

Abbiegeunfälle Pkw/Lkw und Fahrrad

Harald Kolrep-Rometsch

Rodney Leitner

Christina Platho

Thomas Richter

Annika Schreiber

Marcel Schreiber

Petra Buterwegge

Abbiegeunfälle Pkw/Lkw und Fahrrad

Dr. Harald Kolrep-Rometsch

Rodney Leitner

Christina Platho

Prof. Dr. Thomas Richter

Annika Schreiber

Marcel Schreiber

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](https://twitter.com/unfallforschung)

YouTube: www.youtube.com/unfallforschung

ISBN-Nr.: 978-3-939163-51-0

Redaktion: Marcel Schreiber

Layout: Franziska Gerson Pereira

Bildnachweis: UDV und siehe Quellenangaben

Erschienen: 07/2013

Im Auftrag der Unfallforschung der Versicherer (UDV)

Abbiegeunfälle Pkw/Lkw und Fahrrad

bearbeitet durch:

HFC Human Factors Consult GmbH
Dr. Harald Kolrep-Rometsch
Rodney Leitner
Christina Platho



und Technische Universität Berlin
ILS-Straßenplanung und Straßenbetrieb
Prof. Dr. Thomas Richter
Annika Schreiber
Marcel Schreiber



Bei der UDV betreut von:
Petra Butterwegge



Inhalt

	Abbildungen	10
	Tabellen	13
	Abkürzungen	15
	Kurzfassung	17
	Abstract	18
1	Einleitung	19
1.1	Untersuchungsfelder und Arbeitsschritte	19
2	Literaturanalyse	20
2.1	Infrastruktur	20
2.1.1	Bedeutung von Abbiegeunfällen beim Unfallgeschehen im Radverkehr	21
2.1.2	Führungsform	21
2.1.3	Furtabsetzung	23
2.1.4	Führung in der Knotenpunktzufahrt	24
2.1.5	Führung des Radverkehrs im Zweirichtungsverkehr	24
2.1.6	Ausführung der Furt	25
2.1.7	Führung des Abbiegeverkehrs	25
2.1.8	Signaltechnische Einbindung des Radverkehrs	25
2.1.9	Weitere Einflüsse auf die Verkehrssicherheit	26
2.1.10	Zusammenfassung und Zwischenfazit	27
2.2	Verhalten und demografische Einflüsse	28
2.2.1	Verkehrssituative Faktoren	28
2.2.2	Verhaltensbezogene Faktoren	28
2.2.2.1	Verhalten der Radfahrer	28
2.2.2.2	Verhalten der Autofahrer	30
2.2.3	Regelkenntnis der Verkehrsteilnehmer	30
2.2.4	Demografische Faktoren	31
2.2.4.1	Einfluss des Alters	31
2.2.4.2	Einfluss des Geschlechts	31
2.2.4.3	Besitz eines Führerscheins	31
2.2.5	Fazit	32
2.3	Wirkmodell	32
3	Untersuchungsplanung	35
3.1	Auswahl der Kommunen	35
3.2	Stellenwert des Radverkehrs	36
3.2.1	Münster	36

3.2.2	Magdeburg	37
3.2.3	Darmstadt	37
3.2.4	Erfurt	38
3.2.5	Zwischenfazit	39
3.3	Makroskopische Unfallanalyse	39
3.3.1	Beschaffung polizeilicher Unfalldaten	39
3.3.2	Bereinigung der Unfalldatensätze	40
3.3.3	Ermittlung angepasster Unfallkostensätze	40
3.3.4	Makroskopische Unfallanalyse	41
3.4	Infrastrukturbezogene Unfallanalyse	42
3.4.1	Bestandsaufnahme der Radverkehrsinfrastruktur	42
3.4.2	Verschneidung der Unfalldaten mit den Infrastrukturdaten	43
3.4.3	Clusterung der Knotenpunktarme	43
3.4.4	Erhebung von Verkehrsstärken abbiegender Kfz und geradeausfahrender Radfahrer	43
3.4.5	Infrastrukturbezogene makroskopische Unfallanalyse	45
3.4.6	Infrastrukturbezogene mikroskopische Unfallanalyse	46
3.4.6.1	Auswertung der Unfallhergänge und Unfallskizzen	46
3.4.6.2	Erstellung von Unfalldiagrammen	47
3.4.6.3	Vor-Ort-Begehung	47
3.5	Verhaltensbeobachtung in den Kommunen	47
3.5.1	Auswahl der zu untersuchenden Knotenpunktarme	48
3.5.2	Beobachtungssitem und -methodik	48
3.5.3	Dokumentation und Standortwahl	49
3.5.4	Durchführung der Beobachtung	50
3.5.5	Auswertung der Verhaltensbeobachtung	51
3.6	Interaktions- und Konfliktanalyse zur Risikobewertung	51
3.7	Befragungen in den Kommunen	52
3.7.1	Vor-Ort-Befragung	52
3.7.2	Telefonbefragung	53
3.7.2.1	Vorbereitung	54
4	Makroskopische Unfallanalyse	55
4.1	Einordnung der Unfälle Ab-Rf in das allgemeine Unfallgeschehen	55
4.2	Makroskopische Unfalluntersuchung der Unfälle Ab-Rf	58
4.2.1	Unfallzahlen, Unfallkosten und Unfallkategorien	58
4.2.2	Verteilung des Unfallgeschehens auf Links- und Rechtsabbiegevorgänge	58
4.2.3	Demografie der Unfallbeteiligten	59
4.2.3.1	Geschlecht der unfallbeteiligten Radfahrer nach Städten (2007 - 2009)	59
4.2.3.2	Geschlecht der unfallbeteiligten Pkw-Fahrer nach Städten (2007 - 2009)	60
4.2.3.3	Unfallbeteiligung von Radfahrern an Unfällen Ab-Rf nach Altersgruppen (2007 - 2009)	61
4.2.3.4	Unfallbeteiligung von Pkw-Fahrern an Unfällen Ab-Rf nach Altersgruppen (2007 - 2009)	63

4.2.4	Beteiligte Unfallgegner nach Unfallkategorien	65
4.2.5	Unfallschuld und Unfallursachen	65
4.2.5.1	Schuld der Kfz-Fahrer bei Unfällen Ab-Rf nach Städten (2007 - 2009)	65
4.2.5.2	Unfallursachen der Kfz- und der Radfahrer bei Unfällen Ab-Rf (alle Jahre)	65
4.2.6	Unfallgeschehen im Jahres-, Wochen- und Tagesverlauf	67
4.2.6.1	Anzahl der Unfälle Ab-Rf im Jahresverlauf nach Städten (2007 - 2009)	67
4.2.6.2	Verteilung der Unfälle Ab-Rf im Wochenverlauf nach Städten (2007 - 2009)	67
4.2.6.3	Verteilung der Unfälle Ab-Rf im Tagesverlauf nach Städten (2007 - 2009)	67
4.2.7	Licht- und Witterungsverhältnisse sowie Straßenzustand	69
4.2.7.1	Anzahl der Unfälle Ab-Rf nach Lichtverhältnissen und Städten (2007 - 2009)	69
4.2.7.2	Anzahl der Unfälle Ab-Rf nach Witterungsbedingungen und Städten (2007 - 2009)	69
4.2.8	Zusammenfassung und Zwischenfazit	69
5	Einfluss der Infrastruktur auf das Unfall- und Konfliktgeschehen	71
5.1	Fahrtrichtung und Flächennutzung der Radfahrer	71
5.1.1	Flächennutzung der Radfahrer	71
5.1.2	Fahrtrichtung der Radfahrer	72
5.2	Infrastrukturbezogene makroskopische Unfallanalyse	73
5.2.1	Datenverfügbarkeit und Konsistenz der Daten	73
5.2.2	Rechts- und Linksabbiegeunfälle Ab-Rf nach Clustern	74
5.2.3	Unfallkennziffern für Rechtsabbiegeunfälle Ab-Rf	74
5.2.4	Unfallkennziffern für Linksabbiegeunfälle Ab-Rf	76
5.3	Infrastrukturbezogene mikroskopische Unfallanalyse	77
5.3.1	Flächennutzung der beteiligten Radfahrer an U Ab-Rf	77
5.3.2	Anteil der links bzw. rechts fahrenden Radfahrer an U Ab-Rf	79
5.3.3	Weitere Hinweise aus den Unfallhergangsbeschreibungen und Unfallskizzen	80
5.3.4	Ergebnisse der Vor-Ort-Begehung	81
5.4	Vergleich unfallauffälliger und -unauffälliger KPA	83
5.5	Infrastrukturmerkmale, Verhalten und Konflikte	83
5.5.1	Infrastrukturmerkmale und Konflikte	83
5.5.2	Infrastrukturmerkmale und Verhalten der Kfz- und Radfahrer	84
5.6	Präferierte Radführungsformen	85
5.6.1	Verhaltensbeobachtung	85
5.6.2	Befragung	86
5.7	Synopse der Erkenntnisse zum Einfluss der Infrastruktur	87
5.7.1	Rechtsabbiegeunfälle Ab-Rf	87
5.7.2	Linksabbiegeunfälle Ab-Rf	88
5.7.3	Besondere Einflüsse auf das Unfallgeschehen	90
5.7.4	Einfluss der Infrastrukturmerkmale auf das Verhalten	91

6	Verkehrssituation, Konflikte und Unfälle	92
6.1	Verhalten der Kfz-Fahrer und Radfahrer	92
6.1.1	Verhalten der Kfz-Fahrer	92
6.1.2	Verhalten der Radfahrer	92
6.1.3	Einfluss personaler Merkmale	93
6.1.4	Zusammenfassung der Verhaltensbeobachtung	93
6.2	Verkehrssituationen und Konflikte	94
6.2.1	Interaktionsanalyse	94
6.2.2	Unfallanalyse	95
6.3	Vergleich der Kraftfahrzeugtypen	96
6.3.1	Interaktionsanalyse	96
6.3.2	Unfallanalyse	96
6.4	Zusammenfassung	96
7	Regelwissen und Regelverstöße	97
7.1	Wissen um Vorfahrtsregeln und Benutzungspflicht	97
7.2	Beobachtete und berichtete Regelverstöße	98
7.2.1	Beobachtete Regelverstöße von Kfz-Fahrern	98
7.2.2	Berichtete Regelverstöße von Kfz-Fahrern	99
7.2.3	Beobachtete Regelverstöße von Radfahrern	99
7.2.4	Berichtete Regelverstöße von Radfahrern	99
7.3	Wahrgenommene Regelbefolgung der Kfz- und Radfahrer	100
7.4	Zusammenfassung	101
8	Einstellung, Wahrnehmung und Erleben	101
8.1	Häufigkeit konflikthafter Situationen aus Radfahrersicht	101
8.2	Radfahrqualität in den Kommunen	102
8.3	Achtsamkeit und Rücksichtnahme	103
8.4	Wie erleben Radfahrer Situationen mit rechtsabbiegenden Kfz?	104
8.4.1	Beobachtetes versus vom Radfahrer wahrgenommenes Verhalten des Kfz-Fahrers	104
8.4.2	Beobachtete versus wahrgenommene Kritikalität der Abbiegesituationen	104
8.5	Zwischenfazit	105
9	Zusammenfassung der Ergebnisse und Empfehlungen	105
9.1	Stellenwert des Radverkehrs für die Verkehrssicherheit	106
9.2	Einfluss der Infrastruktur auf das Unfall- und Konfliktgeschehen	106
9.3	Einfluss von Verhalten der Verkehrsteilnehmer und verkehrssituativen Faktoren	108
9.3.1	Zusammenfassung der Befunde	108
9.3.2	Empfehlungen	109
9.4	Fahrerassistenzsysteme	110
9.5	Weiterer Forschungsbedarf	110

	Literatur	112
A	Unfalltypen	116
A.1	Kurzbeschreibung der Unfalltypen	116
A.2	Beschreibung Unfalltyp 2 - Abbiege-Unfall (AB)	117
B	Zusammenhang von Verkehrsstärken, Konflikten und Unfällen	118
C	Ergebnisse der Verkehrszählungen	119
C.1	Fahrtrichtung der Radfahrer nach Clustern (mit Unterscheidung der Furtausführung)	119
C.2	Flächennutzung der Radfahrer	120
C.2.1	Flächennutzung der Radfahrer nach Clustern (beide Fahrtrichtungen, mit Unterscheidung der Furtausführung)	120
C.2.2	Flächennutzung der Radfahrer in Fahrtrichtung nach Clustern (ohne Unterscheidung der Furtausführung)	121
C.2.3	Flächennutzung der Radfahrer gegen die Fahrtrichtung nach Clustern (ohne Unterscheidung der Furtausführung)	121
D	Unfallkennziffern	122
D.1	Unfallkennziffern für Rechtsabbiegeunfälle mit Unterscheidung der Furtausführung (inklusive schwach besetzter Cluster)	122
D.2	Unfallkennziffern für Rechtsabbiegeunfälle ohne Unterscheidung der Furtausführung (inklusive schwach besetzter Cluster)	123
D.3	Unfallkennziffern für Linksabbiegeunfälle mit Unterscheidung der Furtausführung (inklusive schwach besetzter Cluster)	124
D.4	Unfallkennziffern für Linksabbiegeunfälle ohne Unterscheidung der Furtausführung (inklusive schwach besetzter Cluster)	125
E	Unterlagen der Verhaltensbeobachtung	126
E.1	Liste der beobachteten Knotenpunkte und der dokumentierten Interaktionen	126
E.2	Knotenpunktprotokoll	127
E.3	Beobachtungsprotokoll	129
E.4	Videodaten für die Interaktionsanalyse	130
E.5	Vor-Ort-Befragungsbogen	131
F	Unterlagen der Telefonbefragung	133

Abbildungen

Abbildung 1:	Wirkmodell mit den zu untersuchenden Beziehungen	34
Abbildung 2:	Kontrastierung der Untersuchungsstädte hinsichtlich ihres Radverkehrsanteils und des Stellenwerts des Radverkehrs	39
Abbildung 3:	Clusterung der Knotenpunktarme (20 Cluster)	44
Abbildung 4:	Standorte der Kameras und des Beobachtungsteams	50
Abbildung 5:	Hinweisschilder für die Vor-Ort-Befragung	53
Abbildung 6:	Anzahl der Unfälle AB-Rf / je 1.000 EW in drei Jahren nach Städten (2007 - 2009)	57
Abbildung 7:	Anteil der Unfallkosten der Radverkehrsunfälle an den gesamten Unfallkosten nach Städten (2007 - 2009)	58
Abbildung 8:	Anteil der Unfallkosten U Ab-RF an Unfallkosten U Rf nach Städten (2007 -2009)	58
Abbildung 9:	Anzahl der Unfälle AB-Rf nach Unfallkategorie (Ukat) und Städten (2007 - 2009)	58
Abbildung 10:	Unfallkosten der Unfälle AB-Rf nach Unfallkategorie (UKat) und Städten in T € (2007 - 2009)	59
Abbildung 11:	Anzahl der Unfälle Ab-Rf und Unfallkosten nach Abbiegevorgang und Städten (2007 - 2009)	59
Abbildung 12:	Unfallbeteiligung von Radfahrern an Unfällen Ab-Rf nach Geschlecht im Verhältnis zur Bevölkerung, zum Verkehrsaufkommen und zur Verkehrsleistung	60
Abbildung 13:	Unfallbeteiligung von Pkw-Fahrern an Unfällen Ab-Rf nach Geschlecht im Verhältnis zur Bevölkerung, zum Verkehrsaufkommen und zur Verkehrsleistung	60
Abbildung 14:	Unfallbeteiligung von Radfahrern an Unfällen Ab-Rf nach Altersgruppen im Verhältnis zur Anzahl der Wege mit dem Fahrrad (Anzahl der Wege auf Basis kleinerer Kern- und Großstädte)	61
Abbildung 15:	Unfallbeteiligung von Radfahrern an Unfällen Ab-Rf nach Altersgruppen im Verhältnis zur Fahrleistung mit dem Fahrrad (Fahrleistungen auf Basis kleinerer Kern- und Großstädte)	62
Abbildung 16:	Unfallbeteiligung von Pkw-Fahrern an Unfällen Ab-Rf nach Altersgruppen im Verhältnis zum Anteil der Wege mit dem Pkw (Anzahl der Wege auf Basis kleinerer Kern- und Großstädte)	63
Abbildung 17:	Unfallbeteiligung von Pkw-Fahrern an Unfällen Ab-Rf nach Altersgruppen im Verhältnis zur Fahrleistung mit dem Pkw (Fahrleistungen auf Basis kleinerer Kern- und Großstädte)	64
Abbildung 18:	Anteile unterschiedlicher Unfallgegner am Unfallgeschehen Ab-Rf nach Unfallkategorien (alle Städte, 2007 - 2009)	65
Abbildung 19:	Schuld der Kfz-Fahrer bei Unfällen Ab-Rf nach Städten (2007 - 2009)	65
Abbildung 20:	Anzahl der Unfälle Ab-Rf im Jahresverlauf nach Städten pro Jahr (2007 - 2009)	67

Abbildung 21:	Verteilung der Unfälle Ab-Rf nach Wochentag und Städten (2007 - 2009)	67
Abbildung 22:	Vergleich des Unfallgeschehens Ab-Rf nach Städten mit der SrV-Tagesganglinie im Radverkehr (Unfälle 2007-2009, Tagesganglinie im Radverkehr nach SrV 2008)	68
Abbildung 23:	Vergleich des Unfallgeschehens Ab-Rf nach Städten mit der SrV-Tagesganglinie im MIV (Unfälle 2007 - 2009, Tagesganglinie im MIV nach SrV 2008)	68
Abbildung 24:	Anzahl der Unfälle Ab-Rf nach Lichtverhältnissen und Städten (2007 - 2009)	69
Abbildung 25:	Anzahl der Unfälle Ab-Rf nach Witterungsbedingung und Städten (2007 - 2009)	69
Abbildung 26:	Flächennutzung der Radfahrer bei den Verkehrserhebungen an 318 KPA mit Unfällen Ab-Rf (beide Fahrtrichtungen, ohne Unterscheidung der Furtausführung)	71
Abbildung 27:	Fahrtrichtung der Radfahrer bei den Verkehrserhebungen an 318 KPA mit Unfällen Ab-Rf (ohne Unterscheidung der Furtausführung)	72
Abbildung 28:	Verteilung der Unfälle Ab-Rf auf Rechts- und Linksabbiegeunfälle nach Clustern (2007 - 2009)	75
Abbildung 29:	Radweg mit Lichtsignalanlage und mittlerer Furtabsetzung zwischen 2 und < 4 m	76
Abbildung 30:	Radweg ohne Lichtsignalanlage mit weiter Furtabsetzung ≥ 4 m	76
Abbildung 31:	Knotenpunktarm mit Lichtsignalanlage und Radfahrstreifen	76
Abbildung 32:	Knotenpunktarm ohne Lichtsignalanlage mit Radverkehrsführung im Mischverkehr	77
Abbildung 33:	Flächennutzung der beteiligten Radfahrer bei Rechtsabbiegeunfällen Ab-Rf (mikroskopische Unfallanalyse)	78
Abbildung 34:	Flächennutzung der beteiligten Radfahrer bei Linksabbiegeunfällen Ab-Rf (mikroskopische Unfallanalyse)	79
Abbildung 35:	Anteil der links bzw. rechts fahrenden Radfahrer bei Rechtsabbiegeunfällen Ab Rf (mikroskopische Unfallanalyse)	80
Abbildung 36:	Anteil der links bzw. rechts fahrenden Radfahrer bei Linksabbiegeunfällen Ab Rf (mikroskopische Unfallanalyse)	80
Abbildung 37:	Bildmaterial zum Vergleich der unterschiedlichen Radführungsformen: Knotenpunktarm ohne Radweg, Knotenpunktarm mit Radfahrstreifen, Radweg auf dem Gehweg (leicht abgesetzt) und Radweg auf dem Gehweg (stark abgesetzt)	86
Abbildung 38:	Fahrfluss des Kfz bei RA-U Ab-RF an KPA mit LSA (mikroskopische Unfallanalyse)	95

Abbildung 39:	Regeltreue der Kfz- und Radfahrer beurteilt durch Kfz- und Radfahrer in den vier Kommunen	100
Abbildung 40:	Mittlere Häufigkeit von Konfliktsituationen und Standardabweichung (SD) auf einer Skala von 1 („sehr selten“) bis 6 („sehr häufig“) aus Sicht der 200 befragten Radfahrer; die vertikale Linie bezeichnet die Mitte der Skala	102
Abbildung 41:	Bewertung der Qualität des Radverkehrs in den vier Kommunen (von 1 = „trifft ganz und gar nicht zu“ bis 6 = „trifft voll und ganz zu“) mit Mittelwert und Standardabweichung (SD)	103
Abbildung 42:	Achtsamkeit und Rücksichtnahme der Kfz- und Radfahrer beurteilt durch Kfz-Fahrer (links) und Radfahrer(rechts) in den vier Kommunen	104
Abbildung 43:	Schematische Gliederung der Videozusammenführung	130
Abbildung 44:	Zuschnitt der Videos am Beispiel des Knotenpunktes KP222	130

Tabellen

Tabelle 1:	Arbeitsschritte der Forschungsarbeit	20
Tabelle 2:	Befunde der Literaturanalyse	33
Tabelle 3:	Übersicht Städteauswahl	35
Tabelle 4:	Verwendete angepasste WUa und pauschale Unfallkostensätze WU in € für Unfälle mit Radverkehrsbeteiligung	41
Tabelle 5:	Verwendete angepasste WUa und pauschale Unfallkostensätze WU in € für alle Innerorts-Unfälle	41
Tabelle 6:	Verteilung der in Bezug auf Unfälle Ab-Rf auffälligen bzw. un- auffälligen Beobachtungsstandorte auf die Untersuchungsstädte	48
Tabelle 7:	Beobachtungsmethoden für die erhobenen Daten der Auto- und Radfahrer	49
Tabelle 8:	Zusammenhang zwischen Konflikt- und Unfallzahlen Ab-Rf	52
Tabelle 9:	Anzahl der Unfälle gesamt, der Radverkehrsunfälle und der Unfälle Ab-Rf nach Städten sowie Personen- und Sachschaden (2007 - 2009)	56
Tabelle 10:	Anzahl der Unfälle gesamt, der Radverkehrsunfälle und der Unfälle Ab-Rf je 1.000 EW in drei Jahren nach Städten (2007 - 2009)	56
Tabelle 11:	In der infrastrukturbezogenen makroskopische Unfallanalyse nicht berücksichtigte KPA	73
Tabelle 12:	Unfallkennziffern für Rechtsabbiegeunfälle Ab-Rf nach Clustern (2007 - 2009)	75
Tabelle 13:	Unfallkennziffern für Linksabbiegeunfälle Ab-Rf nach Clustern (2007 - 2009)	77
Tabelle 14:	Sichtbehinderungen an unfallauffälligen KPA der VOB mit Rechtsabbiegeunfällen	82
Tabelle 15:	Vergleich von Pendants und unfallauffälligen KPA nach Anzahl der beobachteten KPA, Interaktionen, Konflikte mit Mittelwert (M), Standardabweichung (SD) und Konfliktrate	83
Tabelle 16:	Vergleich der Infrastrukturmerkmale nach Konfliktrate	84
Tabelle 17:	Flächennutzung der Radfahrer in Abhängigkeit von der vor- liegenden Radverkehrsführung	86
Tabelle 18:	Vergleich der Radführungsformen bei der Vor-Ort-Befragung und Telefonbefragung in den vier Kommunen	87
Tabelle 19:	Verhalten der Kfz-Fahrer vor dem/beim Abbiegen bei konflikt- freien und konflikthafter Interaktionen	92
Tabelle 20:	Verhalten der Radfahrer vor/beim Überqueren bei konfliktfreien und konflikthafter Interaktionen	93
Tabelle 21:	Konfliktrate nach Signalisierungsphase des Kfz- und Radverkehrs	94
Tabelle 22:	Konfliktrate nach Art der Sichtbeziehung von Kfz- und Radverkehr	94
Tabelle 23:	Abbiegen in Kolonne, gleichzeitiges Fahren mehrerer Rf und Konfliktrate	94

Tabelle 24:	Anzahl beobachteter Interaktionen und Konflikte je Kraftfahrzeugtyp	96
Tabelle 25:	Verkehrsteilnahme und Beteiligung der Kfz-Typen im Unfallgeschehen Ab-Rf	96
Tabelle 26:	Wissen um Vorfahrtsregeln und Benutzungspflicht	97
Tabelle 27:	Schulterblicke von Kfz-Fahrern beim Rechtsabbiegen nach augenscheinlichem Alter und Geschlecht	98
Tabelle 28:	Berichtete Regelverstöße von Kfz-Fahrern	99
Tabelle 29:	Berichtete Regelverstöße der Radfahrer	100
Tabelle 30:	Signifkante Unterschiede in der Bewertung der Qualität des Radverkehrs über die vier Kommunen	103
Tabelle 31:	Objektive versus subjektive Beurteilung der Kritikalität der Abbiegesituationen	105
Tabelle 32:	Stellenwert des Radverkehrs, Radverkehrsanteil und Verkehrssicherheit für abbiegende Kfz und geradeaus-fahrende Radfahrer	106
Tabelle 33:	Zusammenhang von Verkehrsstärke der Kfz- und Radfahrer, Unfallzahlen und Unfallkostenraten auf Basis der Daten der Makroanalyse getrennt nach Rechts- und Linksabbiegern	118
Tabelle 34:	Zusammenhang von Verkehrsstärke der Kfz- und Radfahrer, Konflikten und Unfallzahlen auf Basis der 43 zur Beobachtung ausgewählten KPA; aufgrund zu geringer Fallzahl wird nicht zwischen Rechts- und Linksabbiegern differenziert	118

Abkürzungen

ADFC	Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club e. V.
BAST	Bundesanstalt für Straßenwesen
DA	Darmstadt
EF	Erfurt
ERA	Empfehlungen für Radverkehrsanlagen
EUSka	Elektronische Unfalltypensteckkarte
FGSV	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V.
Kfz	Kraftfahrzeug
KP	Knotenpunkt
KPA	Knotenpunktarm
KPA-ID	Identifikationsnummer des Knotenpunktarms
Krad	Kraftrad
LA-U	Linksabbiegeunfälle
Lfw	Lieferwagen
Lkw	Lastkraftwagen
LSA	Lichtsignalanlage
MD	Magdeburg
MS	Münster
MV	Mischverkehr
p	p-Wert, Signifikanzwert
Pkw	Personenkraftwagen
RA-U	Rechtsabbiegeunfälle
RS	Radfahrstreifen bzw. Schutzstreifen
RV	Radverkehr
RW	Radweg
SD	Standardabweichung
SrV	System repräsentativer Verkehrserhebungen
StVO	Straßenverkehrsordnung
U Ab-Rf	Abbiegeunfall mit Radfahrerbeteiligung
UD	Unfalldichte
UDV	Unfallforschung der Versicherer
UKD	Unfallkostendichte
UKQ	Unfallkostenquote
UKR	Unfallkostenrate
UNKEY	EUSka-Unfallidentifikationsnummer
UQ	Unfallquote
VOB	Vor-Ort-Begehung
VwV-StVO	Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Straßenverkehrs-Ordnung

Aus Gründen der Lesbarkeit werden im Text nicht die männliche und die weibliche Sprachform nebeneinander angeführt. Alle personenbezogenen Angaben gelten stets für Männer und Frauen.

Kurzfassung

Jede fünfte im Straßenverkehr verunglückte Person ist ein Radfahrer. Die häufigste Unfallursache sind Fehler beim Ab- oder Einbiegen des Kfz-Fahrers. Im Rahmen des Unfallforschungsprojektes wurden in Bezug auf die Straßenverkehrssicherheit und das Unfallgeschehen sowohl die Verkehrsinfrastruktur als auch das Verhalten aller Verkehrsteilnehmer in Abbiegesituationen untersucht. Für die Untersuchung wurden vier Kommunen (Münster, Magdeburg, Darmstadt und Erfurt) ausgewählt, die sich in den Kriterien des Radverkehrsanteils und des Stellenwerts des Radverkehrs unterschieden. In einer makroskopischen Unfallanalyse erfolgte eine Auswertung der Unfallanzahl, -kategorie und Unfallkosten für den Bezugszeitraum 2007 bis 2009 für alle Kommunen. Das Risiko eines Personenschadens ist bei diesen Unfällen sechsmal höher als im gesamten Unfallgeschehen. Der Kfz-Fahrer ist zu 91 % der Allein- oder Hauptverursacher des Unfalls und macht überwiegend Fehler beim Abbiegen (95 %). Fahren unter Alkohol- oder Drogeneinfluss spielt mit 0,6 % eine eher untergeordnete Rolle. Die häufigsten Unfallursachen bei den beteiligten Radfahrern mit mindestens Teilschuld waren regelwidriges Linksfahren, Nutzung des Gehwegs oder Missachtung der Verkehrsregeln. Anschließend folgte die infrastrukturbezogenen Unfallanalyse, in der die Abhängigkeit zwischen Unfallhäufigkeiten und Infrastruktureigenschaften untersucht wurde. Es wurde dabei zwischen Rechts- und Linksabbiegeunfälle unterschieden. Auffällige Knotenpunkte bei Rechtsabbiegeunfällen waren u. a. Knotenpunktarme (KPA) mit Lichtsignalanlage (LSA) und einer mittleren Furtabsetzung zwischen 2 und 4 m sowie KPA ohne LSA und weiter Furtabsetzung (über 4 m). Bei beiden Clustern konnten sehr hohe Unfallkostenraten ermittelt werden und in der Vor-Ort-Begehung wurden hier die meisten Sichthindernisse (z. B. durch parkende Fahrzeuge, Begrünung, Haltestellen oder Werbung) festgestellt.

Linksabbiegeunfälle waren u. a. besonders auffällig bei KPA ohne LSA mit Radverkehrsführung im Mischverkehr. Obwohl Unfalldichte und Unfallkostendichte sehr niedrig sind, weist dieses Cluster für Linksabbiegeunfälle jedoch

das mit Abstand höchste individuelle Unfallrisiko für Radfahrer und linksabbiegende Kfz auf.

In den durchgeführten Unfallanalysen wurde außerdem festgestellt, dass das Linksfahren und eine abweichende Flächennutzung durch die Radfahrer gefährlich sind. Insbesondere im Mischverkehr sowie auf Radwegen mit weiter Furtabsetzung sind diese Verhaltensweisen der Radfahrer besonders häufig zu beobachten und finden sich überproportional häufig in den Unfallhergängen wieder.

Parallel zur infrastrukturbezogenen Unfallanalyse wurden in den Kommunen Verhaltensbeobachtungen an 43 ausgewählten Knotenpunkten durchgeführt. Mittels einer entwickelten Konfliktanalyse wurden unterschiedliche Verhaltensmuster bei Rad- und Autofahrern sowie verkehrssituative Faktoren identifiziert, die Konflikte vermeiden oder begünstigen können.

Situative Merkmale zeigten bei der Konfliktbetrachtung einen bedeutsamen Einfluss auf die Kritikalität der Abbiegesituationen und konnten die Konfliktrate um das sechs- oder neunfache vervielfachen. Besonderen Einfluss hatten u. a. die Sichtbeziehung (Radfahrer nicht in Sichtlinie des Abbiegers) und die Signalisierungsphase von Rad- und Kfz-Fahrer (Radfahrer fährt bei Grün durch, während Kfz-Fahrer nach Rot anfährt) oder wenn sich der Kfz-Fahrer in einer Abbiegekolonne befand. Negativ zu bewerten war, dass jeder fünfte Kfz-Fahrer keinen Schulterblick machte, obwohl ein Radfahrer zugegen war. Andererseits zeigten zwei von drei Radfahrern ein defensives Fahrverhalten trotz Vorfahrtsrecht.

Die Verhaltensbeobachtungen wurden von einer Vor-Ort-Befragung und einer repräsentativen Telefonbefragung in den vier Kommunen flankiert. Die Telefonbefragung von 50 Rad- und 50 Kfz-Fahrern jeder Kommune lieferte Aussagen über die Regelkenntnisse, Nutzungsverhalten der Radfahrer und gegenseitigen Einstellung der Verkehrsteilnehmer zueinander. Über alle Kommunen konnte eine gute Kenntnis der Vorfahrtsregeln festgestellt werden, allerdings bestehen Wissenslücken sowohl bei Rad- als auch bei Kfz-Fahrern bezüglich der Benutzungs-

pflicht von Radwegen. Regelverstöße werden teilweise als vertretbar erachtet (z. B. Geschwindigkeitsübertretung von Kfz-Fahrern) oder stoßen sogar auf breite Akzeptanz (z. B. falsche Flächennutzung von Radfahrern). Im Vergleich der Kommunen stach Münster besonders hervor. Hier scheint ein besonderes Verkehrsklima zu herrschen, in dem Kfz-Fahrer besondere Rücksichtnahme und höhere Regeltreue walten lassen.

Abstract

One in five injured traffic participants is a cyclist. Among the most common accident causes are motorists' mistakes when turning. Within the course of the project the link between infrastructural measures, motorists' and cyclists' behaviour in turning situations, conflicts and accidents was analyzed. The studies focused on four cities that differed in the percentage of cyclists and the significance of bicycle traffic (Münster, Magdeburg, Darmstadt and Erfurt).

Accident numbers, types and costs occurring in the four cities between 2007 and 2009 were analyzed. Turning accidents often result in severe injuries. Compared to the overall accident records turning accidents show a six-fold increase in risk of personal injury. In 91 % of turning accidents the motorist is the sole or main responsible, and "errors while turning" are listed in 95 % of cases. Driving under influence of drugs and alcohol (0,6 %) is of minor importance. The most common causes of turning accidents of cyclists being at least partly responsible were driving left, using the boardwalk or not obeying traffic regulations.

Accident indices were related to different infrastructural measures. It was differentiated between right- and left-turning accidents. Intersection legs with traffic lights and a medium separation distance of cycle crossings between 2 and 4 m, and intersection legs without traffic lights and a large separation distance of cycle crossings of more than 4 m were pointed out as critical with regard to right-turn accidents. Both clusters showed not only very high accident cost rates but also the highest number of sight obstructions (parking vehicles, plantations, bus or tram

stops and advertisement), as observed when examining the sites in person. However, intersection legs without traffic lights and no bicycle facility seemed especially critical with regard to left-turn accidents. Even though the accident density and accident cost density were very low, this cluster showed the highest individual accident risk for cyclists and left-turning motorists.

Driving left and incorrect use of road facilities were identified as accident-related factors. This incorrect behaviour can be often observed in mixed traffic and on off-road cycle-paths with a large separation distance. It is generally overrepresented in accidents.

At 43 urban intersection legs video-assisted traffic observations were conducted. Motorist-cyclist interactions were analyzed in detail during approach and turning/crossing, i. e. for rule violations, shoulder checks, evasive actions and conflict severity. Several behavioural and situational factors were identified that increase or decrease the number of conflicts.

Situational factors showed a significant influence on the criticality of turning events with a six- or nine-fold increase in risk. Especially the line of sight (cyclist not in line of sight of motorist), the phase of traffic signaling (cyclist crossing at full green while motorist turns after having stopped at red) and a group of right-turning vehicles lead to more critical turning situations. In one of five situations no shoulder check could be observed, even though a cyclist was present. On the other hand two of three cyclists showed defensive cycling behaviour even though the present motorist had to yield.

Accompanying surveys during the video observation and a representative telephone survey of 50 cyclists and 50 motorists in each of the four selected cities provided information about rule knowledge and rule compliance, acceptance of bicycle facilities and attitudes of cyclists and motorists. The traffic regulations concerning right-of-way were generally well-known, while the majority of cyclists and motorists wrongly assumed that cyclists were obliged to use invariably any cycle-path if present instead of cycling in mixed traffic. Traffic violations

were partly (e. g. speeding of motorists) or even widely accepted (e. g. incorrect use of road facilities for cyclists).

When comparing the four cities Münster stuck out. The traffic climate seems to make motorists reportedly more attentive and rule-obeying.

1 Einleitung

Rund 19 % aller in 2008 im Straßenverkehr verunglückten Personen waren Radfahrer. Unfälle mit Radfahrerbeteiligung stellen somit nach denen mit Pkw-Insassen die zweithäufigste Unfallsituation in Deutschland dar. Insgesamt sind im Jahr 2008 79.423 Radfahrer verunglückt, wobei sich darunter 456 getötete Radfahrer befanden (rund 10 % aller in 2008 in Deutschland getöteten Verkehrsteilnehmer) [Statistisches Bundesamt 2009, S. 27]. Bei der überwiegenden Mehrheit von Radverkehrsunfällen traten Personenschäden auf, häufig waren dabei auch schwere oder tödliche Verletzungen der Radfahrer die Folge. Fehler beim Ab- und Einbiegen stellen bei Radverkehrsunfällen mit Abstand die häufigste Hauptunfallursache dar. So war z. B. 2007 in Berlin „falsches Verhalten beim Abbiegen“ in 1.268 Fällen (43 %) die häufigste Unfallursache bei Radverkehrsunfällen gefolgt von „Nicht-gewähren der Vorfahrt“ (621 Fälle (21 %); Mehrfachnennungen möglich) [Polizeipräsident Berlin 2008, S. 25].

In Bezug auf die Straßenverkehrssicherheit und das Unfallgeschehen müssen sowohl die Verkehrsinfrastruktur als auch das Verhalten aller Verkehrsteilnehmer berücksichtigt werden. Bei der Vielfalt vorhandener Führungsformen von Radverkehrsanlagen an Knotenpunkten stellt sich die Frage, welche davon sich aus Sicht des vorhandenen Unfallgeschehens eine hohe Verkehrssicherheit gewährleisten bzw. welche sich als besonders ungünstig oder sogar als ungeeignet erweisen. Auch das Verhalten der Verkehrsteilnehmer spielt eine wesentliche Rolle für das Unfallgeschehen bei Abbiegevorgängen. In der StVO ist das Verhalten der Verkehrsteilnehmer in diesen Situationen eindeutig geregelt. Demnach muss ein abbiegendes Fahrzeug dem geradeausfahrenden Radfahrer die Vorfahrt gewähren. Trotzdem ist häufig ein Fehlverhal-

ten sowohl der Kfz-Fahrer (z. B. Missachten der Vorfahrt) als auch der Radfahrer (z. B. Radfahren in falscher Richtung oder Missachten von Rotsignalen) zu beobachten.

Auch der sogenannte „tote Winkel“ bei Benutzung der Rück- und Seitenspiegel der Kraftfahrzeuge in Kombination mit einem Unterlassen des vorgeschriebenen Schulterblicks ist eine häufige Unfallursache. Der Umstand, dass Radfahrer im Vergleich mit dem Kfz-Verkehr die schwächeren Verkehrsteilnehmer sind, führt oft zu einer gewissen Zurückhaltung der Radfahrer und dadurch zu einer Dominanz des Kfz-Fahrers in solchen Situationen.

Der vorliegende Bericht legt Arbeiten und Ergebnisse des Projektes „Abbiegeunfälle Pkw/Lkw und Fahrrad“ dar. Er beinhaltet eine umfassende Literaturanalyse zum Thema Abbiegeunfälle mit Radfahrerbeteiligung sowie Untersuchungen zum Verhalten abbiegender Kfz- und geradeausfahrenden Radfahrer. In vier ausgewählten Kommunen wurden makroskopische Unfalluntersuchungen sowie infrastrukturbezogene makro- und mikroskopischen Unfallanalysen durchgeführt. Flankiert wurden diese Analysen von Verhaltensbeobachtungen an ausgewählten Knotenpunkten und Befragungen von Verkehrsteilnehmern.

Die im Zentrum dieses Forschungsberichtes stehende Unfallsituation wird im Folgenden mit der Bezeichnung Unfall Ab-Rf bzw. U Ab-Rf (Abbiegeunfall mit Radverkehrsbeteiligung) abgekürzt.

1.1 Untersuchungsfelder und Arbeitsschritte

Das Projekt untersucht unterschiedliche Einflussfaktoren auf das Verhalten der Verkehrsteilnehmer und auf die Wahrscheinlichkeit von Radfahrernfällen. Für die Untersuchung wurden vier Kommunen ausgewählt, die sich in den Kriterien des Radverkehrsanteils und des Stellenwerts des Radverkehrs unterscheiden. Nach einer Literaturanalyse der bisherigen Kenntnisse und der Erstellung eines projektbegleitenden Wirkmodells wurden in den Kommunen eine makroskopische und infrastrukturbezogene Unfallanalyse durchgeführt. Die infrastrukturbezogene Unfallanalyse beschäftigt sich u. a. mit der cluster-

Tabelle 1:
Arbeitsschritte der Forschungsarbeit

Untersuchungsfeld	Arbeitsschritt
Problemanalyse und Vorarbeiten	▪ Literaturanalyse ▪ Auswahl der Kommunen
Makroskopische Unfallanalyse	▪ Beschaffung polizeilicher Unfalldaten ▪ Bereinigung der Unfalldatensätze ▪ Ermittlung angepasster Unfallkostensätze ▪ makroskopische Unfallanalyse
Infrastrukturbezogene Unfallanalyse	▪ Bestandsermittlung der Infrastruktur ▪ Clusterung der Knotenpunktarme ▪ Erhebung von Verkehrsstärken Kfz-Ab und Rf ▪ infrastrukturbezogene makroskopische Unfallanalyse ▪ infrastrukturbezogene mikroskopische Unfallanalyse
Verkehrsverhaltensuntersuchung	▪ Auswahl der zu untersuchenden Knotenpunktarme ▪ Verhaltensbeobachtung Vor-Ort-Befragung ▪ Telefonbefragung
Verschneidung und Interpretation der Ergebnisse, Ableitung von Empfehlungen	

bezogenen Ermittlung der Unfallkennziffern sowie mit der detaillierten Auswertung der Unfallhergänge und der Anfertigung von Unfalldiagrammen. Besonderes Augenmerk lag auf der Identifizierung von unfallauffälligen und besonders verkehrssicheren Knotenpunktformen. Parallel dazu wurden in den Kommunen Verhaltensbeobachtungen, Vor-Ort-Befragungen und Telefoninterviews durchgeführt. Eine Auflistung der einzelnen Arbeitsschritte befindet sich in Tabelle 1.

2 Literaturanalyse

Im Rahmen einer nationalen und internationalen Literaturanalyse wurden alle bisherigen Erkenntnisse und Vergleichsuntersuchungen zum Thema Abbiegeunfälle mit Radverkehrsbeteiligung sowie die aktuellen und die bisherigen Richtlinien der FGSV zur verkehrssicheren Gestaltung von Knotenpunkten analysiert. Ebenso wurden die für den Radverkehr relevanten Änderungen der StVO-Novelle berücksichtigt, insbesondere die Gleichstellung von baulichen Radwegen und Radfahrstreifen auf der Fahrbahn sowie die veränderten Anforderungen an die Ausweisung benutzungspflichtiger Radverkehrsanlagen. Die Ausführungen zu planerischen Vorgaben und Forschungserkenntnissen zur Gestaltung von Radverkehrsanlagen an Knotenpunkten werden durch Analysen von Untersuchungen zum Verhalten der Verkehrsteilnehmer beim Abbiegevor-

gang ergänzt (Kapitel 5; Seite 83 ff.). Hierbei wurden unterschiedliche Verhaltensmuster bei Rad- und Autofahrern sowie verkehrssituative Faktoren identifiziert.

2.1 Infrastruktur

Gegenwärtig gibt es eine Vielzahl von Untersuchungen zum Thema Radverkehrssicherheit. Zu den wichtigsten Studien in Bezug auf die vorliegende Dokumentation zählen u. a.:

- Schnüll et al. (1992). Sicherung von Radfahrern an städtischen Knotenpunkten. Bericht zum Forschungsprojekt 8925 der Bundesanstalt für Straßenwesen (Hg.). Bergisch Gladbach, Bundesanstalt für Straßenwesen.
- Niewöhner, W., Berg, F.A. et al. (2004). Gefährdung von Fußgängern und Radfahrern an Kreuzungen durch rechts abbiegende Lkw. Berichte der BAST, Fahrzeugtechnik, Heft F 54. Bergisch Gladbach.
- Ortlepp, J., Neumann, V., Utzmann, I. (2008). Verbesserung der Verkehrssicherheit in Münster (Schlussbericht). Berlin: Unfallforschung der Versicherer (UDV) im Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V.
- Alrut, D. et al. (2009). Unfallrisiko und Regelakzeptanz von Fahrradfahrern, Berichte der BAST, Verkehrstechnik, Heft V184, Bergisch Gladbach.
- Angenendt, W. et al. 1993: Verkehrssichere Anlage und Gestaltung von Radwegen, Berichte der BAST, Verkehrstechnik, Heft V 9, Bergisch Gladbach.

Diese betrachten die Problematik der Abbiegeunfälle mit Radverkehrsbeteiligung jeweils als einen Aspekt unter anderen bzw. in Bezug auf eine spezielle Fragestellung. So sind die für den zu untersuchenden Unfalltyp der Abbiegeunfälle mit Radverkehrsbeteiligung relevanten Erkenntnisse in der Regel nicht klar herausgearbeitet bzw. sehr spezialisiert. In den folgenden Darstellungen werden die wesentlichen Erkenntnisse für die vorliegende Forschungsarbeit zusammengestellt. Darüber hinaus werden im Folgenden Vorgaben aus den ERA 2010 und 1995 sowie der StVO und VwV-StVO zusammengefasst.

2.1.1 Bedeutung von Abbiegeunfällen beim Unfallgeschehen im Radverkehr

Abbiegeunfälle stellen einen herausgehobenen Anteil am Unfallgeschehen mit Radverkehrsbeteiligung dar. Dies zeigt sich in zahlreichen zum Thema durchgeführten Untersuchungen [u. a. Schnüll et al. 1992, Angenendt et al. 2005, Ortlepp/Neumann/Utzmann 2008, Alrutz et al. 2009]. Gemäß einer Sekundäranalyse durch Schnüll et al. 1992 sind an mindestens zwei Dritteln der polizeilich registrierten Unfälle geradeausfahrende Radfahrer beteiligt, wovon etwa ein Drittel mit rechts- oder linksabbiegenden Fahrzeugen kollidierte [Schnüll et al. 1992, S. 15]. Auch die Untersuchung der UDV 2008 in der Stadt Münster zeigte, dass 19 % der Radverkehrsunfälle mit schwerem und 23 % der Radverkehrsunfälle mit leichtem Personenschaden in den Jahren 2004 bis 2006 Abbiegeunfälle waren. Noch häufiger waren Einbiegen/Kreuzen-Unfälle. Auf diesen Unfalltyp entfallen 44 % der Radverkehrsunfälle mit schwerem Personenschaden und 42 % der Radverkehrsunfälle mit leichtem Personenschaden.

Gemäß Schnüll et al. 1992 sind Unfälle mit linksabbiegenden Kfz zwar seltener aber hinsichtlich der Unfallfolgen schwerer als Unfälle mit rechtsabbiegenden Kfz [Schnüll et al. 1992, S. 114].

2.1.2 Führungsform

Fahrbahn- und Radfahrstreifenführung an signalisierten Knotenpunkten sind eine vergleichsweise sichere Führungsform für Radfahrer [Schnüll 1992, S. 115]. Diese

Führungsformen werden darüber hinaus nur selten von linksfahrenden Radfahrern genutzt. Auch ist die Anzahl der Unfälle mit rechtsabbiegenden Kfz hier im Vergleich zu Radwegführungen erheblich seltener. Dieser „Sicherheitsvorsprung“ der Fahrbahn- und Radfahrstreifenführungen gegenüber der Radwegführung ist bei Knotenpunkten mit Lichtsignalanlage weniger stark ausgeprägt als bei Knotenpunkten ohne Lichtsignalanlage [Schnüll 1992, S. 115].

Angenendt et al. 1993 kommt in Bezug auf die Führungsform zu ähnlichen Ergebnissen. Der Schwerpunkt seiner Untersuchung liegt im Vergleich verschiedener Streckengestaltungen. Dabei wurden die von Knotenpunkten ausgehenden Wirkungen mit einbezogen. Die Analyse von 41 Fallbeispielen aus 12 deutschen Städten zeigte, dass die meisten Unfälle in Zusammenhang mit Radwegen geschehen. Weniger Unfälle ereigneten sich bei der Führung auf Radfahrstreifen (Angenendt et al. 1993, S. 36 und 44). Die niedrigere Unfalldichte bei Fahrbahnführung ergibt sich vor allem aufgrund geringerer Unfallzahlen an Knotenpunkten. Während bei Fahrbahnführung des Radverkehrs die Streckenunfälle dominierten, war bei Radwegführung das Unfallgeschehen auf Strecken und an Knotenpunktunfälle etwa gleich verteilt [Angenendt et al. 1993, S. 71]. Die Untersuchung ergab darüber hinaus ein erhöhtes Unfallrisiko an Grundstückszufahrten. Hier entsteht eine Gefährdung sowohl durch links- als auch rechtsabbiegende Fahrzeuge. Besonders gefährdet sind dabei linksfahrende Radfahrer. Ein besonderes Problem stellt hier die mangelnde Sichtbeziehung aufgrund parkender Fahrzeuge dar [Angenendt et al. 1993, S. 74]. Bei, aufgrund der Anordnung des Parkverkehrs, weiter abgesetzten Furten kam es häufiger als bei den anderen Führungsvarianten zu Unfällen im Bereich der einmündenden Anliegerstraßen [Angenendt et al. 1993, S. 74]. Hinsichtlich der Unfallschwere waren abhängig von der Führungsform kaum Unterschiede festzustellen [Angenendt et al. 1993, S. 71].

In Alrutz et al. 2009 wurde untersucht, inwiefern sich das Unfallgeschehen im Radverkehr auf benutzungspflichtigen und nicht benutzungspflichtigen Radwegen sowie auf Radfahrstreifen und Schutzreifen unterscheidet.

Hierbei stand das Unfallgeschehen auf innerörtlichen Streckenabschnitten ohne Knotenpunkte im Fokus der Untersuchung. Dabei stellen die Autoren fest, dass auch auf Streckenabschnitten außerhalb der Knotenpunkte Abbiegeunfälle bei jedem Radverkehrsagentyp einen herausgehobenen Anteil einnehmen (z. B. an Grundstückseinfahrten, Anschlussknoten der Streckenabschnitte sowie an Einmündungen) [Alrutz et al. 2009, S. 59 und 112]. Entsprechende Unfälle beeinflussen damit auch das Gesamtergebnis der Auswertungen. Gemäß den Unfallanalysen von Alrutz et al. 2009 streuen die Unfalldichten und -raten dabei innerhalb jedes Anlagentyps. Die auf die Radverkehrsstärke bezogenen Unfallraten sind im Mittel bei Radwegen etwas höher als bei markierter Führung auf der Fahrbahn. Die mittlere Unfallrate rechtsfahrender Radfahrer ist bei anforderungsgerechten Radwegen niedriger als bei nicht anforderungsgerechten Radwegen, aber gleich mit anforderungsgerechten Radfahrstreifen. Herausgehobene Anteile am Unfallgeschehen haben insgesamt auch Unfälle mit regelwidrig linksfahrenden Radfahrern [Alrutz et al. 2009, S. 112].

Bezüglich der Nutzung der Radverkehrsanlagen stellen Alrutz et al. (2009) fest, dass 90 % der Radfahrer Radwege unabhängig von der Benutzungspflicht nutzen. Auf Radwegen wird zu 20 % regelwidrig links gefahren, bei markierter Führung auf der Fahrbahn hingegen zu 10 % [Alrutz et al. 2009, S. 108].

Für die Radverkehrssicherheit haben zum einen ausreichende Sichtbeziehungen und zum anderen ausreichende Sicherheitsräume zu parkenden Kfz eine hohe Bedeutung. Eine generelle Präferenz für einen Anlagentyp konnte bei Alrutz et al. (2009) nicht getroffen werden.

Mit der Novelle der Verwaltungsvorschrift zur Straßenverkehrsordnung (VwV-StVO) in 2009 und den ERA 2010 ist die Wahl der Führungsform bei der Planung von Radverkehrsanlagen weniger restriktiv gestaltet als in den jeweiligen Vorgängerversionen. In der alten VwV-StVO wurden Kfz-Höchstbelastungsgrenzen definiert, oberhalb derer die Abtrennung von Radfahrstreifen unzulässig war. Mit der StVO-Novelle ist die Einrichtung von Radfahrstreifen an Straßen mit starkem Kraftfahrzeugverkehr nun mög-

lich, sofern ein breiter Radfahrstreifen oder ein zusätzlicher Sicherheitsraum zum fließenden Verkehr vorhanden ist. Für die Wahl der geeigneten Führungsform müssen gemäß ERA 2010 neben der Verkehrsstärke die Geschwindigkeit, die Schwerverkehrsstärke, die Flächenverfügbarkeit, die Anordnung von Parkständen, die Längsneigung sowie die Anzahl der Knotenpunkte und Einmündungen als Entscheidungskriterium berücksichtigt werden [ERA 2010, S. 19 ff.]. Der Vorteil dieser neuen Regelung liegt darin, dass nun eine situationsangepasste Führungsform gewählt werden kann [Schillemeit 2010, Alrutz 2010].

Eine zweite wesentliche Neuerung ist die Verschärfung der Anforderungen an benutzungspflichtige Radverkehrsanlagen. Gemäß der alten VwV-StVO hatte die Führung des Radverkehrs auf Radwegen Vorrang gegenüber der Fahrbahnführungen. Eine Fahrbahnführung war nur unter strengen Voraussetzungen möglich. Dies führte nicht selten dazu, dass Kommunen an baulichen Radwegen festhielten, die nicht den geltenden Sicherheits- und Zumutbarkeitsstandards entsprachen [Schillemeit 2010, Alrutz 2010]. Mit der StVO-Novelle ist die Benutzungspflicht heute nur noch bei zwingender Gebotenheit erforderlich. Gemäß Randnummer 9 zu § 2 VwV-StVO dürfen demnach benutzungspflichtige Radwege nur angeordnet werden, wo es die Verkehrssicherheit oder der Verkehrsablauf erfordern und wo ausreichende Flächen für den Fußgängerverkehr zur Verfügung stehen. Voraussetzung für die Kennzeichnung ist gemäß Randnummer 14 und 15 zu § 2 VwV-StVO, dass die Benutzung des Radwegs nach der Beschaffenheit und dem Zustand zumutbar sowie die Linienführung eindeutig, stetig und sicher ist. Der Vorteil dieser Neuregelung liegt darin, dass Radfahrer nicht gezwungen sind auf Radverkehrsanlagen zu fahren, die nicht den geltenden Sicherheits- und Zumutbarkeitsstandards entsprechen.

Aufgrund dieser Neuregelung wird es künftig voraussichtlich vermehrt nicht benutzungspflichtige Radwege geben, wo die Radfahrer wählen können, ob sie den Radweg oder die Fahrbahn benutzen. Für den Kraftfahrer bedeutet dieses schließlich, dass er an Knotenpunkten in diesen Fällen in zwei Konfliktbereichen beim Abbiegen mit Radfahrern rechnen muss.

2.1.3 Furtabsetzung

In Schnüll et al. 1992 wurden Unfallquoten für Knotenpunkte ohne Lichtsignalanlage mit Radwegen mit markierter geringer, mittlerer und weiter Furtabsetzung errechnet¹⁾. Dabei zeigte sich, dass die Unfallquoten tendenziell bei höherer Furtabsetzung anstiegen. Bei hohen Radverkehrsstärken von über 2.500 Radfahrern je Tag zeigte sich jedoch auch bei fahrbahnnahen Führungen eine hohe Unfallquote [Schnüll et al. 1992, S. 81]. An Knotenpunkten mit Lichtsignalanlage war diese Tendenz weniger deutlich, was auf den stärkeren Einfluss anderer Faktoren auf das Unfallgeschehen schließen lässt (z. B. Einfluss der Lichtsignalsteuerung) [Schnüll et al. 1992, S. 104]. Gemäß Schnüll et al. 1992 nimmt bei signalisierten Knotenpunkten die Unfallschwere bei Rechtsabbiegeunfällen mit geradeausfahrenden Radfahrern mit wachsender Absetzung der Furt tendenziell zu. Bei Linksabbiegeunfällen nimmt die Unfallschwere mit wachsender Furtabsetzung dagegen tendenziell ab [Schnüll et al. 1992, S. 114].

In Bezug auf das Rechtsabbiegen von LKW stellt eine zu geringe Furtabsetzung hingegen ein erhöhtes Verkehrssicherheitsrisiko dar. Untersuchungen von Niewöhner/Berg et al. 2004, in welchen Sichtfelduntersuchungen bei LKW durchgeführt wurden, ergaben, dass ein Lkw-Fahrer die Fahrbahn erst weiter als 7 m entfernt rechts neben dem Fahrzeug sehen kann. Ein Punkt neben dem Lkw in einer Höhe von 1,6 m wird für den Fahrer erst 1,6 m rechts neben dem Fahrzeug sichtbar [Niewöhner/Berg 2004, S. 4]. Bei zu geringen Furtabsetzungen ist die Wahrnehmung eines geradeausfahrenden Radfahrers durch einen rechtsabbiegenden Lkw-Fahrer über das direkte Sichtfeld des Fahrers nicht möglich. Niewöhner 2004 schlägt daher verschiedene Maßnahmen zur Vermeidung von Unfällen beim Rechtsabbiegen von Lkw vor. Auf technischer Seite werden neben verschiedenen Spiegel- und Videosystemen auch das Anbringen einer Fresnel-Linse an

der Seitenscheibe oder die Anwendung eines akustischen Signalgebers am Lkw, welcher vor dem Abbiegen des Lkw warnt, empfohlen. Darüber hinaus wird auf nichttechnischer Seite empfohlen, die StVO dahingehend zu ändern, dass das rechts Vorbeifahren am stehenden Lkw für Radfahrer nicht mehr erlaubt ist. Auf Infrastrukturseite wird zur Vermeidung von Abbiegeunfällen zwischen Lkw und Radfahrern empfohlen, das Rechtsabbiegen an Lichtsignalanlagen signaltechnisch zu sichern (Phasentrennung der Rechtsabbieger), Haltelinien der Radfahrer vorzuziehen und Radfahrerfurten weiter abzusetzen bzw. nach rechts zu verschwenken. Letzteres steht dabei in starkem Gegensatz zu den Erkenntnissen der übrigen genannten Studien, welche nicht nur den Lkw, sondern Kfz im Allgemeinen im Fokus haben.

Um die Sichtfeldeinschränkungen für Lkw zu reduzieren, wurden in einigen Städten sogenannte Trixi-Spiegel an den Lichtsignalmasten installiert, wodurch Kfz, insbesondere Lkw-Fahrer, die Radverkehrsanlage besser einsehen können. Die Wirkung dieser Trixi-Spiegel wurde durch das Institut für Mobilität & Verkehr der TU Kaiserslautern untersucht [Haag et al. 2010]. Befragungen am Beispiel der Stadt Freiburg (Befragung von Lkw-, Bus- und Berufskraftfahrern, Radfahrern und kommunaler Akteure) sowie Befragungen kommunaler Akteure anderer deutscher und Schweizer Städte zeigen eine hohe Akzeptanz und eine positive Einschätzung der Sicherheitswirkung der Trixi-Spiegel. Nach der Installation der Trixi-Spiegel in Freiburg gingen die Unfallzahlen zurück. Aufgrund der Projektlaufzeit war der Zeitraum der Nachher-Betrachtung allerdings auf 2,5 Jahre beschränkt, was ein relativ kurzer Zeitraum ist, da es sich um eine sehr spezielle Unfallkonstellation handelt. Die durchgeführte Verkehrskonfliktanalyse auf Basis eintägiger Videobeobachtungen an ausgewählten Knotenpunkten mit hoher Verkehrsbelastung zeigte ebenso sehr wenige Konfliktfälle.

Gemäß den ERA 2010 sind Radwege bis auf 0,5 m an die Fahrbahn heranzuführen [ERA 2010, S. 38]. Deutlich abgesetzte Radwege, z. B. hinter schräg oder senkrecht parkenden Fahrzeugen sind mit der StVO-Novellierung

¹⁾ Bei den beschriebenen Ergebnissen wurden die Unfallquoten an den ausgewählten Knotenpunkten nicht explizit für Abbiegeunfälle mit Radverkehrsbeteiligung, sondern für alle Unfälle mit geradeausfahrenden Radfahrern (u.a. inklusive Unfällen des Unfalltyps 3 - Einbiegen/ Kreuzen) ermittelt.

nicht mehr grundsätzlich bevorrechtigt. Eine Bevorrechtigung des Radverkehrs an deutlich abgesetzten Radwegen > ca. 5 m) erfordert hingegen eine eindeutige Klärung des Vorrangs durch Beschilderung. Nur bei Bevorrechtigung des Radverkehrs an derart weit abgesetzten Furtten, ist entsprechend eine Radverkehrsfurt zu markieren [ERA 2010, S. 38 ff.].

2.1.4 Führung in der Knotenpunktzufahrt

Vorgezogene Haltelinien verbessern die Verkehrssicherheit beim Anfahren. So empfehlen die ERA 010 die Haltelinie des Radverkehrs etwa 3 m (bzw. besser 4 bis 5 m bei starkem Radverkehrsaufkommen) vor die Haltelinie des gleichgerichteten Kfz-Verkehrs zu markieren [ERA 2010, S. 44]. Die Vorgabe der alten ERA 95 lag hingegen nur bei 1 bis 3 m. Durch das weite Vorziehen der Haltelinie befindet sich der Radfahrer beim Anfahren an Lichtsignalanlagen im direkten Blickfeld des Kfz-Fahrers. Das Vorziehen der Haltelinien des Radverkehrs ist insbesondere auch für LKW-Fahrer von großer Bedeutung. So zeigen die Untersuchungen nach Niewöhner/Berg et al. 2004, dass ein Lkw-Fahrer einen Punkt neben dem Lkw in einer Höhe von 1,6 m erst 0,7 m vor dem Fahrzeug und die Fahrbahn sogar erst 3 m vor dem Fahrzeug sehen kann [Niewöhner/Berg 2004, S. 4]. Hinzu kommen Einschränkungen im seitlichen Sichtfeld (s. o.).

Das Heranführen des Radweges bis auf 0,50 m neben die Fahrbahn des Kfz-Verkehrs im Knotenpunktbereich soll ebenso zur Verbesserung der Sichtbarkeit des Radverkehrs beitragen. Gemäß ERA 2010 soll die Heranführung an den Knotenpunkt spätestens 10 m vor dem Knotenpunkt erfolgen [ERA 2010, S. 38].

2.1.5 Führung des Radverkehrs im Zweirichtungsverkehr

Grundsätzlich stellt die Freigabe linker Radwege (Zweirichtungsradwege) innerhalb geschlossener Ortschaften eher einen Ausnahmefall dar, weil hier insbesondere an Knotenpunkten mit besonderen Gefahren zu rechnen ist [ERA 2010, S. 42]. Dennoch besteht auf Straßen mit Mittelstreifen, Stadtbahntrassen, dichter seitlicher Nut-

zung und schlechten Überquerungsmöglichkeiten ein erhöhter Bedarf an Zweirichtungsradwegen.

Mehrere Untersuchungen stellen fest, dass das Linksfahren auf Radverkehrsanlagen mit einem erhöhten Sicherheitsrisiko verbunden ist. So lassen sich nach Schnüll et al. 1992 an Knotenpunkten ohne Lichtsignalanlage Radverkehrsunfälle zu 35 bis 40 % auf erlaubtes oder unerlaubtes Linksfahren zurückführen. Konflikte traten hier überwiegend beim Ein- und Abbiegen auf, wobei sich die Konfliktsituation Einbiegen als deutlich problematischer herausgestellt als das Abbiegen [Schnüll et al. 1992, S. 97]. An Knotenpunkten mit Lichtsignalanlage sind linksfahrende Radfahrer nur zu etwa 10 bis 15 % am Unfallgeschehen beteiligt, was ungefähr ihrem Verkehrsanteil entspricht [Schnüll et al. 1992, S. 115]. Auch die Unfalluntersuchungen der UDV 2008 am Beispiel der Stadt Münster zeigten, dass sich 414 Unfälle (von 2.541 Unfällen mit Radfahrerbeteiligung) mit linksfahrenden Radfahrern an signalgeregelten Knotenpunkten ergaben. Bei etwa einem Drittel (136) dieser Unfälle war als Unfallursache die Benutzung falscher Fahrbahnteile oder ein Verstoß gegen das Rechtsfahrgebot angegeben. Die verbleibenden 278 Unfälle müssen sich folglich an Zweirichtungsradwegen ereignet haben [Ortlepp/Neumann/Utzmann 2008, S. 51].

Das erhöhte Unfallrisiko durch das illegale Linksfahren auf Radwegen weist auch Alrutz et al. 2009 nach. Demnach liegen die mittleren Unfallraten der linksfahrenden Radfahrer bei Straßen mit Radwegen vier- bis sechsmal höher als die der rechtsfahrenden Radfahrer. Bei Straßen mit Radfahr- oder Schutzstreifen liegen die Unfallraten der Linksfahrenden sogar sieben- bzw. zehnmal höher als bei Rechtsfahrenden [Alrutz et al. 2009, S. 112].

Die Einrichtung von Zweirichtungsradwegen ist aufgrund des erhöhten Sicherheitsrisikos auch gemäß ERA 2010 innerorts auf begründete Ausnahmefälle zu beschränken. Auf Grund des mit Zweirichtungsradwegen verbunden erhöhten Sicherheitsrisikos ist eine Farbmarkierung im Zuge der Radwegfurten unerlässlich, welche durch Piktogramme und Richtungspfeile zu ergänzen ist. Darüber hinaus ist die Anhebung der Radverkehrsfurt zu prüfen [ERA 2010, S. 26 ff.].

2.1.6 Ausführung der Furt

Für Knotenpunkte ohne Lichtsignalanlage ergaben die Untersuchungen von Schnüll et al. 1992, dass die Art der Markierung einer Radfahrerfurt, insbesondere bei Abbiegevorgängen, keinen großen Einfluss auf das Unfallgeschehen hat. Roteinfärbungen wiesen in der Tendenz günstigere Ergebnisse auf, jedoch konnten aufgrund geringer Fallzahlen keine gesicherten Aussagen getroffen werden [Schnüll et al. 1992, S. 237]. Hingegen stellten sich Teilaufpflasterungen in Einmündungsbereichen von Erschließungsstraßen im Vergleich zu Radfahrerfurten als deutlich sicherer heraus, unabhängig von der Absetzung der Furt [Schnüll et al. 1992, S. 237].

Gemäß ERA 2010 sind Radfahrstreifen im Zuge übergeordneter Straßen als Furt zu markieren und Schutzstreifen an Knotenpunkten sowie Einmündungen durchzumarkieren. Radwege oder gemeinsame Führungen mit dem Fußgängerverkehr sind ebenfalls über Einmündungen zu markieren und gegebenenfalls anzuheben. In den untergeordneten Knotenpunktarmen ist keine Furtmarkierung vorzunehmen. Zur Erhöhung der Aufmerksamkeit gegenüber dem durchfahrenden Radverkehr, kann die Radverkehrsfurt in Knotenpunktzufahrten rot eingefärbt werden [ERA 2010, S. 44]. Eine Roteinfärbung wird dabei in der Praxis häufig an unfallauffälligen Stellen vorgesehen.

2.1.7 Führung des Abbiegeverkehrs

Gemäß Schnüll et al. 1992 erwiesen sich freie Rechtsabbiegefahrbahnen in Bezug auf den Konflikt zwischen rechtsabbiegender Kfz und geradeausfahrendem Radfahrer im Mittel erheblich unfallträchtiger als vollständig signalisierte Knotenpunkte. Dabei wurde die Führung des Radverkehrs auf Radwegen besonders kritisch bewertet. Deutlich günstigere Ergebnisse erzielten hier Radverkehrsführungen auf der Fahrbahn oder Radfahrstreifen. Ähnlich verhielt es sich mit der Unfallschwere. Der Sicherheitsvorsprung der Fahrbahnführung war insbesondere auf den geringen Anteil linksfahrender Radfahrer zurückzuführen, bestand jedoch auch dann, wenn nur rechtsfahrende Radfahrer betrachtet wurden. Neben

den Unfällen beim Abbiegen am Beginn der Rechtsabbiegefahrbahn wurde auch die Radverkehrssicherheit beim Einbiegen am Ende der Rechtsabbiegefahrbahn als problematisch bewertet [Schnüll et al. 1992, S. 125 ff.].

Gemäß ERA 2010 ist dementsprechend die Neuanlage von Rechtsabbiegefahrbahnen mit Dreiecksinseln dort, wo Fußgänger- und Radverkehr zu berücksichtigen ist, zu vermeiden [ERA 2010, S. 53]. Der Konflikt zwischen dem rechtsabbiegenden Kfz und dem aus gleicher Fahrrichtung geradeausfahrenden Radfahrer wird als ein Hauptkonfliktpunkt in Bezug auf diese Führungsform benannt. Aufgrund der vorhandenen eindeutigen Erkenntnis bezüglich der Unsicherheit von freien Rechtsabbiegefahrbahnen werden Knotenpunktarme mit freien Rechtsabbiegefahrbahnen in den weiterführenden Untersuchungen der vorliegenden Forschungsarbeit nicht weiter untersucht.

2.1.8 Signaltechnische Einbindung des Radverkehrs

Gemäß Schnüll et al. 1992 sind die Unfallzahlen mit geradeausfahrenden Radfahrern an Knotenpunkten mit Lichtsignalanlage höher als an Knotenpunkten ohne Lichtsignalanlage, hierbei wurde nicht nach Abbiegeunfällen bzw. Einbiegen/Kreuzen-Unfällen unterschieden [Schnüll et al. 1992, S. 245].

Im Bereich der Lichtsignalsteuerung bieten sich verschiedene Möglichkeiten an, das Unfallrisiko für Radfahrer möglichst gering zu halten. Die ERA 2010 empfiehlt hierzu die Einrichtung eines Zeitvorsprungs für die Freigabezeit des Radverkehrs, so dass der Radfahrer die Konfliktfläche vor dem Kfz gut sichtbar befährt. Einen ähnlichen Effekt haben auch deutlich vorgezogene Haltelinien des Radverkehrs (Kapitel 2.1.4). Eine weitere Möglichkeit ist die Installation von Gelbblinklichtern, die links- oder rechtsabbiegende Kfz, z. B. an weiter abgesetzten Radwegfurten oder Zweirichtungsradwegen, vor den bevorrechtigt geradeausfahrenden Radfahrern warnen. Sofern trotz Ausschöpfen der verschiedenen Maßnahmen zur Sicherung der geradeausfahrenden Radfahrer noch immer erhebliche Sicherheitsrisiken verbleiben, z. B. durch hohe Radverkehrs- und Kfz-Bela-

stungen, ist die Einrichtung einer signaltechnisch gesicherten Führung des Kfz-Verkehrs zu überprüfen [ERA 2010, S. 44 ff.]. Eine weitere Maßnahme ist die gleichzeitige Rotschaltung von Fußgängern und Radfahrern (Blockschaltung), da das oftmals früher einsetzende Rotsignal der Fußgänger für Kfz-Fahrer den Anschein erweckt, dass auch die Freigabe der Radfahrer beendet sein muss.

2.1.9 Weitere Einflüsse auf die Verkehrssicherheit

Ein Zusammenhang zwischen Radverkehrsstärke und Unfallquote der geradeausfahrenden Radfahrer zeigt sich in Schnüll et al. 1992 für Knotenpunkte ohne Lichtsignalanlage. Für Fahrbahnführungen mit einer Radverkehrsstärke unter 1.500 Radfahrern wurde die niedrigste Unfallquote von 0,05 Unfällen pro Knotenarm im Jahr und bei einer Radverkehrsstärke von 1.500 bis 2.500 Radfahrern pro Tag eine etwas höhere Unfallquote von 0,08 Unfällen pro Knotenarm im Jahr ermittelt. Bei Radwegführung mit Radfahrerfurt wurde für die untere Verkehrsstärkeklasse eine Unfallquote von 0,16 Unfällen pro Knotenarm im Jahr und bei einer Radverkehrsstärke von 1.500 bis 2.500 Radfahrern pro Tag eine Unfallquote von 0,22 Unfällen pro Knotenarm im Jahr ermittelt. Bei höheren Radverkehrsstärken über 2.500 Radfahrern pro Tag liegt die Unfallquote dieser Führungsform mit 0,41 Unfällen pro Knotenarm im Jahr noch höher. Auch bei Radwegen mit Teilaufpflasterung zeigt sich eine höhere Unfallquote mit zunehmender Verkehrsstärke (0,08 Unfälle pro Knotenarm im Jahr bei einer Radverkehrsstärke bis 1.500 Radfahrern pro Tag, 0,11 Unfälle pro Knotenarm im Jahr bei einer Radverkehrsstärke von 1.500 bis 2.500 Radfahrern pro Tag und 0,33 Unfälle pro Knotenarm im Jahr bei einer Radverkehrsstärken über 2.500 Radfahrern pro Tag) [Schnüll et al. 1992, S. 80 ff.]. An Knotenpunkten mit Lichtsignalanlage steigt tendenziell mit zunehmender Radverkehrsstärke die Unfallquote in Bezug auf Unfälle mit geradeausfahrenden Radfahrern [Schnüll et al. 1992, 103 ff.].

Auch gemäß Alrutz et al. 2009 steigt mit zunehmender Radverkehrsstärke die Unfallgefahr. Dies wurde insbesondere bei den Radwegen deutlich. Hingegen konnte kein linearer Zusammenhang zwischen Radverkehrs-

stärke und Unfalldichte für Straßen mit Radfahrstreifen festgestellt werden. Auch bei Straßen mit Schutzstreifen ist dieser Zusammenhang schwächer ausgeprägt als bei Radwegen [Alrutz et al. 2009, S. 58 ff.]. Weiterhin konnte in Alrutz et al. 2009 kein belastbarer Zusammenhang zwischen der Kfz-Verkehrsstärke und der Unfalldichte festgestellt werden [Alrutz et al. 2009, S. 58 ff.]. An dieser Stelle ist nochmals darauf hinzuweisen, dass die Auswertung von Alrutz et al. 2009 im Wesentlichen das Unfallgeschehen an Streckenabschnitten analysiert und daher weder das Unfallgeschehen mit Radverkehrsbeteiligung an Knotenpunkten noch das Unfallgeschehen mit Radverkehrsbeteiligung für Abbiegeunfälle an Knotenpunkten explizit herausgearbeitet wurde. Ebenso muss berücksichtigt werden, dass in den Untersuchungen von Schnüll et al. 1992 neben den Abbiegeunfällen auch Einbiegen/Kreuzen-Unfälle berücksichtigt wurden. Ein Zusammenhang zwischen dem Unfallgeschehen und der Kfz-Verkehrsstärke konnte keine der Studien bisher nachweisen.

Ein weiterer Einflussfaktor auf das Unfallgeschehen stellt die Geschwindigkeit der Kfz dar. Die Untersuchung der UDV 2008 gelangt zu der Erkenntnis, dass auf Straßen mit einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von mehr als 50 km/h, der angepasste Unfallkostensatz für Unfälle mit schwerem Personenschaden um 60 % höher liegt, als bei Straßen mit einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h und ebenso deutlich über dem pauschalen Unfallkostensatz für Unfälle mit schwerem Personenschaden. In Bezug auf Unfälle mit schwerem Personenschaden führt eine höhere Geschwindigkeit zu einer erhöhten Unfallschwere. Der angepasste Unfallkostensatz für Unfälle mit schwerem Personenschaden liegt bei Straßen mit einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h kaum höher als bei Straßen mit einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit 30 bzw. 40 km/h. Bei Unfällen mit Leichtverletzten ergeben sich hinsichtlich der zulässigen Höchstgeschwindigkeiten keine relevanten Unterschiede [Ortlepp/Neumann/Utzmann 2008, S. 14].

Von Relevanz für die Minderung des Konfliktes zwischen geradeausfahrenden Radfahrern und rechts abbiegenden

Kfz kann möglicherweise die Anlage von Radfahrstreifen in Mittellage sein. Zur Wirksamkeit dieser liegt jedoch bisher noch kein eindeutiger Beleg vor.

2.1.10 Zusammenfassung und Zwischenfazit

Die durchgeführte Literaturanalyse zeigt, dass Abbiegeunfälle, obgleich diese jeweils nicht im Zentrum der betrachteten Untersuchungen standen, an Knotenpunkten einen herausgehobenen Anteil an Radverkehrsunfällen darstellen.

Hinsichtlich der Ausgestaltung der Radverkehrsinfrastruktur an Knotenpunkten wiesen insbesondere Schnüll et al. 1992 eine höhere Sicherheit fahrbahnnaher Führungsformen nach. Auch in Angenendt et al. 1993 ereigneten sich die meisten Unfälle auf Radwegen. Gemäß der alten VwV-StVO hatte die Führung des Radverkehrs auf Radwegen Vorrang gegenüber der Fahrbahnführung. Mit der StVO-Novellierung und gemäß den ERA 2010 ist künftig eine situationsangepasste Wahl der Führungsform, die sich nicht mehr nur an den Verkehrsstärken orientiert, möglich. Hinsichtlich der Furtabsetzung zeigt sich bei Schnüll et al. 1992, dass mit zunehmender Furtabsetzung das Unfallrisiko tendenziell ansteigt. Dies ist auch bei fahrbahnnaher Führung in Verbindung mit hohen Radverkehrsstärken der Fall. Weiterhin steigt bei Rechtsabbiegeunfällen mit zunehmender Furtabsetzung die Unfallschwere. Bei Linksabbiegeunfällen ist es umgekehrt, mit zunehmender Furtabsetzung nimmt die Unfallschwere ab. Eine fahrbahnnaher Führung ist auch in Bezug auf den Konflikt des geradeausfahrenden Radfahrers mit rechtsabbiegenden LKW ungünstig, da weite Bereiche vor und rechts neben dem Lkw nicht direkt eingesehen werden können. Einen herausgehobenen Anteil am Unfallgeschehen an Knotenpunkten haben linksfahrende Radfahrer. Das erhöhte Unfallrisiko bezieht sich dabei sowohl auf illegal als auch auf legal linksfahrende Radfahrer. Daher sind Zwei-Richtungsradwege innerorts gemäß ERA 2010 auf Ausnahmefälle zu beschränken. Bei fahrbahnnahen Führungsformen ist das illegale Linksfahren deutlich seltener als bei abgesetzten Radwegen. In Bezug auf Abbiegeunfälle gibt es jedoch keine expliziten Hinweise, dass das Linksfahren von Radfahrern

das Unfallrisiko erhöht. Hinsichtlich der Furtausführung zeigt die Literaturanalyse, dass Teilaufpflasterungen im Vergleich zu Furtmarkierungen deutlich sicherer sind, unabhängig von der Absetzung der Furt. Der positive Einfluss einer Roteinfärbung von Radverkehrsfurten auf die Radverkehrssicherheit konnte hingegen noch nicht sicher nachgewiesen werden. Als gesichertes Erkenntnis gilt, dass freie Rechtsabbiegefahrbahnen mit hohen Sicherheitsrisiken verbunden sind.

Hinsichtlich straßenbetrieblicher Eigenschaften geht aus Ortlepp/Neumann/Utzmann 2008 für Unfälle mit schwerem Personenschaden hervor, dass mit zulässigen Geschwindigkeiten über 50 km/h die Unfallkosten steigen. Weiterhin zeigt sich in Schnüll et al. 1992 ein Zusammenhang zwischen Radverkehrsstärke und der Unfallquote für Unfälle mit Radverkehrsbeteiligung an Knotenpunkten. Dieser konnte teilweise auch in Alrutz et al. 2009 nachgewiesen werden. Die Erkenntnisse können jedoch nicht ohne weiteres auf Abbiegeunfälle übertragen werden, da beide Studien nicht ausschließlich diesen Unfalltyp untersucht haben. Nicht nachgewiesen werden konnte ein Zusammenhang zwischen dem Unfallgeschehen mit Radverkehrsbeteiligung und der Kfz-Verkehrsstärke.

Die bisher durchgeführten Forschungsprojekte fokussieren jeweils nicht die konkrete Unfallkonstellation zwischen geradeausfahrenden Radfahrern und abbiegenden Kfz, sondern analysieren das Unfallgeschehen auf Streckenabschnitten, das Radverkehrsunfallgeschehen mit geradeausfahrenden Radfahrern an Knotenpunkten generell oder den speziellen Konflikt zwischen geradeausfahrenden Radfahrern und abbiegenden Lkw. Die Unfallkonstellation zwischen geradeausfahrenden Radfahrern und abbiegenden Kfz, welche Gegenstand des vorliegenden Forschungsvorhabens ist, geht in den bisherigen Untersuchungen als ein Aspekt unteren mehreren anderen mit ein. Im Rahmen der makroskopischen und mikroskopischen Unfallanalysen sowie den Verkehrsverhaltensuntersuchungen werden die fehlenden Erkenntnisse in Bezug auf den benannten speziellen Unfalltyp generiert und die bestehende Forschungslücke geschlossen.

2.2 Verhalten und demografische Einflüsse

In den Medien werden meist in den Sommermonaten die Unfälle mit Radfahrerbeteiligung thematisiert. In dieser Zeit ist die Radfahrerbeteiligung besonders hoch und es werden viele Radfahrerunfälle registriert. In der Presse ist mehrfach die Rede davon, dass die Radfahrer „oft selbst Schuld“ seien [Tagesspiegel 2010]. Es wird die Annahme vertreten, Radfahrer hielten sich kaum an die für sie gültigen Verkehrsregeln und gefährden damit die Sicherheit aller Verkehrsteilnehmer [Spiegel 2008]. Radfahrer legten übermäßig häufig Fehlverhalten an den Tag und würden Verkehrsregeln nur unzureichend kennen. Forschungsarbeiten zum regelwidrigen Verhalten im Straßenverkehr zeigen hingegen klar auf, dass Fehlverhalten nicht immer beim Radfahrer zu suchen ist. Vielmehr kann auch bei Kfz-Fahrern regelwidriges Verhalten beobachtet werden. Obendrein ist die Regelkenntnis der Autofahrer bezüglich der Vorfahrtregelung der Radfahrer zum Teil schlecht [Rissel 2002]. Im Folgenden werden einige Studien, die sich mit unterschiedlichen Verhaltensaspekten und demografischen Einflüssen auseinandergesetzt haben, näher erläutert.

2.2.1 Verkehrssituative Faktoren

Ein erster relevanter Einflussfaktor auf die Wahrscheinlichkeit eines Konfliktes zwischen Radfahrern und rechtsabbiegenden Fahrzeugen findet sich in der aktuellen Lichtsignalphase, die vorliegt wenn der Radfahrer den Knotenpunkt erreicht: Laut Hagemeister/Schwamberger 2007 entstehen 80 % aller Fälle von kritischen Interaktionen beim Rechtsabbiegen, wenn die Radfahrer bei der Ankunft am Knotenpunkt Grün hatten, d.h. ohne anzuhalten die kreuzende Straße passieren konnten (S. 33). Die Gefahr hierbei besteht vor allem in dem verminderten Zeitfenster, das der Kfz-Fahrer hat, um die Anwesenheit eines Radfahrers zu realisieren und sein Verhalten dementsprechend anzupassen. Des Weiteren werden vorrangig die Radfahrer beachtet, die sich während der Rotphase bereits am Knotenpunkt versammeln, um diese bei Grün passieren zu lassen. Diese Radfahrer befinden sich im Sichtfeld des Autofahrers und Ihnen

wird die Vorfahrt gewährt. Die später am Knotenpunkt eintreffenden Radfahrer sind oft ohne Schulterblick des Kfz-Fahrers nicht wahrnehmbar, weshalb es dann häufig zu Konflikten kommt. Befragungen von Radfahrern ergaben, dass schneller fahrende Verkehrsteilnehmer, Lkw/Bus anstatt Pkw, schlechte Witterungsbedingungen und Radfahrer unter Zeitdruck als gefährlichkeitsfördernd gesehen werden, hingegen machen den Radfahrern zufolge langsamere Verkehrsteilnehmer und der Blickkontakt zum abbiegenden Kfz-Fahrer die Situation ungefährlicher.

Die Erkenntnisse von Brüde/Larson 1993 deuten darauf hin, dass es bei der Antizipation von Radfahrern eher darum geht, ob der Autofahrer irgendeinen nicht-motorisierten Teilnehmer in der Nähe des Konfliktbereichs bemerkt und weniger darum, ob er einen konkreten Teilnehmer wahrnimmt. Die Unfallrate ist umso niedriger, je mehr Radfahrer, Fußgänger o.ä. sich zu einem gegebenen Zeitpunkt am Knotenpunkt befinden. Mehr Radfahrer machen das Radfahren sicherer, stellte auch das Ministerium für Wirtschaft und Mittelstand, Energie und Verkehr des Landes NRW 2000 fest. Mit der Erhöhung des Radverkehrsanteils konnte auch eine Verbesserung der Verkehrssicherheit erreicht werden, wie es die Maßnahmen- und Wirkungsuntersuchung im Rahmen der Begleitforschung zum Programm „Fahrradfreundliche Städte in NRW“ zeigten. Besonders sind hier die Minderungen von schweren Personenschäden hervorzuheben.

2.2.2 Verhaltensbezogene Faktoren

Neben den verkehrssituativen Faktoren spielt auch das konkrete Verhalten der Verkehrsteilnehmer eine wichtige Rolle für das Auftreten von Konflikten zwischen den Verkehrsteilnehmern. Hierbei muss klar zwischen dem Fehl- und Risikoverhalten der Radfahrer und der Autofahrer unterschieden werden. Im Folgenden werden die einzelnen Verkehrsteilnehmer gesondert betrachtet.

2.2.2.1 Verhalten der Radfahrer

Fehlverhalten von Radfahrern

Zunächst lassen sich unterschiedliche Arten von typischen Verstößen gegen geltende Verkehrsregeln iden-

tifizieren, die Radfahrer begehen und die im Zusammenhang mit dem Unfallgeschehen von Relevanz sind.

In einer Studie zum Thema Verbesserung der Verkehrssicherheit in Münster stellte die UDV 2008 fest, dass 7 % der beobachteten Radfahrer die aktuelle Signalisierung an den befahrenen Knotenpunkten ignorierten und bei Rot fuhren. Rotlichtverstöße stellten damit das Häufigste in der Studie beobachteten Fehlverhalten dar. Zusätzlich wurde festgestellt, dass die Rotlichtverstöße bei Radfahrern signifikant häufiger vorkamen als bei Fußgängern [Ortlepp/Neumann/Utzmann 2008, S. 43].

In der gleichen Studie wurde ermittelt, dass etwa 4 % der Radfahrer auf der falschen Straßenseite fahren, wobei die relative Häufigkeit signifikant höher lag (ca. 24 %), wenn es sich bei den beobachteten Knotenpunkten um lichtsignalisierte Knotenpunkte handelte. Problematisch wird dieser Fakt durch den Umstand, dass falsch fahrende Radfahrer in rund 77 % aller Fälle den Gehweg benutzten, vermutlich auch um Kollisionen mit entgegenkommenden, regelkonform fahrenden Fahrradfahrern zu vermeiden [Ortlepp/Neumann/Utzmann 2008, S. 49].

Die verbleibenden Fallzahlen für Radfahrer, die einen nicht freigegeben Fahrweg benutzten, waren allerdings vergleichsweise niedrig: lediglich 1 % aller Radfahrer benutzten regelwidrig die Fahrbahn bei gegebenem Radweg mit Benutzungspflicht [Ortlepp/Neumann/Utzmann 2008, S. 49], wobei es nach Hagemeister 2009 vor allem Alltagsradler sind, die bevorzugt auf der Straße fahren.

Diese Befunde können auch durch andere Studien belegt werden. In der Untersuchung von Ruwenstroth et al. 1986 wurden in den Städten Bremen, Duisburg und Freiburg/Breisgau ausgewählte Knotenpunkte und Strecken hinsichtlich des Fehlverhaltens der Radfahrer beobachtet. Das Ergebnis der Studie bestätigte, dass etwa die Hälfte der Radfahrer sich an den Knotenpunkten nicht regelkonform verhielt. Mehr noch, beobachtete man die Gesamtstrecke eines Radfahrers, ist 82 % der Radfahrer regelwidriges Verhalten nachzuweisen. Pauen-Höppner (1991) führte eine ähnliche Untersuchung durch und konnte

feststellen, dass 3,1 % der Radfahrer die Vorfahrtsregelung (Überfahren von Lichtsignalanlage oder Stoppschild) missachtet. In Ruwenstroth et al. 1986 betraf diese Missachtung 6,5 % der Radfahrer und entspricht der Größenordnung der GDV-Studie von 2008 (7 % der Radfahrer).

Sicherungsstrategien von Radfahrern

Neben den genannten Risikoverhaltensweisen lassen sich allerdings auch Sicherungsstrategien feststellen, die Radfahrer anwenden. In einer von Hagemeister/Schwamberger 2007 durchgeführten Studie fanden die Autoren, dass 60 % aller befragten Radfahrer schon in der Phase des Annäherns an einen Knotenpunkt aktiv das Verhalten der Autofahrer beobachten; ein Teil davon verbindet dies zusätzlich mit einer ersten Verringerung der eigenen Geschwindigkeit. Manche Radfahrer achten gezielt auf einen Schulterblick des Autofahrers. So erwähnten 50 % der Radfahrer, dass sie versuchen einen Blickkontakt zum Autofahrer aufzunehmen. 29 % passierten den Knotenpunktarm, wenn sie meinen, vom Autofahrer gesehen worden zu sein; 11 % passierten diesen nicht, wenn sie vom Kfz-Fahrer nicht gesehen wurden (Mehrfachnennungen möglich), (S. 34). Der Blickkontakt zwischen Radfahrer und Autofahrer ist auch nach Pauen-Höppner (1991) die wichtigste Sicherungsstrategie an Knotenpunkten, da er eine Verständigung zwischen den Verkehrsteilnehmern sowie eine Entschärfung potentiell kritischer Situationen erlaubt, vorausgesetzt, die Autofahrer sind sich über die geltenden Vorfahrtsregeln im Klaren und halten aktiv nach Radfahrern Ausschau.

Als weiteren Teil ihres Sicherungsverhaltens wird von 85 % der Radfahrer ein Bremsverhalten berichtet [Hagemeister/Schwamberger 2007; S. 34]. Einige (23 %) verringern die Geschwindigkeit bereits beim Annähern an den Knotenpunkt. Ein gleichgroßer Anteil der Radfahrer gab an, so langsam zu fahren, dass im Notfall anhalten möglich ist. Damit wird das Zeitfenster für das Erkennen und Reagieren auf potentielle Konflikte vergrößert. Weitere 42 % der Radfahrer gehen dabei so weit, im Einzelfall komplett anzuhalten und abbiegende Autos unter Aufgabe ihrer Vorfahrt durchzulassen. Dieses Sicherheitsverhalten ist insbesondere, aber nicht ausschließlich bei Radfahrern ab 55 Jahren zu beobachten.

Nutzung der Radverkehrsinfrastruktur

In Hagemeister 2009 wurde untersucht, welche Radführungsformen von Alltagsradfahrern benutzt bzw. unter welchen Bedingungen diese gemieden werden. Die Radführungsformen unterteilten sich in Radfahrstreifen, Radweg und Gehweg - Radfahrer frei. Am positivsten wurde der Radfahrstreifen bewertet, Gehweg - Radfahrer frei am negativsten. Radweg oder Radfahrstreifen werden genutzt, wenn sie die Kriterien Hindernisfreiheit und gute Oberfläche erfüllen. Ein für Radfahrer freigegebener Gehweg wird vorrangig für das Umfahren von Staus oder bei viel Kfz-Verkehr genutzt. Erfüllt eine Führungsform nicht die hohen Ansprüche der Radfahrer, wechseln sie tendenziell zur fahrbahnorientierteren Führungsform.

2.2.2.2 Verhalten der Autofahrer

Es kann festgestellt werden, dass die drei relevantesten Risikoverhaltensweisen auf Seiten der Kraftfahrer in der Überschreitung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit, dem Auslassen gesonderter Sicherungsmaßnahmen (Schulterblick) sowie dem Missachten der Vorfahrtsregelung zu finden sind.

Geschwindigkeitsmessungen im Rahmen der bereits erwähnten Studie der UDV 2008 zeigten die Dimensionen des Problems „Geschwindigkeitsübertretungen“ auf. Nach den Ergebnissen der GDV-Studie fährt ungefähr ein Drittel aller Kraftfahrer schneller als die zulässige Höchstgeschwindigkeit. Nachts verstärkt sich der Trend noch zusätzlich: rund zwei Drittel aller Autofahrer überschreiten nachts das Tempolimit, ein Drittel dabei um mehr als 10 km/h und immerhin noch rund 10 % um mehr als 20 km/h (S. 64).

Gerechnet auf die Gesamtheit aller rechtsabbiegenden Kfz unterließen 32 % den Schulterblick oder äquivalentes Sicherungsverhalten. Selbst bei den 274 Fällen, in denen sich zum Zeitpunkt des Abbiegens ein Fußgänger oder Radfahrer an oder kurz vor der Furt befand, zeigten 15 % aller Autofahrer keinerlei Sicherungsverhalten im Sinne eines Schulterblicks oder Anzeigens, dass sie den anderen Verkehrsteilnehmer wahrgenommen hätten. Außerdem zeigten weitere 28 % der Autofahrer zwar Sicherungs-

verhalten, verstießen allerdings trotzdem gegen die Vorfahrtsregeln und fuhren zuerst (S. 56).

2.2.3 Regelkenntnis der Verkehrsteilnehmer

In der Verkehrsuntersuchung „Radfahrer - Jäger und Gejagte“ von Ellinghaus/Steinbrecher 1993 wurden 2.444 Radfahrer und Nichtradfahrer nach verkehrsregelbezogenen Aussagen befragt, ob es sich um eine Verkehrsvorschrift handelt oder nicht. Insgesamt ist die Regelkenntnis bei den Radfahrern etwas höher, doch leider tauchten auch Aussagen auf, bei denen weniger als 50 % der Teilnehmer eine korrekte Antwort geben konnten (S. 45 ff.). Eine für dieses Unfallforschungsprojekt relevante Frage, ob ein nach rechts abbiegender Autofahrer gegenüber einem geradeaus weiterfahrenden Radverkehr Vorrang habe, wurde von einem Fünftel der Radfahrer und 39 % der Nichtradfahrer falsch beantwortet. Das Defizit der Regelkenntnis ist möglicherweise darauf zurückzuführen, dass Radfahrer keinen Nachweis über die Kenntnis der Verkehrsregeln erbringen müssen, bevor sie als Radfahrer am Straßenverkehr teilnehmen.

Im Rahmen dieser Studie ließen Ellinghaus/Steinbrecher darüber hinaus zehn Regelverstöße nach ihrer Gefährlichkeit beurteilen und inwieweit die Radfahrer selbst diese Regelverstöße an den Tag legen. Die Ergebnisse zeigten, dass die Bereitschaft, gegen Verkehrsregeln zu verstoßen tatsächlich von der vermuteten Gefährlichkeit abhängt. So wird beispielsweise der Regelverstoß „Fahren auf dem Gehweg statt auf der Straße“ von 14 % der Radfahrer als gefährlich wahrgenommen, nur von 40 % der befragten Radfahrer „nie“ begangen und gilt damit bei vielen Radfahrer als mehr oder wenig akzeptabel. Dagegen wird der von 52 % der Radfahrer als gefährlich wahrgenommene Regelverstoß „trotz roter Ampel geradeaus weiterfahren“ für die meisten Radfahrer (84 %) „nie“ begangen (S. 45 ff.). Die fehlende Regelkenntnis kann auch in anderen Ländern beobachtet werden, so sind nach Rissel 2002 lediglich 43 % der befragten Teilnehmer über die neuen Verkehrsregeln informiert. Durchschnittlich wurden zwei Drittel der Fragen richtig beantwortet, dabei zeigte sich ein besserer Wissensstand bei Männern. Die Dauer des Führerscheinbesitzes spielte keine Rolle. Auch hier

zeigten sich größte Unsicherheiten bei Verkehrsregeln, die die Radfahrer betrafen.

Bei einer Untersuchung von Einem 2006 wurde u. a. die Benutzungspflicht der Radwege in drei verschiedenen deutschen Städten (Münster, Darmstadt und Kaiserslautern) befragt. Obwohl diese Verkehrsregel bereits 1997 eingeführt wurde, hatten nur zwischen 19 % und 35 % Kenntnis dieser Regel. Bezogen auf alle gestellten Fragen wurde etwa die Hälfte korrekt beantwortet, dabei zeigte sich allerdings, dass ein geringfügig besserer Kenntnisstand bei Personen mit Führerscheinbesitz vorhanden war. Der Grund dafür liegt vermutlich in der absolvierten Theorieprüfung zur Erlangung des Führerscheins. Dem gegenüber steht die Studie von Ellinghaus 1998 in der Kraftfahrer die Radfahrer betreffenden Regeln weniger kennen als Radfahrer selbst.

Bei Radfahrern im Alter von sechs bis 14 Jahren konnte das Statistische Bundesamt 2010 feststellen, dass die Hauptunfallursache die falsche Straßenbenutzung (22 %) und Fehler beim Abbiegen, Wenden, Rückwärtsfahren, Ein- und Anfahren (21 %), hier überwiegend Fehler beim Einfahren in den fließenden Verkehr gemacht werden (S. 12). Nach van Schagen/Brookhuis 1994 nutzen Kinder eher informelle als formale Regeln in den Vorfahrtssituationen. Diese informellen Regeln sind eher defensiv und abhängig von Faktoren wie Annäherungsgeschwindigkeit und Verkehrslärm.

2.2.4 Demografische Faktoren

2.2.4.1 Einfluss des Alters

Untersuchungen zum Einfluss des Alters auf die Unfallrate zeigen kein eindeutiges Bild: So stellen Maring/van Schagen 1990 beispielsweise heraus, dass jüngere und ältere Radfahrer zwar eine größere Verletzungsgefahr aufweisen, bezogen auf die Unfallrate allerdings könne das Alter eher nicht als Kausalfaktor interpretiert werden, sondern wirke eher durch die vorhanden kognitiven Ressourcen. Personen, die älter als 70 Jahre sind, weisen zwar eine hohe Lebenserfahrung auf, doch fehlt Wissen der aktuellen Verkehrsregeln. Ältere Menschen (> 65Jah-

re) fühlen sich in den komplexen Verkehrssituationen manchmal überfordert und weichen eher auf das Neben-netz aus und nehmen längere Strecken in Kauf, während Jüngere eher die direkte Strecke nutzen. Dies hat zur Folge, dass jüngere Radfahrer auch Strecken befahren, die weniger gut ausgebaut sind. Gemäß des Statistischen Bundesamtes 2010 weisen Radfahrer erst ab Erreichen des 65. Lebensjahres eine höhere Hauptverursacherquote gegenüber Jüngeren auf.

Nach Rodgers 1995 weisen ebenfalls Ältere (über 44 Jahre) ein höheres Unfallrisiko auf. Gleichzeitig gehen jüngere Radfahrer jedoch eher Risiken im Straßenverkehr ein, d. h. sie sind überproportional im Dunkeln unterwegs, fahren eher auf der Fahrbahn oder unter Alkoholeinfluss.

2.2.4.2 Einfluss des Geschlechts

Etwas eindeutiger als beim Alter ist die Befundlage hinsichtlich des Einflusses des Geschlechts auf die Unfallrate. So zeigte sich wiederum bei Rodgers 1995, dass männliche im Vergleich zu weiblichen Radfahrern allgemein ein erhöhtes Unfallrisiko haben. Carlin et al. 1995 aber auch das Statistische Bundesamt 2010 konnten weiterhin einen geschlechtsbezogenen Effekt auch für Kinder und Jugendliche feststellen. Im Alter bis 15 Jahren wiesen Jungen dort eine leicht höhere Unfallrate auf (S. 9). Außerdem stellte Carlin et al. fest, dass Kinder aus niedrigerer Einkommensschicht eine größere Unfallrate zeigten. Männliche Radfahrer bewegen sich allerdings in der Regel zügiger, legen größere Strecken zurück und bewegen sich fahrbahnorientiert fort.

2.2.4.3 Besitz eines Führerscheins

Einen weiteren Einfluss konnten Räsänen/Summala 1998 für den Besitz eines Führerscheins bei Radfahrern aufzeigen: diejenigen Radfahrer, die einen Kfz-Führerschein besaßen, waren häufiger in Unfälle involviert, die durch Situationen entstanden, bei denen sie eindeutig Vorfahrt gehabt hätten. Es kann argumentiert werden, dass Radfahrer, die sich über die gesetzlichen Regelungen im Klaren sind (Radfahrer, die die formalen Vorfahrts- und Verkehrsregeln im Zuge der Fahrschulabildung lernen und

verinnerlichen mussten), nicht nur die konkreten Vorfahrtsverhältnisse an einem bestimmten Knotenpunkt eher richtig einschätzen konnten sondern sich auch eher darauf verlassen, dass alle Verkehrsteilnehmer sich ebenso an die Regelungen halten.

Dieser Punkt erscheint umso schwerwiegender, wenn man die oben erwähnten Ergebnisse der Studie von Ellinghaus/Steinbrecher 1993 hinzuzieht, nach denen ein Viertel aller Autofahrer nur mangelnde Kenntnis der Vorfahrtregelungen aufweist; bei der Untergruppierung der nicht Rad fahrenden Autofahrer steigt der Anteil sogar auf 39 % (S. 45 ff.).

Es kann vermutet werden, dass die Unfallgefahr insbesondere dann sehr hoch ist, wenn der Radfahrer fest davon ausgeht, dass ihm Vorfahrt gewährt wird, während der Autofahrer sich nicht über die konkreten Verhältnisse im Klaren ist und sich im schlimmsten Fall selbst die Vorfahrt zuschreibt.

2.2.5 Fazit

Längst nicht alle relevanten Fragen konnten in befriedigendem Ausmaß aus der Literatur heraus beantwortet werden. Insbesondere die Beschäftigung mit den folgenden offenen Fragen war für die Untersuchung von Interesse, da sich Teilaspekte des Untersuchungsdesigns unmittelbar mit ihrer Klärung befassen.

Keine klaren Aussagen konnten beispielsweise über den Zusammenhang zwischen Sichtbeziehungen und Unfall- bzw. Konfliktgeschehen gefunden werden. Diese stark infrastrukturell geprägte Fragestellung lässt sich in mehrere Teilaspekte untergliedern, z. B.:

- Welchen Einfluss hat die Absetzung der Radverkehrsanlage von der Fahrbahn auf das Konfliktgeschehen?
- Welchen Effekt haben unterschiedliche Arten der Furtmarkierungen?
- Wie wirkt sich der relative Ort der Haltelinie des Radverkehrs auf das Geschehen aus?
- Welche Wirkung erzielt man mit dem Heranführen stark abgesetzter Radwege an die Fahrbahn kurz vor dem Knotenpunkt?

Entsprechende Daten wurden bei der vorliegenden Untersuchung erhoben und können somit in Verbindung mit den ebenfalls erhobenen Verhaltens- und Unfalldaten ausgewertet werden.

Ein ebenfalls noch nicht ausreichend beleuchteter, relevanter Aspekt ist die Wirkungsbeziehung zwischen vorhandener Infrastruktur und dem Verhalten der Verkehrsteilnehmer. Es ist zu vermuten, dass es bestimmte infrastrukturelle Einflüsse gibt, die z. B. die Regelkonformität der Verkehrsteilnehmer beeinflussen bzw. die Folgen von nicht regelkonformen Verhalten relativieren oder verschlimmern können. Auch zur Regelkenntnis der Verkehrsteilnehmer und deren Konsequenzen könnte eine Beziehung der Infrastruktur bestehen (z. B. extrem untypische Verkehrsführungsformen, die ein hohes Maß an Regelkenntnis erfordern). Wie genau diese Beziehungen allerdings konkret aussehen, ist von Fallbeispielen abgesehen noch nicht eindeutig dargestellt. Die Untersuchung dieser Fragestellung ist ein weiterer Teilaspekt und Anspruch der vorliegenden Studie.

Schließlich soll auch die offene Frage erläutert werden, inwiefern der Stellenwert des Radverkehrs („Fahrradklima“) in der Kommune und die Einstellung der Verkehrsteilnehmer mit dem Unfall- und Konfliktgeschehen zusammenhängt.

2.3 Wirkmodell

Im Rahmen der Literaturanalyse wurde eine Vielzahl an Einflussparametern identifiziert, die das Konfliktpotential beeinflussen können. Diese Einflussparameter können in unterschiedliche Kategorien eingeteilt werden:

- Infrastrukturmerkmale
- Umwelteinflüsse
- Personenmerkmale
- Verkehrssituationen
- Verhalten der Verkehrsteilnehmer
- Einstellung der Verkehrsteilnehmer.

Die Erkenntnisse wurden in Tabelle 2 zusammengefasst. In der Tabelle sind Einflussfaktoren aufgelistet, die das Konfliktpotential steigern oder vermindern. Diese Zu-

Tabelle 2:
Befunde der Literaturanalyse

Infrastrukturmerkmale	Vermindertes Konfliktpotential	Gesteigertes Konfliktpotential
Lichtsignalisierung	▪ Knotenpunkt ohne LSA	▪ Knotenpunkt mit LSA
Führungsform	▪ auf der Fahrbahn ▪ Einrichtungsverkehr	▪ im Seitenraum ▪ Zweirichtungsverkehr
Furtabsetzung	▪ gering oder nicht abgesetzt	▪ weit abgesetzt
Führung im KP-Zulauf	▪ frühzeitig herangeführt	▪ spät oder gar nicht herangeführt
Ausführung	▪ Aufpflasterung ▪ Furtmarkierung	▪ keine Furtmarkierung
Führung des RA		▪ freier RA mit Dreiecksinsel
Radfahrersignalisierung	▪ gesonderte Rf-Signale (signaltechnisch gesicherte Führung)	▪ über Kfz-Signalgeber ▪ kein Grünvorlauf ▪ vorzeitiger Abwurf Grünsignal der Radfahrer
vorgezogene Haltelinie	▪ vorhanden	▪ nicht vorhanden
Sichtbeziehungen	▪ vorhanden	▪ nicht vorhanden
regelkonforme Radverkehrsanlage	▪ vorhanden	▪ nicht vorhanden
zulässige Geschwindigkeit	▪ weniger als 50 km/h	▪ mindestens 50 km/h
Umwelteinflüsse		
Lichtverhältnisse	▪ gut (Helligkeit*)	▪ schlecht (Dunkelheit/Dämmerung*)
Witterungsverhältnisse	▪ trocken*	▪ Niederschlag/Nässe/Glätte*
Personenmerkmale		
Alter	▪ nicht eindeutig	▪ nicht eindeutig
Geschlecht		▪ männlich
Verkehrssituation		
Radfahrer und Fußgänger am Knotenpunkt	▪ hohe Anzahl quert gleichzeitig*	▪ zeitliche Lücke zwischen den Verkehrsteilnehmern (VT)*
Verkehrszeit		▪ Hauptverkehrszeiten*
Ankunft am KP		▪ bei Grün (ohne anzuhalten)
Radverkehrsstärke	▪ niedrig	▪ hoch
Kfz-Verkehrsstärke	▪ nicht bekannt	▪ nicht bekannt
Verhalten der Verkehrsteilnehmer		
Radfahrer (RF)		▪ Fahren in falsche Richtung ▪ Rotlichtverstoß ▪ Nutzung nicht freigegebener Flächen
Autofahrer (AF)		▪ überhöhte Geschwindigkeit ▪ Schulterblick unzureichend ▪ Missachten der Vorfahrt
Einstellungen der Verkehrsteilnehmer		
Radfahrer (RF)	▪ nicht bekannt	▪ nicht bekannt
Autofahrer (AF)	▪ nicht bekannt	▪ nicht bekannt

* aus der Literaturanalyse resultierende Thesen, die im Rahmen dieser Untersuchung geprüft wurden

sammenfassung sollte die bisherige Befundlage aufzeigen und die Lücken in der Gesamthematik identifizieren. Allerdings suggeriert die Tabelle einen monokausalen Zusammenhang bzw. Korrelation der Einflussparameter und dem Konfliktpotential. Es handelt sich vielmehr um einen vielschichtigen, komplexen Zusammenhang zwischen den unterschiedlichen Einflussgrößen, der in dieser Tabelle nicht wiedergegeben werden kann.

In einer frühen Phase des Unfallforschungsprojektes wurde daher ein projektbegleitendes Wirkmodell erstellt, das zur Strukturierung der Untersuchungsplanung der einzelnen Arbeitspakete diene. Das Wirkmodell wurde im Sinne einer Hypothesenbildung erstellt und soll zur Systematisierung der Ergebnisanalyse beitragen. Für das Wirkmodell wurden folgende Kategorien definiert:

- Einstellung und Wissen der Verkehrsteilnehmer
- Verhalten und Verstöße der Verkehrsteilnehmer
- Infrastrukturmerkmale
- Personenmerkmale
- Verkehrssituation
- Umwelteinflüsse.

Diese Kategorien können einen direkten oder indirekten Einfluss auf das Unfallgeschehen bzw. auf mögliche Konfliktsituationen haben. Im Wirkmodell (Abbildung 1) wurden die Wirkbeziehungen grafisch dargestellt, die im Sinne von zu überprüfenden Hypothesen dieses Projekt begleiten.

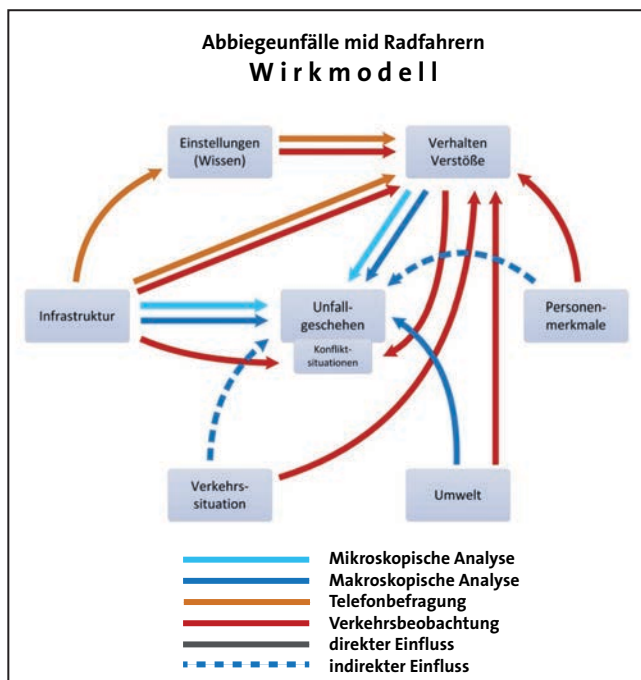


Abbildung 1:
Wirkmodell mit den zu untersuchenden Beziehungen

Die hypothetisch angenommenen Wirkbeziehungen im Modell werden, wie in der Abbildung dargestellt, durch die verschiedenen im Projekt geplanten Methoden untersucht und geprüft, also durch die makroskopische und mikroskopische Unfallanalyse, die Infrastrukturanalyse aller Knotenpunkte in den Kommunen, die Verkehrs- und Verhaltensbeobachtung vor Ort sowie die Befragung von Radfahrern, die den beobachteten Knotenpunkt passieren. Zusätzlich wurde eine repräsentative Telefonbefragung in den vier Kommunen durchgeführt. Im Folgenden

werden die einzelnen Kategorien und die zu ermittelnden Erkenntnisse dargelegt.

Einstellung/Wissen

Die Kenntnis der Verkehrsregeln wird als notwendig, nicht aber als hinreichend erachtet. Die Einstellung des Verkehrsteilnehmers (Regelakzeptanz und -befolgung) hat Einfluss auf das Verhalten und wird sowohl in der Telefonbefragung als auch bei der Verhaltensbeobachtung in den Kommunen erhoben. Des Weiteren wird in der repräsentativen Telefonbefragung die Gefahrenkognition und die allgemeine Einstellung zum Radverkehr ermittelt.

Verhalten/Verstöße

In der Verkehrsbeobachtung werden Verhaltensweisen und Verstöße der Radfahrer festgehalten, die Konfliktsituationen hervorrufen oder vermeiden können. Soweit es im Rahmen der verdeckten Beobachtung möglich ist, werden auch Verhaltensweisen von Autofahrern (z. B. Schulterblick) erfasst. Zusätzlich werden in der mikroskopischen Analyse die Verstöße der Verkehrsteilnehmer an ausgewählten Knotenpunkten detailliert untersucht.

Infrastruktur

In der infrastrukturbezogenen Unfallanalyse werden unterschiedliche Infrastrukturparameter (z. B. Furtabsetzung, Furtmarkierung etc.) in Bezug auf das Unfallgeschehen ausgewertet. Außerdem ist der Einfluss der vorhandenen Radverkehrsanlage auf die Einstellung bisher nicht belegt und wird im Rahmen der Telefoninterviews erfragt. Des Weiteren wird bei der Verkehrsbeobachtung der Einfluss der Infrastruktur auf das Verhalten der Verkehrsteilnehmer untersucht.

Personenmerkmale

Die Personenmerkmale haben nur indirekt über das Verhalten Einfluss auf das Unfallgeschehen, dennoch wird in der makroskopischen Unfallanalyse der Einfluss von Personenmerkmalen auf das Unfallgeschehen überprüft. In der Verhaltensbeobachtung werden diese Merkmale ebenfalls ermittelt und mit dem beobachteten Verhalten in Beziehung gesetzt. D. h. in der Verhaltensbeobachtung wird durch Augenschein das Alter und Geschlecht der Rad- und Autofahrer ermittelt. Auch

in der Telefonbefragung werden demografische Daten erhoben, womit auch Rückschlüsse auf die Einstellung und die Regelkonformität (je Kommune) getroffen werden können.

Verkehrssituation

Die Verkehrssituation kann durch eine Vielzahl von Parametern definiert werden. So spielt die Anzahl der gleichzeitig geradeausfahrenden Radfahrer ebenso eine Rolle, wie die Lichtsignalphasen, die Verkehrsstärken oder die Verkehrszeit. In der Verhaltensbeobachtung wird ermittelt, wie sich diese verkehrssituativen Merkmale auf das Verhalten und die Häufigkeit von Verstößen auswirken. Zusätzlich wird der Einfluss der Verkehrssituation (Verkehrsstärke und Unfallzeitpunkt) auf das Unfallgeschehen in der makroskopischen Unfallanalyse überprüft.

Umwelt

Welchen Einfluss Umweltfaktoren (Wetter und Fahrbahnzustand, Lichtverhältnisse, etc.) auf das Unfallgeschehen haben, wird in der makroskopischen Unfallanalyse untersucht. Ebenfalls werden in der mikroskopischen Detailanalyse Informationen zu den Umwelteinflüssen gewonnen, sofern sie belegt sind. In der Verhaltensbeobachtung werden die gegebenen Umweltbedingungen an jedem Knotenpunkt erfasst, um später mögliche Einflüsse analysieren zu können. Die Erhebungen werden nur bei radfahrtauglichem Wetter (bewölkt oder besser) durchgeführt. Da die Umwelteinflüsse in diesem Projekt nicht als zentrale Fragestellung verstanden werden, enthielt das Telefoninterview aufgrund zeitlicher Beschränkung keine Fragen zu diesem Thema.

Unfallgeschehen/Konfliktsituationen

In der makroskopischen Unfallanalyse kann der Einfluss der Infrastruktur auf das Unfallgeschehen ausgewertet werden. Allerdings werden darin keine „Beinaheunfälle“ festgehalten. Die Verhaltensbeobachtung soll dafür genutzt werden, Konfliktsituationen und das dazugehörige Verhalten zu untersuchen. Anschließend soll der Zusammenhang zwischen Knotenpunkten mit hohem Konfliktpotential und Knotenpunkten mit hoher Unfallhäufung überprüft werden.

3 Untersuchungsplanung

3.1 Auswahl der Kommunen

Die Untersuchung des Unfallgeschehens von Unfällen Ab-Rf erfolgt am Beispiel von vier Kommunen. Für die Auswahl der Kommunen wurden folgende Kriterien zugrunde gelegt:

- (1) Die Einwohnerzahl der Städte liegt zwischen 100.000 und 400.000.
- (2) Die Kommunen weisen eine grundsätzlich radfahrerfreundliche Topographie auf.
- (3) Die Unfalldaten liegen in Form georeferenzierter Unfalldatenbanken vor.
- (4) Die Städte unterscheiden sich hinsichtlich ihres Radverkehrsaufkommens und hinsichtlich des Stellenwertes der Radverkehrsplanung in den Kommunen (Kapitel 3.2).

Tabelle 3:
Übersicht Städteauswahl

Stadt	Bundesland	Anteil des Radverkehrs am Modal Split	Einwohnerzahl *****	Topographie
MS	Nordrhein-Westfalen	37,6*	275.543	flach
MD	Sachsen-Anhalt	14,6**	230.979	flach
DA	Hessen	14,4***	143.276	flach
EF	Thüringen	8,8****	199.952	eher flach (Außenbezirke leicht hügelig)

* Stadtverwaltung Münster 2009, S. 21

** Landeshauptstadt Magdeburg 2011

*** Wissenschaftsstadt Darmstadt 2006, S. 15

**** Ahrens et al. 2009, Tabelle 10a

***** Statistisches Bundesamt 2010

Limitierende Faktoren für die Auswahl der Untersuchungsstädte stellten schließlich auch die Bereitschaft und die Kapazität der kommunalen Akteure dar, das Forschungsvorhaben zu unterstützen. Die umfassende Telefon- und Internetrecherche, die zunächst alle Kommunen mit der vorgegeben Einwohnergröße umfasste, führte zu einer Eingrenzung der möglichen Untersuchungsstädte. Nach entsprechender Abwägung fiel die Wahl auf die Städte Münster (MS), Magdeburg (MD), Darmstadt (DA) und Erfurt (EF). Die ausgewählten Untersuchungsstädte liegen in vier Bundesländern, davon zwei in den neuen und zwei in den alten Bundesländern. Die vier Untersuchungsstädte werden nachfolgend detaillierter vorgestellt.

3.2 Stellenwert des Radverkehrs

Die Ergebnisse der Unfalluntersuchungen sowie die Erkenntnisse der Verkehrsverhaltensbeobachtungen werden im Verlauf der Bearbeitung des Forschungsvorhabens zum Anteil des Radverkehrs am Modal Split und zum Stellenwert des Radverkehrs in Bezug gesetzt, u. a. um zu überprüfen, ob ein hoher Radverkehrsanteil und/oder hoher Stellenwert des Radverkehrs das Unfallgeschehen und das Verhalten der Verkehrsteilnehmer positiv oder negativ beeinflusst.

Zur Ermittlung des Radverkehrsanteils am Modal Split werden generell unterschiedliche Verfahren angewandt, was zum Teil zu unterschiedlichen Ergebnissen führt. Dies stellt ein generelles Problem beim Vergleich der Modal Split-Werte der Städte dar. Dennoch geben die Zahlen einen Hinweis auf die Größenordnung des Radverkehrsanteils in den Städten.

Die Bewertung des Stellenwertes des Radverkehrs in einer Kommune gestaltete sich jedoch generell eher schwierig, da eine Vielzahl von Kriterien und methodischen Ansätzen zur Bewertung herangezogen werden können, um ein vollständiges Bild zu erzeugen. Als erster Ansatzpunkt für die Einordnung des Stellenwertes des Radverkehrs in den vier Kommunen wurde der Fahrradklimatest des Allgemeinen Deutschen Fahrrad-Club e. V. (ADFC) verwendet [ADFC 2005]. Dieser wurde im Jahr 2005 zur Bewertung des Fahrrad-Engagements in Kom-

munen durchgeführt. Die Bewertung erfolgte auf Basis der Kriterien „Fahrrad- und Verkehrsklima“, „Sicherheit beim Radfahren“, „Komfort des Radfahrens“, „Stellenwert des Radverkehrs“ sowie „Infrastruktur der Radverkehrsnetze“. Zu den genannten Aspekten wurden vom ADFC jeweils verschiedene Fragen gestellt. Da der ADFC-Klimatest ausschließlich die Perspektive der Radfahrer in den jeweiligen Städten widerspiegelt, wurde diese im Rahmen einer vertiefenden Recherche ergänzt. Dazu wurden, soweit verfügbar, städtische Planwerke systematisch untersucht sowie eine Internetrecherche durchgeführt. Die Ergebnisse der Recherche werden im Folgenden zusammengefasst.

3.2.1 Münster

Münster gilt allgemein als die fahrradfreundlichste Stadt Deutschlands. Im ADFC-Fahrradklimatest wurde Münster mit der Bestnote, dem Platz 1 von 28 Städten mit mehr als 200.000 Einwohnern (Gesamtnote: 2,05) bewertet [ADFC 2005]. Auch der Anteil des Radverkehrs am Modal Split ist mit 37,6 % sehr hoch [Stadtverwaltung Münster 2009, S. 21].

Bereits 1948 hat der Rat der Stadt Münster beschlossen, alle Hauptverkehrsstraßen mit Radwegen zu versehen [Stadt Münster 2009, S. 61]. Die in den vergangenen Jahrzehnten entwickelte Radverkehrskonzeption wurde stetig erweitert und angepasst. Das aktuelle Radverkehrskonzept 2010 [Stadtverwaltung Münster 2011] setzt folgende Schwerpunkte:

- Erhöhung der Verkehrssicherheit (Entschärfung von Unfallschwerpunkten, Sensibilisierung, Bewusstseinsbildung und Verkehrserziehung der Verkehrsteilnehmer),
- Ausbau und Unterhaltung der vorhandenen Radverkehrsinfrastruktur (u. a. Sanierung von Radwegen, sicheres Abbiegen durch Fahrradschleusen, Lichtsignalanlagen für Radfahrer, Roteinfärbung von Radwegfurten, Fahrradparken, Zielwegweisung, Winterdienst etc.),
- Ausbau der Maßnahmen im Bereich Information, Kommunikation und Service (z. B. Informationen für Studierende/Neubürger, Befragungen, Preisrätsel, Aktionstage, städtische Seiten zum Radfahren, auch mehrsprachige Gestaltung, Pressearbeit).

Darüber hinaus gibt es auf der Webseite der Stadt [Stadtverwaltung Münster 2011] umfangreiche Informationen zum Radverkehr in Münster (u. a. Informationen für Neubürger, Informationen zum Fahrradparken, zur Fahrradwegweisung, zum Radverkehrskonzept, zum Fahrradstadtplan). Zudem wird hier auch eine virtuelle Radtour durch Münster angeboten, die alles Wissenswerte zum Thema Radverkehr in Münster zusammenfasst. Für Neubürger werden die infrastrukturellen Besonderheiten des Münsteraner Radverkehrsnetzes übersichtlich zusammengestellt. Ein Teil der in der Radverkehrskonzeption vorgeschlagenen Maßnahmen wurde bereits umgesetzt.

Im Hinblick auf die Verkehrssicherheit im Radverkehr ist die Mängelkarte „Plus-Minus“ des ADFC Münster/Münsterland e. V. [ADFC Münster/Münsterland 2011] interessant, in die Radfahrer die von ihnen festgestellten Mängel im Radwegenetz eintragen können und eine Rückmeldung zum jeweiligen Umsetzungsstand der daraus resultierenden Maßnahme erhalten. Die Plattform zeigt, dass viele der hier eingebrachten Mängel bereits beseitigt wurden und die Kommune das Instrument aktiv nutzt.

3.2.2 Magdeburg

Magdeburg erreicht im ADFC-Klimatest einen guten 8. Platz von 28 Städten mit mehr als 200.000 Einwohnern (Gesamtnote: 3,45), [ADFC 2005]. Der Anteil des Radverkehrs am Modal Split wird für Magdeburg je nach Quelle unterschiedlich angegeben. So liegt der Radverkehrsanteil an Werktagen im Binnenverkehr gemäß SrV bei 10,8 % [Ahrens et al. 2009, Tabelle 10 a]. Die Stadtverwaltung gibt auf ihrer Webseite einen Anteil von 14,6 % [Landeshauptstadt Magdeburg 2011] an. Die unterschiedlichen Werte sind auf unterschiedliche Vorgehensweisen bei der Ermittlung des Modal Split zurückzuführen.

Magdeburg hat ebenso in den vergangenen Jahren (1993, 1995 und 2005) mehrere Radverkehrskonzeptionen erarbeitet und weiterentwickelt. Die Schwerpunkte der aktuellen Radverkehrskonzeption liegen insbesondere

- im Ausbau und Erhalt der Radverkehrsanlagen zur Komplettierung des Radnetzes,
- der Verbesserung der Verkehrssicherheit für Radfahrer,

- der Einrichtung von Abstellanlagen,
- der Optimierung der Wegweisung für Radfahrer,
- der Entwicklung eines Qualitätsmanagements
- sowie der Entwicklung eines fahrradfreundlichen Klimas.

Zur Förderung des Radverkehrs gab es gemäß der Radverkehrskonzeption aus dem Jahr 2005 einen vom Stadtplanungsamt Magdeburg geleiteten Arbeitskreis Radverkehr (Stadtverwaltung, Polizei, ADAC und ADFC), mehrere Verkehrsschauen mit dem Fahrrad unter Beteiligung verschiedener Fahrradexperten und einen Arbeitskreis bei der Polizei zur Unfall- und Fahrraddiebstahlverhütung. Darüber hinaus gibt es eine Vielzahl weiterer Aktivitäten in Magdeburg. Zu nennen sind hier u. a. die Erarbeitung eines Fahrradstadtplans, die Erarbeitung von Faltblättern, z. B. „Magdeburg radelnd erobern“ sowie Maßnahmen zur Verknüpfung von ÖPNV und Radverkehr. Für Letzteres wurde die Stadt im Rahmen des Wettbewerbes „Best for Bike“ ausgezeichnet. Darüber hinaus hat die Stadt an weiteren Wettbewerben teilgenommen wie z. B. „Mit dem Fahrrad zur Arbeit“. Ebenso gibt es weitere Einzelaktionen zur Schulwegsicherung mit dem Fahrrad (Schulwegdetektive).

Anders als in Münster, wo auf der Webseite der Stadt umfassende Informationen zum Radverkehr angeboten werden (Kapitel 3.2.1), sind in Magdeburg im Internet deutlich weniger Informationen zum Radverkehr und zur Radverkehrsplanung verfügbar.

3.2.3 Darmstadt

Darmstadt erreichte im ADFC-Klimatest den Platz 15 von 21 Städten mit 100.000 bis 200.000 Einwohnern (Gesamtnote: 3,73), [ADFC 2005]. Der Anteil des Radverkehrs am Modal Split liegt bei 14,4 % aller Wege [Wissenschaftsstadt Darmstadt 2006, S. 15].

Die Radverkehrsplanung ist in Darmstadt Teil eines integrierten Verkehrsentwicklungsplanes. Die Schwerpunkte des Verkehrsentwicklungsplans bei der Radverkehrsplanung liegen:

- im Ausbau des Radverkehrsnetzes zu einem flächendeckenden Netz,

- in der Gewährleistung einer durchgängigen und hohen Qualität auch an Knotenpunkten,
- der Verbesserung der Fahrradinfrastruktur,
- sowie der Qualitätssicherung hinsichtlich Platzbedarf und Befahrbarkeit von Radverkehrsanlagen.

Darmstadt definiert im Verkehrsentwicklungsplan Qualitätsstandards in Bezug auf die Führungsform des Radverkehrs auf Strecken, die Führung des Radverkehrs an Knotenpunkten, die Dimensionierung sowie die Gestaltung von Radverkehrsanlagen. Ebenso sind der Ausbau von Fahrradabstellanlagen sowie die Einrichtung von Fahrradservicestationen vorgesehen. Die Stadt Darmstadt hat in ihren online-Stadtatlas Darmstadt eine Fahrradkarte integriert [Wissenschaftsstadt Darmstadt, Vermessungsamt], die für die Planung der Radroute vor der Fahrt genutzt werden kann. Eine Printversion liegt nicht vor.

Daneben gibt es weitere Aktivitäten, wie die Aktion „Ich-kauf-per-Rad“, welche zum Ziel hat, den Einzelhandel für Radfahrer als Kundengruppe durch zielgruppengerechte Maßnahmen (z. B. Stellplätze an Geschäften, „Drive in-Fenster“ für Radfahrer beim Bäcker) zu sensibilisieren.

Ähnlich wie in Münster gibt es für das Bundesland Hessen und somit auch für die Stadt Darmstadt eine Onlineplattform für Radfahrer [Integriertes Verkehrs- und Mobilitätsmanagement Region Frankfurt Rhein-Main] mit der Möglichkeit, Mängel im Radverkehrsnetz zu melden. Diese wird gegenwärtig noch nicht in hohem Maße genutzt.

In Darmstadt sind, ähnlich wie in Magdeburg, im Vergleich zu Münster im Internet deutlich weniger Informationen zum Radverkehr und zur Radverkehrsplanung verfügbar.

3.2.4 Erfurt

Erfurt erreichte im ADFC-Klimatest Platz 15 von 28 Städten mit mehr als 200.000 Einwohnern (Gesamtnote: 3,91) [ADFC 2005]. Der Anteil des Radverkehrs am Modal Split liegt bei 8,8 % aller Wege [Ahrens et al. 2009, Tabelle 10 a]. Weite Teile des Stadtgebietes weisen eine fahrradfreund-

liche Topografie auf. Einige Teilbereiche am Stadtrand sowie im Bereich Lauentor/Maximilian-Welsch-Straße im Stadtzentrum weisen mäßige Steigungen auf.

Wie auch in Darmstadt, ist in der Stadt Erfurt die Radverkehrsplanung Teil einer integrierten Verkehrsentwicklungsplanung. Im Jahr 2005 wurde zusätzlich ein separater Maßnahmenplan Radverkehr aufgestellt. Die Schwerpunkte der Radverkehrsplanung in Erfurt sind ähnlich wie in den anderen Städten:

- der Ausbau und Verbesserung der Radverkehrsanlagen (Lückenschluss, Oberflächensanierung, Bordabsenkung etc.),
- die Fahrradwegweisung sowie
- die Einrichtung von Fahrradstellplätzen und -stationen.

Die Realisierung dieser Maßnahmen soll im Regelfall im Rahmen von komplexeren Maßnahmen geschehen, das Budget für Maßnahmen darüber hinaus ist sehr begrenzt. Nach den Verkehrsentwicklungsplanungen der Jahre 1994 und 2002 wird gegenwärtig ein neuer Verkehrsentwicklungsplan erarbeitet. In diesem soll dem Radverkehr eine höhere Bedeutung beigemessen werden. Auch in Erfurt gibt es seit 1994 einen Arbeitskreis Radverkehr, dem Mitglieder bzw. Mitarbeiter des ADFC, der Polizei, der Landesverkehrswacht, der Stadtverwaltung unter Leitung Tiefbau- und Verkehrsamtes sowie der Fahrradbeauftragte und der Leiter der Straßenverkehrsbehörde angehören. Ebenso gibt es einen Fahrradstadtplan als Online- und Printversion.

Auf der Webseite der Stadt wird auf verschiedene Radfernwege hingewiesen sowie auf den Thüringer Radroutenplaner. Darüber hinaus gibt es diverse Einzelaktionen, z. B. ein Faltblatt „Köpfchen statt Ellenbogen“ zur Verbesserung der gegenseitigen Rücksichtnahme aller Verkehrsteilnehmer. Hinweise zur Verbesserung der Verkehrssicherheit werden durch einen Link zur Webseite der Landesverkehrswacht Thüringen gegeben. Ebenso nahm die Stadt Erfurt 2011 wiederholt am Städtewettbewerb Stadtradeln des Klima-Bündnisses teil.

Ähnlich wie in Magdeburg und Darmstadt sind in Erfurt im Vergleich zu Münster im Internet deutlich weniger

Informationen zum Radverkehr und zur Radverkehrsplanung verfügbar.

3.2.5 Zwischenfazit

Die Recherche bestätigte, dass der Stellenwert des Radverkehrs in Münster besonders hoch ist. Dies zeigt sich in einer seit mehreren Jahrzehnten etablierten Radverkehrsförderung. Die aktuellen Ziele der Radverkehrsförderung decken ein sehr breites Spektrum ab. Auch in den anderen drei Städten gibt es jeweils eine Radverkehrskonzeption, entweder in Form eines separaten Planwerkes oder integriert im Verkehrsentwicklungskonzept. Diese tangieren jeweils ähnliche Themenbereiche (Ausbau und Erhalt der Radverkehrsanlagen, Komplettierung des Radnetzes, Verbesserung der Verkehrssicherheit, der Einrichtung von Abstellanlagen, Optimierung der Wegweisung). Die Stadt Magdeburg benennt darüber hinaus die Entwicklung eines fahrradfreundlichen Klimas als Ziel. Auch haben alle vier Städte einen Fahrradstadtplan, wobei dieser in Darmstadt nur online verfügbar und in Magdeburg und Münster nur als Printversion erhältlich ist. Generell stehen in allen Städten außer in Münster im Internet eher wenige Informationen zum Radverkehr und zur Radverkehrsplanung zur Verfügung. Es gibt online keine systematische Informationsquelle, die Auskunft über alles Wissenswerte zum Radverkehr in den Städten gibt. In den Städten Magdeburg, Darmstadt und Erfurt gibt es jeweils verschiedene Einzelaktionen zum Thema Radverkehr, wobei das Spektrum in Magdeburg noch etwas größer ist als in Erfurt und Darmstadt.

Mit der Auswahl der benannten vier Städte ist für die im Projekt vorgesehenen Untersuchungen eine sinnvolle Bandbreite hinsichtlich des Radverkehrsaufkommens sowie des Stellenwertes des Radverkehrs abgedeckt (Abbildung 2), eine scharfe Kontrastierung der Städte hinsichtlich des Radverkehrsaufkommens sowie des Stellenwertes des Radverkehrs ist jedoch nicht möglich. Insbesondere die Städte Magdeburg, Darmstadt und Erfurt weisen eher geringe Unterschiede auf. Die Auswahl der Städte ist darüber hinaus dahingehend eingeschränkt, dass bei einem geringen Radverkehrsaufkommen in der Regel auch das Unfallkollektiv deutlich kleiner ist, sodass

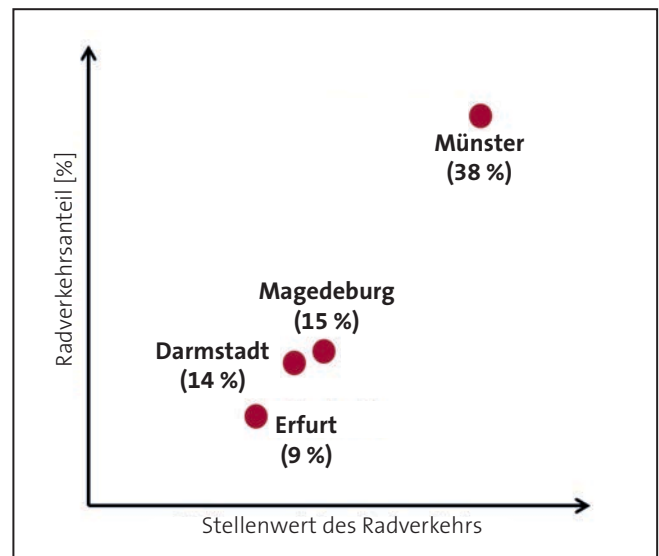


Abbildung 2:
Kontrastierung der Untersuchungsstädte hinsichtlich ihres Radverkehrsanteils und des Stellenwerts des Radverkehrs

weitere Städte mit gegebenenfalls sehr geringem Stellenwert des Radverkehrs für die Untersuchung von vornherein ausschieden.

3.3 Makroskopische Unfallanalyse

3.3.1 Beschaffung polizeilicher Unfalldaten

In den vier Städten werden Verkehrsunfälle mindestens seit dem Jahr 2007 mit der Software EUSka (elektronische Unfalltypensteckkarte) erfasst. Die Daten lagen somit georeferenziert vor und konnten somit im Straßennetz verortet werden. Die Zuordnung der Unfälle zu einem Knotenpunktarm (KPA) eines Knotenpunktes (KP) war erst durch die Sichtung der Unfallskizzen und der Unfallhergangsbeschreibungen möglich. In Magdeburg, Erfurt und Darmstadt befindet sich EUSka mindestens seit dem Jahr 2005 im Einsatz, weshalb in diesen Städten Unfalldaten für einen Fünfjahreszeitraum vorlagen (Magdeburg und Erfurt 2005 bis 2009 und Darmstadt 2006 bis 2010). Für Münster lagen dagegen nur Unfalldaten aus den Jahren 2007 bis 2009 vor.

Die Daten, die von den örtlichen bzw. Landespolizeidienststellen zur Verfügung gestellt wurden, variieren darüber hinaus hinsichtlich ihres Datenumfanges. Unfall-

skizzen konnten ausschließlich von der Polizeidienststelle Magdeburg zur Verfügung gestellt werden. In Magdeburg und Münster lagen die Unfalldaten mit dreistelligen Unfalltypen vor (Anhang A), anhand derer der Unfallhergang bereits präzise bestimmt werden konnte. Für die verbleibenden Städte Darmstadt und Erfurt lag nur ein einstelliger Unfalltypencode vor. Daher wurde anhand der Unfallhergangsbeschreibungen nachrecherchiert, ob es sich um einen Rechts- oder Linksabbiegeunfall handelt, um später nach diesem Kriterium differenzierte Unfallanalysen durchführen zu können. Die relevanten Unfallhergangsbeschreibungen liegen für alle vier Städte vor. Auch diese variieren hinsichtlich ihres Detaillierungsgrades. Sehr umfassend sind die Unfallhergangsbeschreibungen der Stadt Münster.

Wenn nicht explizit anders benannt²⁾, beziehen sich die Ergebnisse dieses Berichts auf die Unfalldaten des einheitlich verfügbaren dreijährigen Unfallzeitraums von 2007 bis 2009.

3.3.2 Bereinigung der Unfalldatensätze

Die Unfalldaten wurden in einem weiteren Arbeitsschritt durch Sichtung der Unfallhergangsbeschreibungen und Unfallskizzen hinsichtlich ihrer Konsistenz überprüft und überarbeitet. Aus dem Unfallkollektiv entfernt wurden Unfälle die eindeutig nicht dem Typ 2 entsprachen. In Einzelfällen waren irrtümlicherweise Einbiegen/Kreuzen-Unfälle oder Unfälle durch einparkende Fahrzeuge durch die Polizei als Typ 2-Unfälle abgelegt. Darüber hinaus wurden die Daten für die makroskopische Unfallanalyse um Unfälle ohne Kfz-Beteiligung, Alleinunfälle von Radfahrern sowie Unfälle, bei denen kein Kfz, sondern nur der Radfahrer abgebogen ist, reduziert. Somit sind 1.241 Unfälle Ab-Rf (alle Jahre) bzw. 873 Unfälle Ab-Rf (2007 - 2009) in die makroskopische Untersuchung eingegangen. Schließlich wurden für die clusterbezogene makroskopische Unfallanalyse auch Unfälle herausgefiltert, die nicht eindeutig einem Knotenpunktarm zugeordnet werden konnten, oder deren Infrastruktur (Füh-

rungsform, Furtabsetzung, Furtausführung etc.) nicht eindeutig zugeordnet werden konnte. Weiterhin wurden Infrastrukturtypen ausgeschlossen, die im Rahmen anderer Forschungsprojekte detaillierter untersucht werden (z. B. UDV-Studie zur Radfahrsicherheit in Kreisverkehren) [UDV, 2012]. Insgesamt gingen 849 Unfälle Ab-Rf (alle Jahre) bzw. 595 Unfälle Ab-Rf (2007 bis 2009) in die clusterbezogene makroskopische Unfallanalyse ein.

3.3.3 Ermittlung angepasster Unfallkostensätze

Die monetäre Bewertung des Unfallgeschehens erfolgte auf Basis indirekt angepasster Unfallkostensätze (WUa) nach dem Merkblatt für die Auswertung von Straßenverkehrsunfällen Teil 1, Anhang 6 [FGSV 2003, S. 63 ff]. Als Basis für die Berechnung der angepassten Unfallkostensätze dienten die Unfalldaten in den vier Untersuchungsstädten im Zeitraum 2007 bis 2009. Alle Berechnung basieren auf dem Preistand des Jahres 2000.

Die angepassten Unfallkostensätze berechnen sich gemäß Merkblatt getrennt für Unfälle mit schwerem (WUa(SP)) und leichtem Personenschaden (WUa(LV)) als schwerste Unfallfolge wie folgt:

$$WUa(SP) = \frac{V(GT) \cdot WV(GT) + V(SV) \cdot WV(SV) + V(LV) \cdot WV(LV) + U(SP) \cdot WUS(SP)}{U(SP)}$$

$$WUa(LV) = \frac{V(LV) \cdot WV(LV) + U(LV) \cdot WUS(LV)}{U(LV)}$$

V = Verunglückte (*GT* = getötet, *SV* = schwerverletzt, *LV* = leicht verletzt)
WV = Kostensatz für Verunglückte
U(SP) = Unfälle mit schwerem Personenschaden
W(US) = Kostensatz für Sachschaden

Da das Kollektiv der Unfälle Ab-Rf für die Berechnung angepasster Unfallkostensätze in einigen Städten zu klein war, wurden die angepassten Unfallkostensätze einheitlich für alle vier Städte auf Basis aller Unfälle mit Radverkehrsbeteiligung ermittelt.

Angepasste Unfallkostensätze für Radverkehrsunfälle mit schwerem Personenschaden (WUa(SP))

Die angepassten Unfallkostensätze für Unfälle Ab-Rf mit schwerem Personenschaden (WUa(SP)) erfolgte unter Einbeziehung aller Unfälle mit Radverkehrsbeteiligung in den Untersuchungsstädten im Zeitraum 2007 bis 2009.

²⁾ Eine Ausnahme bildet hierbei die durchgeführte mikroskopische Unfallanalyse (Kapitel 3.4.6).

Hierbei wurden zwei Unfallkostensätze auf Basis jeweils unterschiedlicher Unfallkollektive berechnet.

- (1) Da sich in den Städten jeweils unterschiedliche Unfallstrukturen feststellen ließen, wurden für jede der vier Städte gesondert angepasste Unfallkostensätze berechnet. Diese wurden für Vergleiche von Unfallkosten zwischen den einzelnen Städten herangezogen. Basis für deren Ermittlung war dabei das jeweilige Unfallkollektiv der Radverkehrsunfälle in den einzelnen Städten.
- (2) Darüber hinaus wurde ein angepasster Unfallkostensatz auf Basis aller Radverkehrsunfälle in allen vier Untersuchungsstädten ermittelt, welcher bei Auswertungen über alle Städte hinweg (z. B. über die Infrastruktur-Cluster) in Ansatz gebracht wurde.

Angepasste Unfallkostensätze für Radverkehrsunfälle mit leichtem Personenschaden (WUa(LV))

Die angepassten Unfallkostensätze WUa(LV) wurden auf Basis aller Radverkehrsunfälle in allen vier Städten mit leichtem Personenschaden im relevanten Zeitraum berechnet und werden sowohl beim Vergleich der Städte als auch bei städteübergreifenden Betrachtungen verwendet. Aufgrund der geringen Differenzen zwischen den Städten wird auf eine differenzierte städtebezogene Ausweisung der Unfallkostensätze verzichtet.

Unfallkostensätze für Radverkehrsunfälle mit Sachschaden ((WU(S))

Für Unfälle mit ausschließlich Sachschaden wurden die pauschalen Unfallkostensätze WU(SS), WU(LS) und WU(S) aus dem Merkblatt für die Auswertung von Straßenverkehrsunfällen Teil 1, Anhang 6 [FGSV 2003, S. 63] entnommen. Es handelt sich dabei um Unfallkostensätze mit Preisstand 2000.

In der folgenden Tabelle 4 sind die im Rahmen der Unfallanalysen verwendeten angepassten Unfallkostensätze für Radverkehrsunfälle in den vier Untersuchungsstädten zusammengestellt.

Um den Anteil der Unfallkosten Ab-Rf an den Gesamtunfallkosten zu ermitteln, wurde ebenso ein angepasster

Tabelle 4:
Verwendete angepasste WUa und pauschale Unfallkostensätze WU in € für Unfälle mit Radverkehrsbeteiligung

	WUa (SP)	WUa (LV)	WU (SS)	WU (LS)	WU (S)
MD	123.700	10.900	11.500	5.500	6.000
MS	110.900	10.900	11.500	5.500	6.000
EF	107.800	10.900	11.500	5.500	6.000
DA	105.600	10.900	11.500	5.500	6.000
über alle Städte	113.300	10.900	11.500	5.500	6.000

Unfallkostensatz für alle innerorts-Unfälle für jede der vier Städte berechnet. Die angepassten Unfallkostensätze wurden dabei analog zur oben beschriebenen Vorgehensweise ermittelt. Als Datenbasis dienten alle Unfälle im Zeitraum 2007 bis 2009.

In der Tabelle 5 sind die im Rahmen der Unfallanalysen verwendeten angepassten Unfallkostensätze für alle Unfälle in den vier Untersuchungsstädten zusammengestellt.

Tabelle 5:
Verwendete angepasste WUa und pauschale Unfallkostensätze WU in € für alle Innerorts-Unfälle

	WUa (SP)	WUa (LV)	WU (SS)	WU (LS)	WU (S)
MD	145.000	10.900	11.500	5.500	6.000
MS	118.200	10.900	11.500	5.500	6.000
EF	157.100	10.900	11.500	5.500	6.000
DA	139.700	10.900	11.500	5.500	6.000

3.3.4 Makroskopische Unfallanalyse

Im Rahmen der makroskopischen Unfallanalyse erfolgte eine Auswertung der Unfallanzahl, -kategorie und Unfallkosten für den Bezugszeitraum 2007 bis 2009. Darüber hinaus werden die Unfallumstände (Unfallzeitpunkt, Lichtverhältnisse, Fahrbahnzustand), die demografischen Merkmale der Unfallbeteiligten (Alter, Geschlecht), die Unfallschwere, die Unfallschuld und die Unfallursachen analysiert. Die Auswertungen zum Alter und zum Geschlecht werden jeweils in Bezug zur Verkehrsmittelnutzung und die Auswertungen zum Unfallzeitpunkt zum Tagesgang des Radverkehrs und des motorisierten Individualverkehrs (MIV) gesetzt.

Intention der makroskopische Analyse ist es, einen Überblick über das Unfallgeschehen Ab-Rf zu gewinnen, potentiell stärker gefährdete Bevölkerungsgruppen oder potentiell unfallbegünstigende Rahmenbedingungen zu erfassen und dadurch erste Ansatzpunkte für Maßnahmen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit bei Abbiegevorgängen zu identifizieren.

In die makroskopische Unfallanalyse wurden ausschließlich Unfälle Ab-Rf einbezogen, bei denen das Kfz abgebogen ist und der beteiligte Radfahrer geradeaus gefahren bzw. selbst rechts abgebogen ist. Aus der Analyse ausgeschlossen sind demnach auch Unfälle ohne Kfz-Beteiligung (z. B. Alleinunfälle, Unfälle zwischen zwei Radfahrern). Die für die Auswahl der relevanten Unfälle erforderlichen Informationen zum Unfallgeschehen wurden den Unfallhergangsbeschreibungen und den Unfallskizzen sowie dem dreistelligen Unfalltypencode entnommen.

3.4 Infrastrukturbezogene Unfallanalyse

3.4.1 Bestandsaufnahme der Radverkehrsinfrastruktur

Bei der infrastrukturbezogenen Unfallanalyse ist zu berücksichtigen, dass die Unfallhäufigkeiten auch von der Häufigkeit des Vorhandenseins der einzelnen Infrastruktureigenschaften in den einzelnen Städten abhängt, da sonst gegebenenfalls falsche Schlüsse in Bezug auf positive oder negative Wirkung bestimmter Infrastruktureigenschaften gezogen werden könnten. So ist die häufigste Führungsform in Münster der Radweg, was zu dem Schluss führen könnte, dass die Führungsform besonders unfallauffällig ist, wenn sich viele Unfälle im Bereich von Radwegen ereignen. Daher wurde eine umfassende Bestandsaufnahme der Radverkehrsinfrastruktur für alle innerstädtischen Hauptverkehrsstraßen sowie für die innerstädtischen Hauptradrouten durchgeführt. Erfasst wurden dabei für jeden Knotenpunktarm (KPA)³⁾:

- Lage (u. a. Straßenbezeichnung, Koordinaten)
- Knotenpunkt- bzw. Knotenarmtyp (u. a. Anzahl der KP-Arme, Bevorrechtigung, Einbahnstraße)
- Führungsform des Radverkehrs
- Sonderformen der Führung des Radverkehrs (u. a. ARAS⁴⁾, Radfahrschleusen, Radfahrstreifen im Mittellage)
- Furtabsetzung und Ausführung der Furt (u. a. Markierung, Roteinfärbung)
- Führung im KP-Zulauf (u. a. Verschwenkung des Radweges, Abstand zwischen den Haltelinien des Kfz und des Radverkehrs)
- vorgesehene Fahrtrichtung des Radverkehrs
- Führung der Rechts- und Linksabbieger
- Knotenpunkt mit oder ohne Lichtsignalanlage.

Für jeden KPA wurde weiterhin eine Identifikationsnummer (KPA-ID) vergeben. Die Bestandsaufnahme der Daten erfolgte mittels Luftbilddaufnahmen aus Google Earth und Bing Maps sowie über die von den Städten zur Verfügung gestellten hochaufgelösten Orthofotos aktuellsten Datums.

Es ist zu beachten, dass die Luftbilddaufnahmen der unterschiedlichen Städte aus unterschiedlichen Jahren stammen, so dass nicht auszuschließen ist, dass an einigen KPA zum Unfallzeitpunkt eventuell andere infrastrukturelle Randbedingungen herrschten. Um die Fehlerquote diesbezüglich möglichst klein zu halten wurden in den Kommunen größere bauliche Maßnahmen an der Radverkehrsinfrastruktur angefragt. Der Datenrücklauf war aufgrund der Komplexität der Anfrage entweder sehr gering oder derartig komplex, dass eine allumfassende Einbindung der Informationen nicht möglich war. Daher erfolgte für jeden Unfall Ab-Rf im Rahmen der Sichtung der Unfallhergangsbeschreibungen eine Abstimmung der dortigen Angaben mit den bestandsaufgenommenen Infrastrukturdaten (z. B. zur Verfügbarkeit einer LSA), was die Fehlerquote für die KPA mit Unfällen Ab-Rf verringerte. Für die

³⁾ Für jeden Knotenpunkt wurden alle Knotenpunktarme erfasst, da diese sich hinsichtlich ihrer infrastrukturellen und betrieblichen Eigenschaften unterscheiden können.

⁴⁾ Die Abkürzung ARAS steht für aufgeweitete Radaufstellstreifen (ARAS). Dabei erstreckt sich der Aufstellbereich über die gesamte Breite der Zufahrt. ARAS ermöglichen die Führung des Radfahrers über den Knotenpunkt im direkten Sichtfeld der Kfz. Kommt der Radfahrer erst im Verlauf der Grünphase am Knotenpunkt an, hat der ARAS nicht mehr den gewünschten Nutzen.

163 KPA, welche in der mikroskopischen Analyse untersucht werden (Kapitel 5.3), erfolgte darüber hinaus jeweils eine gesonderte Vor-Ort-Begehung, bei der nochmals die Infrastrukturdaten auf Aktualität geprüft wurden. An den KPA, an denen sich Differenzen zwischen der Bestandsaufnahme und der Vor-Ort-Begehung ergaben, wurde bei den Kommunen erfragt, zu welchem Zeitpunkt die Maßnahme implementiert wurde (z. B. Rotmarkierung einer Furt, Einrichtung eines Trixi-Spiegels). Der Rücklauf der Kommunen diesbezüglich war auch in diesem Fall sehr unterschiedlich, so dass nicht für alle betroffenen KPA die Art der Infrastruktur zweifelsfrei zuzuordnen war. Die KPA, die während des Untersuchungszeitraumes umgebaut wurden sowie die KPA mit Unfällen Ab-Rf, für die nicht eindeutig festzustellen war, welche Infrastruktureigenschaften zum Unfallzeitpunkt vorlagen bzw. wann die Umbaumaßnahmen vorgenommen wurden, wurden bei der infrastrukturbezogenen Analyse nicht berücksichtigt. Die Bestandsaufnahme wurde außerdem durch Informationen aus Planungsunterlagen der Kommunen ergänzt (u. a. Verkehrsentwicklungspläne, Radverkehrskonzepte, Netzpläne Kfz-Verkehr, Netzpläne Radverkehr, Verkehrsmengenkarten Kfz-Verkehr).

3.4.2 Verschneidung der Unfalldaten mit den Infrastrukturdaten

Im Rahmen der Verschneidung wurden alle relevanten Unfälle über die EUSka-Unfallidentifikationsnummer (UNKEY) den entsprechenden Knotenarmen (KPA-ID) zugeordnet. Über diese Identifikationsnummer konnten anschließend mittels Microsoft Access die Infrastrukturdaten mit den Unfalldaten zusammengeführt bzw. verschnitten werden. Die daraus resultierende Datei bildete die Grundlage für die clusterbezogene Infrastrukturauswertung.

3.4.3 Clusterung der Knotenpunktarme

Um infrastrukturelle und betriebliche Gemeinsamkeiten der in Bezug auf Abbiegeunfälle mit Radverkehrsbeteiligung unfallauffälliger Knotenpunktarme herauszuarbeiten, wurde eine Clusterung der Knotenpunktarme vorge-

nommen. Dabei wird nach Knotenpunktarmen mit und ohne Lichtsignalanlage (LSA), nach Führungsformen des Radverkehrs, nach der Weite der Furtabsetzung sowie der Furtausführung unterschieden (Abbildung 3).

Auf diese Weise ergeben sich 20 Cluster (in Abbildung 3 fett hervorgehoben), die unterschiedlich viele Knotenpunktarme mit Unfällen Ab-Rf aufweisen. Aus der Analyse ausgeschlossen und damit bei der Clusterung nicht berücksichtigt, wurden Radverkehrsanlagen an KPA mit LSA, die über keine markierte Radwegefurt verfügen, da dieses gemäß Randnummer 3 zu § 9 VwV-StVO und gemäß ERA 2010 im Zuge von Vorfahrtstraßen nicht regelkonform ist. Ebenso ausgeschlossen wurden Knotenpunktarme mit freiem Rechtsabbiegefahrstreifen, da deren negative Wirkung in Bezug auf die Radverkehrssicherheit aus vorhergehenden Forschungsprojekten bekannt sind (Kapitel 2). Kreisverkehre und Grundstückszufahrten wurden ebenso aufgrund ihrer besonderen verkehrlichen Rahmenbedingungen aus der Clusterung ausgeschlossen.

Das Cluster „Radweg, gemeinsamer Geh- und Radweg“ schließt entsprechende Radverkehrsanlagen unabhängig von der Benutzungspflicht ein. Die Bezeichnung „Mischverkehr auf Fahrbahn“ meint die Führung des Radverkehrs auf der Fahrbahn ohne gesonderte Markierungen für den Radverkehr (im Gegensatz zu Radfahrstreifen oder Schutzstreifen). Zur einfacheren Darstellung werden in Abbildungen, Diagrammen und Tabellen dieses Berichtes für die unterschiedlichen Führungsformen die folgenden Abkürzungen verwendet: „Radweg/gemeinsamer Geh- und Radweg“ - RW, „Radfahr-/Schutzstreifen“ - RS/SS und „Mischverkehr auf der Fahrbahn“ - MV.

3.4.4 Erhebung von Verkehrsstärken abbiegender Kfz und geradeausfahrender Radfahrer

Für die Ermittlung von Unfallraten und Unfallkostenraten wurden im Rahmen des Projektes an 338 KPA (an 318 KPA mit Unfällen Ab-Rf sowie an 20 Pendant- bzw. Sonderfall-KPA; Kapitel 3.5.1) in den Zeiträumen Mai 2011 bis September 2011 sowie März 2012 bis Juni 2012

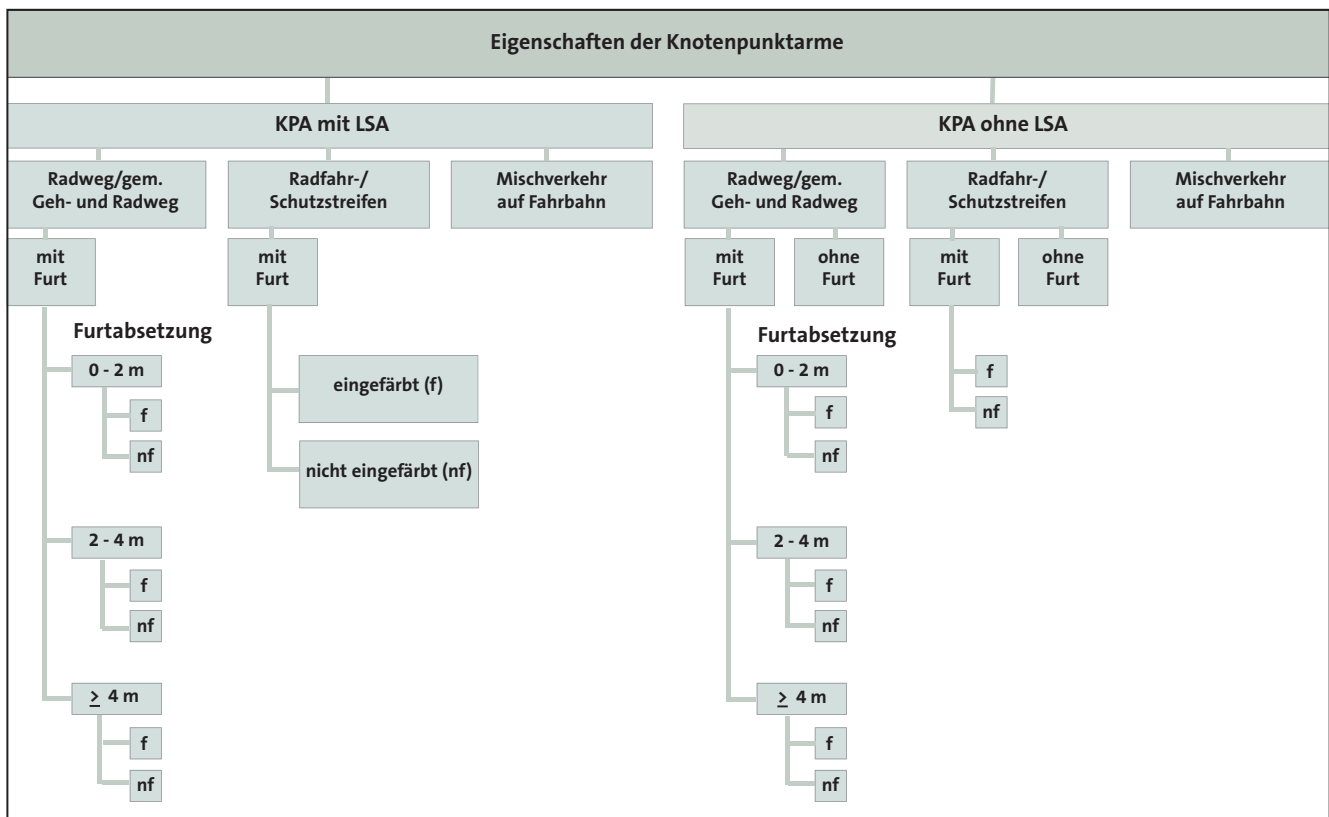


Abbildung 3:
Clusterung der Knotenpunktarme (20 Cluster)

detaillierte Verkehrszählungen durchgeführt. Dabei wurden über jeweils einen dreistündigen Zeitraum die Anzahl, die Art des Kfz (Pkw, Lfw, Lkw, Krad, Sonstige) und die Fahrtrichtung (rechts- oder linksabbiegend) der abbiegenden Kraftfahrzeuge sowie die Anzahl, die Art des Fahrzeugs (Fahrrad, Pedelec/E-Bike), die Fahrtrichtung (in Fahrtrichtung, gegen Fahrtrichtung) und die Flächennutzung (Fahrbahn, Radweg, Gehweg) der geradeausfahrenden Radfahrer erhoben. Die erhobenen Daten wurden anschließend auf eine Jahresbelastung hochgerechnet. Die Hochrechnung der Kfz-Verkehrsstärken erfolgte dabei gemäß Kapitel 2 des HBS 2001 über die durchschnittlich tägliche Verkehrsstärke (DTV) [HBS 2001, S. 2 - 15 ff.]. Die Radverkehrsstärken wurden mittels des vereinfachten Hochrechnungsverfahrens gemäß dem „Hochrechnungsmodell von Stichprobenzählungen für den Radverkehr“ auf eine durchschnittliche Jahresbelastung hochgerechnet [BMVBS 2011, S. 40 ff.].

Die Auswahl der KPA, für die eine Erhebung durchgeführt wurde, erfolgte dabei folgendermaßen:

- (1) Es wurden alle KPA erhoben, die mindestens 2 U Ab-Rf haben.
- (2) In jedem Cluster sollten am Ende Verkehrsstärken für mindestens 16 KPA vorliegen.
- (3) Cluster die mit weniger oder gleich 16 KPA mit U Ab-Rf besetzt sind, wurden vollständig erhoben. Die dabei jeweils überschüssigen Zählstandorte wurden auf die anderen „übersetzten“ Cluster mit mehr als 16 KPA mit U Ab-Rf verteilt.
- (4) Die unter (3) genannten, überschüssigen Zählstandorte wurden proportional gewichtet auf die „überbesetzten“ Cluster verteilt. Proportionalitätsfaktor war hierbei die Besetzung des Clusters, so dass in sehr stark besetzten Clustern auch entsprechend oft erhoben wurde.
- (5) Innerhalb der „überbesetzten“ Cluster wurde jeweils für KPA mit nur einem U Ab-Rf eine Zufallsstichprobe gezogen. Die Größe der Zufalls-

stichprobe ergab sich dabei gemäß dem Proportionalitätsfaktor in (4). Bei dieser Stichprobe wurde wiederum über einen weiteren Proportionalitätsfaktor berücksichtigt, dass in Städten mit hoher Besetzung im Cluster entsprechend häufiger gezählt wurde. Wenn in einem „überbesetzten“ Cluster also eine Stadt besonders häufig auftrat, dann wurde in dieser Stadt auch entsprechend oft gezählt. Die Ausführungen unter (5) gelten dabei für jeden Cluster einzeln⁵⁾.

3.4.5 Infrastrukturbezogene makroskopische Unfallanalyse

Im Rahmen der infrastrukturbezogenen makroskopischen Unfalluntersuchung erfolgte die Ermittlung verschiedener Unfallkennziffern jeweils getrennt für Rechts- und Linksabbiegeunfälle. Im Folgenden werden die Berechnungsgrundlagen zur Ermittlung dieser Unfallkennwerte dargestellt sowie deren Bedeutung erläutert. Bei der Darstellung wird aus Gründen der Übersichtlichkeit auf eine Unterscheidung zwischen Rechts- und Linksabbiegeunfällen verzichtet.

Clusterbezogene Ermittlung von Unfallkennziffern

Die infrastrukturbezogene makroskopische Unfallanalyse erfolgt auf Basis der Bewertung der Unfallkennziffern Unfalldichte, Unfallkostendichte, Unfallrate, Unfallkostenrate, Unfallquote und Unfallkostenquote.

Die Unfalldichte beschreibt die durchschnittliche Anzahl der Unfälle, die sich in einem bestimmten Zeitraum auf einem bestimmten Streckenabschnitt ereignet hat. Sie ist ein Maß für die Häufigkeit von Unfällen. Da der Fokus der vorliegenden Forschungsarbeit auf Knotenpunktarmen liegt, entspricht dieser Wert der durchschnittlichen Anzahl der Unfälle Ab-Rf je Knotenpunktarm. Die Unfalldichte wird innerhalb der Cluster jeweils über alle Knotenpunktarme mit mindestens einem Unfall Ab-Rf wie folgt ermittelt:

$$UD_{Cl} = \frac{\sum_{KPA_{Cl}} U_{Ab-Rf, KPA_{Cl}}}{KPA_{Cl} \cdot t}$$

UD = Unfalldichte (Cl = Cluster)
U = Anzahl der Unfälle
KPA = Knotenpunktarm
t = Anzahl der Jahre

Zur Ermittlung der **Unfallkostendichte** werden die durchschnittlichen volkswirtschaftlichen Kosten, die durch die Unfälle Ab-Rf im Zeitraum 2007 bis 2009 geschehen sind, auf die Anzahl der Knotenpunktarme bezogen. Die Unfallkostendichte drückt neben der Anzahl der Unfälle Ab-Rf gleichzeitig auch die Unfallschwere dieser aus. Die Unfallkosten wurden auf Basis der o. g. angepassten Unfallkostensätze ermittelt (Tabelle 4). Die Unfallkostendichte innerhalb eines Clusters errechnet sich über alle Knotenpunktarme mit mindestens einem Unfall Ab-Rf wie folgt:

$$UKDa_{Cl} = \frac{\sum_{KPA_{Cl}} UKa_{Ab-Rf, KPA_{Cl}}}{KPA_{Cl} \cdot 1000 \cdot t}$$

UKDa = angepasste Unfallkostendichte (Cl = Cluster)
UKa = angepasste Unfallkosten
KPA = Knotenpunktarm
t = Anzahl der Jahre

Die **Unfallrate** bezieht das Unfallgeschehen auf die Verkehrsstärken an den Knotenpunktarmen. Für die Bewertung des Unfallrisikos auf Basis von Unfallraten und Unfallkostenraten wurden zum einen die Verkehrsstärken der jeweils rechts- bzw. linksabbiegenden Kfz (getrennt für Rechts- und Linksabbiegeunfälle) und zum anderen die Verkehrsstärken der geradeausfahrenden Radfahrer (inklusive Radfahrer in Gegenrichtung) herangezogen. Darüber hinaus wurden auch Unfallraten und Unfallkostenraten auf Basis des Produkts aus beiden Verkehrsstärken (Kfz × Rad) ermittelt. Die Unfallrate berechnet sich für jeden KPA (hier beispielhaft bezogen auf die Verkehrsstärke geradeausfahrender Radfahrer) wie folgt:

$$UR_{KPA} = \frac{10^6 \cdot U_{Ab-Rf, KPA}}{365 \cdot DTV_{Rf-geradeaus, KPA} \cdot t}$$

UR = Unfallrate (KPA = Knotenpunktarm)
U = Anzahl der Unfälle
DTV_{Rf-geradeaus} = durchschnittlich tägliche Verkehrsstärke geradeausfahrender Radfahrer
t = Anzahl der Jahre

⁵⁾ KPA mit nur einem U Ab-Rf sind somit in der Stichprobe in einigen stark besetzten Clustern leicht unterrepräsentiert. Die Abweichung der Auswahlwahrscheinlichkeit von der Grundgesamtheit liegt für diese KPA jedoch im einstelligen Prozentbereich und kann damit vernachlässigt werden.

Die durchschnittliche Unfallrate je Cluster wird anschließend wie folgt ermittelt:

$$UR_{Cl} = \frac{\sum_{KPA_{Cl}} UR_{KPA_{Cl}}}{KPA_{Cl}}$$

UR = Unfallrate (Cl = Cluster)
 KPA = Knotenpunktarm

Als wichtigste Bewertungskenngröße wurde für jeden Cluster der Mittelwert der Unfallrate über alle Knotenpunktarme des Clusters mit mindestens einem Unfall Ab-Rf herangezogen.

Bei der Ermittlung der **Unfallkostenrate** werden die durch die Unfälle Ab-Rf im Zeitraum 2007 bis 2009 verursachten durchschnittlichen volkswirtschaftlichen Kosten analog zur Unfallrate auf die Verkehrsstärken an den Knotenpunktarmen bezogen. Die Unfallkostenrate berechnet sich für jeden KPA (hier beispielhaft bezogen auf die Verkehrsstärke geradeausfahrender Radfahrer) wie folgt:

$$UKRa_{KPA} = \frac{1000 \cdot UKa_{Ab-Rf, KPA}}{365 \cdot DTV_{Rf-geradeaus, KPA} \cdot t}$$

$UKRa$ = angepasste Unfallkostenrate (KPA = Knotenpunktarm)
 UKa = angepasste Unfallkosten
 $DTV_{Rf-geradeaus}$ = durchschnittlich tägliche Verkehrsstärke geradeausfahrender Radfahrer
 t = Anzahl der Jahre

Die durchschnittliche Unfallkostenrate je Cluster wird anschließend wie folgt ermittelt:

$$UKRa_{Cl} = \frac{\sum_{KPA_{Cl}} UKRa_{KPA_{Cl}}}{KPA_{Cl}}$$

$UKRa$ = angepasste Unfallkostenrate (Cl = Cluster)
 KPA = Knotenpunktarm

Auch bei den Betrachtungen zur Unfallkostenrate wird als Bewertungskenngröße für jeden Cluster der Mittelwert der Unfallkostenrate über alle Knotenpunktarme des Clusters mit mindestens einem Unfall Ab-Rf herangezogen.

Als weitere Kennziffern zur infrastrukturbezogenen Bewertung des Unfallgeschehens wurden **Unfallquoten** und **Unfallkostenquoten** ermittelt. Diese setzen die Unfallzahlen bzw. die Unfallkosten an einem bestimmten Knotenarm eines Cluster in das Verhältnis zur Häufigkeit

des Vorkommens dieses Clusters in den Untersuchungsstädten. Im Rahmen der Bestandsaufnahme in den vier Untersuchungsstädten wurden dazu sämtliche Knotenpunktarme des Radhaupttroutennetzes und des innerstädtischen Hauptverkehrsstraßennetzes aufgenommen und den Clustern zugeordnet. Hierbei wurden bewusst auch Knotenpunktarme aufgenommen, die keine U Ab-Rf aufweisen. Insgesamt konnten hierbei 4.974 Knotenpunktarme einem Cluster zugeordnet werden. Die ermittelten Unfallquoten und Unfallkostenquoten beschreiben, wie häufig im Mittel Unfälle an einem Knotenpunktarm eines Clusters im Verhältnis zum Vorhandensein eines Knotenpunktarmes dieses Clusters auftreten und berücksichtigen bei der Verhältnisermittlung im Gegensatz zu den Unfalldichten und Unfallkostendichten auch Knotenpunktarme an denen keine Unfälle U Ab-Rf auftraten. Die Unfallquote eines Clusters berechnet sich über alle Knotenpunktarme der Bestandsaufnahme für jeden Cluster wie folgt:

$$UQ_{Cl} = \frac{\sum_{KPA_{Cl}} U_{Ab-Rf, KPA_{Cl}}}{KPA_{Cl, Bestand} \cdot t}$$

UQ = Unfallquote (Cl = Cluster)
 U = Anzahl der Unfälle
 KPA = Knotenpunktarm
 t = Anzahl der Jahre

Die Unfallkostenquote berechnet sich analog über alle Knotenpunktarme der Bestandsaufnahme für jeden Cluster wie folgt:

$$UKQa_{Cl} = \frac{\sum_{KPA_{Cl}} UKa_{Ab-Rf, KPA_{Cl}}}{KPA_{Cl, Bestand} \cdot 1000 \cdot t}$$

$UKQa$ = angepasste Unfallkostenquote (Cl = Cluster)
 UKa = angepasste Unfallkosten
 KPA = Knotenpunktarm
 t = Anzahl der Jahre

3.4.6 Infrastrukturbezogene mikroskopische Unfallanalyse

3.4.6.1 Auswertung der Unfallhergänge und Unfallskizzen

In einem weiteren Arbeitsschritt wurden für 151 Knotenpunktarme mit mindestens zwei Unfällen Ab-Rf im ma-

ximal verfügbaren Unfallzeitraum der Untersuchungsstädte (Kapitel 3.3.1) die Unfallhergangsbeschreibungen und Unfalldiagramme ausgewertet, um Auffälligkeiten im Unfallgeschehen herauszuarbeiten. Die Auswertung erfolgte dabei für 453 Unfälle für folgende Unfalleigenschaften:

- Flächennutzung des Radfahrers (Fahrbahn, Radfahrerfurt/Radverkehrsanlage, Fußgängerfurt/Gehweg)
- Fahrtrichtung des Radfahrers (geradeaus, entgegen der Fahrtrichtung, abbiegend)
- weitere Unfallursachen (z. B. Sichteinschränkungen, Ausführung des Schulterblicks)
- Fahrfluss des Kfz (stetige Fahrt, anfahren, Stand etc.)
- Zusammenstoß (ja, nein).

3.4.6.2 Erstellung von Unfalldiagrammen

An 43 Knotenpunktarmen wurden Verkehrsverhaltensbeobachtungen durchgeführt. Für die jeweiligen Knotenpunkte wurden Unfalldiagramme für einen Dreijahres-Zeitraum von 2007 bis 2009 erstellt. Diese beinhalten **alle** Unfälle mit Personenschaden, die sich im relevanten Zeitraum ereignet haben. Für die Knotenpunkte, an denen sich im Dreijahres-Zeitraum nur sehr wenige Unfälle ereigneten, wurden zusätzlich Einjahres-Karten für alle Unfälle mit Personen- und Sachschaden für das Jahr 2009 ergänzt. Für einige wenige Knotenpunkte mit sehr wenigen Unfällen wurde weiterhin eine Dreijahres-Karte für alle Unfälle mit Personen- und Sachschaden erstellt. Für die weiteren Knotenpunktarme mit mindestens zwei Unfällen Ab-Rf, die nicht Gegenstand der Verkehrsverhaltensbeobachtungen waren, wurden als Arbeitshilfe für die Vor-Ort-Begehung handschriftlich Unfalldiagramme mit allen Unfällen Ab-Rf für den maximal verfügbaren Zeitraum (bis zu fünf Jahren) angefertigt.

3.4.6.3 Vor-Ort-Begehung

Im Rahmen der Vor-Ort-Begehung (VOB) erfolgte für 169 KPA⁶⁾ ein Abgleich der Unfalldiagramme mit den

Rahmenbedingungen vor Ort. Intention war es dabei Auffälligkeiten zu erfassen, die das Unfallgeschehen beeinflusst haben könnten. Darüber hinaus wurden im Rahmen der Vor-Ort-Begehung die zuvor mittels Luftbild aufgenommenen Informationen zur Radverkehrsinfrastruktur überprüft. Daneben wurden weitere Aspekte erfasst, die bisher aus den Luftbildern und den Planungsunterlagen der Kommunen nicht entnommen werden konnten. Dazu gehören:

- die Existenz von Sichthindernissen (z.B. Bäume, Büsche, Werbetafeln, Straßenmöblierung, parkende Fahrzeuge etc.)
- die lichtsignaltechnisch gesicherte, teilweise gesicherte oder nicht gesicherte Führung der Rechtsabbieger und Linksabbieger
- der Grünvorlauf der Radfahrer vor den rechtsabbiegenden Kfz
- die Verfügbarkeit von Gelbblinklichtern für Rechtsabbieger und Linksabbieger
- die Verfügbarkeit von Trixi-Spiegeln bei Rechtsabbiegern sowie
- die Blockschtaltung des Radfahrer- und Fußgängersignals.

Die im Rahmen der mikroskopischen Unfalluntersuchung erfassten KPA wurden fotografisch dokumentiert.

3.5 Verhaltensbeobachtung in den Kommunen

Neben der infrastrukturbezogenen mikroskopischen und makroskopischen Analyse waren die Verhaltensbeobachtung sowie die Befragung der Verkehrsteilnehmer in den vier Kommunen ein wichtiger Bestandteil dieses Unfallforschungsprojektes.

In der Verhaltensbeobachtung wurde an definierten Knotenpunktarmen das Verkehrsgeschehen mittels Kamerasystem und einem Beobachterteam erfasst. Anschließend wurde aus den Daten ein Zusammenhang zwischen der Infrastruktur, der Verkehrssituation, den Personenmerkmalen⁷⁾ und dem beobachteten Verhalten

⁶⁾ 150 unfallauffällige KPA der mikroskopischen Unfallanalyse (Kapitel 3.4.6.1) sowie 19 unfallunauffällige Pendants bzw. Sonderfälle (Kapitel 3.5.1). An einem der 17 Pendants konnte aus organisatorischen Gründen keine VOB erfolgen.

⁷⁾ Die videobasierte Verhaltensbeobachtung wurde mit kleinen Auflagen vom Berliner Beauftragten für Datenschutz und Informationsfreiheit genehmigt. Schutzwürdige Interessen von den Kameras erfassten Personen blieben gemäß § 6 b Abs. 1 BDSG gewahrt.

ermittelt. Die Telefonbefragung wiederum beschäftigte sich vorrangig mit Verhaltensstrategien, Regelakzeptanz und -befolgung und der Einstellung zum Radverkehr in den ausgewählten Kommunen.

3.5.1 Auswahl der zu untersuchenden Knotenpunktarme

Für die Verhaltensbeobachtung wurden insgesamt 43 Knotenpunktarme ausgewählt von denen 23 mindestens zwei Unfälle AB-Rf aufwiesen (Tabelle 6). Dabei wird jedes Cluster (Kapitel 3.4.3) durch mindestens einen Beobachtungsstandort repräsentiert. Kriterien für die Auswahl der Beobachtungsstandorte waren eine möglichst prototypische Gestaltung des Knotenpunktarms sowie möglichst hohe Unfallzahlen.

Neben den unfallauffälligen Knotenpunktarmen wurden Verkehrsverhaltensbeobachtungen an 17 unfallunauffälligen Knotenpunktarmen in Bezug auf U Ab-Rf durchgeführt. Dazu wurde in jedem Cluster für jeweils einen beobachteten unfallauffälligen Knotenpunktarm ein hinsichtlich seiner infrastrukturellen und betrieblichen Eigenschaften (Verkehrsstärken, Fahrbahnaufteilung, Knotenpunktgeometrie etc.) möglichst ähnliches Gegenbeispiel identifiziert (unfallunauffällige Pendants). Diese Pendants weisen im relevanten Untersuchungszeitraum von 2007 bis 2009 keinen, im Ausnahmefall einen Unfall Ab-Rf auf.

Die Verkehrsverhaltensuntersuchung schließt weiterhin drei als Sonderfall eingestufte Knotenpunktarme mit ein ($1 \times \text{MD}$, $2 \times \text{MS}$), bei denen sich im Verlauf der Bearbeitung herausgestellt hat, dass während des Untersuchungszeitraums für das Unfallgeschehen relevante Maßnahmen ergriffen wurden (Einrichtung eines Trixi-Spiegels (Kapitel 2.1.3) bzw. Einrichtung eines Gelbblinklichts). Diese wurden aufgrund der vorliegenden Unfallzahlen zu den unfallauffälligen KPA hinzugezählt.

3.5.2 Beobachtungssitems und -methodik

An den ausgewählten Knotenpunkten erfolgte die Beobachtung des Verhaltens der Verkehrsteilnehmer.

Tabelle 6:
Verteilung der in Bezug auf Unfälle Ab-Rf auffälligen bzw. unauffälligen Beobachtungsstandorte auf die Untersuchungsstädte

Stadt	unfall-auffällige KPA	Pendants	Summe
MD	13	8	21
MS	5	3	8
EF	2	3	5
DA	6	3	9
Summe	26	17	43

Hierbei handelte es sich um eine verdeckte, nicht-teilnehmende Feldbeobachtung. Vorab wurde ein differenziertes Kategoriensystem entwickelt, um das Verhalten sowie die Interaktionen der Rad- und Autofahrer systematisch erfassen zu können. Die Beobachtungen wurden, soweit dies möglich war, verdeckt durchgeführt, um keine Störeffekte durch die Anwesenheit der Beobachter zu verursachen. Es wurde auf eine mehrteilige Beobachtungsmethodik zurückgegriffen. Diese umfasste sowohl Echtzeit-Dokumentation vor Ort als auch eine videobasierte Erfassung der relevanten Daten. Für jedes Beobachtungssitem wurde die Beobachtungsmethode bestimmt. Im Rahmen einer explorativen Probebeobachtung wurden die Beobachtungssitems ausgewählt. Diese wurden grob in drei Cluster unterteilt: Radfahrer, Autofahrer und Umgebung.

Beobachtungssitems der Umgebung

Die Beobachtungssitems der Umgebung beinhalten Merkmale des städtebaulichen Umfelds, der Radverkehrsinfrastruktur und der Kfz-Infrastruktur. Das städtebauliche Umfeld enthält die Kategorisierung der Gegend des Knotenpunkts, vorhandene ÖPNV-Infrastruktur, Fußgängerüberweg und -aufkommen sowie das vorherrschende Wetter zum Zeitpunkt der Erhebung. Der Bereich der Radverkehrsinfrastruktur enthält Merkmale der zur Verfügung stehenden Radverkehrsanlage, die Kategorisierung der Benutzungspflicht und die Breite der Radfurts.

Die Daten wurden auf einem Knotenpunktprotokoll dokumentiert. Zu den o.g. Beobachtungssitems waren neben zu erhebenden Entfernungs- und Zeitmesswerten größtenteils dichotome oder polytome Antwortkatego-

rien vorgegeben. Auf dem Knotenpunktprotokoll wurde zusätzlich das Datum und Beginn bzw. Ende der Dokumentationszeit erfasst (Anlage F.2).

Beobachtungsitems der Verkehrsteilnehmer

Die Beobachtungsitems beinhalten sowohl demografische Daten als auch Informationen zum Verhalten, die für eine weitere Analyse erforderlich sind. Zur Erhebung der Verhaltensweisen standen mehrere Möglichkeiten zur Verfügung. Aufgrund der Vielzahl der zu beobachtenden Items wurden neben einer direkten, unvermittelten Beobachtung (direkt von einem Beobachter vor Ort) auch technisch vermittelte Items erfasst. Dies konnte sowohl online, also zum Zeitpunkt des Geschehens (z. B. die Geschwindigkeit mit Hilfe von einem Messgerät), als auch offline, also nachträglich aus der Videoaufzeichnung, erfasst werden. Die vor Ort erfassten Items wurden auf

einem Beobachtungsprotokoll festgehalten (Anlage F.3). Die Tabelle 7 gibt einen Überblick über die Beobachtungsmethoden aller Items.

3.5.3 Dokumentation und Standortwahl

Mit der Entwicklung des Beobachtungsschemas wurden nicht nur die Kategorien definiert sondern auch der Standort der Beobachter bzw. des Videosystems, die Beobachtungsdauer und das Notationssystem festgelegt.

Zur videobasierten Dokumentation der Verhaltensweisen der Verkehrsteilnehmer wurden drei Kameras verwendet, die aus unterschiedlichen Blickwinkeln den Annäherungs-, Abbiege- und Konfliktbereich der Knotenpunkte erfassen. Für die Messung der Geschwindigkeiten von Auto- und Radfahrer in Zone 1 und Zone 3 wurden vier Messgeräte

Tabelle 7:
Beobachtungsmethoden für die erhobenen Daten der Auto- und Radfahrer

	Autofahrer			Radfahrer		
	Beobachter-team	technisch vermittelt		Beobachter-team	technisch vermittelt	
		online	offline		online	offline
Alter	x					x
Geschlecht	x					x
Signalisierungsphase			x			x
Ausweichen			x			x
Geschwindigkeitsanpassung			x			x
Sichtbeziehung Rf/Kfz			x			x
Radfahrer quert vor/nach Kfz			x			x
Konfliktgrad der Interaktion			x			x
Verkehrsstärken			x			x
Fahrradhelm						x
Warnkleidung						x
Entgegengesetztes Fahren				x		x
Flächennutzung Zone 2						x
Pedalieren						x
Abbremsen vor Konfliktzone						x
Blick zum Kfz						x
Flächennutzung Zone 3						x
Anzahl weiterer Radfahrer						x
Schulterblick	x					
Ablenkung	x					
Abbieger (RA/LA)	x		x			
Kfz-Typ	x		x			
Blinken			x			
Kfz in Abbiegekolonne			x			

genutzt, die von zwei Kameras gefilmt wurden. Um die Geschwindigkeitsmessung verdeckt durchführen zu können, wurden die Messgeräte in Pappkisten verstaut. Über eine Synchronisierung der fünf Videoaufzeichnungen konnten die Geschwindigkeiten den entsprechenden Verkehrsteilnehmern zugeordnet werden.

Die Erhebung musste, soweit möglich, verdeckt durchgeführt werden. Aus diesem Grund war die Wahl der Beobachtungspunkte entscheidend, um einerseits alle relevanten Informationen mit Hilfe der Kameras zu erfassen aber andererseits diese nicht allzu auffällig in der Szenerie zu positionieren. Des Weiteren musste das Beobachterteam einen Standpunkt wählen, von dem aus die Verhaltensweisen des Autofahrers erkannt wurden.

Auch wenn sich die Standorte der Kameras an jedem Knotenpunkt aufgrund der örtlichen Begebenheiten änderten, konnte eine Richtlinie festgelegt werden. Da die Kameras unterschiedliche Bereiche im Annäherungs- und Abbiegebereich erfassen sollten, wurden folgende Festlegungen getroffen (Abbildung 4).

- Kamera 1 erfasst Zone 1 (Annäherungsbereich) bis ca. 5 m vor dem Konfliktpunkt
- Kamera 2 erfasst Zone 2 und nach Möglichkeit Zone 3 (Abbiege- und Konfliktbereich). Das entspricht etwa ab 15 - 20 m vor dem Konfliktpunkt
- Kamera 3 erfasst Zone 3 (Konfliktbereich) aus einem um etwa 90° versetzten Blickwinkel gegenüber Kamera 1 und Kamera 2
- Kamera 4 zeichnet die Geschwindigkeitsmessgeräte in Zone 1 auf
- Kamera 5 zeichnet die Geschwindigkeitsmessgeräte in Zone 3 auf

Die Aufstellung ist in Abbildung 4 dargestellt. Es war darauf zu achten, dass die Kameras aus der Fahrtrichtung des Hauptarms nicht oder nur schwer zu sehen sind. Dabei wurden natürliche Sichtbehinderungen, wie Bäume, Laternenmaste, Werbeaufsteller oder Hecken genutzt. Das Beobachtungsteam hielt sich in der Nähe des Konfliktbereichs auf, um die vor Ort zu erhebenden Items (Tabelle 7) dokumentieren zu können.

Vor der eigentlichen Verhaltensbeobachtung in den vier ausgewählten Kommunen wurde ein Vortest durchgeführt. Danach konnte der Erhebungsprozess der Beobachter optimiert werden. Außerdem war dieser hilfreich, um mögliche Belichtungsfehler bei der Erfassung der Lichtsignalanlage zu vermeiden.

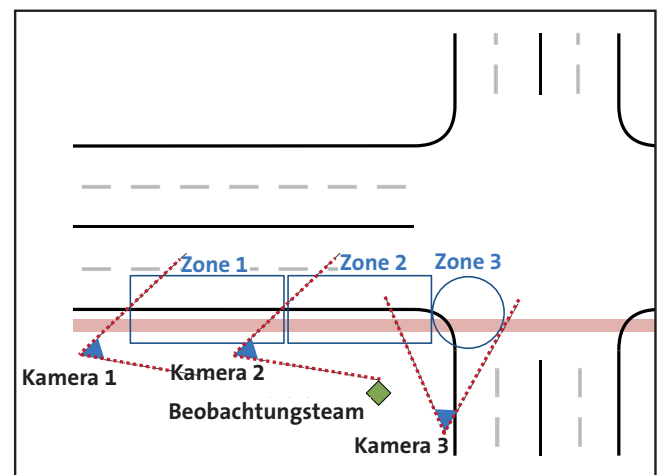


Abbildung 4:
Standorte der Kameras und des Beobachtungsteams

3.5.4 Durchführung der Beobachtung

Die Erhebung der Verhaltensdaten erfolgte in den vier Kommunen (Münster, Darmstadt, Magdeburg und Erfurt) zwischen Mai und September 2011. Ziel der Beobachtung war es, eine ausreichende Anzahl an Interaktionen zu beobachten, die für die weitere Analyse erforderlich sind. An zwei Knotenpunkten (KPA-ID: 161SW172 & 475S497) wurde ein zweites Mal erhoben. Der Zeitraum der Beobachtung betrug an jedem Knotenpunkt drei Stunden im Zeitraum von 7 bis 10 Uhr vormittags oder 14 bis 17 Uhr nachmittags. An einem Knotenpunkt (KPA-ID 257O319) wurde die Aufzeichnung aufgrund der Wetterlage ca. 30 Minuten früher abgebrochen, allerdings konnte wegen der hohen Verkehrsstärke an diesem Knotenpunkt eine ausreichende Anzahl von Interaktionen dokumentiert werden. Nach der Erhebung entstand aus den einzelnen Videodaten ein synchronisiertes 5-in-1-Video, in dem die drei Szenenvideos der Zonen 1, 2 und 3 und die zwei Kameraaufzeichnungen der Geschwindigkeitserfassungsgeräte zusammengeführt wurden (Abbildung 4).

3.5.5 Auswertung der Verhaltensbeobachtung

Die erhobenen Daten dienen sowohl der Verkehrsstärkeermittlung aller Knotenpunkte als auch der Verhaltensanalyse und Interaktionsanalyse der Verkehrsteilnehmer.

Verkehrsstärke aller Knotenpunkte

Es wurden die Verkehrsstärken aller 43 Knotenpunkte nachträglich aus den Videodaten ermittelt. Diese Daten waren für die Ermittlung von Unfallraten und Unfallkostenraten im Rahmen der makroskopischen Unfallanalyse nötig (S. 5.1; S. 71). Zusätzlich zur Gesamtzahl wurden bei den Radfahrern die regelwidrig geradeausfahrenden Radfahrer und bei den Autofahrern der Kfz-Typ und der Schulterblick dokumentiert. Hierfür wurde der Beobachtungsbogen Anlage F.3 verwendet. Die Unterteilung nach offenen und geschlossenen Pkw bezieht sich dabei auf die Möglichkeit des Kfz-Fahrers mit einem Schulterblick durch die hintere Seitenscheibe einen ankommenden Radfahrer frühzeitig zu erkennen. Unter offene Pkw fallen alle Fahrzeuge, die hintere Seitenscheiben besitzen (Normalfall). Geschlossene Pkw sind in der Regel Nutzfahrzeuge, die keine Seitenscheiben besitzen (wie z. B. Renault Kangoo Rapid Compact).

Verhaltensanalyse und Interaktionsanalyse

Nach der Transkription konnten die Beobachtungsprotokolle hinsichtlich der vor Ort notierten Beobachtungsmerkmale ausgewertet werden. Die Beobachtungsmerkmale sind Alter, Geschlecht, Schulterblick, Ablenkung, aggressives Verhalten, Position in der Abbiegekolonne und ob es zu einer Interaktion mit einem Radfahrer kam. Ein besonderes Augenmerk bei der Auswertung ist die in der StVO vorgeschriebene und oft vernachlässigte doppelte Rückschaupflicht (Schulterblick). Die Ergebnisse werden mit den anderen Beobachtungselementen in Zusammenhang gebracht. Die Interaktionsanalyse stützt sich auf die vor Ort identifizierten Interaktionen im Konfliktbereich (Kapitel 5).

3.6 Interaktions- und Konfliktanalyse zur Risikobewertung

Für die Analyse der Kritikalität der Begegnung zwischen geradeausfahrenden Radfahrern und abbiegenden Kfz-

Fahrern wurden die Begriffe Interaktion und Konflikt definiert. Eine Interaktion galt als gegeben, wenn eine erhöhte Achtsamkeit und eine zumindest geringfügige Verhaltensanpassung wie z. B. Abbremsen oder eine reduzierte Beschleunigung beim Anfahren des Kfz- oder Radfahrers notwendig waren (gewesen wären), um dem Radfahrer ein sicheres Passieren zu ermöglichen. Können beide Verkehrsteilnehmer ohne Verhaltensanpassung ungefährdet ihr Manöver fortsetzen, handelt es sich nicht um eine Interaktion.

Ziel ist es, Faktoren zu identifizieren, die Abbiegeunfälle zwischen Rad- und Kfz-Fahrern begünstigen bzw. vermeiden. Unfälle treten jedoch zu selten auf, um als Analysegegenstand der Verkehrsbeobachtung verwendet werden zu können. In ca. 130 Stunden videobasierter Verhaltensbeobachtung kam es zu keinem Abbiegeunfall. Zum Vergleich der Kritikalität infrastruktureller, situativer und personaler Merkmale diente daher die Konfliktanalyse. Unterschieden wurden zu Auswertungsbeginn die folgenden Konfliktgrade:

- Konfliktfreie Interaktionen: Der Kfz-Fahrer bremst ab bzw. hält an, und der Radfahrer quert ungehindert (637 Fälle). Ein frühzeitiges, nicht durch den Kfz-Fahrer forciertes Anhalten der Radfahrer vor dem Kfz (vier Fälle) wird ebenfalls als konfliktfreie Interaktion gewertet. Ist zweifelsfrei beobachtbar, dass der Kfz-Fahrer dem Radfahrer die Vorfahrt gewährt, werden Interaktionen trotz Defensivverhaltens der Radfahrer (Pedalierstopp, Geschwindigkeitsverringerung, etc.) als konfliktfrei gewertet.
- Leichte Konflikte: Ein leichtes Vermeidungsmanöver findet statt, d. h. der Radfahrer bremst ab und/oder weicht aus, oder er quert nur knapp vor dem Kraftfahrzeug (67 Fälle). Der Kfz-Fahrer bremst etwas verspätet und/oder hält teilweise auf der Radverkehrsführung. Ein Zusammenstoß beider Verkehrsteilnehmer schien im Interaktionsverlauf unwahrscheinlich.
- Schwere Konflikte: Ein heftiges Vermeidungsmanöver, d. h. Missachtung der Vorfahrt oder abruptes Bremsen seitens des Kfz-Fahrers und/oder schnelles Ausweichen und starkes Bremsen des Radfahrers findet statt (vier Fälle). Ein Zusammenstoß wurde nur knapp vermieden.

Tabelle 8:
Zusammenhang zwischen Konflikt- und Unfallzahlen Ab-Rf

Zusammenhang zwischen der Anzahl der Konflikte zur ...	Anzahl der Unfälle Ab-Rf von 2005 - 2009*
τ . Kendall's Tau	.618**
p	.000
N _{KPA}	35

N = Anzahl der untersuchten Knotenpunktarme (KPA)

r = Korrelationskoeffizient

p = statistisches Signifikanzniveau

* = Unfalldaten aus Münster nur von 2007 - 2009 verfügbar

** = hochsignifikante Korrelation mit $p < .01$

Aufgrund der geringen Anzahl schwerer Konflikte wurde für die nachfolgenden Analysen die Unterscheidung von leichten und schweren Konflikten aufgehoben.

Je weniger Konflikte bei einem Einflussfaktor (Infrastrukturmerkmale, situative oder personale Merkmale) beobachtet werden, als desto sicherer gilt er. Da in der beobachteten Stichprobe ein kleiner bis mittlerer Zusammenhang zwischen der Kfz- und Radverkehrsstärke zur Konflikt- und Unfallzahl vorliegt (bei steigender Verkehrsstärke nimmt die Anzahl an Konflikten und an Unfällen zu; Anhang A) und bei vielen zu untersuchenden Einflussfaktoren die Kfz- und Radverkehrsstärke systematisch und nicht zufällig variiert (z. B. ist an KPA mit Lichtsignalanlagen im Durchschnitt mehr Verkehr als an KPA ohne), bedarf es eines verkehrsstärkeunabhängiges Vergleichsmaßes.

Hier verwendet wurde der nachfolgend als Konfliktrate bezeichnete Anteil an Konflikten (leicht oder schwer) an der Gesamtzahl an Interaktionen. Letztere beschreibt die Häufigkeit des Aufeinandertreffens der Kfz- und Radverkehrsströme, und scheint damit ein präziseres Maß als deren additive oder multiplikative Verknüpfung.

Die Konfliktrate beträgt über alle 708 analysierten Situationen 10 %, d. h. jedes zehnte Aufeinandertreffen eines Radfahrers mit einem abbiegenden Fahrzeug ist zumindest leicht kritisch. Je höher die Konfliktrate eines Einflussfaktors ist, als desto gefährlicher muss er gelten. Die Legitimität dieses Schlusses von Konflikten auf Unfälle ist jedoch nur gegeben, wenn sich ein substantieller Zusammenhang zwischen Konflikten und Unfällen nach-

weisen lässt. Das ist hier der Fall. Mit $r = .618$ ($p = .000^{**}$) besteht ein hoher und hochsignifikanter Zusammenhang zwischen der Anzahl der Konflikte und der Anzahl der betrachteten Unfälle Ab-Rf (Tabelle 8, Anhang A).

3.7 Befragungen in den Kommunen

3.7.1 Vor-Ort-Befragung

Neben der Verhaltensbeobachtung wurde an den Knotenpunkten eine Befragung der Verkehrsteilnehmer durchgeführt. Da die Befragung der Autofahrer nur mit Hilfe der Polizei und Eingriff in den fließenden Straßenverkehr realisierbar und eine verdeckte Beobachtung unmöglich wäre, hat sich die Befragung auf die geradeausfahrenden Radfahrer beschränkt. In der Vor-Ort-Befragung wurden einerseits Radfahrer befragt, die während des Überquerens der untergeordneten Knotenpunktzufahrt mit einem abbiegenden Verkehrsteilnehmer in Interaktion standen. Außerdem wurden allgemeine Daten zum Nutzungsverhalten sowie Präferenzen hinsichtlich der verschiedenen Radführungsmöglichkeiten von allen teilnehmenden Radfahrern erfasst. Da die Teilnahme an die Freiwilligkeit der Teilnehmer und an die Verkehrsstärke geknüpft war, war die Stichprobe sehr selektiv und variierte zwischen den Knotenpunkten stark.

Vorbereitung und Durchführung

Zu diesem Zweck wurde ein Fragebogen mit insgesamt 25 Items (zzgl. einer „Klassifikationsfrage“; Anlage F.5) erstellt, dessen erste 10 Items explizit auf etwaige Interaktionen mit Abbiegern abzielen (im Folgenden „Interaktionsteil“). Dementsprechend wurde dieser Teil des Fragebogens auch nur von denjenigen Befragten beantwortet, die sich an eine Interaktion am Knotenpunkt erinnerten. Der zweite Abschnitt (Seite 2 des Fragebogens) besteht aus 15 Items und befragte zu allgemeinen Nutzungsdaten sowie die Präferenzen bei den Radführungsformen. Da dieser Teil nicht an etwaige Interaktionen der Befragten am Knotenpunkt gebunden ist, konnte hierzu jeder Radfahrer befragt werden (im Folgenden „Allgemeiner Teil“), der die untergeordnete Knotenpunktzufahrt passierte.

Die Konstruktion der konkreten Items sowie die Entscheidung über Einbeziehung bzw. Exklusion bestimmter Inhalte fand theoriegeleitet auf Basis des Wirkmodells statt, wobei sich einige Items direkt aus den Ergebnissen der Literaturrecherche ableiteten (z. B. die Erfassung des Führerscheinbesitzes (Frage 12), basierend auf Räsänen/Summala 1998). Es wurde darauf geachtet, den Umfang des Fragebogens derart zu gestalten, um einerseits einen möglichst hohen Wissensgewinn zu erreichen und andererseits einen Fragebogen zumutbarer Länge vorzulegen, um viele Radfahrer zu Beantwortung überzeugen zu können.

Die Befragungen wurden parallel zu den dreistündigen Verhaltensbeobachtungen durchgeführt. Die durchschnittliche Länge der Befragung dauerte ca. drei bis

fünf Minuten. Das Interview fand unmittelbar (ca. 50 - 100 m) hinter dem Knotenpunkt statt. Um auf die Befragung der Radfahrer aufmerksam zu machen und eine höhere Teilnehmerzahl zu erreichen, wurden hinter den Knotenpunkten Hinweisschilder aufgestellt (Abbildung 5). Die Ergebnisse der Befragungen sind im Kapitel 8 nachzulesen.

3.7.2 Telefonbefragung

Neben der Verhaltensbeobachtung und der Vor-Ort-Befragung wurden Telefoninterviews in allen vier Kommunen durchgeführt. Im Gegensatz zur Vor-Ort-Befragung konnten hierbei sowohl Rad- als auch Autofahrer befragt werden. Ziel dieser Befragung war die Ermitt-



Abbildung 5:
Hinweisschilder für die Vor-Ort-Befragung

lung der Regelkenntnis bzgl. der Benutzungspflicht der Radverkehrsanlagen sowie die der gegenseitigen Einstellung der Verkehrsteilnehmer zueinander. Den Radfahrern wurden zusätzlich Fragen zur bevorzugten Radverkehrsanlage gestellt.

Die Telefoninterviews wurden in den vier Kommunen mit jeweils 100 Personen durchgeführt, die zur einen Hälfte aus Radfahrern und zur anderen aus Autofahrern bestanden. Die Repräsentativität der Interviews ist aufgrund der Stichprobengröße gewährleistet. Hierfür wurde ein geschlossener strukturierter Fragebogen entwickelt, in dem außerdem die demographischen Daten und das Nutzungsverhalten (Radverkehrsanlage) der Interviewpartner erfasst wurden. Die Telefonbefragung wurde durch einen Unterauftrag an das auf Markt- und Meinungsforschung spezialisierte Unternehmen omniphon vergeben.

3.7.2.1 Vorbereitung

Art der Befragung und Stichprobe

Um eine zufällige Auswahl der Stichprobe zu gewährleisten, wurde sich für die Geburtstagsmethode entschieden, bei der der Interviewer angewiesen wurde in Mehrpersonenhaushalten diejenige Person zu befragen, die zuletzt Geburtstag hatte.

Fragebogenerstellung

Der Fragebogen setzt sich aus mehreren thematischen Abschnitten zusammen:

- Screening
- Konfliktsituationen
- Fahrqualität/Vorfahrtsregeln
- Radverkehrsanlagen
- Einstellung/Verhalten und
- Nutzungsverhalten.

Mit dem Screening wurde ermittelt, ob der Interviewte in die Gruppe der Radfahrer, der Autofahrer oder in keine dieser beiden passt. War er keiner Gruppe zuzuordnen, wurde das Interview abgebrochen, im anderen Fall wurde die spezifisch zugeschnittene Befragung durchgeführt. Um die Beantwortung für den Interviewten

möglichst leicht zu gestalten, wurde der Bogen so entworfen, dass möglichst selten zwischen den Antwortschema gewechselt wurde.

Der Abschnitt Konfliktsituationen beinhaltete typische kritische Verkehrssituationen, in die Radfahrer im Straßenverkehr geraten können. Hier sollte beantwortet werden, wie oft solche Situationen nach Meinung des Interviewten auftreten. Das Antwortschema war eine sechsstufige Skala und reichte von sehr selten bis sehr häufig.

Die Fahrqualität betraf nur die Radfahrer und zielte auf das lokale Fahrradklima ab. Es wurde nach dem Fahrspaß, dem Sicherheitsempfinden und der schnellen Zielerreichung gefragt. Das Antwortschema war ebenfalls sechsstufig und reichte von trifft ganz und gar nicht zu bis trifft voll und ganz zu. Zusätzlich wurden Kfz- und Radfahrer zu den Straßenverkehrsregeln befragt, da sich auch in der Literatur gezeigt hat (Kapitel 2.2.3; Seite 14), dass die Kenntnis der aktuellen Verkehrsregeln nicht vorausgesetzt werden kann und die mangelnde Kenntnis Einfluss auf das regelkonforme Verhalten hat.

Im Interview wurde außerdem auf die lokalen Radverkehrsanlagen eingegangen. Da es sich um ein Telefoninterview handelte, konnten keine grafischen Hilfsmittel zur Erläuterung eingesetzt werden. Um zu gewährleisten, dass alle Teilnehmer die Fragen beantworten konnten, wurde lediglich zwischen

- Fahrbahn ohne Radverkehrsanlage,
 - Radweg (Radfahrstreifen/Schutzstreifen), der sich auf der Fahrbahn befindet und
 - Radweg, der sich auf dem Gehweg befindet
- unterschieden. Dazu wurden die Nutzungspräferenz, das Sicherheitsgefühl und das schnelle Vorankommen befragt.

Die Fragen zur Einstellung betrafen sowohl Radfahrer als auch Kfz-Fahrer. Hier sollte die Einstellung gegenüber der eigenen Gruppe als auch die Einstellung gegenüber dem potentiellen Konfliktpartner ermittelt werden. Des Weiteren wurden den Radfahrern unterschiedliche, teilweise regelwidrige Verhaltensweisen aufgelistet und befragt, ob sie sich manchmal ebenso verhalten.

Abschließend wurden das Nutzungsverhalten, wie Fahrgeschwindigkeit und -strecke, und demografische Daten (Alter, Geschlecht, Führerscheinbesitz) der Interviewten notiert. Der Fragebogen des Telefoninterviews befindet sich im Anhang F.

Vortest und Durchführung

Im Rahmen der Beauftragung von omniphon wurde ein Vortest durchgeführt, um vorab mögliche Schwierigkeiten bei der Befragung zu identifizieren. Diese können u. a. bei der Verständlichkeit der Fragen oder die vordefinierten Antwortkategorien liegen. Der Vortest wurde an die gleiche Zielgruppe (Rad- und Kfz-Fahrer) gerichtet und zeigte keine Auffälligkeiten.

Der Zeitraum für das Telefoninterview wurde auf Herbst 2011 gelegt, um möglichst viele Radfahrer zu erreichen, die kürzlich noch mit dem Fahrrad unterwegs waren und sich an Verhaltensweisen, kritische Situationen oder Probleme bei der Radverkehrsinfrastruktur erinnern. Die Ergebnisse der Befragungen sind im Kapitel 7 nachzulesen.

4 Makroskopische Unfallanalyse

Nach einer Einordnung des Unfallgeschehens in das Gesamtunfallgeschehen in Kapitel 4.1 werden in der makroskopischen Unfallanalyse die bereits in Kapitel 2.3 zum Wirkmodell dargestellten Einflussfaktoren auf das Unfallgeschehen analysiert (Abbildung 1). Dazu zählt der Einfluss von Personenmerkmalen, wie des Alters und des Geschlechts, welche indirekt über das Verkehrsverhalten das Unfallgeschehen beeinflussen können (Kapitel 4.2.3). Das Verhalten selbst ist Gegenstand der Auswertungen zu den Unfallgegnern und zu den Unfallursachen, die zum Unfall geführt haben (Kapitel 4.2.4 und 4.2.5). Kapitel 4.2.6 widmet sich der Verteilung des Unfallgeschehens Ab-Rf im Zeitverlauf (Einflussfaktor „Verkehrssituation“). In Kapitel 4.2.7 wird der Einflussfaktor „Umwelt“ durch Analysen zu Witterungsbedingungen und zum Straßenzustand zum Unfallzeitpunkt thematisiert. Der Einflussfaktor „Infrastruktur“ wird außerdem in Kapitel 5 im Rahmen der infrastrukturbe-

zogenen Unfallanalyse untersucht und die „Verkehrssituation“ wird in Kapitel 6 näher erläutert.

4.1 Einordnung der Unfälle Ab-Rf in das allgemeine Unfallgeschehen

Im Folgenden wird zunächst das Unfallgeschehen Ab-Rf in Bezug zum Radverkehrsunfallgeschehen sowie zum Gesamtunfallgeschehen der Untersuchungsstädte gesetzt. Dazu werden die Zusammensetzung der verschiedenen Unfälle nach Personen- und Sachschäden in den verschiedenen Unfallkollektiven sowie Unfalltypen und -kategorien gegenübergestellt. Außerdem erfolgt ein Vergleich der Unfallkostenanteile. Aus Gründen der Vergleichbarkeit der Daten wurden nur die Unfälle einbezogen, die sich in den Jahren 2007 bis 2009 ereignet haben.

Anzahl der Unfälle gesamt, der Radverkehrsunfälle und der Unfälle Ab-Rf nach Städten sowie Personen- und Sachschaden

In allen vier Städten ereigneten sich im Zeitraum 2007 bis 2009 insgesamt 79.756 Unfälle, davon waren ca. 3,1 % Unfälle mit Personenschaden (Tabelle 9). Die meisten Unfälle ereigneten sich hierbei in Münster, gefolgt von Magdeburg. Das Unfallkollektiv in Erfurt und Darmstadt ist deutlich kleiner als in Münster und Magdeburg.

Von den insgesamt 79.756 Unfällen waren 6.277 Unfälle mit Radverkehrsbeteiligung. Das entspricht einem Anteil von 7,9 %. Auffällig ist hierbei, dass der Anteil der Radverkehrsunfälle in Münster mit 10,5 % am höchsten ist, was sich jedoch deutlich relativiert, wenn dieser Wert in Bezug zum Radverkehrsanteil von 37,6 % in Münster gesetzt wird (Quotient von 0,27). Das ungünstigste Verhältnis zwischen dem Anteil der Radverkehrsunfälle am Gesamtunfallgeschehen und dem Anteil des Radverkehrs am Modal Split zeigt sich in Erfurt. Hier liegt der Anteil der Radverkehrsunfälle an den Gesamtunfällen bei 5,4 %, der Anteil des Radverkehrs am Modal Split hingegen bei vergleichsweise niedrigen 8,8 % (Quotient von 0,62). Im Vergleich zu Münster sind Radfahrer in Erfurt also mehr als doppelt so häufig in Unfälle verwickelt.

Tabelle 9:

Anzahl der Unfälle gesamt, der Radverkehrsunfälle und der Unfälle Ab-Rf nach Städten sowie Personen- und Sachschaden (2007 - 2009)

Stadt	Zeit- raum	Unfälle gesamt			Radverkehrsunfälle				RV- Anteil	Quotient Anteil U(P,S) Rf an U(P,S) zu RV-Anteil	Abbiegeunfälle Kfz-Rf				
		Anzahl U(P,S)	Anzahl U(P)	Anteil U(P) an U(P,S)	Anzahl U(P,S) Rf	Anzahl U(P) Rf	Anteil U(P) Rf an U(P,S) Rf	Anteil U(P,S) Rf an U(P,S) Rf			Anzahl U(P,S) Ab-Rf	Anzahl U(P) Ab-Rf	Anteil U(P) Ab-Rf an U(P,S) Ab-Rf	Anteil U(P) Ab-Rf an U(P)	Anteil U(P) Ab-Rf an U(P) Rf
MD	2007 - 2009	26.856	3.472	12,9 %	2.003	1.511	75,4 %	7,5 %	14,6 %	0,51	331	262	79,2 %	7,5 %	17,3 %
MS	2007 - 2009	27.315	3.523	12,9 %	2.742	1.858	67,8 %	10,0 %	37,6 %	0,27	362	274	75,7 %	7,8 %	14,7 %
EF	2007 - 2009	14.135	1.556	11,0 %	768	535	69,7 %	5,4 %	8,8 %	0,62	49	39	79,6 %	2,5 %	7,3 %
DA	2007 - 2009	11.450	1.925	16,8 %	764	630	82,5 %	6,7 %	14,4 %	0,46	131	118	90,1 %	6,1 %	18,7 %
Σ bzw. Ø	-	79.756	10.476	13,1 %	6.277	4.534	72,2 %	7,9 %	18,9 %	0,42	873	693	79,4 %	6,6 %	15,3 %

Tabelle 10:

Anzahl der Unfälle gesamt, der Radverkehrsunfälle und der Unfälle Ab-Rf je 1.000 EW in drei Jahren nach Städten (2007 bis 2009)

Stadt	Zeitraum	Einwohner (EW)	Anzahl (U)	Anzahl (U) je 1.000 EW in drei Jahren	Anzahl U Rf	Anzahl (U) Rf je 1.000 EW in drei Jahren	Anzahl U Ab-Rf	Anzahl (U) Ab-Rf je 1.000 EW in drei Jahren
MD	2007 - 2009	230.979	26.856	116	2.003	9	331	1,43
MS	2007 - 2009	275.543	27.315	99	2.742	10	362	1,31
EF	2007 - 2009	199.952	14.135	71	768	4	49	0,25
DA	2007 - 2009	143.276	11.450	80	764	5	131	0,91
Σ bzw. Ø	2007 - 2009	849.750	79.756	94	6.277	7	873	1,03

Das Risiko eines Personenschadens ist bei Unfällen Ab-Rf mit 79,4 % sehr hoch. Im Vergleich machen Unfälle mit Personenschaden bei allen Unfällen nur 13,1 % aus, d. h. das Risiko eines Personenschadens ist bei Unfällen Ab-Rf etwa sechsmal höher als im Gesamtunfallgeschehen der Städte. Der Anteil der Unfälle mit Personenschaden am Unfallgeschehen ist in allen Unfallkollektiven in Darmstadt am höchsten.

Werden die Unfalldaten ins Verhältnis zur Einwohnerzahl gesetzt, ist zu erkennen, dass Magdeburg mit 116 Unfällen je 1.000 EW in drei Jahren am unfallauffälligsten ist (Tabelle 10). Aufgrund etwas höherer Einwohnerzahlen in Münster entfallen hier mit 99 Unfällen etwas weniger Unfälle auf 1.000 EW. In Darmstadt und Erfurt ereigneten sich 80 bzw. 71 Unfälle je 1.000 EW in drei Jahren.

Bei den Radverkehrsunfällen haben Münster und Magdeburg mit 10 bzw. neun Radverkehrsunfällen je 1.000 EW in drei Jahren die höchsten Unfallzahlen zu verzeichnen. Bei den Unfällen Ab-Rf zeigt sich, dass in Bezug zur Ein-

wohnerzahl die meisten Unfälle Ab-Rf mit 1,4 und 1,3 U Ab-Rf je 1.000 EW in drei Jahren ebenso in Magdeburg und Münster geschehen sind, gefolgt von Darmstadt mit 0,9 U Ab-Rf. Erfurt weist mit 0,2 U Ab-Rf die geringste Unfallzahl pro Einwohner auf.

Trotzdem der Anteil des Radverkehrs (RV) in Münster mit 37,6 % mit Abstand am höchsten ist, spiegelt sich dieses für die untersuchte Unfallkonstellation nicht in den Unfallzahlen pro Kopf wieder (Abbildung 6). Trotz des ähnlich hohen Anteils des Radverkehrs am Modal Split in Magdeburg und Darmstadt, liegt die Anzahl der U Ab Rf/1.000 EW in drei Jahren in Magdeburg deutlich höher als in Darmstadt. In Erfurt ereigneten sich dagegen mit nur 0,25 erwartungsgemäß die wenigsten Unfälle Ab-Rf/1.000 EW in drei Jahren, da Erfurt auch den geringsten Radverkehrsanteil am Modal Split aufweist. In Bezug auf die untersuchte Unfallkonstellation ist folglich kein klarer Zusammenhang zwischen Unfallzahl pro Kopf und dem Anteil des Radverkehrs am Modal Split festzustellen.

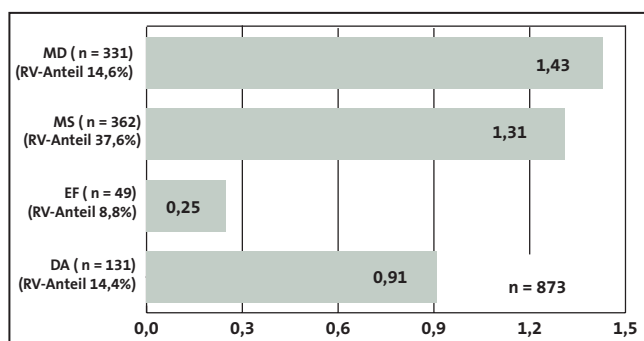


Abbildung 6:
Anzahl der Unfälle AB-Rf/je 1.000 EW in drei Jahren nach Städten (2007 - 2009)

Unfalltyp und Verletzungsschwere der Unfälle gesamt, der Radverkehrsunfälle und der Unfälle Ab-Rf nach Städten

Die Analyse für alle Unfälle im Zeitraum 2007 bis 2009 nach Unfalltypen ergab, dass der größte Anteil der U(P) mit 28,0 % auf Unfälle des Typs 3 Einbiegen/Kreuzen entfällt (2.932 Unfälle), gefolgt von Unfällen des Typs 6 Unfall im Längsverkehr mit 22,0 % (2.303 Unfälle). Unfälle der Unfallkategorie 2 Abbiegeunfälle machen einen Anteil 18,3 % aus (1.920 Unfälle). Von allen Unfällen mit Personenschaden waren 50 Unfälle der Unfallkategorie 1 (0,5 %), 1.464 Unfälle der Kategorie 2 (14,0 %) und 8.962 Unfälle der Kategorie 3 (85,5 %) zuzuordnen. Von den 1.920 Abbiegeunfällen waren 899 Unfälle mit Radverkehrsbeteiligung (46,8 %).

Im Untersuchungszeitraum von 2007 bis 2009 haben sich insgesamt 6.277 Unfälle mit Radverkehrsbeteiligung ereignet, davon waren 4.534 Unfälle mit Personenschaden (ca. 72,2 %). Den größten Anteil der Unfälle mit Radverkehrsbeteiligung machten mit 40,1 % (1.820 Unfälle) Einbiegen/Kreuzen-Unfälle aus, gefolgt von Unfällen des Typs 2 mit 19,8 % und 899 Unfällen Ab-Rf. Letztere stehen im Fokus des vorliegenden Forschungsberichtes. In Bezug auf die Unfallfolgen, ist festzustellen, dass 0,3 % aller Unfälle mit Radverkehrsbeteiligung der Unfallkategorie 1 angehören (12 Radverkehrsunfälle mit Getöteten), 14,7 % der Unfälle zur Kategorie 2 (668 Radverkehrsunfälle mit Schwerverletzten) und 85,0 % der Unfälle Unfallkategorie Kategorie 3 (3.854 Radverkehrsunfälle mit Leichtverletzten).

Bei den Abbiegeunfällen mit Radverkehrsbeteiligung mit Personenschaden von 2007 bis 2009 (899 Unfälle) beträgt der Anteil der Unfälle mit Getöteten 0,4 % (4 Unfälle Ab-Rf), der Anteil der Unfälle mit Schwerverletzten 11,7 % (105 Unfälle Ab-Rf) und der Anteil der Unfälle mit Leichtverletzten 87,9 % (790 Unfälle Ab-Rf). Personenschaden ist bei Unfällen Ab-Rf nochmal 10 % häufiger als generell bei Radverkehrsunfällen. Unfälle Ab-Rf mit Personenschaden entsprechen dabei 36 % aller Abbiegeunfälle mit Personenschaden, 15 % der Radverkehrsunfälle mit Personenschaden sowie 7 % aller Unfälle mit Personenschaden. Hierbei wurden alle von den Polizeidienststellen als Abbiegeunfälle mit Radverkehrsbeteiligung eingestuften Unfälle berücksichtigt (u. a. auch Alleinunfälle von Radfahrern, Unfälle ohne Kfz-Beteiligung und in den falschen Unfalltyp einsortierte Unfälle).

Werden nur die 873 Unfälle Ab-Rf mit geradeausfahrendem Radfahrer und abbiegendem Kfz einbezogen, die auf Basis der Auswertung der Unfallhergangsbeschreibungen ermittelt wurden, so geschahen 693 Unfälle Ab-Rf mit Personenschaden und 180 Unfälle mit ausschließlich Sachschaden. Bei detaillierter Betrachtung der Unfälle Ab-Rf mit Personenschaden entfallen hierbei 0,4 % auf die Unfallkategorie 1, 10,7 % auf die Unfallkategorie 2 und 88,9 % der Unfälle auf die Unfallkategorie 3 (weiterführend Kapitel 4.2.1).

Anteil der Unfallkosten der Radverkehrsunfälle an den gesamten Unfallkosten nach Städten

Insgesamt, über alle vier Untersuchungsstädte hinweg betrachtet, machen die durch das Unfallgeschehen im Radverkehr verursachten Unfallkosten 18,4 % an den gesamten Unfallkosten aus (Abbildung 7). Besonders hoch ist der durch Radverkehrsunfälle verursachte Anteil an den Unfallkosten mit 24,0 % in der Stadt Münster, dennoch liegt dieser Wert deutlich unter dem Anteil des Radverkehrs am Modal Split von 37,6 %. In den anderen drei Städten hingegen liegt der Anteil der durch Radverkehrsunfälle verursachten Unfallkosten jeweils über dem Anteil des Radverkehrs am Modal Split (Magdeburg: 17,2 % zu 14,6 %, Darmstadt: 15,4 % zu 14,4 %, Erfurt: 12,5 % zu 8,8 %).

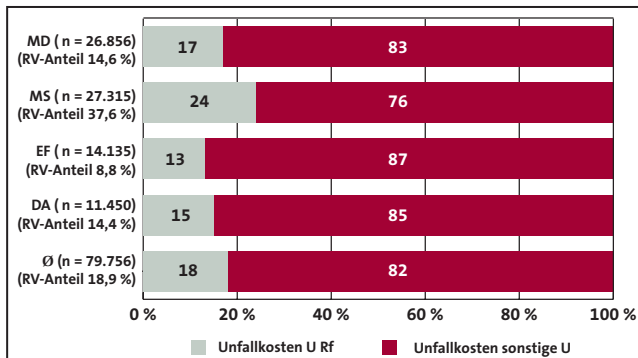


Abbildung 7:
Anteil der Unfallkosten der Radverkehrsunfälle an den gesamten Unfallkosten nach Städten (2007 - 2009)

Die durch Unfälle Ab-Rf verursachten Unfallkosten machen im Durchschnitt 12,8 % der durch Radverkehrsunfälle verursachten Unfallkosten aus (Abbildung 8). Etwas höher als der Durchschnitt liegt der Anteil der Unfallkosten Ab-Rf in Magdeburg und Darmstadt. Leicht bzw. deutlich unterhalb des Durchschnitts liegt der Anteil der Unfallkosten Ab-Rf in Münster bzw. Erfurt.

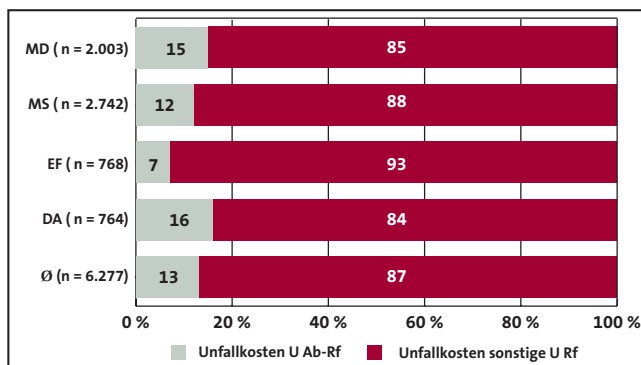


Abbildung 8:
Anteil der Unfallkosten U Ab-Rf an Unfallkosten U Rf nach Städten (2007 - 2009)

4.2 Makroskopische Unfalluntersuchung der Unfälle Ab-Rf

In die makroskopische Unfalluntersuchung sind insgesamt 873 Unfälle Ab-Rf eingegangen. Einbezogen wurden ausschließlich Unfälle Ab-Rf, bei welchen das Kfz der abbiegende Unfallbeteiligte ist und der beteiligte Radfahrer geradeaus fährt bzw. rechts abbiegt. Auch hier wurden aus Gründen der Vergleichbarkeit der Daten nur die Unfälle einbezogen, die sich in den Jahren 2007 bis 2009 ereigneten.

4.2.1 Unfallzahlen, Unfallkosten und Unfallkategorien

Anzahl der Unfälle Ab-Rf und Unfallkosten nach Unfallkategorie und Städten (2007 - 2009)

Die nachfolgende Abbildung 9 zeigt die Anzahl und die Verteilung der Unfälle Ab-Rf auf die vier Untersuchungsstädte und die Unfallkategorien. Mit 616 Unfällen Ab-Rf entfällt über alle Städte betrachtet der größte Teil der Unfälle Ab-Rf auf die Unfallkategorie 3 (Unfall mit Leichtverletzten). Dies entspricht einem Anteil von 70,6 %. Unfälle Ab-Rf der Unfallkategorie 2 machen einen Anteil von 8,5 % aus (74 Unfälle mit Schwerverletzten). Unfälle Ab-Rf der Unfallkategorie 1 haben einen Anteil von 0,3 % (3 Unfälle mit Getöteten). Die Unfälle mit Sachschaden machen mit 180 Unfällen Ab-Rf einen Anteil von 20,6 % aus.

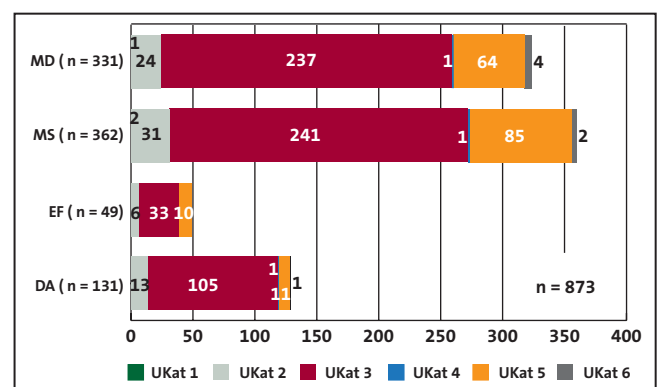


Abbildung 9:
Anzahl der Unfälle AB-Rf nach Unfallkategorie (Ukat) und Städten (2007 - 2009)

Aufgrund der höheren Unfallkostensätze für Unfälle mit schwerem Personenschaden verursachen diese Unfälle trotz geringerer Unfallzahlen für diese Unfallkategorie (Kategorie 2) mit 8.348 T € die insgesamt höchsten Unfallkosten bei Unfällen Ab-Rf, was etwa 51 % der Gesamtunfallkosten Ab-Rf entspricht (Abbildung 10).

4.2.2 Verteilung des Unfallgeschehens auf Links- und Rechtsabbiegevorgänge

Unfälle Ab-Rf nach Abbiegevorgang und Städten (2007 - 2009)

Über alle Untersuchungsstädte betrachtet, waren zwei Drittel aller Unfälle Ab-Rf Rechtsabbiegeunfälle (66 %)

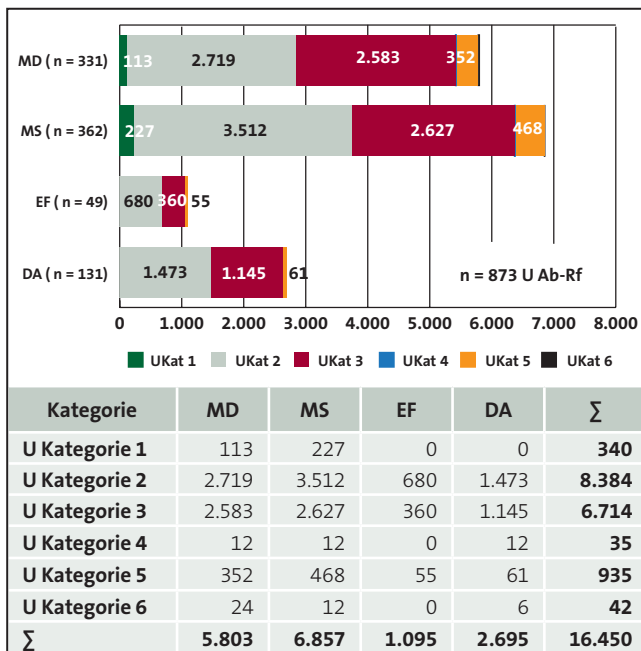


Abbildung 10:
Unfallkosten der Unfälle AB-Rf nach Unfallkategorie (UKat) und Städten in T € (2007 - 2009)

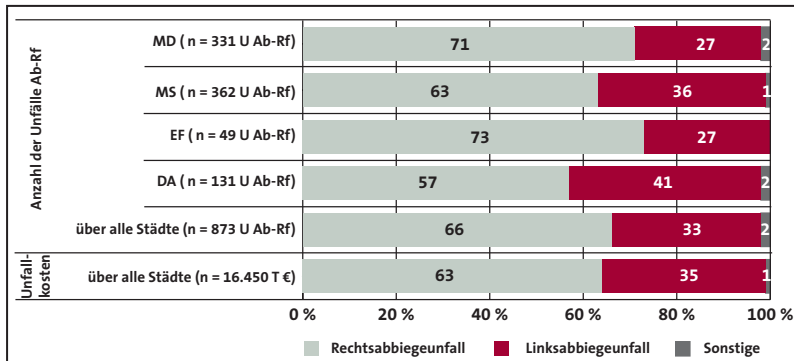


Abbildung 11:
Anzahl der Unfälle Ab-Rf und Unfallkosten nach Abbiegevorgang und Städten (2007 - 2009)

(Abbildung 11). Das verbleibende Drittel entfällt auf Linksabbiegeunfälle (33 %). 1 % der Unfälle Ab-Rf sind sonstige Unfälle Ab-Rf. Hierzu gehören z. B. Unfälle, bei denen die Abbiegerichtung des Kfz aus den vorliegenden Unfalldaten nicht zweifelsfrei bestimmt werden konnte (z. B. wegen widersprüchlicher Angaben der Beteiligten oder mangelnder Dokumentation in der Unfallhergangsbeschreibung). Das Verhältnis zwischen Rechts- und Linksabbiegeunfällen variiert je nach Stadt. Während in Magdeburg und Erfurt überdurchschnittlich viele Unfälle beim Rechtsabbiegen geschahen, ereigneten sich über-

durchschnittlich viele Linksabbiegeunfälle in Darmstadt und in geringerem Maße in Münster (Abbildung 11).

Für die Unfallkosten ergibt sich ein ähnliches Verhältnis wie für die Anzahl der Unfälle Ab-Rf. 63 % der Unfallkosten Ab-Rf werden durch Rechtsabbiegeunfälle, 35 % durch Linksabbiegeunfälle und 1 % durch sonstige Unfälle verursacht (Abbildung 11). Linksabbiegeunfälle Ab-Rf kommen in den Untersuchungsstädten zwar seltener vor, sind aber mit durchschnittlichen Unfallkosten von 20.296 € etwas schwerer als Rechtsabbiegeunfälle, bei welchen die durchschnittlichen Unfallkosten bei 18.122 € liegen.

4.2.3 Demografie der Unfallbeteiligten

4.2.3.1 Geschlecht der unfallbeteiligten Radfahrer nach Städten (2007 - 2009)

Die Auswertung nach Geschlecht der unfallbeteiligten Radfahrer umfasste ebenso 803 Unfälle, an denen insgesamt 804 Radfahrer beteiligt waren⁸⁾. Die Auswertung über alle Städte zeigt, dass Männer mit insgesamt 60 % Unfallbeteiligung häufiger als Frauen an Unfällen Ab-Rf beteiligt waren (Abbildung 12). Verglichen mit der Bevölkerungszusammensetzung in den Untersuchungsstädten sind männliche Radfahrer überdurchschnittlich häufig an Unfällen Ab-Rf beteiligt. In Abbildung 12 sind außerdem vergleichend die Geschlechterverteilung in Bezug auf die Bevölkerung, das Verkehrsaufkommen und die Verkehrsleistung mit dem Fahrrad für kleine Kern- und Großstädte mit weniger als 500.000 Einwohnern dargestellt. Die Werte entstammen dabei einer hierzu durchgeführten Hochrechnung auf Basis des ausführlichen Datensatzes der MID 2008 [MID 2008]. Hierbei ist festzustellen, dass die Geschlechterverteilung in Bezug auf die Bevölkerungszahlen in den Untersuchungsstädten den

⁸⁾ Für 74 unfallbeteiligte Radfahrer bzw. Unfälle Ab-Rf liegen keine Angaben zum Geschlecht vor. 70 dieser Unfälle sind Unfälle Ab-Rf mit ausschließlich Sachschaden der Stadt Münster der Jahre 2007 und 2008. Für diese wurden entsprechende Angaben nicht dokumentiert und konnten daher nicht in die makroskopische Unfalluntersuchung einbezogen werden

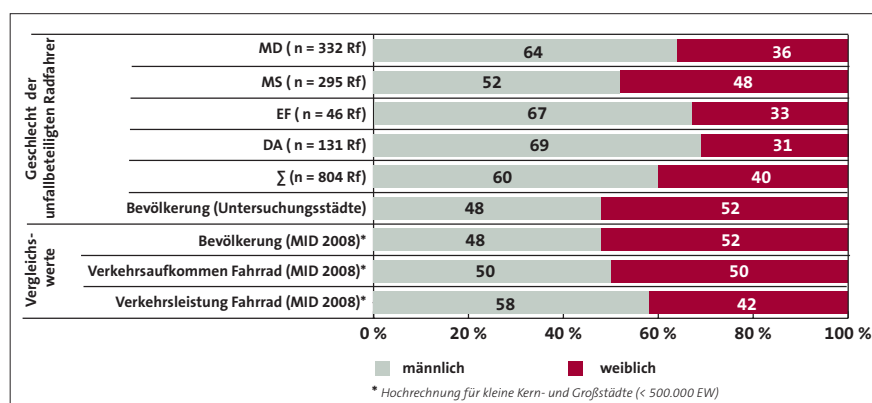


Abbildung 12:
Unfallbeteiligung von Radfahrern an Unfällen Ab-Rf nach Geschlecht im Verhältnis zur Bevölkerung, zum Verkehrsaufkommen und zur Verkehrsleistung

Werten für kleine Kern- und Großstädte mit weniger als 500.000 Einwohnern aus der MID 2008 entspricht. Demzufolge ist ein Vergleich der Geschlechterverteilung der Unfallzahlen in den Untersuchungsstädten mit denen des Verkehrsaufkommens und der Verkehrsleistung aus der MID 2008 grundsätzlich möglich. Dabei zeigt sich eine überdurchschnittlich starke Beteiligung von Männern an Unfällen Ab-Rf, da Frauen und Männer nahezu gleich viele Wege mit dem Fahrrad zurücklegen. Wird die Verkehrsleistung als Vergleichsgröße herangezogen⁹⁾, relativiert sich die überdurchschnittlich häufige Beteiligung von Männern. Das fahrleistungsbezogene Unfallrisiko von männlichen und weiblichen Radfahrern ist folglich nahezu ausgeglichen.

Auffällig ist, dass in Münster Frauen und Männer zu nahezu gleichen Anteilen an Unfällen Ab-Rf beteiligt sind. Im Vergleich zur mit dem Fahrrad erbrachten Verkehrsleistung in kleinen Kern- und Großstädten ergibt sich in Münster ein erhöhtes fahrleistungsbezogenes Unfallrisiko für männliche Radfahrer. Möglicherweise stellt sich aber die von Männern und Frauen in Münster mit dem Fahrrad erbrachte

Verkehrsleistung anders dar als in anderen kleinen Kern- und Großstädten und beide Gruppen nutzen das Fahrrad gleichermaßen als Alltagsverkehrsmittel.

4.2.3.2 Geschlecht der unfallbeteiligten Pkw-Fahrer nach Städten (2007 - 2009)

Die Auswertung der beteiligten Unfallgegner nach ihrem Geschlecht erfolgte nur für Pkw-Fahrer (675 Pkw-Fahrer¹⁰⁾), da diese das größte Beteiligtenkollektiv darstellen. Zudem werden Daten zum Verkehrsaufkommen und zur Verkehrsleistung in der MID nur für private Personen erfasst. Der Wirtschaftsverkehr (Lkw, Lfw) wird nicht erfasst. Gemäß der Auswertung der Unfallbeteiligung nach Geschlecht sind männliche Pkw-Fahrer mit 61 % gemessen am Bevölkerungsanteil deutlich häufiger als weibliche Pkw-Fahrer (39%) an Unfällen Ab-Rf beteiligt. Da die Bevölkerungszusammensetzung der Untersuchungsstädte in etwa der in kleinen Kern- und Großstädten mit weniger als 500.000 Einwohnern nach MID entspricht, wurden die Daten der MID zur Ermittlung des Verkehrsaufkommens und der Verkehrsleistung nach Geschlecht

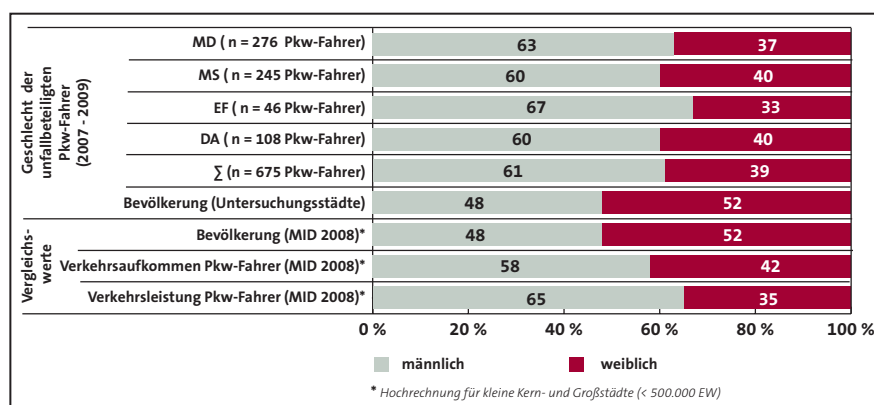


Abbildung 13:
Unfallbeteiligung von Pkw-Fahrern an Unfällen Ab-Rf nach Geschlecht im Verhältnis zur Bevölkerung, zum Verkehrsaufkommen und zur Verkehrsleistung

⁹⁾ Die Verkehrsleistung ist hierbei als die besser geeignete Vergleichsgröße zu bewerten, da sie auch die zurückgelegten Distanzen und nicht nur die Anzahl der Wege berücksichtigt.

¹⁰⁾ Für weitere 87 unfallbeteiligte Pkw-Fahrer liegen keine Angaben zum Alter vor. 61 dieser Pkw-Fahrer sind Unfällen Ab-Rf mit ausschließlich Sachschaden der Stadt Münster der Jahre 2007 und 2008 zuzuordnen. Weitere 24 Pkw-Fahrer waren unfallflüchtig

verwendet. Gemessen an der Bevölkerungszusammensetzung sind männliche Kfz-Fahrer überdurchschnittlich häufig an Unfällen Ab-Rf beteiligt. Dieses relativiert sich unter Berücksichtigung der Verkehrsmittelnutzung, da 58 % aller Wege mit dem Pkw von Männern zurückgelegt werden und nur 42 % von Frauen. Demnach ist das verkehrsaufkommensbezogene Unfallrisiko von männlichen Pkw-Fahrern leicht erhöht. Hingegen ist das fahrleistungsbezogene Unfallrisiko von männlichen Pkw-Fahrern geringer als das der Pkw-Fahrerinnen. So werden 35 % der Verkehrsleistung mit dem Pkw von weiblichen Pkw-Fahrern erbracht, die Beteiligung an Unfällen Ab-Rf über alle Städte liegt jedoch bei 39 %. Somit besteht ein leicht erhöhtes fahrleistungsbezogenes Unfallrisiko für Frauen.

4.2.3.3 Unfallbeteiligung von Radfahrern an Unfällen Ab-Rf nach Altersgruppen (2007 - 2009)

Im Folgenden wird die Alterszusammensetzung der unfallbeteiligten Radfahrer¹¹⁾ ins Verhältnis zur Anzahl der mit dem Fahrrad zurückgelegten Wege sowie zur mit dem Fahrrad erbrachten Verkehrsleistung dargestellt. Ziel war es zu ermitteln, welche Altersgruppen überdurchschnittlich häufig in Unfällen Ab-Rf involviert waren. Ausgangspunkt ist dabei die These, dass Personen die mehr Fahrrad fahren, proportional häufiger in Unfälle involviert sind.

Zur Ermittlung der mit dem Fahrrad zurückgelegten Wege in den Untersuchungsstädten, wurden die Anzahl

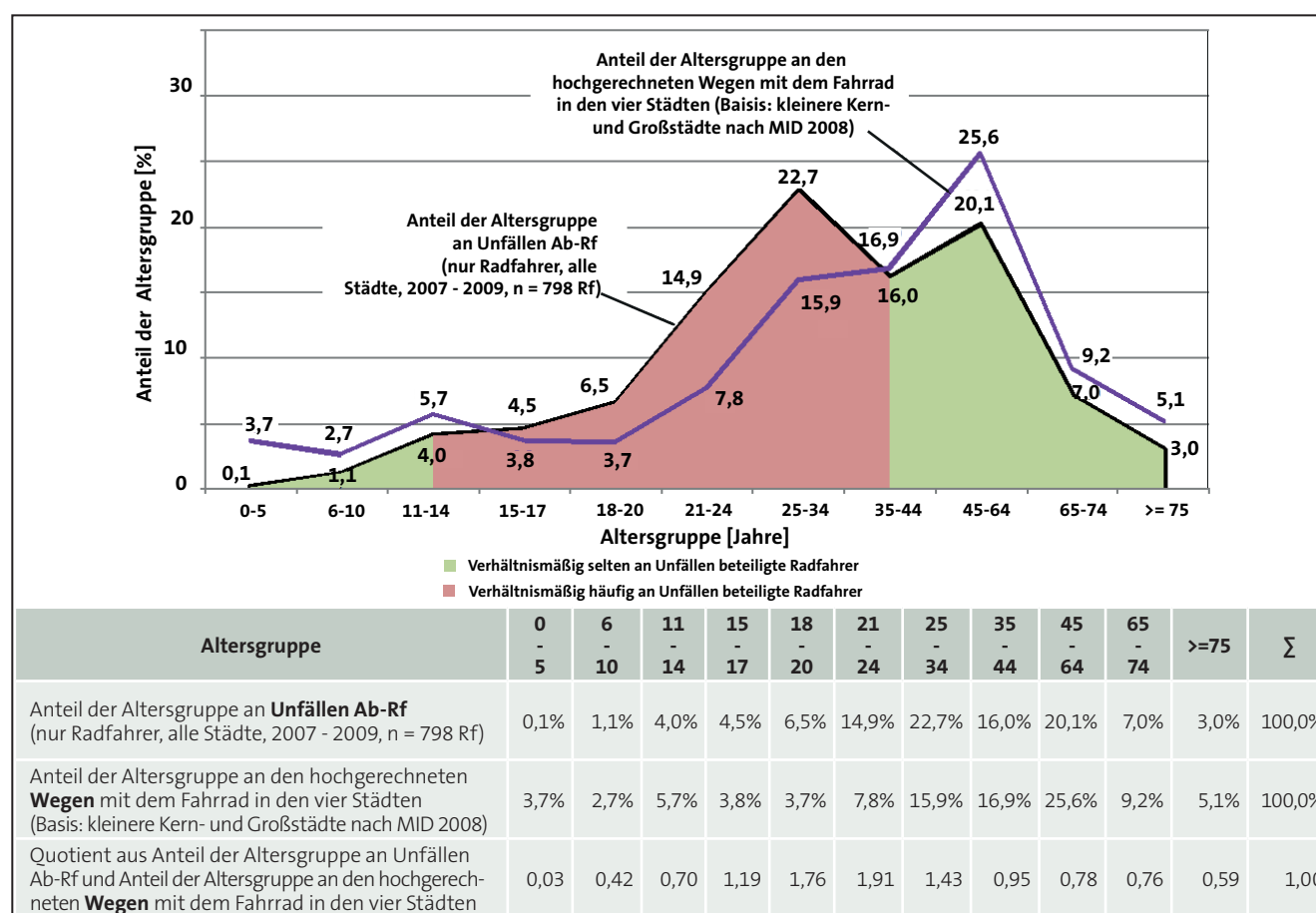


Abbildung 14:

Unfallbeteiligung von Radfahrern an Unfällen Ab-Rf nach Altersgruppen im Verhältnis zur Anzahl der Wege mit dem Fahrrad (Anzahl der Wege auf Basis kleinerer Kern- und Großstädte)

¹¹⁾ Insgesamt wurden 798 Radfahrer in die Auswertung nach Altersgruppen einbezogen. Für weitere 76 unfallbeteiligte Radfahrer liegen keine Angaben zum Alter vor. Davon sind 70 Radfahrer Unfällen Ab-Rf mit ausschließlich Sachschaden der Stadt Münster der Jahre 2007 und 2008 zuzuordnen. Vier Radfahrer waren unfallflüchtig.

der mit dem Fahrrad zurückgelegten Wege für alle in kleinen Kern- und Großstädten mit weniger als 500.000 Einwohnern nach Altersgruppen auf Basis der MID 2008 hochgerechnet und auf die mit dem Fahrrad zurückgelegten Wege pro Person und Altersgruppe umgelegt¹²⁾ (Tabelle zur Abbildung 14). Dieser Wert wurde schließlich mit der Anzahl der Personen der jeweiligen Altersgruppe in den Untersuchungsstädten multipliziert.

zurückgelegten Wegen zeigt ein erhöhtes verkehrsaufkommensbezogenes Unfallrisiko der Gruppe der 15 - 17-Jährigen, der 18 - 20-Jährigen, der 21 - 24-Jährigen und der 25 - 34-Jährigen. Besonders hoch ist das Unfallrisiko der Gruppe der 18 - 20-Jährigen sowie der 21 - 24-Jährigen, hier ist die Beteiligung am Unfallgeschehen nahezu doppelt so hoch wie das Verkehrsaufkommen (Abbildung 14).

Die Gegenüberstellung des Anteils der Altersgruppen am Unfallgeschehen Ab-Rf mit dem Anteil der Altersgruppen an den hochgerechnet mit dem Fahrrad

Zur Berücksichtigung der Distanz der mit dem Fahrrad zurückgelegten Wege, wurde der Anteil der Altersgruppen am Unfallgeschehen Ab-Rf mit dem Anteil der Al-

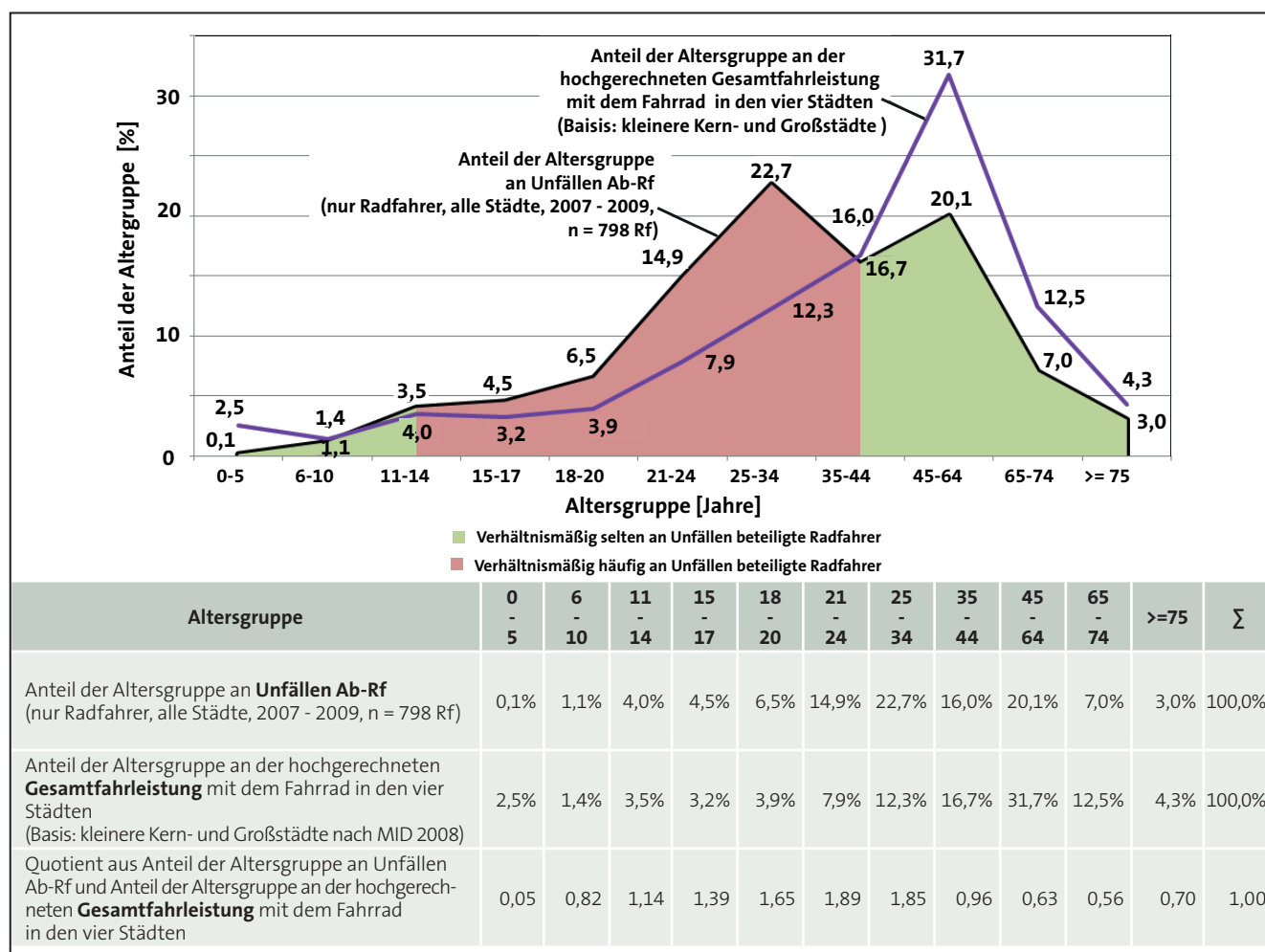


Abbildung 15:
Unfallbeteiligung von Radfahrern an Unfällen Ab-Rf nach Altersgruppen im Verhältnis zur Fahrleistung mit dem Fahrrad (Fahrleistungen auf Basis kleinerer Kern- und Großstädte)

¹²⁾ Basis war hierbei die hochgerechnete Anzahl der Personen in der entsprechenden Altersgruppe in kleinen Kern- und Großstädten mit weniger als 500.000 Einwohnern gemäß MID 2008.

tersgruppen an der hochgerechnet mit dem Fahrrad erbrachten Verkehrsleistung verglichen. Dazu wurde, wie oben bereits für die Anzahl der mit dem Fahrrad zurückgelegten Wege beschrieben, analog für die mit dem Fahrrad erbrachten Verkehrsleistungen vorgegangen. Demnach zeigt sich ebenso ein erhöhtes fahrleistungsbezogenes Unfallrisiko der Gruppe der 11 - 14-Jährigen, der 15 - 17-Jährigen, der 18 - 20-Jährigen, der 21 - 24-Jährigen und der 25 - 34-Jährigen (Abbildung 15).

Besonders ausgeprägt ist das fahrleistungsbezogene Unfallrisiko der Gruppe der 21 - 24-Jährigen sowie der 25 - 34-Jährigen. Diese sind jeweils fast doppelt so häufig an Unfällen Ab-Rf beteiligt als deren Anteil an der

Fahrleistung beträgt. Einen relativ hohen Anteil am Unfallgeschehen Ab-Rf hat die relativ große Gruppe der 45 - 64-Jährigen, jedoch ist ihr Anteil an der Fahrleistung deutlich höher, sodass sich für diese Gruppe insgesamt ein unterdurchschnittliches fahrleistungsbezogenes Unfallrisiko ergibt.

4.2.3.4 Unfallbeteiligung von Pkw-Fahrern an Unfällen Ab-Rf nach Altersgruppen (2007 - 2009)

Im Folgenden wird die Alterszusammensetzung der unfallbeteiligten Pkw-Fahrer¹³⁾ ins Verhältnis zur Anzahl der mit dem Pkw zurückgelegten Wege sowie zur mit dem Pkw erbrachten Verkehrsleistung dargestellt, um zu er-

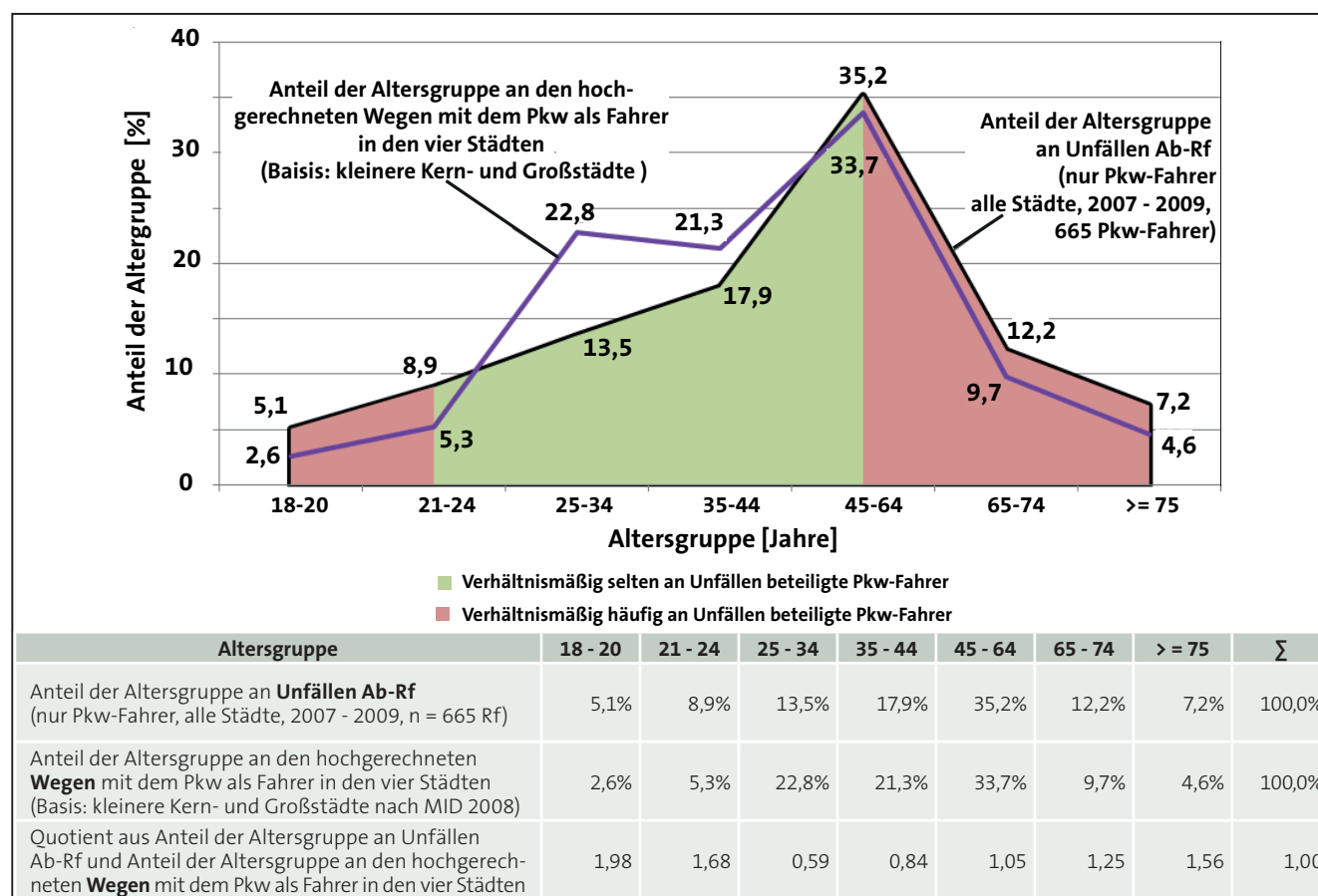


Abbildung 16:

Unfallbeteiligung von Pkw-Fahrern an Unfällen Ab-Rf nach Altersgruppen im Verhältnis zum Anteil der Wege mit dem Pkw (Anzahl der Wege auf Basis kleinerer Kern- und Großstädte)

¹³⁾ Insgesamt wurden 665 Pkw-Fahrer in die Auswertung nach Altersgruppen einbezogen. Für weitere 97 unfallbeteiligte Pkw-Fahrer liegen keine Angaben zum Alter vor. Davon sind 61 Pkw-Fahrer Unfällen Ab-Rf mit ausschließlich Sachschaden der Stadt Münster der Jahre 2007 und 2008 zuzuordnen. 33 Pkw-Fahrer waren unfallflüchtig.

mitteln, welche Altersgruppen überdurchschnittlich häufig in Unfälle Ab-Rf involviert waren. Die Ermittlung der mit dem Pkw zurückgelegten Wege und Fahrleistungen erfolgte, gemäß dem oben bereits beschriebenen Vorgehen, analog für Pkw.

Die Gegenüberstellung des Anteils der Altersgruppen am Unfallgeschehen Ab-Rf mit dem Anteil der Altersgruppen an den hochgerechnet mit dem Pkw zurückgelegten Wegen zeigt ein erhöhtes verkehrsaufkommensbezogenes Unfallrisiko der Gruppe der 18 - 20-Jährigen, der 21 - 24-Jährigen, der 45 - 64-Jährigen, der 65 - 74-Jährigen und der Altersgruppe der über 75-Jährigen (Abbildung 16). Die 18 - 20-Jährigen sind dabei etwa doppelt so häufig in Unfälle Ab-Rf involviert als sie Wege mit dem Pkw zurücklegen. Aber auch die 21 - 24-Jährigen

und die über 75-Jährigen haben sehr hohe Quotienten vorzuweisen (1,68 bzw. 1,56).

Auch für die Pkw-Fahrer wurde das fahrleistungsbezogene Unfallrisiko ermittelt. Hierbei zeigt sich ein ähnliches Bild. Jedoch relativiert sich das Unfallrisiko der 21 - 24-Jährigen aufgrund ihres hohen Anteils an der mit dem Pkw erbrachten Fahrleistung von 13,8 %. Auf der anderen Seite kann ein umso höheres fahrleistungsbezogenes Unfallrisiko bei den 18 - 20-Jährigen festgestellt werden. Während ihr Anteil an der Fahrleistung lediglich 1,6 % beträgt, ist der Anteil am Unfallgeschehen mit 5,1 % mehr als dreimal so hoch. Ebenso zeigt sich in Bezug auf die Fahrleistung ein deutlich erhöhtes Unfallrisiko bei den älteren Pkw-Fahrern. Während der Anteil an der Fahrleistung bei den 65 - 74-Jährigen bei 6,4 % bzw.

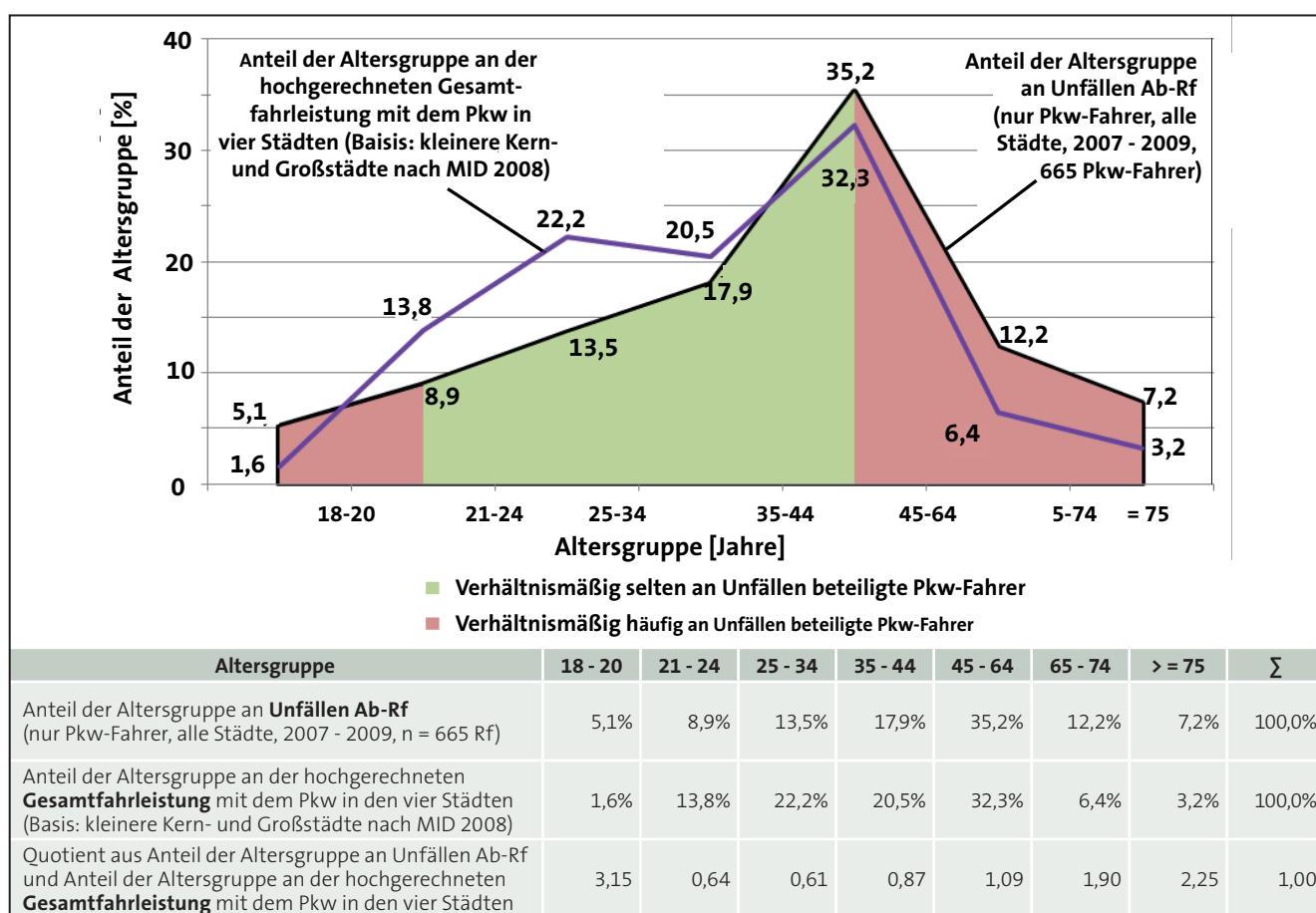


Abbildung 17:

Unfallbeteiligung von Pkw-Fahrern an Unfällen Ab-Rf nach Altersgruppen im Verhältnis zur Fahrleistung mit dem Pkw (Fahrleistungen auf Basis kleinerer Kern- und Großstädte)

bei 3,2 % bei den über 75-Jährigen liegt, beträgt ihr Anteil am Unfallgeschehen mit 12,2 % bzw. 7,2 % jeweils etwa das Doppelte (Abbildung 17).

4.2.4 Beteiligte Unfallgegner nach Unfallkategorien

Anteile unterschiedlicher Unfallgegner am Unfallgeschehen nach Unfallkategorien (2007 - 2009)

In die Auswertung der Unfallgegner (Kfz) am Unfallgeschehen nach Unfallkategorien sind 873 Unfälle Ab-Rf eingeflossen, an welchen 881 Unfallgegner beteiligt waren. Die Auswertung über alle Unfallkategorien zeigt, dass der häufigste Unfallgegner mit 86 % der Pkw ist (Abbildung 18). Weitere 11 % entfallen auf Lkw und Lieferwagen. Die verbleibenden 3 % machen Busse, Krafträder und andere Fahrzeuge aus. Die Betrachtung der Unfallkategorien zeigt, je schwerer die Unfallfolgen bei Unfällen mit Personenschaden waren, desto häufiger war auch die Beteiligung von Lkw und Lieferwagen an den Unfällen. Einschränkend ist zu sagen, dass die Anzahl der Unfälle Ab-Rf in der Unfallkategorie 1 eher klein ist.

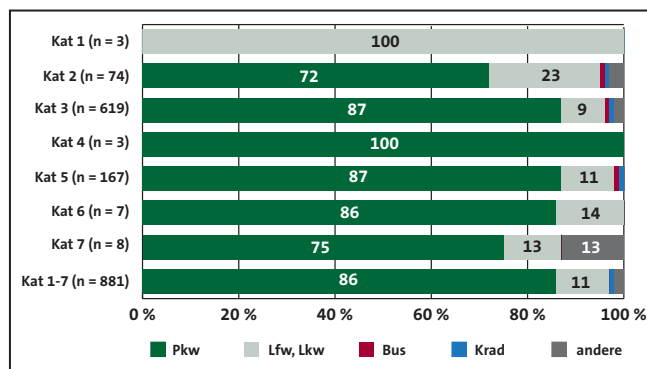


Abbildung 18:
Anteile unterschiedlicher Unfallgegner am Unfallgeschehen Ab-Rf nach Unfallkategorien¹⁴⁾ (alle Städte, 2007 - 2009)¹⁵⁾

4.2.5 Unfallschuld und Unfallursachen

4.2.5.1 Schuld der Kfz-Fahrer bei Unfällen Ab-Rf nach Städten (2007 - 2009)

Die Analyse der Unfallschuld¹⁶⁾ der Unfallgegner Kfz über alle Städte hinweg zeigt, dass zu 77 % die Alleinschuld beim Kfz-Fahrer lag (Abbildung 19). Mindestens die Hauptschuld hatten 91 % der unfallbeteiligten Kfz-Fahrer. Nur 6 % aller unfallbeteiligten Kfz-Fahrer trugen keine Schuld am Unfallgeschehen Ab-Rf. Werden nur die Unfälle mit Beteiligung von Lkw-, Lieferwagen- und Bussen betrachtet, so hatte hier der Kfz-Fahrer über alle Städte betrachtet sogar zu 93 % die Alleinschuld und zu 97 % mindestens die Hauptschuld (n = 103 Beteiligte) zu tragen.

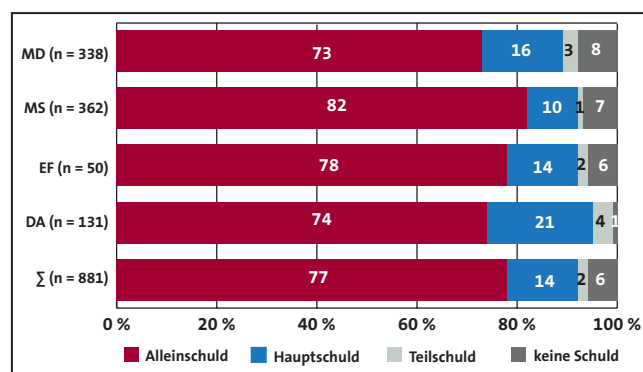


Abbildung 19:
Schuld der Kfz-Fahrer bei Unfällen Ab-Rf nach Städten (2007 - 2009)

4.2.5.2 Unfallursachen der Kfz- und der Radfahrer bei Unfällen Ab-Rf (alle Jahre)

Insgesamt hatten 823 **Kfz-Fahrer** an den Unfällen Ab-Rf über alle Städte von 2007 bis 2009 (Kapitel 4.2.5.1) mindestens eine Teilschuld. Den mindestens eine Teilschuld tragenden Kfz-Fahrern werden in der Regel mindestens eine, teilweise mehrere Unfallursachen zugeordnet, so

¹⁴⁾ Die Unfallkategorie „Kat 7“ wird ausschließlich in der Stadt Münster bei Fahrerflucht vergeben.

¹⁵⁾ Drei Unfälle sind der Unfallkategorie 4 (Unfall mit schwerem Sachschaden und Straftatbestand oder Ordnungswidrigkeitsanzeige, bei denen mindestens ein Kfz nicht mehr fahrbereit ist) zugeordnet, was bei einem Unfall mit einem Fahrrad eher nicht zu erwarten ist. Hierbei handelte es sich jeweils auch tatsächlich um Kraftfahrzeuge, welche nach dem Unfall nicht mehr fahrbereit waren. An allen drei Unfällen war jeweils nur ein Kfz beteiligt

¹⁶⁾ Basis für die Analysen sind ausschließlich die Angaben zu den Unfallursachen der Unfallbeteiligten in den polizeilichen Unfalldaten. Hierbei wird folgendes Verursacherprinzip angenommen: „Alleinschuld“= Ausschließlich Unfallursachen beim Kfz, „Hauptschuld“= Unfallursachen beim Kfz und beim Radfahrer, Kfz als „Beteiligter 1“ benannt, „Teilschuld“= Unfallursachen beim Kfz und beim Radfahrer, Radfahrer als „Beteiligter 1“ benannt, „keine Schuld“= Ausschließlich Unfallursachen beim Radfahrer.

dass insgesamt 856 Unfallursachen ausgewertet werden konnten. Zu 94,53 % war ein „Fehler beim Abbiegen“ (n = 778) mit Abstand die häufigste Unfallursache. Es folgten mit 3,16 % „andere Fehler beim Fahrzeugführer“ (n = 26) sowie mit 2,07 % „ungenügender Sicherheitsabstand“ (n = 17). Weitere 4,25 % (n = 35) entfallen auf 10 weitere Unfallursachen. Die Unfallursache „Fahren unter Einfluss von Alkohol oder Drogen“ kam insgesamt nur fünfmal vor. Das entspricht lediglich einem Anteil von 0,61 % der Kfz-Fahrer mit mindestens Teilschuld an Unfällen Ab-Rf und ist damit von nachrangiger Bedeutung.

Von den beteiligten **Radfahrern** trugen 193 mindestens eine Teilschuld. Mit 52,33 % stellte die „verbotswidrige Benutzung einer (Richtungs-)Fahrbahn oder anderer Straßenteile“ (n = 101) die häufigste Unfallursache dar. Weitere Unfallursachen waren „andere Fehler beim Fahrzeugführer“ (Radfahrer) (20,73 % n = 40), das „Missachten der Verkehrsregelung durch Polizeibeamte oder durch Lichtsignalanlagen“ (n = 22; 11,4 %), mangelnde Beleuchtung (n = 14; 7,25 %), ein „ungenügender Sicherheitsabstand“ (n = 14; 7,25 %), Alkohol- oder Drogeneinfluss (n = 13; 6,74 %), „Fehler beim Abbiegen“ (n = 11; 5,7 %) und „Fehler beim Einfahren in den fließenden Verkehr“ (vom Grundstück oder beim Anfahren) (n = 7; 3,63 %). 4,15 % entfielen auf fünf verschiedene weitere Unfallursachen. Insgesamt sind 150 von 803 Unfällen¹⁷⁾ Ab-Rf bei Dunkelheit oder Dämmerung geschehen. Die Ursache mangelnde Beleuchtung wurde hierbei in 14 Fällen eingetragen. Das entspricht einem Anteil von 9,3 %. Anders als bei den Kfz-Fahrern spielt bei den Radfahrern der Alkohol- bzw. Drogeneinfluss auf das Unfallgeschehen Ab-Rf mit knapp 7 % eine nicht unwesentliche Rolle.

Zu beachten ist, dass bei der Unfallaufnahme durch die Polizei für den zweiten Beteiligten oftmals keine Unfallursachen angegeben werden, obwohl eine Teilschuld vorliegt. Da bei den betrachteten Unfällen die Kfz-Fahrer zu 91 % mindestens die Hauptschuld an den Unfällen hatten, waren die Radfahrer in der Unfallan-

zeige häufig als zweite Beteiligte eingetragen. Daher ist über die oben gemachten Angaben zu den Unfallursachen hinaus insbesondere bei den Radfahrern mit einer gewissen Dunkelziffer und damit mit Verzerrungen bei den o. g. Prozentangaben zu rechnen. Aus diesem Grund wurden die Unfallursachen zusätzlich nochmals nur für diejenigen Pkw- und Radfahrer ermittelt, die als Hauptverursacher angegeben wurden. Demnach ist häufigste Unfallursache bei den 806 **Kfz-Fahrern mit mindestens Hauptschuld** ebenso der „Fehler beim Abbiegen“ mit 95 % (n = 766). Von nachrangiger Bedeutung sind „andere Fehler beim Fahrzeugführer“ (n = 24; 2,98 %), ein „ungenügender Sicherheitsabstand“ (n = 14; 1,74 %), das „Nichtbeachten der die Vorfahrt regelnden Verkehrszeichen“ (n = 10; 1,24 %) sowie das „Missachten der Verkehrsregelung durch Polizeibeamte oder Lichtzeichen“ (n = 9; 1,12 %). Weitere 1,86 % entfallen auf weitere 15 Unfallursachen. Fahren unter Alkohol- oder Drogeneinfluss wurde nur in fünf Fällen angegeben (0,62 %). Der Vergleich mit den Ursachen bei Kfz mit mindestens Teilschuld ergibt folglich kaum Abweichungen.

Von den 46 Unfällen Ab-Rf mit **Hauptschuld beim Radfahrer** wurden 21 Unfälle (32,31 %) durch die „verbotswidrige Benutzung einer (Richtungs-)Fahrbahn oder anderer Straßenteile“ verursacht. Weitere Unfallursachen sind mit 26,15 % (n = 17) die „Missachtung der Verkehrsregelung durch Polizeibeamte oder Lichtzeichen“, „ungenügender Sicherheitsabstand“ (n = 12; 18,46 %), „andere Fehler beim Fahrzeugführer“ (n = 11; 16,92 %) und „Fehler beim Abbiegen“ (n = 7; 10,77 %). Die verbleibenden 21,54 % (n = 14) entfallen auf weitere fünf Unfallursachen. Das Fahren unter Alkohol- oder Drogeneinfluss spielte mit vier Unfällen, d. h. 6,15 % noch immer eine nicht unwesentliche Rolle. Die Unfallursache mangelnde Beleuchtung trat in zwei Fällen auf (3 %). Der Vergleich der Unfallursachen der beteiligten Radfahrer mit mindestens Hauptschuld mit den Unfallursachen der beteiligten Radfahrer insgesamt, zeigt als Hauptunfallursachen die verbotswidrige Benutzung einer (Richtungs-)Fahrbahn oder anderer Straßenteile, die Missachtung der Verkehrsregelung durch Polizeibeamte oder Lichtzeichen sowie den ungenügenden Sicherheitsabstand.

¹⁷⁾ Für die 70 Unfälle Ab-Rf mit ausschließlich Sachschaden der Stadt Münster der Jahre 2007 und 2008 liegen keine Angaben zu den Lichtverhältnissen vor. Diese wurden entsprechend nicht in die Auswertung einbezogen, sodass sich ein Gesamtunfallkollektiv von 803 statt 873 Unfällen Ab-Rf ergibt.

4.2.6 Unfallgeschehen im Jahres-, Wochen- und Tagesverlauf

4.2.6.1 Anzahl der Unfälle Ab-Rf im Jahresverlauf nach Städten (2007 - 2009)

Die Analyse des Unfallgeschehens Ab-Rf im Jahresverlauf zeigt, dass weniger Unfälle in den Wintermonaten geschehen (Abbildung 20). Dies ist darauf zurückzuführen, dass in der Regel die Fahrradnutzung in der kälteren Jahreszeit zurückgeht. Auffällig ist das erhöhte Unfallgeschehen Ab-Rf in der Stadt Magdeburg von Mai bis Juli. Das Unfallgeschehen ist auch in den Monaten März bis April sowie August bis Oktober hoch und fällt dann zum Winter hin ab. Möglicherweise besteht hier ein Zusammenhang mit dem Fahrradtourismus, der durch die Lage an der Elbe und dem Elbe-Radweg einen hohen Stellenwert haben dürfte. Auch in Erfurt zeigt sich ein Rückgang des Unfallgeschehens Ab-Rf in den Herbst- und Wintermonaten. In Darmstadt und Münster sinkt die Anzahl der Unfälle in vergleichsweise geringem Maße. Dies kann damit zusammenhängen, dass in Münster und Darmstadt der Anteil der ganzjährig mit dem Rad fahrenden Personen größer ist als in den anderen Städten. So ist z. B. der Anteil der Studierenden¹⁸⁾ in Darmstadt und Münster

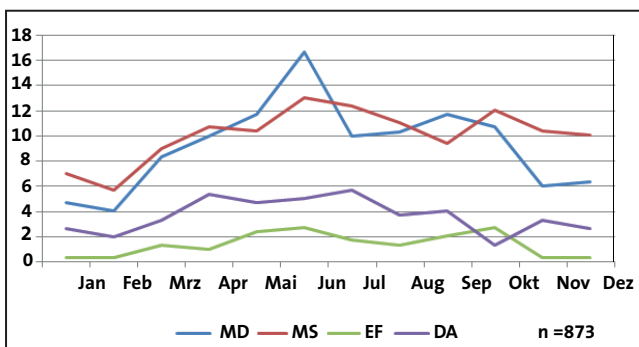


Abbildung 20:
Anzahl der Unfälle Ab-Rf im Jahresverlauf nach Städten pro Jahr (2007 - 2009)

¹⁸⁾ Die Anzahl der Studierenden in Münster beträgt allein 46.000 an der Universität und der Fachhochschule Münster (16% der Gesamtbevölkerung, sofern alle Studierenden in Münster gemeldet wären.). In Darmstadt sind dies ca. 34.000 Studierende (23,5% der Gesamtbevölkerung) an der Technische Universität Darmstadt und der Hochschule Darmstadt. In Magdeburg liegt die Anzahl der Studierenden an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg und der Hochschule Magdeburg Stendal bei etwa 14.500 Studierenden (6,2% der Gesamtbevölkerung) und in Erfurt bei etwa 10.000 Studierenden (4,9% der Gesamtbevölkerung) an der Fachhochschule Erfurt sowie der Universität Erfurt.

im Verhältnis zur Gesamtbevölkerung größer als in den anderen Städten.

4.2.6.2 Verteilung der Unfälle Ab-Rf im Wochenverlauf nach Städten (2007 - 2009)

Die Analyse des Unfallgeschehens Ab-Rf im Wochenverlauf zeigt einen starken Rückgang der Unfallzahlen an Wochenenden, was in erster Linie auf das geringere Verkehrsaufkommen im Kfz-Verkehr an Samstagen und Sonntagen zurückzuführen ist, da der Berufs- und Ausbildungsverkehr sowie der Einkaufsverkehr deutlich geringer ist als an den Werktagen. Auffällig ist der Anstieg des Unfallgeschehens in Darmstadt und Erfurt am Dienstag bzw. Mittwoch. In Magdeburg ereigneten sich hingegen die meisten Unfälle an Freitagen. Auch in Darmstadt ist hier ein erhöhtes Unfallaufkommen festzustellen. In Münster ist die Anzahl der Unfälle von Montag bis Mittwoch erhöht. Zum Wochenende nehmen die Unfallzahlen sukzessive ab (Abbildung 21).

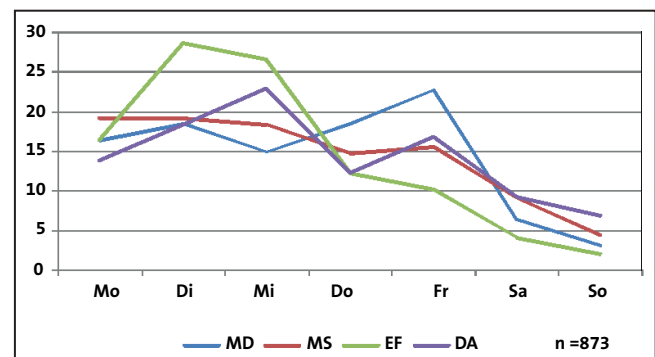


Abbildung 21:
Verteilung der Unfälle Ab-Rf nach Wochentag und Städten (2007 - 2009)

4.2.6.3 Verteilung der Unfälle Ab-Rf im Tagesverlauf nach Städten (2007 - 2009)

In Abbildung 22 ist die Verteilung des Unfallgeschehens Ab-Rf im Tagesverlauf in Relation zum Anteil der Stundengruppen am Tagesradverkehr im Radverkehr nach SrV 2008 [Ahrens 2009, Tabelle 8.1]¹⁹⁾ dargestellt. Unfäl-

¹⁹⁾ Der Anteil der Stundengruppen am Tagesradverkehr im Radverkehr wurde über alle SrV-Städte ermittelt. Einzeldaten zu den Untersuchungsstädten lagen nicht vor.

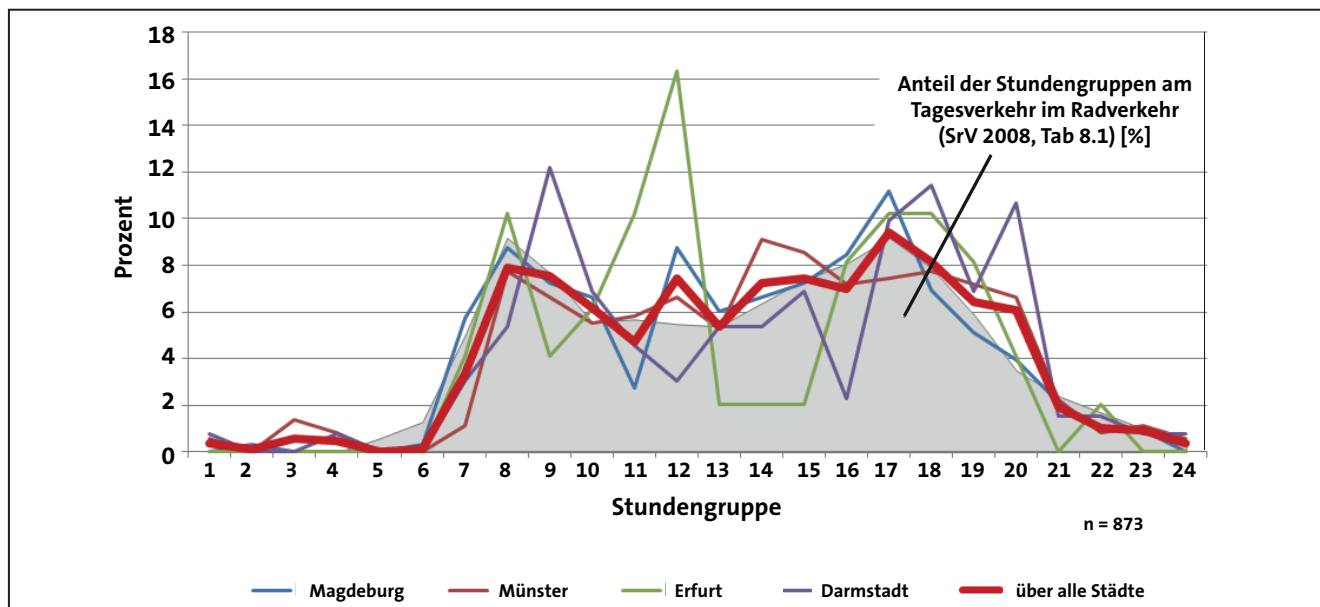


Abbildung 22:
Vergleich des Unfallgeschehens Ab-Rf nach Städten mit der SrV-Tagesganglinie im Radverkehr (Unfälle 2007-2009, Tagesganglinie im Radverkehr nach SrV 2008)

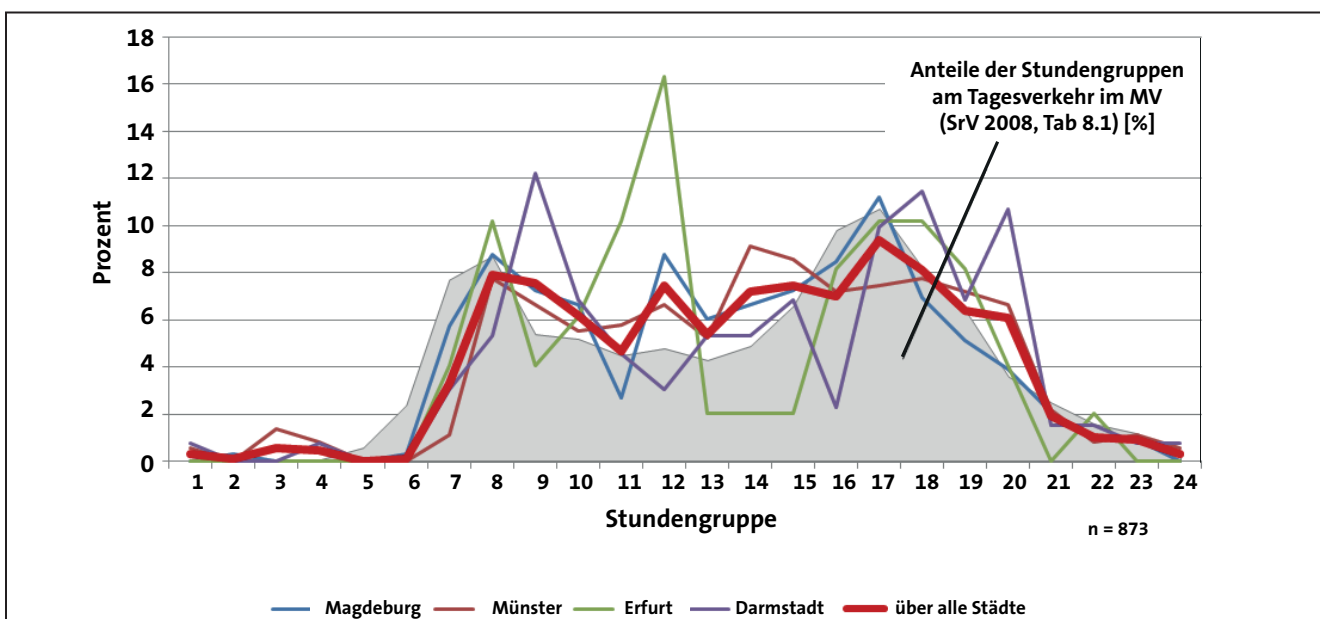


Abbildung 23:
Vergleich des Unfallgeschehens Ab-Rf nach Städten mit der SrV-Tagesganglinie im MIV (Unfälle 2007 - 2009, Tagesganglinie im MIV nach SrV 2008)

le Ab-Rf ereigneten sich demnach hauptsächlich in der Zeit von 06.00 bis 20.00 Uhr. Die Verteilung des Unfallgeschehens Ab-Rf aller Untersuchungsstädte deckt sich über den Tag betrachtet sehr gut mit der Tagesganglinie des Radverkehrs nach SrV 2008. Relativ deutliche

Abweichungen vom Tagesgang des Radverkehrs zeigt die Verteilung des Unfallgeschehens in Darmstadt und Erfurt. In Darmstadt liegt der Anteil der Unfälle Ab-Rf in den späteren Morgenstunden sowie am Abend ab 18.00 Uhr oberhalb und von 10.00 bis 17.00 Uhr unter-

halb des durchschnittlichen Tagesgangs im Radverkehr nach SrV 2008. Für die Stadt Erfurt fallen ebenso zwei stärkere Abweichungen des Unfallgeschehens vom Tagesgang des Radverkehrs auf. Dies ist jedoch sehr wahrscheinlich auf das mit 49 Unfällen Ab-Rf relativ kleine Unfallkollektiv in Erfurt zurückzuführen.

Der Vergleich der Verteilung des Unfallgeschehens Ab-Rf mit der Tagesganglinie des MIV nach SrV²⁰⁾ zeigt erneut deutliche Übereinstimmungen in den Morgen-, Abend- und Nachtstunden (Abbildung 23). Zwischen der neunten und 17-ten Stunde zeigen sich zum Teil deutliche positive sowie negative Abweichungen des Unfallgeschehens vom Tagesgang des MIV in allen Städten. Über alle Städte betrachtet sind jedoch kaum Abweichungen zu erkennen.

4.2.7 Licht- und Witterungsverhältnisse sowie Straßenzustand

4.2.7.1 Anzahl der Unfälle Ab-Rf nach Lichtverhältnissen und Städten (2007 - 2009)

Die Auswertung des Unfallgeschehens in Bezug auf die zum Unfallzeitpunkt vorherrschenden Lichtverhältnisse²¹⁾ zeigt, dass sich 81,3 % aller Unfälle Ab-Rf (653

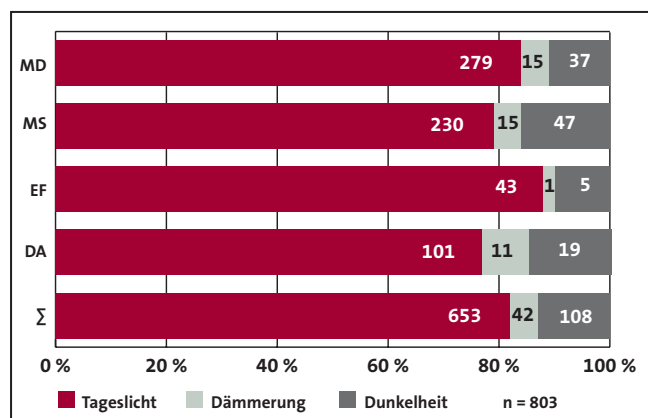


Abbildung 24:
Anzahl der Unfälle Ab-Rf nach Lichtverhältnissen und Städten (2007 - 2009)

²⁰⁾ Der Anteil der Stundengruppen am Tagesradverkehr im MIV wurde über alle SrV-Städte ermittelt. Einzeldaten zu den Untersuchungsstädten lagen nicht vor.

²¹⁾ Für die 70 Unfälle Ab-Rf mit ausschließlich Sachschaden der Stadt Münster der Jahre 2007 und 2008 liegen keine Angaben zu den Lichtverhältnissen vor. Diese wurden entsprechend nicht in die Auswertung einbezogen.

von 803 Unfällen Ab-Rf) in den Untersuchungsstädten bei Tageslicht ereigneten. Der Anteil der bei Dämmerung oder Dunkelheit geschehenen Unfälle schwankt in den verschiedenen Städten leicht. Die Ergebnisse spiegeln im Wesentlichen die Erkenntnisse der Auswertung zum Unfallgeschehen im Tagesverlauf wieder (Kapitel 4.2.6.3).

4.2.7.2 Anzahl der Unfälle Ab-Rf nach Witterungsbedingungen und Städten (2007 - 2009)

Mit knapp 80 % ereignete sich der größte Teil der Unfälle Ab-Rf bei trockener Fahrbahn. Zirka 20 % (174 Unfälle Ab-Rf) ereigneten sich bei nasser/feuchter Fahrbahn und weniger als 1 % (vier Unfälle Ab-Rf) bei Winterglätte (Abbildung 25). Die Auswertung zeigt, dass der Anteil der Unfälle Ab-Rf, die sich bei nasser/feuchter Fahrbahn ereigneten, in Münster mit knapp 29 % (103 Unfällen Ab-Rf) deutlich höher ist als in den anderen Städten. Der erhöhte Anteil in Münster kann höchstwahrscheinlich dadurch erklärt werden, dass das Fahrrad in Münster ganzjährig und auch bei ungünstigen Wetterbedingungen genutzt wird.

4.2.8 Zusammenfassung und Zwischenfazit

Im Untersuchungszeitraum von 2007 bis 2009 haben sich in den vier Untersuchungsstädten insgesamt 79.756

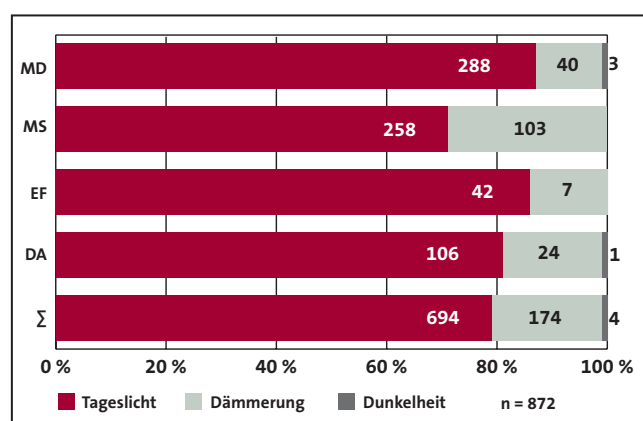


Abbildung 25:
Anzahl der Unfälle Ab-Rf nach Witterungsbedingung und Städten (2007 - 2009)²²⁾

²²⁾ In die Auswertung gingen nur 872 statt 873 Unfälle Ab-Rf ein. Für den verbleibenden Einzelfall lag keine Information zum Straßenzustand vor.

Unfälle ereignet, davon waren 6.277 Unfälle mit Beteiligung von Radfahrern. 873 Unfälle ereigneten sich zwischen geradeausfahrenden Radfahrern und rechts- oder linksabbiegenden Kfz.

Obwohl Unfälle Ab-Rf insgesamt betrachtet ein verhältnismäßig seltenes Ereignis sind, sind die Unfälle oft folgenschwer. So ist das Risiko eines Personenschadens bei Unfällen Ab-Rf sechsmal höher als im gesamten Unfallgeschehen. Personenschaden ist bei Unfällen Ab-Rf nochmal 10 % häufiger als generell bei Radverkehrsunfällen. Unfälle Ab-Rf mit Personenschaden entsprechen dabei 36 % aller Abbiegeunfälle mit Personenschaden, 15 % der Radverkehrsunfälle mit Personenschaden sowie 7 % aller Unfälle mit Personenschaden.

Die meisten Unfälle Ab-Rf ereigneten sich im Untersuchungszeitraum von 2007 bis 2009 in Münster (362), gefolgt von Magdeburg (331), Darmstadt (131) und Erfurt (49). Die Unfallkosten stehen im Städtevergleich dabei in etwa in gleichem Verhältnis. Die meisten Unfälle Ab-Rf bezogen auf die Anzahl der Einwohner ereigneten sich mit 1,43 Unfällen Ab-Rf je 1.000 Einwohnern in drei Jahren in Magdeburg, gefolgt von Münster (1,31), Darmstadt (0,91) und Erfurt (0,25).

Mit knapp 71 % entfällt der größte Anteil der Unfälle Ab-Rf auf die Unfallkategorie 3, aufgrund der schwereren Unfallfolgen (höhere Unfallkostensätze) verursachen jedoch Unfälle der Unfallkategorie 2 die höchsten Unfallkosten bei Unfällen U Ab-Rf (ca. 51 % der Gesamtunfallkosten Ab-Rf).

Über alle Städte betrachtet zeigt sich, dass Unfälle mit rechtsabbiegenden Fahrzeugen etwa zwei Drittel des Unfallgeschehens bei Unfällen Ab-Rf ausmachen. Unfälle mit linksabbiegenden Fahrzeugen sind dabei mit durchschnittlichen Unfallkosten in Höhe von 20.296 € schwerer als Rechtsabbiegeunfälle mit durchschnittlich 18.122 €.

Die Analyse demographischer Merkmale der Unfallbeteiligten bei Unfällen Ab-Rf zeigte, dass das fahrleistungsbezogene Unfallrisiko von männlichen und weiblichen Radfahrern sich nur geringfügig voneinander unterschei-

det. Bei den beteiligten Kfz-Fahrern ist das fahrleistungsbezogene Unfallrisiko von Frauen etwas höher als das der Männer. Ein erhöhtes fahrleistungsbezogenes Unfallrisiko zeigten ebenso Radfahrer im Alter von 11 - 34 Jahren. Besonders ausgeprägt ist das fahrleistungsbezogene Unfallrisiko dabei in der Gruppe der 21 - 34-Jährigen. Bei den Kfz-Fahrern tragen die Altersklassen der 18 - 20-Jährigen und ab 45 Jahren ein erhöhtes fahrleistungsbezogenes Unfallrisiko. Besonders gefährdet sind die 18 - 20-Jährigen, die 65 - 74-Jährigen und die > 75-Jährigen.

Der Kfz-Fahrer ist zu 91 % der Hauptverursacher eines Unfalls Ab-Rf und zu 77 % ist der Kfz-Fahrer Alleinverursacher. Der häufigste Unfallgegner bei Unfällen Ab-Rf ist mit 86 % der Pkw. Weitere 11 % entfallen auf Lkw und Lieferwagen. Dieses entspricht dabei der Verteilung der Kfz-Typen bei der Verkehrszählung und Verhaltensbeobachtung (Kapitel 5 und 6). Unfälle sind jedoch schwerer, wenn der Unfallgegner ein Lkw oder Lieferwagen ist.

Bei den Kfz mit mindestens Teilschuld wurde in der überwiegenden Zahl der Unfälle Ab-Rf die Unfallursache „Fehler beim Abbiegen“ angegeben (95 %). „Fahren unter Alkohol- oder Drogeneinfluss“ spielt mit 0,6 % eine eher untergeordnete Rolle.

Als häufigste Unfallursachen bei den beteiligten Radfahrern konnten die „verbotswidrige Benutzung einer (Richtungs-) Fahrbahn oder anderer Straßenteile“ (u. a. illegales Linksfahren, Nutzung des Gehwegs o. ä.), „andere Fehler beim Fahrzeugführer“ (Radfahrer) und die „Missachtung der Verkehrsregelung durch Polizeibeamte oder an Lichtsignalanlagen“ festgestellt werden. Mangelnde Beleuchtung wurde in etwa 7 % der Unfälle mit mindestens Teilschuld des Radfahrers angegeben. Das entspricht jedoch nur ca. 9 % aller Unfälle, die sich bei Dunkelheit oder Dämmerung ereigneten. Fahren unter Alkohol- oder Drogeneinfluss machen bei unfallbeteiligten Radfahrern knapp 7 % aus.

Über alle Städte betrachtet, decken sich die Unfallzeitpunkte und Unfallumstände (Witterung und Lichtverhältnisse) im Wesentlichen mit den charakteristischen Ganglinien im Rad- und Kfz-Verkehr.

5 Einfluss der Infrastruktur auf das Unfall- und Konfliktgeschehen

Als Leitfaden für die infrastrukturbezogene makro- und mikroskopische Unfallanalyse wurde erneut das in Kapitel 2.3 erläuterte Wirkmodell herangezogen. Die makroskopische Untersuchung fokussiert, wie bereits einleitend in Kapitel 4 beschrieben, den Einflussfaktor „Verkehrssituation“ (Kapitel 4, Abbildung 1). Dieses wird nun im Rahmen der infrastrukturbezogenen makroskopischen Unfallanalyse durch die Ermittlung von Unfallkennziffern vertieft (Kapitel 5.2). Weiterhin wird der Einflussfaktor „Infrastruktur“ auf das Unfallgeschehen durch die infrastrukturbezogene Unfallanalyse auf Clusterebene untersucht.

Im Zentrum der infrastrukturbezogenen mikroskopischen Unfalluntersuchung steht das Weiteren der Einflussfaktor „Verhalten/Regelverstöße“. Dieses wurde aus den Unfallhergangsbeschreibungen und -skizzen der mikroskopisch zu untersuchenden Knotenpunktarme herausgearbeitet (Kapitel 5.3). Hierbei wird ebenso ein Bezug zur Infrastruktur hergestellt. Die Analysen werden durch Auswertungen zu infrastrukturellen und betrieb-

lichen Besonderheiten an den mikroskopisch zu untersuchenden Knotenpunktarmen ergänzt.

5.1 Fahrtrichtung und Flächennutzung der Radfahrer

In Vorbereitung für die Ermittlung von Unfallraten und Unfallkostenraten im Rahmen der makroskopischen Unfallanalyse wurden an 318 KPA mit Unfällen Ab-Rf Verkehrszählungen durchgeführt (Kapitel 3.4.4). Die Ergebnisse der Verkehrszählungen an diesen KPA wurden darüber hinaus auch nach Fahrtrichtung und Flächennutzung der Radfahrer ausgewertet. Im Folgenden werden hierzu ausgewählte Ergebnisse dargestellt, weitere detailliertere Diagramme befinden sich im Anhang C.²³⁾

5.1.1 Flächennutzung der Radfahrer

Besonders hohe prozentuale Abweichungen von der planerisch vorgesehenen Flächennutzung weisen KPA mit Radverkehrsführung im Mischverkehr auf (44 % an KPA mit LSA und 28 % an KPA ohne LSA), aber auch an KPA ohne LSA mit Radwegen ohne Furtmarkierung wurde zu 27 % nicht der Radweg genutzt (Abbildung 26).

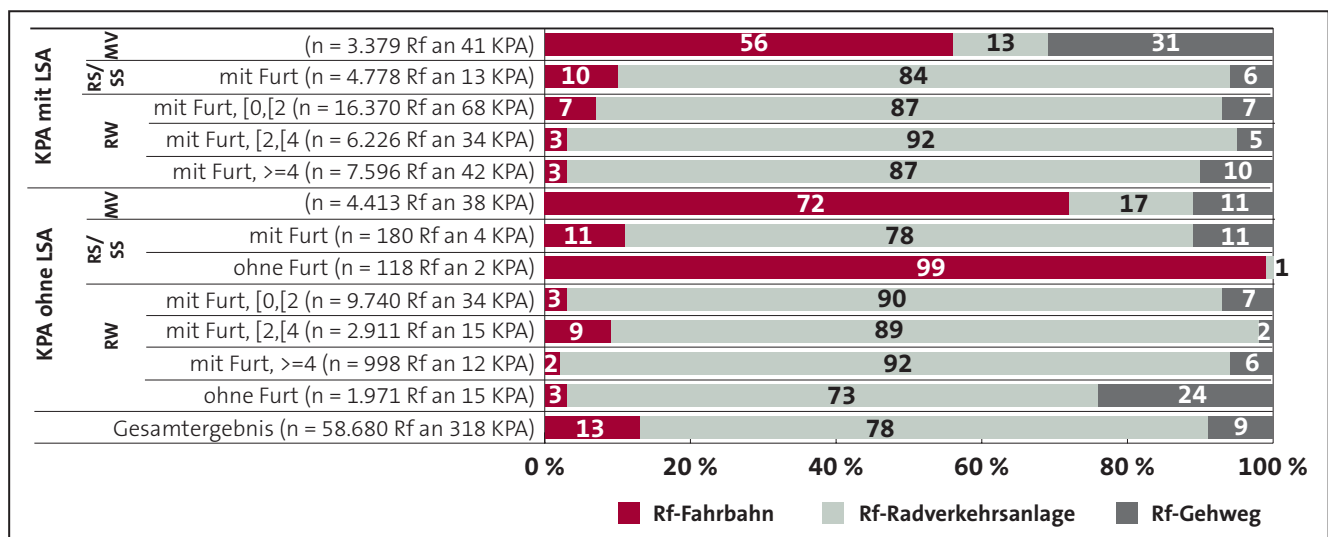


Abbildung 26:
Flächennutzung der Radfahrer bei den Verkehrserhebungen an 318 KPA mit Unfällen Ab-Rf (beide Fahrtrichtungen, ohne Unterscheidung der Furtausführung)

²³⁾ Da im Rahmen der Verkehrszählung keine wesentlichen Unterschiede für die Flächennutzung und das Linksfahren zwischen KPA mit Rechtsabbiegeunfällen und KPA mit Linksabbiegeunfällen festgestellt wurden, wird ferner auf die getrennte Ausweisung dieser verzichtet.

Die Flächennutzung der Radfahrer unterscheidet sich dabei wesentlich je nach Fahrtrichtung der Radfahrer. So ist festzustellen, dass vor allem beim Linksfahren die Radfahrer besonders häufig den Gehweg bzw. die Fußgängerfurt benutzen. Der Anteil der Nutzung des Gehwegs bzw. der Fußgängerfurt ist beim Radfahren in Gegenrichtung bei fast allen Clustern²⁴⁾ zwischen neun und 40 Prozentpunkte höher als beim Radfahren in Fahrtrichtung (Anhang C.2). Insbesondere gilt dies für die Führung des Radverkehrs im Mischverkehr an KPA mit LSA (51 % Gehwegnutzung beim Linksfahren), auf Radfahrstreifen (43 % an KPA mit LSA und 47 % an KPA ohne LSA mit Furtmarkierung), an gering abgesetzten Radwegfurten (25 % an KPA mit LSA und 32 % an KPA ohne LSA) sowie an KPA ohne LSA mit Radwegen ohne Furtmarkierung (43 %) (Anhang C.2.3).

5.1.2 Fahrtrichtung der Radfahrer

Im Durchschnitt über alle Cluster betrug der Linksfahreranteil der Radfahrer bei der Verkehrserhebung an

den 318 untersuchten KPA 15 % (Abbildung 27). Einen besonders hohen Anteil an Radfahrern in Gegenrichtung haben KPA mit Radverkehrsführung im Mischverkehr aufzuweisen (29 % an KPA mit LSA und 26 % an KPA ohne LSA). Beim Linksfahren im Mischverkehr wurde dabei besonders häufig der Seitenraum (Gehweg oder „Radweg“²⁵⁾) genutzt. So wurde an KPA mit LSA und Radverkehrsführung im Mischverkehr beim Linksfahren zu 64 % und an KPA ohne LSA zu 33 % der Seitenraum genutzt (Anhang C.2.3).

Eher geringe Linksfahreranteile haben KPA mit Radfahr- bzw. Schutzstreifen sowie KPA mit gering abgesetzten Radwegfurten zu verzeichnen. An KPA mit Radwegen und roter Furtmarkierung wird dabei tendenziell häufiger in Gegenrichtung gefahren als bei Radwegen mit Strichmarkierung (Anhang C.1). Hierbei handelt es sich in der Regel nicht um Zweirichtungsradwege, denn von 11 im Rahmen der Verkehrszählung erhobenen Zweirichtungsradwegen hatte nur einer²⁶⁾ eine rotmarkierte Furt aufzuweisen.

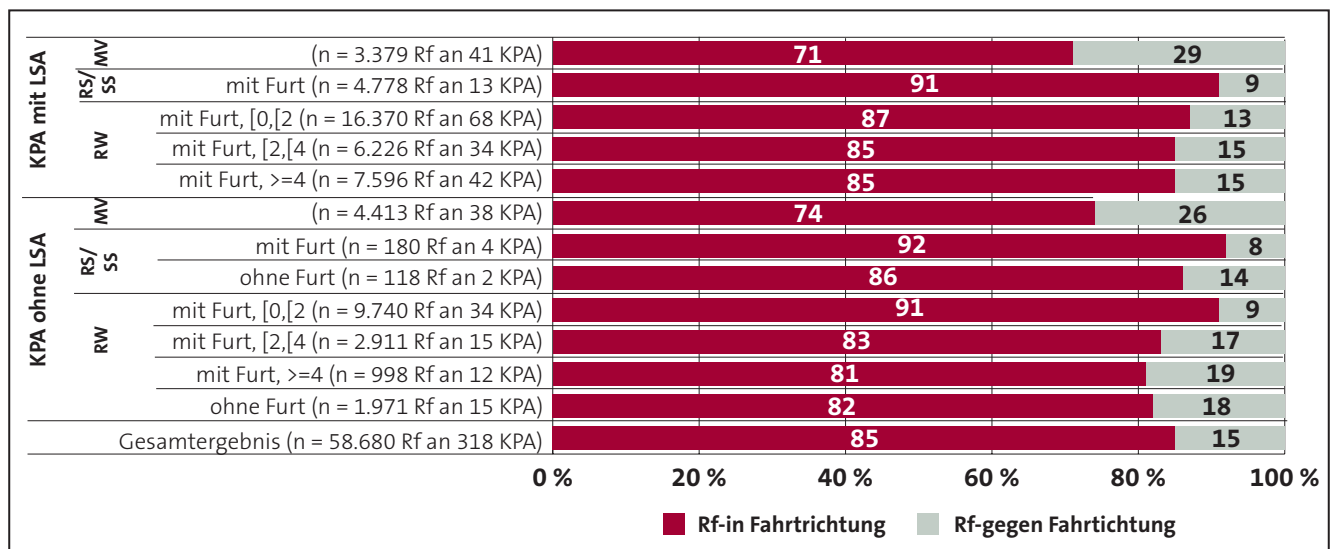


Abbildung 27:
Fahrtrichtung der Radfahrer bei den Verkehrserhebungen an 318 KPA mit Unfällen Ab-Rf (ohne Unterscheidung der Furtausführung)

²⁴⁾ Die Ausnahme bildet das Cluster KPA ohne LSA mit Radfahr- bzw. Schutzstreifen ohne Furtmarkierung.

²⁵⁾ Die Zählenden weisen auch Werte für die Nutzung von Radverkehrsanlagen an KPA mit MV aus. Dieses resultiert daraus, dass es u.a. KPA mit MV gibt, die aber trotzdem eine gegebenenfalls nicht benutzungspflichtige Radverkehrsfurt zur Querung besitzen. Teilweise wurden bei den Zählungen aber auch Fußgängerfurten als Radverkehrsanlagen interpretiert.

²⁶⁾ Dieser ist dem Cluster „KPA ohne LSA, Radweg, mit Furt, >= 4, rot markierte Furt“ zugeordnet.

5.2 Infrastrukturbezogene makroskopische Unfallanalyse

5.2.1 Datenverfügbarkeit und Konsistenz der Daten

Von den 1.241 Unfällen Ab-Rf (alle Jahre) bzw. 873 Unfällen Ab-Rf (2007 - bis 2009), die in die makroskopische Unfalluntersuchung eingeflossen sind, konnte aufgrund verschiedener Randbedingungen nur ein Teil der Unfälle in die infrastrukturbezogene makroskopische Unfallanalyse einbezogen werden. Tabelle 11 gibt einen Überblick über die Knotenpunktarme, die nicht in die infrastrukturbezogene makroskopische Unfallanalyse eingeflossen sind und benennt die Gründe. Das verbleibende Unfallkollektiv umfasst somit 595 Unfälle Ab-Rf in den Jahren 2007 bis 2009 bzw. 849 Unfälle Ab-Rf für den maximal verfügbaren Unfallzeitraum.

Die infrastrukturbezogene makroskopische Unfallanalyse erfolgt getrennt für Rechts- und Linksabbiegeun-

fälle auf Basis einer Bewertung der Unfallkennziffern Unfalldichte (UD), Unfallkostendichte (UKD), Unfallrate (UR), Unfallkostenrate (UKR), Unfallquote (UQ) und Unfallkostenquote (UKQ). Dabei werden die clusterbezogenen gemittelten Ergebnisse jeweils einander gegenübergestellt. Zur Ermittlung der Unfallraten und Unfallkostenraten wurden im Rahmen des Projektes entsprechende Verkehrsstärken für die abbiegenden Kfz sowie für die geradeausfahrenden Radfahrer erhoben (Kapitel 3.4 und 5.1). Die insgesamt 595 Unfälle Ab-Rf verteilen sich auf 429 Knotenpunktarme. Dabei sind 371 U Ab-Rf Rechtsabbiegeunfälle (RA-U) an insgesamt 271 Knotenpunktarmen und 216 U Ab-Rf Linksabbiegeunfälle (LA-U) an 182 Knotenpunktarmen²⁷⁾.

Unfalldichten, Unfallkostendichten, Unfallquoten und Unfallkostenquoten konnten für bzw. über jeweils alle Knotenpunktarme ermittelt werden. Unfallraten und Unfallkostenraten konnten nur für die 350 KPA ermittelt werden, für die die Verkehrsstärken erhoben wurden (Kapitel 3.4.4).

Tabelle 11:
In der infrastrukturbezogenen makroskopischen Unfallanalyse nicht berücksichtigte KPA

nicht berücksichtigte Unfälle Ab-Rf	Erläuterung	Anzahl nicht berücksichtigt Unfälle Ab-Rf	
		alle Jahre (Basis: 1.241)	2007 - 2009 (Basis: 873)
Unfälle Ab-Rf, die nicht eindeutig einem Knotenpunktarm zugeordnet werden konnten	z.B. widersprüchliche Angaben in Unfalldatensatz und Unfallhergangsbeschreibung	52	50
Unfälle Ab-Rf an Kreisverkehren	spezielle entwurfstechnische Rahmenbedingungen	32	26
Unfälle Ab-Rf an Grundstückszufahrten	spezielle entwurfstechnische Rahmenbedingungen	126	90
Irrelevante Knotenpunktarme	z.B. Kfz biegt rechts ab, obwohl dies verboten ist (Einfahrtsverbot)	12	5
KPA, bei denen die Führungsform unklar war	z.B. durch Baumkrone im Luftbild verdeckt	14	8
KPA, bei denen die Furtabsetzung unklar war	z.B. durch Baumkrone im Luftbild verdeckt	14	10
KPA, bei denen die Furtausführung unklar war oder irrelevant ist	z.B. durch Baumkrone im Luftbild verdeckt; irrelevant: „Aufpflasterungen“	23	12
KPA mit 2 Führungsformen	z.B. Radweg im Seitenraum und Schutzstreifen auf der Fahrbahn	38	25
freie Rechtsabbiegefahrbahn	erhöhtes Unfallrisiko bereits nachgewiesen	30	16
signalisierte Führung des Rechtsabbiegers mit Dreiecksinsel	spezielle entwurfstechnische Rahmenbedingungen	17	10
KPA mit LSA und Radweg/Radfahr/Schutzstreifen ohne Furtmarkierung	nicht ERA-konform	34	26
Σ nicht berücksichtigter Unfälle Ab-Rf	Wegfall aufgrund o.g. Randbedingungen	392	278
Verbleibendes Unfallkollektiv	Basis für infrastrukturbezogene Analysen	849	595

²⁷⁾ Acht Unfälle konnten auf Basis der makroskopischen Daten nicht eindeutig als Rechts- oder Linksabbiegeunfall eingeordnet werden (z.B. Unfalltyp 290 - sonstiger Abbiegeunfall).

Innerhalb der Cluster weisen die einzelnen KPA zum Teil **sehr heterogene Unfallkennziffern** auf, die Mittelwerte der Unfallkennwerte über alle KPA des Clusters ermöglichen jedoch eine Bewertung des Verkehrssicherheitsniveaus der einzelnen Cluster.

Für einige **schwach besetzte Cluster** ist keine Interpretation der Unfallkennziffern möglich, da zur Mittelwertbildung nicht ausreichend Daten vorlagen. Für die Cluster, für die nicht mindestens Daten von drei KPA vorlagen, wurde daher die entsprechende Unfallkennziffer nicht berücksichtigt. Die vollständige Tabelle, inklusive der mittleren Unfallkennziffern für zu gering besetzte Cluster, befindet sich im Anhang D.

Der Einfluss der **Furtausführung** (Strich- oder Rotmarkierung) ist auf Basis der verfügbaren Unfallkennwerte nicht eindeutig bewertbar, denn für die Furtausführung ergibt sich insgesamt betrachtet kein homogenes Ergebnis. In Bezug auf Unfallraten und Unfallkostenraten schneiden bei Rechtsabbiegeunfällen KPA mit rot markierter Furt in der Tendenz jedoch eher schlechter ab als KPA mit strichmarkierter Furt. Die Betrachtung der Unfallquoten und Unfallkostenquoten an KPA ohne LSA zeigt hingegen bessere Werte für KPA mit Rotmarkierung als für KPA mit Strichmarkierung. Für einige Cluster sind hierzu gar keine Aussagen möglich, da hierfür zu wenige Daten vorliegen. Problematisch ist in diesem Zusammenhang, dass auf Basis der vorliegenden Unfall- und Infrastrukturdaten nicht zweifelsfrei geklärt werden kann, ob die Rotmarkierung tendenziell schlechtere Kennziffern aufweist weil sie tatsächlich weniger verkehrssicher ist oder ob die Rotmarkierung am KPA aufgebracht wurde (gegebenenfalls sogar nachträglich), weil der KPA generell eher verkehrsun-sicher ist (gegebenenfalls aus anderen Gründen). Im Rahmen der Unfallanalysen ist somit der Einfluss der Rotmarkierung nicht zweifelsfrei zu bewerten²⁸⁾. Ein weiteres Problem der Unterscheidung der Furtausführung bei der Clusterung ist es, dass hierdurch die An-

zahl der Cluster sehr hoch ist und diese entsprechend jeweils mit weniger KPA mit auswertbaren Daten besetzt sind. Aus den genannten Gründen erfolgt die Bewertung der Unfallkennziffern im Folgenden ohne die Unterscheidung der Furtausführung. Weitere Tabellen der Unfallkennziffern mit Unterscheidung der Furtausführung befinden sich im Anhang D.

5.2.2 Rechts- und Linksabbiegeunfälle Ab-Rf nach Clustern

Abbildung 28 gibt einen Überblick über die Verteilung der Unfälle Ab-Rf auf Rechts- und Linksabbiegeunfälle nach Clustern. Insgesamt sind mit 63 % knapp zwei Drittel aller Unfälle Ab-Rf Rechtsabbiegeunfälle und mit 37 % gut ein Drittel Linksabbiegeunfälle. Besonders auffällig ist dagegen der sehr hohe Anteil der Linksabbiegeunfälle an KPA mit Radverkehrsführung im Mischverkehr. Dieser beträgt 56 % bei signalisierten KPA und 68 % bei nicht signalisierten KPA (weiterführend Kapitel 5.2.4). Weiterhin fällt auf, dass insbesondere an KPA mit LSA und Radfahrstreifen, sowie an KPA mit LSA und Radwegen bei geringer bzw. mittlerer Furtabsetzung der Anteil der Linksabbiegeunfälle deutlich geringer ist als im Durchschnitt über alle Cluster. An den vergleichbaren KPA ohne LSA ist dieses dagegen nicht der Fall. Der geringe Anteil der Linksabbiegeunfällen an KPA ohne LSA und Radwegen mit großer Furtabsetzung ist aufgrund der relativ geringen Fallzahlen jedoch gegebenenfalls nicht repräsentativ.

5.2.3 Unfallkennziffern für Rechtsabbiegeunfälle Ab-Rf

Tabelle 12 gibt einen Überblick über die für Rechtsabbiegeunfälle Ab-Rf ermittelten Unfallkennziffern der einzelnen Cluster ohne Unterscheidung der Furtausführung. Besonders auffällig in Bezug auf die Unfallkennziffern zeigen sich dabei die Cluster:

- KPA mit LSA und mittlerer Furtabsetzung zwischen 2 und < 4 m
- KPA ohne LSA und weiter Furtabsetzung > 4 m und
- KPA mit LSA und Radfahr-/ Schutzstreifen.

²⁸⁾ Im Rahmen der Verhaltensbeobachtung konnte jedoch ein Einfluss der Rotmarkierung auf das Sicherungsverhalten der Kfz-Fahrer und der Radfahrer festgestellt werden (Kapitel 5.5).

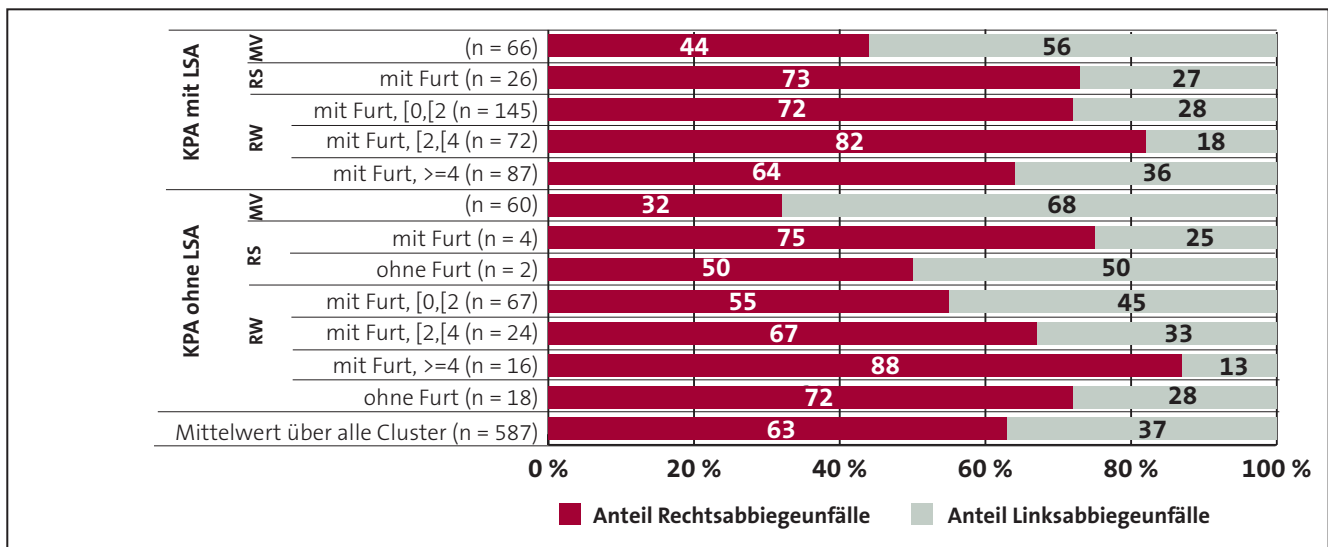


Abbildung 28:
Verteilung der Unfälle Ab-Rf auf Rechts- und Linksabbiegeunfälle nach Clustern (2007 - 2009)

Tabelle 12:
Unfallkennziffern für Rechtsabbiegeunfälle Ab-Rf nach Clustern (2007 - 2009)²⁹⁾

LSA	Cluster		Anzahl RA-U Ab-Rf gesamt	Unfalldichte		Unfallkostendichte		Unfallrate						Unfallkostenrate						Unfall(kosten)quoten					
	Führungs- form	Furtabsetzung		UDichte	Anzahl KPA	UKD	Anzahl KPA	UR (RF)	Anzahl KPA	UR (ra Kfz)	Anzahl KPA	UR (RI x ra Kfz)	Anzahl KPA	UKR (RI)	Anzahl KPA	UKR (ra Kfz)	Anzahl KPA	UK (RI x ra Kfz)	Anzahl KPA	Unfallquote	Anzahl KPA mit RA-U Ab-Rf	Unfallkosten- quote	Anzahl KPA mit RA-U Ab-Rf	Anzahl KPA Bestands- aufnahme	
mit LSA	MV		29	0,4	26	7,4	26	2,6	16	0,6	16	9,3	16	56,1	16	22,1	16	349,5	16	15,3	26	314,8	26	609	
	RS	mit Furt,	19	0,6	10	13,4	10	1,5	10	1,3	10	6,5	10	28,9	10	29,4	10	95,9	10	150,8	10	3183,3	10	42	
	RW	mit Furt, [0,2	105	0,5	76	8,2	76	1,5	54	2,5	54	9,9	53	20,5	54	35,4	54	130,0	53	117,6	76	2112,0	76	292	
		mit Furt, [2,4	59	0,6	34	16,8	34	3,0	27	2,1	27	12,8	27	93,8	27	79,0	27	424,6	27	108,6	34	3203,2	34	178	
		mit Furt, >=4	56	0,5	39	7,3	39	2,2	25	0,9	25	10,9	25	26,5	25	11,7	25	120,9	25	81,9	39	1247,5	39	228	
ohne LSA	MV		19	0,3	19	6,7	19	1,6	13	1,6	13	21,0	13	21,0	13	45,8	13	286,0	13	2,3	19	46,3	19	2735	
	RS	mit Furt,	3	0,3	3	3,0	3	3,3	2		2		2		2		2		2	15,2	3	137,9	3	66	
		ohne Furt,	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	23	
	RW	mit Furt, [0,2	37	0,5	26	5,9	26	1,3	22	4,1	23	22,5	22	15,0	22	39,8	23	215,7	22	34,4	26	444,4	26	339	
		mit Furt, [2,4	16	0,4	14	8,6	14	1,4	11	2,4	11	14,1	11	26,9	11	82,4	11	300,3	11	29,6	14	672,2	14	180	
mit Furt, >=4		14	0,4	11	4,3	11	6,5	11	23,6	10	89,7	10	70,0	11	219,3	10	89,7	10	71,8	11	727,2	11	65		
Gewichtetes Gesamtergebnis			371	0,5	271	8,5	271	2,1	203	2,7	203	16,2	201	35,9	203	45,3	203	255,9	201	24,5	271	462,5	271	4974	
Mittelwert über die Cluster			30,9	0,4	22,6	7,8	22,6	2,4	16,9	4,1	16,9	21,1	16,8	38,0	16,9	59,2	16,9	297,8	16,8	58,9	22,6	1118,0	22,6	414,5	

Das unfallauffälligste Cluster stellen die **KPA mit LSA und mittlerer Furtabsetzung zwischen 2 und < 4 m** dar. Dabei handelt es sich mit insgesamt 178 KPA in der Gesamtbestandsaufnahme der Infrastrukturen um eine verhältnismäßig häufig im Radhaupttrouten- sowie innerstädtischen Hauptverkehrsstraßennetz der Untersuchungstädte vorhandene Führungsform des Radverkehrs. Dieses Cluster weist hohe Unfallzahlen, Unfalldichten und Unfallquoten auf und ist durch ein hohes, auf die Radverkehrsstärke bezogenes, Unfallrisiko gekennzeichnet (hohe auf die Verkehrsstärke der geradeausfahrenden Radfahrer bezogene Unfallrate). Ebenso hat dieses Cluster hohe Unfallkostenraten bezogen auf

die Radverkehrsstärke, die Verkehrsstärke der rechtsabbiegenden Kfz sowie bezogen auf das Produkt beider Verkehrsstärken zu verzeichnen.

Weiterhin unfallauffällig ist das Cluster KPA ohne LSA und weiter Furtabsetzung ≥ 4 m, welches mit 65 KPA im Rahmen der Bestandsaufnahme der Infrastruktur eine vergleichsweise seltene Führungsform ist. Die KPA dieses Cluster weisen insgesamt eher geringe Unfallzahlen, Unfalldichten und Unfallkostendichten auf, zeigen aber für

²⁹⁾ Abkürzungen und Einheiten siehe Anlage D.1.



Abbildung 29:
Radweg mit Lichtsignalanlage und mittlerer Furtabsetzung zwischen 2 und < 4 m

Rechtsabbiegeunfälle das höchste Unfallrisiko für Radfahrer und rechtsabbiegende abbiegende Kfz (höchste Unfallraten). Auch die ermittelten Unfallkostenraten sind insgesamt am höchsten.



Abbildung 30:
Radweg ohne Lichtsignalanlage mit weiter Furtabsetzung ≥ 4 m

KPA mit LSA und Radfahr- bzw. Schutzstreifen zeigen ebenso auffällige Unfallkennwerte. So weist dieses Cluster sehr hohe Unfallquoten und Unfallkostenquoten auf, d. h. es handelt sich gemäß Bestandsaufnahme der Radverkehrsinfrastruktur in den Städten mit 42 KPA um eine eher seltene Führungsform, bei hierzu unverhältnismäßig hohen Unfallzahlen und Unfallkosten in Bezug auf Rechtsabbiegeunfälle. Dieses spiegelt sich entsprechend ebenso in hohen Unfalldichten und Unfallkostendichten



Abbildung 31:
Knotenpunktarm mit Lichtsignalanlage und Radfahrstreifen

wider. Im Gegensatz dazu ist das Unfallrisiko für Radfahrer und rechtsabbiegende Kfz jedoch sehr gering (sehr niedrige Unfallraten). Auch die entsprechenden Unfallkostenraten sind sehr niedrig.

5.2.4 Unfallkennziffern für Linksabbiegeunfälle Ab-Rf

In Tabelle 13 sind die Unfallkennziffern für Linksabbiegeunfälle Ab-Rf der einzelnen Cluster ohne Unterscheidung der Furtausführung zusammengestellt. Besonders auffällig in Bezug auf die Unfallkennziffern zeigen sich dabei die Cluster:

- KPA ohne LSA und Mischverkehr und
- KPA mit LSA und Radfahr-/ Schutzstreifen.

Die bezüglich der Unfallkennziffern besonders auffällige Führungsform bei Linksabbiegeunfällen sind **KPA ohne LSA mit Radverkehrsführung im Mischverkehr**. Aufgrund des extrem häufigen Vorkommens dieser Führungsform in den Untersuchungsstädten (2.735 KPA) weist diese Führungsform die mit Abstand geringste Unfallquote und Unfallkostenquote auf, obwohl dieses Cluster die meisten Linksabbiegeunfälle Ab-Rf zu verzeichnen hat. Außerdem ist dieses Cluster durch eine sehr geringe Unfalldichte und Unfallkostendichte gekennzeichnet. Unfälle an KPA dieser Führungsform stellen demnach ein eher seltenes Ereignis dar. Im Gegensatz dazu weist dieses Cluster für Linksabbiegeunfälle jedoch das mit Abstand höchste Unfallrisiko

Tabelle 13:
Unfallkennziffern für Linksabbiegeunfälle Ab-Rf nach Clustern (2007 - 2009)³⁰⁾

LSA	Cluster		Anzahl LA-U Ab-Rf gesamt	Unfalldichte		Unfallkostendichte		Unfallrate					Unfallkostenrate					Unfall(kosten)quoten						
	Führungs- form	Furtabsetzung		U-Dichte	Anzahl KPA	UKD	Anzahl KPA	UR (Rf)	Anzahl KPA	UR (la Kfz)	Anzahl KPA	UR (Rf x la Kfz)	Anzahl KPA	UKR (Rf)	Anzahl KPA	UKR (la Kfz)	Anzahl KPA	UK (Rf x la Kfz)	Anzahl KPA	Unfallquote	Anzahl KPA mit LA-U Ab-Rf	Unfallkosten- quote	Anzahl KPA mit LA-U Ab-Rf	Anzahl KPA Bestands- aufnahme
mit LSA	MV		37	0,4	34	8,6	34	4,0	28	1,5	28	21,0	28	90,9	28	29,6	28	468,5	28	20,3	34	480,6	34	609
	RS	mit Furt.	7	0,5	5	18,4	5	1,2	5	0,6	5	5,0	5	51,8	5	28,4	5	231,7	5	55,6	5	2188,1	5	42
	RW	mit Furt. [0,2]	40	0,4	35	5,9	35	0,7	24	1,3	23	6,5	22	11,5	24	16,3	23	78,6	22	45,7	35	707,4	35	292
		mit Furt. [2,4]	13	0,4	12	3,5	12	0,3	8	0,3	8	1,4	8	3,2	8	3,0	8	10,7	8	24,3	12	235,0	12	178
		mit Furt. >=4	31	0,5	20	12,1	20	1,6	20	1,0	20	7,1	20	33,2	20	23,6	20	126,0	20	45,3	20	1063,0	20	228
ohne LSA	MV		41	0,3	40	5,9	40	7,5	24	3,8	23	86,4	23	597,6	24	213,9	23	7857,2	23	5,0	40	86,0	40	2735
	RS	mit Furt.	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	66
		ohne Furt.	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	23
	RW	mit Furt. [0,2]	30	0,5	20	13,7	20	1,1	13	2,2	12	5,7	11	17,5	13	48,7	12	95,0	11	29,5	20	809,0	20	339
		mit Furt. [2,4]	8	0,4	7	8,5	7	1,1	5	6,5	4	32,1	4	37,5	5	77,0	4	416,4	4	14,8	7	331,1	7	180
		mit Furt. >=4	2		2		2		2		2		2		2		2		2		2		2	65
		ohne Furt.	5	0,3	5	3,3	5	0,8	4	1,1	4	12,4	4	7,9	4	11,6	4	133,5	4	7,7	5	75,4	5	217
Gewichtetes Gesamtergebnis			216	0,4	182	8,3	182	2,4	135	1,8	131	23,8	129	102,6	135	53,3	131	1293,1	129	14,5	182	303,5	182	4974
Mittelwert über die Cluster			18,0	0,4	15,2	8,9	15,2	2,0	11,3	2,0	10,9	19,7	10,8	94,6	11,3	50,2	10,9	1046,4	10,8	27,6	15,2	664,0	15,2	414,5



Abbildung 32:
Knotenpunktarm ohne Lichtsignalanlage mit Radverkehrsführung im Mischverkehr

für Radfahrer und linksabbiegender Kfz (höchste Unfallrate) und höchste Unfallkostenraten auf.

Wie bei Rechtsabbiegeunfällen weisen auch bei Linksabbiegeunfällen Ab-Rf KPA mit LSA und Radfahr- bzw. Schutzstreifen auffällige Unfallkennwerte auf. Die Unfallkennwerte stellen sich dabei sehr ähnlich dar. Das Cluster weist auch in Bezug auf Linksabbiegeunfälle sehr hohe Unfallquoten und Unfallkostenquoten (mit 42 KPA eher seltene Führungsform, bei unverhältnismäßig hohen Unfallzahlen und Unfallkosten) sowie hohe Unfall-dichten und Unfallkostendichten auf. Auch hierbei ist im Gegensatz dazu das Unfallrisiko für Radfahrer und linksabbiegender Kfz eher gering (geringe Unfallraten). Auch die entsprechenden Unfallkostenraten sind als unterdurchschnittlich zu bewerten.

5.3 Infrastrukturbezogene mikroskopische Unfallanalyse

In einem weiteren Arbeitsschritt wurden infrastrukturbezogene Unfallanalysen auf Basis mikroskopischer Unfalldaten vorgenommen. Dazu wurden die Unfallhergangsbeschreibungen und, sofern vorhanden, die Unfallskizzen der 453 Unfälle an den 151 mikroskopisch zu untersuchenden Knotenpunktarmen im Detail ausgewertet (Kapitel 3.4.6.1). Die Ergebnisse wurden durch die Ergebnisse der Vor-Ort-Begehungen ergänzt. Eine Vor-Ort-Begehung wurde an 169 Knotenpunktarmen durchgeführt und für 150 KPA mit Unfällen Ab-Rf (ohne Pendants und Sonderfälle) im Folgenden ausgewertet (Kapitel 3.4.6.3).

5.3.1 Flächennutzung der beteiligten Radfahrer an U Ab-Rf

Im Rahmen der mikroskopischen Unfallanalyse wurde herausgearbeitet, welche Flächen bzw. Fahrbahnteile die Radfahrer bei Unfällen Ab-Rf genutzt haben³¹⁾. Hintergrund der Betrachtungen ist dabei, dass die Benutzung anderer Fahrbahnteile dazu führen kann, dass der Radfahrer übersehen wird, da der Kfz-Fahrer auf diesen Flächen gegebenenfalls nicht mit Radfahrern rechnet. Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu beachten, dass die Flächennutzung immer in Bezug zur vorliegenden Radverkehrsinfrastruktur bewertet werden muss.

³⁰⁾ Abkürzungen und Einheiten siehe Anlage D.3.

³¹⁾ Im Unterschied zu den Auswertungen der Verkehrserhebung (Kapitel 5.1.1) handelt es sich hierbei um die bei den Unfällen dokumentierte Flächennutzung.

Für 291 **Rechtsabbiegeunfälle** konnten den Unfallhergangsbeschreibungen bzw. Unfallskizzen die entsprechenden Informationen entnommen werden. Dabei zeigt sich, dass bei Radverkehrsführungen im Mischverkehr bei Rechtsabbiegeunfällen Ab-Rf sehr häufig der Seitenraum genutzt wurde. So beträgt hier der Anteil der an Unfällen Ab-Rf beteiligten Radfahrer, die den Gehweg genutzt haben an KPA ohne LSA 100 % und an KPA mit LSA immerhin 57 %, obgleich die Anzahl der Fälle insbesondere bei KPA ohne LSA mit fünf sehr gering ist (Abbildung 33). Unklar ist hierbei die Anzahl der Fälle in denen der Gehweg gegebenenfalls für Radfahrer freigegeben war. Sowohl an KPA mit als auch an KPA ohne LSA liegt der Anteil der Nutzung anderer Flächen als der Fahrbahn in den Unfalldaten für Rechtsabbiegeunfälle Ab-Rf höher als bei der Verkehrszählung festgestellt wurde (Kapitel 5.1.1). Die Nutzung des Seitenraums muss in Bezug auf Rechtsabbiegeunfälle für diese Cluster demnach als besonders gefährlich beurteilt werden. Bei Rechtsabbiegeunfällen an KPA mit LSA und Radfahr- oder Schutzstreifen wurde die vorgesehene Radverkehrsanlage stets genutzt. Bei Radwegen fallen insbesondere KPA mit LSA und Radwegen mit weiter Furtabsetzung durch eine zu 26 % abweichende

Flächennutzung auf, besonders häufig wurde hierbei vom Radfahrer die Fußgängerfurt zum Überqueren genutzt (19 %). Im Rahmen der Verkehrszählung wurden bei dieser Führungsform insgesamt seltener andere Flächen als der Radweg genutzt (17 %), was auch hier die Gefährlichkeit der abweichenden Flächennutzung verdeutlicht.

Für 117 **Linksabbiegeunfälle** konnten Informationen zur Flächennutzung den entsprechenden Unfallhergangsbeschreibungen bzw. Unfallskizzen entnommen werden. Es ist zu beachten, dass die Fallzahlen für Linksabbiegeunfälle deutlich kleiner sind als für Rechtsabbiegeunfälle, insbesondere gilt dieses für KPA ohne LSA (Abbildung 34). Mit Ausnahme von Radwegen mit mittlerer Furtabsetzung kann für KPA mit LSA insgesamt ein relativ hoher Anteil an abweichender Flächennutzung festgestellt werden (zwischen 19 % und 31 %). Insbesondere die abweichende Gehwegnutzung stellt sich bei Linksabbiegeunfällen als problematisch dar. Bei Führung im Mischverkehr mit und ohne LSA wurde bei 25 % der Linksabbiegeunfälle die Fußgängerfurt genutzt. An KPA ohne LSA handelt es sich jedoch lediglich um einen von insgesamt vier Linksabbiegeunfällen.

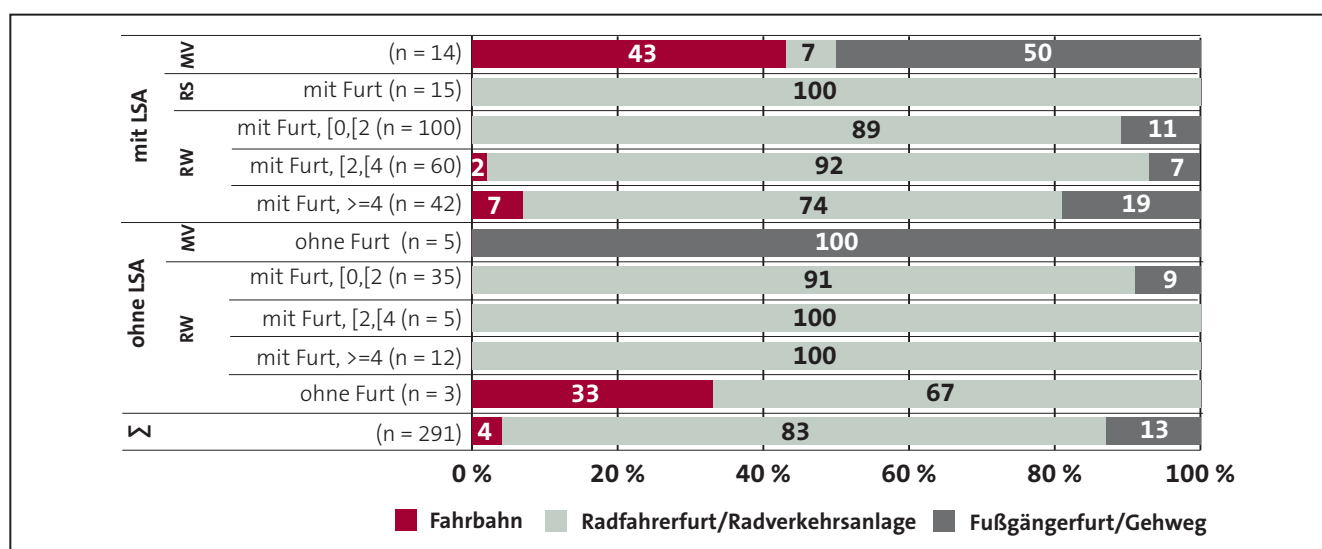


Abbildung 33:
Flächennutzung der beteiligten Radfahrer bei Rechtsabbiegeunfällen Ab-Rf (mikroskopische Unfallanalyse)³²⁾

³²⁾ Die Unfalldaten weisen zum Teil auch Werte für die Nutzung von Radverkehrsanlagen an KPA mit Mischverkehr aus. Dieses resultiert daraus, dass es u.a. KPA mit Mischverkehrsführung gibt, die trotzdem eine gegebenenfalls nicht benutzungspflichtige Radverkehrsfurt besitzen.

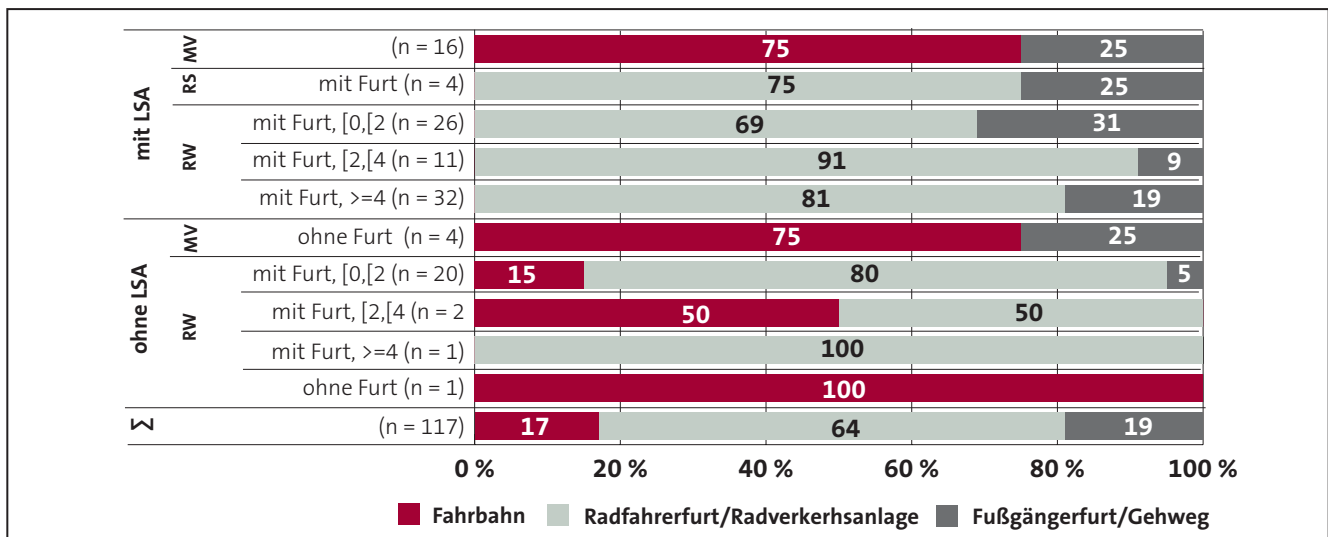


Abbildung 34:
Flächennutzung der beteiligten Radfahrer bei Linksabbiegeunfällen Ab-Rf (mikroskopische Unfallanalyse)

5.3.2 Anteil der links bzw. rechts fahrenden Radfahrer an U Ab-Rf

Auf das erhöhte Unfallrisiko durch Linksfahren auf Radwegen wies bereits Alrutz et al. 2009 hin (Kapitel 2.1.5). Beim Abbiegevorgang ist eine hohe Aufmerksamkeit des Kfz-Fahrers erforderlich. Der Rechtsabbieger muss die Radfahrer in Fahrtrichtung sowie Fußgänger passieren lassen und auf den vorausfahrenden Verkehr achten. Linksabbiegende Kfz-Fahrer müssen zudem dem entgegen gerichteten Verkehr Vorrang gewähren. Insofern besteht die Gefahr, dass ein linksfahrender Radfahrer aufgrund der Vielzahl der zu beachtenden Rahmenbedingungen übersehen wird.

Im Durchschnitt liegt der Anteil (erlaubt oder unerlaubt)³³⁾ linksfahrender Radfahrer bei Rechtsabbiegeunfällen Ab-Rf bei 18 % (Abbildung 35)³⁴⁾. Besonders hohe Linksfahreranteile bei Rechtsabbiegeunfällen haben KPA mit Radwegen und weiter Furtabsetzung

zu verzeichnen (29 %). Der Linksfahreranteil in den Unfallzahlen ist dabei deutlich höher als bei den Verkehrszählungen festgestellt wurde. Auch KPA ohne LSA mit Radwegen und mittlerer Furtabsetzung zeigen mit 40 % hohe Linksfahreranteile, wobei die Fallzahl mit insgesamt fünf KPA aber sehr klein ist. Weiterhin fällt ein sehr hoher Linksfahreranteil bei Rechtsabbiegeunfällen im Mischverkehr an KPA mit LSA auf (ebenso 29 %), dieser entspricht dabei exakt dem Linksfahreranteil bei den Verkehrszählungen für dieses Cluster. Besonders geringe Linksfahreranteile in den Unfallzahlen weisen Radfahrstreifen an KPA mit LSA (0 %) und KPA ohne LSA mit gering abgesetzten Radwegfurten (6 %) auf, obwohl für beide Cluster bei der Verkehrszählung einen Linksfahreranteil von 9 % festgestellt wurde (Kapitel 5.1.2.)

Bei **Linksabbiegeunfällen** Ab-Rf beträgt der Anteil linksfahrender Radfahrer im Durchschnitt 14 % (Abbildung 36). Die auswertbaren Fallzahlen sind dabei insbesondere für KPA ohne LSA mit wenigen Ausnahmen sehr klein. Auffällig ist, dass insbesondere an KPA mit LSA und Radwegen häufiger Unfälle mit linksfahrenden Radfahrern geschehen sind (zwischen 15 % und 27 %). Aber auch an KPA mit LSA und Mischverkehrsführung beträgt der Linksfahreranteil bei Linksabbiegeunfällen 17 % (drei von 18 Unfällen), wobei in zwei der drei Fälle die Fußgängerfurt zum Überqueren genutzt wurde und

³³⁾ Bei den Analysen handelt es sich zumeist um regelwidrig linksfahrende Radfahrer. Nur an zwei Knotenpunktarmen mit Rechts- oder Linksabbiegeunfällen mit linksfahrenden Radfahrern, die in die mikroskopische Betrachtung eingeflossen sind, ist die Radverkehrsanlage in beiden Fahrtrichtungen befahrbar. An diesen Knotenpunkten haben sich insgesamt drei Unfälle mit regelkonform linksfahrenden Radfahrern ereignet.

³⁴⁾ Im Unterschied zu den Auswertungen der Verkehrserhebung (Kapitel 5.1.2) handelt es sich hierbei um die bei den Unfällen dokumentierte Angabe der Fahrtrichtung der Radfahrer.

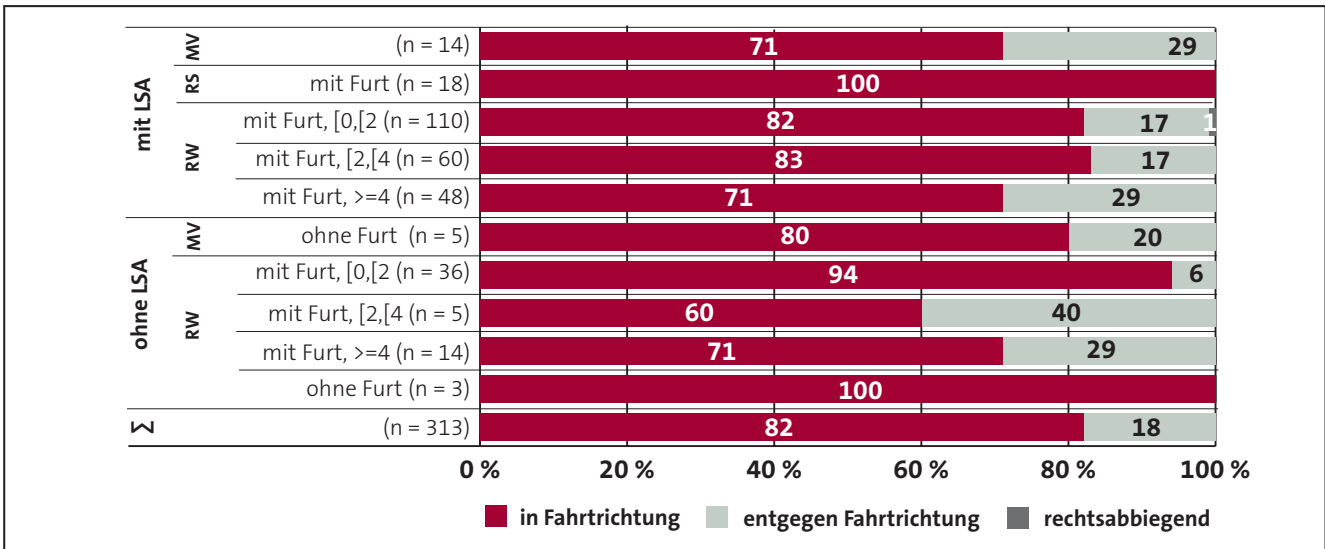


Abbildung 35: Anteil der links bzw. rechts fahrenden Radfahrer bei Rechtsabbiegeunfällen Ab Rf (mikroskopische Unfallanalyse)

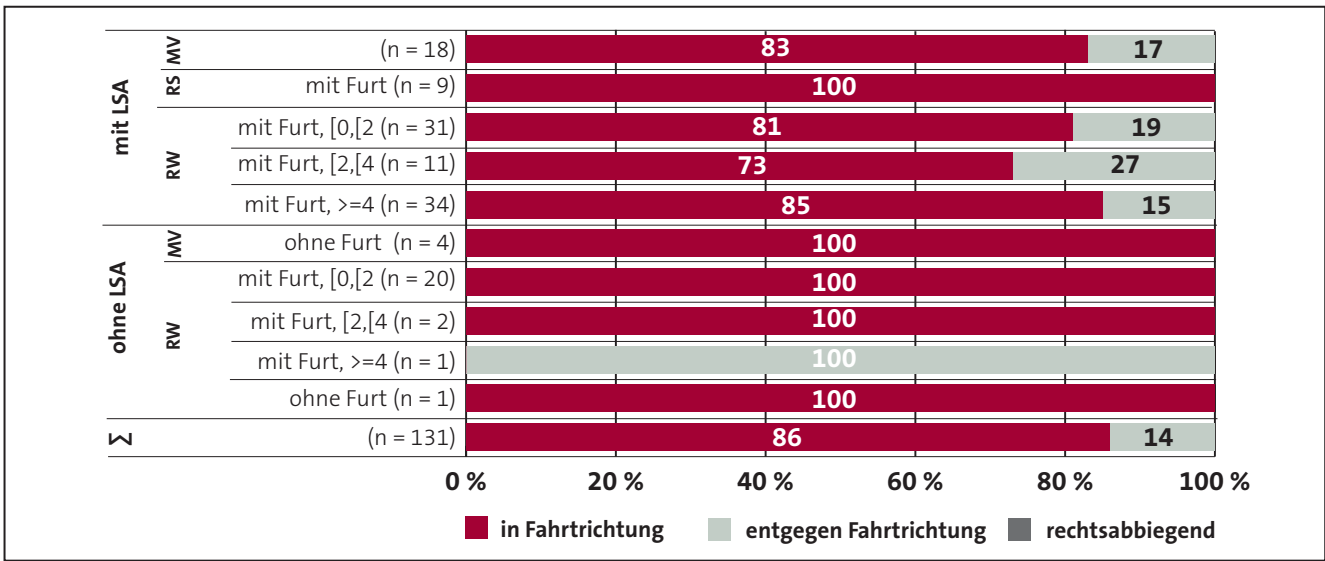


Abbildung 36: Anteil der links bzw. rechts fahrenden Radfahrer bei Linksabbiegeunfällen Ab Lf (mikroskopische Unfallanalyse)

beim verbleibenden der drei Fälle die Flächennutzung nicht eindeutig aus der Unfallhergangsbeschreibung bzw. der Unfallskizze zu ermitteln war. Im Vergleich mit den Linksfahreranteilen bei der Verkehrserhebung (Kapitel 5.1.2) zeigt sich insbesondere für Radwege an KPA mit LSA, dass das Linksfahren hier insbesondere Linksabbiegeunfälle verursacht.

5.3.3 Weitere Hinweise aus den Unfallhergangsbeschreibungen und Unfallskizzen

Darüber hinaus wurden weitere Regelverstöße und Unfallursachen auf Basis der insgesamt 453 Unfallhergangsbeschreibungen und Unfallskizzen herausgearbeitet. Dabei zeigte sich, dass abgesehen von der Fahrtrichtung und der Flächennutzung nur selten detailliertere Informationen zu Unfallursachen in die Un-

fallhergangsbeschreibungen und Unfallskizzen aufgenommen wurden als in den makroskopischen Daten. Zum Beispiel wurde nur fünfmal dokumentiert, dass der Kfz-Fahrer keinen oder nur einen unzureichenden Schulterblick vorgenommen hat, detailliertere Daten liefern diesbezüglich hingegen die Ergebnisse der Verkehrsverhaltensbeobachtung (Kapitel 6).

Ebenso wurden die Unfallhergangsbeschreibungen und Unfallskizzen nach Hinweisen auf mögliche Sichtbehinderungen untersucht. Die Überprüfung ergab, dass in 11 Fällen Sichteinschränkungen durch ein verkehrsbedingt haltendes Fahrzeug der Gegenrichtung verursacht wurden. Neunmal wurden Sichteinschränkungen durch die tief stehende Sonne angegeben (bezüglich Sichtbehinderungen siehe auch Kapitel 5.3.4).

Die Auswertung der Unfallhergangsbeschreibungen zeigte außerdem, dass es mit 421 von 453 Unfällen Ab-Rf in den meisten Fällen zu einem Zusammenstoß des Radfahrers mit dem Kfz kam. Hierbei ist zu beachten, dass gegebenenfalls eine gewisse Dunkelziffer nicht polizeilich registrierter Unfälle Ab-Rf existiert, bei denen ein Unfall ohne Zusammenstoß zwischen Radfahrer und Kfz (mit geringen Unfallfolgen) existiert.

5.3.4 Ergebnisse der Vor-Ort-Begehung

Im Rahmen der mikroskopischen Unfallanalyse wurden die Ergebnisse der Vor-Ort-Begehung (VOB) für 150 unfallauffällige KPA³⁵⁾ in Bezug auf Details der Lichtsignalisierung, auf Sichthindernisse sowie Auffälligkeiten, die das Unfallgeschehen beeinflusst haben könnten, ausgewertet. Die detaillierten Daten zu den erhobenen Knotenpunkten wurden fotografisch sowie in tabellarisch dokumentiert.

Signaltechnische Sicherung der Abbieger und Trixi-Spiegel

Bei der folgenden Zusammenstellung der Ergebnisse der VOB zur signaltechnischen Sicherung der Abbieger sowie

der Ausstattung mit Trixi-Spiegeln muss beachtet werden, dass ein vermehrtes Vorhandensein von Sicherungsmaßnahmen an KPA mit Unfällen grundsätzlich als negativ bewertet werden müsste, da dieses bedeutet, dass trotz dieser Maßnahmen an den untersuchten KPA noch Unfälle geschehen und somit die Maßnahmen nur eingeschränkt ihre Wirkung entfaltet haben. Aus den Ergebnissen dürfen demnach auch keine Rückschlüsse in Bezug auf die Gesamtausstattung der KPA in den Kommunen mit Sicherungsmaßnahmen sowie auf den Stellenwert des Radverkehrs in den Kommunen gezogen werden. Insbesondere gilt es zu beachten, dass nicht ausgeschlossen werden kann, dass einige der Maßnahmen erst innerhalb des Untersuchungszeitraumes von 2007 bis 2009 oder sogar erst nachträglich eingeführt wurden (Kapitel 3.4.1).

112 der 150 KPA (75 %), die im Rahmen der Vor-Ort-Begehung analysiert wurden, waren lichtsignalisiert, wobei davon an 80 KPA Rechtsabbiegeunfälle Ab-Rf und an 39 KPA Linksabbiegeunfälle Ab-Rf geschehen sind.

An 60 der 80 KPA mit **Rechtsabbiegeunfällen** Ab-Rf waren die Rechtsabbieger bei der VOB stets gemeinsam mit den Radfahrern freigegeben, (75 %). An den übrigen 20 KPA ist das Rechtsabbiegen zumindest zeitweise signaltechnisch gesichert möglich. Bei letzterem handelt es sich jedoch in erster Linie nicht um eine Maßnahme zur Verbesserung der Verkehrssicherheit für Radfahrer, sondern um eine Beschleunigungsmaßnahme für den rechtsabbiegenden Kfz-Verkehr, denn es sind in diesem Fall noch immer Konflikte zwischen geradeaus Radfahrern und abbiegenden Kfz möglich. Vielmehr wird durch diese Maßnahme unter Umständen die Verkehrssicherheit sogar beeinträchtigt, da abbiegende Fahrzeuge bei unterschiedlichen Signalisierungsphasen einmal auf geradeausfahrende Radfahrer achten müssen und ein anderes Mal nicht. An keinem KPA mit Rechtsabbiegeunfällen Ab-Rf war eine vollständig signaltechnisch gesicherte Rechtsabbiegerführung vorhanden, was für die Wirksamkeit einer solchen Maßnahme spricht. Gelbblinklichter für Rechtsabbieger befanden sich an acht der 80 KPA (10 %).

An elf der 106 im Rahmen der VOB untersuchten KPA mit Rechtsabbiegeunfällen Ab-Rf waren zum Zeitpunkt

³⁵⁾ KPA mit mindestens zwei U Ab-Rf im maximal verfügbaren Unfallzeitraum und ohne Sonderfälle (Kapitel 3.4.6.3)

der VOB mit einem Trixi-Spiegel ausgestattet (10 %), davon neun in Magdeburg und zwei in Darmstadt. Vier weitere Trixi-Spiegel wurden an KPA ohne Rechtsabbiegeunfälle im Untersuchungszeitraum, an Pendant-KPA bzw. an KPA mit Sonderfallstatus vorgefunden, davon zwei in Magdeburg und jeweils einer in Münster und Darmstadt.

28 der 39 KPA mit **Linksabbiegeunfällen** Ab-Rf verfügen über keine signaltechnische Sicherung der Linksabbieger (72 %), zeitweise gesichert geführte Linksabbieger fanden sich an zwei KPA (5 %) und an neun KPA waren die linksabbiegenden Fahrzeuge zum Zeitpunkt der VOB vollständig signaltechnisch gesichert geführt. Eine Überprüfung der Unfallhergänge an den neun vollständig signaltechnisch gesicherten Knotenpunktarmen ergab, dass an einem KPA der Radfahrer und an drei weiteren KPA der Kfz-Fahrer ein Rotsignal missachtet hatte. An den übrigen fünf KPA wurden weder in den mikroskopischen noch in den makroskopischen Unfalldaten Hinweise auf ein Missachten eines Rotsignals gefunden, demnach muss die vollständig signaltechnisch gesicherte Linksabbiegerführung erst nachträglich umgesetzt worden sein. An sieben der 39 KPA mit Linksabbiegeunfällen sind Gelbblinklichter für linksabbiegende Fahrzeuge installiert (18 %), was die gegebenenfalls nur bedingte Wirksamkeit dieser Maßnahme aufzeigt³⁶⁾.

Sichthindernisse beim Rechtsabbiegen

Bei der Vor-Ort-Begehung wurden bei 41 % der KPA mit Radwegen (37 von 90 KPA) Sichthindernisse festgestellt, z. B. durch Parken, Begrünung, Haltestellen oder Werbung (Tabelle 14). Besonders häufig waren Sichtbehinderungen an KPA ohne LSA mit Radwegen weiter Furtabsetzung (80 %), sowie an KPA mit LSA bei mittlerer (64 %) und weiter Furtabsetzung (59 %) vorzufinden.

Die hohe Anzahl an Sichthindernissen lässt einen negativen Einfluss auf das Unfallgeschehen durch die-

se vermuten. Die Sichthindernisse könnten auch bei Durchführung eines Schulterblicks, insbesondere an KPA mit mittlerer und weiter Furtabsetzung, den Blick auf den Radfahrer erschwert haben. Aus den Unfallhergangsbeschreibungen war dieses jedoch nicht explizit ableitbar.

Tabelle 14:
Sichtbehinderungen an unfallauffälligen KPA der VOB mit Rechtsabbiegeunfällen

Cluster (nur Radwege)		KPA der VOB mit RA-U	davon KPA mit Sicht- hinder- nissen	Quote [%]
Radwege an KPA mit LSA	mit Furt, [0],[2	38	11	29 %
	mit Furt, [2],[4	14	9	64 %
	mit Furt, >=4	17	10	59 %
Radwege an KPA ohne LSA	mit Furt, [0],[2	13	1	8 %
	mit Furt, [2],[4	2	1	50 %
	mit Furt, >=4	5	4	80 %
	ohne Furt	1	1	100 %
Gesamt		90	37	41 %

Weitere Auffälligkeiten

Im Rahmen der VOB konnten an den 150 unfallauffälligen KPA folgende weitere Besonderheiten festgestellt werden, die einen Einfluss auf das Unfallgeschehen gehabt haben könnten und die bei keinem der 17 untersuchten unfallunauffälligen Pendants festgestellt wurden: 23 der 150 unfallauffälligen KPA haben ein Gefälle aufzuweisen (15 %), wobei vor Ort an diesen KPA häufig auch entsprechend hohe Geschwindigkeiten im Radverkehr beobachtet wurden.

An neun der unfallauffälligen KPA (6 %) wurde ein großer Abbiegeradius für die Rechtsabbiegenden Fahrzeuge festgestellt, bei dem diese aufgrund der großzügigen Linienführung mit entsprechend hohen Geschwindigkeiten abbiegen können. Neun Knotenpunkte mit unfallauffälligen KPA wurden bei der VOB als sehr groß und unübersichtlich wahrgenommen (6 %). Bei weiteren fünf unfallauffälligen KPA der VOB war die (Furt-)Markierung zum Teil sehr stark verschlissen (3 %).

³⁶⁾ Wie bereits erwähnt, kann nicht ausgeschlossen werden, dass einige der Sicherungsmaßnahmen erst innerhalb des Untersuchungszeitraumes oder sogar erst nachträglich eingeführt wurden.

5.4 Vergleich unfallauffälliger und -unauffälliger KPA

Innerhalb jedes Infrastruktur-Cluster wurden KPA identifiziert, die sich in ihren infrastrukturellen und betrieblichen Eigenschaften (Verkehrsstärken, Fahrbahnaufteilung, Knotenpunktgeometrie etc.) gleichen, sich jedoch in der Unfallauffälligkeit unterscheiden (Kapitel 3.5.1.).

An diesen 26 unfallauffälligen KPA (mindestens zwei U Ab-Rf von 2007 - 2009) und ihren 17 unfallunauffälligen Pendants (0 - 1 U Ab-Rf von 2007 - 2009) wurden die nachfolgend berichteten Verhaltensbeobachtungen durchgeführt.

Den Vergleich der beiden KPA-Gruppen nach Häufigkeit der Kfz- und Radfahrerinteraktionen und -konflikte zeigt Tabelle 15.

Tabelle 15:
Vergleich von Pendants und unfallauffälligen KPA nach Anzahl der beobachteten KPA, Interaktionen, Konflikte mit Mittelwert (M), Standardabweichung (SD) und Konfliktrate

		Pendants	Unfall-auffällige KPA
Beobachtete KPA		17	26
Interaktionen		118	590
Anzahl Konflikte	Gesamt	8	63
	M	0,5**	2,4**
	SD	0,8	2,5
Konfliktrate		6,8 %	10,7 %

** hochsignifikanter Unterschied mit $p < .01$

An unfallauffälligen KPA treten signifikant häufiger Konflikte auf als an ihren Pendants ($p = .001$). Die mittlere Konflikthöhe steigt um den Faktor 5. Die Konfliktrate hingegen unterscheidet sich nicht signifikant zwischen Pendants und UHS ($p > .05$). Demzufolge scheinen die an den unfallauffälligen KPA höheren Konflikthöhen insbesondere auf die höhere Anzahl an Interaktionen zwischen Rad- und Kfz-Fahrer zurückzuführen sein.

In den nachfolgenden verhaltensbasierten Analysen wird aufgrund vergleichbarer Konfliktraten und zur Sicherung genügend hoher Fallzahlen nicht zwischen Pendants und unfallauffälligen KPA unterschieden.

5.5 Infrastrukturmerkmale, Verhalten und Konflikte

5.5.1 Infrastrukturmerkmale und Konflikte

Die Auswahl der 43 KPA, an denen eine videobasierte Verhaltensbeobachtung stattfand, erfolgte auf Basis der zu vergleichenden Infrastrukturmerkmale:

- Lichtsignalanlage (ja versus nein)
- Form der Radführung (Mischverkehr versus Radfahr-/Schutzstreifen versus Radweg)
- Furtabsetzung (gering versus mittel versus hoch)
- Furtmarkierung (strich- versus rotmarkiert).

Um die unterschiedlichen Furtabsetzungen und -markierungen in der Stichprobe abzudecken, ist die Führungsform Radweg mit 30 KPA gegenüber dem Mischverkehr (acht KPA) und dem Radfahr-/Schutzstreifen (fünf KPA) stark überrepräsentiert. Neben der Anzahl der KPA bestimmt vor allem die Anzahl an beobachteten Interaktionen je KPA-Merkmal, inwieweit belastbare Aussagen möglich sind. Bei den acht KPA mit Mischverkehrsführung in der vorliegenden Stichprobe handelt es sich häufig um Mischverkehrsführungen mit geringer Verkehrsstärke, teils kopfsteingepflastert und/oder mit Gehwegfreigabe für Radfahrer. Diese Besonderheiten gilt es bei der Interpretation der nachfolgend berichteten Ergebnisse zu berücksichtigen.

Ziel ist der Vergleich der unterschiedlichen Infrastrukturmerkmale hinsichtlich ihres Einflusses auf das Verhalten von Kfz- und Radfahrern und ihrer Kritikalität für deren Interaktionen. Ein Vergleich findet nachfolgend nur auf Ebene der Haupteffekte (d. h. LSA: ja versus nein) statt. Die Analyse von Interaktionseffekten, d. h. Kombinationen unterschiedlicher Merkmale (z. B. LSA $\times$ Radführung), ist mit einer Verringerung der Fallzahlen und Teststärke verbunden und daher nicht mehr aussagefähig.

Die Ergebnisse der Konfliktanalyse sind in Tabelle 16 aufgeführt. Die Höhe der Konfliktrate bleibt konstant, unabhängig vom Vorhandensein oder Fehlen einer LSA, von der Form der Radverkehrsführung, von der Höhe der Furtabsetzung, und von der Ausführung der Furtmarkierung.

Tabelle 16:
Vergleich der Infrastrukturmerkmale nach Konflikttrate

	LSA		Radführung			Furtabsetzung			Furtmarkierung	
	Nein	Ja	MV	RS/SS	RW	0 - 2 m	2 - 4 m	> 4 m	Strich	Rot
Konflikttrate	10,4 %	10,0 %	11,5 %	10,4 %	9,9 %	10,1 %	8,4 %	13,8 %	9,8 %	10,1 %
N_{KPA}	12	31	8	5	30	13	12	5	16	19
N_{Interaktionen}	67	641	26	48	634	278	262	94	287	395
Signifikanz	p = .904		p = .961			p = .318			p = .954	

Die Anzahl der Konflikte unterscheidet sich zwar erheblich über die Infrastrukturmerkmale. Zum Beispiel treten Konflikte vier mal häufiger an KPA mit LSA als an KPA ohne auf, und sechs mal häufiger bei Radwegen als im Mischverkehr. Dies lässt sich jedoch mit der höheren Zahl der Interaktionen erklären. Erst wenn man um die Verkehrsstärke bereinigt (Konflikttrate als Quotient der Konflikt- und Interaktionszahl) nivellieren sich die vermeintlichen Effekte.

Aufgrund der geringen Fallzahlen im Mischverkehr und bei Radfahr- und Schutzstreifen ist der Vergleich der unterschiedlichen Formen der Radverkehrsführung nicht belastbar. Zudem gilt es zu beachten, dass hier vor allem verkehrsarme Mischverkehrsformen mit einem hohen Anteil an Gehwegnutzung und Falschrichtungsfahrern untersucht wurden.

Vergleicht man die drei Führungsformen in allen beobachteten Fällen, in denen eine korrekte Flächennutzung beim Geradeausfahren und kein Fahren in Gegenrichtung vorlag, sinkt die Konflikttrate im Mischverkehr auf 0,0 %, beim Radfahrstreifen immerhin auf 6,8 % und beim Radweg lediglich auf 8,5 %. Wegen der geringen Fallzahlen im Mischverkehr (nur neun verbleibende Interaktionen) ist der Unterschied nicht statistisch abgesichert und wenn, wäre er wegen der mangelnden Repräsentativität der hier geprüften Mischverkehrsformen kaum generalisierbar auf Mischverkehrsführungen im Allgemeinen. Die anderen in Tabelle 16 aufgeführten Vergleiche erfüllen zumindest das notwendige Minimum an Beobachtungen für eine belastbare Prüfung.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass auf Basis der Konfliktanalyse kein Infrastrukturmerkmal als sicherer oder sicherheitskritischer als ein anderes ausgewiesen werden kann.

5.5.2 Infrastrukturmerkmale und Verhalten der Kfz- und Radfahrer

Wie oben aufgeführt, erscheint keines der untersuchten Infrastrukturmerkmale sicherheitskritischer als die anderen. Nun stellt sich u. a. die Frage, ob sie überhaupt zu bestimmten Verhaltensanpassungen der Kfz- und Radfahrer und wenn ja, zu welchen führen. Nachfolgend werden nur statistisch bedeutsame Verhaltensunterschiede (mindestens $p < .05$) zwischen den untersuchten Infrastrukturmerkmalen berichtet.

KPA mit und ohne Lichtsignalanlage (LSA)

- An KPA mit LSA (83,0 %) machen Kfz-Fahrer häufiger einen Schulterblick als an KPA ohne LSA (47,1 %), wenn ein Radfahrer zugegen ist.
- Vor KPA mit LSA hören Radfahrer seltener auf zu pedalieren (12,0 %) im Vergleich zu KPA ohne LSA (40,0 %).

KPA mit verschiedenen Radführungsformen

- Am Häufigsten machen Kfz-Fahrer einen Schulterblick an KPA mit Radwegen (84,2 %), gefolgt von KPA mit Radfahr-/Schutzstreifen (64,1 %), und nur selten im Mischverkehr (17,6 %).
- Ein Abbremsen der Kfz-Fahrer ist häufiger an KPA mit Radwegen (91,7 %) als an Radfahr-/Schutzstreifen (70,8 %) oder im Mischverkehr (64,0 %) beobachtbar.

KPA mit geringer, mittlerer und hoher Furtabsetzung

- Kfz-Fahrer machen bei einer mittleren Furtabsetzung etwas häufiger einen Schulterblick (91,0 %) als bei einer geringen (72,8 %) oder hohen (79,5 %).
- Ein Abbremsen der Kfz-Fahrer ist etwas häufiger bei einer mittleren Furtabsetzung (94,3 %) als bei einer geringen (87,5 %) oder hohen (81,9 %).

KPA mit strich- und rotmarkierter Furt

- Kfz-Fahrer machen einen Schulterblick häufiger bei einer rotmarkierten (87,6 %) statt einer strichmarkierten (75,6 %) Furt.
- Ein Blick der Radfahrer zum Kfz-Fahrer wird generell selten beobachtet. Immerhin doppelt so häufig tritt er an rot- statt an strichmarkierten Furten auf (18,9 % versus 8,1 %).

An KPA ohne Lichtsignalanlagen ist eine geringere Aufmerksamkeit der Kfz-Fahrer und eine erhöhte Vorsicht der Radfahrer beobachtbar. Plausibel ist auch die Annahme, dass der Pedalierstopp der Radfahrer vielmehr als Bremsbereitschaft aufgrund eventuell kreuzender Fahrzeuge auslegbar ist.

Die Häufigkeit des Schulterblicks sinkt, je unmittelbarer die Radfahrer im Blickfeld des Autofahrers sind, wie z. B. im Mischverkehr oder bei einer geringen Furtabsetzung. Auch wird das Kfz im Mischverkehr beim Abbiegen seltener abgebremst. Eine mögliche doch hier nicht prüfbare Erklärung läge in der frühzeitigen Geschwindigkeitsanpassung aufgrund des beizeiten erkannten Radfahrers.

Bei einer mittleren Furtabsetzung wurde vermehrt ein sicherndes Verhalten der Kfz-Fahrer (Abbremsen und Schulterblick) beobachtet (Kapitel 5.7.1).

Bei einer rotmarkierten Furt ist die gegenseitige Aufmerksamkeit (Blick von und zum Radfahrer) erhöht.

Bei der Interpretation der Verhaltensunterschiede an den unterschiedlichen Infrastrukturmerkmalen gilt generell: sicherndes Verhalten kann zu mehr Sicherheit führen, doch ist es weniger als Anzeichen objektiv bestehender Sicherheit denn vielmehr als Indikator der subjektiven Risikowahrnehmung zu deuten. Die Ergebnisse der Verhaltensbeobachtung lassen keine unmittelbaren Aussagen über das objektiv bestehende Risiko an den KPA mit den ausgewiesenen Infrastrukturmerkmalen zu.

5.6 Präferierte Radführungsformen

Für die untersuchten Radführungsformen war kein Unterschied im objektiven Risiko (Konfliktrate) nachweisbar. Dahingegen zeigen sich erhebliche Unterschiede in der Nutzung und Präferenz der verschiedenen Radverkehrsführungen bei der Verhaltensbeobachtung der Radfahrer (Tabelle 18) und ihrer anschließenden Befragung.

5.6.1 Verhaltensbeobachtung

In der Verhaltensbeobachtung konnte ein ähnliches Flächennutzungsverhalten wie in der Verkehrszählung (Kapitel 5.1) beobachtet werden. Die vorschriftsmäßige Flächennutzung ist bei Radfahr-/Schutzstreifen am höchsten (93,8 %). Dass der sonst weithin beliebte Radweg nur zu knapp 80 % vorschriftsmäßig genutzt wird, ist auf die hohe Anzahl an Radfahrern, die in falscher Richtung unterwegs sind, zurückzuführen. Weit ab fällt der Mischverkehr, wo nur jeder dritte Radfahrer die angebotene Führungsform vorschriftsmäßig nutzt. Die sehr geringe Regelbefolgung von 32,0 % wurde vermutlich durch die Eigenarten der 43 untersuchten KPA mit Mischverkehrsführung (vor allem verkehrsarm, Kopfsteinpflaster, etc.) zusätzlich beeinträchtigt. Doch scheint unstrittig, dass der Mischverkehr die meistabgelehnte Führungsform darstellt.

Die folgende Tabelle (Tabelle 17) unterscheidet zwischen der Flächennutzung vor der Konfliktzone (Annähern an den KPA) und in der Konfliktzone (Passieren des KPA) mit und ohne Falschrichtungsfahrer. Nicht nur bei der Annäherung, sondern auch beim Überqueren liegt der Radfahr-/Schutzstreifen in Hinsicht auf vorschriftsmäßige Flächennutzung vor dem Radweg (91,7 % versus 86,1 %). Weit abgeschlagen ist wieder der Mischverkehr. Hier fahren Radfahrer zumeist auf Höhe des Gehwegs. Auch bei Vorliegen einer Radverkehrsanlage quert zirka jeder zehnte Radfahrer auf Höhe der gehwegseitigen Fußgängerfurt anstatt auf der vorgesehenen Radfahrerfurt. Doch wird das gehwegseitige Passieren vor allem bei Falschrichtungsfahrern genutzt, bei Radfahrern, die vorschriftsgemäß auf der rechten Seite fahren, weichen „nur“ 2 bis 5 % der Radfahrer bei gegebener Radverkehrsanlage von der vorgesehenen Furt ab.

Tabelle 17:
Flächennutzung der Radfahrer in Abhängigkeit von der vor-
liegenden Radverkehrsführung

	Radverkehrsführung an Knotenpunkten			N Verhalten
	Mischverkehr	Radfahr-/ Schutzstreifen	Radweg	
vorschriftsmäßige Flächennutzung	32,0%	93,8%	78,5%	538
Fahren in falscher Richtung	48,0%	6,25%	17,4%	123
Fahren auf dem Gehweg (ohne Falschrichtungsfahrer)	20,0%	0,0%	3,5%	27
Fahren auf der Straße (ohne Falschrichtungsfahrer)	-	0,0%	0,5%	3
N Annäherung an KPA*	25	48	620	693
Fahren auf vorgesehener Radführungsform	34,6%	91,7%	86,1%	599
Fahren außerhalb der Furt (gehwegseitig)	65,4%	8,3%	11,5%	94
Fahren außerhalb der Furt (straßenseitig)	-	0,0%	2,4%	15
N Geradeausfahren am KPA	26	48	634	708
Fahren auf vorgesehener Radführungsform (ohne Falschrichtungsfahrer)	64,3%	97,8%	92,2%	538
Fahren außerhalb der Furt (gehwegseitig) ohne Falschrichtungsfahrer	35,7%	2,2%	5,1%	33
Fahren außerhalb der Furt (straßenseitig) ohne Falschrichtungsfahrer	-	0,0%	2,7%	14
N Geradeausfahren am KPA ohne Falschrichtungsfahrer	14	45	526	585

*in 15 Fällen ist die Information nicht verfügbar, da Annäherung von untergeordneter Knotenpunktzufahrt des KPA erfolgte

5.6.2 Befragung

An den 43 beobachteten Knotenpunkten wurden Radfahrer zu ihrer Präferenz der unterschiedlichen Radführungsformen befragt. Bei der Befragung wurde zusätzlich differenziert zwischen dem gering und dem weit abgesetzten Radweg. Die Verwendung von Bildmaterial mit entsprechenden Erläuterungen (Abbildung 37) diente der Erklärung der nicht allgemeinverständlichen Begriffe „Radfahrstreifen“ oder „Mischverkehr“. Die Ergebnisse, ergänzt um inhaltlich ähnliche Fragen zur Bewertung der Radverkehrsanlagen im telefonischen Interview, liefert Tabelle 18.

Ein fahrbahnnaher Radweg wird einem stark abgesetzten Radweg vorgezogen (mögliches Artefakt: parkende Fahr-

zeuge in Bild 4 vermitteln höhere Gefährdung als Bäume in Bild 3). Insgesamt wird der Radweg auf gerader Strecke und an Knotenpunkten präferiert. In Fahrkomfort und (subjektiver!) Sicherheit ist er dem Radfahrstreifen deutlich, dem Mischverkehr besonders deutlich überlegen. Einzig bei der Schnelligkeit des Vorankommens wird der Radfahrstreifen etwas positiver bewertet als der Radweg.

Die im Gegensatz zur stark selektiven Vor-Ort-Befragung repräsentative Telefonbefragung liefert vergleichbare Ergebnisse: Der Radweg wird dem Radfahrstreifen vorgezogen, während der Mischverkehr die am wenigsten präferierte Führungsform darstellt.

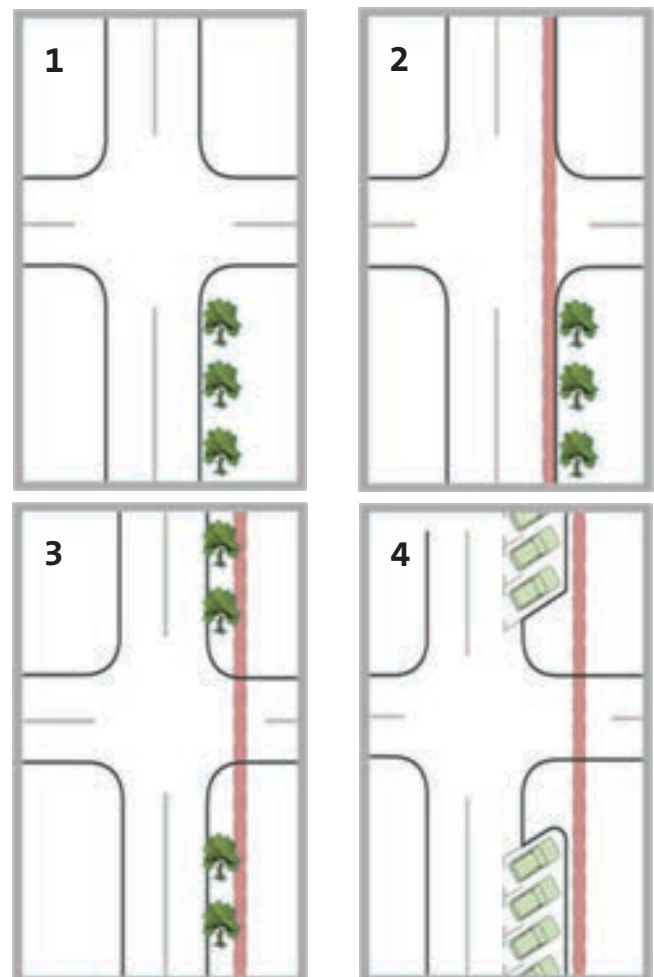


Abbildung 37:
Bildmaterial zum Vergleich der unterschiedlichen Radführungs-
formen: Knotenpunktarm ohne Radweg [1], Knoten-
punktarm mit Radfahrstreifen [2], Radweg auf dem Gehweg
(leicht abgesetzt [3]) und Radweg auf dem Gehweg (stark ab-
gesetzt [4]).

Tabelle 18:
Vergleich der Radführungsformen bei der Vor-Ort-Befragung (Abbildung 37) und Telefonbefragung in den vier Kommunen

Vor-Ort-Befragung	N	Bild 1	Bild 2	Bild 3	Bild 4
„bevorzugt auf gerader Strecke“	420	3,3%	29,8%	50,5%	16,4%
„bevorzugt an Kreuzungen“	425	4,0%	35,5%	43,1%	17,4%
„am komfortabelsten“	424	0,9%	24,1%	51,4%	23,6%
„am sichersten“	425	1,2%	19,5%	50,1%	29,2%
„am schnellsten“	421	8,1%	48,2%	29,9%	13,8%
Telefonbefragung	N	ohne Radweg	Radweg auf Fahrbahn	Radweg auf Gehweg	
„ziehe ich vor“	200	1,0%	29,0%	70,0%	
„fühle ich mich sicher“*	200	2,3	3,8	5,1	
„komme ich schnell voran“*	200	3,6	4,5	4,4	

(* = Antwortskala von 1 = „trifft ganz und gar nicht zu“ bis 6 = „trifft voll und ganz zu“)

geringer und weiter Furtabsetzungen wurden dagegen häufiger falsche Flächen durch den Radfahrer genutzt (11 % bzw. 26 %).

Im Rahmen der Verhaltensbeobachtungen wurde dagegen ermittelt, dass bei mittlerer Furtabsetzung die Kfz-Fahrer am häufigsten den Schulterblick ausführten und am häufigsten ihr Fahrzeug vor dem Abbiegen abbremsen.

Bei der Vor-Ort-Begehung wurde festgestellt, dass in diesem Cluster sehr häufig Sichthindernisse vorhanden waren (64 %). Zum Vergleich: Der Durchschnitt über alle Cluster beträgt 41 %; an KPA mit LSA und Radwegen mit geringer Furtabsetzung 29 %, bei weiter Furtabsetzung 59 % (Kapitel 5.3.4).

Trotz des besonders vorsichtigen Verhaltens der Kfz-Fahrer ist dieses Cluster besonders unfallauffällig. Ein Grund dafür wird in der sehr großen Anzahl an Sichthindernissen innerhalb dieses Clusters liegen.

5.7 Synopse der Erkenntnisse zum Einfluss der Infrastruktur

5.7.1 Rechtsabbiegeunfälle Ab-Rf

Das unfallauffälligste Cluster in Bezug auf Rechtsabbiegeunfälle Ab-Rf stellen **KPA mit LSA und mittlerer Furtabsetzung zwischen 2 und < 4 m** dar. Dabei handelt es sich um eine verhältnismäßig häufig vorkommende Führungsform des Radverkehrs. Das Cluster weist hohe Unfallzahlen, Unfalldichten, Unfallquoten sowie eine hohe, auf die Verkehrsstärke der geradeausfahrenden Radfahrer bezogene, Unfallrate auf. Ebenso hat dieses Cluster hohe Unfallkostenraten zu verzeichnen.

Für dieses Cluster wurde im Rahmen der mikroskopischen Analyse bei Rechtsabbiegeunfällen weder besonders häufiges Linksfahren noch die falsche Flächennutzung durch den Radfahrer festgestellt. Der Anteil der Linksfahrer ist mit 17 % für dieses Cluster eher unauffällig (Mittelwert über alle Cluster bei Rechtsabbiegeunfällen 18 %). Lediglich in 8 % der Fälle wurde bei Rechtsabbiegeunfällen in diesem Cluster nicht die vorgesehene Radwegfurt zum Passieren genutzt, bei

In Bezug auf Rechtsabbiegeunfälle ist weiterhin das Cluster **KPA ohne LSA und weiter Furtabsetzung > 4 m** unfallauffällig. Es handelt sich hierbei um eine vergleichsweise seltene Führungsform mit insgesamt eher geringen Unfallzahlen, Unfalldichten und Unfallkostendichten. Für Rechtsabbiegeunfälle weisen die KPA dieses Clusters jedoch im Vergleich zu den anderen Clustern das höchste individuelle Unfallrisiko für Radfahrer und rechtsabbiegende Kfz (höchste Unfallraten) sowie die höchsten Unfallkostenraten auf.

Im Rahmen der Verhaltensbeobachtungen fiel auf, dass bei diesem Cluster Radfahrer häufiger in entgegengesetzter Richtung fahren. Dieses wurde ebenso im Rahmen der Verkehrszählung festgestellt (19 % Linksfahrer im Vergleich zum Mittelwert über alle Cluster von 15 %; noch mehr Linksfahrer wurden nur im Mischverkehr gezählt (Abbildung 27).

Gemäß der mikroskopischen Unfallanalyse ist der Linksfahreranteil dieses Clusters bei Rechtsabbiegeunfällen mit 29 % über dem Durchschnittswert über alle Cluster (18 %). Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass es sich

mit vier von 14 Radfahrern bei diesem Cluster um eher geringe Fallzahlen handelt.

Im Rahmen der Verhaltensbeobachtungen wurde festgestellt, dass bei KPA ohne LSA die Kfz-Fahrer seltener einen Schulterblick ausführten, obwohl ein Radfahrer zugegen ist. Andererseits sind Radfahrer an KPA ohne LSA vorsichtiger und hören öfter auf zu pedalieren. In der Telefonbefragung konnte ermittelt werden, dass der Radweg die präferierte Radführungsform ist. Allerdings ergab die Befragung vor Ort, dass weniger die weit abgesetzte sondern eher die fahrbahnnah Führung bevorzugt wird.

Bei der Vor-Ort-Begehung wurde festgestellt, dass in diesem Cluster die meisten Sichthindernisse festgestellt wurden. So hatten 80 % der in der Vor-Ort-Begehung untersuchten KPA dieses Clusters Sichthindernisse zu verzeichnen (zum Vergleich: Der Durchschnitt über alle Cluster liegt bei 41 %, an KPA ohne LSA mit Radwegen geringer Furtabsetzung 8 %, bei mittlerer Furtabsetzung 50 % (Kapitel 5.3.4)). Aufgrund der geringen Verkehrsstärken bei dieser Führungsform ist das Zusammentreffen von Radfahrern und abbiegenden Kfz ein seltenes und damit für die Verkehrsteilnehmer gegebenenfalls unerwartetes Ereignis. Der Kfz-Fahrer rechnet an KPA dieses Clusters eventuell nicht mit einem Radfahrer, was sich im hohen Unfallrisiko für beide Verkehrsteilnehmer widerspiegelt. Weiterhin unfallbegünstigend wird sich vor allem die sehr hohe Anzahl an Sichtbehinderungen aber auch der erhöhte Linksfahreranteil in diesem Cluster ausgewirkt haben.

KPA mit LSA und Radfahr- bzw. Schutzstreifen zeigen in Bezug auf Rechtsabbiegeunfälle Ab-Rf ebenso auffällige Unfallkennwerte. In den Untersuchungsstädten ist diese Führungsform eher selten vertreten und die KPA weisen im Durchschnitt sehr hohe Unfallquoten und Unfallkostenquoten sowie hohen Unfalldichten und Unfallkostendichten auf. Im Gegensatz dazu sind das individuelle Unfallrisiko für Radfahrer und abbiegende Kfz sowie die entsprechenden Unfallkostenraten jedoch sehr gering. Die verhältnismäßig hohen Unfall(kosten)dichten und Unfall(kosten)quoten werden durch die in diesem Cluster vorhandenen hohen Verkehrsstärken der Radfah-

rer und abbiegenden Kfz stark relativiert. Das individuelle Unfallrisiko für geradeausfahrende Radfahrer und abbiegende Kfz ist demnach sehr gering.

In der Verhaltensbeobachtung wurde festgestellt, dass bei Radfahr-/Schutzstreifen die regelkonforme Nutzung am höchsten ist. Nur selten wird auf dem Gehweg oder in falscher Richtung gefahren. In der Befragung wurde bei dieser Führungsform das schnelle Vorankommen am positivsten bewertet.

Die hohen Unfallquoten und -dichten können auch nicht durch ein regelwidriges Verhalten der Radfahrer erklärt werden. Gemäß der mikroskopischen Unfallanalyse wurde bei allen Rechtsabbiegeunfällen dieses Clusters vom Radfahrer die vorgesehene Radfahrerfurt genutzt (15 auswertbare Unfälle) und es wurde ausschließlich in Fahrtrichtung, also nicht links gefahren (18 auswertbare Unfälle). Aufgrund der sehr geringen Fallzahlen für dieses Cluster im Projekt (vor allem wegen des seltenen Vorhandenseins dieser Führungsform in den Untersuchungsstädten) ist eine abschließende Bewertung der Verkehrssicherheit für dieses Cluster nicht möglich. Die hohen Dichte- und Quotenwerte zeigen jedoch, dass weitergehende Verkehrssicherheitsuntersuchungen für diese Führungsform durchgeführt werden sollten.

5.7.2 Linksabbiegeunfälle Ab-Rf

In Bezug auf Linksabbiegeunfälle weisen **Knotenpunktarme ohne Lichtsignalanlage mit Radverkehrsführung im Mischverkehr** ein besonders hohes Unfallrisiko für Radfahrer und linksabbiegende Kfz auf. Da diese Führungsform in den Untersuchungsstädten auch mit Abstand am häufigsten vorzufinden war, wird die hohe Zahl an Linksabbiegeunfällen durch entsprechend niedrige Unfallquoten und Unfallkostenquoten zunächst relativiert. Auch die Unfalldichte und Unfallkostendichte sind sehr niedrig. Unfälle an Knotenpunktarmen dieser Führungsform stellen demnach grundsätzlich ein sehr seltenes Ereignis dar. Im Gegensatz dazu weist dieses Cluster für Linksabbiegeunfälle jedoch das mit Abstand höchste individuelle Unfallrisiko für Radfahrer und linksabbiegende Kfz auf (höchste Unfall(kosten)raten).

Begründet werden kann dies dadurch, dass aufgrund des seltenen Zusammentreffens von Linksabbiegern und Radfahrern bei dieser Führungsform (geringe Verkehrsstärken) der Kfz-Fahrer gegebenenfalls nicht mit einem Radfahrer rechnet und diesen auf der Fahrbahn übersieht. Begünstigt wird dieses dabei zusätzlich durch vom Kfz-Fahrer unerwartete sowie zum Teil regelwidrige Flächennutzung, das Linksfahren der Radfahrer sowie durch die Freigabe des Gehwegs für den Radverkehr („Gehweg - Radfahrer frei“). Obwohl bei dieser Führungsform jeder vierte Radfahrer links gefahren ist (Abbildung 27) und mehr als jeder vierte nicht die Fahrbahn, sondern den Seitenraum genutzt hat (Abbildung 26), war bei Linksabbiegeunfällen innerhalb dieses Clusters das Linksfahren oder die falsche Flächennutzung nicht besonders häufig als Unfallursache benannt. Im Rahmen der makroskopischen Unfallanalyse war in diesem Cluster die falsche Flächennutzung bei Linksabbiegeunfällen nur bei fünf von 41 Radfahrern als Unfallursache angegeben (12,2 % im Vergleich zu durchschnittlich 11,5 % über alle Cluster). Auch bei keinem der vier in der mikroskopischen Unfallanalyse untersuchten Linksabbiegeunfälle dieses Clusters ist der Radfahrer in Gegenrichtung gefahren (im Vergleich zu durchschnittlich 14 % Linksfahreranteil über alle Cluster).

Einen Einfluss auf die Ergebnisse der makroskopischen Unfallanalyse hat dabei die zum Teil vorhandene Regelung „Gehweg - Radfahrer frei“ bei dieser Führungsform, welcher jedoch aufgrund unvollständiger Daten hierzu nicht zweifelsfrei ermittelt werden kann. Denn an KPA, an denen diese Regelung gilt, ist der Radfahrer bei einem Unfall nicht regelwidrig auf dem Gehweg gefahren und damit die falsche Flächennutzung nicht in den Unfalldaten als Ursache benannt. Dennoch rechnet ein Kfz-Fahrer bei dieser Führungsform gegebenenfalls nicht mit einem Radfahrer auf dem Gehweg.

Gemäß der durchgeführten mikroskopischen Unfallanalyse wurde in diesem Cluster der Seitenraum von den Radfahrern bei einem von vier untersuchten Linksabbiegeunfällen genutzt (25 %). Die Seitenraumnutzung wurde dagegen bei allen der insgesamt fünf in der mi-

roskopischen Unfallanalyse betrachteten Rechtsabbiegeunfällen festgestellt. Im Vergleich dazu wurde im Rahmen der makroskopischen Unfalldaten nur bei 5 % der Rechtsabbiegeunfälle eine falsche Flächennutzung festgestellt. Problematisch wäre die Seitenraumnutzung und der Einfluss der Regelung „Gehweg - Radfahrer frei“ bei diesem Cluster demnach vor allem bei Rechtsabbiegeunfällen und weniger bei Linksabbiegeunfällen. Aber auch diese, für Linksabbiegeunfälle auf sehr geringen Fallzahlen beruhenden Erkenntnisse, liefern keine eindeutige Erklärung für das sehr hohe Unfallrisiko für Linksabbiegeunfälle in diesem Cluster.

Im Rahmen der Verhaltensbeobachtungen wurde ermittelt, dass bei Führung im Mischverkehr nur jeder dritte Radfahrer regelkonform fuhr. Die Nutzung des Gehwegs und der Anteil der Falschfahrer sind hier am höchsten. Außerdem wurde festgestellt, dass in der Befragung die Führung im Mischverkehr in allen Kriterien am schlechtesten abschnitt. Diese Führungsform wird vom Großteil der Radfahrer nicht präferiert.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass der Mischverkehr in Bezug auf Linksabbiegeunfälle grundsätzlich eine eher sichere Führungsform darstellt, da Linksabbiegeunfälle insgesamt eher selten auftreten. Dennoch ergibt sich ein hohes individuelles Risiko für Radfahrer und abbiegende Kfz (hohe Unfall(kosten)raten). Es gibt keine eindeutigen Belege in den Unfallzahlen, dass das Fahren im Seitenraum oder das Linksfahren an KPA ohne LSA mit Radverkehrsführung im Mischverkehr besonders häufig zu Linksabbiegeunfällen führt. An KPA dieses Clusters kommt es vielmehr insbesondere dann zu Linksabbiegeunfällen, wenn besonders selten mit Radfahrern zu rechnen ist oder selten links abgebogen wird, d. h. wenn die entsprechenden Verkehrsstärken besonders klein sind. Dieses würde zumindest die hohen Unfallraten und Unfallkostenraten trotz der generell sehr geringen Unfallzahlen erklären.

Diese Führungsform ist bei Rechtsabbiegeunfällen gegebenenfalls deshalb nicht so unfallauffällig, weil sich der Radfahrer, wenn er auf der Fahrbahn fährt, aufgrund der oft geringen Fahrbahnbreite und den da-

mit verbundenen eher eingeschränkten Überholmöglichkeiten in der Regel vor dem abbiegenden Kfz und damit im direkten Sichtfeld des Kfz-Fahrers befindet. Besonders unsicher ist dagegen das Nutzen des Seitenraumes durch den Radfahrer beim Rechtsabbiegen des Kfz, wie die Ergebnisse der mikroskopischen Unfallanalyse zeigen.

KPA mit LSA und Radfahr- bzw. Schutzstreifen weisen auch bei Linksabbiegeunfällen auffällige Unfallkennwerte auf. Die Unfallkennwerte stellen sich dabei sehr ähnlich dar. Das Cluster weist auch für Linksabbiegeunfälle sehr hohe Unfallquoten und Unfallkostenquoten sowie hohe Unfalldichten und Unfallkostendichten auf. Auch für Linksabbiegeunfälle ist im Gegensatz dazu das Unfallrisiko für Radfahrer und abbiegende Kfz eher gering und die Unfallkostenraten sind unterdurchschnittlich. Die verhältnismäßig hohen Unfall(kosten)dichten und Unfall(kosten)quoten werden durch die in diesem Cluster vorhandenen hohen Verkehrsstärken der Radfahrer und abbiegenden Kfz relativiert. Insgesamt betrachtet kann also für dieses Cluster von einem verhältnismäßig geringen individuellen Unfallrisiko gesprochen werden.

Gemäß der mikroskopischen Unfallanalyse ist der Radfahrer bei allen hierbei untersuchten Linksabbiegeunfällen dieses Clusters ausschließlich in Fahrtrichtung, also nicht links gefahren (neun auswertbare Unfälle), bei einem von vier diesbezüglich auswertbaren Unfällen wurde vom Radfahrer anstatt der Radwegfurt die Fußgängerfurt genutzt.

Aufgrund der sehr geringen Fallzahlen für dieses Cluster im Projekt (vor allem wegen des seltenen Vorhandenseins dieser Führungsform in den Untersuchungsstädten) ist eine abschließende Bewertung der Verkehrssicherheit für dieses Cluster auch für Linksabbiegeunfälle nicht möglich. Die hohen Dichte- und Quotenwerte zeigen auch für Linksabbiegeunfälle, dass weitergehende Verkehrssicherheitsuntersuchungen für diese Führungsform durchgeführt werden sollten.

5.7.3 Besondere Einflüsse auf das Unfallgeschehen

Im Rahmen der durchgeführten Unfallanalysen konnte festgestellt werden, dass das Linksfahren und eine abweichende Flächennutzung durch die Radfahrer auch bei Unfällen Ab-Rf gefährlich ist. Insbesondere im Mischverkehr sowie auf Radwegen mit weiter Furtabsetzung sind diese Verhaltensweisen der Radfahrer besonders häufig zu beobachten und finden sich überproportional häufig in den Unfallhergängen wieder. Problematisch ist dabei, dass die Kfz-Fahrer gegebenenfalls nicht mit Radfahrern rechnen, die nicht auf den offensichtlich vorgesehenen Radverkehrsinfrastrukturen fahren. Dies kann unter Umständen auch ein Gehweg sein, auf dem das Radfahren erlaubt ist (Gehweg - Radfahrer frei). Dementsprechend ist es besonders wichtig, die vorgesehene Radverkehrsführung für alle Verkehrsteilnehmer entsprechend eindeutig erkennbar zu gestalten.

Knapp zwei Drittel aller Unfälle Ab-Rf sind Rechtsabbiegeunfälle. Besonders auffällig ist dagegen der sehr hohe Anteil der Linksabbiegeunfälle an KPA mit Radverkehrsführung im Mischverkehr mit 56 % an KPA mit LSA und 68 % an KPA ohne LSA. Darüber hinaus zeigte sich, dass insbesondere für Radwege an KPA mit LSA, das Linksfahren von Radfahrern Linksabbiegeunfälle verursacht.

Als ein wesentliches Problem an KPA mit Radwegen haben sich lokale Sichthindernisse herausgestellt, die sich vor allem an Radwegen mit mittlerer sowie weiter Furtabsetzung häufen. Insbesondere bei Rechtsabbiegevorgängen ist an diesen KPA nicht zu jedem Zeitpunkt des Abbiegevorgangs der freie (Schulter-)Blick auf und für den Radfahrer möglich.

Auch konnten bei der Vor-Ort-Begehung an den unfallauffälligen KPA verschiedene weitere Auffälligkeiten festgestellt werden, die das Unfallgeschehen beeinflussen haben könnten, wie z. B. Gefällestecken im Radverkehr, eine sehr zügige Rechtsabbiegerführung (große Abbiegeradien) oder große und unübersichtliche Knotenpunkte.

5.7.4 Einfluss der Infrastrukturmerkmale auf das Verhalten

Zwischen den untersuchten Infrastrukturmerkmalen waren teils große Unterschiede im Verhalten der Kfz- und Radfahrer zu beobachten. Trotz dieser Verhaltensunterschiede ist die Konfliktrate über alle untersuchten Merkmale nahezu identisch. Dafür gibt es mehrere Erklärungen:

(1 a) Infrastrukturelle Maßnahmen wie LSA oder Radverkehrsanlagen bringen keinen Sicherheitsgewinn, (1 b) der Sicherheitsgewinn der Maßnahmen wird negativ kompensiert durch eine verringerte Achtsamkeit an KPA, die aufgrund der gegebenen infrastrukturellen Maßnahmen als sicherer wahrgenommen werden. Keine der beiden Hypothesen kann angesichts der vorliegenden Ergebnisse vollständig zurückgewiesen werden, doch scheint (2) am plausibelsten:

(2) Infrastrukturmaßnahmen werden vor allem an KPA eingeführt, bei denen eine besondere Kritikalität erwartet wird - wenn kein größerer Umbau möglich oder zu kostspielig ist, begnügt man sich mit einer Roteinfärbung der Furt. Die Sicherheitseffekte der Infrastrukturmaßnahmen sind hier nicht beobachtbar, wenn sie lediglich die vormals bestehende Kritikalität ausgleichen. Die hier gewählte Methode der Verhaltensbeobachtung ist prinzipiell geeignet, bestehende Unterschiede aufzudecken, sofern es sie gibt. Ein Beleg der Kausalität, d. h. der Nachweis, dass die Einführung der LSA, der Radfahrstreifen oder die Rotfärbung zu mehr Sicherheit führt, ist jedoch mit dem hier gewählten quasiexperimentellen (d. h. es ist keine zufällige Zuweisung der Infrastrukturmerkmale zu den untersuchten KPA erfolgt) Ansatz nicht realisierbar.

Die Beobachtung des Verhaltens lässt keine unmittelbaren Aussagen über das objektiv bestehende Risiko an den KPA mit den ausgewiesenen Infrastrukturmerkmalen zu. Das beobachtete Sicherungsverhalten deutet vielmehr auf ein subjektiv wahrgenommenes Risiko hin, dass mit einem vergleichbaren objektiven Risiko einhergehen kann, oder auch nicht. Das Sicherungsverhalten ist jedoch per se positiv zu werten, da es, wie bereits dargelegt, die Konfliktrate reduziert.

Auf Basis der Verhaltens- und Konfliktanalyse kann keines der untersuchten Infrastrukturmerkmale als sicherer oder sicherheitskritischer als ein anderes ausgewiesen werden. Hier sei auf die Ergebnisse aus Kapitel 5.2 verwiesen. Ein experimenteller Ansatz oder ein Prä-Post-Vergleich beim Umbau von KPA wäre notwendig, um Sicherheitseffekte und die Kausalität belastbar nachzuweisen. Weiterer Forschungsbedarf besteht hier im Vergleich der unterschiedlichen Radführungsformen, wobei auch verkehrsstärkere KPA mit Mischverkehrsführung einbezogen werden sollten.

Wahrnehmung und Akzeptanz der Radführungsformen durch die Radfahrer

Die subjektiv wahrgenommene und die objektiv beobachtete Sicherheit (Konfliktrate) der drei Radführungsformen gehen weit auseinander. Während objektiv keine Unterschiede in der Konfliktrate feststellbar waren, werden Radfahrstreifen und vor allem Radwege von Radfahrern als viel sicherer wahrgenommen als der Mischverkehr (Tabelle 18). Die hohe Wertung der Sicherheit der Radwege ist vermutlich auf den im Längsverkehr gewährten Abstand zum Kfz-Verkehr zurückzuführen.

Der Anteil korrekter Flächennutzung ist bei Radfahr-/Schutzstreifen noch höher als bei Radwegen. Letztere scheinen vermehrt Falschrichtungsfahrer zur regelwidrigen Nutzung zu verleiten. Weichen Radfahrer von der angebotenen Radverkehrsanlage ab, ob vor oder in der Konfliktzone, so wird zumeist der Gehweg bzw. die Fußgängerfurt genutzt, nur selten die Straße. Dabei ist gerade das Überqueren auf Gehweghöhe deutlich kritischer als die Nutzung der vorgesehenen Furt oder das Fahren auf der Fahrbahn (Kapitel 7.2).

Eine vorschriftsmäßige Flächennutzung ist im Mischverkehr besonders gering. Es ist davon auszugehen, dass die hier berichteten Angaben zur Flächennutzung extremer ausfallen, bei verkehrsstärkeren KPA würde sich der Anteil der Falschrichtungsfahrer, bei KPA ohne Kopfsteinpflaster der Anteil der Gehwegnutzer vermutlich deutlich reduzieren. Dennoch ist der Befragung zufolge der Mischverkehr eine weithin unattraktive Führungsform.

6 Verkehrssituation, Konflikte und Unfälle

Neben baulichen Merkmalen können situative Merkmale das Konfliktgeschehen stark beeinflussen. Einige beeinflussende Merkmale wurden bei der Datenerhebung weitgehend konstant gehalten. Dazu gehören die Tageszeit (ca. 07:00 - 10:00 Uhr oder 14:00 - 17:00 Uhr), die Jahreszeit (Sommer), und die Witterungsbedingungen (trocken). Ziel war zum einen angesichts der Fülle nicht kontrollierbarer Einflussfaktoren ein Minimum an Bedingungskonstanz sicherzustellen, und zum anderen die Fallzahlen binnen des dreistündigen Beobachtungszeitraums zu maximieren. Zu den untersuchten Merkmalen der Verkehrssituation gehören z. B. Merkmale des Interaktionsablaufs von Rad- und Kfz-Fahrern (z. B. Sichtbeziehung, Signalisierungsphasen von Kfz- und Radfahrern, etc.).

6.1 Verhalten der Kfz-Fahrer und Radfahrer

6.1.1 Verhalten der Kfz-Fahrer

Wie verhalten sich Kfz-Fahrer bei der Annäherung an den KPA und beim Abbiegen mit einem zeitnah geradeausfahrenden Radfahrer? Und welches Verhalten geht einer konflikthafter Interaktion (Kapitel 3.6) seltener oder häufiger voraus? Einen Überblick liefert Tabelle 19.

Fast alle Kfz-Fahrer betätigen beim Rechtsabbiegen den Blinker (bei Linksabbiegern in Videoaufzeichnungen nicht erkennbar). 85,4 % setzen den Blinker bereits in Zone 1.

In Zone 3 verringern neun von zehn Kfz-Fahrern ihre Geschwindigkeit durch Abbremsen oder verzögertes Anfahren nach einer Rotphase. Im Konfliktfall war das Verringern der Geschwindigkeit seltener zu beobachten. Der Anteil sinkt auf 70 %.

Jeder fünfte Rechtsabbieger zeigt im Interaktionsfall keinen erkennbaren Schulterblick. Einem Konflikt geht vergleichsweise häufiger das Auslassen des Schulterblicks voraus, in diesem Falle ist nur bei zwei von drei Abbiegern ein Schulterblick beobachtbar. Bei der hier berich-

teten Interaktionsanalyse liegt der Anteil der Kfz-Fahrer mit erkennbarem Schulterblick weit über dem über alle Rechtsabbieger (N = 5.496, zumeist ohne Interaktion mit Radfahrer) beobachteten Anteil von lediglich 50 %. Dies spricht dafür, dass die Kfz-Fahrer den Radfahrer bereit während der Annäherung an den KPA wahrnehmen oder sogar eine Interaktion mit einem Radfahrer antizipieren. Demzufolge zeigen sie wesentlich häufiger einen Schulterblick.

Tabelle 19:
Verhalten der Kfz-Fahrer vor dem/beim Abbiegen bei konfliktfreien und konflikthafter Interaktionen

	Verhalten beobachtet?	kein Konflikt	Konflikt	p	N
Kfz-Fahrer	Blinken	98,2%	96,9%	.458	635
	Schulterblick**	82,5%	66,7%	.003	568
	Verringern der Geschwindigkeit **	91,2%	69,8%	.000	700
	Erkennbare Ablenkung	5,1%	1,4%	.171	699

**hochsignifikanter Unterschied mit $p < .01$

Einer von 20 Kfz-Fahrern ist sichtlich abgelenkt. 3,7 % halten das Mobiltelefon in der Hand oder am Ohr (Nutzung der Freisprechanlage nicht beobachtbar), 0,7 % rauchen und 0,2 % essen, trinken oder widmen sich sonstigen Tätigkeiten wie z. B. der Bedienung des Radios oder Ähnliches. Ein Zusammenhang zwischen der Fahrerablenkung und dem Konfliktgeschehen beim Abbiegen ist nicht nachweisbar ($p > .05$).

6.1.2 Verhalten der Radfahrer

Generell ist ein Sicherungsverhalten der Radfahrer beim Geradeausfahren nur gelegentlich zu beobachten (Tabelle 20). Dies erscheint angesichts ihres Vorfahrtsrechts, das ihnen eine ungehinderte und sichere Querung ermöglichen sollte, nicht unerheblich. Immerhin hört jeder siebte Radfahrer vor der Querung auf zu pedalieren, oft eine Vorbereitung auf ein mögliches Bremsmanöver. Eher selten lässt sich auch ein Verringern der Geschwindigkeit (4,4 %) und ein Ausweichen (3,0 %; zumeist ein kleiner Schlenker zum Vergrößern des Abstands zum abbiegenden Fahrzeug) beobachten. Ein Stopp des Pedalierens und eine Geschwindigkeitsverringerung wurden nur dann festgehalten, wenn keine anderen Ursachen als der

Abbieger (z. B. Rotphase, Fußgänger auf Radweg, oder Ähnliches) erkennbar waren. Vermutlich blickt ein deutlich größerer Anteil als die hier berichteten 13,1 % (konfliktfrei) bzw. 27,8 % (im Konfliktfall) der Radfahrer zum abbiegenden Fahrzeug, doch ist ein Blick zum Kfz anhand der Videoaufzeichnungen nur erkennbar, wenn er mit einer deutlichen Kopfbewegung einhergeht.

Tabelle 20:
Verhalten der Radfahrer vor/beim Überqueren bei konfliktfreien und konflikthafter Interaktionen

	Verhalten beobachtet?	kein Konflikt	Konflikt	p	N
Radfahrer	Erkennbarer Blick zum Kfz**	13,1%	27,8%	.004	572
	Stoppt Pedalieren**	11,4%	44,2%	.000	568
	Verringern der Geschwindigkeit**	4,4%	45,7%	.000	703
	Ausweichen**	3,0%	37,3%	.000	700

**hochsignifikanter Unterschied mit $p < .01$

Im Falle eines Konflikts mit dem abbiegenden Kfz-Fahrer sind die entsprechenden Verhaltensweisen der Radfahrer um ein Vielfaches häufiger beobachtbar. Sie sind weniger als Ursache für den Konflikt denn vielmehr als dessen Antizipation und des folgerichtigen Handelns zu interpretieren.

6.1.3 Einfluss personaler Merkmale

Als besonders gefährdet gelten nach dem generellen Forschungsstand Rad fahrende Kinder und ältere Verkehrsteilnehmer. Ähnlich verhält es sich bei Kfz-Fahrern. Auch hier werden jüngeren (18 - 24-Jährige) und älteren Fahrern fahrleistungsbezogen höhere Risiken zugeschrieben. Nachfolgend wird die Konfliktrate über die Altersgruppen von Rad- und Kfz-Fahrern und über das Geschlecht verglichen. Keinen Unterschied in der Konfliktrate gab es je nach:

- Alter der Kfz-Fahrer (N = 693 und $p = .755$)
- Alter der Radfahrer (N = 708 und $p = .819$)
- Geschlecht der Kfz-Fahrer (N = 693 und $p = .647$)
- Geschlecht der Radfahrer (N = 708 und $p = .353$)
- Helmnutzung der Radfahrer (N = 708 und $p = .584$)
- Der Einfluss reflektierender Kleidung war aufgrund der geringen Fallzahl nicht beurteilbar. Nur vier Radfahrer waren mit Reflektoren oder Warnwesten ausgestattet.

6.1.4 Zusammenfassung der Verhaltensbeobachtung

Bei der hier berichteten Interaktionsanalyse zeigen immerhin 80,8 % der Kfz-Fahrer einen erkennbaren Schulterblick, wenn ein Radfahrer zugegen war. Dies liegt erheblich über dem Wert von 49,4 %, der bei der Verhaltensbeobachtung vor Ort bei den 5.498 rechtsabbiegenden Kfz-Fahrern (Mehrheit der Fahrer ohne Interaktion mit Radfahrer) beobachtet wurde. Positiv zu werten ist, dass die Wahrnehmung und/oder Antizipation geradeausfahrender Radfahrer einen Bedarf für das notwendige Sicherungsverhalten schafft. Negativ fällt auf, dass 20 % bzw. 50 % der Kfz-Fahrer den obligatorischen und nachweislich sicherheitsfördernden Schulterblick nicht zeigen. Denn Konflikte werden seltener, wenn ein Schulterblick gemacht wird. Auch die Verringerung der Geschwindigkeit beim Abbiegen reduziert nachweislich Konflikte. Die Mehrheit der Fahrer zeigt ein vorschriftsmäßiges Blinkverhalten, auch wenn jeder siebte den Blinker eher spät setzt (Kapitel 6.1.1).

Dass ein Sicherungsverhalten der Radfahrer viel seltener beobachtbar war als bei Kfz-Fahrern erklärt sich bereits aus ihrem Vorfahrtsrecht in dem hier untersuchten Unfallkollektiv. Dennoch zeigt ein Teil der Radfahrer ein defensives Fahrverhalten bei Annäherung an den KPA und ein gutes Antizipationsvermögen, was konflikthafte Interaktionen mit Kfz-Fahrern betrifft. Im Konfliktfall haben zwei von drei Radfahrern (66,6 %) entweder vorab das Pedalieren eingestellt, oder nahe des Abbiegebereichs die Geschwindigkeit verringert (oder beides). Mindestens jeder siebte, im Konfliktfall sogar jeder vierte Radfahrer richtet seinen Blick auf das gleichzeitig abbiegende Fahrzeug; möglicherweise liegt dieser Anteil noch beträchtlich höher.

Unterschiede in der Konfliktrate in Abhängigkeit von Geschlecht und Alter sind nicht erkennbar. Helmnutzer, denen mitunter sowohl gesteigerte Vorsicht als auch ein höheres Risikoverhalten zugeschrieben wird, unterscheiden sich in der beobachteten Konfliktrate nicht von Radfahrern ohne Helm.

6.2 Verkehrssituationen und Konflikte

6.2.1 Interaktionsanalyse

Bekannt ist aus der Literatur, dass gerade bei einer Grünphase ankommende Radfahrer (im Vergleich zum Anfahren nach einer Rotphase) besonders gefährdet sind. Nicht bekannt war bislang, wie die Gefährlichkeit der Situation sich zusätzlich in Abhängigkeit von der Signalisierungsphase des Kfz-Fahrers gestaltet. Die diesbezüglichen Ergebnisse zeigt Tabelle 21. Biegen Kfz-Fahrer ohne einen Halt bei einer Grünphase ab, zeigt der Zeitpunkt der Querung des Radfahrers keinen Einfluss auf die Konfliktrate, allerdings ist die Verbindung von „Kfz-Fahrer biegt ohne Halt bei Grün ab, Radfahrer befährt den Knotenpunkt nach Halt bei Rotphase“ angesichts der Gleichschaltung der Phasen (oder des Phasenvorlaufs für Radfahrer) äußerst selten (neun Fälle) und nicht aussagekräftig.

Tabelle 21:
Konfliktrate nach Signalisierungsphase des Kfz- und Radverkehrs

Kfz-Fahrer	Fährt bei Grünbeginn nah Halt bei Rot		Fährt ohne Halt bei Grünphase		P
Radfahrer	nach Rotphase	ohne Halt bei Grün	nach Rotphase	ohne Halt bei Grün	.000
Konfliktrate**	3,2%	29,8%	11,1%	10,4%	
N	250	84	9	202	

**hochsignifikanter Unterschied mit $p < .01$

Nur sehr selten treten hingegen Konflikte auf, wenn Rad- wie Kfz-Fahrer nach einer Rotphase anfahren. Dahingegen verneinfacht sich die Konfliktrate, wenn der Kfz-Fahrer nach einer Rotphase bei Grünbeginn anfährt, der Radfahrer jedoch ohne Halt bei Grün quert. Die Gründe dafür lassen sich nur vermuten. Zu den möglichen Gründen gehören ein reduziertes Situationsbewusstsein nach längerem Warten an der Lichtsignalanlage, eine ungünstige Sichtbeziehung (Radfahrer nähert sich von hinten), und das Fahren in einer Abbiegekolonne (beides nachfolgend erläutert). Die berichteten Ergebnisse erscheinen plausibel, doch überrascht die Höhe des Effekts.

Befindet sich der Radfahrer im Sichtfeld des Kfz-Fahrers, sinkt die Konfliktrate auf sehr geringe 2,0 % (Tabelle 22). Ist der Radfahrer dahingegen kurz vor dem Zeitpunkt des Abbiegens nicht (mehr) im Sichtfeld (d. h. nicht vor Höhe des Kfz-Fahrers) steigt die Konfliktrate auf ca. 16 % bis 19 %. Ob der Radfahrer zu einem bestimmten Zeitpunkt einmal im Blickfeld des Kfz-Fahrers war oder nicht, beeinflusst die Konfliktrate nicht.

Tabelle 22:
Konfliktrate nach Art der Sichtbeziehung von Kfz- und Radverkehr

Sichtfeld**	Rf folgt Kfz/ stellt sich nicht in Sichthöhe auf	RF wurde von Kfz überholt/ stellt sich nicht in Sichthöhe auf	RF fährt vor Kfz-Fahrer/ stellt sich in Sichthöhe auf	p
Konfliktrate	15,8%	18,8%	2,0%	.000
N	228	48	245	

**hochsignifikanter Unterschied mit $p < .01$

Weiterhin geprüft wurde, ob und wie das gleichzeitige Abbiegen in einer Kolonne (Kfz-Fahrer) bzw. das gleichzeitige befahren des Knotenpunkts (Radfahrer) die Konfliktrate beeinflusst. Die Ergebnisse zeigt Tabelle 23.

Die Konfliktrate versechsfacht sich (von 6,1 % auf 38,8 %), wenn der Kfz-Fahrer in einer Abbiegekolonne fährt, d. h. einem vorausfahrenden Fahrzeug beim Abbiegen folgt. Worauf dieser immense Anstieg der Konfliktrate zurückzuführen ist, kann hier nur vermutet werden. Vielleicht auf die Beschränkung der gebotenen Achtsamkeit allein auf die Abstandshaltung zum vorausfahrenden Fahrzeug, auf die eingeschränkte Sichtbeziehung, oder auf einen zu geringen Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug, so dass das Geradeausfahren eines Radfahrers nur mit geringem Sicherheitsabstand zum Kfz möglich ist. Auch ist beim Fahren in Abbiegeko-

Tabelle 23:
Abbiegen in Kolonne, gleichzeitiges Fahren mehrerer Rf und Konfliktrate

		Nein	Ja	p
Kfz-Fahrer biegt in Kolonne ab**	Konfliktrate	6,1%	38,8%	.000
	N	623	85	
Radfahrer überpuert mit mindestens einem weiteren Radfahrer**	Konfliktrate	13,2%	6,1%	.000
	N	395	313	

**hochsignifikanter Unterschied mit $p < .01$

lonnen in fast 40 % der Fälle das kritische Szenario „Autofahrer fährt nach Rotphase an, Radfahrer fährt ohne Halt bei Grün durch“ gegeben.

Fährt mehr als ein Radfahrer zur gleichen Zeit geradeaus, halbiert sich die Konfliktrate (von 13,2 % auf 6,1 %). Das Prinzip der Safety in Numbers (mehr Radfahrer - mehr Sicherheit) scheint hier zuzutreffen, allerdings nicht bezogen auf die absolute Radverkehrsstärke, sondern lediglich auf das zeitnahe Hintereinanderfahren von Radfahrern. Fahren fünf oder mehr Radfahrer zur gleichen Zeit, liegt die Konfliktrate bei 0 %. Der Hauptgrund liegt wohl in der höheren Auffälligkeit von zwei oder mehr Radfahrern.

Für folgende Faktoren war kein Unterschied in der Höhe der Konfliktrate nachweisbar:

- Rechts- und Linksabbieger (doch geringe Fallzahlen bei Linksabbiegern: 9,0 % von 708 beobachteten Interaktionen) weisen vergleichbare Konfliktraten auf.
- Es war kein Zusammenhang zwischen der Verkehrsstärke von Kfz-Fahrern ($p = .118$), und der Verkehrsstärke von Radfahrern ($p = .857$) auf die Konfliktrate nachweisbar. Dies ist positiv zu werten, da demzufolge die auf dem Vergleich von Konfliktraten beruhende Bewertung infrastruktureller und situativer Merkmale nicht durch Einflüsse der Verkehrsstärken verzerrt wird.

6.2.2 Unfallanalyse

Ein Grünvorlauf oder eine vorgezogene Haltelinie für Radfahrer an KPA mit LSA entfalten ihre positive Wirkung auf die Verkehrssicherheit durch die verbesserte Sichtbarkeit der Radfahrer für den Kfz-Fahrer für den Fall, dass beide Verkehrsteilnehmer bei Grünbeginn von den Haltelinien an der LSA anfahren. Unter diesen Randbedingungen sollten bei dieser Situation dem-

nach optimale Sichtbedingungen an der Konfliktfläche herrschen und Unfälle entsprechend selten sein, weshalb diese Maßnahmen grundsätzlich als positiv zu bewerten sind³⁷⁾. Es gilt allerdings zu beachten, dass zu allen anderen Zeitpunkten der Signalisierung diese Maßnahmen jedoch keine Wirkung auf das Unfallgeschehen haben. Aus diesem Grund wurde im Rahmen der mikroskopischen Analyse auch der Fahrfluss der an Rechtsabbiegeunfällen Ab-Rf beteiligten Kfz an KPA mit LSA untersucht.

Für 146 von 251 im Rahmen der mikroskopischen Analyse untersuchten Rechtsabbiegeunfällen Ab-Rf an KPA mit LSA konnten Informationen zum Fahrfluss des Kfz aus den Unfallhergangsbeschreibungen (UHB) entnommen werden. Die Auswertung zeigt, dass sich mit 37 % die meisten Rechtsabbiegeunfälle Ab-Rf bei stetiger Fahrt des Kfz, gefolgt von 28 % nach dem Anfahren des Kfz ereigneten (Abbildung 38). Bei 20 % der Rechtsabbiegeunfälle Ab-Rf an KPA mit LSA war aus der Unfallhergangsbeschreibung lediglich herauszulesen, dass das Kfz ein Grünsignal hatte, nicht aber ob es gerade anfuhr oder aus der Fahrt heraus abbog. Bei 15 % der Rechtsabbiegeunfälle Ab-Rf stand das Fahrzeug beim Unfall, z. B. um Fußgänger passieren zu lassen.

Die Ergebnisse bestätigen somit die oben genannten Einschränkungen der Sicherheitswirkung eines Grünvorlaufs bzw. einer vorgezogene Haltelinie.

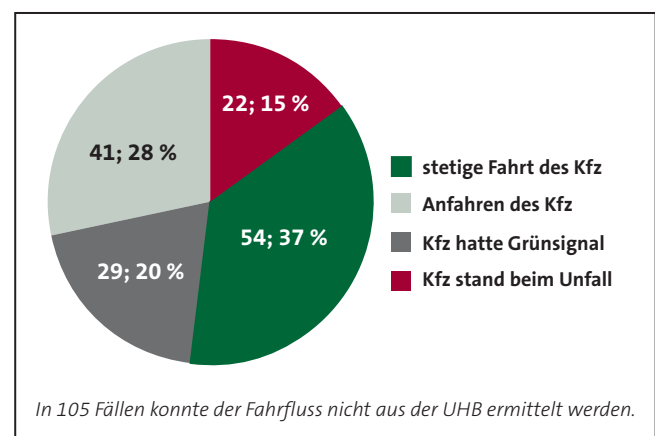


Abbildung 38:
Fahrfluss des Kfz bei RA-U Ab-RF an KPA mit LSA (mikroskopische Unfallanalyse)

³⁷⁾ Eine pauschale Auswertung der aufgenommenen Infrastruktureigenschaften der einzelnen Knotenpunktarme nach dem Vorhandensein einer vorgezogenen Haltelinie oder eines Zeitvorsprungs des Radfahrers an der Lichtsignalanlage bei Grünbeginn (Zahlen liegen vor) ist für die Bewertung der Verkehrssicherheit nicht zielführend, denn die Notwendigkeit dieser Maßnahmen sowie die Ermittlung der erforderlichen Vorlaufzeit für den Radfahrer muss gemäß RILSA 09 für jeden KPA unter Berücksichtigung der jeweiligen Einfahrwege des Kfz und des Radverkehrs erfolgen.

6.3 Vergleich der Kraftfahrzeugtypen

6.3.1 Interaktionsanalyse

Der Anteil der Interaktionen je Kraftfahrzeugtyp spiegelt fast exakt ihre beobachtete Auftretenshäufigkeit (stichprobenartige Zählung auf Basis der Videoaufzeichnungen) wider. Somit gerät kein Kfz-Typ überzufällig häufig in eine Interaktion mit einem Radfahrer. Aufgrund der geringen Fallzahlen für alle Kfz-Typen mit Ausnahme nicht geschlossener (d. h. nicht verdeckter Seitenscheiben) Pkw kann nicht geprüft werden, ob und welche Kfz-Typen häufiger in Konflikte geraten als andere (Tabelle 24). Dass hier die oft kritisch betrachteten Lkw-, Bus- und Lfw-Fahrer eher geringere Konfliktraten aufzuweisen scheinen, lässt sich nicht statistisch absichern.

Tabelle 24:
Anzahl beobachteter Interaktionen und Konflikte je Kraftfahrzeugtyp

	Interaktionen	Konflikte (Anzahl)	Konflikte (%)
Pkw (nicht geschlossen)	620	64	10,3%
Pkw (geschlossen)	19	4	21,0%
Transporter	37	2	5,4%
Bus	10	0	0%
Lkw	22	1	4,5%
Gesamt	708	71	10,0%

6.3.2 Unfallanalyse

Gemäß der makroskopischen Unfallanalyse in Kapitel 4.2.4 waren mit 85,5 % Pkw am häufigsten an Unfällen Ab-Rf beteiligt. 11,4 % der Unfälle entfielen auf Lkw und Lieferwagen und die verbleibenden 3,3 % machten Busse, Krafträder und andere Fahrzeuge aus. Im Rahmen der durchgeführten Verkehrserhebungen (Kapitel 3.4.4) wurden mit nur sehr geringen Abweichungen annähernd die gleichen Anteile für die Verkehrsteilnahme der unterschiedlichen Fahrzeugtypen ermittelt (Tabelle 25). Demnach ist keiner der Kfz-Typen überproportional häufig an Unfällen Ab-Rf beteiligt. Unfälle Ab-Rf mit Beteiligung von Lkw bzw. Lieferwagen sind jedoch im Mittel schwerer (Kapitel 4.2.4).

Tabelle 25:
Verkehrsteilnahme und Beteiligung der Kfz-Typen im Unfallgeschehen Ab-Rf

Kfz-Typ	Verkehrserhebung	Beteiligung bei Unfällen Ab-Rf	Abweichung
Pkw	85,5%	85,7%	-0,2%
Lkw/Lfw	10,4%	11,0%	-0,6%
Sonstige Kfz	4,2%	3,3%	0,9%

6.4 Zusammenfassung

Im Gegensatz zu den untersuchten infrastrukturellen Merkmalen zeigen bei der Konfliktbetrachtung situative Merkmale einen bedeutsamen Einfluss auf die Kritikalität der Abbiegesituationen. Bestimmte Situationsmerkmale können die Konfliktrate um das sechs- oder neunfache vervielfachen. Betrachtet man den Interaktionsablauf von Kfz- und Radfahrern, so weist das gleichzeitige Anfahren nach einer Rotphase eine minimale, das ungebremste Befahren des KP durch den Radfahrer bei Grün während der Kfz-Fahrer nach einer Rotphase anfährt, hingegen eine immense Kritikalität auf.

Die hohe Relevanz der Sichtbeziehung (Radfahrer im Sichtfeld des Kfz-Fahrers) spricht für den Nutzen des Vorziehens der Haltelinien von Radfahrern und deren Phasenvorschaltung. Wenig Abhilfe versprechen diese Maßnahmen jedoch bei den kritischen Szenarien der bei Grün ohne vorherigen Halt geradeausfahrenden Radfahrer. Auch bei anderen Risikofaktoren scheint das Ausmaß der Beeinflussbarkeit fraglich. Die Vermeidung der hochkritischen Abbiegekolonnen (Konfliktrate fast 40 %) erscheint gerade bei hohem Verkehrsaufkommen ein utopisches Ziel. Hier bedarf es einer genaueren Kenntnis der beeinflussenden Faktoren und Mechanismen, um wirksame Maßnahmen ableiten zu können. Hier besteht die einzige Möglichkeit in der getrennten Signalisierung von abbiegenden Kfz und geradeausfahrenden Radfahrern, um diese Konflikte bei hohen Verkehrsstärken zu vermeiden.

Die Unterschiede zwischen den verschiedenen Kfz-Typen konnten in Hinsicht auf ihre Konfliktrate aufgrund zu geringer Fallzahlen nicht statistisch abgesichert werden. Viele Ergebnisse (z. B. Kritikalität bestimmter Signali-

sierungsphasen oder die Relevanz der Sichtbeziehung) entsprechen den Erwartungen und dem generellen Forschungsstand. Ihre besondere Relevanz liegt in ihrer statistischen Absicherung und vor allem in der relativen Quantifizierung der Effekte mit einer überraschend hohen Effektstärke.

7 Regelwissen und Regelverstöße

Das Wissen über Verkehrsregeln stellt eine notwendige, doch keine hinreichende Bedingung zu deren Befolgung dar. Für Regelverstöße führen Forscher und Forschungsobjekte vielfältige Ursachen an, auf die nachfolgend nicht weiter eingegangen werden kann, weil das hier den Rahmen sprengen würde. Ziel war die Einschätzung der relativen Häufigkeit unterschiedlicher Regelverstöße von Kfz- und Radfahrern, und deren diesbezüglicher Einstellung.

In einem repräsentativen telefonischen Interview wurden je 200 Kfz- und Radfahrer zu ihrem Wissen über die Vorfahrtsregeln beim Rechts- und Linksabbiegen mit geradeausfahrendem Radverkehr und zu ihrer Einstellung und eigenem Verhalten bei ausgewählten Regelverstößen befragt. Ergänzt werden die Ergebnisse der berichteten Regelverstöße um die in der videobasierten Verhaltensbeobachtung vor Ort erfassten Regelverstöße beider Verkehrsteilnehmergruppen.

7.1 Wissen um Vorfahrtsregeln und Benutzungspflicht

Den 400 telefonisch befragten Rad- und Kfz-Fahrern in den vier ausgewählten Kommunen wurden folgende drei Fragen vorgelegt:

- (1) „Ein Autofahrer und ein Radfahrer fahren aus der gleichen Richtung auf eine Kreuzung zu. Die Ampel zeigt grün. Der Radfahrer fährt geradeaus über die Kreuzung, der Autofahrer biegt rechts ab. Wer hat Vorfahrt?“
- (2) „Ein Autofahrer möchte links abbiegen, und lässt zunächst die entgegenkommenden Fahrzeuge

passieren. Dahinter folgt noch ein Radfahrer. Wer hat Vorfahrt?“

- (3) „Müssen Radfahrer laut StVO immer auf dem Radweg fahren, wenn es einen gibt?“

Die Antworten zeigt Tabelle 26. Nahezu alle Auto- und Radfahrer weisen zutreffend dem geradeausfahrenden Radfahrer die Vorfahrt gegenüber dem rechtsabbiegenden Autofahrer zu (97,3 %). Kfz- und Radfahrer unterscheiden sich nicht in ihrem Urteil ($p = .703$).

Tabelle 26:
Wissen um Vorfahrtsregeln und Benutzungspflicht

N = 400		Antwortoptionen	Radfahrer (%)	Autofahrer (%)	Gesamt (%)	p
1)	Rechtsabbieger und geradeausfahrender Radfahrer	„Autofahrer hat Vorfahrt“	2,0	1,5	1,8	.703
		„Radfahrer hat Vorfahrt“	97,0	97,5	97,3	
		„nicht sicher/weiß nicht“	1,0	1,0	1,0	
2)	Linksabbieger und geradeausfahrender Radfahrer**	„Autofahrer hat Vorfahrt“	9,5	3,0	6,3	.007
		„Radfahrer hat Vorfahrt“	90,0	97,0	93,5	
		„nicht sicher/weiß nicht“	0,5	0,0	0,3	
3)	obligatorische Radwegnutzung	„ja“	84,5	85,5	85,0	.773
		„nein“	14,5	13,5	14,0	
		„nicht sicher/weiß nicht“	1,0	1,0	1,0	

**hochsignifikanter Unterschied mit $p < .01$

Mit knapp 94 % fällt der Anteil korrekter Antworten beim Szenario linksabbiegender Autofahrer, geradeausfahrender Radfahrer etwas geringer aus. Hier zeigen die befragten Rad- und Kfz-Fahrer ein unterschiedliches Antwortmuster ($p = .007$). Bei falschen Antworten scheint dem jeweils anderen vermehrt die Vorfahrt zugesprochen zu werden (die befragten Radfahrer sprechen eher dem Autofahrer des Szenarios die Vorfahrt zu und umgekehrt). Wenngleich die Antwort falsch ist, so spricht sie im Zweifelsfall doch für ein eher defensives Fahrverhalten, wenn das beschriebene Szenario im realen Straßenverkehr erlebt wird.

Ein Teil der fehlerhaften Antworten könnte möglicherweise auch auf ein mangelndes Verständnis des ge-

schilderten Rechts- und/oder Linksabbiegeszenarios zurückzuführen sein. Alles in allem ist das Wissen um die Vorfahrtsregeln als recht gut anzusehen.

Dahingegen fehlt es Kfz- und Radfahrern gleichermaßen ($p = .773$) weithin am Wissen, dass ein vorhandener Radweg nicht immer genutzt werden muss. Diesbezügliche Aufklärung könnte zumindest den Unmut mancher Kfz-Fahrer über eine vermeintlich regelwidrige Fahrbahnnutzung der Radfahrer abschwächen.

7.2 Beobachtete und berichtete Regelverstöße

Nachfolgend wird auf die in der Verhaltensbeobachtung (V) identifizierten und in der Telefonbefragung (T) berichteten Regelstöße eingegangen. Nicht alle Verhaltensweisen sind in beiden Datenquellen aufgeführt. Zu den beobachteten (V) und berichteten (T) Regelverstößen von Kfz-Fahrern gehören:

- Geschwindigkeitsübertretungen (T)
- Vorfahrtsverstöße (V & T)
- Auslassen des Schulterblicks (V & T)
- Fahren bei Rot (V & T)
- Ablenkung (V).

Zu den beobachteten (V) und berichteten (T) Regelverstößen von Radfahrern gehören:

- Fahren in Gegenrichtung (V & T)
- Fahren auf dem Gehweg (V & T)
- Fahren auf der Straße trotz benutzungspflichtigen Radwegs (V & T)
- Fahren bei Rot (V & T).

7.2.1 Beobachtete Regelverstöße von Kfz-Fahrern

Geschwindigkeitsübertretungen konnten bei der Beobachtung nicht festgestellt werden. Die ermittelten Abbiegegeschwindigkeiten sind aufgrund der hohen Störanfälligkeit der Messgeräte nicht eindeutig interpretierbar. Darüber hinaus beschränkte sich die Verhaltensbeobachtung auf Fahrzeuge vor und während des Abbiegevorgangs. Dort sind Geschwindigkeitsübertretungen über das gesetzliche Limit von 50 km/h kaum zu erwarten.

In 5,2 % der beobachteten Interaktionen bog der Kfz-Fahrer ab, bevor der Radfahrer querte. Gemäß der vorher festgelegten Definition einer Interaktion (Kapitel 3.6) ist dies als Verstoß gegen die Vorfahrtsregeln zu werten (wäre ein ungehindertes Abbiegen und Geradeausfahren beider Verkehrsteilnehmer ohne Verhaltensanpassung möglich, würde die Situation nicht als Interaktion gewertet). In vier Fällen (0,6 %) traten die Radfahrer die Vorfahrt ab. In den verbleibenden 89 % der Vorfahrtsverstöße kam es zum Konflikt.

Bei den insgesamt 5.496 Rechtsabbiegern war in 50,6 % der Fälle kein Schulterblick erkennbar. Bei Kfz-Fahrern in einer Interaktionssituation liegt der Anteil „nur“ bei 19,2 %. Dass bei einem Schulterblick Konflikte signifikant seltener auftreten, wurde bereits ausgeführt. Es gibt Alters- und geringe Geschlechtsunterschiede in der Häufigkeit der Schulterblicke. So zeigen Frauen etwas häufiger als Männer einen Schulterblick. Bei augenscheinlichem Alter ab 45 Jahren werden Schulterblicke hoch signifikant seltener (18 - 44 > 45 plus).

Tabelle 27:
Schulterblicke von Kfz-Fahrern beim Rechtsabbiegen nach augenscheinlichem Alter und Geschlecht

	Augenscheinliches Alter ¹				Geschlecht	
	18-24	25-44	45-64	65 plus	m	w
kein Schulterblick	48,2%	46,5%	56,1%	62,1%	47,0%	53,2%
Schulterblick	51,8%	53,5%	43,9%	37,9%	53,0%	46,8%
N	251	3.084	1.992	169	3.311	2.185
p	$p = .000^{**}$				$p = .000^{**}$	

***hochsignifikanter Unterschied mit $p < .01$*

¹ Signifikanter Unterschied besteht lediglich zwischen den 18-44-jährigen Fahrern und den Fahrern über 44 Jahren

Nur einer der 708 Kfz-Fahrer der Interaktionsanalyse bog beim Umspringen der LSA auf Rot ab, und ein einziger bei Rot > 1 s. Es gilt zu beachten, dass sich diese Angaben lediglich auf das Abbiegen in Gegenwart eines geradeausfahrenden Radfahrers beziehen.

Wie bereits ausgeführt sind 4,7 % der Kfz-Fahrer beim Abbiegen erkennbar abgelenkt. 3,7 % halten das Mobiltelefon in der Hand oder am Ohr (Nutzung der Freisprechanlage nicht beobachtbar), 0,7 % rauchen und 0,2 % essen, trinken oder widmen sich sonstigen Tätigkeiten.

Doch war kein Anstieg der Konfliktrate bei erkennbarer Ablenkung nachweisbar.

7.2.2 Berichtete Regelverstöße von Kfz-Fahrern

Vier von fünf Kfz-Fahrern berichten, mitunter etwas oberhalb des vorgegebenen Geschwindigkeitslimits zu fahren. Damit ist es nicht nur der häufigste, sondern auch mit zirka 40 % der meist akzeptierte der erfragten Regelverstöße. Fast jeder fünfte Kfz-Fahrer gibt an, schnell noch vor einem langsamen Verkehrsteilnehmer abzubiegen, obwohl dieser Vorfahrt hat, während „nur“ jeder neunte dies Verhalten in Ordnung findet. Nur 2 % halten es für vertretbar, ohne Schulterblick rechts abzubiegen, auch wenn jeder siebte Befragte dies mitunter eigenen Angaben zufolge macht. Vergleichsweise selten, doch absolut gesehen mit 10 % noch recht häufig, wird das Überfahren eines Rotsignals berichtet, auch wenn dieses Verhalten weithin abgelehnt (98 %) wird.

Ein direkter Vergleich der absoluten Häufigkeiten der berichteten (globalen, nicht situationsspezifischen) und

beobachteten (punktuellen, situationsspezifischen) Regelverstößen ist nicht zulässig.

7.2.3 Beobachtete Regelverstöße von Radfahrern

Auf die Flächennutzung von Radfahrern vor und in der Konfliktzone wurde bereits eingegangen (Tabelle 17). Die Ergebnisse der Interaktionsanalyse werden nachfolgend noch einmal kurz zusammengefasst:

- 17,4 % der beobachteten Radfahrer fahren in Gegenrichtung
- 4,7 % der Radfahrer nutzen den Gehweg
- 0,5 % fahren auf der Fahrbahn, obwohl es eine Radverkehrsanlage (Radweg oder Radfahr-/Schutzstreifen) gibt.

Bei Fahren in Gegenrichtung steigt die Konfliktrate geringfügig von 9,2 % (nur RF in vorgeschriebener Fahrtrichtung) auf 13,8 %. Doch ist die Erhöhung nicht signifikant ($p = .123$). Bei anderen Unfalltypen, z. B. bei Einbiegen/Kreuzen-Unfällen, stellt Fahren in Gegenrichtung durchaus einen Risikofaktor dar (Schnüll, 1992).

Beim Abweichen von der vorgegebenen Radführungsform bei der Annäherung an den KPA bleibt die Konfliktrate unverändert ($p = .518$). Weichen Radfahrer jedoch beim Geradeausfahren von der vorgegebenen Radführungsform ab und nutzen den Gehweg, steigt die Konfliktrate von 8,8 % auf 18,1 % ($p = .019$). Unkritisch scheint das Abweichen von der Radverkehrsanlage, wenn auf der Fahrbahn gefahren wird (Konfliktrate = 4,2 %). Wegen der geringen Fallzahlen ist letzteres nicht belastbar belegt.

Bei der Interaktionsanalyse ($N = 609$, nur KPA mit LSA) überquerten 0,7 % den KPA bei Gelb vor Rot und 0,3 % bei Rot (> 1 s). Betrachtet man nur die Radfahrer, denen sich die Gelegenheit zum Rotlichtverstoß bot (Eintreffen am KPA bei Rot), verdoppelt sich der Anteil der Rotlichtverstöße auf 0,7 %.

7.2.4 Berichtete Regelverstöße von Radfahrern

Zirka 71 % der Radfahrer berichten, mitunter auf dem Gehweg zu fahren. Jeder zweite Radfahrer findet das

Tabelle 28:
Berichtete Regelverstöße von Kfz-Fahrern

Kfz-Fahrer	Einstellung und Verhalten	... mache ich	... mache ich nicht	Gesamt
„Etwas schneller zu fahren als vorgeschrieben ist...“	„...finde ich in Ordnung“	37,2%	2,0%	39,2%
	„...finde ich nicht in Ordnung“	42,2%	18,6%	60,8%
	Gesamt	79,4%	20,6%	N=199
„Schnell noch vor einem langsamen Verkehrsteilnehmer abzubiegen, obwohl dieser Vorfahrt hat...“	„...finde ich in Ordnung“	9,0%	2,0%	11,1%
	„...finde ich nicht in Ordnung“	9,0%	79,9%	88,9%
	Gesamt	18,1%	81,9%	N=199
„Ohne Schulterblick rechts abzubiegen...“	„...finde ich in Ordnung“	3,5%	2,0%	5,5%
	„...finde ich nicht in Ordnung“	11,0%	83,5%	94,5%
	Gesamt	14,5%	85,5%	N=200
„Fahren bei Rot...“	„...finde ich in Ordnung“	1,5%	0,5%	2,0%
	„...finde ich nicht in Ordnung“	8,5%	89,5%	98,0%
	Gesamt	10,0%	90,0%	N=200

vertretbar. Ebenfalls häufig genannt wurde das Fahren in Gegenrichtung (55 %), was lediglich von zwei Dritteln der befragten Radfahrer abgelehnt wird. Jeder fünfte Radfahrer berichtet, gelegentlich bei Rot zu fahren.

Angesichts der geringen Attraktivität der Fahrbahnnutzung (Tabelle 18) überrascht die mit 19 % hohe Zahl an Radfahrern, die trotz benutzungspflichtigem Radweg eigenen Angaben zufolge mitunter die Fahrbahn nutzen.

Tabelle 29:
Berichtete Regelverstöße der Radfahrer

Kfz-Fahrer	Einstellung und Verhalten	...mache ich	...mache ich nicht	Gesamt
„Fahren in Gegenrichtung auf dem Geh- oder Radweg...“	„...finde ich in Ordnung“	28,0%	5,0%	33,0%
	„...finde ich nicht in Ordnung“	26,5%	40,5%	67,0%
	Gesamt	54,5%	45,5%	N=200
„Fahren auf dem Gehweg...“	„...finde ich in Ordnung“	47,0%	4,5%	51,5%
	„...finde ich nicht in Ordnung“	23,5%	25,0%	48,5%
	Gesamt	70,5%	29,5%	N=200
„Fahren auf der Straße auch wenn es einen benutzungspflichtigen Radweg gibt...“	„...finde ich in Ordnung“	11,5%	14,0%	25,5%
	„...finde ich nicht in Ordnung“	7,5%	67,0%	74,5%
	Gesamt	19,0%	81,0%	N=200
„Fahren bei Rot...“	„...finde ich in Ordnung“	6,0%	0,5%	6,5%
	„...finde ich nicht in Ordnung“	16,1%	77,4%	93,5%
	Gesamt	22,1%	77,9%	N=199

Bei Kfz- und bei Radfahrern werden Regelverstöße mit steigendem Alter seltener berichtet und auch vermehrt abgelehnt ($p < .05$). Dieses Ergebnismuster entspricht dem generellen Erkenntnisstand der Forschung.

7.3 Wahrgenommene Regelbefolgung der Kfz- und Radfahrer

Die je Kommune befragten 50 Kfz- und 50 Radfahrer wurden aufgefordert, die Regeltreue der Radfahrer und der Kfz-Fahrer in der eigenen Kommune auf einer Skala von 1 („trifft ganz und gar nicht zu“) bis 6 („trifft voll und ganz

zu“) einzuschätzen. Die Aussage hieß im genauen Wortlaut: „Die Autofahrer (Radfahrer) in [Münster/Magdeburg/Darmstadt/Erfurt] halten sich an die Verkehrsregeln.“

Ziel war die Beantwortung folgender Fragen:

- (1) Unterscheidet sich die Regelbefolgung von Kfz- und Radfahrern?
- (2) Urteilen Kfz-Fahrer anders als Radfahrer?
- (3) Unterscheidet sich die Regelbefolgung insgesamt, und für Kfz- und Radfahrer separat betrachtet, über die vier Kommunen?

Die Ergebnisse der statistischen Analyse werden nachfolgend berichtet. Dargestellt sind sie in Abbildung 39.

Zu (1): Die Regelbefolgung von Kfz-Fahrern wird generell höher eingestuft als die der Radfahrer ($p = .000$).

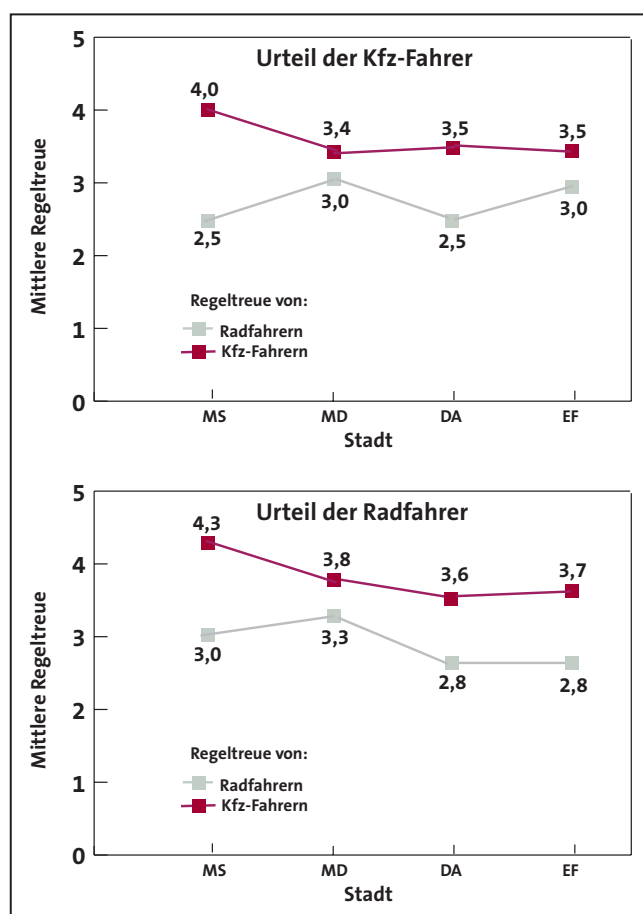


Abbildung 39:
Regeltreue der Kfz- und Radfahrer beurteilt durch Kfz- und Radfahrer in den vier Kommunen

Zu (2): Radfahrer beurteilen die Regeltreue insgesamt positiver als Kfz-Fahrer ($p = .003$). Das Urteil ist unabhängig davon, ob die eigene oder andere Verkehrsteilnehmergruppe bewertet wird (kein Interaktionseffekt mit $p = .377$).

Zu (3): Die generelle Regelbefolgung (Rad- und Kfz-Fahrer) unterscheidet sich nur zwischen Münster und Darmstadt ($p = .022$). Doch ist dieser generelle Vergleich über die Kommunen schwer haltbar aufgrund des auffälligen Interaktionseffekts ($p = .000$): In Münster spreizt sich das Bewertungsprofil der Kfz- und Radfahrer: die Regelbefolgung von Kfz-Fahrern wird deutlich höher eingeschätzt, die Regelbefolgung der Radfahrer vergleichsweise niedriger als in den anderen Kommunen. Dieser „Münstereffekt“ zeigt sich noch ausgeprägter bei Beurteilung der Achtsamkeit und Rücksichtnahme der Rad- und Kfz-Fahrer in den vier Kommunen (Abbildung 42).

7.4 Zusammenfassung

Das Wissen um die Vorfahrtsregeln ist zufriedenstellend, das Wissen um die Benutzungspflicht von Kfz- und Radfahrern noch ausbaufähig. Zu den berichteten und beobachteten Regelverstößen von Kfz- und Radfahrern lässt sich zusammenfassend sagen, dass:

- die für das untersuchte Kollektiv der Abbiegeunfälle nachweislich kritischen Vorfahrtsverstöße und das Auslassen eines Schulterblicks in 5 - 20 % der Fälle beobachtet und berichtet werden
- Regelverstöße von einem bestimmten Teil der Fahrer als vertretbar erachtet werden, insbesondere das Übertreten der Geschwindigkeit
- Regelverstöße keine seltenen Ereignisse sind, nicht bei Kfz-Fahrern und noch weniger bei Radfahrern
- die Überquerung auf Gehweghöhe nachweislich kritisch ist
- falsche Flächennutzung bei Radfahrern weithin auf breite Akzeptanz stößt
- wie aus der Fachliteratur bekannt Norm und Verhalten vielfach in die gleiche Richtung weisen, doch oft genug voneinander abweichen können.
- Fahren bei Rot insgesamt eher selten auftreten; doch werden sie bei Radfahrern häufiger beobachtet, berichtet und eher als vertretbar erachtet als bei Kfz-Fahrern.

In Münster mit einem auffallend hohen Radverkehrsanteil herrscht offensichtlich ein besonderes Verkehrsklima. So wäre die auffallend hohe berichtete Regeltreue und, wie in Kapitel 8 noch dargelegt wird, die Achtsamkeit der Kfz-Fahrer in Münster erklärbar.

8 Einstellung, Wahrnehmung und Erleben

Im folgenden Kapitel wird dargestellt, wie die Radfahrer das Radfahren und die Kfz-Fahrer die Radfahrer in ihrer eigenen Stadt wahrnehmen. Die Ergebnisse beruhen auf der repräsentativen Telefonumfrage in den vier Städten (Fragebogen Anhang F) und geben Antwort auf folgende Fragen:

- Wie häufig kommt es in unterschiedlichen Situationen aus Sicht der Radfahrer zu Konflikten?
- Wie erleben Radfahrer das Radfahren in ihrer Stadt?
- Wie schätzen Radfahrer die Achtsamkeit der Kfz-Fahrer ein und umgekehrt?
- Welche Unterschiede zeigen sich beim Vergleich der vier Kommunen Münster, Magdeburg, Darmstadt und Erfurt?

Zudem wird betrachtet, wie Radfahrer eine Interaktion mit einem abbiegenden Kraftfahrzeug erleben. Hierfür wurden die Ergebnisse der videogestützten Verhaltensbeobachtung mit den Ergebnissen der Vor-Ort-Befragung gegenübergestellt und verglichen, inwieweit das Erlebte mit der objektiven Situationsanalyse übereinstimmt.

8.1 Häufigkeit konflikthafter Situationen aus Radfahrersicht

In Rahmen der Telefonumfrage in den vier Kommunen wurden die Befragten gebeten, unterschiedliche Konfliktsituationen von Radfahrern mit anderen Verkehrsteilnehmern nach ihrer Häufigkeit (1 = „sehr selten“ bis 6 = „sehr häufig“) zu bewerten. Die Ergebnisse zeigt Abbildung 40.

Insgesamt fällt das Urteil der Radfahrer sehr unterschiedlich aus. Dies zeigt sich an der hohen Standard-

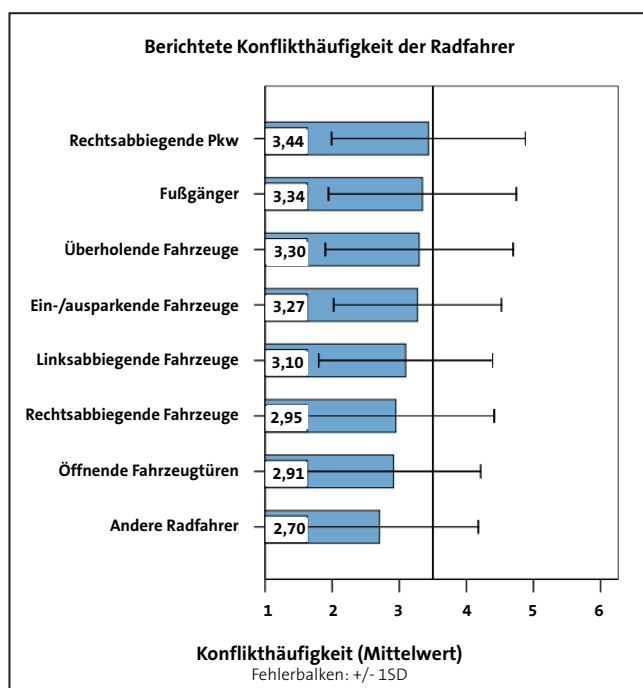


Abbildung 40: Mittlere Häufigkeit von Konfliktsituationen und Standardabweichung (SD) auf einer Skala von 1 („sehr selten“) bis 6 („sehr häufig“) aus Sicht der 200 befragten Radfahrer; die vertikale Linie bezeichnet die Mitte der Skala

abweichung der Bewertung. Dahingegen unterscheidet sich die mittlere Häufigkeit der acht Konfliktsituationen nicht auffallend. Zwischen dem häufigsten und dem seltensten Konflikttyp liegt nur eine Abweichung von 0,74 Punkten der sechsstufigen Skala.

Am häufigsten werden Konfliktsituationen von Radfahrern mit rechtsabbiegenden Pkw berichtet. Die mittlere Häufigkeit bewegt sich genau in der Skalenmitte. Dahingegen rangieren Konflikte mit Linksabbiegern erst an fünfter Stelle. Vergleichsweise seltener werden Konflikte mit abbiegenden Lkw berichtet. Da Lkw im Stadtverkehr selten anzutreffen sind und es keine Anzeichen für eine höhere Konfliktrate als bei Pkw gibt (Tabelle 24), erscheint die hier berichtete Konflikthäufigkeit dennoch vergleichsweise hoch. Möglicherweise wird dieser Konflikttyp, vielleicht aufgrund der medialen Präsenz oder der damit verbundenen Unfallschwere, besser erinnert als andere.

Die Häufigkeit einiger Konfliktsituationen unterscheidet sich zwischen den vier Kommunen ($p < .05$):

- In Münster werden am häufigsten Konflikte mit anderen Radfahrern berichtet. Dies ist angesichts der hohen Radverkehrsstärke nicht überraschend.
- Verschiedene Konfliktsituationen werden von Rad- und Kfz-Fahrern in Darmstadt und Erfurt als seltener eingeschätzt als in Münster oder Magdeburg.
 - Konflikte mit rechtsabbiegenden Pkw werden in Magdeburg häufiger berichtet als in Darmstadt oder Erfurt ($p < .01$).
 - Konflikte mit rechtsabbiegenden Lkw werden in Münster und Magdeburg häufiger berichtet als in Erfurt ($p < .01$).
 - Konflikte mit Linksabbiegern werden in Magdeburg häufiger berichtet als in Erfurt ($p < .05$).

Die vergleichsweise häufiger berichteten Konflikte mit Abbiegern in Magdeburg und auch Münster spiegeln nicht die Ergebnisse zum objektiv erfassten Unfallgeschehen (Tabelle 32) und subjektiven Sicherheitsgefühl (Abbildung 41) wieder. Angesichts der vorliegenden Daten lässt sich dieser Widerspruch nicht erklären.

8.2 Radfahrqualität in den Kommunen

Im Rahmen der Telefonbefragung beurteilten die insgesamt 200 Radfahrer (50 je Kommune) verschiedene Fragen zur Bewertung der Qualität des Radverkehrs in ihrer Stadt. Erfragt wurden das subjektive Sicherheitsgefühl, die Schnelligkeit des Vorankommens, der Spaß beim Radfahren und der Ausbau des Radwegenetzes. Die Ergebnisse aufgeschlüsselt nach Kommune zeigt Abbildung 41. Die Ergebnisse der statistischen Analyse zeigt Tabelle 30.

Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Münster liegt in Sicherheit, Schnelligkeit, Fahrspaß und Radwegenetausbau signifikant vor den drei anderen Kommunen.
- Die Höhe der Bewertungen liegt in Münster am oberen Skalenende. Auch stimmen die Radfahrer aus Münster in ihrem Urteil eher überein als in den anderen Kommunen. Dies zeigt die geringe Standardabweichung.
- Magdeburg folgt an zweiter Stelle, und kann sich in Hin-

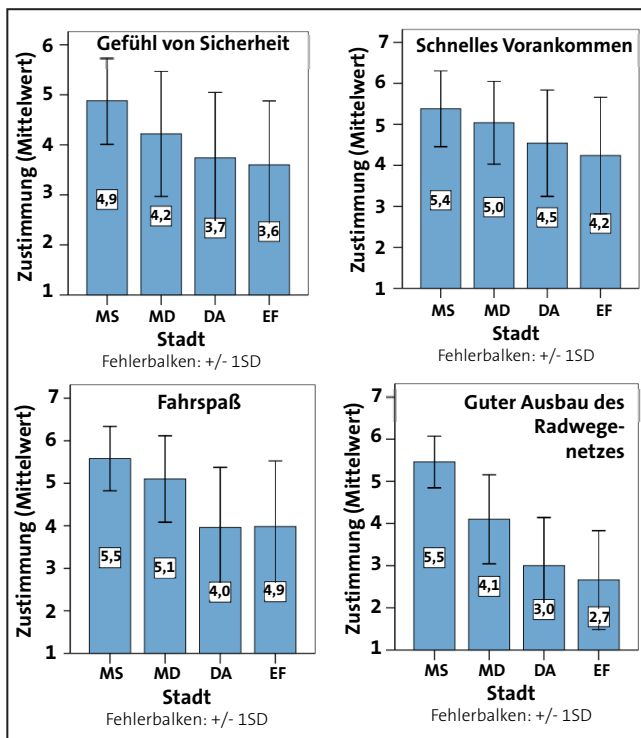


Abbildung 41:
Bewertung der Qualität des Radverkehrs in den vier Kommunen (von 1 = „trifft ganz und gar nicht zu“ bis 6 = „trifft voll und ganz zu“) mit Mittelwert und Standardabweichung (SD)

Tabelle 30:
Signifikante Unterschiede in der Bewertung der Qualität des Radverkehrs über die vier Kommunen

Bewertung der Qualität des Radverkehrs	p < .05
Gefühl von Sicherheit	MS > MD, DA, EF
schnelles Vorankommen	MS > DA, EF und MD > EF
Fahrspaß	MS, MD > DA, EF
Guter Ausbau des Radwegenetzes	MS > MD > DA, EF

sicht auf den guten Ausbau des Radwegenetzes und des Fahrspaßes von Darmstadt und Erfurt absetzen.

- Darmstadt und Erfurt unterscheiden sich den Bewertungen zufolge in keinem der erfragten Aspekte signifikant.
- Die größten Unterschiede zwischen den Kommunen bestehen im Ausbau des Radwegenetzes. Nur Münster weist hier zufriedenstellende Werte auf.

8.3 Achtsamkeit und Rücksichtnahme

Die je Kommune befragten 50 Kfz- und 50 Radfahrer wurden aufgefordert, die Achtsamkeit und Rücksicht-

nahme der Radfahrer und der Autofahrer in der eigenen Kommune auf einer Skala von 1 („trifft ganz und gar nicht zu“) bis 6 („trifft voll und ganz zu“) einzuschätzen. Die Aussage hieß im genauen Wortlaut: „Die Autofahrer (Radfahrer) in [Münster/Magdeburg/Darmstadt/Erfurt] fahren achtsam und rücksichtsvoll.“ Ziel war die Beantwortung folgender Fragen:

- (1) Unterscheiden sich Radfahrer von Kfz-Fahrern in ihrer Achtsamkeit und Rücksichtnahme?
- (2) Bewerten Kfz-Fahrer anders als Radfahrer? Bewerten Rad- und Kfz-Fahrer die eigene und die andere Verkehrsteilnehmergruppe unterschiedlich?
- (3) Unterscheidet sich die Achtsamkeit und Rücksichtnahme insgesamt und für Kfz- und Radfahrer separat betrachtet, über die vier Kommunen?

Die Ergebnisse der statistischen Analyse werden nachfolgend berichtet und sind in Abbildung 42 dargestellt.

Zu (1): Die Achtsamkeit und Rücksichtnahme der Kfz-Fahrern wird generell höher eingestuft als die der Radfahrer ($p = .000$).

Zu 2): Radfahrer beurteilen die Achtsamkeit und Rücksichtnahme insgesamt positiver als Kfz-Fahrer ($p = .003$). Radfahrer bewerten die eigene und andere Verkehrsteilnehmergruppe vergleichbar, während Kfz-Fahrer die Radfahrer etwas negativer beurteilen (Interaktionseffekt mit $p = .024$).

Zu (3): Die generelle Achtsamkeit und Rücksichtnahme (Rad- und Kfz-Fahrer) unterscheidet sich über die vier Kommunen ($p = .021$). Allerdings weisen die anschließend durchgeführten multiplen Paarvergleiche (mit Anpassung des Signifikanzniveaus) keine statistisch bedeutsamen Unterschiede auf. Es zeigt sich zudem ein ausgeprägter Interaktionseffekt ($p = .000$): In Münster wird die Achtsamkeit und Rücksichtnahme der Kfz-Fahrer deutlich höher eingeschätzt und die der Radfahrer vergleichsweise niedrig. Hier spreizt sich die Beurteilung von Kfz- und Radfahrern gleichermaßen, während die Bewertungsprofile der drei anderen Kommunen parallel laufen. Auf diesen „Münstereffekt“ wurde bereits bei der Diskussion der Regeltreue eingegangen.

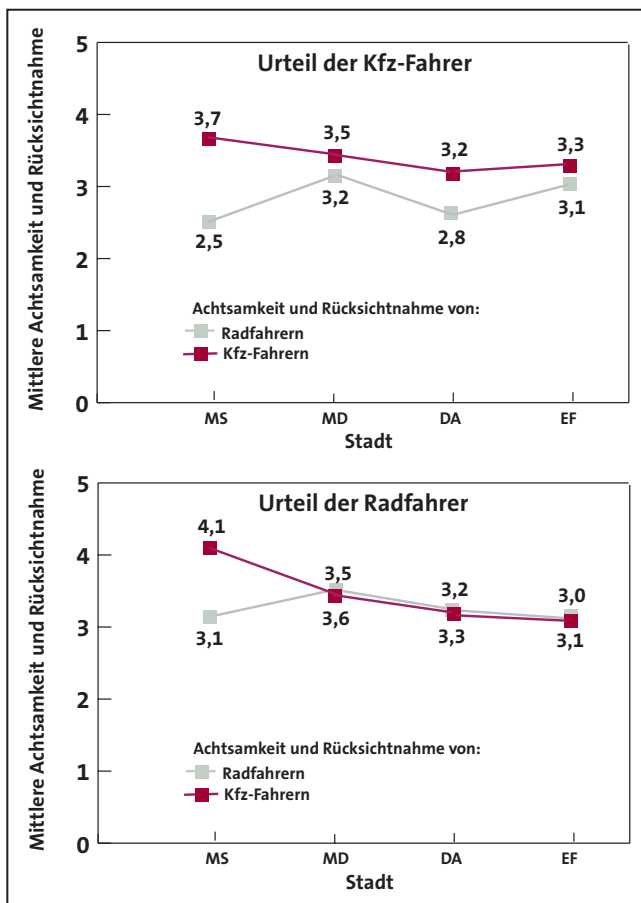


Abbildung 42: Achtsamkeit und Rücksichtnahme der Kfz- und Radfahrer beurteilt durch Kfz-Fahrer (links) und Radfahrer (rechts) in den vier Kommunen

8.4 Wie erleben Radfahrer Situationen mit rechtsabbiegenden Kfz?

Bei der Verhaltensbeobachtung vor Ort wurde versucht, die Radfahrer, die den KPA gerade überquert hatten, für eine kurze Befragung zu gewinnen. 453 Radfahrer nahmen daran teil und beantworteten einige Fragen zu ihren präferierten Radführungsformen (Tabelle 17). 85 der 453 Radfahrer hatten der Verhaltensbeobachtung zufolge gerade eine Interaktion mit einem abbiegenden Fahrzeug erlebt. Von diesen 85 Radfahrern erinnerten sich lediglich 44 an die gerade erlebte Abbiegesituation. Nur in 27 Fällen gelang ein Abgleich des subjektiven Erlebens der Radfahrer mit der Verhaltensbeobachtung, die restlichen 17 Fällen mussten aus unterschiedlichen Gründen ausge-

schlossen werden (u. a. aufgrund fehlerhafter Angaben zur Situationsbeschreibung, wenn zum Beispiel ein Pkw erinnert aber ein Lkw beobachtet wurde, die eine Verwechslung der Situation nahe legten).

8.4.1 Beobachtetes versus vom Radfahrer wahrgenommenes Verhalten des Kfz-Fahrers

Die Radfahrer sollten angeben, welches Verhalten des Kfz-Fahrers sie beim Annähern an die Kreuzung beim Fahrer beobachten konnten. Ein Vergleich der objektiven und der subjektiven Situationsbeschreibung zeigte, dass das Sicherungsverhalten des Kfz-Fahrers (Blinken, Schulterblick, Verringern der Geschwindigkeit) nur in wenigen Fällen von den Radfahrern wahrgenommen oder erinnert wurde.

- In 93 % der Situationen blinkte der Kfz-Fahrer beim Abbiegen, berichtet wurde das von den geradeausfahrenden Radfahrern nur in 17 % der Fälle. Die restlichen 83 % haben das Blinken nicht beobachtet bzw. konnten keine Aussage dazu treffen.
- Bei 89 % der abbiegenden Kfz-Fahrer war in der Verhaltensanalyse ein Schulterblick beobachtbar. In 22 % der Fälle berichteten die Radfahrer, selbigen wahrgenommen zu haben.
- Eine Verringerung der Geschwindigkeit des Kfz-Fahrers wurde in der Verhaltensanalyse in 91 % der Fälle beobachtet. Nur in 40 % der Fälle berichteten die geradeausfahrenden Radfahrer, beim Abbieger ein entsprechendes Verhalten bemerkt zu haben.

8.4.2 Beobachtete versus wahrgenommene Kritikalität der Abbiegesituationen

Auch bei der Beurteilung der Kritikalität der Abbiegesituation unterscheidet sich die Interaktionsanalyse von der subjektiven Situationsbeurteilung der geradeausfahrenden Radfahrer. Demnach wird knapp ein Drittel der in der Videoanalyse als sicher eingestuften Situationen (Kapitel 3.6) als „eher riskant“ erlebt. Die Gegenüberstellung zeigt Tabelle 31.

Weitere Fragen zur Situationseinschätzung beantworteten die Radfahrer wie folgt:

Tabelle 31:
Objektive versus subjektive Beurteilung der Kritikalität der Abbiegesituationen

N = 27		Kritikalität aus Sicht der Radfahrer			
		Sehr sicher (4)	Eher sicher (14)	Eher riskant (9)	Sehr riskant (0)
Videoanalyse*	kein Konflikt (24)	14,8%	44,4%	29,4%	-
	leichter Konflikt (2)	-	7,4%	-	-
	schwerer Konflikt (1)	-	-	3,7%	-

* Perfekte Übereinstimmung zweier unabhängiger Bewerter zur Beurteilung des Konfliktgrades dieser 27 Fälle

- Die Mehrheit der Radfahrer (85 %) berichtet, während der Annäherung an den Knotenpunkt auf das Kfz geachtet zu haben.
- Bis auf einen sind alle Radfahrer der Überzeugung, der Kfz-Fahrer habe sie rechtzeitig gesehen. In diesem einen Fall kam es zu einem schweren Konflikt.
- 26 % der Radfahrer war jedoch nicht bewusst, dass der Kfz-Fahrer in etwa gleichzeitig abbiegt. Entweder schätzten sie die Gleichzeitigkeit des Abbiegens fehlerhaft ein, oder, schon aufgrund des selten von Radfahrern berichteten Blinkens wahrscheinlicher, die Abbiegeintention des Kfz-Fahrers.
- 41 % der Radfahrer waren sich eher (37 %) oder sehr (4 %) unsicher, ob der Kfz-Fahrer ihnen den Vorrang lässt. Diese Unsicherheit führte vermutlich dazu, dass auch in der Videobeobachtung sicher bewertete Situationen als eher riskant erlebt wurden (in acht der neun Fälle aus Tabelle 31).

8.5 Zwischenfazit

Als vergleichsweise häufigste Konfliktsituation werden von Radfahrern Konflikte mit rechts abbiegenden Pkw genannt. In Magdeburg werden Konflikte mit abbiegenden Fahrzeugen häufiger berichtet als in den anderen drei Kommunen. Münster liegt mit Blick auf das subjektive Sicherheitsgefühl, das schnelle Vorankommen, den Fahrspaß und den guten Ausbau des Radwegenetzes vor Magdeburg, Darmstadt und Erfurt und erhält in allen Bereichen Höchstwertungen, wenngleich mit leichten Abstrichen beim subjektiven Sicherheitsgefühl. Magdeburg folgt an zweiter Stelle, während Darmstadt und Erfurt gleichauf im mittleren Wertebereich liegen.

In Münster scheint ein besonderes Verkehrsklima zu herrschen, in dem Kfz-Fahrer besondere Rücksichtnahme und höhere Regeltreue walten lassen.

Die Anzahl der vor Ort befragten Radfahrer, die eine Interaktion mit einem abbiegenden Fahrzeug hatten, ist recht gering. Dies ist zum einen auf die Schwierigkeit zurückzuführen, fahrende Radfahrer ohne Behinderung oder Gefährdung anzuhalten. Zum anderen darauf, dass die gerade erlebte Interaktion nicht oder fehlerhaft erinnert wird. Es zeigt sich, dass die objektive und die subjektive Situationseinschätzung weit voneinander abweichen. Knapp 30 % der Situationen, die bei der Videoanalyse als konfliktfrei bewertet wurden, wurden vom Radfahrer als eher riskant eingeschätzt. Dies scheint insbesondere darauf zurückzuführen sein, dass Radfahrer befürchten, der Kfz-Fahrer nehme ihnen den Vorrang. Sicher sind sich hingegen fast alle Radfahrer, dass der Kfz-Fahrer sie vor dem Abbiegen auch gesehen hat.

9 Zusammenfassung der Ergebnisse und Empfehlungen

Im Rahmen des Projektes wurde untersucht, welche infrastrukturellen Faktoren und welche Verhaltensmuster der Kfz-Fahrer und Radfahrer Abbiegeunfälle von Kraftfahrzeugen (Pkw/Lkw) mit Radfahrern (Rf) begünstigen. Empirische Grundlage waren neben makroskopischen und mikroskopischen Unfallanalysen sowohl Verhaltensbeobachtungen an prototypischen Knotenpunkten als auch Befragungen der Verkehrsteilnehmer. In den Kapiteln 4 bis 8 wurde detailliert herausgearbeitet, welchen Einfluss die Infrastruktur auf das Unfallgeschehen hat und welcher Zusammenhang zwischen Verhalten und Einstellungen der Verkehrsteilnehmer (Kfz-Fahrer und Radfahrer) einerseits und Konfliktgeschehen andererseits besteht.

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über die wichtigsten Ergebnisse der Untersuchungen. Aus den Ergebnissen wurden Empfehlungen abgeleitet, die sich auf die Infrastrukturgestaltung sowie auf Ausbildungs- und Schulungsmaßnahmen beziehen. Darüber hinaus werden

Hinweise zur Entwicklung von geeigneten Fahrerassistenzsystemen gegeben. Abschließend werden offene Forschungsfragen formuliert.

9.1 Stellenwert des Radverkehrs für die Verkehrssicherheit

Für die im Rahmen des Projekts durchgeführten Untersuchungen wurde bei der Auswahl der Untersuchungsstädte eine entsprechende Bandbreite des Stellenwerts des Radverkehrs sowie des Radverkehrsanteils am Modal Split berücksichtigt.

Zur subjektiven Bewertung des Stellenwertes des Radverkehrs in den Kommunen wurden die Ergebnisse des Fahrradklimatests des ADFC aus dem Jahre 2005 herangezogen. Darüber hinaus wurden die städtischen Planwerke systematisch zu Aussagen zum Radverkehr untersucht sowie eine Internetrecherche zum Thema durchgeführt. Im Ergebnis ist der subjektive Stellenwert des Radverkehrs in Münster am höchsten, gefolgt von Magdeburg, Darmstadt und Erfurt. Die drei letztgenannten Städte weisen untereinander jedoch eher geringe Unterschiede im Stellenwert auf.

Die Auswertung der makroskopischen Unfallkennwerte lässt in den untersuchten Kommunen einen Zusammenhang zwischen dem Unfall- bzw. Konfliktgeschehen und dem Stellenwert des Radverkehrs bzw. dem Radverkehrsanteil am Modal Split erkennen. Demnach bedeutet ein höherer Stellenwert des Radverkehrs bzw. ein höherer Radverkehrsanteil am Modal Split in den Städten eine höhere Verkehrssicherheit für die untersuchte Unfall- bzw. Konfliktsituation „abbiegendes Kfz und geradeausfahrender Radfahrer“.

Bei den Telefonbefragungen und Verhaltensbeobachtungen konnte festgestellt werden, dass die Regeltreue und Achtsamkeit der Kfz-Fahrer in Münster signifikant höher ist als in den anderen untersuchten Kommunen. Darüber hinaus spiegelt sich der Stellenwert des Radverkehrs sowie die Höhe des Radverkehrsanteils am Modal Split in den Städten in der Zufriedenheit der Radfahrer, in niedrigeren Unfallkostenraten bezogen auf die Anzahl

der geradeausfahrenden Radfahrer und in niedrigeren Konflikttraten wider (Tabelle 32).

Tabelle 32:
Stellenwert des Radverkehrs, Radverkehrsanteil und Verkehrssicherheit für abbiegende Kfz und geradeausfahrende Radfahrer

Kommune	Ranking Stellenwert des Radverkehrs	Radverkehrsanteil am Modal Split	Konflikt-rate	UKR (Rf)*
MS	1.	37,6%	5,8%	27,6
MD	2.	14,6%	11,5%	33,9
DA	3.	14,4%	13,9%	39,1
EF	4.	8,8%	13,2%	72,1

* Unfallkostenrate (Unfallkosten in € je 1.000 geradeausfahrende Radfahrer)

Imagekampagnen für den Radverkehr und damit in der Regel verbundene Erhöhung des Radverkehrsanteil am Modal Split können die Verkehrssicherheit in der Kommune in zweierlei Hinsicht verbessern. Einerseits zeigte die Querung von mehreren Radfahrern am Knotenpunkt eine Reduzierung der Konflikte. Andererseits werden bei hohem Radverkehrsaufkommen die Kfz-Fahrer für den Radverkehr sensibilisiert und es ist mit einer erhöhten Rücksichtnahme und Achtsamkeit der Kfz-Fahrer zu rechnen.

9.2 Einfluss der Infrastruktur auf das Unfall- und Konfliktgeschehen

Zusammenfassung der Befunde

Als besonders unfallauffällige Infrastrukturen in Bezug auf Rechtsabbiegeunfälle haben sich Radwege mit mittlerer Furtabsetzung (2 - 4 m) an Knotenpunktarmen (KPA) mit Lichtsignalanlage (LSA) sowie Radwege mit weiter Furtabsetzung (> 4 m) an KPA ohne LSA herausgestellt. Generell konnte festgestellt werden, dass KPA mit Radwegen häufig lokale Sichthindernisse im Straßenraum aufweisen. Besonders viele Sichthindernisse und hohe Unfallkennziffern konnten dabei an Radwegen mit mittlerer und weiter Furtabsetzung festgestellt werden.

In Bezug auf die Unfallkennziffern für Linksabbiegeunfälle hat sich die Radverkehrsführung im Mischverkehr an KPA ohne LSA als auffällig herausgestellt. Obwohl Linksabbiegeunfälle bei dieser Führungsform sehr selten sind, wurde für diese Führungsform ein sehr hohes individuelles Unfallrisiko für geradeausfahrende Radfahrer

und Kfz-Fahrer beim Linksabbiegen festgestellt. Ein Erklärungsansatz ist, dass aufgrund des seltenen Zusammentreffens von Linksabbiegern und Radfahrern bei dieser Führungsform (geringe Verkehrsstärken) der Kfz-Fahrer gegebenenfalls nicht mit einem Radfahrer rechnet und diesen übersieht. Begünstigt wird dieses dabei zusätzlich durch vom Kfz-Fahrer unerwartete sowie zum Teil regelwidrige Flächennutzung oder das Linksfahren der Radfahrer bei dieser Führungsform (unter Umständen auch „Gehweg - Radfahrer frei“, was für den Kfz-Fahrer nicht unbedingt zu erkennen ist).

Für KPA mit LSA und Radfahr-/Schutzstreifen sind die Unfallkenngrößen für Links- und Rechtsabbiegeunfälle nicht eindeutig zu bewerten. Diese weisen insgesamt hohe Unfallzahlen, sowie Unfall(kosten)dichten und -(kosten)quoten auf, haben aber niedrige Unfallraten und Unfallkostenraten zu verzeichnen. Das Unfallrisiko für den einzelnen Radfahrer bzw. abbiegenden Kfz-Fahrer ist demnach eher gering. Aufgrund der geringen Fallzahlen (verhältnismäßig seltenes Vorhandensein dieser Führungsform in den Untersuchungsstädten) kann die Interpretation dieser Kennwerte nicht als abgesichert gelten. Diese Führungsform sollte im Zuge weiterführender Analysen mit größeren Fallzahlen vertieft untersucht werden (Kapitel 9.5).

Im Rahmen der Analysen wurde die Bedeutung des Einflusses von infrastrukturellen Besonderheiten an den einzelnen KPA³⁸⁾ deutlich. Vor allem Sichthindernisse, aber auch die Unübersichtlichkeit des gesamten Knotenpunkts oder infrastrukturelle Besonderheiten (Gefällestrecken für den Radverkehr oder große Abbiegeradien) und Mängel (abgefahrte Furtmarkierungen) wurden an den unfallauffälligen KPA festgestellt. Dieses spiegelte sich zum Teil auch entsprechend in der heterogenen Ausprägung der Unfallkennziffern innerhalb der Cluster wieder. Insbesondere das Vorhandensein von Sichthindernissen hat dabei offensichtlich einen sehr starken negativen Einfluss auf die Verkehrssicherheit bei Unfällen Ab-Rf.

Empfehlungen

Besonders wichtig für die Verkehrssicherheit beim Abbiegen ist die freie Sicht der Kfz-Fahrer auf geradeaus-fahrende Radfahrer. Vorhandene Sichthindernisse sind zu beseitigen. Dabei ist zu beachten, auch die Sichtfelder für den Schulterblick freizuhalten. Aufgrund der besseren Sichtbarkeit der Radfahrer wird eine Führung auf der Fahrbahn oder eine fahrbahnahe Führung empfohlen, vor allem in Bezug auf das Rechtsabbiegen sind Furtabsetzungen von mehr als zwei Metern zu vermeiden. Als problematisch haben sich Situationen herausgestellt, bei denen die abbiegenden Kfz-Fahrer gegebenenfalls keine Radfahrer erwarten. Dazu gehören unerwartete und/oder falsche Flächennutzung und unerwartete und/oder falsche Fahrtrichtung der Radfahrer. Um dieses Problem zu vermeiden, sollten die Voraussetzungen geschaffen werden, dass zum einen die Kfz-Fahrer wissen, auf welchen Flächen bei regelkonformen Verhalten mit Radfahrern zu rechnen ist, und zum anderen die Radverkehrsanlagen zur Steigerung der Aufmerksamkeit auffällig gestaltet und eindeutig erkennbar sind. Generell sollten daher an Knotenpunkten Furtmarkierungen für Radfahrer vorgesehen werden, wenn mit Radfahrern planerisch vorgesehen auf anderen Flächen als der Fahrbahn zu rechnen ist. Dieses gilt insbesondere auch für nicht Benutzungspflichtige Radwege sowie für die Lösung „Gehweg - Radfahrer frei“. Bei hoher Unfallauffälligkeit sollten die Furten darüber hinaus wie in den ERA 2010 zusätzlich rot eingefärbt werden.

Eine eindeutige und verständliche Führung der Radfahrer im Knotenpunkt und dessen Zulauf ist zu gewährleisten. Hierzu gehört vor allem das Vermeiden von „Gehweg - Radfahrer frei“ und das Ausschöpfen des Maßnahmenspektrums der ERA 2010 zur Vermeidung des Linksfahrens und der falschen Flächennutzung durch Radfahrer.

Ferner sind Radwege auch bei fehlender Benutzungspflicht verkehrssicher zu gestalten und instand zu halten, gegebenenfalls müssen sie aus- oder rückgebaut werden. Furten sind auch bei fehlender Benutzungspflicht zu markieren.

Die vollständig signaltechnisch gesicherte Führung der Rechts- und der Linksabbieger, stellt eine effektive Mög-

³⁸⁾ Diesbezüglich sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass in Bezug auf die Unfallkennziffern zwischen den einzelnen Clustern zwar deskriptive Unterschiede festgestellt, diese aber statistisch nicht abgesichert werden konnten.

lichkeit dar, Abbiegeunfälle mit Radverkehrsbeteiligung zu vermeiden. Vor allem für das Rechtsabbiegen stützen die Befunde des Projektes diese allgemeine Schlussfolgerung. Dagegen sind im Projekt vereinzelt Knotenpunktarme identifiziert worden, an denen vollständig signaltechnisch gesicherte Linksabbiegerführung sowohl von Kfz-Fahrern als auch von Radfahrern beim Abbiegeunfall missachtet wurden.

Die vollständig signaltechnisch gesicherte Führung wird dennoch auch auf Grundlage der Projektergebnisse sowohl für Rechts- als auch für Linksabbieger empfohlen, vor allem bei:

- hohen Abbiegeverkehrsstärken
- zügiger Linienführung der Abbieger (große Radien)
- hohen Geschwindigkeiten des Radverkehrs (z. B. Gefällestrecken)
- komplexen oder unübersichtlichen Knotenpunkten
- Sichthindernissen, die nicht beseitigt werden können (z. B. Gebäudevorsprünge).

Für die Wirksamkeit von Blinklichtern zur Verdeutlichung der Vorfahrt der Radfahrer an KPA mit LSA gegenüber den rechts- bzw. linksabbiegenden Kfz, konnten im Rahmen der Analysen keine eindeutigen Belege gefunden werden, da nicht für alle KPA zweifelsfrei ermittelt werden konnte, zu welchem Zeitpunkt die Blinklichter eingerichtet wurden.

9.3 Einfluss von Verhalten der Verkehrsteilnehmer und verkehrssituativen Faktoren

9.3.1 Zusammenfassung der Befunde

Neben den infrastrukturellen Einflussfaktoren wurde eine Reihe von weiteren Faktoren identifiziert, die das Konflikt- und damit auch das Unfallgeschehen beeinflussen können. Durch Beeinflussung der individuellen Verkehrssituation können Konflikte begünstigt oder weitestgehend vermieden werden.

Signalisierungsphase für Rad- und Kfz-Fahrer

An Knotenpunktarmen mit Lichtsignalanlage ist die Signalisierungsphase für Kfz- und Radfahrer entscheidend.

Fahren beide Verkehrsteilnehmer nach Rotsignal an, ist mit einer sehr geringen Konfliktwahrscheinlichkeit zwischen Kfz- und Radfahrer zu rechnen. Diese verdreifacht sich, wenn beide Verkehrsteilnehmer bei Grünsignal, also ohne vorherigen Halt, die Lichtsignalanlage erreichen. Eine neunfach erhöhte Konfliktrate konnte festgestellt werden, wenn Kfz-Fahrer nach dem Rotsignal anfahren und Radfahrer gleichzeitig beim Grünsignal durchfahren. Bei dieser Konstellation nähert sich der Radfahrer im Vergleich zur sehr geringen Abbiegegeschwindigkeit des Kfz-Fahrers zügig von hinten, was auffällig häufig zu Konflikten führt.

Kfz-Fahrer in einer Abbiegekolonne

Ebenfalls auffällige Verkehrssituationen waren bei Abbiegekolonnen zu beobachten. Befinden sich abbiegende Kfz-Fahrer in einer Abbiegekolonne, erhöht sich die Konfliktrate um das Sechsfache im Vergleich zu Kfz-Fahrern, die sich nicht in einer Abbiegekolonne befinden. In dieser Situation scheinen die Kfz-Fahrer auf den vor ihnen stattfindenden Verkehr zu achten und sich annähernde Radfahrer wurden übersehen oder deren Geschwindigkeit falsch eingeschätzt. Diese Erkenntnis spiegelt sich auch in den vorhandenen Sichtbeziehungen zwischen Kfz- und Radfahrern wider. Im Gegensatz zur Vor-Ort-Begehung, bei der lokale Sichthindernisse (wie z. B. parkenden Fahrzeuge) erhoben wurden, wurde in Bezug auf die Sichtbeziehung ermittelt, ob sich ein geradeausfahrender Radfahrer direkt im Sichtfeld des abbiegenden Kfz-Fahrers befand. Ist dies der Fall, sind die beobachteten Konfliktraten sehr niedrig. Wenn sich dagegen der Radfahrer in der Annäherungsphase stets hinter oder höchstens auf gleicher Höhe des Fahrzeugs befindet und dessen Anwesenheit nur mit einem Schulterblick festzustellen ist, erhöht sich die Konfliktrate um das Achtache. Des Weiteren zeigte sich, dass die Anwesenheit von mindestens zwei Radfahrern, die gleichzeitig durch die Konfliktzone fahren, eine Halbierung der Konfliktrate bewirkte.

Regelverstöße von Rad- und Kfz-Fahrer

Bei der Verhaltensbeobachtung konnten unterschiedliche Regelverstöße der Radfahrer dokumentiert werden. So fuhren 17 % aller Radfahrer in die falsche Richtung und

13 % befuhren beim Geradeausfahren den Knotenpunkt nicht auf der vorgesehenen Radverkehrsanlage, sondern rechts davon in Höhe des Gehweges. Letzteres wurde im Konfliktfall signifikant häufiger (24 %) beobachtet. Es ist davon auszugehen, dass die Kfz-Fahrer Radfahrer in diesem Fall auf der Radverkehrsanlage erwarten würden und werden „überrascht“, wenn diese andere Flächen benutzen. Ein Problem besteht außerdem darin, dass der Kfz-Fahrer in der Regel nicht wissen kann, ob es sich bei dem Radweg gegebenenfalls um einen Zweirichtungsradweg handelt. Aus diesem Grund muss dieser beim Abbiegen generell mit Radfahrern aus beiden Richtungen rechnen. Zweirichtungsradwege sollten daher stets besonders gekennzeichnet werden (z. B. durch Pfeile und Piktogramme auf der Radfahrerfurt), so dass alle Verkehrsteilnehmer wissen, dass sie hier auf jeden Fall mit Radverkehr aus zwei Richtungen rechnen müssen.

Rotlichtverstöße der Radfahrer wurden sehr selten beobachtet, sind aber überproportional in der Unfallstatistik vertreten. Im Gegensatz dazu zeigte eine Gruppe von Radfahrern auch klares Defensivverhalten (wie z. B. Pedalierstopp, Bremsen und Ausweichen), obwohl sie ein Vorfahrtrecht zum Geradeausfahren besaßen. Auf Seiten der Kfz-Fahrer wurde beobachtet, dass jeder Fünfte auch dann keinen Schulterblick machte, wenn sich mindestens ein Radfahrer in unmittelbarer Nähe befand und den Knotenpunkt geradeaus befahren wollte. Unter den beobachteten Konfliktfällen fehlte bei jedem dritten Kfz-Fahrer der Schulterblick, so dass das Fehlen des Schulterblicks die Wahrscheinlichkeit in einen Konflikt mit einem geradeausfahrenden Radfahrer zu geraten, signifikant erhöht.

Regelwissen der Verkehrsteilnehmer

Zusätzlich zu den Beobachtungen wurde in einer repräsentativen Telefonbefragung in den vier Kommunen die Einstellung der Verkehrsteilnehmer sowie deren Regelkenntnis und -treue der vier Kommunen ermittelt. Von den Befragten wurde die Konfliktsituation zwischen einem rechtsabbiegenden Kfz- und einem geradeausfahrenden Radfahrer am häufigsten genannt. Die in diesem Zusammenhang geltenden Verkehrsregeln wurden durchgängig korrekt angege-

ben. Allerdings bestehen Wissenslücken bezüglich der Benutzungspflicht von Radverkehrsanlagen. 85 % der Befragten gaben an, eine Radverkehrsanlage laut StVO immer nutzen zu müssen, wenn sie vorhanden ist. Signifikante Unterschiede zwischen Kfz- und Radfahrern bestanden hierbei nicht.

Einstellung der Verkehrsteilnehmer

Deutliche Unterschiede zwischen den Kommunen gab es bei der Befragung zur Achtsamkeit und Rücksichtnahme der Verkehrsteilnehmer. In Münster wurden die Kfz-Fahrer besonders positiv wahrgenommen und Radfahrer vergleichsweise unachtsam und weniger rücksichtsvoll beurteilt. Bei der berichteten Regelbefolgung schnitten in allen Kommunen ebenfalls die Kfz-Fahrer besser ab.

9.3.2 Empfehlungen

Durch geeignete Maßnahmen und Kampagnen im Rahmen der Verkehrserziehung und Führerscheinausbildung müssen die Verkehrsteilnehmer über folgende sicherheitsrelevante Sachverhalte aufgeklärt werden:

- Autofahrer
 - Der Schulterblick beim Abbiegen ist unerlässlich! Sowohl in der Führerscheinausbildung als auch in Kampagnen ist auf die unfallreduzierende Wirkung hinzuweisen.
 - Grundsätzlich muss beim Abbiegen immer mit Radfahrern aus beiden Richtungen gerechnet werden.
 - Beim Linksabbiegen muss darüber hinaus auch mit entgegenkommenden Radfahrern auf der Fahrbahn gerechnet werden.
- Radfahrer
 - Für Radfahrer sollte die Benutzung des Gehweges aufgrund der erhöhten Wahrscheinlichkeit in einen Konflikt zu geraten, durch gezielte Maßnahmen unterbunden werden. Selbiges gilt für illegales Linksfahren. Radfahrer sind aufzufordern, die vorgesehenen Radverkehrsanlagen zu nutzen. Ist keine gesonderte Radverkehrsanlage vorhanden, sollten Radfahrer die Fahrbahn und nicht den Gehweg nutzen.
 - Ohne den Radfahrern den Vorfahrtsanspruch abzusprechen, muss auch auf eine gesteigerte Achtsamkeit

der Radfahrer hingewirkt werden. Kfz-Fahrern ist es in einigen Fällen, aufgrund örtlicher Gegebenheiten (z. B. parkende Fahrzeuge, Grünstreifen, Bebauung, etc.) oder des Kfz-Typs (z. B. Lkw), nur eingeschränkt möglich, einen sich von hinten annähernden Radfahrer frühzeitig zu erkennen. Durch erhöhte Achtsamkeit der Radfahrer und Kenntnis kritischer Verkehrssituationen können Konflikte und damit auch Unfälle vermindert werden.

- Generell

- Kfz- und Radfahrer müssen über die Problematik von besonders kritischen Abbiegesituationen aufgeklärt werden. Dazu zählen vor allem Situationen, in denen sich der Radfahrer von hinten nähert und sich nicht im Sichtfeld des Kfz-Fahrers befindet sowie wenn der Kfz-Fahrer in einer Abbiegekolonne fährt.
- Sowohl Kfz-Fahrer als auch Radfahrer sind über die Benutzungspflicht von Radverkehrsanlagen aufzuklären, da ein Großteil der Befragten diese nicht kannte.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass bei Abbiegevorgängen grundsätzlich ein umsichtiges und rücksichtsvolles Verhalten aller Verkehrsteilnehmer erforderlich ist. Durch gegenseitige Rücksichtnahme und eine gesteigerte Aufmerksamkeit in diesen Situationen können Konflikte und Unfälle vermieden werden und damit die Verkehrssicherheit an Kreuzungen und Einmündungen verbessert werden.

9.4 Fahrerassistenzsysteme

Es konnte festgestellt werden, dass beim Abbiegen in bestimmten Situationen kritische Konflikte zwischen Kfz und Radfahrern auftreten, die zu einem Unfall führen können (z. B. das gleichzeitige Erreichen des Knotenpunktes von Kfz und Radfahrer bei Grünsignal). Für die Entwicklung von Fahrerassistenzsystemen, die den Kfz-Fahrer bei gefährlichen Abbiegesituationen mit Radfahrern unterstützten, werden folgende Empfehlungen gegeben:

- Erforderlich ist die Detektion von Radfahrern, die sich mit vergleichsweise hohen Geschwindigkeiten bei oft gleichzeitig eher geringer Abbiegegeschwindigkeit des Kfz von hinten nähern.

- Ebenso sollte das System auch linksfahrende Radfahrer erkennen können und auch beim Linksabbiegen unterstützen.
- Die Systeme sollten der Aufmerksamkeitserhöhung dienen.
- Totwinkelwarner sollten vor allem für geschlossene Kfz, Lieferwagen und Lkw verpflichtend werden.

9.5 Weiterer Forschungsbedarf

Im Rahmen der im Projekt durchgeführten Analysen konnten zum einen einige Fragestellungen, z. B. aufgrund unzureichender Datenverfügbarkeit, nicht vollständig beantwortet werden und zum anderen haben sich darüber hinaus auch weitergehende offene Fragestellungen zur Thematik ergeben. Hieraus lässt sich abschließend der folgende weitere Forschungsbedarf ableiten.

Aufgrund der unerwarteten Auffälligkeit der Unfallkennziffern sowie des hohen Anteils abweichender Flächennutzung und Fahrtrichtung der Radfahrer für die Radverkehrsführung im Mischverkehr auf der Fahrbahn werden weiterführende Untersuchungen mit größeren Fallzahlen, als sie im Rahmen des Projektes zu realisieren waren, zu Vor- oder Nachteilen der Führung im Mischverkehr empfohlen. Dieses gilt insbesondere für Linksabbiegeunfälle.

Auf Grundlage der Projektergebnisse lässt sich ein Einfluss der Benutzungspflicht von Radverkehrsanlagen auf die Verkehrssicherheit an Knotenpunkten vermuten. Dieses gilt auch für den Einfluss der Führungsform „Gehweg - Radfahrer frei“. Im Rahmen weiterführender Untersuchungen sollte noch einmal detailliert analysiert werden, welchen Einfluss die Benutzungspflicht auf das Verhalten der Verkehrsteilnehmer und das Unfallgeschehen, insbesondere an Knotenpunkten, hat.

Für KPA mit LSA und Radfahr-/Schutzstreifen sind die Unfallkenngrößen für Links- und Rechtsabbiegeunfälle nicht abschließend eindeutig erklärbar. Diese weisen insgesamt hohe Unfallzahlen, sowie Unfall(kosten)dichten und -(kosten)quoten auf, haben aber niedrige

Unfallraten und Unfallkostenraten vorzuweisen. Das Unfallrisiko für den einzelnen Radfahrer bzw. abbiegenden Kfz-Fahrer erscheint demnach eher gering. Für eine abschließende Bewertung der Unfallkennziffern lagen aufgrund des verhältnismäßig seltenen Vorkommens dieser Führungsform in den Untersuchungsstädten verhältnismäßig geringe Fallzahlen vor, weshalb die abschließende Interpretation dieser Kennwerte offen blieb. Im Rahmen weiterführender Analysen mit größeren Fallzahlen sollte nochmals vertieft untersucht werden, ob das im durchgeführten Projekt ermittelte geringe Unfallrisiko trotz der hohen Unfallzahlen an KPA bei dieser Führungsform bestätigt werden kann.

Im Rahmen dieses Unfallforschungsprojektes konnten die Verhaltensweisen von rechtsabbiegenden Kfz-Fahrern detailliert erfasst werden. Aufgrund des Untersuchungsdesigns konnte der Annäherungsbereich linksabbiegender Kfz-Fahrer nur eingeschränkt dokumentiert werden. In weiterführenden Untersuchungen könnten diese Verhaltensweisen im Hinblick auf die Abbiegesituation gezielt beurteilt werden.

Der Einfluss von Infrastrukturmerkmalen auf das Unfallgeschehen konnte in dieser Untersuchung statistisch nicht abgesichert werden. Es besteht einerseits die Möglichkeit, dass der Einfluss auf das Unfallgeschehen zu gering ist, um diese statistisch nachzuweisen. Andererseits werden infrastrukturelle Veränderungen an bereits unfallauffälligen Knotenpunkten durchgeführt. Dadurch kann das Ausmaß der unfallreduzierenden Wirkung nicht eindeutig festgestellt werden. Eine eindeutige und statistisch abgesicherte Überprüfung der Infrastrukturmerkmale auf das Unfallgeschehen kann nur experimentell oder im Rahmen einer präpost-Untersuchung an ausgewählten Knotenpunkten ermöglicht werden.

Für die Verhaltensanalyse wurde innerhalb dieses Projektes eine Konfliktanalyse zur Beurteilung der Kritikalität von Verkehrssituationen entwickelt. Diese Konfliktanalyse zeigte eine sehr gute Korrelation mit den untersuchten Unfallzahlen. Die Analyse hat den Vorteil, bereits in relativ kurzen Untersuchungszeiträumen Ver-

änderungen von Infrastrukturmerkmalen bewerten zu können. Es ist daher zu prüfen, in wie weit die Anwendbarkeit der Konfliktanalyse in weiteren Untersuchungen zur Verkehrssicherheit (auch für andere Unfalltypen) möglich ist.

Literatur

Ahrens, G.-A. (2009). Endbericht zur Verkehrserhebung Mobilität in Städten - SrV 2008 und Auswertungen zum SrV-Städtepegel. Dresden.

Ahrens, G.-A., Ließke, F., Wittwer, R., Hubrich, S. (2009). Sonderauswertung zur Verkehrserhebung, Mobilität in Städten - SrV 2008. Städtevergleich. Dresden.

Ahrens, G.-A., Ließke, F., Wittwer, R., Hubrich, S. (2009). Sonderauswertung zur Verkehrserhebung ,Mobilität in Städten - SrV 2008. Städtevergleich. Dresden.

ADFC (2005). Ergebnisse des ADFC Fahrradclimatest 2005. Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club - ADFC. Internet: <http://www.adfc.de/fahrradklima-test/fahrradclimatest-2005/adfc-fahrradclimatest-2005-ergebnisse>, Zugriff 09.11.2012.

Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club Kreisverband Münster/Münsterland e.V. (2011). Rad fahren - gelegentlich mehr Frust als Lust? Internet: <http://www.adfc-nrw.de/kreisverbaende/kv-muenster/radverkehr/plus-minus.html>, Zugriff: 30.10.2011.

Alrutz, D. et al (2001). Verkehrssicherheit in Einbahnstraßen mit gegengerichtetem Radverkehr. Berichte der BAST, Verkehrstechnik Heft V83. Bergisch Gladbach.

Alrutz, D. et al. (2009). Unfallrisiko und Regelakzeptanz von Fahrradfahrern. Berichte der BAST, Verkehrstechnik, Heft V184. Bergisch Gladbach.

Brüde, U., Larsson, J. (1993). "Models for predicting accidents at junctions where pedestrians and cyclists are involved. How well do they fit?". Accident Analysis and Prevention 25 (5): 499 - 509.

Angenendt, W. et al. (1993). Verkehrssichere Anlage und Gestaltung von Radwegen. Berichte der BAST, Verkehrstechnik, Heft V9. Bergisch Gladbach.

Angenendt, W. et al. (2005). Verbesserung der Radverkehrsführung an Knoten. Berichte der BAST, Verkehrstechnik, Heft V124. Bergisch Gladbach.

BMVBS (Hrsg.) 2011. Hochrechnungsmodell von Stichprobenzählungen für den Radverkehr. Leitfaden zur Anwendung des Excel-Tools und des vereinfachten Verfahrens. Bericht zum Forschungsprojekt FE 77.495/2008 im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung (BMVBS).

Carlin, J. B., Taylor, P., Nolan, T. (1995). A case-control study of child bicycle injuries: relationship of risk to exposure. Clinical Epidemiology and Biostatistics Unit, Royal Children's Hospital and University of Melbourne (Department of Paediatrics), Melbourne, Australia

Destatis (2009). Unfallentwicklung auf Deutschen Straßen. Internet: http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pk/2011/Unfaelle2010/pressebroschuere_unfaelle.property=file.pdf, Zugriff: 01.10.2010.

- Ellinghaus, D. & Steinbrecher, J. (1993). Radfahrer - Jäger und Gejagte. in: Evaluation und Qualitätssicherung von Aktivitäten eines Bürgernetzwerkes in Bielefeld (Diplomarbeit), 2008, Bielefeld
- Ellinghaus, D. (1998). Verkehrsvorschriften und Verhaltenssteuerung. Neue Zeitschrift für Verkehrsrecht, 11, 186 - 189.
- ERA 10. Empfehlungen für Radverkehrsanlagen, Köln 2010: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV).
- ERA 95. Empfehlungen für Radverkehrsanlagen, Köln 1995: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV).
- FGSV (2003). Merkblatt für die Auswertung von Straßenverkehrsunfällen, Teil 1: Führen und Auswerten von Unfalltypen-Steckkarten. Köln.
- GDV (2003). Sicherung des Verkehrs auf Straßen - SVS -, Teil 1: Führen und Auswerten von Unfalltypen-Steckkarten. Köln
- Haag, M., Rau, A. et al. (2010). Wirksamkeit ortsfester Spiegel zur Reduzierung des Toten Winkels (Abschlussbericht zum Projekt im Auftrag der ADAC-Stiftung am Institut für Mobilität & Verkehr der TU Kaiserslautern). Kaiserslautern.
- Hagemeister, C., Schwamberger, G. (2007). Wie nehmen Radfahrer einen möglichen Konflikt mit einem Rechtsabbieger wahr?. Zeitschrift für Verkehrssicherheit, 53 (1), S. 32 - 36.
- Hagemeister, C. (2009). Wie schätzen AlltagsradlerInnen Führungen für den Radverkehr ein und unter welchen Bedingungen nutzen sie sie? Zeitschrift für Verkehrssicherheit, 55, 20 - 24.
- Haller, W. et al. (2000). Fußgänger- und Radverkehrsführung an Kreisverkehrsplätzen. Reihe Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik des BMVBW, Heft 793.
- HBS 2001. Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen, Köln 2001: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV).
- Integriertes Verkehrs- und Mobilitätsmanagement Region Frankfurt RheinMain (2011). Meldeplattform Radverkehr. Internet: <http://www.meldeplattform-radverkehr.de/>, Zugriff: 01.11.2011.
- Landeshauptstadt Magdeburg/Stadtplanungsamt (2011). Verkehrskonzeptionen. Internet: <http://www.magdeburg.de/index.phtml?La=1&sNavID=698.97&mNavID=37.123&object=tx|312.464.1&sub=0>, Zugriff: 30.10.2011.
- Maring, W., van Schagen, I. (1990). Age dependence of attitudes and knowledge in cyclists. Traffic Research Centre. University of Groningen. Haren. The Netherlands.
- MID 2008. Ausführlicher Datensatz der Studie Mobilität in Deutschland 2008, Mobilitätsdaten des BMVBS, zur Verfügung gestellt durch die Clearingstelle Verkehr des Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR).

- Ministerium für Wirtschaft und Mittelstand, Energie und Verkehr des Landes NRW (2000): Fahrradfreundliche Städte und Gemeinden in NRW. Maßnahmen und Wirksamkeitsuntersuchung. Düsseldorf. Navigation/Statistiken/Regionales/GVOnlineAbfrage,templateId=renderPrint.psmml_nnn=true, Zugriff: 16.11.2011.
- Niewöhner, W., Berg, F. A. et al. (2004). Gefährdung von Fußgängern und Radfahrern an Kreuzungen durch rechts abbiegende Lkw. Berichte der BAST, Fahrzeugtechnik, Heft F54. Bergisch Gladbach.
- Ortlepp, J., Neumann, V., Utzmann, I. (2008). Verbesserung der Verkehrssicherheit in Münster. Berlin: Unfallforschung der Versicherer (UDV) im Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V.
- Pauen-Höppner, U. (1991). Sichere Fahrradnutzung in der Stadt. Bericht zum Forschungsprojekt 8513 der Bundesanstalt für Straßenwesen (Hg.). Bergisch Gladbach, Bundesanstalt für Straßenwesen. 1991.
- Polizeipräsident Berlin (2009). Sonderuntersuchung Radverkehrsunfälle in Berlin 2007. Berlin.
- RASt 06. Richtlinie für die Anlage von Stadtstraßen. Köln 2006: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV).
- Räsänen, M., Summala, H. (1998). Attention and Expectation problems in Bicycle-Car Collisions: An In-Depth Study. Traffic Research Unit, Department of Psychology, P.O. Box 13, 00014 University of Helsinki, Helsinki, Finland.
- RiLSA 09. Richtlinie für Lichtsignalanlagen. Köln 2009: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV).
- Rissel, C., Campbell, F., Ashley, B., Jackson, L. (2002). Driver Road Rule Knowledge and Attitudes towards Cyclists. Australian Journal of Primary Health, Vol. 8, No. 2.
- Rodgers, G.B. (1995). Bicyclist deaths and fatality risk patterns. Directorate for Economic Analysis, U.S. Consumer Product Safety Commission, Washington, DC 20207, U.S.A.
- Ruwenstroth, G.; Gersemann, D. & Kuller, E.C. (1986) Regelabweichendes Verhalten von Radfahrern. Bericht zum Forschungsprojekt 8309 der Bundesanstalt für Straßenwesen (Hg.). Bergisch Gladbach, Bundesanstalt für Straßenwesen.
- Schnüll et al. (1992). Sicherung von Radfahrern an städtischen Knotenpunkten. Bericht zum Forschungsprojekt 8925 der Bundesanstalt für Straßenwesen (Hg.). Bergisch Gladbach, Bundesanstalt für Straßenwesen.
- Spiegel (2008). Pedalisten ohne Manieren. Zugriff am 19.09.2010, auf <http://www.spiegel.de/auto/aktuell/0,1518,584383,00.html>
- Stadtverwaltung Münster, Amt für Stadtentwicklung, Stadtplanung, Verkehrsplanung (2009). 1. Zwischenbericht Verkehrsentwicklungsplan Münster 2025 1. Zwischenbericht Verkehrsentwicklungsplan Münster 2025 - Baustein I: Analyse. Internet: http://www.muenster.de/stadt/stadtplanung/pdf/Verkehrsentwicklungsplan2025_zwischenbericht.pdf, Zugriff: 30.10.2011.

Stadtverwaltung Münster/ Amt für Stadtentwicklung, Stadtplanung, Verkehrsplanung (2011). Radverkehr in der Fahrradhauptstadt Münster. Internet: <http://www.muenster.de/stadt/stadtplanung/radverkehr.html>, Zugriff:30.10.2011.

Statistisches Bundesamt (2009). Unfallentwicklung auf deutschen Straßen 2008. Wiesbaden.

Statistisches Bundesamt Deutschland (2010). Verkehr. Verkehrsunfälle 2009. Fachserie 8, Reihe 7. Wiesbaden: StBA.

Statistisches Bundesamt (2010). Gemeindeverzeichnis-Informationssystem (GV-ISys). Stand 31.12.2010. Internet: <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/>

Statistisches Bundesamt (2010). Kinderunfälle im Straßenverkehr. Wiesbaden.

Tagesspiegel (2010). Radler sind oft selbst schuld an Unfällen. Zugriff am 19.09.2010, auf <http://www.tagesspiegel.de/berlin/polizei-justiz/radler-sind-oft-selbst-schuld-an-unfaellen/1871516.html>

UDV Unfallforschung der Versicherer (2012). Verkehrssicherheit innerörtlicher Kreisverkehrs. Berlin.

van Schagen, I.N.L.G., & Brookhuis, K.A. (1994). Training young cyclists to cope with dynamic traffic situations. Accident Analysis & Prevention, 26 , 223 - 230.

Von Einem, T. (2006). Verkehrsregeln für den Radverkehr - Kenntnisse und Verhalten. Technische Universität Kaiserslautern. Diplomarbeit.

Wissenschaftsstadt Darmstadt (2006). Verkehrsentwicklungsplan Darmstadt. Darmstadt.

Wissenschaftsstadt Darmstadt, Vermessungsamt (2011). Stadatlas Darmstadt. Internet: <http://www.darmstadt.de/software/cityguide/Stadtplan/html/de/Radwege1024x768XL.html>, Zugriff: 01.11.2011.

A Unfalltypen

A.1 Kurzbeschreibung der Unfalltypen

Als Unfalltyp wird die Konfliktsituation zwischen Verkehrsteilnehmern innerhalb eines Verkehrsvorganges bezeichnet, aus der ein Unfall resultiert ist. An diesem sind mindestens zwei Verkehrsteilnehmer (mit Ausnahme des Alleinunfalls) beteiligt.

Unfall- typ	Farbe	Erläuterung
1	 grün	Fahrerunfall(F) 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	 gelb	Abbiege-Unfall (AB) 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	 rot	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.
4	 hellrot weiß	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	 hellblau	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	 orange (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	 schwarz	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.)

(Quelle: GDV, 2003, S. 79)

A.2 Beschreibung Unfalltyp 2 - Abbiege-Unfall (AB)

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.

Linksabbieger	20	201	202	203	204		209
	Nachfolgender			Radfahrer vom Radweg	Spurwechsel zum Abbiegen		unklar ob 201-204
	21	211	212	213	214	215	219
	Gegenverkehr Fahrbahn						unklar ob 211-215
	22	221	222	223	224	225	229
Rechtsabbieger							unklar ob 221-225
	23	231	232	233			239
	Nachfolgender			Spurwechsel zum Abbiegen			unklar ob 231-233
	24	241	242	243	244	245	249
							unklar ob 241-245
	25	251	252				259
	zwei Abbieger						unklar ob 251-252
	26	261	262				269
	Abbieger-Wartepflichtiger	W	W				unklar ob 261-262
	27	271	272	273	274	275	279
	Abbieger aus abkn. Vorfahrt						unklar ob 271-275
	28	281	282	283	284	285	289
	Abbieger mit Pfeil-Lichtzeichen						Art Verkehrsteilnehmer unklar
sonstige Abbiege-Unfälle							299
W = Wartepflicht							

(Quelle: GDV, 2003, S. 83)

B Zusammenhang von Verkehrsstärken, Konflikten und Unfällen

Definition der Eingangsgrößen:

- **Anzahl Konflikte** = Anzahl aller beobachteten Konflikte (je KPA binnen der dreistündigen Verhaltensbeobachtung)
- **Konfliktrate** = Anteil der Konflikte an der Gesamtzahl der Interaktionen (je KPA binnen der dreistündigen Verhaltensbeobachtung)
- **Unfallzahl 2005 - 2009** = kein fünfjähriger Unfallzeitraum für KPA in Münster verfügbar, damit verringert sich die Fallzahl um acht KPA gegenüber der **Unfallzahl 2007 - 2009**
- **Gesamt** = schließt Rechts- und Linksabbieger (bei Zählung der Verkehrsstärke, der Unfallzahl, der Konfliktanalyse, ...) mit ein
- **RA/LA** = schließt nur Rechts- (RA) bzw. Linksabbieger (LA) mit ein
- **r_{Kendall-Tau-B}** = Korrelationskoeffizient¹⁾
- **N_{KPA}** = Anzahl der in die statistische Analyse einbezogenen KPA
- **p** = Signifikanzniveau

¹⁾ Effektstärke: r = .1: kleiner Effekt, r = .3: mittlerer Effekt, r = .5: großer Effekt nach Cohen, 1988.

Zusammenhang von Verkehrsstärken und Unfallzahlen getrennt nach Rechts- und Linksabbiegern:

Tabelle 33:

Zusammenhang von Verkehrsstärke der Kfz- und Radfahrer, Unfallzahlen und Unfallkostenraten auf Basis der Daten der Makroanalyse getrennt nach Rechts- und Linksabbiegern

		Rechtsabbieger			Linksabbieger		
		RF _{Gesamt}	Kfz _{RA}	Kfz _{RA} × RF _{Gesamt}	RF _{Gesamt}	Kfz _{LA}	Kfz _{LA} × RF _{Gesamt}
Unfallzahl RA/LA¹ (2007 - 2009)	r_{Kendall-Tau-B}	.183**	.280**	.297**	-.047	.241**	.206**
	p zweiseitig	.000	.000	.000	.290	.000	.000
	N_{KPA}	318	318	318	318	318	318

¹ Korrelation zwischen Verkehrsstärke und Unfallzahlen ohne Differenzierung von Rechts- und Linksabbiegern sind in ihrer Höhe vergleichbar

** hochsignifikanter Effekt mit $p < .01$

Ergebnisse der Verhaltensbeobachtung (mit Konfliktanalyse):

Tabelle 34:

Zusammenhang von Verkehrsstärke der Kfz- und Radfahrer, Konflikten und Unfallzahlen auf Basis der 43 zur Beobachtung ausgewählten KPA; aufgrund zu geringer Fallzahl wird nicht zwischen Rechts- und Linksabbiegern differenziert

		Konfliktrate _{Gesamt}	Anzahl Konflikte _{Gesamt}	Verkehrsstärke abbiegende Kfz _{Gesamt}	Verkehrsstärke geradeausfahrende RF _{Gesamt}
Konfliktrate_{Gesamt}	r_{Kendall-Tau-B}		.573**	.185	.019
	p zweiseitig		.000	.112	.872
	N_{KPA}		39	39	39
Anzahl Konflikte_{Gesamt}	r_{Kendall-Tau-B}			.381**	.401**
	p zweiseitig			.001	.001
	N_{KPA}			43	43
Unfallzahl_{Gesamt} (2007 - 2009)	r_{Kendall-Tau-B}	.379**	.503**	.193	.333**
	p zweiseitig	.003	.000	.092	.004
	N_{KPA}	39	43	43	43
Unfallzahl_{Gesamt} (2005 - 2009)	r_{Kendall-Tau-B}	.367**	.618**	.290*	.380**
	p zweiseitig	.008	.000	.020	.002
	N_{KPA}	31	35	35	35

* signifikant mit $p < .05$

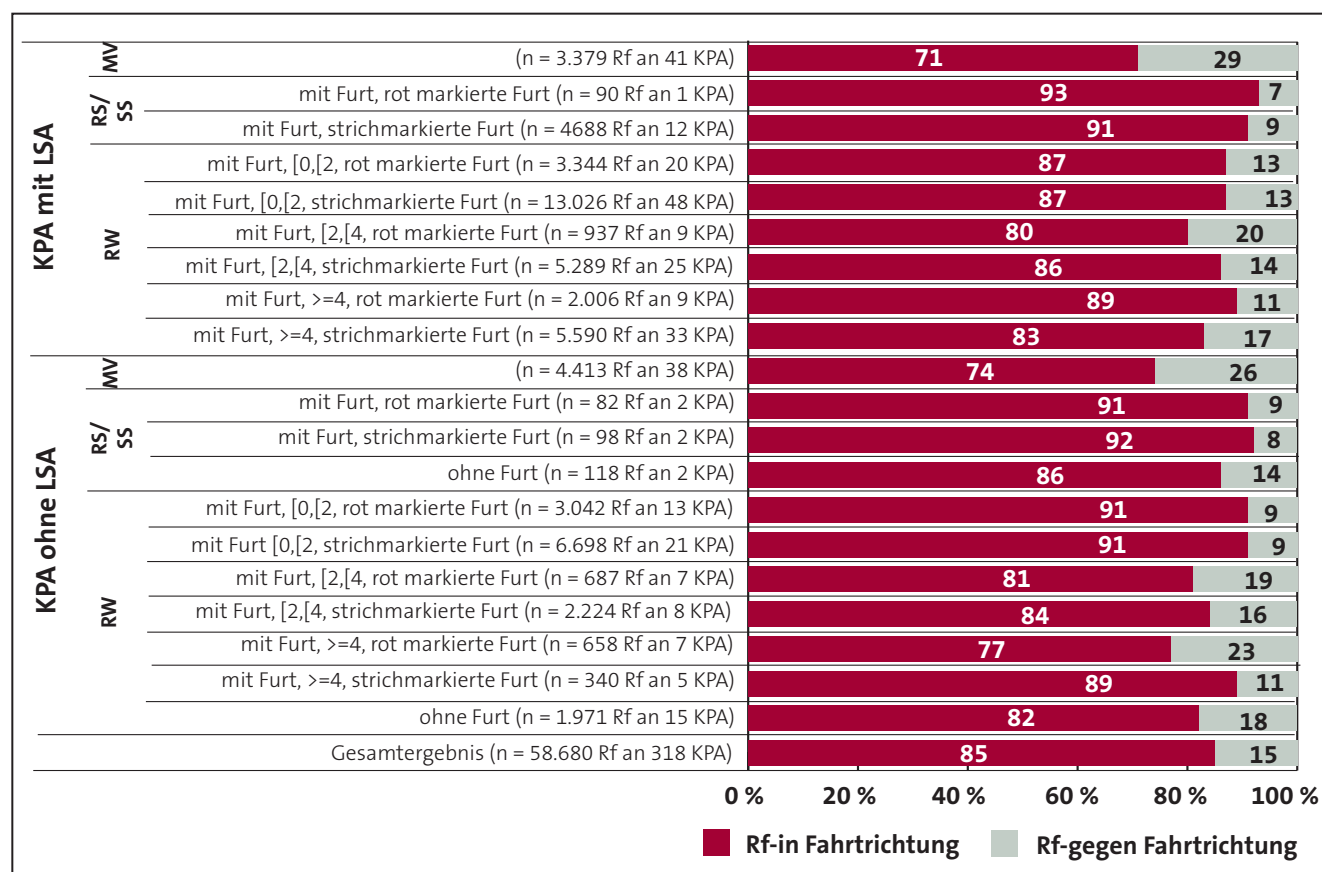
** hochsignifikant mit $p < .01$

Zusammenfassung der Ergebnisse

- Konfliktrate zeigt keinen Zusammenhang zur Verkehrsstärke; d. h. Vergleiche zwischen KPA sind ohne Verzerrung der Ergebnisse durch unterschiedliche Kfz- und Radverkehrsstärken möglich.
- Mit steigender Kfz- und Radverkehrsstärke steigt die Anzahl der Unfälle. Es handelt sich lediglich um eine Korrelation mittlerer Größe ($r \sim .3$).
- Die Anzahl der beobachteten Konflikte korreliert hoch mit der Zahl der Unfälle im vorausgegangenen drei- und fünfjährigen Zeitraum ($r \sim .5$ bis $.6$).
- Wird ein fünfjähriger Unfallzeitraum zur Analyse herangezogen, treten Zusammenhänge klarer hervor als bei Verwendung eines dreijährigen Unfallzeitraums.

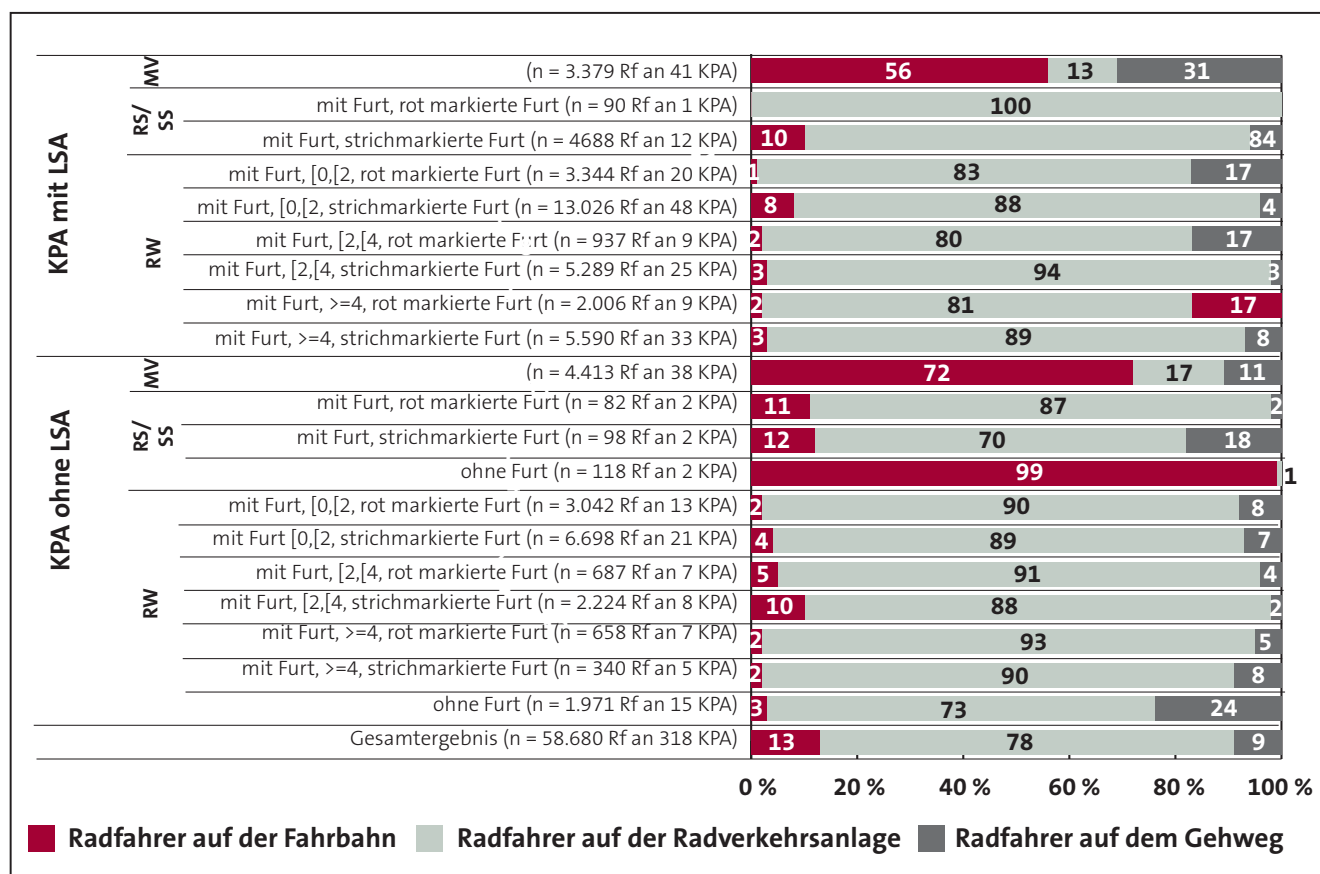
C Ergebnisse der Verkehrszählungen

C.1 Fahrtrichtung der Radfahrer nach Clustern (mit Unterscheidung der Furtausführung)

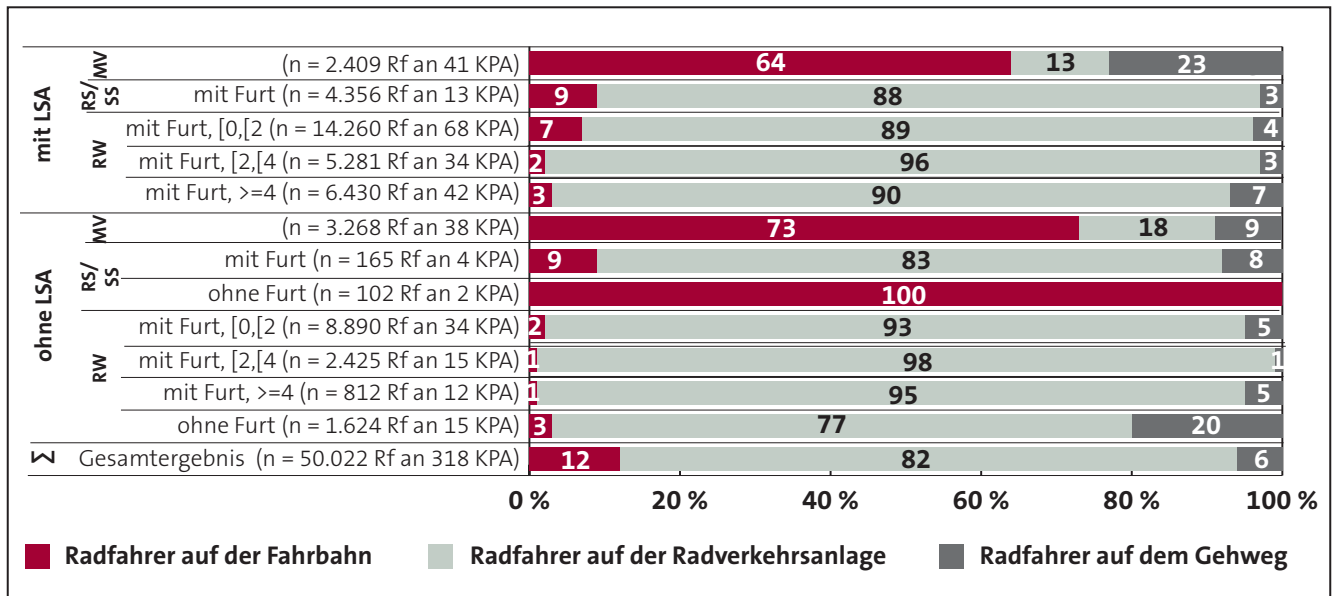


C.2 Flächennutzung der Radfahrer

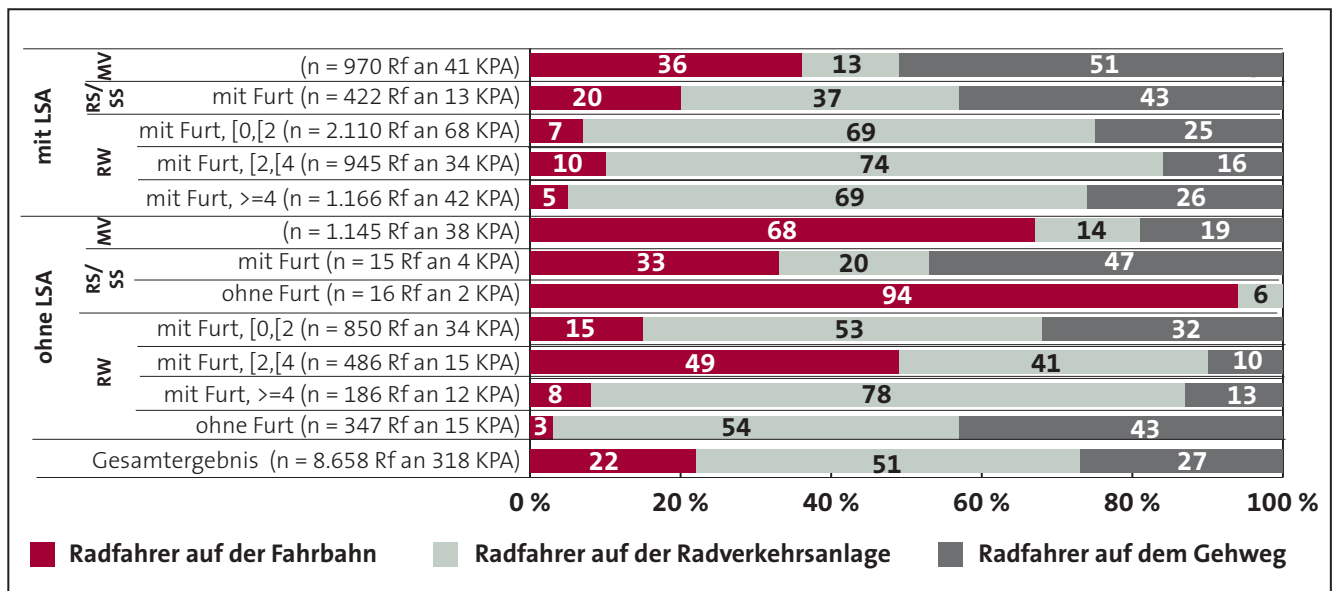
C.2.1 Flächennutzung der Radfahrer nach Clustern (beide Fahrtrichtungen, mit Unterscheidung der Furtausführung)



C.2.2 Flächennutzung der Radfahrer in Fahrtrichtung nach Clustern (ohne Unterscheidung der Furtausführung)



C.2.3 Flächennutzung der Radfahrer gegen die Fahrtrichtung nach Clustern (ohne Unterscheidung der Furtausführung)



D Unfallkennziffern

D.1 Unfallkennziffern für Rechtsabbiegeunfälle mit Unterscheidung der Furt- ausführung (inklusive schwach besetzter Cluster)

LSA	Führungs- form	Cluster Furtabsetzung/ Furtausführung	Anzahl RA-U Ab-Rf gesamt	Unfalldichte		Unfallkostendichte		Unfallrate					Unfallkostenrate					Unfall(kosten)quoten							
				UDichte	Anzahl KPA	UKD	Anzahl KPA	UR (Rf)	Anzahl KPA	UR (ra Kfz)	Anzahl KPA	UR (Rf x ra Kfz)	Anzahl KPA	UKR (Rf)	Anzahl KPA	UKR (ra Kfz)	Anzahl KPA	UK (Rf x ra Kfz)	Anzahl KPA	Unfallquote	Anzahl KPA mit RA-U Ab-Rf	Unfallkosten- quote	Anzahl KPA mit RA-U Ab-Rf	Anzahl KPA Bestands- aufnahme	
mit LSA	MV		29	0,4	26	7,4	26	2,6	16	0,6	16	9,3	16	56,1	16	22,1	16	349,5	16	15,3	26	314,8	26	609	
		RF	mit Furt , rot markierte Furt	1	0,3	1	1,8	1	2,7	1	1,5	1	11,9	1	14,6	1	8,2	1	65,6	1	47,6	1	261,9	1	7
	RW	mit Furt , strichmarkierte Furt	18	0,7	9	14,7	9	1,4	9	1,2	9	6,1	9	30,1	9	31,2	9	98,4	9	171,4	9	3767,6	9	35	
		mit Furt [0,2, rot markierte Furt	24	0,4	20	5,4	20	1,5	17	2,5	17	12,4	17	21,7	17	37,4	17	176,9	17	101,3	20	1376,4	20	79	
		mit Furt [0,2, strichmarkierte Furt	81	0,5	56	9,1	56	1,4	37	2,4	37	8,8	36	20,0	37	34,4	37	108,2	36	123,6	56	2384,8	56	213	
		mit Furt [2,4, rot markierte Furt	13	0,5	8	22,5	8	4,8	8	2,0	8	17,3	8	206,9	8	94,2	8	803,6	8	98,5	8	4094,7	8	44	
		mit Furt [2,4, strichmarkierte Furt	46	0,6	26	15,1	26	2,3	19	2,1	19	11,1	19	53,1	19	73,5	19	288,2	19	111,9	26	2910,4	26	134	
		mit Furt >=4, rot markierte Furt	18	0,7	9	10,5	9	3,9	8	1,6	8	31,3	8	53,0	8	20,3	8	352,2	8	153,8	9	2413,7	9	39	
		mit Furt >=4, strichmarkierte Furt	38	0,4	30	6,3	30	1,8	17	0,7	17	4,6	17	19,2	17	9,0	17	49,1	17	67,0	30	1006,9	30	189	
	ohne LSA	MV		19	0,3	19	6,7	19	1,6	13	1,6	13	21,0	13	21,0	13	45,8	13	286,0	13	2,3	19	46,3	19	2735
			RS	mit Furt , rot markierte Furt	1	0,3	1	1,8	1	3,0	1	0,6	1	9,9	1	16,3	1	3,1	1	54,6	1	14,5	1	79,7	1
		RW	mit Furt , strichmarkierte Furt	2	0,3	2	3,6	2	3,7	1	0,3	1	5,8	1	39,8	1	2,9	1	62,8	1	15,5	2	169,0	2	43
ohne Furt ,			1	0,3	1	3,6	1	1,0	1	7,4	1	42,6	1	10,4	1	80,9	1	464,8	1	14,5	1	158,0	1	23	
mit Furt [0,2, rot markierte Furt			14	0,6	8	5,9	8	1,0	7	4,3	8	19,1	7	10,3	7	44,1	8	198,1	7	34,6	8	350,1	8	135	
mit Furt [0,2, strichmarkierte Furt			23	0,4	18	5,9	18	1,5	15	4,0	15	24,5	15	17,6	15	37,1	15	226,3	15	34,3	18	506,9	18	204	
mit Furt [2,4, rot markierte Furt			5	0,3	5	3,3	5	2,0	4	2,2	4	23,0	4	22,1	4	23,5	4	250,7	4	15,4	5	151,5	5	108	
mit Furt [2,4, strichmarkierte Furt			11	0,4	9	11,6	9	0,8	7	2,6	7	6,2	7	31,2	7	133,9	7	343,8	7	50,9	9	1453,2	9	72	
mit Furt >=4, rot markierte Furt			9	0,5	6	4,9	6	5,0	6	40,2	5	109,1	5	52,3	6	369,1	5	1041,0	5	66,7	6	646,7	6	45	
mit Furt >=4, strichmarkierte Furt			5	0,3	5	3,6	5	8,7	5	3,6	5	66,4	5	94,7	5	39,6	5	724,2	5	83,3	5	908,3	5	20	
ohne Furt ,	13	0,4	12	3,8	12	2,0	11	2,5	11	14,6	11	21,2	11	27,1	11	157,9	11	20,0	12	209,4	12	217			
Gewichtetes Gesamtergebnis			371	0,5	271	8,5	271	2,1	203	2,8	203	16,2	201	35,9	203	45,3	203	255,9	201	24,5	271	462,5	271	4974	
Mittelwert über die Cluster			18,6	0,4	13,6	7,4	13,6	2,6	10,2	4,2	10,2	22,8	10,1	40,6	10,2	56,9	10,2	305,1	10,1	62,1	13,6	1160,5	13,6	248,7	

Legende

- höchste Werte der Spalte (sowie entsprechende farbliche Abstufungen)
- niedrigste Werte der Spalte (sowie entsprechende farbliche Abstufungen)
- Anzahl der KPA für die Daten vorliegen ist <3 (sehr geringe Stützbreite für Mittelwertbildung)

Abkürzung	Bedeutung	Einheit
Anzahl RA-U Ab-Rf	Anzahl der Rechtsabbiegeunfälle Ab-Rf	[-]
U _{Dichte}	Unfalldichte	[U/(KPA*a)]
UKD	Unfallkostendichte	[1.000 €//(KPA*a)]
UR (Rf)	Unfallrate auf Basis der Verkehrsstärke der geradeausfahrenden Radfahrer	[U/10 ⁶ Rf]
UR (ra Kfz)	Unfallrate auf Basis der rechtsabbiegenden Kfz	[U/10 ⁶ Kfz]
UR (Rf x ra Kfz)	Unfallrate auf Basis des Produkts der geradeausfahrenden Rf und der rechtsabbiegenden Kfz	[U/10 ¹² Rf*Kfz]
UKR (Rf)	Unfallkostenrate auf Basis der Verkehrsstärke der geradeausfahrenden Radfahrer	[€/1.000 Rf]
UKR (ra Kfz)	Unfallkostenrate auf Basis der rechtsabbiegenden Kfz	[€/1.000 Kfz]
UKR (Rf x ra Kfz)	Unfallkostenrate auf Basis des Produkts der geradeausfahrenden Rf und der rechtsabbiegenden Kfz	[€/10 ⁹ Rf*Kfz]
Unfallquote	Unfallquote (Kapitel 3.4.5)	[U/(KPA*a)]
Unfallkostenquote	Unfallkostenquote (Kapitel 3.4.5)	[1.000 €//(KPA*a)]
Anzahl KPA	Anzahl der KPA für die Daten vorliegen (Stützbreite für Mittelwertbildung der Unfallkennziffer für das Cluster)	[-]
Anzahl KPA mit RA-U Ab-Rf	Anzahl der KPA mit Rechtsabbiegeunfällen (Stützbreite für die Berechnung der Unfallkennziffer für das Cluster)	[-]
Anzahl KPA Bestandsaufnahme	Anzahl der KPA im Radhaupttroutennetz/innerstädtischen Hauptverkehrsstraßennetz der Untersuchungsstädte	[-]
Gewichtetes Gesamtergebnis	Mittelwert bzw. Summe der Unfallkennziffer über alle Einzelwerte der KPA	[siehe oben]
Mittelwert über die Cluster	Mittelwert der Clustermittelwerte der Unfallkennziffer	[siehe oben]

D.2 Unfallkennziffern für Rechtsabbiegeunfälle ohne Unterscheidung der Furt- ausführung (inklusive schwach besetzter Cluster)

LSA	Cluster		Anzahl RA-U Ab-Rf gesamt	Unfalldichte		Unfallkostendichte		Unfallrate					Unfallkostenrate					Unfall(kosten)quoten						
	Führungs- form	Furtabsetzung		UDichte	Anzahl KPA	UKD	Anzahl KPA	UR (Rf)	Anzahl KPA	UR (ra Kfz)	Anzahl KPA	UR (Rf x ra Kfz)	Anzahl KPA	UKR (Rf)	Anzahl KPA	UKR (ra Kfz)	Anzahl KPA	UK (Rf x ra Kfz)	Anzahl KPA	Unfallquote	Anzahl KPA mit RA-U Ab-Rf	Unfallkosten- quote	Anzahl KPA mit RA-U Ab-Rf	Anzahl KPA Bestands- aufnahme
mit LSA	MV		29	0,4	26	7,4	26	2,6	16	0,6	16	9,3	16	56,1	16	22,1	16	349,5	16	15,3	26	314,8	26	609
	RS	mit Furt,	19	0,6	10	13,4	10	1,5	10	1,3	10	6,5	10	28,9	10	29,4	10	95,9	10	150,8	10	3183,3	10	42
		mit Furt, [0,2	105	0,5	76	8,2	76	1,5	54	2,5	54	9,9	53	20,5	54	35,4	54	130,0	53	117,6	76	2112,0	76	292
	RW	mit Furt, [2,4	59	0,6	34	16,8	34	3,0	27	2,1	27	12,8	27	93,8	27	79,0	27	424,6	27	108,6	34	3203,2	34	178
ohne LSA		mit Furt, >=4	56	0,5	39	7,3	39	2,2	25	0,9	25	10,9	25	26,5	25	11,7	25	120,9	25	81,9	39	1247,5	39	228
	MV		19	0,3	19	6,7	19	1,6	13	1,6	13	21,0	13	21,0	13	45,8	13	286,0	13	2,3	19	46,3	19	2735
	RS	mit Furt,	3	0,3	3	3,0	3	3,3	2	0,4	2	7,8	2	28,1	2	3,0	2	58,7	2	15,2	3	137,9	3	66
		ohne Furt,	1	0,3	1	3,6	1	1,0	1	7,4	1	42,6	1	10,4	1	80,9	1	464,8	1	14,5	1	158,0	1	23
		mit Furt, [0,2	37	0,5	26	5,9	26	1,3	22	4,1	23	22,5	22	15,0	22	39,8	23	215,7	22	34,4	26	444,4	26	339
		mit Furt, [2,4	16	0,4	14	8,6	14	1,4	11	2,4	11	14,1	11	26,9	11	82,4	11	300,3	11	29,6	14	672,2	14	180
		mit Furt, >=4	14	0,4	11	4,3	11	6,5	11	23,6	10	89,7	10	70,0	11	219,3	10	897,0	10	71,8	11	727,1	11	65
	RW	ohne Furt,	13	0,4	12	3,8	12	2,0	11	2,5	11	14,6	11	21,2	11	27,1	11	157,9	11	20,0	12	209,4	12	217
Gewichtetes Gesamtergebnis			371	0,5	271	8,5	271	2,1	203	2,7	203	16,2	201	35,9	203	45,3	203	255,9	201	24,5	271	462,5	271	4974
Mittelwert über die Cluster			30,9	0,4	22,6	7,4	22,6	2,3	16,9	4,1	16,9	21,8	16,8	34,9	16,9	56,3	16,9	291,8	16,8	55,2	22,6	1038,0	22,6	414,5

Legende

- höchste Werte der Spalte (sowie entsprechende farbliche Abstufungen)
- niedrigste Werte der Spalte (sowie entsprechende farbliche Abstufungen)
- Anzahl der KPA für die Daten vorliegen ist <3 (sehr geringe Stützbreite für Mittelwertbildung)

Abkürzung	Bedeutung	Einheit
Anzahl RA-U Ab-Rf	Anzahl der Rechtsabbiegeunfälle Ab-Rf	[-]
U _{Dichte}	Unfalldichte	[U/(KPA*a)]
UKD	Unfallkostendichte	[1.000 €/ (KPA*a)]
UR (Rf)	Unfallrate auf Basis der Verkehrsstärke der geradeausfahrenden Radfahrer	[U/10 ⁶ Rf]
UR (ra Kfz)	Unfallrate auf Basis der rechtsabbiegenden Kfz	[U/10 ⁶ Kfz]
UR (Rf x ra Kfz)	Unfallrate auf Basis des Produkts der geradeausfahrenden Rf und der rechtsabbiegenden Kfz	[U/10 ¹² Rf*Kfz]
UKR (Rf)	Unfallkostenrate auf Basis der Verkehrsstärke der geradeausfahrenden Radfahrer	[€/1.000 Rf]
UKR (ra Kfz)	Unfallkostenrate auf Basis der rechtsabbiegenden Kfz	[€/1.000 Kfz]
UKR (Rf x ra Kfz)	Unfallkostenrate auf Basis des Produkts der geradeausfahrenden Rf und der rechtsabbiegenden Kfz	[€/10 ⁹ Rf*Kfz]
Unfallquote	Unfallquote (Kapitel 3.4.5)	[U/(KPA*a)]
Unfallkostenquote	Unfallkostenquote (Kapitel 3.4.5)	[1.000 €/ (KPA*a)]
Anzahl KPA	Anzahl der KPA für die Daten vorliegen (Stützbreite für Mittelwertbildung der Unfallkennziffer für das Cluster)	[-]
Anzahl KPA mit RA-U Ab-Rf	Anzahl der KPA mit Rechtsabbiegeunfällen (Stützbreite für die Berechnung der Unfallkennziffer für das Cluster)	[-]
Anzahl KPA Bestandsaufnahme	Anzahl der KPA im Radhaupttroutennetz/innerstädtischen Hauptverkehrsstraßennetz der Untersuchungsstädte	[-]
Gewichtetes Gesamtergebnis	Mittelwert bzw. Summe der Unfallkennziffer über alle Einzelwerte der KPA	[siehe oben]
Mittelwert über die Cluster	Mittelwert der Clustermittelwerte der Unfallkennziffer	[siehe oben]

D.3 Unfallkennziffern für Linksabbiegeunfälle mit Unterscheidung der Furtausführung (inklusive schwach besetzter Cluster)

LSA	Führungs- form	Cluster Furtabsetzung/ Furtausführung	Unfalldichte		Unfallkostendichte		Unfallrate					Unfallkostenrate					Unfall(kosten)quoten							
			Anzahl LA-U Ab-Rf gesamt	UDichte	Anzahl KPA	UKD	Anzahl KPA	UR (Rf)	Anzahl KPA	UR (la Kfz)	Anzahl KPA	UR (Rf x la Kfz)	Anzahl KPA	UKR (Rf)	Anzahl KPA	UKR (la Kfz)	Anzahl KPA	UK (Rf x la Kfz)	Anzahl KPA	Unfallquote	Anzahl KPA mit LA-U Ab-Rf	Unfallkosten- quote	Anzahl KPA mit LA-U Ab-Rf	Anzahl KPA Bestands- aufnahme
mit LSA	MV	mit Furt, rot markierte Furt	37	0,4	34	8,6	34	4,0	28	1,5	28	21,0	28	90,9	28	29,6	28	468,5	28	20,3	34	480,6	34	609
		mit Furt, strichmarkierte Furt	6	0,5	4	22,5	4	1,1	4	0,6	4	5,1	4	54,9	4	31,7	4	258,2	4	57,1	4	2573,3	4	35
	RW	mit Furt [0 2, rot markierte Furt	11	0,4	9	4,3	9	1,0	8	1,2	7	7,7	7	10,2	8	12,5	7	83,0	7	46,4	9	485,2	9	79
		mit Furt [0 2, strichmarkierte Furt	29	0,4	26	6,5	26	0,6	16	1,3	16	6,0	15	12,1	16	17,9	16	76,7	15	45,4	26	789,8	26	213
		mit Furt [2 4, rot markierte Furt	2	0,3	2	1,8	2	0,4	1	0,3	1	2,7	1	1,9	1	1,6	1	14,6	1	15,2	2	83,3	2	44
		mit Furt [2 4, strichmarkierte Furt	11	0,4	10	3,8	10	0,3	7	0,3	7	0,9	7	3,6	7	3,4	7	9,4	7	27,4	10	284,8	10	134
		mit Furt >=4, rot markierte Furt	1	0,3	1	3,6	1	0,2	1	0,2	1	0,9	1	1,9	1	2,2	1	10,2	1	8,5	1	93,2	1	39
		mit Furt >=4, strichmarkierte Furt	30	0,5	19	12,6	19	2,0	19	1,2	19	8,8	19	41,7	19	29,5	19	158,0	19	52,9	19	1263,1	19	189
ohne LSA	MV	mit Furt, rot markierte Furt	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	
		mit Furt, strichmarkierte Furt	1	0,3	1	3,6	1	1,5	1	1,1	1	10,2	1	16,4	1	12,3	1	110,9	1	7,8	1	84,5	1	43
	RW	ohne Furt, ...	1	0,3	1	3,6	1	38,1	1	2,2	1	513,6	1	414,8	1	24,5	1	559,7	1	14,5	1	158,0	1	23
		mit Furt [0 2, rot markierte Furt	10	0,6	6	11,4	6	1,0	5	2,9	6	6,1	5	13,6	5	62,6	6	99,2	5	24,7	6	508,6	6	135
		mit Furt [0 2, strichmarkierte Furt	20	0,5	14	14,7	14	1,2	8	1,6	6	5,3	6	19,7	8	38,8	6	91,7	6	32,7	14	1007,8	14	204
		mit Furt [2 4, rot markierte Furt	5	0,4	4	13,1	4	2,0	4	13,7	3	65,6	3	75,7	4	162,2	3	860,2	3	15,4	4	484,3	4	108
		mit Furt [2 4, strichmarkierte Furt	3	0,3	3	2,4	3	0,4	1	0,4	1	3,3	1	4,1	1	4,0	1	36,0	1	13,9	3	101,4	3	72
		mit Furt >=4, rot markierte Furt	2	0,3	2	20,7	2	1,4	2	2,7	2	59,8	2	130,0	2	284,7	2	698,9	2	14,8	2	920,0	2	45
Gewichtetes Gesamtergebnis			216	0,4	182	8,3	182	2,4	135	1,8	131	23,8	129	102,6	135	53,3	131	1293,1	129	14,5	182	303,5	182	4974
Mittelwert über die Cluster			12,0	0,4	10,1	8,0	10,1	3,7	7,5	2,0	7,3	45,5	7,2	84,0	7,5	52,4	7,3	1254,0	7,2	22,9	9,1	487,1	9,1	248,7

Legende

- höchste Werte der Spalte (sowie entsprechende farbliche Abstufungen)
- niedrigste Werte der Spalte (sowie entsprechende farbliche Abstufungen)
- Anzahl der KPA für die Daten vorliegen ist <3 (sehr geringe Stützbreite für Mittelwertbildung)

Abkürzung	Bedeutung	Einheit
Anzahl LA-U Ab-Rf	Anzahl der Linksabbiegeunfälle Ab-Rf	[-]
U-Dichte	Unfalldichte	[U/(KPA*a)]
UKD	Unfallkostendichte	[1.000 €/ (KPA*a)]
UR (Rf)	Unfallrate auf Basis der Verkehrsstärke der geradeausfahrenden Radfahrer	[U/10 ⁶ Rf]
UR (la Kfz)	Unfallrate auf Basis der linksabbiegenden Kfz	[U/10 ⁶ Kfz]
UR (Rf x la Kfz)	Unfallrate auf Basis des Produkts der geradeausfahrenden Rf und der linksabbiegenden Kfz	[U/10 ¹² Rf*Kfz]
UKR (Rf)	Unfallkostenrate auf Basis der Verkehrsstärke der geradeausfahrenden Radfahrer	[€/1.000 Rf]
UKR (la Kfz)	Unfallkostenrate auf Basis der linksabbiegenden Kfz	[€/1.000 Kfz]
UKR (Rf x la Kfz)	Unfallkostenrate auf Basis des Produkts der geradeausfahrenden Rf und der linksabbiegenden Kfz	[€/10 ⁹ Rf*Kfz]
Unfallquote	Unfallquote (Kapitel 3.4.5)	[U/(KPA*a)]
Unfallkostenquote	Unfallkostenquote (Kapitel 3.4.5)	[1.000 €/ (KPA*a)]
Anzahl KPA	Anzahl der KPA für die Daten vorliegen (Stützbreite für Mittelwertbildung der Unfallkennziffer für das Cluster)	[-]
Anzahl KPA mit LA-U Ab-Rf	Anzahl der KPA mit Linksabbiegeunfällen (Stützbreite für die Berechnung der Unfallkennziffer für das Cluster)	[-]
Anzahl KPA Bestandsaufnahme	Anzahl der KPA im Radhaupttroutennetz/innerstädtischen Hauptverkehrsstraßennetz der Untersuchungsstädte	[-]
Gewichtetes Gesamtergebnis	Mittelwert bzw. Summe der Unfallkennziffer über alle Einzelwerte der KPA	[siehe oben]
Mittelwert über die Cluster	Mittelwert der Clustermittelwerte der Unfallkennziffer	[siehe oben]

D.4 Unfallkennziffern für Linksabbiegeunfälle ohne Unterscheidung der Furtausführung (inklusive schwach besetzter Cluster)

LSA	Cluster		Anzahl LA-U Ab-Rf gesamt	Unfalldichte		Unfallkostendichte		Unfallrate					Unfallkostenrate					Unfall(kosten)quoten						
	Führungs- form	Furtabsetzung		UDichte	Anzahl KPA	UKD	Anzahl KPA	UR (Rf)	Anzahl KPA	UR (la Kfz)	Anzahl KPA	UR (Rf x la Kfz)	Anzahl KPA	UKR (Rf)	Anzahl KPA	UKR (la Kfz)	Anzahl KPA	UK (Rf x la Kfz)	Anzahl KPA	Unfallquote	Anzahl KPA mit LA-U Ab-Rf	Unfallkosten- quote	Anzahl KPA mit LA-U Ab-Rf	Anzahl KPA Bestands- aufnahme
mit LSA	MV		37	0,4	34	8,6	34	4,0	28	1,5	28	21,0	28	90,9	28	29,6	28	468,5	28	20,3	34	480,6	34	609
	RS	mit Furt.	7	0,5	5	18,4	5	1,2	5	0,6	5	5,0	5	51,8	5	28,4	5	231,7	5	55,6	5	2188,1	5	42
		mit Furt. [0,2]	40	0,4	35	5,9	35	0,7	24	1,3	23	6,5	22	11,5	24	16,3	23	78,6	22	45,7	35	707,4	35	292
	RW	mit Furt. [2,4]	13	0,4	12	3,5	12	0,3	8	0,3	8	1,4	8	3,2	8	3,0	8	10,7	8	24,3	12	235,0	12	178
		mit Furt. >=4	31	0,5	20	12,1	20	1,6	20	1,0	20	7,1	20	33,2	20	23,6	20	126,0	20	45,3	20	1063,0	20	228
ohne LSA	MV		41	0,3	40	5,9	40	7,5	24	3,8	23	86,4	23	597,6	24	213,9	23	7857,2	23	5,0	40	86,0	40	2735
	RS	mit Furt.	1	0,3	1	3,6	1	0,8	1	0,6	1	5,1	1	8,2	1	6,1	1	55,4	1	5,1	1	55,1	1	66
		ohne Furt.	1	0,3	1	3,6	1	38,1	1	2,2	1	513,6	1	414,8	1	24,5	1	5597,7	1	14,5	1	158,0	1	23
	RW	mit Furt. [0,2]	30	0,5	20	13,7	20	1,1	13	2,2	12	5,7	11	17,5	13	48,7	12	95,0	11	29,5	20	809,0	20	339
		mit Furt. [2,4]	8	0,4	7	8,5	7	1,1	5	8,5	4	32,1	4	37,5	5	77,0	4	416,4	4	14,8	7	331,1	7	180
			2	0,3	2	20,7	2	0,8	2	1,6	2	35,9	2	75,9	2	170,8	2	4012,1	2	10,3	2	636,9	2	65
			5	0,3	5	3,3	5	0,8	4	1,1	4	12,4	4	7,9	4	11,6	4	133,5	4	7,7	5	75,4	5	217
Gewichtetes Gesamtergebnis			216	0,4	182	8,3	182	2,4	135	1,8	131	23,8	129	102,6	135	53,3	131	1293,1	129	14,5	182	303,5	182	4974
Mittelwert über die Cluster			18,0	0,4	15,2	9,0	15,2	4,8	11,3	1,9	10,9	61,0	10,8	112,5	11,3	54,5	10,9	1590,2	10,8	23,2	15,2	568,8	15,2	414,5

Legende

- höchste Werte der Spalte (sowie entsprechende farbliche Abstufungen)
- niedrigste Werte der Spalte (sowie entsprechende farbliche Abstufungen)
- Anzahl der KPA für die Daten vorliegen ist <3 (sehr geringe Stützbreite für Mittelwertbildung)

Abkürzung	Bedeutung	Einheit
Anzahl LA-U Ab-Rf	Anzahl der Linksabbiegeunfälle Ab-Rf	[-]
U _{Dichte}	Unfalldichte	[U/(KPA*a)]
UKD	Unfallkostendichte	[1.000 €/ (KPA*a)]
UR (Rf)	Unfallrate auf Basis der Verkehrsstärke der geradeausfahrenden Radfahrer	[U/10 ⁶ Rf]
UR (la Kfz)	Unfallrate auf Basis der linksabbiegenden Kfz	[U/10 ⁶ Kfz]
UR (Rf x la Kfz)	Unfallrate auf Basis des Produkts der geradeausfahrenden Rf und der linksabbiegenden Kfz	[U/10 ¹² Rf*Kfz]
UKR (Rf)	Unfallkostenrate auf Basis der Verkehrsstärke der geradeausfahrenden Radfahrer	[€/1.000 Rf]
UKR (la Kfz)	Unfallkostenrate auf Basis der linksabbiegenden Kfz	[€/1.000 Kfz]
UKR (Rf x la Kfz)	Unfallkostenrate auf Basis des Produkts der geradeausfahrenden Rf und der linksabbiegenden Kfz	[€/10 ⁹ Rf*Kfz]
Unfallquote	Unfallquote (Kapitel 3.4.5)	[U/(KPA*a)]
Unfallkostenquote	Unfallkostenquote (Kapitel 3.4.5)	[1.000 €/ (KPA*a)]
Anzahl KPA	Anzahl der KPA für die Daten vorliegen (Stützbreite für Mittelwertbildung der Unfallkennziffer für das Cluster)	[-]
Anzahl KPA mit LA-U Ab-Rf	Anzahl der KPA mit Linksabbiegeunfällen (Stützbreite für die Berechnung der Unfallkennziffer für das Cluster)	[-]
Anzahl KPA Bestandsaufnahme	Anzahl der KPA im Radhaupttroutennetz/innerstädtischen Hauptverkehrsstraßennetz der Untersuchungstädt	[-]
Gewichtetes Gesamtergebnis	Mittelwert bzw. Summe der Unfallkennziffer über alle Einzelwerte der KPA	[siehe oben]
Mittelwert über die Cluster	Mittelwert der Clustermittelwerte der Unfallkennziffer	[siehe oben]

E Unterlagen der Verhaltensbeobachtung

E.1 Liste der beobachteten Knotenpunkte und der dokumentierten Interaktionen

Stadt	KP-Nr.	Straße 1	Straße 2	Arm	Datum	Interaktionen
DA	KP005	Nieder-Ramstädter-Straße	Herdeweg	SW	17.08.2011	5
	KP014	Teichhausstraße	Soderstraße	S	16.08.2011	2
	KP015	Heidelberger Straße	Heinrichstraße	S	16.08.2011	31
	KP036	Dieburger Straße	Heinheimer Straße	NO	17.08.2011	18
	KP072	Rheinstraße	Hindenburgstraße	W	31.08.2011	18
	KP076	Eschollbrücker Straße	Haardtring	NO	31.08.2011	9
	P001	Teichhausstraße	Soderstraße	N	18.8.2011	2
	P002	Neckarstraße	Elisabethenstraße	S	18.8.2011	15
	P015	Langrafstraße	Beckstraße	S	30.08.2011	8
EF	KP232	Thälmannstraße	Geschwister-Scholl-Straße	S	19.07.2011	1
	KP235	Friedrich-Engels-Straße	Steinplatz	S	18.07.2011	18
	P006	Löberstraße	Schillerstraße	N	30.08.2011	18
	P031	Lange Brücke	Regierungsstraße	O	29.08.2011	1
	P022	Eugen-Richter-Straße	Lüneburger Straße	S	19.07.2011	0
MD	KP001	Mittagstraße	Lübecker Straße	W	26.07.2011	10
	KP018	Ernst-Reuter-Allee	Jakobstraße	O	19.05.2011	55
	KP037	Otto-von-Guericke-Straße	Ernst-Reuter-Allee	N	28.06.2011	23
	KP049	Walther-Rathenau-Straße	Albert-Vater-Straße	O	29.06.2011	25
	KP050	Halberstädter Straße	Sudenburger Wuhne	NO	27.06.2011	47
	KP059	Halberstädter Straße	Carl-Miller-Straße	SW	19.05.2011	63
	KP065	Wiener Straße	Am Fuchsberg	SO	28.07.2011	12
	KP071	Sandtorstraße	Wather-Rathenau-Straße	N	18.05.2011	23
	KP087	Hohefortestraße	Moldenstraße	S	28.06.2011	9
	KP092	Halberstädter Chaussee	Bebelstraße	SW	29.06.2011	10
	KP099	Friedrich-Ebert-Straße	Gübser Weg	S	23.08.2011	12
	KP105	Maxim-Gorki-Straße	Gerhart-Hauptmann-Straße	W	27.07.2011	0
	KP401	Mittagstraße	Umfassungsstraße	W	12.09.2011	3
	P013	Lübecker Straße	Mittagstraße	O	27.07.2011	0
	P016	Friedrich-Ebert-Straße	Berliner Chaussee	S	06.09.2011	2
	P017	Walther-Rathenau-Straße	Gustav-Adolf-Straße	O	24.08.2011	1
	P032	Schönebecker Straße	Budenbergstraße	NW	13.09.2011	1
	P023	Lorenzweg	Münchenhofstraße	O	24.08.2011	12
	P024	Brenneckestraße	Zur Siedlung Reform	NW	28.07.2011	0
	P030	Barleber Straße	Lumumbastraße	N	06.09.2011	3
	P401	Fermeslebener Weg	Semmelweisstraße	SW	22.08.2011	10
MS	KP210	Warendorfer Straße	Hohenzollernring	SW	06.07.2011	33
	KP222	Grevener Straße	York-Ring	N	05.07.2011	83
	KP229	Mecklenbecker Straße	Kolde-Ring	SW	07.07.2011	32
	KP301	Gerichtstraße	Am Stadtgraben	W	07.07.2011	14
	KP302	Voßgasse	Neubrückenstraße	SO	06.07.2011	34
	P004	Kanalstraße	Cheruskerring	N	05.07.2011	28
	P009	Amelsbürener Straße	Wesfalenstraße	SW	01.09.2011	14
	P011	York-Ring	Grevener Straße	W	1.09.2011	3

E.2 Knotenpunktprotokoll

Protokollbogen Knotenpunkt

Datum: _____ Ort: Magdeburg KP-Nr: _____

Beginn Aufnahme: _____ Uhr Ende der Aufnahme: _____ Uhr

☐ Pendant, und zwar zu KP _____ (Nr) in _____ Stadt

Städtebauliches Umfeld:

Städtebauliches Umfeld:

- ☐ Wohngebiet ☐ Geschäftsviertel ☐ Wohn- und Geschäftsgegend
☐ Gewerbegebiet ☐ _____

Fußweg Breite: _____ m, ☐ geteilter Rad-/Fußweg vorliegend

Am beobachteten Knotenpunkt liegen vor:

- ☐ Parkflächen ☐ parallel ☐ senkrecht zur Fahrbahn
☐ ÖPNV-Infrastruktur ☐ Busspur ☐ Bushaltestelle
 ☐ Tram-Spur ☐ Tram-Haltestelle

Fußgängerüberweg ☐ Hauptarm Gestaltung: ☐ LSA ☐ keine LSA
 ☐ Nebenarm Gestaltung: ☐ LSA ☐ keine LSA

Visual Noise Level Radfahrer: ☐ gering ☐ mittel ☐ hoch

Visual Noise Kfz-Führer: ☐ gering ☐ mittel ☐ hoch

Fußgängeraufkommen: ☐ gering ☐ mittel ☐ hoch

Wetter: ☐ sonnig ☐ wolzig ☐ stark bewölkt ☐ leichter Regen

Radverkehr:

- ☐ Radfahr-/Radschutzstreifen ☐ Abgesetzter Radweg (Furtabsetzung Zone 3 _____ m)
☐ keine spezifische Radführung

Benutzungspflichtige Radverkehrsanlage: ☐ ja ☐ nein

Gesonderte LSA für RF vorhanden ? ☐ ja ☐ nein

Wenn ja, Zeitvorlauf für FF Rot→Gelb: _____ s Grün→Gelb: _____ s

Beeinträchtigung durch: ☐ Unebenheit ☐ Wurzeln/Schlaglöcher
 ☐ „Luftraumverletzung“ ☐ Sonstiges: _____

Breite der Führung: _____ m Distanz Haltelinie FF zu Haltelinie Kfz: _____ m

Abstand Radweg ↔ Fußgängerüberweg Nebenarm: _____ m

Kfz-Verkehr:

Lichtsignalanlage:

- | | | |
|---|---|--|
| ☐ Keine LSA | ☐ LSA („kombinierte“ Regelung) | |
| ☐ Gesichertes Abbiegen | ☐ Teilgesichertes Abbiegen | ☐ Grünpfeil |
| ☐ Linksabbieger: | ☐ Gesichert | ☐ Nicht gesichert |

Spuren Hauptarm: _____ reine Abbiegespuren: _____ Mischspuren _____

Spuren Nebenarm: _____

Straßenbauliche Besonderheiten: _____

Straßenbreite (rechte Spur) : _____ m Kurvenradius: _____ m

Abstand Halteline $\leftrightarrow$ Spur Nebenarm: _____ m**Bemerkungen / Besonderheiten / Sonstiges**

(z.B. Häufiges Halten von Kfz in zweiter Reihe)

E.3 Beobachtungsprotokoll

Stadt: _____ Knotenpunkt-Nummer: _____

Zeitcode	Alter	Geschlecht	Schulter-blick	Interaktion mit Radf.	Art der Ablenkung (falls vorhanden)	Aggress. Verhalten (Handzeichen, Hupen, Verbaläußerung)
☐ E	☐ 1 (18 – 24) ☐ 2 (25 – 44) ☐ 3 (45 – 64) ☐ 4 (65 – 74) ☐ 5 (ab 75)	☐ weiblich ☐ männlich	☐ nein ☐ ja ☐ Lkw/Transporter/ geschlossener Pkw	nein ☐ ja	☐ Handy ☐ Essen / Trinken ☐ Zigarette ☐ Radio / Navi ☐ Sonstiges	☐ RF ☐ AF
☐ E	☐ 1 (18 – 24) ☐ 2 (25 – 44) ☐ 3 (45 – 64) ☐ 4 (65 – 74) ☐ 5 (ab 75)	☐ weiblich ☐ männlich	☐ nein ☐ ja ☐ Lkw/Transporter/ geschlossener Pkw	nein ☐ ja	☐ Handy ☐ Essen / Trinken ☐ Zigarette ☐ Radio / Navi ☐ Sonstiges	☐ RF ☐ AF
☐ E	☐ 1 (18 – 24) ☐ 2 (25 – 44) ☐ 3 (45 – 64) ☐ 4 (65 – 74) ☐ 5 (ab 75)	☐ weiblich ☐ männlich	☐ nein ☐ ja ☐ Lkw/Transporter/ geschlossener Pkw	nein ☐ ja	☐ Handy ☐ Essen / Trinken ☐ Zigarette ☐ Radio / Navi ☐ Sonstiges	☐ RF ☐ AF
☐ E	☐ 1 (18 – 24) ☐ 2 (25 – 44) ☐ 3 (45 – 64) ☐ 4 (65 – 74) ☐ 5 (ab 75)	☐ weiblich ☐ männlich	☐ nein ☐ ja ☐ Lkw/Transporter/ geschlossener Pkw	nein ☐ ja	☐ Handy ☐ Essen / Trinken ☐ Zigarette ☐ Radio / Navi ☐ Sonstiges	☐ RF ☐ AF
☐ E	☐ 1 (18 – 24) ☐ 2 (25 – 44) ☐ 3 (45 – 64) ☐ 4 (65 – 74) ☐ 5 (ab 75)	☐ weiblich ☐ männlich	☐ nein ☐ ja ☐ Lkw/Transporter/ geschlossener Pkw	nein ☐ ja	☐ Handy ☐ Essen / Trinken ☐ Zigarette ☐ Radio / Navi ☐ Sonstiges	☐ RF ☐ AF
☐ E	☐ 1 (18 – 24) ☐ 2 (25 – 44) ☐ 3 (45 – 64) ☐ 4 (65 – 74) ☐ 5 (ab 75)	☐ weiblich ☐ männlich	☐ nein ☐ ja ☐ Lkw/Transporter/ geschlossener Pkw	nein ☐ ja	☐ Handy ☐ Essen / Trinken ☐ Zigarette ☐ Radio / Navi ☐ Sonstiges	☐ RF ☐ AF
☐ E	☐ 1 (18 – 24) ☐ 2 (25 – 44) ☐ 3 (45 – 64) ☐ 4 (65 – 74) ☐ 5 (ab 75)	☐ weiblich ☐ männlich	☐ nein ☐ ja ☐ Lkw/Transporter/ geschlossener Pkw	nein ☐ ja	☐ Handy ☐ Essen / Trinken ☐ Zigarette ☐ Radio / Navi ☐ Sonstiges	☐ RF ☐ AF
☐ E	☐ 1 (18 – 24) ☐ 2 (25 – 44) ☐ 3 (45 – 64) ☐ 4 (65 – 74) ☐ 5 (ab 75)	☐ weiblich ☐ männlich	☐ nein ☐ ja ☐ Lkw/Transporter/ geschlossener Pkw	nein ☐ ja	☐ Handy ☐ Essen / Trinken ☐ Zigarette ☐ Radio / Navi ☐ Sonstiges	☐ RF ☐ AF
☐ E	☐ 1 (18 – 24) ☐ 2 (25 – 44) ☐ 3 (45 – 64) ☐ 4 (65 – 74) ☐ 5 (ab 75)	☐ weiblich ☐ männlich	☐ nein ☐ ja ☐ Lkw/Transporter/ geschlossener Pkw	nein ☐ ja	☐ Handy ☐ Essen / Trinken ☐ Zigarette ☐ Radio / Navi ☐ Sonstiges	☐ RF ☐ AF
☐ E	☐ 1 (18 – 24) ☐ 2 (25 – 44) ☐ 3 (45 – 64) ☐ 4 (65 – 74) ☐ 5 (ab 75)	☐ weiblich ☐ männlich	☐ nein ☐ ja ☐ Lkw/Transporter/ geschlossener Pkw	nein ☐ ja	☐ Handy ☐ Essen / Trinken ☐ Zigarette ☐ Radio / Navi ☐ Sonstiges	☐ RF ☐ AF
☐ E	☐ 1 (18 – 24) ☐ 2 (25 – 44) ☐ 3 (45 – 64) ☐ 4 (65 – 74) ☐ 5 (ab 75)	☐ weiblich ☐ männlich	☐ nein ☐ ja ☐ Lkw/Transporter/ geschlossener Pkw	nein ☐ ja	☐ Handy ☐ Essen / Trinken ☐ Zigarette ☐ Radio / Navi ☐ Sonstiges	☐ RF ☐ AF
☐ E	☐ 1 (18 – 24) ☐ 2 (25 – 44) ☐ 3 (45 – 64) ☐ 4 (65 – 74) ☐ 5 (ab 75)	☐ weiblich ☐ männlich	☐ nein ☐ ja ☐ Lkw/Transporter/ geschlossener Pkw	nein ☐ ja	☐ Handy ☐ Essen / Trinken ☐ Zigarette ☐ Radio / Navi ☐ Sonstiges	☐ RF ☐ AF
☐ E	☐ 1 (18 – 24) ☐ 2 (25 – 44) ☐ 3 (45 – 64) ☐ 4 (65 – 74) ☐ 5 (ab 75)	☐ weiblich ☐ männlich	☐ nein ☐ ja ☐ Lkw/Transporter/ geschlossener Pkw	nein ☐ ja	☐ Handy ☐ Essen / Trinken ☐ Zigarette ☐ Radio / Navi ☐ Sonstiges	☐ RF ☐ AF
☐ E	☐ 1 (18 – 24) ☐ 2 (25 – 44) ☐ 3 (45 – 64) ☐ 4 (65 – 74) ☐ 5 (ab 75)	☐ weiblich ☐ männlich	☐ nein ☐ ja ☐ Lkw/Transporter/ geschlossener Pkw	nein ☐ ja	☐ Handy ☐ Essen / Trinken ☐ Zigarette ☐ Radio / Navi ☐ Sonstiges	☐ RF ☐ AF
☐ E	☐ 1 (18 – 24) ☐ 2 (25 – 44) ☐ 3 (45 – 64) ☐ 4 (65 – 74) ☐ 5 (ab 75)	☐ weiblich ☐ männlich	☐ nein ☐ ja ☐ Lkw/Transporter/ geschlossener Pkw	nein ☐ ja	☐ Handy ☐ Essen / Trinken ☐ Zigarette ☐ Radio / Navi ☐ Sonstiges	☐ RF ☐ AF

E.4 Videodaten für die Interaktionsanalyse

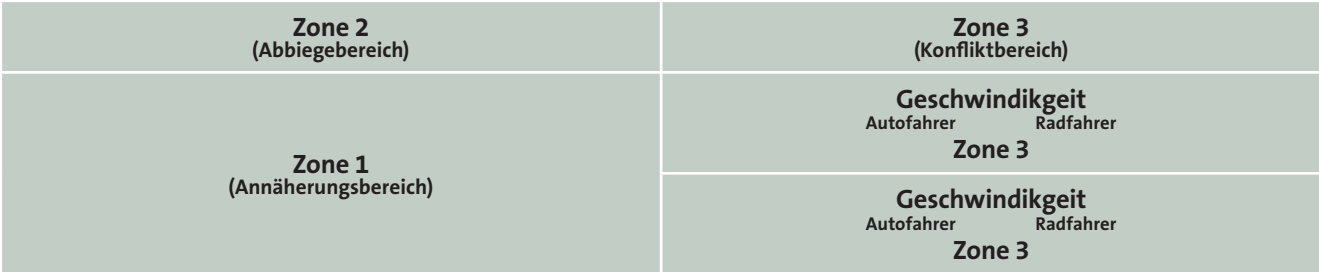


Abbildung 43:
Schematische Gliederung der Videozusammenführung

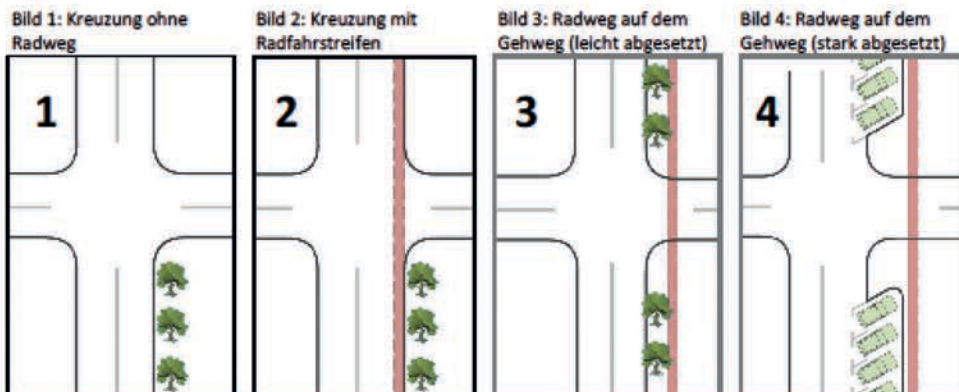


Abbildung 44:
Zuschnitt der Videos am Beispiel des Knotenpunktes KP222

10. Geschlecht: ☐ männlich ☐ weiblich
11. Alter: _____ Jahre
12. Haben Sie einen Führerschein?
☐ ja ☐ nein ☐ keine Angabe
13. Wie häufig nutzen Sie das Fahrrad?
☐ (fast) täglich ☐ mehrmals die Woche ☐ ca. einmal pro Woche ☐ seltener ☐ keine Angabe
14. Für welchen Zweck nutzen Sie das Fahrrad am häufigsten?
☐ Wege zur Schule/Uni/Arbeit ☐ Erledigungen ☐ Freizeit ☐ Zum Sport ☐ keine Angabe
15. Wie viele Kilometer legen sie in einer Woche durchschnittlich mit dem Fahrrad zurück?
☐ < 5 km ☐ 6 - 10 km ☐ 11 - 20 km ☐ 21 - 40 km ☐ 41 - 80 km ☐ > 80 km ☐ keine Angabe
16. Was ist ihre durchschnittliche Geschwindigkeit?
☐ < 10 km/h ☐ 10 - 15 km ☐ 16 - 20 km ☐ 21 - 25 km ☐ 26 - 30 km ☐ > 30 km ☐ keine Angabe
17. Wann nutzen Sie das Fahrrad? (Mehrfachnennungen möglich)
☐ Frühjahr bis Herbst ☐ Winter ☐ Regen ☐ Dunkelheit ☐ Schnee/Glätte ☐ keine Angabe
18. Welche Bereiche dürfen Sie hier als Radfahrer nutzen? (Mehrfachnennungen möglich)
☐ Radweg/-fahrstreifen ☐ Straße ☐ Gehweg ☐ bin unsicher ☐ keine Angabe
19. Welche(n) Weg(e) haben Sie gerade eben vor Überquerung der Straße genutzt?
☐ Straße ☐ Gehweg ☐ Radweg/-fahrstreifen ☐ Wechsel zwischen den Wegen ☐ keine Angabe

Bitte sehen sie sich die folgenden 4 Radführungsmöglichkeiten an, und beantworten sie im Anschluss die untenstehenden 5 Fragen. Dies tun sie, indem sie die Nummer derjenigen Variante eintragen, die ihrer Meinung nach am ehesten in Bezug auf die Frage passen würde.

Die graue Linie repräsentiert die jeweilige Lage der Radverkehrsführung (z.B. des Radweges).



20. Wenn Sie die Wahl hätten: Welche Variante würden Sie für den gerade überquerten Kreuzungsbereich am Besten finden? (Es geht nicht darum welche tatsächlich vorhanden ist!). Bild _____
21. Welche Variante erlaubt es Ihnen am Schnellsten voranzukommen? Bild _____
22. Bei welcher Variante fühlen Sie sich am sichersten? Bild _____
23. Welche Radführung finden Sie am komfortabelsten? Bild _____
24. Welche Radführung bevorzugen Sie generell auf gerader Strecke? Bild _____
25. Welche Radführung bevorzugen Sie an Kreuzungen und Einmündungen? Bild _____

F Unterlagen der Telefonbefragung



1 Screening

1. Welches Verkehrsmittel nutzen Sie häufiger unter der Woche?

1~1~Screening~quote~cbo~3~0~2

- | | | |
|---|--|----|
| 1 | Fahrrad | ~1 |
| 2 | Auto | ~1 |
| 3 | keins von beiden/Befragter kann sich nicht festlegen | ~1 |

Falls keins von beiden/Befragter kann sich nicht festlegen

falls quote=3

Interviewende (GE: „Quote verpasst“)

Falls häufiger Fahrrad

falls quote=1

2. Wie häufig nutzen Sie ein Fahrrad (Int: bei Nachfrage: Bezugszeitraum ist das letzte halbe Jahr)

2~1~Screening~c_bike~cbo~2~1~2

- | | | |
|---|----------------------|----|
| 1 | täglich | ~2 |
| 2 | mehrmals die Woche | ~2 |
| 3 | ca. einmal pro Woche | ~2 |
| 4 | seltener | ~2 |
| 5 | nie | ~2 |
| 9 | keine Angabe | ~2 |

Falls häufiger Auto

falls quote=2

3. Wie häufig nutzen Sie ein Auto als Fahrer (Int: bei Nachfrage: Bezugszeitraum ist das letzte halbe Jahr)

3~1~Screening~c_car~cbo~2~2~2

falls Fahrradnutzung oder Autonutzung seltener als einmal die Woche

falls c_bike>3 or c_car>3

Interviewende (GE: „Quote verpasst“)

2 Konfliktsituationen

Im Straßenverkehr begegnen sich unterschiedliche Verkehrsteilnehmer. Manchmal kommt es zu kritischen Situationen. Ich nenne Ihnen jetzt einige Beispiele. Wie häufig kommt es Ihrer Meinung als <Radfahrer>/ <Autofahrer>* nach dabei zu Konflikten. Bitte stufen Sie Ihre Bewertung auf einer Skala von 1 bis 6 ein, wobei 1= sehr selten und 6= sehr häufig ist.

Wie häufig kommt es Ihrer Meinung nach zu Konflikten zwischen Radfahrern...

* Einblendung der entsprechenden Quote

Rotierende Abfrage für Frage 4 bis 9

Rotierende Abfrage für con_1 bis con_6

4. ... und ein- und ausparkenden oder rangierenden Fahrzeugen?

4~2~Konfliktsituationen~con_1~cbo~4~0~2

- | | | |
|---|---------------------------|----|
| 1 | sehr selten | ~4 |
| 2 | 2 | ~4 |
| 3 | 3 | ~4 |
| 4 | 4 | ~4 |
| 5 | 5 | ~4 |
| 6 | sehr häufig | ~4 |
| 8 | kann ich nicht beurteilen | ~4 |
| 9 | keine Angabe | ~4 |

5. ...und Fußgängern?

5~2~Konfliktsituationen~con_2~cbo~4~1~2

6. ...und anderen Radfahrern?

6~2~Konfliktsituationen~con_3~cbo~4~2~2

7. ... und einem haltenden Fahrzeug, dessen Fahrer- oder Beifahrertür sich öffnet?

7~2~Konfliktsituationen~con_4~cbo~4~3~2

8. ... und überholenden Fahrzeugen?

8~2~Konfliktsituationen~con_5~cbo~4~4~2

9. ... und linksabbiegenden Fahrzeugen an Kreuzungen?

9~2~Konfliktsituationen~con_6~cbo~4~5~2

10. ... und rechtsabbiegenden Pkw an Kreuzungen?

10~2~Konfliktsituationen~con_7~cbo~4~6~2

11. ... und rechtsabbiegenden Lkw an Kreuzungen?

11~2~Konfliktsituationen~con_8~cbo~4~7~2

3 Fahrqualität/Vorfahrtsregeln

Falls Radfahrer

Falls quote=1

Was denken Sie ganz allgemein über das Radfahren in <i_sub>? Ich nenne Ihnen nun einige Aussagen. Bitte sagen Sie uns auf einer Skala von 1 bis 6, inwiefern die Aussage auf Sie zutrifft. 1 bedeutet "trifft ganz und gar nicht zu", 6 bedeutet "trifft voll und ganz zu".

*je nach i_sub entsprechenden Stadtnamen einblenden

Rotierende Abfrage für Frage 12 bis 14

Rotierende Abfrage von fq_1 bis fq_3

Falls Radfahrer

Falls quote=1

12. Generell macht mir das Radfahren in <i_sub> Spaß.

12~3~Fahrqualität/Vorfahrtsregeln~fq_1~cbo~12~0~2

- | | | |
|---|------------------------------|-----|
| 1 | trifft ganz und gar nicht zu | ~12 |
| 2 | 2 | ~12 |
| 3 | 3 | ~12 |
| 4 | 4 | ~12 |
| 5 | 5 | ~12 |
| 6 | trifft voll und ganz zu | ~12 |
| 9 | keine Angabe | ~12 |

Falls Radfahrer

Falls quote=1

13. Generell fühle ich mich beim Radfahren in <i_sub> sicher.

13~3~Fahrqualität/Vorfahrtsregeln~fq_2~cbo~12~1~2

Falls Radfahrer

Falls quote=1

14. Generell komme ich in <i_sub> schnell voran.

14~3~Fahrqualität/Vorfahrtsregeln~fq_3~cbo~12~2~2

15. Bitte stellen Sie sich die folgende Situation vor: Ein Autofahrer und ein Radfahrer fahren aus der gleichen Richtung auf eine Kreuzung zu. Die Ampel zeigt grün. Der Radfahrer fährt geradeaus über die Kreuzung, der Autofahrer biegt rechts ab. Wer hat Vorfahrt? (Int: bei Nachfrage: Es gibt keine gesonderte Radfahrerrampel und kein gesichertes Rechtsabbiegen (grüner Abbiegepfeil)).

15~3~Fahrqualität/Vorfahrtsregeln~reg_1~cbo~15~3~2

- | | | |
|---|--|-----|
| 1 | Autofahrer | ~15 |
| 2 | Radfahrer | ~15 |
| 8 | ich bin mir nicht sicher/weiß es nicht | ~15 |
| 9 | keine Angabe | ~15 |

16. Ein Autofahrer biegt wieder rechts ab, allerdings kommt diesmal der Radfahrer auf der falschen Straßenseite entgegen. Wer hat Vorfahrt? (Int: bei Nachfrage: Die Ampel ist grün. Es gibt keine gesonderte Radfahrerrampel und kein gesichertes Rechtsabbiegen (grüner Abbiegepfeil)).

16~3~Fahrqualität/Vorfahrtsregeln~reg_2~cbo~15~4~2

17. Ein Autofahrer möchte links abbiegen, und lässt zunächst die entgegenkommenden Fahrzeuge passieren. Dahinter folgt noch ein Radfahrer. Wer hat Vorfahrt? (Int.: bei Nachfrage: Es gibt keine gesonderte Linksabbiegerampel)

17~3~Fahrqualität/Vorfahrtsregeln~reg_3~cbo~15~5~2

Soll mit den Fragen 18, 19, ggf. das Wissen über die Gesetzgebung oder die Meinung abgefragt werden? Das ist für die Formulierung relevant.

18. Müssen Radfahrer laut StVO immer auf dem Radweg fahren, wenn es einen gibt?

18~3~Fahrqualität/Vorfahrtsregeln~reg_4~cbo~18~6~2

- | | | |
|---|--|-----|
| 1 | ja | ~18 |
| 2 | nein | ~18 |
| 7 | ich bin mir nicht sicher/weiß es nicht | ~18 |
| 9 | keine Angabe | ~18 |

Falls nein

Falls reg_4~2

19. Wann darf er laut StVO denn die Straße nutzen? (Int: Antwortmöglichkeiten nicht vorlesen, Mehrfachantworten möglich)

- | | |
|----|--|
| 1. | keine Benutzungspflicht/ blaues Schild mit Fahrrad |
| 2. | Wenn die Nutzung der Fahrbahn nicht mit einem unverhältnismäßigen Risiko verbunden ist |
| 3. | Radweg in unzumutbar schlechtem Zustand |
| 4. | Wenn nicht absehbar ist, wohin ein Radweg führt |
| 5. | keine erkennbaren Auffahrten auf den Radweg |
| 8. | kann ich nicht sagen/ich weiß es nicht |
| 9. | keine der genannten Möglichkeiten |

keine Benutzungspflicht/ blaues Schild mit Fahrrad

19~3~Fahrqualität/Vorfahrtsregeln~reg_5~chk~7~5

Falls nein



Falls reg_4=2

20. Wenn die Nutzung der Fahrbahn nicht mit einem unverhältnismäßigen Risiko verbunden ist

20~3~Fahrqualität/Vorfahrtsregeln~reg_6~chk~~8~5

Falls nein

Falls reg_4=2

21. Radweg in unzumutbar schlechtem Zustand

21~3~Fahrqualität/Vorfahrtsregeln~reg_7~chk~~9~5

Falls nein

Falls reg_4=2

22. Wenn nicht absehbar ist, wohin ein Radweg führt

22~3~Fahrqualität/Vorfahrtsregeln~reg_8~chk~~10~5

Falls nein

Falls reg_4=2

23. keine erkennbaren Auffahrten auf den Radweg

23~3~Fahrqualität/Vorfahrtsregeln~reg_9~chk~~11~5

Falls nein

Falls reg_4=2

24. kann ich nicht sagen/ich weiß es nicht

24~3~Fahrqualität/Vorfahrtsregeln~reg_10~chk~~12~5

Falls nein

Falls reg_4=2

25. keine der genannten Möglichkeiten

25~3~Fahrqualität/Vorfahrtsregeln~reg_11~chk~~13~5

Falls Radfahrer

Falls quote=1

26. Wie beurteilen Sie die Fahrqualität in Ihrer Stadt? Ich nenne Ihnen nun einige Aussagen. Bitte sagen Sie uns auf einer Skala von 1 bis 6, inwiefern die Aussage auf Sie zutrifft. 1 bedeutet "trifft ganz und gar nicht zu", 6 bedeutet "trifft voll und ganz zu". In <i_sub> ist das Radwegenetz sehr gut ausgebaut.

26~3~Fahrqualität/Vorfahrtsregeln~fq_4~cbo~26~14~2

- | | | |
|---|------------------------------|-----|
| 1 | trifft ganz und gar nicht zu | ~26 |
| 2 | 2 | ~26 |
| 3 | 3 | ~26 |
| 4 | 4 | ~26 |
| 5 | 5 | ~26 |
| 6 | trifft voll und ganz zu | ~26 |
| 8 | kann ich nicht beurteilen | ~26 |
| 9 | keine Angabe | ~26 |

omniphon[□]

Falls Radfahrer

Falls quote=1

27. In <i_sub> ist die Qualität der Radwege hoch.

27~3~Fahrqualität/Vorfahrtsregeln~fq_5~cbo~26~15~2

4 Radverkehrsanlagen

Falls Radfahrer

Falls quote=1

28. Es gibt unterschiedliche Radverkehrsanlagen. Manche verlaufen auf dem Gehweg, andere auf der Fahrbahn, und manchmal gibt es gar keine. Wenn Sie die Wahl haben, fahren Sie am liebsten...

28~4~Radverkehrsanlagen~rva_1~cbo~28~0~2

- | | | |
|---|--|------|
| 1 | ...auf der Fahrbahn ohne Radverkehrsanlage (kein Radfahrstreifen oder Schutzstreifen)? | ~ 28 |
| 2 | ...auf einem Radweg (Radfahrstreifen/Schutzstreifen) der sich auf der Fahrbahn befindet? | ~ 28 |
| 3 | ...auf einem Radweg, der sich auf dem Gehweg befindet? | ~ 28 |

Falls Radfahrer

Falls quote=1

29. Und welche der beiden verbleibenden Radverkehrsanlagen ziehen Sie vor? (Int: bitte beachten, was zuvor schon ausgewählt wurde und diese Möglichkeit nicht mehr mit vorlesen)

29~4~Radverkehrsanlagen~rva_2~cbo~28~1~2

Falls Radfahrer

Falls quote=1

Unterscheiden sich die gerade genannten Radverkehrsanlagen Ihrer Meinung nach?
Bewerten Sie bitte die folgenden Aussagen auf einer Skala von 1 bis 6. 1 bedeutet
"trifft ganz und gar nicht zu", 6 bedeutet "trifft voll und ganz zu".

Rotierende Abfrage nach 3 Blöcken (Block 1: Frage 30 und 31; Block 2: Frage 32 und 33; Block 3: Frage 34 und 35)

Rotierende Abfrage nach 3 Blöcken: Block 1: rva_3 und rva_4; Block 2: rva_5 und rva_6; Block 3: rva_7 und rva_8

Falls Radfahrer

Falls quote=1

30. Auf der Fahrbahn ohne Radverkehrsanlage....
fühle ich mich sicher.

30~4~Radverkehrsanlagen~rva_3~cbo~25~2~2

in Ihrer Vorlage steht „mich mich“, unsere Frage: soll das „mich“ heißen oder „mich nicht“?

Block 1

Falls Radfahrer

Falls quote=1

31.komme ich schnell voran.

31~4~Radverkehrsanlagen~rva_4~cbo~25~3~2

Falls Radfahrer

Falls quote=1

32. Auf einem Radweg auf der Fahrbahn (Radfahrstreifen/Schutzstreifen)...
fühle ich mich sicher.

32~4~Radverkehrsanlagen~rva_5~cbo~25~4~2

in Ihrer Vorlage steht „mich mich“, unsere Frage: soll das „mich“ heißen oder „mich nicht“?

Block 2

Falls Radfahrer

Falls quote=1

33.komme ich schnell voran.

33~4~Radverkehrsanlagen~rva_6~cbo~25~5~2



Falls Radfahrer

Falls quote=1

34. Auf einem Radweg, der sich auf dem Gehweg befindet...
fühle ich mich sicher.

34~4~Radverkehrsanlagen~rva_7~cbo~25~6~2

in Ihrer Vorlage steht „mich mich“, unsere Frage: soll das „mich“ heißen oder „mich nicht“?

Block 3

Falls Radfahrer

Falls quote=1

35.komme ich schnell voran.

35~4~Radverkehrsanlagen~rva_8~cbo~25~7~2

5 Einstellung/Verhalten

Wie nehmen Sie die Autofahrer und Radfahrer in Ihrer Stadt wahr? Bitte geben Sie auf einer Skala von 1 bis 6 an, wie sehr Sie den folgenden Aussagen zustimmen. 1 bedeutet "trifft ganz und gar nicht zu", 6 bedeutet "trifft voll und ganz zu."

Rotierende Abfrage nach 2 Blöcken: Block 1 (Frage 36 und 37), Block 2 (Frage 38 und 39)

Rotierende Abfrage nach 2 Blöcken: Block 1 (I_1 und I_2), Block 2 (I_3 und I_4)

- Block 1 {
- 36. Die Autofahrer in <i_sub> fahren achtsam und rücksichtsvoll.
36~5~Einstellung/Verhalten~I_1~cbo~26~0~2
 - 37. Die Autofahrer in <i_sub> halten sich an die Verkehrsregeln.
37~5~Einstellung/Verhalten~I_2~cbo~26~1~2

- Block 2 {
- 38. Die Radfahrer in <i_sub> fahren achtsam und rücksichtsvoll.
38~5~Einstellung/Verhalten~I_3~cbo~26~2~2
 - 39. Die Radfahrer in <i_sub> halten sich an die Verkehrsregeln.
39~5~Einstellung/Verhalten~I_4~cbo~26~3~2

Falls Radfahrer

Falls quote=1

Treffen folgende Verhaltensweisen auf Sie als Radfahrer zu? Bitte geben Sie auf einer Skala von 1 bis 6 an, wie sehr Sie die folgenden Verhaltensweisen auf Sie als Radfahrer zutreffen. 1 bedeutet "trifft ganz und gar nicht zu", 6 bedeutet "trifft voll und ganz zu."

Rotierende Abfrage von Frage 40 und 41

Rotierende Abfrage von I_5 und I_6

Falls Radfahrer

Falls quote=1

40. Um möglichst sicher voranzukommen, nehme ich auch Umwege in Kauf.

40~5~Einstellung/Verhalten~I_5~cbo~12~4~2

Falls Radfahrer

Falls quote=1

41. Um möglichst schnell voranzukommen, nehme ich in Kauf, dass es auch mal eng wird.

41~5~Einstellung/Verhalten~I_6~cbo~12~5~2

Falls Radfahrer

Falls quote=1

Mitunter halten sich Fahrradfahrer aus unterschiedlichen Gründen nicht an die Verkehrsregeln. Ich lese Ihnen nur einige Verhaltensweisen vor, bitte sagen Sie mir, ob Sie sich auch manchmal so verhalten.

Rotierende Abfrage von Frage 42 bis 45

Rotierende Abfrage von I_7 bis I_10

Falls Radfahrer

Falls quote=1

42. Fahren in Gegenrichtung auf dem Rad- oder Gehweg...

42~5~Einstellung/Verhalten~I_7~cbo~42~6~2

- | | | |
|---|-----------------|------|
| 1 | mache ich | ~ 42 |
| 2 | mache ich nicht | ~ 42 |
| 9 | keine Angabe | ~ 42 |

Falls Radfahrer

Falls quote=1

43. Fahren auf dem Gehweg...

43~5~Einstellung/Verhalten~I_8~cbo~42~7~2

Falls Radfahrer

Falls quote=1

44. Fahren auf der Straße, auch wenn es einen benutzungspflichtigen Radweg gibt...

44~5~Einstellung/Verhalten~I_9~cbo~42~8~2

Falls Radfahrer

Falls quote=1

45. Fahren bei Rot...

45~5~Einstellung/Verhalten~I_10~cbo~42~9~2

Falls Autofahrer

Falls quote=2

Mitunter halten sich Autofahrer aus unterschiedlichen Gründen nicht an die Verkehrsregeln.

Ich lese Ihnen nur einige Verhaltensweisen vor, bitte sagen Sie mir, ob Sie sich auch manchmal so verhalten.

Rotierende Abfrage von Frage 46 bis 49

Rotierende Abfrage von I_11 bis I_14

Falls Autofahrer

Falls quote=2

46. Ohne Schulterblick rechts abzubiegen...

46~5~Einstellung/Verhalten~I_11~cbo~42~10~2

Falls Autofahrer

Falls quote=2

47. Etwas schneller zu fahren als vorgeschrieben ist,...

47~5~Einstellung/Verhalten~I_12~cbo~42~11~2

Falls Autofahrer

Falls quote=2

48. Schnell noch vor einem langsamen Verkehrsteilnehmer abzubiegen, obwohl dieser Vorfahrt hat...

48~5~Einstellung/Verhalten~I_13~cbo~42~12~2

Falls Autofahrer

Falls quote=2

49. Fahren bei Rot...

49~5~Einstellung/Verhalten~I_14~cbo~42~13~2

Falls Radfahrer

Falls quote=1

Jetzt möchten wir gerne von Ihnen wissen, wie Sie selbst darüber denken. Finden Sie es in Ordnung oder nicht, wenn folgende Verkehrsregeln mitunter nicht befolgt werden?

Rotierende Abfrage von Frage 50 bis 53

Rotierende Abfrage von I_15 bis I_18

Falls Radfahrer

Falls quote=1

50. Fahren in Gegenrichtung auf dem Rad- oder Gehweg...

50~5~Einstellung/Verhalten~I_15~cbo~50~14~2

- | | | |
|---|----------------------------|------|
| 1 | finde ich in Ordnung | ~ 50 |
| 2 | finde ich nicht in Ordnung | ~ 50 |
| 9 | keine Angabe | ~ 50 |

Falls Radfahrer

Falls quote=1

51. Fahren auf dem Gehweg...

51~5~Einstellung/Verhalten~I_16~cbo~50~15~2

Falls Radfahrer

Falls quote=1

52. Fahren auf der Straße, auch wenn es einen benutzungspflichtigen Radweg gibt...

52~5~Einstellung/Verhalten~I_17~cbo~50~16~2

Falls Radfahrer

Falls quote=1

53. Fahren bei Rot...

53~5~Einstellung/Verhalten~I_18~cbo~50~17~2

Falls Autofahrer

Falls quote=2

Jetzt möchten wir gerne von Ihnen wissen, wie Sie selbst darüber denken. Finden Sie es in Ordnung oder nicht, wenn folgende Verkehrsregeln mitunter nicht befolgt werden?

Rotierende Abfrage von Frage 54 bis 57

Rotierende Abfrage von I_19 bis I_22

Falls Autofahrer

Falls quote=2

54. Ohne Schulterblick rechts abzubiegen...

54~5~Einstellung/Verhalten~I_19~cbo~50~18~2

Falls Autofahrer

Falls quote=2

55. Etwas schneller zu fahren als vorgeschrieben ist,...

55~5~Einstellung/Verhalten~I_20~cbo~50~19~2

Falls Autofahrer

Falls quote=2

56. Schnell noch vor einem langsamen Verkehrsteilnehmer abzubiegen, obwohl dieser Vorfahrt hat.....

56~5~Einstellung/Verhalten~I_21~cbo~50~20~2

Falls Autofahrer

Falls quote=2

57. Fahren bei Rot...

57~5~Einstellung/Verhalten~I_22~cbo~50~21~2

6 Nutzung

Falls Radfahrer

Falls quote=1

58. Besitzen Sie einen Pkw-Führerschein (Klasse B)?

58~6~Nutzung~c_di~cbo~58~0~2

- | | | |
|---|--------------|------|
| 1 | ja | ~ 58 |
| 2 | nein | ~ 58 |
| 9 | keine Angabe | ~ 58 |

Falls Radfahrer

Falls quote=1

59. Wie viele Kilometer legen Sie in einer Woche durchschnittlich mit dem Fahrrad zurück?

59~6~Nutzung~c_km~cbo~59~1~2

- | | | |
|---|-------------------|------|
| 1 | weniger als 5 km | ~ 59 |
| 2 | 6-10 km | ~ 59 |
| 3 | 11-20 km | ~ 59 |
| 4 | 21-40 km | ~ 59 |
| 5 | 41-80 km | ~ 59 |
| 6 | mehr als 80 km | ~ 59 |
| 8 | ich weiß es nicht | ~ 59 |
| 9 | keine Angabe | ~ 59 |

Falls Radfahrer

Falls quote=1

60. Was ist Ihre bevorzugte Geschwindigkeit beim Radfahren?

60~6~Nutzung~c_speed~cbo~60~2~2

- | | | |
|---|-------------------|------|
| 1 | bis zu 10 km/h | ~ 60 |
| 2 | 10-15 km/h | ~ 60 |
| 3 | 16-20 km/h | ~ 60 |
| 4 | 21-25 km/h | ~ 60 |
| 5 | 26-30 km/h | ~ 60 |
| 6 | mehr als 30 km/h | ~ 60 |
| 8 | ich weiß es nicht | ~ 60 |
| 9 | keine Angabe | ~ 60 |

Falls Radfahrer

Falls quote=1

61. Für welchen Zweck nutzen Sie das Fahrrad am häufigsten? (Int: nur eine Angabe möglich)

61~6~Nutzung~c_pp~cbo~61~3~2

- | | | |
|---|--|------|
| 1 | Wege zur Schule/Ausbildungsstätte/Arbeit | ~ 61 |
| 2 | Erledigungen | ~ 61 |
| 3 | Freizeit | ~ 61 |
| 4 | zur sportlichen Betätigung | ~ 61 |
| 9 | keine Angabe | ~ 61 |



62. Wie alt sind Sie?

62~6~Nutzung~d_age~txt~4~2

63. Sind Sie...

63~6~Nutzung~d_sex~cbo~63~5~2

1 männlich

~ 63

2 weiblich

~ 63

Vielen Dank, dass Sie sich die Zeit genommen und an der Befragung teilgenommen haben.



Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.

Wilhelmstraße 43/43G, 10117 Berlin
Postfach 08 02 64, 10002 Berlin

Tel.: 030/2020 - 50 00, Fax: 030/2020 - 60 00
www.gdv.de, www.udv.de