Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden nach Unfallverursacher (Bet_01) und weitere Unfallbeteiligte (Bet_02) von Kreuzungen mit Grünpfeil und Anzahl der Rechtsabbiegefahrstreifen

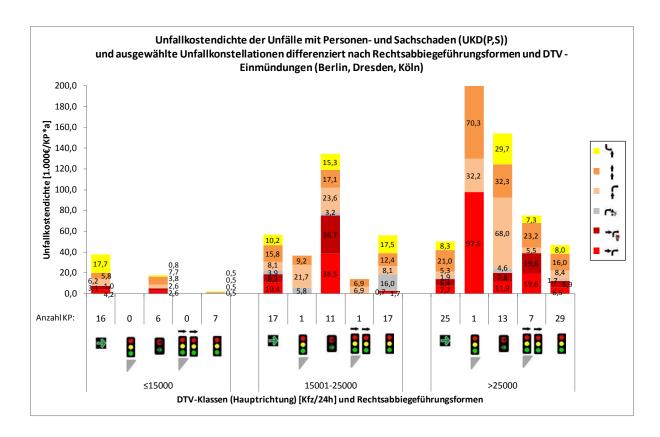




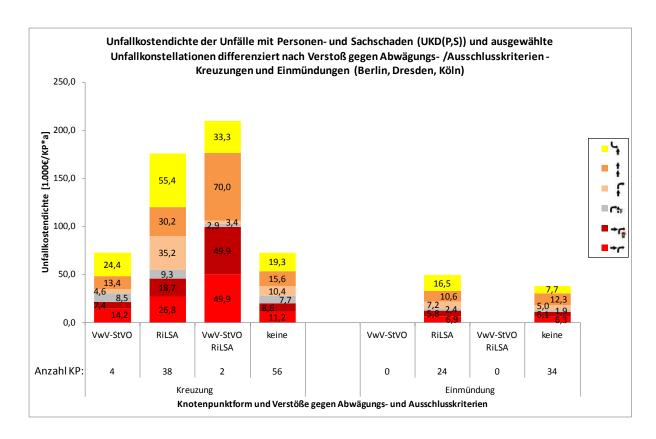
Anlage 45 Unfallkostendichte der Unfälle aller Unfallkategorien (Berlin, Dresden, Köln) und ausgewählte Unfallkonstellationen von Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen



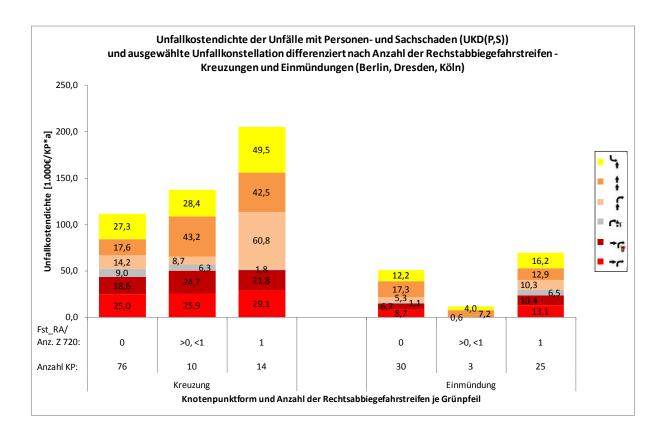




Anlage 46 Unfallkostendichte der Unfälle aller Unfallkategorien (Berlin, Dresden, Köln) und ausgewählte Unfallkonstellationen von Kreuzungen und Einmündungen mit Grünpfeil und Verstößen gegen Ausschluss- und Abwägungskriterien



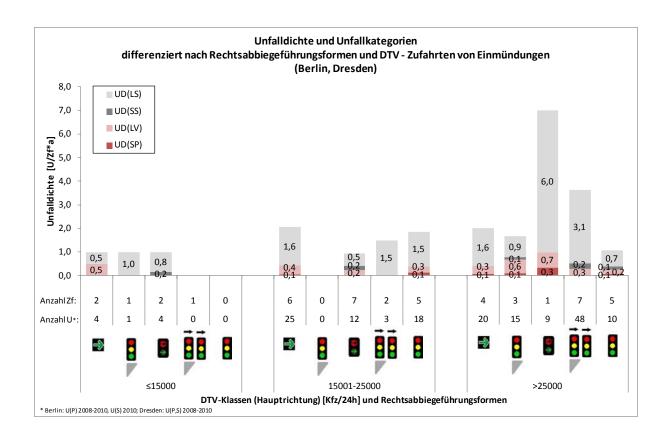
Anlage 47 Unfallkostendichte der Unfälle aller Unfallkategorien (Berlin, Dresden, Köln) und ausgewählte Unfallkonstellationen von Kreuzungen und Einmündungen mit Grünpfeil und Anzahl der Rechtsabbiegefahrstreifen



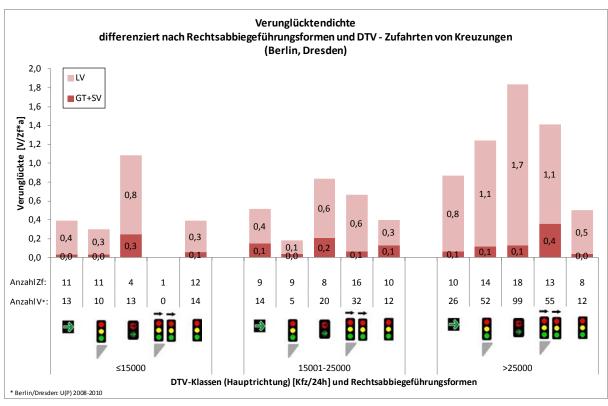
Anlage 48 Unfallliste zur detaillierten Auswertung des Unfallgeschehens an Grünpfeilknotenpunkten

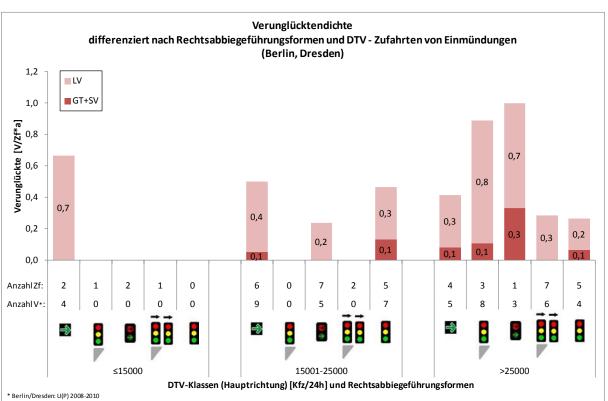
Nr.	Stadt	Messstelle		Unfälle Beteiligte				Unfalltypen				Einsatzkriterien		Knoten-	Rechtsabb	Zufahrts-	Besonderheiten	
			U(P,S)	U(SP)	U(LV)	U(S)	Fg	Rf	AB	EK	LV	SO	VwV-StVO	RiLSA 1992	Form	fahrstr.	hierarchie	
1002	Dresden	-	2	0	2	0	0	1	0	2	0	0	Sicht_Fg	FSt	Kr	nein	NR	starke Sichteinschränkung
1036	Dresden	-	2	0	1	1	0	0	0	1	1	0	-	-	Ein	ja	NR	-
2002	Dresden	-	3	0	3	0	0	2	0	3	0	0	-	FSt	Kr	ja	NR	zwei Fahrstreifen in der Hauptrichtung (hohe Verkehrsstärke)
2011	Dresden	-	2	0	1	1	0	1	0	1	1	0	-	FSt	Ein	ja	NR	Dreiecksinsel, "Radfahrer frei" über Fußgängerfurt
3028	Dresden	-	3	1	1	1	1	1	1	2	0	0	-	-	Kr	nein	NR	Unfall mit Fußgänger vermutlich beim Phasenwechsel
3087	Dresden	-	3	0	1	2	1	1	0	3	0	0	-	Rf-Furt FSt	Kr	ja	NR	zwei Fahrstreifen in der Hauptrichtung, Sicheinschränkung durch Baumbepfl.
4006	Dresden	-	4	0	1	3	0	0	0	4	0	0	-	Rf-Furt FSt	Kr	nein	NR	zwei Fahrstreifen in der Hauptrichtung (hohe Verkehrsstärke), Sichteinschränkung
4012	Dresden	DD-G3.1	4	1	3	0	1	2	1	3	0	0	-	Rf-Furt	Kr	nein	NR	zwei Fahrstreifen in der Hauptrichtung
4023	Dresden	-	2	0	0	2	0	0	2	0	0	0	Sicht_Fg	FSt -	Kr	nein	NR	(hohe Verkehrsstärke), Sichteinschränkung starke Sichteinschränkung nach rechts
4025	Dresden	-	3	0	0	3	0	0	0	2	0	1	Rf_li_re	-	Kr	nein	NR	Hauptrichtung wir z.T. zweistreifig befahren
	Dresden	-	2	0	1	1	0	2	0	2	0	0		Signal_Rf	Ein	ja/ja	HR/NR	(hohe Verkehrsstärke) gemeinsamer Geh- und Radweg
					 						-							generisaniei den dia nadweg
	Dresden	-	2	0	0	2	0	0	0	2	0	0	-	Aufstell_Rf Signal_Rf	Kr	nein/nein	HR/NR	zwei Fahrstreifen in der
6004	Dresden	DD-G1	9	0	2	7	0	1	2	7	0	0	-	FSt	Kr	ja	NR	Hauptrichtung (hohe Verkehrsstärke)
6005	Dresden	DD-G2	2	1	0	1	1	0	1	1	0	0	-	-	Kr	nein	HR	Sichteinschränkungen
8060	Dresden	-	2	1	1	0	0	2	0	2	0	0	-	FSt	Kr	ja	NR	Sichteinschränkung nach rechts
9053	Dresden	-	2	1	0	1	0	1	1	1	0	0	-	-	Kr	nein/nein	HR/NR	Unfall mit Radfahrer (alkoholisiert) vermutlich beim Phasenwechsel
10008	Dresden	-	2	0	2	0	2	0	1	1	0	0	-	-	Kr	ja	NR	Unfall mit Fußgänger beim Phasenwechsel
11011	Dresden	-	3	0	2	1	0	1	0	1	2	0	-	-	Ein	ja	NR	spitzwinkliger Knotenpunkt, zwei Fahrstreifen in der Hauptrichtung
11077	Dresden	-	3	0	1	2	0	0	2	1	0	0	-	vzul>50 FSt	Ein	ja	NR	siehe Einsatzkriterien RiLSA 1992
12013	Dresden	-	3	0	0	3	0	0	2	0	1	0	-	-	Kr	ja	NR	Sichteinschränkung nach links
13000	Dresden	-	3	0	2	1	0	2	1	2	0	0	-	FSt	Kr	nein	NR	keine Radverkehrsführung, Sichteinschränlung nach rechts
15004	Dresden	-	3	1	1	1	0	2	0	2	1	0	-	vzul>50	Kr	nein	HR	siehe Einsatzkriterien RiLSA 1992, ein Unfall mit
15010	Dresden	-	2	0	2	0	0	1	0	2	0	0	-	FSt vzul>50	Kr	ja	NR	Radfahrer vermutlich beim Phasenwechsel siehe Einsatzkriterien RiLSA 1992
ļ	Köln	-	3	0	 	2	0	0	2	 	0	1	Ciaba Fa	FSt -			NR	mögl. Sichteinschränkung durch Bepflanzung großer Abbiegeradius,
2		-		ļ	1								Sicht_Fg	-	Ein	ja		Sichteinschränkung nach rechts
13	Köln	-	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	-	-	Kr	ja	NR	-
32	Köln	-	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	-	-	Kr	nein	NR	-
38	Köln	K-G1	2	0	2	0	1	1	2	0	0	0	-	FSt	Kr	ja	HR	Unfall mit Fußgänger und Radfahrer vermutlich beim Phasenwechsel
41	Köln	K-G2/ K-G3.1	2	0	2	0	0	1	1	1	0	0	-	Rf-Furt	Kr	nein	NR	Sichteinschränkung nach rechts
45	Köln	-	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	Strab	-	Kr	nein	HR	Sichteinschränkung nach rechts
54	Köln	-	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	-	-	Kr	nein	NR	mögliche Sichteinschränkung durch Dreiecksinsel
70	Köln	-	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	-	-	Kr	nein	HR	Sichteinschränkung nach rechts
1044	Köln	-	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	-	FSt	Kr	ja	HR	-
-	Köln	-	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	-	-	Kr	nein	HR	Unfall mit Radfahrer vermutlich beim Phasenwechsel
	Gesam	nt	80	6	36	38	7	24	20	52	6	2	-	-	-	-	-	-
						1		1	_							ļ	}	

Anlage 49 Unfalldichte und Unfallkategorien an Zufahrten von Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen differenziert nach DTV-Klassen der Hauptrichtung

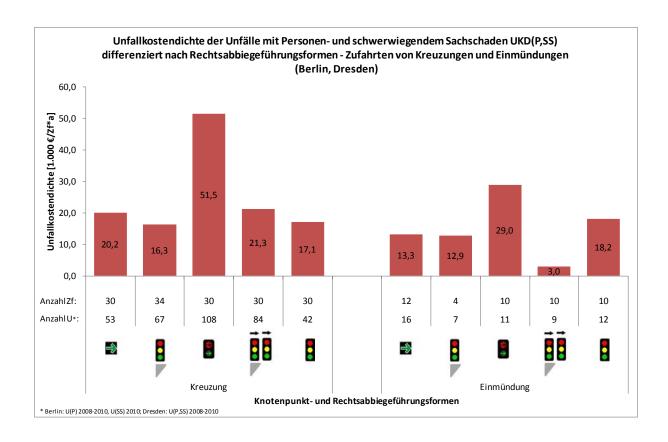


Anlage 50 Verunglücktendichte an Zufahrten von Kreuzungen (oben) und Einmündungen (unten) mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen differenziert nach DTV-Klassen der Hauptrichtung

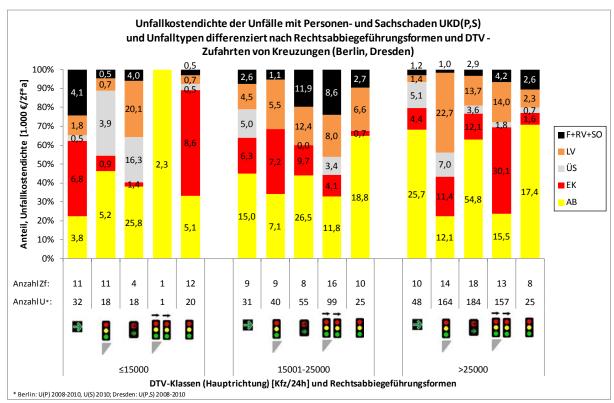


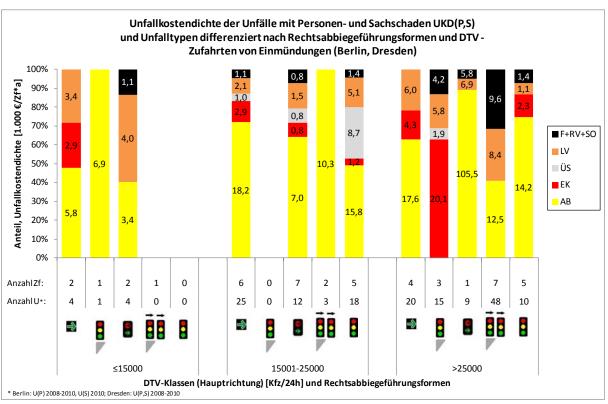


Anlage 51 Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden von Zufahrten an Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen

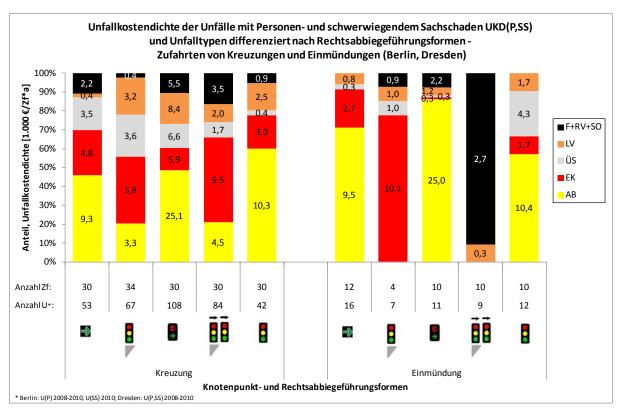


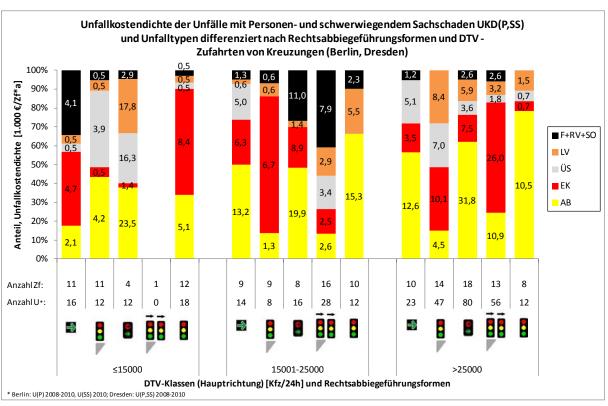
Anlage 52 Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und Sachschaden (U(P,S)) und Unfalltypen von Zufahrten an Kreuzungen (oben) und Einmündungen (unten) mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen differenziert nach DTV-Klassen der Hauptrichtung

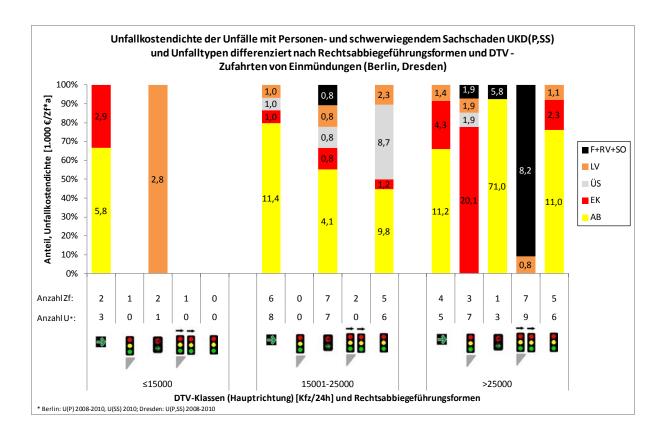




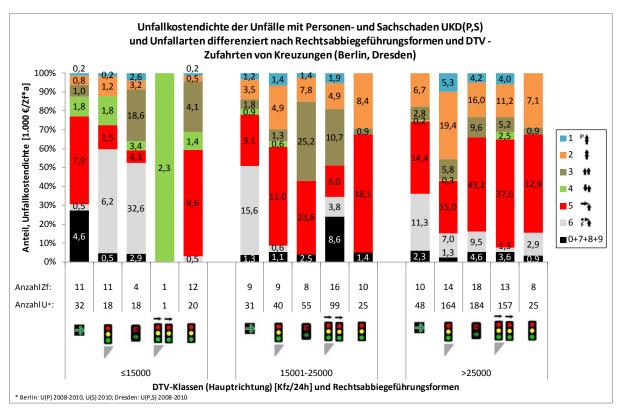
Anlage 53 Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden (U(P,SS)) und Unfalltypen von Zufahrten an Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen

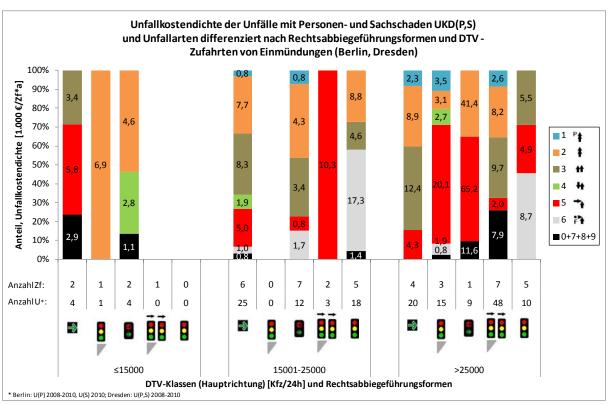




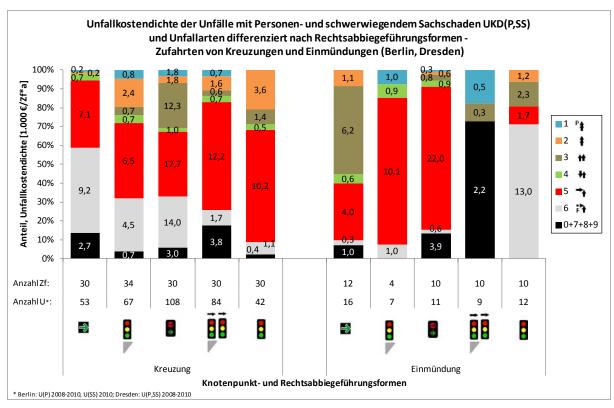


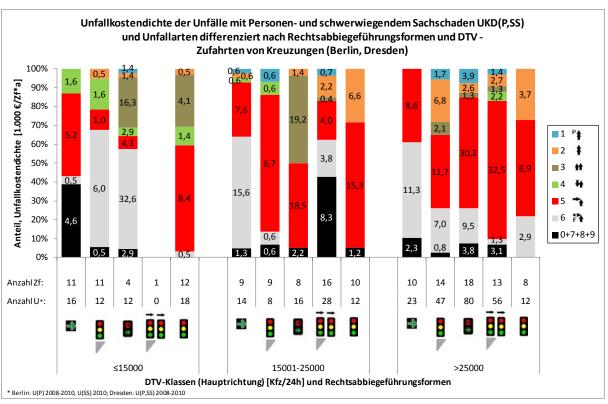
Anlage 54 Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und Sachschaden (U(P,S)) und Unfallarten von Zufahrten an Kreuzungen (oben) und Einmündungen (unten) mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen differenziert nach DTV-Klassen der Hauptrichtung

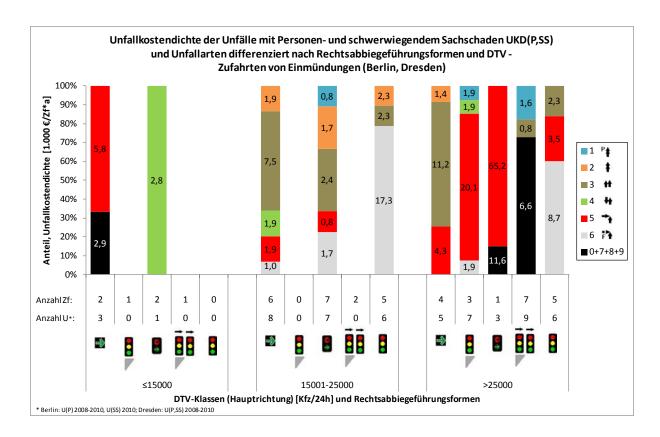




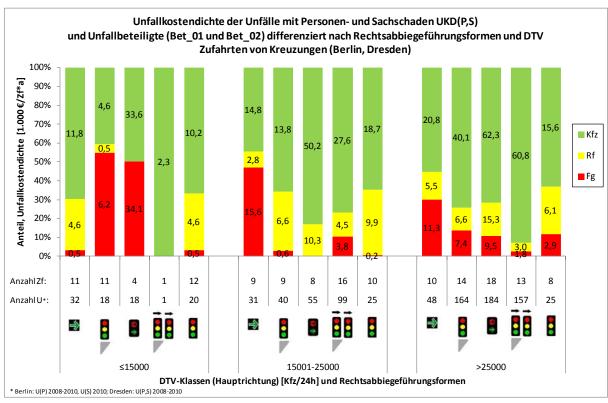
Anlage 55 Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden (U(P,SS)) und Unfallarten von Zufahrten an Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen

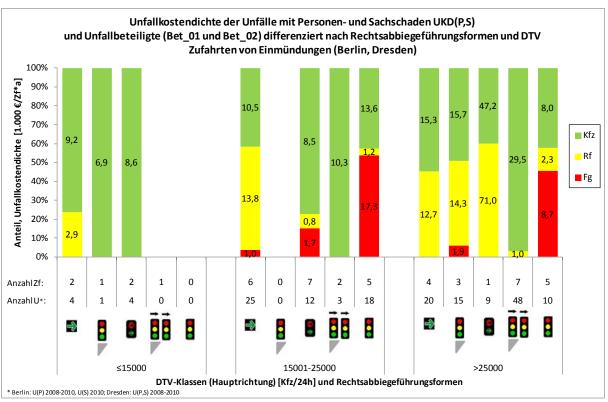




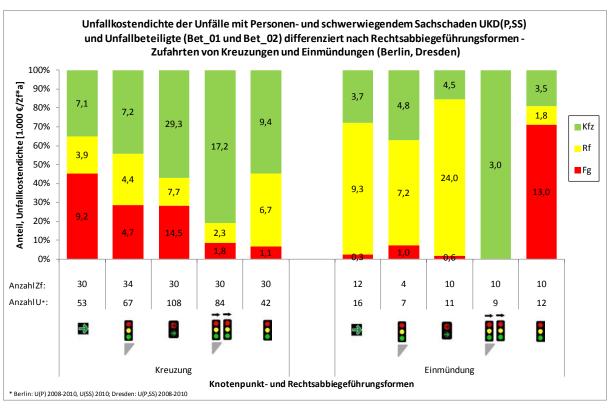


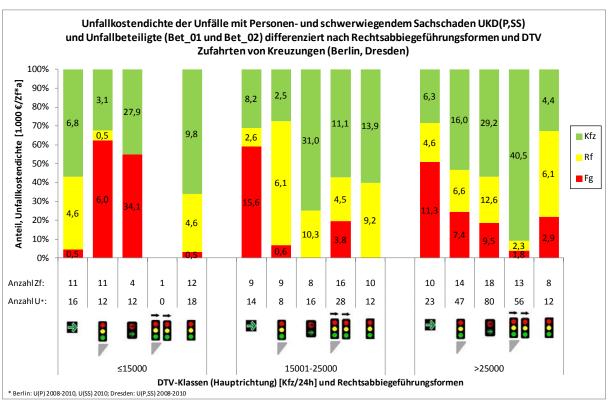
Anlage 56 Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und Sachschaden (U(P,S)) und Unfallbeteiligte (Bet_01 und Bet_02) von Zufahrten an Kreuzungen (oben) und Einmündungen (unten) mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen differenziert nach DTV-Klassen der Hauptrichtung

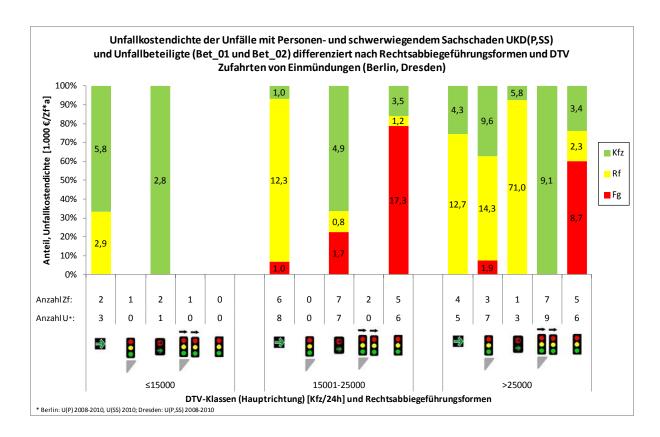




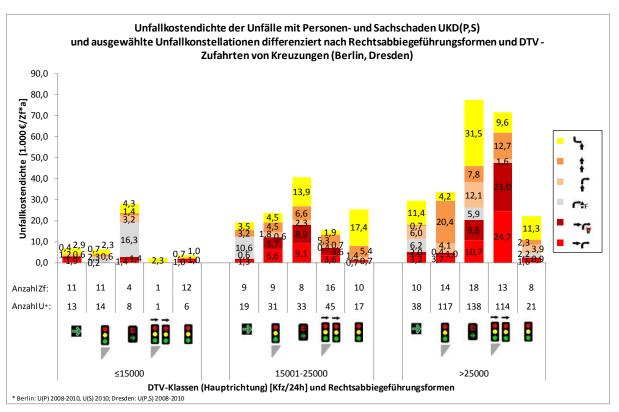
Anlage 57 Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden (U(P,SS)) und Unfallbeteiligte (Bet_01 und Bet_02) von Zufahrten an Kreuzungen und Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen

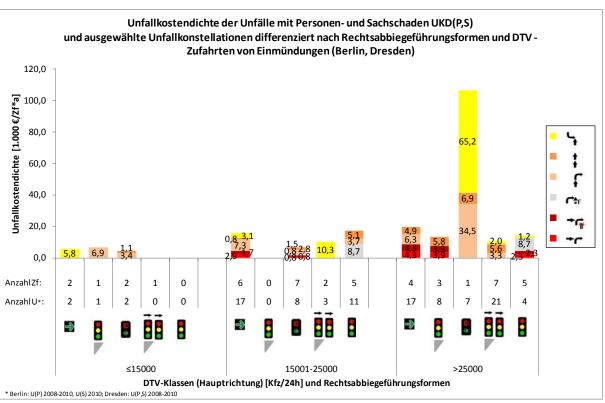




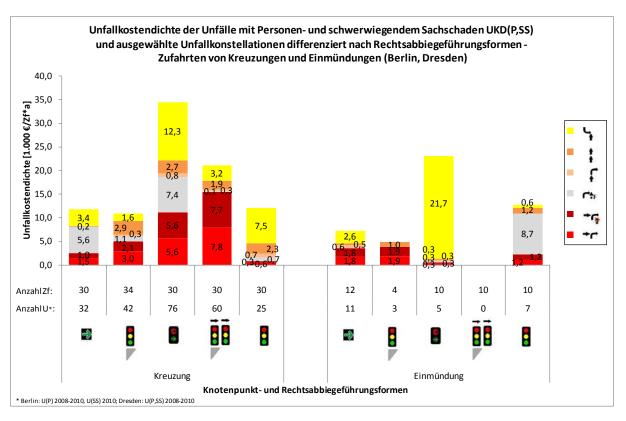


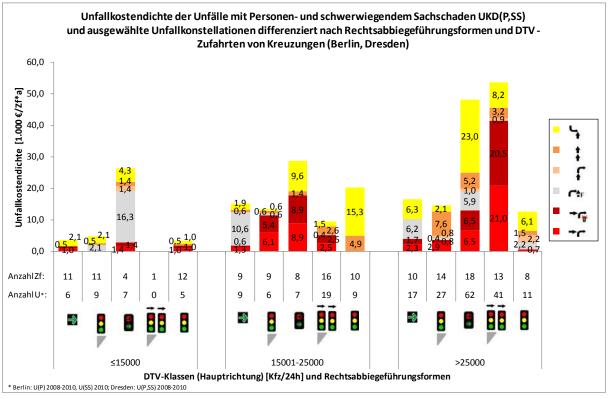
Anlage 58 Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und Sachschaden (U(P,S)) und ausgewählte Unfallkonstellationen von Zufahrten an Kreuzungen (oben) und Einmündungen (unten) mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen differenziert nach DTV-Klassen der Hauptrichtung

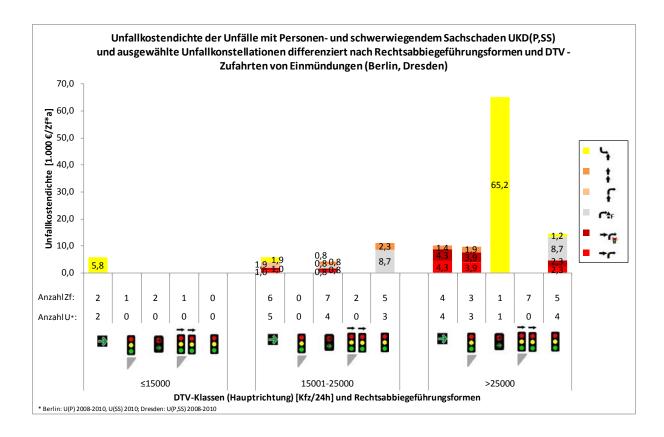




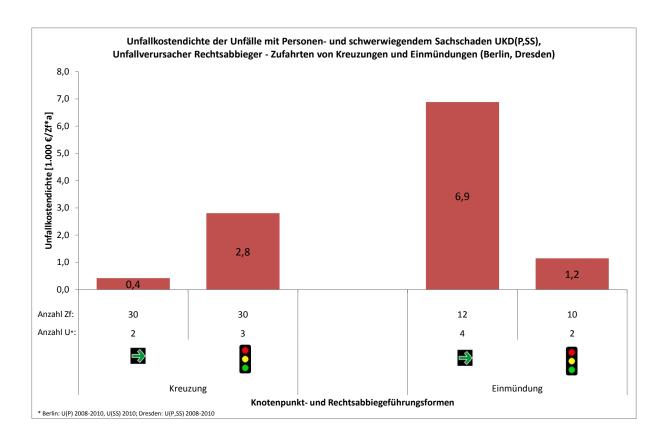
Anlage 59 Unfallkostendichte der Unfälle mit Personenund schwerwiegendem Sachschaden (U(P,SS)) und ausgewählte Unfallkonstellationen Zufahrten Kreuzungen von an Einmündungen mit unterschiedlichen Rechtsabbiegeführungsformen



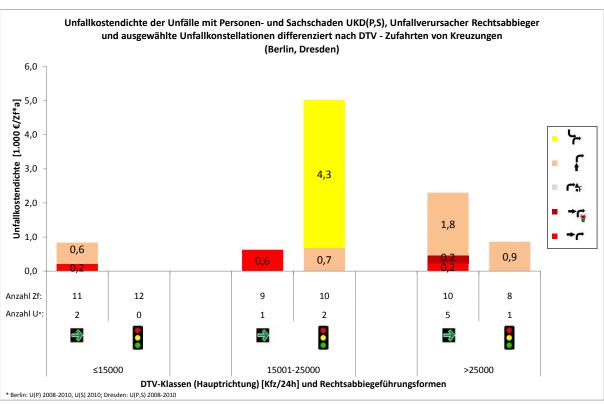


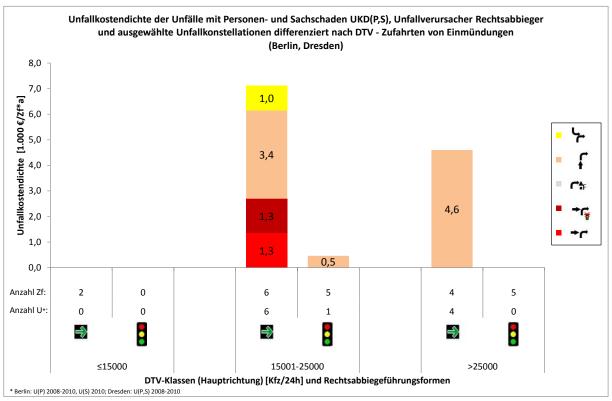


Anlage 60 Unfallkostendichte Unfälle der mit Personenund schwerwiegendem Sachschaden mit Rechtsabbieger als Unfallverursacher Zufahrten Kreuzungen von an und Einmündungen mit Grünpfeil und bedingt verträglicher Führung

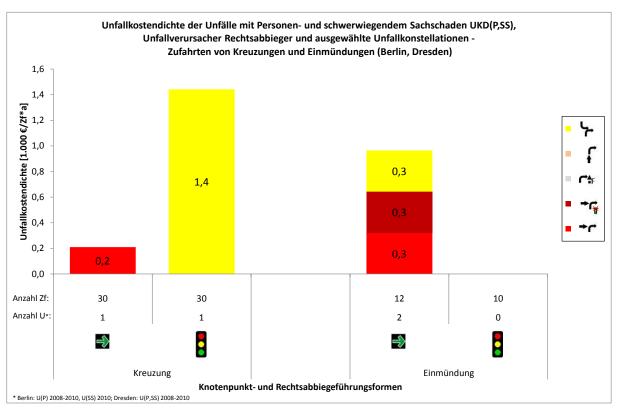


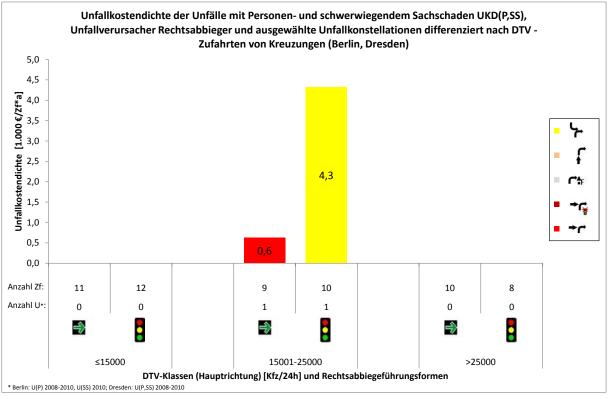
Anlage 61 Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und Sachschaden (U(P,S)) mit Rechtsabbieger als Unfallverursacher und ausgewählte Unfallkonstellationen von Zufahrten an Kreuzungen (oben) und Einmündungen (unten) mit Grünpfeil und bedingt verträglicher Führung differenziert nach DTV-Klassen der Hauptrichtung

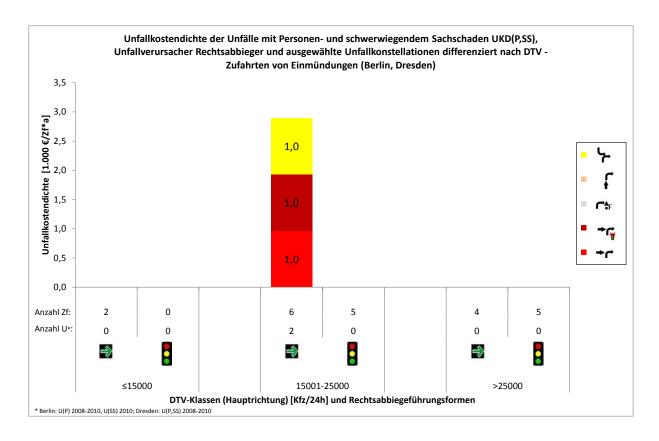




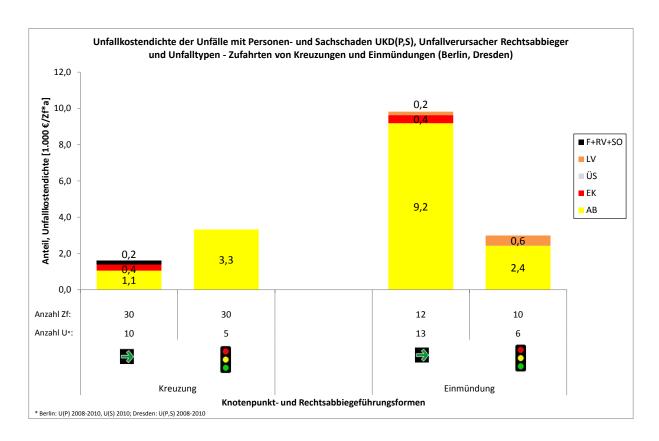
Anlage 62 Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und schwerwiegendem Sachschaden (U(P,SS)) mit Rechtsabbieger als Unfallverursacher und ausgewählte Unfallkonstellationen von Zufahrten an Kreuzungen und Einmündungen mit Grünpfeil und bedingt verträglicher Führung



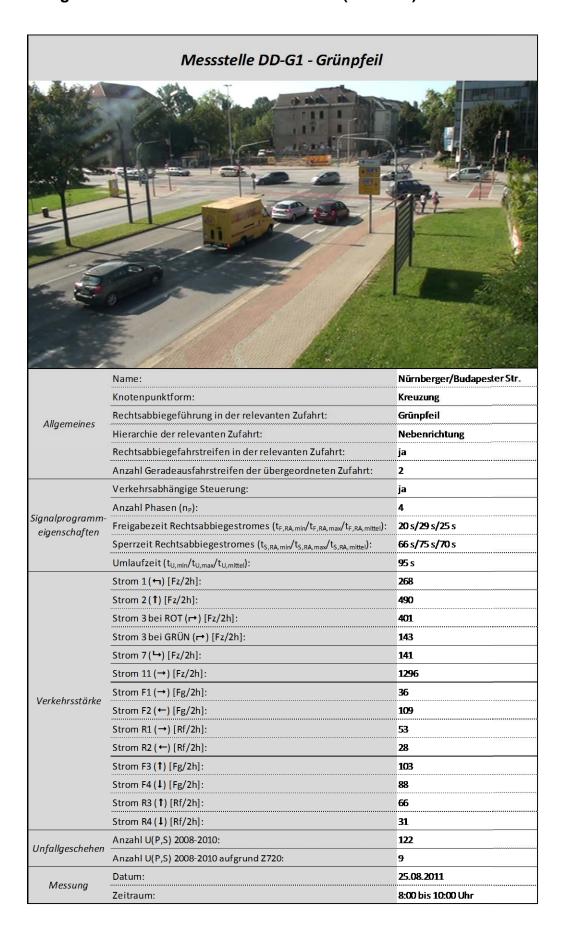




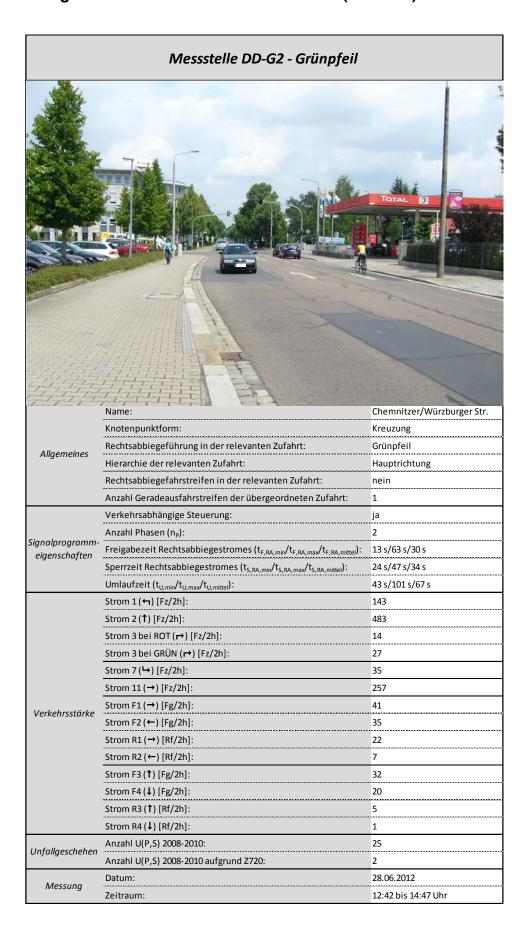
Anlage 63 Unfallkostendichte der Unfälle mit Personen- und Sachschaden (U(P,S)) mit Rechtsabbieger als Unfallverursacher und Unfalltypen von Zufahrten an Kreuzungen und Einmündungen mit Grünpfeil und bedingt verträglicher Führung



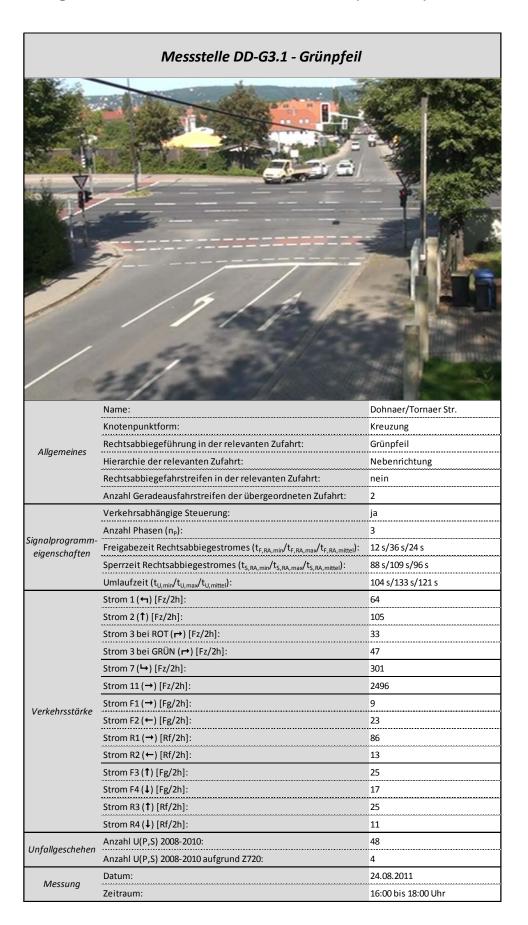
Anlage 64 Datenblatt Messstelle DD-G1 (Dresden)



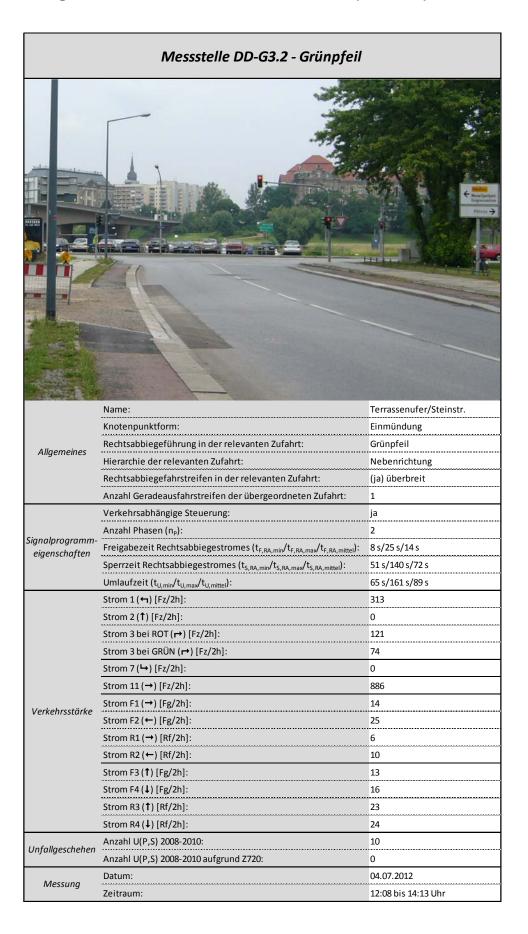
Anlage 65 Datenblatt Messstelle DD-G2 (Dresden)



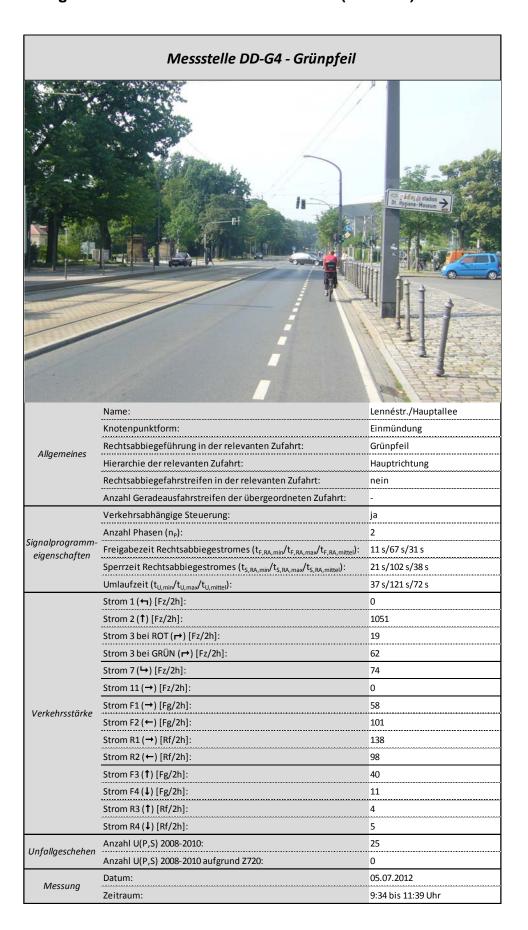
Anlage 66 Datenblatt Messstelle DD-G3.1 (Dresden)



Anlage 67 Datenblatt Messstelle DD-G3.2 (Dresden)



Anlage 68 Datenblatt Messstelle DD-G4 (Dresden)

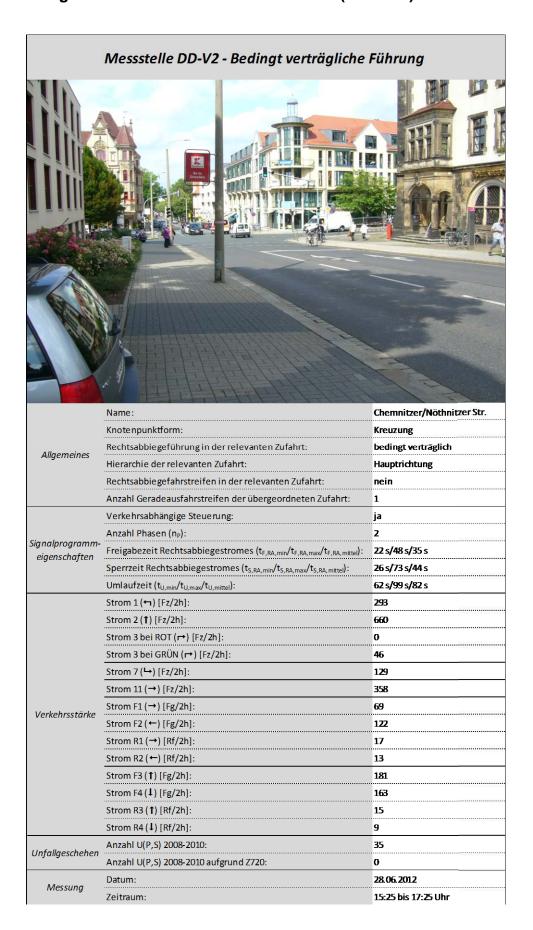


Anlage 69 Datenblatt Messstelle DD-V1 (Dresden)

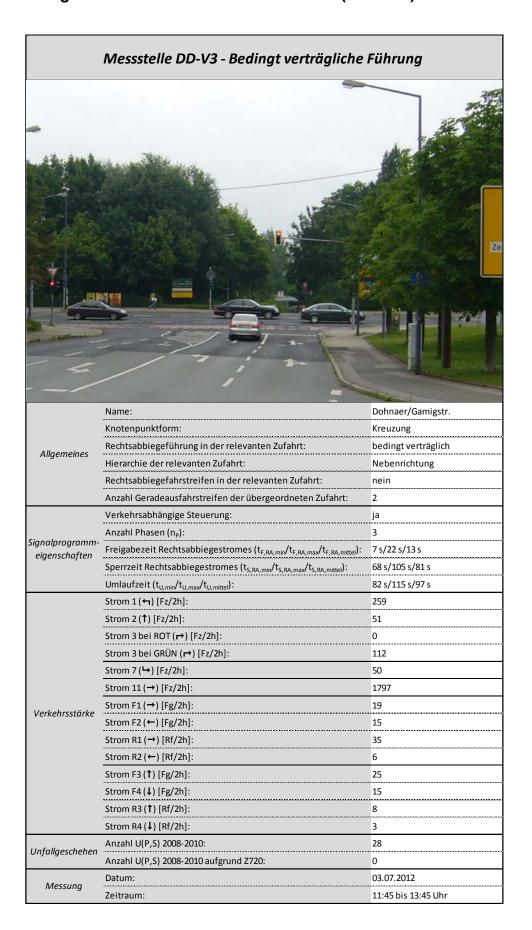
Messstelle DD-V1 - KR-Signal								
	Name: Knotenpunktform: Rechtsabbiegeführung in der relevanten Zufahrt:	Nürnberger/Budapester Str. Kreuzung KR-Signal						
Allgemeines	Hierarchie der relevanten Zufahrt:	Nebenrichtung						
	Rechtsabbiegefahrstreifen in der relevanten Zufahrt:	ja						
	Anzahl Geradeausfahrstreifen der übergeordneten Zufahrt:	2						
	Verkehrsabhängige Steuerung:	ja						
Signalprogramm-	Anzahl Phasen (n _P):	4						
eigenschaften	$\label{eq:freigabezeit} Freigabezeit \ Rechtsabbiegestromes \ (t_{F,RA,min}/t_{F,RA,max}/t_{F,RA,mittel}):$	21 s/31 s/25 (10)* (10)* s						
	$Sperrzeit Rechtsabbiegestromes (t_{S,RA,min}/t_{S,RA,max}/t_{S,RA,mittel}) \colon$	64 s/74 s/70 s						
	Umlaufzeit (t _{U,min} /t _{U,max} /t _{U,mittel}):	95 s						
	Strom 1 (ᠳ) [Fz/2h]:	154						
	Strom 2 (†) [Fz/2h]:	391						
	Strom 3 bei ROT (→) [Fz/2h]:	3						
	Strom 3 bei GRÜN (→) [Fz/2h]:	384						
	Strom 7 (→) [Fz/2h]:	258						
	Strom 11 (→) [Fz/2h]:	1337						
Verkehrsstärke	Strom F1 (→) [Fg/2h]:	68						
T CINCINGS CUINC	Strom F2 (←) [Fg/2h]:	144						
	Strom R1 (→) [Rf/2h]:	90						
	Strom R2 (←) [Rf/2h]:	26						
	Strom F3 (1) [Fg/2h]:	126						
	Strom F4 (↓) [Fg/2h]:	94						
	Strom R3 (†) [Rf/2h]:	66						
	Strom R4 (↓) [Rf/2h]:	25						
Unfallgeschehen	Anzahl U(P,S) 2008-2010:	der Grünpfeil wurde 2011						
o.ijungesenenen	Anzahl U(P,S) 2008-2010 aufgrund Z720:	durch das KR-Signal ersetzt)						
Messung	Datum:	28.06.2012						
	Zeitraum:	9:42 bis 11:42 Uhr						

^{*} Freigabezeiten des KR-Signals (während eines Umlaufs werden die Rechtsabbieger zweimal freigegeben)

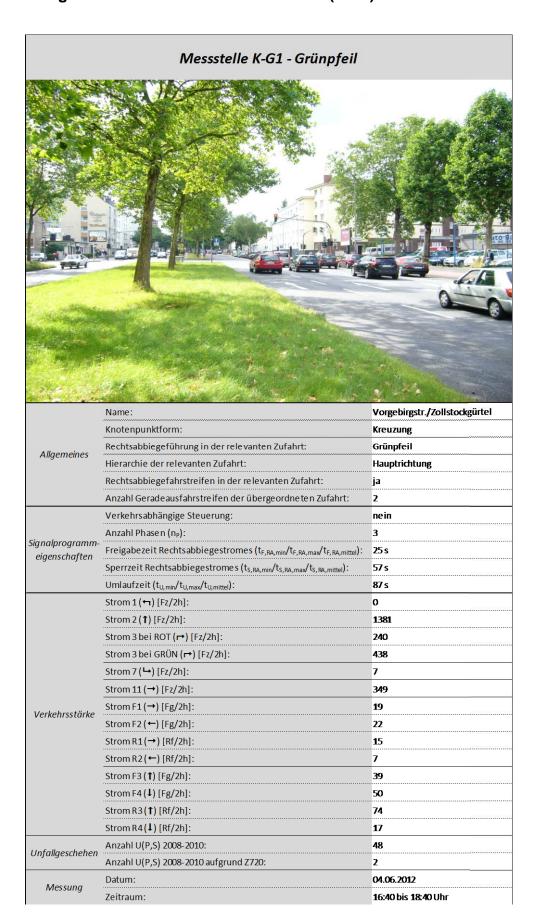
Anlage 70 Datenblatt Messstelle DD-V2 (Dresden)



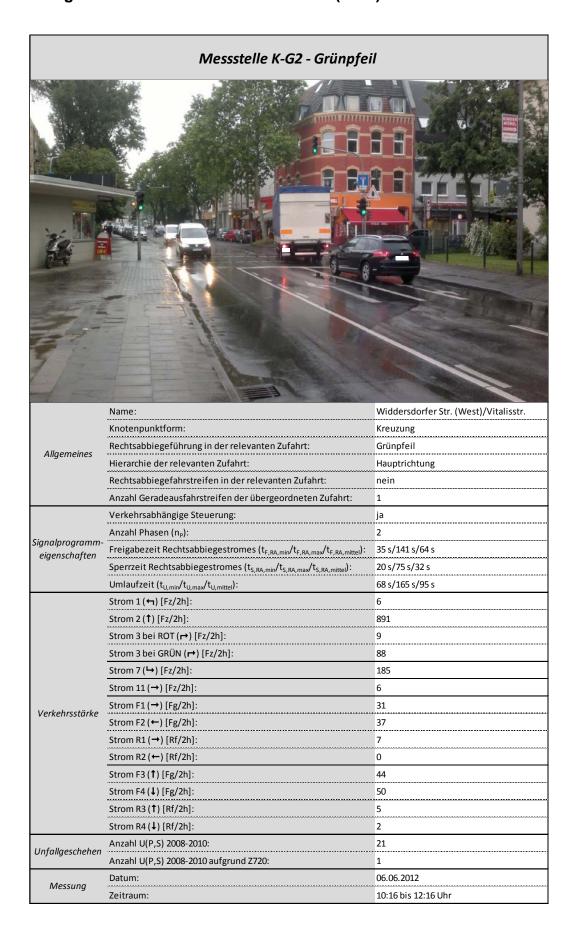
Anlage 71 Datenblatt Messstelle DD-V3 (Dresden)



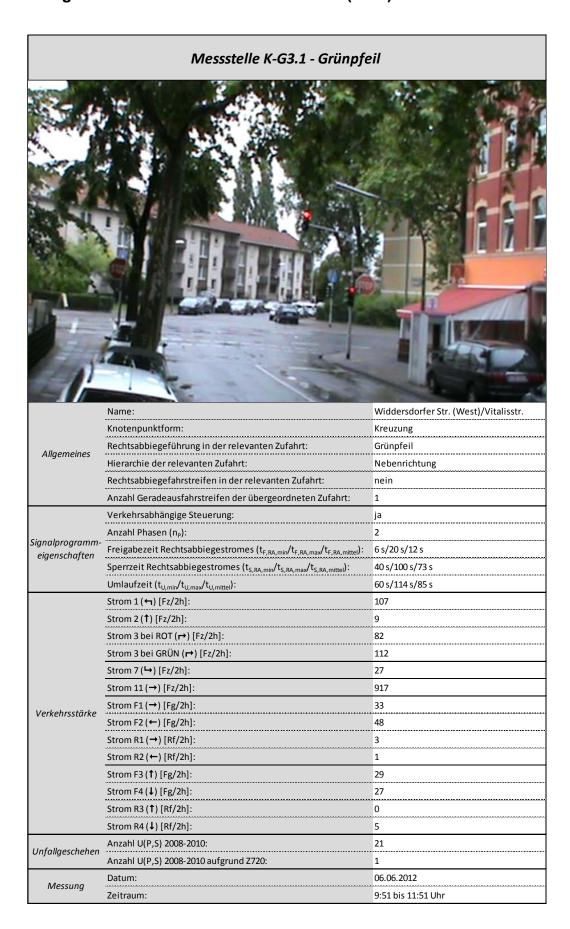
Anlage 72 Datenblatt Messstelle K-G1 (Köln)



Anlage 73 Datenblatt Messstelle K-G2 (Köln)



Anlage 74 Datenblatt Messstelle K-G3.1 (Köln)

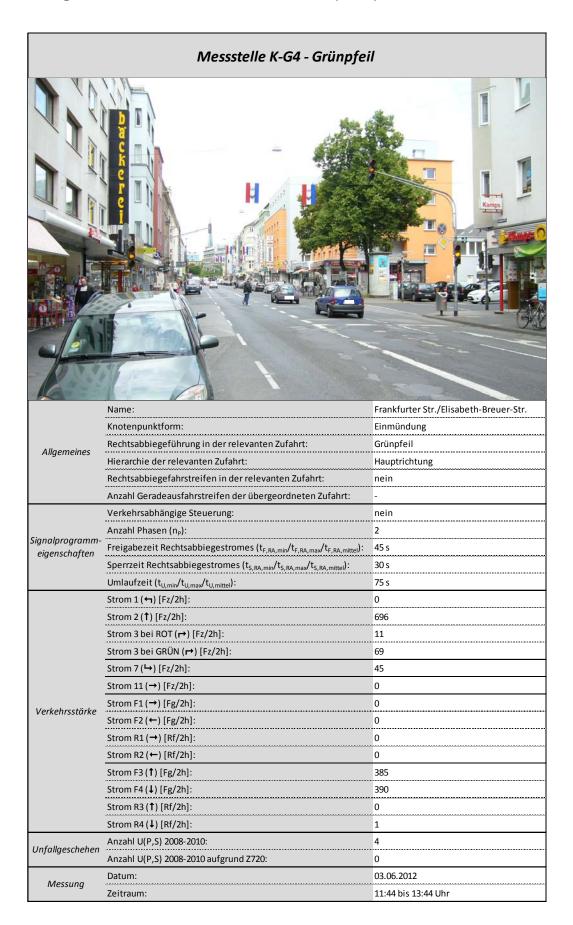


Anlage 75 Datenblatt Messstelle K-G3.2 (Köln)



	Name:	Krefelder Str./Krefelder Wall
	Knotenpunktform:	Einmündung
Allgemeines	Rechtsabbiegeführung in der relevanten Zufahrt:	Grünpfeil
	Hierarchie der relevanten Zufahrt:	Nebenrichtung
	Rechtsabbiegefahrstreifen in der relevanten Zufahrt:	(ja) überbreit
	Anzahl Geradeausfahrstreifen der übergeordneten Zufahrt:	1
	Verkehrsabhängige Steuerung:	nein
_, ,	Anzahl Phasen (n _P):	2
Signalprogramm- eigenschaften	Freigabezeit Rechtsabbiegestromes ($t_{F,RA,min}/t_{F,RA,max}/t_{F,RA,mittel}$):	15 s
eigensenajten	Sperrzeit Rechtsabbiegestromes (t _{s,RA,min} /t _{s,RA,max} /t _{s,RA,mittel}):	40 s
	Umlaufzeit (t _{U,min} /t _{U,max} /t _{U,mittel}):	55 s
	Strom 1 (←) [Fz/2h]:	61
	Strom 2 (†) [Fz/2h]:	0
	Strom 3 bei ROT (→) [Fz/2h]:	65
	Strom 3 bei GRÜN (→) [Fz/2h]:	43
	Strom 7 (→) [Fz/2h]:	0
	Strom 11 (→) [Fz/2h]:	660
Verkehrsstärke	Strom F1 (→) [Fg/2h]:	69
verkenrsstarke	Strom F2 (←) [Fg/2h]:	82
	Strom R1 (→) [Rf/2h]:	0
	Strom R2 (←) [Rf/2h]:	18
	Strom F3 (1) [Fg/2h]:	22
	Strom F4 (1) [Fg/2h]:	20
	Strom R3 (1) [Rf/2h]:	11
	Strom R4 (1) [Rf/2h]:	4
I Infalla acab al-	Anzahl U(P,S) 2008-2010:	4
Unfallgeschehen	Anzahl U(P,S) 2008-2010 aufgrund Z720:	0
Managemen	Datum:	04.06.2012
Messung	Zeitraum:	14:39 bis 16:44 Uhr

Anlage 76 Datenblatt Messstelle K-G4 (Köln)



Anlage 77 Datenblatt Messstelle K-V1 (Köln)

Messstelle K-V1 - KR-Signal					
		Rhein/Zarl Warrist Add O			
	Name:	Vitalisstr./Josef-Lammerting-Allee			
	Knotenpunktform:	Kreuzung			
Allgemeines	Rechtsabbiegeführung in der relevanten Zufahrt:	KR-Signal			
Allgerielles	Hierarchie der relevanten Zufahrt:	Nebenrichtung			
	Rechtsabbiegefahrstreifen in der relevanten Zufahrt:	ja			
	Anzahl Geradeausfahrstreifen der übergeordneten Zufahrt:	1			
	Verkehrsabhängige Steuerung:	ja			
	Anzahl Phasen (n _P):	3			
Signalprogramm- eigenschaften	Freigabezeit Rechtsabbiegestromes $(t_{F,RA,min}/t_{F,RA,max}/t_{F,RA,mittel})$:	10(6)* s/18(16)* s/12(13)* s			
eigenschaften	Sperrzeit Rechtsabbiegestromes (t _{s,RA,min} /t _{s,RA,max} /t _{s,RA,mittel}):	71 s/174 s/82 s			
	Umlaufzeit (t _{U,min} /t _{U,max} /t _{U,mittel}):	81 s/185 s/95 s			
	Strom 1 (¬) [Fz/2h]:	10			
	Strom 2 (†) [Fz/2h]:	22			
	Strom 3 bei ROT (→) [Fz/2h]:	0			
	Strom 3 bei GRÜN (→) [Fz/2h]:	36			
	Strom 7 (→) [Fz/2h]:	26			
	Strom 11 (→) [Fz/2h]:	267			
	Strom F1 (→) [Fg/2h]:	0			
Verkehrsstärke	Strom F2 (←) [Fg/2h]:	0			
	Strom R1 (→) [Rf/2h]:	0			
	Strom R2 (←) [Rf/2h]:	1			
	Strom F3 (1) [Fg/2h]:	15			
	Strom F4 (1) [Fg/2h]:	4			
	Strom R3 (↑) [Rf/2h]:	9			
	Strom R4 (1) [Rf/2h]:	4			
	Anzahl U(P,S) 2008-2010:	32			
Unfallgeschehen	Anzahl U(P,S) 2008-2010 aufgrund Z720:	0			
	Datum:	05.06.2012			
Messung	Zeitraum:	11:05 bis 13:05 Uhr			

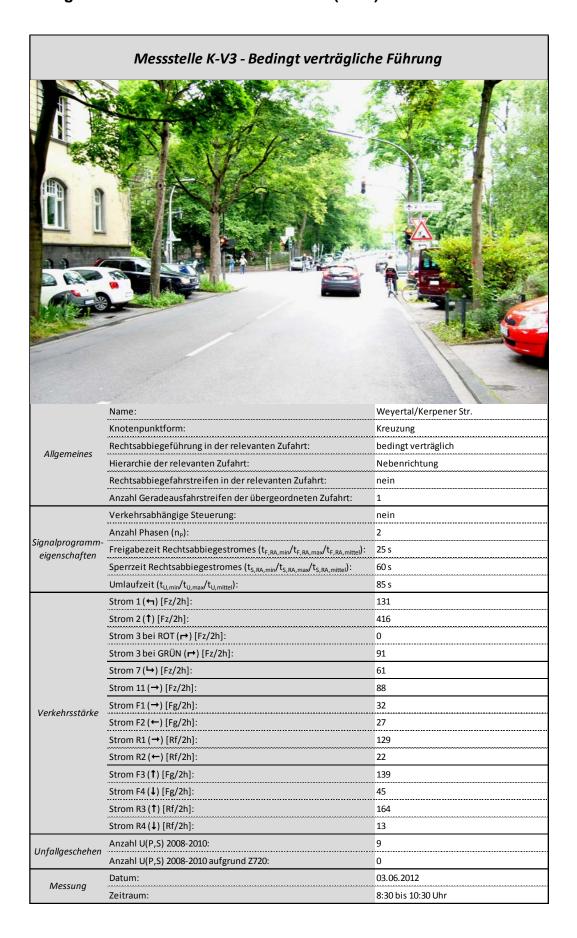
^{*} Freigabezeiten des KR-Signals (während eines Umlaufs werden die Rechtsabbieger einmal freigegeben)

Anlage 78 Datenblatt Messstelle K-V2 (Köln)

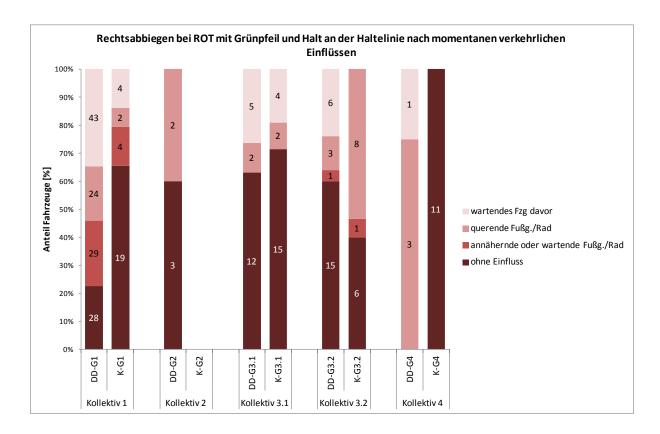


Allgemeines	Rechtsabbiegeführung in der relevanten Zufahrt:	bedingt verträglich
Aligemeines	Hierarchie der relevanten Zufahrt:	Hauptrichtung
	Rechtsabbiegefahrstreifen in der relevanten Zufahrt:	nein
	Anzahl Geradeausfahrstreifen der übergeordneten Zufahrt:	1
	Verkehrsabhängige Steuerung:	ja
a	Anzahl Phasen (n _P):	3
Signalprogramm- eigenschaften	Freigabezeit Rechtsabbiegestromes ($t_{F,RA,min}/t_{F,RA,max}/t_{F,RA,mittel}$):	26 s/71 s/50 s
ergensenajten	$Sperrzeit\ Rechtsabbiegestromes\ (t_{S,RA,min}/t_{S,RA,max}/t_{S,RA,mittel}):$	20 s/53 s/36 s
	Umlaufzeit (t _{U,min} /t _{U,max} /t _{U,mittel}):	68 s/105 s/87 s
	Strom 1 (←) [Fz/2h]:	20
	Strom 2 (1) [Fz/2h]:	360
	Strom 3 bei ROT (→) [Fz/2h]:	0
	Strom 3 bei GRÜN (→) [Fz/2h]:	28
	Strom 7 (→) [Fz/2h]:	17
	Strom 11 (→) [Fz/2h]:	19
Verkehrsstärke	Strom F1 (→) [Fg/2h]:	7
verkenisstarke	Strom F2 (←) [Fg/2h]:	3
	Strom R1 (→) [Rf/2h]:	9
	Strom R2 (←) [Rf/2h]:	1
	Strom F3 (1) [Fg/2h]:	10
	Strom F4 (↓) [Fg/2h]:	5
	Strom R3 (1) [Rf/2h]:	16
	Strom R4 (1) [Rf/2h]:	4
Unfallgeschehen	Anzahl U(P,S) 2008-2010:	32
onjuliyesthelleli	Anzahl U(P,S) 2008-2010 aufgrund Z720:	0
Messung	Datum:	05.06.2012
ivicssurig	Zeitraum:	11:20 bis 13:20 Uhr

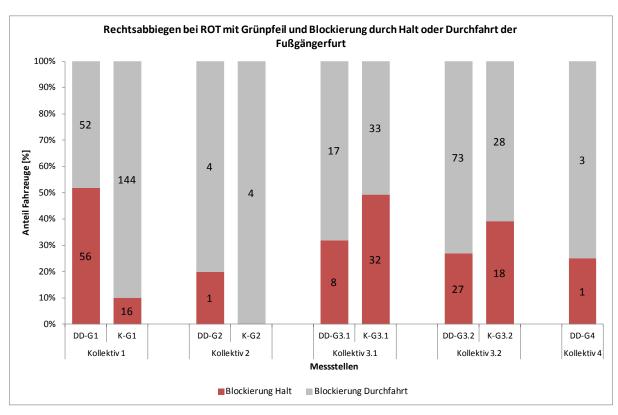
Anlage 79 Datenblatt Messstelle K-V3 (Köln)

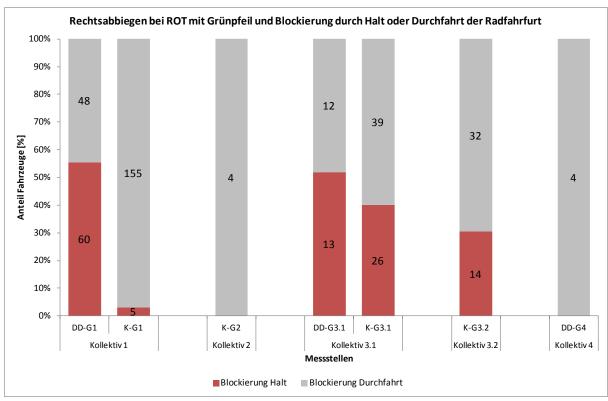


Anlage 80 Befolgung der Anhaltepflicht differenziert nach momentanen verkehrlichen Bedingungen und Teilkollektiven

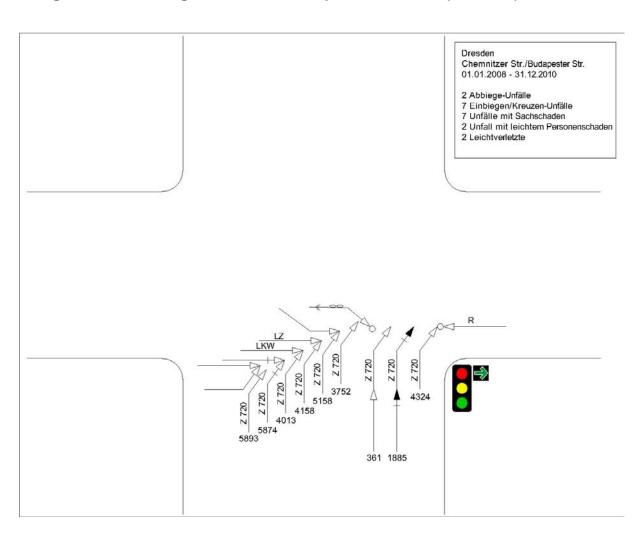


Anlage 81 Blockierung der Fußgänger- und Radfahrfurten bei Durchfahrt und Halt auf der Furt

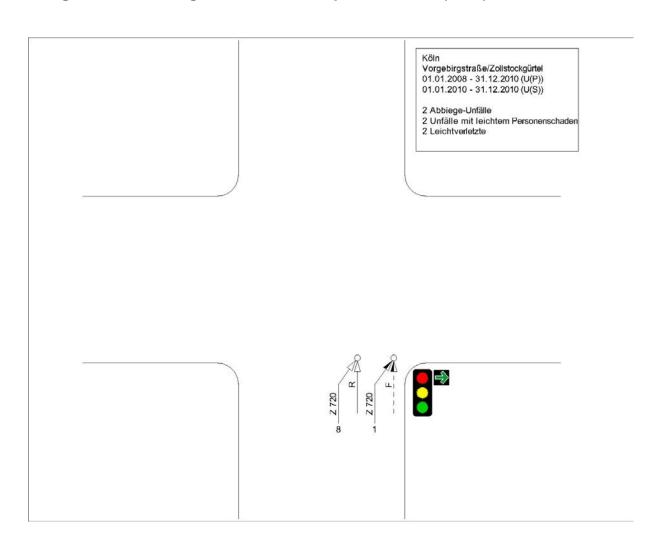




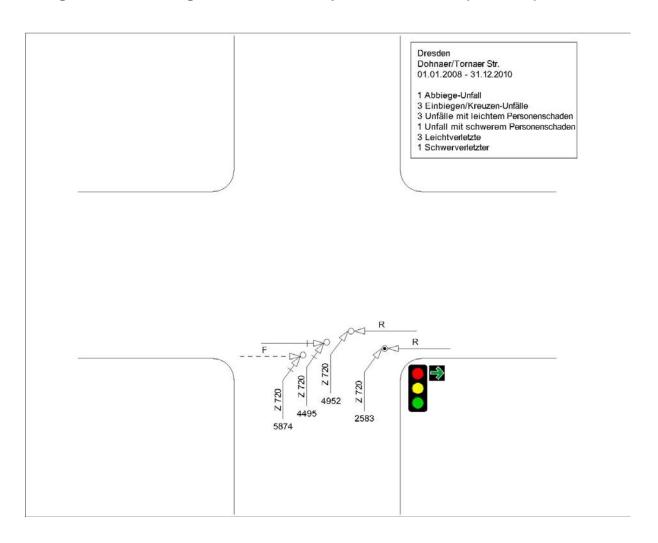
Anlage 82 Unfalldiagramm des Knotenpunktes DD-G1 (Dresden)



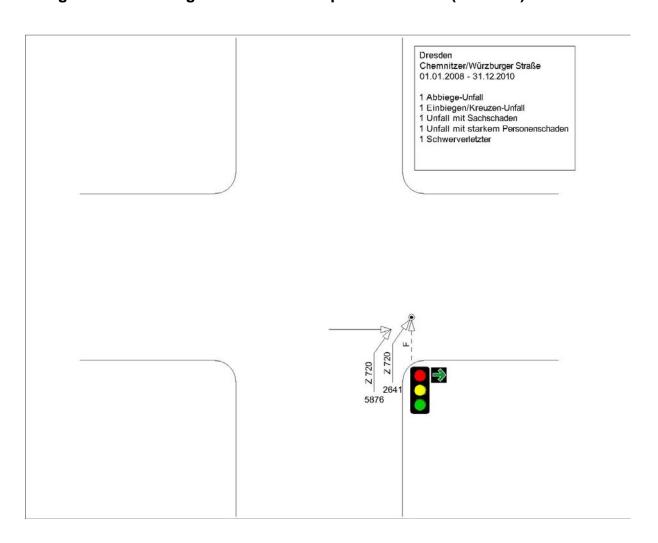
Anlage 83 Unfalldiagramm des Knotenpunktes K-G1 (Köln)



Anlage 84 Unfalldiagramm des Knotenpunktes DD-G3.1 (Dresden)



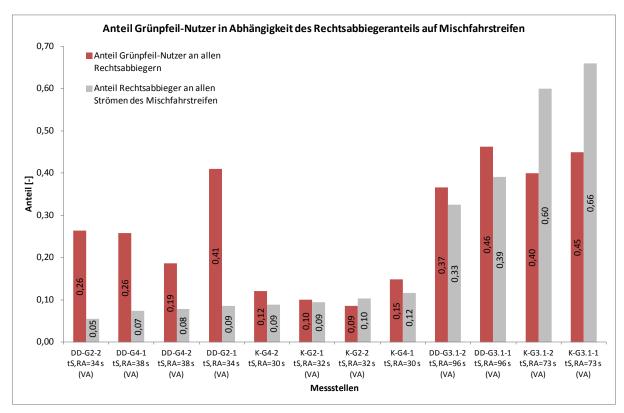
Anlage 85 Unfalldiagramm des Knotenpunktes DD-G2 (Dresden)

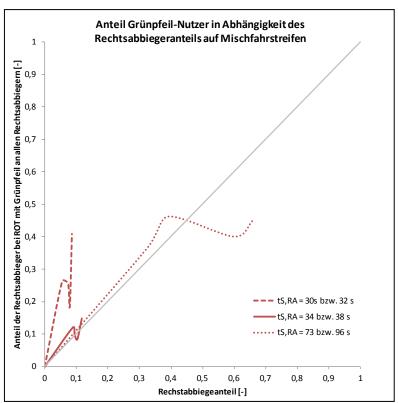


Anlage 86 Unfalldiagramm des Knotenpunktes K-G2 (Köln)

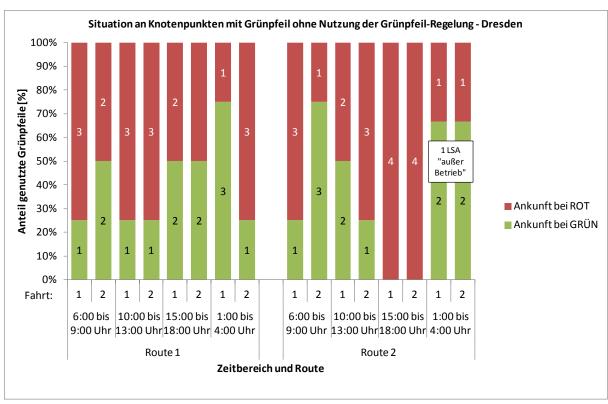
Köln Widderdorfer Straße (W)/Vitalisstraße 01.01.2008 - 31.12.2010 (U(P)) 01.01.2010 - 31.12.2010 (U(S)) 1 Einbiegen/Kreuzen-Unfall 1 Abbiege-Unfall 2 Unfälle mit leichtem Personenschaden 2 Leichtverletzte
07 Z Z Z Z Z Z Z Z Z Z Z Z Z Z Z Z Z Z Z

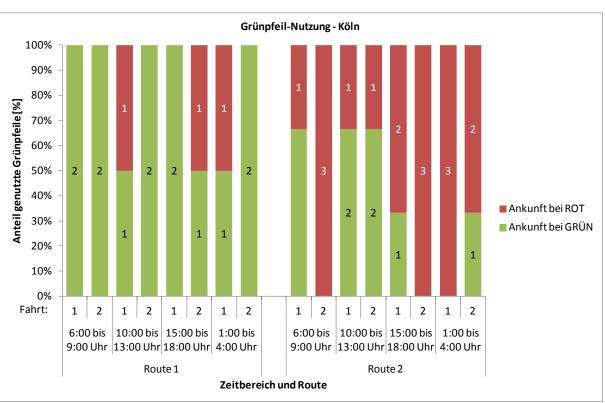
Anlage 87 Anteil der Rechtsabbiegevorgänge bei ROT in Abhängigkeit des Rechtsabbiegeranteils auf Mischfahrstreifen – Betrachtung von Einzelstunden-Werten



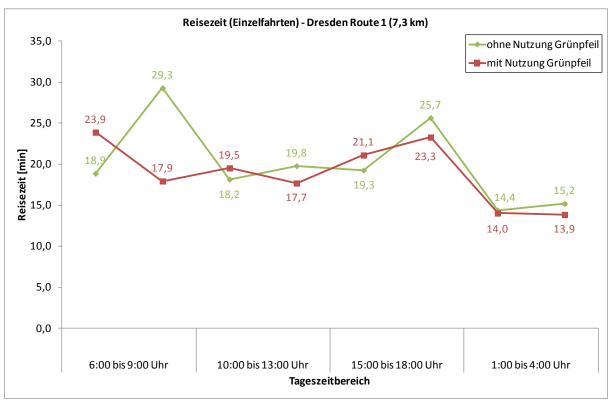


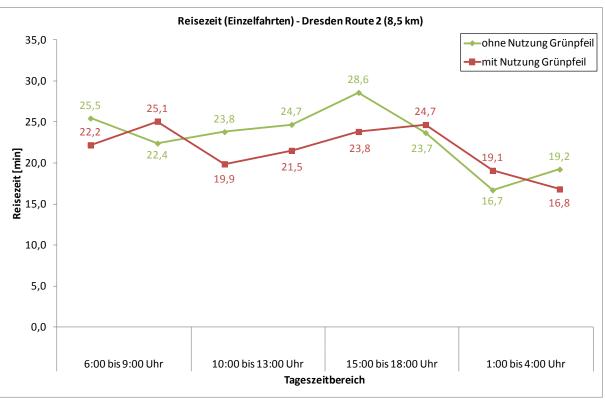
Anlage 88 Situation an Knotenpunkten mit Grünpfeil ohne Nutzung der Grünpfeil-Regelung – Dresden (oben) und Köln (unten)



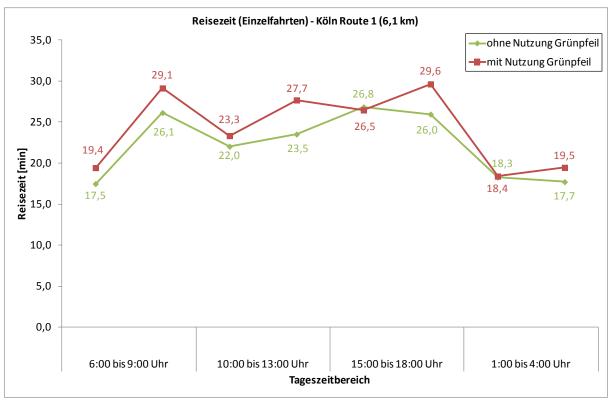


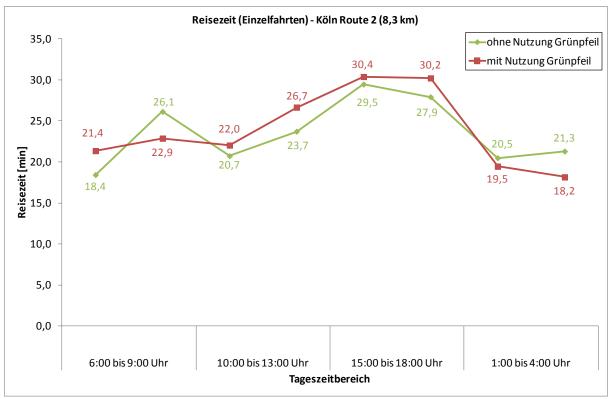
Anlage 89 Reisezeit (Einzelfahrten) – Dresden Route 1 (oben) und Route 2 (unten)



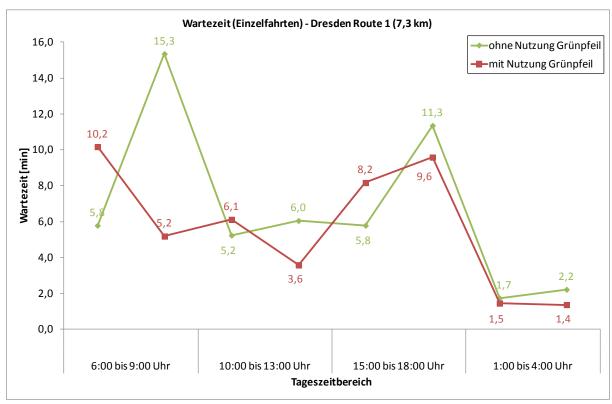


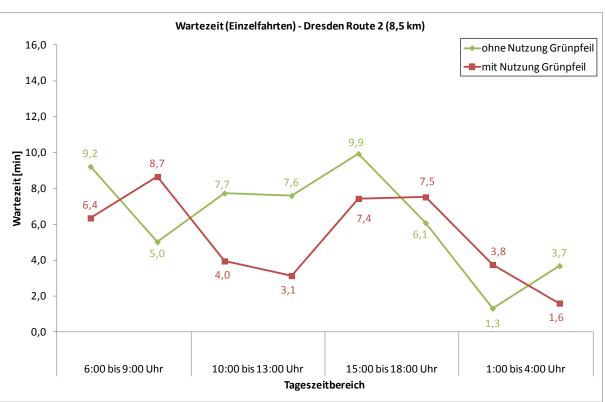
Anlage 90 Reisezeit (Einzelfahrten) – Köln Route 1 (oben) und Route 2 (unten)



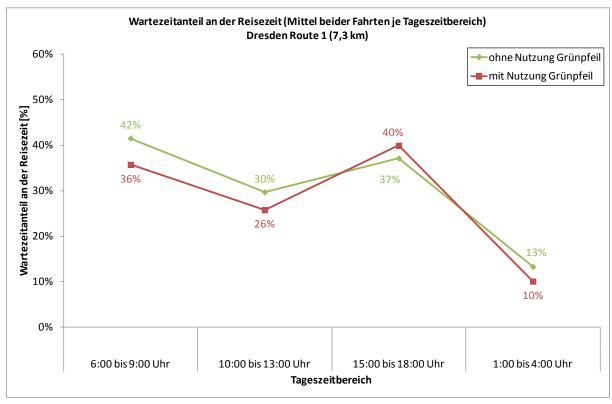


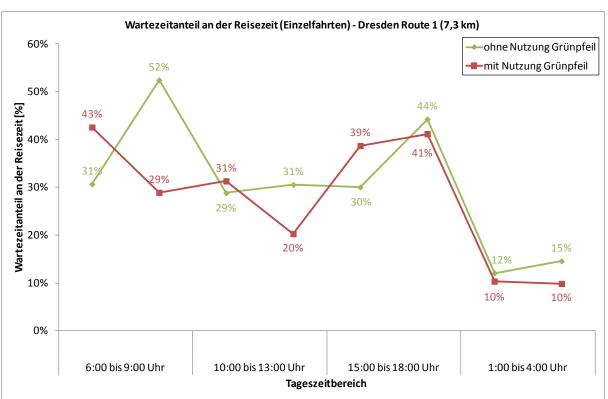
Anlage 91 Wartezeit (Einzelfahrten) – Dresden Route 1 (oben) und Route 2 (unten)



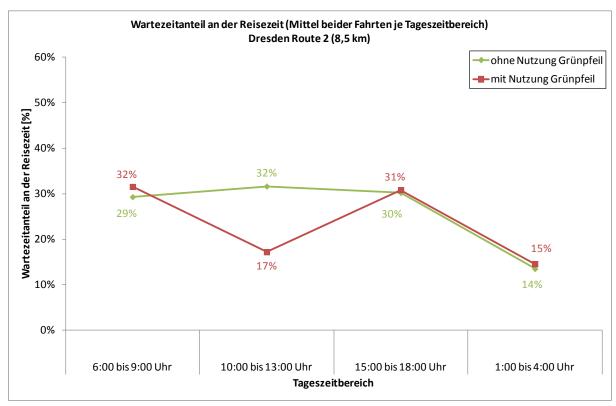


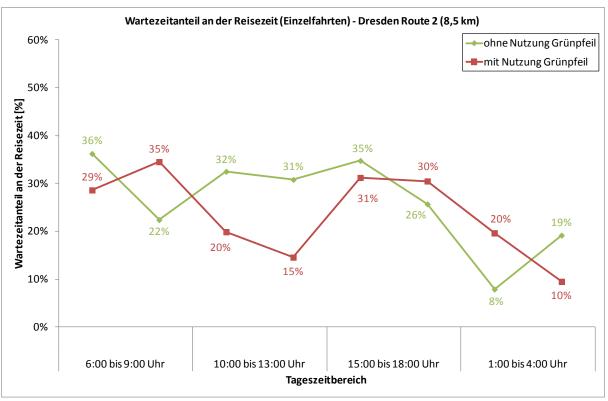
Anlage 92 Wartezeitanteil an der Reisezeit – Dresden Route 1 Mittel beider Fahrten je Tageszeitbereich (oben) sowie Einzelfahrten (unten)



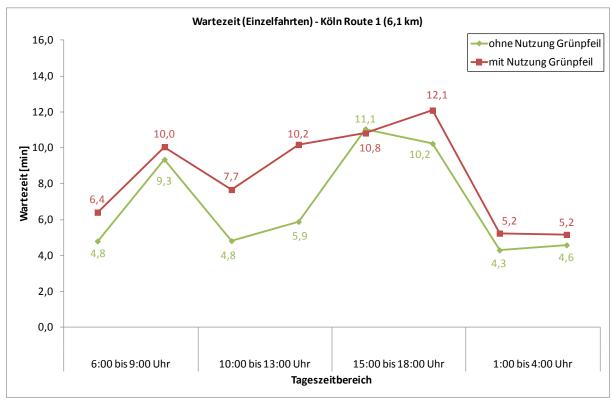


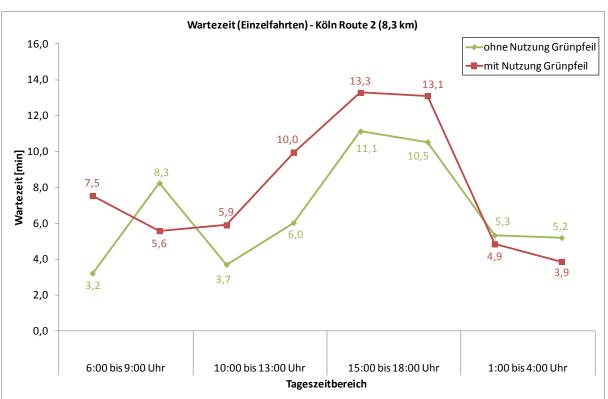
Anlage 93 Wartezeitanteil an der Reisezeit – Dresden Route 2 Mittel beider Fahrten je Tageszeitbereich (oben) sowie Einzelfahrten (unten)



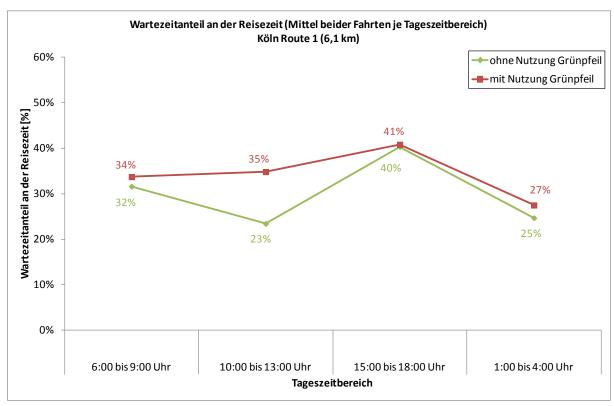


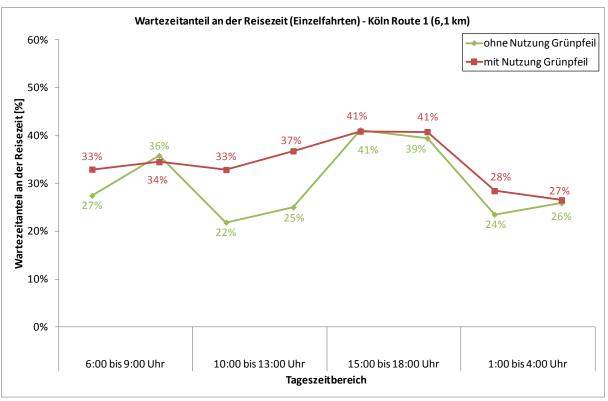
Anlage 94 Wartezeit (Einzelfahrten) – Köln Route 1 (oben) und Route 2 (unten)



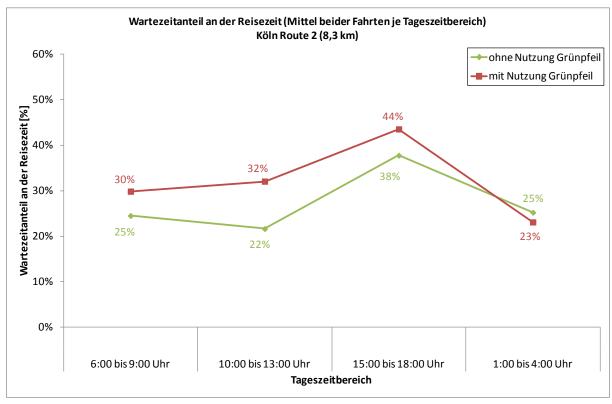


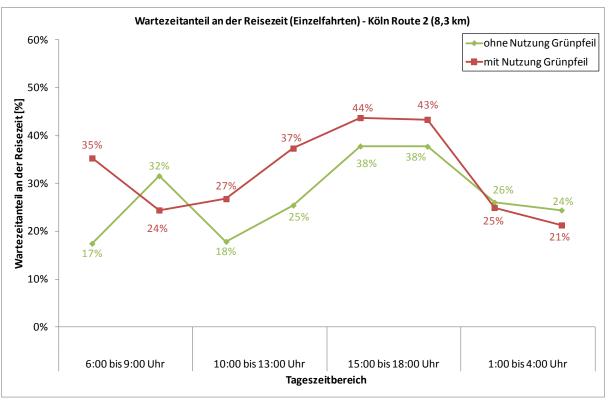
Anlage 95 Wartezeitanteil an der Reisezeit – Köln Route 1 Mittel beider Fahrten je Tageszeitbereich (oben) sowie Einzelfahrten (unten)



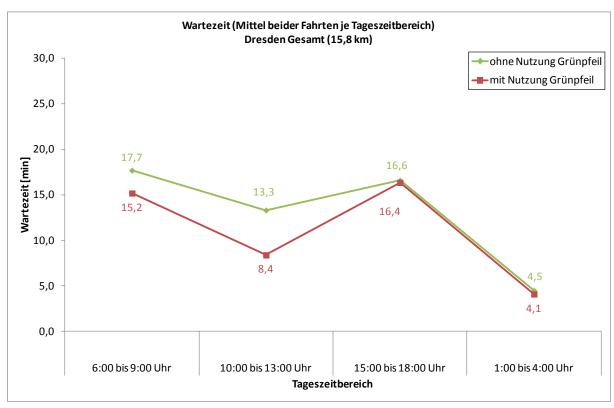


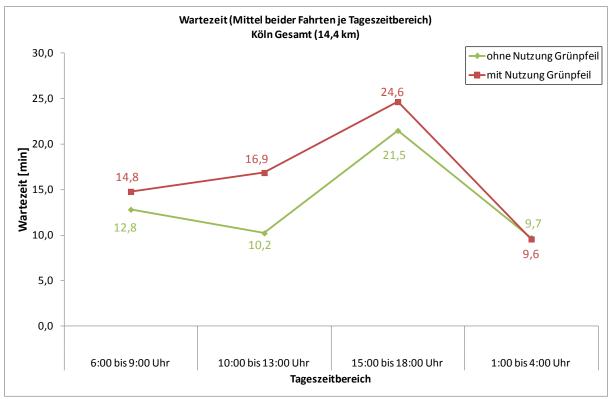
Anlage 96 Wartezeitanteil an der Reisezeit – Köln Route 2 Mittel beider Fahrten je Tageszeitbereich (oben) sowie Einzelfahrten (unten)



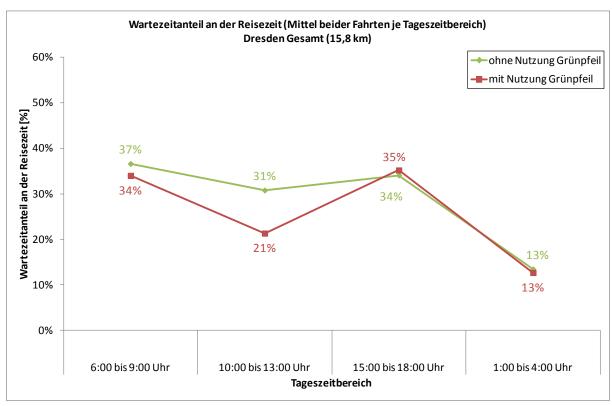


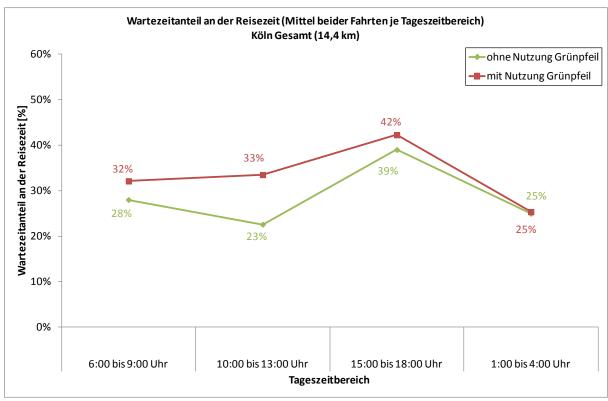
Anlage 97 Wartezeit (Mittel beider Fahrten je Tageszeitbereich) – Dresden Zusammenfassung Route 1 und Route 2 (oben) und Köln Zusammenfassung Route 1 und Route 2 (unten)



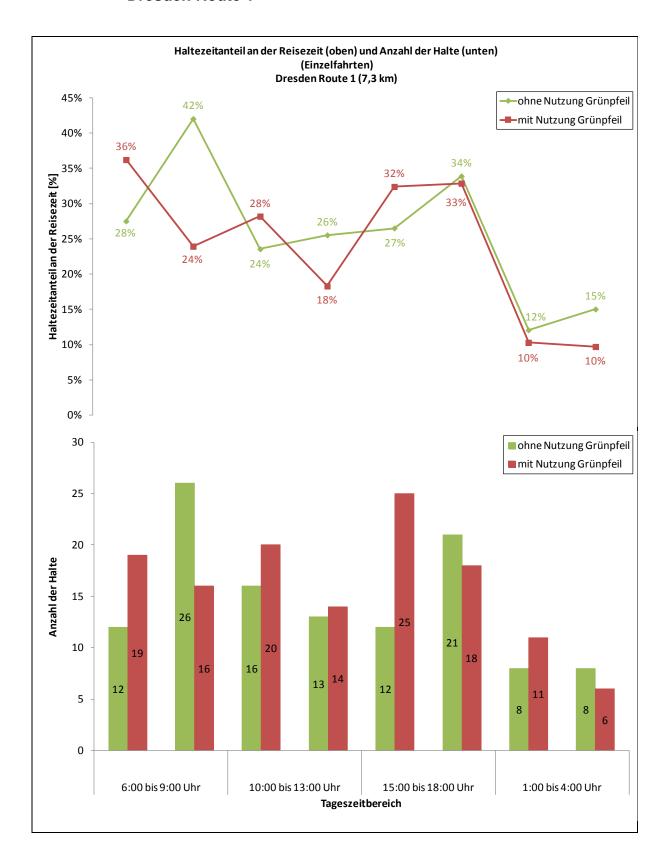


Anlage 98 Wartezeitanteil (Mittel beider Fahrten je Tageszeitbereich) –
Dresden Zusammenfassung Route 1 und Route 2 (oben) und Köln
Zusammenfassung Route 1 und Route 2 (unten)

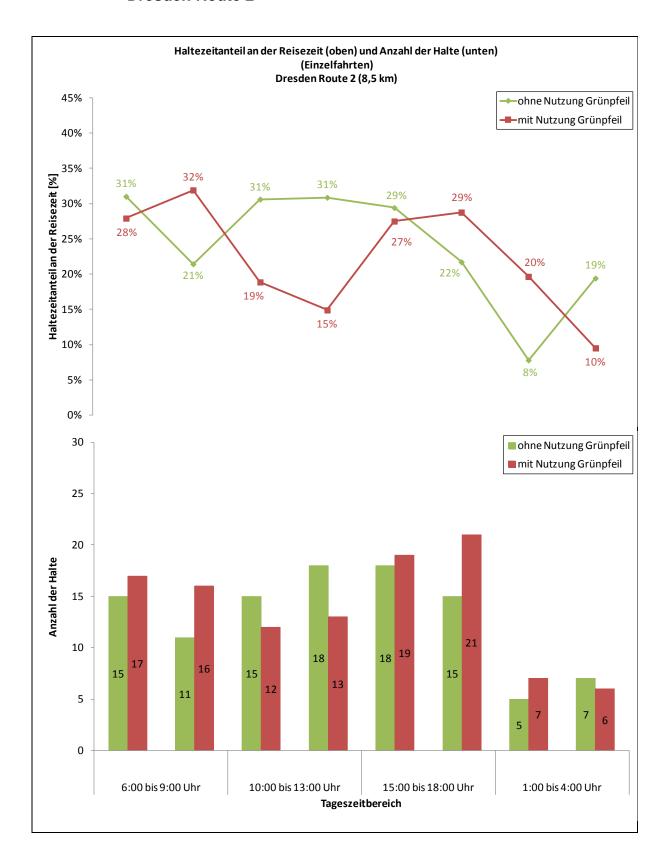




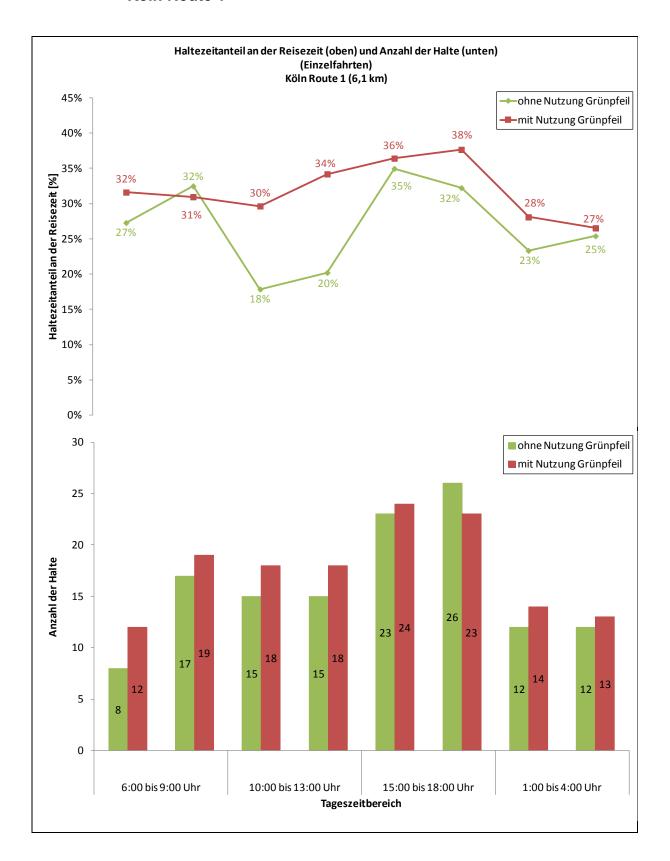
Anlage 99 Haltezeitanteil (oben) und Anzahl der Halte (oben) Einzelfahrten – Dresden Route 1



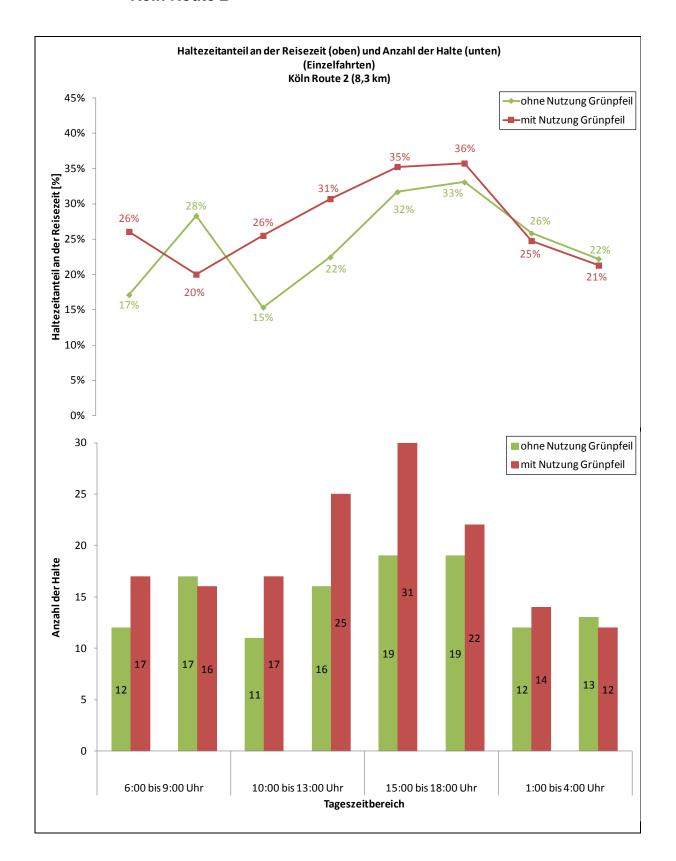
Anlage 100 Haltezeitanteil (oben) und Anzahl der Halte (oben) Einzelfahrten – Dresden Route 2



Anlage 101 Haltezeitanteil (oben) und Anzahl der Halte (oben) Einzelfahrten – Köln Route 1



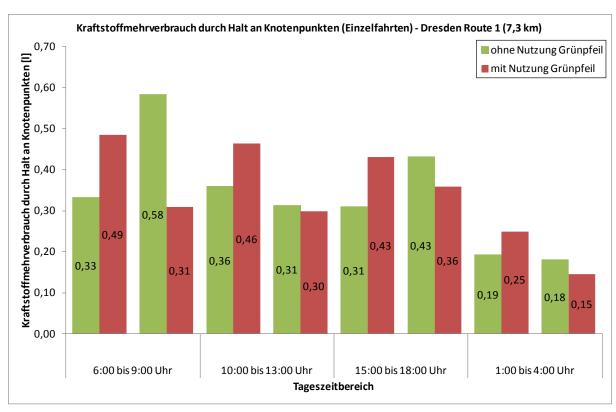
Anlage 102 Haltezeitanteil (oben) und Anzahl der Halte (oben) Einzelfahrten – Köln Route 2

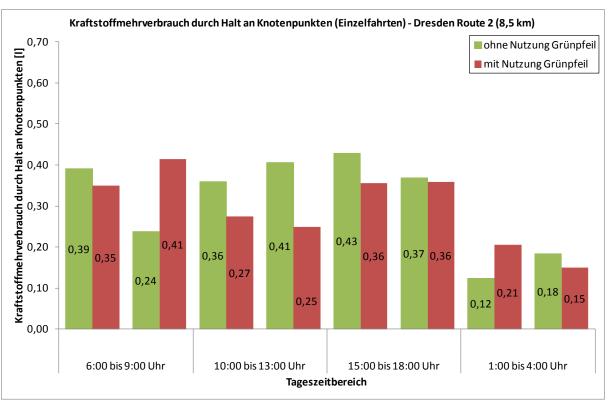


Anlage 103 Zyklusmehrverbrauch durch Halt [Schnabel & Lohse 1997]

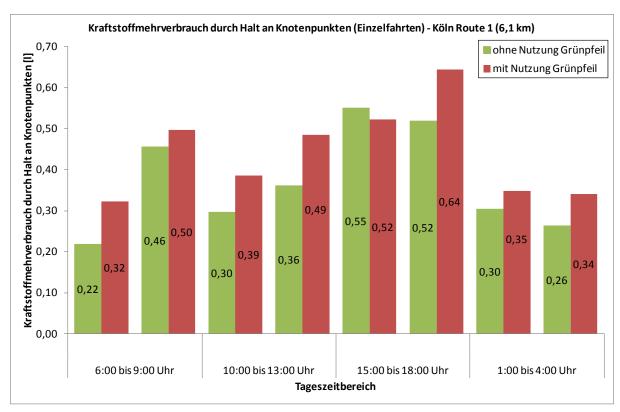
Ausgangsgeschwindigkeit	Absoluter Zyklusmehrverbrauch Benzin PKW (m = 1,3 t)
ν ₀ [km/h]	B _z [ml]
20	5,1
30	7,9
40	14,2
50	20,5
60	27,6
70	37,5
80	46

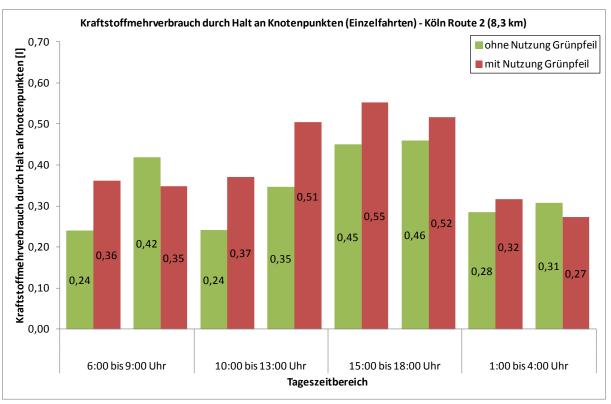
Anlage 104 Kraftstoffverbrauch durch Halt an Knotenpunkten (Einzelfahrten) – Dresden Route 1 (oben) und Route 2 (unten)





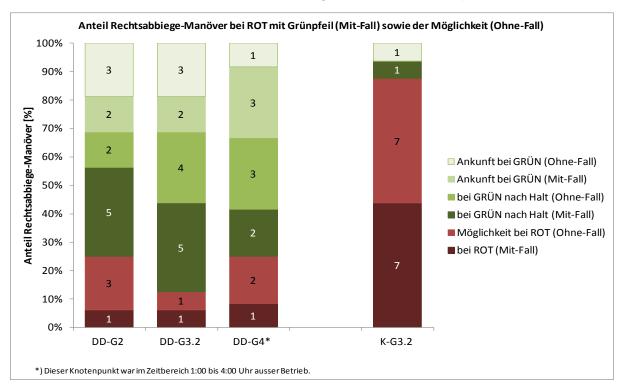
Anlage 105 Kraftstoffverbrauch durch Halt an Knotenpunkten (Einzelfahrten) – Köln Route 1 (oben) und Route 2 (unten)





Anlage 106 Nutzung der Grünpfeil-Regelung – Ergebnisse der Befahrungen und der Verkehrssituationsanalyse im Vergleich

Die folgende Abbildung zeigt den Anteil der Rechtsabbiege-Manöver bei ROT mit Grünpfeil des Mit-Falles (Nutzung der Grünpfeil-Regelung) sowie zusätzlich die Möglichkeit des Rechtsabbiegens bei ROT im Ohne-Fall (keine Nutzung der Grünpfeil-Regelung), wobei die Fälle relevant waren, in denen sich das Fahrzeug bei ROT in 1. Warteposition befindet.



Darüber hinaus enthält die Darstellung die Rechtsabbiege-Manöver bei GRÜN (im Mit- und Ohne-Fall) differenziert nach

- Rechtsabbiegen bei GRÜN nach einem Halt (Ankunft bei ROT in > 1. Warteposition, so dass ein Abfließen bei ROT möglich gewesen wäre) und
- Ankunft bei GRÜN (kein Halt).

Die Ergebnisse der Befahrungen zeigen, dass am Knotenpunkt

- DD-G2 25 % der Rechtsabbiege-Manöver bei ROT stattfinden/hätten stattfinden können – innerhalb der Verkehrssituationsanalyse (vgl. Kapitel 6.4, Abbildung 84) sind 34 % der Rechtsabbieger bei ROT gefahren.
- DD-G3.2 13 % der Rechtsabbiege-Manöver bei ROT stattfinden/hätten stattfinden können innerhalb der Verkehrssituationsanalyse (vgl. Kapitel 6.4, Abbildung 84) sind 62 % der Rechtsabbieger bei ROT gefahren.
- DD-G4 25 % der Rechtsabbiege-Manöver bei ROT stattfinden/hätten stattfinden können innerhalb der Verkehrssituationsanalyse (vgl. Kapitel 6.4, Abbildung 84) sind 22 % der Rechtsabbieger bei ROT gefahren.
- K-G3.2 88 % der Rechtsabbiege-Manöver bei ROT stattfinden/hätten stattfinden können – innerhalb der Verkehrssituationsanalyse (vgl. Kapitel 6.4, Abbildung 84) sind 60 % der Rechtsabbieger bei ROT gefahren.

Es zeigt sich, dass mit Ausnahme der Ergebnisse am Knotenpunkt DD-G3.2 durchaus vergleichbare Anteile der (möglichen) Grünpfeil-Nutzung bei beiden Messungen festzustellen sind.

Darüber hinaus ist festzustellen, dass bei jeder vierten Überfahrt an den Knotenpunkten DD-G2, DD-G3.2 sowie DD-G4 kein Halt notwendig wurde, da das Messfahrzeug die genannten Knotenpunkte bei GRÜN erreichte.

Anlage 107 Ermittlung der Verkehrsqualität des Verkehrsablaufs nach [HBS 2001] für den Ohne-Fall der Knotenpunkte DD-G2 und K-G3.2

Bezeichnung	Symbol	t _F [s]	t _u [s]	f [-]	t _s [s]	q [Fz/h]	m [Fz]	q _{s,st} [Pkw/h]	SV [%]	f1 [-]	R [m]	f2 [-]
DD-G2	1⊷	30	70	0,429	40	261	5,1	2000	5,4	0,974	<10	0,85
K-G3.2	⊢	15	55	0,273	40	60	0,9	2000	1,7	1	<10	0,85



Bezeichnung	Symbol	a _g	a _r	q _{sg} [Fz/h]	q _{sr} [Fz/h]	q _s [Fz/h]	t _B [s/Fz]	n _c [Fz]	P [Fg/U]	t _{fuss} [S]	t _{ru} [s]	C [Fz/h]
DD-G2	1⊷	0,92	0,08	1949	1656	1923	1,87	16,0	0,53	0,07	28	822,2
K-G3.2	⊢	-	-	-	1700	1700	2,12	7,1	0,58	0,18	13	458,0



Bezeichnung	Symbol	g [-]	N _{GE} [Fz]	n _H [Fz]	h [%]	w _{HBS} [s]	QSV
DD-G2	1→	0,317	0	3,4	66	13,2	А
K-G3.2	₽	0,131	0	0,7	75	15,1	А

Anlage 108 Bei den Befahrungen ermittelte Wartezeiten der Zeitbereiche 6:00 bis 9:00 Uhr, 10:00 bis 13:00 Uhr und 15:00 bis 18:00 Uhr für den Ohne-Fall der Knotenpunkte DD-G2 und K-G3.2

Bezeichnung	Symbol	W _{6-9 Uhr, 1}	W _{6-9 Uhr, 2} [s]	W _{6-9 Uhr, mittel}
DD-G2	↑ →	1	0	0
K-G3.2	⊢	12	35	23,5

Bezeichnung	Symbol	W _{10-13 Uhr, 1}	W _{10-13 Uhr, 2} [s]	W ₁₀₋₁₃ Uhr, mittel
DD-G2	1→	26	34	30
K-G3.2	↦	7	0	3,5

Bezeichnung	Symbol	W _{15-18 Uhr, 1} [s]	W _{15-18 Uhr, 2} [s]	W _{15-18 Uhr, mittel}
DD-G2	↑ →	0	0	0
K-G3.2	⊢	34	18	26



Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V.

Wilhelmstraße 43 / 43 G, 10117 Berlin Postfach 08 02 64, 1002 Berlin

Tel. 030 / 20 20 -50 00, Fax 030 / 20 20 - 60 00 www.gdv.de, www.udv.de