



BERGISCHE  
UNIVERSITÄT  
WUPPERTAL



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DRESDEN

## Abschlussbericht

zum Forschungsvorhaben

# „Radfahren bei beengten Verhältnissen – Wirkung von Piktogrammen und Hinweisschildern auf Fahrverhalten und Verkehrssicherheit“

gefördert durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI)

Wuppertal & Dresden, Juni 2021

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Verkehr und  
digitale Infrastruktur

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



## **Abschlussbericht**

# **„Radfahren bei beengten Verhältnissen – Wirkung von Piktogrammen und Hinweisschildern auf Fahrverhalten und Verkehrssicherheit“**

Autor\*innen:

**Dipl.-Ing. Anne Koppers\***

**Stefanie Ruf, M.Sc. Psychologie\***

**Prof. Dr. Jürgen Gerlach**

**Prof. Dr. Carmen Hagemeister**

**Dipl.-Ing. Tanja Leven**

Bergische Universität Wuppertal

Technische Universität Dresden

Projektleitung:

**Prof. Dr. Jürgen Gerlach**

(Bergische Universität Wuppertal)

**Prof. Dr. Carmen Hagemeister**

(Technische Universität Dresden)

\*Beide Autorinnen haben zu gleichen Teilen zur vorliegenden Arbeit beigetragen.

Bitte zitieren diesen Bericht wie folgt: Koppers, A., Ruf, S., Gerlach, J., Leven, T., & Hagemeister, C. (2021). *Radfahren bei beengten Verhältnissen – Wirkung von Piktogrammen und Hinweisschildern auf Fahrverhalten und Verkehrssicherheit. Abschlussbericht*. Verfügbar unter <https://www.svpt.uni-wuppertal.de/de/home/forschung/projekte/radfahren-bei-beengten-verhaeltnissen.html>

Die in dieser Arbeit wiedergegebenen Inhalte und Empfehlungen entsprechen nicht notwendigerweise der Meinung des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur.



## Kurzfassung

Mit der Zunahme der Zahl der Radfahrenden in Deutschland nimmt auch die Nachfrage nach Radverkehrsinfrastruktur zu. Aufgrund zu geringer Querschnittsbreiten ist es jedoch nicht immer möglich, dem – insbesondere durch ein höheres Sicherheitsgefühl im Seitenraum bedingten – Wunsch vieler Radfahrender nach separater Radverkehrsinfrastruktur nachzukommen. In solchen Fällen werden teils Fahrradpiktogramme auf der Fahrbahn aufgebracht oder Hinweisschilder am Fahrbahnrand aufgestellt. Sie sollen das Recht Radfahrender, auf der Fahrbahn zu fahren, verdeutlichen und Kfz-Fahrende darauf hinweisen, dass mit Radfahrenden auf der Fahrbahn gerechnet werden muss und diese mit ihnen zu teilen ist. Die Maßnahmen sind derzeit so nicht in der StVO vorgesehen, entsprechend hatte das Forschungsprojekt „Radfahren bei beengten Verhältnissen – Wirkung von Piktogrammen und Hinweisschildern auf Fahrverhalten und Verkehrssicherheit“ zum Ziel, erste umfassende wissenschaftliche Erkenntnisse zur Wirkung der Maßnahmen auf Regelwissen, Einstellungen und Verhalten der Verkehrsteilnehmenden sowie auf das Unfallgeschehen in Deutschland zu gewinnen. Es wurde gefördert durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) mit Mitteln zur Umsetzung des Nationalen Radverkehrsplans 2020, und wurde in Kooperation des Fachzentrums Verkehr der Bergischen Universität Wuppertal und der Professur Diagnostik und Intervention der Technischen Universität Dresden durchgeführt.

20 Strecken in 15 Kommunen in Deutschland wurden für Vorher-/Nachher-Untersuchungen sowie für Erhebungen im Bestand ausgewählt. Die Ergebnisse waren positiv und lassen einen eindeutigen Bedarf an einer solchen Neuregelung für Abschnitte des Basis- oder Vorrang-Radnetzes erkennen, in denen selbst bei Verzicht auf Parkreihen keine regelkonforme Radverkehrsanlage unterzubringen ist. In Videoanalysen zeigte sich eine Abnahme an Überholvorgängen von Radfahrenden durch Kfz, was in der Folge eine Zunahme der Zahl der Hinterherfahrten von Kfz bedeutete. Wenngleich sich örtlich teils deutliche Verschiebungen mit größerem Abstand der Radfahrenden vom ruhenden Verkehr zeigten, so verschoben sich insgesamt sowohl die Fahrlinien der Rad- als auch der Kfz-Fahrenden kaum. Die Geschwindigkeit der Kfz nahm im Mittel leicht ab. Der Anteil von Radfahrenden auf dem Gehweg reduzierte sich, auf der Fahrbahn stieg er an, was sich auch mit dem berichteten Verhalten der Verkehrsteilnehmenden in Vor-Ort-Befragungen auf den Untersuchungsstrecken sowie postalischen und Online-Befragungen im Streckenumfeld deckte. Zudem verbesserte sich das Regelwissen der Befragten, wo Radfahren auf der Untersuchungsstrecke erlaubt war. Die Befragten fühlten sich nach der Maßnahmenumsetzung signifikant sicherer als zuvor und empfanden Interaktionen mit anderen Verkehrsteilnehmenden im Mischverkehr als angenehmer. Die Daten aus Unfalluntersuchungen und den Videoanalysen deuten auf eine Verringerung des individuellen Unfallrisikos der Radfahrenden an Knotenpunkten sowie eine Reduktion der Konfliktschwere im Seitenraum und auf der Fahrbahn hin. Eine Analyse von durchgeführten Öffentlichkeitsarbeitsmaßnahmen sowie die Gespräche mit den Befragten deuten auf die Notwendigkeit hin, die Gründe für das Markieren von Piktogrammen auf der Fahrbahn bzw. Aufstellen von Hinweisschildern am Fahrbahnrand wie zu geringe Querschnittsbreiten und die Aufhebung der Radwegebenutzungspflicht zu kommunizieren.

Die Ergebnisse aus der vorliegenden Untersuchung lassen insgesamt auf einen positiven Einfluss der umgesetzten Maßnahmen auf objektive und subjektive Sicherheit schließen. Die eher geringe Veränderung der Fahrlinien der Radfahrenden ist darauf zurückzuführen, dass diese meist am rechten Rand der Piktogramme fahren. Es ist daher zu empfehlen, die Piktogramme mittig auf dem Fahrstreifen zu platzieren, um zu vermeiden, dass Radfahrende in der sog. „Dooring“-Zone, also im Bereich sich möglicherweise öffnender Türen parkender Kfz, fahren.

## Abstract

As the number of cyclists in Germany increases, so does the demand for cycling infrastructure. Cyclists prefer separate cycling infrastructure, particularly because it increases their subjective safety. However, due to insufficient cross-section widths, it is not always possible to meet many a cyclist's wish for separation. In such cases, bicycle pictograms are sometimes placed on the road or signs are erected at the curb. They are intended to clarify the cyclists' right to ride on the road and to inform motorists that cyclists must be expected there and that the road must be shared with them. These measures are currently not permitted by German Road Traffic Regulations (StVO). Accordingly, the research project "Cycling in confined conditions - the effect of pictograms and signs on road user behavior and traffic safety" aimed to obtain initial comprehensive scientific findings on the effect of the measures on the road users' rule knowledge, attitudes and behavior, as well as on crashes in Germany. It was financed by the German Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure (BMVI) with funds for the implementation of the National Cycling Plan 2020, and was carried out in cooperation between the Department of Road Traffic Planning and Engineering at Bergische Universität Wuppertal and the Chair of Assessment and Intervention at TU Dresden.

20 sites in 15 German municipalities that either had already implemented the measures or wanted to implement them were selected for inventory or before/after analyses, respectively. The results were positive and indicate a clear need for such a new regulation for parts of the basic or priority bicycle network, where it is not possible to accommodate a bicycle facility which meets the regulations – even if parking rows are omitted. Video analyses showed a decrease in the proportion of motorists overtaking bicyclists and subsequently an increase in the number of motorists staying behind them. Although there were some clear local alterations with a greater distance between cyclists and stationary traffic, overall hardly any change in the trajectory both for cyclists and motorists could be noticed. On average, the motorists reduced their speed slightly. The proportion of bicyclists on the sidewalk decreased, while it increased on the road, which was consistent with the reported behavior of road users in on-site surveys, as well as in mail and online surveys in the vicinity of the sites. In addition, the respondents' rule knowledge regarding where to cycle on the study site improved. They felt significantly safer after the measure implementation than before and found interaction with other road users in mixed traffic more pleasant. The data from crash investigations and the video analyses indicate a reduction in the individual crash risk for cyclists at intersections, as well as a reduction in the severity of conflicts on non-compulsory bike paths and footpaths and on the road. An analysis of public relations measures as well as remarks by the interviewees indicate the necessity to communicate the reasons for marking pictograms on the road or erecting signs at the curb, such as cross-section widths that are too narrow and the removal of the obligation to use the cycle lane.

Overall, the results of the present study indicate a positive influence of the implemented measures on objective and subjective safety. The rather small change in the cyclists' position on the road is due to the fact that they mostly chose to cycle on the right edge of the pictograms. It is therefore recommended to place them in the center of the lane to avoid cyclists riding in the so-called "dooring" zone, i.e. in the area in which doors of parked motor vehicles might open.

# Inhalt

Kurzfassung .....	i
Abstract .....	ii
Abkürzungsverzeichnis .....	vii
Abbildungsverzeichnis .....	ix
Tabellenverzeichnis .....	xiv
1 Einleitung.....	1
1.1 Problemstellung und Zielsetzung.....	1
1.2 Projektaufbau.....	2
1.3 Forschungsfragen.....	3
2 Aktueller Stand der Forschung und Gesetzgebung .....	4
2.1 Flächenwahl Radfahrender .....	4
2.2 Objektive und subjektive Sicherheit im Straßenverkehr .....	5
2.2.1 Objektive Sicherheit.....	5
2.2.2 Subjektive Sicherheit .....	7
2.2.3 Zusammenhang zwischen objektiver und subjektiver Sicherheit .....	9
2.3 Gesetze und Regelwerke .....	9
2.3.1 Rechtliche Vorgaben.....	9
2.3.2 Führungsformen des Radverkehrs und Gestaltungshinweise .....	10
2.4 Piktogramme auf der Fahrbahn.....	12
2.4.1 Bedeutung der Piktogramme auf der Fahrbahn.....	12
2.4.2 Einsatzbereiche und Positionierungsempfehlungen .....	13
2.4.3 Internationale Untersuchungen zu Sharrows.....	14
2.5 Hinweisschilder am Fahrbahnrand .....	19
3 Untersuchungsmethode.....	21
3.1 Städtebefragung zur Nutzung & Planung von Piktogrammketten und Hinweisschildern.....	21
3.2 Auswahl von Bestands- und Pilotstrecken.....	21
3.3 Beobachtungen Fahrverhalten .....	24
3.3.1 Bestandserhebung.....	24
3.3.2 Pilot- bzw. Vorher-/Nachher-Erhebungen.....	29
3.4 Unfalluntersuchung .....	31
3.5 Befragungen.....	31
3.5.1 Ablauf der Befragungen.....	32
3.5.2 Inhalt der Fragebögen.....	33
3.5.3 Statistische Auswertung .....	33

3.6	Öffentlichkeitsarbeit .....	35
3.7	Qualitative Städte-Interviews .....	36
4	Analyse Pilotstrecken .....	37
4.1	Verkehrsversuch nach StVO .....	37
4.2	Untersuchungskollektiv .....	37
4.2.1	Querschnitte .....	37
4.2.2	Beschilderungs- und Markierungsmaßnahmen.....	38
4.2.3	Verkehrsbelastung und Geschwindigkeiten .....	41
4.3	Beobachtungen Fahrverhalten .....	43
4.3.1	Seitenraumnutzung .....	43
4.3.2	Fahrlinien .....	46
4.3.3	Überholverhalten.....	49
4.3.4	Interaktionsanalyse.....	51
4.4	Befragungen.....	58
4.4.1	Regelwissen .....	61
4.4.1.1	Auffallen der Maßnahmen .....	61
4.4.1.2	Bedeutung der Maßnahmen .....	64
4.4.1.3	Regelwissen der Verkehrsteilnehmenden.....	65
4.4.2	Einstellungen .....	69
4.4.2.1	Wahrgenommene Sinnhaftigkeit der Maßnahmen .....	69
4.4.2.2	Subjektive Sicherheit .....	71
4.4.2.3	Berichtete Veränderung der subjektiven Sicherheit .....	76
4.4.2.4	Berichtete Interaktionen mit anderen Verkehrsteilnehmenden .....	78
4.4.2.5	Berichtete Veränderung der Interaktionen mit anderen Verkehrsteilnehmenden.....	82
4.4.2.6	Berichtete Probleme auf den Untersuchungsstrecken .....	84
4.4.3	Berichtetes Verhalten .....	87
4.4.3.1	Berichtete eigene Flächenwahl der Radfahrenden .....	87
4.4.3.2	Berichtete Veränderung der eigenen Flächenwahl der Radfahrenden .....	91
4.4.3.3	Berichtete Flächenwahl anderer Radfahrender .....	91
4.4.3.4	Berichtete Veränderungen in der Flächenwahl anderer Radfahrender.....	98
4.4.3.5	Berichtete Geschwindigkeit der Kfz-Fahrenden .....	99
4.4.3.6	Berichtete Veränderung der Geschwindigkeit der Kfz-Fahrenden .....	102
4.4.3.7	Berichtete Überholabstände der Kfz-Fahrenden .....	103
4.4.3.8	Berichtete Veränderung der Überholabstände der Kfz-Fahrenden.....	106
4.4.3.9	Berichtete (Beinahe-)Unfälle .....	107
5	Analyse Bestandsstrecken.....	114

5.1	Untersuchungskollektiv .....	114
5.1.1	Querschnitte .....	114
5.1.2	Beschilderungs- und Markierungsmaßnahmen.....	115
5.1.3	Verkehrsbelastung.....	116
5.2	Beobachtungen Fahrverhalten .....	118
5.2.1	Seitenraumnutzung .....	118
5.2.2	Fahrlinien und Überholabstände .....	119
5.3	Befragungen.....	121
5.3.1	Regelwissen .....	122
5.3.1.1	Auffallen der Maßnahmen .....	122
5.3.1.2	Bedeutung der Maßnahmen .....	123
5.3.1.3	Regelwissen der Verkehrsteilnehmenden.....	124
5.3.2	Einstellungen .....	127
5.3.3	Berichtetes Verhalten .....	132
5.3.3.1	Berichtetes Verhalten der Radfahrenden .....	132
5.3.3.2	Berichtete Veränderungen im Verhalten der Radfahrenden.....	134
5.3.3.3	Berichtete (Beinahe-)Unfälle .....	139
6	Unfalluntersuchung.....	141
6.1	Pilotstrecken .....	141
6.1.1	Auswertung nach Unfalltyp .....	142
6.1.2	Auswertung nach Unfalldichte & Unfallrate.....	146
6.1.3	Vergleiche mit anderen Studien .....	149
6.2	Bestandsstrecken.....	151
6.2.1	Auswertung nach Unfalltyp .....	159
6.2.2	Auswertung nach Unfalldichte & Unfallrate.....	159
7	Analyse Öffentlichkeitsarbeit .....	162
8	Qualitative Städteinterviews.....	165
9	Diskussion der Ergebnisse .....	167
9.1	Synthese der Ergebnisse der Video- und Unfallanalysen sowie der Befragungen .....	167
9.1.1	Verkehrssicherheit.....	167
9.1.2	Flächennutzung.....	170
9.1.3	Fahrlinien .....	172
9.1.4	Kfz-Geschwindigkeiten und Überholabstände .....	173
9.1.5	Konflikte zwischen Radfahrenden und zu Fuß Gehenden.....	174
9.1.6	Regelwissen .....	175

9.2	Limitationen und Ausblick.....	175
10	Fazit.....	179
11	Empfehlungen.....	182
12	Literaturverzeichnis .....	187
	Anhang .....	194
	Anhang 1: Anschreiben und Antwortfax .....	195
	Anhang 2: Fragebögen für die Kommunen .....	198
	Anhang 3: Fragenkatalog für die Vor-Ort, postalischen und Online-Befragungen .....	207
	Anhang 4: Gesprächsleitfaden Qualitative Städte-Interviews .....	215
	Anhang 5: Datenblätter Bestandsstrecken .....	218
	Anhang 6: Datenblätter Pilotstrecken.....	224
	Anhang 7: Erweiterter Unfalltypenkatalog .....	238
	Anhang 8: Unfalltypenkarten der Pilotstrecken.....	239
	Anhang 9: Ergebnisse derjenigen Strecken in der Pilotphase, auf denen nur Vorher- bzw. nur Nachher-Befragungen stattfinden konnten .....	267
	Anhang 10: Weitere metaanalytische Befunde .....	280
	Anhang 11: Stichprobenumfänge.....	288
	Anhang 12: Durch vor Ort Befragte berichtete Flächennutzung anderer Radfahrender .....	295
	Anhang 13: Ausgewählte Ergebnisse Trier .....	296
	Anhang 14: Multivariate Kovarianzanalyse in der Bestandsphase .....	298
	Anhang 15: Begleitende Öffentlichkeitsarbeit .....	307

## Abkürzungsverzeichnis

AB	Abbiege-Unfall
AV	Abhängige Variable
DTV <sub>w5</sub>	Durchschnittlicher täglicher Verkehr an Werktagen
DTV <sub>w5, Rad</sub>	Durchschnittlicher täglicher Verkehr an Werktagen Radfahrende
EK	Einbiegen/Kreuzen
EVE	Empfehlungen für Verkehrserhebungen
F	Fahrerunfall
FB	Fahrbahn
Fg	Zu Fuß Gehende
FGSV	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen
Fzg	Fahrzeug(e)
Kfz	Kraftfahrzeug
KT	Konflikttyp
LV	Längsverkehr
M Uko	Merkblatt zur örtlichen Unfalluntersuchung in Unfallkommissionen
MUTCD	Manual in Uniform Traffic Control Devices
MV	Mischverkehr
MW	Mittelwert
OR	Odds Ratio; Chancenverhältnis
Pkw	Personenkraftwagen
Rf	Radfahrende
RMS	Richtlinien für die Markierung von Straßen
RV	Ruhender Verkehr
RW	Radweg
SO	Sonstiger Unfall
SR	Seitenraum
StVO	Straßenverkehrsordnung
SV	Schwerverkehr
TV	Tagesverkehr
UD	Unfalldichte
U(P)	Unfall mit Personenschaden

UR	Unfallrate
ÜS	Überschreiten
UT	Unfalltyp
UV	Unabhängige Variable
$v_{85}$	Geschwindigkeit, die 85% der Kfz-Fahrenden nicht überschreiten
$v_{zul}$	zulässige Höchstgeschwindigkeit

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Beispiel einer Piktogrammreihe mit Pfeilelement.....	2
Abbildung 2: Projektablauf.....	3
Abbildung 3: Durchschnittliche Unfallrate nach Anlagentypen.....	5
Abbildung 4: Unfallraten an knotenpunktfreier Strecke nach Begleitmaßnahmen.....	6
Abbildung 5: Wahrgenommene Verkehrssicherheit in Deutschland nach Verkehrsmodus.....	7
Abbildung 6: Wahrgenommene Verkehrssicherheit von Radfahrenden auf verschiedenen Flächen....	8
Abbildung 7: Sicherheitsbewertung für das Fahren auf knotenpunktfreier Strecke.....	8
Abbildung 8: Raumbedarf zum Nebeneinanderfahren/Überholung Pkw-Rad.....	12
Abbildung 9: Mögliche Darstellung von Hinweisschildern.....	20
Abbildung 10: Übersicht Auswahl Bestandsstrecken und Pilotstrecken.....	22
Abbildung 11: Schematischer Aufbau Kamerabeobachtung.....	25
Abbildung 12: Aufhängung Kameras.....	25
Abbildung 13: Einordnung der Überholfälle.....	27
Abbildung 14: Vermessung Fahrlinien mit Mess-Tool SVPT.....	29
Abbildung 15: Einfahrt und Verlassen des Geschwindigkeitsmessbereichs.....	30
Abbildung 16: Beispiel für eine Befragungssituation.....	32
Abbildung 17: Piktogramm-Größe und Abstand auf den Pilotstrecken.....	40
Abbildung 18: Verhältnis Kfz- zu Radverkehrsstärke auf den untersuchten Pilotstrecken.....	41
Abbildung 19: Einordnung der Pilotstrecken in die Belastungsbereiche nach ERA.....	42
Abbildung 20: $v_{85}$ und $v_{zul}$ an Pilotstrecken.....	42
Abbildung 21: Verhältnis Fuß- zu Radverkehrsstärke auf den untersuchten Pilotstrecken.....	43
Abbildung 22: Seitenraumnutzung in Abhängigkeit der Radverkehrsführung.....	44
Abbildung 23: Änderung der Seitenraumnutzung der Radfahrenden.....	44
Abbildung 24: Seitenraumnutzung links/rechts fahrender Radfahrender an Pilotstrecken.....	45
Abbildung 25: Änderung Seitenraumnutzung links fahrende Radfahrende/gesamt.....	46
Abbildung 26: Unbeeinflusste Fahrlinie Rad je Querschnitt.....	47
Abbildung 27: Fahrlinien Rad an Pilotstrecken.....	48
Abbildung 28: Fahrlinien Kfz an Pilotstrecken.....	48
Abbildung 29: Überholabstände an Pilotstrecken.....	50
Abbildung 30: Interaktionen nach Verkehrsfläche und Schwere.....	52
Abbildung 31: Behindernde und kritische Interaktionen nach Führungsform.....	52
Abbildung 32: Interaktionen nach Strecken.....	53
Abbildung 33: Interaktionsrate mit Radfahrenden auf den Pilotstrecken.....	54
Abbildung 34: Konfliktrate mit Radfahrenden auf den Pilotstrecken.....	54
Abbildung 35: 2-stellige Interaktionstypen.....	55
Abbildung 36: Auffallen der Maßnahmen nach Befragungsort in der Pilotphase.....	62
Abbildung 37: Auffallen der Maßnahmen Gehwegfahrende nach Befragungsart in der Pilotphase..	62
Abbildung 38: Auffallen der Maßnahmen nach Verkehrsmodus in der Pilotphase.....	63
Abbildung 39: Bedeutung der Maßnahmen in der Pilotphase.....	64
Abbildung 40: Wissensquellen Bedeutung der Maßnahmen nach Befragungsart in der Pilotphase..	65
Abbildung 41: Regelwissen Strecken ohne Seitenraumfreigabe in der Pilotphase.....	65
Abbildung 42: Regelwissen Strecken mit Seitenraumfreigabe in der Pilotphase.....	67
Abbildung 43: Wahrgenommene Sinnhaftigkeit in der Pilotphase.....	70
Abbildung 44: Wahrgenommene Sinnhaftigkeit nach Verkehrsmodus in der Pilotphase.....	70

Abbildung 45: Sicherheitsgefühl in der Pilotphase. ....	73
Abbildung 46: Ergebnisse der Metaanalyse zum Sicherheitsgefühl nach Befragungsort und Verkehrsmodus in der Pilotphase. ....	74
Abbildung 47: Ergebnisse der Metaanalyse zum Sicherheitsgefühl nach Seitenraumfreigabe und Verkehrsmodus in der Pilotphase. ....	75
Abbildung 48: Sicherheitsgefühl nach erlebtem (Beinahe-)Unfall in der Pilotphase.....	76
Abbildung 49: Veränderung des Sicherheitsgefühls in der Pilotphase. ....	77
Abbildung 50: Veränderung des Sicherheitsgefühls nach Verkehrsmodus in der Pilotphase. ....	77
Abbildung 51: Interaktions-Einschätzungen nach Befragungszeitpunkt und -ort in der Pilotphase. ...	79
Abbildung 52: Ergebnisse der Metaanalyse zu den Interaktions-Einschätzungen nach Befragungsort und Verkehrsmodus in der Pilotphase. ....	80
Abbildung 53: Ergebnisse der Metaanalyse zu den Interaktions-Einschätzungen nach Seitenraumfreigabe und Verkehrsmodus in der Pilotphase. ....	81
Abbildung 54: Einschätzungen der Interaktionen nach erlebtem (Beinahe-)Unfall in der Pilotphase..	82
Abbildung 55: Veränderung der Interaktions-Einschätzungen Kfz-Fahrende in der Pilotphase.....	82
Abbildung 56: Veränderung der Interaktions-Einschätzungen Radfahrende in der Pilotphase. ....	83
Abbildung 57: Veränderung der Interaktions-Einschätzungen der befragten Kfz-Fahrenden mit Radfahrenden bzw. Radfahrenden mit Kfz-Fahrenden in der Pilotphase.....	83
Abbildung 58: Wahrgenommene Probleme nach Seitenraumfreigabe in der Pilotphase.....	84
Abbildung 59: Wahrgenommene Probleme nach Befragungsart in der Pilotphase. ....	85
Abbildung 60: Maßnahmen nach Seitenraumfreigabe in der Pilotphase. ....	86
Abbildung 61: Berichtete Flächenwahl Radfahrende in der Pilotphase. ....	88
Abbildung 62: Berichtete Flächenwahl Radfahrender nach Befragungsort in der Pilotphase. ....	88
Abbildung 63: Berichtete Flächenwahl Radfahrender auf Strecken mit Seitenraumfreigabe in der Pilotphase. ....	90
Abbildung 64: Berichtete Flächenwahl Radfahrender auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe in der Pilotphase. ....	90
Abbildung 65: Berichtete Veränderung der Flächennutzung Radfahrende auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe in der Pilotphase.....	91
Abbildung 66: Berichtete Veränderung der Flächennutzung Radfahrende auf Strecken mit Seitenraumfreigabe in der Pilotphase.....	91
Abbildung 67: Berichtete Flächenwahl andere Radfahrende in der Pilotphase. ....	92
Abbildung 68: Berichtete Flächenwahl andere Radfahrende nach Befragungsort in der Pilotphase...	92
Abbildung 69: Berichtete Flächenwahl andere Radfahrende auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe in der Pilotphase.....	93
Abbildung 70: Berichtete Flächenwahl andere Radfahrende auf Strecken mit Seitenraumfreigabe Pilotphase. ....	95
Abbildung 71: Berichtete Flächenwahl andere Radfahrende nach Befragungsort in der Pilotphase...	96
Abbildung 72: Berichtete Flächenwahl andere Radfahrende auf Strecken mit Seitenraumfreigabe nach Befragungsart in der Pilotphase. ....	96
Abbildung 73: Berichtete Veränderung der Flächennutzung andere Radfahrende auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe in der Pilotphase.....	98
Abbildung 74: Berichtete Veränderung der Flächennutzung andere Radfahrende auf Strecken mit Seitenraumfreigabe.....	99
Abbildung 75: Geschwindigkeits-Wahrnehmung nach Befragungsort in der Pilotphase. ....	100

Abbildung 76: Ergebnisse der Metaanalyse zur Geschwindigkeits-Wahrnehmung nach Befragungsort und Verkehrsmodus in der Pilotphase. ....	101
Abbildung 77: Berichtete Veränderung der Geschwindigkeits-Wahrnehmung in der Pilotphase. ....	102
Abbildung 78: Überholabstands-Wahrnehmung nach Befragungsort in der Pilotphase. ....	104
Abbildung 79: Ergebnisse der Metaanalyse zur Überholabstands-Wahrnehmung nach Befragungsort und Verkehrsmodus in der Pilotphase. ....	105
Abbildung 80: Berichtete Veränderung der Überholabstands-Wahrnehmung nach Befragungsort in der Pilotphase. ....	106
Abbildung 81: Erlebte (Beinahe-)Unfälle nach Befragungsort in der Pilotphase. ....	107
Abbildung 82: Erlebte (Beinahe-)Unfälle nach Befragungsort und -art in der Pilotphase. ....	108
Abbildung 83: Erlebte (Beinahe-)Unfälle mit Radbeteiligung nach Befragungsort und Verkehrsmodus in der Pilotphase. ....	110
Abbildung 84: Erlebte (Beinahe-)Unfälle auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe nach Verkehrsfläche, Befragungsart und -zeitpunkt in der Pilotphase. ....	112
Abbildung 85: Erlebte (Beinahe-)Unfälle erlebt zu haben, nach Verkehrsfläche, Befragungsart und -zeitpunkt in der Pilotphase. ....	112
Abbildung 86: Kfz- und Radverkehrsbelastung an den Bestandsstrecken. ....	117
Abbildung 87: Einordnung der Bestandsstrecken in die Belastungsbereiche nach ERA. ....	117
Abbildung 88: Seitenraumnutzung an Bestandsstrecken. ....	118
Abbildung 89: Seitenraumnutzung links/rechts fahrender Radfahrender an Bestandsstrecken. ....	118
Abbildung 90: Fahrlinien Rad an Bestandsstrecken. ....	119
Abbildung 91: Fahrlinien Kfz an Bestandsstrecken. ....	120
Abbildung 92: Korrigierte Überholabstände an Bestandsstrecken. ....	120
Abbildung 93: Auffallen der Maßnahmen nach Befragungsort und Verkehrsmodus in der Bestandsphase. ....	123
Abbildung 94: Bedeutung der Maßnahmen in der Bestandsphase. ....	123
Abbildung 95: Wissensquellen nach Befragungsart in der Bestandsphase. ....	124
Abbildung 96: Regelwissen Strecken mit Seitenraumfreigabe in der Bestandsphase. ....	125
Abbildung 97: Regelwissen Strecken ohne Seitenraumfreigabe in der Bestandsphase. ....	126
Abbildung 98: Regelwissen Strecken ohne Seitenraumfreigabe nach Befragungsart in der Bestandsphase. ....	126
Abbildung 99: Regelwissen Überfahren der Symbole nach Befragungsort in der Bestandsphase. ....	127
Abbildung 100: Sicherheitsgefühl in der Bestandsphase. ....	128
Abbildung 101: Interaktions-Einschätzungen in der Bestandsphase. ....	129
Abbildung 102: Sicherheitsgefühl nach Befragungsort und erlebten (Beinahe-)Unfällen in der Bestandsphase. ....	129
Abbildung 103: Interaktions-Einschätzungen nach Befragungsort und erlebten (Beinahe-)Unfällen in der Bestandsphase. ....	130
Abbildung 104: Vergleich Sicherheitsgefühl postalisch und online Befragte. ....	131
Abbildung 105: Vergleich Interaktions-Einschätzungen postalisch und online Befragte. ....	132
Abbildung 106: Flächenwahl Radfahrende nach Befragungsort in der Bestandsphase. ....	133
Abbildung 107: Flächenwahl Radfahrende auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe nach Befragungsort in der Bestandsphase. ....	134
Abbildung 108: Berichtete Veränderung Zahl der Radfahrenden in der Bestandsphase. ....	135
Abbildung 109: Berichtete Veränderung Zahl der Radfahrenden nach Verkehrsmodus in der Bestandsphase. ....	135

Abbildung 110: Berichtete Veränderung Zahl der Radfahrenden nach Befragungsart in der Bestandsphase. ....	136
Abbildung 114: Berichtete Veränderung Positionen der Radfahrenden auf der Fahrbahn nach Befragungsort in der Bestandsphase. ....	136
Abbildung 115: Berichtete Veränderung Häufigkeit zu Fuß gehen, Kfz und Rad fahren in der Bestandsphase. ....	137
Abbildung 116: Regelwissen Überfahren der Symbole nach Befragungsort in der Bestandsphase...	138
Abbildung 117: Regelwissen Überfahren der Symbole nach Verkehrsmodus in der Bestandsphase.	138
Abbildung 118: Berichtete Veränderung der Geschwindigkeits-Wahrnehmung nach Befragungsort in der Bestandsphase. ....	139
Abbildung 119: Erlebte (Beinahe-)Unfälle nach Befragungsort in der Bestandsphase. ....	139
Abbildung 120: Verteilung der Rf-U(P) auf Unfalltypen an den Pilotstrecken. ....	143
Abbildung 121: Verteilung der Rf-U(P) auf Unfalltypen an den Pilotstrecken nach Führungsart. ....	144
Abbildung 122: Unfalldichte und Unfallrate Rf-U(P) aller Pilotstrecken. ....	146
Abbildung 123: Unfalldichte und Unfallrate U(P) aller Pilotstrecken. ....	147
Abbildung 124: Unfalldichte und Unfallrate Rf-U(P) aller Pilotstrecken. ....	147
Abbildung 125: Unfalldichte Rf-U(P) an den Pilotstrecken nach Führungsart. ....	148
Abbildung 126: Unfallrate UR Rf-U(P) an den Pilotstrecken nach Führungsart. ....	148
Abbildung 127: Unfalldichten im Vergleich zu anderen Untersuchungen mit Radverkehr auf der Fahrbahn an HVS. ....	150
Abbildung 128: Unfallraten im Vergleich zu anderen Untersuchungen mit Radverkehr auf der Fahrbahn an HVS. ....	150
Abbildung 129: Unfalltypenkarten der Bestandsstrecken mit Rf-U(P). ....	158
Abbildung 130: Anteile der Unfalltypen am Unfallgeschehen der Bestandsstrecken. ....	159
Abbildung 131: Unfalldichte und Unfallrate der Bestandsstrecken der Radverkehrs-Unfälle (P). ....	160
Abbildung 132: Unfalldichte und Unfallrate der Unfälle (P) Bestandsstrecken. ....	160
Abbildung 133: Unfalldichte und Unfallrate der Unfälle (P) der Bestandsstrecke nach Führungsart.	161
Abbildung 134: Vergleich berichtete eigene Flächenwahl und Flächenwahl anderer Radfahrender in der Pilotphase. ....	171
Abbildung 135: Empfehlung zur Ausführung der Piktogramme. ....	184
Abbildung 136: Regelwissen nach Verkehrsmodus RA. ....	267
Abbildung 137: Berichtete Flächennutzung Radfahrende RA. ....	268
Abbildung 138: Berichtete Flächennutzung andere Radfahrende RA. ....	269
Abbildung 139: Regelwissen nach Verkehrsmodus AR_BR. ....	270
Abbildung 140: Flächenwahl andere Radfahrende AR_BR. ....	271
Abbildung 141: Überfahren Piktogramme Kfz AR_BR. ....	272
Abbildung 142: Wahrgenommene Probleme AR_BR. ....	273
Abbildung 143: Maßnahmen nach Verkehrsmodus AR_BR. ....	273
Abbildung 144: Veränderung Flächennutzung Radfahrende AR_HL. ....	275
Abbildung 145: Flächennutzung andere Radfahrende AR_HL. ....	276
Abbildung 146: Flächennutzung andere Radfahrende ST. ....	279
Abbildung 147: Maßnahmen nach Verkehrsmodus ST. ....	279
Abbildung 148: Ergebnisse der Metaanalyse zum Sicherheitsgefühl nach Verkehrsmodus und Befragungsort auf den Pilotstrecken. ....	280
Abbildung 149: Ergebnisse der Metaanalyse zum Sicherheitsgefühl Radfahrender nach Befragungsart und -ort auf den Pilotstrecken. ....	281

Abbildung 150: Ergebnisse der Metaanalyse zum Sicherheitsgefühl Kfz-Fahrender nach Befragungsart und -ort auf den Pilotstrecken. ....	282
Abbildung 151: Ergebnisse der Metaanalyse zu den Interaktions-Einschätzungen nach Verkehrsmodus und Befragungsort auf den Pilotstrecken. ....	283
Abbildung 152: Ergebnisse der Metaanalyse zu den Interaktions-Einschätzungen Radfahrende auf den Pilotstrecken.....	284
Abbildung 153: Ergebnisse der Metaanalyse zu den Interaktions-Einschätzungen Kfz-Fahrender auf den Pilotstrecken.....	285
Abbildung 154: Ergebnisse der Metaanalyse zu den berichteten Geschwindigkeiten nach Befragungsort und Verkehrsmodus auf den Pilotstrecken.....	286
Abbildung 155: Ergebnisse der Metaanalyse zu den berichteten Überholabständen nach Befragungsort nach Verkehrsmodus auf den Pilotstrecken. ....	287
Abbildung 156: Flächenwahl andere Radfahrende nach Führungsform und Verkehrsmodus in der Pilotphase.....	295
Abbildung 157: Geschwindigkeits-Wahrnehmung nach Befragungsart und -ort TR. ....	296
Abbildung 158: Überholabstands-Wahrnehmung nach Befragungsart und -ort TR.....	296
Abbildung 159: Geschwindigkeits-Wahrnehmung nach Verkehrsmodus und Befragungsort TR.....	297
Abbildung 160: Überholabstands-Wahrnehmung nach Verkehrsmodus und Befragungsort TR. ....	297

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zuordnung Mischverkehrsführungen zu den Belastungsbereichen I-III.....	11
Tabelle 2: Übersicht über bisherige Forschung zu Piktogrammen auf der Fahrbahn.....	17
Tabelle 3: Rücklauf Befragung.....	21
Tabelle 4: Übersicht der Streckenmerkmale.....	23
Tabelle 5: Erhebungsumfang.....	24
Tabelle 6: Übersicht Anzahl Messungen unbeeinflusste Fahrlinie Rad je Querschnitt.....	28
Tabelle 7: Fahrbahnbreiten Pilotstrecken.....	38
Tabelle 8: Führungsformen Pilotstrecken.....	38
Tabelle 9: Beschilderungs- und Markierungsmaßnahmen in der Pilotuntersuchung.....	40
Tabelle 10: Anzahl der erhobenen Fahrlinien an Pilotstrecken.....	46
Tabelle 11: Übersicht der Anzahl der Überholfälle bzw. Hinterherfahrten an den Pilotstrecken.....	49
Tabelle 12: Überholungen je Radfahrendem in den Beobachtungszeiträumen.....	50
Tabelle 13: Verteilung der Überholfälle nach Überholabstand an den Pilotstrecken.....	51
Tabelle 14: Verteilung der Interaktionen auf Verkehrsteilnehmende.....	51
Tabelle 15: Beobachtete typische Konflikte an Pilotstrecken.....	57
Tabelle 16: Übersicht über die Zahl der befragten Verkehrsteilnehmenden in der Pilotphase.....	59
Tabelle 17: Aufschlüsselung Soziodemographie nach Befragungszeitpunkt in der Pilotphase.....	60
Tabelle 18: Erlebte (Beinahe-)Unfälle nach Befragungsart, Seitenraumfreigabe und Verkehrsmodus in der Pilotphase.....	111
Tabelle 19: Fahrbahnbreiten Bestandsstrecken.....	114
Tabelle 20: Führungsformen Bestandsstrecken.....	115
Tabelle 21: Markierungsarten der Piktogrammketten in der Bestandsuntersuchung.....	116
Tabelle 22: Anzahl beobachtete Fahrlinien an Bestandsstrecken.....	119
Tabelle 23: Übersicht der Anzahl der Überholfälle an den Bestandsstrecken.....	120
Tabelle 24: Übersicht über die Zahl der befragten Verkehrsteilnehmenden in der Bestandsphase..	121
Tabelle 25: Kodierung der abhängigen Variablen für die Analysen in der Bestandsphase.....	128
Tabelle 26: Betrachtungszeiträume Unfallauswertung Pilotstrecken.....	141
Tabelle 27: Verteilung Unfallschwere von Rf-U(P) an Pilotstrecken.....	142
Tabelle 28: Übersicht Unfallgeschehen an den Pilotstrecken.....	143
Tabelle 29: Häufigste 3-stellige Unfalltypen nach M Uko.....	145
Tabelle 30: Häufigste 2-stellige Unfalltypen nach M Uko.....	146
Tabelle 31: Betrachtungszeiträume Unfallauswertung Bestandsstrecken.....	151
Tabelle 32: Übersicht Unfallgeschehen Rf-U(P) an den Bestandsstrecken.....	152
Tabelle 33: Übersicht über an der Öffentlichkeitsarbeit zur Umsetzung der Maßnahmen beteiligten Akteur*innen.....	162
Tabelle 34: Übersicht über Argumente der an der Öffentlichkeitsarbeit zur Umsetzung der Maßnahmen beteiligten Akteur*innen.....	163
Tabelle 35: Stichprobengröße Sicherheitsgefühl nach Befragungsort und Verkehrsmodus in der Pilotphase.....	288
Tabelle 36: Stichprobengröße Sicherheitsgefühl nach Seitenraumfreigabe und Verkehrsmodus in der Pilotphase.....	288
Tabelle 37: Stichprobengröße Interaktions-Einschätzungen nach Befragungsort und Verkehrsmodus in der Pilotphase.....	289

Tabelle 38: Stichprobengröße Interaktions-Einschätzungen nach Seitenraumfreigabe und Verkehrsmodus in der Pilotphase. ....	289
Tabelle 39: Stichprobengröße Flächenwahl Radfahrende nach Befragungsort und Fläche in der Pilotphase. ....	290
Tabelle 40: Stichprobengröße Flächenwahl andere Radfahrende nach Befragungsort und Fläche in der Pilotphase. ....	291
Tabelle 41: Stichprobengröße Flächenwahl andere Radfahrende Seitenraumfreigabe und Fläche in der Pilotphase. ....	291
Tabelle 42: Stichprobengröße Geschwindigkeits-Wahrnehmung nach Befragungsort und Verkehrsmodus in der Pilotphase. ....	292
Tabelle 43: Stichprobengröße Überholabstands-Wahrnehmung nach Befragungsort und Verkehrsmodus in der Pilotphase. ....	292
Tabelle 44: Stichprobengröße Sicherheitsgefühl und Interaktions-Einschätzungen nach Befragungsort und -art in der Pilotphase. ....	293
Tabelle 45: Stichprobengröße Sicherheitsgefühl und Interaktions-Einschätzungen nach Befragungsort und -art in der Pilotphase. ....	294
Tabelle 46: Stichprobengröße Sicherheitsgefühl, Interaktions-Einschätzungen und Veränderungen nach Befragungsort, -art und Verkehrsmodus in der Bestandsphase. ....	294
Tabelle 47: Stichprobengröße Sicherheitsgefühl und Interaktions-Einschätzungen nach Befragungsort und (Beinahe-)Unfall in der Bestandsphase. ....	294
Tabelle 48: Mittelwerte und Standardabweichungen sowie fehlende Werte im Original-Vor-Ort-Datensatz sowie nach Ersetzung fehlender Werte durch den Median Bestandsstrecken. ....	300
Tabelle 49: Korrelationen der abhängigen Variablen im Vor-Ort-Datensatz Bestandsstrecken. ....	301
Tabelle 50: Mittelwerte und Standardabweichungen sowie fehlende Werte im Original-Radfahrenden-Datensatz sowie nach Ersetzung fehlender Werte durch den Median Bestandsstrecken. ....	302
Tabelle 51: Korrelationen der abhängigen Variablen im Radfahrenden-Datensatz Bestandsstrecken. ....	303
Tabelle 52: Mittelwerte und Standardabweichungen sowie fehlende Werte im Original-Kfz-Datensatz sowie nach Ersetzung fehlender Werte durch den Median Bestandsstrecken. ....	304
Tabelle 53: Korrelationen der abhängigen Variablen im Kfz-Fahrenden-Datensatz Bestandsstrecken. ....	304
Tabelle 54: Zur Ersetzung der fehlenden Werte der AVs genutzte Mediane in den verschiedenen Datensätzen Bestandsstrecken. ....	305
Tabelle 55: Prüfung des MCAR-Mechanismus' für den Vor-Ort-Datensatz über EM-Kovarianzen Bestandsstrecken. ....	305
Tabelle 56: Prüfung des MCAR-Mechanismus' für den Radfahrenden-Datensatz über EM-Kovarianzen Bestandsstrecken. ....	305
Tabelle 57: Prüfung des MCAR-Mechanismus' für den KFZ-Fahrenden-Datensatz über EM-Kovarianzen Bestandsstrecken. ....	306



# 1 Einleitung

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über die Problemstellung und Zielsetzung des Projekts „Radfahren bei beengten Verhältnissen – Wirkung von Piktogrammen und Hinweisschildern auf Fahrverhalten und Verkehrssicherheit“ (1.1) sowie den Projektaufbau (1.2) und die formulierten Forschungsfragen (1.3).

## 1.1 Problemstellung und Zielsetzung

Immer wieder müssen sich Radfahrende auf Hauptverkehrsstraßen den vorhandenen Platz mit Kraftfahrzeugen (Kfz) auf der Fahrbahn teilen, da der Straßenraum für eine getrennte Führung nicht ausreicht und keine Alternativroute besteht. Hierbei gibt es auch Strecken, die zusätzlich die Benutzung des Seitenraums entweder durch einen nicht benutzungspflichtigen Radweg oder eine Freigabe des Gehwegs für Radfahrende erlauben. Insbesondere bei dieser dualen Führung kann es vorkommen, dass Kfz-Fahrende nicht mit Radfahrenden auf der Fahrbahn rechnen und sich eine fehlende Akzeptanz für Radfahrende auf der Fahrbahn im Fahrstil der Kfz-Fahrenden widerspiegelt.

Radfahrende nutzen zudem oft subjektiv als sicherer empfundene Radwege oder Gehwege, da sie die Nutzung der Fahrbahn als unsicher einschätzen oder, wie auch Kfz-Fahrende, Unterschiede in der Benutzungspflicht nicht kennen. Dies führt neben Konflikten auf der Fahrbahn auch zu Konflikten mit zu Fuß Gehenden im Seitenraum.

Rad-Piktogramme und Hinweisbeschilderungen zur Fahrbahnbenutzung werden daher u.a. im Zusammenhang mit der Aufhebung der Benutzungspflicht von Radwegen umgesetzt oder finden in Straßenräumen, in denen regelkonforme Radverkehrsanlagen aufgrund zu geringer Abmessungen nicht umsetzbar sind, Anwendung.

Unter dem Begriff Rad-Piktogramm bzw. Fahrrad-Piktogramm ist in dem vorliegenden Projektbericht das Sinnbild „Radverkehr“ gemäß Straßenverkehrs-Ordnung zu verstehen. Durch das Aufbringen dieses Sinnbildes in regelmäßigen Abständen auf die Fahrbahn entstehen sogenannte Piktogrammketten (vgl. Abbildung 1). Die Rad-Piktogramme können dabei auch durch Pfeil-Elemente ergänzt werden. Die Piktogrammketten waren Haupt-Untersuchungsgegenstand dieses Forschungsprojektes. Weiterhin wurden Strecken mit Hinweisschildern zur Aufhebung der Benutzungspflicht des straßenbegleitenden Radweges und der gewünschten Benutzung der Fahrbahn durch Radfahrende untersucht.

Die Nutzung von Hinweisbeschilderungen und/oder der Markierung von Fahrrad-Piktogrammen hat das Ziel, die vorhandene Führungsform „Mischverkehr“ zu unterstützen, den Radverkehr insbesondere in vormals unfallauffälligen Situationen sicherer zu gestalten und das Verkehrsklima zu verbessern. Die Präsenz und die Rechte von Radfahrenden sollen damit verdeutlicht werden, wobei das gegenseitige Miteinander und die Visualisierung wichtiger Radrouten im Vordergrund stehen. Die Nutzung und Ausführung der Piktogramme ist in Bezug zur Straßenverkehrsordnung (StVO) stark umstritten.

Bisher wurden einzelne Projekte zur Wirkung von Rad-Piktogrammen auf der Fahrbahn im Ausland durchgeführt, diese umfassen jedoch teilweise nur sehr kleine Stichproben und die Ergebnisse sind nicht direkt auf Deutschland übertragbar. Eine Studie aus Deutschland existiert hierzu bisher nicht.



Abbildung 1: Beispiel einer Piktogrammreihe mit Pfeilelement.

Das Forschungsprojekt, gefördert durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur mit Mitteln zur Umsetzung des Nationalen Radverkehrsplans 2020, im Rahmen dessen dieser Bericht entstanden ist, soll dazu beitragen zu ermitteln, unter welchen Rahmenbedingungen diese Maßnahmen zur Unterstützung des Mischverkehrs auf der Fahrbahn sinnvoll sind, wie sie ausgestaltet werden können und wie die Umsetzung und Akzeptanz durch Öffentlichkeitsarbeit unterstützt werden kann.

## 1.2 Projektaufbau

Die Untersuchung gliedert sich in vier Arbeitspakete, wie in Abbildung 2 dargestellt. Hierbei wurden die Straßenraumgestaltung, das Verkehrsverhalten und die objektive Sicherheit vom Lehr- und Forschungsgebiet Straßenverkehrsplanung und Straßenverkehrstechnik der Bergischen Universität Wuppertal mittels Videobeobachtungen und Unfallanalysen untersucht. Regelwissen, subjektives Sicherheitsempfinden und berichtetes Verhalten sowie Kommunikationsmaßnahmen wurden mittels Befragungen und Analysen der Pressearbeit von der Professur Diagnostik und Intervention an der Fakultät Psychologie der Technischen Universität Dresden untersucht.

Aufbauend auf Erkenntnissen aus der internationalen Anwendung von Fahrrad-Piktogrammen, auch Sharrows genannt, und Piktogrammketten, dem Stand der Forschung zum Radverkehr im Mischverkehr und der subjektiven Sicherheit sowie Erkenntnissen zur Umsetzungspraxis und ersten Auswertungen der Vor-Ort-Untersuchungen und Analysen von schon bestehenden Strecken mit Piktogramm-Markierungen (Bestandsstrecken) wurden erste Empfehlungen für im Rahmen der Projektlaufzeit umzusetzende Strecken mit Piktogrammketten zusammengetragen.

Im nächsten Schritt wurden in der Pilotphase Vorher-/Nachher-Beobachtungen und Befragungen an Strecken durchgeführt, an denen während der Projektlaufzeit Piktogramm-Ketten markiert bzw. Hinweisschilder aufgestellt wurden (Pilotstrecken), um die Wirkung der Piktogramme bzw. Hinweisschilder im Vorher-/Nachher-Vergleich zu erfassen und die Empfehlungen für Deutschland konkretisieren zu können.

In einem letzten Schritt wurden alle Daten verschnitten und vor dem Hintergrund existierender Literatur diskutiert sowie zu ersten Empfehlungen zur Anwendung und Implementierung in Gesetze und Regelwerke überführt.

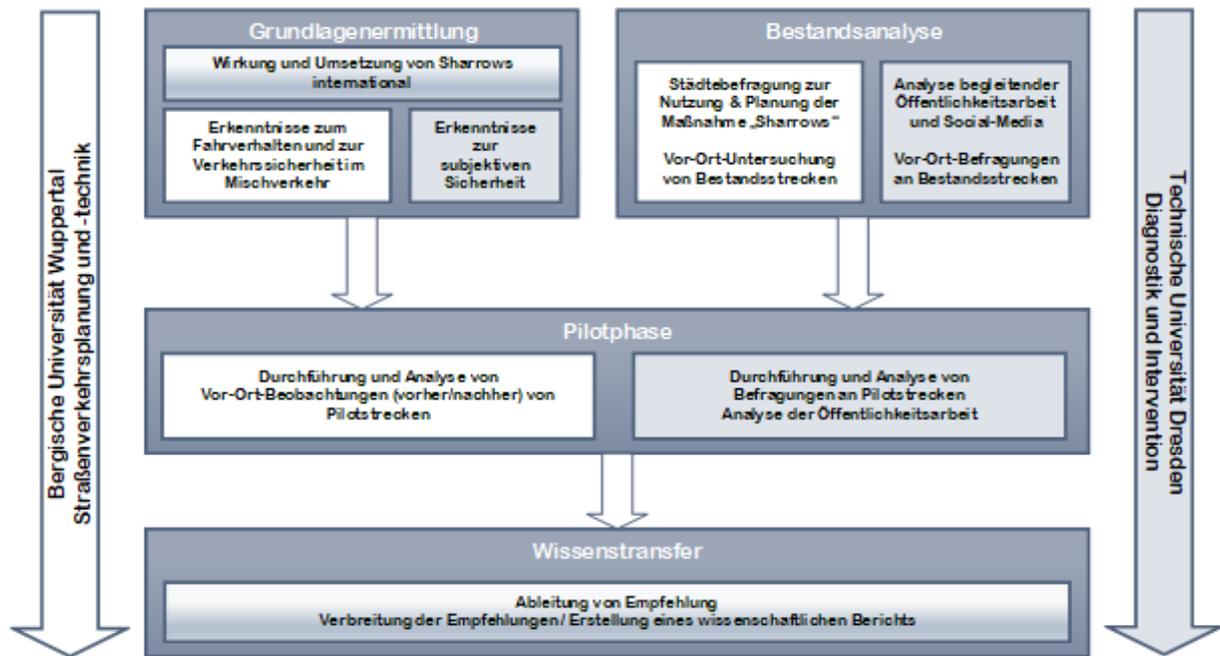


Abbildung 2: Projektablauf.

### 1.3 Forschungsfragen

Im vorliegenden Projekt sollten folgende aus der Problemstellung (1.1) sowie aus dem unter 2 noch näher diskutierten aktuellen Stand der Forschung abgeleitete und in Form von Thesen formulierte Forschungsfragen anhand der unter 1.2 vorgestellten Vorgehensweise beantwortet werden:

- Die objektive und subjektive Verkehrssicherheit verbessert sich nach Aufbringen von Piktogrammketten. Die Unfallsituation verbessert sich, die Unfallraten und der Anteil von kritischen Interaktionen im Seitenraum und auf der Fahrbahn nehmen ab. Die Verkehrsteilnehmenden fühlen sich nach der Umsetzung der Maßnahmen sicherer als zuvor und schätzen Interaktionen mit anderen Verkehrsteilnehmenden als angenehmer ein. Die Piktogramme beeinflussen die Fahrlinie von Radfahrenden. Radfahrende befahren die Mitte des Piktogramms, insbesondere bei Nutzung eines Pfeilelements in Kombination mit einem Fahrrad-Piktogramm.
- Kfz-Fahrende fahren langsamer, sie überholen Radfahrende seltener und mit mehr Abstand.
- Zu Fuß Gehende haben weniger Interaktionen mit Radfahrenden im Seitenraum.
- Das Regelwissen der Verkehrsteilnehmenden wird durch die Maßnahmen beeinflusst – nach dem Aufbringen der Piktogramme bzw. dem Aufstellen der Hinweisschilder wissen mehr Verkehrsteilnehmende als zuvor, wo Radfahren auf der Untersuchungsstrecke erlaubt ist.

Vor der Beantwortung der Forschungsfragen in Kapitel 9 und einem Fazit in Kapitel 10 sowie der Ableitung von Empfehlungen in Kapitel 11 werden unter 2 zunächst der aktuelle Forschungsstand und die Gesetzeslage vorgestellt, bevor unter 3 näher auf die Untersuchungsmethode eingegangen und die Ergebnisse aus den Untersuchungen in den Kapiteln 4, 5, 6, 7 und 8 vorgestellt werden.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Hinweis: Kapitel 1.3, 2.2.1, 2.3.2, 9, 10 und 11 wurden gemeinsam von den Autorinnen verfasst. Die Autorinnenschaft der anderen Kapitel ist folgendermaßen aufgeteilt: Koppers, A.: Kapitel 1.1, 1.2, 2.3, 3.1-3.4, 3.7-4.3, 5.1-5.2, 6, 8; Ruf, S.: Kurzfassung, Abstract, Kapitel 2.1, 2.2.2-2.2.3, 2.4-2.5, 3.5-3.6, 4.4, 5.3, 7. Teile von Kapitel 2.1-2.2, 2.4-2.5, 3.5, 5.3 und 9 sind bereits in Ruf (2019) erschienen und wurden für den vorliegenden Bericht überarbeitet und ergänzt. Teile dieser Arbeit finden zudem in Ruf (2021) und Koppers (2021) Verwendung.

## 2 Aktueller Stand der Forschung und Gesetzgebung

In diesem Kapitel werden zunächst Befunde zur Flächenwahl Radfahrender (2.1) vorgestellt, bevor anschließend auf Befunde zu objektiver und subjektiver Sicherheit eingegangen wird und diese in Beziehung gesetzt werden (2.2). Anschließend werden gesetzliche Rahmenbedingungen und Regelwerke vorgestellt (2.3), bevor internationale Erkenntnisse zu Piktogrammen (2.4) und Hinweisschilder auf der Fahrbahn (2.5) diskutiert werden.

### 2.1 Flächenwahl Radfahrender

Radfahrende können entsprechend örtlicher Regelungen Flächen wie den Gehweg, Radweg, Radfahrstreifen oder die Fahrbahn nutzen, um dort mit dem Rad zu fahren. In einer Studie von Alrutz et al. (2009) zeigte sich für ihre Flächenwahl, dass die Akzeptanz von Radwegen hoch war, unabhängig davon, ob ein Radweg benutzungspflichtig oder nicht benutzungspflichtig war und unabhängig davon, wie breit er war. Dies zeigte sich in Nutzungsanteilen von 85% und mehr. In einer anderen deutschen Studie nutzten 94% der Radfahrenden Schutz- und Radfahrstreifen nach Vorschrift, bei Radwegen waren es etwa 80%. Im Mischverkehr schließlich fuhren nur 32% vorschriftsmäßig. 0,5% nutzten bei vorhandener benutzungspflichtiger Radverkehrsanlage die Fahrbahn (Kolrep-Rometsch et al., 2013). In einer Studie von Richter, Ruhl, Ortlepp und Schreiber (2018) schließlich fuhren nach Umsetzung von Begleitmaßnahmen wie der Markierung von Schutzstreifen inklusive Rückbau des Radweges oder der Markierung von Radfahrpiktogrammen auf dem Radweg oder am Fahrbahnrand 19% der Radfahrenden auf Strecken mit nicht benutzungspflichtigen Radwegen auf der Fahrbahn. Bei Umsetzung von Fahrradpiktogrammen zeigte sich keine Verlagerung der durch Radfahrende genutzten Flächen, es fuhren sowohl in der Vorher- als auch in der Nachher-Bedingung etwa 90% auf dem Radweg und 5% auf der Fahrbahn. Etwa 7% nutzten entgegen den geltenden Verkehrsregeln den Gehweg. Ein ähnliches Bild zeigte sich auch im Selbstbericht; dort gaben 89% an, trotz aufgehobener Radwegebenutzungspflicht den Radweg zu nutzen, 10% gaben an, stattdessen die Fahrbahn zu befahren. Insgesamt schlussfolgern die Autor\*innen, dass Radfahrende im Großteil der Fälle den Radweg unabhängig von der Aufhebung der Radwegebenutzungspflicht nutzen; die Flächennutzung ändert sich durch die Aufhebung der Benutzungspflicht also nicht signifikant (Richter et al., 2018).

Der vorangegangene Abschnitt zeigt, dass Radfahrende Flächen auch dann nutzen, wenn dies eigentlich nicht erlaubt ist. Um zu verstehen, weshalb Radfahrende bestimmte Flächen wählen (und andere nicht), müssen verschiedene Motive der Flächenwahl berücksichtigt werden. Dazu zählt die Befolgung von Verkehrsregeln, welche von der Regelkenntnis beeinflusst wird (Gaffga, 2016; Opp, 1971). Wenn gleich in einer Befragung von Alrutz et al. (2009) beispielsweise 95% der teilnehmenden Personen angaben, die geltenden Verkehrsregeln gut zu kennen, gingen gleichzeitig 70% davon aus, dass Radwege, sofern sie vorhanden sind, immer genutzt werden müssen; bei Kolrep-Rometsch et al. (2013) waren dies 85%. Auch Faktoren wie die Schnelligkeit des Vorankommens oder die Hindernisfreiheit, das städtebauliche Umfeld, die Umwegfreiheit oder Interaktionen mit anderen Verkehrsteilnehmenden beeinflussen die Flächenwahl. Eines der wichtigsten Kriterien der Flächenwahl ist jedoch die subjektive Sicherheit (Gaffga, 2016). Während objektive Sicherheit auch als „real safety for cyclists“ (Heinen, van Wee & Maat, 2009, S. 63), also als objektiv messbare Sicherheit, beschrieben und meist anhand von Unfallstatistiken erfasst wird (z.B. fahrradbezogene Unfälle pro 1 Mio. Einwohner\*innen), beschreibt subjektive Sicherheit, als wie sicher Personen das Verkehrsumfeld wahrnehmen (Hagemeister, 2013; Heinen et al., 2009). Es geht also um das individuelle Erleben von Personen, welches meist mit Fragebögen erfasst wird.

## 2.2 Objektive und subjektive Sicherheit im Straßenverkehr

Kapitel 2.2.1 geht zunächst auf die objektive Sicherheit Radfahrender ein, bevor sich Kapitel 2.2.2 mit der subjektiven Wahrnehmung von Sicherheit beschäftigt. Unterschiede und Gemeinsamkeiten werden in Kapitel 2.2 näher erläutert.

### 2.2.1 Objektive Sicherheit

Objektive Sicherheit beschreibt im Straßenverkehrskontext ein Maß für Verkehrssicherheit, das auf erfassten Straßenverkehrsunfallzahlen und -verletzungen beruht. Bezogen auf die Infrastruktur zeigen sich dabei auf Radwegen im Vergleich zu Straßen, auf denen die Radverkehrsführung auf der Fahrbahn markiert ist, „deutlich höhere Unfalldichten“ (Alrutz et al., 2009, S. 110). Die mittlere Unfalldichte ist im Vergleich zu Straßen mit Radfahr- oder Schutzstreifen auf Straßen mit Radwegen doppelt so hoch. Die „günstige[re] Sicherheitsbilanz im Gesamtradverkehrsunfallgeschehen der Straßen mit Schutzstreifen, in der Tendenz auch die mit Radfahrstreifen“ lässt sich insbesondere auch dadurch erklären, dass es „bei Radwegen gegenüber den markierten Führungen [einen] doppelt so hohen Anteil links fahrender Radfahrer [gibt] und [durch] deren überproportional hohe [...] Gefährdung“. Allerdings wird darauf hingewiesen, dass keine verallgemeinerbaren Aussagen getroffen werden können; „vielmehr prägen vor allem baulich-betriebliche Einzelmerkmale das Unfallgeschehen“ (Alrutz et al., 2009, S. 112). Auf Straßen, die einen nicht benutzungspflichtigen Radweg im Seitenraum aufweisen, sind 11% aller Unfälle von Kfz- und rechts fahrenden Radfahrenden solche mit sich öffnenden Türen von Kfz, die am Straßenrand parken (sog. „Dooring“). Ist ein Radweg benutzungspflichtig, liegt dieser Wert bei 5%. Fahren Radfahrende illegal im Seitenraum oder auf der Fahrbahn links, sind Unfälle mit rechts abbiegenden Kfz häufig; bei Straßen mit benutzungspflichtigem Radweg liegt der Anteil der Unfälle beispielsweise bei 20%. Die Autor\*innen merken an, dass die Aufhebung der Radwegebenutzungspflicht nicht zu einer Verschlechterung der Sicherheit im Straßenverkehr führt, wenn alle anderen Parameter gleich bleiben. Liegt eine Straße mit benutzungspflichtigem Radweg vor, so geschehen 6% der Unfälle auf der Fahrbahn und 92% im Seitenraum; bei nicht benutzungspflichtigen Radwegen sind es 8% im Fahrbahnbereich und 92% im Seitenraum (Alrutz et al., 2009).

In einer weiteren Untersuchung analysierten Alrutz et al. (2015) das Unfallgeschehen auf verschiedenen Strecken sowie mittels Videoaufnahmen das Verkehrsverhalten und zählten die Verkehrsteilnehmenden vor Ort. Dabei zeigte sich eine etwas erhöhte Unfallrate für Radwege als für Führungen des Radverkehrs auf Radfahr- oder Schutzstreifen und im Mischverkehr (vgl. Abbildung 3).

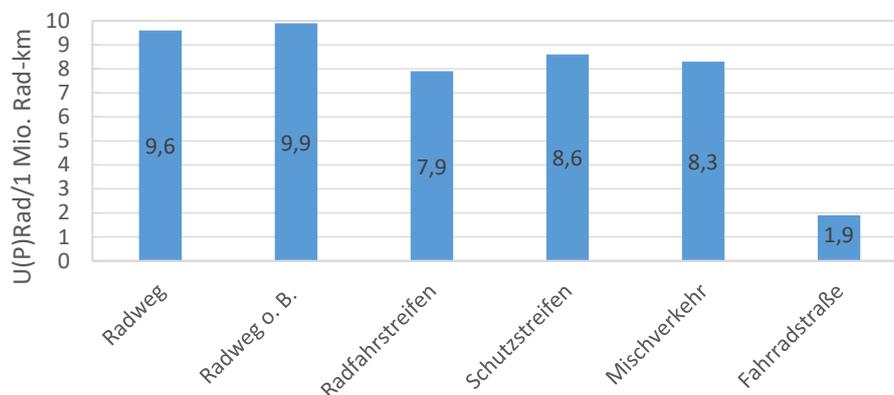


Abbildung 3: Durchschnittliche Unfallrate nach Anlagentypen (bezogen auf Radfahrende, pro 1 Million Rad-km). „o.B.“ steht für „ohne Benutzungspflicht“. Aus Alrutz et al., 2015, S. 62.

Wurden Radfahrende auf der Fahrbahn geführt, fand sich bei geringen Radverkehrsstärken eine geringe Unfallzahl auf der Strecke, die mit zunehmender Radverkehrsstärke stark anstieg. Bei Führung auf Radwegen stieg das Unfallgeschehen mit zunehmender Radverkehrsstärke schwach an, jedoch war das Ausgangsniveau höher.

Richter et al. (2018) untersuchten verschiedene Begleitmaßnahmen für nicht benutzungspflichtige Radwege: Bei Umsetzung von Radfahrpiktogrammen nahmen die Unfallraten auf knotenpunktfreier Strecke um 39% zu, was durch einen zufälligen Anstieg der Unfallrate auf einzelnen Untersuchungsstrecken erklärt wird. Insgesamt nahm die Verkehrssicherheit nicht ab, wenn der Anstieg im Radverkehrsaufkommen berücksichtigt wurde. Wurde keine Begleitmaßnahme durchgeführt, nahm die Unfallrate um 5% ab. Abbildung 4 veranschaulicht den Sachverhalt.

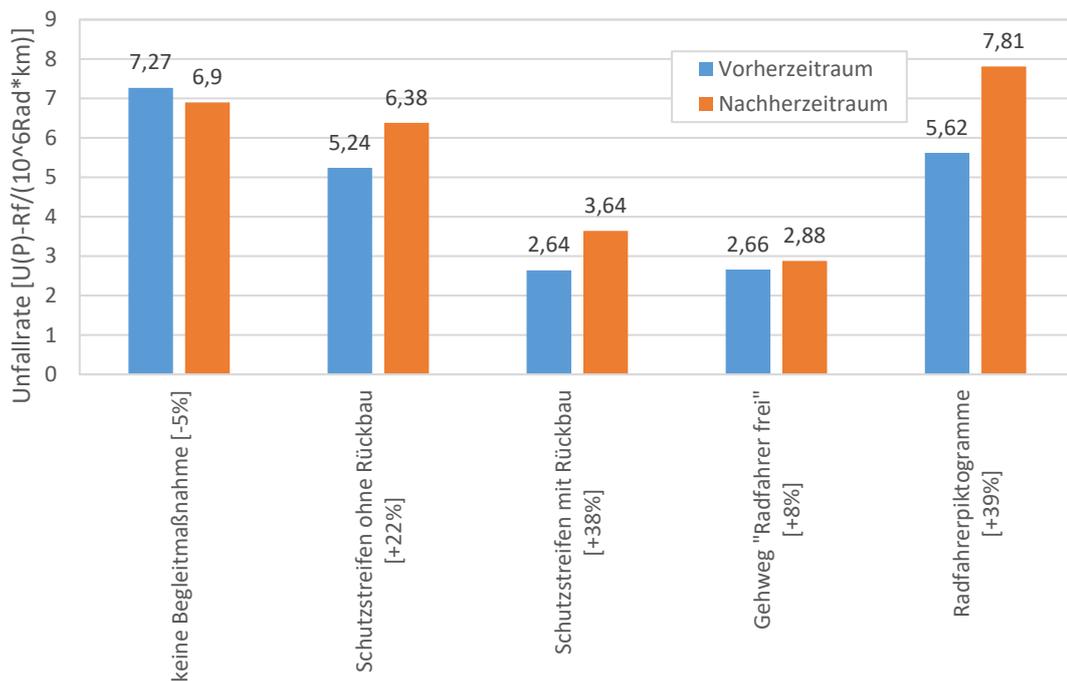


Abbildung 4: Unfallraten an knotenpunktfreier Strecke nach Begleitmaßnahmen (Bezug DTV-Radprojiziert). Aus Richter et al., 2018, S. 65.

Faktoren, die die objektive Sicherheit maßgeblich beeinflussen, sind der seitliche Überholabstand zwischen Rad- und Kfz-Fahrenden und damit die Fahrlinien der Verkehrsteilnehmenden (Rubie, Haworth, Twisk & Yamamoto, 2020). Neben Unfallkennzahlen bei der Führung von Radfahrenden gilt es, Überholabstände und Fahrlinien der Verkehrsteilnehmenden zu analysieren. In einer Studie von Richter, Beyer, Ortlepp und Schreiber (2019) wurden Schutzstreifen und Radfahrstreifen von Radfahrenden in der Regel mittig befahren. Bei hohen Kfz-Verkehrsstärken konnte ein Ausweichen der Radfahrenden nach rechts beobachtet werden, unabhängig vom Vorhandensein von Ruhendem Verkehr. Auch insgesamt konnte keine Ausweichreaktion der Radfahrenden auf Ruhenden Verkehr beobachtet werden. Bei zu schmalen Radfahr- bzw. Schutzstreifen wurde nach links ausgewichen. Bei der Erhebung von Überholabständen unterschritt an Strecken mit Schutzstreifen fast die Hälfte der Pkw einen Seitenabstand von 150 cm. Eine Anpassung der Fahrlinie von überholenden Pkw an die Fahrlinie der Radfahrenden konnte nicht beobachtet werden (links fahrende Radfahrende wurden enger überholt). Es wurde nur eine tendenzielle Anpassung im Rahmen der räumlichen Abmessungen des Kfz-Fahrstreifens beobachtet, wobei der Fahrstreifen des Gegenverkehrs kaum genutzt wurde.

Im Rahmen einer Untersuchung von Ohm et al. (2015) zeigte sich, dass die Markierung von Schutzstreifen mit Sicherheitsräumen (30-50 cm) neben Parkstreifen in der Tendenz einen größeren Abstand (um ca. 20 cm) zu parkenden Kfz als auf Strecken ohne Schutzstreifen zur Folge hatte. Im Rahmen der Studie von Ohm et al. (2015) zeigte sich außerdem, dass beim Überholen mit Gegenverkehr enger überholt wurde als ohne. Zudem wurde auf Strecken mit Schutzstreifen enger überholt also ohne, was hier mit dem Leitlinieneffekt begründet wird. Wie auch bei Richter et al. (2019) wurde festgestellt, dass die Überholabstände tendenziell mit steigender Fahrbahnbreite zunahmen, jedoch nahm der Abstand in geringerem Maße zu als die Fahrbahnbreite.

Als typische Überholabstände werden bei Ohm et al. (2015) ein Überholabstand zwischen 1,30 m (mit Gegenverkehr) und 1,50 m (ohne Gegenverkehr) genannt (Maß von Radachse zur Kfz-Fahrgastzelle), dies entspricht mit Korrektur von 0,45 cm für Lenker- und Spiegelbreite einem Überholabstand von 0,85 m.

An einem Teil der untersuchten Strecken mit Radwegen ohne Benutzungspflicht wurden in einer weiteren Studie (Richter et al., 2018) zudem differenziert nach Strecke und Knotenpunkt Konfliktanalysen durchgeführt, die die folgenden Problembereiche bei Konflikten mit Radfahrenden identifizierten:

- Knotenpunkte (Radweg): Einbiegen/Kreuzen, Abbiegen, Fußgängerquerungen
- Strecke (Radweg): Parken auf dem Radweg, linksfahrende Radfahrende, Fußgängerquerungen
- Fahrbahn: Einbiegen-/Kreuzen/Abbiegen.

## 2.2.2 Subjektive Sicherheit

Bei subjektiver Sicherheit geht es um das individuelle Erleben von Personen, welches meist mit Fragebögen erfasst wird. Dabei können sich die Einschätzungen zwischen den verschiedenen Befragten teils stark unterscheiden; Frauen fühlen sich, genauso wie Personen, die weniger Kfz fahren, oder Radfahrende, die selten Rad fahren, im Straßenverkehr subjektiv unsicherer (Chataway, Kaplan, Nielsen & Prato, 2014; Gehlert & Genz, 2011).

Ergebnisse aus Befragungen zeigen, dass Pkw-Fahrende im Mittel häufiger angeben, sich im Straßenverkehr sicher oder sehr sicher zu fühlen (59%) – bei den Radfahrenden und zu Fuß Gehenden sind es jeweils 54% (Unfallforschung der Versicherer, 2020). Eine genauere Aufschlüsselung ist Abbildung 5 zu entnehmen. Insgesamt fühlten sich 2013 in einer repräsentativen Online-Umfrage von 2046 Deutschen 53% der Befragten im Straßenverkehr sicher oder sehr sicher; dies waren 9% weniger als noch 2009 (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2014).

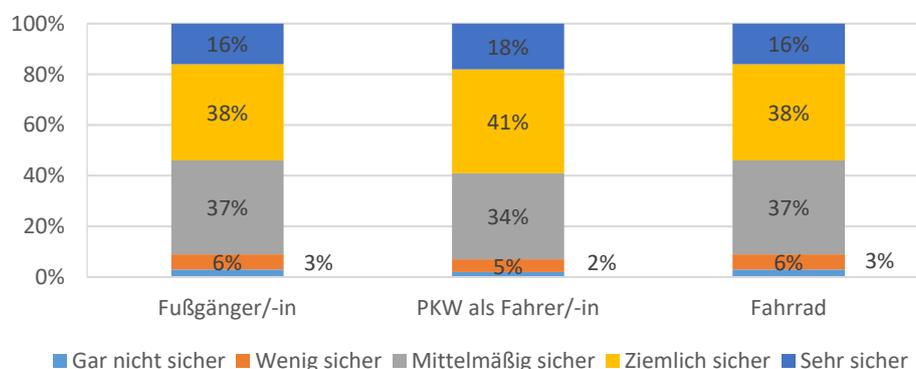


Abbildung 5: Wahrgenommene Verkehrssicherheit in Deutschland nach Verkehrsmodus (Nutzung [fast] täglich bis max. 1 Tag pro Monat). Eigene Abbildung nach Unfallforschung der Versicherer (2020, Seite 8).

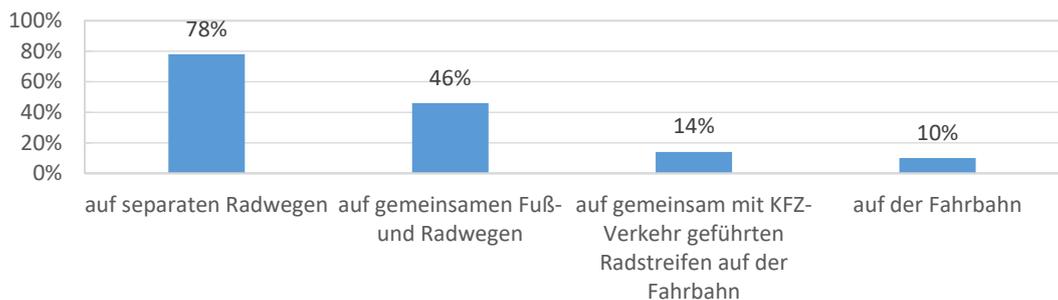


Abbildung 6: Wahrgenommene Verkehrssicherheit („sicher“ oder „sehr sicher“) von Radfahrenden auf verschiedenen Flächen. Aus Gehlert & Genz, 2011, S. 14.

Ein geringes subjektives Sicherheitsgefühl hat Einfluss auf die Akzeptanz der entsprechenden Radverkehrsmaßnahmen, beispielsweise bei Schutzstreifen – Radfahrende wählen hier, insbesondere bei höheren Verkehrsstärken, häufig den Seitenraum, da sie sich dort subjektiv sicherer fühlen als auf Fahrbahnniveau (Richter et al., 2019). Insgesamt zeigt sich, dass sich 78% der Radfahrenden in Deutschland auf separaten Radwegen *sicher* oder *sehr sicher* fühlen, 46% auf gemeinsamen Fuß- und Radwegen. Wird der Radverkehr gemeinsam mit dem Kfz-Verkehr auf der Fahrbahn geführt, fühlen sich nur 14% *sicher* oder *sehr sicher*; beim Fahren auf der Fahrbahn sind dies 10% (vgl. Abbildung 6; Gehlert & Genz, 2011). Auch bei Kolrep-Rometsch (2013) fanden Radfahrende Radwege sicherer als Radfahrstreifen und deutlich sicherer als den Mischverkehr.

Von denjenigen Befragten, die üblicherweise den Radweg nutzten, ordneten in einer Befragung 77% das Fahren auf dieser Fläche als sicher ein, während 60% das Fahren auf der Fahrbahn als gefährlich einschätzten. In der (kleinen) Gruppe der Befragten, die üblicherweise die Fahrbahn nutzten, gaben 65% an, dass das Fahren auf dem Radweg sicher sei; 42% schätzten das Fahren auf der Fahrbahn als gefährlich ein. Radfahrende fühlten sich insgesamt im Seitenraum sicherer als auf der Fahrbahn. Radfahrende, die üblicherweise die Fahrbahn nutzten, schätzten Radwegfahren als gefährlicher ein, während es bei denjenigen, die üblicherweise den Radweg nutzten, umgekehrt war (Richter et al., 2018). Abbildung 7 fasst die Befunde zusammen.

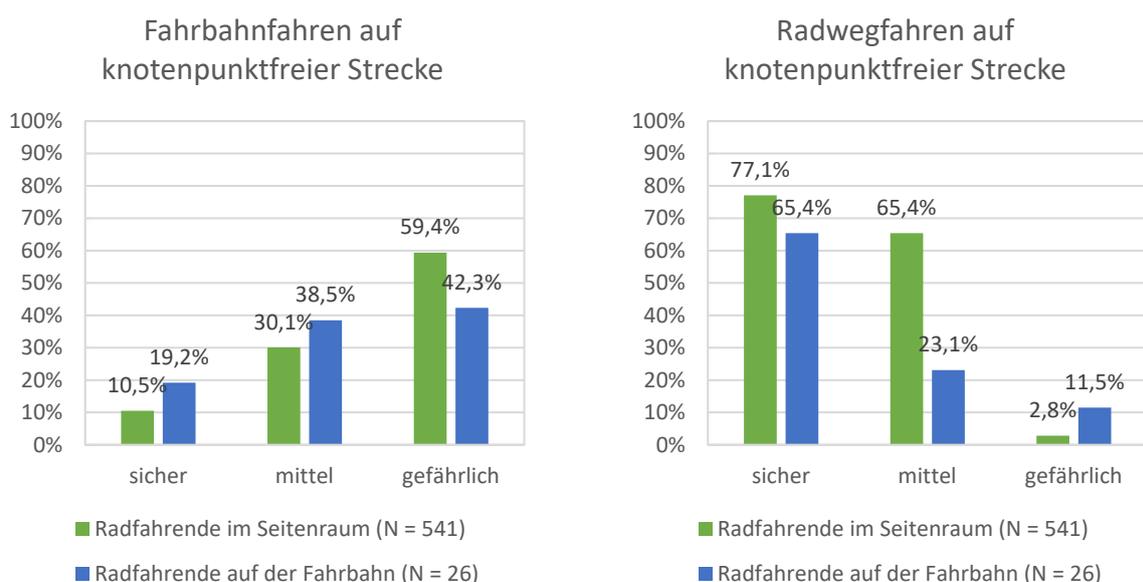


Abbildung 7: Sicherheitsbewertung für das Fahren auf knotenpunktfreier Strecke. Nach Richter et al., 2018, S. 87.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass sich in der Literatur eine klare Präferenz für separierte Radverkehrsführungen zeigt. Dies könnte u.a. darauf zurückzuführen sein, dass Radfahrenden beispielsweise auf Radwegen ein eigener Raum zur Verfügung steht, den sie selbst kontrollieren können. Während beim Fahren im Mischverkehr die Bestimmung des Abstands in der Hand der Kfz-Fahrenden liegt, können Radfahrende diesen im Seitenraum selbst wählen, wenngleich sie dabei Gefahren durch Einbiege- und Alleinunfälle, welche häufiger auf dem Gehweg als auf der Fahrbahn berichtet werden, ausblenden (Aultman-Hall & Hall, 1998; Hagemeister, 2013). Oberzaucher (2017) verwendet in diesem Zusammenhang den Begriff der *Territorialität*. Risikowahrnehmungen bzw. die Wahrscheinlichkeit, dass ein Individuum Gefahr erfährt, hängen beide von der Wahrscheinlichkeit eines Ereignisses und der Schwere der Konsequenzen sowie von individuellen Eigenschaften der beurteilenden Person wie Alter oder Geschlecht ab. Zudem variieren Risikowahrnehmungen je nach sozialen und kulturellen Bedingungen und Interaktionen sowie nach spezifischer Gefahr und Häufigkeit des Radfahrens. Eine wahrgenommene Verringerung des Risikos könnte überproportionale Effekte auf die Entscheidung, (nicht) Rad zu fahren, haben, weshalb es besonders wichtig ist, Wahrnehmungen zu berücksichtigen. Besteht eine Diskordanz zwischen dem, was nach der empirischen Forschung sicher ist, und dem, was als sicher wahrgenommen wird, kann es sein, dass Menschen nicht Fahrrad fahren, obwohl ihnen eine protektive Infrastruktur zur Verfügung steht (Sanders, 2013; Winters et al., 2012).

### 2.2.3 Zusammenhang zwischen objektiver und subjektiver Sicherheit

Ob eine Situation oder ein Verkehrsmittel sicher ist, wird nicht allein durch die subjektive oder allein durch die objektive Sicherheit bestimmt; vielmehr steht beides in Wechselwirkung. Damit Verhalten im Verkehr als angepasst beschrieben werden kann, muss der Wert der objektiven Sicherheit den der subjektiven mindestens erreichen oder übersteigen (Klebensberg, 1982). Gerade für den Mischverkehr zeigt sich eine große Diskrepanz zwischen objektiver und subjektiver Sicherheit (Kolrep-Rometsch et al., 2013). Insbesondere Radwege empfinden Radfahrende als deutlich sicherer als die Führung im Mischverkehr, was die Autor\*innen auf den Abstand zum Längsverkehr zurückführen. Internationale Ergebnisse zeigen, dass Infrastruktur nicht nur die subjektive Sicherheit beeinflusst (Götschi, Castro, Deforth, Miranda-Moreno & Zangenehpour, 2018; Risser, 2000), sondern auch das tatsächliche Verletzungs- und Unfallrisiko (Reynolds, Harris, Teschke, Crompton & Winters, 2009). Subjektive bzw. objektive Sicherheit stehen also im Zusammenhang und können nicht isoliert betrachtet werden (Klebensberg, 1982). Entsprechend werden sie in der vorliegenden Studie gemeinsam untersucht.

## 2.3 Gesetze und Regelwerke

Mit welchem Abstand Radfahrende überholt werden dürfen und wie und wo Radverkehr geführt wird, unterliegt den Rahmenbedingungen von Regelwerken und Gesetzen. Nachfolgend werden Vorgaben zum Überholabstand (2.3.1) sowie zur Führung des Radverkehrs (2.3.2) vorgestellt.

### 2.3.1 Rechtliche Vorgaben

Laut einem Rechtsgutachten der Unfallforschung der Versicherer muss der Überholabstand von Kfz zum Rad in jedem Fall mindestens 1,50 m betragen. Radfahrende können also auch auf einer Straße mit Schutzstreifen und einer Kernfahrbahn von 4,50 m nur ohne Gegenverkehr überholt werden (Müller, 2018). Durch die Änderung der StVO 2020 (nach Abschluss der Vor-Ort-Erhebungen) wurde der nach StVO §5 (4) „ausreichende“ Überholabstand weiter präzisiert. „Beim Überholen mit Kraftfahrzeu-

gen von zu Fuß Gehenden, Rad Fahrenden und Elektrokleinstfahrzeug Führenden beträgt der ausreichende Seitenabstand innerorts mindestens 1,5 m und außerorts mindestens 2 m.“ (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, 2013, Fassung vom 20.04.2020).

Nach der StVO §2 (2) gilt des Weiteren für alle Fahrzeuge, die die Straße benutzen: „Es ist möglichst weit rechts zu fahren, nicht nur bei Gegenverkehr, beim Überholtwerden, an Kuppen, in Kurven oder bei Unübersichtlichkeit“ (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, 2013). Hierbei ist weder für Kfz noch für Radfahrende genau definiert, wie weit rechts genau gefahren werden muss. Auch die VwV-StVO konkretisiert dies nicht weiter.

Radfahrende müssen einen angemessenen Abstand zu Gehwegen und parkenden Fahrzeugen halten. Aktuell gibt es, wie auch für Kfz, keinen gesetzlichen Wert, jedoch diverse Gerichtsurteile, auch wenn diese Einzelfallentscheidungen darstellen und nicht grundsätzlich verallgemeinert werden können.

Nach Kettler sollen Radfahrende einen Abstand von mindestens 0,8-1,0 m zum Fahrbahnrand halten. Bei Gehwegen sowie neben parkenden Fahrzeugen soll nach Rechtsprechung ein Abstand von mindestens 1,0 m eingehalten werden, auch bei schlechten Wetterverhältnissen. Sind parkende Fahrzeuge in unregelmäßigen Abständen am Seitenrand geparkt, ist es Radfahrenden nicht zuzumuten, in Schlangenlinien zu fahren (Kettler, 2013, 22 ff.).

### 2.3.2 Führungsformen des Radverkehrs und Gestaltungshinweise

Radverkehr kann im Seitenraum (Radweg, gemeinsamer/getrennter Geh- und Radweg, Gehweg – Radfahrer frei) oder auf der Fahrbahn (Mischverkehr, Schutzstreifen, Radfahrstreifen) geführt werden. Zu unterscheiden sind dabei auch benutzungspflichtige und nicht benutzungspflichtige Führungsformen. 1997 wurde die vorher geltende generelle Radwegebenutzungspflicht aufgehoben, seitdem sind Radwege nur noch benutzungspflichtig, wenn dies durch die entsprechenden Zeichen gekennzeichnet ist (Bundesministerium für Verkehr & Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 1997).

Radwege sind nur benutzungspflichtig, wenn dies durch ein entsprechendes Zeichen nach StVO vorgeschrieben ist. Die Führung im Mischverkehr bedarf keiner gesonderten Ausweisung. Ist ein nicht benutzungspflichtiger Radweg im Seitenraum vorhanden oder der Gehweg ist für den Radverkehr freigegeben, besteht Wahlfreiheit zwischen den Führungsformen.

Grundlegende Gestaltungs- und Planungsvorschläge für Radverkehrsanlagen sind in den *Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA)*; Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen [FGSV], 2010) sowie in den *Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen (RASt)*; FGSV, 2012c) festgeschrieben. Die Entscheidung, welche Führungsform gewählt wird, sofern verschiedene Führungsformen in einer geschlossenen Ortschaft (beispielsweise ein Radweg im Seitenraum oder die Führung auf der Fahrbahn) möglich wären, wird anhand der Bewertungskriterien Kraftfahrzeugverkehrs-, Schwerverkehrsstärke, Flächenverfügbarkeit, Parken, Knotenpunkte und Grundstückszufahrten, Längsneigung sowie anhand festgelegter Belastungsbereiche in den Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA) getroffen (FGSV, 2010). Hierbei werden die „Verkehrsbelastung der werktäglichen Spitzenstunde“ und die „Geschwindigkeiten des [Kfz]-Verkehrs (zulässige Höchstgeschwindigkeit  $v_{Zul}$  bzw. ausnahmsweise die Quantilgeschwindigkeit  $v_{85}$ )“ zu Rate gezogen (Richter, Beyer, Ortlepp & Schreiber, 2019, S. 2). Die Führung auf der Fahrbahn ist in den Belastungsbereichen I-III üblich oder grundsätzlich möglich (vgl. Tabelle 1).

Belastungsbereich	max. Verkehrsstärke [Kfz/h]		Führungsform
	30 km/h	50 km/h	
I	1.000	500	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mischverkehr, keine benutzungspflichtigen Radwege</li> </ul>
II	1.800	1.300	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schutzstreifen</li> <li>Mischverkehr/Schutzstreifen + Gehweg Radfahrer frei</li> <li>Mischverkehr/Schutzstreifen + Radweg ohne Benutzungspflicht</li> </ul>
III (geringer SV-Anteil, übersichtliche Linienführung)	2.100	1.900	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schutzstreifen + Gehweg Radfahrer frei (SV &lt; 1.000 Fahrzeuge / Tag)</li> </ul>

Tabelle 1: Zuordnung der Mischverkehrsführungen zu den Belastungsbereichen I-III an zweistreifigen Straßen. SV = Schwerverkehr. Aus FGSV (2010).

Werden die genannten Grenzen überschritten, sollte eine andere Führungsform als Mischverkehr erwogen werden. Ist keine andere Führungsform möglich, so sollten laut ERA andere Möglichkeiten geprüft werden, die Sicherheit des Radverkehrs zu erhöhen (vgl. FGSV, 2010).

Neben den Belastungsbereichen ist auch ein entscheidendes Kriterium für die Verträglichkeit der Fahrbahnführung des Radverkehrs die Fahrbahnbreite. In den ERA wird die Fahrbahnführung dann als Problem gesehen, wenn die Fahrbahnbreite zwischen 6,0 m und 7,0 m beträgt und die Stärke des Kraftfahrzeugverkehrs bei über 400 Kfz/h liegt. „Bei geringeren Fahrbahnbreiten [als 6,0 m] ist Mischverkehr bis zu einer Kraftfahrzeugverkehrsstärke von 700 Kfz/h verträglich, da der Radverkehr im Begegnungsfall Kfz-Kfz nicht überholt werden kann. Bei Fahrbahnbreiten von 7,00 m und mehr kann im Begegnungsfall mit ausreichendem Seitenabstand überholt werden“. Ab einer Fahrbahnbreiten von 7,50 m sind Schutzstreifen möglich, daher sollte die Anlage dieser dann entsprechend geprüft werden. (FGSV, 2010, S. 22)

Aufbauend auf den Erkenntnissen ihrer Untersuchung werden von Richter et al. (2019) zudem folgende Empfehlungen für Radfahrstreifen und Schutzstreifen ausgesprochen:

- Bei Radfahrstreifen und bei Schutzstreifen wird bei vorhandenem Ruhenden Verkehr empfohlen, immer einen mindestens 0,75 m breiten Sicherheitstrennstreifen zu markieren. Auf nicht markierte Sicherheitsräume sollte verzichtet werden, da diese von den Radfahrenden nicht entsprechend erkannt werden.
- Die Mindestbreiten von Schutz- und Radfahrstreifen sollten generell überdacht werden. Es wird eine Breite von 1,85 m für Schutzstreifen zzgl. eines Sicherheitstrennstreifens bei Parkständen von mindestens 0,75 m empfohlen.
- Da bei schmaler Kernfahrbahn die Markierung des Schutzstreifens oft überfahren wird, wird eine Kernfahrbahnbreite von mindestens 5,0 m empfohlen.
- Im Falle, dass keine ausreichende Fahrbahnbreite vorhanden ist und die Führung im Seitenraum nicht möglich ist, soll die Überlegung der Führung im Mischverkehr mit ggf. reduzierter Geschwindigkeit erwogen werden. Hierbei wird jedoch auf Untersuchungen verwiesen, die keine zwangsweise Sicherheitsreduzierung im Mischverkehr bei Fahrbahnbreiten von 7,0-8,5 m feststellen konnten; des Weiteren wird auf weitere Studien verwiesen, die Tendenzen zu höheren Überholabständen im Mischverkehr nachwiesen.

Laut ERA 2010 ist zum Überholen einer radfahrenden Person durch einen Pkw ein lichter Raum von 5,00 m erforderlich. Berücksichtigt man die StVO 2020, nach der ein Überholabstand Pkw-Rad von 1,50 m einzuhalten ist, ist zum Überholen einer radfahrenden Person durch einen Pkw nunmehr ein breiterer lichter Raum erforderlich. Setzt man die Breite eines Fahrzeugs ohne Spiegel mit rund 1,95 m (Bemessungsfahrzeug 2010 nach Schuster, Sattler und Hoffmann, 2011) und die Breite eines Radfahrenden mit 0,80 m an, so ergibt sich unter Berücksichtigung der Sicherheitsräume von 0,75 m des Radfahrenden zum rechten Bord und des Pkw von 0,50 m zum linken Bord das in Abbildung 8 dargestellte Mindestmaß von 5,50 m.

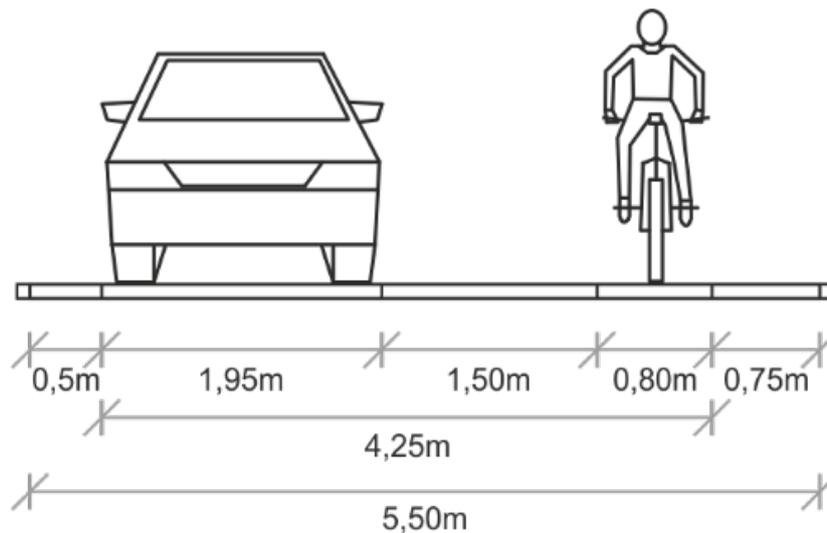


Abbildung 8: Raumbedarf zum Nebeneinanderfahren/Überholung Pkw-Rad neben Parkständen nach aktuellem Stand der Forschung.

Die notwendige Fahrbahnbreite für die Anlage eines Schutzstreifens betrüge, wenn man den Empfehlungen von Richter et al. 2019 folgen würde, mit den oben genannten Vorgaben 8,7 m zzgl. von Sicherheitstrennstreifen an Parkstreifen.

## 2.4 Piktogramme auf der Fahrbahn

In Fällen, in denen der Querschnitt zu schmal ist, als dass eine der in Kapitel 2.3 genannten Führungsformen markiert werden könnte, werden in letzter Zeit verstärkt Piktogramme auf der Fahrbahn markiert oder Hinweisschilder am Fahrbahnrand angebracht. Kapitel 2.4.1 stellt zunächst die Bedeutung der Fahrradsymbole auf der Fahrbahn vor, bevor in 2.4.2 mögliche Einsatzbereiche und Positionierungsempfehlungen aus der Literatur und in 2.4.3 internationale Forschung zum Thema vorgestellt werden. Kapitel 0 geht anschließend auf die Hinweisschilder ein.

### 2.4.1 Bedeutung der Piktogramme auf der Fahrbahn

Shared Lane Markings oder auch *Sharrows* (Neologismus aus „Share the road“ und „Arrows“; Fahrrad-symbol mit zwei Sparren, vgl. Tabelle 9 und Tabelle 21) finden international bereits seit den 1990er Jahren Anwendung (Ferenchak & Marshall, 2019). Sie dienen unter anderem:

- der Unterstützung von Radfahrenden bei der lateralen Positionierung im Mischverkehr hin zur Fahrbahnmitte, um Kollisionen mit sich öffnenden Türen parkender Kfz zu vermeiden (sog. „Doorring“),
- der Ermunterung zum sicheren Überholen von Radfahrenden durch Kfz-Fahrende,
- der Reduzierung der Inzidenz von Radfahren in der falschen Richtung,

- als Hinweis auf gemeinsame Fahrbahnnutzung durch Kfz- und Radfahrende,
- der Verdeutlichung, wo Radfahrende mit dem Rad fahren dürfen bzw. sollen und damit Stärkung ihrer Rechte,
- der Erhöhung der Sichtbarkeit von Radfahrenden,
- der Leitung von Radfahrenden vom Gehweg auf die Fahrbahn,
- der Markierung auf Strecken, auf denen aufgrund einer zu geringen Querschnittsbreite keine andere Radverkehrsinfrastruktur angelegt werden kann (Brewer, Weber & Jones, 2010; Cosma, 2012; Federal Highway Administration, 2009; Ferenchak & Marshall, 2019; Hunter, Srinivasan, Thomas, Martell & Seiderman, 2011; Knoflacher, 2014; Vasilev, Pitera & Jonsson, 2017).

#### 2.4.2 Einsatzbereiche und Positionierungsempfehlungen

Forschung zu Einsatzbereichen und zur konkreten Positionierung von Fahrradpiktogrammen auf der Fahrbahn ist derzeit noch rar. Im US-amerikanischen Manual in Uniform Traffic Control Devices (MUTCD; Federal Highway Administration, 2009) wird dazu geraten, die Markierungen nicht auf Straßen mit Geschwindigkeitsbegrenzungen über 35 mph (ca. 56 km/h) aufzubringen. Auf Straßen mit Längsparken auf der Fahrbahn sollten die Symbole so platziert werden, dass ihre Mitte mindestens 11 Fuß (ca. 3,3 m) von der Bordsteinkante oder dem Fahrbahnrand, sofern kein Bordstein vorhanden ist, entfernt ist. Zudem wird empfohlen, die Piktogramme direkt nach einer Kreuzung beginnen zu lassen und in Intervallen von nicht mehr als 250 Fuß (ca. 76 m) aufzubringen (Federal Highway Administration, 2009).

Daff (2013) empfiehlt in einer australischen Studie die Piktogramme auf Strecken, auf denen keine Radwege angelegt werden können und die Geschwindigkeiten der Kfz-Fahrenden, das Kfz-Volumen und die Straßengeometrie das Teilen der Straße von Kfz- und Radfahrenden erlauben. Zudem muss eine begründete Annahme vorliegen, dass die Symbole einen Sicherheitsgewinn darstellen, beispielsweise in Folge eines reduzierten Doooring-Risikos oder in der Nähe von Kreisverkehren.

Ein neuseeländischer Bericht (Mills, 2016) mit Best Practice-Empfehlungen für die Umsetzung von Radpiktogrammen auf der Fahrbahn sieht als primäre Voraussetzungen für einen sinnvollen Effekt der Symbole ein geringes Kfz-Volumen (z.B. sollte der durchschnittliche DTV unter 8.000 liegen) und geringe Kfz-Geschwindigkeiten sowie die Eigenschaften des Querschnitts (Breite, Landschaft, Kfz-Zusammensetzung). Ist die Kfz-Geschwindigkeit geringer (beispielsweise bei 30 km/h im Vergleich zu 50 km/h), so ist auch die Geschwindigkeitsdifferenz zwischen Rad- und Kfz-Fahrenden entsprechend geringer und Radfahrende fühlen sich eher in der Position, die Fahrbahn zu benutzen. Bei einer Steigung von mehr als 3% sollte die Geschwindigkeitsdifferenz zwischen Fahrrädern und Kfz ebenfalls berücksichtigt werden – bergab könnten die Markierungen geeigneter sein, da die Differenzen dort geringer sind als bergauf. Die Piktogramme sollten, sofern sie auf dieser Strecke nicht Teil einer Radverkehrsrouten sind und mehrfach verwendet werden, nicht in der Annäherung an Kreisverkehre markiert werden. Gleichzeitig sind die Symbole kein günstiges Allheilmittel („panacea“, Mills, 2016, S. 7), das anstelle von Radwegen verwendet werden sollte – ist ausreichend Platz für letztere vorhanden bzw. kann dieser Platz geschaffen werden, so ist ihre Implementierung vorzuziehen. Der Bericht rät von Markierungen auf Straßen mit realen Geschwindigkeiten über 50 km/h ab. Generell soll eine Begleitung der Umsetzung solcher Markierungen mit Informationskampagnen unterstützt werden (Mills, 2016).

### 2.4.3 Internationale Untersuchungen zu Sharrows

Nachfolgend wird auf einige internationale Studien zu Piktogrammen auf der Fahrbahn genauer eingegangen. Ein Überblick über die diskutierten Forschungsergebnisse wird in Tabelle 2 vorgestellt.

In einer Vorher-Nachher-Untersuchung von Pein, Hunter und Stewart (1999) führen vor Aufbringen der Sharrows in Florida in den USA 39% der Radfahrenden im Mischverkehr auf der Fahrbahn. In der Nachher-Bedingung waren dies 45%. Diese Zunahme war signifikant. Im Mittel betrug der Abstand der Radfahrenden vom Bordstein vor Umsetzen der Maßnahme 1,58 Fuß (= 0,48 m), danach waren es 1,83 Fuß (= 0,56 m). Dieser Befund war ebenfalls signifikant, wenngleich die Autoren die praktische Bedeutsamkeit desselben anzweifeln. In der Nachher-Bedingung nahm die Streuung bei Messung des Abstandes der Radfahrenden vom Bordstein zu; die Zahl derjenigen, die in 1,75 bis 2,5 Fuß (= 0,53-0,76 m) Entfernung vom Bordstein fuhren, nahm substantiell zu. Damit nahm ihr Sicherheitsabstand zu.

Eine Studie aus San Francisco konnte mittels Videoanalysen vor und nach dem Aufbringen der Markierungen zeigen, dass Sharrows („Bike-in-House“ [Fahrradpiktogramm in einem Pfeil] bzw. „Bike-and-Chevron“ [Fahrradpiktogramm mit Doppelpfeil darüber]) die Positionen von Kfz- und Radfahrenden signifikant verbesserten (Alta Planning + Design, 2004). Der Abstand Radfahrender zum ruhenden Verkehr nahm um 8 Zoll (0,20 m) zu. Bei Anwesenheit von vorbeifahrenden Kfz nahm der Abstand um 3-4 Zoll (0,08-0,10 m) zu; zudem vergrößerte sich der Abstand zwischen Radfahrenden und vorbeifahrenden Kfz um etwa 2 Fuß (0,61m). Waren keine Radfahrenden präsent, nahm der Abstand von vorbeifahrenden Kfz zum ruhenden Verkehr um etwa 1 Fuß (0,30 m) zu. Nach dem Aufbringen der Markierungen zeigte sich keine Zu- oder Abnahme von aggressivem Verhalten der Kfz-Fahrenden. Die Zahl der Radfahrenden, die auf dem Gehweg und in Gegenrichtung fuhren, nahm ab; beide Markierungsformen reduzierten die Zahl der Gehwegfahrenden (Bike-and-Chevron um 35%, Bike-in-House um 25%). Bike-and-Chevron-Markierungen verringerten auch die Zahl der Gegenrichtungs-Fahrenden signifikant um 80%; für Bike-in-House-Markierungen fand sich kein Effekt. In der Studie fand sich kein Effekt der Fahrbahnbreite auf die laterale Position. Die Markierungen hatten einen größeren Effekt auf den Abstand zwischen Radfahrenden und parkenden Kfz auf Straßen mit hohem Verkehrsaufkommen als auf Straßen mit moderatem Verkehrsaufkommen. Zusätzlich zu den Videoanalysen fanden Befragungen vor Ort statt; hier zeigte sich, dass Radfahrende die Markierungen als Schritt in die richtige Richtung ansahen. Ihr subjektives Sicherheitsgefühl verbesserte sich. Die Bedeutung der Markierungen wurde allerdings nicht unbedingt verstanden oder bemerkt, die Autoren empfehlen deshalb die Durchführung einer Öffentlichkeitsarbeitskampagne. Zudem empfehlen sie die Verwendung des Bike-and-Chevron- statt des Bike-in-House-Symbols, da sich für ersteres ein stärkerer Einfluss auf die Positionierung der Kfz-Fahrenden und die Reduktion von Fahren gegen die Fahrtrichtung bei Radfahrenden zeigte. Zudem bevorzugten die befragten Radfahrenden dieses Symbol (Alta Planning + Design, 2004).

Eine Studie im Auftrag der Federal Highway Administration (Hunter, Thomas, Raghavan & Martell, 2010) konnte im Vorher-Nachher-Vergleich für drei Strecken in Cambridge, Chapel Hill und Seattle in den USA zeigen, dass das Aufbringen von Sharrows den Raum von Radfahrenden vergrößerte und die Zahl der auf dem Gehweg fahrenden Radfahrenden verringerte. Auf der Strecke in Cambridge nahm die Zahl der Vermeidungsmanöver (Änderung der Geschwindigkeit oder Richtung von Rad- oder Kfz-Fahrenden, um Kollision mit anderen Verkehrsteilnehmenden zu vermeiden) von 76% auf 37% ab. Die Zahl der Radfahrenden, die in Anwesenheit eines folgenden Kfz in der Dooing-Zone fuhren, nahm ab. 94% der Radfahrenden fuhren über die Sharrows. Befand sich ein folgendes Kfz im Umfeld der Radfahrenden, nahm der durchschnittliche Abstand von Radfahrenden zu parkenden Kfz signifikant von 1,02 m auf 1,07 m zu. Mehr als 56% der Radfahrenden fuhren mehr als 40 Zoll (1,02 m) von parkenden Kfz

entfernt (und damit außerhalb der Dooring-Zone). Für Überholvorgänge zwischen Radfahrenden und Kfz änderte sich der Überholabstand nach Aufbringen der Markierungen im Vergleich zu vorher kaum, allerdings nahm die Zahl der innerhalb der Dooring-Zone fahrenden Radfahrenden ab. Waren keine Radfahrenden anwesend, nahm der Abstand zwischen fahrenden Kfz und ruhendem Verkehr um 0,35 m zu (von 2,06 m zu 2,41 m). Dies könnte auf einen größeren Raum für Radfahrende hindeuten (Hunter et al., 2010).

Das Aufbringen von Sharrows auf drei jeweils mehrstreifigen Strecken in Austin in den USA führte im Vorher-Nachher-Vergleich zu signifikanten Veränderungen in der durchschnittlichen lateralen Position der Radfahrenden auf der Fahrbahn, weg vom Bordstein und hin zur Mitte des Fahrstreifens. Gleichzeitig verbesserte sich das Verhalten der Kfz-Fahrenden während Überholvorgängen – es war wahrscheinlicher, dass sie beim Überholen von Radfahrenden den Fahrstreifen wechselten. Zudem fuhren weniger Radfahrende auf dem Gehweg (Brady, Loskorn, Mills, Duthi & Machemehl, 2011)

In Los Angeles, USA, wurden auf sechs Strecken Vorher-Nachher-Untersuchungen mit Videoanalysen und Feldbeobachtungen durchgeführt (La Vega, 2011). Es zeigte sich, dass die Sharrows auf den meisten Strecken die Distanz zwischen links überholenden Kfz- und Radfahrenden vergrößerten. Zudem war das Verhalten der Kfz-Fahrenden weniger aggressiv. Insgesamt folgten die Kfz- den Radfahrenden in größerem Abstand. Die Zahl der überholenden Kfz nahm signifikant ab.

Eine weitere Analyse von Hunter, Srinivasan und Martell (2012) auf einer Straße mit zwei Fahrstreifen in jeder Richtung in Miami Beach in den USA zeigte, dass nach dem Aufbringen von Sharrows der Abstand der Radfahrenden zu parkenden Kfz im Vergleich zu vorher signifikant um 10,5 Zoll (= 0,27 m) zunahm und mehr Radfahrende außerhalb der Dooring-Zone fuhren. Zudem nahm die Zahl der Radfahrenden, die den Gehweg benutzten, nach Aufbringen der Markierung signifikant von 55% auf 45% ab. Radfahrende wechselten bei Interaktionen mit Kfz-Fahrenden weniger häufig den Fahrstreifen (vorher: 15%, nachher: 9%) und fuhren weiter links. Kfz-Fahrende folgten Radfahrenden nach Aufbringen der Sharrows häufiger (vorher: 17%, nachher: 22%) und überholten sie weniger (vorher: 34%, nachher: 28%). Bremsten in Interaktion mit Radfahrenden in der Vorher-Bedingung 19%, waren dies in der Nachher-Bedingung 39%. Aus diesen Ergebnissen schließen die Autor\*innen auf einen sichereren, flüssigeren Verkehr. Zusätzlich nahm der Abstand zwischen fahrenden und parkenden Kfz signifikant um 4,5 Zoll (= 0,11 m) zu, was auf einen größeren operating space für Radfahrende schließen lässt (Hunter et al., 2012).

Ein Vorher-Nachher-Vergleich mittels Videoanalyse von drei innerstädtischen Straßen im australischen Melbourne, auf denen Sharrows angebracht wurden, zeigte bei zwei Straßen Verschiebungen in der lateralen Position der Radfahrenden von 0,11 bis 0,38 m (Daff, 2013). Der Autor bezeichnet diese Veränderungen insofern als bedeutsam, als sie statistisch signifikant und groß genug waren, um Interaktionen zwischen Rad- und Kfz-Fahrenden zu beeinflussen. Ein statistisch signifikanter Anstieg in aggressiven Manövern von Kfz-Fahrenden nach dem Aufbringen der Piktogramme ließ sich auf eine der Versuchsstrecken zurückführen. Dort war es wahrscheinlicher, dass die Radfahrenden eine zentralere Position auf der Fahrbahn einnahmen; gleichzeitig nahmen damit aufgrund der räumlichen Einschränkung die Überholmöglichkeiten für Kfz-Fahrende ab. Die zentralere Position der Radfahrenden wurde von Kfz-Fahrenden nicht immer toleriert, was ein Indikator dafür ist, dass die Sharrows nicht immer zu mehr Rücksicht gegenüber den Rechten von Radfahrenden führen. Nach dem Aufbringen der Symbole mussten weniger Radfahrende ihre Geschwindigkeit oder ihre Fahrlinie anpassen; dies wertet der Autor als Indikator für größeren Komfort der Radfahrenden. Von 86 Befragten hatten 78% die Sharrows nicht bemerkt. Gefragt nach der Bedeutung, führten sie eine Verstärkung des Rechts für Radfahrende,

die Straße zu nutzen, an. 54% der Befragten, die die Sharrows bemerkt hatten, gaben keinen Unterschied in ihrer wahrgenommenen Sicherheit an; 32% fühlten sich etwas, 10% viel sicherer. Keine\*r der Befragten fühlte sich nach dem Aufbringen unsicherer. Die Studie schlussfolgert, dass es sowohl denkbar ist, dass das Unfallrisiko aufgrund der zentraleren Position der Radfahrenden und des damit einhergehenden einschüchternden Verhaltens der Kfz-Fahrenden steigt, als auch, dass die zentralere Position zu einem geringeren Unfallrisiko führt, da Radfahrende nun sichtbarer sind (Daff, 2013).

In der bis dato einzigen deutschsprachigen Studie zu Fahrradpiktogrammen auf der Fahrbahn zeigte sich auf drei Strecken in Wien, dass die Distanz zwischen Radfahrenden und dem Fahrbahnrand nach dem Aufbringen der Symbole signifikant zunahm (im Mittel um 0,2 m). Radfahrende nutzten signifikant häufiger die Mitte der Fahrbahn. Auf den drei untersuchten Strecken nahm der Abstand der Radfahrenden zum Fahrbahnrand im Mittel um 0,20 m auf 0,83 m, um 0,14 m auf 0,90 m bzw. um 0,21 m auf 0,90 m zu. Die Piktogramme wurden 0,85 m vom Rand der Fahrbahn markiert, bei Parkstreifen 1,15 m von diesen entfernt. Wurden die Radfahrenden von Kfz-Fahrenden überholt, so war der Überholabstand zwischen Kfz und Fahrbahnrand nach dem Aufbringen der Piktogramme größer als zuvor, zudem nahm auch der Abstand zwischen überholenden Kfz- und Radfahrenden zu. Die Zahl der Überholvorgänge nahm signifikant ab (Knoflacher, 2014).

Vorher-Nachher-Vergleiche anhand von Videoanalysen auf drei Strecken in Auckland in Neuseeland zeigten eine Beeinflussung der lateralen Position von Radfahrenden auf zwei der drei Strecken; der Abstand vom Bordstein nahm für allein fahrende Radfahrende um 0,03 m bis 0,34 m am Wochenende zu, wobei nicht alle Ergebnisse signifikant waren. Für die dritte Strecke waren zu wenige Datenpunkte vorhanden, um eine statistisch gesicherte Veränderung zwischen Vorher- und Nachher-Bedingung anzeigen zu können (Pol, Prasad, Costello, Patel & Hancock, 2015).

Vorher-Nachher-Videoanalysen von Kassim, Ismail und Woo (2017) zu „Supersharrows“ (mit grünem Rechteck hinterlegte Sharrows) auf einer Straße mit zwei Fahrstreifen in jede Richtung in Kanada zeigen, dass die Zahl der Fahrstreifenwechsel von Kfz-Fahrenden nach dem Aufbringen der Piktogramme – sowohl insgesamt als auch in Anwesenheit von Radfahrenden – abnahm, insbesondere die Wechsel von links nach rechts. Gleichzeitig nahm die Zahl der Wechsel von rechts nach links zu. Das Kfz-Volumen änderte sich nicht. Die Zahl der Radfahrenden, die nach dem Aufbringen der Supersharrows auf dem Gehweg fahren, nahm signifikant ab. Im Schnitt nahm der Abstand zwischen Radfahrenden und dem Bordstein zu.

Vasilev et al. (2017) untersuchten Sharrows in einer Vorher-Nachher-Untersuchung auf einer Straße in Norwegen. Das Geschwindigkeitslimit lag auf der Straße bei 30 km/h; die Piktogramme wurden über eine Länge von 400 m angebracht. Zwischen der Vorher- und der Nachher-Erhebung lag ein Jahr. Mittels Beobachtung wurden die Zahl der Rad- und Kfz-Fahrenden sowie deren Position auf der Straße und ihr geschätztes Alter festgehalten. Zudem wurde Zahl und Art der Interaktionen zwischen Rad- und Kfz-Fahrenden registriert. Gleichzeitig wurden erwachsene Verkehrsteilnehmende online und vor Ort zu ihrer wahrgenommenen Sicherheit und Konflikten befragt. Die Beobachtungen ergaben einen etwa gleichen Anteil an auf dem Gehweg fahrenden Radfahrenden (32% vorher vs. 34% nachher); die Befragten berichteten allerdings einen Rückgang des Gehwegfahrens von 58% auf 24%. Kritisch anzumerken ist, dass die Fahrbahnbreite beim Aufbringen der Piktogramme verringert wurde (von 6-7 m in der Vorher- auf 6 m in der Nachher-Bedingung). Auch die beidseitigen Gehwege wurden verbreitert

Studie	Alta Planning + Design, 2004	Brady et al., 2011	Hunter et al., 2010	Hunter 2012	Kassim et al., 2017	Knoflacher, 2014	La Vega, 2011	Pein et al., 1999	Pol et al., 2015	Vasilev et al., 2017
Ort	San Francisco, USA	Austin, USA	Cambridge, Chapel Hill, Seattle, USA	Miami, USA	Ottawa, Kanada	Wien, Österreich	Los Angeles, USA	Florida, USA	Auckland, Australien	Levanger, Norwegen
Vorher-Nachher-Vergleich	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Zahl der untersuchten Strecken	6	3	3	2	1	3	6	3	3	1
Evaluation verschiedener Symbole	•									
Schrägparken an einer/mehreren der untersuchten Strecken	•					•			?	• (prä)
Parallelparken an einer/mehreren der untersuchten Strecken	•	•	•	•		•	•		?	• (post)
Kein Parken auf einer/mehreren der untersuchten Strecken			•		•		?	•	?	

Tabelle 2: Übersicht über bisherige Forschung zu Piktogrammen auf der Fahrbahn. Eigene Darstellung nach Daff, 2013.

Tabelle 2 (Fortsetzung)

Studie	Alta Planning + Design, 2004	Brady et al., 2011	Hunter et al., 2010	Hunter 2012	Kassim et al., 2017	Knoflacher, 2014	La Vega, 2011	Pein et al., 1999	Pol et al., 2015	Vasilev et al., 2017
Mind. eine der untersuchten Strecken hügelig			•	•	•				~	
Interviews von Radfahrenden vor Ort	•									•
Interviews von Kfz-Fahrenden vor Ort	•									•
Messung der lateralen Positionen der Radfahrenden	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
Messung von Vermeidungsmanövern	•	•	•	•			•			
Zählung von Radfahrenden auf dem Gehweg	•	•	•	•				•		•
Veränderung der lateralen Position der Radfahrenden vom Bordsteinrand	+ 0,2m; +0,08-0,1m <sup>1</sup>	+	mit Kfz: +0,05m	+0,27m	+	+0,2m	?	+0,08m	+0,03-0,34m	

*Anmerkungen.* Mit einem • markierte Zellen weisen auf das Untersuchen des Kriteriums in der jeweiligen Studie hin. Bei mit einem ? markierten Zellen ist aus der Studie nicht ersichtlich, ob das entsprechende Kriterium untersucht wurde. <sup>1</sup> bei vorbeifahrenden Kfz.

(von 1-3 m auf 1-5,2 m) und einseitig für den Radverkehr freigegeben. Neben unterschiedlichen Erhebungszeitpunkten (Sommer in der Vorher-, Herbst in der Nachher-Bedingung) und der Eröffnung einer Schule an der Strecke (und der daraus resultierenden erhöhten Zahl von jüngeren Radfahrenden) ist der Einfluss dieser baulichen Veränderung auf die Ergebnisse nicht zu unterschätzen und beeinflusst ihre Interpretierbarkeit. In der Teilpopulation der älteren Radfahrenden deckten sich die Ergebnisse aus den Beobachtungen mit den Befragungen; hier nahm die Zahl der Gehwegfahrenden ab. Die Zahl der Überholvorgänge ohne Fahrstreifenwechsel nahm von 38% auf 3% ab, jedoch war die Stichprobengröße hier sehr klein ( $N_{\text{vorher}} = 8$ ,  $N_{\text{nachher}} = 3$ ). Vor Aufbringen der Piktogramme folgten 19% der Kfz-Fahrenden den Radfahrenden ohne zu überholen, danach waren es 56%. Hier ist wieder auf die schwierige Interpretierbarkeit der Ergebnisse aufgrund der Verengung der Straße hinzuweisen. Die Bedeutung der Piktogramme wurde von den Befragten verstanden, allerdings gab die Hälfte an, nicht den Fahrstreifen zu beanspruchen („taking the lane“, Vasilev et al., 2017, S. 1102) sondern am Fahrbahnrand zu fahren. 69% der Befragten fühlten sich nach dem Aufbringen der Symbole sicherer als vorher, 28% gaben keine Veränderung an. 3% fühlten sich weniger sicher. 60% der Radfahrenden nahmen eine positive Veränderung im Verhalten der Kfz-Fahrenden zu ihnen wahr; 34% empfanden keine Veränderung. 41% der befragten Radfahrenden berichteten in der Vorher-Bedingung, dass der Überholabstand von Kfz-Fahrenden unkomfortabel klein gewesen sei, danach waren es 28%. 70% der befragten Kfz-Fahrenden gaben an, dass sich die Sicherheit auf der Erhebungsstrecke durch die Piktogramme verbessert habe. Eine Zusammenfassung der vorgestellten internationalen Forschungsergebnisse ist Tabelle 2 zu entnehmen.

## 2.5 Hinweisschilder am Fahrbahnrand

Piktogramme auf der Fahrbahn können in Verbindung mit oder anstelle von Hinweisschildern am Fahrbahnrand genutzt werden. Solche Schilder wie „Bicycles May Use Full Lane“ (Radfahrende dürfen den gesamten Fahrstreifen nutzen) werden in den USA laut MUTCD (Federal Highway Administration, 2009) auf Straßen genutzt, auf denen Radfahrenden keine Radwege oder Radfahrstreifen zur Verfügung stehen und auf denen die Fahrbahn zu eng ist, als dass Rad- und Kfz-Fahrende nebeneinander fahren könnten. Zudem können solche Schilder an Orten angebracht werden, an denen es besonders wichtig ist, Verkehrsteilnehmende zu informieren, dass Radfahrende auf dem Fahrstreifen unterwegs sein könnten. „Share the road“-Schilder (Teilen Sie die Straße) wurden ursprünglich in Situationen genutzt, in denen Kfz-Fahrende gewarnt werden müssen, dass Radfahrende entlang einer Schnellstraße unterwegs sind (Federal Highway Administration, 2009). Mittlerweile werden sie aber auch genutzt, um Kfz-Fahrende daran zu erinnern, dass Radfahrende das Recht haben, auf der Fahrbahn zu fahren (Hess & Peterson, 2015). Beispiele für die angesprochenen Schilder finden sich Pein (2021, S. 15) sowie Dietze und Kupke (2014) und in Abbildung 9.

Im Gegensatz zu Studien zu Piktogrammen sind Untersuchungen zur Verständlichkeit von Hinweisschildern rar gesät (Brady, Loskorn, Mills, Duthie & Machemehl, 2011; Hess & Peterson, 2015; Høye, Fyhri & Bjørnskau, 2016). In einer Vorher-Nachher-Studie von Mills, Loskom, Brady, Duthie und Machemehl (2010) in Austin in den USA verbesserten „Bicycles May Use Full Lane“-Schilder die Sicherheit (definiert u.a. über angemessene Überholabstände mit Fahrstreifenwechsel beim Überholen, Fahren der Radfahrenden in der Mitte des Fahrstreifens) von Rad- und Kfz-Fahrenden. In einer US-amerikanischen Online-Studie von Hess und Peterson (2015) stimmten signifikant mehr Befragte der Aussage zu, dass



Abbildung 9: Mögliche Darstellung von Hinweisschildern, die am Fahrbahnrand aufgebracht werden können, um zu verdeutlichen, dass Radfahrende auf der Fahrbahn unterwegs sind und Rad- und Kfz-Fahrende die Fahrbahn teilen.

Radfahrende in der Mitte des Fahrstreifens fahren dürfen, wenn ein „Bicycles May Use Full Lane“-Schild am Fahrbahnrand aufgebracht war als bei keinem Schild. Im Vergleich zu keiner Maßnahme oder „Share the Road“-Schildern verbesserten die „Bicycles May Use Full Lane“-Schilder das Verständnis der Befragten, dass Radfahrende Raum auf der Fahrbahn einnehmen dürfen und verstärkten die Wahrnehmung, dass die Nutzung der gesamten Fahrbahn sicher ist. In einer weiteren US-amerikanischen Untersuchung von Kay, Savolainen, Gates und Datta (2014) führte das Anbringen von „Share the Road“-Schildern am Fahrbahnrand im Vorher-Nachher-Vergleich zu einer Verlagerung von Kfz weg von der ganz rechten Position auf dem Fahrstreifen und einer Reduktion der Kfz-Geschwindigkeiten um 4 km/h. Eine norwegische Untersuchung von Høye et al. (2016) konnte zeigen, dass etwa 2/3 der vorbeifahrenden Rad- und Kfz-Fahrenden ein aufgestelltes Schild mit dem Hinweis „Del veien“ (Teilen Sie die Straße) bemerkt hatten. Von diesen Personen konstatierten mehr als 90%, dass sie das Schild verstanden und seiner Nachricht zustimmten. Nachdem das Schild aufgestellt worden war, berichteten mehr Kfz-Fahrende bzw. Radfahrende, dass Radfahrende (bzw. Kfz-Fahrende) rücksichtsvoll sind. Radfahrende ließen Kfz-Fahrende eher überholen. Im Vorher-Nachher-Vergleich berichteten weniger Radfahrende zu enge Überholabstände durch Kfz-Fahrende. Bei alleine fahrenden Radfahrenden veränderte sich im Selbstbericht der Abstand vom Bordsteinrand nicht. In der Studie konnten Verbesserungen nur für bestimmtes Verhalten gezeigt werden, das in Überhol Situationen und Erfahrungen für die aktuelle Fahrt relevant war. Es fanden sich keine Verbesserungen in der allgemeinen Beschreibung des Verhaltens von Rad- und Kfz-Fahrenden in anderen Situationen.

Wenngleich die unter 2.4 und 0 genannten Studien ein insgesamt positives Bild auf die Effektivität von Piktogrammen auf der Fahrbahn und Hinweisschildern am Fahrbahnrand bei der Beeinflussung von lateralen Positionen von Verkehrsteilnehmenden und des subjektiven Sicherheitsgefühls werfen, so ist anzumerken, dass bisher noch keine umfassende Untersuchung in Deutschland durchgeführt wurde. Es ist davon auszugehen, dass sich verschiedene Länder in ihren Umwelt-, Datenerhebungs- und Umgebungsbedingungen unterscheiden, was wiederum einen Einfluss auf die Wirksamkeit und Evaluation verschiedener Verkehrsmaßnahmen haben kann (Campbell, 1998; Cheng et al., 2018; Dill & Voros, 2007). Außerdem unterscheiden sich die Länder im Anteil der Wege, die mit dem Rad zurückgelegt werden und in der Zusammensetzung der Gruppe der Radfahrenden (Aldred, Woodcock & Goodman, 2016). Deshalb sollen in der vorliegenden Studie der Einfluss von Piktogrammen und Hinweisschildern auf Regelwissen, Einstellungen und berichtetes sowie beobachtbares Verhalten von Verkehrsteilnehmenden untersucht werden. Dabei wird erwartet, dass die Maßnahmen zu einer Verbesserung des Regelwissens, positiveren Einstellungen gegenüber anderen Verkehrsteilnehmenden und Verbesserungen in subjektiver und objektiver Sicherheit sowie dem Fahrverhalten führen.

### 3 Untersuchungsmethode

In diesem Kapitel wird zunächst das Vorgehen der Städtebefragungen zur Nutzung und Planung von Piktogrammketten und Hinweisschildern vorgestellt (3.1), bevor dargelegt wird, wie die Bestands- und Pilotstrecken ausgewählt wurden (3.2). 3.3 geht auf Messungen vor Ort mittels Video- und Seitenradaranalysen ein, 3.4 auf die durchgeführten Unfalluntersuchungen. Unter 3.5 wird das Vorgehen bei den Befragungen vorgestellt, unter 3.6 das Vorgehen bei der Analyse und Unterstützung von Öffentlichkeitsarbeit. Das Kapitel schließt mit dem Vorgehen bei den qualitativen Städte-Interviews (3.7).

#### 3.1 Städtebefragung zur Nutzung & Planung von Piktogrammketten und Hinweisschildern

Für die Befragung von Kommunen wurde eine zweistufige Vorgehensweise gewählt. In der ersten Stufe wurden alle Bürgermeister\*innen von Kommunen mit mehr als 100.000 Einwohnenden sowie Kommunen, in denen Kontakt zu den Radverkehrsbeauftragten bestand, angeschrieben. Die Angeschriebenen erhielten neben einer kurzen Projektbeschreibung ein kurzes Antwortfax (vgl. Anhang 1). In diesem wurde abgefragt, ob es entsprechend des Projektes umgesetzte oder geplante Maßnahmen zu Piktogrammketten auf der Fahrbahn oder Hinweisbeschilderungen zur Fahrbahnnutzung in der Kommune gab und ob Interesse zur Zusammenarbeit bestand. Die Liste der Städte wurde zudem ergänzt durch Städte, die sich aufgrund der Veröffentlichung der Projektbeschreibung selbstständig meldeten und ihr Interesse an der Studienteilnahme bekundeten. In der zweiten Stufe wurden die genannten Ansprechpartner\*innen angeschrieben und detailliert zu den umgesetzten und geplanten Strecken befragt. Durch die zweistufige Befragung mit einem äußerst kurzen ersten Fragebogen (Antwortfax) wurde angestrebt, einen Überblick zur Umsetzungspraxis in Deutschland zu erhalten und in einem nächsten Schritt mögliche Untersuchungsbeispiele ausfindig zu machen.

Auf das Antwortfax gab es einen Rücklauf aus 48 Städten von 107 angeschriebenen. Von den 36 Städten, die Interesse an einer weiteren Befragung zu umgesetzten oder geplanten Strecken mit Piktogrammketten oder Beschilderungen angegeben hatten, nannten 27 Städte 36 Strecken im Bestand und 52 Strecken in der Planung (vgl. Tabelle 3).

<b>Befragungsstufe</b>	<b>Anzahl Städte Versand</b>	<b>Anzahl Städte Rücklauf</b>	
Antwortfax	107	48	
Befragung Umsetzung	36	27	17 (Nennung von 36 Strecken)
Befragung Planung			23 (Nennung von 52 Strecken)

Tabelle 3: Rücklauf Befragung.

#### 3.2 Auswahl von Bestands- und Pilotstrecken

Aus den gemeldeten Strecken wurden zunächst sechs Strecken im Bestand aus mehreren Bundesländern mit unterschiedlicher Ausführung der Piktogrammketten ausgewählt. Für die daran anschließende Vorher-/Nachher-Untersuchung wurden in zwei Wellen 14 Pilotstrecken aus mehreren Bundesländern ausgewählt. Durch diverse Verzögerungen in Verwaltung und praktischer Umsetzung bedingt, wurden die Strecken aus einer Vorauswahl sukzessive final festgelegt (vgl. Abbildung 10).

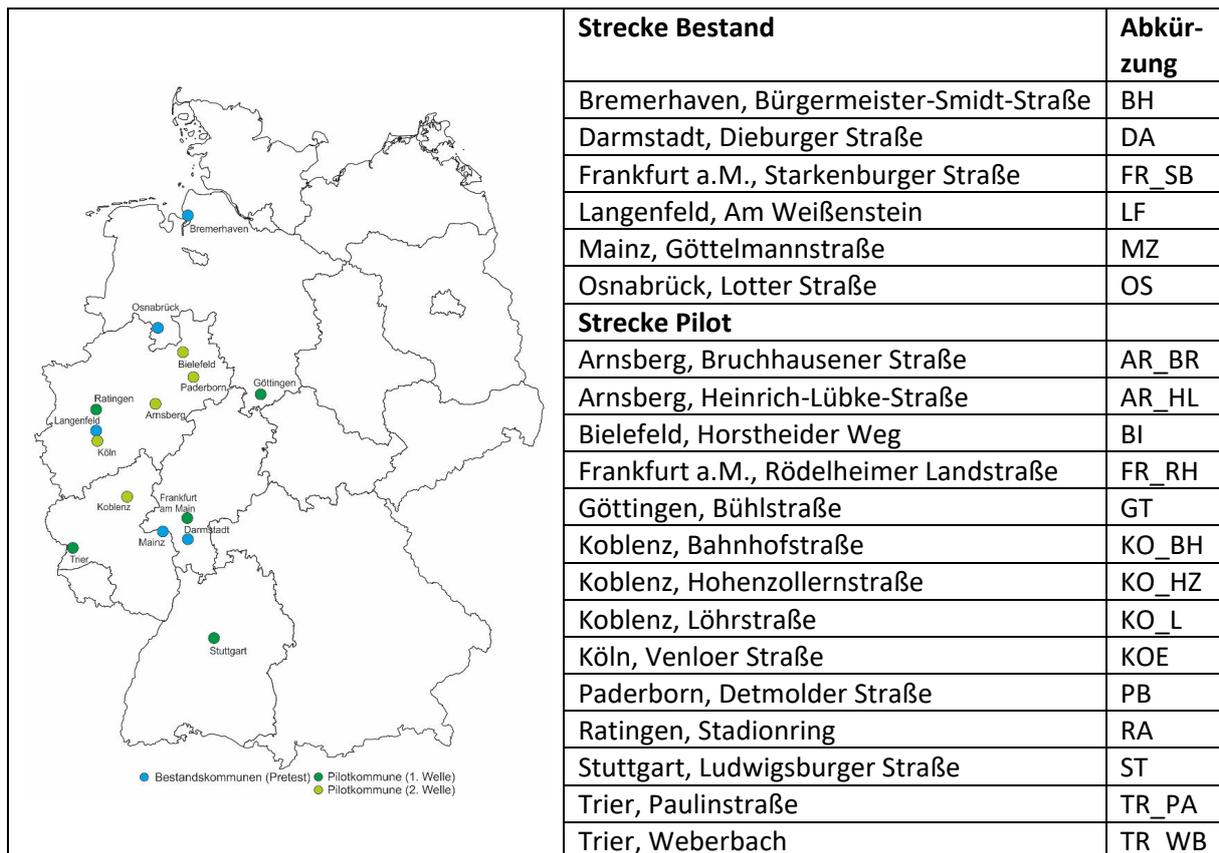


Abbildung 10: Übersicht Auswahl Bestandsstrecken und Pilotstrecken. Eine Übersicht zu wichtigen Kennzahlen der Strecken ist dem Zusatzmaterial zu entnehmen und kann begleitend zur Lektüre der vorliegenden Untersuchung verwendet werden, eine genauere Aufschlüsselung findet sich in Anhang 5 und Anhang 6.

Für die Auswahl von Strecken wurden die folgenden Rahmenbedingungen definiert.

- **Hauptverkehrsstraßen, Sammelstraßen:**  
Die Strecke liegt auf einer Hauptverkehrsstraße oder Sammelstraße und ist nicht Teil des untergeordneten Netzes, in dem die Führung des Radverkehrs im Mischverkehr die Regel darstellt.
- **Radverkehrsnetz:**  
Die Strecke ist Teil des Radverkehrsnetzes und somit eine wichtige Strecke für den Radverkehr.
- **Ein- oder zweistreifige Fahrbahnen mit beengtem Querschnitt:**  
Piktogrammketten sollten nur in beengten Verhältnissen angewendet werden, wenn keine andere Führung des Radverkehrs (z.B. Schutzstreifen) auf der Fahrbahn möglich ist.
- **Kein straßenbündiger Gleiskörper:**  
Straßenbündige Gleiskörper stellen ein Sicherheitsrisiko für Radfahrende dar, welches in diesem Forschungsprojekt nicht weiter betrachtet wird.
- **Streckenlänge und Streckenverlauf:**  
Die Maßnahme sollte über eine gewisse Streckenlänge umgesetzt sein, so dass eine streckenbezogene Wirkung entstehen kann. Für die Untersuchungsmethode der Videobeobachtung wurde in den Bestandsuntersuchungen festgestellt, dass zudem eine Mindestlänge von ca. 300 m benötigt wird, um passende Kamerastandorte zu finden. Für die Kamerabeobachtungen sollte ein

möglichst ebener und geradliniger Streckenverlauf vorliegen (an den Untersuchungsquerschnitten), um Fahrlinien und Überholabstände messen zu können. Für die Aufhängung der Kameras wurden Baumstandorte oder Laternen verwendet; diese mussten entsprechend vorhanden sein.

- **Parkstände:**

Parkstände sollten bei Bestandsstrecken möglichst längs der Straßen angeordnet sein, bei Pilotstrecken wurden Strecken mit Schräg- oder Senkrechtparkständen weitestgehend ausgeschlossen, da angenommen wurde, dass es hier durch mangelnde Sichtbeziehungen zu kritischen Situationen bei Ausparkvorgängen kommen kann.

- **Kfz-Verkehrsstärke:**

Die durchschnittliche tägliche Kfz-Verkehrsstärke sollte zwischen 2.000 und 20.000 Kfz/24h liegen.

Das Kriterium der Datenverfügbarkeit insbesondere zu Radverkehrsstärken wurde nicht zur Auswahl herangezogen, da diese an zu wenigen Strecken vorlagen.

Zur endgültigen Auswahl gehörten Strecken mit unterschiedlichen Merkmalen und unterschiedlicher Ausführung der Maßnahme „Piktogrammreihe“ oder „Beschilderung“, die in Tabelle 4 dargestellt sind. Eine detaillierte Übersicht der Strecken findet sich in den in Anhang 5 und 6 zusammengestellten Steckbriefen der Bestands- und Pilotstrecken.

<b>Merkmal</b>	<b>Ausprägung</b>
Radverkehrsführung	reiner Mischverkehr nicht benutzungspflichtiger Radweg Gehweg, Radfahrer frei
Straßentyp	Örtliche Geschäftsstraße Dörfliche Hauptstraße Örtliche Einfahrtsstraße Quartiersstraße
zulässige Höchstgeschwindigkeit	30 km/h 50 km/h
zulässiges Parken	nicht vorhanden einseitig, Fahrbahn/Seitenraum beidseitig, Fahrbahn/Seitenraum
Querschnittsbreite	nutzbare Fahrbahnbreite Seitenraumbreite
Verkehrsbelastung	Kfz-Verkehr Rad-Verkehr Fuß-Verkehr
Ausführung der Maßnahme	Piktogramm Fahrrad Piktogramm Fahrrad mit Pfeilsymbol Beschilderung
Ausführung Markierung	Breite Rad-/Pfeilsymbol Länge Rad-/Pfeilsymbol Abstand Piktogramme vom Bordstein/ruhenden Verkehr Abstand Piktogramme zueinander

Tabelle 4: Übersicht der Streckenmerkmale.

Aus den Städtebefragungen wurden kaum Strecken mit geplanten Hinweisschildern zum Fahrbahnfahren gemeldet, so dass in der Vorher-/Nachher-Untersuchung nur eine Strecke mit Hinweisbeschilderung untersucht werden konnte. Die weiteren 13 untersuchten Strecken in der Vorher-/Nachher-Untersuchung und die Bestandsstrecken wurden mit Piktogramm-Ketten markiert. Teilweise wurde bei den Pilotstrecken erst kurz vor der Markierung endgültig entschieden, in welcher Form die Piktogramm-Markierung erfolgen sollte, so dass dieses Kriterium nicht direkt zur Auswahl herangezogen werden konnte.

Anhand von Kriterien wie Kfz- und Radverkehrsaufkommen, die einer Sicherung von ausreichend großen Stichproben bei den Vor-Ort-Befragungen dienen sollten, wurden 10 der insgesamt 14 Pilotstrecken für die Durchführung von Befragungen ausgewählt.

### 3.3 Beobachtungen Fahrverhalten

Erkenntnisse zum Verhalten und zur Sicherheit von Radfahrenden an Knotenpunkten bei der Führung auf der Fahrbahn sowie im Seitenraum liegen aus aktuellen Forschungsprojekten bereits vor. Zudem sind Empfehlungen zur Führung des Radverkehrs im Mischverkehr an Knotenpunkten in Regelwerken und Leitfäden zu finden. Daher wurden im Rahmen des Forschungsprojektes die Knotenpunktbereiche nicht detailliert untersucht, sondern der Fokus auf die Untersuchung der Strecke gelegt – zumal im Rahmen des Projektes keine neuen Formen der Führung im Knotenpunkt untersucht wurden. Dabei wurden die Piktogramme auch immer im Knotenpunktbereich markiert, so dass diese erkennbar sind, wenn Verkehrsteilnehmende in die Straße einbiegen.

Um das Verkehrsverhalten zu untersuchen und die in Kapitel 1.3 aufgestellten Hypothesen zu testen, wurden die in Tabelle 5 dargestellten Methoden angewandt, wobei die Methoden bei der Untersuchung der Pilotstrecken ausgeweitet wurden. Einerseits erfolgte eine Anpassung der Untersuchungsmethode der Bestandsuntersuchung, andererseits wurde ein Fokus auf die Untersuchung der Pilotstrecken gesetzt, da dadurch Vorher-/Nachher-Vergleiche und nicht nur Vergleiche mit Kenngrößen aus anderen Forschungsprojekten möglich sind.

<b>Merkmal</b>	<b>Methode</b>	<b>Bestandsstrecken</b>	<b>Pilotstrecken</b>
Kfz-Verkehrsstärken	Seitenradar	x	x
Rad-/Fußverkehrsstärken	Videoauswertung	x	x
Raumnutzung Radfahrende	Videoauswertung	x	x
Fahrlinien (Kfz, Rad)	Videoauswertung	x	x
Überholabstände	Videoauswertung	x	x
Geschwindigkeit Kfz	Seitenradar		x
	Videoauswertung		
Geschwindigkeit Rad	Videoauswertung		x
Querschnittsmaße	Vor-Ort-Messung	x	x
Interaktionen	Videoauswertung		x

Tabelle 5: Erhebungsumfang.

#### 3.3.1 Bestandserhebung

In der Bestandsphase wurden zunächst Strecken in solchen Kommunen untersucht, in denen bereits Piktogramme auf der Fahrbahn umgesetzt worden waren. Bei den Vor-Ort-Erhebungen wurden infrastrukturelle Merkmale wie die Radverkehrsführung im Vor- und Nachlauf der Strecke, Geschwindigkeitsbeschränkungen und Querschnittsmaße aufgenommen, Grundstückseinfahrten vermerkt und Kamerabeobachtungen an zwei Querschnitten der Untersuchungsstrecke durchgeführt. Hierbei wurden

die Kameras, wenn möglich, wie in Abbildung 11 zu sehen aufgebaut. War eine Positionierung auf gegenüberliegenden Seiten nicht möglich, wurden diese einseitig angebracht. Die zwei entgegengerichteten Kameras dienten dazu, bei der Erfassung von Überholungen einen Blick auf den Gegenverkehr zu ermöglichen und zudem beide Fahrrichtungen vermessen zu können. Um einen guten Blickwinkel auf Rad und Bordstein zu haben, wurde für die Ermittlung der Fahrlinien und Überholabstände der in Richtung der Kamera fahrende Verkehr beobachtet.

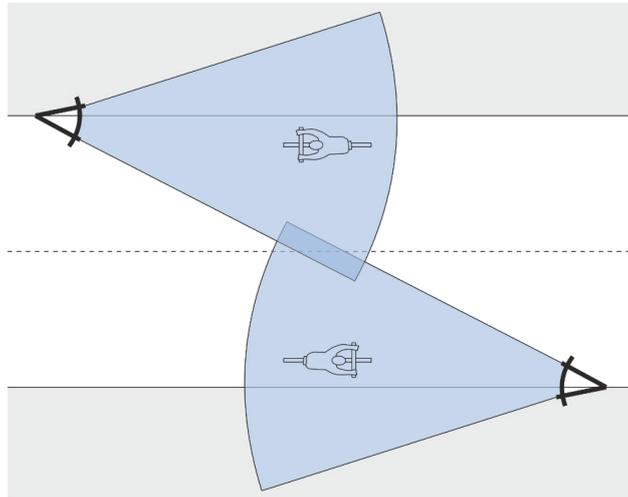


Abbildung 11: Schematischer Aufbau Kamerabeobachtung.

Da vor allem längere Abschnitte oft unterschiedliche Nutzungen oder Querschnitte in ihrem Verlauf zeigen, sollten an jeder Strecke möglichst zwei Querschnitte untersucht werden. Somit bestand auch die Möglichkeit, die Anzahl der Datensätze zu erhöhen bzw. Technikausfälle kompensieren zu können. Für die Kamerabeobachtungen wurden Weitwinkel-Actioncams genutzt, die zum Schutz vor Vandalismus und Wettereinflüssen in einem Kasten an Bäumen oder Laternenmasten auf ca. 4-5 m Höhe angebracht wurden (vgl. Abbildung 12).

Somit war ein gewisser Diebstahlschutz gegeben und der Kamerawinkel war ausreichend steil, um möglichst Verzerrungen zu minimieren, zudem war auf dieser Höhe der Datenschutz gewährleistet, da Gesichter und Kennzeichen nicht mehr zu erkennen waren. Für die Kamerastandorte wurde eine möglichst gerade Strecke mit Baum- oder Laternenstandorten gewählt. Aufgrund fehlender Geradlinigkeit oder fehlender Befestigungsmöglichkeiten der Kamerakästen war es nicht an allen Strecken möglich zwei Querschnitte zu beobachten.



Abbildung 12: Auhängung Kameras.

Die Kamerabeobachtungen fanden von März 2017 bis September 2019 gemäß den *Empfehlungen für Verkehrserhebungen (EVE; FGSV, 2012a)* im Zeitraum von 6-19 Uhr, Dienstag bis Donnerstag, außerhalb von Ferienzeiten und Wochen mit Feiertagen statt. Somit war es möglich, zum einen eine tägliche Verkehrsstärke zu ermitteln, die Spitzenstundenbereiche des Radverkehrs (je 2 Stunden) vormittags, mittags und abends abzudecken und bei geringer Fallzahl die Analysezeiten von 6 Stunden auf bis zu 13 Stunden zu erhöhen. Zudem wurde das Wetter berücksichtigt, so dass nur bei grundsätzlich trockenem Wetter und Temperaturen zwischen 15-30°C Erhebungen durchgeführt wurden. Die Videos wurden im Nachgang zuerst hinsichtlich der Radverkehrs- sowie Fußverkehrsstärke und Raumnutzung analysiert und die 2-Stunden-Spitzenstundenbereiche im Radverkehr vormittags, mittags und abends bestimmt, die im weiteren Verlauf hinsichtlich des Überholverhaltens und Konflikten analysiert wurden.

Die Kfz-Verkehrsbelastung wurde mit Hilfe von Seitenradargeräten über bis zu 24 Stunden erfasst und bei fehlender Plausibilität über Kurzzeitzählungen mit Hilfe der Videos verifiziert bzw. korrigiert.

Die Kfz-Verkehrsbelastung wurde mit Hilfe der Saisonalitätsfaktoren von Arnold, Hedeler, Wöppel und Dahme (2009) für den durchschnittlichen täglichen Werktagsverkehr  $DTV_{w5}$  hochgerechnet. Die Radverkehrsbelastung wurde anhand der Verfahren von Maier, Schiller, Zimmermann und Bohle (2011) für einen Werktag hochgerechnet. Aufgrund fehlender Hochrechnungsverfahren für Fußgänger-Verkehrsstärken wurden diese nicht hochgerechnet und die Verkehrsstärke von 6-19 Uhr als Tagesverkehr (TV) angenommen. Als Bezugsgröße der Analysewerte werden im Folgenden immer die tatsächlich gezählten Verkehrsstärken auf den entsprechenden Verkehrsflächen und in den analysierten Zeiträumen verwendet. Als Kenngröße für die Strecke werden die hochgerechneten und gerundeten Verkehrsstärken verwendet.

Nachfolgend wurden die ausgewählten Spitzenstundenbereiche hinsichtlich

- der Fahrlinien der beeinflussten und unbeeinflussten Radfahrenden auf der Fahrbahn,
- der Fahrlinien der beeinflussten und unbeeinflussten Kfz-Fahrenden,
- der Art von Hinterherfahrt oder Überholung (mit/ohne Gegenverkehr) und
- der Überholabstände der Kfz zu Radfahrenden

analysiert.

Um eine Überholung bzw. eine Hinterherfahrt genauer einzuordnen, wurden diese den in Abbildung 13 dargestellten Überholfällen zugeordnet.

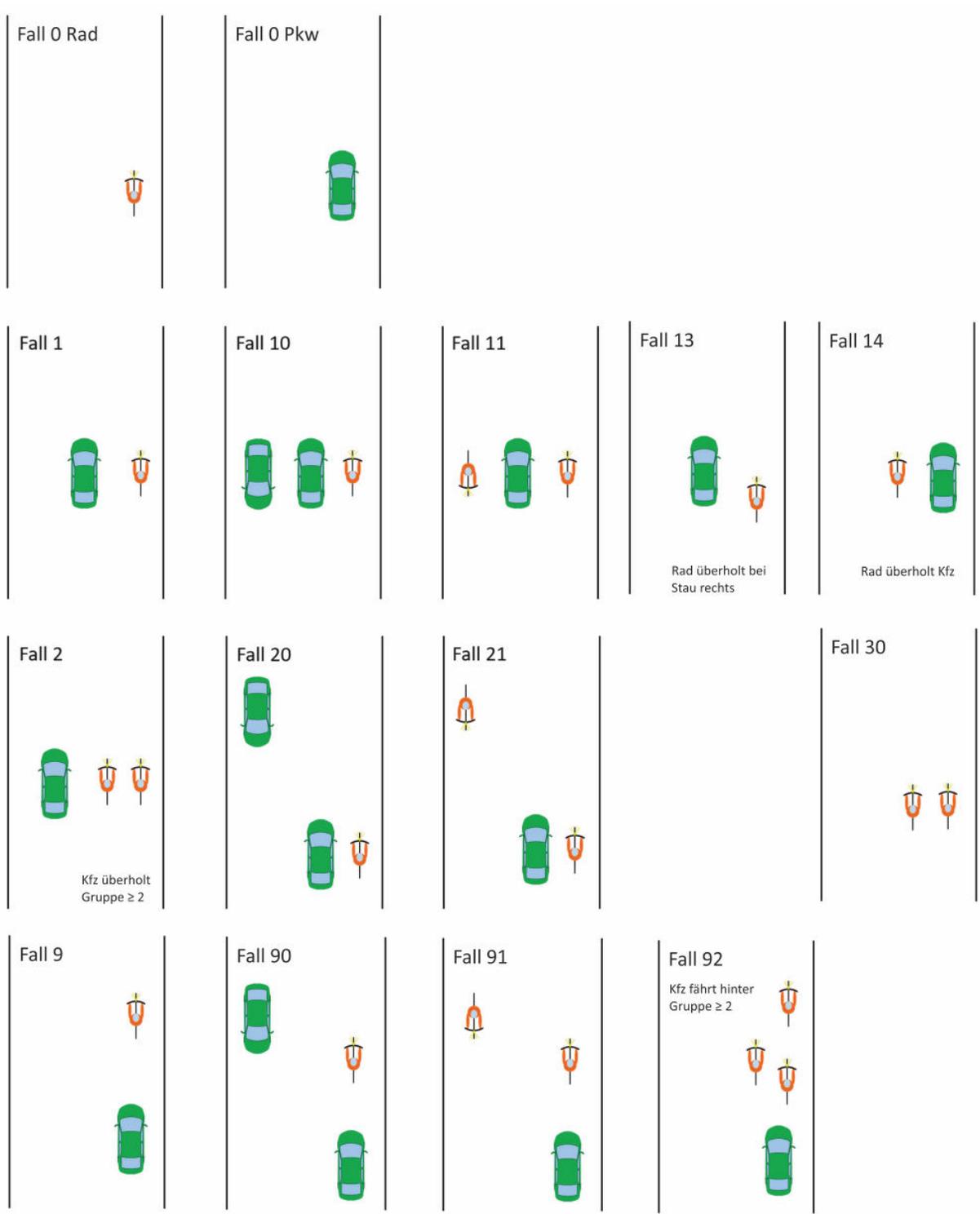


Abbildung 13: Einordnung der Überholfälle.

Radfahrende bzw. Kfz, die ohne Überholung bzw. Hinterherfahrt die beobachtete Strecke befahren, wurden als unbeeinflusst gewertet. Für die unbeeinflussten Fahrlinien wurden für jeden Spitzenstundenbereich 20 Fälle für Rad bzw. Kfz je Kamerastandort erhoben, somit insgesamt 60 Fälle je Kamerastandort bzw. 120 Fälle je Querschnitt und per Screenshot festgehalten. An vier Strecken konnte die angestrebte Anzahl der Fälle von unbeeinflusst fahrenden Radfahrenden in den Spitzenstundenbereichen (vorher & nachher) erreicht werden. Aufgrund einer zu geringen Radverkehrsbelastung auf der

Fahrbahn wurden die Beobachtungszeiten für die unbeeinflusste Fahrlinie an den anderen Strecken auf bis zu 13 Stunden erweitert.

Durch die Ausweitung der Beobachtungszeit konnte an einer Strecke die angestrebte Zahl an Radfahrenden erreicht werden, an zwei Strecken wurde die Anzahl in der Vorher-Erhebung nicht erreicht und an sieben Strecken konnte die Anzahl von 60 Fällen/(Fahrstreifen und Querschnitt) auch nach Ausweitung der Zeitbereiche (vorher wie nachher) nicht erreicht werden (vgl. Tabelle 6).

	<b>Erfasste Anzahl unbeeinflusste Fahrlinie Rad vorher</b>	<b>Erfasste Anzahl unbeeinflusste Fahrlinie Rad nachher</b>
<b>Strecken Bestand</b>		
BH	-	208
DA	-	88
FR_SB	-	128
LF	-	119
MZ	-	150
OS	-	233
<b>Strecken Pilot</b>		
AR_BR	61	129
AR_HL	159	165
BI	20	22
FR_RH	239	241
GT	146	174
KO_BH	106	121
KO_HZ	123	241
KO_L	99	121
KOE	99	214
PB	3	5
RA	227	249
ST	84	138
TR_PA	112	122
TR_WB	157	162

Tabelle 6: Übersicht Anzahl Messungen unbeeinflusste Fahrlinie Rad je Querschnitt.

Im Falle einer Überholung oder Hinterherfahrt (beeinflusste Fahrlinie) wurden alle auftretenden Fälle innerhalb der Spitzenstundenbereiche unterschieden nach Überholfall (vgl. Abbildung 13) mit Hilfe von Screenshots erfasst. An einzelnen Strecken mit geringem Radverkehr auf der Fahrbahn wurden die Zeitbereiche zur Erfassung der beeinflussten Fahrlinie erweitert, um für die statistische Auswertung eine annähernde Normalverteilung vorliegen zu haben.

Im Anschluss wurden die beeinflussten und unbeeinflussten Fahrlinien sowie Überholabstände vermessen. Die Vermessung der Fahrlinien und Überholabstände erfolgte über eine eigens programmierte Software, in der Screenshots der Videos rektifiziert und vermessen werden konnten. Für die Vermessung relevant war die Kante der Fahrbahn (Bord) oder – bei vorhandenen Parkständen – der Rand der Parkflächenmarkierung. (vgl. Abbildung 14).

Für die Kalibrierung der Vermessung wurden bei den Erhebungen vor Ort Markierungen am Fahrbahnrand aufgebracht und die Querschnitte des Straßenraums an den Kamerastandorten vermessen. Eine Bestimmung der Messtoleranzen erfolgte nicht.



Abbildung 14: Vermessung Fahrlinien mit Mess-Tool SVPT.

### 3.3.2 Pilot- bzw. Vorher-/Nachher-Erhebungen

Die Methode der Vorher-/Nachher-Untersuchungen orientierte sich an den Bestandserhebungen, es wurden ergänzend dazu jedoch weitere Kenngrößen erhoben.

Für alle Fälle der unbeeinflussten und beeinflussten Fahrlinien innerhalb der Spitzenstundenbereiche (6 Stunden) wurden die Kfz- und Radverkehrsgeschwindigkeiten erhoben.

Hierfür wurde ein Messbereich an den jeweiligen Kamerastandorten festgelegt und die Geschwindigkeit über die vom Verkehrsteilnehmer benötigte Zeit zwischen Einfahrt und Verlassen des Messbereichs ermittelt (vgl. Abbildung 15). Die Geschwindigkeit wurde über eine Strecke von 15-20 m ermittelt. Hierbei liegt der Fehler aufgrund der Bildrate im Video bei maximal 1,2-1,6 km/h (bei 50 km/h gefahrener Geschwindigkeit). Falls auf Grund der Sichtverhältnisse ein kleinerer Abschnitt gewählt werden musste, wurde dieser nicht unter 10 m (Fehler: 2,4 km/h) gewählt. Auf Basis der Bildrate hätte ein längerer Abschnitt nur noch einen kleineren Genauigkeitsgewinn bedeutet, dabei aber den Fehler durch den Beobachter durch eine schlechtere Erkennbarkeit der Reifenüberfahrt in den Einfahrbereich deutlich erhöht.

Neben der Analyse hinsichtlich der Fahrlinien und Überholabstände wurde eine Analyse der Interaktionen mit Radfahrenden auf der Fahrbahn und im Seitenraum innerhalb eines Spitzenstundenbereichs von zwei Stunden durchgeführt. Hierbei wurde der abendliche Spitzenstundenbereich betrachtet, der an allen Strecken die höchsten Radverkehrsstärken aufwies. Es wurden alle Interaktionen, die beobachtet werden konnten, erfasst, somit wurden Interaktionen an der freien Strecke wie auch an Knotenpunkten, die einsehbar waren, aufgenommen.

Bei der Analyse wurden alle Interaktionen zwischen Radfahrenden und zu Fuß Gehenden, Radfahrenden und Kfz-Fahrenden sowie zwischen Radfahrenden untereinander differenziert nach dem Ort der Interaktion (Fahrbahn oder Seitenraum) erfasst und mit Hilfe von Konflikttypen und Interaktionschwere eingeordnet. Aufbauend auf den Konzepten zu Verkehrsverhaltensbeobachtungen von Alrutz

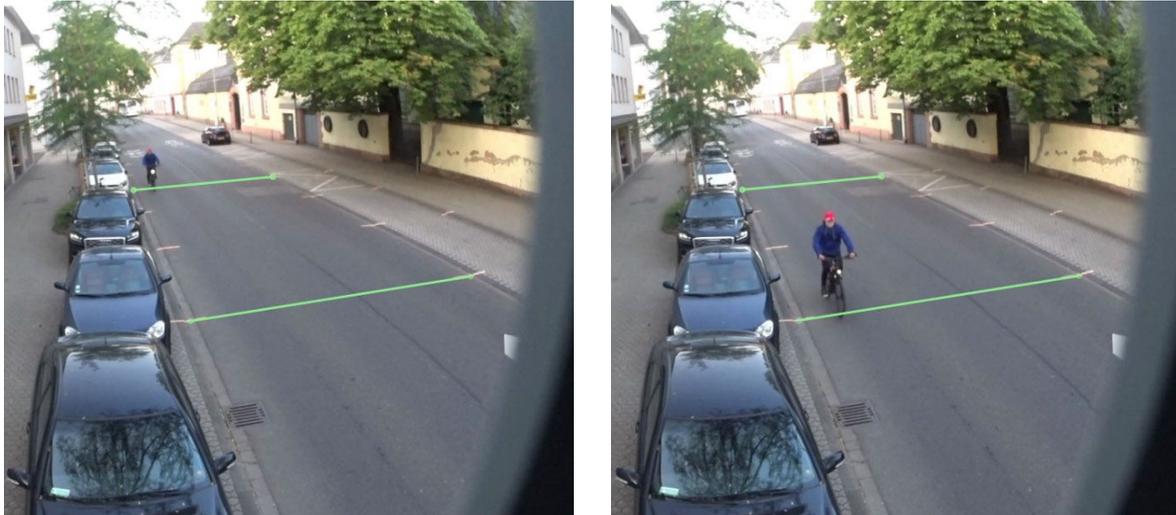


Abbildung 15: Einfahrt (links) und Verlassen des Geschwindigkeitsmessbereichs (rechts).

und Stellmacher-Hein (1997) sowie Alrutz, Gündel und Busek (2016) wurden Interaktionen hierbei eingeordnet als alle „Vorgänge, die infolge eines zeitlich-räumlichen Zusammentreffens eine gegenseitige Abstimmung zweier Verkehrsteilnehmer notwendig machen“ (Alrutz et al., 2016, S. 56). Die beobachteten Interaktionen wurden nach diesem Konzept ihrer Schwere nach in vier Kategorien eingeteilt.

- Regelgerechte Interaktionen:

Die Verkehrsteilnehmer passen ihre Verhaltensweise regelgerecht an. Es ist keine plötzliche Richtungsänderung o.ä. notwendig.

- Kooperative Interaktionen:

Die Verkehrsteilnehmer passen ihre Verhaltensweise kooperativ an, Radfahrende verzichten z. B. auf ihren Vorrang und lassen einen zu Fuß Gehenden die Straße queren.

- Behinderungen:

Ein Verkehrsteilnehmer zwingt einen anderen Verkehrsteilnehmer ungewollt eine Richtungs- oder Geschwindigkeitsänderung vorzunehmen. Die Verhaltensanpassung erfolgt kontrolliert.

- Kritische Interaktionen bzw. Beinahe-Unfälle:

Ein Verkehrsteilnehmer zwingt einen anderen Verkehrsteilnehmer ungewollt eine Richtungs- oder Geschwindigkeitsänderung vorzunehmen. Die Verhaltensanpassung erfolgt deutlich und abrupt, eine Kollision kann noch vermieden werden.

In der Analyse wurden die behindernden und kritischen Interaktionen auch als Konflikte zusammengefasst. Die Einordnung des Konflikttyps erfolgte über den 3-stelligen Unfalltyp nach dem Unfalltypenkatalog des *Merkblatts zur örtlichen Unfalluntersuchung in Unfallkommissionen (M Uko; FGSV, 2012b)* und einer Erweiterung um Konfliktfälle im Seitenraum, die durch den Unfalltypenkatalog nicht ausreichend abgebildet sind (vgl. Anhang 7 Erweiterter Unfalltypenkatalog).

Die Interaktionen, die Überholungen auf der Fahrbahn darstellen, wurden getrennt von den weiteren Interaktionen für den 2-Stunden-Zeitraum ausgewertet.

Die Analyse der Interaktionen sollte ergänzend zu den Unfalldaten Hinweise zur Veränderung des Verkehrsklimas und der Verkehrssicherheit auf der Fahrbahn geben und das Verkehrsklima bzw. die Verkehrssicherheit im Seitenraum betrachten, die auch aufgrund einer hohen Dunkelziffer der polizeilich

registrierten Unfälle mit Beteiligung von Radfahrenden und zu Fuß Gehenden kaum mit Unfalldaten abzubilden ist.

### 3.4 Unfalluntersuchung

Für die Bestandsstrecken war es größtenteils möglich, Unfalldaten in einem 3-Jahres-Zeitraum vorher und nachher zu vergleichen, wobei das Jahr der Maßnahmen-Umsetzung aufgrund von Eingewöhnungsphasen nicht in die Betrachtung einbezogen wurde. Es wurden hierbei jeweils ganze Kalenderjahre betrachtet. Eine Übersicht der betrachteten Zeiträume ist in Kapitel 6.2 enthalten.

Bei den Pilotstrecken war es aufgrund der Projektlaufzeit nicht möglich, einen 3-Jahreszeitraum nach der Umsetzung zu betrachten. Aufgrund der kurzen Nachher-Zeiträume wurde, wie für die Vor-Ort-Untersuchungen im Nachher-Zeitraum, gemäß M Uko (FGSV, 2012b) eine Eingewöhnungszeit von drei Monaten für diese Maßnahme angenommen, die nicht in die Unfallauswertung einfließen. Aus den unterschiedlichen Umsetzungszeitpunkten der Maßnahmen resultieren unterschiedlich lange Nachher-Zeiträume. Da die Aussagekraft durch einen kurzen Betrachtungszeitraum reduziert ist, wurden, um eine möglichst hohe Betrachtungsdauer zu ermöglichen, keine Kalenderjahre betrachtet, sondern die Betrachtungszeiträume nach Datenverfügbarkeit angepasst. Die Betrachtungszeiträume betragen 12, 24 oder 36 Monate, um eine Vergleichbarkeit zu gewährleisten. Da Radverkehrsunfälle über das Jahr ungleich verteilt sind und mit der Radfahrenden-Saison stark schwanken, wurden Ganz-Jahres-Zeiträume gewählt. Bei einzelnen Strecken wurden nur 23 bzw. 35 Monate betrachtet. Es ist davon auszugehen, dass diese geringe Abweichung das Gesamtergebnis nur wenig beeinflusst. Zum Vergleich der Strecken Vorher/Nachher wurden die Unfalldaten auf ein Jahr bzw. 12 Monate bezogen.

Da es sich hier nur um eine kleine Stichprobe handelt, wurden die Unfalldaten nur makroskopisch betrachtet und auf eine differenzierte Mikroskopische Unfalluntersuchung verzichtet.

### 3.5 Befragungen

Zusätzlich zu den Videoanalysen zum Fahrverhalten der Verkehrsteilnehmenden, die Beobachtungsdaten beispielsweise zu Fahrlinien und Raumnutzung lieferten, wurde auch das subjektive Erleben erfasst. Dazu wurden vor Ort Verkehrsteilnehmende, die auf den Untersuchungsstrecken zu Fuß, mit dem Rad oder Kfz unterwegs waren, an zwei Werktagen innerhalb der Radfahr-Saison zwischen März und Oktober befragt. Bei den durchgeführten zweitägigen Vor-Ort-Befragungen auf den Untersuchungsstrecken konnte nur ein Bruchteil der Personen, die sich üblicherweise auf der betroffenen Strecke bewegen, auch tatsächlich befragt werden (eine vergleichende Gegenüberstellung der gezählten Verkehrsstärken und der Zahl der Befragten ergibt eine Befragungsquote von je nach Strecke 1,2-2,6%, wobei auf die unterschiedlichen Zähl- und Befragungszeiträume hinzuweisen ist). Entsprechend wurden neben den Befragungen vor Ort, bei denen pro Strecke nach Projektplan das Befragen von etwa 200 Personen angestrebt wurde und das im Allgemeinen erreicht wurde (siehe auch Tabelle 16 und Tabelle 24), auch postalische Befragungen mit jeweils etwa 1.000 Haushalten im Umfeld der Untersuchungsstrecke durchgeführt. Hier konnten all diejenigen teilnehmen, die bei der Vor-Ort-Befragung nicht auf der Untersuchungsstrecke unterwegs waren, bei denen aber davon auszugehen ist, dass sie aufgrund ihrer räumlichen Nähe häufiger auf der Untersuchungsstrecke unterwegs sind. Die Online-Befragung schließlich bot eine Möglichkeit für alle Personen, die in der Vor-Ort- oder postalischen Befragung noch nicht erreicht worden waren, die aber dennoch ein Interesse an der Umfragen-Teilnahme hatten. Dies konnte beispielsweise Menschen betreffen, die in der Untersuchungsstadt wohnen und

in der Nähe der Untersuchungsstrecke ihre Arbeitsstelle haben, aber nicht im unmittelbaren Streckenumfeld wohnen. Befunde aus der Literatur zeigen, dass das Antwortverhalten von Befragten durch die Art der Datenerhebung beeinflusst werden kann (z.B. Simon, Zajoutz & Reit, 2013; Ward, Clark, Zabriskie & Morris, 2012; Lonsdale, Hodge & Rose, 2006), entsprechend sollten mit der gewählten dreigliedrigen Befragungsart auch mögliche Effekte der Erhebungsart untersucht werden.

An der Befragung konnten alle Personen teilnehmen, die 16 Jahre oder älter waren. In der ersten Projektphase, der Bestandsphase, wurden zwischen April und Juni 2017 Befragungen auf 6 Strecken durchgeführt. Die Umsetzung der Maßnahmen lag – je nach Untersuchungsabschnitt – zwischen einem und drei Jahren zurück. Im zweiten Projektabschnitt, der Pilotphase, wurden zwischen September 2017 und September 2019 13 Strecken untersucht, davon 1 mit Hinweisschildern und 12 mit Piktogrammen auf der Fahrbahn. Die Befragungen im Pilotphasen-Projektabschnitt fanden jeweils einmal vor und einmal nach der Umsetzung der Maßnahmen statt.<sup>2</sup> Die Vorher-Erhebungen fanden 2 bis 12 Monate vor dem Aufbringen der Piktogramme bzw. dem Aufstellen der Schilder statt, die Nachher-Erhebungen 5 bis 14 Monate danach, um eine Eingewöhnungszeit von mindestens 3 Monaten zu gewährleisten. Die Datenblätter in Anhang 5 und 6 enthalten die Streckencharakteristika sowie Befragungsstandorte (mit x markiert) und weitere Informationen wie die Platzierung der Piktogramme und ihre Größe.

### 3.5.1 Ablauf der Befragungen

Für die Vor-Ort-Befragungen wurden Verkehrsteilnehmende, die auf den Untersuchungsstrecken zu Fuß, mit dem Rad oder Kfz unterwegs waren, an zwei Werktagen befragt. Die drei Befrager\*innen waren mit einem Klemmbrett mit den Fragebögen und einigen postalischen Versionen des Fragebogens für Personen in Eile sowie Warnwesten zur besseren Erkennbarkeit ausgestattet (vgl. Abbildung 16). Zudem verfügten sie über an die Befragten auszuteilende Handzettel mit Informationen zum Daten-



Abbildung 16: Beispiel für eine Befragungssituation.

schutz und einer Kontaktadresse für Rückfragen. An jedem Erhebungstag wurden von 08:00 Uhr bis 18:00 Uhr Befragungen durchgeführt. Frühere Uhrzeiten wurden nicht berücksichtigt, da die Zahl der Verkehrsteilnehmenden, die zu dieser Zeit bereits Ruhe für eine Befragung hatten, äußerst klein war.

---

<sup>2</sup> Auf den beiden Strecken in AR (nur Nachher-Erhebungen) und den Strecken in RA (nur Vorher-Erhebung) und ST (nur Nachher-Erhebungen) konnten aus organisatorischen Gründen nicht beide, also die Vorher- und die Nachher-Untersuchung durchgeführt werden. Die Ergebnisse werden unter 4. entsprechend diskutiert.

Das Befragungsteam verteilte sich mit seinen Kund\*innenestoppnern an jedem Befragungstag so über die Untersuchungsstrecke, dass eine möglichst große Zahl von Verkehrsteilnehmenden interviewt werden konnte – dazu bewährten sich Standorte auf beiden Straßenseiten und an Knotenpunkten wie Kreuzungen mit Lichtsignalanlagen oder vor Supermärkten; im Umkreis letzterer konnten insbesondere ein- und aussteigende Kfz-Fahrende gut befragt werden. Vom Ansprechen der potentiellen Teilnehmenden bis zum Debriefing dauerte eine Befragung je nach Ausführlichkeit der Antworten bei den Freitextfeldern zwischen fünf und fünfzehn Minuten. Auf diese Weise wurden täglich bis zu 250 Personen befragt.

Für die postalischen Haushaltsbefragungen im Umfeld der Erhebungsstrecke wurde gemeinsam mit kommunalen Vertreter\*innen ein Untersuchungsgebiet entlang der Untersuchungsstrecke sowie im Umkreis festgelegt. Dabei variierte die Weitläufigkeit des festgelegten Gebiets je nach Bevölkerungsdichte und örtlichen Gegebenheiten mitunter stark. Gemeinsam mit den Kommunen wurde in einem nächsten Schritt festgelegt, wie die postalische Befragung der Anwohner\*innen erfolgen sollte – ob direkt per Einwurf durch kommunale Mitarbeiter\*innen verteilt oder durch die Kommune oder die TU Dresden versandt. Für den Einwurf der Fragebögen sowie bei Versand durch die Kommune war keine Weitergabe von Adressdaten an die TU Dresden nötig. Im Falle des Versands durch die TU Dresden wurden die Adressdaten von den Kommunen gesichert übermittelt und unter Berücksichtigung der Datenschutzbestimmungen bis zum Druck der Befragungsmaterialien zwischengespeichert. Danach wurden die Daten sofort gelöscht. An die Haushalte im Umfeld der Strecken wurden ein Anschreiben mit Erläuterungen zum Forschungsprojekt, der Befragung sowie zum Datenschutz sowie der Fragebogen und ein frankierter Rückumschlag versandt. Das Anschreiben enthielt einen Link zur Online-Befragung, so dass die angeschriebenen Personen flexibel wählen konnten, ob sie den Fragebogen auf Papier ausfüllen und an die TU Dresden zurückschicken oder online teilnehmen wollten. Nach dem Versand der Unterlagen hatten die Empfänger\*innen vier Wochen Zeit, um an der Befragung teilzunehmen. Im gleichen Zeitraum war auch die Online-Befragung freigeschaltet, die über SoSci Survey (Leiner, 2014) programmiert und auf Servern der TU Dresden gehostet wurde.

### 3.5.2 Inhalt der Fragebögen

In allen Fragebogen-Versionen wurden die Befragten nach ihrem Einverständnis mit der Teilnahme sowie nach demographischen Aspekten wie Alter und Geschlecht sowie der Häufigkeit der Kfz- und Radnutzung gefragt. Zudem wurden Fragen zum Regelwissen (z.B. „Wo ist das Radfahren auf der [Straßenname]-Straße erlaubt?“), zu Einstellungen (z.B. „Wie angenehm sind für Sie als Radfahrer/Radfahrerin die Begegnungen mit Kfz-Fahrenden?“) und dem berichteten Verhalten (z.B. „Wie oft fahren Sie mit dem Rad auf dem Gehweg?“) gestellt. Zudem wurden in der Bestandsphase sowie der Nachher-Befragung der Pilotphase bemerkte Veränderungen in Einstellungen und dem eigenen Verhalten sowie dem anderer abgefragt. Basierend auf dem Vor-Ort-Fragebogen wurden (etwas ausführlichere) Versionen für die postalischen und Online-Befragungen entwickelt. Der Fragebogen der Pilotphase baute auf dem der Bestandsphase auf und wurde um einige weitere Aspekte wie wahrgenommene Probleme und mögliche Maßnahmen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit erweitert. Die Fragebögen sind in Anhang 3 zu finden.

### 3.5.3 Statistische Auswertung

Die erhobenen Daten wurden in *IBM SPSS Statistics 27* eingegeben und für die Analyse vorbereitet. Vor den multivariaten Analysen wurden die Daten zunächst deskriptiv untersucht. Anschließend wur-

den die Daten auf Ausreißer, fehlende Werte, Homogenität der Varianz-Kovarianz-Matrizen, (multivariate) Normalverteilung, Homogenität der Regressionskurven, Reliabilität der Kovariaten und Multikollinearität sowie auf Korrelationen zwischen den abhängigen Variablen geprüft. Hinsichtlich der Stichprobengröße und nach Überprüfung der Plausibilität des Inhalts wurden einige Abweichungen akzeptiert (Field, 2018). Für Analysen der Kovarianz wurden signifikante Interaktionsterme zwischen Ko- und unabhängigen Variablen in das finale Modell aufgenommen.

Für die Bestands- und die Pilotphase war jeweils ein Datensatz vorhanden, der die Daten aller Befragten enthielt. Zudem wurden aus diesen beiden Datensätzen heraus jeweils ein Rad- und ein Kfz-Fahrenden-Datensatz gebildet. In diesen Datensätzen waren jeweils nur diejenigen Befragten enthalten, die die Fragen nach dem Sicherheitsgefühl und den Interaktions-Einschätzungen für den jeweiligen Verkehrsmodus beantwortet hatten. Auf diese Weise entstand pro Projektphase jeweils ein Datensatz, der die Daten all derjenigen Personen enthielt, die die Fragen aus Radfahrenden-Sicht beantwortet hatten, und ein Datensatz, der die Daten all derjenigen Personen enthielt, die die Fragen aus Kfz-Fahrenden-Sicht beantwortet hatten. In der Bestandsphase wurden die Strecken in MZ, DA und FR\_SB im Rad- und Kfz-Fahrenden-Datensatz ausgeschlossen, da hier aufgrund der fehlenden postalischen und Online-Befragung nicht alle Werte für die unterschiedlichen Befragungsarten vorlagen und somit nicht alle Zellen besetzt waren. Nach Pallant (2007) müssen pro Zelle mehr Fälle als abhängige Variablen (AVs) vorhanden sein. Zusätzlich zu den Rad- und Kfz-Fahrenden-Datensätzen wurde pro Projektphase jeweils ein Datensatz erstellt, der die Daten nur aus der Vor-Ort-Befragung enthielt und Schlüsse zwischen den verschiedenen Verkehrsteilnehmenden (inkl. zu Fuß Gehenden) erlaubte.

Als unabhängige Variablen (UVs) wurden der Verkehrsteilnehmendentypus (zu Fuß Gehende, Kfz-Fahrende, Radfahrende), die Befragungsart (vor Ort, postalisch und online) und die Untersuchungsstrecken sowie in der Pilotphase der Zeitpunkt der Erhebung (vor/nach Umsetzung der Maßnahmen) in die Analyse einbezogen. Die demographischen Variablen wie Geschlecht, Alter und Häufigkeit des zu Fuß Gehens/Kfz-Fahrens/Radfahrens (dummykodiert entlang des Medians) wurden als Kovariablen (KVs) eingegeben. Die Daten u.a. zur Symbolbedeutung und wo das Radfahren erlaubt war sowie ob es erlaubt war, die Symbole mit einem Kraftfahrzeug zu überfahren, fungierten als abhängige Variablen und ergänzten die Prüfung der Hypothesen zum Regelwissen. Da die Frage, die auf das Verständnis der Symbolbedeutung durch die Teilnehmenden abzielte, keine Antworten vorschlug, musste der freie Text kategorisiert werden. Die Daten zur subjektiven Sicherheit und zu den Interaktionen mit anderen Verkehrsteilnehmenden (und zu möglichen Veränderungen in der Nachher-Befragung) konnten aufgrund der Verwendung von Skalen nach Rohrmann (1978) als metrisch skaliert angesehen werden und somit als metrische abhängige Variablen zu Einstellungen in die Analyse eingehen. Daten aus Fragen nach dem eigenen und dem Verhalten anderer Radfahrender sowie der Fahrzeuggeschwindigkeit und den Überholabständen (und möglichen Veränderungen in der Nachher-Befragung) konnten ebenfalls als metrisch angenommen werden und wurden als abhängige Variablen zum berichteten Verhalten in die Analyse eingegeben.

Die Antworten der Teilnehmenden in der Nachher-Befragung wurden mit den Antworten in der Vorher-Befragung mit multivariaten Between-Subjects-(Custom-Model-)Kovarianzanalysen (MANCOVA) für jede Untersuchungsstrecke einzeln verglichen. Post-hoc-Helmert-Vergleiche mit Bonferroni-Korrekturen wurden verwendet, um die Richtung signifikanter Ergebnisse zu bestimmen. Das  $\alpha$ -Niveau wurde auf 5% festgelegt. Als Effektstärkemaße wurde  $\eta^2_p$  genutzt. Es ist zu beachten, dass es sich bei dieser Studie nicht um ein Design mit wiederholten Messungen handelt, da die Teilnehmenden sowohl

vor als auch nach der Implementierung der Maßnahmen zufällig im Feld angesprochen wurden und damit zwei verschiedene Gelegenheits-Stichproben darstellten.

Abgesehen von den individuellen multivariaten Between-Subjects-(Custom-Model-)Kovarianzanalysen nach genutztem Verkehrsmodus und Untersuchungsstrecke in der Bestands- und Pilotphase wurden die Daten in der Pilotphase in *R*, *Version 4.0.1* (R Core Team, 2018) mit dem *metafor* package (Version 2.4-0; Viechtbauer, 2010) gesammelt analysiert. Dabei wurden ähnlich dem Vorgehen bei Köhler, Schlattmann, Bamberg, Kröling und Gehlert (2018) Drei-Level-Metaanalysen verwendet, um der mehrstufigen Struktur der Daten Rechnung zu tragen. Für die Daten aus der Pilotphase wurde pro Untersuchungsstrecke für die Vor-Ort-Befragungen die Vorher-Nachher-Wirkung für jeden Verkehrsteilnehmendentypus (zu Fuß Gehende, Kfz-Fahrende oder Radfahrende) als Studie einbezogen. Um die Abhängigkeiten zwischen den verschiedenen Untersuchungsstrecken zu berücksichtigen, wurden drei Ebenen verwendet: Die Effektgrößen (Veränderung des Ergebnisses von vor der Maßnahmen-Implementierung zu danach) auf Ebene 1, der Verkehrsteilnehmendentypus auf Ebene 2 und die Untersuchungsstrecke auf Ebene 3. Zur Ermittlung der Effektgrößen wurden Mittelwerte, Standardabweichungen und Stichprobengrößen berücksichtigt und der standardisierte Mittelwertunterschied berechnet. Da die Standardabweichung auf Stufe 1 die Quadratwurzel der Varianz ist, die auf dem Stichprobenumfang beruht, wurde der Stichprobenumfang als Gewicht verwendet. Dies bedeutet, dass größere Stichproben einen größeren Gesamteinfluss hatten (Fischer & Boer, 2011). Ein Random-Effects-Modell wurde entwickelt und über eine Restricted Maximum-Likelihood-Schätzung angepasst. Studien zeigen, dass der DerSimonian-Laird-Schätzer (DerSimonian & Laird, 1986) von der Hartung-Knapp-Sidik-Jonkman-Methode übertroffen werden kann, welche deshalb verwendet wurde (IntHout, Ioannidis & Borm, 2014).

Um den Zusammenhang zwischen zwei kategorialen Variablen wie beispielsweise der wahrgenommenen Sinnhaftigkeit der Maßnahmen und dem Befragungszeitpunkt zu prüfen, wurden  $\chi^2$ -Tests berechnet, auch hier wurde das  $\alpha$ -Niveau auf 5% festgelegt. Als Effektstärkemaß wurde Cramér's *V* genutzt, zudem wurden Odds Ratios nach Field (2018, S. 629) berechnet. Zur Analyse des Zusammenhangs von mehr als zwei kategorialen Variablen wurden loglineare Analysen gerechnet, als Post-Hoc-Analysen wurden separate  $\chi^2$ -Tests für verschiedene Levels einer Variable durchgeführt. Aufgrund seines Umfangs ist der statistische Anhang zu den insbesondere für die Daten aus der Pilotphase durchgeführten Analysen nicht vollständig im vorliegenden Bericht enthalten; er kann bei Bedarf bei der Professur Diagnostik und Intervention der TU Dresden angefragt werden.

### 3.6 Öffentlichkeitsarbeit

Aus der Forschung zu Gesundheitsförderungskampagnen ist bekannt, dass Multikanalansätze eine effektive Methode bei der Bereitstellung von Wissen und der Veränderung von Einstellungen und Verhalten sind (Robinson et al., 2014). In einem Pilotprojekt zu „Share the Road“-Schildern in Kanada wurden beispielsweise im Sinne dieses Multikanalansatzes als Kommunikationselemente zur Vermittlung der Bedeutung Pressekonferenzen, Werbungen im Radio, Webseiten, Facebook und Twitter Postings, Printmaterial, Tischunterlagen, Promotion-Gegenstände (wie beispielsweise T-Shirts oder Maßbänder) und Aufsteller auf Veranstaltungen verwendet (McCall, 2014). Entsprechend sollten im vorliegenden Projekt verschiedene Ansätze zur Kommunikation der Bedeutung der Piktogramme und Hinweisschilder genutzt werden. Dazu wurden in der Bestandsphase verschiedene Materialien untersucht und passende entwickelt, die mit Hilfe der Kommunen in der Pilotphase auf verschiedenen Kanälen verbreitet werden sollten. Das Vorgehen wird im Folgenden näher vorgestellt.

Ein Ziel der Bestandsphase war die Analyse der im Zuge des Aufbringens von Piktogrammen und Hinweisschildern erfolgten Öffentlichkeitsarbeit, um daraus Schlüsse über geeignete Interventionen für die Pilotphase zu ziehen. Dazu wurden alle Kommunen kontaktiert, die in der Eingangsbefragung angegeben hatten, Maßnahmen zum Fahrbahnteilen umgesetzt zu haben, und bezüglich eines möglichen Pressespiegels angefragt. Zudem wurden zeitgleich intensive Recherchen in Zeitungsarchiven und im Internet (z.B. auf Social Media) betrieben, um ein möglichst vollständiges Bild der Pressearbeit zu erhalten. Anschließend wurden alle für eine Kommune vorhandenen Materialien im Hinblick auf Piktogramme und Hinweisschilder untersucht und unpassende Beiträge aussortiert. Geeignete Artikel und Postings wurden auf ihren Inhalt, relevante Argumente und beteiligte Akteur\*innen analysiert und aus ihnen zu nutzende Kanäle und Inhalte für die Entwicklung von Öffentlichkeitsarbeitsmaßnahmen für die Pilotphase herausgearbeitet. Für die Begleitung der Umsetzung der Maßnahmen in den Pilotkommunen wurden allgemeine sowie kommunenspezifische und auf die Untersuchungsstrecke zugeschnittene Pressemitteilungen entwickelt. Zudem wurde ein Flyer entworfen, der wichtige Informationen zu den Maßnahmen und zur Aufhebung der Radwegebenutzungspflicht enthielt und in Geschäften und öffentlichen Gebäuden ausgelegt und als Hauswurfsendung verteilt werden konnte. Für die Evaluation der entwickelten Öffentlichkeitsarbeitsmaterialien und die kommunenseitige Umsetzung wurde zudem ein Gesprächsleitfaden für die qualitativen Städte-Interviews (vgl. Kapitel 3.7) entwickelt.

### 3.7 Qualitative Städte-Interviews

Im Nachgang der Erhebungen wurden zur Ergänzung der erhobenen Daten qualitative Interviews mit Verantwortlichen aus den teilnehmenden Kommunen durchgeführt.

Diese sollten insbesondere dazu dienen, zusammenzufassen, welche Hemmnisse bei der Umsetzung bestanden, welche Faktoren zur erfolgreichen Umsetzung der Maßnahmen beitragen konnten und welche Veränderungen die Befragten im Vorgehen vornehmen würden, wenn eine derartige Maßnahme erneut umgesetzt würde. Das Interview bezog sich im ersten Teil auf die konkrete Umsetzung und deren Prozess und im zweiten Teil auf den Bereich Öffentlichkeitsarbeit. Zudem konnten die Kommunen Wünsche äußern, welche niedergeschriebenen Vorgaben und Umsetzungshinweise z. B. in Form einer Handreichung oder eines Leitfadens für sie hilfreich wären.

Von den 16 an der Untersuchung teilnehmenden Kommunen (Bestands- und Pilotstrecken) konnten 13 im Rahmen der telefonischen Interviews befragt werden. Die nachfolgende Auflistung enthält die wesentlichen Inhalte der Interviews, zu denen die Kommunen Auskünfte gaben, für eine genauere Auflistung vgl. Anhang 2:

- Umsetzungsvorgaben
- Probleme bei der Umsetzung
- Gestaltungsgrundlagen
- Empfehlungen für einen erfolgreichen Umsetzungsprozess aus Sicht der Kommunen
- Weitere Planungen in den Kommunen
- Begleitung der Umsetzung durch öffentlichkeitswirksame Maßnahmen
- Feedback zu Öffentlichkeitsarbeitsmaßnahmen
- Summarische Reaktion der Bevölkerung auf die Maßnahme
- Empfehlungen hinsichtlich der Öffentlichkeitsarbeit aus Sicht der Kommunen
- Wünsche der Kommunen hinsichtlich eines Leitfadens

## 4 Analyse Pilotstrecken

In 4.1 wird zunächst auf den Aspekt der Anordnung von Verkehrsversuchen nach StVO eingegangen. Anschließend werden unter 4.2 das Untersuchungskollektiv und die Ergebnisse der Beobachtungen des Fahrverhaltens (4.3) und der Befragungen (4.4) vorgestellt.

### 4.1 Verkehrsversuch nach StVO

Die Umsetzung der Maßnahmen an den Pilotstrecken erfolgte zu ca. 50% als Verkehrsversuch mit wissenschaftlicher Begleitung im Rahmen des NRVP-Projektes, die weiteren Umsetzungen erfolgten unabhängig vom vorliegenden Projekt und wurden nur inhaltlich und zeitlich mit dem Projektteam abgestimmt. Grund hierfür war insbesondere die Sichtweise der Straßenverkehrsbehörden, wie die Maßnahme der Piktogrammketten rechtlich einzuordnen sei. Teilweise wurde die Ansicht vertreten, dass die Maßnahme der Piktogrammketten nicht der StVO widerspricht, bzw. nicht angeordnet werden müsse, da es sich hierbei um eine Art „Straßenmalerei“ handle. Von anderen wurde die aktuelle Rechtslage so eingeschätzt, dass die Piktogrammketten im Rahmen der zu dem Zeitpunkt geltenden StVO nicht angeordnet werden könnten, bzw. nur im Rahmen eines Verkehrsversuchs angeordnet werden dürfen.

Laut der VwV-StVO dienen Verkehrszeichen dazu, allgemeine Verkehrsvorschriften zu ergänzen. Verkehrszeichen sollen grundsätzlich so wenig wie möglich angeordnet werden. Dabei sind Verkehrszeichen, die „gesetzliche Regelungen wiedergeben [...] nicht anzuordnen“ (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, 2001).

In einem Leitfaden zur Förderung des Rad- und Fußverkehrs wird auch die Maßnahme der Aufbringung von Piktogrammketten vorgestellt (vgl. Franz, Könighaus & Müller, 2014). In der rechtlichen Einschätzung wird hier davon ausgegangen, dass die Verwendung von Rad-Piktogrammen [hier: ohne Pfeil] nicht StVO-relevant und somit zulässig ist.

Im Rahmen dieses Projektes erfolgte keine rechtliche Prüfung, daher werden diese Sichtweisen hier nur wiedergegeben, jedoch nicht weiter bewertet.

### 4.2 Untersuchungskollektiv

Nachfolgend werden die für die Pilotphase ausgewählten Querschnitte unter 4.2.1 näher vorgestellt. Im Anschluss werden unter 4.3.2 die durchgeführten Beschilderungs- und Markierungsmaßnahmen erläutert und unter 4.2.3 wird auf die Verkehrsbelastungen und Geschwindigkeiten auf den Strecken eingegangen. Kapitel 4.2.2 enthält in Tabelle 9 Bilder aller untersuchten Strecken, auf denen auch die umgesetzte Markierung bzw. Beschilderung zu erkennen ist.

#### 4.2.1 Querschnitte

Bei den Pilotstrecken waren neben Strecken mit zweistreifigen Fahrbahnen mit Zweirichtungsverkehr auch Einbahnstraßen und ein Querschnitt mit Teilung der Fahrbahn durch einen besonderen Bahnkörper vertreten, wobei der Großteil der Querschnitte mit zwei Fahrstreifen eine Fahrbahnbreite zwischen 6,0-7,0 m aufwies (vgl. Tabelle 7). Die einstreifigen Fahrbahnen wurden aufgrund der geringen Anzahl nicht weiter aufgeteilt. An den Strecken wiesen die Untersuchungsquerschnitte teilweise unterschiedlich nutzbare Fahrbahnbreiten auf, so lag auch jeweils ein Querschnitt mit knapp über 8,0 m nutzbarer Fahrbahnbreite vor. Die Querschnitte an den Strecken wiesen teilweise unterschiedliche

Breiten auf, daher kann es zu Mehrfachzählung der Strecken in der Zuordnung der Strecken zu den Querschnittsbreiten in Tabelle 7 kommen.

<b>Fahrstreifen auf Fahrbahn</b>	<b>Fahrbahnbreite</b>	<b>Anzahl Strecken</b>	<b>Anzahl Querschnitte</b>
1	3,25-5,55 m	2	3
2	≤ 6,0 m	2	3
	6,01-7,0 m	9	13
	7,01-8,0 m	4	6
	> 8,0 m	2	2

Tabelle 7: Fahrbahnbreiten Pilotstrecken.

Zudem wurden an den Strecken bzw. Querschnitten unterschiedliche Führungsformen des Radverkehrs in Kombination mit der Mischverkehrsführung vorgefunden. An knapp über der Hälfte der Querschnitte wurde der Radverkehr nur auf der Fahrbahn im Mischverkehr geführt, an über einem Drittel der Querschnitte konnten Radfahrende zwischen der Fahrbahn und einem nicht benutzungspflichtigen Radweg wählen und an einer Strecke war der Gehweg für den Radverkehr freigegeben (vgl. Tabelle 8). Die Querschnitte an den Strecken wiesen teilweise unterschiedliche Führungsformen auf, daher kann es zu Mehrfachzählung der Strecken in der Zuordnung der Strecken zu den Führungsformen in Tabelle 8 kommen.

<b>Führungsform</b>	<b>Anzahl Strecken</b>	<b>Anzahl Querschnitte</b>
Reiner Mischverkehr	9	15
Gehweg, Rad frei	1	2
Nicht benutzungspflichtiger Radweg	6	10

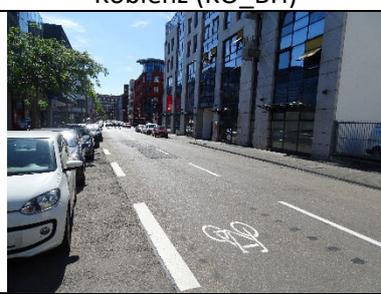
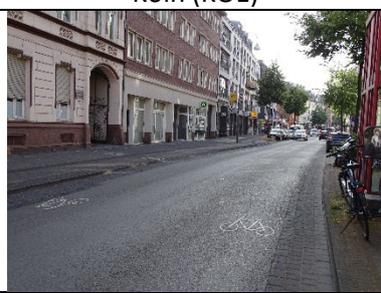
Tabelle 8: Führungsformen Pilotstrecken.

#### 4.2.2 Beschilderungs- und Markierungsmaßnahmen

Auf Basis der Literaturrecherche und der Bestandsuntersuchung wurde den Kommunen empfohlen, die Fahrradpiktogramme in Größe der Vorlage für Schutzstreifenmarkierungen gemäß den *Richtlinien für die Markierung von Straßen (RMS; FGSV, 1980 (Berichtigter Nachdruck 1995))* auszuführen. Für die Abstände wurde empfohlen, die Piktogramme mit 25 m oder 50 m Abstand untereinander zu markieren. Der empfohlene Abstand sollte nicht mehr als 50 m betragen, um eine Kettenwirkung zu erzielen und auch die Radroute zu verdeutlichen. Für den Abstand zum Bord bzw. Parkstreifen wurde empfohlen, die Markierung 1,20 m abzurücken (Abstand vom Bord zur Mitte des Piktogramms). Für die Ausführung des Pfeilsymbols wurde keine konkrete Empfehlung ausgesprochen, jedoch wurde dieses aufgrund der Ergebnisse internationaler Studien, dass sich Radfahrende bei Vorhandensein von zusätzlichen Pfeilsymbolen mit ihrer Fahrlinie an der Mitte des Piktogramms orientieren, empfohlen (vgl. Kapitel 2.4.3).

Im Rahmen der Pilotuntersuchungen waren final die in Tabelle 9 dargestellten Beschilderungs- und Markierungsmaßnahmen im Untersuchungskollektiv enthalten, wobei ein Großteil der Städte (9 Strecken) die Markierung eines einfachen Fahrrad-Piktogramms bzw. des Sinnbildes Radverkehr umsetzte, in jeweils einer Stadt (2 Strecken) wurde das Fahrrad-Piktogramm in Kombination mit einem Winkelpeil vor und nach dem Piktogramm (geteilter Doppel-Winkelpeil), in Kombination mit zwei Winkelpeilen nach dem Piktogramm (Doppel-Winkelpeil) und in Kombination mit einem Richtungspfeil umgesetzt. An einer Strecke wurde das Fahrrad-Piktogramm mit Richtungspfeilen an den Knotenpunkten ergänzt, diese Strecke wurde zum Kollektiv der Strecken mit einfachem Fahrradpiktogramm gezählt. An den übrigen Strecken wurden auf der gesamten Strecke – also auch an den Knotenpunkten – die

gleichen Piktogramme markiert. Neben den Strecken mit Piktogramm-Markierungen wurde eine Strecke mit dem Hinweisschild „Radfahren auf der Fahrbahn erlaubt“ untersucht. Es wurden für die Pilotstrecken nur symmetrisch (in beide Fahrtrichtungen gleich) ausgeführte Maßnahmen ausgewählt.

<p style="text-align: center;">Arnsberg (AR_BR)</p> 	<p style="text-align: center;">Arnsberg (AR_HL)</p> 	<p style="text-align: center;">Bielefeld (BI)</p> 
<p style="text-align: center;">Fahrrad-Piktogramm</p>	<p style="text-align: center;">Fahrrad-Piktogramm</p>	<p style="text-align: center;">Hinweisschild „Radfahren auf der Fahrbahn erlaubt“</p>
<p style="text-align: center;">Frankfurt (FR_RH)</p> 	<p style="text-align: center;">Göttingen (GT)</p> 	<p style="text-align: center;">Koblenz (KO_BH)</p> 
<p style="text-align: center;">Fahrrad-Piktogramm mit Doppel-Winkelpfeil</p>	<p style="text-align: center;">Fahrrad-Piktogramm</p>	<p style="text-align: center;">Fahrrad-Piktogramm</p>
<p style="text-align: center;">Koblenz (KO_HZ)</p> 	<p style="text-align: center;">Koblenz (KO_L)</p> 	<p style="text-align: center;">Köln (KOE)</p> 
<p style="text-align: center;">Fahrrad-Piktogramm</p>	<p style="text-align: center;">Fahrrad-Piktogramm</p>	<p style="text-align: center;">Fahrrad-Piktogramm</p>
<p style="text-align: center;">Paderborn (PB)</p> 	<p style="text-align: center;">Ratingen (RA)</p> 	<p style="text-align: center;">Stuttgart (ST)</p> 
<p style="text-align: center;">Fahrrad-Piktogramm</p>	<p style="text-align: center;">Fahrrad-Piktogramm mit Richtungspfeil</p>	<p style="text-align: center;">Fahrrad-Piktogramm</p>

Trier (TR_PA)	Trier (TR_WB)
	
Fahrrad-Piktogramm mit geteiltem Doppel-Winkelpfeil	Fahrrad-Piktogramm mit geteiltem Doppel-Winkelpfeil

Tabelle 9: Beschilderungs- und Markierungsmaßnahmen in der Pilotuntersuchung.

Nicht nur die Art der Piktogramm-Markierungen variierte an den Strecken, auch die Ausführung der Piktogramm-Markierungen in Höhe, Breite und Abstand variierte teilweise erheblich (vgl. Abbildung 17). Aufgrund der unterschiedlichen Breiten und Höhen der Markierungen floss die Größenwirkung der Piktogramme als Flächenmaß der Gesamtmarkierung (Fahrradpiktogramm + ggf. Pfeilsymbol) in die Analyse ein. Diese variierte zwischen 0,7 und 7,4 m<sup>2</sup>. Das empfohlene Flächenmaß (s.o.) betrug dabei 1,3 m<sup>2</sup> exkl. Pfeilmarkierung.

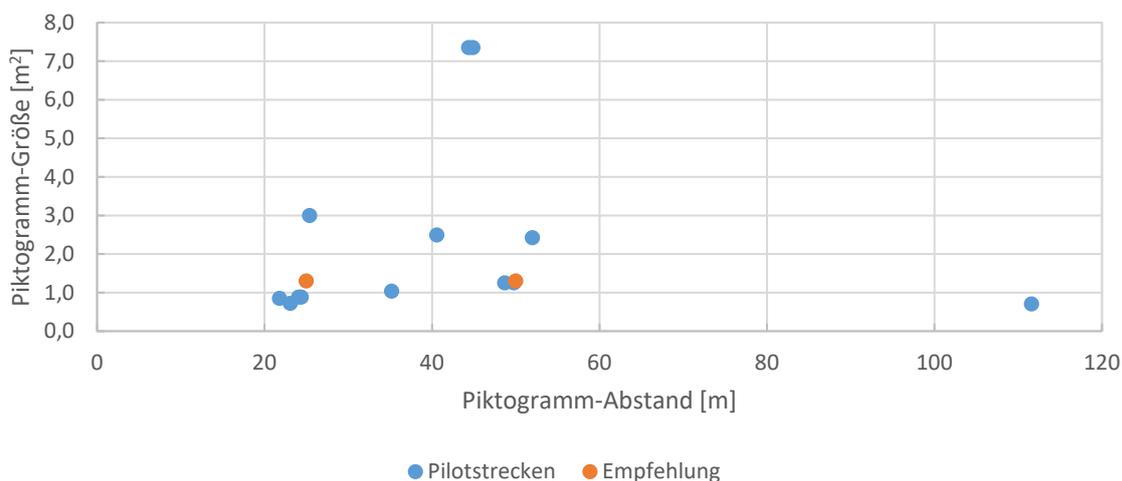


Abbildung 17: Piktogramm-Größe und Abstand auf den Pilotstrecken.

Der Abstand der Markierungen erfolgte in Anpassung an lokale Gegebenheiten, so wurden die Piktogramme an allen Strecken immer an Einmündungen und Kreuzungen wiederholt, was dazu führte, dass kein regelmäßiger Abstand vorlag. Für die Analysen wurden daher die Durchschnittswerte der Piktogramm-Abstände verwendet. An fast allen Strecken wurde der Abstand in Anlehnung an die Empfehlungen umgesetzt. In Koblenz wurden die Piktogramme kurze Zeit nach dem Aufbringen nachverdichtet, da durch die Kfz-Verkehrsbelastung eine optische Verdeckung der Piktogramme erfolgte, so dass diese nicht als Kette zu sehen waren.

Die Piktogramm-Größe wurde teilweise von den Städten angepasst, teilweise aber auch von den Markierungsfirmen verändert aufgebracht.

In der Ausführung variierte auch das Markierungsmaterial, an manchen Strecken wurde die Markierungen mit Markierungsfarbe aufgebracht, an anderen Strecken mit Heiß- oder Kaltplastik. Dies wurde in den Städte-Interviews erhoben, floss jedoch nicht in die weitere Auswertung mit ein.

Der Abstand zwischen Bord bzw. Parkstreifen und dem rechten Rand des Piktogramms variierte zwischen ca. 0,4 m und 1,1 m. In der Umsetzung wurden die Piktogramme teilweise zunächst abweichend von der Planung markiert. In GT wurden die Piktogramme daher demarkiert und neu markiert.

#### 4.2.3 Verkehrsbelastung und Geschwindigkeiten

Auch wenn alle untersuchten Strecken zum jeweiligen Haupttroutennetz des Radverkehrs zählten, variierten die Radverkehrsstärken mit einem  $DTV_{w5, Rad}$  von 150 Rf/Tag bis zu über 5.000 Rf/Tag stark, wobei der  $DTV_{w5}$  des Kfz-Verkehrs größtenteils zwischen 6.000 und 12.000 Kfz/24h lag (vgl. Abbildung 18). Da es das Ziel war, unterschiedliche Streckentypen zu untersuchen, städtische Hauptverkehrsstraßen wie auch Ortsdurchfahrten, und die Radverkehrsstärke stark mit der Lage der Strecken im zum Teil eher ländlichen Raum bzw. hochverdichteten städtischen Raum zusammenhängt, war dies zu erwarten.

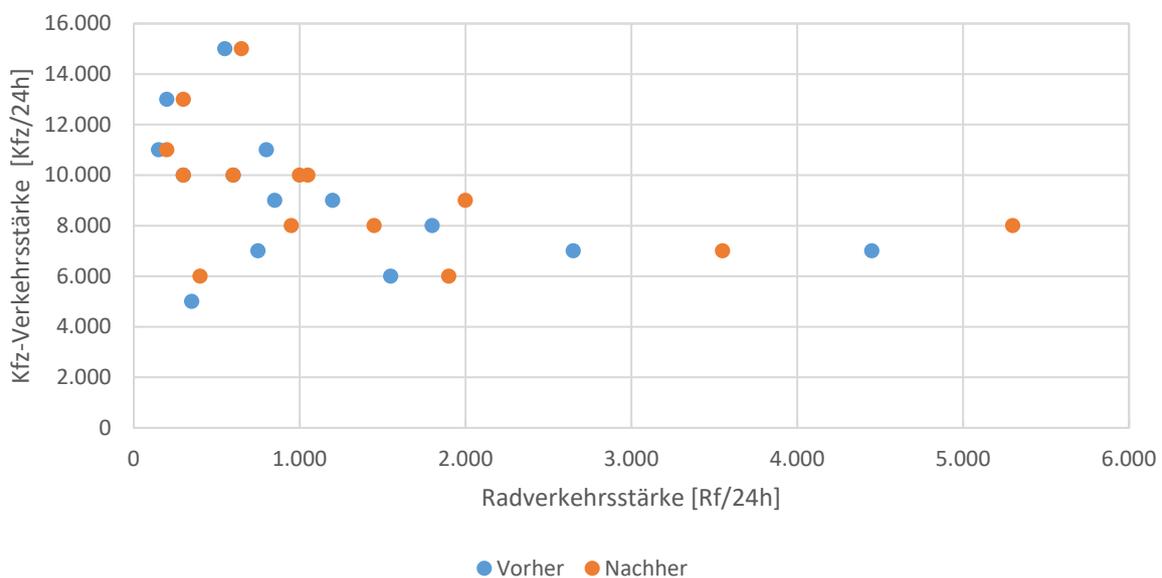


Abbildung 18: Verhältnis Kfz- zu Radverkehrsstärke auf den untersuchten Pilotstrecken vorher/nachher.

Betrachtet man nur die Kfz-Verkehrsstärke und die zulässige Geschwindigkeit  $v_{zul}$ , liegen alle Strecken nach ERA (FGSV, 2010) in den Belastungsbereichen (zweistreifige Straßen) I und II. Wird die Geschwindigkeit  $v_{85}$  betrachtet, verschieben sich die Strecken teilweise in andere Belastungsbereiche (vgl. Abbildung 19). Zur besseren Lesbarkeit sind in der Abbildung die Punkte für die jeweilige Strecke im Hinblick auf die zulässige Geschwindigkeit etwas versetzt angeordnet.

Wird die  $v_{85}$  für die untersuchten Strecken betrachtet, fällt auf, dass eine Strecke (PB) aus dem Übergangsbereich des Belastungsbereichs II zu III in den Übergangsbereich zu Belastungsbereich IV rutscht. An einem Großteil der untersuchten Strecken liegt jedoch die  $v_{85}$  niedriger als die zulässige Geschwindigkeit, wonach die Radverkehrsführung im Mischverkehr auf den Strecken tendenziell verträglicher ist, als die zulässige Geschwindigkeit vermuten lässt. Zur Einordnung und Bewertung der hier dargestellten Ergebnisse enthalten sowohl die dem Bericht beigefügten Übersichtsblätter als auch die Steckbriefe aller Strecken in Anhang 5 und 6 eine Übersicht über alle relevanten Streckenparameter.

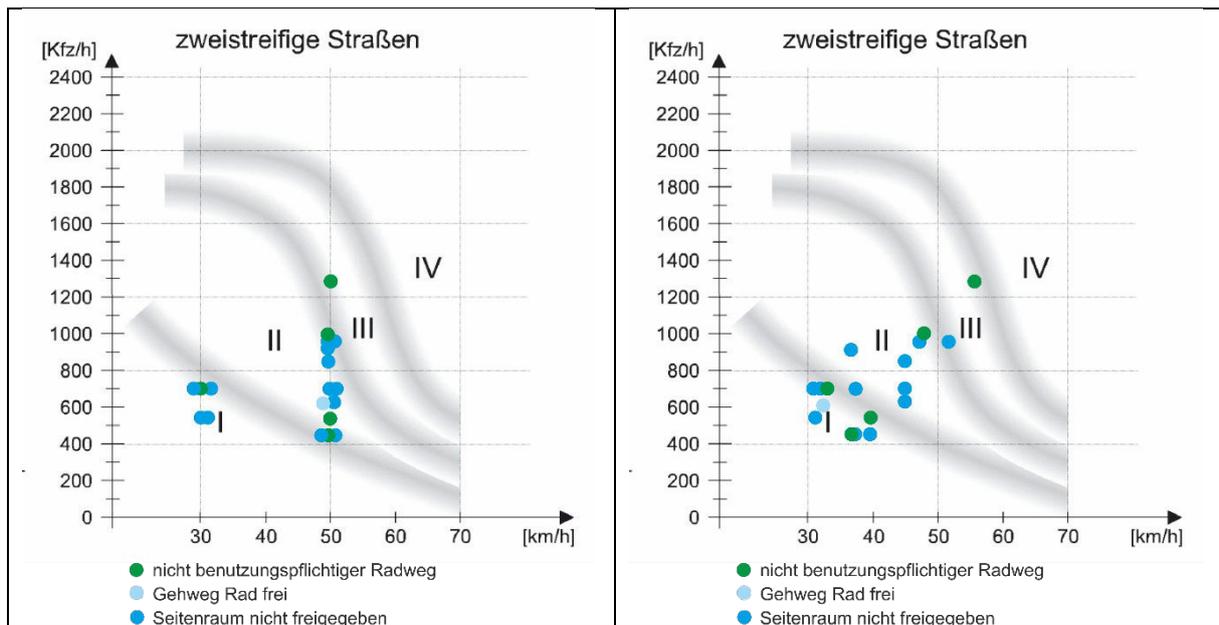


Abbildung 19: Einordnung der Pilotstrecken in die Belastungsbereiche nach ERA (links:  $v_{zul}$ , rechts:  $v_{85}$ ). Aus ERA (FGSV, 2010; eigene Darstellung).

Grundsätzlich lässt sich feststellen, dass an den Strecken mit dem Charakter einer Ortsdurchfahrt eine erhöhte  $v_{85}$  ( $> 50$  km/h) gemessen wurde; dies betrifft die Strecken AR\_BR, BI und PB.

Im Vorher-/Nachher-Vergleich der  $v_{85}$  zeigte sich, dass sich die gefahrenen Geschwindigkeiten größtenteils leicht verringerten (bis zu 8km/h), nur an zwei Strecken erhöhte sich die Geschwindigkeit bis zu 3 km/h (vgl. Abbildung 20). Somit konnte im Mittel eine Geschwindigkeitsreduzierung von 2 km/h gemessen werden.

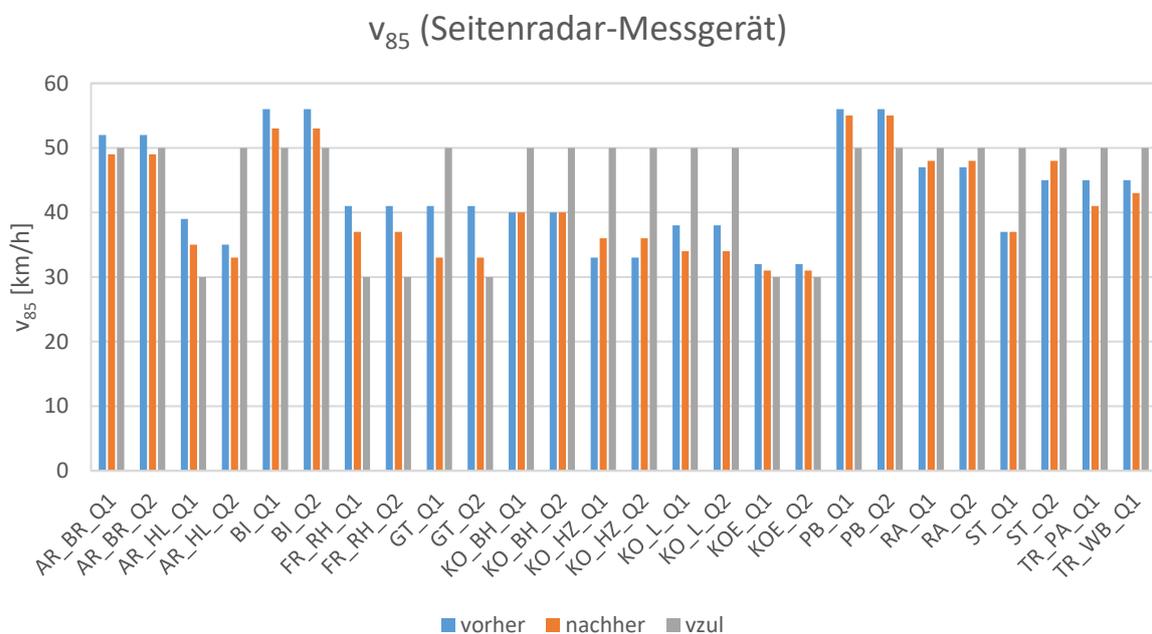


Abbildung 20:  $v_{85}$  und  $v_{zul}$  an Pilotstrecken vorher/nachher.

Grundsätzlich konnte festgestellt werden, dass auf einem Teil der Strecken, auf denen ein niedriges Radverkehrsaufkommen herrscht, auch ein niedriges Fußverkehrsaufkommen vorliegt (vgl. Abbildung

21). Bei höheren Verkehrsstärken von zu Fuß Gehenden und Radfahrenden ergeben sich die Unterschiede aus der Funktion der Strecken. So ist bei Geschäftsstraßen mit einem höheren Fußverkehrsaufkommen zu rechnen, bei Strecken, die mehr dem Durchgangsverkehr dienen und wenige Quellen und Ziele aufweisen, mit mehr Radverkehr. Im Vorher-/Nachher-Vergleich sind die Radverkehrsstärken gestiegen, dies könnte auf die Steigerung der Attraktivität der Strecke zurückgeführt werden, es könnte sich jedoch auch um einen jahreszeitlichen Effekt handeln, der nicht ausreichend über das Hochrechnungsverfahren für den DTV abgebildet wird, da die Vorher-Erhebungen größtenteils im Herbst und Frühjahr und die Nachher-Erhebungen im Sommer/Spätsommer (nach langer warmer und trockener Phase) durchgeführt wurden. Bei den Fußverkehrsstärken ist keine eindeutige Entwicklung zu erkennen, es zeigen sich leichte Steigerungen, aber auch Reduzierungen in der Verkehrsstärke. Die Fußverkehrsstärke wurde in Ermangelung eines Hochrechnungsverfahrens für den  $DTV_{Fu\ddot{B}}$  für die Beobachtungszeit von 13 Stunden dargestellt.

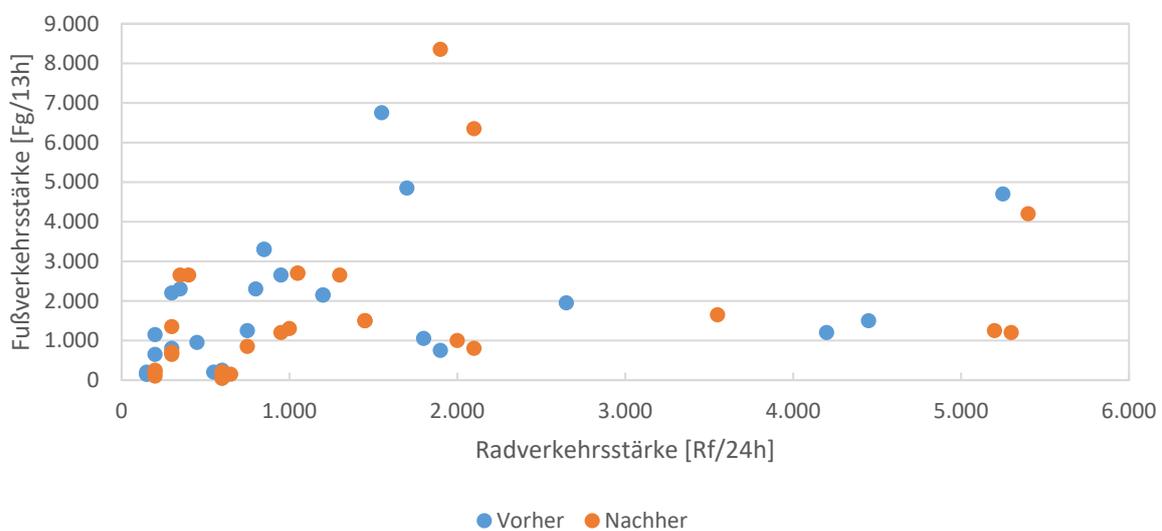


Abbildung 21: Verhältnis Fuß- zu Radverkehrsstärke (Tagesverkehr) auf den untersuchten Pilotstrecken vorher/nachher.

### 4.3 Beobachtungen Fahrverhalten

Im Folgenden werden die Ergebnisse aus den Videobeobachtungen zur Seitenraumnutzung (4.3.1) der Radfahrenden, den Fahrlinien von Kfz- und Radfahrenden (4.3.2), dem Überholverhalten der Kfz-Fahrenden (4.3.3) sowie den Interaktionen der Verkehrsteilnehmenden (4.3.4) analysiert.

#### 4.3.1 Seitenraumnutzung

An allen Strecken konnte bei der Vorher-Erhebung eine Seitenraumnutzung von mind. 10 % beobachtet werden. Bei einer Radverkehrsführung im Mischverkehr lag die Seitenraumnutzung bei der Vorher-Erhebung grob zwischen 10% und 70%. Die Strecke mit Freigabe des Gehwegs für den Radverkehr weist eine ähnlich geringe Nutzung des Seitenraums wie an Strecken mit reiner Mischverkehrsführung auf. Bei Mischverkehr mit paralleler Führung über einen nicht benutzungspflichtigen Radweg betrug diese jedoch über 95% (vgl. Abbildung 22). Ausnahmen bildeten Strecken, in deren Verlauf sich die Führung änderte. So wiesen die Strecken FR\_RH und KO\_L an einem Querschnitt einen nicht benutzungspflichtigen Radweg auf, an dem anderen Querschnitt nicht, was bei der einen Strecke zu einer höheren Fahrbahnnutzung am Querschnitt mit Radweg führte und an der anderen Strecke zu einer höheren Seitenraumnutzung ohne Freigabe.

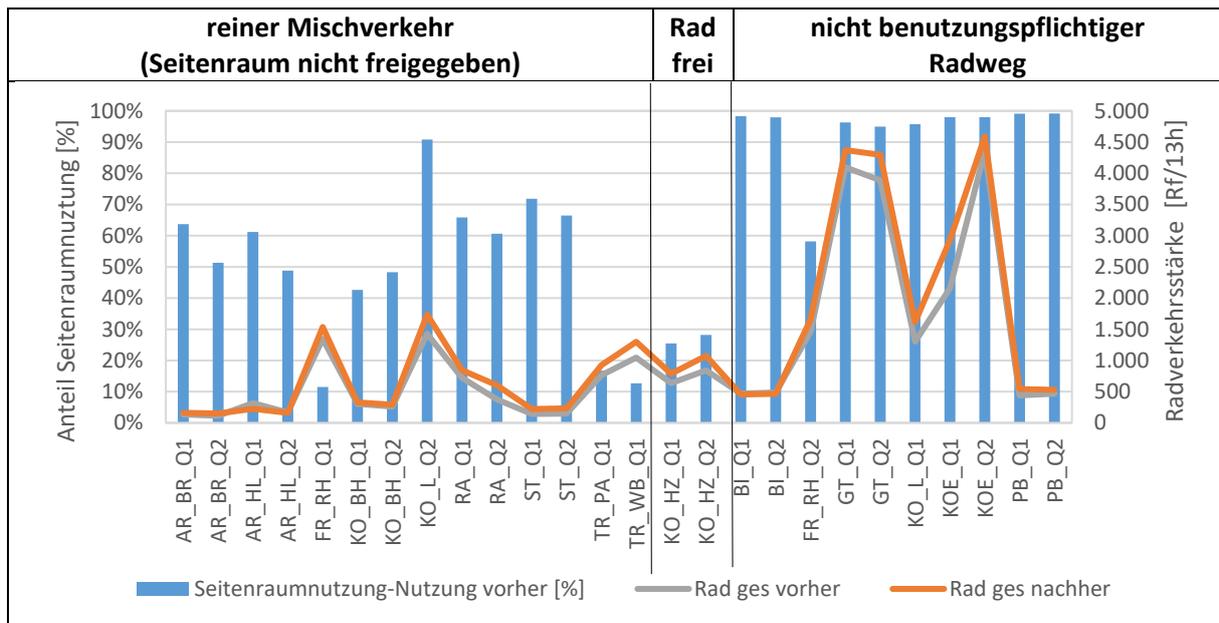


Abbildung 22: Seitenraumnutzung in Abhängigkeit der Radverkehrs-führung.

Im Vorher-/Nachher-Vergleich zeigt es sich, dass auf Strecken ohne Freigabe des Seitenraums (also weder paralleler nicht benutzungspflichtiger Radweg noch Freigabe des Gehwegs) eine deutliche Veränderung der Raumnutzung der Radfahrenden zu beobachten war (vgl. Abbildung 23). Im Durchschnitt aller Mittelwerte hat sich über alle Strecken die Seitenraumnutzung von 65% auf 60% reduziert, was einer mittleren Reduzierung von 13% entspricht. Betrachtet man nur die Strecken ohne Seitenraumfreigabe für den Radverkehr, wurde die Seitenraumnutzung von 54% auf 45% reduziert, was wiederum einer mittleren Reduzierung von 22% entspricht. An den Strecken mit Gehwegfreigabe für Radfahrende bzw. einem nicht benutzungspflichtigen Radweg konnte die Seitenraumnutzung im Durchschnitt nur von 82% auf 80% reduziert werden, was einer mittleren Reduzierung von lediglich 2% entspricht.

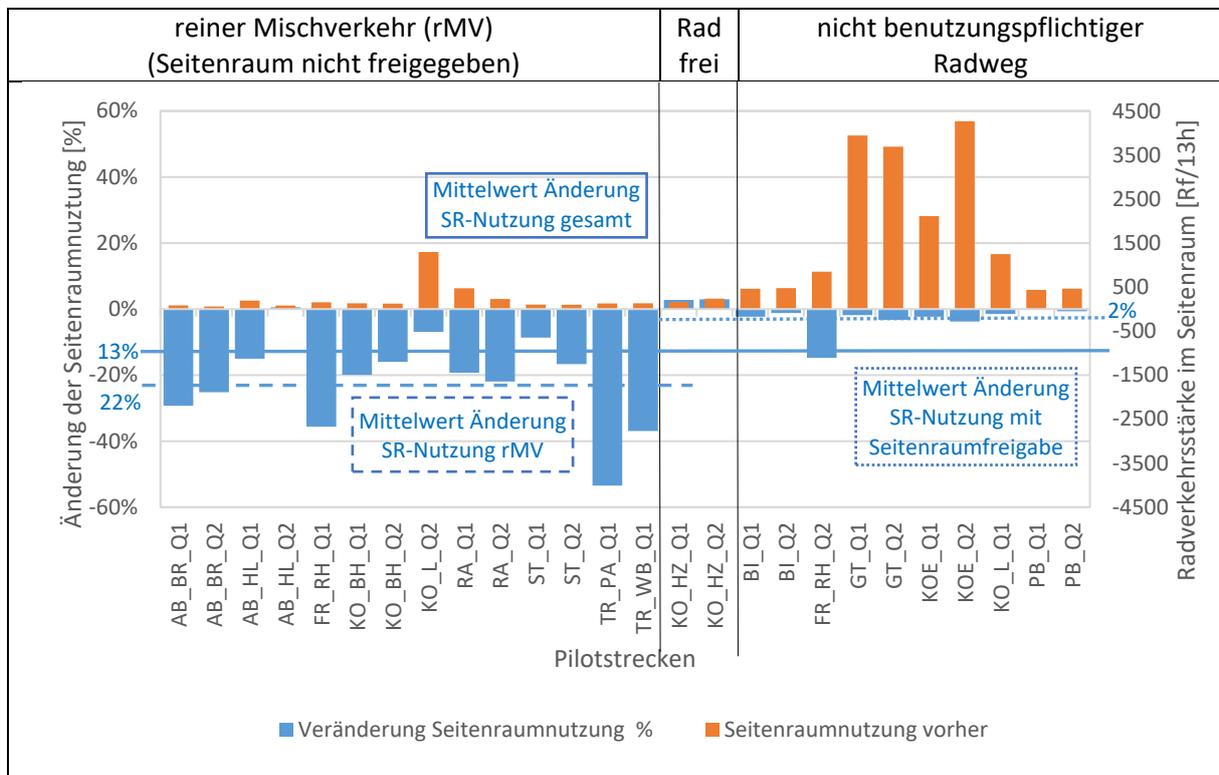


Abbildung 23: Änderung der Seitenraumnutzung der Radfahrenden.

Eine besondere Problematik bei Unfällen mit Radfahrenden besteht mit linksfahrenden Radfahrenden im Seitenraum, daher erfolgt hier auch eine gesonderte Betrachtung von linksfahrenden Radfahrenden im Seitenraum.

Vor Umsetzung der Maßnahmen nutzten auf den Untersuchungsstrecken zwischen 3% und 43% aller dort beobachteten Radfahrenden den linken Seitenraum, wobei an der Untersuchungsstrecke GT ein Großteil der linksfahrenden Radfahrenden an dieser Strecke einen einseitigen Zweirichtungsradweg nutzten und somit entgegen der Radfahrenden an anderen Strecken regelkonform fuhren. Im Mittel fuhren 19% im linken Seitenraum, dies entspricht dem von Alrutz et. al (2009) festgestellten Wert für Strecken mit Radwegen (ca. 20%), liegt jedoch höher als der dort festgestellte Wert für Strecken mit Radfahrstreifen und Schutzstreifen (10%).

Betrachtet man den Anteil der rechts- sowie linksfahrenden Radfahrenden (Rf) im Seitenraum bezogen auf die Seitenraumfreigabe, wird deutlich, dass auf den Untersuchungsstrecken ohne Seitenraumfreigabe (reiner Mischverkehr) der Anteil der linksfahrenden Radfahrenden an den im Seitenraum fahrenden Radfahrenden höher ist als an Strecken mit nicht benutzungspflichtigen Radwegen (vgl. Abbildung 24), ausgenommen GT.

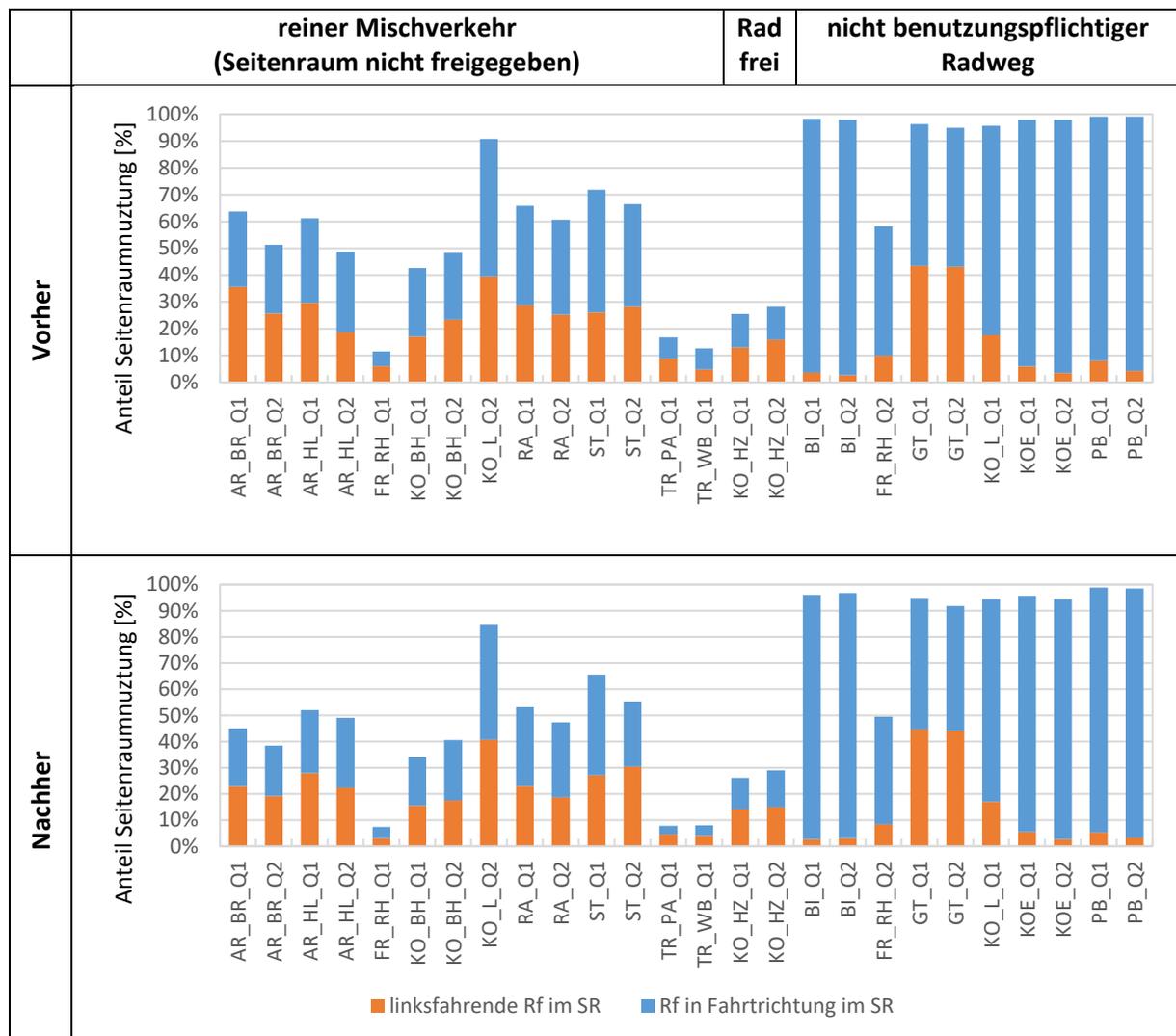


Abbildung 24: Seitenraumnutzung links/rechts fahrender Radfahrender an Pilotstrecken.

Abbildung 25 zeigt die Veränderung der Seitenraumnutzung links fahrender Radfahrender und der Seitenraumnutzung insgesamt. Im Mittel konnten linksfahrende Radfahrende um 13% reduziert werden.

Dabei bestand ein Unterschied bei der Freigabe des Seitenraums, jedoch war dieser gering. Bei nicht erlaubter Seitenraumnutzung konnte der Anteil der linksfahrenden Radfahrenden im Mittel um 16%, bei erlaubter Seitenraumnutzung um 10% reduziert werden. Insgesamt über alle Strecken betrachtet, wurde der Anteil an linksfahrenden Radfahrenden nach Umsetzung der Piktogrammketten größtenteils reduziert, jedoch nicht in dem Maß, wie die Seitenraumnutzung insgesamt reduziert werden konnte (ohne Abbildung). Dies könnte darin begründet sein, dass ein bestimmtes Ziel auf der linken Seite angefahren wird, oder dass schlechte Abbiegebeziehungen für Radfahrende auf bestimmten Relationen vorliegen.

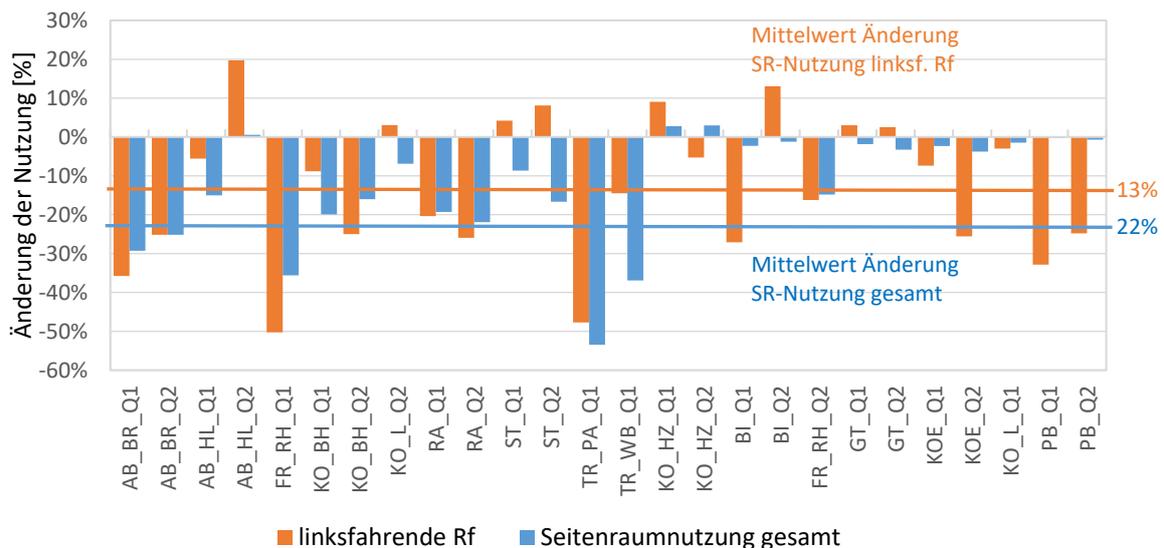


Abbildung 25: Änderung Seitenraumnutzung links fahrende Radfahrende/gesamt.

Linksfahrende Radfahrende auf der Fahrbahn waren nur als Einzelfälle zu beobachten und wurden deswegen hier nicht gesondert betrachtet.

**Zusammenfassung:**

In der Analyse der Seitenraumnutzung konnte festgestellt werden, dass sich die untersuchten Strecken deutlich nach ihrer Art der Führung unterschieden. So war bei vorhandenen nicht benutzungspflichtigen Radwegen nur eine geringe Nutzung der Fahrbahn zu beobachten, die sich auch nach Umsetzung von Maßnahmen (Markierung von Piktogrammketten oder Aufstellen eines Hinweisschildes) kaum änderte (i.d.R. unter 5% Fahrbahnnutzung). An Strecken mit Mischverkehrsführung ohne einen parallelen Radweg war die Fahrbahnnutzung deutlich höher (im Mittel ca. 50%) und es konnte nach Umsetzung der Piktogrammketten eine deutliche Erhöhung der Fahrbahnnutzung (im Mittel ca. 60%) beobachtet werden. Der Anteil linksfahrender Radfahrender konnte zudem gesenkt werden, wenn auch nicht im gleichen Maße wie die Nutzung des Seitenraums insgesamt.

**4.3.2 Fahrlinien**

Für die Bestimmung der Fahrlinie von Radfahrenden, Kfz-Fahrenden und den Überholabständen wurden insgesamt 13.644 Fahrlinien bei unbeeinflussten Fahrten, Überholungen und Hinterherfahrten erhoben (vgl. Tabelle 10).

	Kfz unbeeinflusst	Rad unbeeinflusst	Kfz/Rad Überholung/Hinterherfahrt	Gesamt
Anzahl Fälle	5.901	3.765	3.024	13.644

Tabelle 10: Anzahl der erhobenen Fahrlinien an Pilotstrecken.

Abbildung 26 zeigt die unbeeinflusste Fahrlinie der Radfahrenden (vorher/nachher) je untersuchtem Querschnitt. Zusätzlich ist in grau die Lage des Piktogramms auf der jeweiligen Strecke durch Angabe des Abstandes des linken und rechten Randes und der Mitte des Piktogramms zum Fahrbahnrand bzw. zum Parkstreifen angegeben. Bei der Betrachtung der unbeeinflussten Fahrlinie von Radfahrenden (Abstand zw. Bord bzw. Parkstreifen und Reifen) ist zu erkennen, dass Radfahrende sich nach Markierung der Piktogramme nicht unbedingt weiter links orientieren und insbesondere nicht in der Mitte der markierten Piktogramme fahren (vgl. Abbildung 26). Ergebnisse aus internationalen Studien, nach denen sich Radfahrende an der Mitte des Piktogramms orientieren, konnten damit nicht bestätigt werden, weder bei der Markierung einfacher Rad-Piktogramme noch bei Markierung von Rad-Piktogrammen mit Pfeil-Symbolen. Hierbei scheinen auch die Größe und Ausführung des Piktogramms keine Rolle zu spielen.

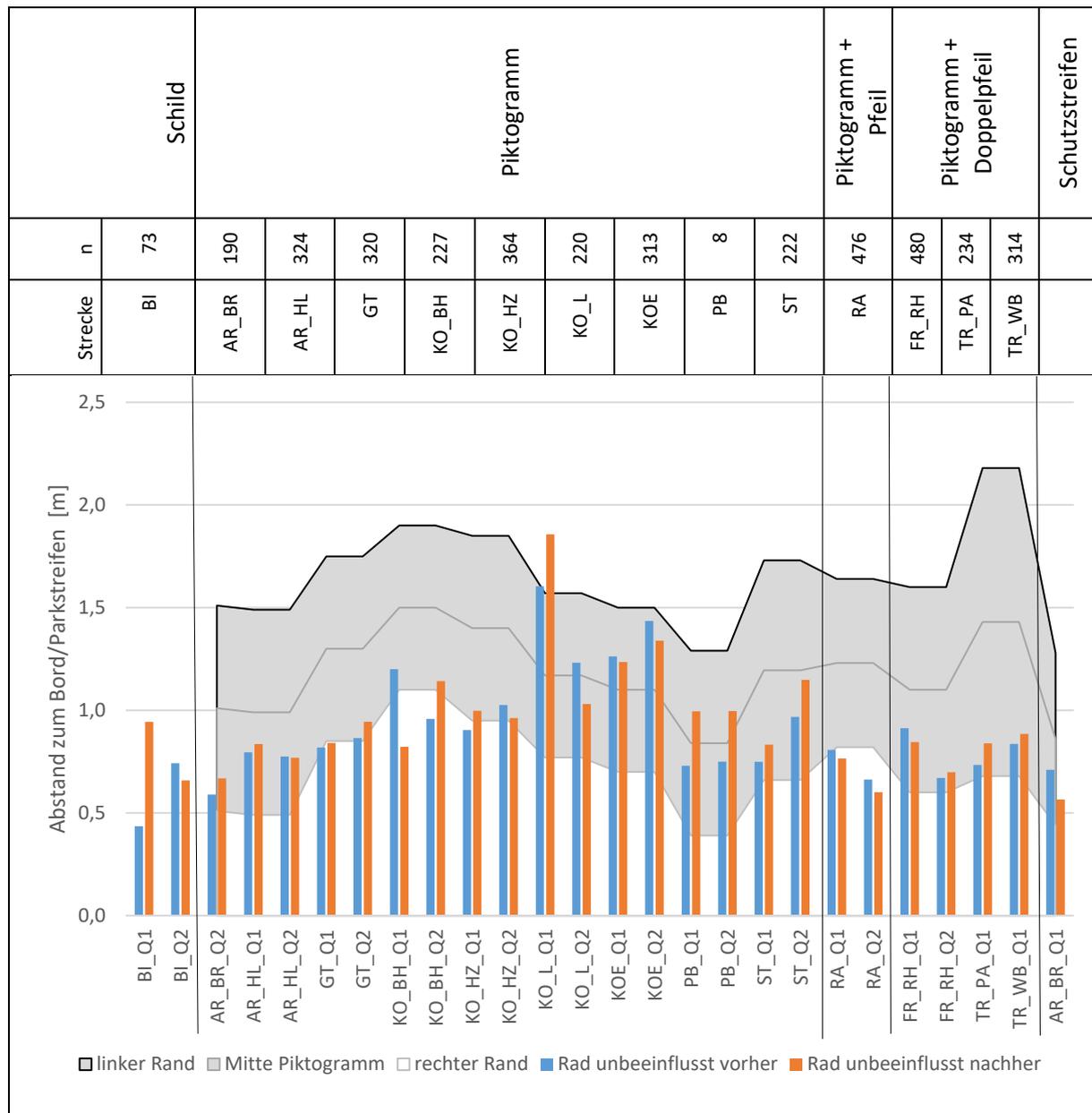


Abbildung 26: Unbeeinflusste Fahrlinie Rad (vorher/nachher) je Querschnitt.

An den einzelnen Strecken konnten teilweise deutliche Verschiebungen in den Fahrlinien festgestellt werden, hierbei muss jedoch beachtet werden, dass es sich dabei teilweise um relativ kleine Stichproben handelt. Der Mittelwert der unbeeinflussten Fahrlinie lag bei ca. 0,9 m Abstand vom Bord bzw.

dem Parkstreifen. Im Mittel verschob sich die Fahrlinie der unbeeinflusst fahrenden Radfahrenden jedoch mit 4 cm Verschiebung nach links kaum (vgl. Abbildung 27).

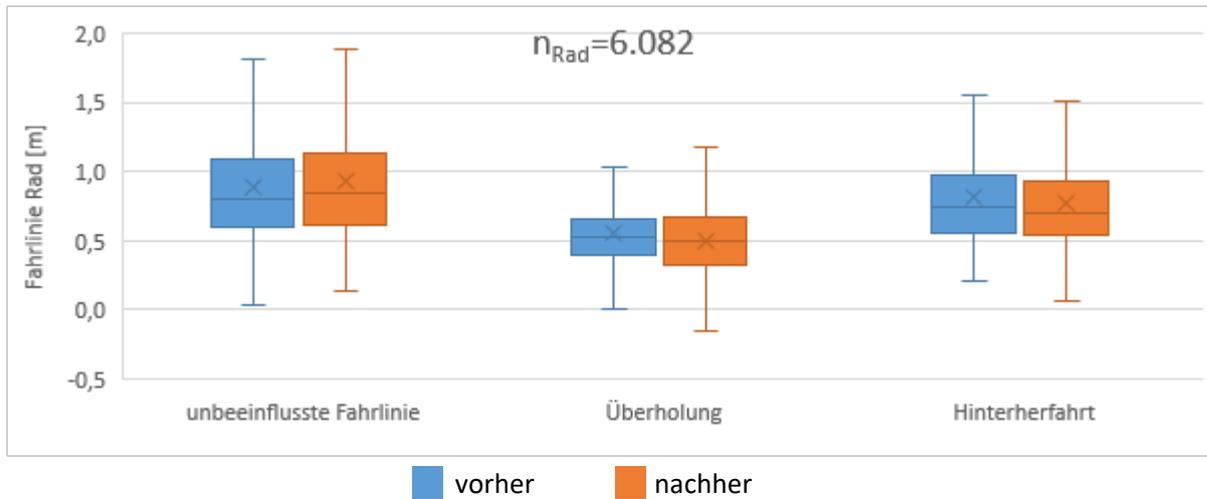


Abbildung 27: Fahrlinien Rad an Pilotstrecken vorher/nachher.

Die beeinflussten Fahrlinien der Radfahrenden wurden in der Analyse unterteilt in Beeinflussung durch ein überholendes Kraftfahrzeug und ein hinterherfahrendes Kraftfahrzeug.

Die Fahrlinie bei Hinterherfahrten lag im Mittel bei ca. 0,8 m Abstand zum Bord bzw. Parkstreifen und veränderte sich im Vorher-/Nachher-Vergleich mit einer Verschiebung um 5 cm nach rechts kaum. Bei Überholungen fuhren Radfahrende weiter rechts als bei einer unbeeinflussten Fahrt oder einer Hinterherfahrt. Die Fahrlinie bei einer Überholung lag im Mittel vorher bei 0,55 m und nachher bei 0,50 m, hier konnte somit im Mittel auch eine geringe Verschiebung nach rechts um 5 cm festgestellt werden (vgl. Abbildung 27).

Die unbeeinflusste Fahrlinie von Kfz-Fahrenden (Abstand zwischen Bord bzw. Parkstreifen und Außenkante rechter Reifen) liegt etwas weiter links als die der Radfahrenden, bei ca. 1,0 m Abstand vom Bord bzw. dem Parkstreifen (vgl. Abbildung 28). Es ergibt sich im Vorher-/Nachher-Vergleich im Mittel quasi keine Verschiebung der Fahrlinie, auch wenn sich die Fahrlinien für Einzelstrecken teilweise deutlicher verschieben. Bei Überholungen verschob sich die Fahrlinie im Vorher-/Nachher-Vergleich um 4 cm leicht nach links.

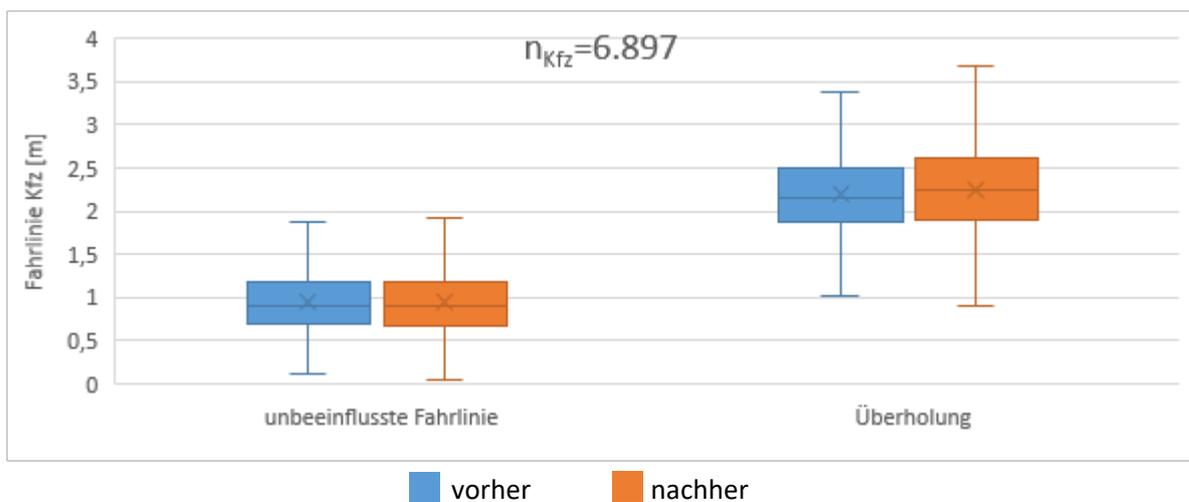


Abbildung 28: Fahrlinien Kfz an Pilotstrecken vorher/nachher.

An den Untersuchungsquerschnitten beeinflussten diverse Faktoren das Fahrverhalten der Verkehrsteilnehmenden, daher wurden Varianzanalysen durchgeführt, um Einflüsse auf die Ergebnisse herauszustellen und die Clusterbildung für die deskriptiven Analysen zu stützen.

Mit Hilfe der Multivariaten Varianzanalyse konnten jedoch keine eindeutigen Einflüsse auf die Fahrlinien der Strecken gefunden werden, die die Varianzen in den Fahrlinien und Überholabständen erklären würden.

**Zusammenfassung:**

Im Rahmen der Analyse der Fahrlinien konnte festgestellt werden, dass Radfahrende bei einer unbeeinflussten Fahrt oder bei einer Hinterherfahrt weiter links fahren als bei einer Überholung. Grundsätzlich fahren Radfahrende weiter rechts als Kfz. Im Vorher-/Nachher-Vergleich verschoben sich die Fahrlinien kaum.

**4.3.3 Überholverhalten**

Nach der Erfassung der Überholungen bzw. Hinterherfahrten innerhalb von sechs Stunden wurden die Datensätze den Überholfällen nach Abbildung 13 zugeordnet.

Für die statistische Analyse sind möglichst große Kollektive für belastbare Aussagen notwendig, daher wurden die Überholfälle (ÜF) in vier Gruppen zusammengefasst, da diese jeweils ähnliche Situationen widerspiegeln und somit größere Kollektive erzeugt werden konnten:

- Überholungen ohne Gegenverkehr (ÜF 1, 2)
- Überholungen mit entferntem Gegenverkehr (ÜF 20, 21)
- Überholungen mit direktem Gegenverkehr (ÜF 10, 11)
- Hinterherfahrten (ÜF 9, 90, 91, 92)

Die weiteren Überholfälle 13, 14 und 30 traten über alle Strecken nur selten (< 15 Fälle) auf, konnten nicht sinnvoll mit anderen Überholfällen zusammengefasst werden und wurden daher aus der weiteren Analyse ausgeschlossen.

Insgesamt konnten innerhalb der beobachteten sechs Stunden bzw. drei Spitzenstundenbereiche des Radverkehrs 1.488 Überholungen und 955 Hinterherfahrten, bzw. 1.056 Überholfälle in der Vorher-Untersuchung und 1.382 Überholfälle in der Nachher-Untersuchung analysiert werden (vgl. Tabelle 11). In der Zwischen-Untersuchung (kurz-Nachher) der Strecke BI wurden insgesamt nur 5 Überholfälle erfasst. Diese wurden im Weiteren nicht in die vergleichenden Analysen einbezogen.

	<b>Anzahl bei Erhebungen</b>			
	<b>Vorher</b>	<b>Nachher</b>	<b>Kurz-Nachher</b>	<b>Gesamt</b>
Überholungen ohne Gegenverkehr	617	655	1	1.273
Überholungen mit entferntem Gegenverkehr	70	60	0	130
Überholungen mit direktem Gegenverkehr	43	42	0	85
Hinterherfahrten	326	625	4	955
<b>Gesamt</b>	<b>1.056</b>	<b>1.382</b>	<b>5</b>	<b>2.443</b>

Tabelle 11: Übersicht der Anzahl der Überholfälle bzw. Hinterherfahrten an den Pilotstrecken.

Die Überholfälle (ohne Hinterherfahrten) wurden im Rahmen der Interaktionsanalyse für den abendlichen Spitzenstundenbereich zusätzlich erhoben und den Überholfällen über alle Spitzenstundenbereiche vergleichend gegenübergestellt.

Werden die Überholungen (mit/ohne Gegenverkehr) über alle Strecken im Vorher/Nachher-Vergleich betrachtet, lässt sich erkennen, dass die Überholungen je Radfahrendem abnehmen (vgl. Tabelle 12). Abends wurde vorher rund jeder 2. Radfahrende überholt, nachher jeder 3. Radfahrende. Über den Tag verteilt wird rund jeder 5. Radfahrende vorher und nur jeder 11. Radfahrende nachher überholt.

Beobachtungszeitraum	Überholungen je Radfahrender/-m [n/Rf]	
	vorher	nachher
2 Std. (abends)	0,4	0,3
6 Std. (je 2 Std. morgens/mittags/abends)	0,2	0,1

Tabelle 12: Überholungen je Radfahrender/-m in den Beobachtungszeiträumen.

Beim Vergleich der Auswerteziträume ist zu erkennen, dass abends deutlich mehr Radfahrende überholt wurden als über die drei Zeitbereiche insgesamt. Dies ist vermutlich auf die insgesamt höheren Verkehrsbelastungen in der abendlichen Spitzenstunde zurück zu führen.

Für die Überholungen wurde auch der korrigierte Überholabstand als Differenz zwischen den Fahrli-nien der Rad- und Kfz-Fahrenden ermittelt, der mit einem Korrekturwert für die halbe Lenkerbreite und den Außenspiegel belegt wurde. Der korrigierte Überholabstand erhöhte sich geringfügig im Ver-gleich von der Vorher-Erhebung (1,21 m) zur Nachher-Erhebung (1,30 m), wobei sich die Erhöhung aus einer Verschiebung der Fahrlinie der Kfz-Fahrenden nach links und der Radfahrenden nach rechts zu-sammensetzt. Wird der Abstand differenzierter, nach der Gegenverkehrssituation unterschieden, be-trachtet (vgl. Abbildung 29), ist erkennbar, dass sich der Überholabstand mit zunehmender Nähe des Gegenverkehrs (GV) verringert und mit sichtbarem wenn auch entferntem und direktem Gegenver-kehr im Mittel der Überholabstand unter 1,0 m beträgt. Für alle Fälle erhöht sich der Abstand im Ver-gleich leicht, wobei sich die Differenz mit zunehmender Nähe des Gegenverkehrs verringert. Es ist je-doch für alle Fälle eine positive Tendenz in der Verteilung zu erkennen. Der größte Anteil (85%) an Überholungen wurde an den beobachteten Strecken ohne Gegenverkehr erfasst.

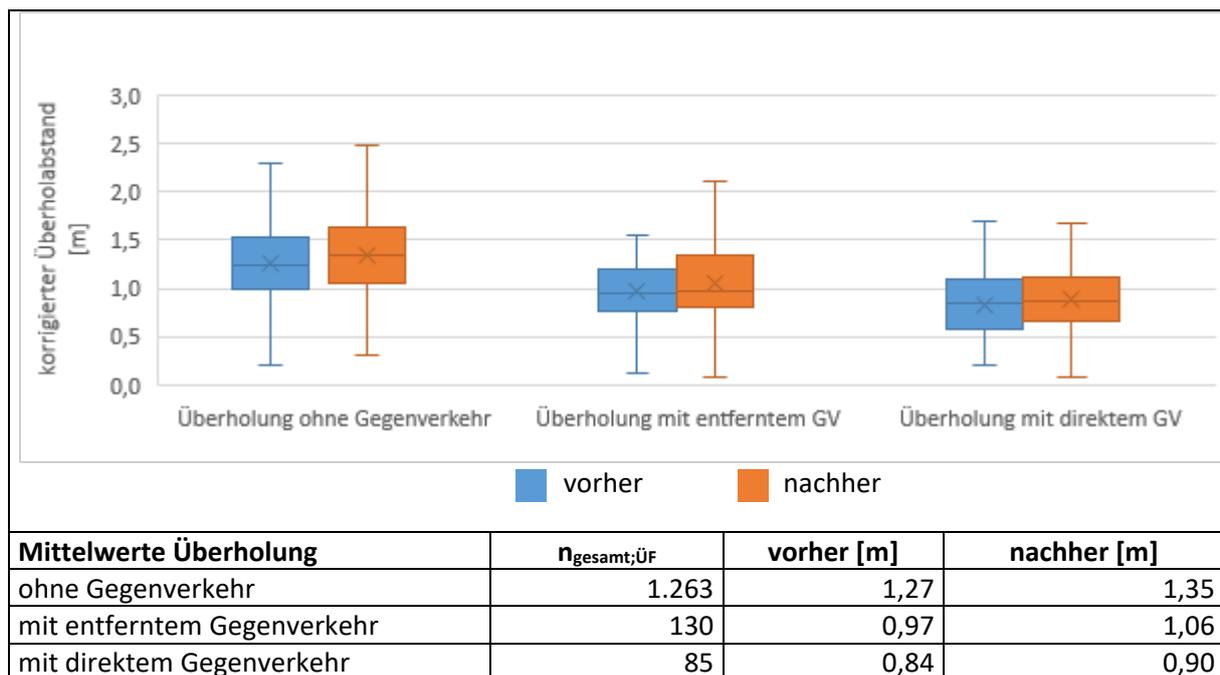


Abbildung 29: Überholabstände an Pilotstrecken vorher/nachher.

Wird die Aufteilung in Abstandskategorien betrachtet (vgl. Tabelle 13), wird deutlich, dass sich der geringe Anteil der sehr engen Überholungen (< 0,5 m) nicht verändert, sich jedoch die hohen Anteile an Überholungen zwischen 0,5 m und 1,5 m verringern und ab 1,5 m erhöhen.

		Überholabstand [m]					Gesamt
		<0,5 m	<1,0 m	<1,5 m	<2,0 m	>2,0 m	
<b>Untersuchung</b>	<b>vorher</b>	4%	27%	46%	20%	4%	726
	<b>nachher</b>	4%	23%	41%	26%	6%	751

Tabelle 13: Verteilung der Überholfälle nach Überholabstand an den Pilotstrecken.

Somit konnten die besonders kritischen Überholvorgänge (< 0,5 m) mit einem Anteil von 4% zwar nicht reduziert werden, jedoch konnten kritische Überholungen im Allgemeinen (< 1,5 m) um 9% reduziert und nicht kritische Überholabstände (> 1,5 m) entsprechend erhöht werden. Dennoch lag sowohl vorher als auch nachher ein Großteil der Überholungen unter 1,5 m.

#### **Zusammenfassung:**

Im Rahmen der Analyse des Überholverhaltens konnte festgestellt werden, dass Radfahrende mit Gegenverkehr deutlich enger überholt wurden als ohne. Im Vorher-/Nachher-Vergleich zeigte sich, dass sehr enge Überholungen (< 0,5 m) nicht reduziert wurden, jedoch weniger Überholungen unter 1,5 m und mehr Überholungen über 1,5 m verzeichnet werden konnte. Zudem zeigte sich, dass Radfahrende nachher seltener überholt wurden und sich die Anzahl der Hinterherfahrten erhöhte.

#### 4.3.4 Interaktionsanalyse

Im Rahmen der Interaktionsanalyse konnten innerhalb von 2 Stunden insgesamt 1.247 Interaktionen an den 14 Strecken beobachtet werden, wobei 69% auf regelgerechte und 14% auf kooperative Interaktionen entfallen (Definitionen von Interaktionsschwere s. Kapitel 3.3.2). 1% der Interaktionen waren als kritisch und 17% als hindernd zu bewerten. Überholvorgänge und Hinterherfahrten auf der Fahrbahn sind hier nicht eingeschlossen, diese werden gesondert betrachtet (s. Kapitel 4.3.3).

Von den beobachteten Interaktionen entfielen vorher 35% auf Interaktionen zwischen Radfahrenden (Rf) und zu Fuß Gehenden (Fg), 42% auf Interaktionen zwischen Radfahrenden und Kfz und 24% auf Interaktionen zwischen Radfahrenden untereinander (vgl. Tabelle 14). Im Vorher-/Nachher-Vergleich änderte sich der Anteil der Interaktionen zwischen Radfahrenden kaum, der Anteil an Interaktionen mit zu Fuß Gehenden verringerte sich um 22% (auf 28%), wobei sich der Anteil der Interaktionen mit Kfz-Fahrenden um 8% erhöhte (auf 47%).

	n <sub>vorher</sub>	n <sub>nachher</sub>	Anteil vorher	Anteil nachher	Veränderung
<b>Rf-Rf</b>	150	151	23,5%	24,7%	+1%
<b>Rf-Fg</b>	222	173	34,9%	28,4%	-22%
<b>Rf-Kfz</b>	265	286	41,6%	46,9%	+8%
<b>Summe</b>	637	610	100%	100%	

Tabelle 14: Verteilung der Interaktionen auf Verkehrsteilnehmende.

Betrachtet man die Anzahl der Interaktionen und deren Art auf der Fahrbahn und im Seitenraum, welche in Abbildung 30 dargestellt sind, ist erkennbar, dass sich im Vorher-Nachher-Vergleich die Anzahl der Interaktionen auf der Fahrbahn erhöhte und im Seitenraum reduzierte. Diese Verschiebung lässt sich insbesondere durch die veränderte Raumnutzung der Radfahrenden erklären. Da mehr Radfahrende die Fahrbahn nutzten, traten hier auch mehr Interaktionen mit Radfahrenden auf. Auffällig ist

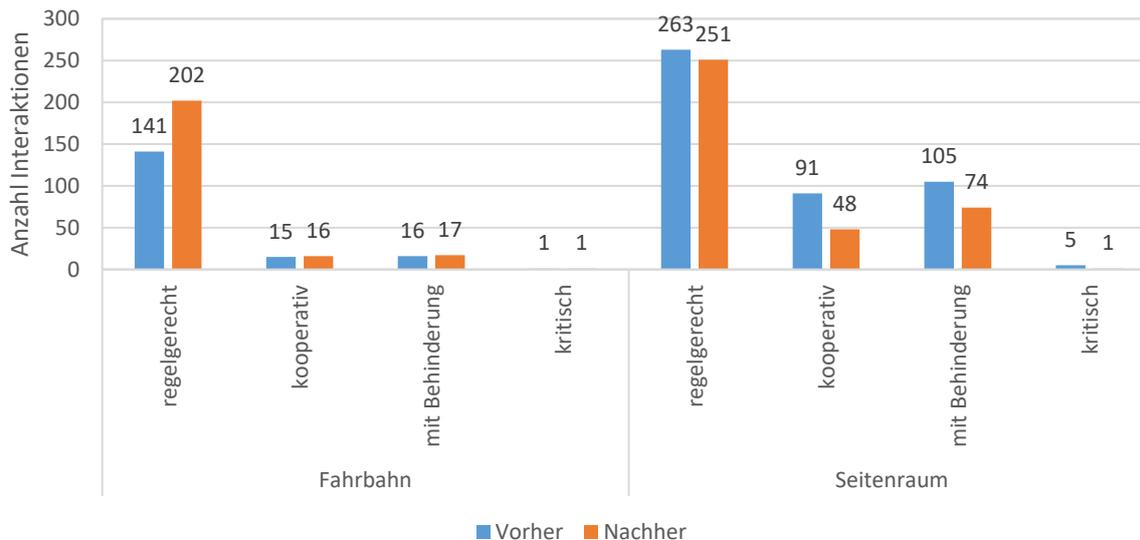


Abbildung 30: Interaktionen nach Verkehrsfläche und Schwere vorher/nachher (n = 1.247).

hierbei, dass auf der Fahrbahn die regelgerechten Interaktionen zunahmen (+43%), sich die Konflikte (Summe der behindernden und kritischen Interaktionen) jedoch kaum erhöhten. Hinzuweisen ist an dieser Stelle noch auf die insgesamt geringen Fallzahlen bei den Konflikten.

Im Seitenraum nahmen dagegen vor allem die kooperativen Interaktionen und Konflikte ab (-39%), die regelgerechten Interaktionen veränderten sich weniger. Das Sicherheitsniveau auf der Fahrbahn, basierend auf der Auswertung der behindernden und kritischen Interaktionen, blieb somit insgesamt betrachtet auf einem gleichbleibenden Niveau, wobei sich das Sicherheitsniveau nach Umsetzung der Maßnahme im Seitenraum deutlich verbesserte (vgl. Abbildung 31). Dies spiegelt sich auch in der oben beschriebenen positiven Veränderung bei den Interaktionen zwischen zu Fuß Gehenden und Radfahrenden wider.

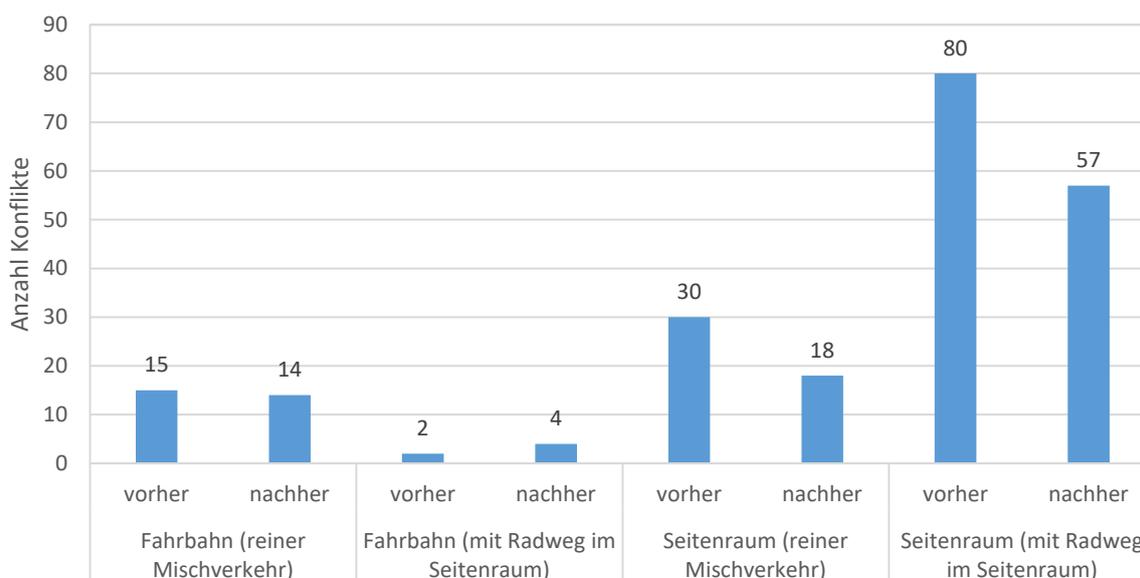


Abbildung 31: Behindernde und kritische Interaktionen (Konflikte) auf Fahrbahn und im Seitenraum, unterschieden nach Führungsform (n = 220).

Werden nur die behindernden und kritischen Interaktionen (im Weiteren auch als Konflikte bezeichnet) an den einzelnen Strecken betrachtet, ist erkennbar, dass einzelne Strecken vom Gesamttrend

abwichen (vgl. Abbildung 32), der Gesamttrend aber an einem Großteil der Strecken erkennbar ist. Zu beachten ist hier wiederum, dass die Fallzahlen insbesondere bei den kritischen Interaktionen auf der Fahrbahn mit 35 insgesamt sehr gering sind.

Insgesamt ist festzustellen, dass Radfahrende im Seitenraum in mehr Interaktionen involviert sind als auf der Fahrbahn.

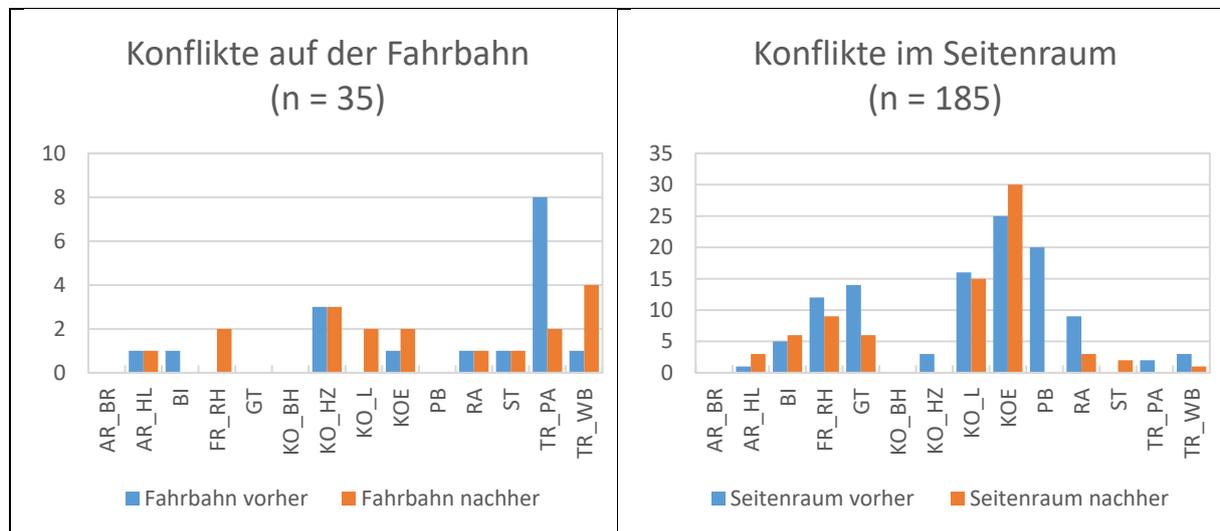


Abbildung 32: Interaktionen (behindernd/kritisch) nach Strecken vorher/nachher auf der Fahrbahn (links) und im Seitenraum (rechts).

Im Vorher-/Nachher-Zeitraum wurden unterschiedliche Radverkehrsstärken gemessen, daher wurden für die Beurteilung nicht nur die absoluten Zahlen betrachtet, sondern auch entsprechend der Betrachtung von Unfallraten (UR), Interaktionsraten (IR) bzw. Konfliktraten (KR) betrachtet. Da bei den Strecken jeweils vergleichbar lange Abschnitte beobachtet wurden, floss die Streckenlänge im Gegensatz zur Unfallrate nicht ein. Die IR bzw. KR kann für den gesamten Querschnitt oder für Straßenteile (Fahrbahn/Seitenraum) angegeben werden.

In die Interaktionsrate fließen alle beobachteten Interaktionen, in die Konfliktrate nur behindernde und kritische Interaktionen ein.

Somit können die Interaktionsrate bzw. Konfliktrate wie folgt berechnet werden:

$$IR_{i,\text{Straßenteil}} = \sum_j \frac{n_{\text{Interaktionen}}}{q_{\text{Rad}}} \quad \left[ \frac{I(Rf)}{Rf} \right]$$

$$KR_{i,\text{Straßenteil}} = \sum_j \frac{n_{\text{Konflikte}}}{q_{\text{Rad}}} \cdot 1.000 \quad \left[ \frac{K(Rf)}{1.000 Rf} \right]$$

mit

- i: Strecke mit j Querschnitten, ggf. differenziert in Straßenteile (Fahrbahn, Seitenraum)
- $n_{\text{Interaktionen}}$ : Anzahl der gezählten Interaktionen (alle Interaktionen) bzw. Konflikte (behindernde und kritische Interaktionen) mit Radfahrenden je Querschnitt
- $q_{\text{Rad}}$ : Radverkehrsstärke im beobachteten Zeitraum und Straßenteil (Fahrbahn/Seitenraum)

Im Vorher-/Nachher-Vergleich der IR auf der Fahrbahn (FB) und im Seitenraum (SR) (vgl. Abbildung 33) zeigt sich, dass die Interaktionsrate im Mittel zwar eine leichte Tendenz zur positiven Veränderung hat, jedoch relativ stabil bleibt. Bei der Führung des Radverkehrs im reinen Mischverkehr (MV) waren die Interaktionsraten sehr ähnlich. Im Vergleich hierzu ist die IR bei der Führung mit einem parallelen nicht

benutzungspflichtigen Radweg (RW) im SR leicht erhöht und auf der FB deutlich höher. Der Mittelwert bei der Kombination FB RW reagiert hier empfindlich auf stark erhöhte IR der Strecken BI und PB, die mit sehr geringen Radverkehrsstärken <10 Rf/2h und einzelnen Interaktionen stark erhöhte Werte aufweisen. Der Median für die Kombination FB RW weicht hier, im Gegensatz zu den anderen Führungen, erheblich vom Mittelwert ab.

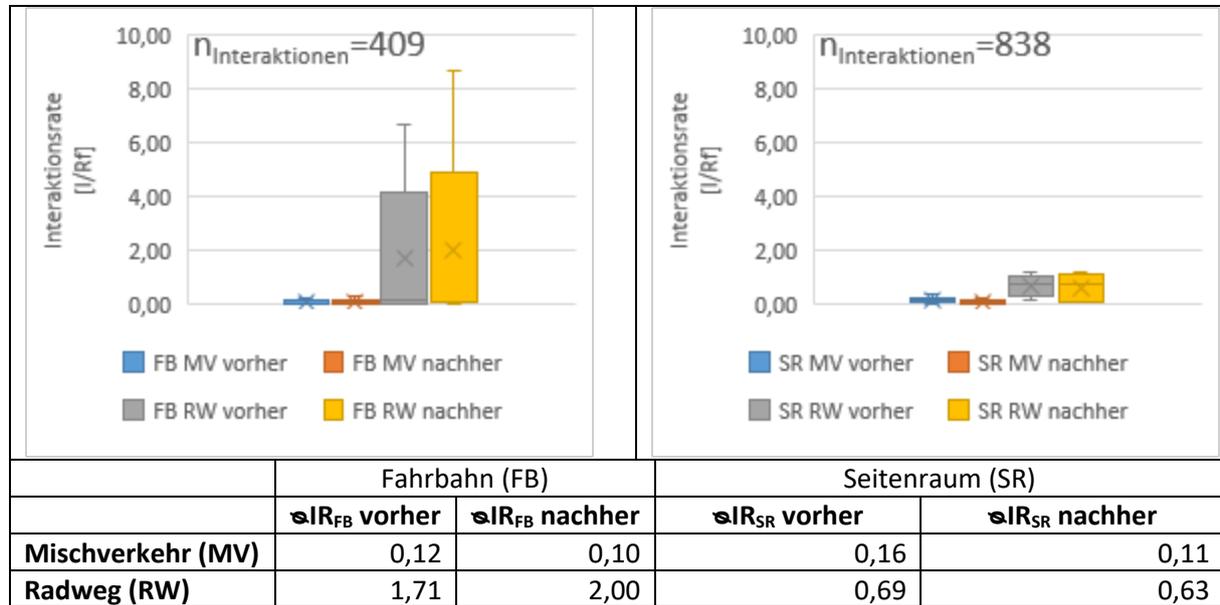


Abbildung 33: Interaktionsrate mit Radfahrenden auf den Pilotstrecken auf der Fahrbahn/im Seitenraum nach Führungsart.

Werden die konfliktbehafteten Interaktionen (behindernde und kritische) alleine betrachtet (vgl. Abbildung 34), zeigen sich jedoch deutlichere Unterschiede zwischen den Führungsformen und den Straßenräumen. Hier fällt besonders die KR im Seitenraum von Radwegen auf, wo der Mittelwert mit 259 K/1.000 Rf vorher und 176 K/1.000 Rf nachher deutlich über allen anderen Werten lag. Insgesamt zeigt sich, dass die KR für beide Führungsformen und auf der FB wie im SR gesenkt werden konnte. Bei der Bewertung zu beachten sind hier wiederum die sehr kleinen Fallzahlen bei den Konflikten auf der Fahrbahn.

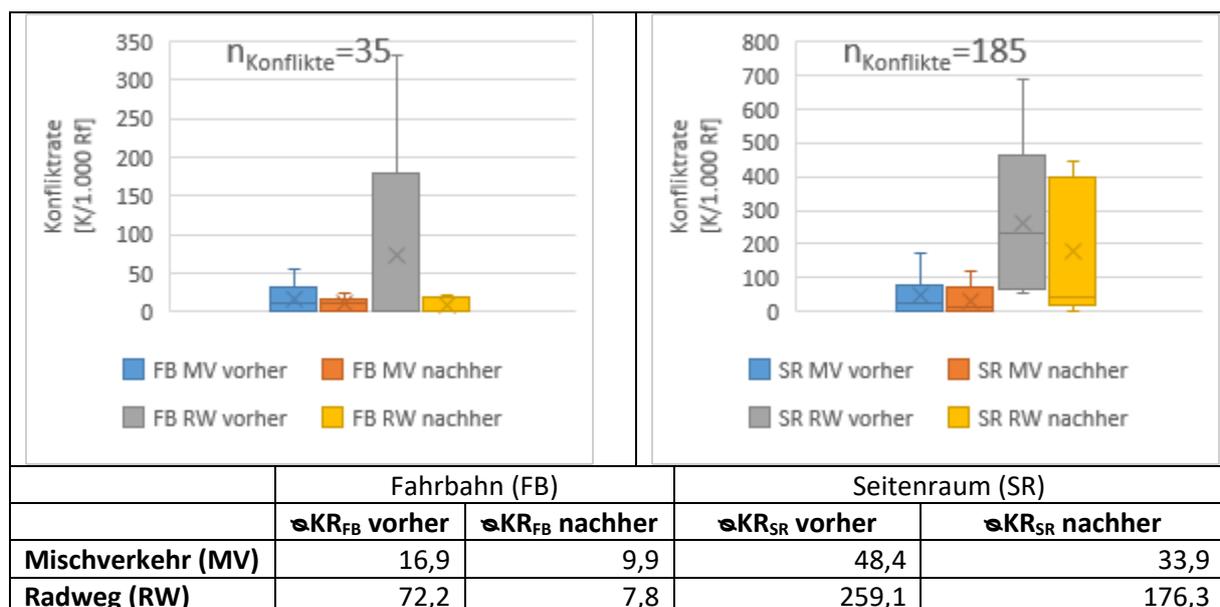


Abbildung 34: Konfliktrate mit Radfahrenden auf den Pilotstrecken auf der Fahrbahn/im Seitenraum nach Führungsart.

Um ein detaillierteres Bild von den typischen Interaktions- und Konfliktsituationen zu erhalten, wurde den Interaktionen bei der Analyse ein Interaktionstyp zugeordnet. Bei der Zuordnung der Interaktionen zu Interaktionstypen basierend auf den Unfalltypen der M Uko (FGSV, 2012b) stellte sich das Problem, dass viele Interaktionen im Seitenraum nicht ausreichend über die Unfalltypen (UT) in der M Uko (FGSV, 2012b) abgebildet sind, so sind z.B. Interaktionen im Seitenraum, die im Längsverkehr zwischen Radfahrenden oder Radfahrenden und zu Fuß Gehenden zu verzeichnen sind, nicht in der M Uko (FGSV, 2012b) enthalten, da sich Unfälle im Längsverkehr im Regelwerk nur auf Unfälle auf der Fahrbahn beziehen. Im Rahmen der Interaktionsanalyse wurde als zusätzliches Merkmal der Straßenraumbereich (FB, GW, RW) miterfasst und somit vergleichbare UT auf der Fahrbahn auch für den Seitenraum angewendet. Bei Interaktionen, für die kein direkt passender UT in der M Uko (FGSV, 2012b) enthalten war, wurden neue Interaktionstypen definiert (vgl. Kapitel 3.3.2).

Für eine detailliertere Analyse der Interaktionen wurde der 2-stellige Interaktionstyp für alle Konflikte ausgewertet und nach den häufigsten Typen in der Vorher- und Nachher-Analyse gefiltert (vgl. Abbildung 35). Hierfür wurde ein  $N \geq 5$  angesetzt (in einer Kategorie vorher oder nachher).

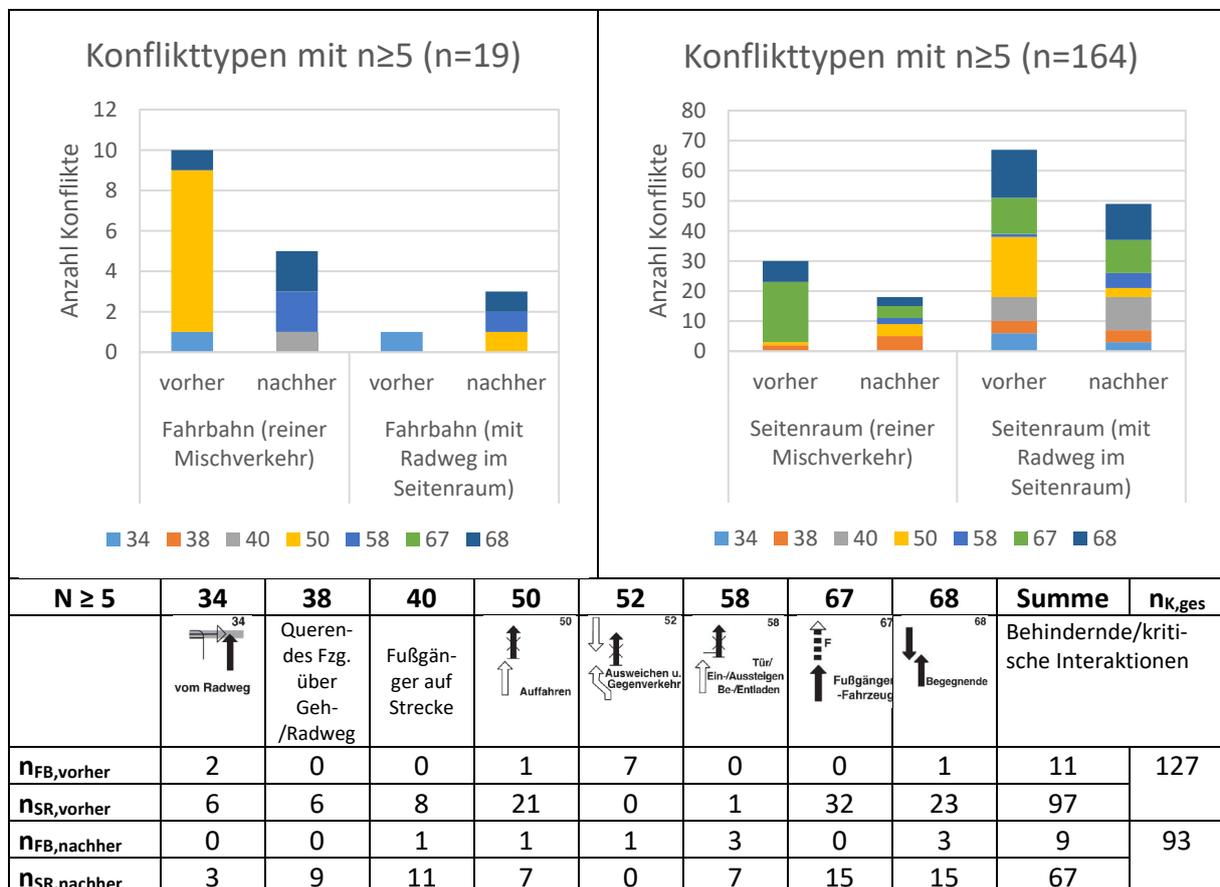


Abbildung 35: 2-stellige Interaktionstypen (bei Konflikten) vorher/nachher mit  $n \geq 5$ .

Insgesamt wurden nur wenige Konflikte auf der Fahrbahn beobachtet, im Verhältnis zum Seitenraum, daher basieren die Daten nur auf einer sehr geringen Fallzahl. Ein erheblicher Teil der Konflikte auf der Fahrbahn war zwischen Radfahrenden und Ruhendem Verkehr zu verzeichnen. Konflikte des Typs 50 konnten im Vorher-/Nachher-Vergleich deutlich reduziert werden. Für die weiteren Konflikttypen (KT) kann aufgrund der geringen Fallzahlen keine belastbare Aussage getroffen werden. Beispielhafte Konflikt-Situationen aus den Beobachtungen (vorher oder nachher) sind in Tabelle 15 dargestellt.

Auch im Seitenraum entfiel ein Großteil der Konflikte an Untersuchungsstrecken mit RW auf KT des Ruhenden Verkehrs, insbesondere durch die Behinderung von haltenden/parkenden Kfz auf dem Radweg. Die beiden anderen herausstechenden KT waren Konflikte mit zu Fuß Gehenden und Radfahrenden im Längsverkehr (KT 67) und zwischen in die richtige Richtung und in Gegenrichtung fahrenden Radfahrenden untereinander (KT 68 bzw. KT 681). Der KT 67 konnte vorher zu über 60% an Strecken mit MV beobachtet werden. An den MV Strecken konnte eine deutliche Reduzierung des KT 67 erreicht werden, im Gegensatz zu Strecken mit RW, an denen dieser KT stabil blieb. Es ist davon auszugehen, dass die Reduzierung der Konflikte des Typs 67 insbesondere auf die Veränderung der Seitenraumnutzung an den Strecken mit MV zurückzuführen ist (vgl. Kapitel 4.4.1). Der KT 68 konnte im Vorher-/Nachher-Vergleich im SR von Strecken mit MV wie auch an RW leicht gesenkt werden, wobei dieser KT zu über 70% an Strecken mit RW auftrat. Die Konflikte des Typs 40 sind hauptsächlich auf den Typ 406 zurückzuführen und erhöhten sich leicht an Strecken mit RW.

Interaktionstyp	Screenshot im Seitenraum / auf der Fahrbahn	
34		
38		
40 (Fall 406)		

50		
58		
67		
68		

Tabelle 15: Beobachtete typische Konflikte an Pilotstrecken.

**Zusammenfassung:**

In Rahmen der Interaktionsanalyse konnte festgestellt werden, dass sich die Summe der Interaktionen im Vorher-/Nachher-Vergleich auf der Fahrbahn erhöhte und im Seitenraum reduzierte, was auch der veränderten Seitenraumnutzung entsprach. Die Konfliktrate im Vorher-/Nachher-Vergleich zeigt, dass konfliktbehaftete Interaktionen je Radfahrendem auf der Fahrbahn wie im Seitenraum deutlich reduziert werden konnte. Dabei zu beachten sind die insgesamt geringen Fallzahlen bei den Konflikten.

#### 4.4 Befragungen

Nachfolgend werden die Ergebnisse aus den Befragungen an den ausgewählten Pilotstrecken vorgestellt, in denen sowohl vor als auch nach dem Aufbringen von Piktogrammen auf der Fahrbahn bzw. dem Aufstellen von Hinweisschildern am Fahrbahnrand Regelwissen, Einstellungen und berichtetes Verhalten der Verkehrsteilnehmenden untersucht wurden. Da in RA nur Vorher- und in AB\_BH, AB\_HL und Stuttgart nur Nachher-Erhebungen durchgeführt werden konnten, waren für diese Kommunen keine Vorher-Nachher-Vergleiche möglich. Die Befunde sind in Anhang 9 zu finden. Nachfolgend werden die Ergebnisse für jene neun Strecken vorgestellt, für die vollständige Datensätze (d.h. Daten aus Vorher- und Nachher-Befragung) vorlagen. Es wurde erwartet, dass die Piktogramme bzw. Hinweisschilder dazu beitragen, dass Verkehrsteilnehmende wissen, wo Radfahren auf der Untersuchungsstrecke erlaubt ist, sie sich sicherer fühlen und Interaktionen mit anderen als angenehmer wahrnehmen. Zudem wurde erwartet, dass sich die berichtete Flächennutzung von Radfahrenden vom Seitenraum auf die Fahrbahn verschiebt. Insgesamt wurden in der Pilotphase 5.083 Personen befragt, davon 3.236 vor Ort, 1.798 postalisch und 49 online. Aufgrund der geringen Anzahl an Personen, die an der Online-Befragung teilnahmen, und der Ähnlichkeit des Fragebogens zur postalischen Befragung werden die beiden Befragungsarten im Folgenden zusammengefasst dargestellt. 2.815 Personen wurden auf Strecken mit Radverkehrsführung im Mischverkehr, 2.268 auf Strecken mit Seitenraumfreigabe befragt. Die genaue Aufschlüsselung kann Tabelle 16 entnommen werden. Die in manchen Kommunen niedrigeren Befragten-Zahlen lassen sich dadurch erklären, dass dort aus organisatorischen und/oder Datenschutzgründen keine postalischen Fragebögen per Einwurf verteilt und keine Online-Befragungen durchgeführt werden konnten. Die dennoch vorhandenen, wenn auch wenigen, postalischen Daten in diesen Städten lassen sich dadurch erklären, dass vor Ort an Personen, die für die Befragung keine Zeit hatten, Brief-Versionen verteilt wurden.

Im Schnitt waren die befragten Personen im Jahr 1971 ( $N = 5.083$ ;  $SD = 18,7$  Jahre, Range: 1921-2011) geboren. 49,5% der Befragten waren Frauen, 48,4% Männer. 0,4% hatten keine Angabe zu ihrem Geschlecht, 1,7% generell keine Angabe gemacht. Für 65,5% der Befragten war das (Fach-) Abitur der höchste Bildungsabschluss, gefolgt von 17,3% mit einem Schulabschluss nach 10 Schuljahren (mittlere Reife, Realschulabschluss). Der höchste Ausbildungsabschluss war bei 31,8% eine Berufsausbildung oder Lehre, bei 19,9% ein Master oder Diplom. 86,9% der Befragten besaßen einen Führerschein, im Schnitt hatten sie ihn 1990 gemacht ( $SD = 17,0$ , Range: 1939-2019). 72,1% derjenigen, die einen Führerschein besaßen, gaben an, jederzeit über ein Kfz verfügen zu können. Im Schnitt legten sie mit dem Kfz 1.000 bis 10.000km im Jahr zurück, sie fuhren 1-2 Mal pro Woche mit dem Kfz. Sie gingen täglich oder fast täglich zu Fuß und fuhren 1-2 Mal pro Woche mit dem Rad; auf der Untersuchungsstrecke waren es 1-2 Fahrten pro Monat mit dem Rad. Tabelle 17 ist eine Aufschlüsselung wichtiger soziodemographischer Merkmale nach Befragungszeitpunkt zu entnehmen.

Den Teilnehmenden wurden Fragen zu ihrem Wissen zur Bedeutung der Maßnahmen und zu den geltenden Verkehrsregeln ebenso wie zu Einstellungen und berichtetem Verhalten gestellt. Sowohl vor als auch nach der Maßnahmenumsetzung wurden Verkehrsteilnehmende befragt. Die Ergebnisse werden nachfolgend in den Kapiteln 4.4.1, 4.4.2 und 4.4.3 vorgestellt. Dabei werden die Befunde aufgeschlüsselt nach Befragungsart (vor Ort, postalisch + online), Befragungsort (FR\_RH, TR\_PA, TR\_WB, KO\_BH, KO\_HZ, KO\_L, KOE, GT, BI), Zeitpunkt der Befragung (vor/nach der Maßnahmenumsetzung) und innerhalb der Vor-Ort-Befragung nach genutztem Verkehrsmodus (zu Fuß, Kfz oder Rad).

			Strecken ohne Seitenraumfreigabe					Strecken mit Seitenraumfreigabe				
			FR_RH	KO_BH	TR_PA	TR_WB	KO_HZ	KOE	GT	KO_L	BI <sup>3</sup>	N
<b>vorher</b>	vor Ort	Fuß	98	145	149	94	144	126	98	155	37	1.046
		Kfz	10	34	17	39	42	19	26	27	68	282
		Rad	38	25	34	30	18	45	118	22	36	366
		<b>N</b>	<b>146</b>	<b>204</b>	<b>200</b>	<b>163</b>	<b>204</b>	<b>190</b>	<b>242</b>	<b>204</b>	<b>141</b>	<b>1.694</b>
	postalisch + online	24	202	16	18	259	16	233	263	13	1.044	
<b>N</b>		<b>170</b>	<b>406</b>	<b>216</b>	<b>181</b>	<b>463</b>	<b>206</b>	<b>475</b>	<b>467</b>	<b>154</b>	<b>2.738</b>	
<b>nachher</b>	vor Ort	Fuß	67	117	114	96	134	127	90	108	42	895
		Kfz	6	38	35	52	32	15	15	33	62	288
		Rad	69	27	26	16	24	35	102	33	27	359
		<b>N</b>	<b>142</b>	<b>182</b>	<b>175</b>	<b>164</b>	<b>190</b>	<b>177</b>	<b>207</b>	<b>174</b>	<b>131</b>	<b>1.542</b>
	postalisch + online	27	126	141	63	169	13	130	122	12	803	
<b>N</b>		<b>169</b>	<b>308</b>	<b>316</b>	<b>227</b>	<b>359</b>	<b>190</b>	<b>337</b>	<b>296</b>	<b>143</b>	<b>2.345</b>	
<b>N</b>		<b>339</b>	<b>714</b>	<b>532</b>	<b>408</b>	<b>822</b>	<b>396</b>	<b>812</b>	<b>763</b>	<b>297</b>	<b>5.083</b>	

Tabelle 16: Übersicht über die Zahl der befragten Verkehrsteilnehmenden nach Befragungszeitpunkt, -ort und -art in der Pilotphase.

<sup>3</sup> Hinweis zur Sortierung der Strecken im Kapitel 0: Die Strecken sind zum einen nach Radverkehrsinfrastruktur im Seitenraum sortiert. Strecken ohne Seitenraumfreigabe stehen links (FR\_RH, KO\_BH, TR\_PA, TR\_WB, KO\_HZ), Strecken mit Seitenraumfreigabe weiter rechts (KOE, GT, KO\_L, BI). Dabei sind die Strecken ohne Seitenraumfreigabe alphabetisch sortiert; KO\_HZ steht ganz rechts, da hier in einem Teil auch der Gehweg für Radfahrende freigegeben war (dort fanden aber keine Befragungen statt). Die Strecken mit Seitenraumfreigabe sind folgendermaßen sortiert: Links steht mit KOE eine Strecke mit nicht benutzungspflichtigem Radweg, gefolgt von einem Zweirichtungsradweg (GT), einer Strecke mit verschiedenen Führungen (KO\_L, vgl. Fußnote 4) und ganz rechts der Strecke in BI, der einzigen Strecke, auf der Hinweisschilder aufgestellt wurden statt Piktogramme markiert. Ein Schlüssel für die Abkürzungen der Strecken findet sich in Abbildung 10.

<b>Merkmal</b>	<b>Vorher- Befragung</b>	<b>Nachher- Befragung</b>	<b>Gesamt</b>
Gesamt % (N)	53,9 (2.738)	46,1 (2.345)	100 (5.083)
Alter (MW)	1971 (SD = 19,0; N = 2.692)	1970 (SD = 18,3; N = 2.278)	1971 (SD = 18,7; N = 4.970)
Keine Angabe % (N)	1,7 (46)	2,9 (67)	2,2 (113)
Geschlecht % (N)			
Männlich	47,0 (1.286)	47,0 (1.103)	49,5 (2.516)
Weiblich	51,6 (1.413)	50,0 (1.173)	48,4 (2.459)
Keine Angabe	1,4 (39)	2,9 (69)	2,1 (108)
Führerscheinbesitz % (N)			
Ja	86,5 (2.369)	87,3 (2.048)	86,9 (4.417)
Nein	12,8 (350)	10,9 (256)	11,9 (606)
Keine Angabe	0,7 (19)	1,7 (41)	1,2 (60)
Kfz-Verfügbarkeit % (N)			
Jederzeit	60,9 (1.668)	68,4 (1.603)	64,4 (3.271)
Gelegentlich	16,4 (450)	12,5 (294)	14,6 (744)
Gar nicht	11,1 (305)	9,2 (215)	10,2 (520)
Keine Angabe	11,5 (315)	9,9 (233)	10,8 (548)
Jährliche Fahrleistung % (N)			
< 1.000 km/Jahr	19,3 (528)	15,7 (368)	17,6 (896)
1.000-10.000 km/Jahr	29,1 (796)	27,8 (652)	28,5 (1.448)
10.000-20.000 km/Jahr	19,3 (528)	19,2 (450)	19,2 (978)
20.000-30.000 km/Jahr	6,8 (185)	9,4 (220)	8,0 (495)
> 30.000 km/Jahr	5,4 (147)	6,2 (146)	5,8 (293)
Keine Angabe	20,2 (554)	21,7 (509)	20,9 (1.063)
Häufigkeit zu Fuß Gehen % (N)			
(Fast) täglich	72,1 (1.973)	72,6 (1.702)	72,3 (3.675)
4-5 Tage pro Woche	11,1 (304)	8,3 (195)	9,8 (499)
1-2 Tage pro Woche	11,5 (314)	11,3 (265)	11,4 (579)
1-2 Tage pro Monat	2,1 (58)	3,1 (73)	2,6 (131)
< 1- 2 Tage pro Monat	0,4 (12)	1,1 (26)	0,7 (38)
(Fast) nie	2,3 (62)	1,5 (35)	1,9 (97)
Keine Angabe	0,5 (15)	2,1 (49)	1,3 (64)
Häufigkeit Kfz-Fahren % (N)			
(Fast) täglich	22,4 (613)	22,6 (529)	22,5 (1.142)
4-5 Tage pro Woche	11,9 (325)	11,9 (280)	11,9 (605)
1-2 Tage pro Woche	21,5 (589)	23,5 (552)	22,4 (1.141)
1-2 Tage pro Monat	10,3 (281)	9,9 (233)	10,1 (514)
< 1- 2 Tage pro Monat	5,5 (151)	5,8 (137)	5,7 (288)
(Fast) nie	23,4 (642)	16,4 (385)	20,2 (1.027)
Keine Angabe	5,0 (137)	9,8 (229)	7,2 (366)

Tabelle 17: Aufschlüsselung Soziodemographie nach Befragungszeitpunkt in der Pilotphase.

Fortsetzung Tabelle 17

<b>Merkmal</b>	<b>Vorher-Befragung</b>	<b>Nachher-Befragung</b>	<b>Gesamt</b>
Häufigkeit Radfahren % (N)			
(Fast) täglich	31,0 (849)	30,7 (720)	30,9 (1.569)
4-5 Tage pro Woche	10,1 (277)	10,0 (235)	10,1 (512)
1-2 Tage pro Woche	14,4 (395)	15,7 (367)	15,0 (762)
1-2 Tage pro Monat	7,2 (198)	6,9 (161)	7,1 (359)
< 1- 2 Tage pro Monat	5,6 (153)	4,3 (102)	5,0 (255)
(Fast) nie	30,8 (843)	30,3 (710)	30,6 (1.553)
Keine Angabe	0,8 (23)	2,1 (50)	1,4 (73)
Häufigkeit Radfahren Untersuchungsstrecke % (N)			
(Fast) täglich	13,7 (376)	15,3 (358)	14,4 (743)
4-5 Tage pro Woche	8,2 (224)	8,6 (201)	8,4 (425)
1-2 Tage pro Woche	12,7 (348)	13,0 (306)	12,9 (654)
1-2 Tage pro Monat	6,9 (190)	7,5 (175)	7,2 (365)
< 1- 2 Tage pro Monat	4,4 (120)	5,1 (120)	4,7 (240)
(Fast) nie	37,4 (1.024)	36,9 (866)	37,2 (1.890)
Das war mein erstes Mal.	0,3 (9)	0,3 (6)	0,3 (15)
Keine Angabe	16,3 (447)	13,3 (313)	15,0 (760)

#### 4.4.1 Regelwissen

Nachfolgend wird darauf eingegangen, ob den Befragten die umgesetzten Maßnahmen aufgefallen waren (4.4.1.1), welche Bedeutung sie ihnen beimaßen (4.4.1.2) und ob sie wussten, wo Rad- und Kfz-Fahren auf den Untersuchungsstrecken erlaubt war (4.4.1.3).

##### 4.4.1.1 Auffallen der Maßnahmen

In einer dreifaktoriellen loglinearen Analyse, in die die Befragungsart und die Führungsform eingingen sowie die Tatsache, ob den Befragten die Maßnahmen aufgefallen waren, war die Interaktion höchster Ordnung, also die Dreifach-Interaktion, nicht signifikant,  $\chi^2(1) = 1,74, p = 0,188$ . Die Effekte zweiter und höherer Ordnung waren hingegen signifikant,  $\chi^2(4) = 135,02, p < 0,001$ . In das finale Modell gingen die Interaktionen von Befragungsart x Führungsform, Befragungsart x Aufgefallen und Führungsform x Aufgefallen ein. Der Likelihood-Quotient des Modells lag bei  $\chi^2(1) = 1,74, p = 0,188$ . Nach dem Aufbringen der Piktogramme gaben im Mittel 77,9% (N = 2.340) der Befragten an, dass ihnen die Piktogramme bzw. Hinweisschilder bereits aufgefallen seien. Der Prozentsatz derjenigen, denen die Maßnahmen bereits aufgefallen waren, war in der Vor-Ort-Befragung etwas kleiner (72,6%, N = 1.539) als in der postalischen und Online-Befragung (88,0%, N = 801). Der Unterschied war in einer Follow-Up- $\chi^2$ -Untersuchung der Interaktion von Befragungsart und Auffallen der Maßnahmen statistisch signifikant,  $\chi^2(1) = 72,31, p < 0,001, V = 0,176$ . Das Odds Ratio (OR) zeigte, dass die Chance, dass den Befragten die Maßnahmen nicht aufgefallen waren, in der Vor-Ort-Befragung 2,77mal höher war als in der postalischen und Online-Befragung. Dies kann dadurch erklärt werden, dass aufgrund von Selbstselektionseffekten bei den letzteren beiden Befragungsarten solche Personen angesprochen wurden bzw. sich angesprochen fühlten, die die Straße kannten und gerne ihre Meinung zu den umgesetzten Maßnahmen kundtun wollten. Das zeigt sich auch darin, dass 99,9% der postalisch und online Befragten angaben, auf der Untersuchungsstrecke bereits einmal unterwegs gewesen zu sein (N = 812) – vor Ort hingegen wurden auch einige Personen befragt, die noch nicht auf der Straße unterwegs gewesen waren.

Interessant ist, dass auf Strecken mit Mischverkehr 82,5% (N = 1.376) der Befragten die Maßnahmenumsetzung bereits aufgefallen war, während es auf Strecken mit Seitenraumfreigabe nur 71,4% (N = 964) waren – auch hier waren die Unterschiede in einer Follow-Up- $\chi^2$ -Analyse von Führungsform und Auffallen der Maßnahmen signifikant,  $\chi^2(1) = 40,70$ ,  $p < 0,001$ ,  $V = 0,132$  (vgl. Abbildung 36). Die Chance, dass den Befragten die Maßnahmen nicht aufgefallen waren, war auf Strecken mit Seitenraumfreigabe um den Faktor 1,89 höher als auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe.

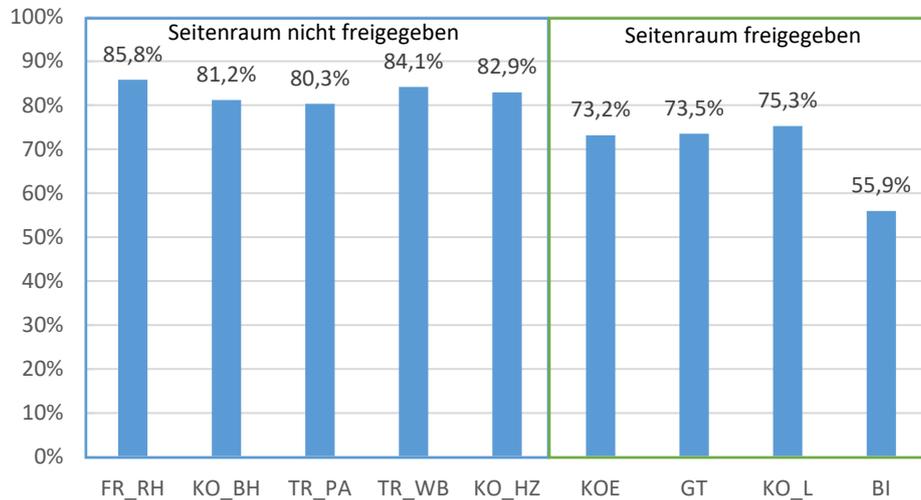
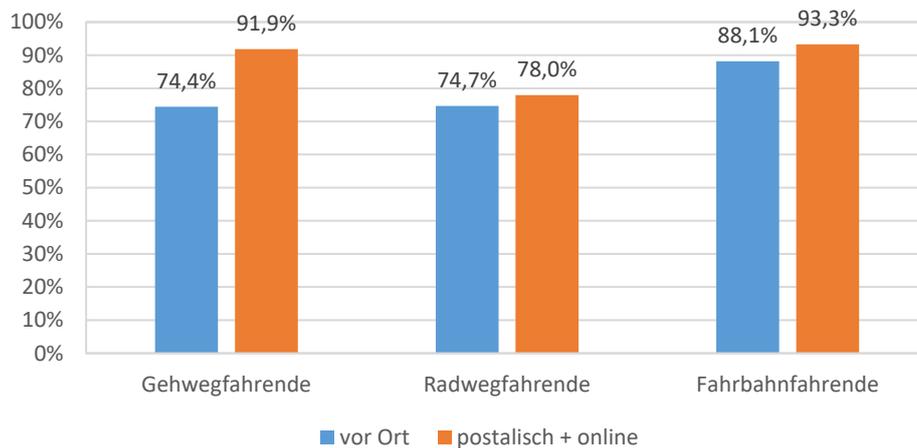


Abbildung 36: Anteil der Personen, denen die Piktogramme in der Nachher-Befragung bereits aufgefallen waren, nach Befragungsort in der Pilotphase.

Es zeigte sich, dass der Anteil derjenigen, denen die Maßnahmen nach der Umsetzung aufgefallen waren, bei denjenigen, die angaben, „oft“ oder „immer“ den Gehweg bzw. den Gehweg in Gegenrichtung oder den Radweg zu nutzen, kleiner war als bei denjenigen, die angaben, „oft“ oder „immer“ die Fahrbahn zu nutzen, siehe Abbildung 37.

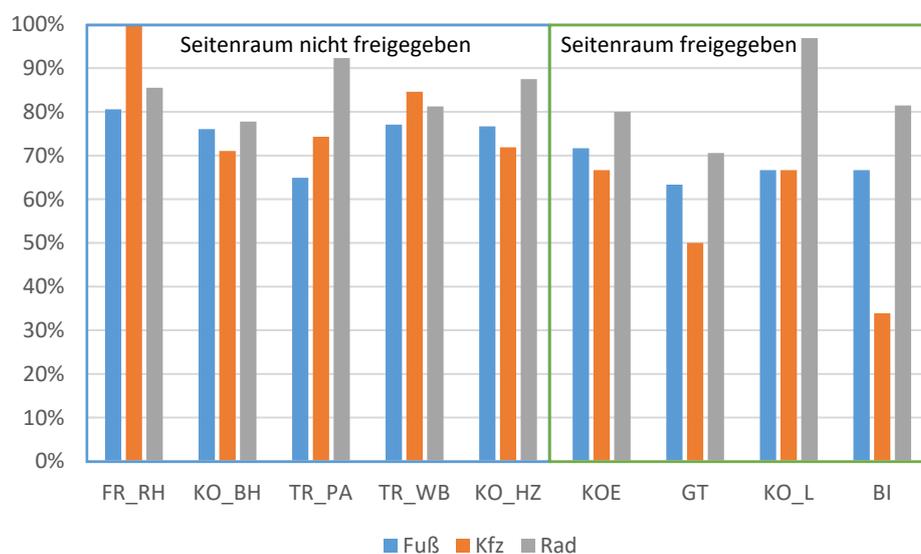


	Gehwegfahrende	Radwegfahrende	Fahrbahnfahrende
<b>N vor Ort</b>	43	135	158
<b>N postalisch</b>	135	357	59

Abbildung 37: Anteil derjenigen Befragten, denen die Maßnahmen nach der Umsetzung bereits aufgefallen waren und die angaben, „oft“ oder „immer“ den Gehweg (auch in Gegenrichtung) bzw. den Radweg oder die Fahrbahn zu nutzen, nach Befragungsart in der Pilotphase.

Wenngleich der Prozentsatz derer, denen die Piktogramme bzw. Hinweisschilder bereits aufgefallen waren, im Seitenraum generell etwas niedriger war als im Mischverkehr, so ist der weit abgeschlagene,

mit 55,9% (N = 143) geringste Prozentsatz in BI – der einzigen Strecke mit einem Hinweisschild – besonders prägnant. Die Piktogramme bzw. Hinweisschilder waren insgesamt 81,3% (N = 331) der Radfahrenden und 71,9% (N = 852) der zu Fuß Gehenden sowie 73,3% der Kfz-Fahrenden (N = 225) aufgefallen. In einer dreifaktoriellen loglinearen Analyse, in die der Verkehrsmodus und die Führungsform eingingen sowie die Tatsache, ob den Befragten die Maßnahmen aufgefallen waren, war die Interaktion höchster Ordnung, also die Dreifach-Interaktion, signifikant,  $\chi^2(2) = 10,24$ ,  $p = 0,006$ . In das finale Modell ging also die Dreifach-Interaktion von Verkehrsmodus x Führungsform x Aufgefallen ein. Der Likelihood-Quotient des Modells lag bei  $\chi^2(0) = 0$ ,  $p = 1$ . Die Unterschiede waren in einer Follow-Up- $\chi^2$ -Untersuchung der Interaktion von Verkehrsmodus und Auffallen der Maßnahmen separat nach Führungsform sowohl für Strecken ohne Seitenraumfreigabe,  $\chi^2(2) = 7,91$ ,  $p = 0,019$ ,  $V = 0,096$ , als auch für Strecken mit Seitenraumfreigabe,  $\chi^2(2) = 30,38$ ,  $p < 0,001$ ,  $V = 0,210$ , statistisch signifikant. Die Chance, dass zu Fuß Gehenden die Maßnahmen im Vergleich zu Radfahrenden nicht aufgefallen waren, war auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe um den Faktor 1,96 erhöht, auf Strecken mit Seitenraumfreigabe lag dieser Faktor bei 1,71. Die Chance, dass Kfz- im Vergleich zu Radfahrenden die Maßnahmen nicht aufgefallen waren, war auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe um den Faktor 1,69 erhöht, auf Strecken mit Seitenraumfreigabe um den Faktor 3,80. Bemerkenswert ist für die Strecke mit Hinweisschild in BI insbesondere der niedrige Anteil an Kfz-Fahrenden, denen die Schilder bereits aufgefallen waren (33,9%, N = 62; vgl. Abbildung 38). Ein denkbarer Grund könnte auch in der Häufigkeit der Wiederholung der Maßnahme liegen: Während die Piktogramme im Schnitt je nach Strecke etwa alle 20 bis 50 m wiederholt wurden, wurde das Hinweisschild in BI in beiden Richtungen nur zu Beginn und in der Mitte der Strecke wiederholt.



	FR_RH	KO_BH	TR_PA	TR_WB	KO_HZ	KOE	GT	KO_L	BI
<b>N Fuß</b>	67	117	114	96	133	127	90	108	42
<b>N Kfz</b>	6	38	35	52	32	15	14	33	62
<b>N Rad</b>	69	27	26	16	24	35	102	32	27

Abbildung 38: Anteil der Personen, denen die Piktogramme in der Nachher-Vor-Ort-Befragung bereits aufgefallen waren, nach Befragungsort und Verkehrsmodus in der Pilotphase.

#### 4.4.1.2 Bedeutung der Maßnahmen

Am häufigsten wurde als mögliche Bedeutung für die Piktogramme auf der Fahrbahn bzw. die Hinweisschilder am Fahrbahnrand genannt, dass sie anzeigen, dass Radfahrende auf der Fahrbahn fahren dürfen oder sollten und die Aufmerksamkeit Kfz-Fahrender auf mögliche Radfahrende auf der Fahrbahn gelenkt werden soll. Dabei unterschieden sich die Angaben der Befragten vor bzw. nach der Umsetzung der Maßnahmen sowohl in der Vor-Ort-Befragung,  $\chi^2(18) = 812,78$ ,  $p < 0,001$ , als auch in der postalischen und Online-Befragung,  $\chi^2(16) = 260,93$ ,  $p < 0,001$ , signifikant. Beispielsweise gaben die Befragten vor dem Aufbringen der Piktogramme bzw. dem Aufstellen der Hinweisschilder sowohl in der Vor-Ort- als auch in der postalischen und Online-Befragung signifikant häufiger an, die Maßnahmen würden einen Radweg anzeigen, jeweils  $p < 0,05$ . Danach gaben die Teilnehmenden hingegen z.B. signifikant häufiger an, Kfz-Fahrende müssten auf Radfahrende auf der Fahrbahn aufmerksam gemacht werden, je Befragungsart  $p < 0,05$  (vgl. Abbildung 39).

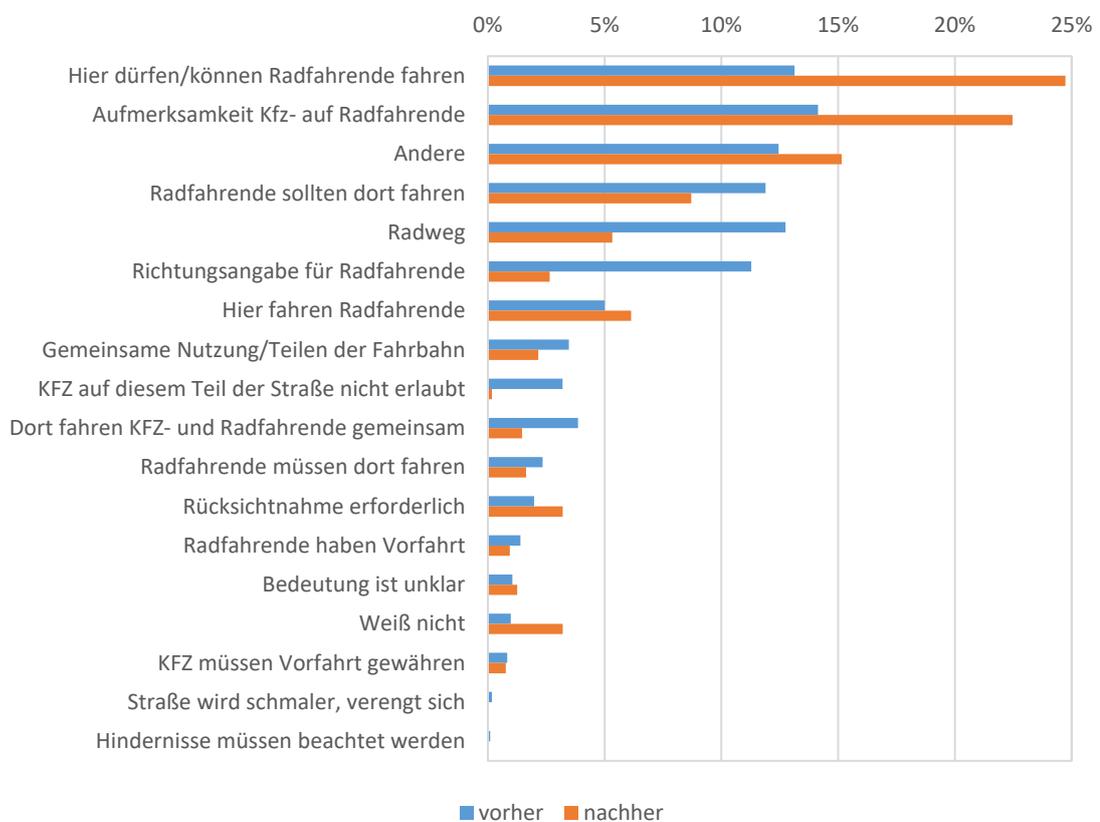


Abbildung 39: Bedeutung der Maßnahmen in der Pilotphase, Mehrfachantworten möglich. Hinweis: Skala geht nur bis 25%. N = 4.841, 6.967 Nennungen (Prozentsatz auf Basis der Nennungen).

Gefragt danach, woher die Verkehrsteilnehmenden die Bedeutung der Maßnahmen kennen, gaben die meisten Personen in der Nachher-Befragung eigene Überlegungen als Quelle an. Ein geringerer Teil kannte die Maßnahmen aus der Zeitung oder anderen Medien. Es zeigten sich signifikante Unterschiede nach der Befragungsart,  $\chi^2(7) = 508,07$ ,  $p < 0,001$ . In der Vor-Ort-Befragung wurde signifikant häufiger der eigene Verstand als Quelle für die Symbolbedeutung angegeben als in der postalischen und Online-Befragung,  $p < 0,05$  (vgl. Abbildung 40). Dort wurden häufiger auch andere Aspekte wie Medienberichte oder Fahrschulwissen genannt, jeweils  $p < 0,05$ . Es ist denkbar, dass Selbstselektionseffekte in den schriftlichen Befragungen dazu führten, dass die Fragebögen eher von Personen ausgefüllt wurden, die schon vor der Befragung von den Maßnahmen erfahren hatten oder denen sie aufgefallen waren.

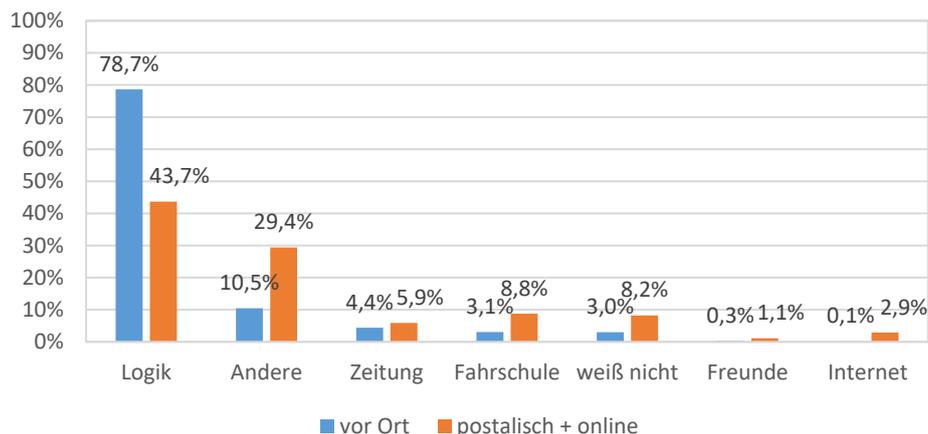
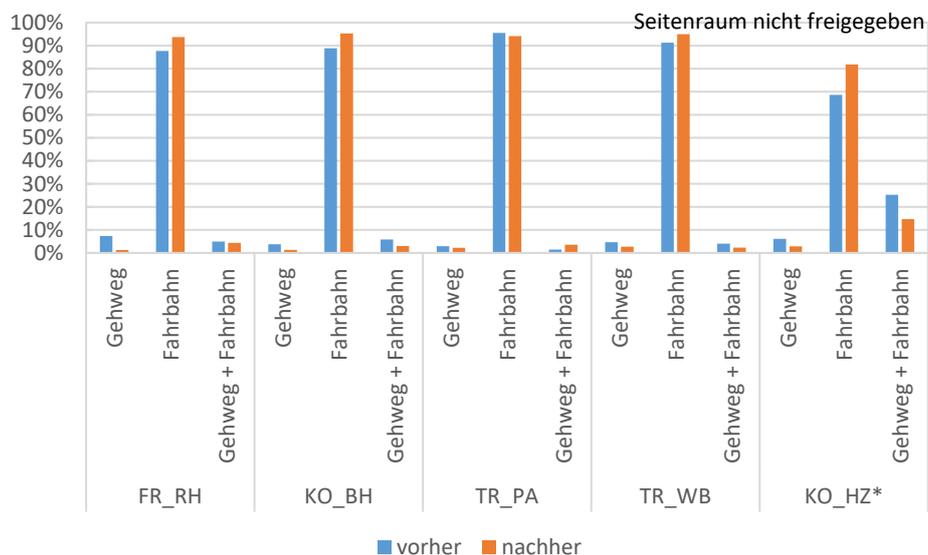


Abbildung 40: Antwort der Verkehrsteilnehmenden in der Nachher-Befragung auf die Frage, woher sie die Bedeutung der Maßnahmen kennen, nach Befragungsart in der Pilotphase, Mehrfachantworten möglich. N = 2.546, insgesamt 2.713 Nennungen, davon 1.499 vor Ort und 728 postalisch + online (Prozentsatz auf Basis der Nennungen nach Befragungsart).

#### 4.4.1.3 Regelwissen der Verkehrsteilnehmenden

Aufgrund unterschiedlicher Regelungen, wo Radfahren auf den Untersuchungsstrecken erlaubt war, werden die Ergebnisse nachfolgend getrennt nach der Seitenraumfreigabe analysiert. Auf **Strecken ohne Seitenraumfreigabe** nahm der Anteil der Personen, die unkorrekterweise angaben, dass Radfahren ausschließlich auf dem Gehweg erlaubt sei, von 4,9% vor der Umsetzung der Maßnahmen (N = 1.374) auf 2,2% danach (N = 1.336) ab. Gleiches galt für den Anteil der Personen, der angab, dass Radfahren sowohl auf dem Gehweg als auch auf der Fahrbahn erlaubt sei (Abnahme von 11,1% auf 6,2%). Im selben Zeitraum nahm der Anteil derer, die Radfahren korrekterweise nur auf der Fahrbahn für erlaubt hielten, auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe von 83,6% auf 91,3% zu (für eine Aufschlüsselung nach Untersuchungsstrecke vgl. Abbildung 41).



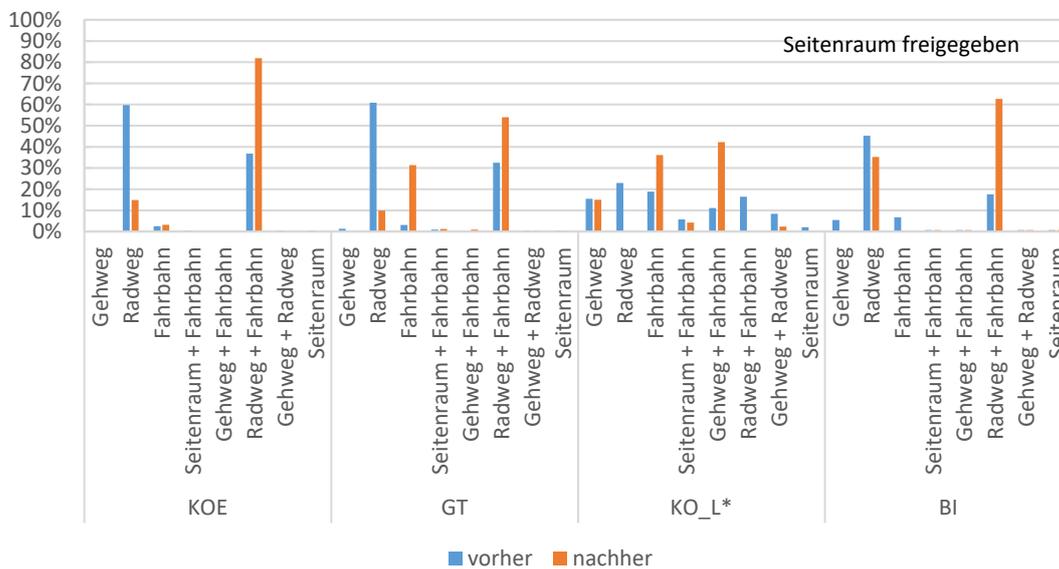
	FR_RH	KO_BH	TR_PA	TR_WB	KO_HZ
<b>N vorher</b>	163	160	396	301	203
<b>N nachher</b>	160	396	301	203	309

Abbildung 41: Antworten der Befragten auf die Frage, wo Radfahren auf der Untersuchungsstrecke (Strecken ohne Seitenraumfreigabe) erlaubt ist, nach Befragungszeitpunkt und -ort in der Pilotphase. \*Lokale Besonderheit: Hier war in einem Teil der Gehweg für Radfahrende freigegeben (dort fanden aber keine Befragungen statt, siehe Fußnote 4). Prozentsatz je Befragungszeitpunkt und -ort. N<sub>insgesamt</sub> = 2.700.

Aufgrund teilweise zu geringer Fallzahlen und dadurch verletzter Voraussetzungen konnten keine vierfaktoriellen loglinearen Analysen durchgeführt werden mit den Variablen Befragungsart, -ort, -zeitpunkt und korrekter Antwort der Teilnehmenden auf die Frage, wo auf der Strecke Rad gefahren werden darf. Field (2018) empfiehlt in einem solchen Fall, die Daten über diejenige Variable zusammenzufügen, für die der kleinste Einfluss vorhergesagt wird. Im vorliegenden Fall betrifft dies die Befragungsart – es konnte davon ausgegangen werden, dass sich das Wissen der Befragten, wo auf der Strecke Rad gefahren werden darf, aufgrund der Maßnahme sowie unterschiedlicher Befragungsorte mehr unterscheidet als aufgrund der Befragungsart (siehe z.B. Opp, 1971; Ruf, 2019; Winters et al., 2012).

In einer dreifaktoriellen loglinearen Analyse der Strecken ohne Seitenraumfreigabe, in die der Befragungsort und der Befragungszeitpunkt eingingen sowie die Tatsache, ob die Befragten korrekt auf die Frage geantwortet hatten, wo Radfahren auf der Strecke erlaubt sei (nämlich auf der Fahrbahn), war die Interaktion höchster Ordnung, also die Dreifach-Interaktion, nicht signifikant,  $\chi^2(4) = 6,43$ ,  $p = 0,166$ . Die Effekte zweiter und höherer Ordnung waren signifikant,  $\chi^2(13) = 276,84$ ,  $p < 0,001$ . In das finale Modell gingen die Interaktionen von Befragungsort x Befragungszeitpunkt, Befragungsort x korrektes Radfahrregelwissen und Befragungszeitpunkt x korrektes Radfahrregelwissen ein. Der Likelihood-Quotient des Modells lag bei  $\chi^2(4) = 6,48$ ,  $p = 0,166$ . Um die Effekte weiter aufzuschlüsseln, wurden  $\chi^2$ -Tests durchgeführt. Dabei zeigte sich ein signifikanter Unterschied in den Antworten der Befragten, auf welcher Fläche sie Radfahren korrekter- bzw- unkorrekterweise für erlaubt hielten, nach dem Befragungszeitpunkt,  $\chi^2(1) = 37,04$ ,  $p < 0,001$ ,  $V = 0,117$ . Nach der Maßnahmenumsetzung war die Chance, dass die Befragten auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe das Radfahren korrekterweise nur auf der Fahrbahn (und nicht nur auf dem Gehweg bzw. auf Gehweg und Fahrbahn) für erlaubt hielten, 2,07mal so groß wie zuvor. In einem weiteren  $\chi^2$ -Test zeigten sich signifikante Unterschiede im Antwortverhalten der Befragten, wo sie Radfahren (un-)korrekterweise für erlaubt hielten, nach dem Befragungsort,  $\chi^2(4) = 171,76$ ,  $p < 0,001$ ,  $V = 0,252$ . Im Vergleich zur Strecke KO\_HZ war die Chance auf korrekte Antworten auf der Strecke FR\_RH 3,35, auf der Strecke KO\_BH 3,78, auf der Strecke TR\_PA 6,16 und auf der Strecke TR\_WB 4,82mal größer. Dieser Befund ist zu erklären durch die Gehwegfreigabe in einem Teil der Strecke in KO\_HZ, auf den sich die Befragung allerdings nicht bezog, und den damit einhergehenden höheren Anteil von Antworten, es sei korrekt, auf dieser Strecke mit dem Rad auf dem Gehweg und der Fahrbahn zu fahren. Eine weitere Aufschlüsselung der Effekte nach Befragungsort, -zeitpunkt und Verkehrsmodus war aufgrund dann zu geringer Fallzahlen nicht möglich; stattdessen wurde eine loglineare Analyse der vor Ort Befragten auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe über alle Befragungsorte gerechnet, in die der Befragungszeitpunkt und Verkehrsmodus eingingen sowie die Tatsache, ob die Befragten korrekt auf die Frage geantwortet hatten, wo Radfahren auf der Strecke erlaubt sei (nämlich auf der Fahrbahn). Die Interaktion höchster Ordnung, also die Dreifach-Interaktion, war nicht signifikant,  $\chi^2(2) = 1,54$ ,  $p = 0,463$ . Die Effekte zweiter und höherer Ordnung waren hingegen signifikant,  $\chi^2(7) = 36,19$ ,  $p < 0,001$ . In das finale Modell gingen die Interaktionen von Verkehrsmodus x Befragungszeitpunkt und Befragungszeitpunkt x korrektes Radfahrregelwissen ein. Der Likelihood-Quotient des Modells lag bei  $\chi^2(4) = 3,68$ ,  $p = 0,450$ . Auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe zeigten sich keine signifikanten Unterschiede im Regelwissen zwischen zu Fuß Gehenden, Rad- und Kfz-Fahrenden. Eine Aufschlüsselung nach Befragungszeitpunkt und korrektem Regelwissen zeigte auf den Strecken ohne Seitenraumfreigabe hingegen signifikante Ergebnisse,  $\chi^2(7) = 20,74$ ,  $p < 0,001$ ,  $V = 0,111$ . Die Chance, dass die vor Ort Befragten auf diesen Strecken angaben, Radfahren sei korrekterweise nur auf der Fahrbahn erlaubt, war also nach der Maßnahmenumsetzung 2,23mal größer als zuvor.

Auf **Strecken mit Seitenraumfreigabe**<sup>4</sup> war der Anteil derjenigen Personen, die unkorrekterweise angaben, dass Radfahren ausschließlich auf dem Gehweg erlaubt sei, niedrig und nahm mit der Umsetzung der Maßnahmen noch weiter ab (5,4% vorher, N = 1.101, vs. 3,6% nachher, N = 878). Gleiches galt für diejenigen, die Radfahren auf dem Gehweg und Radweg, nicht aber auf der Fahrbahn für erlaubt hielten (2,6% vorher vs. 0,8% nachher), oder nur im Seitenraum für erlaubt hielten (1,0% vorher vs. 0,2% nachher). Der Anteil derjenigen, die Radfahren nur auf dem Radweg für erlaubt hielten, nahm von 48,3% auf 12,6% ab. Nach der Umsetzung der Maßnahmen gaben 21,4% an, dass Radfahren nur auf der Fahrbahn erlaubt sei, verglichen mit 7,7% vorher. Auch der Anteil von Personen, die Radfahren korrekterweise auf Radweg und Fahrbahn für erlaubt hielten, nahm mit der Maßnahmenumsetzung von 26,9% auf 48,3% zu. Der Anteil derjenigen, die angaben, dass Radfahren sowohl auf den Flächen im Seitenraum (Gehweg und Radweg) als auch auf der Fahrbahn erlaubt sei, war niedrig (2,1% vorher, 1,6% nachher). In Abbildung 42 sind die Antworten der Befragten für Untersuchungsstrecken mit Seitenraumfreigabe aufgeschlüsselt.



	KOE	GT	KO_L	BI	
<b>N vorher</b>		455	335	455	335
<b>N nachher</b>		335	455	335	193

Abbildung 42: Antworten der Befragten auf die Frage, wo Radfahren auf der Untersuchungsstrecke (Strecken mit Seitenraumfreigabe) erlaubt ist, nach Befragungszeitpunkt und -ort in der Pilotphase. \*Lokale Besonderheit: Hier war der Gehweg in eine Richtung für Radfahrende freigegeben, siehe auch Fußnote 4. Prozentsatz je Befragungszeitpunkt und -ort. N<sub>insgesamt</sub> = 2.226.

Aufgrund der Unterschiede in den örtlichen Begebenheiten (siehe Fußnote 4) wurde die Strecke in KO\_L nicht in die loglineare Analyse mit einbezogen. Auch in der folgenden dreifaktoriellen loglinearen Analyse der Strecken mit Seitenraumfreigabe, in die der Befragungsort und der Befragungszeitpunkt eingingen sowie die Tatsache, ob Befragten korrekt auf die Frage geantwortet hatten, wo Radfahren auf der Strecke erlaubt sei (nämlich auf dem nicht benutzungspflichtigen Radweg im Seitenraum und

<sup>4</sup> Das Befragungsgebiet in KO\_L war aufgrund unterschiedlicher Radverkehrsinfrastruktur im Seitenraum in zwei Abschnitte eingeteilt. Die Vor-Ort-Erhebungen fanden im Abschnitt zwischen Rizzastraße und Bahnhofplatz statt. Für den Abschnitt zwischen Friedrich-Ebert-Ring und Rizzastraße liegen nur postalische Daten vor. Aufgrund der unterschiedlichen Seitenraumgestaltung in KO\_L wurden für die Fragen, wo Radfahren auf der Untersuchungsstrecke erlaubt ist und welche Flächen Radfahrende nutzen, nur die Daten zwischen Rizzastraße und Bahnhofplatz in die Analysen einbezogen, für die auch Vor-Ort-Daten vorlagen.

auf der Fahrbahn), wurden die Daten wie bereits auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe für die Variable Befragungsart zusammengefügt. Die Interaktion höchster Ordnung, also die Dreifach-Interaktion, war signifikant,  $\chi^2(2) = 25,45$ ,  $p < 0,001$ , und ging in das Modell ein (Befragungsort x Befragungszeitpunkt x korrektes Radfahrregelwissen). Der Likelihood-Quotient des Modells lag bei  $\chi^2(0) = 0$ ,  $p = 1$ . Um die Effekte weiter aufzuschlüsseln, wurden  $\chi^2$ -Tests für den Befragungszeitpunkt separat nach dem Befragungsort durchgeführt. Dabei zeigten sich signifikante Unterschiede in den Antworten der Befragten auf den Strecken mit Seitenraumfreigabe, auf welcher Fläche sie Radfahren korrekter- bzw. unkorrekterweise für erlaubt hielten, nach dem Befragungszeitpunkt, auf allen drei berücksichtigten Strecken, also der Strecke in KOE,  $\chi^2(1) = 81,45$ ,  $p < 0,001$ ,  $V = 0,458$ , GT,  $\chi^2(1) = 36,71$ ,  $p < 0,001$ ,  $V = 0,216$ , und BI,  $\chi^2(1) = 61,62$ ,  $p < 0,001$ ,  $V = 0,461$ . Die Chance, dass die Befragten auf Strecken mit Seitenraumfreigabe das Radfahren – korrekterweise – sowohl auf dem nicht benutzungspflichtigen Radweg im Seitenraum als auch auf der Fahrbahn für erlaubt hielten, war nach der Maßnahmenumsetzung auf der Strecke in KOE 7,77mal größer als davor, in GT 2,44mal und in BI 7,88mal größer als davor.

Eine weitere Aufschlüsselung der Effekte nach Befragungsort, -zeitpunkt und Verkehrsmodus war aufgrund dann zu geringer Fallzahlen nicht möglich; stattdessen wurde eine loglineare Analyse vor Ort Befragten auf Strecken mit Seitenraumfreigabe über die Befragungsorte gerechnet, in die der Befragungszeitpunkt und Verkehrsmodus eingingen sowie die Tatsache, ob die Befragten korrekt auf die Frage geantwortet hatten, wo Radfahren auf der Strecke erlaubt sei (nämlich auf dem nicht benutzungspflichtigen Radweg im Seitenraum und auf der Fahrbahn). Die Interaktion höchster Ordnung, also die Dreifach-Interaktion, war nicht signifikant,  $\chi^2(2) = 1,00$ ,  $p = 0,608$ . Die Effekte zweiter und höherer Ordnung waren hingegen signifikant,  $\chi^2(7) = 238,43$ ,  $p < 0,001$ . In das finale Modell gingen die Interaktionen von Verkehrsmodus x Befragungszeitpunkt und Befragungszeitpunkt x korrektes Radfahrregelwissen ein. Der Likelihood-Quotient des Modells lag bei  $\chi^2(4) = 4,46$ ,  $p = 0,347$ . Es zeigten sich auf Strecken mit Seitenraumfreigabe also ebenfalls keine signifikanten Unterschiede im Regelwissen zwischen zu Fuß Gehenden, Rad- und Kfz-Fahrenden. Eine Aufschlüsselung nach Befragungszeitpunkt und korrektem Regelwissen zeigte auf den Strecken mit Seitenraumfreigabe hingegen signifikante Ergebnisse,  $\chi^2(7) = 228,53$ ,  $p < 0,001$ ,  $V = 0,464$ . Die Chance, dass die vor Ort Befragten auf diesen Strecken angaben, Radfahren sei korrekterweise nur auf der Fahrbahn erlaubt, war also nach der Maßnahmenumsetzung 7,57mal größer als zuvor.

#### **Zusammenfassung:**

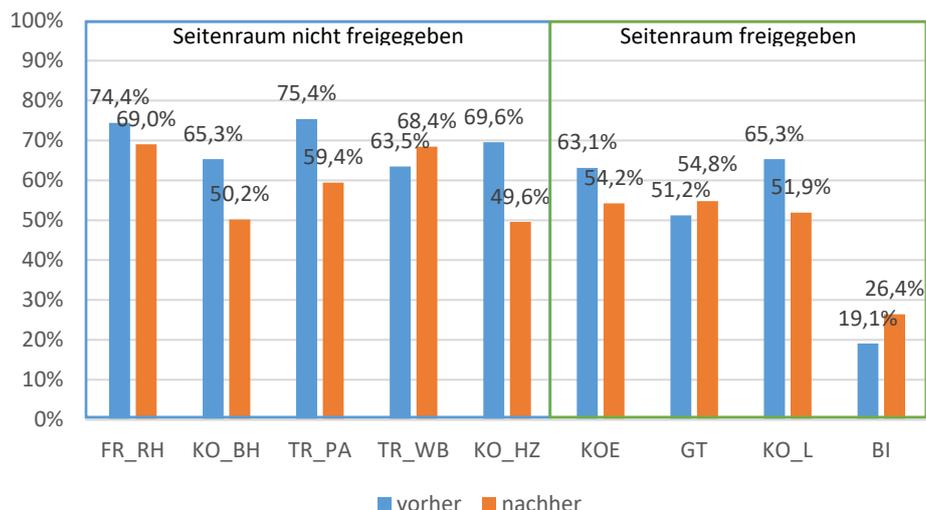
Es lässt sich feststellen, dass die Piktogramme den Befragten im Allgemeinen aufgefallen waren, die Hinweisschilder hingegen weniger, insbesondere in der Gruppe der Kfz-Fahrenden. Die Bedeutung der Maßnahmen war den Befragten überwiegend bekannt, sie hatten sich diese größtenteils selbst erschlossen. Die Zahl der Befragten, die Radfahren auf dem Gehweg unerlaubterweise für erlaubt hielt, nahm mit dem Aufbringen der Piktogramme bzw. dem Aufstellen der Hinweisschilder ab. Gleiches galt für die Zahl der Personen, die Radfahren auf dem – sofern vorhanden – nicht benutzungspflichtigen Radweg für erlaubt hielten. Gleichzeitig nahm die Zahl der Personen, die Radfahren auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe korrekterweise nur auf der Fahrbahn bzw. auf Strecken mit Seitenraumfreigabe auf dem nicht benutzungspflichtigen Radweg sowie auf der Fahrbahn für erlaubt hielten, signifikant zu. Neben dem Regelwissen der Befragten wurden auch ihre Einstellungen abgefragt, darauf wird unter 4.4.2 näher eingegangen.

#### 4.4.2 Einstellungen

Nicht nur das Regelwissen der Befragten, sondern auch ihre Einstellungen zur Sinnhaftigkeit der umgesetzten Maßnahmen (4.4.2.1), ihre subjektive Sicherheit (4.4.2.2) und die Veränderung derselben (4.4.2.3) sowie ihre Einschätzungen der Interaktionen mit anderen Verkehrsteilnehmenden (4.4.2.4) und Veränderungen dieser Einschätzungen (4.4.2.5) sowie berichtete Probleme auf den Strecken sind von Belang (4.4.2.6) und werden im Folgenden vorgestellt.

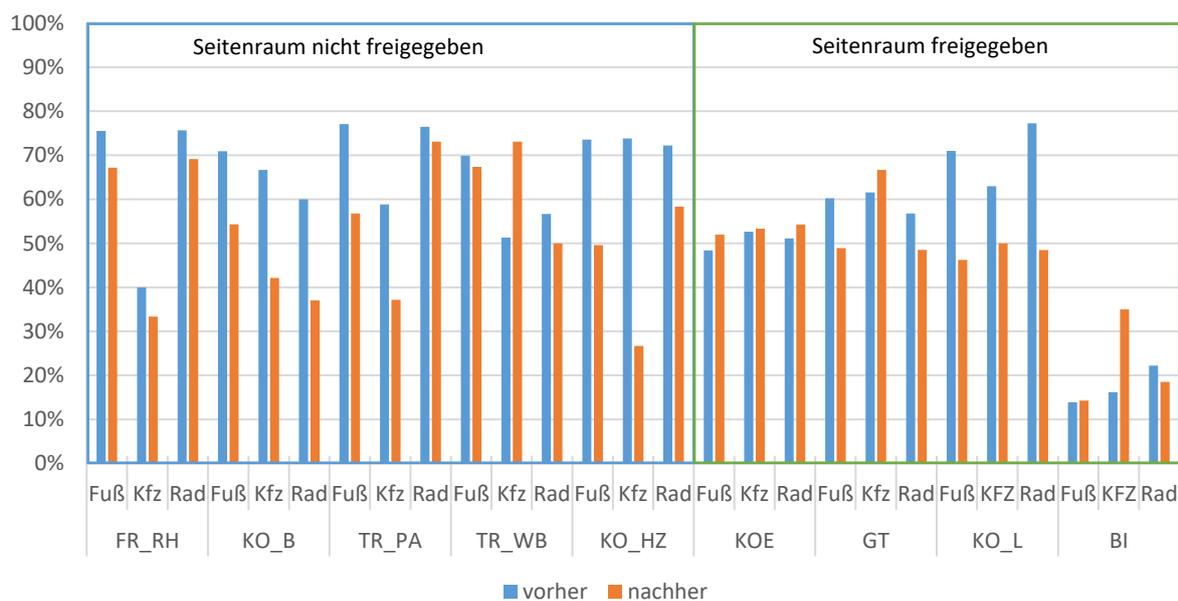
##### 4.4.2.1 Wahrgenommene Sinnhaftigkeit der Maßnahmen

In einer vierfaktoriellen loglinearen Analyse, in die der Befragungszeitpunkt, die Befragungsart und die Führungsform eingingen sowie die Tatsache, ob die Befragten die Maßnahmen als sinnvoll wahrnahmen, war die Interaktion höchster Ordnung, also die Vierfach-Interaktion, nicht signifikant,  $\chi^2(1) = 0,79$ ,  $p = 0,372$ . Die Effekte dritter und höherer Ordnung waren hingegen signifikant,  $\chi^2(5) = 54,95$ ,  $p < 0,001$ . In das finale Modell gingen die Interaktionen von Befragungszeitpunkt x Befragungsart x Führungsform, Befragungszeitpunkt x Führungsform x Sinnvoll sowie Befragungsart x Führungsform x Sinnvoll ein. Der Likelihood-Quotient des Modells lag bei  $\chi^2(2) = 4,52$ ,  $p = 0,104$ . Wurden die Teilnehmenden danach gefragt, ob sie Piktogramme auf der Fahrbahn bzw. Hinweisschilder am Fahrbahnrand als sinnvoll erachten, so gaben auf Strecken im Mischverkehr vor der Umsetzung 69,6% (N = 1.393) an, dass dies der Fall sei; danach waren es 57,9% (N = 1.349). Der Unterschied war in einer Follow-Up- $\chi^2$ -Untersuchung separat nach Führungsform und Befragungsart für auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe vor Ort Befragte,  $\chi^2(1) = 39,68$ ,  $p < 0,001$ ,  $V = 0,151$ , ebenso wie für postalisch und online Befragte,  $\chi^2(1) = 5,22$ ,  $p = 0,022$ ,  $V = 0,072$ , statistisch signifikant. Die Chance, dass die vor Ort Befragten die Maßnahmen als nicht sinnvoll empfanden, war bei Führung im Mischverkehr nach der Umsetzung 1,89mal höher als zuvor, bei den postalisch und online Befragten lag dieser Faktor bei 1,35. Auf Strecken mit Seitenraumfreigabe nahm der Prozentsatz derer, die die Maßnahmen für sinnvoll hielten, nach der Umsetzung im Vergleich zu vorher von 57,3% (N = 1.277) auf 50,2% (N = 938) ab. Der Unterschied war in einer Follow-Up- $\chi^2$ -Untersuchung separat nach Führungsform und Befragungsart für auf Strecken mit Seitenraumfreigabe vor Ort Befragte,  $\chi^2(1) = 6,31$ ,  $p = 0,012$ ,  $V = 0,066$ , ebenso wie für postalisch und online Befragte,  $\chi^2(1) = 5,50$ ,  $p = 0,019$ ,  $V = 0,055$ , statistisch signifikant. Die Chance, dass die vor Ort Befragten die Maßnahmen als nicht sinnvoll empfanden, war auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe nach der Umsetzung 1,30mal höher als zuvor, bei postalisch und online Befragten lag dieser Faktor bei 1,26. Die Befragten erachteten die umgesetzten Maßnahmen hinterher also im Allgemeinen als weniger sinnvoll im Vergleich zu davor, zudem lagen die Zustimmungswerte auf Strecken mit Seitenraumfreigabe unter denen der Strecken ohne Seitenraumfreigabe – im Mischverkehr empfanden die Befragten die Maßnahmen also sowohl vor,  $\chi^2(1) = 43,70$ ,  $p < 0,001$ ,  $V = 0,128$ , OR = 1,71, als auch nach der Umsetzung,  $\chi^2(1) = 13,18$ ,  $p = 0,001$ ,  $V = 0,076$ , OR = 1,36, als sinnvoller als auf Strecken mit Radverkehrsführung im Seitenraum (vgl. Abbildung 43). In der postalischen und Online-Befragung schätzte sowohl vor als auch nach der Umsetzung ein etwas größerer Anteil die Maßnahmen als sinnvoll ein als in der Vor-Ort-Befragung, was durch die Stichprobenszusammensetzung erklärt werden kann (siehe hierfür auch Hinweise auf Seite 110). Eine Ausnahme stellen in der Vor-Ort-Befragung die Kfz-Fahrenden auf Strecken mit Seitenraumfreigabe dar, sie empfanden die umgesetzten Maßnahmen in der Nachher-Befragung (bis auf KO\_L) als sinnvoller als vorher. Im Allgemeinen empfanden Kfz-Fahrende (48,8%, N = 559) die Maßnahmen jedoch als weniger sinnvoll als Radfahrende (56,1%, N = 715) und zu Fuß Gehende (60,7%, N = 1.893; vgl. Abbildung 44).



	FR_RH	KO_BH	TR_PA	TR_WB	KO_HZ	KOE	GT	KO_L	BI
<b>N vorher</b>	168	398	211	178	450	203	469	464	152
<b>N nachher</b>	168	307	313	225	345	188	332	291	140

Abbildung 43: Anteil der Befragten, der die Maßnahmen für sinnvoll hält, nach Kommune und Befragungszeitpunkt in der Pilotphase.



		FR_RH	KO_BH	TR_PA	TR_WB	KO_HZ	KOE	GT	KO_L	BI
<b>N vorher</b>	Fuß	98	141	144	92	140	124	96	150	36
	Kfz	10	33	17	38	42	19	26	27	67
	Rad	37	25	33	29	18	45	118	22	36
<b>N nachher</b>	Fuß	67	116	111	93	127	125	86	105	42
	Kfz	6	37	35	52	30	14	15	32	59
	Rad	67	27	26	16	24	34	101	33	24

Abbildung 44: Anteil der vor Ort Befragten, der die Maßnahmen für sinnvoll hält, nach Befragungszeitpunkt, -ort und Verkehrsmodus in der Pilotphase.

Dies bestätigt sich auch in einer vierfaktoriellen loglinearen Analyse im Vor-Ort-Datensatz, in die der Befragungszeitpunkt, die Führungsform und der Verkehrsmodus eingingen sowie die Tatsache, ob die Befragten die Maßnahmen als sinnvoll wahrnahmen. Dort war die Interaktion höchster Ordnung, also die Vierfach-Interaktion, nicht signifikant,  $\chi^2(2) = 2,93$ ,  $p = 0,231$ . Die Effekte dritter und höherer Ordnung hingegen waren signifikant,  $\chi^2(9) = 19,51$ ,  $p = 0,021$ . In das finale Modell gingen die Interaktionen von Befragungszeitpunkt x Führungsform x Sinnhaftigkeit, Befragungszeitpunkt x Verkehrsmodus x Sinnhaftigkeit sowie Führungsform x Verkehrsmodus ein. Der Likelihood-Quotient des Modells lag bei  $\chi^2(6) = 6,42$ ,  $p = 0,378$ . In Follow-Up-Analysen separat nach Führungsform zeigten sich sowohl bei Führung im Mischverkehr,  $\chi^2(1) = 40,92$ ,  $p < 0,001$ ,  $V = 0,122$ , als auch bei Führung im Seitenraum,  $\chi^2(1) = 11,01$ ,  $p = 0,001$ ,  $V = 0,071$ , signifikante Unterschiede in der wahrgenommenen Sinnhaftigkeit nach dem Befragungszeitpunkt. Die Chance, dass die Befragten die Maßnahmen als nicht sinnvoll empfanden, war auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe nach der Maßnahmenumsetzung um den Faktor 1,67 höher als zuvor, auf Strecken mit Seitenraumfreigabe um den Faktor 1,33. Weitere Follow-Up-Analysen separat nach Verkehrsmodus in der Vor-Ort-Befragung zeigten zudem signifikante Unterschiede in der wahrgenommenen Sinnhaftigkeit nach Befragungszeitpunkt für zu Fuß Gehende,  $\chi^2(1) = 40,35$ ,  $p < 0,001$ ,  $V = 0,146$ , nicht aber für Kfz-Fahrende,  $\chi^2(1) = 0,65$ ,  $p = 0,422$ ,  $V = 0,034$ , und Radfahrende,  $\chi^2(1) = 2,47$ ,  $p = 0,116$ ,  $V = 0,059$ . Die Chance, dass die befragten zu Fuß Gehenden die Maßnahmen als nicht sinnvoll empfanden, war nach der Maßnahmenumsetzung um den Faktor 1,83 höher als zuvor. Die Befragten in BI empfanden die nur dort aufgestellten Hinweisschilder als deutlich weniger sinnvoll als die Befragten auf den anderen Strecken die dort markierten Piktogramme auf der Fahrbahn, wie Abbildung 43 und Abbildung 44 zeigen.

Gefragt danach, warum sie die Piktogramme bzw. Hinweisschilder sinnvoll finden, waren die am häufigsten genannten Argumente für die Umsetzung die gute Sichtbarkeit der Maßnahmen und Verdeutlichung des Rechtes der Radfahrenden, auf der Fahrbahn zu fahren für Rad- und Kfz-Fahrende, sowie die erhöhte Aufmerksamkeit und Rücksichtnahme insbesondere Kfz-Fahrender gegenüber Radfahrenden auf der Fahrbahn. Während ein Teil der Befragten der Meinung war, die Maßnahmen würden die Sicherheit auf der Untersuchungsstrecke erhöhen, wurde als Gegenargument angebracht, sie würden zum Gefährdungspotenzial auf der Straße beitragen oder sie würden „nichts bringen“. Insbesondere nach der Umsetzung der Maßnahmen sprachen sich die Befragten für eine klarere Trennung von Rad- und Kfz-Verkehr, beispielsweise durch eine farbliche Markierung oder einen Trennstreifen bzw., sofern nicht vorhanden, für den Bau eines Radwegs aus. Auf Strecken mit Seitenraumfreigabe wurde häufig angemerkt, dass bereits ein Radweg vorhanden und dieser von den Radfahrenden zu nutzen sei. Die Angaben, die die Befragten dazu machten, weshalb sie die Maßnahmen (nicht) sinnvoll fänden, unterschieden sich signifikant nach Befragungszeitpunkt; das galt sowohl für Strecken ohne,  $\chi^2(19) = 225,44$ ,  $p < 0,001$ , als auch für Strecken mit Seitenraumfreigabe,  $\chi^2(19) = 197,97$ ,  $p < 0,001$ . Beispielsweise wurde auf beiden Führungsformen vor der Maßnahmenumsetzung signifikant häufiger angegeben, dies sei nicht sinnvoll, da die Straße zu eng sei oder weil eine Abgrenzung (z.B. in Form einer Linie) fehle, jeweils  $p < 0,05$ .

#### 4.4.2.2 Subjektive Sicherheit

Die Befragten wurden sowohl vor als auch nach der Umsetzung der Piktogramme bzw. der Hinweisschilder gebeten, ihr subjektives Sicherheitsgefühl auf der Untersuchungsstrecke auf einer Skala von 1 = *nicht sicher* bis 5 = *sehr sicher* einzuschätzen. Die Ergebnisse wurden aufgrund der signifikanten Korrelation des Sicherheitsgefühls mit den Interaktions-Einschätzungen,  $r = 0,442$ ,  $p < 0,001$ , in mul-

tivariaten (Custom-Model-)Kovarianzanalysen für die einzelnen Strecken bei Kontrolle von Alter, Geschlecht, (Beinahe-)Unfälle auf der Strecke und die Häufigkeit der Verkehrsmodusnutzung analysiert und anschließend metaanalytisch überprüft.

Insgesamt konnte in den Vor-Ort-Befragungen bei Kontrolle für die Kovariablen wie erwartet ein positiver Effekt der umgesetzten Maßnahmen auf das Sicherheitsgefühl der Befragten gefunden werden, Hedges'  $g = 0,23$ , 95% CI [0,14, 0,32].  $I^2$  war mit 19,13% gering (Harrer, Cuijpers & Ebert, 2019), es kann also davon ausgegangen werden, dass wenig Heterogenität vorliegt und der vorgefundene Effekt<sup>5</sup> über die verschiedenen untersuchten Kontexte (= Strecken) hinweg robust ist. Insgesamt zeigte sich für die zu Fuß Gehenden ein positiver Effekt,  $g = 0,22$ , 95% CI [0,09, 0,35]. Ebenfalls positiv waren die Effekte für Kfz-Fahrende,  $g = 0,27$ , 95% CI [0,09, 0,45] und Radfahrende,  $g = 0,22$ , 95% CI [0,03, 0,42]. Bereits vor dem Aufbringen der Piktogramme bzw. dem Aufstellen der Hinweisschilder fühlten sich die zu Fuß Gehenden ( $M = 3,9$ ,  $SE = 0,04$ ) und Kfz-Fahrenden ( $M = 3,9$ ,  $SE = 0,07$ ) eher sicher auf den Untersuchungstrecken; dieser Wert verbesserte sich mit der Umsetzung noch weiter ( $M_{Fu\beta} = 4,1$ ,  $SE_{Fu\beta} = 0,04$ ;  $M_{Kfz} = 4,2$ ,  $SE_{Kfz} = 0,07$ ). Radfahrende fühlten sich sowohl in der Vorher-Bedingung ( $M = 3,1$ ,  $SE = 0,07$ ) als auch in der Nachher-Bedingung ( $M = 3,4$ ,  $SE = 0,08$ ) unsicherer als zu Fuß Gehende und Kfz-Fahrende. Über die zu Fuß Gehenden, Kfz- sowie Radfahrenden hinweg konnten signifikante Effekte vorgefunden werden für die Strecken TR\_PA,  $g = 0,34$ , 95% CI [0,06, 0,62], und der Weberbach,  $g = 0,56$ , 95% CI [0,32, 0,80], sowie KO\_L,  $g = 0,44$ , 95% CI [0,22, 0,67]. Auf allen anderen Strecken waren die Effekte über die Verkehrsmodi hinweg nicht signifikant (Konfidenzintervall schließt 0 mit ein, siehe rechte Spalte in Abbildung 46), zeigten deskriptiv aber eine Verbesserung des Sicherheitsgefühls. Dabei zeigten sich keine Unterschiede im Sicherheitsgefühl der Befragten auf Strecken ohne ( $M_{vorher} = 3,7$ ,  $SE_{vorher} = 0,04$ ,  $M_{nachher} = 4,0$ ,  $SE_{nachher} = 0,04$ ) bzw. mit Seitenraumfreigabe ( $M_{vorher} = 3,7$ ,  $SE_{vorher} = 0,04$ ,  $M_{nachher} = 4,0$ ,  $SE_{nachher} = 0,05$ ). Die Ergebnisse können Abbildung 45 und Abbildung 46 sowie Abbildung 145 in Anhang 10 entnommen werden.

#### **Exkurs zu Forest Plots**

Bei Abbildung 46 handelt es sich um einen sog. Forest Plot. Diese Art der Darstellung wird bei Metaanalysen genutzt, um den Einfluss der verschiedenen Analysen auf das Gesamtergebnis zu visualisieren. Die Mitte der schwarzen Kästen bildet jeweils die Effektgröße der einzelnen Analysen ab, die schwarzen horizontalen Linien um die schwarzen Kästen herum zeigen das Konfidenzintervall (CI) an, d.h. den Bereich, in dem der Effekt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95% liegt. Links der Kästen sind die Mittelwerte und Standardabweichungen für die einzelnen untersuchten Strecken und Verkehrsmodi in der Vorher- bzw. Nachher-Bedingung angegeben. Die Prozentangabe rechts der Kästen gibt das Gewicht an, mit dem die Analyse in das Gesamtergebnis einfließt; daneben ist die Effektstärke der einzelnen Analysen angegeben (berechnet über die standardisierte Mittelwertdifferenz, Hedges'  $g$ ). In den Klammern daneben stehen die linke und rechte Grenze des Konfidenzintervalls. Schließt das Konfidenzintervall die 0 nicht mit ein, ist der Effekt signifikant. Pro Untersuchungsstrecke ist ein Effekt angegeben, ganz unten steht der Gesamteffekt. Eine positive standardisierte Mittelwertdifferenz gibt einen positiven Effekt an, d.h. eine Verbesserung des Sicherheitsgefühls seit der Umsetzung der Maßnahmen. Eine negative standardisierte Mittelwertdifferenz gibt entsprechend einen negativen Effekt an, also eine Verschlechterung des Sicherheitsgefühls seit der Maßnahmenumsetzung.

<sup>5</sup> Kleiner Effekt:  $g = 0,2$ , mittlerer Effekt:  $g = 0,5$ , großer Effekt:  $g = 0,8$  (nach Cohen, 1988).

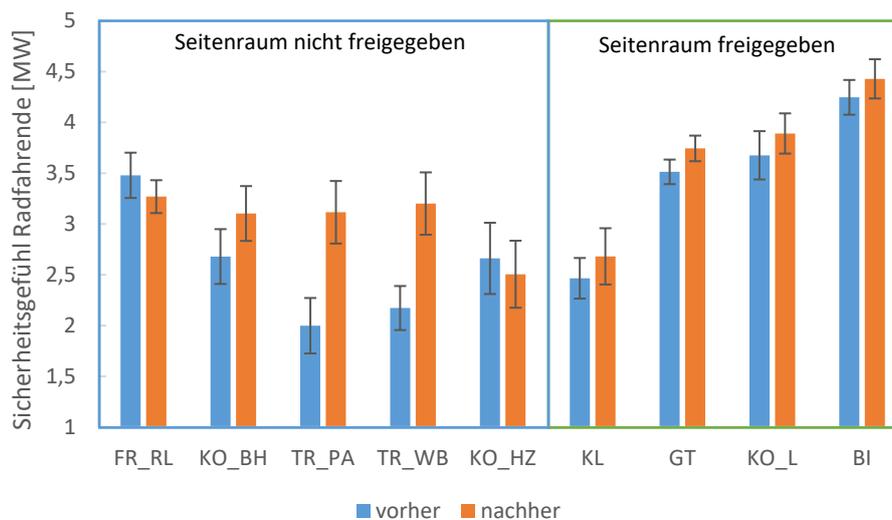
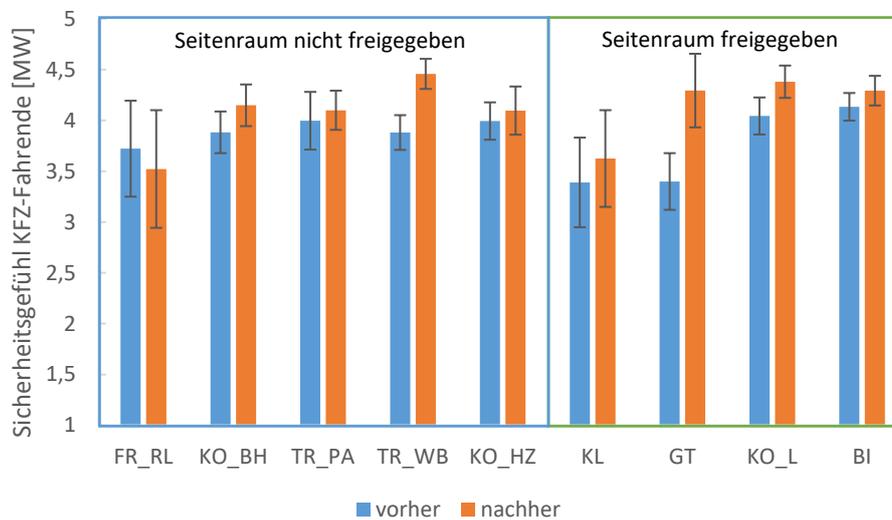
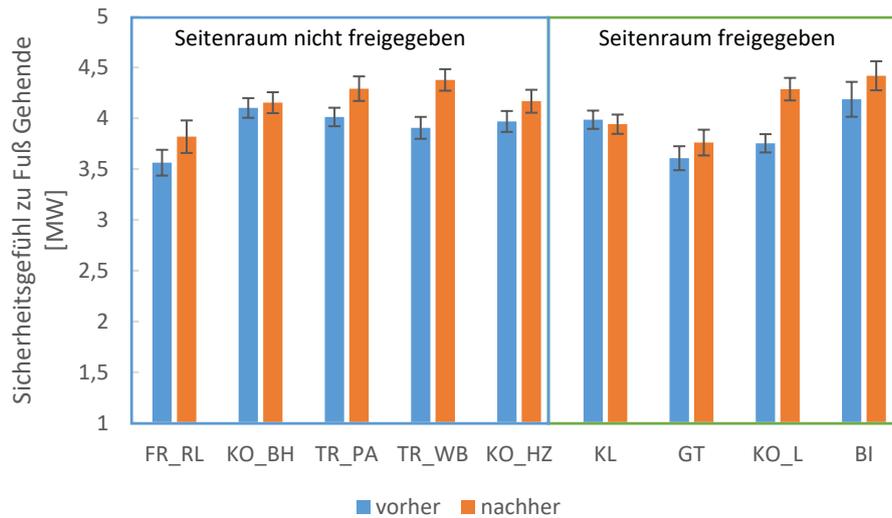


Abbildung 45: Sicherheitsgefühl [Mittelwerte] der vor Ort befragten zu Fuß Gehenden, Kfz- und Radfahrenden nach Befragungszeitpunkt und -ort in der Pilotphase (links: Strecken ohne, rechts: Strecken mit Seitenraumfreigabe) bei Kontrolle für die Kovariablen (Beinahe-)Unfall, Alter, Geschlecht und Häufigkeit der Verkehrsmodusnutzung. Skala von 1 = *nicht sicher* bis 5 = *sehr sicher*.  $N_{\text{insgesamt}} = 2.764$ , Stichprobenumfänge für die einzelnen Befragungsorte und Verkehrsmodi siehe Anhang 11a.

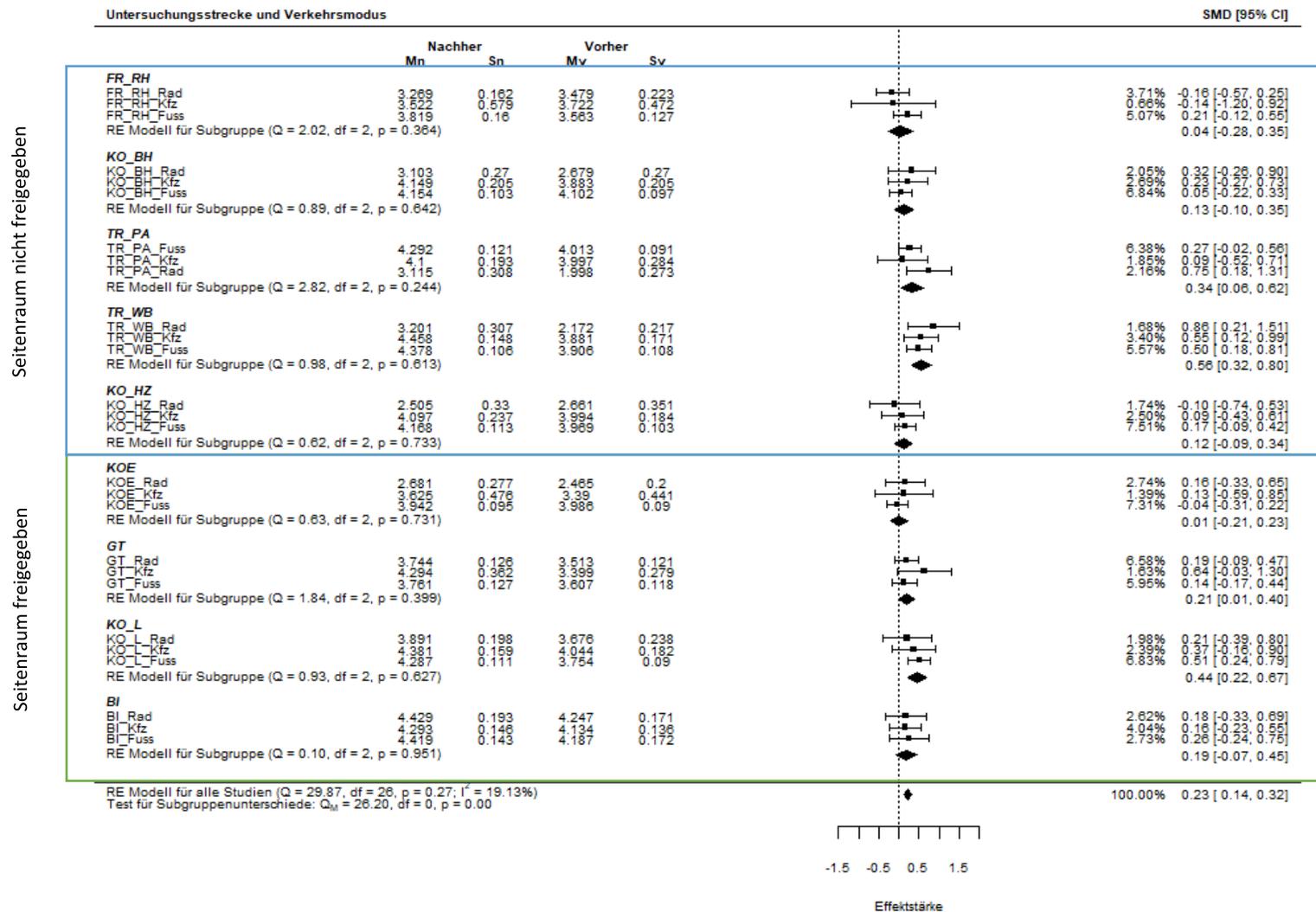


Abbildung 46: Ergebnisse der Metaanalyse zum Effekt der Piktogramme bzw. Hinweisschilder auf die subjektive Sicherheit der Befragten nach Befragungsort und Verkehrsmodus vor Ort in der Pilotphase. „Nachher“ steht für die Nachher-Befragungen, „Vorher“ für die Vorher-Befragungen. Mn = Mittelwert in der Nachher-Befragung, Sn = Standardfehler in der Nachher-Befragung, Mv = Mittelwert in der Vorher-Befragung, Sv = Standardfehler in der Vorher-Befragung, RE = Random Effects, SMD = Standardized Mean Difference. Skala von 1 = *nicht sicher* bis 5 = *sehr sicher*. N<sub>insgesamt</sub> = 2.764, Stichprobenumfänge für die einzelnen Befragungsorte und Verkehrsmodi siehe Anhang 11a.

Eine weitere Metaanalyse zeigte eine signifikante Verbesserung des Sicherheitsgefühls der vor Ort Befragten sowohl für Strecken ohne,  $g = 0,33$ , 95% CI [0,19, 0,47], als auch für Strecken mit Seitenraumfreigabe,  $g = 0,25$ , 95% CI [0,14, 0,36], vgl. Abbildung 47.

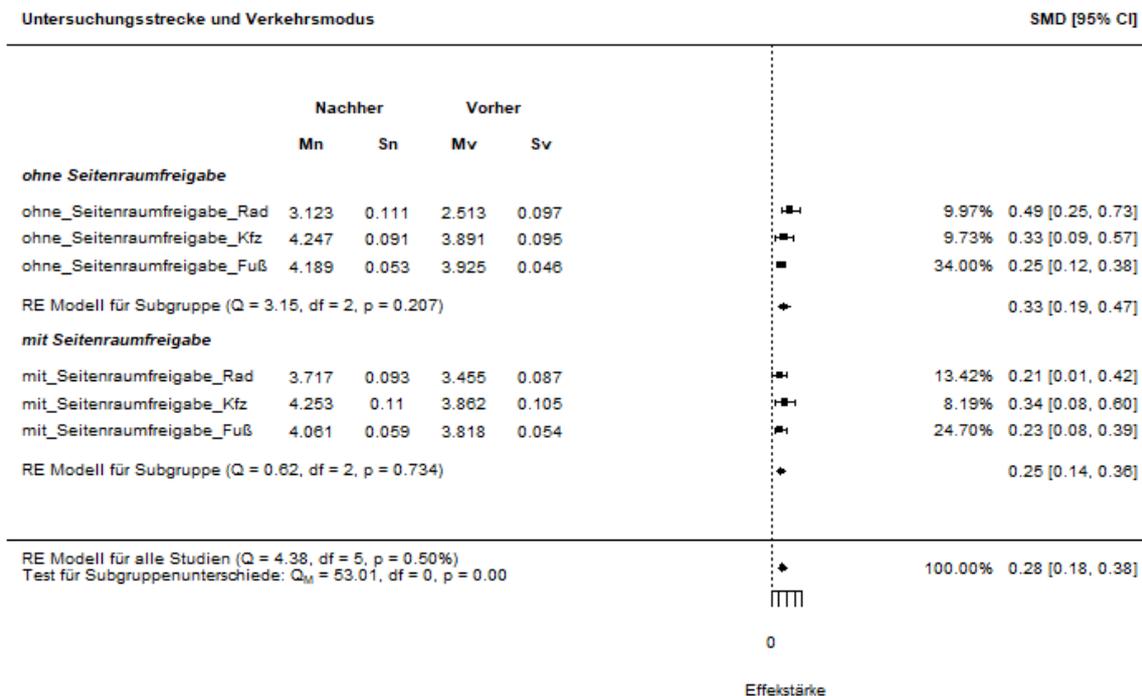
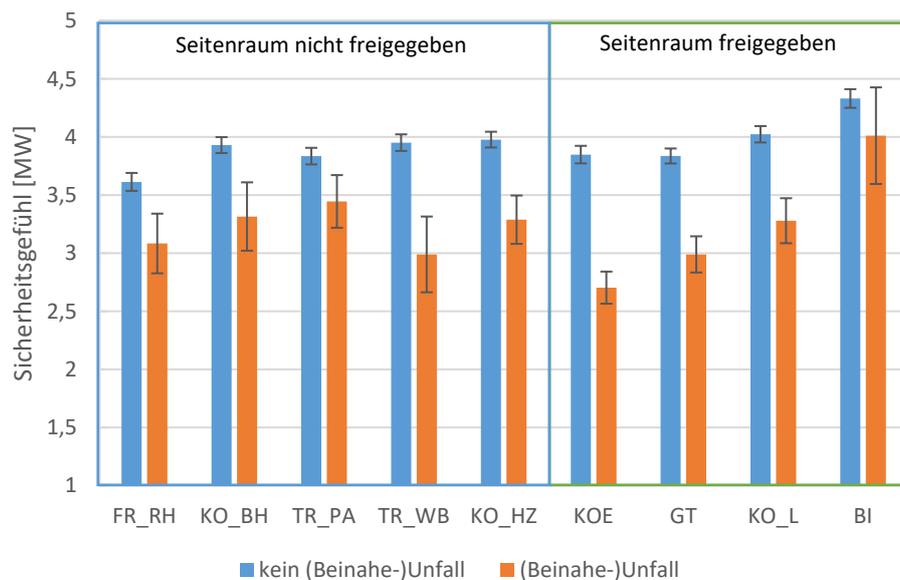


Abbildung 47: Ergebnisse der Metaanalyse zur Einschätzung des Effekts der Piktogramme bzw. Hinweisschilder auf die subjektive Sicherheit der vor Ort Befragten nach Radverkehrsführung (ohne bzw. mit Seitenraumfreigabe) und Verkehrsmodus in der Pilotphase. „Nachher“ steht für die Nachher-Befragungen, „Vorher“ für die Vorher-Befragungen. Mn = Mittelwert in der Nachher-Befragung, Sn = Standardfehler in der Nachher-Befragung, Mv = Mittelwert in der Vorher-Befragung, Sv = Standardfehler in der Vorher-Befragung, RE = Random Effects, SMD = Standardized Mean Difference. Aufgrund der geringeren Studienzahl kein  $I^2$  ausgegeben, stattdessen sind die Konfidenzintervalle zu beachten (Hippel, 2015). Skala von 1 = *nicht sicher* bis 5 = *sehr sicher*.  $N_{\text{insgesamt}} = 2.764$ , Stichprobenumfänge für die einzelnen Befragungszeitpunkte und Verkehrsmodi nach Seitenraumfreigabe siehe Anhang 11b.

Wurden die Antworten der befragten Radfahrenden zum wahrgenommenen Sicherheitsgefühl über die verschiedenen Erhebungsarten, also über die Vor-Ort- sowie die postalische bzw. Online-Befragung hinweg analysiert, so zeigte sich insgesamt ebenfalls ein signifikanter positiver Effekt des Befragungszeitpunkts,  $g = 0,27$ , 95% CI [0,13, 0,40],  $I^2 = 23,57\%$ ,  $M_{\text{vorher}} = 2,4$  (SE = 0,05),  $M_{\text{nachher}} = 2,6$  (SE = 0,07). Für die befragten Kfz-Fahrenden zeigte sich über die verschiedenen Befragungsarten hinweg knapp kein signifikanter Effekt,  $g = 0,11$ , 95% CI [-0,01, 0,24],  $I^2 = 6,53\%$ ,  $M_{\text{vorher}} = 3,6$  (SE = 0,04),  $M_{\text{nachher}} = 3,7$  (SE = 0,05) - der Effekt war lediglich in den Vor-Ort-Befragungen signifikant,  $g = 0,26$ , 95% CI [0,08, 0,44], nicht aber in der postalischen bzw. Online-Befragung,  $g = 0,06$ , 95% CI [-0,09, 0,20], vgl. auch Abbildung 146 und Abbildung 147 in Anhang 10.

Der Mittelwert ( $M = 3,24$ ,  $SD = 0,09$ ) des Sicherheitsgefühls derjenigen vor Ort Befragten, die bereits einen Unfall oder Beinahe-Unfall mit Radbeteiligung auf der Untersuchungsstrecke erlebt hatten, lag unter dem derer, die noch keinen Unfall erlebt hatten ( $M = 3,93$ ,  $SD = 0,24$ ); letztere fühlten sich also sicherer. Das galt sowohl für Strecken mit wie auch für Strecken ohne Seitenraumfreigabe (vgl. Abbildung 48).



	FR_RH	KO_BH	TR_PA	TR_WB	KO_HZ	KOE	GT	KO_L	BI
<b>N kein (Beinahe-)Unfall</b>	233	297	272	274	305	251	344	283	219
<b>N (Beinahe-)Unfall</b>	21	16	27	13	32	74	57	37	8

Abbildung 48: Sicherheitsgefühl der Befragten [Mittelwerte] nach erlebtem Unfall oder Beinahe-Unfall mit Radbeteiligung in den letzten drei Jahren vor Ort in der Pilotphase bei Kontrolle für Alter, Geschlecht und Häufigkeit des zu Fuß Gehens, Kfz- und Radfahrens. Skala von 1 = *nicht sicher* bis 5 = *sehr sicher*.  $N_{\text{insgesamt}} = 2.763$ .

#### 4.4.2.3 Berichtete Veränderung der subjektiven Sicherheit

In der Nachher-Befragung wurden die Verkehrsteilnehmenden gefragt, ob sich ihr Sicherheitsgefühl auf der Untersuchungsstrecke seit dem Aufbringen der Piktogramme bzw. dem Aufstellen der Hinweisschilder verändert hatte. Der Großteil der vor Ort Befragten berichtete, sich nach der Maßnahmenumsetzung genauso sicher zu fühlen wie vorher (81,9%,  $N = 1.102$ ). 5,0% fühlten sich etwas oder viel unsicherer, 13,1% etwas oder viel sicherer. Im Vergleich von Strecken mit und ohne Seitenraumfreigabe fällt auf, dass auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe die Angaben weiter streuen: Hier gaben einige Personen an, dass sie sich nach der Maßnahme sicherer fühlten, wenige Personen gaben an, dass sie sich nach der Maßnahme unsicherer fühlten. Ein ähnliches Bild zeigte sich in GT, wo der Radweg in beide Richtungen befahren werden durfte. Auf den übrigen Strecken mit Seitenraumfreigabe berichteten die vor Ort Befragten keine Veränderungen in ihrem Sicherheitsgefühl seit der Umsetzung der Maßnahmen (vgl. Abbildung 49).

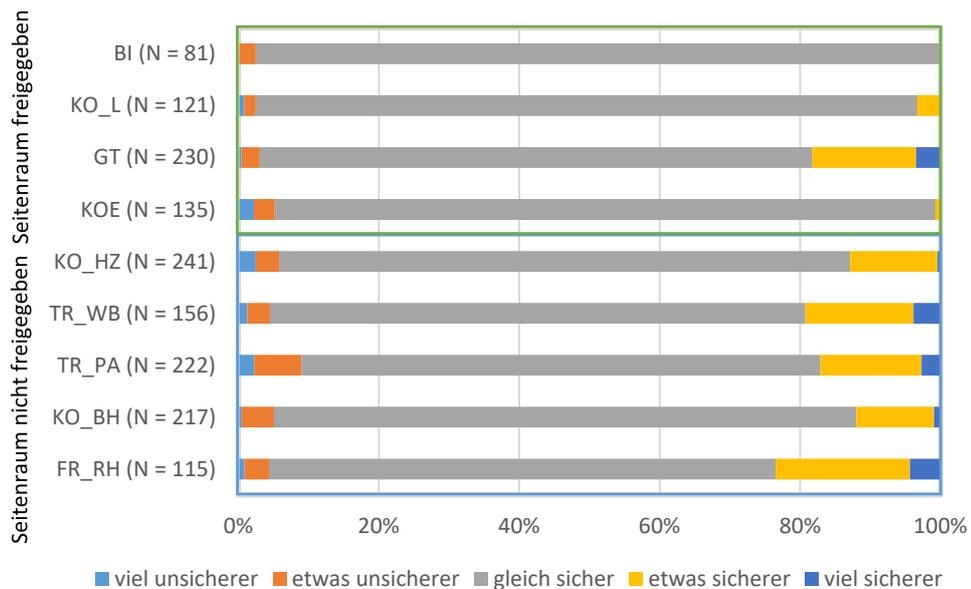


Abbildung 49: Anteilige berichtete Veränderung des Sicherheitsgefühls der vor Ort Befragten in der Nachher-Befragung nach Befragungsort in der Pilotphase.

In der Vor-Ort-Befragung zeigte sich, dass zu Fuß Gehende (93,1%, N = 637) und Kfz-Fahrende (92,7%, N = 179) überwiegend berichteten, ihr Sicherheitsgefühl habe sich seit der Umsetzung der Maßnahmen nicht verändert. Bei Radfahrenden war dieser Prozentsatz kleiner (77,3%, N = 286), bei ihnen wurde häufiger berichtet, sie würden sich nach dem Aufbringen der Piktogramme bzw. dem Aufstellen der Hinweisschilder etwas sicherer fühlen (14,3% vs. 2,8% bei zu Fuß Gehenden und 2,2% bei Kfz-Fahrenden; vgl. Abbildung 50). Diese Befunde zeigen, dass zu Fuß Gehende und Kfz-Fahrende in der Nachher-Befragung keine Verbesserung ihres Sicherheitsgefühls berichteten, wenn sie nach dessen Veränderung gefragt wurden. In der Vorher- sowie der Nachher-Befragung wurden die Teilnehmenden gebeten, eine Einschätzung abzugeben, wie sicher sie sich aktuell auf der Untersuchungsstrecke fühlen. Werden diese Daten aus der Vorher- und der Nachher-Befragung verglichen mit der Frage nach der Veränderung des Sicherheitsgefühls in der Nachher-Befragung, so zeigt sich, dass sich das Sicherheitsgefühl im Vorher-Nachher-Vergleich verbesserte, die befragten zu Fuß Gehenden und Kfz-Fahrenden aber nach der Maßnahmenumsetzung eher ein gleichbleibendes Sicherheitsgefühl statt Verbesserungen berichteten.

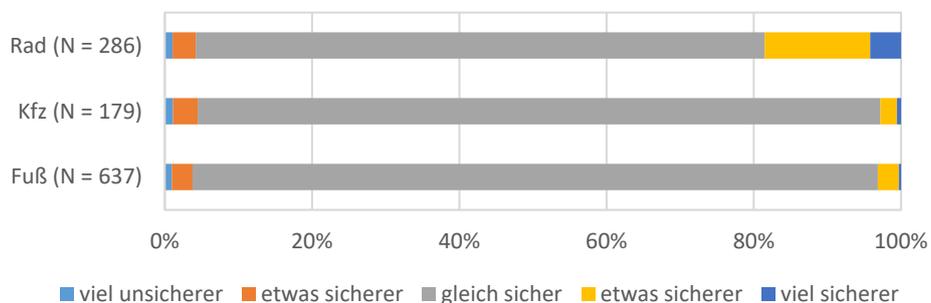


Abbildung 50: Anteilige berichtete Veränderung des Sicherheitsgefühls in der Nachher-Befragung vor Ort nach Verkehrsmodus in der Pilotphase.

#### 4.4.2.4 Berichtete Interaktionen mit anderen Verkehrsteilnehmenden

Neben Fragen nach dem Sicherheitsgefühl und dessen Veränderung wurden die Befragten gebeten, die Interaktionen mit anderen Verkehrsteilnehmenden einzuschätzen. Dabei schätzten Kfz-Fahrende die Interaktionen mit Radfahrenden, Radfahrende hingegen die Interaktionen mit Kfz-Fahrenden auf einer Skala von 1 = *nicht angenehm* bis 5 = *sehr angenehm* ein.

Insgesamt konnte in den Vor-Ort-Befragungen wie erwartet ein positiver, jedoch knapp nicht signifikanter Effekt der umgesetzten Maßnahmen auf die Interaktionseinschätzungen der Befragten gefunden werden,  $g = 0,14$ , 95% CI [-0,15, 0,44].  $I^2$  war mit 57,54% moderat (Harrer et al., 2019), es kann also davon ausgegangen werden, dass moderate Heterogenität vorliegt und der vorgefundene Effekt über verschiedene Kontexte kleineren Schwankungen unterlegen ist. Insgesamt zeigte sich für die Kfz-Fahrenden ein signifikanter positiver Effekt,  $g = 0,29$ , 95% CI [0,07, 0,51]. Für Radfahrende war der Einfluss des Befragungszeitpunkts auf die wahrgenommenen Interaktionseinschätzungen mit Kfz-Fahrenden insgesamt nicht signifikant,  $g = 0,01$ , 95% CI [-0,25, 0,28], es gab für Radfahrende also insgesamt keinen Unterschied zwischen der Vorher- und der Nachher-Befragung. Einzig auf den Strecken TR\_WB,  $g = 0,88$ , 95% CI [0,51, 1,25], und KO\_BH,  $g = 0,40$ , 95% CI [0,02, 0,78], empfanden Radfahrende die Interaktionen nach dem Aufbringen der Piktogramme als signifikant angenehmer als zuvor. Auf allen anderen Strecken waren die Effekte über die Verkehrsmodi hinweg nicht signifikant (Konfidenzintervall schließt 0 mit ein, siehe rechte Spalte in Abbildung 52). Vor dem Aufbringen der Piktogramme bzw. dem Aufstellen der Hinweisschilder empfanden die Kfz-Fahrenden in den Vor-Ort-Befragungen die Interaktionen mit Radfahrenden auf allen Strecken als mittelmäßig angenehm ( $M = 3,1$ ,  $SE = 0,08$ ); dieser Wert verbesserte sich mit der Umsetzung der Maßnahmen ( $M = 3,4$ ,  $SE = 0,08$ ). Radfahrende empfanden sowohl in der Vorher-Bedingung ( $M = 2,9$ ,  $SE = 0,06$ ) als auch in der Nachher-Bedingung ( $M = 2,7$ ,  $SE = 0,07$ ) die Interaktionen mit Kfz-Fahrenden als unangenehmer als umgekehrt. Die Ergebnisse können Abbildung 51 und Abbildung 52 entnommen werden. Ein Exkurs zu Forest Plots findet sich auf Seite 72.

Wurden die Antworten der befragten Radfahrenden zu den Interaktions-Einschätzungen über die verschiedenen Erhebungsarten, also über die Vor-Ort- sowie die postalische bzw. Online-Befragung hinweg analysiert, so zeigte sich insgesamt ein knapp signifikanter positiver Effekt im Vorher-/Nachher-Vergleich der Interaktions-Einschätzungen der Kfz-Fahrenden mit Radfahrenden,  $g = 0,17$ , 95% CI [0,02, 0,31],  $I^2 = 29,20\%$ . Über die verschiedenen Befragungsarten hinweg veränderten sich die Interaktions-Einschätzungen der Radfahrenden mit Kfz-Fahrenden hingegen nicht signifikant,  $g = 0,05$ , 95% CI [-0,11, 0,20],  $I^2 = 50,94\%$  (vgl. auch Abbildung 148 bis Abbildung 150 in Anhang 10).

Die befragten Rad- und Kfz-Fahrenden nahmen die Interaktionen mit der jeweils anderen Verkehrsteilnehmenden-Gruppe auf Strecken mit Führung im Mischverkehr nach der Maßnahmenumsetzung ( $M_{\text{nachher}} = 3,2$ ,  $SE_{\text{nachher}} = 0,05$ ) als angenehmer wahr als zuvor ( $M_{\text{vorher}} = 3,0$ ,  $SE_{\text{vorher}} = 0,04$ ). Auf Strecken mit Radverkehrsführung im Seitenraum war das Gegenteil der Fall ( $M_{\text{vorher}} = 3,2$ ,  $SE_{\text{vorher}} = 0,045$ ;  $M_{\text{nachher}} = 3,0$ ,  $SE_{\text{nachher}} = 0,05$ ).

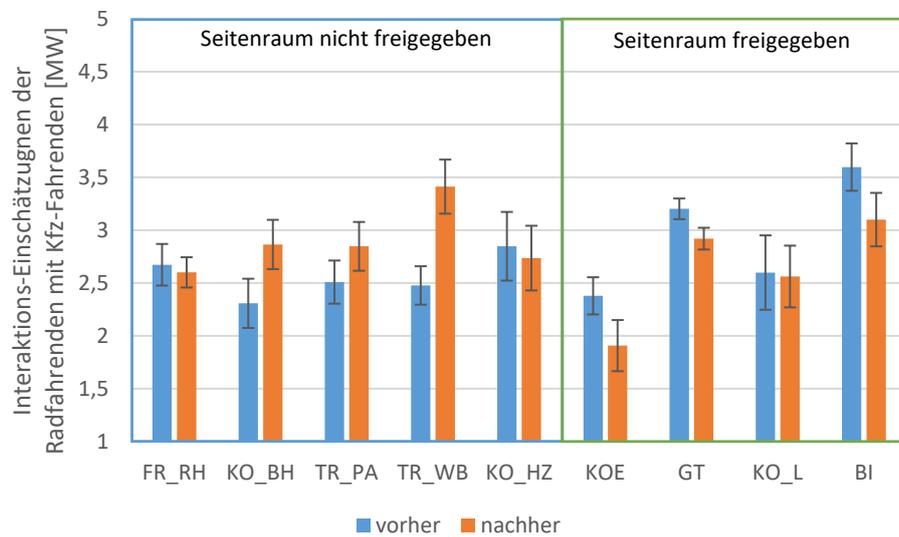
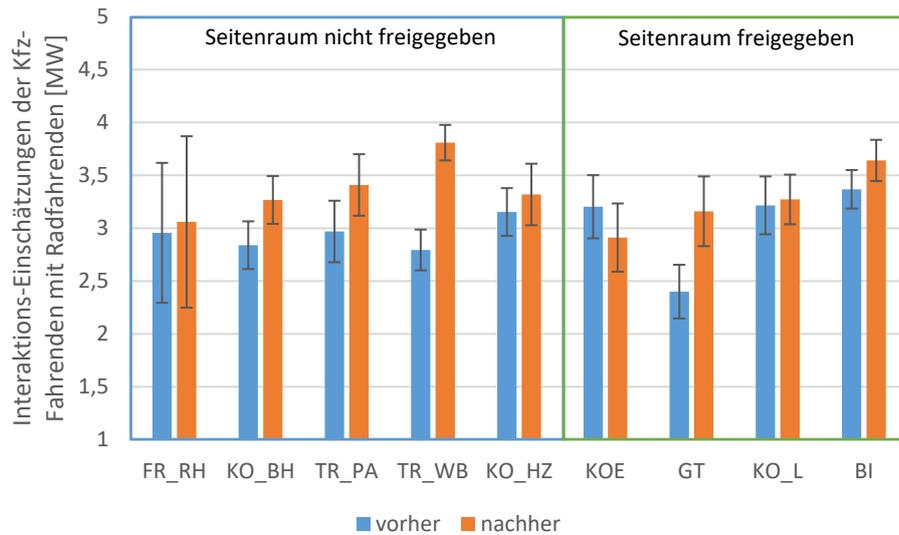


Abbildung 51: Interaktions-Einschätzungen [Mittelwerte] der vor Ort befragten Kfz- und Radfahrenden nach Befragungszeitpunkt und -ort (links: Strecken ohne, rechts: Strecken mit Seitenraumfreigabe) bei Kontrolle für die Kovariablen (Beinahe-)Unfall, Alter, Geschlecht und Häufigkeit der Verkehrsmodusnutzung in der Pilotphase. Skala von 1 = *nicht angenehm* bis 5 = *sehr angenehm*.  $N_{\text{insgesamt}} = 1.141$ , Stichprobenumfänge für die einzelnen Befragungsorte und Verkehrsmodi siehe Anhang 11c.

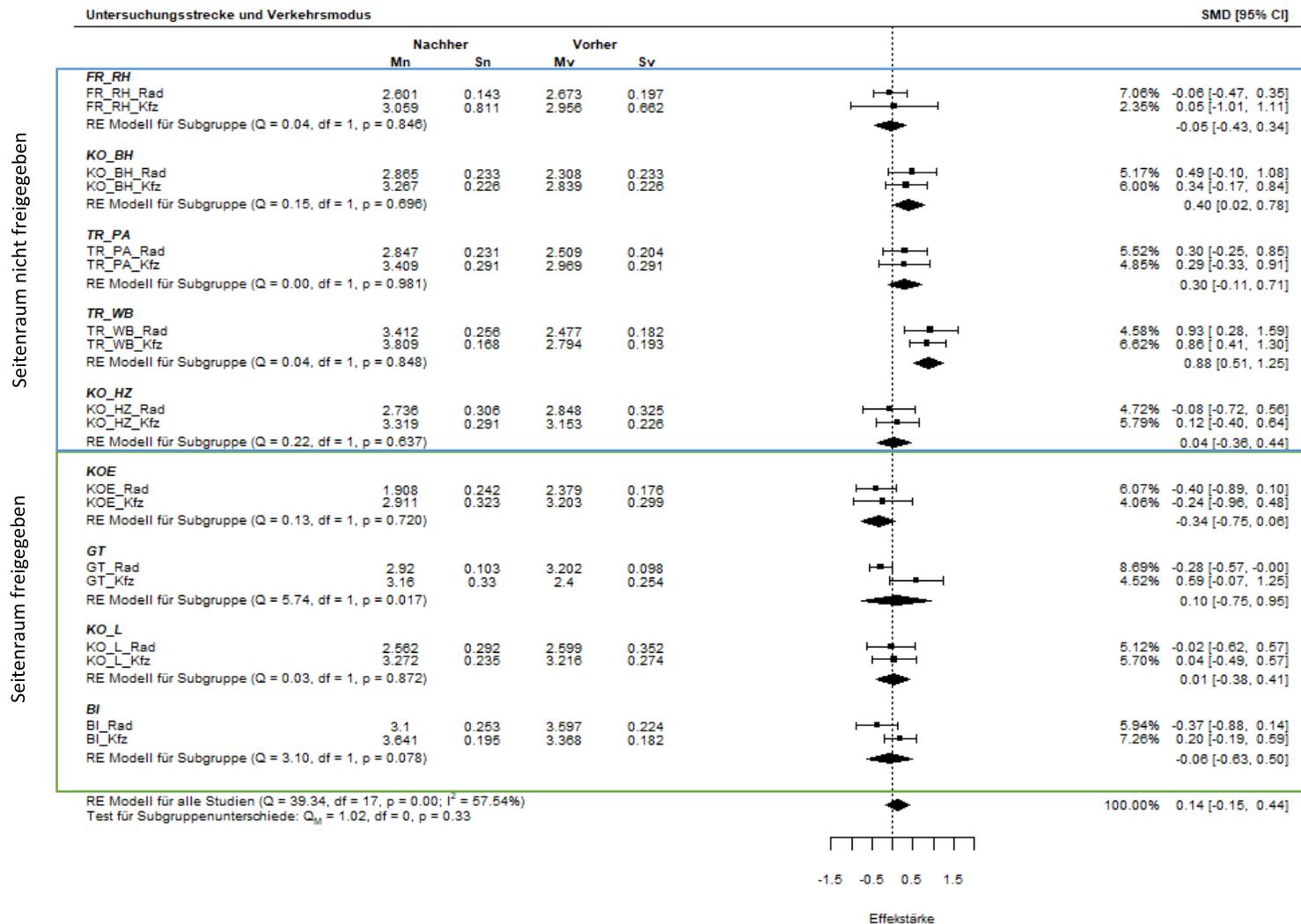


Abbildung 52: Ergebnisse der Metaanalyse zur Einschätzung des Effekts der Piktogramme bzw. Hinweisschilder auf die Interaktions-Wahrnehmung der Befragten nach Befragungsort und Verkehrsmodus vor Ort in der Pilotphase. „Nachher“ steht für die Nachher-Befragungen, „Vorher“ für die Vorher-Befragungen. Mn = Mittelwert in der Nachher-Befragung, Sn = Standardfehler in der Nachher-Befragung, Mv = Mittelwert in der Vorher-Befragung, Sv = Standardfehler in der Vorher-Befragung, RE = Random Effects, SMD = Standardized Mean Difference. Skala von 1 = *nicht angenehm* bis 5 = *sehr angenehm*. N<sub>insgesamt</sub> = 1.141, Stichprobenumfänge für die einzelnen Befragungsorte und Verkehrsmodi siehe Anhang 11c.

Eine weitere Metaanalyse zeigte, dass die vor Ort befragten Verkehrsteilnehmenden auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe die Interaktionen mit anderen als signifikant angenehmer wahrnahmen nach der Maßnahmenumsetzung als zuvor,  $g = 0,36$ , 95% CI [0,17, 0,56]. Auf Strecken mit Seitenraumfreigabe war dies nicht der Fall, dort konnte insgesamt kein signifikanter Effekt gefunden werden,  $g = -0,14$ , 95% CI [-0,58, 0,30]. Radfahrende empfanden die Interaktionen mit Kfz-Fahrenden nach der Maßnahmenumsetzung als signifikant unangenehmer auf diesen Strecken,  $g = -0,36$ , 95% CI [-0,56, -0,15], vgl. Abbildung 53.

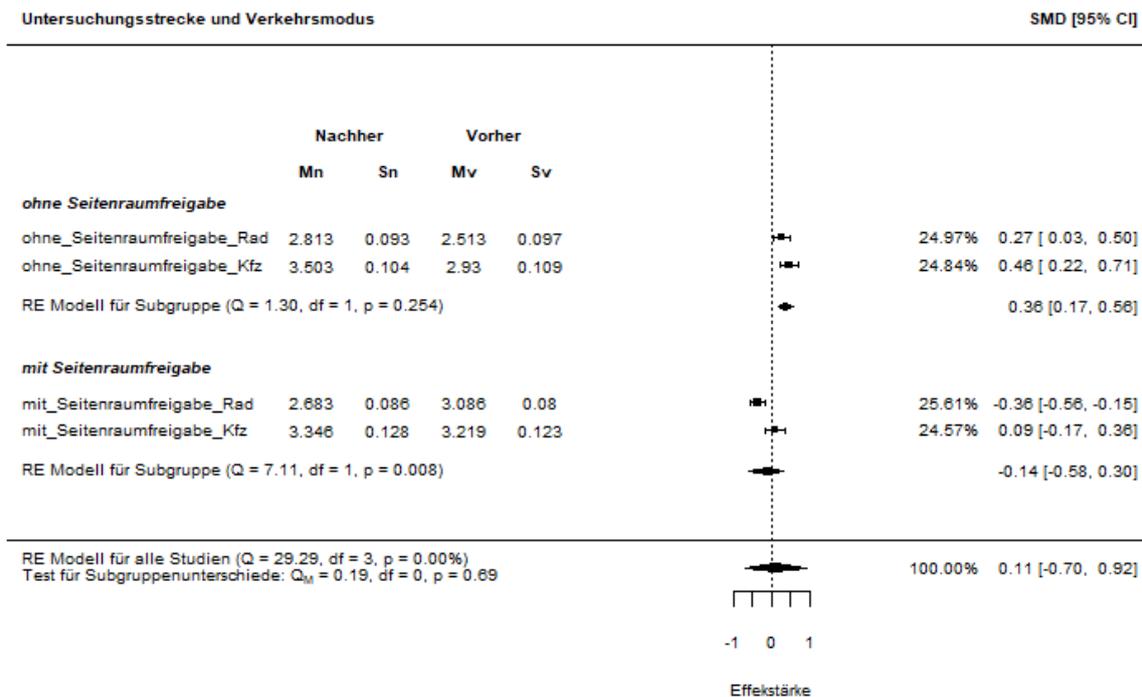
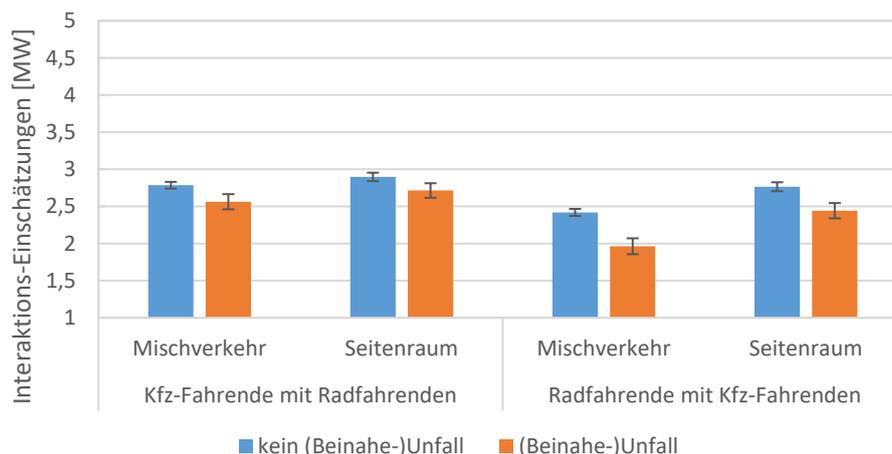


Abbildung 53: Ergebnisse der Metaanalyse zum Effekt der Piktogramme bzw. Hinweisschilder auf die Interaktions-Einschätzungen der vor Ort Befragten nach Radverkehrs-führung (ohne bzw. mit Seitenraumfreigabe) und Verkehrsmodus in der Pilotphase. Radfahrende schätzten die Interaktionen mit Kfz-Fahrenden, Kfz-Fahrende die Interaktionen mit Radfahrenden ein. „Nachher“ steht für die Nachher-Befragungen, „Vorher“ für die Vorher-Befragungen. Mn = Mittelwert in der Nachher-Befragung, Sn = Standardfehler in der Nachher-Befragung, Mv = Mittelwert in der Vorher-Befragung, Sv = Standardfehler in der Vorher-Befragung, RE = Random Effects, SMD = Standardized Mean Difference. Aufgrund der geringeren Studienzahl kein  $I^2$  ausgegeben, stattdessen sind die Konfidenzintervalle zu beachten (Hippel, 2015). Skala von 1 = *nicht angenehm* bis 5 = *sehr angenehm*.  $N_{\text{insgesamt}} = 1.141$ , Stichprobenumfänge für die einzelnen Befragungszeitpunkte und Verkehrsmodi nach Seitenraumfreigabe siehe Anhang 11d.

Auf den untersuchten Strecken empfanden diejenigen Befragten, die bereits einen Unfall oder Beinahe-Unfall mit Radbeteiligung auf der Untersuchungsstrecke erlebt hatten, die Begegnungen mit anderen Verkehrsteilnehmenden als unangenehmer als solche Personen, die noch keinen Unfall erlebt hatten (vgl. Abbildung 54). Dies galt auch vor Ort für zu Fuß Gehende, Kfz- und Radfahrende, die bereits einen (Beinahe-)Unfall auf der Strecke mit Radbeteiligung erlebt hatten, im Vergleich zu solchen Personen, die noch keine kritische Interaktion erlebt hatten.



	kein (Beinahe-)Unfall	(Beinahe-)Unfall
<b>N Kfz-Fahrende mit Radfahrenden</b>	N ohne Seitenraumfreigabe	78
	N mit Seitenraumfreigabe	85
<b>N Radfahrende mit Kfz-Fahrenden</b>	N ohne Seitenraumfreigabe	78
	N mit Seitenraumfreigabe	85

Abbildung 54: Einschätzungen der Interaktionen [Mittelwerte] mit anderen Verkehrsteilnehmenden (links: Kfz mit Rad, rechts Rad mit Kfz; MW) durch die postalisch und online Befragten nach erlebtem Unfall oder Beinahe-Unfall mit Radbeteiligung in den letzten drei Jahren in der Pilotphase bei Kontrolle für Alter, Geschlecht und Häufigkeit des zu Fuß Gehens, Kfz- und Radfahrens. Skala von 1 = *nicht angenehm* bis 5 = *sehr angenehm*.  $N_{\text{insgesamt}} = 812$ .

#### 4.4.2.5 Berichtete Veränderung der Interaktionen mit anderen Verkehrsteilnehmenden

In der Nachher-Befragung wurden die Verkehrsteilnehmenden gefragt, ob sich ihre Interaktions-Einschätzungen auf der Untersuchungsstrecke seit dem Aufbringen der Piktogramme bzw. dem Aufstellen der Hinweisschilder verändert hatten. Der Großteil der befragten Kfz-Fahrenden berichtete, die Begegnungen mit Radfahrenden nach der Maßnahmenumsetzung als genauso angenehm zu empfinden wie vorher (82,9%,  $N = 923$ ). 6,7% empfanden die Interaktionen als etwas oder viel unangenehmer,

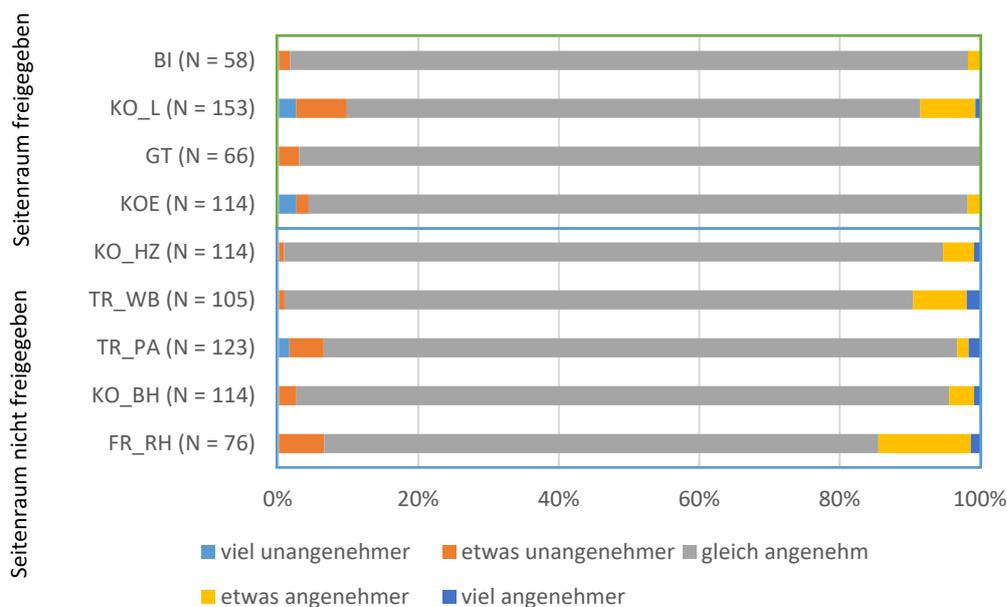


Abbildung 55: Anteilige berichtete Veränderung der Interaktions-Einschätzungen der befragten Kfz-Fahrenden in der Nachher-Befragung nach Befragungsort in der Pilotphase.  $N_{\text{insgesamt}} = 923$ .

10,4% als etwas oder viel angenehmer. Für die unterschiedlichen Untersuchungsstrecken konnten für die Kfz-Fahrenden keine Trends herausgearbeitet werden; es gab jeweils Kfz-Fahrende, die Interaktionen mit Radfahrenden nach der Maßnahmenumsetzung als unangenehmer empfanden, aber auch solche, die sie als angenehmer einschätzten. Insgesamt nahm der Großteil allerdings keine Veränderungen wahr (vgl. Abbildung 55).

Im Gegensatz zu den befragten Kfz-Fahrenden zeigte sich für die befragten Radfahrenden in ihrer Einschätzung von Interaktionen mit Radfahrenden ein diverseres Bild: Der Anteil an Befragten, der die Interaktionen nach der Umsetzung als gleich einschätzte, war im Vergleich zu den Kfz-Fahrenden geringer (77,5%, N = 766). 4,9% schätzten die Interaktionen mit Kfz-Fahrenden als etwas unangenehmer oder viel unangenehmer ein, 17,6% als etwas oder viel angenehmer (vgl. Abbildung 56).

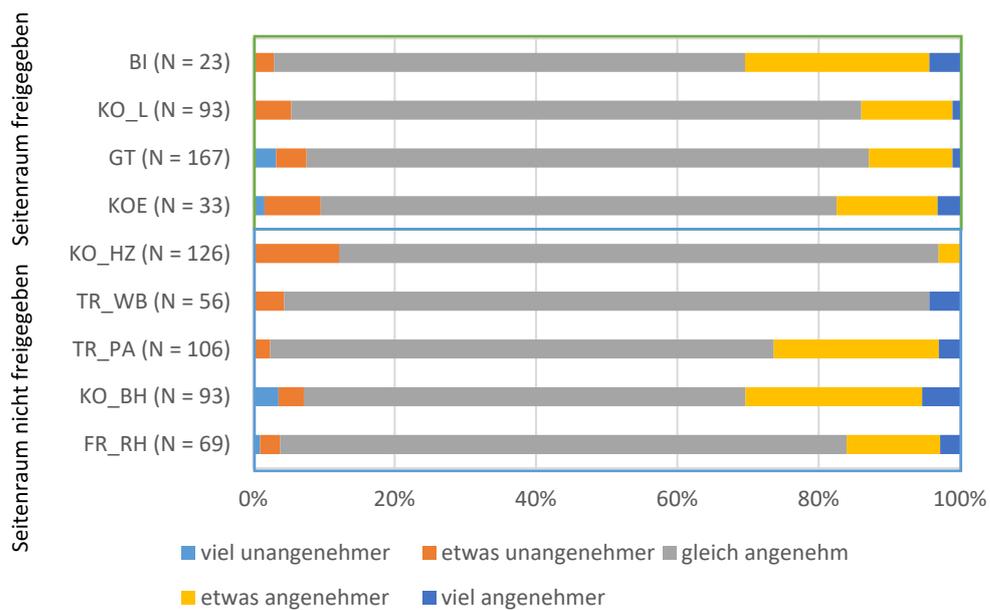


Abbildung 56: Anteilige berichtete Veränderung der Interaktions-Einschätzungen der befragten Radfahrenden in der Nachher-Befragung nach Befragungsort in der Pilotphase.  $N_{\text{insgesamt}} = 766$ .

Es zeigte sich ein ähnliches Antwortmuster der Verkehrsteilnehmenden in der Vor-Ort-Befragung auf der einen und der postalischen bzw. Online-Befragung auf der anderen Seite (vgl. Abbildung 57).

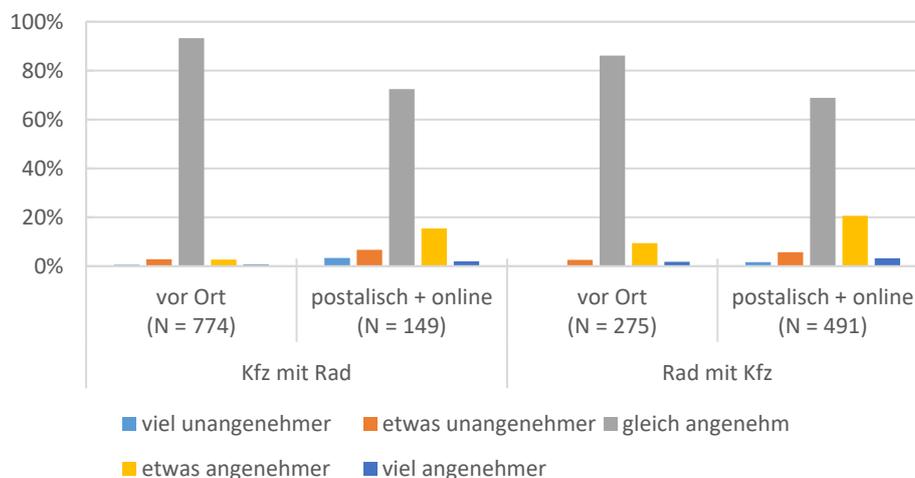


Abbildung 57: Anteilige berichtete Veränderung der Interaktions-Einschätzungen der befragten Kfz-Fahrenden mit Radfahrenden (links) bzw. Radfahrenden mit Kfz-Fahrenden (rechts) in der Nachher-Befragung nach Befragungsart in der Pilotphase.  $N_{\text{insgesamt}} = 1.689$ .

#### 4.4.2.6 Berichtete Probleme auf den Untersuchungsstrecken

Sowohl vor als auch nach der Umsetzung der Maßnahmen wurden die Verkehrsteilnehmenden gebeten anzugeben, was sie auf der Untersuchungsstrecke als problematisch ansehen. Dabei unterschieden sich die Angaben der Befragten vor bzw. nach der Umsetzung der Maßnahmen sowohl in der Vor-Ort-Befragung,  $\chi^2(8) = 176,79$ ,  $p < 0,001$ , als auch in der postalischen und Online-Befragung,  $\chi^2(8) = 75,94$ ,  $p < 0,001$ , signifikant. Abgesehen von lokalen Begebenheiten pro Strecke (beispielsweise fehlende Spiegel an spezifischen Ausfahrten, Baumwurzeln auf dem Radweg oder Bestuhlung an Geschäften) zeigten sich auch einige streckenübergreifende, von der Freigabe der Radverkehrsinfrastruktur im Seitenraum (freigegeben vs. nicht freigegeben, vgl. Abbildung 58) unabhängige Themen: 17,3% (bei insgesamt 8.437 Nennungen von 4.775 Befragten, Mehrfachantworten möglich) der Verkehrsteilnehmenden empfanden die Untersuchungsstrecke als zu eng, sie beklagten zu viele Kfz (14,0%) oder deren hohe Geschwindigkeit (9,0%) und Rücksichtslosigkeit (8,2%). Auch die Rücksichtslosigkeit der Radfahrenden wurde moniert (8,4%). 9,4% der Befragten empfanden auf der Untersuchungsstrecke nichts als problematisch.

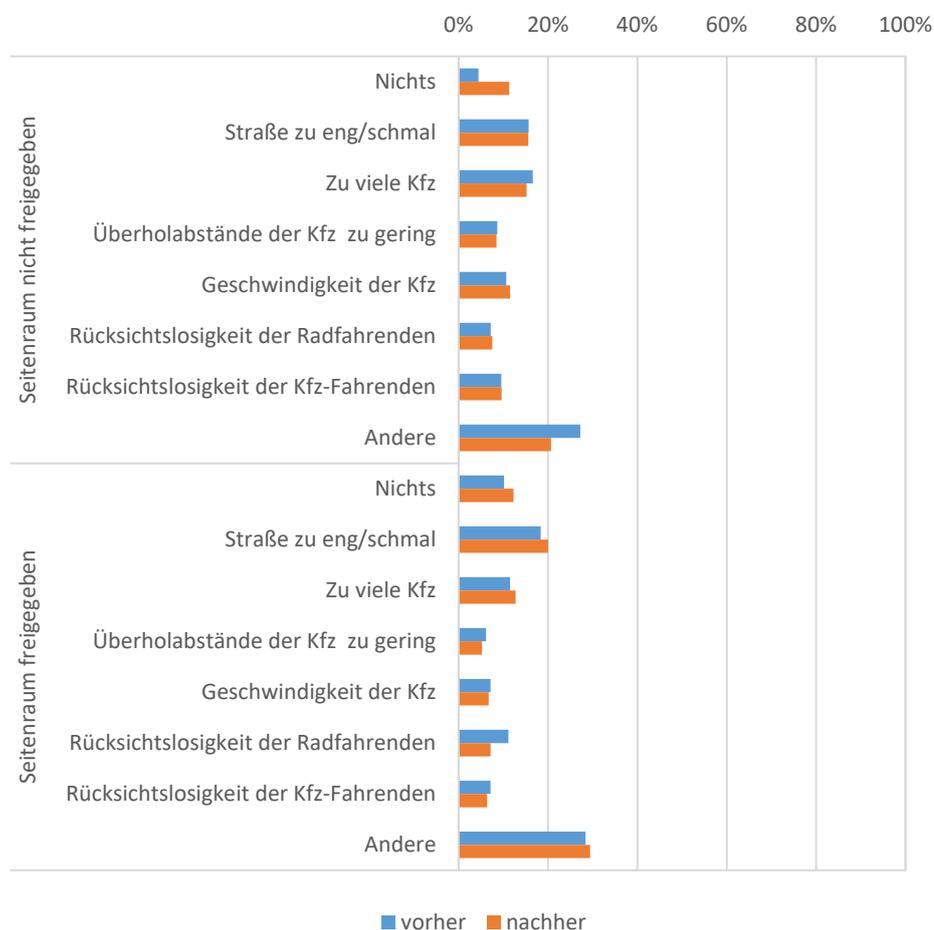


Abbildung 58: Als von den Befragten problematisch eingestufte Aspekte auf der Untersuchungsstrecke nach Befragungszeitpunkt und Freigabe des Seitenraums in der Pilotphase. Mehrfachantworten möglich. N = 4.775, insgesamt 8.437 Nennungen, davon auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe: 2.516 Nennungen vorher, 2.347 nachher; auf Strecken mit Seitenraumfreigabe: 2.102 Nennungen vorher, 1.472 nachher (Prozentsatz auf Basis der Nennungen nach Befragungszeitpunkt und Freigabe des Seitenraums).

Zwischen den zu Fuß Gehenden, Kfz- und Radfahrenden in der Vor-Ort-Befragung zeigten sich keine nennenswerten Unterschiede, allerdings wurde in der Vor-Ort-Befragung generell deutlich häufiger

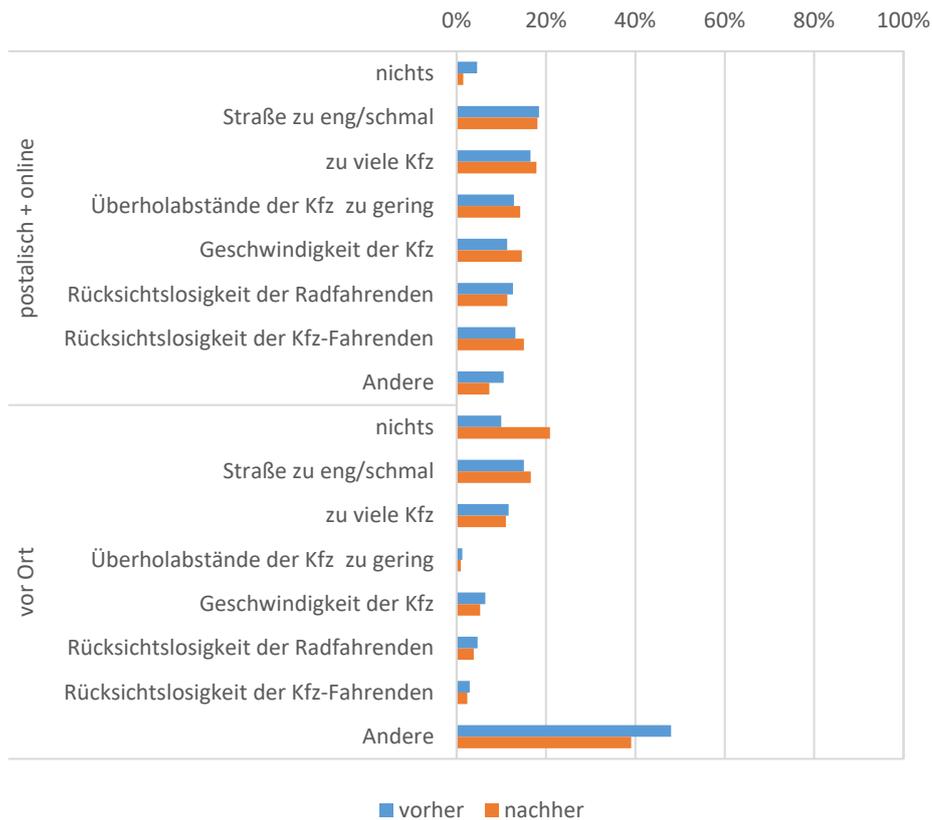


Abbildung 59: Als von den Befragten problematisch eingestufte Aspekte auf der Untersuchungsstrecke nach Befragungszeitpunkt und -art in der Pilotphase. Mehrfachantworten möglich. N = 4.775, insgesamt 8.437 Nennungen, davon in der Vor-Ort-Befragung: 2.123 Nennungen vorher, 2.012 nachher; in der postalischen und Online-Befragung: 2.495 Nennungen vorher, 1.807 nachher (Prozentsatz auf Basis der Nennungen nach Befragungszeitpunkt und Befragungsart).

die Kategorie „Andere“ gewählt (43,6% der Fälle bei insgesamt 4.135 Nennungen von 3.028 Befragten, Mehrfachantworten möglich) als in der postalischen und Online-Befragung (8,9% der Fälle bei insgesamt 4.302 Nennungen von 1.747 Befragten, Mehrfachantworten möglich). In der postalischen und Online-Befragung wurden häufiger streckenunabhängige Problempunkte im Straßenverkehr angesprochen, während in der Vor-Ort-Befragung oft streckenspezifische Aspekte genannt wurden (vgl. Abbildung 59). Dies lässt darauf schließen, dass die Befragten vor Ort, wenn sie sich auf der Strecke befinden, mögliche Problempunkte direkt in ihrem Sichtfeld vorfinden und berichten, während in der postalischen und Online-Befragung eine größere Erinnerungsleistung stattfinden muss.

Im Anschluss an die Frage nach möglichen problematischen Aspekten auf der Strecke wurden die Verkehrsteilnehmenden gefragt, welche Maßnahme(n) sie umsetzen würden, um die Verkehrssicherheit auf der Untersuchungsstrecke zu verbessern. Dabei unterschieden sich die Angaben der Befragten vor bzw. nach der Umsetzung der Maßnahmen sowohl in der Vor-Ort-Befragung,  $\chi^2(16) = 93,16, p < 0,001$ , als auch in der postalischen und Online-Befragung,  $\chi^2(16) = 69,27, p < 0,001$ , signifikant. Wie bereits bei den Problempunkten wurden auch bei den umzusetzenden Maßnahmen viele genannt, die streckenspezifisch waren, allerdings wurden auch Strecken-, Befragungsart- und Verkehrsmodus-übergreifende Vorschläge genannt. Dazu gehörte beispielsweise der Bau eines Radwegs (16,1% bei insgesamt 5.029 Nennungen von 4.093 Befragten, Mehrfachantworten möglich). Anzumerken ist, dass sich mehr Personen auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe einen Radweg wünschten als auf Strecken mit Seitenraumfreigabe. Der Wunsch nach einem Radweg nahm auf Strecken mit Radverkehrsführung im Mischverkehr mit der Umsetzung der Maßnahmen ab (26,8% vorher bei insgesamt 1.244 Nennungen von

1.195 Personen vs. 18,6% nachher bei insgesamt 1.561 Nennungen von 1.141 Befragten, jeweils Mehrfachantworten möglich), auf Strecken mit Radverkehrsführung im Seitenraum jedoch zu (7,5% vorher bei insgesamt 1.105 Nennungen von 1.060 Befragten vs. 11,3% nachher bei insgesamt 1.119 Nennungen von 697 Befragten, jeweils Mehrfachantworten möglich; vgl. Abbildung 60). Im Gespräch mit den Interviewenden merkte ein Teil der Befragten an, dass ihnen bewusst sei, dass für einen Radweg auf der Strecke nach aktuellem Stand zu wenig Platz vorhanden ist; ein anderer Teil zeigte sich nach Aufklärung durch die Interviewenden, dass aufgrund der Enge der Strecke dort kein Radweg vorzufinden war, hingegen erstaunt.

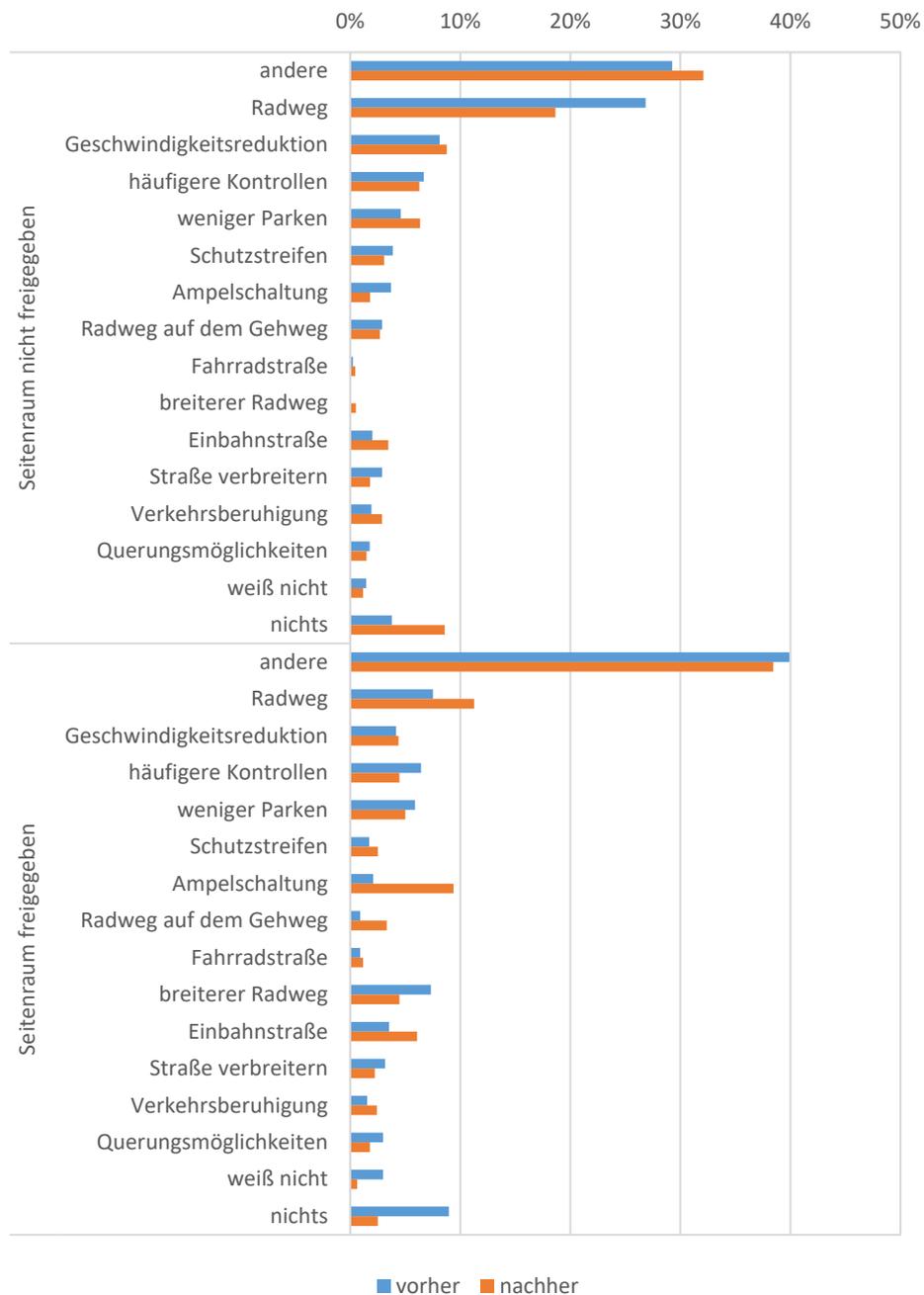


Abbildung 60: Von den Befragten vorgeschlagene Maßnahmen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit auf der Untersuchungsstrecke nach Befragungszeitpunkt und Freigabe des Seitenraums in der Pilotphase. Mehrfachantworten möglich. Achtung: Skala geht nur bis 50%! N = 4.093, insgesamt 5.029 Nennungen, davon auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe: 1.244 Nennungen vorher, 1.561 nachher; auf Strecken mit Seitenraumfreigabe: 1.105 Nennungen vorher, 1.119 nachher (Prozentsatz auf Basis der Nennungen nach Befragungszeitpunkt und Freigabe des Seitenraums).

### Zusammenfassung:

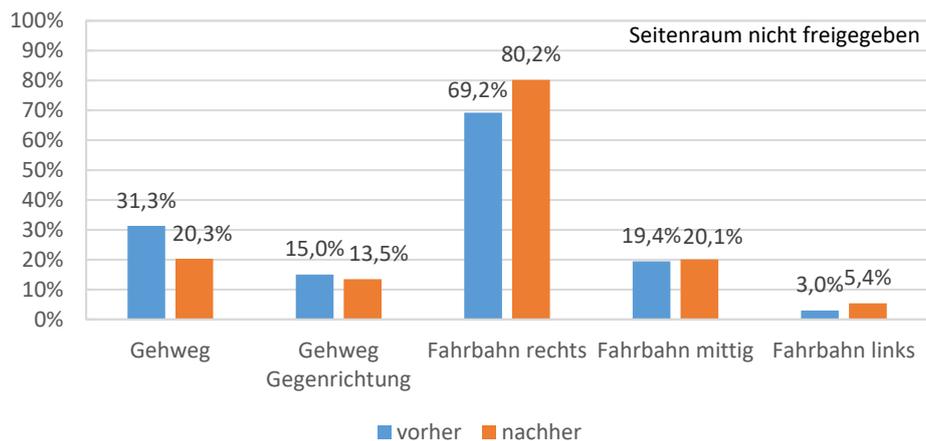
Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Befragten die Maßnahmen auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe als signifikant sinnvoller empfanden als auf Strecken mit Seitenraumfreigabe; insbesondere auf der Strecke in BI, auf der Hinweisschilder am Fahrbahnrand angebracht worden waren, empfand nur ein kleiner Anteil der Befragten die Maßnahmen als sinnvoll. Zudem schätzten die Befragten die Maßnahmen vor ihrer Umsetzung als signifikant sinnvoller ein als hinterher, was dadurch erklärt werden könnte, dass die Befragten in der Theorie Maßnahmen erst einmal befürworten und keiner Änderung des Status Quo vorziehen. In der Praxis allerdings, wenn die Maßnahmen konkret auf der jeweiligen Strecke umgesetzt sind, empfinden die Befragten sie dann nicht mehr als so sinnvoll bzw. hätten sich eher andere Maßnahmen wie eine Separation von Kfz- und Radverkehr gewünscht. Insgesamt fühlten sich die Befragten seit der Maßnahmenumsetzung im Vorher-Nachher-Vergleich signifikant sicherer. Auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe schätzten sie die Begegnungen mit anderen Verkehrsteilnehmenden als signifikant angenehmer ein; für Strecken mit Seitenraumfreigabe konnte die Verkehrsteilnehmenden übergreifend kein signifikanter Effekt gefunden. Jedoch nahmen Radfahrende auf Strecken mit Radverkehrsführung im Seitenraum die Interaktionen mit Kfz-Fahrenden nach der Maßnahmenumsetzung als signifikant unangenehmer wahr. Befragte, die auf der Untersuchungsstrecke in den letzten drei Jahren bereits einen Unfall oder Beinahe-Unfall mit Radbeteiligung erlebt hatten, fühlten sich unsicherer als Personen, die noch keine solche kritische Situation erlebt hatten. Wenngleich die meisten Befragten keine Unterschiede in diesen Einschätzungen seit der Maßnahmenumsetzung angaben, zeigte sich insbesondere für die Strecken ohne Seitenraumfreigabe ein Trend zu einer leichten Verbesserung. Als problematisch sehen die Befragten häufig ortsspezifische Aspekte wie Baumwurzeln auf dem Radweg o.ä. an und wünschen sich entsprechende Maßnahmen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit. Ortsunabhängig wurde zudem beispielsweise für den Bau von Radwegen, verstärkte Kontrollen und eine Reduktion der erlaubten Höchstgeschwindigkeit plädiert. In Kapitel 4.4.3 wird im Anschluss an die Abschnitte zu Regelwissen und Einstellungen der Befragten in der Pilotphase ihr (berichtetes) Verhalten analysiert.

#### 4.4.3 Berichtetes Verhalten

Nachfolgend werden die Ergebnisse zum berichteten Verhalten der Rad- (4.4.3.1-4.4.3.4) und Kfz-Fahrenden (4.4.3.5-4.4.3.8) sowie berichtete (Beinahe-)Unfälle (4.4.3.9) aus der Pilotphase vorgestellt. Eine Gegenüberstellung des in den Befragungen berichteten und des in den Videoanalysen tatsächlich gezeigten Verhaltens erfolgt in Kapitel 9.

##### 4.4.3.1 Berichtete eigene Flächenwahl der Radfahrenden

Die an der Befragung teilnehmenden Radfahrenden vor Ort sowie diejenigen Personen, die in der postalischen und Online-Befragung angegeben hatten, mindestens 1-2 Tage/Woche auf der Untersuchungsstrecke mit dem Rad zu fahren, wurden gebeten anzugeben, wie häufig *sie* die verschiedenen auf der Strecke vorhandenen Flächen mit dem Rad nutzen. Aufgrund unterschiedlicher Regelungen, wo Radfahren auf den Untersuchungsstrecken erlaubt war, die beeinflussen, wo die Radfahrenden selbst mit dem Rad fahren, werden die Ergebnisse nachfolgend wie bereits unter 4.4.1.3 getrennt nach der Seitenraumfreigabe analysiert. Es zeigte sich für **Strecken ohne Seitenraumfreigabe**, dass mit 69,2% (N = 328) bereits vor dem Aufbringen der Piktogramme ein Großteil der Befragten *oft* oder *immer* die Fahrbahn rechts nutzte. Dieser Anteil stieg nach der Maßnahmenumsetzung auf 80,2% (N = 373). Gleichzeitig nahm der Anteil der Personen, die häufig den Gehweg nutzten, von 31,3%



	Gehweg	Gehweg Gegenrichtung	Fahrbahn rechts	Fahrbahn mittig	Fahrbahn links
<b>N vorher</b>	316	313	328	283	269
<b>N nachher</b>	355	349	373	289	279

Abbildung 61: Anteil der Befragten, der auf Untersuchungsstrecken ohne Seitenraumfreigabe mit „oft“ oder „immer“ auf die Frage antwortete, wie häufig die Person verschiedene vorhandene Flächen mit dem Rad auf der Strecke selbst nutzt, nach Befragungszeitpunkt in der Pilotphase. Mehrfachantworten möglich.

(N = 316) auf 20,3% (N = 355) ab. In der Tendenz nahmen das Radfahren in der Mitte der Fahrbahn<sup>6</sup> bzw. links noch etwas zu (vgl. Abbildung 61). Abbildung 62 zeigt minimale Unterschiede zwischen den verschiedenen Kommunen auf.

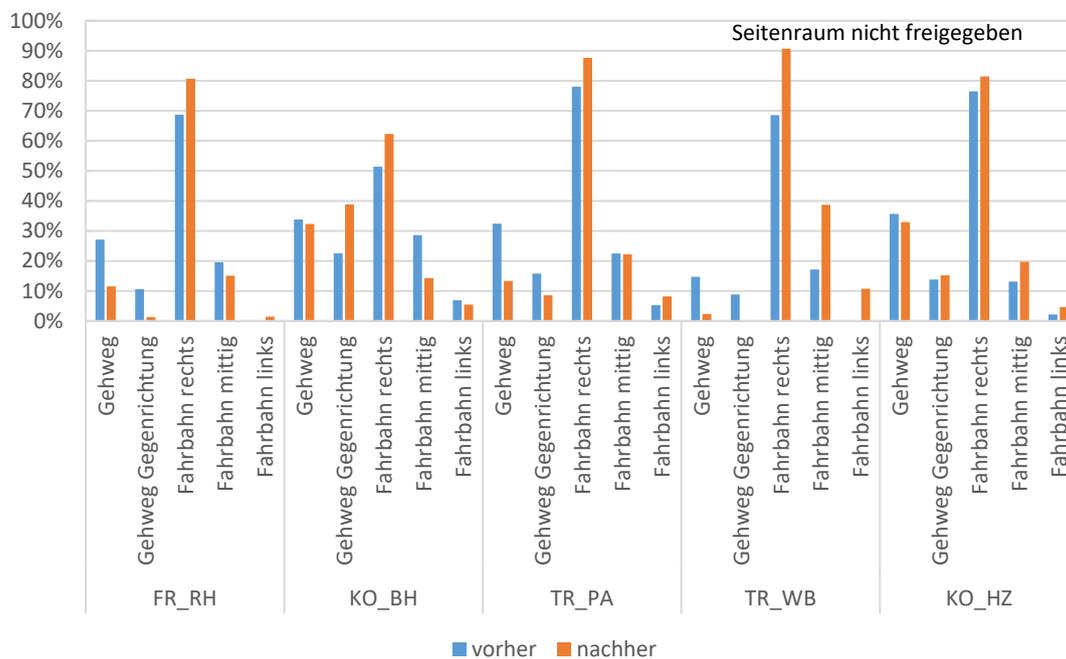


Abbildung 62: Anteil der Befragten, der auf Untersuchungsstrecken ohne Seitenraumfreigabe mit „oft“ oder „immer“ auf die Frage antwortete, wie häufig die Person verschiedene vorhandene Flächen mit dem Rad auf der Strecke selbst nutzt, nach Befragungszeitpunkt und -ort in der Pilotphase. Mehrfachantworten möglich. Stichprobenumfänge für die einzelnen Befragungsorte siehe Anhang 11e.

<sup>6</sup> Mit „Fahrbahnmittig“ ist die Mitte des Fahrstreifens gemeint. Um die Fragen möglichst allgemein verständlich zu halten, wurde in der Befragung der Begriff „Fahrbahnmittig“ statt „Mitte des Fahrstreifens“ gewählt.

Aufgrund teilweise zu geringer Fallzahlen und dadurch verletzter Voraussetzungen konnten keine vierfaktoriellen loglinearen Analysen durchgeführt werden mit den Variablen Befragungsart, -ort, -zeitpunkt und der Flächenwahl der Befragten. Nach Field (2018) wurden die Daten über diejenige Variable zusammengefügt, für die der kleinste Einfluss vorhergesagt wurde, die Befragungsart. In einer dreifaktoriellen loglinearen Analyse der Strecken ohne Seitenraumfreigabe, in die der Befragungszeitpunkt und der Befragungsort eingingen sowie die Tatsache, ob die Befragten angaben, oft oder immer mit dem Rad den Seitenraum, also den Gehweg bzw. den Gehweg in Gegenrichtung zu nutzen (oder seltener), war die Interaktion höchster Ordnung, also die Dreifach-Interaktion, signifikant,  $\chi^2(4) = 10,20$ ,  $p = 0,037$ . In das finale Modell ging entsprechend die Interaktion von Befragungszeitpunkt x Befragungsort x Seitenraumnutzung andere Radfahrende ein. Der Likelihood-Quotient des Modells lag bei  $\chi^2(0) = 0$ ,  $p = 1$ . Der Unterschied war in einer Follow-Up- $\chi^2$ -Untersuchung separat nach Befragungsort für Strecken ohne Seitenraumfreigabe in FR\_RH,  $\chi^2(1) = 11,32$ ,  $p = 0,001$ ,  $V = 0,202$ , und in TR\_PA,  $\chi^2(1) = 6,15$ ,  $p = 0,013$ ,  $V = 0,118$ , statistisch signifikant, nicht aber auf den Strecken in KO\_BH,  $\chi^2(1) = 0,15$ ,  $p = 0,699$ ,  $V = 0,017$ , in TR\_WB,  $\chi^2(1) = 0,48$ ,  $p = 0,491$ ,  $V = 0,039$ , und in KO\_HZ,  $\chi^2(1) = 1,65$ ,  $p = 0,200$ ,  $V = 0,048$ . Die Chance, dass die Befragten angaben, andere Radfahrende würden oft oder immer den Seitenraum, also den Gehweg bzw. den Gehweg in Gegenrichtung nutzen, war in FR\_RH vor dem Aufbringen der Piktogramme 2,28mal so groß wie danach, in TR\_PA betrug dieser Faktor 1,65.

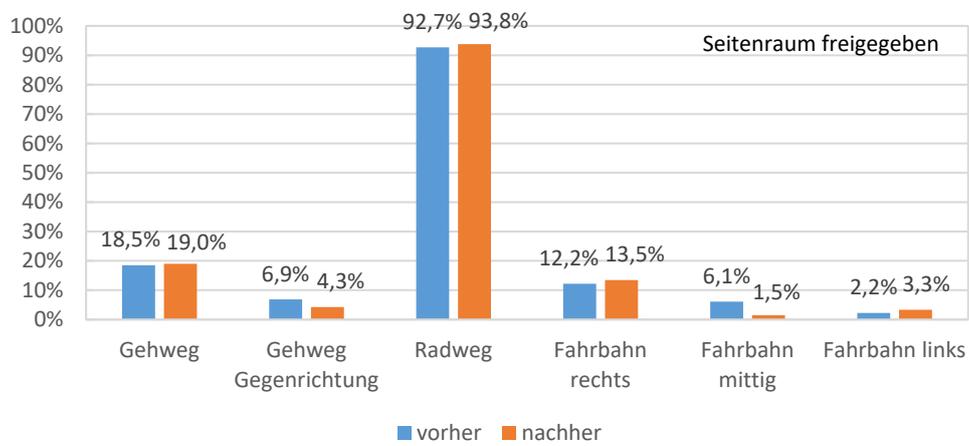
In einer dreifaktoriellen loglinearen Analyse der Strecken ohne Seitenraumfreigabe, in die der Befragungszeitpunkt und der Befragungsort eingingen sowie die Tatsache, ob die Befragten angaben, oft oder immer mit dem Rad die Fahrbahn rechts, mittig und/oder links zu nutzen (oder seltener), war die Interaktion höchster Ordnung, also die Dreifach-Interaktion, signifikant,  $\chi^2(4) = 10,03$ ,  $p = 0,027$ . In das finale Modell ging entsprechend die Interaktion von Befragungszeitpunkt x Befragungsart x Fahrbahnnutzung Radfahrende ein. Der Likelihood-Quotient des Modells lag bei  $\chi^2(0) = 0$ ,  $p = 1$ . Der Unterschied war in einer Follow-Up- $\chi^2$ -Untersuchung über die Befragungsorte hinweg nach dem Befragungszeitpunkt für Strecken ohne Seitenraumfreigabe signifikant,  $\chi^2(1) = 67,83$ ,  $p < 0,001$ ,  $V = 0,162$ . Nach der Umsetzung der Maßnahmen war die Chance, dass die Befragten angaben, andere Radfahrende würden oft oder immer die Fahrbahn (rechts, mittig und/oder links) nutzen, 1,94mal höher als zuvor. Zudem war der Unterschied über die Befragungszeitpunkte hinweg in einer Follow-Up- $\chi^2$ -Untersuchung nach dem Befragungsort für die Strecken ohne Seitenraumfreigabe signifikant,  $\chi^2(1) = 92,14$ ,  $p < 0,001$ ,  $V = 0,189$ . Die Chance, dass die Befragten angaben, andere Radfahrende würden oft oder immer die Fahrbahn nutzen, war auf den Strecken in FR\_RH 2,39, in TR\_PA 2,66, in TR\_WB 2,41 und in KO\_HZ 2,12mal so groß wie auf der Strecke in KO\_BH.

Aufgrund der teilweise geringen Fallzahlen – selbst bei Aggregation der Daten über die Befragungsart hinweg, siehe auch Anhang 11e – fand keine statistische Prüfung der berichteten Häufigkeit des Radfahrens auf **Strecken mit Seitenraumfreigabe** statt. Wie auch auf Strecken mit Mischverkehr nahm jedoch deskriptiv der Anteil der Radfahrenden, die häufig auf dem Gehweg in Gegenrichtung fuhren, auf den Strecken mit Seitenraumfreigabe<sup>7</sup> im Mittel etwas ab (6,9% vorher,  $N = 379$ , vs. 4,3% nachher,  $N = 282$ ). Etwa gleich blieb der Anteil von Radfahrenden, die angaben, *oft* oder *immer* den Radweg zu nutzen (92,7% vorher,  $N = 411$ , vs. 93,8% nachher,  $N = 306$ ). Der Prozentsatz derer, die berichteten, häufig rechts auf der Fahrbahn zu fahren, nahm in der Tendenz von 12,2% ( $N = 393$ , auf 13,5%,  $N = 297$ , etwas zu, gleiches galt für links auf der Fahrbahn fahrende Radfahrende (2,2% vorher,  $N = 356$ , vs. 3,3% nachher,  $N = 269$ ). Der Anteil derer, die berichteten, mittig auf der Fahrbahn Rad zu fahren, nahm ab

---

<sup>7</sup> Siehe Fußnote 4.

(6,1% vorher, N = 361, vs. 1,5% nachher, N = 265). Der Anteil von Radfahrenden, die angaben, *oft* oder *immer* auf dem Gehweg zu fahren, blieb auf Strecken mit Seitenraumfreigabe mit der Maßnahmenumsetzung etwa gleich (18,5% vorher, N = 389, vs. 19,0% nachher, N = 295, vgl. Abbildung 63).



	Gehweg	Gehweg Gegenrichtung	Radweg	Fahrbahn rechts	Fahrbahn mittig	Fahrbahn links
<b>N vorher</b>	389	379	411	393	361	356
<b>N nachher</b>	295	282	306	297	265	269

Abbildung 63: Anteil der Befragten, der auf Untersuchungsstrecken mit Seitenraumfreigabe mit „oft“ oder „immer“ auf die Frage antwortete, wie häufig die Person verschiedene vorhandene Flächen mit dem Rad auf der Strecke selbst nutzt, nach Befragungszeitpunkt in der Pilotphase. Mehrfachantworten möglich.

Dies ist insbesondere durch die Strecke KO\_L und die dortigen Besonderheiten in der Radverkehrsführung mit Gehwegfreigabe zu erklären, vgl. Fußnote 4; wird die Strecke KO\_L nicht berücksichtigt bei der Berechnung des Anteils derer, die berichten, häufig mit dem Rad den Gehweg zu nutzen, so ergibt sich ein Anteil von 7,8% (N = 321) vor der Maßnahmenumsetzung und 5,4% (N = 242) danach. Für die drei Strecken KL, GT und BI mit nicht benutzungspflichtigem (im Falle GTs Zweirichtungs-) Radweg im Seitenraum zeigte sich eine ähnliche Flächennutzung, vgl. Abbildung 64.

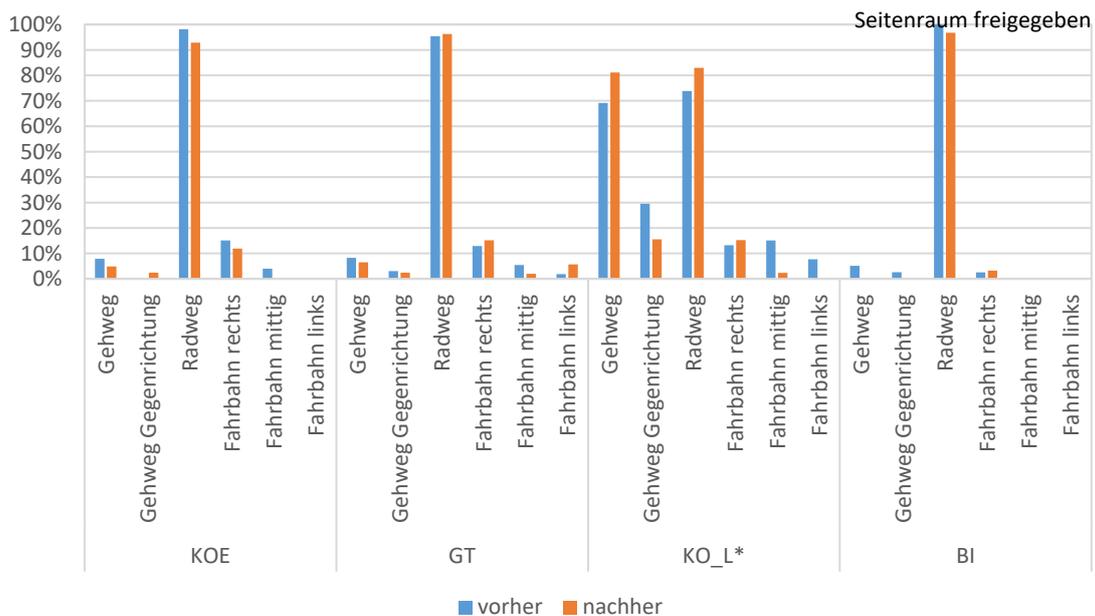


Abbildung 64: Anteil der Befragten, der auf Untersuchungsstrecken ohne Seitenraumfreigabe mit „oft“ oder „immer“ auf die Frage antwortete, wie häufig die Person verschiedene vorhandene Flächen mit dem Rad auf der Strecke selbst nutzt, nach

Befragungszeitpunkt und -ort in der Pilotphase. Mehrfachantworten möglich. \*Lokale Besonderheit: Hier war der Gehweg in Gegenrichtung für Radfahrende freigegeben. Stichprobenumfänge für die einzelnen Befragungsorte siehe Anhang 11e.

#### 4.4.3.2 Berichtete Veränderung der eigenen Flächenwahl der Radfahrenden

In der Nachher-Befragung wurden die Radfahrenden zusätzlich zur Häufigkeit ihrer Flächennutzung auf der Untersuchungsstrecke auch zu möglichen Veränderungen in *ihrer* Flächenwahl seit der Umsetzung der Maßnahmen befragt. Der größte Teil der Befragten berichtete, keine Veränderungen in ihrer Flächenwahl vorgenommen zu haben. Es zeigte sich allerdings auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe die Tendenz, dass eine gesunkene Nutzung des Gehwegs (in beiden Richtungen) und ein Anstieg der Nutzung des rechten Fahrbahnteils berichtet wurde (vgl. Abbildung 65).

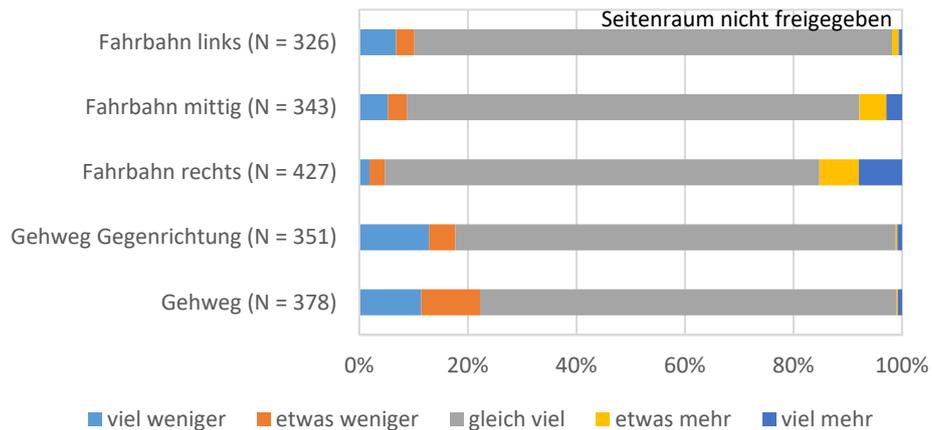


Abbildung 65: Anteilige berichtete Veränderung der Flächennutzung der befragten Radfahrenden auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe in der Pilotphase.

Auf Strecken mit Seitenraumfreigabe berichteten die Befragten einen Rückgang ihrer Radwegnutzung und eine Zunahme der Nutzung des rechten Fahrbahnbereiches (vgl. Abbildung 66).

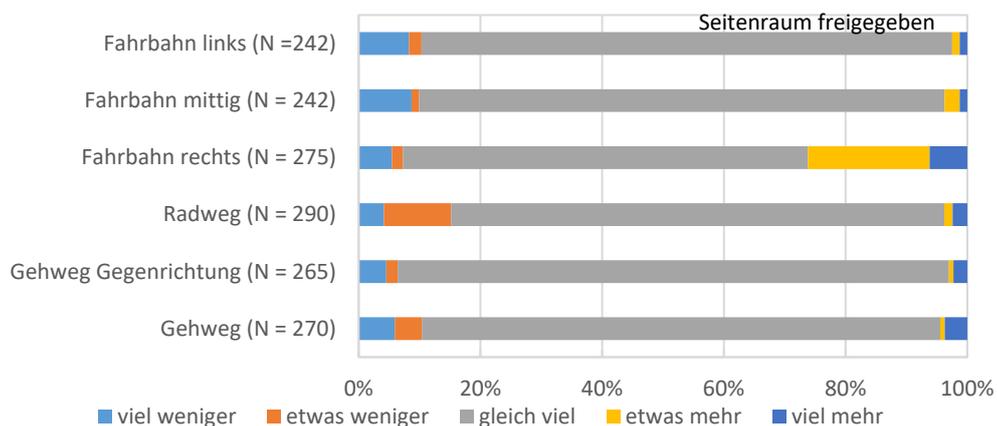
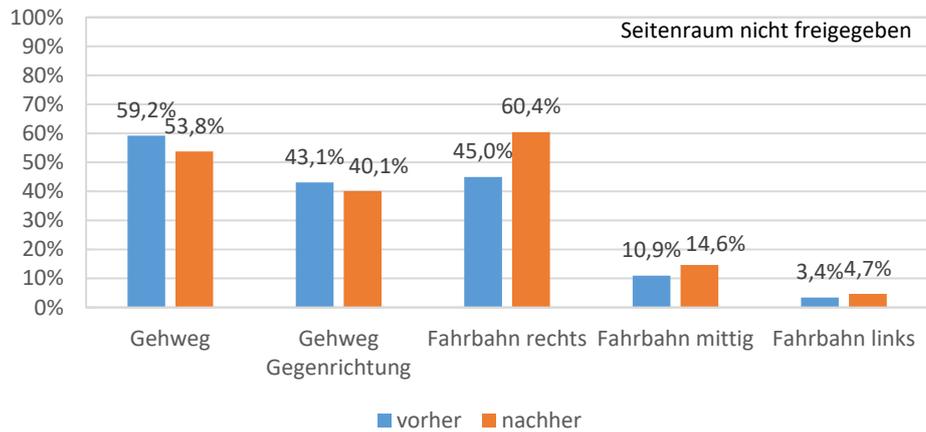


Abbildung 66: Anteilige berichtete Veränderung der Flächennutzung der befragten Radfahrenden auf Strecken mit Seitenraumfreigabe in der Pilotphase.

#### 4.4.3.3 Berichtete Flächenwahl anderer Radfahrender

Aufgrund unterschiedlicher Regelungen, wo Radfahren auf den Untersuchungsstrecken erlaubt war, die beeinflussen, wo die Radfahrenden selbst mit dem Rad fahren, werden die Ergebnisse nachfolgend wie bereits unter 4.4.1.3 und 4.4.3.1 getrennt nach der Seitenraumfreigabe analysiert. Wurden die Verkehrsteilnehmenden danach gefragt, welche Flächen *andere* Radfahrende auf der Untersuchungsstrecke mindestens oft oder immer nutzten, so zeigten sich Unterschiede zur eigenen Flächenwahl, die

die Radfahrenden zuvor angegeben hatten: Die Verkehrsteilnehmenden berichteten auf **Strecken ohne Seitenraumfreigabe** eine starke Gehwegnutzung durch andere Radfahrende in beiden Richtungen, die mit den Piktogrammen bzw. Hinweisschildern leicht abnahm (Verringerung der Gehwegnutzung von 59,2%, N = 1.196, auf 53,8%, N = 1.121, bzw. der Gehwegnutzung in Gegenrichtung von 43,1%, N = 1.095, auf 40,1%, N = 1.045). Gleichzeitig nahm der berichtete Anteil von Radfahrenden, die mindestens oft rechts auf der Fahrbahn fahren, von 45,0% (N = 1.361) auf 60,4% (N = 1.278) zu. Auch die berichtete mittige (10,9% vorher, N = 1.297, vs. 14,6% nachher, N = 1.223) und linke Fahr-



	Gehweg	Gehweg Gegenrichtung	Fahrbahn rechts	Fahrbahn mittig	Fahrbahn links
<b>N vorher</b>	1.196	1.095	1.361	1.297	1.286
<b>N nachher</b>	1.121	1.045	1.278	1.223	1.199

Abbildung 67: Anteil der Befragten, der auf Untersuchungsstrecken ohne Seitenraumfreigabe mit „oft“ oder „immer“ auf die Frage antwortete, wie häufig andere Radfahrende verschiedene vorhandene Flächen mit dem Rad auf der Strecke nutzen, nach Befragungszeitpunkt in der Pilotphase. Mehrfachantworten möglich.

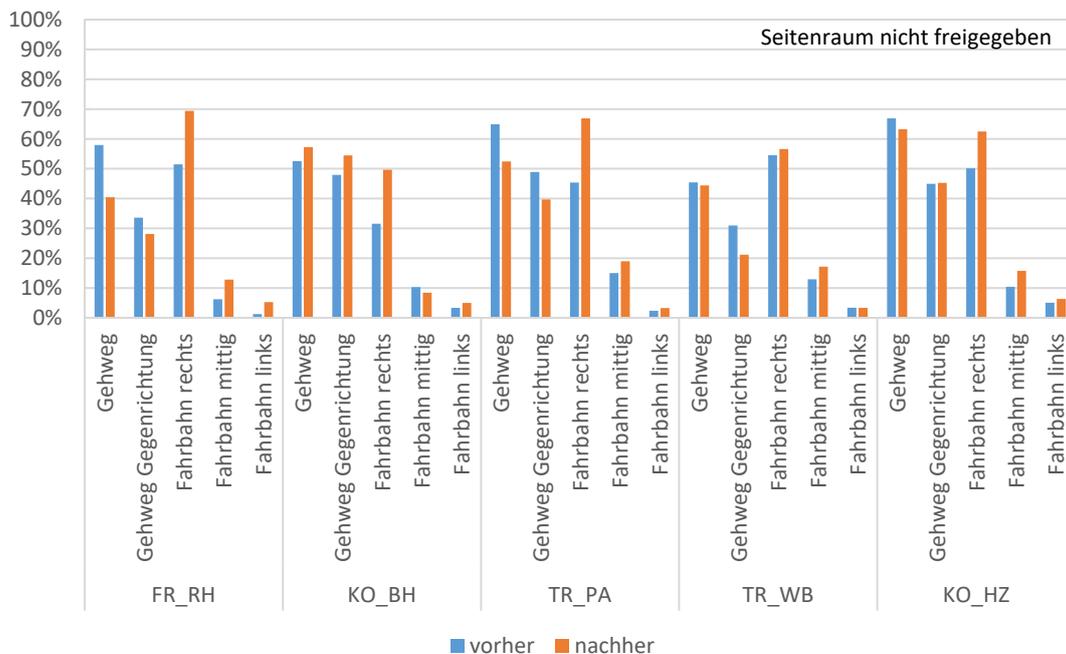


Abbildung 68: Anteil der Befragten, der auf Untersuchungsstrecken ohne Seitenraumfreigabe mit „oft“ oder „immer“ auf die Frage antwortete, wie häufig andere Radfahrende verschiedene vorhandene Flächen mit dem Rad auf der Strecke nutzen, nach Befragungszeitpunkt und -ort in der Pilotphase. Mehrfachantworten möglich. Stichprobenumfänge für die einzelnen Befragungsorte siehe Anhang 11f.

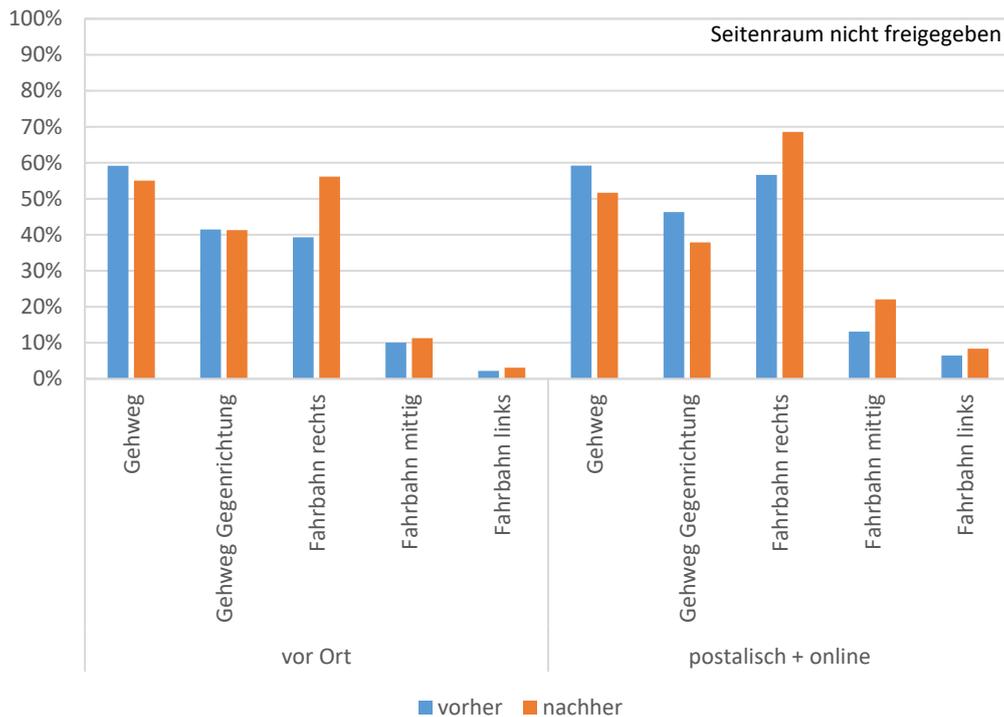


Abbildung 69: Anteil der Befragten, der auf Untersuchungsstrecken ohne Seitenraumfreigabe mit „oft“ oder „immer“ auf die Frage antwortete, wie häufig andere Radfahrende verschiedene vorhandene Flächen mit dem Rad auf der Strecke nutzen, nach Befragungszeitpunkt und -art in der Pilotphase. Mehrfachantworten möglich. Stichprobenumfänge für die einzelnen Befragungsorte siehe Anhang 11g.

bahnnutzung (3,4% vorher,  $N = 1.286$ , vs. 4,7% nachher,  $N = 1.199$ ) nahmen leicht zu (vgl. Abbildung 67). In Abbildung 68 und Abbildung 69 sind zudem leichte Unterschiede nach Untersuchungsstrecke und Befragungsart zu erkennen – interessant ist insbesondere, dass der berichtete Anteil an sich rechts auf der Fahrbahn haltenden Radfahrenden auf allen Strecken zunahm, jedoch deutliche Unterschiede im Zuwachs zu erkennen sind. Aufgrund teilweise zu geringer Fallzahlen und dadurch verletzter Voraussetzungen konnten keine vierfaktoriellen loglinearen Analysen durchgeführt werden mit den Variablen Befragungsart, -ort, -zeitpunkt und der Flächenwahl der Befragten. Nach Field (2018) wurden die Daten über diejenige Variable zusammengefügt, für die der kleinste Einfluss vorhergesagt wurde, also die Befragungsart. In einer dreifaktoriellen loglinearen Analyse der Strecken ohne Seitenraumfreigabe, in die der Befragungszeitpunkt und der Befragungsort eingingen sowie die Tatsache, ob die Befragten angaben, andere Radfahrende nutzten oft oder immer mit dem Rad den Seitenraum, also den Gehweg bzw. den Gehweg in Gegenrichtung (oder seltener), war die Interaktion höchster Ordnung, also die Dreifach-Interaktion, signifikant,  $\chi^2(4) = 10,20$ ,  $p = 0,037$ . In das finale Modell ging entsprechend die Interaktion von Befragungszeitpunkt x Befragungsart x Seitenraumnutzung andere Radfahrende ein. Der Likelihood-Quotient des Modells lag bei  $\chi^2(0) = 0$ ,  $p = 1$ . Der Unterschied war in einer Follow-Up- $\chi^2$ -Untersuchung separat nach der Befragungsart für Strecken ohne Seitenraumfreigabe in der postalischen und Online-Befragung signifikant,  $\chi^2(1) = 7,28$ ,  $p = 0,007$ ,  $V = 0,093$ , in der Vor-Ort-Befragung war er knapp nicht signifikant,  $\chi^2(1) = 3,55$ ,  $p = 0,059$ ,  $V = 0,049$ . Die Chance, dass die Befragten angaben, andere Radfahrende würden oft oder immer den Seitenraum, also den Gehweg bzw. den Gehweg in Gegenrichtung nutzen, war in der postalischen und Online-Befragung vor dem Aufbringen der Piktogramme 1,46mal so groß wie danach.

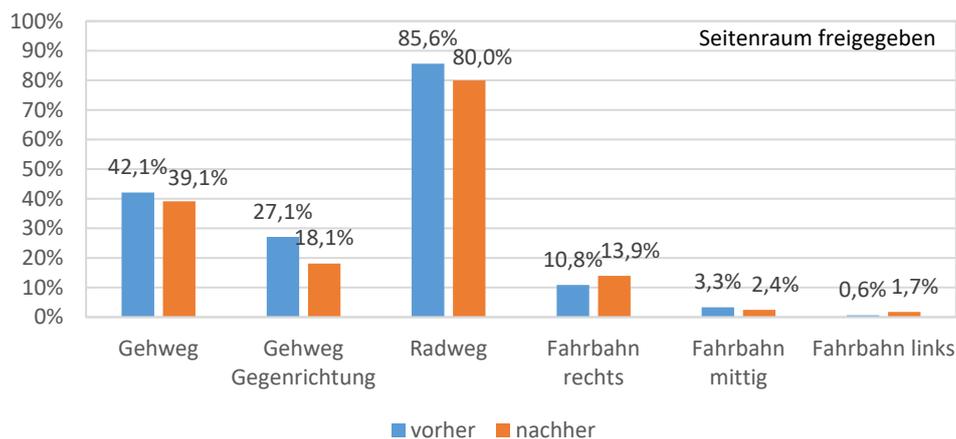
In einer dreifaktoriellen loglinearen Analyse der Strecken ohne Seitenraumfreigabe, in die der Befragungszeitpunkt und der Befragungsort eingingen sowie die Tatsache, ob die Befragten angaben, andere Radfahrende würden oft oder immer mit dem Rad die Fahrbahn rechts, mittig und/oder links nutzen (oder seltener), war die Interaktion höchster Ordnung, also die Dreifach-Interaktion, nicht signifikant,  $\chi^2(4) = 4,28$ ,  $p = 0,370$ . Die Effekte zweiter und höherer Ordnung waren signifikant,  $\chi^2(13) = 197,89$ ,  $p < 0,001$ . In das finale Modell gingen die Interaktionen von Befragungszeitpunkt x Befragungsort, Befragungsort x Fahrbahnnutzung andere Radfahrende und Befragungszeitpunkt x Fahrbahnnutzung andere Radfahrende ein. Der Likelihood-Quotient des Modells lag bei  $\chi^2(4) = 4,27$ ,  $p = 0,371$ . Der Unterschied war in einer Follow-Up- $\chi^2$ -Untersuchung über die Befragungsorte hinweg nach dem Befragungszeitpunkt für Strecken ohne Seitenraumfreigabe signifikant,  $\chi^2(1) = 68,63$ ,  $p < 0,001$ ,  $V = 0,161$ . Nach der Umsetzung der Maßnahmen war die Chance, dass die Befragten angaben, andere Radfahrende würden oft oder immer die Fahrbahn (rechts, mittig und/oder links) nutzen, 1,93mal höher als zuvor. Zudem war der Unterschied über die Befragungszeitpunkte hinweg in einer Follow-Up- $\chi^2$ -Untersuchung nach dem Befragungsort für die Strecken ohne Seitenraumfreigabe signifikant,  $\chi^2(1) = 89,25$ ,  $p < 0,001$ ,  $V = 0,183$ . Die Chance, dass die Befragten angaben, andere Radfahrende würden oft oder immer die Fahrbahn (rechts, mittig und/oder links) nutzen, war auf der Strecke in FR\_RH 2,86, auf der Strecke in KO\_BH 1,23, auf der Strecke in TR\_PA 3,21 und auf der Strecke in KO\_HZ 2,36mal höher als auf der Strecke in TR\_WB.

In einer weiteren dreifaktoriellen loglinearen Analyse der vor Ort Befragten auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe, in die der Befragungszeitpunkt und der Verkehrsmodus eingingen sowie die Tatsache, ob die Befragten angaben, andere Radfahrende würden oft oder immer den Gehweg bzw. den Gehweg in Gegenrichtung und damit den Seitenraum nutzen (oder seltener), war die Interaktion höchster Ordnung, also die Dreifach-Interaktion, nicht signifikant,  $\chi^2(2) = 5,39$ ,  $p = 0,068$ . Die Effekte zweiter und höherer Ordnung waren hingegen signifikant,  $\chi^2(7) = 48,73$ ,  $p < 0,001$ . In das finale Modell gingen die Interaktionen von Befragungszeitpunkt x Verkehrsmodus und von Verkehrsmodus x Seitenraumnutzung andere Radfahrende ein. Der Likelihood-Quotient des Modells lag bei  $\chi^2(3) = 7,73$ ,  $p = 0,052$ . Eine vierfaktorielle loglineare Analyse mit dem Befragungsort als zusätzlichem Faktor konnte aufgrund zu geringer Fallzahlen nicht gerechnet werden. Der Unterschied war in einer Follow-Up- $\chi^2$ -Untersuchung von Verkehrsmodus und Seitenraumnutzung für vor Ort Befragte auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe signifikant,  $\chi^2(2) = 31,32$ ,  $p < 0,001$ ,  $V = 0,145$ . Die Chance, dass zu Fuß Gehende auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe berichteten, andere Radfahrende würden oft oder immer den Seitenraum nutzen, war 2,04mal so groß wie bei Radfahrenden; bei Kfz-Fahrenden betrug dieser Wert im Vergleich zu Radfahrenden 1,24. Bei Radfahrenden war zudem deskriptiv der Anteil derer, die berichteten, andere Radfahrende würden auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe oft oder immer den Seitenraum nutzen, deutlicher zurückgegangen als bei zu Fuß Gehenden und Kfz-Fahrenden, wie Abbildung 153 in Anhang 12 zeigt.

Nach dem gleichen Vorgehen wie für die Seitenraumnutzung wurde eine dreifaktorielle loglineare Analyse der Strecken ohne Seitenraumfreigabe durchgeführt, in die der Befragungszeitpunkt und der Verkehrsmodus eingingen sowie die Tatsache, ob die Befragten angaben, andere Radfahrende würden oft oder immer die Fahrbahn rechts, mittig oder links nutzen (oder seltener). Die Interaktion höchster Ordnung, also die Dreifach-Interaktion, war nicht signifikant,  $\chi^2(2) = 1,54$ ,  $p = 0,462$ . Die Effekte zweiter und höherer Ordnung waren hingegen signifikant,  $\chi^2(7) = 63,41$ ,  $p < 0,001$ . In das finale Modell gingen die Interaktionen von Befragungszeitpunkt x Verkehrsmodus und von Befragungszeitpunkt x Fahrbahnnutzung andere Radfahrende ein. Der Likelihood-Quotient des Modells lag bei  $\chi^2(4) = 3,58$ ,  $p = 0,466$ . Eine vierfaktorielle loglineare Analyse mit dem Befragungsort als zusätzlichem Faktor konnte

aufgrund zu geringer Fallzahlen nicht gerechnet werden. Der Unterschied war in einer Follow-Up- $\chi^2$ -Untersuchung von Verkehrsmodus und Seitenraumnutzung für vor Ort Befragte auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe signifikant,  $\chi^2(1) = 68,63$ ,  $p < 0,001$ ,  $V = 0,161$ . Die Chance, dass die vor Ort Befragten auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe angaben, andere Radfahrende würden oft oder immer die Fahrbahn nutzen, war nach der Maßnahmenumsetzung 1,93mal so groß wie zuvor. Deskriptiv stieg der Anteil derer, die berichteten, andere Radfahrende würden auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe oft oder immer die Fahrbahn nutzen, im Vorher-Nachher-Vergleich bei zu Fuß Gehenden und Radfahrenden deutlicher als bei Kfz-Fahrenden, vgl. Abbildung 153 in Anhang 12.

Auf **Strecken mit Seitenraumfreigabe** berichteten die Verkehrsteilnehmenden eine Abnahme der häufigen Gehwegnutzung durch andere Radfahrende (42,1% vorher, N = 1.074, vs. 39,1% nachher, N = 833). Auch der Anteil derer, die eine häufige Nutzung des Gehwegs in Gegenrichtung durch andere Radfahrende berichteten, nahm mit der Maßnahmenumsetzung von 27,1% (N = 1.040) auf 18,1% (N = 802) ab. Die Befragten berichteten, der Großteil der Radfahrenden nutze mindestens oft den Radweg (85,6% vorher, N = 1.042, vs. 80,0% nachher, N = 813). Die Fahrbahnnutzung der Radfahrenden habe seit dem Aufbringen der Piktogramme bzw. Hinweisschilder rechts etwas zugenommen von 10,8% (N = 1.180) auf 13,9% (N = 897), in der Mitte jedoch etwas abgenommen von 3,3% (N = 1.119) auf 2,4% (N = 866; vgl. Abbildung 70 und Abbildung 71).



	Gehweg	Gehweg Gegenrichtung	Radweg	Fahrbahn rechts	Fahrbahn mittig	Fahrbahn links
<b>N vorher</b>	1.074	1.040	1.042	1.180	1.119	1.117
<b>N nachher</b>	833	802	813	897	866	861

Abbildung 70: Anteil der Befragten, der auf Untersuchungsstrecken mit Seitenraumfreigabe mit „oft“ oder „immer“ auf die Frage antwortete, wie häufig andere Radfahrende verschiedene vorhandene Flächen mit dem Rad auf der Strecke nutzen, nach Befragungszeitpunkt und -ort in der Pilotphase. Mehrfachantworten möglich.

Wie bereits beim berichteten Verhalten der Radfahrenden zeigte die Strecke KO\_L ein von den anderen Strecken mit Seitenraumfreigabe abweichendes Bild, vgl. auch Fußnote 4. Eine Aufschlüsselung nach Befragungsart zeigt, dass in der postalischen und Online-Befragung nach der Maßnahmenumsetzung ein deutlich geringerer Anteil von einer häufigen Radwegnutzung durch andere Radfahrende berichtete als in der Vor-Ort-Befragung, was durch Selbstselektionseffekte in der postalischen und Online-Befragung erklärt werden könnte (vgl. Abbildung 72).

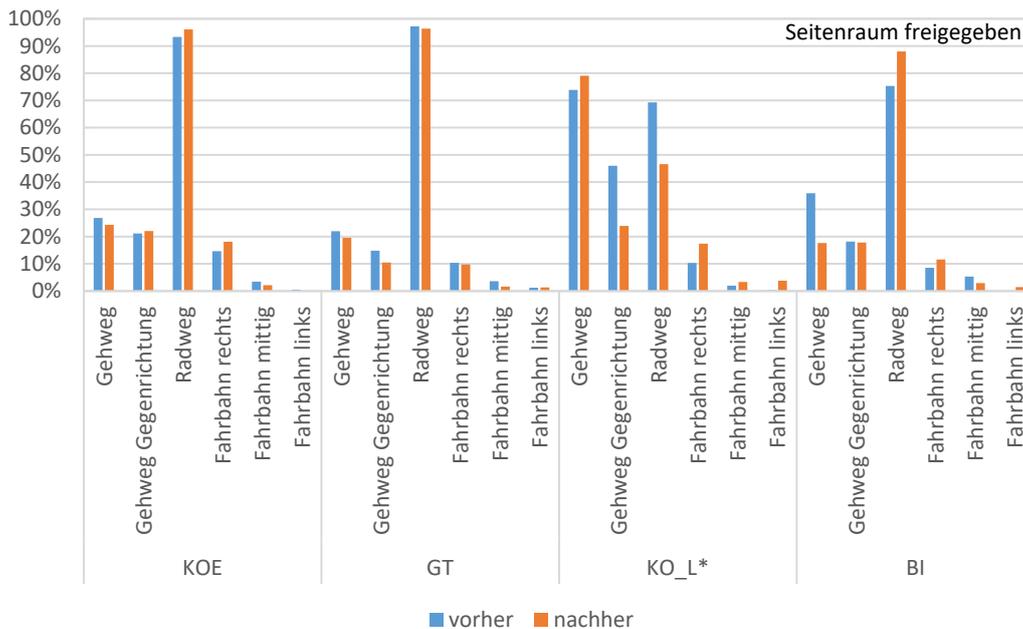


Abbildung 71: Anteil der Befragten, der auf Untersuchungsstrecken mit Seitenraumfreigabe mit „oft“ oder „immer“ auf die Frage antwortete, wie häufig andere Radfahrende verschiedene vorhandene Flächen mit dem Rad auf der Strecke nutzen, nach Befragungszeitpunkt und -ort in der Pilotphase. Mehrfachantworten möglich. \*siehe Fußnote 4. Stichprobenumfänge für die einzelnen Befragungsorte siehe Anhang 11f.

Aufgrund der Unterschiede in den örtlichen Begebenheiten (siehe Fußnote 4) wurde die Strecke in KO\_L nicht in die loglineare Analyse mit einbezogen. Auch in der folgenden dreifaktoriellen loglinearen Analyse der Strecken mit Seitenraumfreigabe, in die der Befragungsort und der Befragungszeitpunkt eingingen sowie die Tatsache, ob die Befragten angaben, andere Radfahrende nutzten oft oder immer mit dem Rad den Seitenraum, also den Gehweg bzw. den Gehweg in Gegenrichtung (oder seltener), wurden die Daten für die Variable Befragungsart für Strecken mit Seitenraumfreigabe zusammengefügt. In einer dreifaktoriellen loglinearen Analyse der Strecken mit Seitenraumfreigabe, in die der Be-

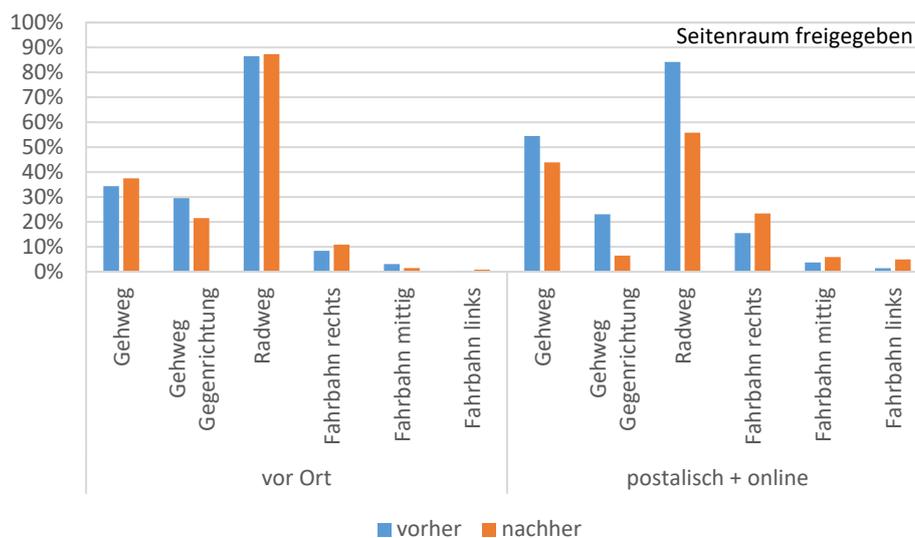


Abbildung 72: Anteil der Befragten, der auf Untersuchungsstrecken mit Seitenraumfreigabe mit „oft“ oder „immer“ auf die Frage antwortete, wie häufig andere Radfahrende verschiedene vorhandene Flächen mit dem Rad auf der Strecke nutzen, nach Befragungszeitpunkt und -art in der Pilotphase. Mehrfachantworten möglich. \*siehe Fußnote 4. Stichprobenumfänge für die einzelnen Befragungsorte siehe Anhang 11g.

fragungszeitpunkt und der Befragungsort eingingen sowie die Tatsache, ob die Befragten angaben, andere Radfahrende nutzten oft oder immer mit dem Rad den Seitenraum, also den Gehweg bzw. den Gehweg in Gegenrichtung (oder seltener), war die Interaktion höchster Ordnung, also die Dreifach-Interaktion, nicht signifikant,  $\chi^2(2) = 2,46$ ,  $p = 0,293$ . Die Effekte zweiter und höherer Ordnung hingegen waren signifikant,  $\chi^2(7) = 25,11$ ,  $p = 0,001$ . In das finale Modell gingen die Interaktionen von Befragungsort x Befragungszeitpunkt, Befragungsort x Seitenraumnutzung andere Radfahrende sowie Befragungszeitpunkt x Fahrbahnnutzung andere Radfahrende ein. Der Likelihood-Quotient des Modells lag bei  $\chi^2(2) = 2,46$ ,  $p = 0,291$ . Der Unterschied war in einer Follow-Up- $\chi^2$ -Untersuchung über die Befragungsorte hinweg nach dem Befragungszeitpunkt für Strecken mit Seitenraumfreigabe signifikant,  $\chi^2(1) = 6,71$ ,  $p = 0,010$ ,  $V = 0,073$ . Vor der Umsetzung der Maßnahmen war die Chance, dass die Befragten angaben, andere Radfahrende würden auf Strecken mit Seitenraumfreigabe oft oder immer den Seitenraum nutzen, 1,40mal höher als danach. Zudem war der Unterschied über die Befragungszeitpunkte hinweg in einer Follow-Up- $\chi^2$ -Untersuchung nach dem Befragungsort für die Strecken ohne Seitenraumfreigabe signifikant,  $\chi^2(1) = 8,48$ ,  $p = 0,014$ ,  $V = 0,082$ . Die Chance, dass die auf Strecken mit Seitenraumfreigabe Befragten in KOE angaben, andere Radfahrende würden oft oder immer den Seitenraum nutzen, war 1,35mal so hoch wie in GT, in BI war sie 1,59mal so hoch wie in GT.

In einer weiteren dreifaktoriellen loglinearen Analyse der Strecken mit Seitenraumfreigabe, in die der Befragungszeitpunkt und der Befragungsort eingingen sowie die Tatsache, ob die Befragten angaben, andere Radfahrende nutzten oft oder immer mit dem Rad die Fahrbahn rechts, mittig und/oder links (oder seltener), war die Interaktion höchster Ordnung, also die Dreifach-Interaktion, nicht signifikant,  $\chi^2(2) = 1,07$ ,  $p = 0,586$ . Die Effekte zweiter und höherer Ordnung hingegen waren signifikant,  $\chi^2(7) = 14,44$ ,  $p = 0,044$ . In das finale Modell gingen die Interaktion von Befragungsort x Fahrbahnnutzung andere Radfahrende sowie der Befragungszeitpunkt ein. Der Likelihood-Quotient des Modells lag bei  $\chi^2(5) = 5,73$ ,  $p = 0,333$ . Der Unterschied war in einer Follow-Up- $\chi^2$ -Untersuchung über die Befragungsorte hinweg nach dem Befragungszeitpunkt für Strecken mit Seitenraumfreigabe signifikant,  $\chi^2(1) = 8,425$ ,  $p = 0,015$ ,  $V = 0,078$ . Die Chance, dass die auf Strecken mit Seitenraumfreigabe Befragten in KOE angaben, andere Radfahrende würden oft oder immer den Seitenraum nutzen, war 1,64mal so hoch wie in GT, in BI war sie 1,09mal so hoch wie in GT.

Eine weitere dreifaktorielle loglineare Analyse der Strecken mit Seitenraumfreigabe, in die der Befragungszeitpunkt und der Verkehrsmodus eingingen sowie die Tatsache, ob die Befragten angaben, andere Radfahrende würden oft oder immer den Gehweg bzw. den Gehweg in Gegenrichtung und/oder den nicht benutzungspflichtigen Radweg und damit den Seitenraum nutzen (oder seltener), zeigte eine nicht signifikante Interaktion höchster Ordnung, also die Dreifach-Interaktion,  $\chi^2(2) = 0,84$ ,  $p = 0,657$ . Die Effekte zweiter und höherer Ordnung waren hingegen signifikant,  $\chi^2(7) = 22,45$ ,  $p = 0,002$ . In das finale Modell gingen die Interaktion von Verkehrsmodus x Seitenraumnutzung andere Radfahrende und der Befragungszeitpunkt ein. Der Likelihood-Quotient des Modells lag bei  $\chi^2(5) = 4,95$ ,  $p = 0,422$ . Eine vierfaktorielle loglineare Analyse mit dem Befragungsort als zusätzlichem Faktor konnte aufgrund zu geringer Fallzahlen nicht gerechnet werden. Der Unterschied war in einer Follow-Up- $\chi^2$ -Untersuchung von Verkehrsmodus und Seitenraumnutzung für vor Ort Befragte auf Strecken mit Seitenraumfreigabe signifikant,  $\chi^2(2) = 18,32$ ,  $p < 0,001$ ,  $V = 0,136$ . Die Chance, dass Radfahrende auf Strecken mit Seitenraumfreigabe berichteten, andere Radfahrende würden oft oder immer den Seitenraum nutzen, war 2,75mal so groß wie bei zu Fuß Gehenden; im Vergleich zu Kfz-Fahrenden betrug dieser Wert 5,56.

Nach dem gleichen Vorgehen wie für die Seitenraumnutzung wurde eine dreifaktorielle loglineare Analyse der Strecken mit Seitenraumfreigabe durchgeführt, in die der Befragungszeitpunkt und der Verkehrsmodus eingingen sowie die Tatsache, ob die Befragten angaben, andere Radfahrende würden oft oder immer die Fahrbahn rechts, mittig oder links nutzen (oder seltener). Die Interaktion höchster Ordnung, also die Dreifach-Interaktion, war nicht signifikant,  $\chi^2(2) = 0,183$ ,  $p = 0,913$ . Die Effekte zweiter und höherer Ordnung waren ebenfalls nicht signifikant,  $\chi^2(7) = 11,51$ ,  $p = 0,118$ . Die Effekte erster und höherer Ordnung waren hingegen signifikant,  $\chi^2(11) = 903,62$ ,  $p < 0,001$ . In das finale Modell ging die Interaktion von Verkehrsmodus x Fahrbahnnutzung andere Radfahrende ein. Der Likelihood-Quotient des Modells lag bei  $\chi^2(6) = 6,47$ ,  $p = 0,373$ . Eine vierfaktorielle loglineare Analyse mit dem Befragungsort als zusätzlichem Faktor konnte aufgrund zu geringer Fallzahlen nicht gerechnet werden. Der Unterschied war in einer Follow-Up- $\chi^2$ -Untersuchung von Verkehrsmodus und Seitenraumnutzung für vor Ort Befragte auf Strecken mit Seitenraumfreigabe nicht signifikant,  $\chi^2(1) = 0,047$ ,  $p = 0,829$ ,  $V = 0,006$ . Deskriptiv stieg der Anteil derer, die berichteten, andere Radfahrende würden auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe oft oder immer die Fahrbahn nutzen, im Vorher-Nachher-Vergleich bei zu Fuß Gehenden und Kfz-Fahrenden deutlicher als bei Radfahrenden, vgl. Abbildung 153 in Anhang 12.

#### 4.4.3.4 Berichtete Veränderungen in der Flächenwahl anderer Radfahrender

In der Nachher-Befragung wurden die Radfahrenden zusätzlich zur Häufigkeit, mit der andere Radfahrende bestimmte Flächen auf der Untersuchungsstrecke nutzen, auch zu möglichen Veränderungen in der Flächenwahl *anderer* Radfahrender seit der Umsetzung der Maßnahmen befragt. Wie bereits beim Bericht der Veränderung des eigenen Radfahrverhaltens berichtete der größte Teil der Befragten, keine Veränderungen wahrgenommen zu haben. Es zeigte sich allerdings auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe eine Tendenz zu einer reduzierten Gehwegnutzung (in beiden Richtungen) und ein Anstieg der Nutzung des rechten Fahrbahnteils (vgl. Abbildung 73). Auf Strecken mit Seitenraumfreigabe berichteten die Befragten zudem einen Rückgang ihrer Radwegnutzung (vgl. Abbildung 74). Zwischen zu Fuß Gehenden, Kfz- und Radfahrenden konnten keine substantiellen Unterschiede in der berichteten Flächennutzung anderer Radfahrender festgestellt werden.

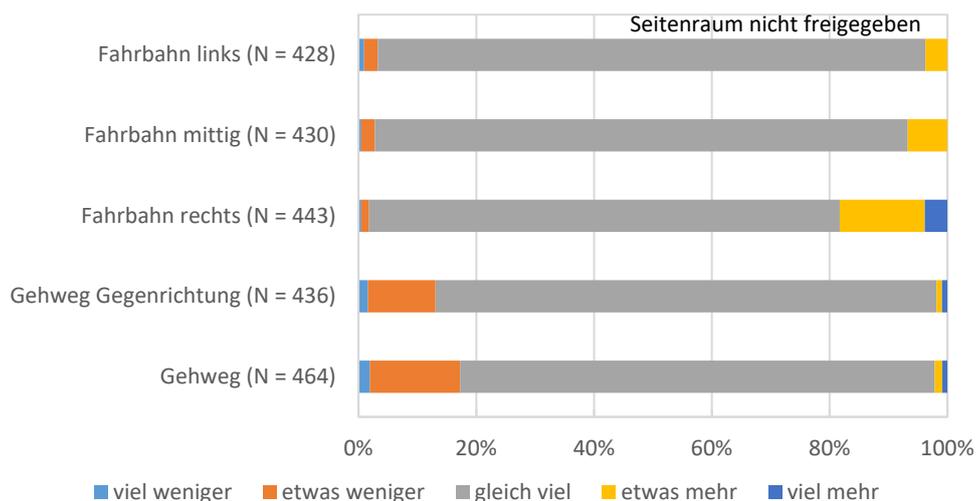


Abbildung 73: Anteilige berichtete Veränderung der Flächennutzung anderer Radfahrender auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe in der Pilotphase.

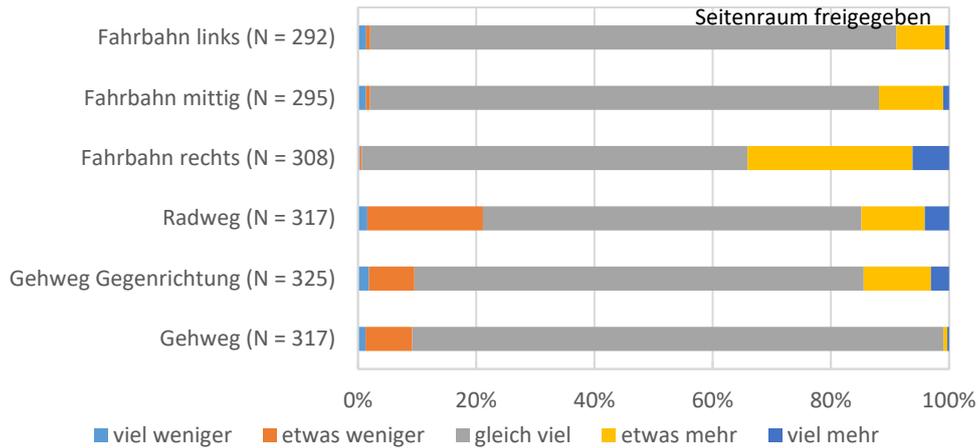


Abbildung 74: Berichtete Veränderung der Flächennutzung anderer Radfahrender auf Strecken mit Seitenraumfreigabe.

#### 4.4.3.5 Berichtete Geschwindigkeit der Kfz-Fahrenden

Die Verkehrsteilnehmenden wurden gebeten, auf einer Skala von 1 = *viel langsamer* über 3 = *erlaubte Höchstgeschwindigkeit* bis 5 = *viel schneller als die erlaubte Höchstgeschwindigkeit* einzuschätzen, mit welcher Geschwindigkeit die Kfz auf der Untersuchungsstrecke unterwegs sind.<sup>8</sup> Die Ergebnisse wurden zunächst in Kovarianzanalysen für die einzelnen Strecken bei Kontrolle von Alter, Geschlecht, (Beinahe-)Unfällen auf der Strecke und Häufigkeit der Verkehrsmodusnutzung analysiert und im Anschluss metaanalytisch überprüft.

Insgesamt konnte in den Vor-Ort-Befragungen kein signifikanter Effekt der umgesetzten Maßnahmen auf die wahrgenommene Kfz-Geschwindigkeit durch die Befragten gefunden werden, Hedges'  $g = -0,05$ , 95% CI [-0,20, 0,11].  $I^2$  lag mit 59,74% im mittleren Bereich (Harrer et al., 2019), es kann also davon ausgegangen werden, dass mittelmäßige Heterogenität vorliegt und der vorgefundene Effekt über verschiedene Kontexte hinweg eher robust ist. In Subgruppenanalysen zeigte sich für die zu Fuß Gehenden kein signifikanter Effekt,  $g = -0,12$ , 95% CI [-0,27, 0,03]. Ebenfalls nicht signifikant waren die Effekte für Kfz-Fahrende,  $g = -0,03$ , 95% CI [-0,40, 0,45] und Radfahrende,  $g = -0,05$ , 95% CI [-0,31, 0,21]. Lediglich Radfahrende in BI,  $g = -0,71$ , 95% CI [-1,25, -0,18], Kfz-Fahrende in KO\_BH,  $g = -0,84$ , 95% CI [-1,39, -0,29] sowie zu Fuß Gehende ebenfalls in KO\_BH,  $g = -0,30$ , 95% CI [-0,57, -0,02] und zu Fuß Gehende auf der Löhrstraße,  $g = -0,34$ , 95% CI [-0,61, -0,07] nahmen die Geschwindigkeit der Kfz auf der Strecke als signifikant langsamer wahr. Kfz-Fahrende in KO\_L hingegen nahmen die Geschwindigkeiten der Kfz nach der Maßnahmenumsetzung als signifikant schneller wahr,  $g = 0,57$ , 95% CI [0,04, 1,11]. Vor dem Aufbringen der Piktogramme bzw. dem Aufstellen der Hinweisschilder empfanden die vor Ort Befragten zu Fuß Gehenden ( $M = 3,6$ ,  $SE = 0,03$ ) und Kfz-Fahrenden ( $M = 3,4$ ,  $SE = 0,06$ ) die Geschwindigkeiten der Kfz als etwas schneller als die erlaubte Höchstgeschwindigkeit; mit der Umsetzung der Maßnahmen nahmen sie die Geschwindigkeiten noch immer als etwas schneller als die erlaubte Höchstgeschwindigkeit wahr, allerdings in etwas kleinerem Maße ( $M_{Fu\beta} = 3,5$ ,  $SE_{Fu\beta} = 0,03$ ;  $M_{Kfz} = 3,3$ ,  $SE_{Kfz} = 0,05$ ). Radfahrende empfanden die Geschwindigkeit der Kfz-Fahrenden vor ( $M_{vorher} = 3,7$ ,  $SE_{vorher} = 0,05$ ) und nach der Maßnahmenumsetzung ( $M_{nachher} = 3,5$ ,  $SE_{nachher} = 0,05$ ) als gleich schnell. Die Ergebnisse können Abbildung 75 und Abbildung 76 im Text sowie Abbildung 151 in Anhang 10 entnommen werden. Ein Exkurs zu Forest Plots findet sich auf Seite 72.

<sup>8</sup> In TR hatten die ersten Erhebungen der Pilotphase stattgefunden, dort wurden leicht andere Items zur Erfassung der Kfz-Geschwindigkeit und Überholabstände verwendet, bevor diese angepasst wurden. Entsprechend sind die Befunde aus TR an dieser Stelle ausgeklammert, sie sind in Anhang 13 zu finden.

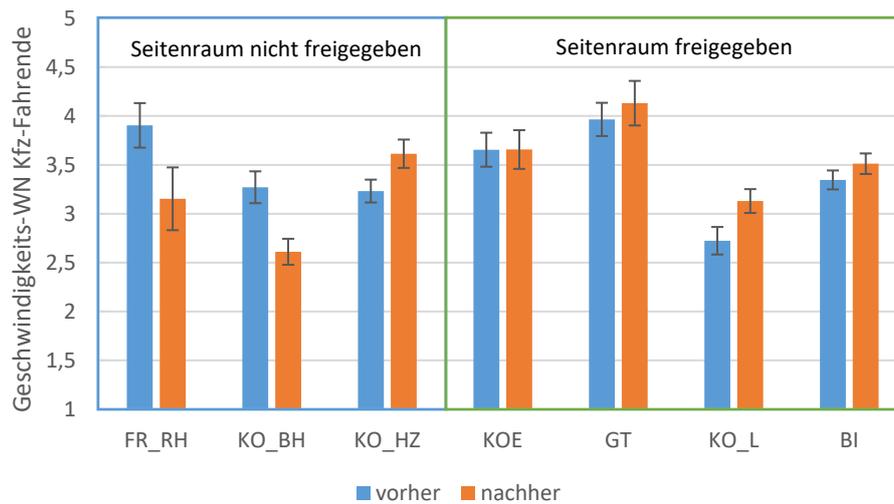
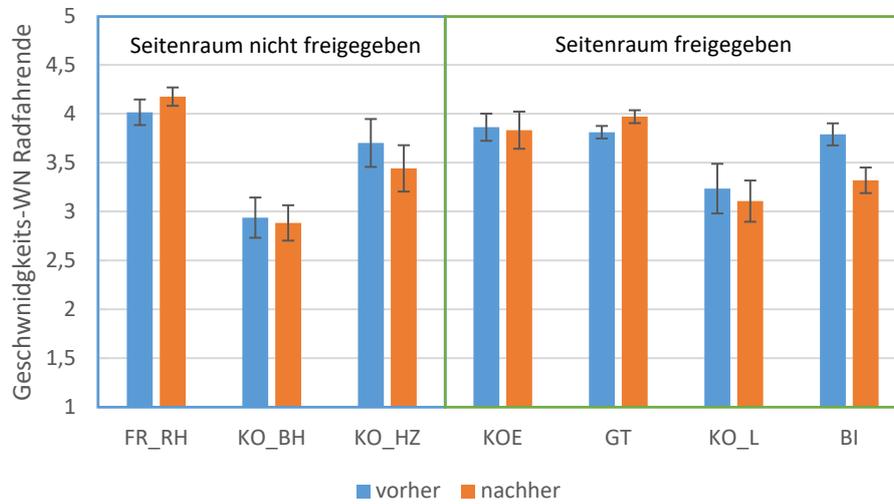
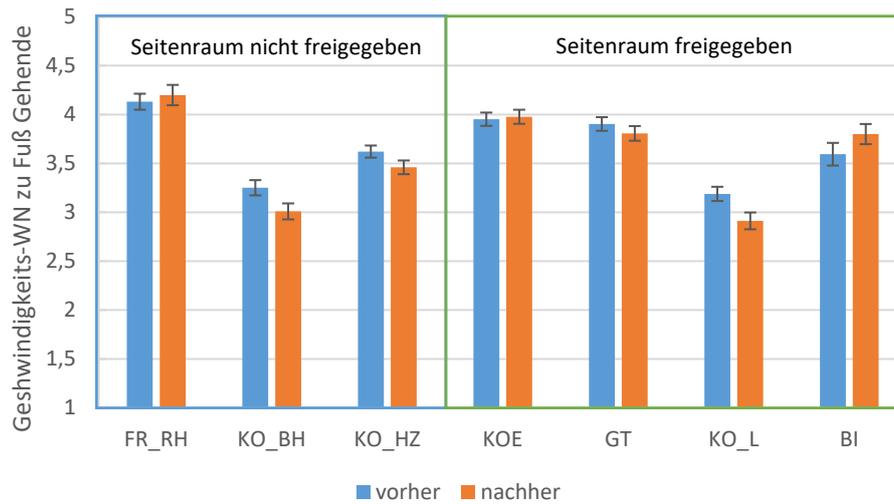


Abbildung 75: Geschwindigkeits-Wahrnehmung (WN) [Mittelwerte] der vor Ort Befragten zu Fuß Gehenden, Kfz- und Radfahrenden nach Befragungszeitpunkt und -ort (links: Strecken ohne, rechts: Strecken mit Seitenraumfreigabe) bei Kontrolle für die Kovariablen Unfall, Alter, Geschlecht und Häufigkeit der Verkehrsmodusnutzung in der Pilotphase. Skala von 1 = *viel langsamer* über 3 = *erlaubte Höchstgeschwindigkeit* bis 5 = *viel schneller als die erlaubte Höchstgeschwindigkeit*. Stichprobenumfänge für die einzelnen Befragungsorte und Verkehrsmodi siehe Anhang 11h.

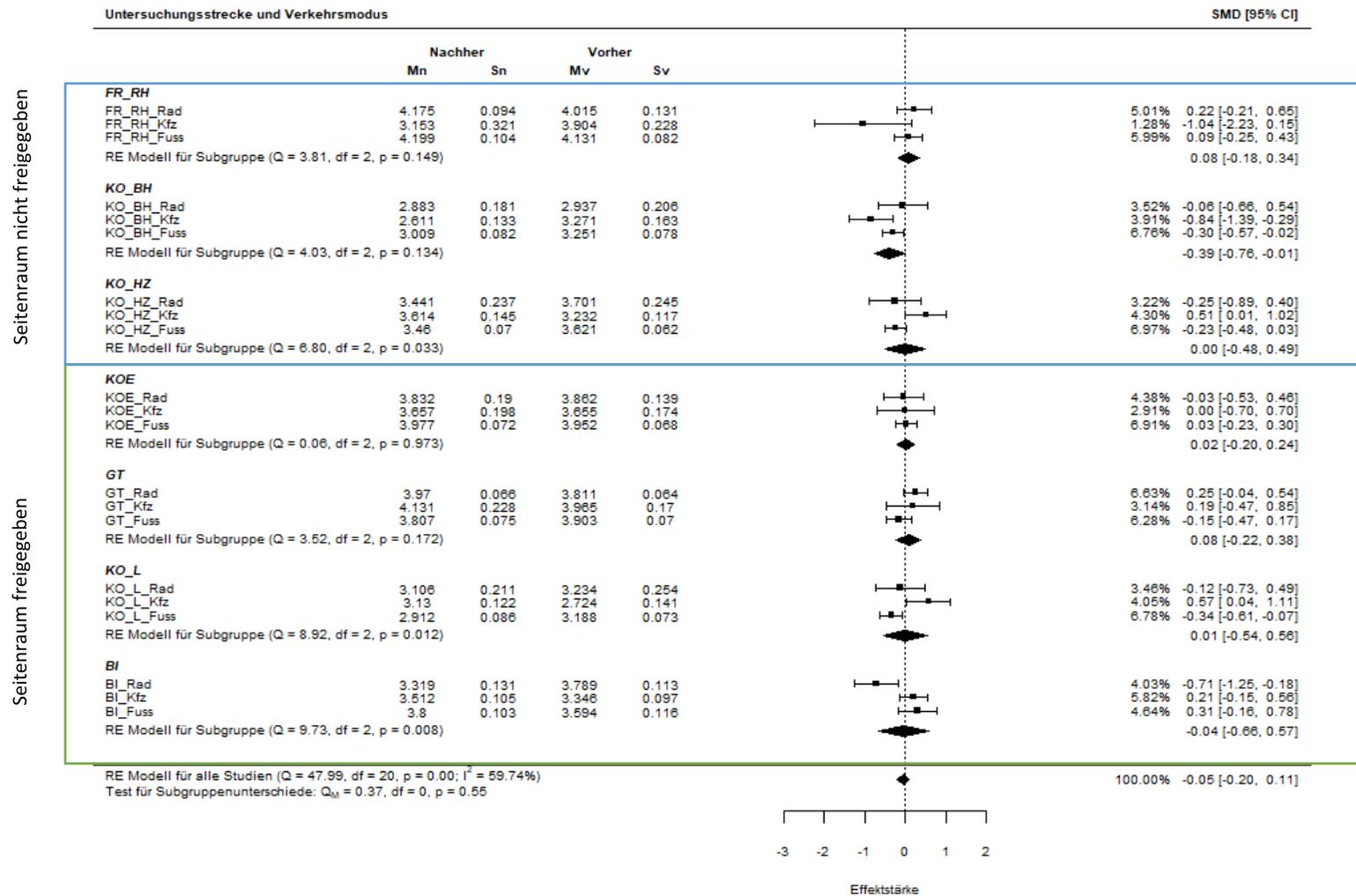


Abbildung 76: Ergebnisse der Metaanalyse zur Einschätzung des Effekts der Piktogramme bzw. Hinweisschilder auf die Wahrnehmung der Kfz-Geschwindigkeit auf der Untersuchungsstrecke durch die Befragten nach Befragungsort und Verkehrsmodus vor Ort in der Pilotphase. „Nachher“ steht für die Nachher-Befragungen, „Vorher“ für die Vorher-Befragungen. Mn = Mittelwert in der Nachher-Befragung, Sn = Standardfehler in der Nachher-Befragung, Mv = Mittelwert in der Vorher-Befragung, Sv = Standardfehler in der Vorher-Befragung, RE = Random Effects, SMD = Standardized Mean Difference. Skala von 1 = *viel langsamer* über 3 = *erlaubte Höchstgeschwindigkeit* bis 5 = *viel schneller als die erlaubte Höchstgeschwindigkeit*. Stichprobenumfänge für die einzelnen Befragungsorte und Verkehrsmodi siehe Anhang 11h.

#### 4.4.3.6 Berichtete Veränderung der Geschwindigkeit der Kfz-Fahrenden

In der Nachher-Befragung wurden die Verkehrsteilnehmenden gefragt, ob sich ihre Wahrnehmung der Geschwindigkeit der Kfz-Fahrenden auf der Untersuchungsstrecke seit dem Aufbringen der Pikto-gramme bzw. dem Aufstellen der Hinweisschilder verändert hatte. Diese Frage ist, ebenso wie Fragen nach der Veränderung des Sicherheitsgefühls bzw. der Interaktions-Einschätzungen und nach der Ver-änderung der Überholabstände der Kfz seit der Maßnahmenumsetzung, wichtig, um unabhängig von den messbaren Veränderungen der Kfz-Geschwindigkeiten, Überholabstände und der Sicherheit Aus-sagen über das Erleben dieser Veränderungen machen zu können. Zwar wurden die Befragten sowohl vor als auch nach der Umsetzung der Maßnahmen gebeten, eine aktuelle Einschätzung abzugeben und der Vergleich dieser Vorher- und Nachher-Daten ermöglicht bereits Aussagen über die Veränderung der Einschätzungen seit der Maßnahmenumsetzung. Allerdings liefert die direkte Frage nach der Ver-änderung der Einschätzungen noch Informationen über einen reinen Vorher-Nachher-Vergleich der berichteten Einschätzungen hinaus: Wie bereits unter 2.2.2 angeführt, sollte eine wahrgenommene Reduktion des Risikos überproportionale Effekte haben auf die Entscheidung, (nicht) Rad zu fahren, weshalb es entsprechend besonders wichtig ist, diese Wahrnehmungen zu berücksichtigen (Winters et al., 2012).

Der Großteil der Befragten berichtete, die Geschwindigkeit der Kfz habe sich nach der Maßnah-menumsetzung nicht verändert, sie führen so schnell wie vorher (85,8%, N = 1.357). 11,1% berichteten etwas langsamere Geschwindigkeiten der Kfz, 2,0% etwas schnellere. Auffällig ist dabei, dass mit 17,0% (N = 488) ein größerer Anteil der Befragten in der postalischen und Online-Befragung angab, die Ge-schwindigkeit der Kfz sei nun etwas langsamer als in der Vor-Ort-Befragung (5,3%, N = 869). Ebenfalls gab ein größerer Anteil der Befragten auf Strecken mit Seitenraumfreigabe an, die Geschwindigkeit der Kfz habe sich etwas verringert (12,7%, N = 510, vs. 4,7% auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe, N = 847). Eine Analyse über die verschiedenen Befragungsorte hinweg zeigte für die Strecke in GT (16,7%, N = 174) und in FR\_RH (17,1%, N = 111) einen größeren Anteil an Befragten, die angaben, die Kfz führen nun etwas langsamer (vgl. Abbildung 77).

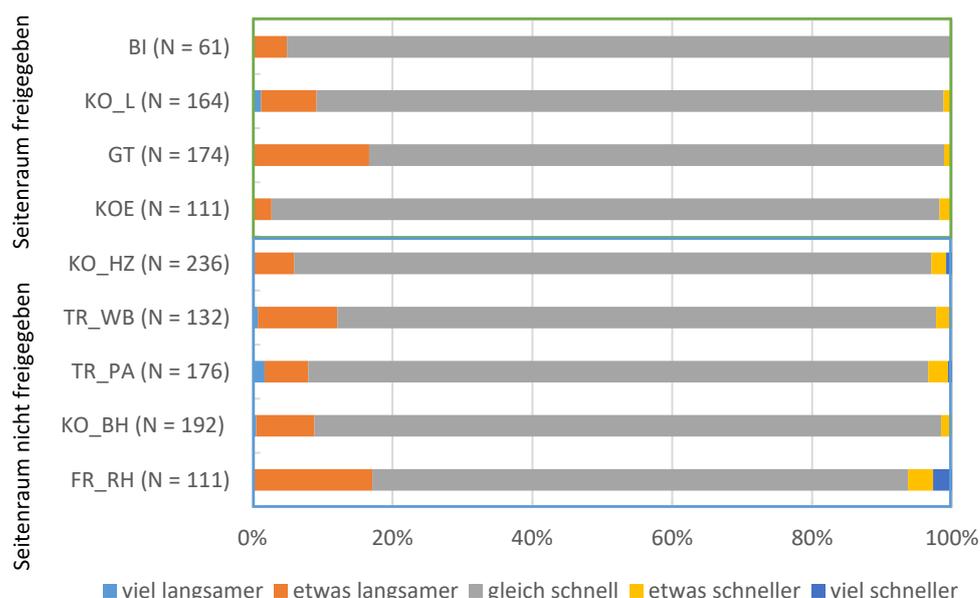


Abbildung 77: Anteilige berichtete wahrgenommene Veränderung der Geschwindigkeit der Kfz auf der Untersuchungsstrecke in der Nachher-Befragung nach Befragungsort in der Pilotphase.  $N_{\text{insgesamt}} = 1.357$ .

In der Vor-Ort-Befragung zeigte sich, dass zu Fuß Gehende (93,2%, N = 499) und Kfz-Fahrende (93,6%, N = 141) überwiegend berichteten, die Geschwindigkeit der Kfz-Fahrenden habe sich seit der Umsetzung der Maßnahmen nicht verändert. Bei Radfahrenden war dieser Prozentsatz mit 90,0% (N = 229) etwas kleiner, bei ihnen wurde häufiger berichtet, die Kfz führen nach dem Aufbringen der Piktogramme bzw. dem Aufstellen der Hinweisschilder etwas langsamer (7,9% vs. 4,8% bei zu Fuß Gehenden und 3,5% bei Kfz-Fahrenden).

#### 4.4.3.7 Berichtete Überholabstände der Kfz-Fahrenden

Die Verkehrsteilnehmenden wurden gebeten, neben der Geschwindigkeit der Kfz auf der Untersuchungsstrecke auch deren Überholabstände beim Überholen von Radfahrenden auf einer Skala von 1 = *sehr gering* über 3 = *angemessen* bis 5 = *sehr groß* einzuschätzen. Die Ergebnisse wurden zunächst in Kovarianzanalysen für die einzelnen Strecken bei Kontrolle von Alter, Geschlecht, (Beinahe-)Unfällen auf der Strecke und Häufigkeit der Verkehrsmodusnutzung analysiert und im Anschluss metaanalytisch überprüft.

Insgesamt konnte in den Vor-Ort-Befragungen kein signifikanter Effekt der umgesetzten Maßnahmen auf die wahrgenommenen Überholabstände der Kfz durch die Befragten gefunden werden, Hedges'  $g = -0,11$ , 95% CI [-0,34, 0,12].  $I^2$  lag mit 59,74% im mittleren Bereich (Harrer et al., 2019), es kann also davon ausgegangen werden, dass mittelmäßig Heterogenität vorliegt und der vorgefundene Effekt über verschiedene Kontexte hinweg eher robust ist. In Subgruppenanalysen zeigte sich für die zu Fuß Gehenden kein signifikanter Effekt,  $g = -0,06$ , 95% CI [-0,31, 0,20]. Ebenfalls nicht signifikant waren die Effekte für Kfz-Fahrende,  $g = -0,23$ , 95% CI [-0,55, 0,09] und Radfahrende,  $g = -0,15$ , 95% CI [-0,42, 0,12]. Lediglich Radfahrende in GT,  $g = -0,55$ , 95% CI [-0,89, -0,22] und in sowie Kfz-Fahrende in KO\_HZ,  $g = -0,81$ , 95% CI [-1,36, -0,26] nahmen die Überholabstände nach der Maßnahmenumsetzung als signifikant kleiner wahr; bei zu Fuß Gehenden in KO\_L war es umgekehrt,  $g = 0,41$ , 95% CI [0,09, 0,72]. Sie nahmen die Überholabstände der Kfz auf der Untersuchungsstrecke nach dem Umsetzen der Maßnahmen als größer wahr als zuvor. Vor dem Aufbringen der Piktogramme bzw. dem Aufstellen der Hinweisschilder empfanden die vor Ort Befragten zu Fuß Gehenden ( $M = 2,0$ ,  $SE = 0,03$ ), Kfz-Fahrenden ( $M = 2,0$ ,  $SE = 0,06$ ) und Radfahrenden ( $M = 2,0$ ,  $SE = 0,05$ ) die Überholabstände der Kfz im Allgemeinen als gering; mit der Umsetzung der Maßnahmen nahmen sie die Überholabstände in der Tendenz weiterhin als gering wahr ( $M_{Fu\beta} = 2,0$ ,  $SE_{Fu\beta} = 0,03$ ;  $M_{Kfz} = 2,0$ ,  $SE_{Kfz} = 0,05$ ;  $M_{Rad} = 1,9$ ,  $SE_{Rad} = 0,05$ ). Auf einigen der Untersuchungsstrecken nahmen die Befragten die Überholabstände nach der Maßnahmenumsetzung deskriptiv als kleiner wahr als zuvor. Diese in der Tendenz deskriptiv erkennbare Abnahme könnte auch durch die seit der Maßnahmenumsetzung bundesweit in den Medien verstärkt diskutierte Einhaltung des Mindestüberholabstandes von 1,50 m innerorts beim Überholen von Radfahrenden ein Bewusstsein für zu enge Überholabstände geschaffen haben. Die Ergebnisse können Abbildung 78 und Abbildung 79 im Text sowie Abbildung 152 in Anhang 10 entnommen werden. Ein Exkurs zu Forest Plots findet sich auf Seite 72.

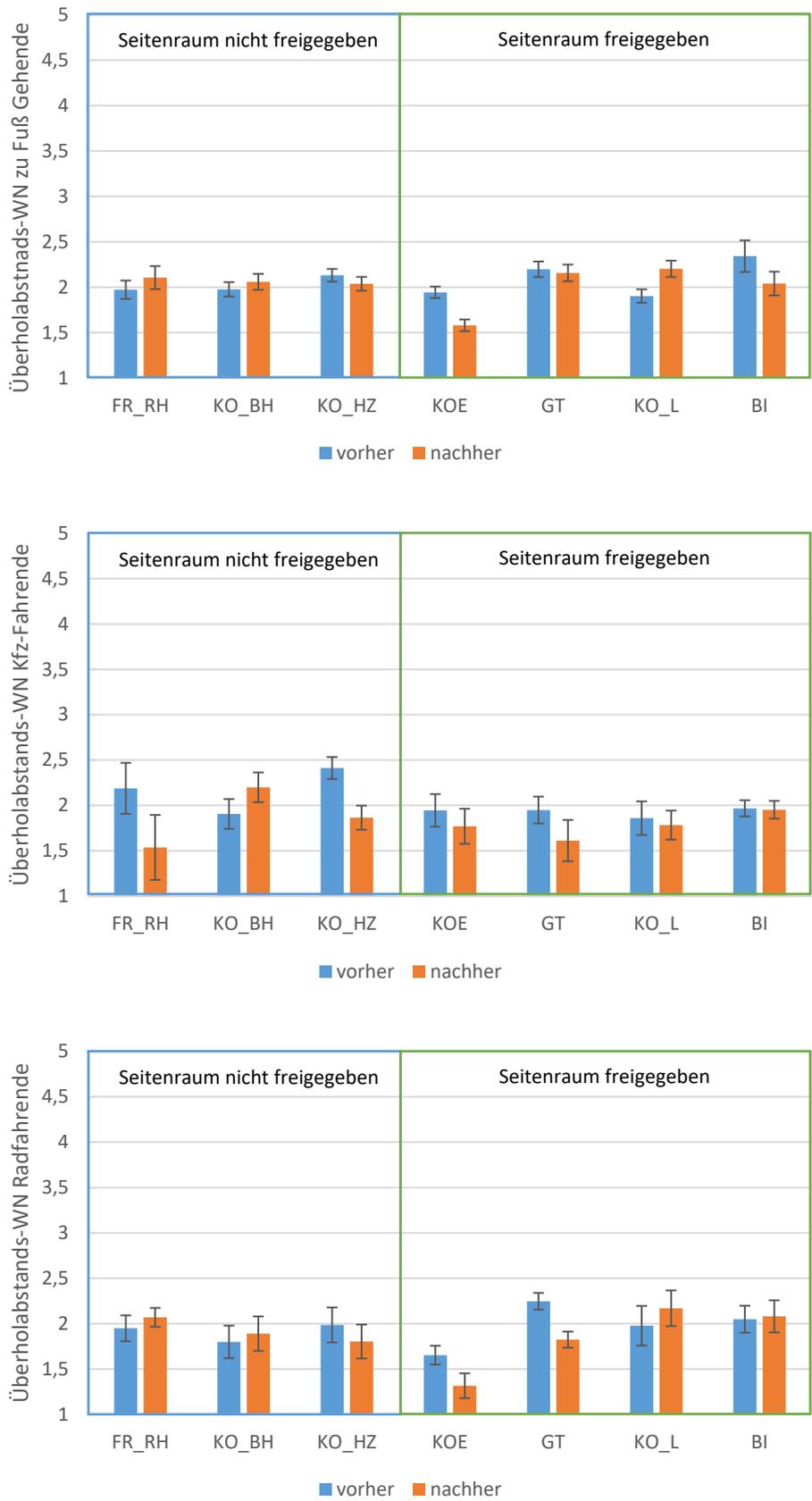


Abbildung 78: Wahrnehmung (WN) [Mittelwerte] der Überholabstände der Kfz-Fahrenden beim Überholen von Radfahrenden auf der Untersuchungsstrecke durch vor Ort Befragte zu Fuß Gehende, Kfz- und Radfahrende nach Befragungszeitpunkt und -ort (links: Strecken ohne, rechts: Strecken mit Seitenraumfreigabe) bei Kontrolle für die Kovariablen Unfall, Alter, Geschlecht und Häufigkeit der Verkehrsmodusnutzung in der Pilotphase. Skala von 1 = *sehr gering* über 3 = *angemessen* bis 5 = *sehr groß*.  $N_{\text{insgesamt}} = 1.769$ , Stichprobenumfänge für die einzelnen Befragungsorte und Verkehrsmodi siehe Anhang 11i.

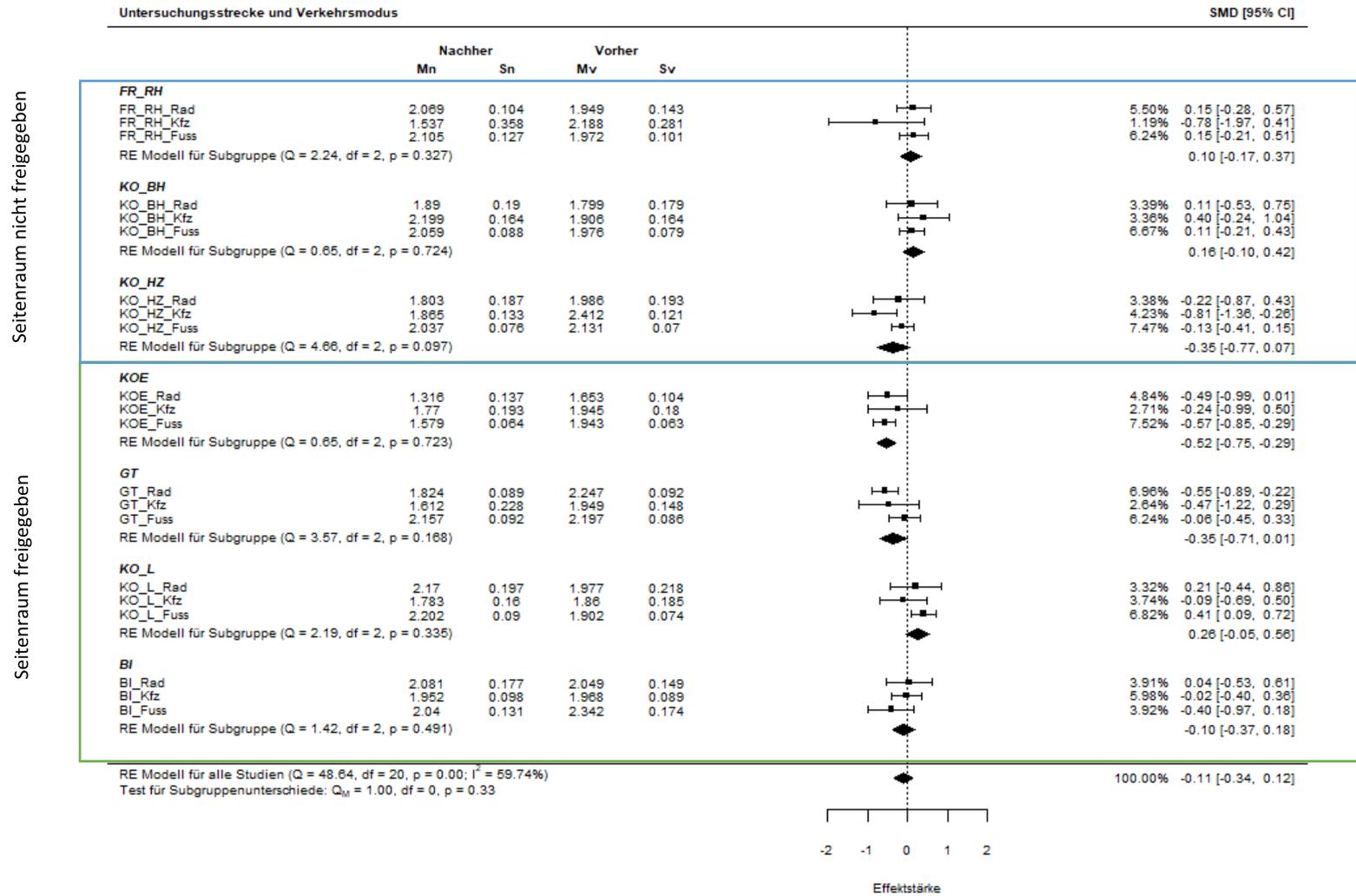


Abbildung 79: Ergebnisse der Metaanalyse zur Einschätzung des Effekts der Piktogramme bzw. Hinweisschilder auf die Wahrnehmung der Überholabstände Kfz-Fahrender beim Überholen von Radfahrenden auf der Untersuchungsstrecke durch die Befragten nach Befragungsort und Verkehrsmodus vor Ort in der Pilotphase. „Nachher“ steht für die Nachher-Befragungen, „Vorher“ für die Vorher-Befragungen. Mn = Mittelwert in der Nachher-Befragung, Sn = Standardfehler in der Nachher-Befragung, Mv = Mittelwert in der Vorher-Befragung, Sv = Standardfehler in der Vorher-Befragung, RE = Random Effects, SMD = Standardized Mean Difference. Skala von 1 = *sehr gering* über 3 = *angemessen* bis 5 = *sehr groß*. N<sub>insgesamt</sub> = 1.769, Stichprobenumfänge für die einzelnen Befragungsorte und Verkehrsmodi siehe Anhang 11i.

#### 4.4.3.8 Berichtete Veränderung der Überholabstände der Kfz-Fahrenden

In der Nachher-Befragung wurden die Verkehrsteilnehmenden gefragt, ob sich ihre Wahrnehmung der Überholabstände der Kfz-Fahrenden beim Überholen von Radfahrenden auf der Untersuchungsstrecke seit dem Aufbringen der Piktogramme bzw. dem Aufstellen der Hinweisschilder verändert hatte. Der Großteil der Befragten berichtete, die Überholabstände der Kfz hätten sich nach der Maßnahmenumsetzung nicht verändert, diese würden die gleichen Überholabstände wie zuvor einhalten (87,2%, N = 850). 2,1% berichteten etwas kleinere Überholabstände, 9,8% etwas größere. Auffällig ist dabei, dass mit 13,4% ein größerer Anteil der Befragten in der postalischen und Online-Befragung angab, die Überholabstände der Kfz hätten sich etwas vergrößert, im Vergleich zu 9,2% in der Vor-Ort-Befragung. Ebenfalls gab ein größerer Anteil der Befragten auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe an, die Überholabstände der Kfz hätten sich etwas vergrößert (13,1%, N = 480, vs. 5,4%, N = 370, auf Strecken mit Seitenraumfreigabe). Eine Analyse über die verschiedenen Befragungsorte hinweg zeigte für TR\_WB (17,6%, N = 74) und FR\_RH (20,2%, N = 104) einen größeren Anteil an Befragten, die angaben, die Kfz würden nun mit etwas größerem Abstand überholen (vgl. Abbildung 80). Interessant ist auch eine Aufschlüsselung nach genutzter Verkehrsfläche: Von den Befragten, die nach der Maßnahmenumsetzung angaben, „oft“ oder „immer“ die Fahrbahn zu nutzen, gaben 19,2% (N = 151) an, dass die Überholabstände der Kfz-Fahrenden seit der Umsetzung etwas vergrößert hätten. Bei denjenigen Befragten, die angaben, „oft“ oder „immer“ den Gehweg (auch in Gegenrichtung) zu nutzen, waren es nur 7,1% (N = 56), bei den Radweg-Nutzenden 6,4% (N = 109).

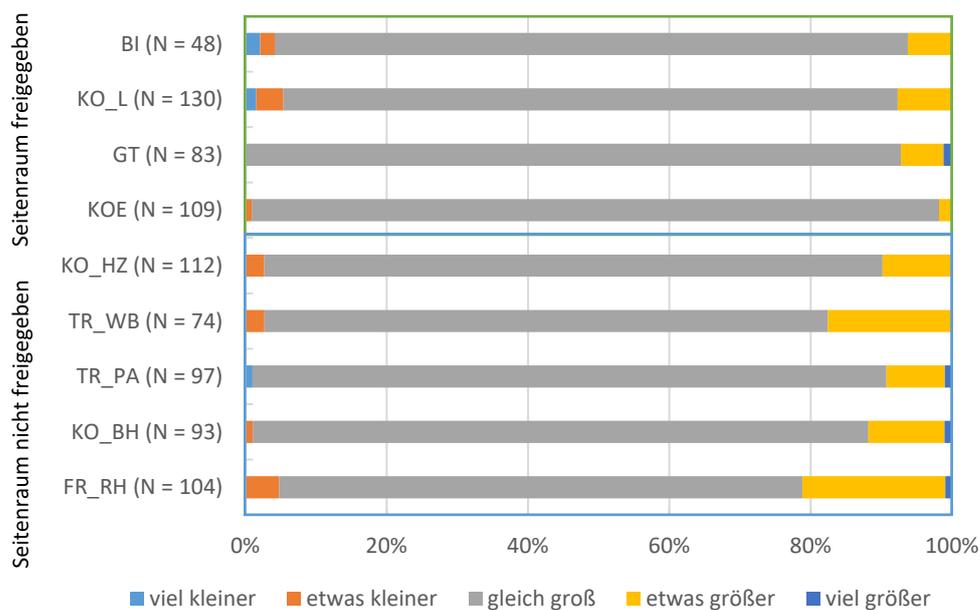
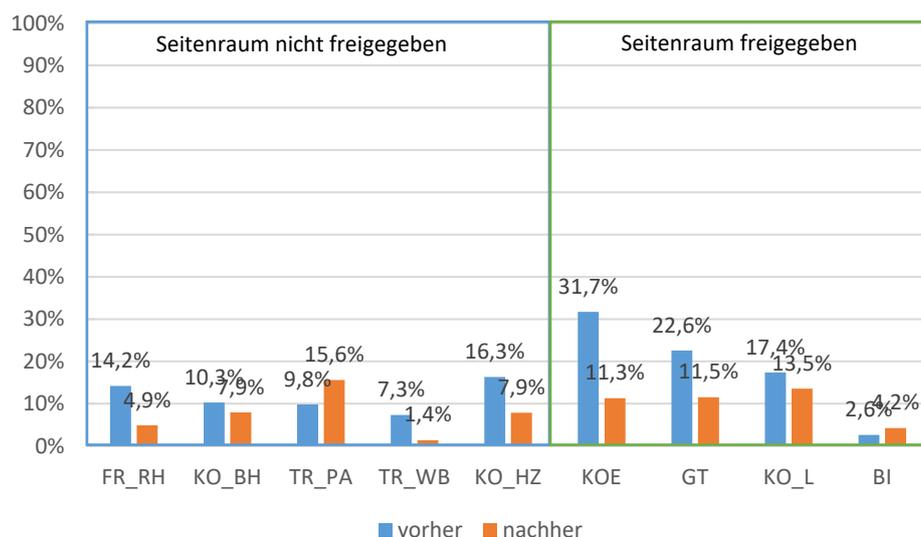


Abbildung 80: Anteilige berichtete wahrgenommene Veränderung der Überholabstände der Kfz beim Überholen von Radfahrenden auf der Untersuchungsstrecke in der Nachher-Befragung nach Befragungsort in der Pilotphase.

In der Vor-Ort-Befragung zeigte sich, dass zu Fuß Gehende (90,1%, N = 404) überwiegend berichteten, die Überholabstände der Kfz-Fahrenden hätten sich seit der Umsetzung der Maßnahmen nicht verändert. Bei Kfz-Fahrenden (88,7%, N = 115) und Radfahrenden (85,4%, N = 212) war dieser Prozentsatz etwas kleiner, bei ihnen wurde häufiger berichtet, die Kfz würden nach dem Aufbringen der Piktogramme bzw. dem Aufstellen der Hinweisschilder mit etwas größerem Abstand überholen (9,5% bei Kfz-Fahrenden und 11,8% bei Radfahrenden im Vergleich zu 7,7% bei zu Fuß Gehenden).

#### 4.4.3.9 Berichtete (Beinahe-)Unfälle

Insgesamt berichteten 510 Personen von einem Unfall oder Beinahe-Unfall mit Radbeteiligung auf der Strecke in den letzten drei Jahren<sup>9</sup>, dies entsprach bei insgesamt 4.893 Personen, für die zu dieser Frage Werte vorlagen, insgesamt 12,8%. In der Vorher-Befragung gaben 533 Personen an, ein solches Ereignis erlebt zu haben in den letzten drei Jahren, in der Nachher-Befragung waren es 166 Personen. Es ist anzumerken, dass die Daten sich hier auf leicht unterschiedliche Berichtszeiträume beziehen: In der Vorher-Befragung bezog sich der abgefragte Zeitraum von drei Jahren auf den Zeitraum vor der Umsetzung der Maßnahmen. In der Nachher-Befragung bezog dieser Zeitraum sowohl (Beinahe-)Unfälle vor als auch nach dem Markieren der Piktogramme bzw. dem Aufstellen der Hinweisschilder mit ein. Theoretisch ist denkbar, dass sich die Zahl der Unfälle vor und nach der Maßnahmenumsetzung unterscheidet, was bei der Interpretation der nachfolgenden Ergebnisse berücksichtigt werden muss. Etwas mehr Frauen (14,1%, N = 2.412) als Männer (11,5%, N = 2.393) berichteten, bereits einen (Beinahe-)Unfall erlebt zu haben. Während der Anteil der zu Fuß Gehenden, die bereits einen Unfall oder Beinahe-Unfall auf der Strecke erlebt hatten, bei denjenigen, die täglich oder fast täglich zu Fuß gingen, mit 12,4% (N = 3.559) etwa vergleichbar war mit dem Anteil derjenigen, die nicht täglich zu Fuß gingen (13,0%, N = 1.295), zeigte sich für Kfz- und Radfahrende ein anderes Bild: Der Anteil solcher Personen, die weniger als 1-2 Tage pro Woche mit dem Kfz fahren und eine kritische Situation berichteten, war



	FR_RH	KO_BH	TR_PA	TR_WB	KO_HZ	KOE	GT	KO_L	BI
<b>N vorher</b>	169	399	214	177	454	205	403	461	154
<b>N nachher</b>	164	302	308	219	343	186	330	288	142

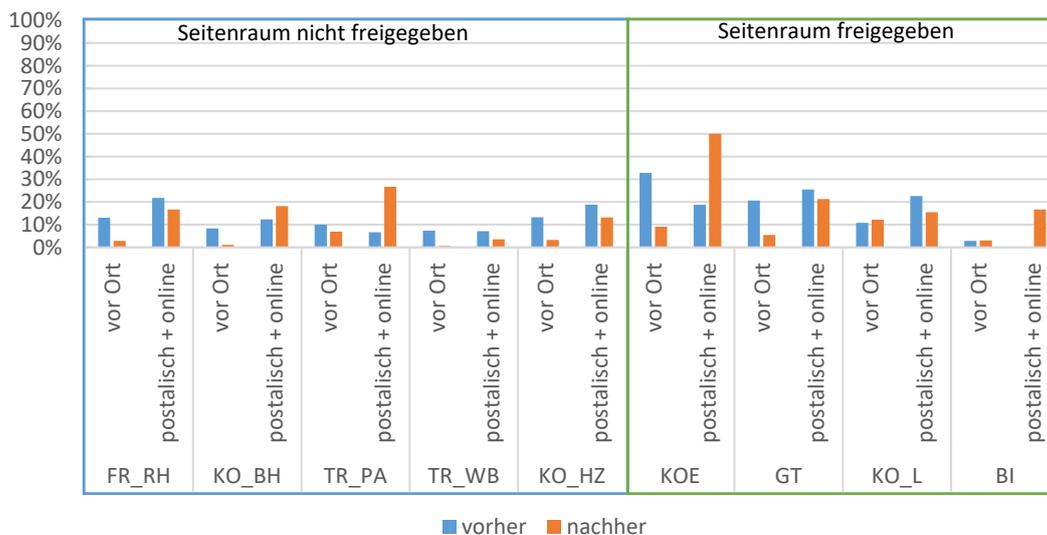
Abbildung 81: Anteil der Befragten, die auf der Untersuchungsstrecke bereits einen oder mehrere (Beinahe-)Unfälle mit Radbeteiligung in den letzten drei Jahren erlebt hatten, nach Befragungszeitpunkt und -ort in der Pilotphase.

<sup>9</sup> Es ist darauf hinzuweisen, dass nach dem letzten (Beinahe-)Unfall mit Radbeteiligung in den letzten drei Jahren gefragt wurde. In der Nachher-Befragung gaben einige Befragte an, sowohl vor als auch nach der Umsetzung der Maßnahmen eine kritische Situation erlebt zu haben (und gaben somit nicht nur ihren letzten Unfall an). In den statistischen Analysen wurde eine Gesamt-(Beinahe-)Unfall-Variable benutzt, die nur kodierte, ob die Person von einer kritischen Situation berichtet hatte, nicht aber, wann dies gewesen war und ob eine Doppelnennung vorlag. In der genaueren Aufschlüsselung der Unfälle im Folgenden wurden die (Beinahe-)Unfälle von Personen, die angaben, vor und nach der Umsetzung der Maßnahmen eine solche Situation erlebt zu haben, trotz möglicher kleiner Verzerrungen aufgrund des Informationsgehalts der Aussagen nicht ausgeschlossen.

mit 15,4% (N = 1.780) höher als der Anteil von in Radunfälle involvierten unter denjenigen, die öfter Kfz fahren (11,3%, N = 2.833). Gleichzeitig berichtete unter den Personen, die mindestens 1-2 Tage pro Woche Rad fahren, mit 15,5% (N = 2.732) ein größerer Anteil von Personen, bereits in eine kritische Situation verwickelt gewesen zu sein, als solche Personen, die seltener als 1-2 Tage pro Woche mit dem Rad fahren. Hier lag dieser Anteil bei 9,3% (N = 2.112).

Auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe nahm der Anteil der Befragten, die berichteten, ein solches Ereignis in den letzten drei Jahren erlebt zu haben, insgesamt von 12,2% (N = 1.413) auf 8,2% (N = 1.336) ab. War auf der Strecke der Seitenraum freigegeben, wurden vor dem Umsetzen der Maßnahmen in 19,6% (N = 1.223) der Fälle ein oder mehrere (Beinahe-)Unfälle berichtet, danach waren es 11,0% (N = 946), vgl. Abbildung 81.

Während sich vor Ort sowohl für Strecken ohne Seitenraumfreigabe (10,4% vorher, N = 916, vs. 3,0% nachher, N = 841) als auch für solche mit (17,8% vorher, N = 776, vs. 7,6% nachher, N = 681) ein Rückgang der berichteten kritischen Situationen feststellen lässt, ist das Bild für die postalisch bzw. online Befragten aufgrund großer Stichprobenabweichungen nicht so deutlich. Auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe zeigte sich für die postalisch und online Befragten ein leichter Anstieg in den berichteten kritischen Situationen von 15,7% (N = 497) auf 17,2% (N = 495). Auf Strecken mit Seitenraumfreigabe hingegen nahm der Anteil berichteter (Beinahe-)Unfälle bei den postalisch und online Befragten wie auch in den Vor-Ort-Befragungen von 22,8% (N = 447) auf 19,6% (N = 265) ab (vgl. Abbildung 82).



		FR_RH	KO_BH	TR_PA	TR_WB	KO_HZ	KOE	GT	KO_L	BI
<b>N vorher</b>	vor Ort	127	187	179	151	177	127	192	182	137
	postalisch + online	18	171	14	13	203	13	120	199	13
<b>N nachher</b>	vor Ort	136	179	161	162	178	160	192	151	126
	postalisch + online	20	99	99	54	138	5	100	98	10

Abbildung 82: Anteil der Befragten, die auf der Untersuchungsstrecke bereits einen oder mehrere (Beinahe-)Unfälle mit Radbeteiligung in den letzten drei Jahren erlebt hatten, nach Befragungszeitpunkt, -ort und -art in der Pilotphase.

In einer vierfaktoriellen loglinearen Analyse, in die der Befragungszeitpunkt, die Befragungsart und die Führungsform eingingen sowie die Tatsache, ob die Befragten auf der Untersuchungsstrecke in den letzten drei Jahren bereits einen (Beinahe-)Unfall mit Radbeteiligung erlebt hatten, war die Interaktion

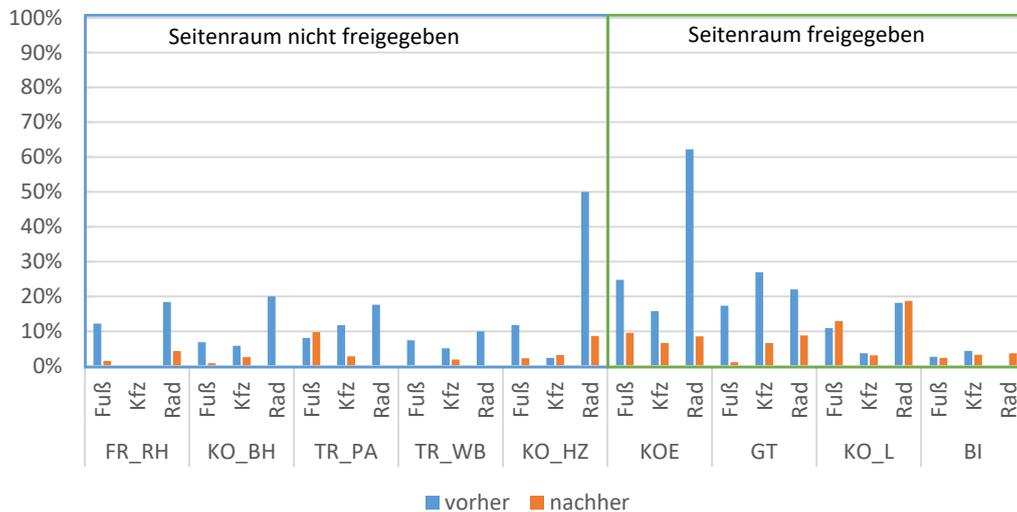
höchster Ordnung, also die Vierfach-Interaktion, nicht signifikant,  $\chi^2(1) = 3,03$ ,  $p = 0,082$ . Die Effekte dritter und höherer Ordnung waren hingegen signifikant,  $\chi^2(5) = 57,17$ ,  $p < 0,001$ . In das finale Modell gingen entsprechend die Interaktionen von Befragungszeitpunkt x Befragungsart x Führungsform, Befragungszeitpunkt x Befragungsart x Unfall und Befragungsart x Führungsform x Unfall ein. Der Likelihood-Quotient des Modells lag bei  $\chi^2(2) = 3,00$ ,  $p = 0,220$ . Der Unterschied in den berichteten (Beinahe-)Unfällen war in einer Follow-Up- $\chi^2$ -Untersuchung für die vor Ort Befragten nach dem Befragungszeitpunkt statistisch signifikant,  $\chi^2(1) = 69,77$ ,  $p < 0,001$ ,  $V = 0,147$ . Die Chance, dass die vor Ort Befragten berichteten, in den letzten drei Jahren in einen (Beinahe-)Unfall mit Radbeteiligung verwickelt gewesen zu sein, war vor der Maßnahmenumsetzung 3,00mal höher als danach. Der Unterschied in den berichteten (Beinahe-)Unfällen der postalisch und online Befragten hingegen war in einer Follow-Up- $\chi^2$ -Untersuchung nach dem Befragungszeitpunkt statistisch nicht signifikant,  $\chi^2(1) = 0,302$ ,  $p = 0,583$ ,  $V = 0,013$ .

Der Unterschied in den berichteten (Beinahe-)Unfällen war in einer Follow-Up- $\chi^2$ -Untersuchung für die vor Ort Befragten nach der Führungsform statistisch signifikant,  $\chi^2(1) = 35,25$ ,  $p < 0,001$ ,  $V = 0,105$ . Die Chance, dass die vor Ort Befragten berichteten, in den letzten drei Jahren in einen (Beinahe-)Unfall mit Radbeteiligung verwickelt gewesen zu sein, war auf Strecken mit Seitenraumfreigabe 2,05mal höher als auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe. Der Unterschied in den berichteten (Beinahe-)Unfällen der postalisch und online Befragten war in einer weiteren Follow-Up- $\chi^2$ -Untersuchung nach der Führungsform ebenfalls statistisch nicht signifikant,  $\chi^2(1) = 7,40$ ,  $p = 0,007$ ,  $V = 0,066$ . Die Chance, dass die postalisch und online Befragten berichteten, in den letzten drei Jahren in einen (Beinahe-)Unfall mit Radbeteiligung verwickelt gewesen zu sein, war auf Strecken mit Seitenraumfreigabe 1,40mal höher als auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe.

Um die Daten über die Führungsform hinaus noch weiter nach dem Befragungsort aufzuschlüsseln, wurde eine dreifaktorielle loglineare Analyse, in die der Befragungszeitpunkt und der Befragungsort eingingen sowie die Tatsache, ob die Befragten auf der Untersuchungsstrecke in den letzten drei Jahren bereits einen (Beinahe-)Unfall mit Radbeteiligung erlebt hatten, gerechnet. Die Interaktion höchster Ordnung, also die Dreifach-Interaktion, war signifikant,  $\chi^2(8) = 37,62$ ,  $p < 0,001$ . In das finale Modell ging entsprechend die Interaktion von Befragungszeitpunkt x Befragungsort x Unfall ein. Der Likelihood-Quotient des Modells lag bei  $\chi^2(0) = 0$ ,  $p = 1$ . Eine vierfaktorielle Analyse, die die Befragungsart mit einbezog, konnte aufgrund dann zu geringer Fallzahlen nicht gerechnet werden; gleiches traf auf eine vierfaktorielle Analyse der vor Ort Befragten unter Einbezug des Verkehrsmodus. Der Unterschied in den berichteten (Beinahe-)Unfällen vor bzw. nach der Maßnahmenumsetzung war in einer Follow-Up- $\chi^2$ -Untersuchung nach dem Befragungsort statistisch signifikant auf den Strecken in FR\_RH,  $\chi^2(1) = 8,33$ ,  $p = 0,004$ ,  $V = 0,158$ , TR\_WB,  $\chi^2(1) = 9,01$ ,  $p = 0,003$ ,  $V = 0,151$ , KO\_HZ,  $\chi^2(1) = 12,54$ ,  $p < 0,001$ ,  $V = 0,125$ , KOE,  $\chi^2(1) = 23,69$ ,  $p < 0,001$ ,  $V = 0,246$ , und GT,  $\chi^2(1) = 15,32$ ,  $p < 0,001$ ,  $V = 0,145$ . Statistisch nicht signifikant waren die Unterschiede auf den Strecken in KO\_BH,  $\chi^2(1) = 1,11$ ,  $p = 0,293$ ,  $V = 0,040$ , TR\_PA,  $\chi^2(1) = 3,67$ ,  $p = 0,056$ ,  $V = 0,084$ , KO\_L,  $\chi^2(1) = 1,93$ ,  $p = 0,165$ ,  $V = 0,051$ , und BI,  $\chi^2(1) = 0,60$ ,  $p = 0,439$ ,  $V = 0,045$ . Die Chance, dass die Befragten berichteten, in den letzten drei Jahren in einen (Beinahe-)Unfall mit Radbeteiligung verwickelt gewesen zu sein, war vor der Maßnahmenumsetzung in FR\_RH 3,23mal, in TR\_WB 5,71mal, in KO\_HZ 2,278, in KOE 3,65mal und in GT 2,24mal größer als danach.

Insgesamt lässt sich feststellen, dass – mit Ausnahme der durch Unterschiede in der Stichprobengröße erklärten vorher berichteten Situationen auf Strecken im Mischverkehr – in der postalischen bzw. Online-Befragung (19,1% vorher,  $N = 944$ , vs. 18,0% nachher,  $N = 760$ ) ein größerer Anteil an Unfällen

oder Beinahe-Unfällen berichtet wurde als in der Vor-Ort-Befragung (13,8% vorher, N = 1.692, vs. 5,1% nachher, N = 1.497). Dies ist insbesondere auf die Unterschiede zwischen den Befragungsteilnehmenden zurückzuführen: Vor allem bei Online-Befragungen kann eine Gefahr der Verzerrung bestehen, indem nur solche Personen teilnehmen, die ein bestimmtes Interesse an der Untersuchung (und an einer bestimmten Richtung der Ergebnisse) haben. So zeigen Studien beispielsweise, dass online Befragte mit größerer Wahrscheinlichkeit Wissensfragen richtig beantworten (Burnett, 2016) und einen starken Repräsentativitäts-Bias aufweisen (Szolnoki & Hoffmann, 2013). Auch Schillewaert und Meulemeester (2005) fanden Unterschiede in Online- und Offline-Befragungen, selbst bei Kontrolle für Kovariablen – sie gehen von einem Bias durch die Internetnutzung aus, der selbst nach Kovariablenkontrolle noch enthalten ist. Während sich die vor Ort bzw. postalisch oder online Befragten in der allgemeinen Verkehrsmodusnutzung kaum voneinander unterschieden, so ist anzumerken, dass insbesondere in der postalischen, in geringerem Ausmaß auch in der Online-Befragung Haushalte im Umfeld der Strecke befragt wurden. 71,9% (N = 1.232) der postalisch und online Befragten gaben an, mit dem Rad mindestens 1-2 Mal pro Monat auf der Untersuchungsstrecke unterwegs zu sein. Bei den vor Ort Befragten waren dies nur 42,7% (N = 3.177); der Rest war seltener als 1-2 Tage pro Monat bzw. zum ersten Mal auf der Strecke unterwegs. Personen, die häufiger auf einer Strecke unterwegs sind, sind einem höheren Risiko ausgesetzt, auf dieser Strecke zu verunfallen (Fridstrøm, Ifver, Ingebrigtsen, Kulmala & Thomsen, 1995). Zudem handelte es sich bei den Vor-Ort-Befragten um eine Stichprobe, die zwischen Montag und Freitag auf den Untersuchungsstrecken unterwegs war. Damit wurden bestimmte Personen, die nur am Wochenende auf den Untersuchungsstrecken unterwegs sind, in der postalischen und Online-Befragung erfasst, nicht aber in der Vor-Ort-Befragung. Auch dies könnte die in der postalischen und Online-Befragung berichteten höheren Anteile kritischer Situationen erklären.



		FR_RH	KO_BH	TR_PA	TR_WB	KO_HZ	KOE	GT	KO_L	BI
<b>N vorher</b>	Fuß	98	145	148	94	144	125	98	155	37
	Kfz	10	34	17	39	42	19	26	27	68
	Rad	38	25	34	30	18	45	118	22	36
<b>N nachher</b>	Fuß	65	116	112	95	130	126	86	108	42
	Kfz	6	38	35	52	31	15	15	32	61
	Rad	69	27	26	16	23	35	102	32	27

Abbildung 83: Anteil der vor Ort Befragten, die auf der Untersuchungsstrecke bereits einen oder mehrere (Beinahe-)Unfälle mit Radbeteiligung in den letzten drei Jahren erlebt hatten, nach Befragungszeitpunkt, -ort und Verkehrsmodus in der Pilotphase.

Der Anteil der berichteten Konfliktsituationen, bei denen eine oder mehrere radfahrende Personen involviert waren, nahm je nach Kommune mit dem Umsetzen der Maßnahmen zu (z.B. von 9,8%, N = 214, auf 15,6%, N = 308, TR\_PA) oder ab (z.B. von 31,7%, N = 205, auf 11,3%, N = 186, KOE, vgl. auch Abbildung 81). Es ist darauf hinzuweisen, dass die Zahl der berichteten Unfälle in den einzelnen Orten teilweise sehr klein war, so dass die Ergebnisse entsprechend nur tendenziellen Charakter haben. Je nach gewähltem Verkehrsmodus zum Zeitpunkt der Befragung variierten die Berichte in der Vor-Ort-Befragung stark (vgl. Abbildung 83).

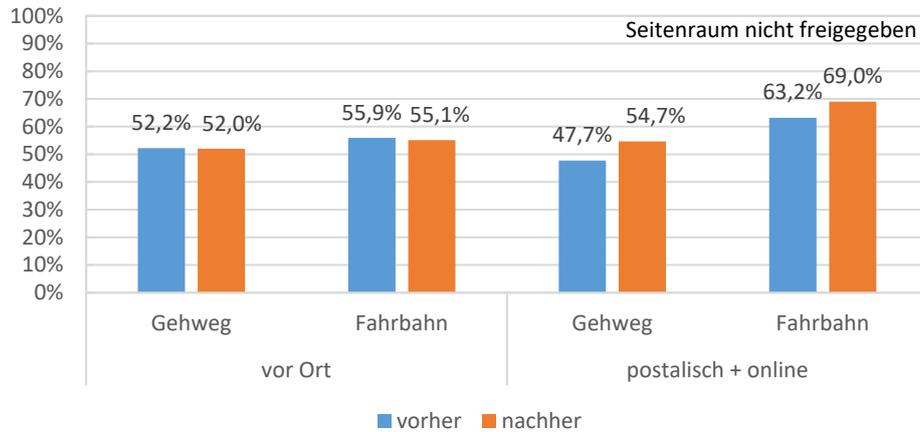
Im Schnitt erlebten 53,6% (N = 756) der Befragten einen (Beinahe-)Unfall mit einem oder mehreren Kfz, 68,6% (N = 740) mit einem oder mehreren Radfahrenden und 27,3% (N = 715) mit Beteiligung von zu Fuß Gehenden. Tabelle 18 gibt Aufschluss über weitere Spezifika der berichteten Unfälle bzw. Beinahe-Unfälle mit Radbeteiligung. Dabei fällt auf, dass auf Strecken mit Radverkehrsführung im Mischverkehr in der postalischen und Online-Befragung mehr kritische Interaktionen mit Kfz-Fahrenden berichtet wurden als in der Vor-Ort-Befragung, während es bei den Interaktionen mit Radfahrenden sowie zu Fuß Gehenden umgekehrt war. Grund dafür könnte die unterschiedliche Stichprobenszusammensetzung sein, wie bereits weiter oben erläutert. Bei der Frage danach, ob die Befragten selbst zum Zeitpunkt der kritischen Situation zu Fuß, mit dem Kfz oder Rad unterwegs gewesen waren, fehlten zu viele Werte, so dass keine endgültige Aussage getroffen werden konnte.

			vorher		nachher	
			%	N <sub>insgesamt</sub>	%	N <sub>insgesamt</sub>
<b>Mischverkehr</b>	mit Kfz	vor Ort	56,4%	94	57,1%	49
		postalisch + online	61,4%	88	70,3%	101
	mit Rad	vor Ort	89,4%	94	90,2%	51
		postalisch + online	41,4%	87	50,0%	90
	mit Fuß	vor Ort	36,4%	88	32,6%	46
		postalisch + online	25,9%	85	13,1%	84
	mit Anderen	vor Ort	5,0%	86	4,5%	44
		postalisch + online	1,2%	81	4,3%	70
<b>Seitenraum</b>	mit Kfz	vor Ort	50,0%	138	52,8%	89
		postalisch + online	41,9%	136	42,6%	61
	mit Rad	vor Ort	84,1%	138	83,0%	88
		postalisch + online	54,4%	136	60,7%	56
	mit Fuß	vor Ort	21,7%	138	26,2%	84
		postalisch + online	31,6%	136	37,0%	54
	mit Anderen	vor Ort	0,7%	138	4,8%	83
		postalisch + online	0,0%	135	4,9%	41

Tabelle 18: Anteil der Befragten, die einen Unfall oder Beinahe-Unfall in den letzten drei Jahren mit Radbeteiligung erlebt hatten, nach Befragungszeitpunkt, -art, Seitenraumfreigabe und Verkehrsmodus, mit dem die andere(n) beteiligte(n) Person(en) unterwegs war(en), in Prozent in der Pilotphase. Mehrfachantworten möglich.

Auf Strecken mit Radverkehrsführung im Mischverkehr nahm der Anteil der Befragten, die berichteten, in den letzten drei Jahren einen (Beinahe-) Unfall auf dem Gehweg erlebt zu haben, insgesamt von 50,0% (N = 178) vorher auf 53,7% (N = 136) nachher zu. Gleichzeitig nahm der Anteil derer, die eine solche Situation auf der Fahrbahn berichteten, von 59,4% (N = 180) auf 64,4% (N = 149) zu. Interessant ist dabei eine Aufschlüsselung nach der Befragungsart: Diese zeigt, dass ein gleich bleibender Anteil der vor Ort Befragten Konflikte auf dem Gehweg und auf der Fahrbahn berichtete, während in der postalischen und Online-Befragung die berichteten kritischen Situationen auf Gehwegen und auf der

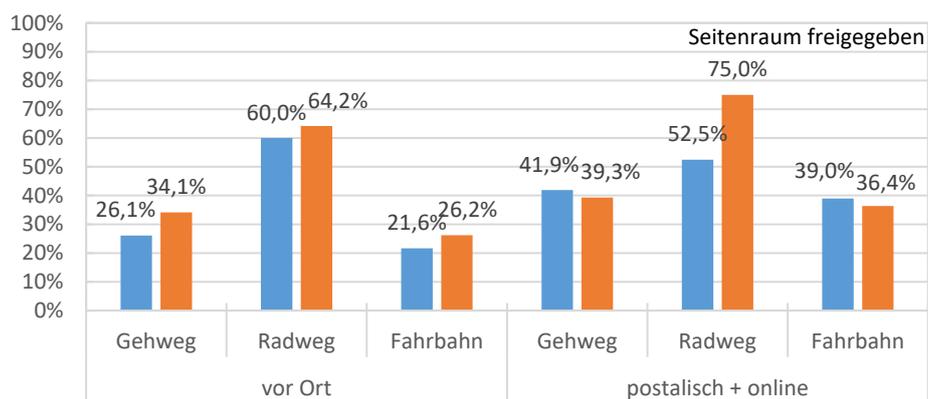
Fahrbahn zunehmen (vgl. Abbildung 84). Eine Erklärung hierfür findet sich wieder in der auf Seite 110 angesprochenen Stichprobenzusammensetzung in den verschiedenen Befragungsarten.



	Gehweg	Fahrbahn	
<b>N vorher</b>	vor Ort	90	93
	postalisch + online	88	87
<b>N nachher</b>	vor Ort	50	49
	postalisch + online	86	100

Abbildung 84: Anteil der Befragten, die auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe berichten, bereits einen (Beinahe-)Unfall erlebt zu haben, nach Verkehrsfläche, Befragungsart und -zeitpunkt in der Pilotphase.

Auf Strecken mit Radverkehrsführung im Seitenraum nahm der Anteil der Befragten, die berichteten, in den letzten drei Jahren einen (Beinahe-) Unfall auf dem Gehweg erlebt zu haben, insgesamt von 34,1% (N = 270) vorher auf 36,2% (N = 141) nachher zu. Der Anteil derer, die angaben, bereits eine kritische Situation auf dem Radweg im Seitenraum erlebt zu haben, stieg ebenfalls (56,6% vorher, N = 221, vs. 66,3% nachher, N = 83). Gleichzeitig blieb der Anteil derer, die eine solche Situation auf der Fahrbahn berichteten, nahezu gleich (30,4% vorher, N = 270, vs. 30,2% nachher, N = 139). Eine Aufschlüsselung nach Befragungsart ist Abbildung 85 zu entnehmen.



	Gehweg	Radweg	Fahrbahn	
<b>N vorher</b>	vor Ort	134	120	134
	postalisch + online	136	67	136
<b>N nachher</b>	vor Ort	85	101	84
	postalisch + online	56	16	55

Abbildung 85: Anteil der Befragten, die auf Strecken mit Seitenraumfreigabe berichten, bereits einen (Beinahe-)Unfall erlebt zu haben, nach Verkehrsfläche, Befragungsart und -zeitpunkt in der Pilotphase.

6,0% (N = 702) derjenigen Befragten, die auf der Untersuchungsstrecke bereits einen Unfall oder Beinahe-Unfall mit Radbeteiligung erlebt hatten in den letzten drei Jahren, gaben an, dass die Polizei über den Unfall informiert wurde. In 3,6% (N = 694) der Fälle mussten die Befragten nach eigenen Angaben ambulant behandelt werden, in 3,0% (N = 703) stationär. Aufgrund der sehr geringen Fallzahlen (jeweils insgesamt unter 25 Berichte) ist eine weitere Auswertung dieser Daten beispielsweise nach Ort, in dem die kritische Situation stattfand, Befragungsart oder -zeitpunkt nicht aussagekräftig.

#### **Zusammenfassung:**

Die Untersuchungen des berichteten Verhaltens der Verkehrsteilnehmenden in der Pilotphase ergeben, dass sich – Selbstberichten zufolge – auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe der Anteil derer verringerte, die "oft" oder "immer" auf dem Gehweg fuhren. Gleichzeitig nahm der Anteil an Personen, die die Fahrbahn rechts benutzen, zu. Der Anteil derer, die häufig die Fahrbahn mittig nutzten, nahm in der Tendenz leicht zu. Für Strecken mit Seitenraumfreigabe fanden sich ähnliche Effekte, allerdings in geringerem Umfang. Der Großteil fuhr hier – nicht wie auf Strecken mit Mischverkehr, wo zumeist die Fahrbahn genutzt wurde – sowohl vor als auch nach Umsetzung der Maßnahme auf dem Radweg. Der Großteil der befragten Radfahrenden berichtete, keine Veränderungen in der eigenen Flächenwahl seit der Umsetzung der Maßnahmen vorgenommen zu haben. Gefragt nach dem Verhalten anderer Radfahrender zeigte sich ein ähnliches Muster wie für die eigene berichtete Flächenwahl, wobei darauf hingewiesen werden muss, dass bei anderen Radfahrenden generell häufiger Radfahren auf dem Gehweg bzw. dem Gehweg in Gegenrichtung berichtet wurde. Im Allgemeinen berichteten die Befragten, die Flächenwahl anderer Radfahrender habe sich nicht geändert seit dem Aufbringen der Piktogramme bzw. dem Aufstellen der Hinweisschilder.

Die Geschwindigkeit der Kfz auf den Untersuchungsstrecken empfanden die Befragten als etwas zu schnell; hier konnte insgesamt kein signifikanter Einfluss der Maßnahmen festgestellt werden, wenngleich deskriptiv in der Nachher-Befragung etwas langsamere Geschwindigkeiten berichtet wurden. Eine Analyse der wahrgenommenen Abstände Kfz-Fahrender beim Überholen Radfahrender zeigte, dass diese im Allgemeinen als etwas zu gering bis angemessen beurteilt wurden, wobei die Meinungen der zu Fuß Gehenden, Kfz- und Radfahrenden in der Nachher-Befragung teilweise variierten.

Etwa jede 13. befragte Person berichtete von einem Unfall oder Beinahe-Unfall mit Radbeteiligung in den letzten drei Jahren. Während in den Vor-Ort-Befragungen nach der Maßnahmenumsetzung ein kleinerer Anteil das Erleben einer kritischen Situation berichtet, werden in der postalischen und Online-Befragung anteilig teilweise deutlich mehr Unfälle berichtet, was vermutlich durch die Unterschiede in den Teilnehmenden-Stichproben erklärt werden kann. Auf Strecken mit Seitenraumfreigabe berichtete ein größerer Anteil von Befragten kritische Situationen als auf Strecken mit Radverkehrsführung im Mischverkehr; dies deckt sich mit Befunden aus der Literatur (Alrutz et al., 2009; Alrutz et al., 2015). Die Chance, in den letzten drei Jahren in einen (Beinahe-)Unfall mit Radbeteiligung verwickelt gewesen zu sein, war in der Vor-Ort-Befragung sowohl vor der Maßnahmenumsetzung signifikant höher als danach; für die postalische und Online-Befragung zeigte sich kein signifikanter Effekt. Zudem war die Chance, in den letzten drei Jahren einen (Beinahe-)Unfall mit Radbeteiligung erlebt zu haben, auf Strecken mit Seitenraumfreigabe signifikant höher als auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe. Auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe berichtete ein größerer Anteil der Befragten, die kritische Interaktion habe auf der Fahrbahn stattgefunden als auf Strecken mit Seitenraumfreigabe. Dort wurden anteilig die meisten kritischen Situationen auf den nicht benutzungspflichtigen Radwegen im Seitenraum berichtet. Nur wenige Unfälle wurden polizeilich gemeldet oder die Unfallfolgen mussten ambulant oder stationär behandelt werden; beim größten Teil der Berichte handelte es sich um Beinahe-Unfälle.

## 5 Analyse Bestandsstrecken

In diesem Kapitel wird zunächst das Untersuchungskollektiv der Bestandsstrecken vorgestellt (5.1), bevor auf die Ergebnisse der Beobachtungen des Fahrverhaltens (5.2) und aus den Befragungen (5.3) eingegangen wird.

### 5.1 Untersuchungskollektiv

Nachfolgend werden die für die Bestandsanalyse ausgewählten Querschnitte unter 5.1.1 näher vorgestellt. Im Anschluss werden unter 5.1.2 die durchgeführten Beschilderungs- und Markierungsmaßnahmen erläutert und unter 5.1.3 wird auf die Verkehrsbelastungen und Geschwindigkeiten auf den Strecken eingegangen. Kapitel 5.1.2 enthält in Tabelle 21 Bilder aller untersuchten Strecken, auf denen auch die umgesetzte Markierung zu sehen ist.

#### 5.1.1 Querschnitte

Die Fahrbahnbreite der Bestandsstrecken variiert zwischen 5,90 m und 8,10 m nutzbarer Fahrbahnbreite. Die nutzbare Fahrbahnbreite wird hierbei verstanden als die Breite der Fahrbahn, die für den fließenden Verkehr nutzbar ist und nicht vom ruhenden Verkehr in Anspruch genommen wird.

Die Fahrbahnbreite wurde an den Strecken für die jeweiligen Untersuchungsquerschnitte erhoben. Für die weitere Analyse wurden die Querschnitte in Breitenkategorien eingeteilt (vgl. Tabelle 19), die auf Breitenempfehlungen der ERA 2010 basieren. Die untersuchten Strecken sind dabei nicht durchgängig breit genug, um einen Schutzstreifen auf der gesamten Länge ohne Änderung der Querschnittsaufteilung umzusetzen. Die Querschnitte an den Strecken wiesen teilweise unterschiedliche Breiten auf, daher kann es zu Mehrfachzählung der Strecken in der Zuordnung der Strecken zu den Querschnittsbreiten in Tabelle 19 kommen.

Breite	Erläuterung	Anzahl Strecken	Anzahl Querschnitte
≤ 6,0 m	geeignet bis zu einer Kfz-Verkehrsbelastung von 700 Kfz/h, „da der Radverkehr im Begegnungsfall Kfz-Kfz nicht überholt werden kann“ (ERA 2010)	2	3
6,01-7,0 m	geeignet bis zu einer Verkehrsbelastung von 400 Kfz/h, bei höheren Belastungen ist die Breite problematisch (ERA 2010)	3	4
7,01-8,0 m	ab 7,0 m kann laut ERA 2010 im Begegnungsfall sicher überholt werden. Schutzstreifen sind im Regellaß (ohne Parken) ab 7,50 m möglich; da es kaum innerörtliche Strecken ohne Abschnitte mit Längsparkständen gibt, ist der Schutzstreifen hier meist keine Gesamtlösung	2	4
>8,0 m	Schutzstreifen sind im Regellaß mit einseitigem Parken nach ERA 2010 möglich	1	1

Tabelle 19: Fahrbahnbreiten Bestandsstrecken.

An den Untersuchungsstrecken waren unterschiedliche Kombinationen mit der Führung des Radverkehrs im Mischverkehr umgesetzt. Bei einem Großteil der untersuchten Strecken lag die Führung des Radverkehrs im reinen Mischverkehr vor, an jeweils einer Strecke war der Gehweg auch für Radfahrende freigegeben oder Radfahrende konnten den nicht benutzungspflichtigen Radweg nutzen (vgl. Tabelle 20).

<b>Führungsform</b>	<b>Anzahl Strecken</b>	<b>Anzahl Querschnitte</b>
reiner Mischverkehr	4	8
Mischverkehr & Gehweg, Rad frei	1	2
Mischverkehr & nicht benutzungspflichtiger Radweg	1	2

Tabelle 20: Führungsformen Bestandsstrecken.

### 5.1.2 Beschilderungs- und Markierungsmaßnahmen

Im Rahmen der Städtebefragung und der Recherche nach umgesetzten Radpiktogramm-Markierungen in Deutschland wurden Bestandsstrecken mit unterschiedlichen Ausführungen der Markierung gefunden. Im Rahmen der Bestandsuntersuchungen waren die Markierungsarten nach Tabelle 21 im Untersuchungskollektiv enthalten.

Die Markierung der Rad-Piktogramme erfolgte auf den Strecken in ähnlicher Weise, um aber insbesondere auch weitere Elemente wie die Pfeil-Markierung oder den angedeuteten Schutzstreifen einzubeziehen, wird im Folgenden die Größenwirkung der Piktogramme als Flächenmaß der Gesamtmarkierung (Fahrradpiktogramm + ggf. Pfeilsymbol o.a.) dargestellt.

Der Abstand des rechten Randes der Piktogramme zum Bord bzw. Parkstreifen betrug zwischen 0,2 m und 0,6 m. Wobei der Abstand von 0,2 m an einem Querschnitt ohne Parkstreifen erhoben wurde und die anderen Querschnitte mit Parkstreifen einen Abstand von 0,5 bzw. 0,6 m aufwiesen.

<p style="text-align: center;">Bremerhaven (BH)</p>  <p style="text-align: center;">Fahrrad-Piktogramm</p>	<p style="text-align: center;">Darmstadt (DA)</p>  <p style="text-align: center;">Fahrrad-Piktogramm</p>
<p style="text-align: center;">Frankfurt (FR_SB)</p>  <p style="text-align: center;">Fahrrad-Piktogramm</p>	<p style="text-align: center;">Langenfeld (LF)</p>  <p style="text-align: center;">Fahrrad-Piktogramm mit angedeutetem Schutzstreifen</p>
<p style="text-align: center;">Mainz (MZ)</p>  <p style="text-align: center;">Fahrrad-Piktogramm mit Richtungspfeil</p>	<p style="text-align: center;">Osnabrück (OS)</p>  <p style="text-align: center;">Fahrrad-Piktogramm</p>

Tabelle 21: Markierungsarten der Piktogrammketten in der Bestandsuntersuchung.

### 5.1.3 Verkehrsbelastung

Die Verkehrsbelastung (DTV<sub>w5</sub>) an den Strecken lag zwischen 4.000 und 16.000 Kfz/Tag sowie 300 und 1.450 Rf/Tag (vgl. Abbildung 86).

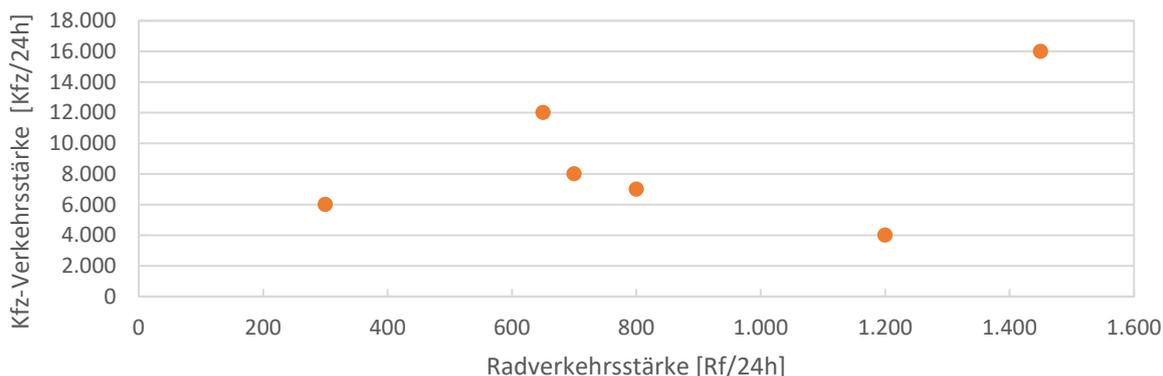


Abbildung 86: Kfz- und Radverkehrsbelastung (DTV<sub>W5</sub>) an den Bestandsstrecken.

Werden nur die Kfz-Verkehrsstärke und die zulässige Geschwindigkeit  $v_{zul}$  betrachtet, liegen die untersuchten Strecken nach ERA (FGSV, 2010) in den Belastungsbereichen (zweistreifige Straßen) I bis III. Wird die Geschwindigkeit  $v_{85}$  betrachtet, verschieben sich die Strecken teilweise in andere Belastungsbereiche (vgl. Abbildung 87).

Im Belastungsbereich I ist grundsätzlich die Fahrbahnführung im Mischverkehr vorgesehen, im Belastungsbereich II sollte der Radverkehr durch weitere Maßnahmen, wie z. B. einem Schutzstreifen oder der Möglichkeit den Seitenraum zu befahren, unterstützt werden (vgl. ERA; FGSV, 2010, 18f.) Im Belastungsbereich III/IV ist kein Mischverkehr angeraten.

An einem Großteil der untersuchten Strecken liegt jedoch die  $v_{85}$  niedriger als die zulässige Geschwindigkeit, wonach die Radverkehrsführung im Mischverkehr auf den Strecken tendenziell verträglicher ist, als die zulässige Geschwindigkeit vermuten lässt.

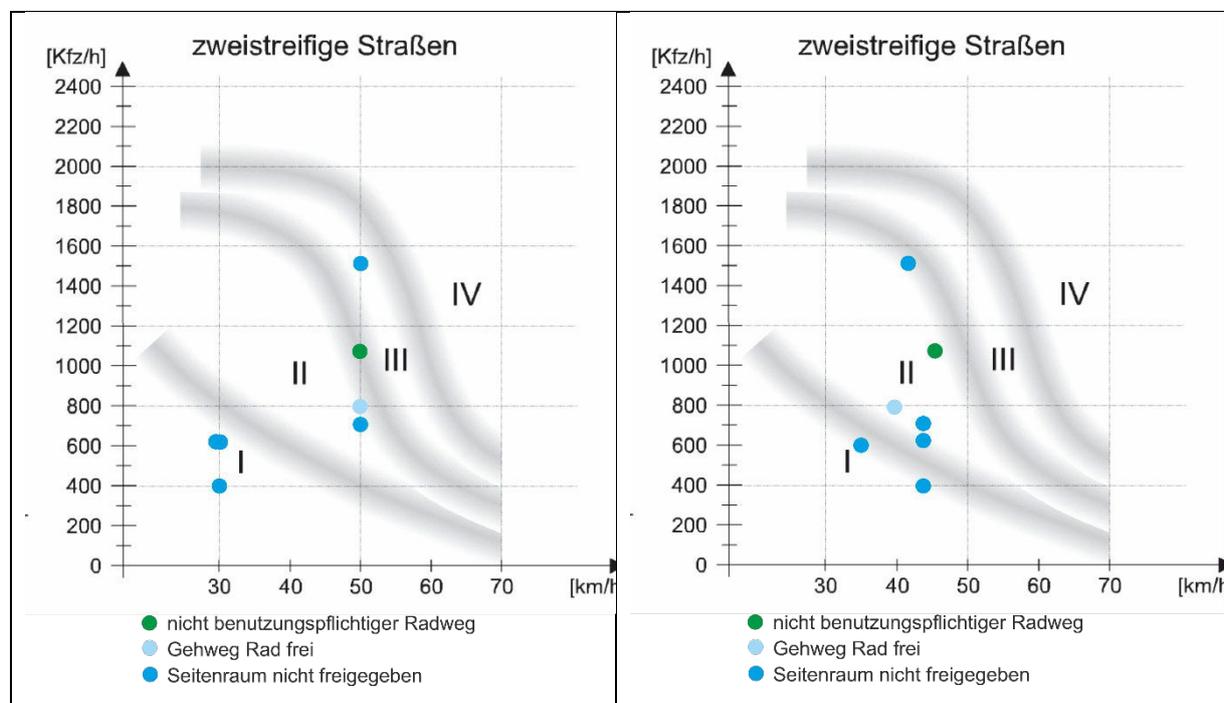


Abbildung 87: Einordnung der Bestandsstrecken in die Belastungsbereiche nach ERA (links:  $v_{zul}$ , rechts:  $v_{85}$ ). Nach ERA (FGSV, 2010; eigene Darstellung).

## 5.2 Beobachtungen Fahrverhalten

Nachfolgend werden die Ergebnisse zur Seitenraumnutzung der Radfahrenden (5.2.1) sowie zu Fahrlinien und Überholabständen (5.2.2) vorgestellt.

### 5.2.1 Seitenraumnutzung

Die Seitenraumnutzung durch Radfahrende betrug zwischen 9% und 83%, wobei ein deutlicher Unterschied an den Strecken mit erlaubter Seitenraumnutzung und ohne Seitenraumnutzung bestand (vgl. Abbildung 88). So betrug die Seitenraumnutzung bei reiner Fahrbahnführung im Mittel 20%, bei paralleler Seitenraumführung (DA+MZ) betrug diese im Mittel 72%. Bei den Pilotstrecken (vgl. Kapitel 4.3.1) sind die Strecken mit der Kennzeichnung „Gehweg, Radfahrer frei“ eher den Strecken des reinen Mischverkehrs zuzuordnen, als den Strecken mit paralleler Führung von Mischverkehr und nicht benutzungspflichtigem Radweg, wobei die starke Nutzung des Seitenraums in DA wahrscheinlich auf den noch sichtbaren, jedoch aufgehobenen Radweg (vgl. Anhang 5) zurück zu führen ist, der wie ein nicht benutzungspflichtiger Radweg wahrgenommen wird.

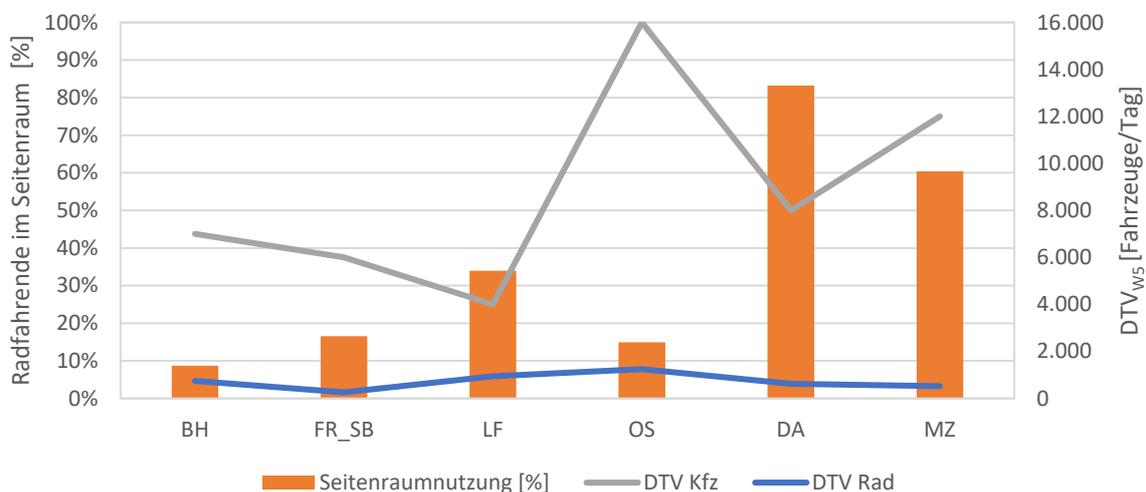


Abbildung 88: Seitenraumnutzung an Bestandsstrecken. i.d.R. keine Seitenraumfreigabe, DA: Gehweg, Rad frei (teilw. mit ehemaligem Radweg im Seitenraum), MZ: nicht benutzungspflichtiger Radweg.

Der Anteil der links im Seitenraum fahrenden Radfahrenden an allen Radfahrenden an der Strecke betrug zwischen 4% und 18% (vgl. Abbildung 89), im Durchschnitt über alle Strecken betrug der Anteil 9%. Hier ist kein Unterschied zwischen reiner Fahrbahnführung und Parallelführung erkennbar.

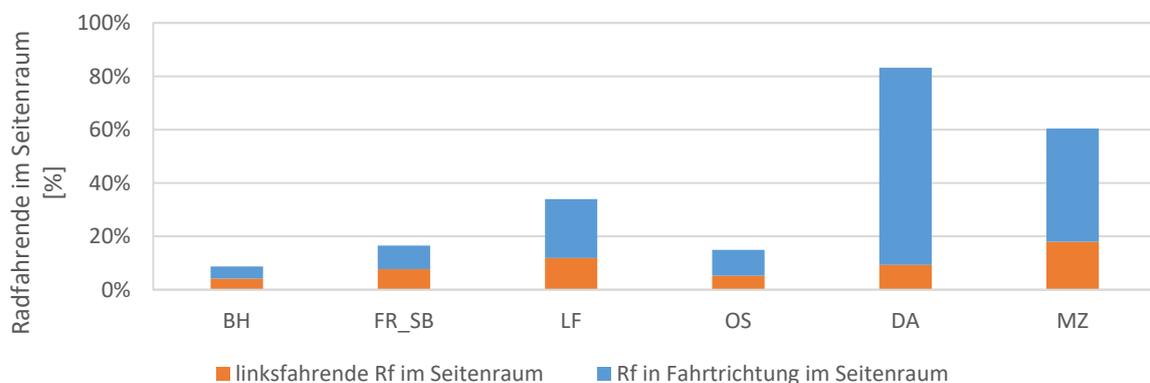


Abbildung 89: Seitenraumnutzung links/rechts fahrender Radfahrender an Bestandsstrecken.

## 5.2.2 Fahrlinien und Überholabstände

Innerhalb der analysierten 6 Stunden wurden an den 6 Bestandsstrecken insgesamt 3.160 Fahrlinien von Radfahrenden und Kfz erhoben (vgl. Tabelle 22) und jeweils den drei Kategorien unbeeinflusste Fahrt, Überholung und Hinterherfahrt zugeordnet, sowie der Überholabstand zwischen überholendem Kfz und Radfahrenden berechnet.

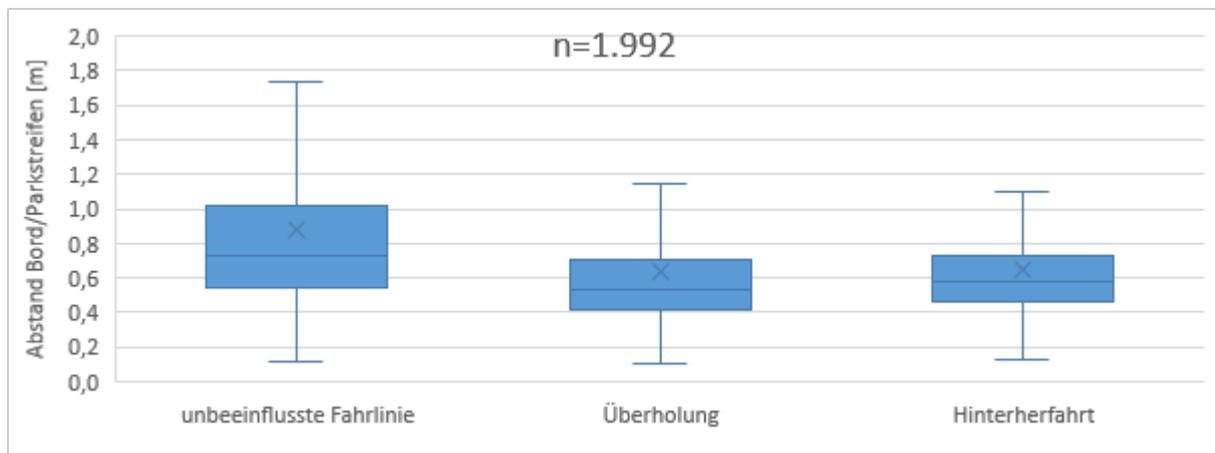


Abbildung 90: Fahrlinien Rad an Bestandsstrecken.

Bei der Betrachtung der Fahrlinien in Abbildung 90 wird deutlich, dass unbeeinflusste Radfahrende weiter links fahren (im Mittel 0,9 m vom Bord bzw. Parkstreifen) als bei einer Überholung (0,6 m vom Bord bzw. Parkstreifen). Bei einer Hinterherfahrt ergab sich im Mittel eine ähnliche Fahrlinie der Radfahrenden wie bei der Überholung, wobei hier beachtet werden muss, dass ein Großteil der Hinterherfahrten an nur einer der sechs Strecken erhoben wurde (vgl. Tabelle 22).

Erhobene Fahrlinie	Rad unbeeinflusst	Rad mit Überholung	Rad mit Hinterherfahrt	Überholabstand, korrigiert	Kfz unbeeinflusst
Anzahl	924	737	331*	735	1.168

\*82% OS

Tabelle 22: Anzahl beobachtete Fahrlinien an Bestandsstrecken.

Die hohe Anzahl an Hinterherfahrten in Osnabrück ist mit der Kombination der hohen Verkehrsstärke des Kfz-Verkehrs und des Radverkehrs auf der Fahrbahn zu erklären, die dazu führt, dass oft Kfz hinter Radfahrenden auftreten, weil sie diese mit direktem Gegenverkehr nicht hätten überholen können.

Die Fahrlinie von unbeeinflusst fahrenden Kfz an den Bestandsstrecken lag zudem mit durchschnittlich 1,3 m deutlich weiter links als die unbeeinflusste Fahrlinie von Radfahrenden an allen Strecken (vgl. Abbildung 91 und Abbildung 92) und auch von Kfz-Fahrenden an den Pilotstrecken (vgl. Kapitel 4.3.2).

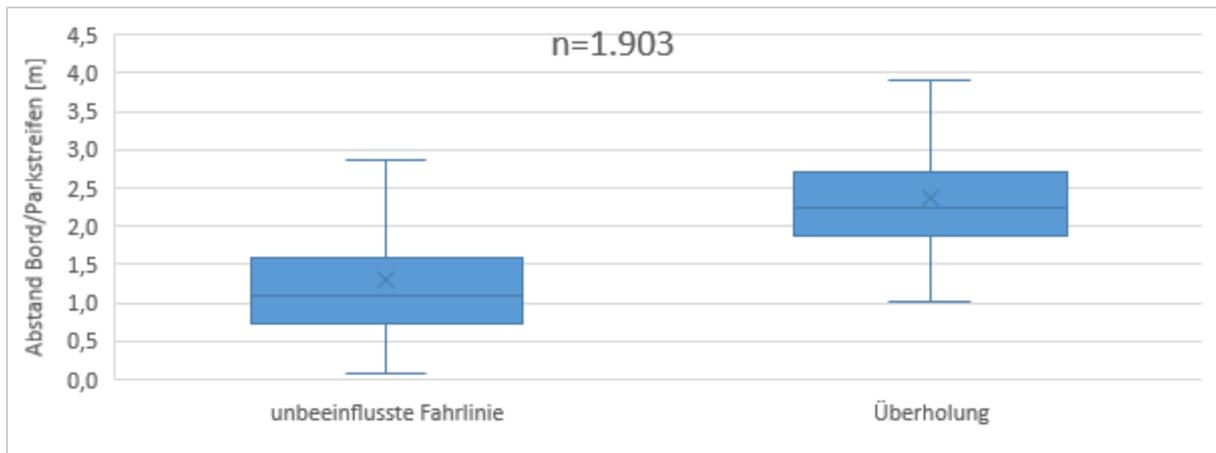


Abbildung 91: Fahrlinien Kfz an Bestandsstrecken.

Die Unterschiede der Überholabstände zeigen an den Bestandsstrecken wie auch Pilotstrecken, dass bei Überholungen ohne Gegenverkehr deutlich mehr Abstand zum Radfahrenden gehalten wird als mit sich annäherndem oder direktem Gegenverkehr (vgl. Abbildung 92).

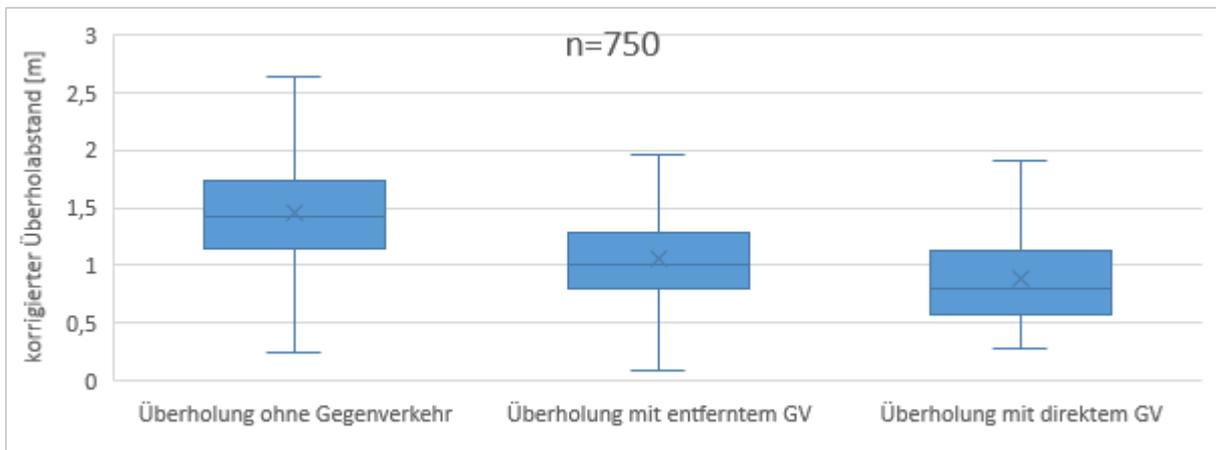


Abbildung 92: Korrigierte Überholabstände an Bestandsstrecken.

Auch in diesem Kollektiv wurde ein hoher Anteil an Überholungen ohne Gegenverkehr verzeichnet, dieser lag im Vergleich zu den Pilotstrecken bei fast 60% der Überholungen, ca. 30% der Überholungen erfolgten mit entferntem Gegenverkehr (vgl. Tabelle 23).

	Anzahl
<b>Überholungen ohne Gegenverkehr</b>	441
<b>Überholungen mit entferntem Gegenverkehr</b>	237
<b>Überholungen mit direktem Gegenverkehr</b>	72
<b>Gesamt</b>	750

Tabelle 23: Übersicht der Anzahl der Überholfälle an den Bestandsstrecken.

### Zusammenfassung:

In der Analyse der Seitenraumnutzung wiesen Strecken mit sichtbaren nicht benutzungspflichtigen oder aufgehobenen Radwegen eine hohe Seitenraumnutzung auf. Hier zeigte sich, dass die Stärke der Seitenraumnutzung an den untersuchten Strecken eher auf der Straßenraumgestaltung als der Ausschilderung basierte.

Ähnlich den Pilotstrecken lag die Fahrlinie von Radfahrenden bei unbeeinflusster Fahrt weiter links als bei einer Überholung. Radfahrende bei einer Hinterherfahrt fuhren weiter rechts als unbeeinflusste, jedoch weiter links als bei einer Überholung. Die unbeeinflusste Fahrlinie von Kfz lag ebenso wie bei den Pilotstrecken weiter links als bei Radfahrenden. Überholungen erfolgten bei Gegenverkehr mit weniger Abstand als ohne Gegenverkehr. Ein Großteil der gemessenen Überholabstände lag insbesondere bei Überholungen mit entferntem GV und Überholungen mit direktem Gegenverkehr unter 1,50m.

### 5.3 Befragungen

Insgesamt wurden in der Bestandsphase 2.087 Personen in sechs Kommunen in Deutschland befragt. Vor Ort waren es 1.150 Personen, postalisch 715 und online 222 Befragte. Die genaue Aufschlüsselung der Stichprobengrößen nach Befragungsort und -art ist Tabelle 24 zu entnehmen. Die für MZ, DA und FR\_SB niedrigeren Befragten-Zahlen lassen sich dadurch erklären, dass in diesen drei Städten – im Gegensatz zu LF, BH und OS – aus organisatorischen und/oder Datenschutzgründen keine postalischen Fragebögen per Einwurf verteilt und keine Online-Befragungen durchgeführt werden konnten. Die dennoch vorhandenen, wenn auch wenigen, postalischen Daten in diesen Städten lassen sich dadurch erklären, dass vor Ort an Personen, die für die Befragung keine Zeit hatten, Brief-Versionen verteilt wurden. Diese Daten wurden aufgrund der geringen Fallzahlen aus den weiteren Analysen ausgeschlossen. Zum Zeitpunkt der Befragungen waren die Piktogramme seit einem bis drei Jahren auf der Fahrbahn markiert. Aus den Daten lässt sich nicht klar schlussfolgern, ob Unterschiede zwischen den Strecken durch verschiedene örtliche Gegebenheiten oder beispielsweise auch dadurch erklären lassen, dass die Markierung der Piktogramme in den Kommunen unterschiedlich lange zurücklag.

		<b>MZ</b>	<b>DA</b>	<b>LF</b>	<b>FR_SB</b>	<b>BH</b>	<b>OS</b>	<b>N</b>
<b>vor Ort</b>	Fuß	85	112	26	87	192	39	<b>541</b>
	Kfz	39	51	17	17	21	63	<b>208</b>
	Rad	32	61	97	38	55	118	<b>401</b>
	<b>N</b>	<b>156</b>	<b>224</b>	<b>140</b>	<b>142</b>	<b>268</b>	<b>220</b>	<b>1.150</b>
<b>postalisch</b>		<b>14</b>	<b>22</b>	<b>291</b>	<b>12</b>	<b>105</b>	<b>271</b>	<b>715</b>
<b>online</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>104</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>106</b>	<b>222</b>
<b>N</b>		<b>170</b>	<b>246</b>	<b>535</b>	<b>154</b>	<b>385</b>	<b>597</b>	<b>2.087</b>

Tabelle 24: Übersicht über die Zahl der befragten Verkehrsteilnehmenden nach Befragungsort und -art in der Bestandsphase.

Im Schnitt waren die befragten Personen im Jahr 1966 geboren (N = 2.087; SD = 17,7 Jahre, Range: 1926 bis 2001). 52,5% der Befragten waren Frauen, 45,3% Männer. 0,6% hatten keine Angabe zu ihrem Geschlecht gemacht. Für 56,3% der Befragten war das (Fach-) Abitur der höchste Bildungsabschluss, gefolgt von 21,3% mit einem Schulabschluss nach 10 Schuljahren (mittlere Reife, Realschulabschluss). Der höchste Ausbildungsabschluss war bei 30,2% ein Master oder Diplom, bei 26,0% eine Berufsausbildung oder Lehre. 89,6% der Befragten besaßen einen Führerschein, im Schnitt hatten sie ihn 1986 gemacht. 71,3% derjenigen, die einen Führerschein besaßen, gaben an, jederzeit über ein Kfz verfügen

zu können. Im Schnitt legten sie mit dem Kfz 1000 bis 10.000km im Jahr zurück, sie fuhren 1-2 Mal pro Woche mit dem Kfz. Sie gingen täglich oder fast täglich zu Fuß und fuhren 4-5 Mal pro Woche mit dem Rad; auf der Untersuchungsstrecke waren es 1-2 Fahrten pro Monat mit dem Rad. 12,2% hatten innerhalb der letzten drei Jahre auf der Untersuchungsstrecke einen Unfall oder Beinahe-Unfall erlebt (6,2% vor dem Aufbringen der Piktogramme, 6,5% danach).

Den Verkehrsteilnehmenden wurden Fragen zu ihrem Wissen zur Bedeutung der Maßnahmen und zu den geltenden Verkehrsregeln gestellt sowie zu ihren Einstellungen und ihrem berichteten Verhalten. Die Ergebnisse werden nachfolgend in den Kapiteln 5.3.1, 5.3.2 und 5.3.3 vorgestellt. Dabei werden die Befunde aufgeschlüsselt nach Befragungsart (vor Ort, postalisch oder online), Befragungsort (MZ, DA, LF, FR\_SB, BH und OS) und innerhalb der Vor-Ort-Befragung nach genutztem Verkehrsmodus (zu Fuß, Kfz oder Rad).

### 5.3.1 Regelwissen

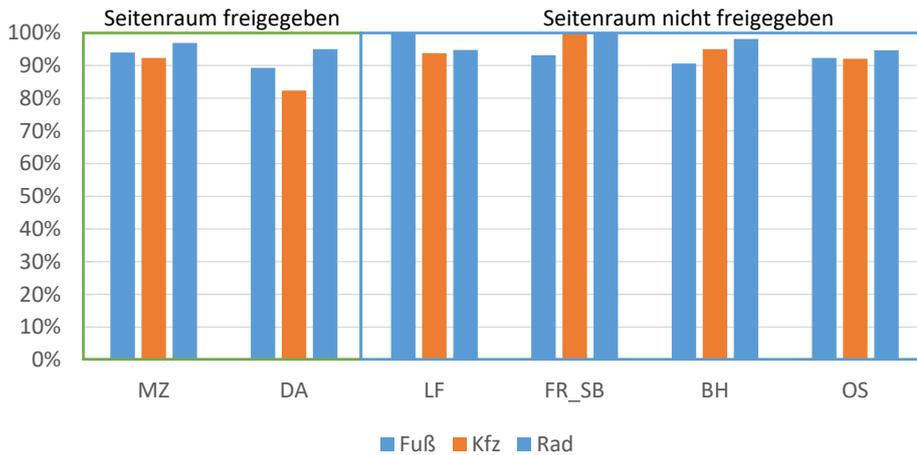
Nachfolgend wird darauf eingegangen, ob den Befragten die umgesetzten Maßnahmen aufgefallen waren (5.3.1.1), welche Bedeutung sie ihnen beimaßen (5.3.1.2) und ob sie wussten, wo Rad- und Kfz-Fahren auf den Untersuchungsstrecken erlaubt war (5.3.1.3).

#### 5.3.1.1 Auffallen der Maßnahmen

Im Mittel gaben 92,9% (N = 2.087) der Befragten an, dass ihnen die Piktogramme auf der Fahrbahn bzw. die Hinweisschilder am Fahrbahnrand bereits aufgefallen waren (Range nach Befragungsort von 89,2% in DA, N = 223, bis 95,7%, N = 137, in LF, nach Befragungsart 93,0%, N = 1.130, in der Vor-Ort-, 95,2%, N = 666, in der postalischen und 85,1%, N = 222, in der Online-Befragung). Aufgrund teilweise zu geringer Fallzahlen und dadurch verletzter Voraussetzungen konnte die Variable Befragungsart nicht mit den drei Levels vor Ort, postalisch und online in die loglineare Analyse eingehen. In der Folge wurden die Daten der postalischen und online Befragten wie in der Pilotphase zusammengefasst, da für diese keine Unterschiede im Antwortverhalten und der kleinste Einfluss angenommen wurden (Field, 2018). In einer dreifaktoriellen loglinearen Analyse, in die die Befragungsart<sup>10</sup>, der Befragungsort und die Tatsache eingingen, ob den Befragten die Piktogramme bereits aufgefallen waren, war die Interaktion höchster Ordnung, also die Dreifach-Interaktion, nicht signifikant,  $\chi^2(2) = 0,59$ ,  $p = 0,745$ . Die Effekte zweiter und höherer Ordnung waren hingegen signifikant,  $\chi^2(7) = 194,03$ ,  $p < 0,001$ . In das finale Modell gingen die Interaktionen von Befragungsart x Befragungsort und Befragungsort x Aufgefallen ein. Der Likelihood-Quotient des Modells lag bei  $\chi^2(3) = 2,63$ ,  $p = 0,453$ . Die Unterschiede waren in einer Follow-Up- $\chi^2$ -Untersuchung nach dem Befragungsort statistisch signifikant,  $\chi^2(2) = 8,95$ ,  $p = 0,011$ ,  $V = 0,077$ . Die Chance, dass den Befragten die Piktogramme nicht aufgefallen waren, war in auf der Strecke in BH (OR = 2,09) sowie auf der Strecke in OS (OR = 2,00) jeweils höher als auf der Strecke in LF. Im Schnitt waren die Piktogramme den Radfahrenden (95,9%, N = 386) in der Vor-Ort-Befragung eher aufgefallen als den zu Fuß Gehenden (91,8%, N = 538) und Kfz-Fahrenden (90,8%, N = 206), wobei sich leichte kommunale Unterschiede zeigten (vgl. Abbildung 93).

---

<sup>10</sup>Zu beachten ist, dass in diese Analyse nur die Daten aus LF, BH und OS eingingen, da für diese Werte sowohl für die Vor-Ort- als auch für die postalische bzw. Online-Befragung vorlagen.



	MZ	DA	LF	FR_SB	BH	OS
<b>N Fuß</b>	83	112	26	87	191	39
<b>N Kfz</b>	39	51	16	17	20	63
<b>N Rad</b>	32	60	95	34	53	112

Abbildung 93: Anteil der Verkehrsteilnehmenden in der Vor-Ort-Befragung, denen die Piktogramme auf der Fahrbahn bereits aufgefallen waren, nach Befragungsort und Verkehrsmodus in der Bestandsphase.  $N_{\text{insgesamt}} = 1.130$ .

Aufgrund teilweise zu geringer Fallzahlen und dadurch verletzter Voraussetzungen wurden die Daten nach dem Befragungsort zusammengefasst, da für diese der kleinste Einfluss angenommen wurde (Field, 2018). In einem  $\chi^2$ -Test im Vor-Ort-Datensatz, in den der Verkehrsmodus und die Tatsache eingingen, ob den Befragten die Piktogramme bereits aufgefallen waren, war der Unterschied signifikant,  $\chi^2(2) = 7,55$ ,  $p = 0,023$ . Die Chance, dass den Befragten die Piktogramme nicht aufgefallen waren, war für zu Fuß Gehende (OR = 2,06) sowie Kfz-Fahrende (OR = 2,35) im Vergleich zu Radfahrenden erhöht.

### 5.3.1.2 Bedeutung der Maßnahmen

Am häufigsten wurde als mögliche Bedeutung für die Piktogramme angegeben, dass sie anzeigen, dass die Aufmerksamkeit Kfz-Fahrender auf mögliche Radfahrende auf der Fahrbahn gelenkt werden soll, dort Radfahrende fahren sollten oder die Symbole einen Radweg anzeigen (vgl. Abbildung 94).

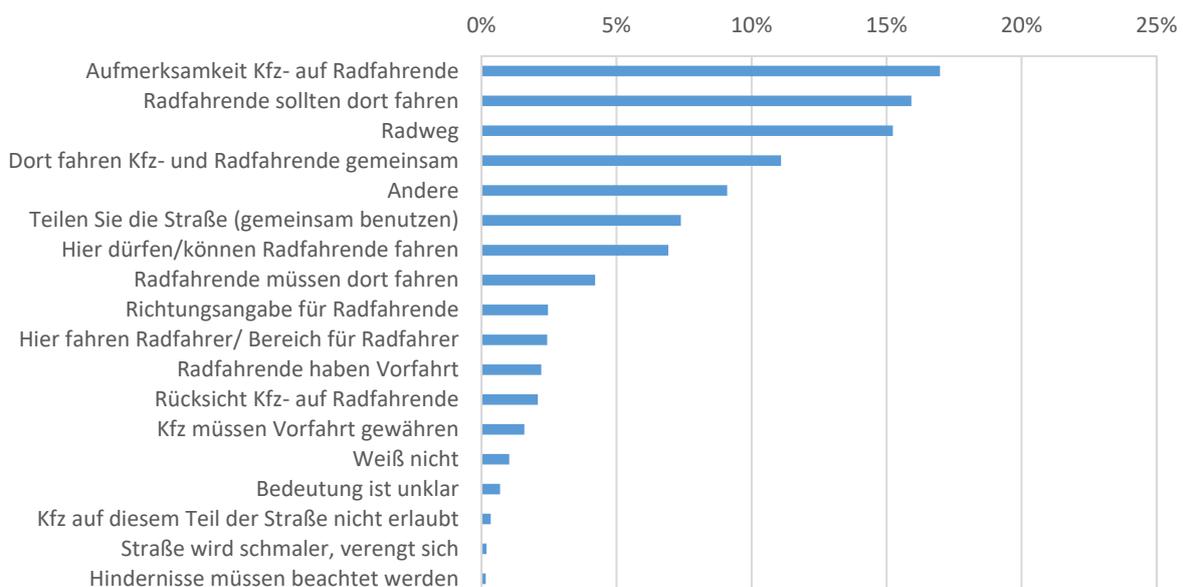


Abbildung 94: Bedeutung der Maßnahmen in der Bestandsphase, Mehrfachantworten möglich. Hinweis: Skala geht nur bis 25%.  $N = 2.066$ , 3.210 Nennungen (Prozentsatz auf Basis der Nennungen).

Gefragt danach, woher die Verkehrsteilnehmenden die Bedeutung der Maßnahmen kennen, gaben mit 45,3% (bei insgesamt 3.210 Nennungen von 2.066 Befragten, Mehrfachantworten möglich) die meisten Personen eigene Überlegungen als Quelle an. Ein geringerer Teil kannte die Maßnahmen aus der Zeitung (14,7%, bei 2.135 Nennungen von 1.879 Befragten, Mehrfachantworten möglich) oder anderen Quellen (19,7%). Darunter fielen beispielsweise Informationsabende von Interessensgruppen, Arbeit im Verkehrsbereich oder Postwurfsendungen. In Kommunen wie MZ oder OS, in denen das Aufbringen der Piktogramme öffentlich breit diskutiert worden war, gaben mehr Personen an, von der Bedeutung der Symbole in der Zeitung erfahren zu haben (22,9% in MZ bei 109 Nennungen von 123 Befragten und 20,9% in OS bei 683 Nennungen von 572 Befragten vs. beispielsweise 5,4% in FR\_SB bei 148 Nennungen von 152 Befragten, jeweils Mehrfachantworten möglich). Diese Ortsunterschiede waren in einem  $\chi^2$ -Test signifikant,  $\chi^2(90) = 1302,12$ ,  $p < 0,001$ . Zwischen den verschiedenen Befragungsarten gab es ebenfalls signifikante Unterschiede,  $\chi^2(36) = 4453,56$ ,  $p < 0,001$  (vgl. Abbildung 95).

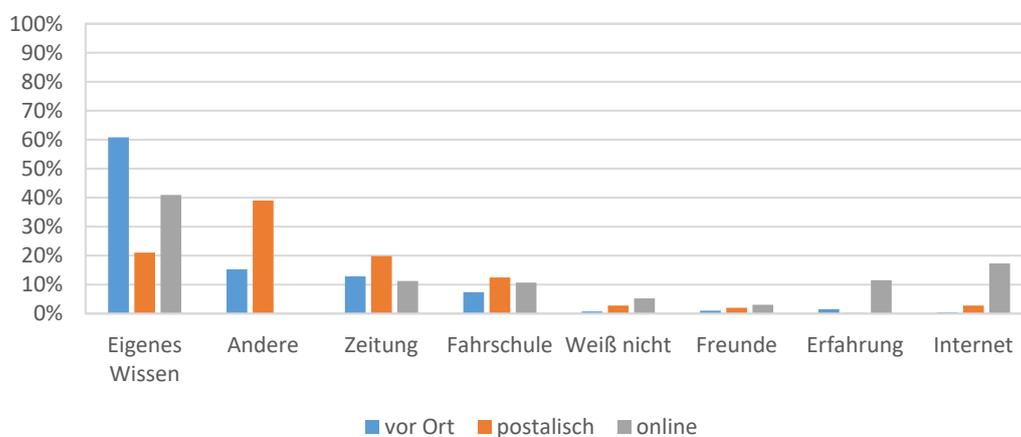


Abbildung 95: Antwort der Verkehrsteilnehmenden auf die Frage, woher sie die Bedeutung der Piktogramme kennen, nach Befragungsart in der Bestandsphase. Mehrfachantworten möglich. N = 1.879, insgesamt 2.135 Nennungen, davon 1.120 vor Ort, 651 postalisch und 364 online (Prozentsatz auf Basis der Nennungen nach Befragungsart).

### 5.3.1.3 Regelwissen der Verkehrsteilnehmenden

Wurden die Befragten danach gefragt, wo Radfahren auf der Untersuchungsstrecke erlaubt ist, so zeigten sich Unterschiede für die einzelnen Kommunen. Aufgrund unterschiedlicher Regelungen, wo Radfahren auf den Untersuchungsstrecken erlaubt war, werden die Ergebnisse nachfolgend getrennt nach der Seitenraumfreigabe analysiert. In MZ und in Teilen auf der Strecke in DA waren ein nicht benutzungspflichtiger Radweg im Seitenraum vorzufinden; zusätzlich war der Gehweg in DA einseitig zum Radfahren freigegeben. Es zeigte sich, dass die Befragten auf beiden **Strecken mit Seitenraumfreigabe** am häufigsten angaben, Radfahren sei auf dem nicht benutzungspflichtigen Radweg und auf der Fahrbahn erlaubt (57,2%, N = 152, in MZ, 52,9%, N = 208, in DA). Der Prozentsatz der Befragten, die angaben, Radfahren sei nur auf dem Gehweg erlaubt, war in beiden Kommunen mit 2,0% in MZ bzw. 2,4% DA gering. 19,1% in MZ bzw. 8,7% in DA gaben an, Radfahren sei nur auf dem nicht benutzungspflichtigen Radweg erlaubt. Korrekterweise gaben 10,6% in DA an, Radfahren sei sowohl auf dem Gehweg als auch auf dem nicht benutzungspflichtigen Radweg und der Fahrbahn erlaubt. Eine Aufschlüsselung nach genutztem Verkehrsmodus zum Zeitpunkt der Befragung zeigte Unterschiede im Antwortverhalten der befragten Radfahrenden in DA im Vergleich zu den dort befragten zu Fuß Gehenden und Kfz-Fahrenden – erstere gaben (korrekterweise) häufiger an, dass Radfahren auf allen vorhandenen Flächen erlaubt sei (vgl. Abbildung 96). Aufgrund teilweise eher geringer Fallzahlen wurden keine dreifaktoriellen loglinearen Analysen der vor Ort auf Strecken mit Seitenraumfreigabe Befragten durchgeführt

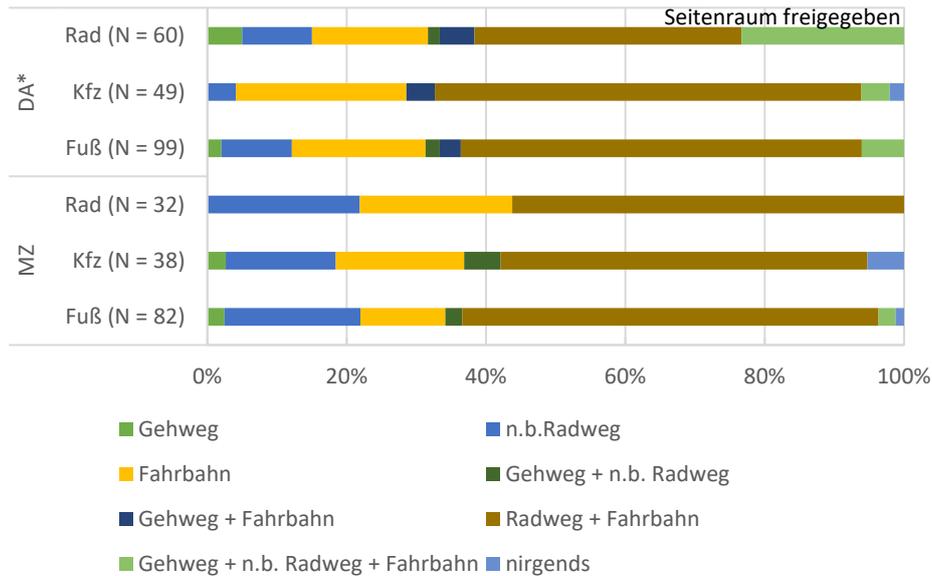


Abbildung 96: Antworten der vor Ort Befragten auf die Frage, wo Radfahren auf der Untersuchungsstrecke (Strecken mit Seitenraumfreigabe) erlaubt ist, nach Befragungsort und Verkehrsmodus in der Bestandsphase. n. b. steht für nicht benutzungspflichtig. \*Lokale Besonderheit: Hier war neben dem benutzungspflichtigen Radweg im Seitenraum auch der Gehweg in eine Richtung für Radfahrende freigegeben. Prozentsatz je Befragungsort und Verkehrsmodus.  $N_{\text{insgesamt}} = 360$ .

mit den Variablen Verkehrsmodus, Befragungsort und korrekter Antwort der Teilnehmenden auf die Frage, wo auf der Strecke Rad gefahren werden darf. In einem  $\chi^2$ -Test von Verkehrsmodus und korrektem Regelwissen für Strecken mit Seitenraumfreigabe war der deskriptiv beobachtete Unterschied im Regelwissen der vor Ort Befragten nach Verkehrsmodus jedoch nicht signifikant,  $\chi^2(2) = 4,20$ ,  $p = 0,123$ ,  $V = 0,108$ .

Auf **Strecken ohne Seitenraumfreigabe** gaben im Schnitt 89,1% (N = 1.699) der Befragten an, Radfahren sei ausschließlich auf der Fahrbahn erlaubt. 8,6% hielten Radfahren für sowohl auf dem Gehweg als auch auf der Fahrbahn, 1,6% für nur auf dem Gehweg erlaubt. Auffällig ist, dass die Befragten in LF diese Verteilung stark beeinflussten: Dort waren nur 76,5% (N = 511) der Befragten der Meinung, Radfahren sei nur auf der Fahrbahn erlaubt, 2,2% hielten Radfahren ausschließlich auf dem Gehweg für erlaubt und 21,1% auf Gehweg und Fahrbahn. Während sich die vor Ort befragten zu Fuß Gehenden, Kfz- und Radfahrenden in FR\_SB, BH und OS bezüglich der erlaubten Flächennutzung recht einig waren, konnten für die Strecke in LF Unterschiede gefunden werden: Dort hielten die meisten zu Fuß Gehenden das Radfahren nur auf der Fahrbahn für erlaubt (80,8%, N = 23), aber nur 46,7% (N = 15) der Kfz- und 70,7% (N = 89) der Radfahrenden (vgl. Abbildung 97). Aufgrund teilweise eher geringer Fallzahlen wurden auch für die vor Ort auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe Befragten keine dreifaktoriellen loglinearen Analysen durchgeführt mit den Variablen Verkehrsmodus, Befragungsort und korrekter Antwort der Teilnehmenden auf die Frage, wo auf der Strecke Rad gefahren werden darf. In einem  $\chi^2$ -Test von Verkehrsmodus und korrektem Regelwissen für Strecken ohne Seitenraumfreigabe war der deskriptiv beobachtete Unterschied im Regelwissen der vor Ort Befragten nach Verkehrsmodus signifikant,  $\chi^2(2) = 33,93$ ,  $p < 0,001$ ,  $V = 0,212$ . Die Chance, dass das Wissen der vor Ort befragten zu Fuß Gehenden auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe korrekt war, wo Radfahren auf der Strecke erlaubt sei, nämlich auf dem nicht benutzungspflichtigen Radweg bzw. dem freigegebenen Gehweg im Seitenraum sowie auf der Fahrbahn, war 4,07mal größer als bei Kfz-Fahrenden; bei Rad- im Vergleich zu Kfz-Fahrenden betrug dieser Faktor 1,96.

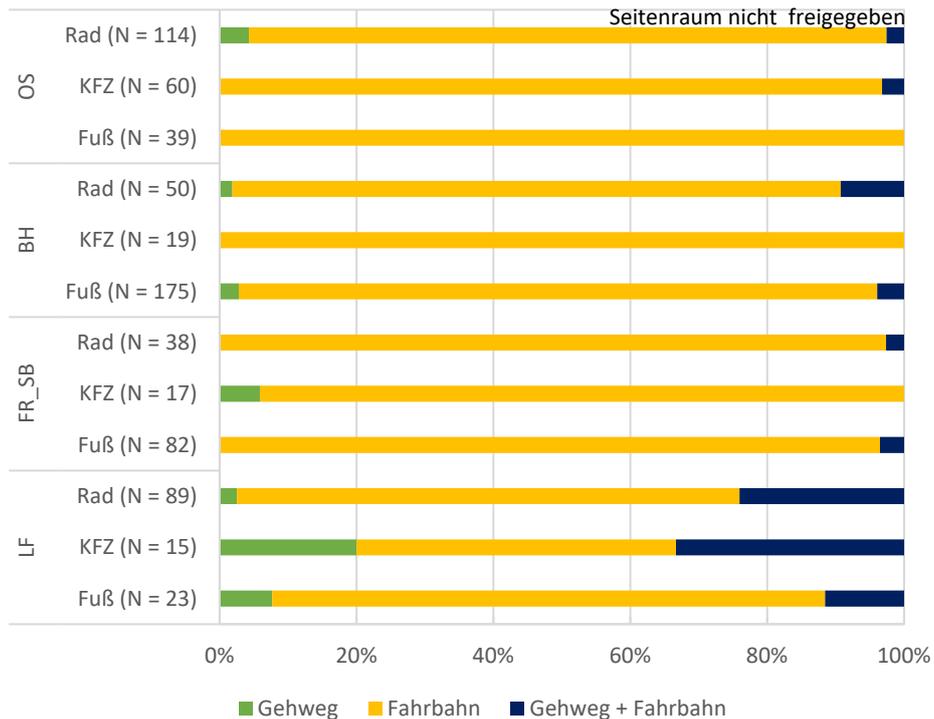


Abbildung 97: Antworten der vor Ort Befragten auf die Frage, wo Radfahren auf der Untersuchungsstrecke (Strecken ohne Seitenraumfreigabe) erlaubt ist, nach Befragungsort und Verkehrsmodus in der Bestandsphase. Prozentsatz je Befragungsort und Verkehrsmodus.

Nach Befragungsart zeigten sich leichte Unterschiede im Antwortverhalten der Befragten, wobei anzumerken ist, dass unterschiedliche Befragungsarten nur auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe analysiert wurden. Die Ergebnisse sind in Abbildung 98 zu sehen.

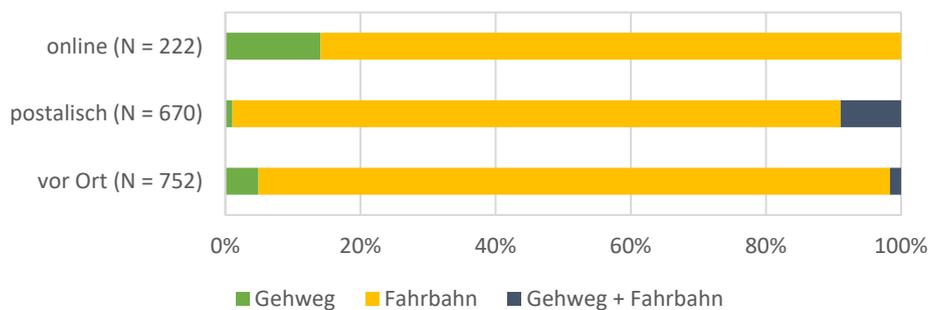


Abbildung 98: Antworten der Befragten auf die Frage, wo Radfahren auf der Untersuchungsstrecke (Strecken ohne Seitenraumfreigabe) erlaubt ist, nach Befragungsart in der Bestandsphase. Prozentsatz je Befragungsart.

Im Schnitt gaben 76,2% (N = 986) der Befragten an, das Überfahren der Piktogramme mit dem Kfz sei erlaubt; 14,9% gaben an, dies sei nur erlaubt, um dem Gegenverkehr auszuweichen. 8,9% hielten das Überfahren der Symbole für nicht erlaubt. Zwischen den Befragungsarten und den verschiedenen befragten Verkehrsteilnehmenden zeigten sich nur kleinere Unterschiede – so hielten prozentual etwas mehr Kfz-Fahrende das Überfahren der Piktogramme für uneingeschränkt erlaubt (80,3%, N = 147) im Vergleich zu den zu Fuß Gehenden (73,5%, N = 339) bzw. Radfahrenden (77,3%, N = 282). Nach Befragungsort zeigten sich ebenfalls kleinere Unterschiede, die in Abbildung 99 aufgeführt sind.

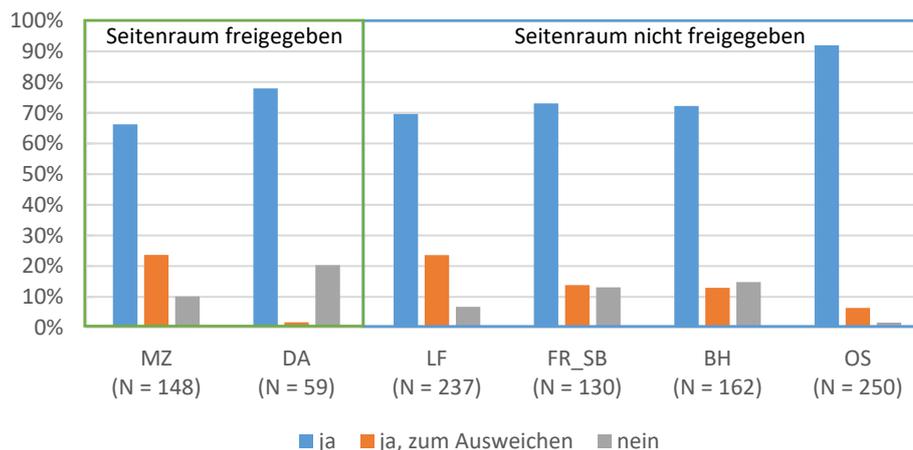


Abbildung 99: Antworten der Befragten auf die Frage, ob das Überfahren der Symbole mit dem Kfz erlaubt sei, nach Befragungsort in der Bestandsphase.  $N_{\text{insgesamt}} = 986$ .

### Zusammenfassung:

Im Allgemeinen lässt sich schlussfolgern, dass den Verkehrsteilnehmenden die Piktogramme auf der Fahrbahn aufgefallen waren und sie deren Bedeutung kannten. Zumeist hatten sie sich die Bedeutung logisch erschlossen, zum Teil hatten sie Berichte über die Symbole in der Zeitung gelesen oder andere Informationsquellen wie beispielsweise Informationsabende von Interessensgruppen genutzt. Die Einschätzungen der Befragten, wo Radfahren auf der Untersuchungsstrecke erlaubt sei, waren größtenteils korrekt. Gleiches galt für die Einschätzungen, ob die Piktogramme mit dem Kfz überfahren werden dürfen. Es lässt sich hypothesenkonform schlussfolgern, dass die Verkehrsteilnehmenden über ein ausreichend ausgeprägtes Regelwissen zur Bedeutung der Piktogramme und dem Umgang mit ihnen auf der Strecke verfügten.

### 5.3.2 Einstellungen

Nicht nur das Wissen über bestimmte Verkehrsregeln ist relevant in der Beeinflussung der Flächenwahl von Radfahrenden, sondern auch Einstellungen zur subjektiven Sicherheit und zu den Interaktionen mit anderen Verkehrsteilnehmenden. Auf diese wird im Folgenden eingegangen (für die Kodierung siehe Tabelle 25).

Für die vor Ort Befragten zeigte sich in einer multivariaten 3 (UV Verkehrsmodus: Fuß, Kfz, Rad) x 6 (UV Befragungsort: MZ, DA, LF, FR\_SB, BH, OS) Between-Subjects-Custom-Model Kovarianzanalyse unter Einschluss des signifikanten Interaktionsterms Verkehrsmodus\*Geburtsjahr für die in Tabelle 25 mit ihrer Kodierung aufgeführten abhängigen Variablen bei Kontrolle für die Kovariablen<sup>11</sup>: Radfahrende ( $M = 2,7$ ,  $SE = 0,08$ ) fühlten sich in jeder der untersuchten Städte bei Kontrolle für die Kovariablen unsicherer als zu Fuß Gehende ( $M = 3,7$ ,  $SE = 0,08$ ) und Kfz- Fahrende ( $M = 3,8$ ,  $SE = 0,11$ ), jeweils

<sup>11</sup> Eingeschlossene Kovariablen: Alter, Geschlecht, Unfälle auf der Strecke und Häufigkeit der Verkehrsmodusnutzung. Signifikante Interaktion von Verkehrsmodus und Erhebungsort,  $V = 0,084$ ,  $F(40, 3648) = 1,967$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta^2_p = 0,021$ . Univariate Follow-Up-Analysen zeigen eine signifikante Interaktion sowohl für das subjektive Sicherheitsempfinden,  $F(10, 912) = 2,206$ ,  $p = 0,016$ ,  $\eta^2_p = 0,024$ , als auch für die Interaktions-Einschätzungen,  $F(10, 912) = 2,521$ ,  $p = 0,005$ ,  $\eta^2_p = 0,027$ . Sie war nicht signifikant für die Veränderung der Sicherheits-,  $F(10, 912) = 1,477$ ,  $p = 0,143$ ,  $\eta^2_p = 0,016$ , und der Interaktions-Ratings,  $F(10, 912) = 0,937$ ,  $p = 0,498$ ,  $\eta^2_p = 0,010$ . Für die Voraussetzungsprüfung vgl. auch Anhang 14.

Sicherheitsgefühl	Interaktions-Einschätzungen	Veränderung des Sicherheitsgefühls	Veränderung der Interaktions-Einschätzungen
1 = nicht sicher	1 = nicht angenehm	1 = viel unsicherer	1 = viel unangenehmer
2 = wenig sicher	2 = wenig angenehm	2 = etwas unsicherer	2 = etwas unangenehmer
3 = mittelmäßig sicher	3 = mittelmäßig angenehm	3 = gleich sicher	3 = gleich angenehm
4 = ziemlich sicher	4 = ziemlich angenehm	4 = etwas sicherer	4 = etwas angenehmer
5 = sehr sicher	5 = sehr angenehm	5 = viel sicherer	5 = viel angenehmer

Tabelle 25: Kodierung der abhängigen Variablen (erste Zeile) für die Analysen in der Bestandsphase.

$p < 0,001$ . Radfahrende schätzten zudem die Interaktionen mit Kfz-Fahrenden als signifikant unangenehmer ein als umgekehrt zu Fuß Gehende und Kfz-Fahrende die Interaktionen mit Radfahrenden, jeweils  $p < 0,001$  (vgl. Abbildung 100 und Abbildung 101).

Auf der Strecke in LF schätzten insbesondere Kfz-Fahrende die Interaktionen mit anderen Verkehrsteilnehmenden als angenehmer wahr und fühlten sich sicherer als in den übrigen Bestandskommunen. Dies ist möglicherweise auf den ausgewählten Querschnitt zurückzuführen: Es handelt sich um eine Durchgangsstraße mit sehr wenig Verkehr, die durch ein Waldstück mit wenig Bebauung führt. Entsprechend hatte die Straße Landstraßencharakter. Für diese ist eine höhere subjektive Sicherheit belegt (AXA, 2015). Ein geringeres Verkehrsaufkommen korreliert mit einer höheren subjektiven Sicherheit (Sørensen & Mosslemi, 2009).

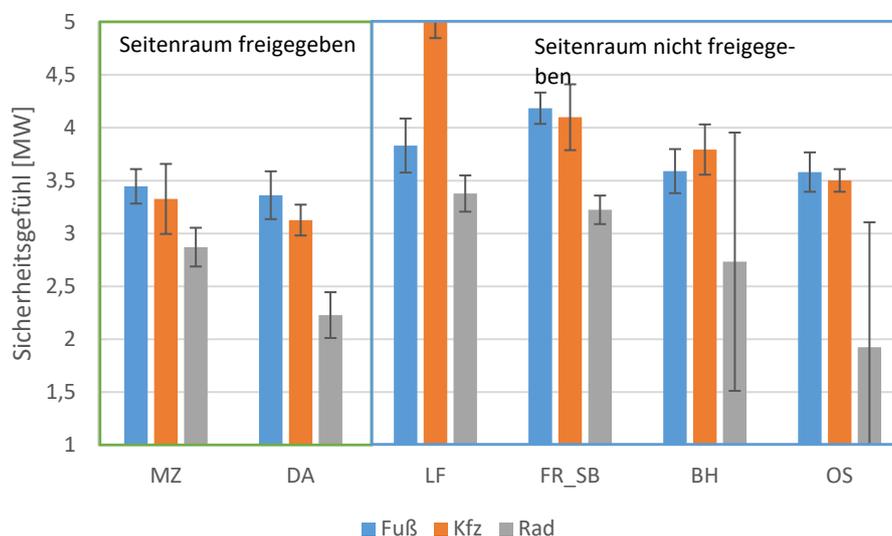


Abbildung 100: Mittelwert des Sicherheitsgefühls der Befragten im Vor-Ort-Datensatz bei Kontrolle für die Kovariaten in der Bestandsphase. Fünfstufige Likert-Skala von 1 = nicht sicher bis 5 = sehr sicher.  $N_{\text{insgesamt}} = 938$ , Stichprobenumfänge für die einzelnen Befragungsorte und Verkehrsmodi siehe Anhang 111.

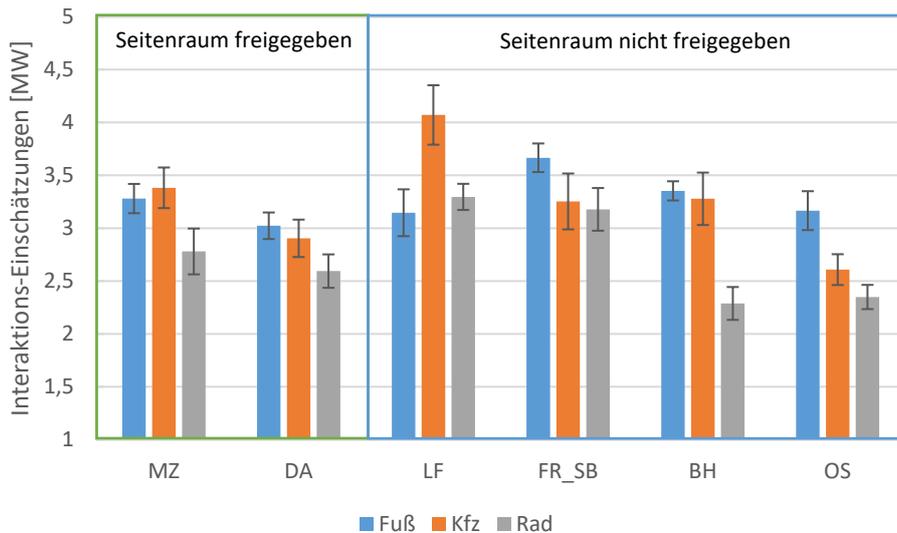


Abbildung 101: Mittelwert der Einschätzungen der Befragten im Vor-Ort-Datensatz, als wie angenehm Begegnungen mit anderen Verkehrsteilnehmenden wahrgenommen werden, bei Kontrolle für die Kovariaten in der Bestandsphase. Zu Fuß Gehende und Kfz-Fahrende schätzten dabei die Begegnungen mit Radfahrenden, Radfahrende die Begegnungen mit Kfz-Fahrenden ein. Fünfstufige Likert-Skala von 1 = *nicht angenehm* bis 5 = *sehr angenehm*.  $N_{\text{insgesamt}} = 938$ , Stichprobenumfänge für die einzelnen Befragungsorte und Verkehrsmodi siehe Anhang 111.

Männer ( $M = 3,5$ ,  $SD = 1,36$ ) fühlten sich signifikant sicherer als Frauen ( $M = 3,2$ ,  $SD = 1,48$ ),  $F(1, 912) = 8,709$ ,  $p = 0,003$ ,  $\eta^2_p = 0,009$ , und nahmen die Interaktionen mit anderen Verkehrsteilnehmenden als angenehmer wahr ( $M = 3,2$ ,  $SD = 1,12$ ) als Frauen ( $M = 3,0$ ,  $SD = 1,19$ ),  $F(1, 912) = 5,740$ ,  $p = 0,017$ ,  $\eta^2_p = 0,006$ .

Hatte eine Person auf der Untersuchungsstrecke bereits einen (Beinahe-)Unfall erlebt, fühlte sie sich signifikant unsicherer ( $M_{\text{kein Unfall}} = 3,4$ ,  $SE_{\text{kein Unfall}} = 1,41$ ;  $M_{\text{Unfall}} = 2,7$ ,  $SD_{\text{Unfall}} = 1,48$ ),  $F(1, 912) = 19,205$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta^2_p = 0,021$ , und schätzte Interaktionen mit anderen als signifikant unangenehmer ein ( $M_{\text{kein Unfall}} = 3,1$ ,  $SD_{\text{kein Unfall}} = 1,16$ ;  $M_{\text{Unfall}} = 2,5$ ,  $SD_{\text{Unfall}} = 1,11$ ),  $F(1, 912) = 24,386$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta^2_p = 0,026$ . Die Aufschlüsselung nach Befragungsort zeigen Abbildung 102 und Abbildung 103.

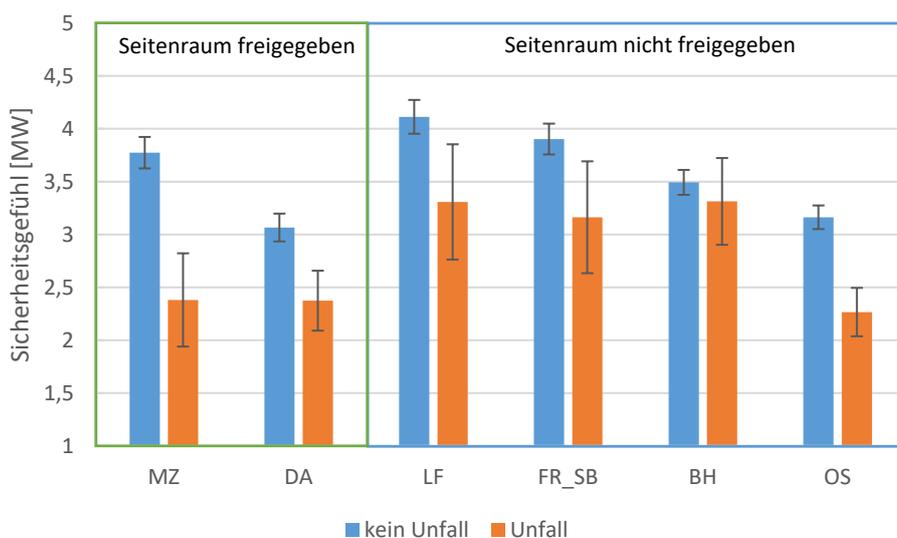


Abbildung 102: Sicherheitsgefühl der vor Ort befragten Verkehrsteilnehmenden [Mittelwerte] nach Befragungsort und erlebten (Beinahe-)Unfällen mit Radbeteiligung auf der Strecke in der Bestandsphase bei Kontrolle für Alter, Geschlecht und Häufigkeit des zu Fuß Gehens, Kfz- und Radfahrens. Fünfstufige Likert-Skala von 1 = *nicht sicher* bis 5 = *sehr sicher*.  $N_{\text{insgesamt}} = 943$ , Stichprobenumfänge für die einzelnen Befragungsorte und Verkehrsmodi siehe Anhang 11m.

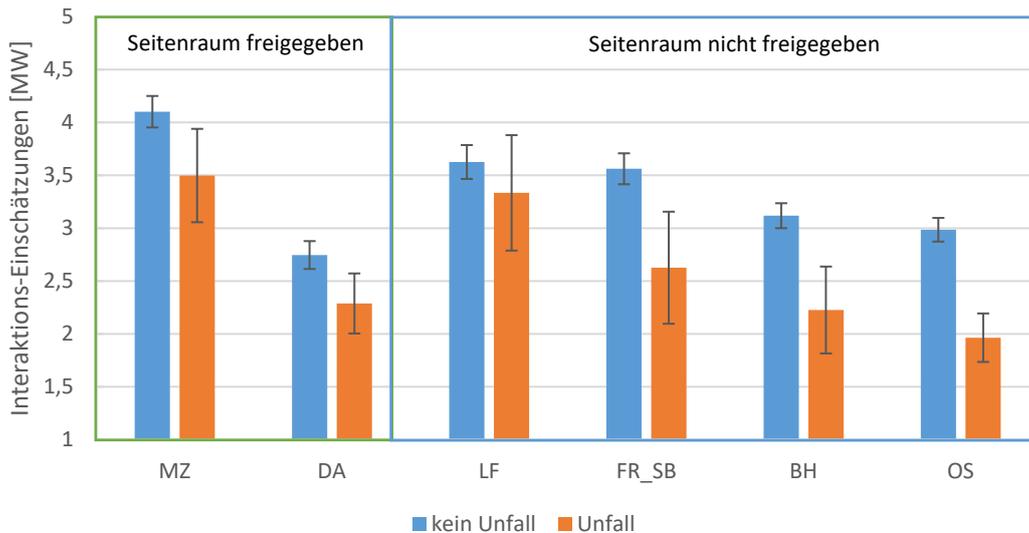


Abbildung 103: Interaktions-Einschätzungen der vor Ort befragten Verkehrsteilnehmenden [Mittelwerte] nach Befragungs-ort und erlebten (Beinahe-)Unfällen mit Radbeteiligung auf der Strecke in der Bestandsphase bei Kontrolle für Alter, Geschlecht und Häufigkeit des zu Fuß Gehens, Kfz- und Radfahrens. Fünfstufige Likert-Skala von 1 = *nicht angenehm* bis 5 = *sehr angenehm*.  $N_{\text{insgesamt}} = 943$ , Stichprobenumfänge für die einzelnen Befragungsorte und Verkehrsmodi siehe Anhang 11m.

Eine Analyse des Sicherheitsgefühls und der Interaktions-Einschätzungen der Radfahrenden bei der Interaktion mit Kfz-Fahrenden und die Einschätzungen von Veränderungen in diesen beiden Aspekten zeigte in einer weiteren MANCOVA über die Befragungsarten hinweg, dass sich die Versuchspersonen nach Befragungsart im Radfahrenden-Datensatz nur minimal unterschieden<sup>12</sup>: Der Mittelwert der vor Ort Befragten lag bei  $M = 2,7$  ( $SE = 0,08$ ), bei der postalischen bei  $M = 2,6$  ( $SE = 0,06$ ) und bei der Online-Befragung bei  $M = 2,7$  ( $SE = 0,14$ ). Wieder zeigte sich ein signifikanter Einfluss von erlebten (Beinahe)Unfällen auf das Erleben der Befragten: Personen, die bereits einen Unfall oder Beinahe-Unfall auf der Untersuchungsstrecke erlebt hatten, fühlten sich unsicherer und nahmen die Interaktionen mit Kfz-Fahrenden als unangenehmer wahr.

In einer weiteren MANCOVA zeigte sich für den Kfz-Datensatz<sup>13</sup>, dass die befragten Kfz-Fahrenden im Mittel angaben, sich auf der jeweiligen Untersuchungsstrecke ziemlich sicher zu fühlen, wobei sich vor Ort Befragte ( $M = 4,1$ ,  $SE = 0,12$ ) sichere fühlten als postalisch ( $M = 3,7$ ,  $SE = 0,05$ ) oder online Befragte ( $M = 3,9$ ,  $SE = 0,12$ ). In OS Befragte ( $M = 3,6$ ,  $SE = 0,06$ ) fühlten sich im Mittel unsicherer als in LF ( $M = 4,1$ ,  $SE = 0,10$ ) oder BH Befragte ( $M = 4,0$ ,  $SE = 0,14$ ).

<sup>12</sup> Signifikante Interaktion von Befragungsart und -ort,  $V = .070$ ,  $F(16, 3876) = 4,324$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta^2_p = 0,018$ . Univariat bestätigte sich der signifikante Einfluss für alle vier abhängigen Variablen – auf das Sicherheitsgefühl,  $F(4, 969) = 8,863$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta^2_p = 0,035$ , auf die Veränderung des Sicherheitsgefühls,  $F(4, 969) = 3,616$ ,  $p = 0,006$ ,  $\eta^2_p = 0,015$ , auf die Interaktions-Einschätzungen,  $F(4, 969) = 8,947$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta^2_p = 0,036$ , und auf die Veränderung dieser Einschätzungen,  $F(4, 969) = 3,977$ ,  $p = 0,003$ ,  $\eta^2_p = 0,016$ .

<sup>13</sup> Signifikante Interaktion von Befragungsart und -ort,  $V = 0,050$ ,  $F(16, 3316) = 2,623$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta^2_p = 0,012$ . Univariat signifikanter Einfluss auf das Sicherheitsempfinden,  $F(4, 829) = 5,590$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta^2_p = 0,026$ , sowie auf die Einschätzung der Begegnungen mit Radfahrenden,  $F(4, 829) = 5,618$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta^2_p = 0,026$ . Der Einfluss der Interaktion auf die Veränderung des Sicherheitsgefühls,  $F(4, 829) = 1,906$ ,  $p = 0,108$ ,  $\eta^2_p = 0,009$ , und auf die Veränderung der Begegnungs-Einschätzungen,  $F(4, 829) = 0,048$ ,  $p = 0,996$ ,  $\eta^2_p = 0,000$ , war nicht signifikant.

Im Mittel schätzten die befragten Kfz-Fahrenden die Begegnungen mit Radfahrenden vor Ort ( $M = 3,4$ ,  $SE = 0,13$ ) als angenehmer ein als postalisch ( $M = 2,8$ ,  $SE = 0,05$ ) oder online ( $M = 3,1$ ,  $SE = 0,12$ ) Befragte. In LF Befragte ( $M = 3,3$ ,  $SE = 0,10$ ) empfanden die Interaktionen mit Radfahrenden als angenehmer als in BH ( $M = 3,2$ ,  $SE = 0,14$ ) oder OS Befragte ( $M = 2,7$ ,  $SE = 0,06$ ).

Seit dem Aufbringen der Piktogramme hatten sich die Sicherheits- und Interaktions-Einschätzungen, unabhängig von Befragungsart und -ort, weder bei den Rad- noch bei Kfz-Fahrenden maßgeblich verändert.

Personen, die bereits einen oder mehrere (Beinahe)Unfälle auf der Untersuchungsstrecke gehabt hatten, fühlten sich unsicherer, empfanden Interaktionen mit Radfahrenden unangenehmer und ihr Sicherheitsgefühl war seit dem Aufbringen der Piktogramme niedriger geworden als das solcher Personen, die noch keinen Unfall oder Beinahe-Unfall erlebt hatten.

Bisher wurden die befragten Rad- und Kfz-Fahrenden getrennt ausgewertet; wurden allerdings alle Befragten aus der postalischen und Online-Befragung verglichen, die sowohl ihre Einschätzungen zum Sicherheitsgefühl und dessen Veränderung als Radfahrende als auch als Kfz-Fahrende gegeben hatten, zeigte sich in allen Kommunen und unabhängig von der Befragungsart ein höheres Sicherheitsgefühl von Kfz-Fahrenden im Vergleich zu Radfahrenden. Während Kfz-Fahrende berichteten, sich im Schnitt mittelmäßig bis ziemlich sicher zu fühlen, gaben Radfahrende an, sich wenig bis mittelmäßig sicher zu fühlen. Abbildung 104 veranschaulicht diesen Sachverhalt.

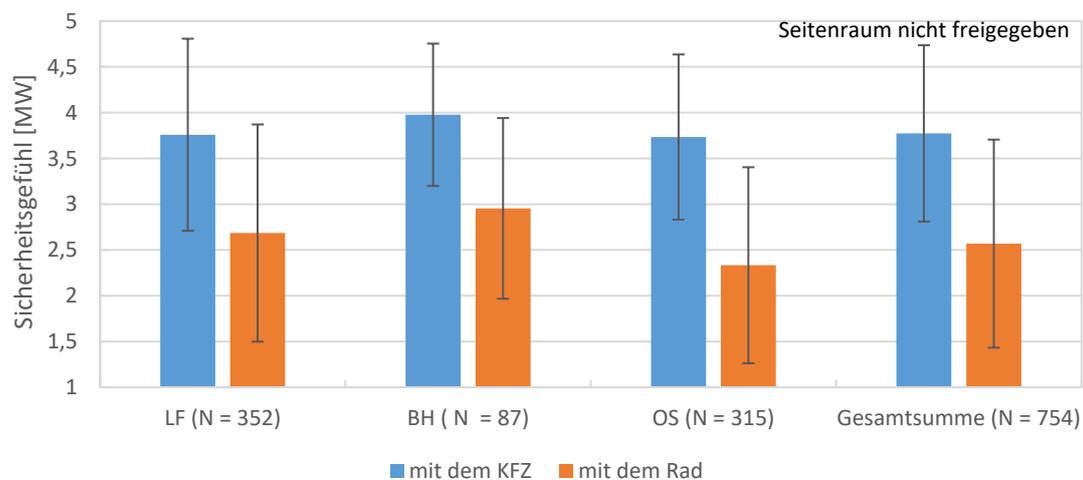


Abbildung 104: Vergleich des subjektiven Sicherheitsgefühls von postalisch und online Befragten, die diese Einschätzung sowohl als Rad- als auch als Kfz-Fahrende abgegeben hatten, nach Befragungsort in der Bestandsphase [Deskriptive Mittelwerte]. Fünfstufige Likert-Skala von 1 = *nicht sicher* bis 5 = *sehr sicher*.  $N_{\text{insgesamt}} = 754$ .

Kfz-Fahrende nahmen die Interaktionen mit Radfahrenden unabhängig vom Befragungsort als angenehmer wahr als umgekehrt (vgl. Abbildung 105). Interessant ist dabei, dass die befragten Kfz-Fahrenden die Interaktionen mit Radfahrenden als mittelmäßig, die befragten Radfahrenden die Interaktionen mit Kfz-Fahrenden als eher wenig angenehm wahrnahmen.

Über die verschiedenen Befragungsarten hinweg zeigten sich kaum Unterschiede in der berichteten Veränderung des Sicherheitsgefühls zwischen Rad- und Kfz-Fahrenden. Gleiches galt für die Veränderung der Interaktions-Einschätzungen.

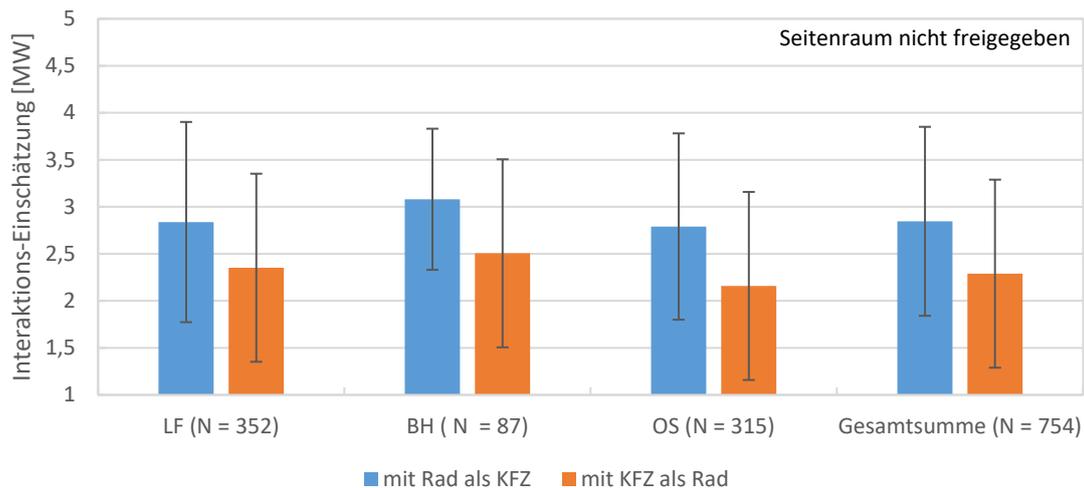


Abbildung 105: Vergleich der Antworten der postalisch und online Befragten auf die Frage, als wie angenehm sie die Begegnungen mit Radfahrenden als Kfz-Fahrende sowie mit Kfz-Fahrenden als Radfahrende wahrnehmen, nach Befragungsort in der Bestandsphase [Deskriptive Mittelwerte]. Fünfstufige Likert-Skala von 1 = *nicht angenehm* bis 5 = *sehr angenehm*.  $N_{\text{insgesamt}} = 754$ .

#### **Zusammenfassung:**

Die Ergebnisse aus der Bestandsphase zeigen, dass das Sicherheitsgefühl der Radfahrenden unter dem der zu Fuß Gehenden und Kfz-Fahrenden liegt. Zudem zeigen sich nach Befragungsort und -art leichte Unterschiede in dieser Wahrnehmung. Die Strecke in OS wurde als unsicherer bewertet und die Interaktionen mit anderen Verkehrsteilnehmenden dort als unangenehmer eingeschätzt; dies könnte auf die hohe Verkehrsdichte auf der Strecke sowie eine Beeinflussung durch eine parallel verlaufende und möglicherweise als sicherer wahrgenommene Fahrradstraße zurückzuführen sein. Radfahrende nehmen Interaktionen mit Kfz-Fahrenden unangenehmer wahr als umgekehrt. Ob eine Person in den letzten drei Jahren bereits einen Unfall oder Beinahe-Unfall mit Radbeteiligung erlebt hat, hängt signifikant mit ihrer Wahrnehmung der subjektiven Sicherheit und der Einschätzungen der Interaktionen mit anderen zusammen. Teilweise zeigen sich zudem Geschlechtseffekte. Gefragt danach, ob sich ihr Sicherheitsgefühl bzw. ihre Interaktions-Einschätzungen seit dem Aufbringen der Piktogramme verändert haben, berichtet der Großteil der Verkehrsteilnehmenden, keine Unterschiede bemerkt zu haben.

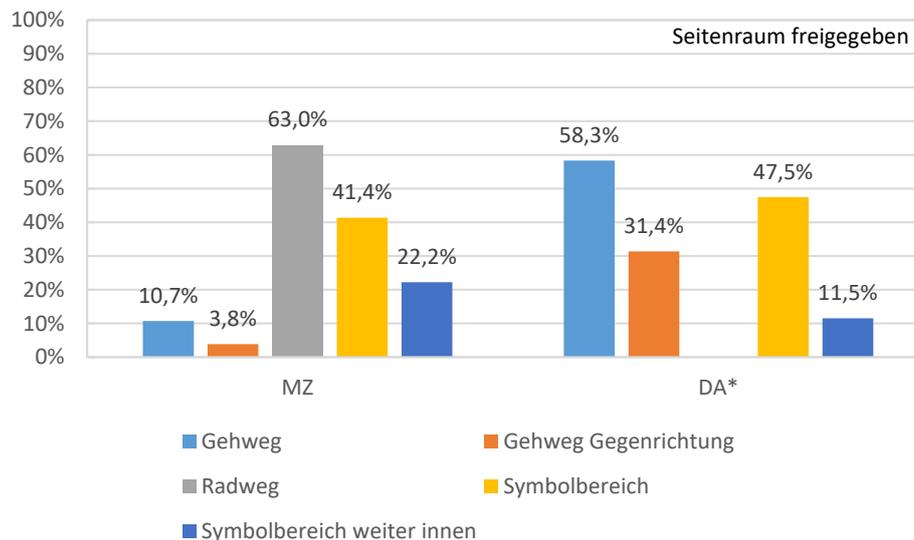
### 5.3.3 Berichtetes Verhalten

Nachfolgend werden die Ergebnisse zum berichteten Verhalten der Radfahren (5.3.3.1) und Veränderungen dieses Verhaltens (5.3.3.2) sowie berichtete (Beinahe-)Unfälle (5.3.3.3) aus der Bestandsphase vorgestellt.

#### 5.3.3.1 Berichtetes Verhalten der Radfahrenden

Aufgrund unterschiedlicher Regelungen, wo Radfahren auf den Untersuchungsstrecken erlaubt war, die beeinflussen, wo die Radfahrenden selbst mit dem Rad fahren, werden die Ergebnisse nachfolgend wie bereits unter 5.3.1.3 getrennt nach der Seitenraumfreigabe analysiert. Aufgrund teilweise zu geringer Fallzahlen und dadurch verletzter Voraussetzungen konnten keine dreifaktoriellen loglinearen Analysen durchgeführt werden mit den Variablen Befragungsart, -ort und der Flächenwahl der Befragten. Nach Field (2018) wurden die Daten über diejenige Variable zusammengefügt, für die der kleinste Einfluss vorhergesagt wurde, die Befragungsart.

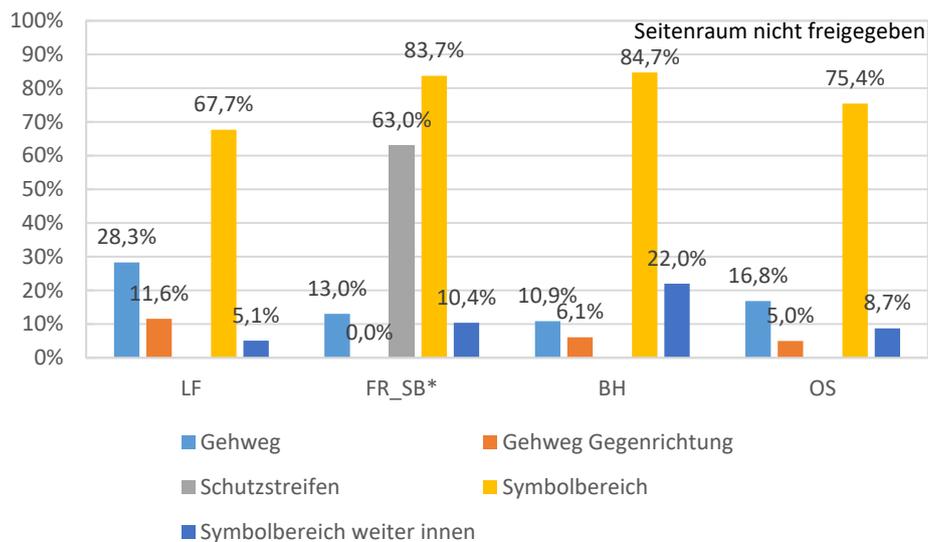
Die vor Ort befragten Radfahrenden sowie die postalisch und online Befragten, die angaben, mindestens 1-2 Tage pro Woche mit dem Rad auf der Untersuchungsstrecke zu fahren, wurden gebeten, Auskunft zu geben, wie oft sie welche Fläche mit dem Rad auf der Untersuchungsstrecke nutzen. Im Folgenden werden die Antworten der Befragten berichtet, die angaben, eine Fläche *oft* oder *immer* zu nutzen. Dabei berichteten auf den beiden Strecken mit Seitenraumfreigabe in MZ und DA insgesamt 43,2% (N = 88), oft oder immer den Gehweg bzw. mit 22,1% (N = 77) den Gehweg in Gegenrichtung mit dem Rad zu nutzen. Auf der Strecke in MZ gaben 63,0% (N = 27) an, oft oder immer den Radweg zu nutzen; auf beiden Strecken befuhren 45,5% (N = 88) den Symbolbereich auf der Fahrbahn und 15,2% (N = 103) die Fahrbahn weiter innen neben den Symbolen (vgl. Abbildung 106). In einem  $\chi^2$ -Test war der Zusammenhang von Befragungsort und der Tatsache, ob die Befragten angaben, oft oder immer mit dem Rad den Seitenraum, also den Gehweg bzw. den Gehweg in Gegenrichtung bzw., sofern vorhanden, den nicht benutzungspflichtigen Radweg zu nutzen (oder seltener) bei den befragten Radfahrenden nicht signifikant,  $\chi^2(1) = 0,178$ ,  $p = 0,673$ ,  $V = 0,043$ . Gleiches galt auch für den Zusammenhang von Befragungsort und der Tatsache, ob die Befragten angaben, oft oder immer mit dem Rad die Fahrbahn, also den Symbolbereich bzw. den Symbolbereich weiter innen zu nutzen (oder seltener),  $\chi^2(1) = 1,007$ ,  $p = 0,316$ ,  $V = 0,101$ .



	Gehweg	Gehweg Gegenrichtung	Radweg	Symbolbereich	Symbolbereich weiter innen
<b>N MZ</b>	28	26	27	29	34
<b>N DA</b>	60	51	-	59	69

Abbildung 106: Anteil der befragten Radfahrenden (vor Ort befragte Radfahrende und solche Personen, die in der postalischen/Online-Befragung angaben, mindestens 1-2 Tage pro Woche mit dem Rad auf der Untersuchungsstrecke zu fahren), der auf Untersuchungsstrecken mit Seitenraumfreigabe mit „oft“ oder „immer“ auf die Frage antwortete, wie häufig die Person verschiedene vorhandene Flächen mit dem Rad auf der Strecke selbst nutzt, nach Befragungsort in der Bestandsphase. \*Befragung der Verkehrsteilnehmenden auf einem Abschnitt mit für Radfahrende freigegebenem Gehweg. Mehrfachantworten möglich.

Auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe gaben 20,8% (N = 1.161) an, oft oder immer den Gehweg, und 7,8% (N = 1.002) gaben an, den Gehweg in Gegenrichtung zu nutzen. 73,9% (N = 1.146) nutzten mindestens oft den Bereich mit den Symbolen auf der Fahrbahn, 9,2% (N = 978) fuhren noch weiter Richtung Fahrbahnmitte auf dem Fahrstreifen. Auf der Strecke mit einseitigem Schutzstreifen (FR\_SB) gaben 63,0% (N = 46) an, diesen mindestens oft zu nutzen (vgl. Abbildung 107). Zwischen den verschiedenen Befragungsarten zeigten sich keine größeren Unterschiede.



	Gehweg	Gehweg Gegenrichtung	Schutzstreifen	Symbolbereich	Symbolbereich weiter innen
<b>N LF</b>	438	431	-	470	411
<b>N FR_SB</b>	46	38	46	49	48
<b>N BH</b>	231	132	-	163	141
<b>N OS</b>	446	401	-	464	378

Abbildung 107: Anteil der befragten Radfahrenden (vor Ort befragte Radfahrende und solche Personen, die in der postalischen/Online-Befragung angaben, mindestens 1-2 Tage pro Woche mit dem Rad auf der Untersuchungsstrecke zu fahren), der auf Untersuchungsstrecken ohne Seitenraumfreigabe mit „oft“ oder „immer“ auf die Frage antwortete, wie häufig die Person verschiedene vorhandene Flächen mit dem Rad auf der Strecke selbst nutzt, nach Befragungsort in der Bestandsphase. \*In FR\_SB einseitig Schutzstreifen. Mehrfachantworten möglich.

### 5.3.3.2 Berichtete Veränderungen im Verhalten der Radfahrenden

Gefragt nach anderen Radfahrenden, berichteten 73,2% (N = 1.124) der Befragten, die Zahl der Radfahrenden auf der Untersuchungsstrecke sei nach dem Aufbringen der Piktogramme gleichgeblieben; 2,9% berichteten, es seien nun weniger oder viel weniger Radfahrende auf der Strecke unterwegs. 23,8% gaben das Gegenteil an und berichteten, es seien nun etwas oder viel mehr Radfahrende auf der Strecke anzutreffen als vor der Maßnahmenumsetzung. Eine Aufschlüsselung nach Verkehrsflächen zeigte, dass 38,1% (N = 1.199) der Befragten berichteten, nun seien etwas oder viel weniger Radfahrende auf dem Gehweg anzutreffen; 11,7% waren der Meinung, es seien nun etwas oder viel mehr. 50,2% berichteten keine Veränderung. 5,3% (N = 1.396) der Befragten gaben an, dass nach dem Aufbringen der Piktogramme weniger Radfahrende auf der Fahrbahn fahren würden; 47,8% gaben an, es seien nun etwas oder viel mehr. 46,9% berichteten keine Veränderung der Zahl der Radfahrenden auf der Fahrbahn. Eine Analyse der Berichte nach Untersuchungsstrecke zeigte starke Unterschiede: Während die Befragten in MZ und LF, in geringerem Ausmaße auch in OS und FR\_SB, eine deutliche Reduktion der Zahl der Radfahrenden auf dem Gehweg berichteten und einen Anstieg der Zahl der Radfahrenden auf der Fahrbahn, fiel der Anteil derjenigen, die eine Reduktion des Gehwegfahrens berichteten, in DA und BH deutlich geringer aus (vgl. Abbildung 108).

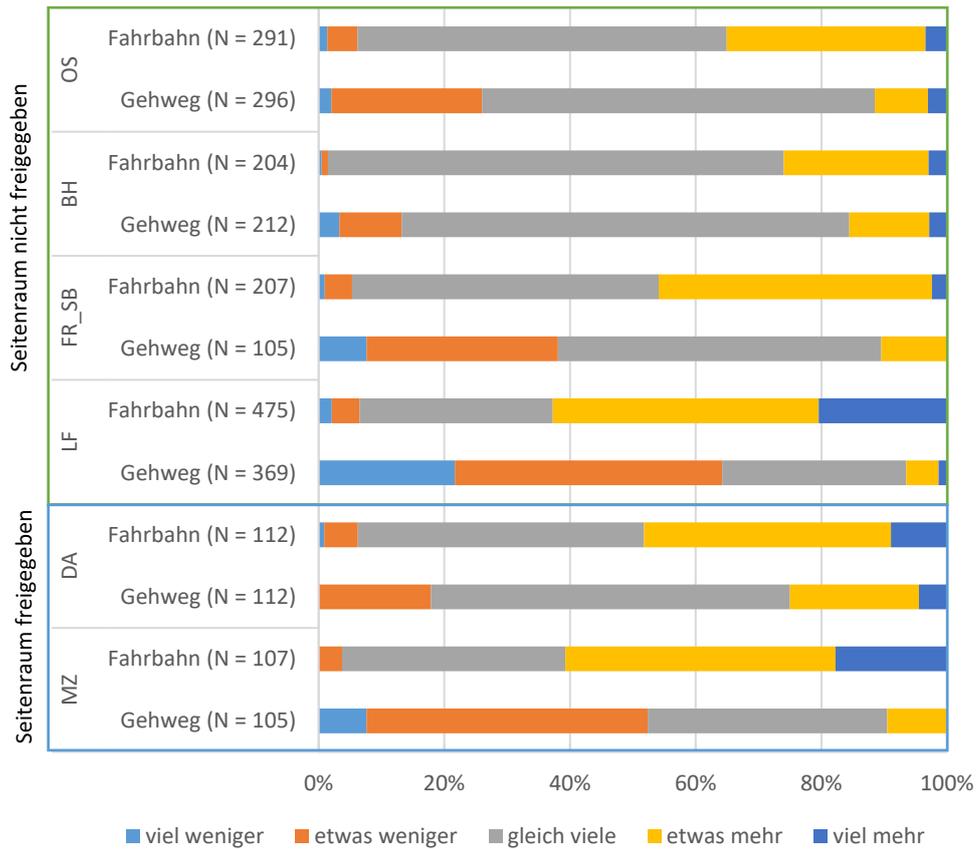


Abbildung 108: Anteilige berichtete Veränderung der Zahl der Radfahrenden auf dem Gehweg bzw. der Fahrbahn nach Befragungsort in der Bestandsphase.

In MZ wurden zusätzlich zu Veränderungen auf Gehweg und Fahrbahn auch die Veränderung der Zahl der Radfahrenden auf dem nicht benutzungspflichtigen Radweg erfragt; hier berichteten 40,0% (N = 100) keine Veränderung, 8,3% etwas oder viel weniger Radfahrende auf dem Radweg und 22,0% etwas oder viel mehr Radfahrende auf dem Radweg. Vor Ort befragte zu Fuß Gehende, Kfz- und Radfahrende berichteten eine Veränderung der Flächenwahl der Radfahrenden in ähnlichem Maße (vgl. Abbildung 109).

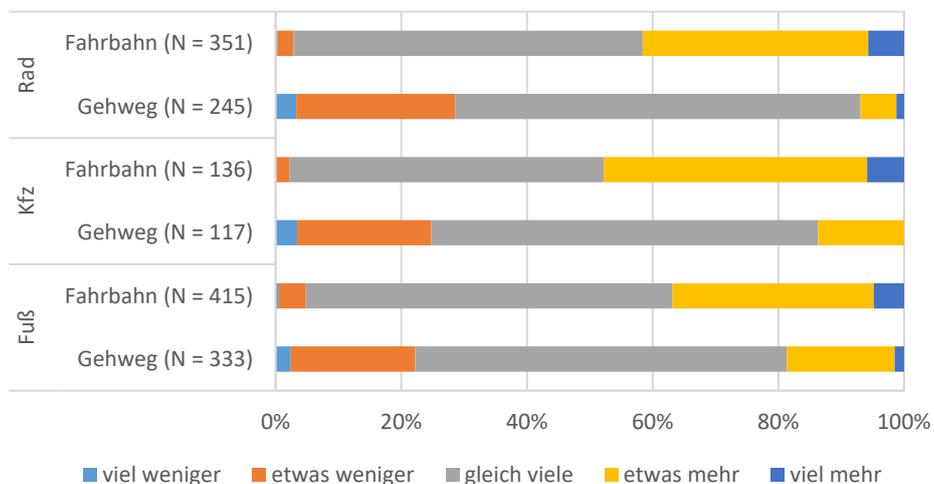


Abbildung 109: Anteilige berichtete Veränderung der Zahl der Radfahrenden auf dem Gehweg bzw. der Fahrbahn in der Vor-Ort-Befragung nach Verkehrsmodus in der Bestandsphase.

Neben Unterschieden nach Befragungsort zeigten sich auch Unterschiede in der berichteten Veränderung der Zahl der Radfahrenden nach Befragungsart: In der postalischen und der Online-Befragung wurden anteilig eine größere Reduktion des Gehwegfahrens berichtet als vor Ort, wie Abbildung 110 verdeutlicht.

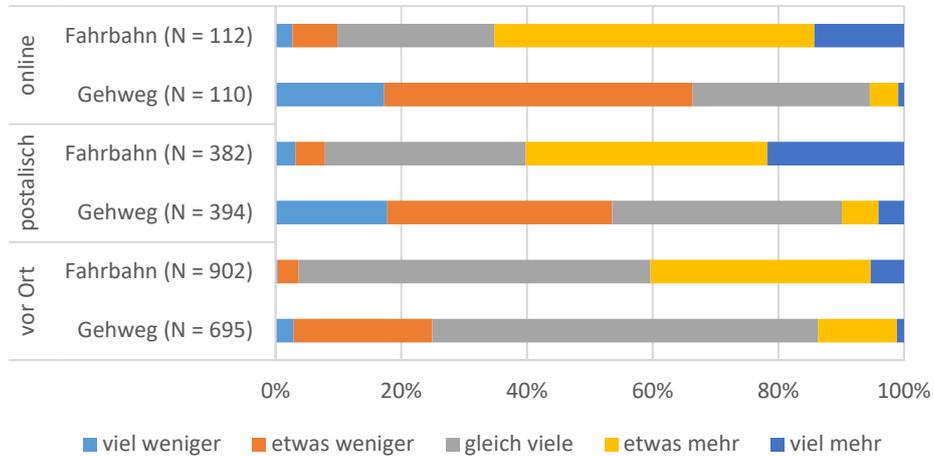


Abbildung 110: Anteilige berichtete Veränderung der Zahl der Radfahrenden auf dem Gehweg bzw. der Fahrbahn nach Befragungsart in der Bestandsphase.

11,8% (N = 1.088) der Befragten berichteten eine Verschiebung der Position der Radfahrenden auf der Fahrbahn etwas oder viel weiter nach links, 69,1% hatten keine Veränderung bemerkt und 19,1% empfanden die Positionen der Radfahrenden auf der Fahrbahn seit dem Aufbringen der Piktogramme als etwas oder viel weiter rechts. Es zeigten sich wieder Unterschiede im Antwortverhalten nach Befragungsort: Während in OS in der Tendenz eher eine Verschiebung der Radfahrenden-Position nach links berichtet wurde, war es in den übrigen Kommunen eher eine Verschiebung nach rechts hin zum Fahrbahnrand (vgl. Abbildung 111).

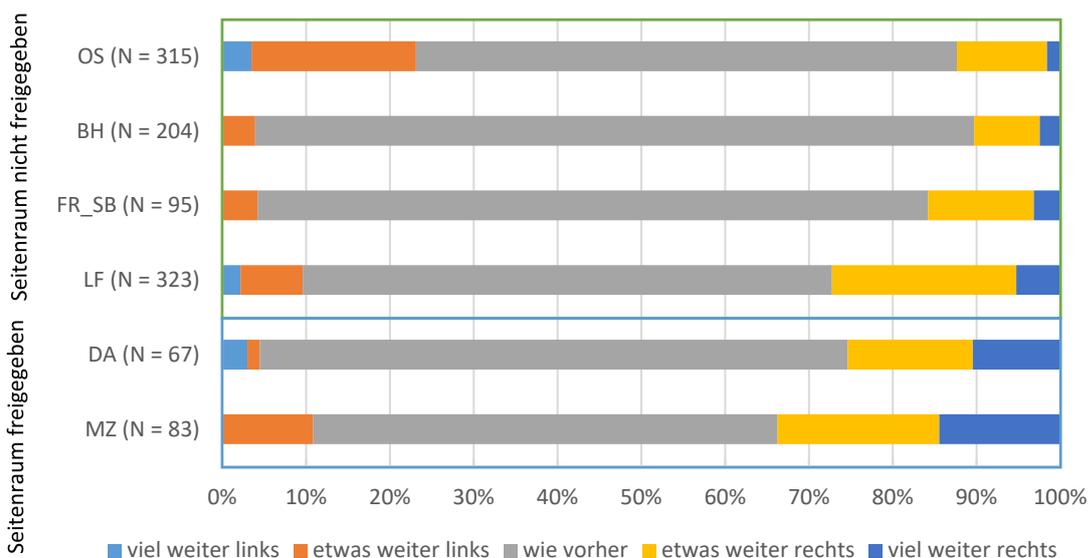


Abbildung 111: Anteilige berichtete Veränderung der Positionen der Radfahrenden auf der Fahrbahn seit dem Aufbringen der Piktogramme nach Befragungsort in der Bestandsphase.

Dieses Ergebnis widerspricht der Hypothese, dass die Piktogramme zu einer Veränderung der berichteten Fahrposition Radfahrender auf der Fahrbahn weiter hin zur Mitte des Fahrstreifens fahren würden. Die vor Ort befragten zu Fuß Gehenden, Kfz- und Radfahrenden berichteten eine Veränderung der Position der Radfahrenden seit dem Aufbringen der Piktogramme in ähnlichem Maße – 76,7% (N = 610) berichteten keine Veränderung, 5,7% eine Position etwas oder viel weiter links und 17,5% etwas oder viel weiter rechts. In der postalischen und der Online-Befragung wurden wie bei der berichteten Veränderung der Zahl der Radfahrenden anteilig mehr Veränderungen der Position der Radfahrenden auf der Fahrbahn berichtet als in der Vor-Ort-Befragung.

Ob sich die Häufigkeit, mit der die Befragten auf der Untersuchungsstrecke zu Fuß gehen, Kfz und Rad fahren seit dem Aufbringen der Piktogramme verändert hat, lässt sich aufgrund der Vielzahl fehlender Fälle und der damit einhergehenden kleinen Zellenbesetzung nicht mit Klarheit für die einzelnen Strecken und verschiedenen Befragungsarten beurteilen. In der Tendenz berichteten die Befragten insgesamt, sie würden auf der Strecke gleich oft zu Fuß gehen (92,2%, N = 258), Kfz (94,6%, N = 883) und Rad fahren (84,7%, N = 413; vgl. Abbildung 112).

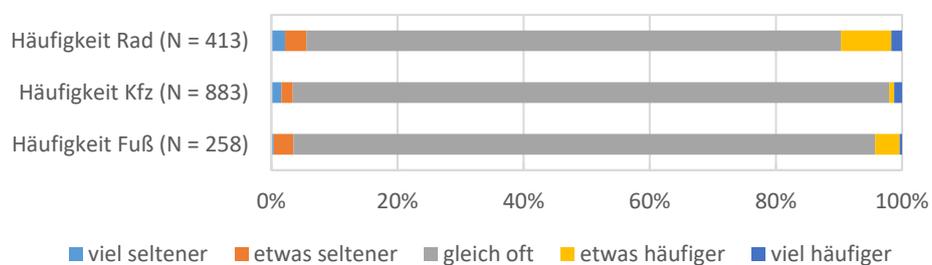


Abbildung 112: Anteilige berichtete Veränderung der Häufigkeit, mit der die Befragten auf der Untersuchungsstrecke zu Fuß gehen, Kfz und Rad fahren, seit dem Aufbringen der Piktogramme in der Bestandsphase.

In Abschnitt 5.3.1 wurde bereits auf das Regelwissen der Verkehrsteilnehmenden zum Überfahren der Symbole mit dem Kfz eingegangen. Zusätzlich zu diesem Wissen wurde abgefragt, ob die Befragten die Piktogramme mit dem Kfz überfahren (bzw. überfahren würden, wenn sie mit dem Kfz unterwegs wären). Dabei zeigte sich, dass 52,0% (N = 1.584) der Befragten angaben, die Symbole ohne Einschränkung zu überfahren; 38,3% gaben an, sie nur zum Ausweichen bei Gegenverkehr zu überfahren. Im Vergleich mit der Abfrage des Regelwissens zeigt sich, dass die Befragten angaben, das Überfahren der Piktogramme sei erlaubt, von dieser Möglichkeit aber selbst weniger Gebrauch zu machen (vgl. auch Abbildung 113 und Abbildung 114 für eine Aufschlüsselung der Antworten nach Befragungsort und gewähltem Verkehrsmodus).

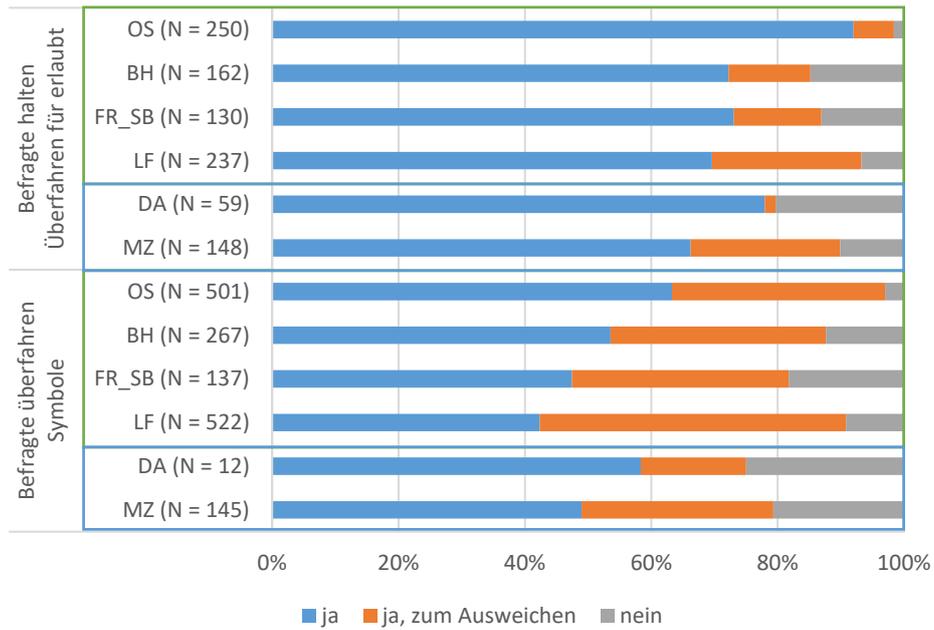


Abbildung 113: Antworten der Befragten auf die Frage, ob das Überfahren der Symbole mit dem Kfz erlaubt sei und sie die Symbole selbst überfahren (würden), nach Befragungsort in der Bestandsphase. Mehrfachantworten, Prozentsatz je Befragungsort. Grün umrahmt: Strecken ohne Seitenraumfreigabe, blau umrahmt: Strecken mit Seitenraumfreigabe.

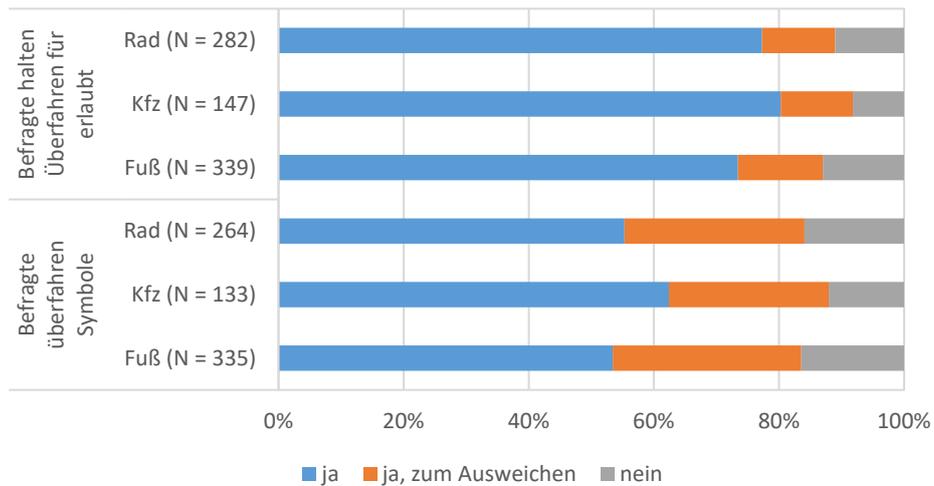


Abbildung 114: Antworten der Befragten auf die Frage, ob das Überfahren der Symbole mit dem Kfz erlaubt sei und ob sie die Symbole selbst überfahren (würden), nach Verkehrsmodus in der Bestandsphase. Mehrfachantworten, Prozentsatz je Verkehrsmodus.

72,9% (N = 1.538) der Verkehrsteilnehmenden berichteten keine Veränderung der Geschwindigkeit der Kfz seit dem Aufbringen der Piktogramme. 21,8% der Befragten berichteten, die Kfz würden seit der Maßnahmenumsetzung etwas oder viel langsamer fahren und 5,3%, dass sie nun etwas oder viel schneller fahren würden. Es zeigten sich keine nennenswerten Unterschiede in dieser Einschätzung nach gewähltem Verkehrsmodus vor Ort und nach der Befragungsart. Auch nach dem Befragungsort zeigten sich keine bedeutsamen Unterschiede (vgl. Abbildung 115).

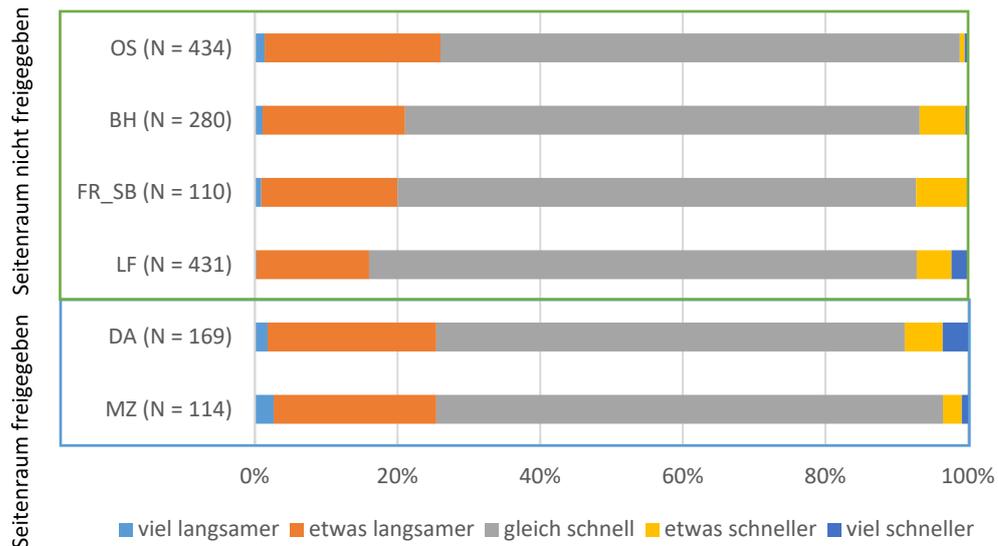


Abbildung 115: Anteilige berichtete wahrgenommene Veränderung der Geschwindigkeit der Kfz auf der Untersuchungsstrecke seit dem Aufbringen der Piktogramme nach Befragungsort in der Bestandsphase.

### 5.3.3.3 Berichtete (Beinahe-)Unfälle

Insgesamt berichteten 12,5% (N = 1.979) der Befragten, in den letzten drei Jahren auf der Untersuchungsstrecke mindestens einen Unfall oder Beinahe-Unfall mit Radbeteiligung erlebt zu haben. Vor Ort waren es 12,0% (N = 1.119) der Verkehrsteilnehmenden, in der postalischen 15,6% (N = 681) und in der Online-Befragung 5,4% (N = 222). Die prozentual meisten kritischen Situationen wurden in DA (18,9%, N = 233) und OS (14,8%, N = 580) berichtet, der niedrigste Anteil war in FR\_SB vorzufinden (8,7%, N = 149). Ob ein Unfall bzw. Beinahe-Unfall vor oder nach dem Aufbringen der Piktogramme geschehen war, hielt sich in etwa die Waage (vgl. Abbildung 116).

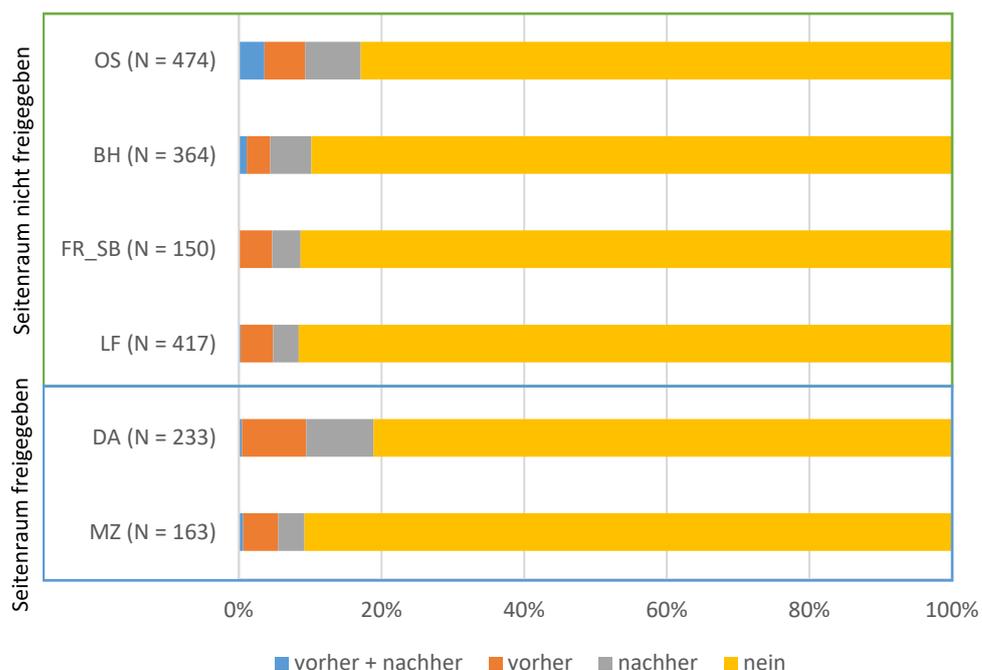


Abbildung 116: Anteil der Befragten, die berichteten, auf der Untersuchungsstrecke bereits mindestens einen Unfall oder Beinahe-Unfall mit Radbeteiligung erlebt zu haben, nach Befragungsort in der Bestandsphase.

In der Vor-Ort-Befragung berichteten Kfz- (13,1%, N = 206) und Radfahrende (12,7%, N = 392) in der Tendenz etwas mehr kritische Situationen mit Radbeteiligung als zu Fuß Gehende (10,7%, N = 522). In einer dreifaktoriellen loglinearen Analyse im Vor-Ort-Datensatz, in die der Befragungsort, der Verkehrsmodus und die Tatsache eingingen, ob die Befragten in den letzten drei Jahren auf der Untersuchungsstrecke bereits einen (Beinahe-)Unfall erlebt hatten, war die Interaktion höchster Ordnung, also die Dreifach-Interaktion, nicht signifikant,  $\chi^2(10) = 13,02$ ,  $p = 0,222$ . Die Effekte zweiter und höherer Ordnung waren signifikant,  $\chi^2(27) = 290,37$ ,  $p < 0,001$ . Die Unterschiede waren in einer Follow-Up- $\chi^2$ -Untersuchung nach Verkehrsmodus und erlebtem (Beinahe-)Unfall signifikant,  $\chi^2(2) = 7,55$ ,  $p = 0,023$ ,  $V = 0,082$ . Die Chance, dass die Befragten in den letzten drei Jahren auf der Untersuchungsstrecke bereits einen (Beinahe-)Unfall erlebt hatten, war für Radfahrende im Vergleich zu zu Fuß Gehenden (OR = 2,06) und Kfz-Fahrenden (OR = 2,35) erhöht.

#### **Zusammenfassung:**

Auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe gaben die meisten Radfahrenden an, oft oder immer den Symbolbereich mit den Piktogrammen auf der Fahrbahn zu nutzen, während auf Flächen mit Seitenraumfreigabe sowohl die Nutzung des Seitenraums als auch der Fahrbahn berichtet wurde. Gefragt nach anderen Radfahrenden, berichteten die meisten Befragten keine Veränderungen der Flächenwahl – in der Tendenz nahm die Gehwegnutzung ab und die Fahrbahnnutzung zu, wobei sich nach Kommune teils starke Unterschiede zeigten. In der postalischen und der Online-Befragung wurden anteilig eine größere Reduktion des Gehwegfahrens berichtet als vor Ort, was auf Unterschiede in der Stichprobenzusammensetzung zurückzuführen sein könnte (für eine ausführlichere Diskussion dieser Möglichkeit vgl. Kapitel 4.4.3, Seite 110). Der Großteil der Befragten berichtete keine Veränderung der Position der Radfahrenden auf der Fahrbahn. Der Anteil derjenigen, die eine Veränderung in Form einer mittigeren Position der Radfahrenden auf der Fahrbahn berichteten, und derjenigen, die eine Position näher am Fahrbahnrand berichteten, war etwa ausgeglichen. Etwa 90% der Befragten waren der Meinung, die Piktogramme mit dem Kfz jederzeit oder zum Ausweichen überfahren zu dürfen. Rund 22% der Verkehrsteilnehmenden berichteten von einer Verlangsamung der Geschwindigkeit der Kfz seit dem Aufbringen der Piktogramme. Etwa jede 13. befragte Person hatte in den letzten drei Jahren auf der Untersuchungsstrecke bereits einen Unfall oder Beinahe-Unfall mit Radbeteiligung erlebt. Es ist darauf hinzuweisen, dass die Umsetzung der Maßnahmen nicht auf allen Strecken bereits drei Jahre zurücklag, so dass die Unfalldaten teilweise auch durch Bedingungen vor dem Markieren der Piktogramme beeinflusst sein können.

## 6 Unfalluntersuchung

Unter 6.1 und 6.2 werden die Ergebnisse aus den Unfalluntersuchungen vorgestellt. Dabei wird jeweils zunächst die Auswertung nach Unfalltyp (6.1.1 bzw. 6.2.1) und anschließend nach Unfalldichte und -rate (6.1.2 und 6.2.2) erläutert. Unter 6.1.3 werden die Ergebnisse mit Befunden aus anderen Studien verglichen.

### 6.1 Pilotstrecken

In der Unfalluntersuchung der Pilotstrecken wurden die Daten von 13 Strecken betrachtet. An der Strecke RA wurden die Piktogrammketten kurz nach der Nachher-Erhebung vor Ort demarkiert, so dass nur ein Zeitraum von maximal einem Monat hätte betrachtet werden können, daher wurde die Strecke RA aus der Unfalluntersuchung ausgeschlossen. Für den Vorher-Zeitraum konnte für alle Strecken ein Zeitraum von drei Jahren betrachtet werden, entsprechend der Umsetzungszeitpunkte stand für die Nachher-Betrachtung ein Zeitraum von einem oder zwei Jahren zur Verfügung (vgl. Tabelle 26). An einzelnen Strecken standen nur die Daten von 35 statt 36 bzw. 23 statt 24 Monaten zur Verfügung. Durch die Einbeziehung des nicht kompletten Jahres entsteht ein größerer Mehrwert für die Datenqualität, wobei angenommen wird, dass ein fehlender Monat keine signifikante Verschlechterung mit sich zieht, auch unter der Berücksichtigung, dass nicht in jedem Monat Radverkehrsunfälle verzeichnet wurden. Daher wurden die Daten für die Strecken, in denen 1 Monat zum vollen Jahr fehlte, auch in die Analyse einbezogen. Für die Berechnungen der Unfallkenngrößen wurde dies entsprechend berücksichtigt. Anhang 8 enthält eine Übersicht der Unfalltypenkarten aller Strecken.

Strecke	Länge [km]	Knotenpunkte	Zeitpunkt Umsetzung	Betrachtungszeiträume	
				Vorher	Nachher
AR_BR	1,6	11	Sept 2018	01/15-12/17	06/19-05/20
AR_HL	0,8	7	Sept 2018	01/15-12/17	06/19-05/20
BI	0,7	6	Aug 2018 Dauer: 12 Wochen (verlängert)	01/15-12/17	01/19-12/19
FR_RH	0,8	5	Jun 2018	01/15-12/17	01/19-12/19
GT	0,4	4	Mrz 2019	01/16-12/18	06/19-05/20
KO_BH	0,7	8	Feb 2019	01/16-12/18	06/19-05/20
KO_HZ	0,4	4	Feb 2019	01/16-12/18	06/19-05/20
KO_L	0,6	3	Feb 2019	01/16-12/18	06/19-05/20
KOE	1,7	13	Jan 2019	01/16-12/18	06/19-05/20
PB	3,0	20	Jun 2018	01/15-12/17	09/18-08/19
ST	0,5	5	Nov 2017 - Mrz 2018	01/14-12/16	06/18-04/20
TR_PA	1,2	4	Dez 2017	01/15-11/17	08/18-07/20
TR_WB	0,5	8	Dez 2017 - Mai 2018	01/15-11/17	08/18-07/20

Tabelle 26: Betrachtungszeiträume Unfalldatenauswertung Pilotstrecken.

Für die Strecken lagen teilweise Unfälle der Kategorien 1-6 vor, jedoch teilweise auch nur der Kategorien 1-4 bzw. fehlte vereinzelt die Angabe der Unfallkategorie. Aus Gründen der Vergleichbarkeit wurden zuerst nur die Unfälle der Kategorien 1-4 (Unfälle mit Personenschäden und Unfälle mit schwerem Sachschaden) betrachtet. Hier zeigte sich, dass keine Unfälle mit Radverkehrsbeteiligung der Kategorie 4 an den untersuchten Strecken auftraten. Im Weiteren wurden daher, auch zur Vergleichbarkeit mit anderen Studien, nur die Unfälle mit Personenschäden U(P) betrachtet. An den Strecken ereignete sich insgesamt ein Unfall mit Getöteten ohne Radverkehrsbeteiligung.

Zu beachten ist, dass es sich im Vergleich zu anderen infrastrukturbezogenen Unfalluntersuchungen von Radfahrenden wie in Richter et al. (2019), Richter et al. (2018) oder Ohm et al. (2015) um eine relativ kleine Stichprobe handelt und die Ergebnisse entsprechend vorsichtig zu bewerten sind. Bei der Analyse der Pilotstrecken wurde zuerst der gesamte Streckenabschnitt inklusive Knotenpunkte betrachtet und anschließend für die Radverkehrsunfälle mit Personenschaden (Rf-U(P)) eine Trennung von Knotenpunkten und Strecke vorgenommen. Für diese differenzierte Analyse wurde für die untersuchten Strecken eine Zuordnung der Unfälle zur freien Strecke bzw. zu Knotenpunkten vorgenommen. Entsprechend des M Uko (FGSV, 2012b) wurde ein Annäherungsbereich von 25 m an den Knotenpunkten angesetzt, es wurden Unfälle an allen Einmündungen und Kreuzungen den Knotenpunkten zugeordnet.

Die Anzahl der Rf-U(P) blieb mit 36,7 Rf-U(P)/a (vorher) zu 35 Rf-U(P)/a (nachher) stabil, wobei beachtet werden muss, dass sich die Radverkehrsstärken im Vorher-/Nachher-Vergleich veränderten. Der Einfluss der Radverkehrsstärke wird unter 6.1.2 im Rahmen der Unfallrate berücksichtigt.

Von den untersuchten 146 Rf-U(P) entfielen ca. 30% auf Unfälle an Strecken mit reinem Mischverkehr und 70% auf Unfälle an Strecken mit nicht benutzungspflichtigen Radwegen, dieses Verhältnis veränderte sich von vorher zu nachher kaum. Bei der Zuordnung der Unfälle hingegen war eine Verschiebung der Örtlichkeit (Strecke/Knotenpunkt) von vorher zu nachher erkennbar. Vorher wurden 64% der Unfälle an Knotenpunkten und 36% der Unfälle auf der Strecke verzeichnet, nachher waren diese hälftig verteilt auf Knotenpunkte und Strecken.

Bei einem Großteil - 84% - der Rf-U (P) handelt es sich um Unfälle mit leichtem Personenschaden, bei 16% der Unfälle handelt es sich um Unfälle mit schwerem Personenschaden. Bei einer Differenzierung nach Knotenpunkt und Strecke, parallel geführtem nicht benutzungspflichtigem Radweg und reinem Mischverkehr sowie vorher und nachher ergaben sich leichte Verschiebungen, dabei schwankte der Anteil der Unfälle der Kategorie 2 (schwerer Personenschaden) zwischen 10-30% (vgl. Tabelle 27).

	vorher			nachher		
	Anz. Unfälle	Anteil U-Kat	Anteil U-Kat	Anz. Unfälle	Anteil U-Kat	Anteil U-Kat
	ges.	2	3	Ges	2	3
<b>Gesamt</b>	110	15%	85%	36	17%	83%
<b>Knotenpunkt</b>	70	19%	81%	18	17%	83%
<b>Strecke</b>	40	10%	90%	18	17%	83%
<b>reiner Mischverkehr</b>	35	14%	86%	10	30%	70%
<b>paralleler Radweg</b>	75	16%	84%	26	12%	88%

Tabelle 27: Verteilung Unfallschwere von Rf-U(P) an Pilotstrecken.

### 6.1.1 Auswertung nach Unfalltyp

Die 146 Rf-U(P) verteilten sich sehr unterschiedlich auf die untersuchten Pilotstrecken. Die Unfalldaten werden insbesondere durch die hohen Unfallzahlen der Strecke KOE dominiert, die ca. die Hälfte der Unfälle mit Radverkehrsbeteiligung aufweist (vgl. Tabelle 28). Dies kann damit zusammenhängen, dass die Strecke KOE durch zahlreiche Knotenpunkte dominiert ist. Bei den absoluten Zahlen sind die Bezugszeiträume nach Tabelle 26 zu beachten.

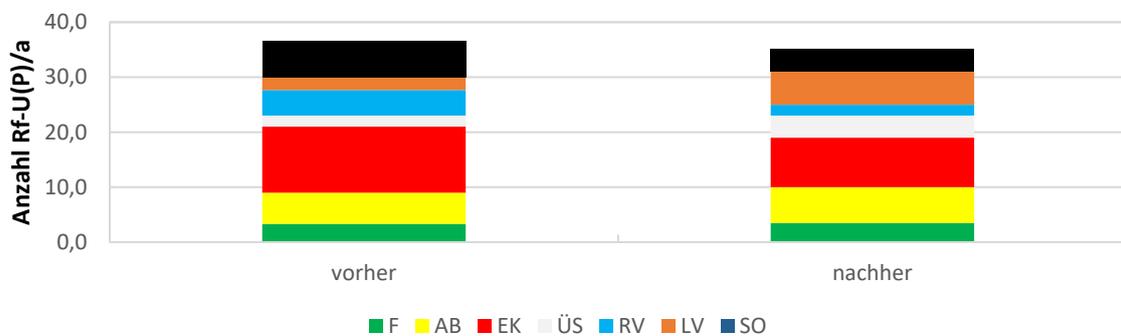
Strecke	Anzahl Rf-U(P) vorher	Anzahl Rf-U(P) nachher	3-stelliger Unfalltyp	Anteil an allen Unfällen	Anteil an Unfällen mit 3-stelligem UT
AR_BR	2	0	vorhanden	1%	2%
AR_HL	3	1	vorhanden	3%	4%
BI	6	0	vorhanden	4%	6%
FR_RH	10	1	-	8%	
GT	6	3	vorhanden	6%	9%
KO_BH	1	0	-	1%	
KO_HZ	3	2	-	3%	
KO_L	9	1	-	7%	
KOE	54	20	vorhanden	51%	76%
PB	0	2	vorhanden	1%	2%
ST	2	0	-	1%	
TR_PA	9	4	-	9%	
TR_WB	5	2	-	5%	
<b>Gesamt</b>	<b>110</b>	<b>36</b>			

Tabelle 28: Übersicht Unfallgeschehen an den Pilotstrecken.

Die Auswertung des 3-stelligen Unfalltyps ist nur für sechs der Pilotstrecken möglich, da für die weiteren Strecken der 3-stellige Unfalltyp nicht vorliegt (vgl. Tabelle 28), daher wird im Folgenden insbesondere auf die Auswertung des 1-stelligen Unfalltyps eingegangen.

### Auswertung 1-stelliger Unfalltyp

Verteilung Unfalltypen pro Jahr an Rf-U(P)

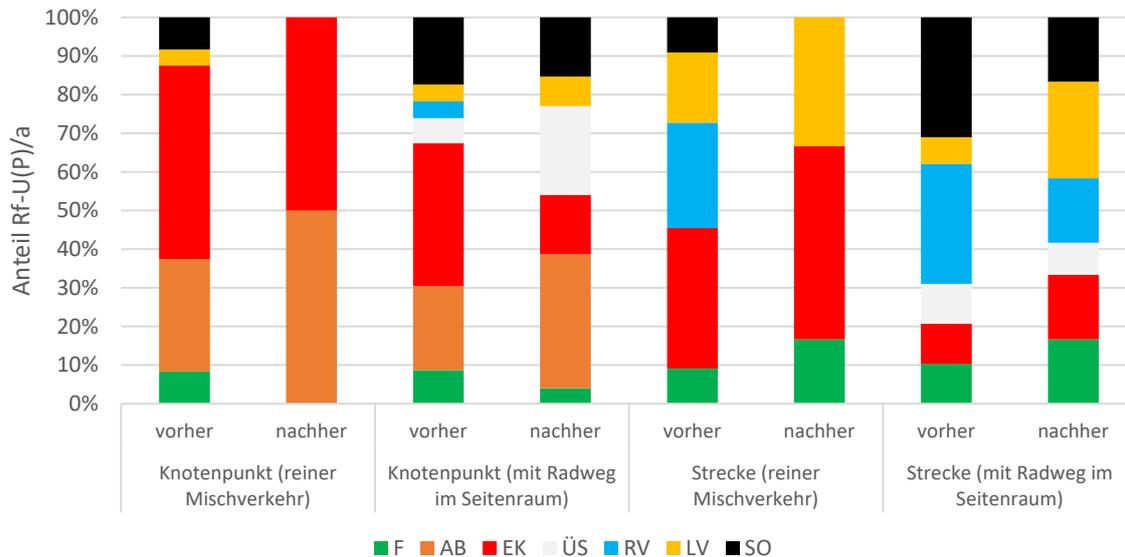


	n <sub>gesamt</sub> /a	F	AB	EK	ÜS	RV	LV	SO
<b>vorher</b>	36,7	9%	15%	33%	5%	13%	6%	18%
<b>nachher</b>	35	10%	19%	26%	11%	6%	17%	11%

Abbildung 117: Verteilung der Rf-U(P) auf Unfalltypen an den Pilotstrecken vorher/nachher.

An den untersuchten Strecken entfielen fast die Hälfte der Unfälle auf Abbiege-Unfälle (AB) und Einbiegen/Kreuzen-Unfälle (EK), die andere Hälfte verteilte sich auf die anderen Unfalltypen Fahrnfälle (F), Überschreiten-Unfälle (ÜS), Ruhender Verkehr (RV), Unfälle im Längsverkehr (LV) und Sonstige Unfälle (SO). Wie in Abbildung 117 erkennbar, veränderte sich der Anteil der AB- und EK-Unfälle in der Summe kaum, es zeigte sich jedoch eine Verschiebung hin zu weniger EK-Unfällen und mehr AB-Unfällen. Auch der Anteil der Fahrnfälle blieb im Vorher-/Nachher-Vergleich konstant. Die Anteile der ÜS- und LV-Unfälle erhöhten sich von 5 % bzw. 6 % auf 11% bzw. 17%. Die Anteile des RV und SO am Unfallgeschehen reduzierten sich im Gegensatz dazu von 13 % bzw. 18 % auf 6 % bzw. 11 %.

Werden die Rf-U(P) differenziert nach den untersuchten Führungsformen Mischverkehr (MV) und parallel geführter nicht benutzungspflichtiger Radweg (RW) und bezogen auf Unfälle an Knotenpunkten (KP) (Einmündungen und Kreuzungen) und der freien Strecke (Strecke) betrachtet, zeigen sich teilweise deutliche Unterschiede (vgl. Abbildung 118). Bei der Bewertung der Ergebnisse muss beachtet werden, dass die Anzahl und Ausprägungen der Unfälle auf Radwegen stark durch das Unfallgeschehen an der Strecke KOE geprägt ist und durch die Differenzierungen die Fallzahl der Unfälle auf MV-Strecken im Nachher-Zeitraum sehr gering ist.



	n <sub>ges</sub> /a	Anteile	F	AB	EK	ÜS	RV	LV	SO
<b>Mischverkehr Knotenpunkt</b>	8	vorher	0,7 (8%)	2,3 (29%)	4 (50%)	0 (0%)	0 (0%)	0,3 (4%)	0,7 (8%)
	4	nachher	0 (0%)	2 (50%)	2 (50%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>Radweg Knotenpunkt</b>	15,3	vorher	1,3 (9%)	3,3 (22%)	5,7 (37%)	1 (7%)	0,7 (4%)	0,7 (4%)	2,7 (17%)
	14	nachher	1 (4%)	5 (35%)	2 (15%)	3 (23%)	0 (0%)	1 (8%)	2 (15%)
<b>Mischverkehr Strecke</b>	3,7	vorher	0,3 (9%)	0 (0%)	1,3 (36%)	1 (0%)	0,7 (27%)	0,3 (18%)	1 (9%)
	6	nachher	1 (17%)	0 (0%)	3 (50%)	0 (0%)	0 (0%)	2 (33%)	0 (0%)
<b>Radweg Strecke</b>	9,7	vorher	1 (10%)	0 (0%)	1 (10%)	1 (10%)	3 (31%)	0,7 (7%)	3 (31%)
	12	nachher	2 (17%)	0 (0%)	2 (17%)	1 (8%)	2 (17%)	3 (25%)	2 (17%)

Abbildung 118: Verteilung der Rf-U(P) auf Unfalltypen an den Pilotstrecken nach Führungsart, KP/Strecke und vorher/nachher.

Der Anteil des Unfalltyps F konnte an den Knotenpunkten reiner Mischverkehrsstrecken wie auch an Strecken mit parallelen Radwegen reduziert werden (von 8-9 % auf 0-4 %), jedoch erhöhte sich der Anteil an den Strecken von 9-10 % auf 17 % bei beiden Führungsarten. Der Typ AB trat nur an Knotenpunkten auf, EK jedoch auch auf der Strecke. ÜS-Unfälle traten nur an Radwegen auf und erhöhten sich im Vorher-/Nachher-Vergleich an den Knotenpunkten von 7 % auf 23 %, an der Strecke blieb der Anteil einigermaßen konstant. Unfälle des Typs RV machten ca. 30% der Unfälle an der freien Strecke mit reinem Mischverkehr und mit parallelen Radwegen im Vorher-Zeitraum aus und konnten im Nachher-Zeitraum an Strecken mit parallelen Radwegen mehr als halbiert werden, an Strecken mit reinem

Mischverkehr traten im Nachher-Zeitraum keine Unfälle dieses Typs auf. Außer an Knotenpunkten mit reiner Mischverkehrs-Führung erhöhten sich die LV-Unfälle, insbesondere an der Strecke von 18 bzw. 7 % auf 33 bzw. 25%. SO-Unfälle konnten überall reduziert werden.

Auffällig ist die Reduzierung des Typs RV, also der Unfälle mit dem Ruhenden Verkehr nach Aufbringen der Piktogrammketten, insbesondere an Untersuchungsstrecken mit Mischverkehr. Zu berücksichtigen ist hier im Rahmen der Bewertung dieser Entwicklung jedoch die insgesamt geringen Unfallzahlen, auch bezogen auf das Jahr.

### Auswertung 3-stelliger Unfalltyp

Werden nur die Rf-U (P) mit bekanntem 3-stelligem Unfalltyp betrachtet, entfallen ca. drei Viertel der Unfälle auf die Strecke KOE (vgl. Tabelle 28), zudem entsteht ein deutliches Ungleichgewicht der Unfälle auf Strecken mit parallel geführten Radwegen zu Strecken mit reinem Mischverkehr (94 zu 6%), da nur zwei Mischverkehrs-Strecken mit niedriger Radverkehrsbelastung Daten mit 3-stelligem Unfalltyp aufweisen.

Aufgrund der geringen Datenmenge (insgesamt 93 Rf-U(P)) und der Vielfalt der 3-stelligen Unfalltypen sind Häufungen von bestimmten Unfalltypen (UT) im Vorher-/Nachher-Vergleich hier kaum herauszustellen. Basierend auf den höchsten Anzahlen wurden die häufigsten UT mit  $n_{\text{vorher}} \geq 4$  und  $n_{\text{nachher}}=2$  in Tabelle 29 dargestellt. Im Vorher-Zeitraum (3 Jahre) waren die häufigsten 3-stelligen Unfalltypen: 199, 243, 341, 342, 582 und 799 (vgl. Tabelle 29). Im Nachher-Zeitraum (1 Jahr) waren dies: 199, 243, 343, 499, 699 und 799. Bei den Unfalltypen dominierten Unfälle von Radfahrenden auf dem Radweg mit Kfz. Da im untersuchten Kollektiv 94% der Rf-U(P) Strecken mit Radweg zuzuordnen waren und hier zu über 95% von den Radfahrenden der Seitenraum genutzt wurde, war dieses Ergebnis der Häufung von Unfällen mit Radfahrenden aus dem Seitenraum zu erwarten. Wobei die streckenbezogenen Markierungen, die auch immer im Knotenpunkt wiederholt wurden, einen positiven Einfluss auf die UT 341 und 342 zu haben scheinen.

Bei der Auswertung zeigte sich, dass über die Hälfte der Rf-U (P) sonstigen Unfalltypen (x99) zugeordnet wurden, was darauf hinweisen kann, dass entweder das Unfall aufnehmende Personal (insbesondere im Vorher-Zeitraum) Schwierigkeiten hatte UT zuzuordnen oder die M Uko (FGSV, 2012b) die 3-stelligen Unfalltypen Typen von Radverkehrsunfällen, insbesondere im Seitenraum, nicht ausreichend abbilden. So sind alle Unfälle des Typs 699 „Sonstige Unfälle im Längsverkehr“ Unfälle im Längsverkehr zwischen zu Fuß Gehenden und Radfahrenden. Es ist davon auszugehen, dass diese im Seitenraum zu verzeichnen waren, die M Uko (FGSV, 2012b) bildet jedoch nur LV-Unfälle auf der Fahrbahn ab.

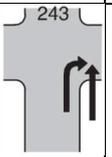
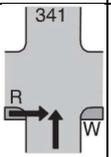
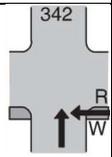
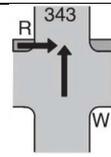
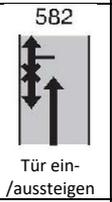
	199	243	341	342	343	499	582	699	799
	Sonstige Fahr-unfälle					Sonstige ÜS-Unfälle		Sonstige Unfälle im LV	Übrige Unfälle
$n_{\text{vorher}}$ (33 von 68)	4	4	5	5	0	0	4	1	10
$n_{\text{nachher}}$ (13 von 25)	2	2	0	0	2	2	1	2	2

Tabelle 29: Häufigste 3-stellige Unfalltypen nach M Uko (FGSV, 2012b).

Werden die UT zu 2-stelligen UT kumuliert und die Kriterien mit  $n_{\text{vorher}} \geq 4$  und  $n_{\text{nachher}} = 2$  angewendet, ergibt sich Tabelle 30. Hier zeigt sich ein ähnliches Bild wie beim 3-stelligen UT.

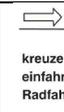
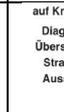
	19	22	24	34	37	49	58	69	79
	Sonstige Fahrurfälle	 22	 24	 34 vom Radweg	 37	 49	 58	Sonstige Unfälle im LV	Übrige Unfälle
<b>n<sub>vorher</sub></b> (43 von 68)	4	2	4	10	4	0	8	1	10
<b>n<sub>nachher</sub></b> (17 von 25)	2	2	2	2	1	2	2	2	2

Tabelle 30: Häufigste 2-stellige Unfalltypen nach M Uko (FGSV, 2012b).

### 6.1.2 Auswertung nach Unfalldichte & Unfallrate

Zur Bewertung der allgemeinen Unfallentwicklung und der Unfallentwicklung des Radverkehrs vor und nach Maßnahmenumsetzung wurden die Unfalldichte (UD) und Unfallrate (UR) berechnet. Mit Hilfe der Unfalldichte können die Strecken, die unterschiedliche Längen und Unfallzeiträume aufweisen, bewertet werden. Bei der Unfallrate wird jedoch auch die Verkehrsstärke berücksichtigt, womit auch eine Bewertung des jeweiligen Risikos eines Verkehrsteilnehmenden zu verunfallen berücksichtigt wird.

In die Unfallrate floss jeweils der Mittelwert der Verkehrsbelastungen, die an den Querschnitten entlang der Strecke gezählt wurden, ein. Beide Werte wurden somit für alle Unfälle mit Personenschäden U(P) (unter Berücksichtigung der Kfz-Verkehrsstärke) sowie für alle Unfälle mit Personenschäden mit Radverkehrsbeteiligung Rf-U(P) (unter Berücksichtigung der Radverkehrsstärke) ermittelt.

Im Vorher-/Nachher-Vergleich ist zu erkennen, dass sich bei Betrachtung der Rf-U(P) die UD im Mittel nur leicht reduziert (von 3,1 auf 2,9 Rf-U(P)/(km\*a), sich jedoch die UR um fast die Hälfte von 8,4 auf 4,7 Rf-U(P)/(10<sup>6</sup>Rf\*km) reduziert hat (vgl. Abbildung 119). Somit wurde das individuelle Unfallrisiko von Radfahrenden an den untersuchten Strecken nach dem Aufbringen der Piktogramme deutlich gesenkt.

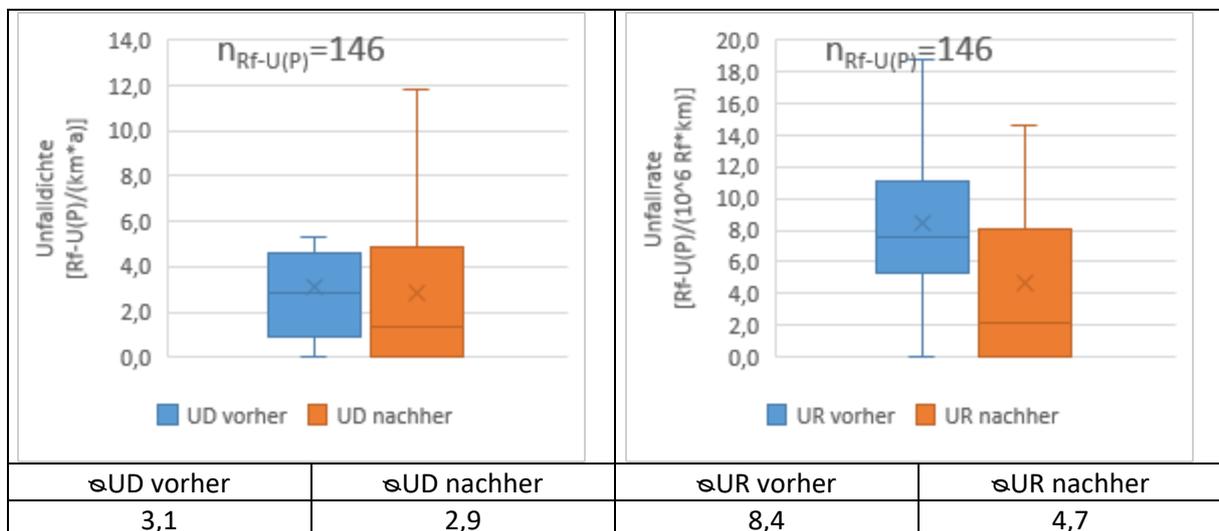


Abbildung 119: Unfalldichte (links) und Unfallrate (rechts) Rf-U(P) aller Pilotstrecken vorher/nachher (n = Summe der Unfälle vorher und nachher).

Bei Betrachtung aller U(P) im Vergleich zu den Rf-U(P) fällt auf, dass sich die Unfallrate stärker als die Unfalldichte reduzierte (vgl. Abbildung 120). Somit hat sich an den untersuchten Strecken das individuelle Unfallrisiko von Radfahrenden stärker reduziert als das aller Verkehrsteilnehmenden.

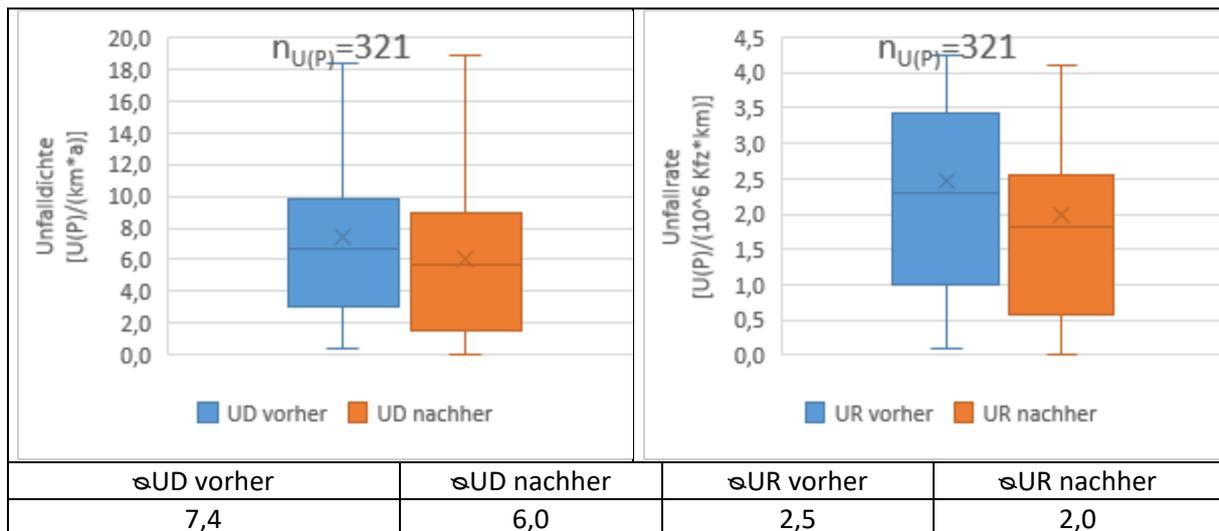


Abbildung 120: Unfalldichte (links) und Unfallrate (rechts) U(P) aller Pilotstrecken vorher/nachher (n = Summe der Unfälle U(P) vorher und nachher).

Da Strecken mit Radwegen üblicherweise getrennt von Strecken mit Mischverkehr betrachtet werden und die Raumnutzung an Strecken mit nicht benutzungspflichtigen Radwegen vergleichbar ist mit Strecken mit benutzungspflichtigem Radweg, erfolgt im Weiteren eine Differenzierung der Rf-U(P) an den Strecken nach der Führung im Mischverkehr (MV) und der parallelen Führung im Mischverkehr und einem nicht benutzungspflichtigen Radweg (RW). Strecken mit einer Freigabe des Gehwegs für Radfahrende oder einer wechselnden Führung innerhalb des Streckenverlaufs wurden entsprechend ihrer Seitenraumnutzung zugeordnet (hohe Seitenraumnutzung-> RW, niedrigere Seitenraumnutzung-> MV).

Werden die Strecken differenziert nach der Führung im Mischverkehr und mit einem parallelen Radweg betrachtet, zeigt es sich, dass sich insbesondere die Unfalldichte der beiden Kollektive stark unterscheidet (vgl. Abbildung 121). Die Unfalldichte reduzierte sich im Vorher-/Nachher-Vergleich bei beiden Kollektiven kaum (von 2,1 auf 2,0 und 4,7 auf 4,3 Rf-U(P)(km\*a)). Die Mittelwerte der verschiedenen Führungsformen blieben dabei auf unterschiedlichen Niveaus, jedoch näherte sich der Median der Unfalldichte von RW nachher dem Niveau des MV an. Bei der Führung mit einem Radweg zeigte sich beim Mittelwert eine mehr als doppelt so hohe Unfalldichte wie bei der Führung im Mischverkehr.

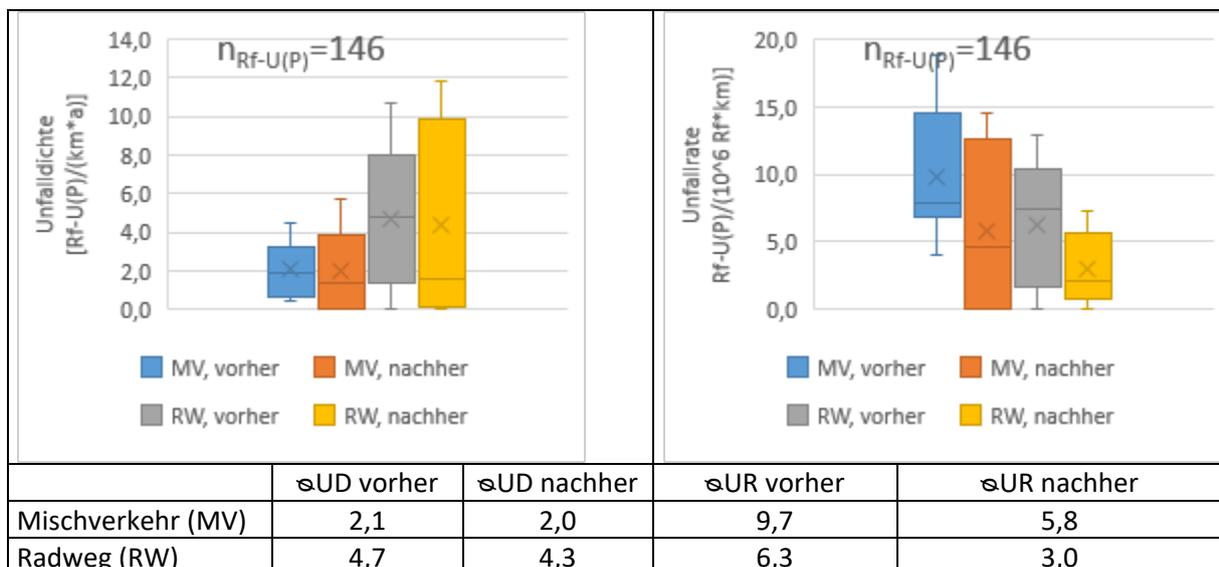


Abbildung 121: Unfalldichte (links) und Unfallrate (rechts) Rf-U(P) aller Pilotstrecken vorher/nachher, differenziert nach Führungsart (n = Summe der Unfälle Rf-U(P) vorher und nachher).

Wird die Unfallrate betrachtet, zeigte sich bei beiden Kollektiven eine Reduzierung um ca. die Hälfte (von 9,7 auf 5,8 und 6,3 auf 3,0 Rf-U(P)/10<sup>6</sup>Rf\*km), wobei die Unfallraten für Strecken mit reinem Mischverkehr auf einem höheren Niveau lagen als die Unfallraten der Strecken mit Radwegen (1,5-2-fach höher). Somit konnte das Risiko eines Radfahrenden zu verunfallen an den Strecken im Vorher-Nachher-Vergleich erheblich reduziert werden. Zu beachten ist aber, dass bei den untersuchten Strecken das Risiko an einer Strecke mit Piktogrammketten, im Mischverkehr zu verunglücken, niedriger lag als an einer Strecke mit einem nicht-benutzungspflichtigen Radweg ohne Piktogrammketten auf der Fahrbahn.

Werden die UD und die UR nach Knotenpunkten (KP) und der freien Strecke (Strecke) differenziert betrachtet (vgl. Abbildung 122 und Abbildung 123), zeigt sich, dass für beide Führungsformen (MV/RW) eine Reduzierung der UD sowie UR an den Knotenpunkten erzielt wurden, wobei die UR mehr als halbiert wurde.

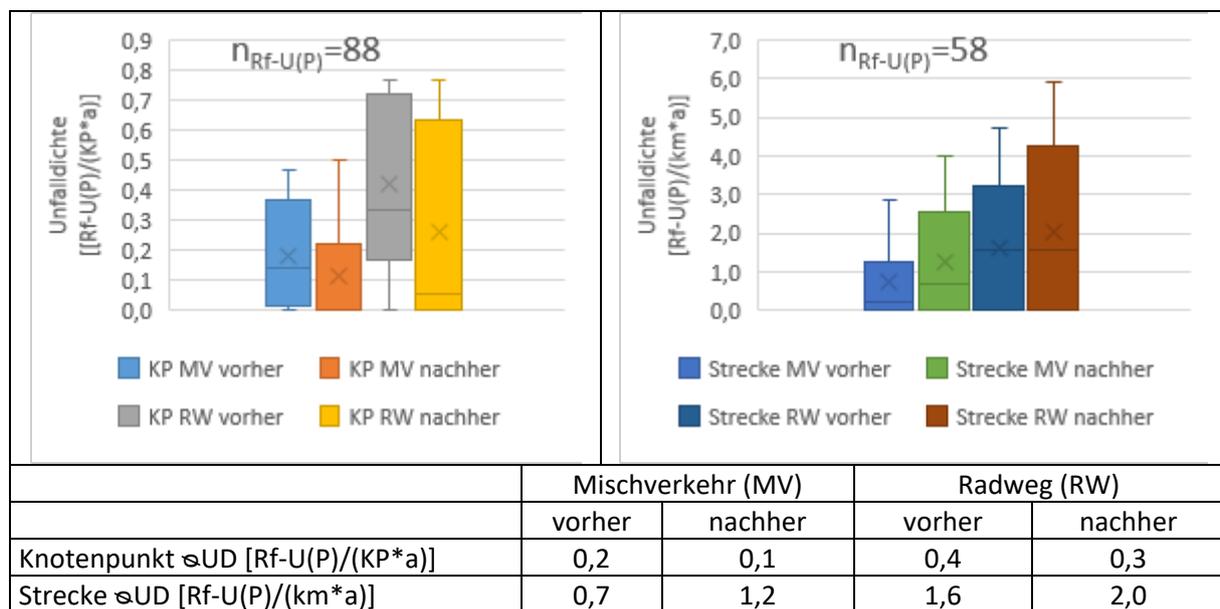


Abbildung 122: Unfalldichte Rf-U(P) an den Pilotstrecken vorher/nachher, differenziert nach Führungsart und Strecke/Knotenpunkt (n = Summe der Unfälle Rf-U(P) vorher und nachher).

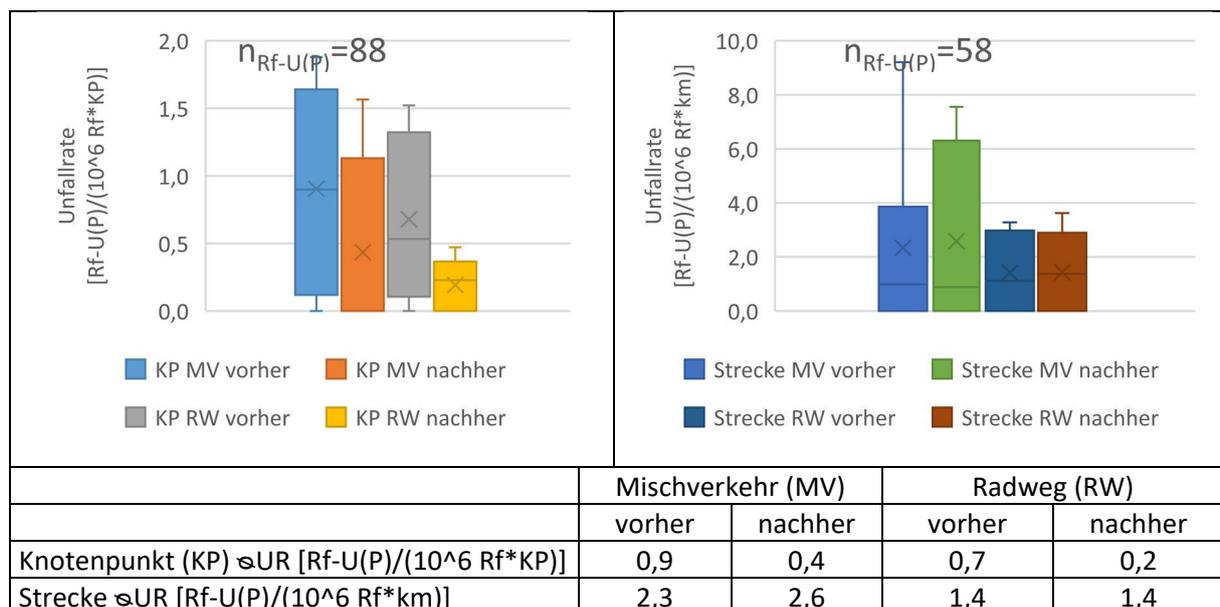


Abbildung 123: Unfallrate UR Rf-U(P) an den Pilotstrecken vorher/nachher, differenziert nach Führungsart und Strecke/Knotenpunkt (n = Summe der Unfälle Rf-U(P) vorher und nachher).

An der freien Strecke erhöhte sich die Unfalldichte für beide Führungsformen. Im Gegensatz dazu blieb die Unfallrate im Mittel an der freien Strecke von RW stabil und erhöhte sich leicht an MV-Strecken. Zudem sind in allen Fällen die Unfalldichte und die Unfallrate an Strecken deutlich höher als an Knotenpunkten.

Somit ist festzuhalten, dass die streckenbezogene Maßnahme der Piktogrammketten insbesondere auf Unfälle im Knotenpunktbereich positiv wirkt und weniger auf der Strecke. Die Ursachen könnten in einer konsequent in den Untersuchungsstrecken umgesetzten Markierung der Piktogramme im Knotenpunktbereich und einer entsprechenden Aufmerksamkeitssteigerung auf Radfahrende zu verzeichnen sein (bei der Markierung der Piktogrammketten wurde – auch unabhängig vom gleichmäßigen Aufbringen auf den Strecken zwischen den Knotenpunkten – i. d. R. immer darauf geachtet, dass die Fahrrad-Piktogramme auch im Nahbereich des Knotenpunktes markiert wurden, sodass z. B. einbiegende Fahrzeuge diese unmittelbar sehen und auf Radfahrer aufmerksam gemacht werden). Die Änderung in der Raumnutzung von Radfahrenden an den MV-Strecken im Gegensatz zu RW-Strecken scheint hier keinen größeren Einfluss zu zeigen, da an den Strecken mit RW kaum eine Änderung in der Raumnutzung erkennbar war.

Das individuelle Risiko eines Radfahrenden an Piktogrammstrecken zu verunfallen – ermittelt durch die UR – verbesserte sich für beide Führungsformen an der freien Strecke leicht und an Knotenpunkten sehr deutlich. Somit ist die Maßnahme der Piktogrammketten insgesamt als eine positiv auf die objektive Sicherheit wirkende Maßnahme einzuordnen.

### 6.1.3 Vergleiche mit anderen Studien

Vergleiche mit anderen Radverkehrsführungen sind insbesondere über die Unfalldichten möglich. Unfallraten wurden jedoch in nur wenigen Studien ermittelt, da hier meist Vor-Ort-Erhebungen notwendig sind, um die entsprechenden Radverkehrsbelastungen zu erheben. Ein Vergleich wird aber auch durch unterschiedliche Datennutzung erschwert, so stellen Richter et al. (2018) und Richter et al. (2019) Unfallraten getrennt nach Strecke und Knotenpunkt dar, Ohm et al. (2015) und Alrutz et al. (2009) berücksichtigen bei der Berechnung der Unfalldichten die Unfälle auf der freien Strecke sowie an Anschlussknotenpunkten, jedoch nicht die Unfälle an Knotenpunkten mit Hauptverkehrsstraßen. In der hier vorgestellten Untersuchung wurden dem gegenüber alle Unfälle, die Knotenpunkten zugeordnet werden konnten, diesen zugeordnet.

Für den Vergleich mit anderen Studien wurden nur die Unfallkenngrößen der Pilotstrecken verwendet, da hier eine Differenzierung nach Knotenpunkten und Strecke vorgenommen wurde.

Auch wenn die Unfalldaten im Rahmen dieser Studie aus einem relativ kleinen Kollektiv gebildet wurden, lag der Mittelwert der Unfalldichte für die Strecke bei Führung im Mischverkehr auf ähnlichem Niveau wie Ohm et al. (2015). Der Mittelwert für Strecken mit Radwegen lag deutlich unter dem von Alrutz et al. (2009) ermittelten Wert (vgl. Abbildung 124). Die mittlere Unfallrate der Führung mit Radwegen lag in der Summe (Knotenpunkte+Strecke) leicht unter der Unfallrate von Richter et al. (2018) (vgl. Abbildung 125). Für die Führung im Mischverkehr sind bisher keine vergleichbaren Unfallraten veröffentlicht.

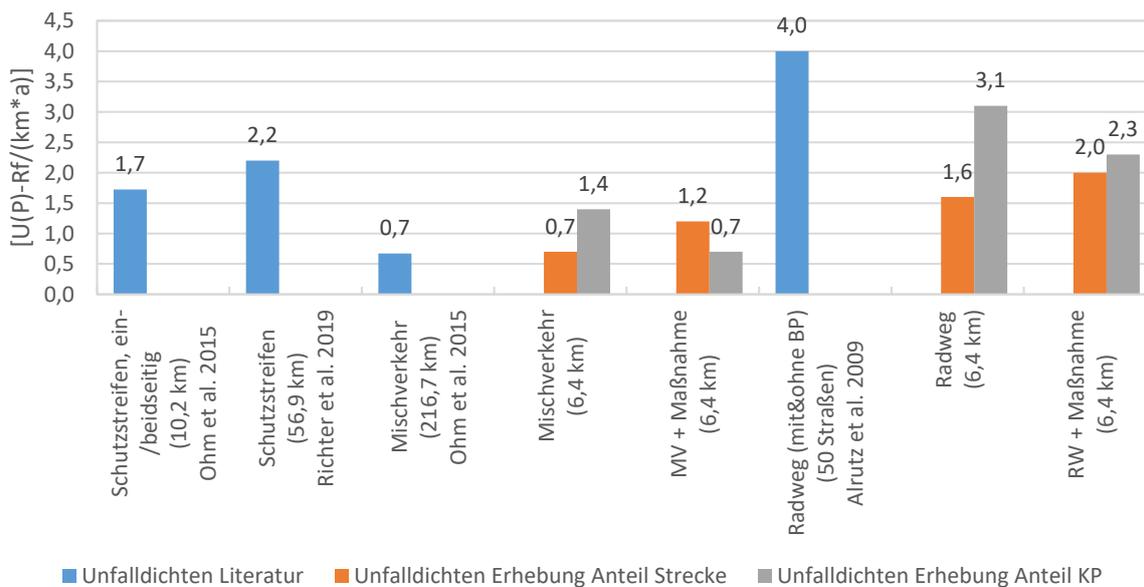


Abbildung 124: Unfalldichten im Vergleich zu anderen Untersuchungen mit Radverkehr auf der Fahrbahn an HVS.

Insgesamt scheint das Kollektiv damit ausreichend repräsentativ zu sein, um belastbare Aussagen zu ermöglichen, wobei der relativ kurze Zeitraum nach Maßnahmenumsetzung beachtet werden muss, der für die Analyse der Unfallkenngößen an Strecken mit Maßnahmen nur betrachtet werden konnte. Unterschiede in der Zuordnung von Knotenpunktunfällen zur Strecke bzw. zu Knotenpunkten können Verschiebungen innerhalb der Werte der UD bzw. UR von Knotenpunkten und Strecken verursachen.

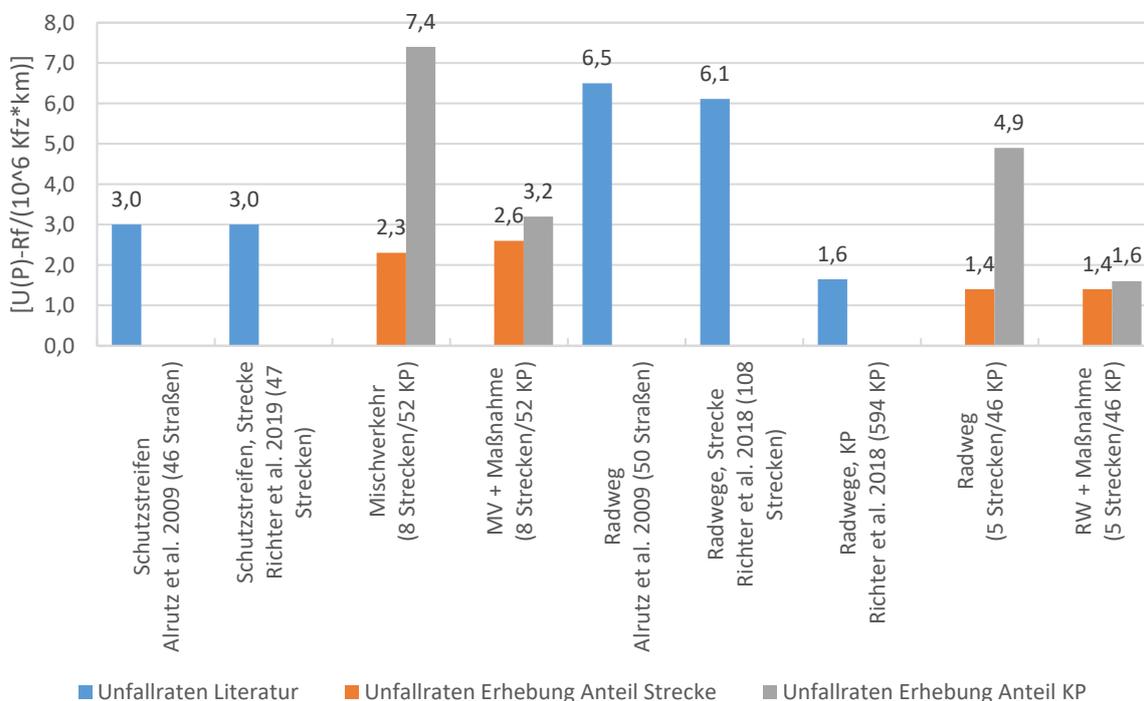


Abbildung 125: Unfallraten im Vergleich zu anderen Untersuchungen mit Radverkehr auf der Fahrbahn an HVS.

Beim genauen Vergleich der Unfallraten von Radwegen fällt im Vergleich zu Richter et al. (2018) auf, dass die Unfallrate in der Summe leicht unter den Werten von Richter et al. (2018) liegt, jedoch die Unfallrate der Strecken der vorliegenden Untersuchung ähnlich hoch der Unfallrate der Knotenpunkte von Richter et al. (2018) ist (1,4 gegenüber 1,6) und der Wert für Knotenpunkte leicht unter dem Wert

von Richter et al. (2018) liegt (4,9 gegenüber 6,1). Die leichte Abweichung der Werte ergibt sich aus methodischen Unterschieden bei der Zuordnung der Unfälle zur freien Strecke und Knotenpunkten.

Werden die Unfalldichten im Vergleich betrachtet, zeigt die Führung im Mischverkehr günstigere Werte als die Führung mit Schutzstreifen. Wird das individuelle Risiko eines Radfahrenden zu verunfallen mit Hilfe der Unfallrate betrachtet, scheint sich dies zu bestätigen. Im Vergleich der Werte für die Strecke liegt der erhobene Wert mit  $2,3 \text{ U(P)-Rf}/(10^6 \text{ Kfz} \cdot \text{km})$  für Mischverkehr günstiger als 3,0 bei Richter et al (2019) und Alrutz et al. (2009). Jedoch zeigten die untersuchten Strecken mit Mischverkehr eine hohe Unfallrate an den Knotenpunkten, für die hier keine vergleichende Bewertung möglich ist.

## 6.2 Bestandsstrecken

Für die Unfalluntersuchung der Bestandsstrecken lagen für vier von sechs Strecken die Unfalldaten für mindestens sieben Jahre vor, so dass eine Betrachtung eines 3-Jahres-Zeitraum vorher und nachher möglich war, wobei das Kalenderjahr, in dem die Umsetzung der Maßnahme erfolgte, aufgrund der Eingewöhnungszeit nicht in die Betrachtung einfluss. An zwei Strecken lagen für den Vorher-Zeitraum die Daten von nur 2 Jahren vor Umsetzung vor (vgl. Tabelle 31). In die Analyse wurden alle Unfälle auf der Strecke und an den Knotenpunkten einbezogen.

Strecke	Radverkehrs-Führung	Länge [km]	Zeitpunkt Umsetzung	Betrachtungszeiträume	
				Vorher	Nachher
BH	MV	1,5	Nov 15	2012-2014	2017-2019
DA	RW	0,7	Jun 14	2011-2013	2015-2017
FR_SB	MV	0,7	Nov 15	2012-2014	2017-2019
LF	MV	0,8	Apr 16	2014-2015	2017-2019
MZ	RW	2,4	Jun 16	2014-2015	2017-2019
OS	MV	0,6	Sep 16	2013-2015	2017-2019

Tabelle 31: Betrachtungszeiträume Unfalldaten Bestandsstrecken.

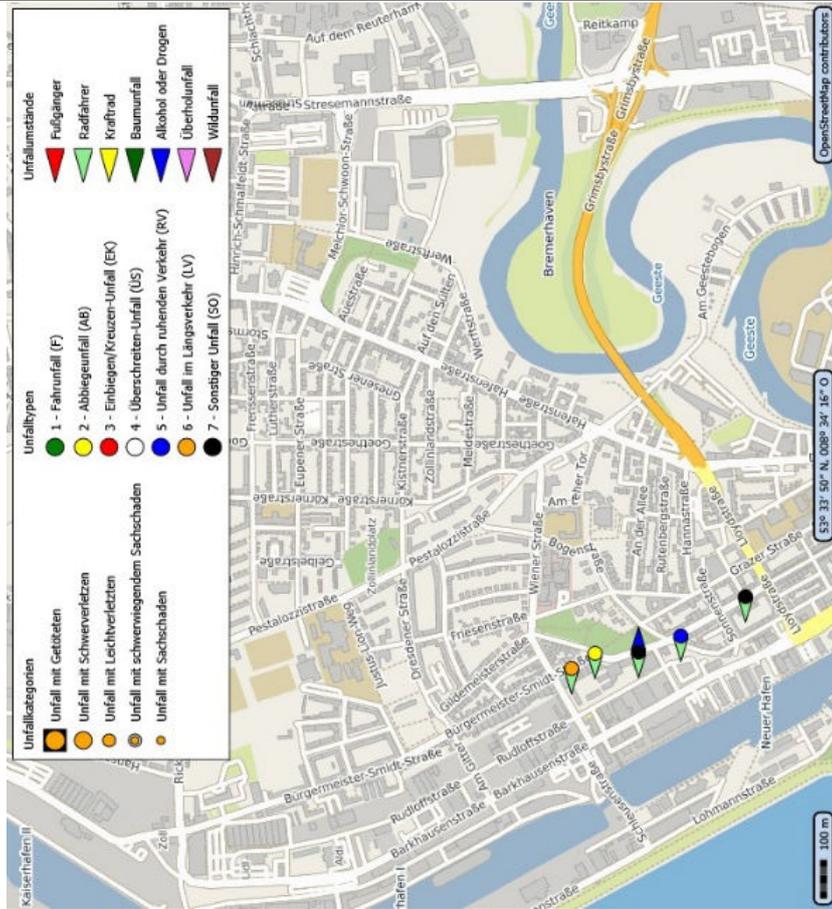
An allen Strecken lagen die Daten der Unfallkategorien 1-4 vor, die Unfallkategorien 5-6 lagen nicht für alle Strecken vor. An keiner der Strecken gab es Unfälle mit Getöteten, bei den Radverkehrsunfällen traten keine Unfälle der Kategorie 4 (schwerer Sachschaden) auf. Zur Vergleichbarkeit mit anderen Untersuchungen wurden in der weiteren Analyse, entsprechend der Auswertung der Unfalldaten der Pilotstrecken, nur die Unfälle mit Personenschaden U(P) bzw. Rf-U(P) betrachtet. Insgesamt konnten 59 Rf-U(P) ausgewertet werden (vgl. Tabelle 32), wobei die Strecken teilweise schwer vergleichbar sind und teilweise Sonderfälle darstellen, die in der Auswahl der Pilotstrecken vermieden wurden. So wurde die Piktogramm-Kette in FR\_SB nur einseitig markiert, in Kombination mit einem Schutzstreifen und der Umwidmung des Radwegs zu einem Parkstreifen und die Strecke LF lag in einer Tempo 30-Zone bei teilweise eher Außerorts-Charakter mit einseitigem Gehweg.

Strecke	Anzahl Rf-U(P) vorher	Anzahl Rf-U(P) nachher	3-stelliger Unfalltyp	Anteil an allen Rf-U(P)	Anteil an Rf-U(P) mit 3-stelligem Unfalltyp
BH	5	5	-	17%	
DA	6	7	-	22%	
FR_SB	0	2	-	3%	
LF	0	4	vorhanden	7%	21%
MZ	7	8	-	25%	
OS	10	5	vorhanden	25%	79%
<b>Gesamt</b>	<b>28</b>	<b>31</b>	-		

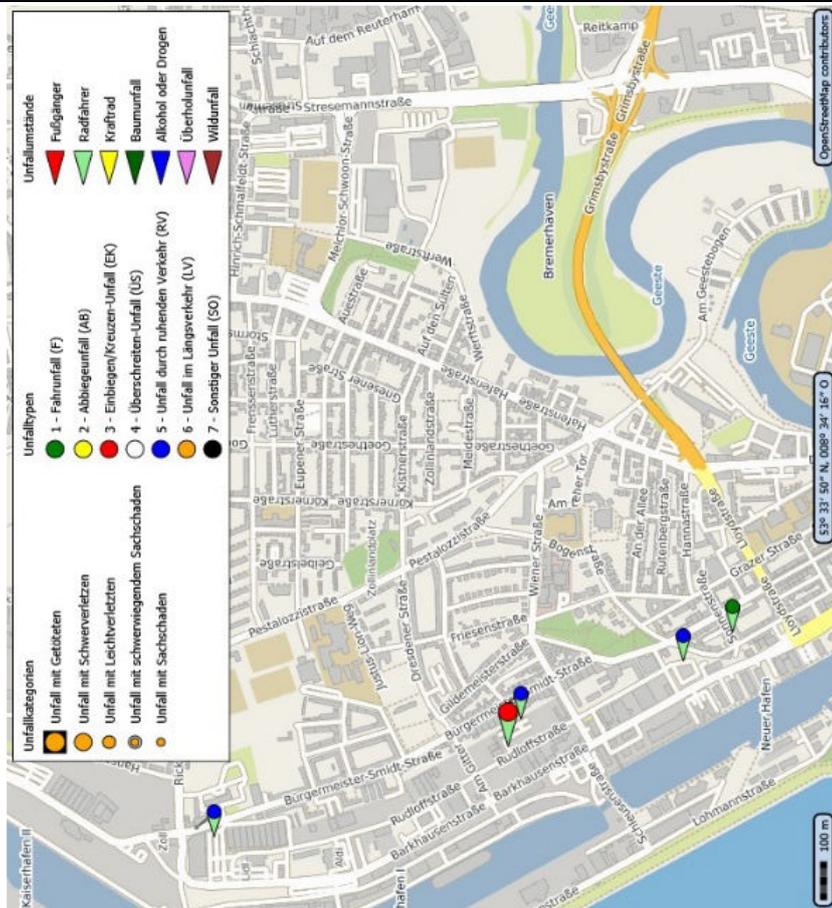
Tabelle 32: Übersicht Unfallgeschehen Rf-U(P) an den Bestandsstrecken.

Beim Vergleich der Unfalltypenkarten der Rf-U(P) über 3 Jahre ( $3\text{-JK}_{\text{Rf-U(P)}}$ ) konnten im Vergleich der Strecken kaum gleichartige Strukturen entdeckt werden (vgl. Abbildung 126). Radverkehrsunfälle stellten an den beobachteten Strecken eher Einzelereignisse dar, die insbesondere an den Knotenpunkten auftraten. An Strecken mit Häufungen von Rf-U(P) an Knotenpunkten konnten die Häufungen etwas reduziert werden.

BH

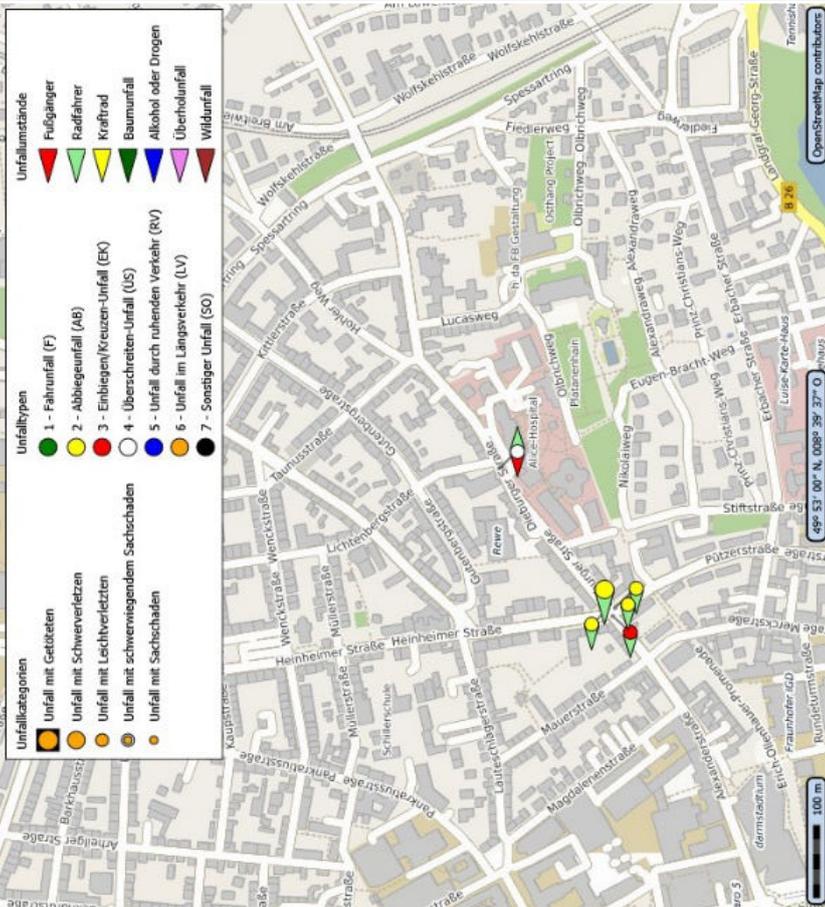


3-JK Rf-U(P) 2017-2019

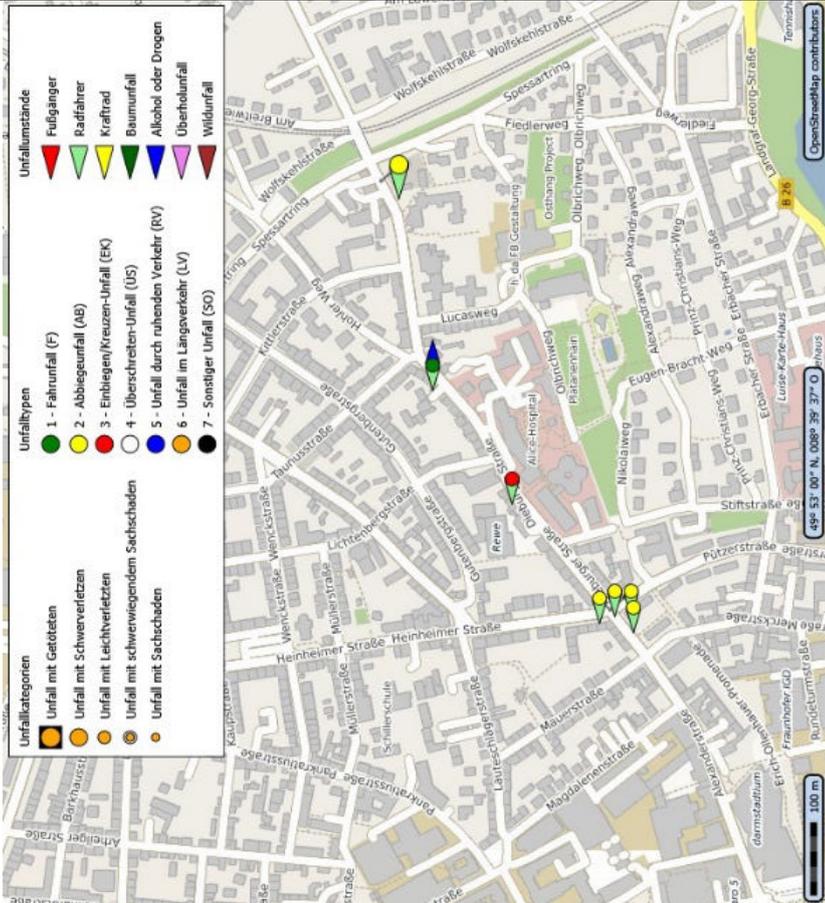


3-JK Rf-U(P) 2012-2014

DA

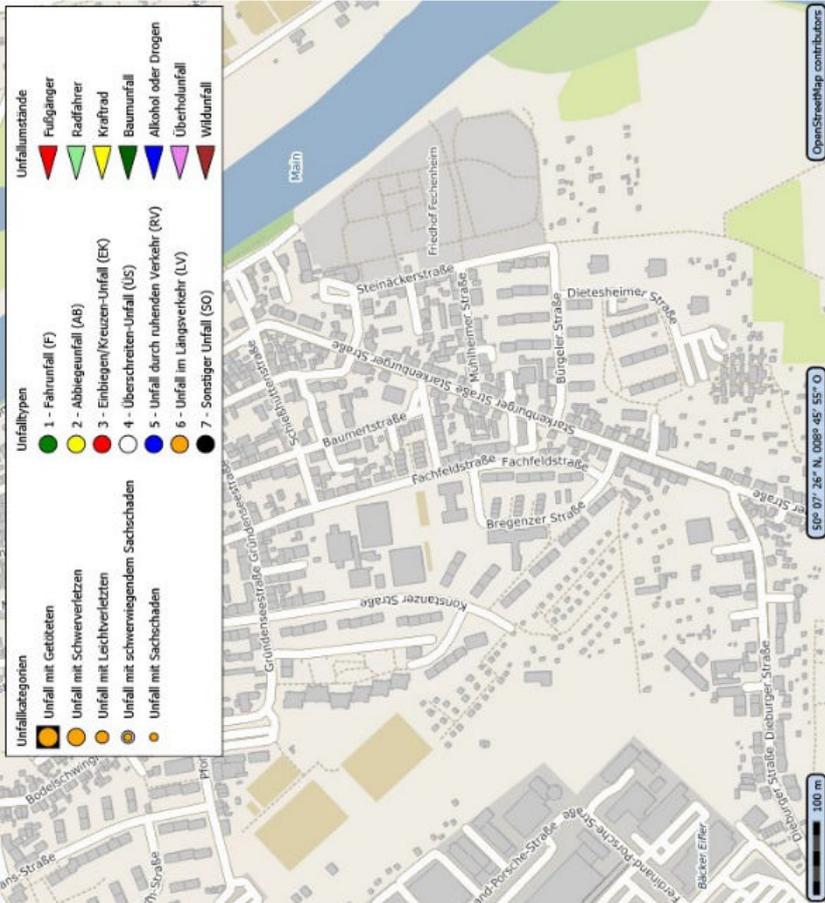


3-JK Rf-U(P) 2011-2013

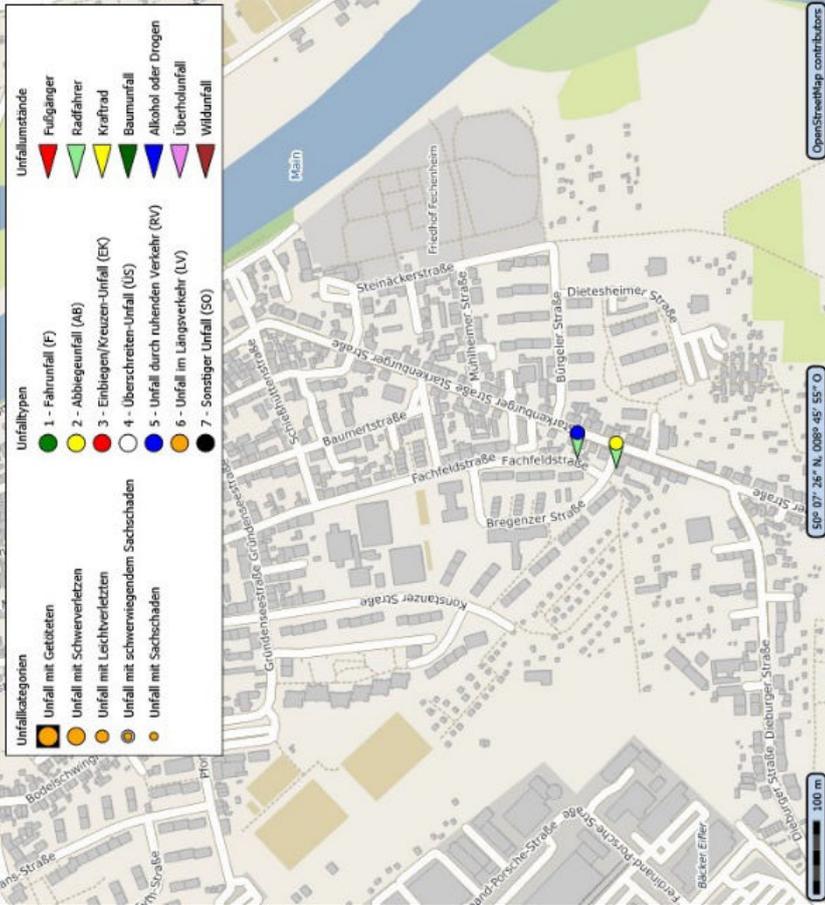


3-JK Rf-U(P) 2015-2017

FR\_SB

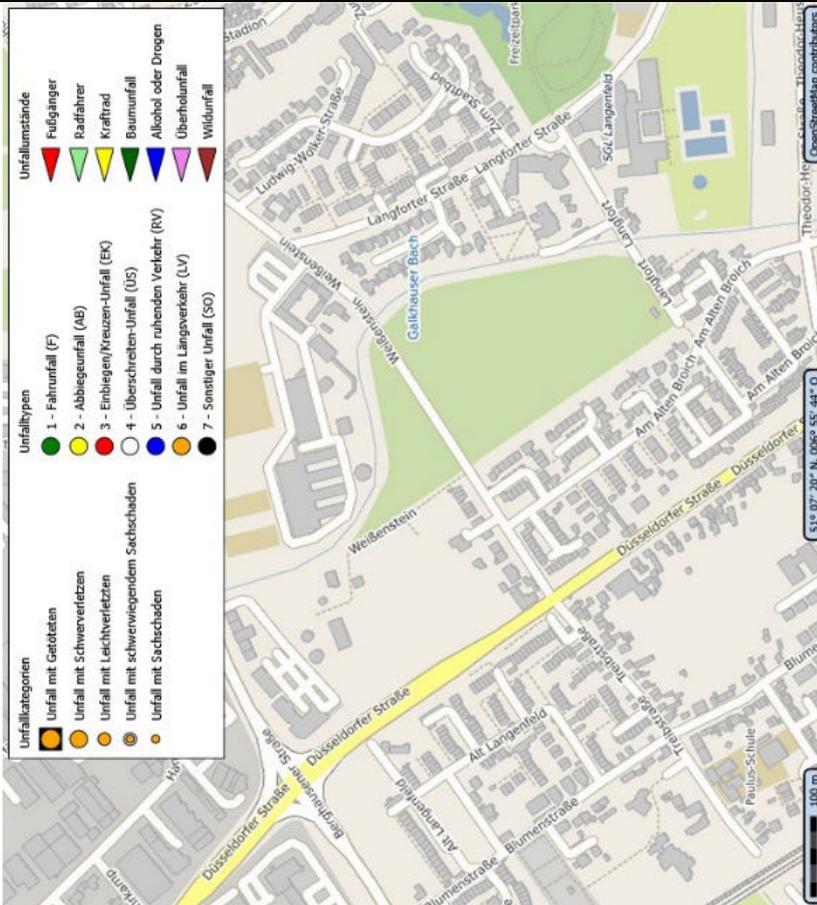


3-JK Rf-U(P) 2012-2014

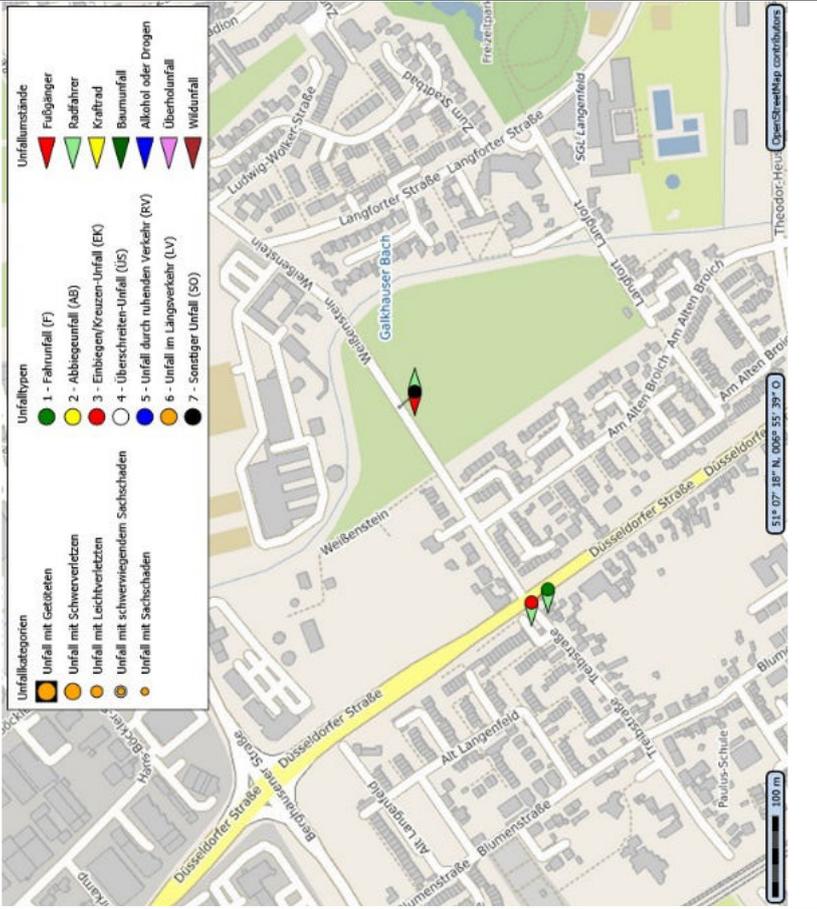


3-JK Rf-U(P) 2017-2019

LF

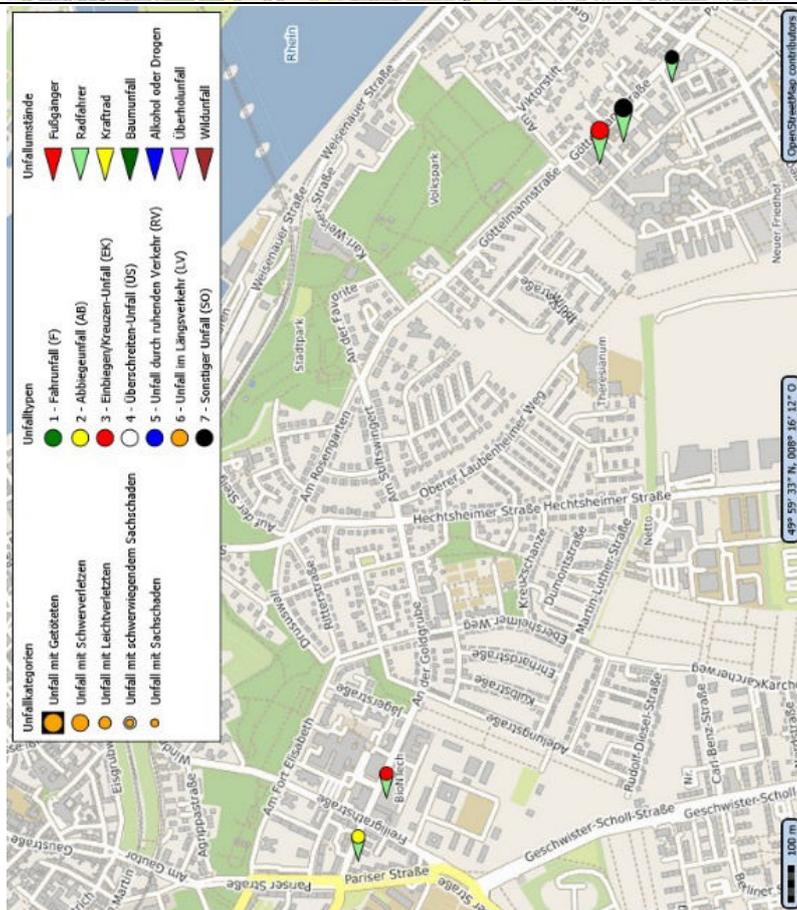


2-JK Rf-U(P) 2014-2015

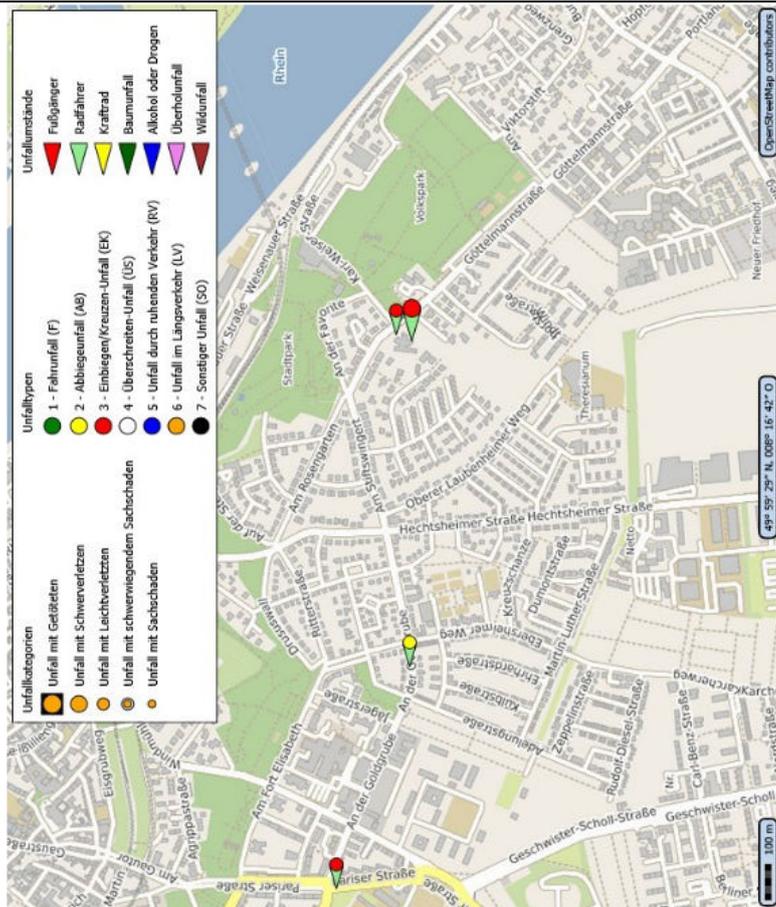


2-JK Rf-U(P) 2017-2018

MZ



2-JK RF-U(P) 2014-2015



2-JK RF-U(P) 2017-2018

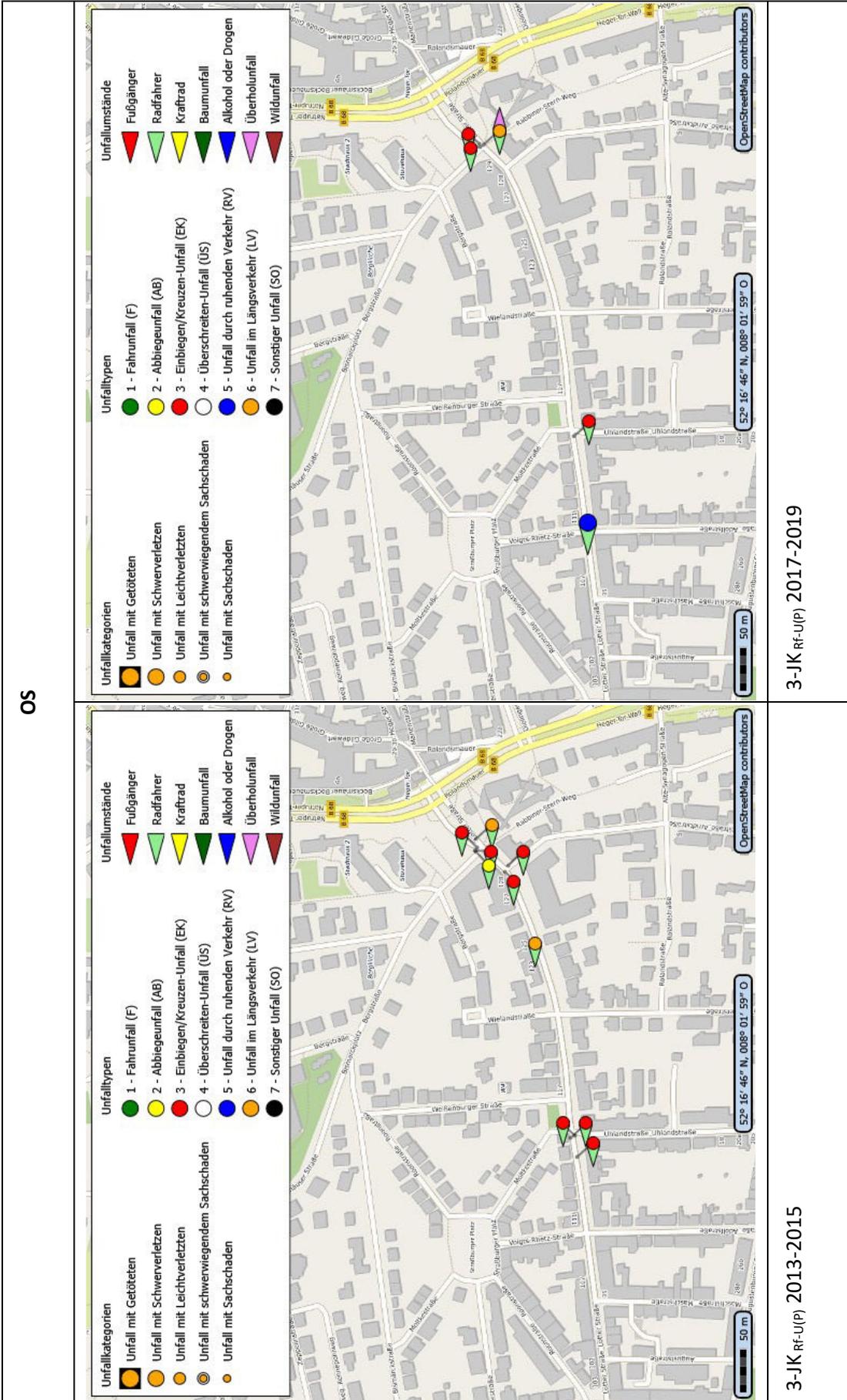


Abbildung 126: Unfalltypenkarten der Bestandsstrecken mit Rf-U(P) vorher/nachher. Quelle: PTV, Kartenquelle: openstreet-map.org.

### 6.2.1 Auswertung nach Unfalltyp

Von den 59 gemeldeten Rf-U(P) entfielen fast 60% auf die Unfalltypen Einbiegen/Kreuzen und Abbiegen und ca. 15% auf Sonstige Unfälle. Die restlichen ca. 25% der Unfälle verteilten sich über die weiteren vier Unfalltypen (vgl. Abbildung 127).

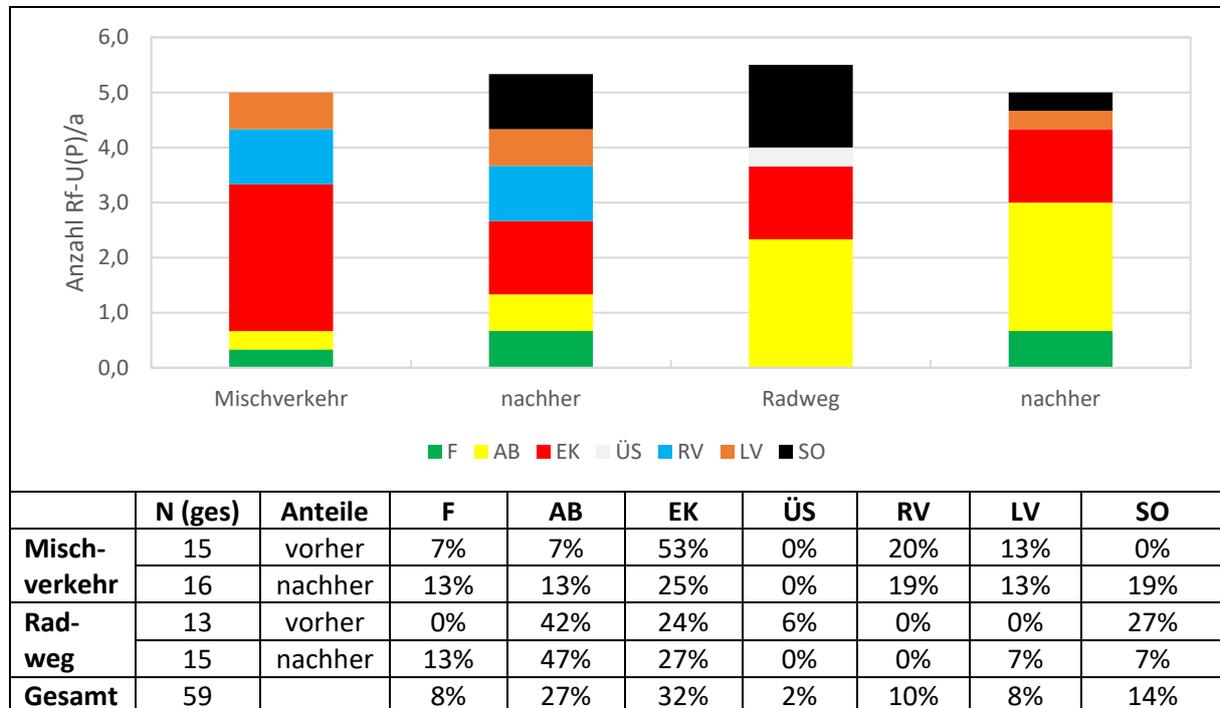


Abbildung 127: Anteile der Unfalltypen am Unfallgeschehen der Bestandsstrecken vorher/nachher.

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass die Fallzahl der erhobenen Unfälle so gering ist, dass die Veränderungen einzelner Unfalltypen auch auf Schwankungen im Unfallgeschehen zurückgeführt werden könnten und belastbare Aussagen schwer zu treffen sind.

Daten zum 3-stelligen Unfalltyp lagen nur für die Strecken LF und OS vor. Durch die geringe Anzahl an Unfällen ist eine Auswertung des detaillierten UT für dieses Kollektiv nicht möglich bzw. sinnvoll.

### 6.2.2 Auswertung nach Unfalldichte & Unfallrate

Zur Bewertung der allgemeinen Unfallentwicklung und der Unfallentwicklung des Radverkehrs vor und nach Maßnahmenumsetzung wurden die Unfalldichte (UD) und Unfallrate (UR) berechnet. Beide Werte wurden für alle Unfälle mit Personenschäden U(P) (vgl. Abbildung 129) sowie für alle Unfälle mit Personenschäden mit Radverkehrsbeteiligung Rf-U(P) (vgl. Abbildung 128) ermittelt.

Für die Berechnung der Unfallrate der Bestandsstrecken wurden die Werte für die Kfz- und Radverkehrsbelastungen aus der Nachher-Erhebung für beide Zeiträume verwendet, da für den Vorher-Zeitraum nicht für alle Strecken Verkehrsbelastungen im Kfz- und Radverkehr vorlagen.

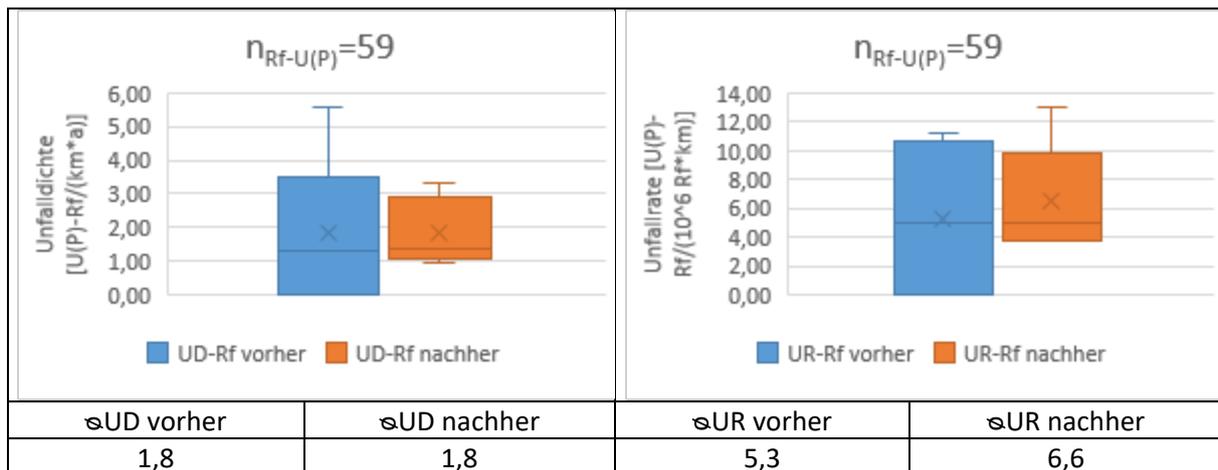


Abbildung 128: Unfalldichte (links) und Unfallrate (rechts) der Bestandsstrecken der Radverkehrs-Unfälle (P).

Entgegen der positiven Entwicklung der Kenngrößen der Rf-U(P) an den Pilotstrecken (vgl. Kapitel 6.1.2) zeigt sich im Vorher-/Nachher-Vergleich der Bestandsstrecken (vgl. Abbildung 128) beim Mittelwert der UD keine Veränderung bzw. eine negative Entwicklung beim Mittelwert der UR. Dies wird insbesondere verursacht durch zwei Strecken (LF, FR\_SB), die vor Maßnahmenumsetzung keine Radverkehrsunfälle, jedoch im Nachher-Zeitraum Radverkehrsunfälle aufwiesen. Da die Stichprobe mit 6 Strecken sehr gering ist, wirken sich diese Strecken erheblich auf das Gesamtergebnis aus.

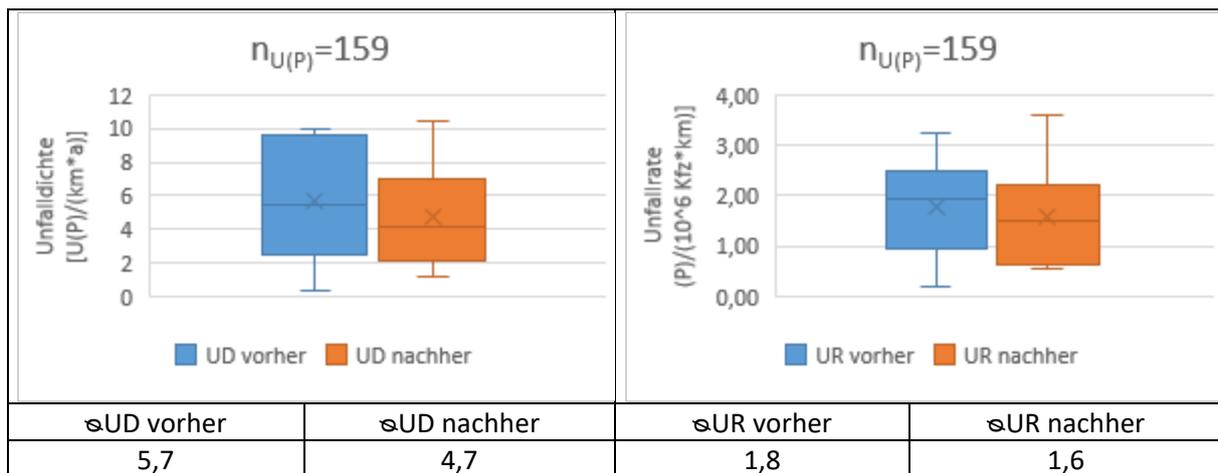


Abbildung 129: Unfalldichte UD (links) und Unfallrate UR (rechts) der Unfälle (P) Bestandsstrecken.

Wie in Abbildung 129 zu sehen, zeigte sich bei der UD und UR bezogen auf alle U(P) an den Bestandsstrecken eine positive Tendenz im Vorher-/Nachher-Vergleich, dies entspricht den Ergebnissen der Pilotstrecken, die auch eine allgemein positive Entwicklung zeigen. Jedoch ergibt dies für die Bewertung der UD bzw. UR der Rf-U(P) eine insgesamt schlechtere Bewertung, da diese bei den Bestandsstrecken eher eine negative Entwicklung aufwiesen.

Werden die Unfallkenngrößen differenziert nach der Führungsform betrachtet, zeigt sich bei den Strecken mit parallelem Radweg (2 Strecken) kaum eine Veränderung der Mittelwerte (vgl. Abbildung 130). Werden die Strecken mit reinem Mischverkehr betrachtet (4 Strecken), erhöhte sich der Mittelwert der UR im Gegensatz zur UD erheblich, dies wird wie o.g. insbesondere durch zwei Strecken LF und FR\_SB hervorgerufen.

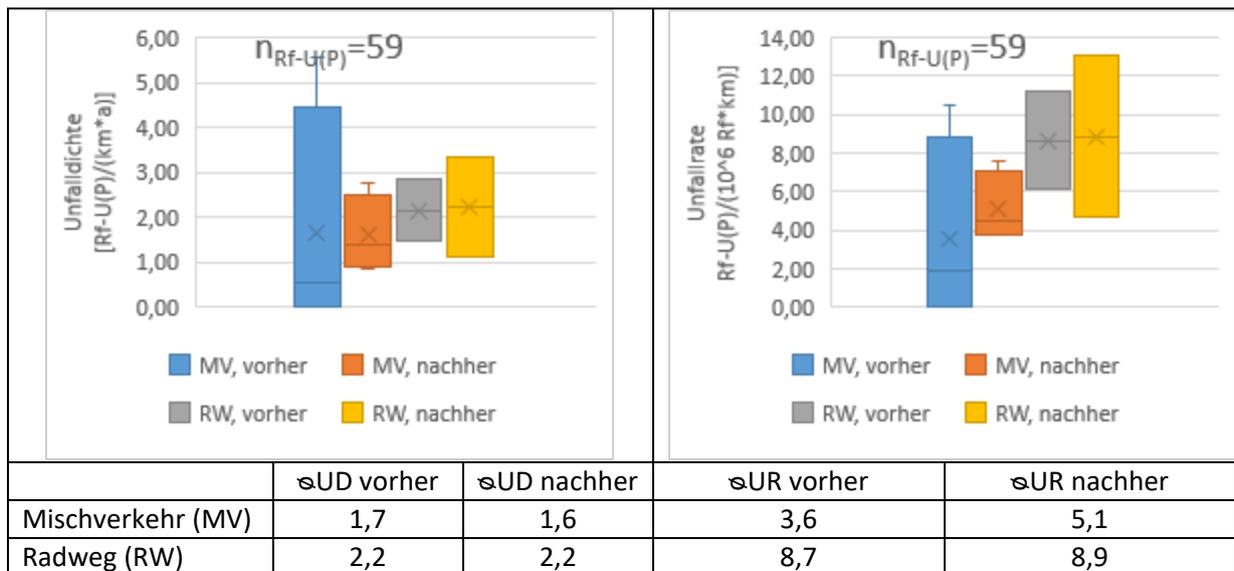


Abbildung 130: Unfalldichte UD (links) und Unfallrate UR (rechts) der Unfälle (P) der Bestandsstrecken, differenziert nach Führungsart.

## 7 Analyse Öffentlichkeitsarbeit

In der Bestandsphase wurden alle Kommunen in Deutschland, aus denen die Meldung vorlag, dass in der Vergangenheit Piktogramme auf der Fahrbahn umgesetzt worden waren, um einen Pressespiegel zum Thema gebeten. Zeitgleich wurden intensive Recherchen in Zeitungsarchiven und im Internet betrieben. Aus den Erkenntnissen wurden für die Pilotphase Materialien entwickelt, die den Kommunen bei der Umsetzung an die Hand gegeben werden konnten. Die Ergebnisse werden im Folgenden näher vorgestellt.

In der Bestandsphase konnten für 4 der 29 Kommunen, von denen eine Rückmeldung vorlag, keine Öffentlichkeitsarbeitsmaßnahmen gefunden werden, die sich mit Piktogrammen auf der Fahrbahn oder Hinweisschildern beschäftigten. In den übrigen Kommunen fand sich eine große Bandbreite unterschiedlicher beteiligter Akteur\*innen und Argumente. Auf diese soll im Folgenden näher eingegangen werden.

Es zeigt sich, dass die Fülle der betriebenen Öffentlichkeitsarbeit von Kommune zu Kommune stark variierte. Während in einigen Kommunen keine bzw. nur sehr wenige Beiträge zum Thema gefunden werden konnten, gab es in anderen eine Fülle an verschiedenen Ausführungen. In überregionalen Medien wie der Süddeutschen Zeitung, der Zeit, dem Deutschlandradio oder im WDR fanden die Piktogramme und Hinweisschilder sowie die Aufhebung der Radwegebenutzungspflicht nur in KOE und FR Erwähnung. Abgesehen von diesen beiden Großstädten lief die Öffentlichkeitsarbeit vor allem über lokale Zeitungen und Blogs und kommunenseitig insbesondere über eigene Homepages und Stadtmagazine ab (vgl. Tabelle 33).

Akteur*innen	Medienseitig
Kommunenseitig	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Homepage der Kommune</li> <li>• Stadtmagazine</li> <li>• Postwurfsendungen</li> <li>• Pressemitteilungen</li> <li>• teilweise Aktionen vor Ort (z.B. Streckenbegehungen, runde Tische)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regionale (und tw. auch überregionale) Zeitungen</li> <li>• Parteien</li> <li>• Blogs</li> <li>• Interessenverbände wie der ADFC</li> </ul>

Tabelle 33: Übersicht über an der Öffentlichkeitsarbeit zur Umsetzung der Maßnahmen beteiligten Akteur\*innen.

Die Argumente für bzw. gegen die Umsetzung der Maßnahmen sind oft ähnlich, die häufigsten sind in Tabelle 34 aufgelistet. Für ein Aufbringen der Piktogramme bzw. Aufstellen der Hinweisschilder sprechen eine bessere Sichtbarkeit der Radfahrenden, die kostengünstige Umsetzung und Lösung bei engen Querschnitten sowie die Abnahme von Konflikten mit zu Fuß Gehenden. Gegen die Umsetzung spricht, dass die Bedeutung der Maßnahme oft nicht richtig verstanden wird und dass separate Radverkehrsinfrastruktur gewünscht wird. Zudem würden die Hinweisschilder zum sogenannten „Schilderwald“ beitragen. Es zeigt sich eine starke Variation im Informationsgehalt der Beiträge, die zumeist als positiv gegenüber den umgesetzten bzw. umzusetzenden Maßnahmen einzuschätzen sind. Lediglich in MZ zeugt eine Vielzahl kritischer Artikel von Widerständen verschiedener Gruppen gegen die dort umgesetzten Piktogramme. In der Mehrzahl der Beiträge wird das Recht Radfahrender betont, auf der Fahrbahn zu fahren. Auffällig dabei ist, dass insgesamt nur in wenigen Beiträgen auf die Vorteile für zu Fuß Gehende durch eine Reduktion von Radfahrenden auf dem Gehweg eingegangen wird oder der positiv belegte Effekt auf Fahrverhalten und Verkehrssicherheit in Untersuchungen aus dem Ausland angeführt wird. Zudem werden nur äußerst selten die Gründe für das Umsetzen der Maßnahmen

wie beengte Verhältnisse und die Aufhebung der Radwegebenutzungspflicht genannt; gleichzeitig ist aus Studien bekannt, dass viele Verkehrsteilnehmende über diese Regelung nicht ausreichend informiert sind, vgl. z.B. Alrutz et al. (2009) oder Kolrep-Rometsch et al. (2013).

<b>Argumente</b>	
<b>Pro</b>	<b>Contra</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fahren auf der Fahrbahn ist sicherer</li> <li>• Piktogramme günstige Maßnahme</li> <li>• Maßnahmen beugen der Verwirrung, wo gefahren werden darf, vor</li> <li>• Piktogramme können so aufgebracht werden, dass Schutzstreifen bei Bedarf nachmarkiert werden kann</li> <li>• Verringerung der Konflikte mit zu Fuß Gehenden</li> <li>• Verdeutlichung der Aufhebung der Radwegebenutzungspflicht und Verbesserung des Regelwissens für Kfz- und Radfahrende, dass Radfahren auf der Fahrbahn erlaubt ist</li> <li>• Erinnerung für Kfz-Fahrende, dass Radfahrende auf der Fahrbahn unterwegs sein können</li> <li>• Verdeutlichung der Wahlfreiheit zwischen Fahrbahn und Radweg, falls vorhanden</li> <li>• Hinweisschilder als temporäre Maßnahme, bis Regeländerung bekannt ist</li> <li>• In beengten Verhältnissen Aufbringen von Piktogrammen, wo kein Radweg möglich ist</li> <li>• Möglichkeit der Kennzeichnung von Raum für Radfahrende im Baustellen- und Kreuzungsbereich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fahren auf der Fahrbahn ist unsicherer</li> <li>• Bedeutung der Piktogramme und Hinweisschilder nicht klar</li> <li>• Piktogramme werden zugeparkt</li> <li>• Piktogramme haben keine rechtliche Bedeutung</li> <li>• Hinweisschilder tragen zum sog. „Schilderwald“ bei</li> <li>• Fehlende Rechtssicherheit für die Kommunen bei der Umsetzung der Maßnahmen</li> <li>• Gefahr von Dooring</li> <li>• Piktogramme als kostengünstiges Umgehen bzw. Verzögern des Radwegeneubaus</li> <li>• „Kosmetische“ Maßnahme statt „echter“ Änderung</li> <li>• Radfahrende dienen als „Puffer“ für Entschleunigung des Verkehrs; Herabsenkung der erlaubten Höchstgeschwindigkeit sinnvoller</li> </ul>

Tabelle 34: Übersicht über Argumente der an der Öffentlichkeitsarbeit zur Umsetzung der Maßnahmen beteiligten Akteur\*innen.

In der Aufklärung der Proband\*innen über Ziele und Zweck der Untersuchung am Ende der Befragungen zeigte sich, dass viele der Teilnehmenden ihre Meinung, dass die Maßnahmen nicht sinnvoll seien, nach einer Erklärung über die Aufhebung der Radwegebenutzungspflicht und den zu engen Querschnitt, auf dem deshalb keine Radverkehrsinfrastruktur angebracht werden kann, änderten und die Maßnahme im Rahmen der Möglichkeiten doch als sinnvoll bewerteten. Entsprechend lautete eine der Empfehlungen, die für die Gestaltung der Öffentlichkeitsarbeitsmaßnahmen für die Pilotphase aus den Ergebnissen der Bestandsanalyse abgeleitet wurden, Gründe für die Umsetzung der Piktogramme bzw. Hinweisschilder (statt keiner oder anderer Maßnahmen) zu erläutern. Die Erkenntnisse der Bestandsphase zeigten zudem die Wichtigkeit einer breiten Information der Öffentlichkeit auf möglichst vielen Kanälen auf – beispielsweise werden mit einem Beitrag in der Lokalzeitung viele, aber bei Weitem nicht alle Personen erreicht, für die die Informationen potenziell wichtig sein könnten.

Aus der Analyse der Öffentlichkeitsarbeit in der Bestandsphase wurde die Wichtigkeit der möglichst breiten Streuung der entwickelten allgemeinen sowie kommunenspezifischen Pressemitteilung in der

Pilotphase an Zeitungen, Radiosender, Interessensgruppen, Parteien sowie Mitglieder der örtlichen Verwaltung und Polizei, auf der Homepage der Kommune und im Stadtmagazin sowie über Social Media abgeleitet. Auch die Begehung der Strecken nach der Umsetzung der Maßnahme, beispielsweise im Rahmen einer Radverkehrsaktionswoche, die Vorstellung in Bürgerforen und die Information von Anwohner\*innen per Postwurfsendung und Auslage von Flyern in Geschäften und öffentlichen Einrichtungen wurde als sinnvoll erachtet. Die entwickelten Materialien sind Anhang 15 zu entnehmen.

Den Pilotkommunen wurden die entwickelten Materialien zur Verfügung gestellt und mit der Bitte versehen, die Informationen möglichst mehrfach und breit zu streuen. Im Nachgang wurden Gespräche mit den Verantwortlichen zur Evaluation geführt. Dabei zeigten sich aus Sicht der Kommunen für die begleitende Öffentlichkeitsarbeit folgende Empfehlungen:

- Rechtzeitige Information und Aufklärung von Politik und Verbänden über Maßnahmen und deren Umsetzung hilfreich
- Information der Anwohner\*innen über Maßnahmen
- Kommunikation der Information, dass Piktogramme auch zur Information und Beachtung für Kfz-Fahrende sind, nicht nur für Radfahrende
- Regelmäßige Wiederholung der Informationen

Es ist anzumerken, dass bei den Evaluations-Interviews zum Teil ein längerer Zeitraum seit der Umsetzung vergangen war, so dass keine dezidierte Erinnerung mehr vorlag (z. T. auch bedingt Mitarbeiterwechsel); z. T. waren die Befragten auch nicht zuständig. Generell wurde keine umfassende oder außergewöhnliche Öffentlichkeitsarbeit durchgeführt, sodass tiefergehende Fragestellungen i.d.R. nicht beantwortet werden konnten bzw. relevant waren. Vor Ort erfolgt normalerweise keine Evaluation/Dokumentation der durchgeführten Öffentlichkeitsarbeit. Aus den Gesprächen wurde ersichtlich, dass i.d.R. die übliche Öffentlichkeitsarbeit mit der Umsetzung der Maßnahmen mit Pressemitteilung und ggf. Informationen auf der kommuneneigenen Internetseite und auf Social Media erfolgte; zusätzlich wurden die Informationen bereits vor der Umsetzung an Politik und die relevanten Arbeitskreise weitergegeben. Aus der Bevölkerung erreichte die Interviewpartner\*innen keine besonderen Reaktionen zur durchgeführten Öffentlichkeitsarbeit. Die Piktogramme wurden insgesamt im Allgemeinen neutral von der Bevölkerung aufgenommen. Teilweise wurden initiale Verständnisprobleme und Missverständnisse sowie Skepsis vor der Umsetzung berichtet, im Allgemeinen setzte nach der Umsetzung ein Gewöhnungseffekt ein und es gab keine weiteren Beschwerden. Es wurden keine Probleme bei der öffentlichkeitswirksamen Begleitung der Umsetzung der Maßnahmen berichtet. Generell empfehlen auch die Kommunen, in jedem Fall Öffentlichkeitsarbeit durchzuführen und diese regelmäßig zu wiederholen.

Interessant ist, dass nur wenige der Befragten nach dem Aufbringen der Piktogramme bzw. dem Aufstellen der Hinweisschilder trotz begleitender Öffentlichkeitsarbeit auf die Frage, woher sie um die Bedeutung der Maßnahmen wissen, mit Wissen aus der Zeitung oder von Bürger\*innenforen etc. antworten. Ein Großteil berichtet, sich nicht mehr zu erinnern, wo sie die Bedeutung solcher Maßnahmen erfahren haben bzw. antwortet mit Logik oder gesundem Menschenverstand. Dieser Fakt zeigt, dass wenige aktiv wissen, wo sie ein bestimmtes Wissen erworben haben – allerdings widerspricht dies nicht der Durchführung von Öffentlichkeitsarbeitsmaßnahmen.

## 8 Qualitative Städteinterviews

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Befragungen im Rahmen von Städte-Interviews dargestellt. Aufgrund der kleinen Stichprobe wird nur auf die wesentlichen Ergebnisse eingegangen und keine statistischen Auswertungen dargestellt.

### **Fazit zur Umsetzung von Piktogramm-Ketten aus Sicht der Kommunen**

Summarisch betrachtet ergab die Befragung der Kommunen, dass bei der Umsetzung der Piktogramm-Ketten eher Unsicherheit herrschte. Dies war sicherlich auch auf die fehlenden Vorgaben bzw. das Nicht-Vorhandensein dieses Elementes in den technischen Regelwerken oder der StVO zurückzuführen. Dementsprechend gab es zumindest in einigen Kommunen auch größeren Erklärungs- bzw. Diskussionsbedarf der Ämter untereinander. Insgesamt wurden die Möglichkeiten der Umsetzung lokal sehr unterschiedlich gesehen bzw. bewertet. Rund die Hälfte der befragten Kommunen konnte die Piktogramm-Ketten nur als Verkehrsversuch und/oder zumindest mit wissenschaftlicher Begleitung umsetzen. Häufig war es ein „Herantasten“ an eine gute und funktionierende Lösung, da einheitliche Vorgaben bisher fehlen. In Bezug auf die Ausgestaltung der Piktogramm-Ketten gaben die Kommunen häufig an, sich „an Vorhandenem zu orientieren“ (z. B. an der Größe des Piktogramms bei Schutzstreifen bzw. den Vorgaben der Richtlinien für die Markierung von Straßen (RMS; FGSV, 1980 [Berichtiger Nachdruck 1995])). Die Realität vor Ort zeigte jedoch, dass es z. T. große Varianzen bei Abstand, Lage und Größe der Piktogramme gab—und das sogar im Verlauf einzelner Strecken. Dies hing auch damit zusammen, dass sich die Markierungsfirmen vereinzelt nicht an Vorgaben hielten.

Resümierend kann festgehalten werden, dass der Erfolg der Maßnahmenumsetzung oft von der erfolgreichen Zusammenarbeit vor Ort abhing (insbesondere der Ämter untereinander aber auch die Zusammenarbeit mit externen Akteuren wie z. B. den Fahrradverbänden).

Befragt nach zukünftigen Planungen zur Umsetzung weiterer Piktogramm-Ketten zeigte sich aufgrund der fehlenden StVO-Konformität häufig eine abwartende Haltung, obgleich der Nutzen sich in den Kommunen durchaus gezeigt hatte und der Wille hinsichtlich weiterer Umsetzung vorhanden war.

### **Fazit zur Öffentlichkeitsarbeit aus Sicht der Kommunen**

In den untersuchten Kommunen wurde größtenteils keine besondere Form der Öffentlichkeitsarbeit im Rahmen der Umsetzung der Piktogramm-Ketten durchgeführt. In der Regel erfolgte die übliche Öffentlichkeitsarbeit in Form einer Pressemitteilung, z. T. ergänzt durch Informationen auf der Internetseite der Kommune und im Social Media-Bereich. Weiterhin wurden häufig zusätzlich gezielt die Politik und relevante Arbeitsgruppen und Arbeitskreise informiert. Konsens bestand darüber – egal wie umfassend die eigene Öffentlichkeitsarbeit vor Ort ausgefallen war – dass gezielte Öffentlichkeitsarbeit ein wichtiger Baustein bei der erfolgreichen Umsetzung von Piktogramm-Ketten ist. Insgesamt berichteten die befragten Kommunen nicht von Problemen bei der öffentlichkeitswirksamen Begleitung der Umsetzung der Piktogramme und es wurden i. d. R. auch keine flankierenden Maßnahmen wie beispielsweise Geschwindigkeitskontrollen in der Einführungsphase der Piktogramme umgesetzt.

### **Wünsche der Kommunen**

Für den zukünftigen Umgang mit Piktogramm-Ketten und deren Umsetzung wünschen sich Kommunen zum einen klare Definition von Einsatzgrenzen (z. B. hinsichtlich DTV, Straßenbreite, Radverkehrsaufkommen, Streckenauswahl), sowie Maßvorgabe für die Piktogramme bzw. Gestaltungshinweise, aber auch Ausführungshinweise zur Markierung in Bezug zur Materialwahl.

Zum anderen wurden Argumente für Überzeugungs- und Öffentlichkeitsarbeit hinsichtlich der Ziele des Einsatzes von Piktogramm-Ketten und Hinweise zu Effekten und positiven Wirkungen (bei unterschiedlicher Streckencharakteristik, unterschiedlicher Piktogrammgröße) als hilfreiche Unterstützung genannt.

Ein wichtiger Punkt der Kommunen war zudem eine klare Empfehlung zum Umgang mit der StVO.

## 9 Diskussion der Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse aus den Video- und Unfallanalysen sowie aus den Befragungen vor dem Hintergrund der Literatur zum Thema diskutiert und die Forschungsfragen beantwortet (9.1) sowie mögliche Limitationen diskutiert und ein Ausblick auf künftige Forschung gegeben (9.2).

### 9.1 Synthese der Ergebnisse der Video- und Unfallanalysen sowie der Befragungen

In Kapitel 2.2.3 wurde bereits darauf eingegangen, dass objektive Fahrverhaltens- und Unfalldaten nicht isoliert betrachtet werden sollten, sondern in Beziehung zum subjektiven Empfinden der Verkehrsteilnehmenden gesetzt werden sollten. Nachfolgend werden die Ergebnisse aus den Videoanalysen (vgl. Kapitel 4.3 und 5.2) und aus den Befragungen (Kapitel 4.4 und 5.3) in Relation gebracht und integriert. Dazu werden die unter 1.3 in Form von Thesen formulierten Forschungsfragen zur Verkehrssicherheit (9.1.1), zur Flächennutzung Radfahrender (9.1.2), zu den Fahrlinien (9.1.3), Kfz-Geschwindigkeiten und Überholabständen (9.1.4), sowie Konflikten zwischen Radfahrenden und zu Fuß Gehenden (9.1.5) und zum Regelwissen (9.1.6) einzeln überprüft und anschließend beantwortet. Orange hinterlegt sind dabei die Antworten auf Thesen, bei denen sich ein gemischtes Bild zeigte, und grün solche, die bestätigt werden konnten.

#### 9.1.1 Verkehrssicherheit

##### **These:**

Die objektive und subjektive **Verkehrssicherheit** verbessert sich nach Aufbringen von Piktogrammketten. Die **Unfallsituation** verbessert sich, die Unfallraten und der Anteil von kritischen **Interaktionen** im Seitenraum und auf der Fahrbahn nehmen ab. Die Verkehrsteilnehmenden **fühlen sich** nach der Umsetzung der Maßnahmen **sicherer** als zuvor und schätzen Interaktionen mit anderen Verkehrsteilnehmenden als angenehmer ein.

Vorab sei im Zusammenhang mit der Bewertung der Verkehrssicherheit bzw. des Unfallgeschehens auf den untersuchten Strecken darauf hingewiesen, dass die betrachteten Unfallkollektive grundsätzlich klein waren. Daher wurden auch keine tiefergehenden statistischen Auswertungen bzw. Analysen durchgeführt. Das untersuchte Unfallgeschehen stellt jedoch das reale Unfallaufkommen auf den betrachteten Strecken mit Piktogrammketten dar. Die nachfolgenden Aussagen sind daher vor diesem Hintergrund einzuordnen.

Das individuelle Risiko einer radfahrenden Person zu verunfallen verringerte sich nach der Maßnahmenumsetzung (Markierung der Piktogrammkeite, Aufstellen eines Hinweisschildes) an allen Strecken (das Unfallrisiko aller Verkehrsteilnehmenden als Vergleichsgröße verringerte sich auch, jedoch nicht so deutlich). Das Risiko zu verunfallen wird ausgedrückt durch die Unfallrate, die sich im Durchschnitt um die Hälfte reduzierte, wobei es größere Streuungen bei den betrachteten Strecken gab. Zudem wurde festgestellt, dass die untersuchten Strecken mit Radwegen eine geringere Unfallrate aufwiesen als die Strecken mit Mischverkehr. Im Vorher-/Nachher-Vergleich konnte jedoch erreicht werden, dass die Unfallrate der Strecken mit Mischverkehr nach Maßnahmenumsetzung im Mittel unter dem Mittelwert der Strecken mit Radwegen vor Maßnahmenumsetzung lag. Bei Betrachtung der Strecken mit Radweg und einer Unterscheidung nach Strecke und Knotenpunkten zeigte sich, dass die Unfallrate an den freien Strecken stabil blieb und sich an den Knotenpunkten reduzierte. An den reinen Mischverkehrsstrecken reduzierte sich die Unfallrate an den Knotenpunkten ebenfalls, auf der freien Strecke stieg sie jedoch an. Die Unfalldichte reduzierte sich an Knotenpunkten sowohl auf den Strecken mit

reinem Mischverkehr als auch auf den Strecken mit Radweg im Vorher-/Nachher-Vergleich nur leicht. Die Unfalldichte auf der freien Strecke stieg auf beiden Strecken im Vorher-Nachher-Vergleich an.

Auch wenn die absoluten Zahlen insgesamt gering waren, so konnte dennoch in der Tendenz festgestellt werden, dass sich Unfälle mit Ruhendem Verkehr im Vorher-/Nachher-Vergleich an allen Strecken reduzierten, wobei an Strecken mit parallelem Radweg im Seitenraum eine Reduzierung um mehr als die Hälfte zu beobachten war, an Strecken mit Mischverkehr konnten nach der Maßnahmenumsetzung keine Unfälle dieses Typs beobachtet werden. Zu beachten ist hierbei allerdings auch der kürzere Betrachtungszeitraum. Der Anteil der Unfälle im Längsverkehr (an der freien Strecke von allen Untersuchungsstrecken) und von Überschreiten-Unfällen (an Knotenpunkten von Strecken mit Radwegen) nahm mit der Maßnahmenumsetzung hingegen zu. Während vor dem Aufbringen der Piktogramme bzw. dem Aufstellen der Hinweisschilder 64% der Unfälle auf Knotenpunkte und 36% auf Unfälle auf der Strecke entfielen, glichen sich diese Anteile nach der Umsetzung der Maßnahmen an. Für eine Reduzierung der Unfälle auf der Strecke scheinen Modifizierungen der Maßnahme oder weitere Maßnahmen notwendig zu sein.

Im Vorher-Nachher-Vergleich erhöhte sich die Anzahl der Interaktionen auf der Fahrbahn, gleichzeitig nahm die Zahl der Interaktionen im Seitenraum ab. Dies ist insbesondere durch die vermehrte Nutzung der Fahrbahn durch die Radfahrenden zu erklären, wobei anzumerken ist, dass sich die Interaktionen zwar auf der Fahrbahn erhöhten, sich jedoch die Konflikte (behindernde und kritische Interaktionen) auf der Fahrbahn kaum erhöhten. Stattdessen nahmen die regelgerechten Interaktionen zu. Im Seitenraum nahmen Interaktionen insgesamt und auch Konflikte ab. Die Konfliktrate konnte jedoch auf der Fahrbahn wie auch im Seitenraum reduziert werden. Das Sicherheitsniveau konnte somit insgesamt erhöht werden, insbesondere im Seitenraum.

In den Befragungen gaben die Verkehrsteilnehmenden an, sich nach der Umsetzung der Maßnahmen signifikant sicherer zu fühlen als zuvor, wobei sich Radfahrende sowohl vor als auch nach der Maßnahmenumsetzung unsicherer fühlten als zu Fuß Gehende und Kfz-Fahrende, was Befunde von Alta Planning + Design (2004), Daff (2013) und Vasilev et al. (2017) sowie Ergebnisse von Gehlert und Genz (2011), Sanders (2015) und der Unfallforschung der Versicherer (2020) bestätigen. Befragte, die bereits einen Unfall oder Beinahe-Unfall mit Radbeteiligung auf der Strecke erlebt hatten, fühlten sich unsicherer als solche, die noch keine solche kritische Situation erlebt hatten und nahmen die Interaktionen mit anderen Verkehrsteilnehmenden als unangenehmer wahr. Dies steht im Einklang mit der entsprechenden Literatur zum Thema: Auch Aldred (2016) und Sanders (2015) bestätigen einen Einfluss der Zahl von Unfällen und Beinahe-Unfällen auf das im Straßenverkehr wahrgenommene Risiko. Im Mittel aus Bestands- und Pilotstrecken hatte in den Befragungen etwa jede 13. befragte Person in den letzten drei Jahren einen Unfall oder Beinahe-Unfall mit Radbeteiligung erlebt. Dieser Befund passt zu Ergebnissen von Gkekas, Bigazzi und Gill (2020). In ihrer Studie zur Interaktion von zu Fuß Gehenden und Radfahrenden auf einem Universitätscampus berichteten beispielsweise 15% der zu Fuß Gehenden und 19% der Radfahrenden, in den letzten zwölf Monaten mindestens einen Unfall oder Beinahe-Unfall erlebt zu haben. In einer Befragung von Ellinghaus und Steinbrecher (1993) berichteten 25,4% der Radfahrenden, in den letzten 12 Monaten in einen oder mehrere Unfälle verwickelt gewesen zu sein. Wenngleich sowohl in der Untersuchung von Gkekas et al. (2020) als auch von Ellinghaus und Steinbrecher (1993) höhere Unfall- oder Beinahe-Unfallraten berichtet wurden, so ist anzumerken, dass sich deren Befunde nicht wie im vorliegenden Fall auf eine konkrete Untersuchungsstrecke bezogen, sondern allgemein nach Unfällen oder kritischen Situationen gefragt wurde. Entsprechend war zu erwarten, dass dort der Anteil derer, die von einer solchen Situation berichten, größer ausfällt.

Nur ein kleiner Teil der Befragten berichtete, aufgrund der Interaktion sei die Polizei informiert bzw. eine ärztliche Behandlung notwendig geworden. Dieser Befund deutet auf die hohe Prävalenz von Beinahe-Unfällen bzw. Unfällen geringer Schwere in den Berichtsdaten hin, was durch die Literatur gestützt wird (vgl. z.B. Janstrup, Kaplan, Hels, Lauritsen & Prato, 2016; Shinar et al., 2018; Winters & Branion-Calles, 2017). Im Allgemeinen decken sich die Berichte der Befragten, ob sie in den letzten drei Jahren eine oder mehrere kritische Interaktion(en) mit Radbeteiligung erlebt hatten, mit den beobachteten Interaktionen. Dabei muss nochmals darauf hingewiesen werden, dass leicht unterschiedliche Referenzpunkte (Unfälle bzw. Beinahe-Unfälle der letzten drei Jahre vs. Interaktionen im Beobachtungszeitraum) verwendet wurden.

Deskriptiv nahmen die Befragten die Interaktionen mit anderen Verkehrsteilnehmenden nach der Maßnahmenumsetzung als etwas angenehmer wahr als zuvor. Lediglich auf Strecken mit Seitenraumfreigabe empfanden Radfahrende die Interaktionen mit Kfz-Fahrenden als unangenehmer als zuvor. Chaurand und Delhomme (2013) fanden in einer Untersuchung heraus, dass das Risiko, als Radfahrende\*r in einen Unfall mit einem Pkw verwickelt zu sein, im Vergleich zum Risiko, in einen Unfall mit eine\*r Radfahrenden verwickelt zu sein, als höher wahrgenommen wurde. Daraus lässt sich ableiten, dass Radfahrende Pkw-Fahrende als bedrohlicher wahrnehmen als andere Radfahrende; entsprechend ist nachvollziehbar, dass Radfahrende die Interaktionen mit Kfz-Fahrenden als unangenehmer (für Radfahrende bedrohlicher als eine Interaktion mit Radfahrenden) wahrnehmen als umgekehrt Kfz-Fahrende die Interaktionen mit Radfahrenden (für Kfz-Fahrende weniger bedrohlich). Eine mögliche Erklärung dafür, dass die Radfahrenden auf Strecken mit Radverkehrsinfrastruktur die Interaktionen mit Kfz-Fahrenden nach der Maßnahmenumsetzung als unangenehmer einschätzten als zuvor, ist die Tatsache, dass Radfahrende, die zuvor den Seitenraum genutzt hatten und nun die Fahrbahn wählten, mehr Interaktionen mit Kfz-Fahrenden erlebten. Zudem ist es möglich, dass mit der zentraleren Position der Radfahrenden auf der Fahrbahn ein nicht immer tolerierendes Verhalten von Kfz-Fahrenden einhergeht, wie Daff (2013) berichtet. So stieg in seiner Studie nach dem Markieren von Piktogrammen auf der Fahrbahn an zwei der untersuchten Strecken der Anteil aggressiv und ungeduldig folgender Kfz-Fahrender, was der Autor mit einem fehlenden Wissen um das Recht auf Fahrbahnnutzung der Radfahrenden in Verbindung bringt (Daff, 2013). Die vorliegende Untersuchung widerlegt diese Theorie jedoch insofern, als dass die Zahl regelgerechter Interaktionen zunahm und die befragten Verkehrsteilnehmenden die Interaktionen mit anderen auf Strecken mit Radverkehrsführung im Mischverkehr nach der Maßnahmenumsetzung als angenehmer wahrnahmen. Eine weitere Option, mit der die teilweise stark zwischen den Untersuchungsstrecken variierenden Interaktions-Einschätzungen der Befragten erklärt werden könnten, sind die berichteten (Beinahe-)Unfälle und Daten aus den Unfallanalysen. Entgegen der positiven Unfallentwicklung in der Pilotphase zeigte sich im Vorher-/Nachher-Vergleich der Bestandsstrecken eine negative (Analyse der Unfalldaten) bzw. stagnierende Unfallentwicklung (Analyse der Befragungsdaten), was durch geringe Stichprobenumfänge und örtliche Besonderheiten wie einen außerörtlichen Charakter sowie eine mögliche Verzerrung der Erinnerung (Recall Bias) und die leichtere Erinnerung von weniger lange zurückliegenden Ereignissen (Recency Effekt) in der Befragung erklärt werden kann (vgl. z.B. Baddeley & Hitch, 1993; Dong et al., 2011).

**Ergebnis:**

Die Unfallrate und das individuelle Unfallrisiko Radfahrender nahmen im Vorher-/Nachher-Vergleich insbesondere an Knotenpunkten auf Strecken mit reinem Mischverkehr ab. Auch subjektiv fühlten sich die Befragten nach der Maßnahmenumsetzung sicherer als zuvor und schätzten die Interaktionen mit anderen Verkehrsteilnehmenden als angenehmer ein. Die Videoanalysen komplementieren die Daten aus den Beobachtungen und Befragungen: Bedingt durch die vermehrte Fahrbahnnutzung durch Radfahrende nahm die Zahl insbesondere der regelgerechten Interaktionen auf der Fahrbahn im Vorher-/Nachher-Vergleich zu, während sich Konflikte auf der Fahrbahn kaum erhöhten. Die Zahl der Interaktionen im Seitenraum nahm ab. Die Konfliktrate konnte jedoch auf der Fahrbahn wie auch im Seitenraum reduziert werden. Das Sicherheitsniveau konnte somit insgesamt erhöht werden, insbesondere im Seitenraum.

### 9.1.2 Flächennutzung

**These:**

Radfahrende fahren eher auf der Fahrbahn, somit wird der Anteil der Radfahrenden im Seitenraum und damit auch der in die falsche Richtung fahrenden Radfahrenden im Seitenraum gesenkt.

Die Raumnutzung der Radfahrenden veränderte sich im Vorher-Nachher-Vergleich deutlich; die Seitenraumnutzung nahm über alle Strecken um 13% ab, wobei sich in einer Aufteilung nach Radverkehrsführung Unterschiede zeigten: Auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe nahm die Seitenraumnutzung um 22% ab, auf Strecken mit Seitenraumfreigabe um 2%. War ein nicht benutzungspflichtiger Radweg vorhanden, hatten die umgesetzten Maßnahmen kaum einen Einfluss auf die Flächennutzung der Radfahrenden; der Großteil der Radfahrenden fuhr nach wie vor im Seitenraum, unter 5% nutzten die Fahrbahn. Wurde der Radverkehr hingegen im Mischverkehr geführt und es gab keinen parallelen Radweg, so nahm die Fahrbahnnutzung mit der Maßnahmenumsetzung von im Mittel 50% auf rund 60% zu.

Um die Vergleichbarkeit zwischen den Daten aus den Videobeobachtungen und den Befragungen zur Flächenwahl zu erhöhen, wurden in letzterer erhobene Daten zur Flächennutzung zusammengefasst zu „Seitenraum“ (Nutzung von Gehweg und/oder Gehweg in Gegenrichtung und/oder Radweg, sofern vorhanden) bzw. „Fahrbahn“ (Nutzung von Fahrbahn rechts und/oder mittig und/oder links) oder „Seitenraum + Fahrbahn“ (Nutzung sowohl von Flächen im Seitenraum als auch auf der Fahrbahn; vgl. Abbildung 131).

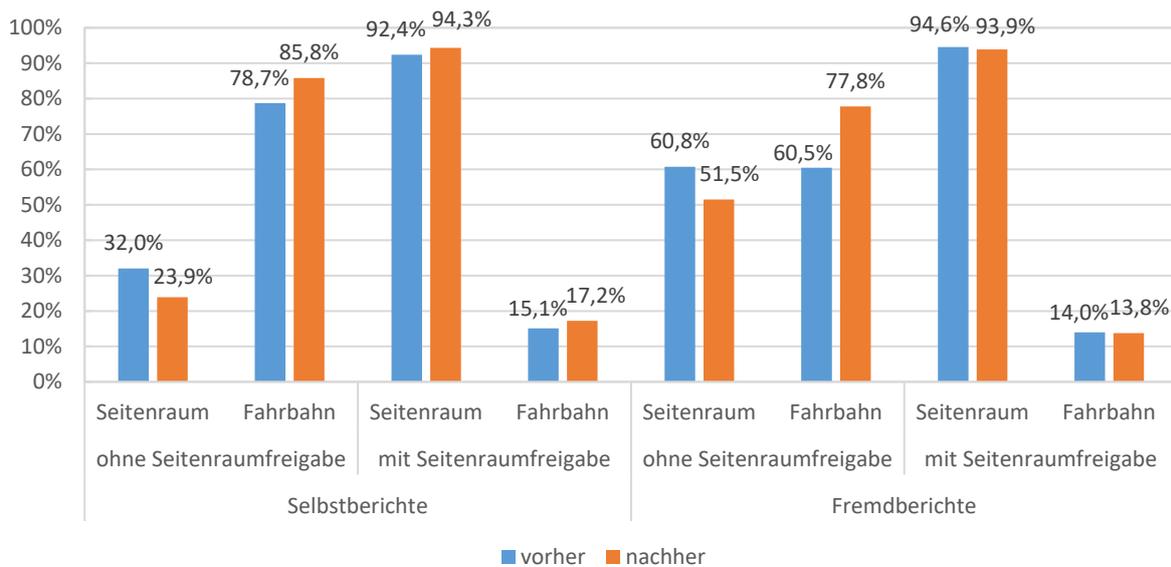


Abbildung 131: Vergleich der selbst berichteten Angaben der Radfahrenden (links), auf Strecken mit bzw. ohne Seitenraumfreigabe mindestens oft oder immer den Seitenraum bzw. die Fahrbahn oder beides zu nutzen, mit Berichten derselben Personen zum Verhalten anderer Radfahrender (rechts) in der Pilotphase.

Es zeigt sich, dass der Anteil der Radfahrenden, der berichtet, selbst oft oder immer mit dem Rad im Seitenraum zu fahren, mit der Maßnahmenumsetzung auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe leicht abnahm. Gleichzeitig stieg der Anteil derer, die berichteten, nun die Fahrbahn zu nutzen, in ähnlichem Maße. Auf Strecken mit Seitenraumfreigabe nahm der Anteil derjenigen, die berichteten, oft oder immer im Seitenraum zu fahren, leicht zu, gleiches galt auch für den Anteil derer, die angaben, oft oder immer auf der Fahrbahn zu fahren.

Es ist ein Unterschied erkennbar zwischen dem berichteten eigenen Verhalten der Radfahrenden und dem durch dieselben Personen berichteten Verhalten anderer Radfahrender: So wurden insgesamt, mit Ausnahme der Strecken mit Seitenraumfreigabe, ähnliche Tendenzen berichtet für andere Radfahrende wie für das eigene Verhalten. Allerdings lagen die Ausgangswerte auf unterschiedlichem Niveau: Die befragten Radfahrenden gaben für sich selbst an, insbesondere auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe weniger oft den Seitenraum zu nutzen, als sie dies für andere Radfahrende angaben. Gleichzeitig wurde selbst eine häufigere Fahrbahnnutzung berichtet als bei anderen Radfahrenden. Es ist anzumerken, dass nicht nur Radfahrende, sondern auch zu Fuß Gehende oder Kfz-Fahrende zum Verhalten anderer Radfahrender befragt wurden; allerdings zeigten sich keine markanten Unterschiede zwischen den Berichten vom Verhalten anderer Radfahrender zwischen Radfahrenden einerseits sowie zu Fuß Gehenden und Kfz-Fahrenden andererseits. Somit kann ausgeschlossen werden, dass letztere eine mögliche Agenda verfolgen (beispielsweise, dass zu Fuß Gehende von mehr Radfahrenden im Seitenraum berichten als dort tatsächlich unterwegs sind, um auf Konflikte mit Radfahrenden auf dieser Fläche aufmerksam zu machen).

Die Unterschiede zwischen der berichteten eigenen Flächenwahl und der Flächenwahl anderer könnte auf Effekte sozialer Erwünschtheit hindeuten: Befragte täuschen sich in Bezug auf ihr eigenes Verhalten selbst (Self Deception) oder möchten in besserem Licht dastehen (Impression Management; Lajunen, Corry, Summala & Hartley, 1997; Wählberg, Dorn & Kline, 2010). Diese Effekte werden beim Bericht des Verhaltens anderer kleiner, weshalb anzunehmen ist, dass die berichtete Häufigkeit, mit der andere Radfahrende den Seitenraum nutzen, eher der Realität entspricht als das berichtete eigene

Verhalten, weil der Einfluss sozialer Erwünschtheit kleiner ist, wenn man das Verhalten anderer Personen beschreibt.

Die Ergebnisse aus den Befragungen und den Videoanalysen gehen in die gleiche Richtung, wenngleich die Videoanalysen eine deutlichere Reduktion der Seitenraumnutzung auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe anzeigen, als dies von den Befragten berichtet wurde.

Im Mittel nutzten in den Videoanalysen vor der Maßnahmenumsetzung 19% der Radfahrenden den linken Seitenraum. Auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe fuhr ein deutlich höherer Anteil der im Seitenraum fahrenden Radfahrenden links als an Strecken mit Seitenraumfreigabe. Der Anteil der linksfahrenden Radfahrenden wurde nach Umsetzung der Maßnahmen größtenteils reduziert, allerdings nicht in dem Ausmaß, in dem sich die Seitenraumnutzung insgesamt verringerte, was beispielsweise auf bestimmte anzufahrende Ziele oder schlechte Abbiegebeziehungen zurückzuführen sein könnte. War die Seitenraumnutzung erlaubt, konnte der Anteil der linksfahrenden Radfahrenden im Mittel um 10% reduziert werden, war sie nicht erlaubt, um 16%.

In den Befragungen berichteten auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe nach der Maßnahmenumsetzung 13,5% der Radfahrenden, mindestens oft oder immer den Gehweg in Gegenrichtung zu nutzen, dies war damit im Vergleich zu vorher (15,0%) leicht gesunken. Auf Strecken mit freigegebenem Seitenraum reduzierte sich der Anteil derer, die angaben, oft oder immer den Gehweg in Gegenrichtung zu nutzen, von 6,9% auf 4,3%. In welcher Richtung die Befragten auf diesen Strecken den Radweg nutzten, lässt sich aus den Daten nicht bestimmen.

Die Daten aus der Videoanalyse und der Befragung zum Anteil linksfahrender Radfahrender zeigen in der Tendenz in die gleiche Richtung. In einer Untersuchung von Alta Planning + Design (2004) verringerten Bike-and-Chevron-Markierungen die Zahl der Gegenrichtungs-Fahrenden signifikant.

#### **Ergebnis:**

Die Seitenraumnutzung der Radfahrenden konnte auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe deutlich (um 22%) reduziert werden. Auf Strecken mit nicht benutzungspflichtigem Radweg veränderte sich der Anteil der Radfahrenden, die den Seitenraum nutzten, hingegen kaum (Abnahme um 2%). Es ist zu vermuten, dass die subjektiv wahrgenommene Sicherheit im Seitenraum für viele Radfahrende ausschlaggebend für die Infrastrukturpräferenz einer Führung getrennt vom Kfz-Verkehr ist. Der Anteil linksfahrender Radfahrender im Seitenraum konnte reduziert werden (im Mittel um 13%), jedoch nicht in dem Maß, in dem die Seitenraumnutzung allgemein reduziert werden konnte, was auf bestimmte anzufahrende Ziele oder schlechte Abbiegebeziehungen zurückzuführen sein könnte. Die Befunde werden im Allgemeinen durch die Ergebnisse aus den Befragungen gestützt, auch dort wird eine Zunahme der Fahrbahnnutzung insbesondere auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe berichtet.

### 9.1.3 Fahrlinien

#### **These:**

Die Piktogramme beeinflussen die **Fahrlinie** von Radfahrenden. Radfahrende befahren die Mitte des Piktogramms, insbesondere bei Nutzung eines Pfeilelements in Kombination mit einem Fahrrad-Piktogramm.

In den Videoanalysen zeigten sich tendenzielle – streckenweise auch deutliche – Verschiebungen der Fahrlinie, diese sind aber unter Berücksichtigung der Schwankungen bei Fahrlinien von Radfahrenden und der geringen Stichprobengrößen als marginal anzusehen. Bei Überholungen fuhren Radfahrende

sowohl auf den Bestands- als auch auf den Pilotstrecken weiter rechts als bei einer unbeeinflussten Fahrt oder einer Hinterherfahrt. Im Widerspruch zur Literatur (Knoflacher, 2014) konnte nicht bestätigt werden, dass Radfahrende nach dem Aufbringen der Piktogramme in deren Mitte auf der Fahrbahn fahren. Eine mögliche Erklärung dafür ist, dass die Radfahrenden vermeiden wollten, über die teilweise unebenen Piktogramme zu fahren. Eine weitere mögliche Erklärung wäre die Tendenz von Radfahrenden weiter rechts zu fahren als der Kfz-Verkehr und fließendem Verkehr nach rechts auszuweichen (vgl. Richter et al., 2019).

**Ergebnis:**

Es gibt tendenzielle – streckenweise auch deutlichere – Verschiebungen der Fahrlinien der Radfahrenden, diese sind aber unter Berücksichtigung von Schwankungen bei Fahrlinien von Radfahrenden als marginal einzuschätzen. Radfahrende befahren nicht die Mitte des Piktogramms, sondern den Bereich rechts davon.

#### 9.1.4 Kfz-Geschwindigkeiten und Überholabstände

**These:**

Kfz-Fahrende fahren **langsamer**, sie **überholen** Radfahrende seltener und mit mehr Abstand.

An den meisten Strecken lag die  $v_{85}$  unter der zugelassenen Höchstgeschwindigkeit. An Strecken mit Ortsdurchfahrts-Charakter lag die  $v_{85}$  über der zugelassenen Höchstgeschwindigkeit. Die Analysen der Seitenradar-Messungen deuten im Vorher-/Nachher-Vergleich auf eine Reduktion der  $v_{85}$  von im Mittel 2 km/h hin; in den meisten Fällen wurden leichte Geschwindigkeitsreduktionen bis 8 km/h festgestellt, in seltenen Fällen Geschwindigkeitserhöhungen bis 3 km/h.

Vor Ort konnte kein signifikanter Einfluss der umgesetzten Maßnahmen auf die durch die Befragten berichtete Geschwindigkeit der Kfz gefunden werden. Wenn man für die Kovariaten kontrolliert, stellt man fest, dass die Befragten die vorbeifahrenden Kfz als etwa schneller wahrnahmen als die erlaubte Höchstgeschwindigkeit. Dies galt sowohl vor der Umsetzung der Maßnahme als auch danach; danach wurden die vorbeifahrenden Kfz deskriptiv als nicht ganz so schnell eingeschätzt.

In den Videoanalysen zeigte sich, dass der korrigierte Überholabstand bedingt durch die Verschiebung der Fahrlinie der Kfz-Fahrenden nach links und der Radfahrenden nach rechts in der Nachher-Erhebung in der Tendenz im Vergleich zur Vorher-Erhebung zunahm. Zusätzlich nahmen insgesamt die Überholungen je radfahrender Person ab. Es ist darauf hinzuweisen, dass bei sichtbarem (wenn auch entferntem) Gegenverkehr der Überholabstand in der vorliegenden Untersuchung im Mittel unter 1,0 m betrug und damit unter dem gesetzlich vorgeschriebenen Mindestabstand von 1,5 m innerorts lag. Der Anteil von 4% sehr enger Überholungen ( $< 0,5$  m) veränderte sich nicht, jedoch sank der Anteil von Überholungen zwischen 0,5m und 1,5 m, und der Anteil von Überholungen ab 1,5 m stieg. In einer Untersuchung auf Schutzstreifen und Radfahrstreifen von Richter et al. (2019) überholte jedes zweite Kfz mit weniger als den innerorts vorgeschriebenen 1,5 m; in der vorliegenden Studie waren es in der Vorher-Erhebung 77%, in der Nachher-Erhebung 68%. Zu beachten ist, dass die Fahrbahnbreiten in der Studie von Richter et al. (2019) gleich oder größer als 7,5 m waren, während in dieser Untersuchung beengte Verhältnisse, also Strecken mit einer Fahrbahnbreite von 6,0 m bis 7,5 m berücksichtigt wurden. Aus der Literatur ist bekannt, dass die Breite der Fahrbahn die Überholabstände beeinflusst: Eine Metaanalyse von Rubie et al. (2020) bestätigt, dass die Überholabstände zwischen Kfz- und Radfahrenden mit zunehmender Fahrbahnbreite größer werden. Dies erklärt die unterschiedlichen Ergebnisse von Richter et al. (2019) und der vorliegenden Untersuchung.

Durch die Maßnahmen nicht beeinflusst wurde der Anteil von 4% besonders problematischen Überholabständen von  $< 0,5$  m. Da es sich um eine geringe absolute Zahl handelt, müssen für zuverlässige Aussagen über dieses extreme Verhalten deutlich mehr Beobachtungen durchgeführt werden als im Rahmen dieses Projekts möglich. Allerdings kann auch nicht ausgeschlossen werden, dass es eine Teilgruppe von Kfz-Fahrenden gibt, die durch eine rein hinweisende Maßnahme wie Piktogramme oder Schilder nicht beeinflusst werden.

Der Einfluss der umgesetzten Maßnahmen auf die durch die vor Ort Befragten berichteten Abstände der Kfz-Fahrenden beim Überholen von Radfahrenden war nicht signifikant. Deskriptiv zeigte sich sowohl vor als auch nach dem Aufbringen der Piktogramme bzw. Aufstellen der Hinweisschilder, dass die Befragten die Abstände der Radfahrende überholenden Kfz als zu gering wahrnahmen. Nach Umsetzung der Maßnahme verringerte sich diese Wahrnehmung etwas. Dieser Befund passt in der Tendenz zu Ergebnissen aus einer Untersuchung von Knoflacher (2014), in der der Anteil von Befragten, die unkomfortabel kleine Überholabstände berichteten, mit dem Aufbringen von Piktogrammen auf der Fahrbahn abnahm.

Diese Ergebnisse aus den Videobeobachtungen und Befragungen decken sich insgesamt mit Befunden aus der Literatur, die ebenfalls auf eine Abnahme der Zahl der überholenden Kfz und eine Zunahme der Hinterherfahrten sowie größere Überholabstände zwischen Rad- und Kfz-Fahrenden hindeuten (Brady, Loskorn, Mills, Duthi & Machemehl, 2010; Hunter et al., 2012; Kassim et al., 2017; Knoflacher, 2014; La Vega, 2011).

**Ergebnis:**

Die Zahl der Überholungen je radfahrender Person nahm nach der Umsetzung der Maßnahmen ab, die Zahl der Hinterherfahrten zu. Der Überholabstand der Kfz vergrößerte sich deskriptiv, ihre Geschwindigkeit nahm leicht ab. Die Befragten berichteten, Kfz würden Radfahrende etwas zu eng überholen und etwas schneller als mit der erlaubten Höchstgeschwindigkeit unterwegs sein; im Vorher-Nachher-Vergleich nahmen die berichteten Geschwindigkeiten deskriptiv etwas ab und die berichteten Überholabstände etwas zu.

**9.1.5 Konflikte zwischen Radfahrenden und zu Fuß Gehenden**

**These:**

Zu Fuß Gehende haben weniger Interaktionen mit Radfahrenden im Seitenraum.

Der Anteil beobachteter Interaktionen zwischen zu Fuß Gehenden und Radfahrenden nahm im Vorher-/Nachher-Vergleich um 22% ab. Zudem verringerte sich bedingt durch die vermehrte Fahrbahnnutzung der Radfahrenden die Zahl der Interaktionen im Seitenraum auch insgesamt. Bereits vor dem Aufbringen der Piktogramme bzw. dem Aufstellen der Hinweisschilder fühlten sich die zu Fuß Gehenden auf den Untersuchungsstrecken eher sicher; dies verbesserte sich nach der Maßnahmenumsetzung noch weiter. Es kann geschlussfolgert werden, dass die zu Fuß Gehenden durch die Verschiebung der Flächennutzung der Radfahrenden auf die Fahrbahn mehr Platz im Seitenraum haben und sich weniger durch Radfahrende gefährdet fühlen.

**Ergebnis:**

Die Zahl der Interaktionen zu Fuß Gehender mit Radfahrenden im Seitenraum nahm ab; sie fühlten sich seit der Maßnahmenumsetzung sicherer.

### 9.1.6 Regelwissen

#### **These:**

Das Regelwissen der Verkehrsteilnehmenden wird durch die Maßnahmen beeinflusst – nach dem Aufbringen der Piktogramme bzw. dem Aufstellen der Hinweisschilder wissen mehr Verkehrsteilnehmende als zuvor, wo Radfahren auf der Untersuchungsstrecke erlaubt ist.

Auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe nahm der Anteil der Personen, die angaben, dass Radfahren auf dem Gehweg erlaubt sei, sowie der Anteil der Personen, der angab, dass Radfahren sowohl auf dem Gehweg als auch auf der Fahrbahn erlaubt sei, ab. Gleichzeitig nahm jedoch der Anteil derer, die Radfahren korrekterweise nur auf der Fahrbahn für erlaubt hielten, auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe zu.

Auf Strecken mit Seitenraumfreigabe blieb der Anteil derjenigen Personen, die angaben, dass Radfahren ausschließlich auf dem Gehweg bzw. auf dem Gehweg und dem Radweg, nicht aber auf der Fahrbahn erlaubt sei, auf einem niedrigen Niveau. Der Anteil derjenigen, die Radfahren nur auf dem Radweg bzw. nur auf der Fahrbahn für erlaubt hielten, nahm (im ersteren Fall deutlich) ab. Hingegen nahm der Anteil der Personen, die Radfahren korrekterweise auf Radweg und Fahrbahn für erlaubt hielten, nach der Maßnahmenumsetzung zu.

Es lässt sich feststellen, dass die Umsetzung der Maßnahmen zu einer Verbesserung des Regelwissens der Radfahrenden beitragen konnte. Dieser Befund deckt sich mit Ergebnissen aus einer Befragung von Daff (2013), in der die Teilnehmenden als Bedeutung der Piktogramme eine Verstärkung des Rechts für Radfahrende angaben, die Fahrbahn zu nutzen. Es ist allerdings darauf hinzuweisen, dass auch nach Durchführung der Maßnahme einem Teil der Befragten unklar war, wo Radfahren auf den Untersuchungsstrecken erlaubt war oder ihnen die Maßnahme nicht aufgefallen war bzw. sie sie falsch verstanden hatten. Hier ist die Durchführung einer Öffentlichkeitsarbeits-Kampagne über verschiedene Kanäle mit einer Aufführung von Hintergrundinformationen zur umgesetzten Maßnahme und Beweggründen sinnvoll, wie auch Alta Planning + Design (2004) sie empfehlen.

#### **Ergebnis:**

Im Vorher-/Nachher-Vergleich zeigt sich eine Verbesserung des Regelwissens der Radfahrenden – die Befragten geben eher an, Radfahren sei auf der Fahrbahn (Strecken mit Führung im Mischverkehr) bzw. auf der Fahrbahn und auf dem nicht benutzungspflichtigen Radweg im Seitenraum (Strecken mit Seitenraumfreigabe) erlaubt.

## 9.2 Limitationen und Ausblick

In den Befragungen zeigen sich teilweise Unterschiede zwischen den Befragungsarten: So berichteten beispielsweise postalisch und online Befragte mehr (Beinahe-)Unfälle mit Radbeteiligung in den letzten drei Jahren. Für die gefundenen Effekte gibt es unterschiedliche Erklärungen: Es ist möglich, dass in den Vor-Ort-Befragungen ein Interviewereffekt die Angaben der Befragten beeinflusst hat. Singer, Frankel und Glassmann (1983) berichten von einem solchen Effekt, halten ihn in persönlichen Gesprächen aber für eher gering. Eine weitere mögliche Erklärung ist, dass vor Ort Befragte auf der einen und postalisch und online Befragte auf der anderen Seite unterschiedliche mentale Modelle heranziehen, die die Straßensituation repräsentieren – während die Befragten vor Ort die konkrete Straßensituation vor Augen hatten, war dies in der postalischen und Online-Befragung nicht der Fall. Zwar wurde in diesen Fällen ein Bild der Untersuchungsstrecke mitgeliefert und erklärt, um welchen Abschnitt der jeweiligen Straße es in der Befragung genau ging, allerdings kann nicht gewährleistet werden, dass die

Befragten alle Aspekte des Querschnitts so vor Augen hatten wie in einer Befragung vor Ort. Es muss zudem darauf hingewiesen werden, dass insbesondere bei Online-Befragungen eine Gefahr der Verzerrung bestehen kann, indem nur solche Personen teilnehmen, die ein bestimmtes Interesse an der Untersuchung (und an einer bestimmten Richtung der Ergebnisse) haben. So zeigen Studien beispielsweise, dass online Befragte mit größerer Wahrscheinlichkeit Wissensfragen richtig beantworten (Burnett, 2016) und einen starken Repräsentativitäts-Bias aufweisen (Szolnoki & Hoffmann, 2013). Auch Schillewaert und Meulemeester (2005) fanden Unterschiede in Online- und Offline-Befragungen, selbst bei Kontrolle für Kovariablen – sie gehen von einem Bias durch die Internetnutzung aus, der selbst nach Kovariablenkontrolle noch enthalten ist. Szolnoki und Hoffmann (2013) sehen Befragungen von Angesicht zu Angesicht als am repräsentativsten an. Dass die Unterschiede zwischen postalischen und Online-Befragungen in der vorliegenden Studie eher gering sind, passt auch zu vorhandener Literatur zum Thema - eine Untersuchung von Hayslett und Wildemuth (2004) konnte keine Unterschiede im Inhalt der Antworten von online oder postalisch durchgeführten Befragungen finden. Rübsamen, Akmatov, Castell, Karch und Mikolajczyk (2017) kamen zum gleichen Ergebnis. Smith, King, Butow und Olver (2013) fanden keine signifikanten Unterschiede im Alter oder Beschäftigungsstatus der Befragten nach Erhebungsart (online oder postalisch).

Kritisch anzumerken ist zudem, dass für den Vor-Ort-Datensatz die abhängigen Variablen zur Einschätzung, wie angenehm Begegnungen mit anderen Verkehrsteilnehmenden wahrgenommen werden, sowie zur Veränderung dieses Urteils seit dem Aufbringen der Piktogramme unterschiedliche Referenzpunkte verwendeten. So wurden Radfahrende gefragt, wie angenehm sie auf der Untersuchungsstrecke Begegnungen mit Kfz-Fahrenden wahrnehmen, und Kfz-Fahrende umgekehrt, wie sie Interaktionen mit Radfahrenden erleben. Zu Fuß Gehende wurden gefragt, als wie angenehm sie ihre Begegnungen mit Radfahrenden empfinden. Damit unterscheiden sich die Fragen für die verschiedenen Verkehrsteilnehmenden; es wurden unterschiedliche Bezugsgrößen verwendet, was die Interpretation erschwert. Zwar konnten die Gruppen unterschiedlicher Verkehrsteilnehmender getrennt für die Interaktions-Einschätzungen ausgewertet werden, jedoch nur eingeschränkt in Bezug gesetzt werden. Es ist anzumerken, dass die sich unterscheidenden Bezugsgrößen deshalb gewählt wurden, um die relevanten Konflikte Verkehrsteilnehmender abzubilden, die durch die Piktogramme und Hinweisschilder verringert werden sollen. Zum einen sollen die Maßnahmen Radfahrende vom Seitenraum auf die Fahrbahn leiten (und damit Konflikte zwischen Radfahrenden und zu Fuß Gehenden verringern), zum anderen sollen sie Kfz-Fahrende auf potenzielle Radfahrende auf der Fahrbahn aufmerksam machen und letztere darauf hinweisen, dass sie die Fahrbahn nutzen dürfen bzw. müssen (und damit für angenehmere Interaktionen zwischen Kfz- und Radfahrenden sorgen). Zudem handelte es sich um eine ökonomische Entscheidung, den Fragebogen möglichst kurz zu halten und damit die Abbruchquote möglichst gering zu halten.

Es ist darauf hinzuweisen, dass die gewählten Untersuchungsstrecken sich trotz einer Bemühung um möglichst große Vergleichbarkeit teilweise deutlich unterschieden. Dies betraf beispielsweise sehr unterschiedliche Zahlen des Rad- und Kfz-Aufkommens, die erlaubte Höchstgeschwindigkeit, die Fahrbahnbreite, den Abstand und die Größe der Piktogramme sowie ihre Gestaltung. Wie bereits in Kapitel 2.4.3 erwähnt, wurden in verschiedenen Untersuchungen je nach verwendeter Piktogrammarte Unterschiede in der Wahrnehmung und im Einfluss auf das Fahrverhalten Verkehrsteilnehmender gefunden (Alta Planning + Design, 2004; Caird et al., 2008). Für zukünftige Studien wäre es ratsam, dieselben Versuchspersonen zu verschiedenen Designs zu befragen, um den Einfluss der Gestaltung und Platzierung der Piktogramme auf ihre wahrgenommene Sicherheit und Einschätzung von Interaktionen mit

anderen Verkehrsteilnehmenden besser beurteilen zu können. Dies könnte beispielsweise mittels einer Laborstudie realisiert werden, in der den Proband\*innen in verschiedenen Durchgängen verschiedene Konfigurationen präsentiert werden.

Schimek (2018) postuliert, dass die moderaten Effekte, die beim Versuch erreicht werden, Radfahrende mit Piktogrammen auf der Fahrbahn aus der Dooring-Zone heraus zu locken, den starken sozialen Druck für Radfahrende, Kfz-Fahrenden aus dem Weg zu bleiben, reflektieren könnten. Nur eine so geringe Zahl von Radfahrenden fühlt sich mit Shared-Space-Lösungen wie z.B. Sharrows wohl, dass diese für das Anziehen neuer Radfahrender quasi nutzlos sein könnten; zudem empfindet nur eine kleine Minderheit aktuell bereits Radfahrender das Teilen der Straße mit Kfz-Fahrenden als angenehm (Sanders, 2013). Christmas, Helman, Buttress, Newman und Hutchins (2010) sehen das Verhalten anderer Verkehrsteilnehmender als wichtigstes Hindernis gegen das Radfahren auf der Fahrbahn. Die wahrgenommene Legitimität von Radfahrenden als Verkehrsteilnehmende ist ein starker Prädiktor von Ärger von Kfz-Fahrenden gegenüber Radfahrenden (Olmeadow, Povey, Povey & Critchley, 2019). Legitimität wird u.a. vorhergesagt durch Identifikation mit Radfahrenden und Wissen um Verkehrsregeln. Kfz-Fahrende, die Radfahrende als illegitime Verkehrsteilnehmende wahrnehmen, berichten mit erhöhter Wahrscheinlichkeit von Ärger gegenüber Radfahrenden, die sie im Verkehrsfluss behindern; entsprechend fahren sie rücksichtsloser und drücken Feindseligkeit gegenüber Radfahrenden eher aus. Dabei beeinflusst die Häufigkeit, mit der Kfz-Fahrende selbst Rad fahren, sowohl die Identifikation mit Radfahrenden (u.U. über Ingroup-Favoritism, also die Bevorzugung der eigenen Gruppe, z.B. Radfahrende, im Vergleich zu einer anderen Gruppe, z.B. Kfz-Fahrende) als auch das Wissen um Verkehrsregeln. Interventionen, die darauf ausgelegt sind, die wahrgenommene Legitimität von Radfahrenden als Verkehrsteilnehmende zu stärken, könnten ein effektiver Weg sein, um Aggression gegenüber Radfahrenden zu reduzieren und den Radverkehrsanteil und die Radverkehrssicherheit zu steigern (Olmeadow et al., 2019). Für Folgeuntersuchungen könnte die Untersuchung der wahrgenommenen Legitimität von Radfahrenden als Verkehrsteilnehmenden wichtige Aufschlüsse über die Antworten der Befragten geben; sie könnte als Moderator der vorliegenden Effekte dienen. Bereits in der vorliegenden Untersuchung zeigte sich, dass solche Verkehrsteilnehmende, die anfangs in der Befragung angegeben hatten, die umgesetzten Maßnahmen nicht sinnvoll zu finden, ihre Meinung häufig nach der Aufklärung durch die Befragenden änderten. Die Analyse der Öffentlichkeitsarbeit zu den Maßnahmen in Kapitel 7 kommt zu einem ähnlichen Schluss: Werden den Befragten die Vorteile für verschiedene Verkehrsteilnehmendengruppen (nicht nur für Radfahrende) sowie die Beweggründe hinter der Umsetzung (Fahrbahnbreite zu gering, um z.B. einen Radfahrstreifen zu markieren) erklärt, befürworten sie die Maßnahme eher. Eine entsprechende künftige Untersuchung könnte den genauen Einfluss von (wahrgenommener) Legitimität auf das Verhalten von Verkehrsteilnehmenden prüfen.

Piktogramme sollen der Verdeutlichung dienen, dass Radfahrende in beengten Verhältnissen je nach Rechtslage auf der Fahrbahn fahren dürfen (also die Wahlfreiheit zwischen nicht benutzungspflichtigem Radweg im Seitenraum und Fahrbahn haben) bzw. müssen (sofern kein freigegebener Rad- oder Gehweg im Seitenraum vorhanden ist; vgl. auch Kapitel 2.3). Insbesondere in den Nachbesprechungen mit den befragten Personen vor Ort wurde immer wieder angemerkt, dass dies die Unsicherheit von Rad- und Kfz-Fahrenden verstärke, da auf Straßen, die ausreichend breit sind – und damit Überholvorgänge unter Einhaltung des geforderten Mindestabstandes von 1,5m zulassen – und auf denen der Radverkehr auf der Fahrbahn geführt wird, keine Markierung durch Piktogramme stattfindet. Das Markieren von Piktogrammen auf der Fahrbahn erfolgt derzeit insbesondere auf Straßen, die zu eng sind, als dass eine andere Form von Radverkehrsinfrastruktur errichtet werden könnte. Allerdings werden die Fahrradsymbole nicht konsistent auf jeder engen Straße angebracht, sondern – nach derzeitiger

rechtlicher Lage – auf eigene Verantwortung von Kommunen an nur einigen Straßen. In der Folge wird immer wieder argumentiert, dass insbesondere Kfz-Fahrende sich nicht sicher sein könnten, wo sie Radfahrende zu erwarten hätten. Dem ist entgegen zu halten, dass eine solche Regelung – die Verdeutlichung bestimmter, auch ohne die entsprechende Markierung geltender Sachverhalte mittels Nudging – im deutschen Straßenverkehr Usus ist. Beispielsweise wird das Verkehrszeichen 102, das die geltende Rechts-vor-Links-Regelung an der nächsten Kreuzung verdeutlicht, zum Hinweis bei gefährlichen Kreuzungen genutzt; dennoch gilt auch an Kreuzungen, an denen dies nicht durch entsprechende Beschilderung oder Zusätze in der StVO gekennzeichnet ist, die Rechts-vor-Links-Regelung. Zudem wäre, sofern dies zutrifft, eine zunehmende Verunsicherung der Kfz-Fahrenden nicht unbedingt als negativ zu werten, da mit sinkender subjektiver die objektive Sicherheit steigt. Tatsächlich sieht das Schweizer Bundesamt für Straßen (2012) nicht solche Situationen als erstrebenswert an, in denen die subjektive und die objektive Sicherheit gleichzeitig hoch sind; es vertritt vielmehr die Auffassung, dass solche Situationen, in denen das subjektive Sicherheitsgefühl niedrig, die objektive Sicherheit hingegen hoch ist, ideal sind. Generell gilt es, diesen Faktor zu beachten: Mit steigender subjektiver Sicherheit kann die objektive Sicherheit abnehmen oder ein Plateau erreichen (Ferenchak & Marshall, 2019). Gleichzeitig ist aus der Forschung bekannt, dass Personen, die sich subjektiv nicht sicher fühlen, nicht oder weniger Rad fahren (Dill & Voros, 2007) – Maßnahmen, die wie die Fahrradpiktogramme die Erhöhung u.a. der subjektiven Sicherheit im Sinn haben, müssen diesen Tradeoff berücksichtigen zwischen ausreichend hoher subjektiver Sicherheit, damit Personen überhaupt Rad fahren, auf der einen und einem möglichen falschen Gefühl der (objektiven) Sicherheit („false sense of security“; Ferenchak & Marshall, 2019, S. 143) bei hoher subjektiver Sicherheit auf der anderen Seite.

Trotz einiger genannter methodischer Limitationen kann der Forschungsbeitrag der vorliegenden Arbeit als positiv bewertet werden. Aus einem umfassenden Literaturvergleich wurden die für diese Studie relevanten Konzepte und Fragen abgeleitet; eine große Stärke ist die methodisch fundierte Durchführung einer empirischen Feldstudie. Die Verwendung der gleichen Methoden in allen untersuchten Kommunen ermöglicht einen systematischen Vergleich. Mittels umfassender Analysen und Diskussion der Ergebnisse vor dem Hintergrund der existierenden Literatur konnten wichtige Erkenntnisse gewonnen werden. Die vorliegende Arbeit stellt die erste umfassende Untersuchung der Wirksamkeit von Piktogrammen auf der Fahrbahn bzw. Hinweisschildern am Fahrbahnrand auf das subjektive Sicherheitsempfinden von Verkehrsteilnehmenden dar, auf Basis derer der Forschungsstand zur Wirksamkeit von Piktogrammen in Deutschland ausgeweitet und Handlungsempfehlungen abgeleitet werden können.

Eine Studie der Unfallforschung der Versicherer vom Mai 2019, die sich mit markierten Radverkehrsführungen beschäftigte, konnte zeigen, dass der gesetzlich geforderte Überholabstand von 1,50m in 48,3% der Fälle von Kfz-Fahrenden beim Überholen von Radfahrenden unterschritten wird (Richter et al., 2019). Kfz-Fahrende orientieren sich beim Überholen nicht an der Position der Radfahrenden auf dem Schutz- oder Radfahrstreifen, sondern an den auf der Fahrbahn markierten Linien; Kfz-Fahrende ändern während eines Überholvorgangs ihre laterale Position innerhalb des Fahrstreifens und nicht durch Fahrstreifenwechsel. Die Autoren schlagen in beengten Verhältnissen die Nutzung der Mischverkehrsführung vor und benennen Forschungsbedarf für auf der Fahrbahn aufgebrachte Piktogramme. Die vorliegende Studie leistet einen Beitrag zur Schließung dieser Forschungslücke.

## 10 Fazit

Das Forschungsprojekt „Radfahren bei beengten Verhältnissen – Wirkung von Piktogrammen und Hinweisschildern auf Fahrverhalten und Verkehrssicherheit“, gefördert durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) mit Mitteln zur Umsetzung des Nationalen Radverkehrsplans 2020, wurde in Kooperation des Fachzentrums Verkehr der Bergischen Universität Wuppertal und der Professur Diagnostik und Intervention der Technischen Universität Dresden durchgeführt und beschäftigte sich mit der Wirkung von Hinweisbeschilderung zur Radwegebenutzungspflicht und Fahrrad-Sinnbildern auf der Fahrbahn. Derartige Maßnahmen werden in mehreren deutschen Städten in letzter Zeit insbesondere im Zusammenhang mit der Aufhebung der Benutzungspflicht vorhandener Radwege umgesetzt. Des Weiteren finden sie in Straßenräumen, in denen regelkonforme Radverkehrsanlagen zwar laut Regelwerk notwendig wären, aber aufgrund zu geringer Abmessungen nicht umsetzbar sind, Anwendung. Die Nutzung von Hinweisbeschilderung und/oder der Markierung der Fahrradpiktogramme hat die Ziele, die vorhandene Führungsform Mischverkehr zu unterstützen, den Radverkehr insbesondere in vormals unfallauffälligen Situationen sicherer zu gestalten und das Verkehrsklima zu verbessern. Die Präsenz und die Rechte von Radfahrenden sollen damit verdeutlicht werden, wobei das gegenseitige Miteinander im Vordergrund steht. Allerdings sind im Rahmen der geltenden StVO insbesondere die Fahrrad-Sinnbilder zu diesem Zweck nicht vorgesehen. Da es bislang noch keine umfassenden Erkenntnisse und Umsetzungsempfehlungen zu derartigen Maßnahmen in Deutschland gibt, wurde die Wirkung solcher Markierungen und Hinweisbeschilderungen in Bestands- sowie Vorher-Nachher-Untersuchungen analysiert. Dabei wurde mit Hilfe von Kamerabeobachtungen und Befragungen der Verkehrsteilnehmenden untersucht, inwiefern diese Maßnahmen durch die Verkehrsteilnehmenden wahrgenommen werden, wie sie verstanden werden, in welchem Ausmaß eine Änderung bzw. Anpassung des Fahrverhaltens von Rad- und Kfz-Fahrenden stattfindet und ob Verbesserungen der Verkehrssicherheit festgestellt werden können.

Die **Unfalluntersuchungen** zeigen unter Beachtung der grundsätzlich niedrigen Fallzahlen, dass sich die Unfallrate Radfahrender fast um die Hälfte reduzierte; das individuelle Unfallrisiko Radfahrender sank also. Die objektive Verkehrssicherheit verbesserte sich insofern durch Aufbringen der Piktogrammketten. Die Unfalldichte unterschied sich stark nach Führung im Mischverkehr und parallelem Radweg im Seitenraum, wobei sie sich jeweils kaum veränderte: Die Führung mit einem Radweg im Seitenraum wies eine mehr als doppelt so hohe Unfalldichte auf wie die Führung im reinen Mischverkehr. Die Unfallrate halbierte sich im Vorher-/Nachher-Vergleich in beiden Kollektiven, wobei die Unfallraten auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe auf einem höheren Niveau lagen als auf Strecken mit einem Radweg im Seitenraum. Das Risiko Radfahrender zu verunfallen konnte im Vorher-/Nachher-Vergleich reduziert werden, vor allem an Strecken mit Führung im Mischverkehr. Insbesondere an Knotenpunkten wirkte sich die umgesetzte Maßnahme positiv aus, Unfallrate und Unfalldichte konnten deutlich reduziert werden.

Die **Videoanalysen** und Seitenradar-Messungen zeigen, dass die umgesetzten Maßnahmen zu einer Zunahme des Anteils Radfahrender auf der Fahrbahn führten und die Zahl der Hinterherfahrten von Kfz zunahm. Der Überholabstand der Kfz beim Überholen von Radfahrenden nahm deskriptiv etwas zu. Die Geschwindigkeiten der Kfz verringerten sich im Mittel um 2 km/h. Die unbeeinflusste Fahrlinie der Kfz-Fahrenden verschob sich kaum. Für die Fahrlinien der Radfahrenden konnten an einzelnen Strecken bei kleinen Stichproben teils deutliche Verschiebungen festgestellt werden; im Allgemeinen verschoben sich die unbeeinflussten Fahrlinien der Radfahrenden mit 4cm nach links aber kaum. Die Radfahrenden überfuhren die Piktogramme entgegen den Erwartungen nicht mittig, sondern fuhren

am rechten Rand. Ihre Fahrlinie wurde durch die Maßnahme also kaum beeinflusst. Insbesondere auf Strecken mit Radverkehrsführung im reinen Mischverkehr verschob sich die Flächennutzung der Radfahrenden vom Gehweg auf die Fahrbahn, auf Strecken mit zusätzlicher Radverkehrsinfrastruktur im Seitenraum verringerte sich die Seitenraumnutzung nur leicht. Dies lässt darauf schließen, dass die Raumnutzung durch die optische Gestaltung des Verkehrsraums mitbestimmt wird. Ist ein (nicht benutzungspflichtiger) Radweg optisch vorhanden, wird dieser von einem Großteil der Radfahrenden genutzt. Auf der Fahrbahn nahmen die regelgerechten Interaktionen zu, die Konflikte erhöhten sich jedoch kaum, so dass das Sicherheitsniveau auf der Fahrbahn bezogen auf die Interaktionen gleich blieb. Im Seitenraum verbesserte es sich deutlich. Bedingt durch die Verschiebung der Flächennutzung der Radfahrenden verringerte sich die Zahl der Interaktionen im Seitenraum. Entsprechend verringerte sich auch der Anteil der beobachteten Interaktionen zwischen Radfahrenden und zu Fuß Gehenden.

Die Befunde aus den **Befragungen** zeigen, dass den Befragten die umgesetzten Maßnahmen im Allgemeinen aufgefallen waren und sie diese eher sinnvoll fanden. Zudem wird aus den Analysen klar, dass nach der Umsetzung der Maßnahmen ein größerer Anteil der Befragten als zuvor wusste, dass Radfahren nur auf der Fahrbahn (Strecken mit Führung im Mischverkehr) bzw. im Seitenraum und auf der Fahrbahn (Strecken mit Seitenraumfreigabe) erlaubt ist. Nach dem Aufbringen der Piktogramme bzw. dem Aufstellen der Hinweisschilder fühlten sie sich signifikant sicherer als zuvor und nahmen die Interaktionen mit anderen Verkehrsteilnehmenden im Mischverkehr als angenehmer wahr. Der Anteil der Personen, die berichtete, oft oder immer mit dem Rad die Fahrbahn zu nutzen, nahm auf Strecken mit Radverkehrsführung im Mischverkehr im Vorher-/Nachher-Vergleich zu und die Gehwegnutzung ab. Auf Strecken mit Radverkehrsführung im Seitenraum nahm der Anteil derer, die berichteten, oft oder immer den Gehweg zu nutzen, etwas ab, während die berichtete Radwegnutzung auf einem hohen Niveau in etwa gleich blieb. Der Anteil derer, die berichteten, nach der Maßnahmenumsetzung die Fahrbahn zu nutzen, nahm im Vergleich zu vorher etwas zu. Die Berichte, welche Flächen andere Radfahrende oft oder immer auf der Untersuchungsstrecke nutzen würden, deckten sich im Allgemeinen mit den Selbstberichten, lagen allerdings auf unterschiedlichen Ausgangsniveaus, was durch Effekte sozialer Erwünschtheit zu erklären ist. Lediglich für andere Radfahrende auf Strecken mit Seitenraumfreigabe wurde eine Abnahme der Fahrbahnnutzung berichtet. Die Befragten nahmen die Geschwindigkeiten der Kfz als etwas höher als erlaubt und die Abstände beim Überholen von Radfahrenden als etwas zu eng wahr. Etwa jede 13. befragte Person berichtete, auf der Untersuchungsstrecke in den letzten drei Jahren einen Unfall oder Beinahe-Unfall mit Radbeteiligung erlebt zu haben. Diese Personen fühlten sich unsicherer als Personen, die noch keine solche kritische Situation erlebt hatten und nahmen die Interaktionen mit anderen Verkehrsteilnehmenden als unangenehmer wahr. Während in den Vor-Ort-Befragungen nach der Maßnahmenumsetzung ein kleinerer Anteil das Erleben einer kritischen Situation berichtete, wurden in der postalischen und Online-Befragung teilweise deutlich mehr Unfälle berichtet, was durch die Unterschiede in der Stichprobenszusammensetzung erklärt werden kann. Auf Strecken ohne Seitenraumfreigabe berichtete ein größerer Anteil der Befragten, die kritische Interaktion habe auf der Fahrbahn stattgefunden als auf dem Gehweg; auf Strecken mit Seitenraumfreigabe wurden anteilig die meisten kritischen Situationen auf den Radwegen im Seitenraum berichtet.

Eine Analyse der **Öffentlichkeitsarbeit** ergab eine Vielzahl von Akteur\*innen, die Informationen über Maßnahmen wie Piktogramme und Hinweisschilder verbreiten. Dabei wurden als häufigste Argumente für die Maßnahmenumsetzung z.B. eine bessere Sichtbarkeit der Radfahrenden sowie eine kostengünstige Umsetzung und Lösung bei engen Querschnitten identifiziert. Als Argumente gegen die Um-

setzung wird in der Presse häufig diskutiert, dass die Bedeutung der Maßnahme nicht richtig verstanden wird und dass separate Radverkehrsinfrastruktur gewünscht wird. Es zeigt sich eine starke Variation im Informationsgehalt der Beiträge. Die Ergebnisse aus der Analyse der Öffentlichkeitsarbeit und den Gesprächen mit den Befragten deuten auf die Notwendigkeit hin, Gründe für das Markieren von Piktogrammen auf der Fahrbahn bzw. Aufstellen von Hinweisschildern am Fahrbahnrand wie zu geringe Querschnittsbreiten und die Aufhebung der Radwegebenutzungspflicht zu kommunizieren.

In **qualitativen Städte-Interviews** mit Ansprechpartner\*innen der Kommunen wurde die Problematik der fehlenden Rechtssicherheit bei der Umsetzung der Maßnahmen deutlich. Zudem wurde die Wichtigkeit einer Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Ämtern und Interessensgruppen sowie von Öffentlichkeitsarbeit betont. Für die Zukunft wünschten sich die Kommunen klar definierte Einsatzgrenzen sowie Ausführungshinweise für die Umsetzung und eine klare Empfehlung zum Umgang mit der StVO.

Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse aus der vorliegenden Untersuchung einen deutlich positiven Einfluss der umgesetzten Maßnahmen auf die objektive und subjektive Sicherheit sowie auf das Verhalten der Verkehrsteilnehmenden. **Empfohlen wird insofern, Piktogrammketten als Möglichkeit der Markierung in bestimmten Fällen künftig zuzulassen und anzuwenden.** Vorab ist dennoch immer zu prüfen, ob nicht doch eine Möglichkeit der Anlage einer regelkonformen Radverkehrsanlage, z. B. durch eine Veränderung der Querschnittsaufteilung oder Verlagerung von z. B. Parkflächen, umgesetzt werden kann. Empfehlungen, wo und unter welchen Bedingungen die Piktogramme markiert bzw. die Hinweisschilder aufgestellt werden sollten, sind dem nächsten Kapitel 11 zu entnehmen.

## 11 Empfehlungen

Nachfolgend werden aus den Untersuchungsergebnissen abgeleitete Empfehlungen für die Umsetzung von Piktogrammen auf der Fahrbahn bzw. Hinweisschildern am Fahrbahnrand vorgestellt. Diese Empfehlungen sind dazu gedacht, als wissenschaftliche Diskussionsgrundlage in die Überarbeitung bzw. Novellierung von Regelwerken und Gesetzen einzufließen.

### **Einsatzbereich (Netz, Verkehrsstärke, Geschwindigkeit, Fahrbahnbreite)**

Es konnte gezeigt werden, dass Piktogrammketten eine Maßnahme sind, um insbesondere die Akzeptanz des Mischverkehrs auf Hauptverkehrsstraßen zu erhöhen, Seitenraumnutzungen zu reduzieren und Routen im Radverkehr zu verdeutlichen. Die vor Ort befragten Rad- und Kfz-Fahrenden nahmen die Interaktionen miteinander nach der Maßnahmenumsetzung als angenehmer wahr als zuvor; zudem fühlten sich die Befragten nach dem Aufbringen der Piktogramme signifikant sicherer. Nach der Umsetzung berichteten auf Strecken mit Radverkehrsführung im Mischverkehr korrekterweise mehr Befragte als zuvor, das Radfahren sei nur auf der Fahrbahn (und nicht auf der Fahrbahn und im Seitenraum oder nur im Seitenraum) erlaubt. Insbesondere im Mischverkehr beeinflussen die Piktogramme Regelwissen, Einstellungen und Verhalten der Verkehrsteilnehmenden.

Hinweisschilder zur Radverkehrsführung auf der Fahrbahn scheinen auch einen positiven Effekt zu haben, jedoch war die Stichprobe mit einer Strecke im Rahmen der Erhebungen sehr gering, daher wird im Rahmen der Empfehlungen hierauf nicht weiter eingegangen.

Die Piktogrammketten bieten sich an, um Netzlücken zu schließen, an denen aufgrund von beengten Situationen keine regelkonformen Radverkehrsanlagen umgesetzt werden können. Bei etwaigen Flächenkonflikten sind zuvor alle Möglichkeiten zu prüfen, um regelkonforme Radverkehrsanlagen anbieten zu können. So sind zunächst alle Möglichkeiten der Verlagerung von Parkständen bzw. Parkreihen auszuschöpfen. Nur dann, wenn z.B. aufgrund eines nicht verlagerbaren Bedarfs an Liefer- und Lademöglichkeiten oder bei Vorhandensein von Baumstandorten und Bereitstellung von kombinierten Grün-/Parkstreifen keine Flächen für regelkonforme Radverkehrsanlagen gewonnen werden können, kommen Piktogrammketten in Frage.

Nach momentan gültigem Regelwerk sind für die Fahrbahnführung mit Schutzstreifen Fahrbahnbreiten von 7,50 m ohne Parkstreifen bzw. 8,50 m mit beidseitigem Parken notwendig. Da aktuell darüber diskutiert wird, dass die Mindestbreite der Kernfahrbahn auf 5,0 m erhöht wird, um die Mitnutzung der Schutzstreifen durch Kfz zu reduzieren und dass Schutzstreifen wie auch Sicherheitstrennstreifen breiter sein müssten, um die Sicherheit zu erhöhen (vgl. Richter et al., 2019), sind die Einsatzbereiche ggf. über die o.g. Werte hinaus auszuweiten.

Um zu vermeiden, dass diese Maßnahme der Radverkehrsförderung, die nur für bestimmte Abschnitte im Basis- und Vorrang-Radnetz gedacht ist, im gesamten Haupt- wie auch Erschließungsstraßennetz eingesetzt wird und somit zu einer Regel- und nicht Ausnahmelösung bei beengten Verhältnissen wird, sollte der Einsatzbereich klar eingegrenzt und beschränkt werden.

- Das Erschließungsstraßennetz hat generell schmalere Fahrbahnen als Hauptverkehrsstraßen, die zulässige Geschwindigkeit beträgt oft 30 km/h und die Führung des Radverkehrs im Mischverkehr stellt den Regelfall dar. Hier sollten keine Piktogrammketten zum Einsatz kommen.
- Somit sollten Piktogrammketten nur auf

- Hauptverkehrsstraßen markiert werden,
- die Routen im Basis- und Vorrangnetzes des Radverkehrs darstellen und
- an denen keine alternative Radinfrastruktur vorhanden und umsetzbar ist.

Piktogrammketten bieten sich unter diesen Voraussetzungen insbesondere dort an, wo eine hohe Seitenraumnutzung zu beobachten ist.

Für Fahrradstraßen werden inzwischen auch Piktogrammketten mit Markierung eines Sicherheitstrennstreifens zum Ruhenden Verkehr diskutiert (DifU/BUW 14.09.2020). Die Abgrenzung zu diesem Einsatzgebiet war nicht Teil des Projektes. Die ggf. abgrenzende Ausgestaltung der Piktogrammketten müsste weitergehend diskutiert und ggf. untersucht werden.

Vor Einsatz der Piktogrammketten sollten die Belastungsbereiche und entsprechenden Führungsempfehlungen der ERA (FGSV, 2010) unbedingt beachtet werden und die Umsetzbarkeit der Führungsempfehlungen zuerst geprüft werden. Hierfür sollte eine Verkehrserhebung über die Verkehrsstärken und gefahrenen Geschwindigkeiten vor Umsetzung der Maßnahme erfolgen, um eine aktuelle Übersicht der Belastungen durch Rad- und Kfz-Verkehr sowie der tatsächlich gefahrenen Geschwindigkeiten zu erhalten.

Wie an der Analyse der Kfz-Geschwindigkeit in der vorliegenden Untersuchung zu sehen ist, verringerte sich diese durch die Maßnahme an einem Großteil der Strecken nur tendenziell. Durch die Geschwindigkeitsreduzierung wurde keine Verschiebung in andere Belastungsbereiche erreicht. Da die  $v_{85}$  teilweise stark von der beschilderten Geschwindigkeit abwich, sollte eine Geschwindigkeitsbetrachtung vor Aufbringen der Piktogramme erfolgen, insbesondere an Strecken, an denen ein erhöhtes Geschwindigkeitsniveau vermutet wird. Nach den Belastungsbereichen der ERA (FGSV, 2010) ist eine Radverkehrsführung auf der Fahrbahn bei Geschwindigkeiten über 50 km/h mit einer deutlich geringeren empfohlenen Kfz-Verkehrsstärke als bei 50 km/h verbunden, dieses ist entsprechend zu beachten. An Strecken mit einer Geschwindigkeit über 50km/h wären entsprechend ggf. weitere Maßnahmen zur Geschwindigkeitsreduzierung zu prüfen.

Um die Geschwindigkeiten von Kfz- und Radfahrenden zu harmonisieren und eine höhere Sicherheit und Akzeptanz im Mischverkehr zu erreichen, wäre eine sinnvolle Ergänzung der Maßnahme an Strecken mit einer zulässigen Geschwindigkeit von 50 km/h, die Aufbringung der Piktogrammketten mit einer Geschwindigkeitsreduzierung auf 30 km/h zu verbinden (vgl. Empfehlungen nach Richter et al., 2019). Da sich die Maßnahmen auf die Strecken innerhalb des Radnetzes beschränken und die Sicherheit und Attraktivität des umweltfreundlichen Radverkehrs zum Ziel haben, scheint diese Einschränkung auch auf Hauptverkehrsstraßen hinnehmbar.

Schließen Strecken mit Fahrbahnführung an Strecken mit Führung im Seitenraum an, sind die Übergangsbereiche so auszuführen, dass ein leichter und sicherer Wechsel gewährleistet ist. Hierfür sind die entsprechenden Empfehlungen der Regelwerke zu beachten.

### **Ausführung (Größe, Lage auf Fahrstreifen, Abstände)**

Zur Vereinheitlichung der Größe wird empfohlen, das Radpiktogramm entsprechend der RMS (FGSV, 1980; Berichtiger Nachdruck 1995) auszuführen. Damit sich Piktogrammketten auf der Fahrbahn von Rad-Piktogrammen auf Schutzstreifen und Radfahrstreifen abgrenzen, wird eine Kombination mit einem Pfeilelement als zielführend angesehen. Hierbei wird der Winkelpfeil favorisiert, da bei diesem die Gefahr einer Verwechslung mit einem Richtungspfeil geringer ist. Diese Kombination unterstützt

zudem auch die Visualisierung der Routenführung der jeweiligen Strecke im Radnetz bei fehlender Radinfrastruktur und wechselnden Führungsformen. Mit der Kombination eines Fahrradpiktogramms mit einem Winkelpfeil passt sich die Markierung zudem in den internationalen Kontext ein. Diese Art der Markierung ist in der aktuellen Straßenverkehrs-Ordnung bisher jedoch nicht vorgesehen und müsste daher im Rahmen einer Novelle geprüft werden.

Nach Schüller, Plesker und Bärwolff (2020) stellen der Ruhende Verkehr und damit verbundene Doorring-Unfälle eine wesentliche Unfallursache an Strecken dar. Daher sollten die Piktogramme in ausreichendem Abstand zu Parkständen angebracht werden. Die Lage der Piktogramme sollte einen sicheren Bereich kennzeichnen und nicht unterstützen, zu nah an Parkstreifen vorbei zu fahren. Daher wird für die Positionierung auf der Fahrbahn bzw. auf dem Fahrstreifen die in Abbildung 128 dargestellte Anordnung empfohlen. Der rechte Piktogramm-Rand sollte einen Abstand von 1,25 m vom Fahrbahnrand ohne Parkstände bzw. mindestens 1,00 m Abstand zzgl. 0,75 m Sicherheitstrennstreifen von Parkständen aufweisen. Bei den angegebenen Abständen ist berücksichtigt, dass Radfahrende tendenziell eher rechts neben den Piktogrammen fahren.

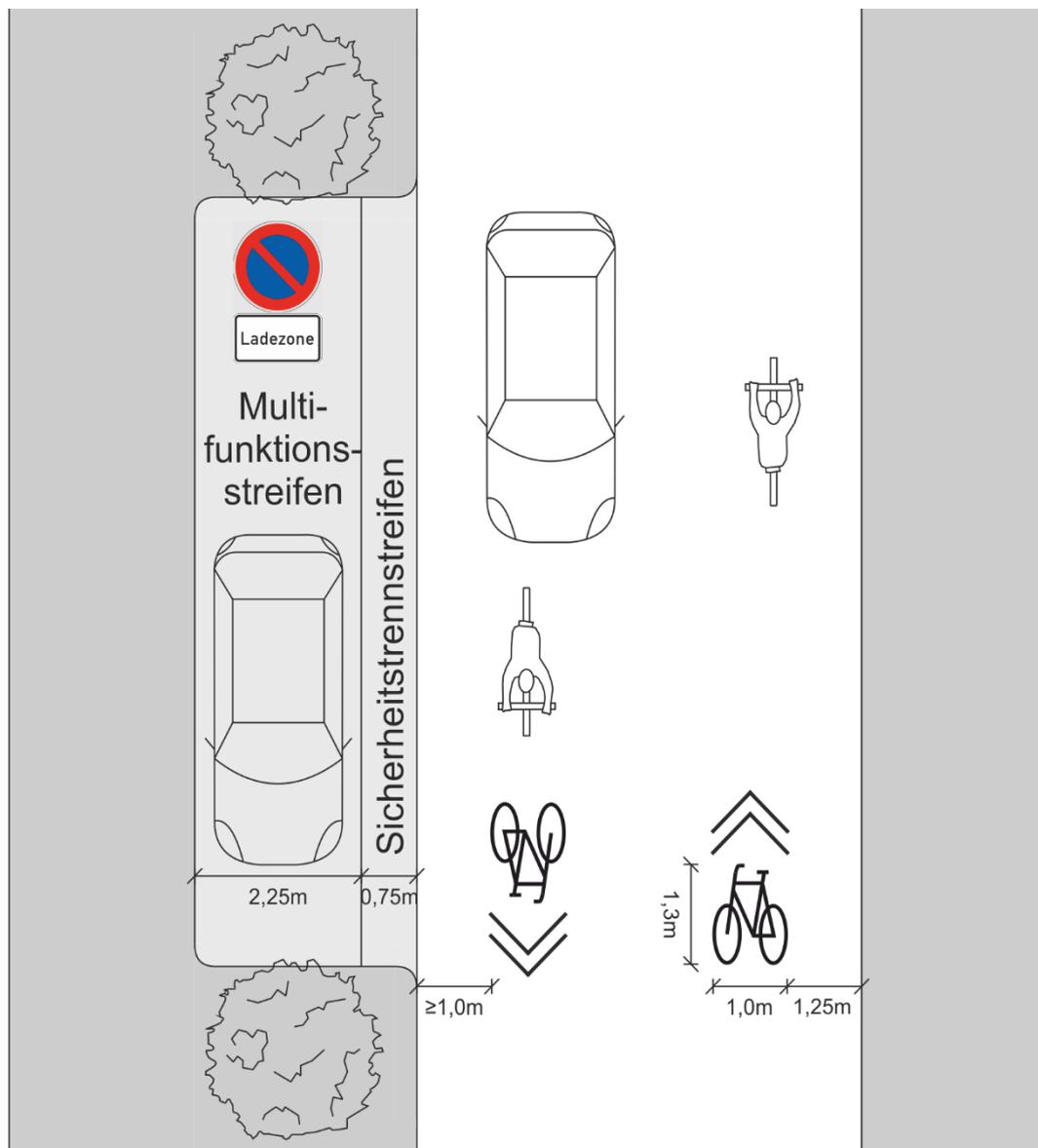


Abbildung 132: Empfehlung zur Ausführung der Piktogramme.

Eine Markierung der Piktogramme rechts am Fahrbahnrand wird nicht empfohlen, da hiermit suggeriert wird,

- dass im Fahrstreifen oder mit Gegenverkehr in ausreichendem Abstand überholt werden könnte und
- dass Radfahrende bei bestehenden Parkstreifen nah am Fahrbahnrand fahren sollen, womit die Radfahrenden in der Doring-Zone fahren.

Wird jedoch das Piktogramm (fast) mittig im Fahrstreifen markiert, werden Radfahrende ermutigt, außerhalb der Doring-Zone zu fahren und den Kfz-Fahrenden wird verdeutlicht, dass nur unter Inanspruchnahme des anderen Fahrstreifens überholt werden kann. Ein weiterer positiver Effekt ist hierbei, dass die Piktogramme in der Regel nicht vom Kfz-Verkehr überfahren werden und sich somit der Unterhaltungsaufwand der Markierung verringert.

Aktuell wird das Rechtsfahrgebot nach StVO §2 für Radfahrende oft so ausgelegt, dass diese nicht mittig auf einem Fahrstreifen fahren dürfen und eine Piktogramm-Markierung somit auch nicht mittig auf einem Fahrstreifen aufgebracht werden dürfte. Da bei den für Piktogrammketten empfohlenen Fahrbahnbreiten ein Überholen des Radverkehrs durch Kraftfahrzeuge nur durch Inanspruchnahme der Gegenspur möglich ist, wird der nachfolgende Verkehr wie auch der entgegenkommende Verkehr durch mittig auf dem Fahrstreifen fahrende Radfahrende nicht weiter beeinträchtigt. Eine Unterstützung einer sicheren Fahrweise von Radfahrenden (mit ausreichendem Abstand zum Ruhenden Verkehr) könnte durch eine Konkretisierung des Rechtsfahrgebots für Radfahrende in der StVO bzw. VwV-StVO herbeigeführt werden.

Da zur Wirkung der Mittelmarkierung im Rahmen dieses Projektes keine Aussage getroffen werden konnte, kann hier keine Empfehlung dazu gegeben werden, ob die Markierung dieser erfolgen sollte.

Eine Ergänzung von Piktogrammketten mit einem Sicherheitstrennstreifen an Liefer-/Ladestreifen bzw. nicht verlagerbaren Parkstreifen scheint von Vorteil und sollte in Pilotstudien umgesetzt und evaluiert werden. Bei einer entsprechenden Markierung dieses Sicherheitstrennstreifens könnte auf Abschnitten, wo die Querschnittsbreite dies wieder zulässt, die Markierung mit einer weiteren gestrichelten Linie links vom Piktogramm zu einem Schutzstreifen ergänzt werden.

Im Hinblick auf den Abstand der Piktogramme zueinander wird ein Wert zwischen 25 und 50 m empfohlen. Größere Abstände sind nicht zu empfehlen, da die Maßnahme dann ggf. nicht mehr als „Kette“ erkannt wird bzw. die „Kettenwirkung“ verloren geht. Dies ist insbesondere bei hohen Verkehrsstärken wichtig, da die Piktogramme bei dichter Fahrzeugfolge vom jeweils vorausfahrenden Fahrzeug verdeckt werden können. In diesem Fall können auch geringere Abstände zwischen den Piktogrammen sinnvoll sein. Weiterhin wird losgelöst vom regelmäßigen Abstand der Piktogramme im Streckenverlauf empfohlen, das Piktogramm an jeder Einmündung oder Kreuzung aufzubringen, damit der einbiegende Verkehr unmittelbar auf Radfahrende auf der Strecke aufmerksam gemacht wird.

### **Begleitende Öffentlichkeitsarbeit**

Abgeleitet aus den Ergebnissen der Öffentlichkeitsarbeitsanalyse in der Bestands- und der Begleitung der Kommunen bei der Umsetzung in der Pilotphase sowie aus den Evaluationsgesprächen wird empfohlen:

- die Pressemitteilungen zu den umgesetzten Maßnahmen möglichst breit und angepasst an die jeweilige Zielgruppe zu streuen,

- Politik, Verbände und Anwohner\*innen rechtzeitig über geplante Umsetzung zu informieren,
- die Informationen regelmäßig zu wiederholen,
- zur Steigerung der Akzeptanz der Maßnahmen auf die Gründe für die Umsetzung einzugehen,
- nicht nur Vorteile für Radfahrende durch eine Verdeutlichung ihres Rechts und für Kfz-Fahrende durch eine Hinweisfunktion auf Radfahrende, sondern auch Vorteile für zu Fuß Gehende zu benennen.

Beispiele für mögliches Material zur Begleitung der Umsetzung der Maßnahmen wie Pressemitteilungen oder Flyer finden sich in Anhang 15.

## 12 Literaturverzeichnis

- Aldred, R. (2016). Cycling near misses: Their frequency, impact, and prevention. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 90, 69–83. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2016.04.016>
- Aldred, R., Woodcock, J. & Goodman, A. (2016). Does more cycling mean more diversity in cycling? *Transport Reviews*, 36(1), 28–44. <https://doi.org/10.1080/01441647.2015.1014451>
- Alrutz, D., Bohle, W., Maier, R., Enke, M., Pohle, M., Zimmermann, F. et al. (2015). *Einfluss von Radverkehrsaufkommen und Radverkehrsinfrastruktur auf das Unfallgeschehen* (Forschungsbericht / Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V., Nr. 29). Berlin: Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V., Unfallforschung der Versicherer.
- Alrutz, D., Bohle, W., Müller, W., Prahlow, H., Hacke, U. & Lohmann, G. (2009). *Unfallrisiko und Regelakzeptanz von Fahrradfahrern* (Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen V, Verkehrstechnik, V 184). Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW Verlag für Neue Wissenschaft.
- Alrutz, D., Gündel, D. & Busek, S. (2016). *Evaluierung Fahrradstraßen. Schlussbericht* (Landeshauptstadt München, Hrsg.).
- Alrutz, D. & Stellmacher-Hein, J. (1997). *Sicherheit des Radverkehrs auf Erschließungsstraßen. Bericht zum Forschungsprojekt 2.9119: Verkehrssichere Führung des Radverkehrs im Erschließungsstraßennetz parallel zu Hauptstraßen* (Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen: V, Verkehrstechnik, Bd. 37). Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW Verlag für Neue Wissenschaft.
- Alta Planning + Design. (2004). *San Francisco's shared lane pavement markings: Improving bicycle safety* (San Francisco Department of Parking & Traffic, Hrsg.). San Francisco, CA, USA. Verfügbar unter: <https://nacto.org/wp-content/uploads/2010/08/San-Franciscos-Shared-Lane-Pavement-Markings-Improving-Bicycle-Safety.pdf>
- Arnold, M., Hedeler, M., Wöppel, H.-D. & Dahme, J. (2009). *Hochrechnungsverfahren für Kurzzeitzahlungen auf Hauptverkehrsstraßen in Großstädten. Bericht zum Forschungs- und Entwicklungsvorhaben FE 77.4792004 des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung*. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW Verlag für Neue Wissenschaft.
- Aultman-Hall, L. & Hall, F. L. (1998). Ottawa-Carleton commuter cyclist on- and off-road incident rates. *Accident Analysis and Prevention*, 30, 29-43.
- AXA. (2015). *AXA Verkehrssicherheitsreport 2015*. Köln.
- Baddeley, A. D. & Hitch, G. (1993). The recency effect: Implicit learning with explicit retrieval? *Memory & Cognition*, 21, 146–155.
- Brady, J., Loskorn, J., Mills, A., Duthie, J. & Machemehl, R. (2010). Effects of shared lane marking on bicyclist and motorist behavior. *ITE Journal*, 81(8), 33–38.
- Brady, J., Loskorn, J., Mills, A., Duthie, J. & Machemehl, R. (2011). Operational and safety implications of three experimental bicycle safety devices in Austin, Texas. *90 th Annual Meeting of the Transportation Research Board*.
- Brewer, T. L., Weber, K. & Jones, R. (2010). *The City of Spokane: Sharrows markings*. Spokane, Washington, USA: Gonzaga University Senior Design CE-2. Verfügbar unter: <https://gonzaga.edu/academics/Colleges-and-Schools/School-of-Engineering-and-Applied-Science/Center-for-Engineering-Design/10Projects/pdf/CE-02-Sharrows.pdf>
- Bundesamt für Straßen. (2012). *Mehr Sicherheit dank Kernfahrbahnen?* Zürich, Bern. Verfügbar unter: [https://www.ub.unibas.ch/digi/a125/sachdok/2015/BAU\\_1\\_6393515.pdf](https://www.ub.unibas.ch/digi/a125/sachdok/2015/BAU_1_6393515.pdf)
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur. (2014). *Radverkehr in Deutschland. Zahlen, Daten, Fakten* (Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH (Difu) & Bundesministerium für Verkehr

- und digitale Infrastruktur, Hrsg.). Berlin. Verfügbar unter: [https://www.bmvi.de/Shared-Docs/DE/Publikationen/K/radverkehr-in-zahlen.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmvi.de/Shared-Docs/DE/Publikationen/K/radverkehr-in-zahlen.pdf?__blob=publicationFile)
- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung. Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Straßenverkehrs-Ordnung. VwV-StVO. Verfügbar unter: [http://www.verwaltungsvorschriften-im-internet.de/bsvwwbund\\_26012001\\_S3236420014.htm](http://www.verwaltungsvorschriften-im-internet.de/bsvwwbund_26012001_S3236420014.htm)
- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung. (2013, Fassung vom 20.04.2020). Straßenverkehrs-Ordnung. StVO. Verfügbar unter: [https://www.gesetze-im-internet.de/stvo\\_2013/index.html](https://www.gesetze-im-internet.de/stvo_2013/index.html)
- Burnett, C. M. (2016). Exploring the difference in participants' factual knowledge between online and in-person survey modes. *Research & Politics*, 3(2). <https://doi.org/10.1177/2053168016654326>
- Caird, J., Milloy, S., Ohlhauser, A., Jacobson, M., Skene, M. & Morrall, J. (2008). *Evaluation of four bicycle lane treatments using driving simulation: Comprehension and driving performance results*. Whistler, British Columbia: Annual Conference of Canadian Road Safety Professionals.
- Campbell, B. J. (1998). The complexities of international comparisons in traffic safety. In Global Traffic Safety Trust (Hrsg.), *Reflections on the transfer of traffic safety knowledge to motorising nations* (Chapter 3, S. 15–23). Melbourne. Verfügbar unter: [https://www.monash.edu/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0010/217891/reflections.pdf](https://www.monash.edu/__data/assets/pdf_file/0010/217891/reflections.pdf)
- Chataway, E. S., Kaplan, S., Nielsen, T. A. S. & Prato, C. G. (2014). Safety perceptions and reported behavior related to cycling in mixed traffic: A comparison between Brisbane and Copenhagen. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 23, 32–43. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2013.12.021>
- Chaurand, N. & Delhomme, P. (2013). Cyclists and drivers in road interactions: A comparison of perceived crash risk. *Accident; Analysis and Prevention*, 50, 1176–1184. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2012.09.005>
- Cheng, X., Wu, Y., Ning, P., Cheng, P., Schwebel, D. C. & Hu, G. (2018). Comparing road safety performance across countries: Do data source and type of mortality indicator matter? *Accident, Analysis and Prevention*, 121, 129–133. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.09.012>
- Christmas, S., Helman, S., Buttress, S., Newman, C. & Hutchins, R. (2010). *Cycling, safety and sharing the road: Qualitative research with cyclists and other road users* (Department for Transport, Hrsg.). London.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Cosma, I. (2012). *Road user understanding of shared lane pavement markings (sharrows) case study - Corvallis, OR*. Masterarbeit. Oregon State University, Corvallis.
- Daff, M. (2013). *Evaluation of shared lane markings for cyclists*. Melbourne: VicRoads Bicycle and Pedestrian Programs.
- DerSimonian, R. & Laird, N. (1986). Meta-analysis in clinical trials. *Controlled Clinical Trials*, 7, 177–188. [https://doi.org/10.1016/0197-2456\(86\)90046-2](https://doi.org/10.1016/0197-2456(86)90046-2)
- Dietze, U. & Kupke, A. (Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club Hamburg, Hrsg.). (2014, 27. Januar). *Aufgehobene Benutzungspflichten bekommen Hinweisschild*. Verfügbar unter: <https://hamburg.adfc.de/verkehr/themen-a-z/radwegebenutzungspflicht/aufgehobene-benutzungspflichten-bekommen-hinweisschild/>
- DifU/BUW (14.09.2020): 2. *Expertenworkshop; NRVP-Projekt „Fahrradstraßen - Leitfaden für die Praxis“*. Deutsches Institut für Urbanistik; Bergische Universität Wuppertal. Unveröffentlicht.

- Dill, J. & Voros, K. (2007). Factors affecting bicycling demand. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2031(1), 9–17. <https://doi.org/10.3141/2031-02>
- Dong, X., Peek-Asa, C., Yang, J., Wang, S., Chen, X., Chi, G. et al. (2011). The association of road safety knowledge and risk behaviour with paediatric road traffic injury in Guangzhou, China. *Injury Prevention: Journal of the International Society for Child and Adolescent Injury Prevention*, 17(1), 15–20. <https://doi.org/10.1136/ip.2010.027540>
- Ellinghaus, D. & Steinbrecher, J. (1993). *Radfahrer - Jäger und Gejagte. Untersuchung über die Unfallgefährdung von Radfahrern und der durch sie heraufbeschworenen Gefahren* (Uniroyal-Engelbert Reifen GmbH, I., Hrsg.) (Uniroyal-Verkehrsuntersuchung Nr. 18). Köln, Aachen.
- Federal Highway Administration. (2009). *Manual on Uniform Traffic Control Devices [MUTCD]* (U.S. Department of Transportation, Hrsg.). Washington, DC, USA.
- Ferenchak, N. N. & Marshall, W. E. (2019). Advancing healthy cities through safer cycling: An examination of shared lane markings. *International Journal of Transportation Science and Technology*, 8(2), 136–145. <https://doi.org/10.1016/j.ijst.2018.12.003>
- Fischer, R. & Boer, D. (2011). What is more important for national well-being: money or autonomy? A meta-analysis of well-being, burnout, and anxiety across 63 societies. *Journal of Personality and Social Psychology*, 101(1), 164–184. <https://doi.org/10.1037/a0023663>
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen [FGSV] (Hrsg.). (1980 (Berichtigter Nachdruck 1995)). *Richtlinien für die Markierung von Straßen. RMS* (FGSV). Köln: FGSV-Verlag (Teil 2: Anwendung von Fahrbahnmarkierungen).
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen [FGSV] (Hrsg.). (2010). *Empfehlungen für Radverkehrsanlagen. ERA* (Ausg. 2010). Köln: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen; Verband der Schadenversicherer.
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen [FGSV] (Hrsg.). (2012a). *Empfehlungen für Verkehrserhebungen. EVE* (FGSV). Köln: FGSV-Verlag.
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen [FGSV] (Hrsg.). (2012b). *Merkblatt zur örtlichen Unfalluntersuchung in Unfallkommissionen. M Uko* (FGSV). Köln: FGSV-Verlag.
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen [FGSV] (Hrsg.). (2012c). *Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen. RASt 06* (FGSV R1 - Regelwerke, Bd. 200, Korrigierter Nachdruck Mai 2012). Köln: FGSV-Verlag.
- Franz, M., Könighaus, D. & Müller, S. (2014). *Förderung des Rad- und Fussverkehrs. Kosteneffiziente Maßnahmen im öffentlichen Straßenraum* (ivm GmbH, Hrsg.) (Handbuch für die kommunale Praxis 3). Frankfurt am Main. Verfügbar unter: <http://edoc.difu.de/edoc.php?id=VFRBXQY3>
- Fridstrøm, L., Ifver, J., Ingebrigtsen, S., Kulmala, R. & Thomsen, L. K. (1995). Measuring the contribution of randomness, exposure, weather, and daylight to the variation in road accident counts. *Accident Analysis & Prevention*, 27(1), 1–20. [https://doi.org/10.1016/0001-4575\(94\)E0023-E](https://doi.org/10.1016/0001-4575(94)E0023-E)
- Gaffga, G. (2016). *Motive der Flächenwahl von Radfahrenden an innerörtlichen Hauptverkehrsstraßen*. Diplomarbeit. Technische Universität Dresden, Dresden.
- Gehlert, T. & Genz, K. (2011). *Verkehrsklima in Deutschland 2010* (Forschungsbericht / Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft VV, Bd. 8). Berlin: Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V., Unfallforschung der Versicherer.
- Gkekas, F., Bigazzi, A. & Gill, G. (2020). Perceived safety and experienced incidents between pedestrians and cyclists in a high-volume non-motorized shared space. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 4, 100094. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100094>

- Götschi, T., Castro, A., Deforth, M., Miranda-Moreno, L. & Zangenehpour, S. (2018). Towards a comprehensive safety evaluation of cycling infrastructure including objective and subjective measures. *Journal of Transport & Health*, 8, 44–54. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2017.12.003>
- Hagemeister, C. (2013, Mai). *Objektive Sicherheit versus subjektives Sicherheitsgefühl*. 3. Nationaler Radverkehrskongress, Münster. Verfügbar unter: [http://2013.nationaler-radverkehrskongress.de/programm/vortraege/F3\\_B3\\_Hagemeister\\_Praesentation.pdf](http://2013.nationaler-radverkehrskongress.de/programm/vortraege/F3_B3_Hagemeister_Praesentation.pdf)
- Harrer, M., Cuijpers, P. & Ebert, D. (2019). *Doing meta-analysis in R: A hands-on guide*. Verfügbar unter: [https://bookdown.org/MathiasHarrer/Doing\\_Meta\\_Analysis\\_in\\_R/](https://bookdown.org/MathiasHarrer/Doing_Meta_Analysis_in_R/)
- Hayslett, M. M. & Wildemuth, B. M. (2004). Pixels or pencils? The relative effectiveness of Web-based versus paper surveys. *Library & Information Science Research*, 26(1), 73–93. <https://doi.org/10.1016/j.lisr.2003.11.005>
- Heinen, E., van Wee, B. & Maat, K. (2009). Commuting by bicycle: An overview of the literature. *Transport Reviews*, 30(1), 59–96. <https://doi.org/10.1080/01441640903187001>
- Hess, G. & Peterson, M. N. (2015). “Bicycles May Use Full Lane” signage communicates U.S. roadway rules and increases perception of safety. *PLoS One*, 10(8), 1–16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0136973>
- Hippel, P. T. von. (2015). The heterogeneity statistic  $I^2$  can be biased in small meta-analyses. *BMC Medical Research Methodology*, 15, 35. <https://doi.org/10.1186/s12874-015-0024-z>
- Høyve, A., Fyhri, A. & Bjørnskau, T. (2016). Shared road is double happiness: Evaluation of a “Share the road” sign. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 42, 500–508. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2015.12.006>
- Hunter, W. W., Srinivasan, R. & Martell, C. A. (2012). *Evaluation of shared lane markings in Miami Beach, Florida* (State of Florida Department of Transportation, Hrsg.). Chapel Hill, NC, USA.
- Hunter, W. W., Srinivasan, R., Thomas, L., Martell, C. A. & Seiderman, C. B. (2011). Evaluation of shared lane markings in Cambridge, Massachusetts. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2247(1), 72–80. <https://doi.org/10.3141/2247-09>
- Hunter, W. W., Thomas, L., Raghavan, S. & Martell, C. A. (2010). *Evaluation of shared lane markings* (Federal Highway Administration, Hrsg.). Chapel Hill, NC, USA. Verfügbar unter: <https://www.fhwa.dot.gov/publications/research/safety/pedbike/10041/10041.pdf>
- IntHout, J., Ioannidis, J. P. A. & Borm, G. F. (2014). The Hartung-Knapp-Sidik-Jonkman method for random effects meta-analysis is straightforward and considerably outperforms the standard DerSimonian-Laird method. *BMC Medical Research Methodology*, 14, 1–12. <https://doi.org/10.1186/1471-2288-14-25>
- Janstrup, K. H., Kaplan, S., Hels, T., Lauritsen, J. & Prato, C. G. (2016). Understanding traffic crash under-reporting: Linking police and medical records to individual and crash characteristics. *Traffic Injury Prevention*, 17, 580–584. <https://doi.org/10.1080/15389588.2015.1128533>
- Kassim, A., Ismail, K. & Woo, S. (2017). Investigation of the effect of super sharrows on cyclist and vehicle behavior. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2659, 224–232.
- Kay, J. J., Savolainen, P. T., Gates, T. J. & Datta, T. K. (2014). Driver behavior during bicycle passing maneuvers in response to a Share the Road sign treatment. *Accident Analysis and Prevention*, 70, 92–99. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2014.03.009>
- Kettler, D. (2013). *Recht für Radfahrer. Ein Rechtsberater* (3. Aufl.). Berlin: Rhombos-Verlag.
- Klebensberg, D. (1982). *Verkehrspsychologie*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag.

- Knoflacher, H. (2014). *Untersuchung der Wirkungen von Fahrradpiktogrammen auf das Verhalten von Rad- und AutofahrerInnen. Schlussbericht*. Klosterneuburg, Österreich. Verfügbar unter: <https://www.wien.gv.at/verkehr/radfahren/pdf/studie-piktogramme.pdf>
- Köhler, M., Schlattmann, M., Bamberg, S., Kröling, S. & Gehlert, T. (2018). Evaluation des Unfallpräventionsprogrammes P.A.R.T.Y. (Forschungsbericht / Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V Nr. 53). Berlin: Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V., Unfallforschung der Versicherer.
- Kolrep-Rometsch, H., Leitner, R., Platho, C., Richter, T., Schreiber, A. & Schreiber, M. (2013). *Abbiegeunfälle Pkw/Lkw und Fahrrad* (Forschungsbericht / Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V, Nr. 21). Berlin: GDV.
- Koppers, A. (2021). *Wirkung von Piktogrammketten und Hinweisschildern auf Fahrverhalten und Verkehrssicherheit auf schmalen Hauptverkehrsstraßen*. Dissertation. Bergische Universität Wuppertal, Wuppertal.
- La Vega, J. de. (2011). *Shared lane marking study. Final report*. Los Angeles: Los Angeles Department of Transport. Verfügbar unter: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.404.4409&rep=rep1&type=pdf>
- Lajunen, T., Corry, A., Summala, H. & Hartley, L. (1997). Impression management and self-deception in traffic behaviour inventories. *Personality and Individual Differences*, 22, 341–353. [https://doi.org/10.1016/S0191-8869\(96\)00221-8](https://doi.org/10.1016/S0191-8869(96)00221-8)
- Maier, R., Schiller, C., Zimmermann, F. & Bohle, W. (2011). *Hochrechnungsmodell von Stichprobenzählungen für den Radverkehr FE 77.495/2008. Schlussbericht mit Anlagen*. Dresden.
- McCall, B. (2014). *Share the road signage pilot project. Evaluation report* (Middlesex-London Health Unit, Hrsg.). London, Ontario.
- Mills, A., Loskom, J., Brady, J., Duthie, J. & Machemehl, R. (2010). *Effects of "Bicycles May Use Full Lane" signs on bicyclist and motorist behavior along multi-lane facilities* (The City of Austin, Hrsg.). Austin, Texas.
- Mills, S. (2016). *Sharrow markings. Best practice guidance note* (flow Transportation Specialists Ltd., Hrsg.). Ponsonby, Auckland, Neuseeland. Verfügbar unter: <https://www.nzta.govt.nz/assets/Walking-Cycling-and-Public-Transport/docs/cycling-network-guidance/Sharrows-R1E160203-Best-Practice-Guidance-Note-Feb-2016.pdf>
- Müller, D. (2018). *Rechtsgutachten zu markierten Radverkehrsführungen. vorgelegt von Prof. Dr.jur. Dieter Müller* (Unfallforschung kompakt 86). Berlin: Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V., Unfallforschung der Versicherer. Verfügbar unter: <https://udv.de/de/file/11147/download?token=PXsQ1eAp>
- Oberzaucher, E. (2017). *Homo urbanus*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-53838-8>
- Ohm, D., Fiedler, F., Zimmermann, F., Kraxenberger, T., Maier, R., Hantschel, S. et al. (2015). *Führung des Radverkehrs im Mischverkehr an innerörtlichen Hauptverkehrsstraßen* (Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen V, Verkehrstechnik, Bd. 257). Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW. Verfügbar unter: <https://bast.opus.hbz-nrw.de/opus45-bast/frontdoor/deliver/index/docId/1346/file/V257b.pdf>
- Olmeadow, J. A., Povey, S., Povey, A. & Critchley, C. (2019). Driver anger towards cyclists in Australia: Investigating the role of the perceived legitimacy of cyclists as road users. *Transportation Research Part F*, 63, 240–251.
- Opp, K.-D. (1971). Einige Bedingungen für die Befolgung von Gesetzen. *Kriminologisches Journal*, 3, 1–26.

- Pallant, J. (2007). *SPSS survival manual - A step by step guide to data analysis using SPSS for windows* (3<sup>rd</sup> ed.). Maidenhead: Open University Press.
- Pein, W. E., Hunter, W. W. & Stewart, J. R. (1999). *Evaluation of the shared-use arrow*. Florida Department of Transportation.
- Pein, W. (2012). *The share the road sign*. Verfügbar unter: <https://bicyclingmatters.files.wordpress.com/2008/04/the-share-the-road-sign3.pdf>
- Pol, A. A., Prasad, S., Costello, S. B., Patel, A. & Hancock, K. (2015, 22. März). *Evaluation of shared-use markings for cyclists in Auckland*. Christchurch: IPENZ Transportation Group Conference.
- R Core Team. (2018). R: A language and environment for statistical computing [Computer software]. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing.
- Reynolds, C. C. O., Harris, M. A., Teschke, K., Cripton, P. A. & Winters, M. (2009). The impact of transportation infrastructure on bicycling injuries and crashes: a review of the literature. *Environmental Health*, 8. <https://doi.org/10.1186/1476-069X-8-47>
- Richter, T., Beyer, O., Ortlepp, J. & Schreiber, M. (2019). *Sicherheit und Nutzbarkeit markierter Radverkehrsführungen* (Forschungsbericht / Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V 59). Berlin: Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V., Unfallforschung der Versicherer.
- Richter, T., Ruhl, S., Ortlepp, J. & Schreiber, M. (2018). *Aufhebung der Benutzungspflicht von Radwegen* (Forschungsbericht / Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V, Bd. 52). Berlin: Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V., Unfallforschung der Versicherer.
- Risser, R. (2000). *Measuring influences of speed reduction on subjective safety* (Proceedings of the ICTCT Workshop on Traffic Calming). New Delhi, Wien.
- Robinson, M. N., Tansil, K. A., Elder, R. W., Soler, R. E., Labre, M. P., Mercer, S. L. et al. (2014). Mass media health communication campaigns combined with health-related product distribution: a community guide systematic review. *American Journal of Preventive Medicine*, 47, 360–371. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2014.05.034>
- Rohrmann, B. (1978). Empirische Studien zur Entwicklung von Antwortskalen für die sozial-wissenschaftliche Forschung. *Zeitschrift für Sozialpsychologie*, 9, 222–245.
- Rubie, E., Haworth, N., Twisk, D. & Yamamoto, N. (2020). Influences on lateral passing distance when motor vehicles overtake bicycles: a systematic literature review. *Transport Reviews*, 40, 754–773. <https://doi.org/10.1080/01441647.2020.1768174>
- Rübsamen, N., Akmatov, M. K., Castell, S., Karch, A. & Mikolajczyk, R. T. (2017). Comparison of response patterns in different survey designs: a longitudinal panel with mixed-mode and online-only design. *Emerging Themes in Epidemiology*, 14, 4. <https://doi.org/10.1186/s12982-017-0058-2>
- Ruf, S. (2019). *Wirkung von Piktogrammen auf der Fahrbahn auf das subjektive Sicherheitsgefühl von Verkehrsteilnehmenden*. Masterarbeit. Technische Universität Dresden, Dresden.
- Ruf, S. (2021). *Fahrradpiktogramme auf der Fahrbahn – Einfluss auf Flächengerechtigkeit und Verkehrssicherheit in beengten Verhältnissen*. Dissertation. Technische Universität Dresden, Dresden. Manuskript in Bearbeitung.
- Sanders, R. L. (2013). *Examining the cycle: How perceived an actual bicycling risk influence cycling frequency, roadway design preferences, and support for cycling among Bay Area residents*. Dissertation. University of California, Berkeley.
- Sanders, R. L. (2015). Perceived traffic risk for cyclists: The impact of near miss and collision experiences. *Accident Analysis and Prevention*, 75, 26–34. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2014.11.004>

- Schillewaert, N. & Meulemeester, P. (2005). Comparing response distributions of offline and online data collection methods. *International Journal of Market Research*, 47, 163–178.
- Schimek, P. (2018). Bike lanes next to on-street parallel parking. *Accident Analysis and Prevention*, 120, 74–82. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.08.002>
- Schüller, H., Plesker, M. & Bärwolff, M. (2020). *Unfallrisiko Parken für schwächere Verkehrsteilnehmer* (Unfallforschung der Versicherer, Bd. 66). Berlin: Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.
- Schuster, A., Sattler, J. & Hoffmann, S. (2011). *Bestimmen der aktuellen Abmessungen differenzierter Personen-Bemessungsfahrzeuge*. Zwickau.
- Shinar, D., Valero-Mora, P., van Strijp-Houtenbos, M., Haworth, N., Schramm, A., Bruyne, G. de, Cavallo, V., Chliaoutakis, J., Dias, J., Ferraro, O. E., Fyhri, A., Hursa Sajatovic, A., Kuklane, K., Ledesma, R., Mascarell, O., Morandi, A., Muser, M., Otte, D., Papadakaki, M., Sanmartín, J., Dulf, D., Saplioglu, M. & Tzamalouka, G. (2018). Under-reporting bicycle accidents to police in the COST TU1101 international survey: Cross-country comparisons and associated factors. *Accident; Analysis and Prevention*, 110, 177–186. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2017.09.018>
- Singer, E., Frankel, M. R. & Glassmann, M. C. (1983). The effect of interviewer characteristics and expectations on response. *Public Opinion Quarterly*, 47, 68–83.
- Smith, A. B., King, M., Butow, P. & Olver, I. (2013). A comparison of data quality and practicality of online versus postal questionnaires in a sample of testicular cancer survivors. *Psycho-Oncology*, 22(1), 233–237. <https://doi.org/10.1002/pon.2052>
- Sørensen, M. & Mosslemi, M. (2009). *Subjective and objective safety. The effect of road safety measures on subjective safety among vulnerable road users*. Oslo. Verfügbar unter <https://www.toi.no/getfile.php/1311739/Publikasjoner/T%C3%98I%20rapporter/2009/1009-2009/1009-2009-nett.pdf>
- Szolnoki, G. & Hoffmann, D. (2013). Online, face-to-face and telephone surveys—Comparing different sampling methods in wine consumer research. *Wine Economics and Policy*, 2(2), 57–66. <https://doi.org/10.1016/j.wep.2013.10.001>
- Unfallforschung der Versicherer. (2020). *Verkehrsklima 2020*. Pressekonferenz. Berlin.
- Vasilev, M., Pitera, K. & Jonsson, T. (2017). Evaluation of bicycle sharrows within the Norwegian context. *Transportation Research Procedia*, 27, 1097–1104. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.12.015>
- Viechtbauer, W. (2010). Conducting meta-analyses in R with the metafor package. *Journal of Statistical Software*, 36(3), 1–48.
- Wåhlberg, A. E. a., Dorn, L. & Kline, T. (2010). The effect of social desirability on self reported and recorded road traffic accidents. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 13(2), 106–114. Verfügbar unter: <https://dspace.lib.cranfield.ac.uk/bitstream/handle/1826/5240/The%20effect%20of%20social%20desirability-2010.pdf?sequence=1>
- Winters, M., Babul, S., Becker, H. J. E. H. J., Brubacher, J. R., Chipman, M., Cripton, P. et al. (2012). Safe cycling: How do risk perceptions compare with observed risk? *Canadian Journal of Public Health*, 103(3), S42-S47. Verfügbar unter: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2FBF03403834.pdf>
- Winters, M. & Branion-Calles, M. (2017). Cycling safety: Quantifying the under reporting of cycling incidents in Vancouver, British Columbia. *Journal of Transport & Health*, 7, 48–53. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2017.02.010>

## Anhang

Anhang 1: Anschreiben und Antwortfax

Anhang 2: Fragebögen zur Stadt und umgesetzten/geplanten Strecken

Anhang 3: Fragebögen Verkehrsteilnehmende

Anhang 4: Fragebogen Qualitative Städte-Interviews

Anhang 5: Datenblätter Bestandsstrecken

Anhang 6: Datenblätter Pilotstrecken

Anhang 7: Erweiterter Unfalltypenkatalog

Anhang 8: Ergebnisse derjenigen Strecken in der Pilotphase, auf denen nur Vorher- bzw. nur Nachher-Befragungen stattfinden konnten

Anhang 9: Ergebnisse derjenigen Strecken in der Pilotphase, auf denen nur Vorher- bzw. nur Nachher-Befragungen stattfinden konnten

Anhang 10: Weitere metaanalytische Befunde

Anhang 11: Stichprobenumfänge

Anhang 12: Durch vor Ort Befragte berichtete Flächennutzung anderer Radfahrender

Anhang 13: Ausgewählte Ergebnisse Trier

Anhang 14: Multivariate Kovarianzanalyse in der Bestandsphase

Anhang 15: Begleitende Öffentlichkeitsarbeit

## Forschungsprojekt „Radfahren bei beengten Verhältnissen – Wirkung von Piktogrammen und Hinweisschildern auf Fahrverhalten und Verkehrssicherheit“

Sehr geehrter Damen und Herren,

mit dem Schreiben vom **XXX** haben wir Ihren Bürgermeister um Unterstützung des Projektes „Radfahren bei beengten Verhältnissen – Wirkung von Piktogrammen und Hinweisschildern auf Fahrverhalten und Verkehrssicherheit“ gebeten. Wir schreiben Sie persönlich an, da Sie uns als direkter Ansprechpartner benannt wurden. Für die Bereitschaft, diese Studie zu unterstützen, bedanken wir uns nochmals.

*Hintergrund und Projektziel:*

Das Lehr- und Forschungsgebiet Straßenverkehrsplanung und -technik der Bergischen Universität Wuppertal und die Professur Diagnostik und Intervention der Fachrichtung Psychologie der TU Dresden führen gemeinsam ein Forschungsprojekt zur Förderung und Verbesserung der Sicherheit des Radverkehrs unter beengten Verhältnissen durch, gefördert durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) mit Mitteln zur Umsetzung des Nationalen Radverkehrsplans 2020.

Das Projekt beschäftigt sich mit der Wirkung von Hinweisbeschilderungen zur Fahrbahnnutzung bei Radwegen ohne Radwegebenutzungspflicht und Fahrrad-Sinnbildern (Piktogrammen) auf der Fahrbahn bei beengten Verhältnissen.

Derartige Maßnahmen werden in mehreren deutschen Städten in letzter Zeit insbesondere im Zusammenhang mit der Aufhebung der Benutzungspflicht vorhandener Radwege umgesetzt. Des Weiteren finden sie in Straßenräumen, in denen regelkonforme Radverkehrsanlagen zwar laut Regelwerk notwendig wären, aber aufgrund zu geringer Abmessungen nicht umsetzbar sind, Anwendung.

Die Nutzung von Hinweisbeschilderung und/oder der Markierung des Fahrradpiktogramms hat das Ziel die vorhandene Führungsform „Mischverkehr“ zu unterstützen, den Radverkehr insbesondere in vormalig unfallauffälligen Situationen sicherer zu gestalten und das Verkehrsklima zu verbessern. Die Präsenz und die Rechte von Radfahrern sollen damit verdeutlicht werden, wobei das gegenseitige Miteinander im Vordergrund steht. Allerdings sind im Rahmen der geltenden StVO insbesondere die Fahrrad-Sinnbilder in dieser Anwendungsform nicht vorgesehen.



Da es bislang noch keine umfassenden Erkenntnisse und Umsetzungsempfehlungen zu derartigen Maßnahmen gibt, werden in dieser Studie die Wirkung solcher Markierungen und Hinweisbeschilderungen oder entsprechende Kombinationen untersucht. Dabei soll ermittelt werden, wie die Wahrnehmung und das Verständnis der Schilder und Fahrbahnmarkierungen durch die Verkehrsteilnehmenden ist und ob es dadurch zu einer Änderung bzw. Anpassung des Fahrverhaltens von Rad- und Autofahrenden kommt, was wiederum zu einer Erhöhung der Verkehrssicherheit führen kann. Abschließend werden aus den gewonnenen Erkenntnissen Handlungsempfehlungen für die Praxis abgeleitet.

Für dieses Vorhaben suchen wir Kommunen als Praxispartner, die bereits eine der genannten Maßnahmen umgesetzt haben und/oder Interesse daran haben, diese Maßnahmen im Zeitraum 2017-2018 in einem oder mehreren (bisher unfallträchtigen, beispielsweise mit Unfällen infolge der Nutzung des linken Radweges) Abschnitt/en wissenschaftlich begleitet umzusetzen.

Eine kurze Projektbeschreibung mit Beispielen und einem zeitlichen Projektablauf ist diesem Brief als Anlage beigefügt.

Ergänzende Informationen können Sie bei Bedarf jederzeit bei Frau Dipl.-Ing. Anne Timmermann (Kontaktangaben s.o.) erfragen.

Wir möchten Sie bitten, **allgemeine Angaben über bisher erfolgte und geplante Umsetzungen** zu machen und zudem für die umgesetzten bzw. geplanten **Streckenabschnitte jeweils einen Steckbrief** auszufüllen und uns diese Unterlagen bitte bis zum **15.10.2016** per Mail zurück zu senden.

Hierfür finden Sie in den weiteren Anlagen den allgemeinen Fragebogen und einen Fragebogen (Steckbrief) zu umgesetzten sowie einen Fragebogen (Steckbrief) zu geplanten Maßnahmen.

**Vielen Dank für Ihre Unterstützung.**

**Anlagen:**

- **Projektbeschreibung**
- **Fragebogen allgemein**
- **Steckbrief Umsetzungen**
- **Steckbrief Planungen**

**„Radfahren bei beengten Verhältnissen – Wirkung von Piktogrammen und Hinweisschildern auf Fahrverhalten und Verkehrssicherheit“**

Antwortfax zum Projekt (bis 09.11.2016):

Faxnummer: 0202/439-4388

Absender:

Name Stadt/Gemeinde

Anschrift

Kontakt (E-Mail/Telefon)

- Wir haben bereits Maßnahmen (Markierungen und/oder Beschilderungen) umgesetzt.
- Wir teilen Ihnen gerne in einem Fragebogen unsere Erfahrungen mit.
  - Wir würden zudem gerne in 2017 an einer Nachher-Erhebung teilnehmen.
- Wir planen aktuell Maßnahmen (Markierungen und/oder Beschilderungen) für eine Umsetzung in den nächsten Jahren.
- Wir teilen Ihnen gerne in einem Fragebogen unsere Planungen mit.
  - Wir würden zudem gerne in 2017/18 an Vorher-/Nachher-Erhebungen teilnehmen.
- Wir haben bisher keine Maßnahmen umgesetzt und planen aktuell auch keine (Markierungen und/oder Beschilderungen).
- Wir haben Interesse an den Ergebnissen und würden gerne zur Abschlussveranstaltung Mitte 2019 eingeladen werden.
- Leider können/möchten wir derzeit das Projekt nicht unterstützen.  
Begründung:

---

Zur Beantwortung des ausführlichen Fragebogens können Sie sich an folgende/n Ansprechpartner/in wenden:

Ansprechpartner:

Herr/Frau

Abteilung

Telefon/Fax

E-Mail

## Anhang 2: Fragebögen für die Kommunen

### a. Allgemeiner Fragebogen zur Stadt



Bergische Universität Wuppertal - Fachzentrum Verkehr

Wir würden Sie bitten, uns den angefügten Fragebogen möglichst bis zum **02.12.2016** per Mail zurück zu senden.

rad-piktogramme@svpt.de

Modal-Split Anteil Rad	_____ % <input type="checkbox"/> Schätzung <input type="checkbox"/> Zählung <input type="checkbox"/> nicht bekannt
<b>A) Umgesetzte Maßnahmen</b>	
Anzahl der bereits umgesetzten Maßnahmen:	_____
Art der Maßnahme(n)	<input type="checkbox"/> Fahrbahnmarkierung(en) <input type="checkbox"/> Schild(er)
Umsetzungszeitraum	____ - ____
Begleitende Öffentlichkeitsarbeit	<input type="checkbox"/> Pressemitteilung, Ortstermin etc. <input type="checkbox"/> keine Öffentlichkeitsarbeit <input type="checkbox"/> Sonstiges: _____
<b>B) Geplante Maßnahmen</b>	
Anzahl der bereits geplanten Maßnahmen:	_____
Art der Maßnahme(n)	<input type="checkbox"/> Fahrbahnmarkierung(en) <input type="checkbox"/> Schild(er)
Geplanter Umsetzungszeitraum	____ - ____
Geplante Öffentlichkeitsarbeit	<input type="checkbox"/> Pressemitteilung, Ortstermin etc. <input type="checkbox"/> keine Öffentlichkeitsarbeit <input type="checkbox"/> noch nicht geplant <input type="checkbox"/> Sonstiges: _____
Voraussetzungen, die ggf. für die Umsetzung erfüllt sein müssen	<input type="checkbox"/> es müssen keine weiteren Voraussetzungen erfüllt werden, die Maßnahme wird auf jeden Fall umgesetzt <input type="checkbox"/> Voraussetzung ist, die Maßnahme wird als Verkehrsversuch innerhalb des Projekts umgesetzt <input type="checkbox"/> es müssen die folgende Voraussetzungen gegeben sein: <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%; margin-top: 5px;"></div>

Absender:

Name Stadt/Gemeinde \_\_\_\_\_

Falls der Fragebogen an Sie weitergeleitet wurde, tragen Sie hier bitte Ihre Kontaktdaten ein:

Herr/Frau \_\_\_\_\_

Abteilung \_\_\_\_\_

Position \_\_\_\_\_

Telefon/Fax \_\_\_\_\_

E-Mail \_\_\_\_\_

b. Fragebogen zu Bestandsstrecken

**Erhebungsbogen Umsetzung**

<b>A) Allgemeine Angaben</b>	
Stadt	
Straßenname(n)	
Straßenabschnitt (Anfang und Ende angeben)	
Straßencharakter	<input type="checkbox"/> Durchgangsstraße <input type="checkbox"/> Geschäftsstraße <input type="checkbox"/> Sonstiges: _____
zul. Geschwindigkeit	
Verkehrsstärke Kfz (Spitzenstunde oder DTV)	_____ [ / ] <input type="checkbox"/> Schätzung <input type="checkbox"/> Zählung
Verkehrsstärke Rad (Spitzenstunde oder DTV)	_____ [ / ] <input type="checkbox"/> Schätzung <input type="checkbox"/> Zählung
Abschätzung Nutzungsverhalten Rad (vorher)	Anteil auf Gehweg/nicht benutzungspflichtigem Radweg: ____%      Anteil auf Fahrbahn: ____% <input type="checkbox"/> nicht bekannt
Abschätzung Nutzungsverhalten Rad (aktuell)	Anteil auf Gehweg/nicht benutzungspflichtigem Radweg: ____%      Anteil auf Fahrbahn: ____% <input type="checkbox"/> nicht bekannt
Dichte der Grundstückzufahrten	<input type="checkbox"/> wenige Zufahrten <input type="checkbox"/> häufige Zufahrten <input type="checkbox"/> weder noch
Dichte der Knotenpunktfolge	<input type="checkbox"/> enge Knotenpunktfolge <input type="checkbox"/> überwiegend Strecke <input type="checkbox"/> weder noch

<b>B) Maßnahmenumsetzung</b>	
umgesetzt in: ___/___ (Monat / Jahr)	<input type="checkbox"/> als temporäre Maßnahme bis ___/___ bzw. Dauer (Wochen): ___ <input type="checkbox"/> vorerst dauerhafte Maßnahme
Art der Maßnahme (falls vorhanden, würden wir uns über Fotos der Maßnahme freuen)	<input type="checkbox"/> Sinnbild „Fahrrad“ auf Fahrbahn <input type="checkbox"/> Sinnbild „Fahrrad“ + Chevrons (^) auf Fahrbahn <input type="checkbox"/> Sinnbild „Fahrrad“ + Pfeil (↑) auf Fahrbahn <input type="checkbox"/> Sonstige Markierung auf Fahrbahn: _____ <input type="checkbox"/> Hinweisschild mit folgendem Text: _____
Umsetzung der Maßnahme...	<input type="checkbox"/> in beide Fahrtrichtungen <input type="checkbox"/> nur in Fahrtrichtung _____
Lage des Sinnbildes auf Fahrbahn (falls vorhanden)	<input type="checkbox"/> mittig <input type="checkbox"/> am Rand
Abstand/Häufigkeit der Wiederholung des Sinnbildes	ca. alle ___ m
Abstand/Häufigkeit der Wiederholung des Schildes	<input type="checkbox"/> Schild zu Beginn des Abschnitts <input type="checkbox"/> Schild an jedem Knotenpunkt <input type="checkbox"/> Sonstiges: _____
kurze Beschreibung der Maßnahme, ggf. weitere Erläuterungen	
begleitende Öffentlichkeitsarbeit (falls vorhanden, würden wir uns über Flyer, Pressemitteilungen etc. der Maßnahme freuen)	<input type="checkbox"/> Pressemitteilung <input type="checkbox"/> „Eröffnung“ mit Vor-Ort-Termin <input type="checkbox"/> Flyer o. ä. <input type="checkbox"/> Sonstiges: _____

<b>C) Angaben zum Querschnitt</b>	
Anzahl der durchgehenden Geradeaus-Fahrbahnen je Richtung	<input type="checkbox"/> 1/1 <input type="checkbox"/> 1/2 <input type="checkbox"/> 2/2 <input type="checkbox"/> 1 (Einbahnstraße ) <input type="checkbox"/> 2 (Einbahnstraße )
Ruhender Verkehr	<input type="checkbox"/> nicht vorhanden <input type="checkbox"/> überwiegend einseitig <input type="checkbox"/> überwiegend beidseitig
Ausrichtung Parkstände (falls vorhanden)	<input type="checkbox"/> überwiegend Längsparken <input type="checkbox"/> überwiegend Schrägparken <input type="checkbox"/> überwiegend Senkrechtparken
Führung des Radverkehrs	<input type="checkbox"/> keine Radverkehrsanlagen (Mischverkehr Fahrbahn) <input type="checkbox"/> nicht benutzungspflichtiger Radweg <input type="checkbox"/> Sonstiges: _____
Führung des ÖPNV	<input type="checkbox"/> Kein ÖPNV vorhanden <input type="checkbox"/> Straßenbahnverkehr <input type="checkbox"/> Linienbusverkehr mit Haltestellen <input type="checkbox"/> Bussonderfahrstreifen <input type="checkbox"/> Sonstiges: _____
<b>D) Planungen und Besonderheiten</b>	
Wurde diese Straße in den letzten 3 Jahren umgebaut?	<input type="checkbox"/> Ja, in ___/___ (Monat/Jahr) <input type="checkbox"/> Nein
<p><b>Gibt es aus Ihrer Sicht besondere Probleme/Auffälligkeiten o. ä. auf dieser Straße?</b> (z. B.: besondere Unfallsituation, Leistungsfähigkeitsprobleme)</p> <p><input type="checkbox"/> Ja                      <input type="checkbox"/> Nein</p> <p><i>Wenn ja, skizzieren Sie diese bitte kurz.</i></p>          	

**E) Datenverfügbarkeit**

Für diese Straße könnten folgende Informationen für die weiteren Analysen im Forschungsprojekt zur Verfügung gestellt werden:

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Lageplan           | <input type="checkbox"/> Unfalldaten (3 Jahre)              |
| <input type="checkbox"/> Querschnitt        | <input type="checkbox"/> Verkehrsbelastung - Tagesganglinie |
| <input type="checkbox"/> Bilder             | <input type="checkbox"/> Luftbilder                         |
| <input type="checkbox"/> Pressespiegel o.ä. |   |

Hier haben Sie die Möglichkeit weitere Angaben oder Anmerkungen zu machen, die Sie für die Einstufung oder Bewertung des Straßenabschnittes für wichtig erachten.

Anlagenliste: folgende Dokumente werde ich Ihnen per Mail bzw. Post zukommen lassen.

**per Mail**

**per Post**

Fotos:

Dokumentennamen:

Flyer

Flyer

Pressemitteilung

Pressemitteilung

c. Fragebogen zu Strecken in Planung/Pilotstrecken

**Erhebungsbogen Planung**

<b>A) Allgemeine Angaben</b>	
Stadt	
Straßenname(n)	
Straßenabschnitt (Anfang und Ende angeben)	
Straßencharakter	<input type="checkbox"/> Durchgangsstraße <input type="checkbox"/> Geschäftsstraße <input type="checkbox"/> Sonstiges: _____
zul. Geschwindigkeit	
Verkehrsstärke Kfz (Spitzenstunde oder DTV)	_____ [ / ] <input type="checkbox"/> Schätzung <input type="checkbox"/> Zählung
Verkehrsstärke Rad (Spitzenstunde oder DTV)	_____ [ / ] <input type="checkbox"/> Schätzung <input type="checkbox"/> Zählung <input type="checkbox"/> nicht bekannt
Abschätzung Nutzungsverhalten Rad (aktuell)	Anteil auf Gehweg/nicht benutzungspflichtigem Radweg: ____%    Anteil auf Fahrbahn: ____% <input type="checkbox"/> nicht bekannt
Dichte der Grundstückzufahrten	<input type="checkbox"/> wenige Zufahrten <input type="checkbox"/> häufige Zufahrten <input type="checkbox"/> weder noch
Dichte der Knotenpunktfolge	<input type="checkbox"/> enge Knotenpunktfolge <input type="checkbox"/> überwiegend Strecke <input type="checkbox"/> weder noch
<b>B) Maßnahmenumsetzung</b>	
geplant in: ____ / ____ (Monat / Jahr)	<input type="checkbox"/> als temporäre Maßnahme <input type="checkbox"/> vorerst dauerhafte Maßnahme bis ____ / ____ bzw. Dauer (Wochen): ____
Art der Maßnahme (falls vorhanden, würden wir uns über Fotos der Maßnahme freuen)	<input type="checkbox"/> Sinnbild „Fahrrad“ auf Fahrbahn <input type="checkbox"/> Sinnbild „Fahrrad“ + Chevrons (^) auf Fahrbahn <input type="checkbox"/> Sinnbild „Fahrrad“ + Pfeil (↑) auf Fahrbahn <input type="checkbox"/> Sonstige Markierung auf Fahrbahn: _____ <input type="checkbox"/> Hinweisschild mit folgendem Text: _____

Umsetzung der Maßnahme...	<input type="checkbox"/> in beide Fahrrichtungen <input type="checkbox"/> nur in Fahrrichtung _____
Lage des Sinnbildes auf Fahrbahn (falls vorhanden)	<input type="checkbox"/> mittig <input type="checkbox"/> am Rand
Abstand/Häufigkeit der Wiederholung des Sinnbildes	ca. alle _____ m
Abstand/Häufigkeit der Wiederholung des Schildes	<input type="checkbox"/> Schild zu Beginn des Abschnitts <input type="checkbox"/> Schild an jedem Knotenpunkt <input type="checkbox"/> Sonstiges: _____
kurze Beschreibung der Maßnahme, ggf. weitere Erläuterungen	
begleitende Öffentlichkeitsarbeit (falls vorhanden, würden wir uns über Flyer, Pressemitteilungen etc. der Maßnahme freuen)	<input type="checkbox"/> Pressemitteilung <input type="checkbox"/> „Eröffnung“ mit Vor-Ort-Termin <input type="checkbox"/> Flyer o. ä. <input type="checkbox"/> Sonstiges: _____
<b>C) Angaben zum Querschnitt</b>	
Anzahl der durchgehenden Geradeaus-Fahrstreifen je Richtung	<input type="checkbox"/> 1/1 <input type="checkbox"/> 1/2 <input type="checkbox"/> 2/2 <input type="checkbox"/> 1 (Einbahnstraße) <input type="checkbox"/> 2 (Einbahnstraße)
Ruhender Verkehr	<input type="checkbox"/> nicht vorhanden <input type="checkbox"/> überwiegend einseitig <input type="checkbox"/> überwiegend beidseitig
Ausrichtung Parkstände (falls vorhanden)	<input type="checkbox"/> überwiegend Längsparken <input type="checkbox"/> überwiegend Schrägparken <input type="checkbox"/> überwiegend Senkrechtparken
Führung des Radverkehrs	<input type="checkbox"/> keine Radverkehrsanlagen (Mischverkehr Fahrbahn) <input type="checkbox"/> nicht benutzungspflichtiger Radweg <input type="checkbox"/> Sonstiges: _____

Führung des ÖPNV	<input type="checkbox"/> Kein ÖPNV vorhanden <input type="checkbox"/> Straßenbahnverkehr <input type="checkbox"/> Linienbusverkehr mit Haltestellen <input type="checkbox"/> Bussonderfahrstreifen <input type="checkbox"/> Sonstiges: _____								
<b>D) Planungen und Besonderheiten</b>									
Wurde diese Straße in den letzten 3 Jahren umgebaut?	<input type="checkbox"/> Ja, in ___/___ (Monat/Jahr) <input type="checkbox"/> Nein								
<p><b>Gibt es aus Ihrer Sicht besondere Probleme/Auffälligkeiten o. ä. auf dieser Straße?</b> (z. B.: besondere Unfallsituation, Leistungsfähigkeitsprobleme)</p> <p><input type="checkbox"/> Ja                              <input type="checkbox"/> Nein</p> <p><i>Wenn ja, skizzieren Sie diese bitte kurz.</i></p>          									
<b>E) Datenverfügbarkeit</b>									
<p><b>Für diese Straße könnten folgende Informationen für die weiteren Analysen im Forschungsprojekt zur Verfügung gestellt werden:</b></p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Lageplan</td> <td style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Unfalldaten (3 Jahre)</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Querschnitt</td> <td><input type="checkbox"/> Verkehrsbelastung - Tagesganglinie</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Bilder</td> <td><input type="checkbox"/> Luftbilder</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Pressespiegel o. ä.</td> <td></td> </tr> </table>		<input type="checkbox"/> Lageplan	<input type="checkbox"/> Unfalldaten (3 Jahre)	<input type="checkbox"/> Querschnitt	<input type="checkbox"/> Verkehrsbelastung - Tagesganglinie	<input type="checkbox"/> Bilder	<input type="checkbox"/> Luftbilder	<input type="checkbox"/> Pressespiegel o. ä.	
<input type="checkbox"/> Lageplan	<input type="checkbox"/> Unfalldaten (3 Jahre)								
<input type="checkbox"/> Querschnitt	<input type="checkbox"/> Verkehrsbelastung - Tagesganglinie								
<input type="checkbox"/> Bilder	<input type="checkbox"/> Luftbilder								
<input type="checkbox"/> Pressespiegel o. ä.									

Hier haben Sie die Möglichkeit weitere Angaben oder Anmerkungen zu machen, die Sie für die Einstufung oder Bewertung des Straßenabschnittes für wichtig erachten.

Anlagenliste: Folgende Dokumente werde ich Ihnen per Mail bzw. Post zukommen lassen.

**per Mail**

**per Post**

Fotos:

Dokumentennamen:

Flyer

Flyer

Pressemitteilung

Pressemitteilung

### Anhang 3: Fragenkatalog für die Vor-Ort, postalischen und Online-Befragungen<sup>14</sup>

- a. In allen Fragebögen gestellte Fragen
- Was denken Sie, bedeuten die Symbole? [In der Vor-Ort-Befragung Freitextantwort, Ankreuzen passender Antworten durch Befragende]
    - Radweg
    - Radfahrende müssen dort fahren
    - Radfahrende sollten dort fahren
    - Radfahrende haben Vorfahrt
    - Angabe der Richtung, in die Radfahrende fahren sollen
    - Kfz-Fahrende sollen auf mögliche Radfahrende auf der Fahrbahn aufmerksam gemacht werden
    - Kfz auf diesem Teil der Straße nicht erlaubt
    - Kfz müssen Vorfahrt gewähren
    - Dort fahren Kfz- und Radfahrende gemeinsam
    - Straße wird schmaler, verengt sich
    - Hindernisse müssen beachtet werden
    - Teilen Sie die Straße (gemeinsam benutzen!)
    - Bedeutung ist unklar
    - Weiß nicht
    - Andere, und zwar: \_\_\_\_\_
  - Wo darf man auf der [...] -Straße mit dem Rad fahren?
    - Auf dem Gehweg
    - Falls vorhanden: Auf dem Radweg
    - Im Bereich mit den Fahrradsymbolen auf der Fahrbahn
    - Auf der (gesamten) Fahrbahn
  - Frage an Radfahrende:
    - Wenn Sie auf der [...] -Straße mit dem Rad fahren, wie oft nutzen Sie dabei...
      - ...den Gehweg
      - ...den Gehweg in Gegenrichtung
      - Falls vorhanden: ...den Radweg
      - ...den Bereich mit den Fahrradsymbolen auf der Fahrbahn
      - ...die Fahrbahn weiter innen, also neben dem Bereich mit den Fahrradsymbolen
      - ...Andere: \_\_\_\_\_
        - Nie
        - Selten
        - Gelegentlich
        - Oft
        - Immer
        - Weiß nicht [Kategorien für jede der aufgezählten Verkehrsflächen abgefragt]
    - Wieso nutzen Sie diesen Bereich? [Wenn mindestens oft genutzt angegeben] \_\_\_\_\_
  - Frage in der Vor-Ort-Befragung an zu Fuß Gehende und Kfz-Fahrende:
    - Wenn Sie hier mit dem Rad fahren würden: In welchem Bereich würden Sie fahren?
      - Auf dem Gehweg
      - Falls vorhanden: Auf dem Radweg
      - Im Bereich mit den Fahrradsymbolen auf der Fahrbahn
      - Auf der (gesamten) Fahrbahn

<sup>14</sup> Formulierung auf Strecke in BI mit Hinweisschildern analog, Austausch des Begriffs „Fahrradsymbole“ durch „Hinweisschilder“

- Wie sicher fühlen Sie sich hier?
  - Nicht sicher
  - Wenig sicher
  - Mittelmäßig sicher
  - Ziemlich sicher
  - Sehr sicher
  - Weiß nicht
- Wie angenehm sind für Sie als Fußgängerin die Begegnungen mit Radfahrenden/als Kfz-Fahrende\*r die Begegnungen mit Radfahrenden/als Radfahrende\*r die Begegnungen mit Kfz-Fahrenden?
  - Nicht angenehm
  - Wenig angenehm
  - Mittelmäßig angenehm
  - Ziemlich angenehm
  - Sehr angenehm
  - Weiß nicht
- Hatten Sie auf dieser Strecke in den letzten drei Jahren einen Unfall oder Beinahe-Unfall mit Radbeteiligung?
  - Ja, vor dem Aufbringen der Piktogramme [nicht gestellt in Vorher-Befragung in Pilotphase]
  - Ja, nach dem Aufbringen der Piktogramme
  - Nein
- Wenn Unfall: Falls Sie mindestens einen Unfall hatten, machen Sie bitte Angaben zu Ihrem letzten Unfall. Falls Sie keinen Unfall hatten, machen Sie bitte Angaben zum letzten Beinahe-Unfall.
  - Der Unfall/Beinahe-Unfall kam zustande...
    - ... durch einen Zusammenstoß/Beinahe-Zusammenstoß mit anderen Verkehrsteilnehmenden
      - Kfz-Fahrende
      - Radfahrende
      - zu Fuß Gehende
      - andere: \_\_\_\_\_
    - ...ohne Fremdeinwirkung
  - Auf welcher Verkehrsfläche ist der (B.-)Unfall passiert?
    - Auf dem Gehweg
    - Falls vorhanden: Auf dem Radweg
    - Auf der Fahrbahn
  - Wurde die Polizei über den Unfall informiert?
    - Ja
    - Nein
  - Wurden Sie nach dem Unfall/Beinahe-Unfall...
    - ... stationär behandelt?
    - ... ambulant behandelt?
  - Haben Sie noch weitere Anmerkungen?
- Finden Sie an der [...] -Straße etwas problematisch und wenn ja, was? [In der Vor-Ort-Befragung Freitextantwort, Ankreuzen passender Antworten durch Befragende]
  - Ich finde nichts problematisch
  - Zu eng/schmal
  - Zu viele Kfz
  - Überholabstände der Kfz zu gering
  - Hohe Geschwindigkeit der Kfz
  - Rücksichtslosigkeit der Radfahrenden

- Rücksichtslosigkeit der Kfz-Fahrenden
  - Andere: \_\_\_\_\_
- In welchem Jahr sind Sie geboren? \_\_\_\_\_
- Besitzen Sie einen Kfz-Führerschein?
  - Ja
  - Nein
- Wenn Führerschein:
  - In welchem Jahr haben Sie ihn erworben? \_\_\_\_\_
  - Wie oft können Sie als Fahrer\*in oder Mitfahrer\*in über ein Kfz (einschließlich Car-sharing) verfügen?
    - Jederzeit
    - Gelegentlich
    - Gar nicht
  - Wie viele Kilometer legen Sie im Jahr durchschnittlich als Fahrer\*in per Kfz zurück?
    - Ich fahre kein Kfz.
    - Weniger als 1 000 km/Jahr
    - Zwischen 1 000 und 5 000 km/Jahr
    - Zwischen 5 000 und 10 000 km/Jahr
    - Zwischen 10 000 und 20 000 km/Jahr
    - Zwischen 20 000 und 30 000 km/Jahr
    - Mehr als 30 000 km/Jahr
  - Wie oft fahren Sie Kfz (als Fahrer\*in)?
    - Täglich oder fast täglich
    - 4-5 Tage pro Woche
    - 1-2 Tage pro Woche
    - 1-2 Tage pro Monat
    - < 1-2 Tage pro Monat
    - Nie oder fast nie
- Wie oft gehen Sie zu Fuß?
  - Täglich oder fast täglich
  - 4-5 Tage pro Woche
  - 1-2 Tage pro Woche
  - 1-2 Tage pro Monat
  - < 1-2 Tage pro Monat
  - Nie oder fast nie
- Wie oft fahren Sie mit dem Rad?
  - Täglich oder fast täglich
  - 4-5 Tage pro Woche
  - 1-2 Tage pro Woche
  - 1-2 Tage pro Monat
  - < 1-2 Tage pro Monat
  - Nie oder fast nie
- Wie oft fahren Sie mit dem Rad auf der [...] -Straße?
  - Täglich oder fast täglich
  - 4-5 Tage pro Woche
  - 1-2 Tage pro Woche
  - 1-2 Tage pro Monat
  - < 1-2 Tage pro Monat
  - Nie oder fast nie
- Wenn <4-5 Tage pro Woche mit dem Rad auf der [...] -Straße:
  - Warum fahren Sie auf der [...] -Straße eher selten mit dem Rad?
    - Liegt (meistens) nicht auf meinem Weg.

- Ich kreuze sie hauptsächlich.
    - Ist mir zu unsicher
    - Ich nutze hauptsächlich die Nebenstraßen: \_\_\_\_\_
    - Andere: \_\_\_\_\_
  - Bitte geben Sie Ihre Postleitzahl/Ihren Stadtteil an: \_\_\_\_\_
  - Welchen höchsten allgemeinbildenden Schulabschluss haben Sie? [In der Vor-Ort-Befragung Freitextantwort, Ankreuzen passender Antworten durch Befragende]
    - Schüler\*in
    - Volksschule
    - Hauptschule
    - Qualifizierender Hauptschulabschluss
    - POS (Polytechnische Oberschule)
    - Mittlere Reife
    - (Fach-) Abitur
    - Sonstige: \_\_\_\_\_
  - Welchen höchsten Ausbildungsabschluss haben Sie? [In der Vor-Ort-Befragung Freitextantwort, Ankreuzen passender Antworten durch Befragende]
    - Keinen
    - Noch in Ausbildung
    - Ausbildung
    - Lehre
    - Selbstständigkeit
    - Studium
    - Bachelor
    - Master
    - Diplom
    - Promotion
    - Andere: \_\_\_\_\_
  - Welches ist Ihr Geschlecht? [In der Vor-Ort-Befragung Ankreuzen durch Befragende]
    - Weiblich
    - Männlich
    - Divers
    - Möchte ich nicht angeben
- b. Zusätzlich in der Nachher-Befragung (Bestands- und Pilotphase) gestellte Fragen
- Sind Ihnen die Fahrradsymbole aufgefallen, die auf der Fahrbahn/am Fahrbahnrand aufgebracht sind?
    - Ja
    - Nein
    - Weiß nicht
  - Finden Sie die Symbole sinnvoll?
    - Ja
    - Nein
    - Weiß nicht
  - Warum finden Sie die Symbole sinnvoll/nicht sinnvoll? \_\_\_\_\_
  - Woher wissen Sie, was die Symbole bedeuten? \_\_\_\_\_
  - Denken Sie, dass die anderen Verkehrsteilnehmenden wissen, was die Symbole bedeuten?
    - Ja
    - Nein
    - Weiß nicht

- Wenn Sie hier mit dem Kfz fahren (würden): Fahren (bzw. würden) Sie in dem Bereich, der mit den Fahrradsymbolen markiert ist?
    - Ja
    - Ja, zum Ausweichen
    - Nein
    - Weiß nicht
  - Ist es Ihrer Meinung nach erlaubt, im mit den Fahrradsymbolen markierten Bereich als Kfz-Fahrer\*in zu fahren?
    - Ja, grundsätzlich
    - Ja, zum Ausweichen
    - Nein
    - Weiß nicht
  - Wie sicher sind Sie sich dabei?
    - Nicht sicher
    - Wenig sicher
    - Mittelmäßig sicher
    - Ziemlich sicher
    - Sehr sicher
    - Weiß nicht
  - Frage an Kfz-Fahrende:
    - Wenn Sie auf der [...] -Straße mit dem Kfz fahren, versuchen Sie dann, neben den Symbolen zu fahren?
      - Nie
      - Selten
      - Gelegentlich
      - Oft
      - Immer
      - Weiß nicht
    - Wieso nutzen Sie diesen Bereich? [wenn mindestens oft genutzt angegeben]
- 
- Wenn Markierung bemerkt, Frage an Radfahrende:
    - Hat sich seit dem Aufbringen der Symbole im [Monat, Jahr] Ihr Fahrverhalten hier geändert? Ich fahre...
      - ...auf dem Gehweg
      - ...auf dem Gehweg in Gegenrichtung
      - Falls vorhanden: ...auf dem Radweg
      - ...auf der Fahrbahn...
        - ...rechts am Fahrbahnrand
        - ...mittig auf der Fahrbahn
        - ...links auf der Fahrbahn
          - Viel weniger
          - Etwas weniger
          - Gleich oft
          - Etwas mehr
          - Viel mehr
          - Weiß nicht [Kategorien für jede der aufgezählten Verkehrsflächen abgefragt]

- Wieso nutzen Sie diesen Bereich/diese Bereiche? [Wenn mindestens oft genutzt angegeben] \_\_\_\_\_
- Wenn Markierung bemerkt, Frage an alle:
  - Hat sich seit dem Aufbringen der Symbole im [Monat, Jahr] hier die Zahl der Radfahrenden geändert?
    - Viel weniger
    - Etwas weniger
    - Gleich oft
    - Etwas mehr
    - Viel mehr
    - Weiß nicht
  - Hat sich seit dem Aufbringen der Symbole im [Monat, Jahr] hier die Zahl der Radfahrenden geändert, ...
    - ... die auf dem Gehweg fahren.
    - ...die auf dem Gehweg in Gegenrichtung fahren.
    - Falls vorhanden: ...die auf dem Radweg fahren.
    - ...die auf der Fahrbahn fahren...
      - ...rechts am Fahrbahnrand
      - ...mittig auf der Fahrbahn
      - ...links auf der Fahrbahn
        - Viel weniger
        - Etwas weniger
        - Gleich oft
        - Etwas mehr
        - Viel mehr
        - Weiß nicht [Kategorien für jede der aufgezählten Verkehrsflächen abgefragt]
  - Hat sich geändert, wo die Radfahrenden auf der Fahrbahn fahren?
    - Viel weiter links
    - Etwas weiter links
    - Wie vorher
    - Etwas weiter rechts
    - Viel weiter rechts
    - Weiß nicht
  - Hat sich die Geschwindigkeit der Kfz seit dem Aufbringen der Symbole geändert?
    - Viel langsamer
    - Etwas langsamer
    - Gleich schnell
    - Etwas schneller
    - Viel schneller
    - Weiß nicht
  - Hat sich der Abstand, mit dem die Kfz auf der [...] -Straße Radfahrende überholen, geändert?
    - Viel kleiner
    - Etwas kleiner
    - Gleich groß
    - Etwas größer
    - Viel größer

- Weiß nicht
    - Fahren Sie auf dieser Strecke seltener oder häufiger mit dem Kfz/Rad/ Laufen Sie auf dieser Strecke seltener oder häufiger seit dem Aufbringen der Piktogramme?
      - Viel seltener
      - Etwas seltener
      - Gleich oft
      - Etwas häufiger
      - Viel häufiger
      - Weiß nicht
  - Hat sich Ihr Sicherheitsgefühl als zu Fuß Gehende\*r/Kfz-Fahrende\*r/Radfahrende\*r auf der [...] -Straße seit dem Aufbringen der Symbole geändert?
    - Viel unsicherer
    - Etwas unsicherer
    - Gleich sicher
    - Etwas sicherer
    - Viel sicherer
    - Weiß nicht
  - Wenn Änderung des Sicherheitsgefühls:
    - Woran machen Sie dies fest? \_\_\_\_\_
    - Hängt dies mit dem Symbol zusammen?
      - Ja
      - Nein
  - Hat sich seit dem Aufbringen der Symbole geändert, als wie angenehm Sie als zu Fuß Gehende\*r/Kfz-Fahrende\*r/ die Interaktionen mit Radfahrenden bzw. Sie als Radfahrende\*r die Interaktionen mit Kfz-Fahrenden auf der [...] -Straße empfinden?
    - Viel unangenehmer
    - Etwas unangenehmer
    - Gleich angenehm
    - Etwas angenehmer
    - Viel angenehmer
    - Weiß nicht
  - Wenn Änderung der Interaktions-Einschätzungen:
    - Woran machen Sie dies fest? \_\_\_\_\_
    - Hängt dies mit dem Symbol zusammen?
      - Ja
      - Nein
- c. Zusätzlich in der Pilotphase gestellte Fragen
- Finden Sie die Symbole sinnvoll
    - Ja
    - Nein
    - Weiß nicht
  - Warum finden Sie die Symbole sinnvoll/nicht sinnvoll? \_\_\_\_\_
  - Wie oft fahren die Radfahrenden, die auf der [...] -Straße fahren, ...
    - ...auf dem Gehweg?
    - ...auf dem Gehweg in Gegenrichtung?
    - ...auf dem Radweg?

- ...auf der Fahrbahn...
    - ...rechts am Fahrbahnrand?
    - ...mittig auf der Fahrbahn?
    - ...links auf der Fahrbahn?
      - Nie
      - Selten
      - Gelegentlich
      - Oft
      - Immer
      - Weiß nicht [Kategorien für jede der aufgezählten Verkehrsflächen abgefragt]
  - Auf der [...] -Straße dürfen Kfz mit [erlaubte Höchstgeschwindigkeit] fahren. Die meisten Kfz, die auf der [...] -Straße unterwegs sind, fahren...
    - Viel langsamer
    - Etwas langsamer
    - Erlaubte Höchstgeschwindigkeit [30 km/h oder 50 km/h]
    - Etwas schneller
    - Viel schneller
    - Weiß nicht
  - Der Abstand, mit dem Kfz Radfahrende auf der [...] -Straße überholen, ist...
    - Sehr gering
    - Gering
    - Angemessen
    - Groß
    - Sehr groß
  - Welche Maßnahmen würden Sie durchführen, um die Verkehrssicherheit und das Miteinander von Rad- und Kfz-Fahrenden sowie zu Fuß Gehenden zu verbessern? \_\_\_\_\_
- d. Zusätzlich in der postalischen und Online-Befragung gestellte Fragen
- Sind Sie schon einmal auf der [...] -Straße unterwegs gewesen?
    - Ja
    - Nein
  - Welches ist Ihr beruflicher Status?
    - Ich arbeite von einem anderen Ort als zu Hause
      - Wie lautet die Postleitzahl ihres Arbeitsplatzes? \_\_\_\_\_
    - Ich gehe an einem anderen Ort als meinem Heimatort zur Schule/absolviere meine Ausbildung (auch Studium etc.)
      - Wie lautet die Postleitzahl Ihres Arbeitsplatzes? \_\_\_\_\_
    - Ich arbeite von zu Hause aus.
    - Andere, und zwar: \_\_\_\_\_
  - Leben in Ihrem Haushalt Kinder, die jünger als 14 Jahre alt sind?
    - Ja, in meinem Haushalt leben \_\_\_\_ (Anzahl) Kinder, die jünger als 14 Jahre alt sind.
    - Nein

## Anhang 4: Gesprächsleitfaden Qualitative Städte-Interviews

Kommune: \_\_\_\_\_ Interviewpartner: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_

### Umsetzung

- 1) Auf welcher **Grundlage** wurden
  - a. die **Abstände der Piktogramme**
  - b. der **Abstand zwischen Bord und Piktogramm**
  - c. die **Größe des Piktogramms** festgelegt?
- 2) Was für **Material** wurde bei der **Markierung** verwendet und **mit welcher Höhe/Erhabenheit** wurde markiert?
- 3) Sehen Sie noch **Verbesserungsbedarf** an der **Ausführung** der Piktogramme? Nein   
Wenn ja:
  - a. Welchen Verbesserungsbedarf sehen Sie noch?
  - b. Wie würden Sie diesen umsetzen?

### Umsetzungsvorgaben

- 4) Gab es von Seiten anderer Ämter/Behörden Umsetzungsvorgaben, die zwingend für eine Umsetzung **einzuhalten** waren? (z.B. hinsichtlich Streckenauswahl, Straßenraum, Straßenbreite, Art und Umfang des Piktogramms, ...)
- 5) Gab es **Vorgaben** hinsichtlich einer Begleitung/**Evaluation** der Umsetzung? Nein
- 6) Konnte die **Umsetzung** nur im Rahmen eines **Verkehrsversuchs** erfolgen? Nein

### Probleme

- 7) Hatten Sie grundsätzlich **Probleme** bzw. sind Sie **behördenintern/bei anderen Behörden** auf Probleme/Fragen gestoßen, als Sie **Fahrradpiktogramme** auf der Fahrbahn **umsetzen** wollten?  
Nein   
Wenn ja,
  - a. **Welche Argumente** wurden genannt/**welche Probleme** wurden gesehen?
  - b. **Von wem** wurden Probleme gesehen? (Straßenverkehrsbehörde, Polizei, Planungsamt, ...)
- 8) Gab es Probleme bzw. **Gegenwind** von Seiten der **Bevölkerung**? Nein   
Wenn ja,
  - a. **Welche Argumente/Probleme** wurden benannt?
  - b. **Von wem?** (Normale Bürger\*innen, Interessenverbände wie z.B. ADFC, ...)
- 9) *Wird ein konkretes Problem benannt/Befürchtung geäußert? (weiter nachfragen zur Konkretisierung)*

### Weitergabe Erfahrungen

- 10) Können Sie aus Ihrer Erfahrung heraus Hinweise/**Empfehlungen für einen erfolgreichen Umsetzungsprozess** geben?

### Weitere Planungen

- 11) Ist die **Markierung weiterer Strecken geplant**, bzw. wurden in der Zwischenzeit weitere Strecken markiert?

## Fragen zur Öffentlichkeitsarbeit

12) Haben Sie die Umsetzung der Piktogramme durch **öffentlichkeitswirksame Maßnahmen** begleitet?

- a. Wenn **nein** : **Warum nicht?** → weiter bei Frage 13

Wenn ja:

- b. **Warum?** Gab es einen bestimmten **Anlass**?  
 c. **Welche Maßnahmen** haben Sie **umgesetzt**?

davor	danach

- d. **Wie** sind die von Ihnen genutzten Materialien / Maßnahmen **angekommen**?  
 e. **Wie** wurden die Maßnahmen **verstanden**?  
 f. **Welche** von den genutzten Maßnahme(n) erachten Sie als **besonders sinnvoll/nicht sinnvoll**? Gründe?

13) Gab es **Probleme bei der öffentlichkeitswirksamen Begleitung** der Umsetzung der Piktogramme? Nein

Wenn ja:

- a. Welche Probleme gab es?  
 b. Wie sind Sie diesen begegnet?  
 c. *Würden Sie dies in Zukunft anders machen?*  
 d. Gab es eine **Zielgruppe**, die **nicht** wie geplant **erreicht** wurde?

14) Wurde **von anderer Seite** (als von Ihnen) über die Piktogramme **berichtet**? Nein ...

Wenn ja:

→ weiter bei Frage 13

- a. Von wem & über welches Medium?  
 b. War diese **Berichterstattung positiv oder negativ**? Welche **Argumente für/gegen** die Piktogramme wurden genannt?  
 c. Haben die entsprechenden Stellen (z.B. Artikel, Leserbriefe) mit Ihnen **Rücksprache gehalten/sich** bei Ihnen informiert?

15) Wie wurden die Piktogramme insgesamt **von der Bevölkerung aufgenommen**?

16) Haben Sie **weitere flankierende Maßnahmen** durchgeführt? (z.B. Geschwindigkeitskontrollen)

### Weitergabe Erfahrungen/Empfehlungen

- 17) Welche **Empfehlungen** würden Sie **anderen Kommunen** hinsichtlich der **Ö-Arbeit** im Zusammenhang mit der Umsetzung von Piktogrammen geben?

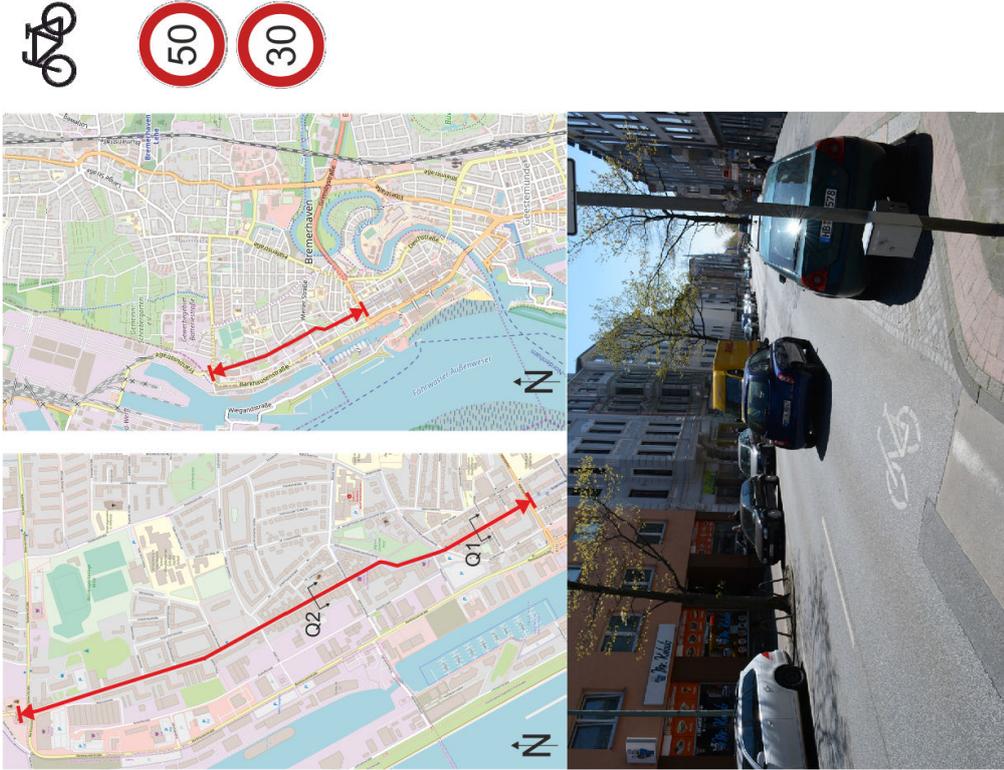
### Leitfaden

- 1) Welche **Inhalte** würden Sie sich in einem **Leitfaden** wünschen? Was hätte Sie unterstützt?

Stadt: Bremerhaven  
 Straße: Bürgermeister-Smidt-Straße

Modal Split Rad	18%	
Art	Sinnbild	
Ausführung Sinnbild	nur Sinnbild	
Abstand Pikt--Bord/Größe Pikt.	Abstand Parken: 0,50m	1,00m x 1,10m (BxH)
Abstand Piktogramme		
Radverkehrsführung	Mischverkehr, keine Gehwegnutzung	
Fahrbahnbreite (nutzbare Breite, ohne Parken)	7,70 m	
Seitenraum	2,15-3,65 m	
Parken	beidseitig Längsparken	
Straßentyp	Quartiersstraße (Q1), Örtliche Geschäftsstraße (Q2)	
Besonderheiten Querschnitt	-	
Abschnittslänge	350 m	
zul. Geschwindigkeit	30 (wg. Brückenschäden), vorher 50 nachher	
Geschwindigkeit ( $v_d/v_{65}$ ) <sup>1</sup>	36 km/h	46 km/h
	33 km/h	41 km/h
Verkehrsstärke Kfz (DTV <sub>WS</sub> /SV/q <sub>max</sub> ) <sup>1</sup>	7.000	800 (12%)
	6.000	1.000 (17,7%)
Verkehrsstärke Rad (DTV <sub>WS</sub> /q <sub>max</sub> ) <sup>1</sup>	800	70
Verkehrsstärke Fuß (TV <sub>6</sub> . 19h/q <sub>max</sub> ) <sup>1</sup>	2.500	250
Nutzung Gehweg/Radweg/Fahrbahn in % <sup>1</sup>	9/-/91	
Umsetzung in Erläuterung	November 2015	
<sup>1</sup> : Querschnitt 1: 1. Zeile, Querschnitt 2: 2. Zeile		

Bremerhaven, Bürgermeister-Smidt-Straße



## Stadt: Darmstadt

### Straße: Dieburger Straße

Modal Split Rad	17%	
Art	Sinnbild	
Ausführung Sinnbild	nur Sinnbild	
Abstand Pikt--Bord/Größe Pikt.	Abstand Bord: 0,50m	1,00m x 1,20m (BxH)
Abstand Piktogramme		
Radverkehrsführung	Gehweg Rad frei	
Fahrbahnbreite (nutzbare Breite, ohne Parken)	5,90 – 6,10 m	
Seitenraum	1,90-3,20 m	
Parken	einseitig Längsparken	
Straßentyp	Örtliche Geschäftsstraße	
Besonderheiten Querschnitt	-	
Abschnittslänge	1.100m	
zul. Geschwindigkeit	50	
Geschwindigkeit ( $v_{d}/v_{85}$ ) <sup>1</sup>	nachher	
	31 km/h	39 km/h
	34 km/h	43 km/h
Verkehrsstärke Kfz ( $DTV_{WS}/SV/Q_{max}$ ) <sup>1</sup>	8.000	300 (3,9%)
	8.000	650 (8,5%)
Verkehrsstärke Rad ( $DTV_{WS}/Q_{max}$ ) <sup>1</sup>	700	80
Verkehrsstärke Fuß ( $TV_6$ $19h/Q_{max}$ ) <sup>1</sup>	900	110
Nutzung Gehweg/Radweg/Fahrbahn in % <sup>1</sup>	2/81/17	
Umsetzung in Erläuterung	Juni 2014	
<sup>1</sup> : Querschnitt 1: 1. Zeile, Querschnitt 2: 2. Zeile		



Darmstadt  
Dieburger Straße



Stadt: Frankfurt am Main  
 Straße: Starkenburger Straße

Modal Split Rad	15%	
Art	Sinnbild	
Ausführung Sinnbild	nur Sinnbild	
Abstand Pikt--Bord/Größe Pikt.	Abstand Bord: 0,60m	1,20m x 1,10m (BxH)
Abstand Piktogramme		
Radverkehrsführung	Mischverkehr, keine Gehwegnutzung	
Fahrbahnbreite (nutzbare Breite, ohne Parken)	7,80 m	
Seitenraum	1,40-1,70 m	
Parken	beidseitig Längsparken	
Straßentyp	Örtliche Einfahrtsstraße	
Besonderheiten Querschnitt	- Bisheriger Radweg zum Parken freigegeben Schutzstreifen einseitig	
Abschnittslänge	700 m	
zul. Geschwindigkeit	30	
Geschwindigkeit ( $v_d/v_{gs}$ ) <sup>1</sup>	nacher	
	29 km/h	35 km/h
	30 km/h	37 km/h
Verkehrsstärke Kfz ( $DTV_{w5}/SV/q_{max}$ ) <sup>1</sup>	200 (3,7%)	550
Verkehrsstärke Rad ( $DTV_{w5}/q_{max}$ ) <sup>1</sup>	300 (4,7%)	550
Verkehrsstärke Fuß ( $TV_6$ - $19h/q_{max}$ ) <sup>1</sup>	1.050	110
Nutzung Gehweg/Radweg/Fahrbahn in % <sup>1</sup>	17/-/83	
Umsetzung in	November 2015	
Erläuterung	Vorhandener, sehr schmaler Radweg wurde vorher oft illegal beparkt, jetzt wurde das Parken offiziell freigegeben und der Radweg somit aufgegeben.	

<sup>1</sup>: Querschnitt 1: 1. Zeile, Querschnitt 2: 2. Zeile



Stadt: Langenfeld  
 Straße: Am Weißenstein

Modal Split Rad	
Art	Sinnbild
Ausführung Sinnbild	nur Sinnbild , mit Strichmarkierung
Abstand Pikt--Bord/Größe Pikt.	Abstand Bord: 0,20m    0,85m x 1,00m (BxH)
Abstand Piktogramme	
Radverkehrsführung	Mischverkehr, keine Gehwegnutzung
Fahrbahnbreite (nutzbare Breite, ohne Parken)	5,90 m
Seitenraum	2,60 m (einseitig)
Parken	beidseitig Längsparken / im Beobachtungquerschnitt kein Parken
Straßentyp	Örtliche Einfahrtsstraße
Besonderheiten Querschnitt	-Mischung aus Erschließungsstraße und Durchgangsstraße mit Außerortscharakter
Abschnittslänge	800 m
zul. Geschwindigkeit	T30-Zone
	nachher
Geschwindigkeit ( $v_A/v_{85}$ ) <sup>1</sup>	35 km/h    44 km/h
Verkehrsstärke Kfz (DTV <sub>w5</sub> /SV/q <sub>max</sub> ) <sup>1</sup>	200 (5,2%)    500
Verkehrsstärke Rad (DTV <sub>w5</sub> /q <sub>max</sub> ) <sup>1</sup>	140
Verkehrsstärke Fuß (TV <sub>6-19h</sub> /q <sub>max</sub> ) <sup>1</sup>	10
Nutzung Gehweg/Radweg/Fahrbahn in % <sup>1</sup>	34/-/66
Umsetzung in	April 2016
Erläuterung	
<sup>1</sup> : Querschnitt 1: 1. Zeile, Querschnitt 2: 2. Zeile	

Langenfeld  
 Am Weißenstein



Zone

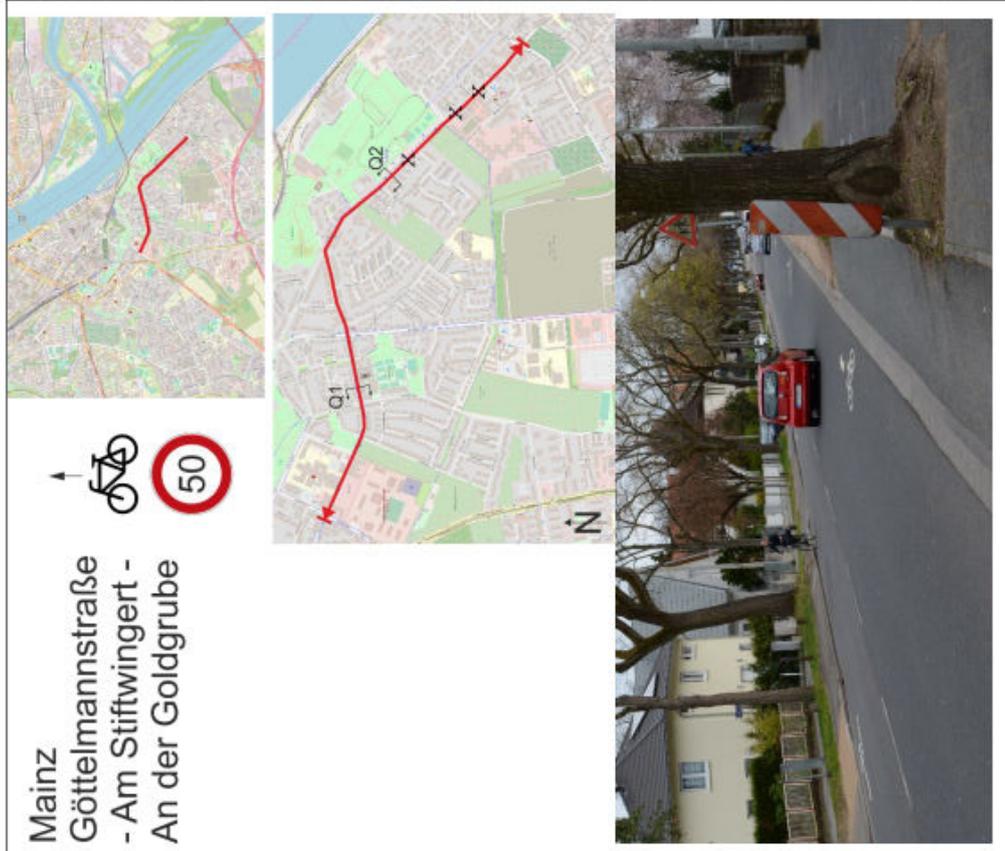


Stadt: Mainz

Straße: Göttermannstraße – Am Stiftswingert – An der Goldgrube

Modal Split Rad	20%	
Art	Sinnbild	
Ausführung Sinnbild	Sinnbild mit Pfeil	
Abstand Pikt--Bord/Größe Pikt.	0,50m	1,10x(1,0+1,70)m [BxH (Pikt+Pfeil)]
Abstand Piktogramme	durchschnittlich alle 30 m + Ein-/Ausfahrten	
Radverkehrsführung	nicht benutzungspflichtiger Radweg	
Fahrbahnbreite (nutzbare Breite, ohne Parken)	8,10 m / 6,70 m	
Seitenraum	3,15-6,40 m	
Parken	beidseitig Längsparken	
Straßentyp	Örtliche Einfahrtsstraße	
Besonderheiten Querschnitt	-	
Abschnittslänge	2.400 m	
zul. Geschwindigkeit	50	
Geschwindigkeit ( $v_d/v_{BS}$ ) <sup>1</sup>	nacher 35 km/h      44 km/h 39 km/h      47 km/h	
Verkehrsstärke Kfz ( $DTV_{WS}/SV/q_{max}$ ) <sup>1</sup>	12.000	700 (5,7%)
Verkehrsstärke Rad ( $DTV_{WS}/q_{max}$ ) <sup>1</sup>	9.000	400 (4,9%)
Verkehrsstärke Fuß ( $TV_{6-19y}/q_{max}$ ) <sup>1</sup>	650	70
Nutzung Gehweg/Radweg/Fahrbahn in % <sup>1</sup>	500	70
	24/36/40	
Umsetzung in Erläuterung	Juni 2016	

<sup>1</sup>: Querschnitt 1: 1. Zeile, Querschnitt 2: 2. Zeile



Stadt: Osnabrück  
 Straße: Lotter Straße

Modal Split Rad	20%
Art	Sinnbild
Ausführung Sinnbild	nur Sinnbild
Abstand Pikt--Bord/Größe Pikt.	Abstand Bord: 0,50m
Abstand Piktogramme	1,00m x 1,50m (BxH)
Radverkehrsführung	Mischverkehr, keine Gehwegnutzung
Fahrbahnbreite (nutzbare Breite, ohne Parken)	6,60 m
Seitenraum	2,40-2,70 m
Parken	einseitig Längsparken
Straßentyp	Örtliche Geschäftsstraße
Besonderheiten Querschnitt	-
Abschnittslänge	600 m
zul. Geschwindigkeit	50
Geschwindigkeit ( $v_d/v_{85}$ ) <sup>1</sup>	nachher 35 km/h 45 km/h 31 km/h 41 km/h
Verkehrsstärke Kfz ( $DTV_{85}/SV/q_{max}$ ) <sup>1</sup>	1.100 (6,9%) 1.200
Verkehrsstärke Rad ( $DTV_{85}/q_{max}$ ) <sup>1</sup>	1.100 (7,7%) 1.000
Verkehrsstärke Fuß ( $TV_e$ <sup>19h/q<sub>max</sub></sup> ) <sup>1</sup>	140 130
Nutzung Gehweg/Radweg/Fahrbahn in % <sup>1</sup>	15/-/85
Umsetzung in Erläuterung	Sept 16 Unfallauffälligkeiten mit Radfahrern auf linkem Gehweg und auf der Fahrbahn mit Kfz beim Öffnen der Autotüren. Besonders auffällig: südliche Straßenseite mit in Gegenrichtung auf dem Gehweg fahrenden Radfahrern. Kfz aus Arndtstraße, rechnet nicht mit falsch fahrenden Radfahrern

<sup>1</sup>: Querschnitt 1: 1. Zeile, Querschnitt 2: 2. Zeile

Osnabrück  
 Lotter Straße

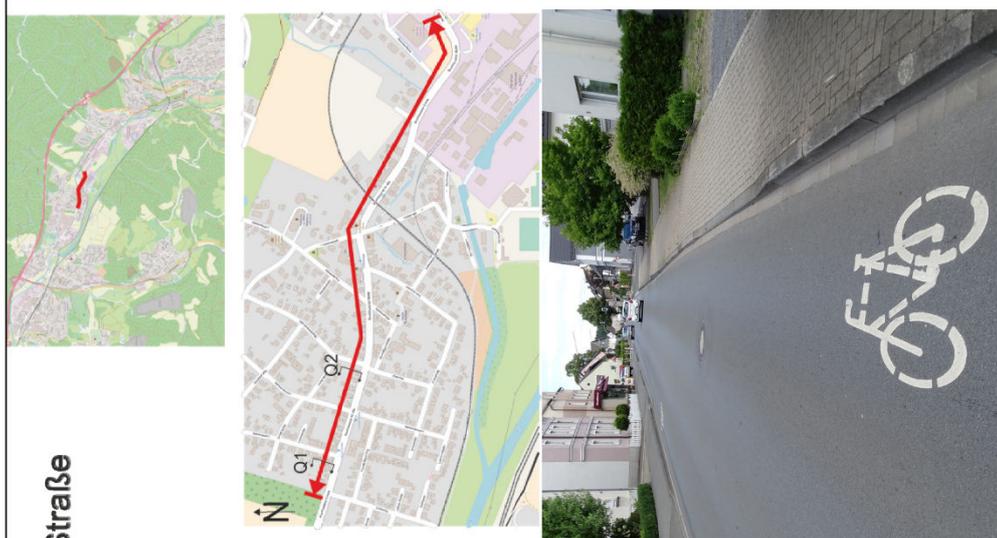
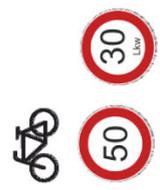


Stadt: Arnsberg - Bruchhausen

Straße: Bruchhausener Straße, Abschnitt: Ortseingang - Ortsausgang

Modal Split Rad	5%					
Art	Sinnbild					
Ausführung Sinnbild	nur Sinnbild					
Abstand Pikt--Bord-/Größe Pikt.	0,49 m	1,00 x 1,25 (BxH)				
Abstand Piktogramme ( $\phi$ /Min/Max)	48,7 m	22,85 m	78,7 m			
Radverkehrsführung	Mischverkehr, keine Gehwegnutzung, teilw. Schutzstreifen (Q1)					
Fahrbahnbreite (nutzbare Breite, ohne Parken)	6,75-8,55 m					
Seitenraum	2,05-2,43 m					
Parken	beidseitig Längsparken					
Straßentyp	Dörfliche Hauptstraße					
pro 100m Einmündung/Einfahrt	0,7	3,8				
Besonderheiten Querschnitt	-					
Abschnittslänge	1.200 m					
zul. Geschwindigkeit	50 (Lkw: 30)					
Geschwindigkeit ( $v_d/v_{85}$ ) <sup>1</sup>	vorher		nachher			
	45 km/h	52 km/h	42	49		
Verkehrsstärke Kfz (DTV <sub>w5</sub> /SV/q <sub>max</sub> ) <sup>1</sup>	11.000	6,9%	950	11.000	4,3%	950
		800		500		
Verkehrsstärke Rad (DTV <sub>w5</sub> /q <sub>max</sub> ) <sup>1</sup>	150	20	200	200	20	20
	150	20	200	200	20	20
Verkehrsstärke Fuß (TV <sub>6-19t</sub> /q <sub>max</sub> ) <sup>1</sup>	150	20	100	100	10	10
	150	20	250	250	110	110
Nutzung Gehweg/Radweg/Fahrbahn <sup>1</sup>	64/-/36		45/-/55			
	51/-/49		38/-/62			
Umsetzung in	Sept 2018					
Erläuterung	Die Bruchhausener Straße stellt eine wichtige Linie des Alltagsverkehrs im Radverkehr dar.					

Arnsberg  
Bruchhausener Straße



<sup>1</sup>: Querschnitt 1: 1. Zeile, Querschnitt 2: 2. Zeile

## Stadt: Arnsberg - Hüsten

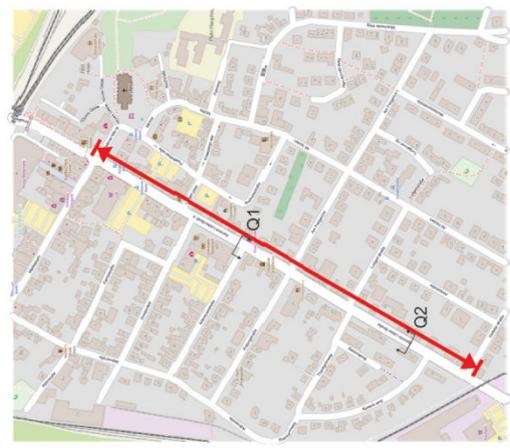
### Straße: Heinrich-Lübke-Straße, Abschnitt: Marktstraße - Kettelerstraße

Modal Split Rad	5%			
Art	Sinnbild			
Ausführung Sinnbild	nur Sinnbild			
Abstand Pikt--Bord/Größe Pikt.	0,5 m	1,0 x 1,25 (BxH)		
Abstand Piktogramme ( $\emptyset$ /Min/Max)	49,8 m	36,55 m   84,2 m		
Radverkehrsführung	Mischverkehr, keine Gehwegnutzung			
Fahrbahnbreite (nutzbare Breite, ohne Parken)	6,5-6,75 m			
Seitenraum	2,1-3,0 m			
Parken	beidseitig Längsparken			
Straßentyp	Q1: Örtliche Geschäftsstraße Q2: Örtliche Einfahrtsstraße			
pro 100m Einmündung/Einfahrt	0,9	4,9		
Besonderheiten Querschnitt	-			
Abschnittslänge	600 m			
zul. Geschwindigkeit	Q1: 30 / Q2: 50 (50 km/h ab Haltestelle Ludgeristraße Ri Süden)			
Geschwindigkeit ( $v_d/v_{85}$ ) <sup>1</sup>	vorher		nachher	
	32 km/h	39 km/h	28	35
Verkehrsstärke Kfz ( $DTV_{ws}/SV/q_{max}$ ) <sup>2</sup>	29 km/h	35 km/h	28	33
			10.000	2,1% 200
Verkehrsstärke Rad ( $DTV_{ws}/q_{max}$ ) <sub>1</sub>	300	50	300	30
	150	20	200	30
Verkehrsstärke Fuß ( $TV_{6-19h}/q_{max}$ ) <sub>1</sub>	800/13h	90	700	80
	200/13h	30	200	30
Nutzung Gehweg/Radweg/Fahrbahn <sup>1</sup>	61/-/39		48/-/52	
	49/-/51		49/-/51	
Umsetzung in Erläuterung	Sept 2018			

Arnsberg  
Heinrich-Lübke-Straße



KV bis Ludgeristr.



<sup>1</sup>: Querschnitt 1: 1. Zeile, Querschnitt 2: 2. Zeile

<sup>2</sup>: Werte nachher aus Hochrechnung Kurzeitanzählung

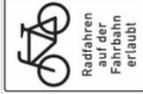
## Stadt: Bielefeld

### Straße: Horstheider Weg, Abschnitt: Torfstichweg – Westerfeldstraße

Modal Split Rad	15 %										
Art	Schild – temporär, Wiederholung: Beginn und Mitte										
Ausführung Sinnbild	-										
Platzierung Schild	Beginn & Mitte der Strecke in beide Richtungen										
Radverkehrsführung	nicht benutzungspflichtiger Radweg										
Fahrbahnbreite (nutzbare Breite, ohne Parken)	5,4-5,85										
Seitenraum	2,75+4,4										
Parken	einseitig Längsparken										
Straßentyp	Örtliche Einfahrtsstraße										
pro 100m Einmündung/Einfahrt	0,8									6,2	
Besonderheiten Querschnitt	Wählen Sie ein Element aus.										
Abschnittslänge	1.100 m										
zul. Geschwindigkeit	50										
Geschwindigkeit ( $v_d/v_{85}$ )	vorher					nachher					
	48 km/h	56 km/h	41 km/h	50 km/h	47 km/h	53 km/h	46 km/h	1150 km/h	10.000 km/h	900 km/h	
Verkehrsstärke Kfz ( $DTV_{w5}/SV/q_{max}$ )	10.000	6%	1.000	2%	250	12.000	2%	9.000	1.8%	200	
	600	60	550	60	600	600	70	600	60	60	
Verkehrsstärke Rad ( $DTV_{w5}/q_{max}$ )	150	20	150	40	200	20	40	200	20	20	
	250	30	200	20	200	200	20	200	20	20	
Nutzung Gehweg/Radweg/Fahrbahn	12/86/2	16/80/4		10/86/4		12/86/2		19/78/3		10/87/3	
	12/86/2	19/78/3		10/87/3		10/86/4		10/87/3		10/87/3	
Umsetzung in Erläuterung	Aug 2018 /Dauer: 12 Wochen (zusätzlich verlängert) Die Radwegbenutzungspflicht wurde noch nicht aufgehoben. Dies erfolgt zeitgleich mit dem Aufstellen der Hinweisstafeln.										

<sup>1</sup>: Querschnitt 1: 1. Zeile, Querschnitt 2: 2. Zeile

#### Bielefeld Horstheider Weg



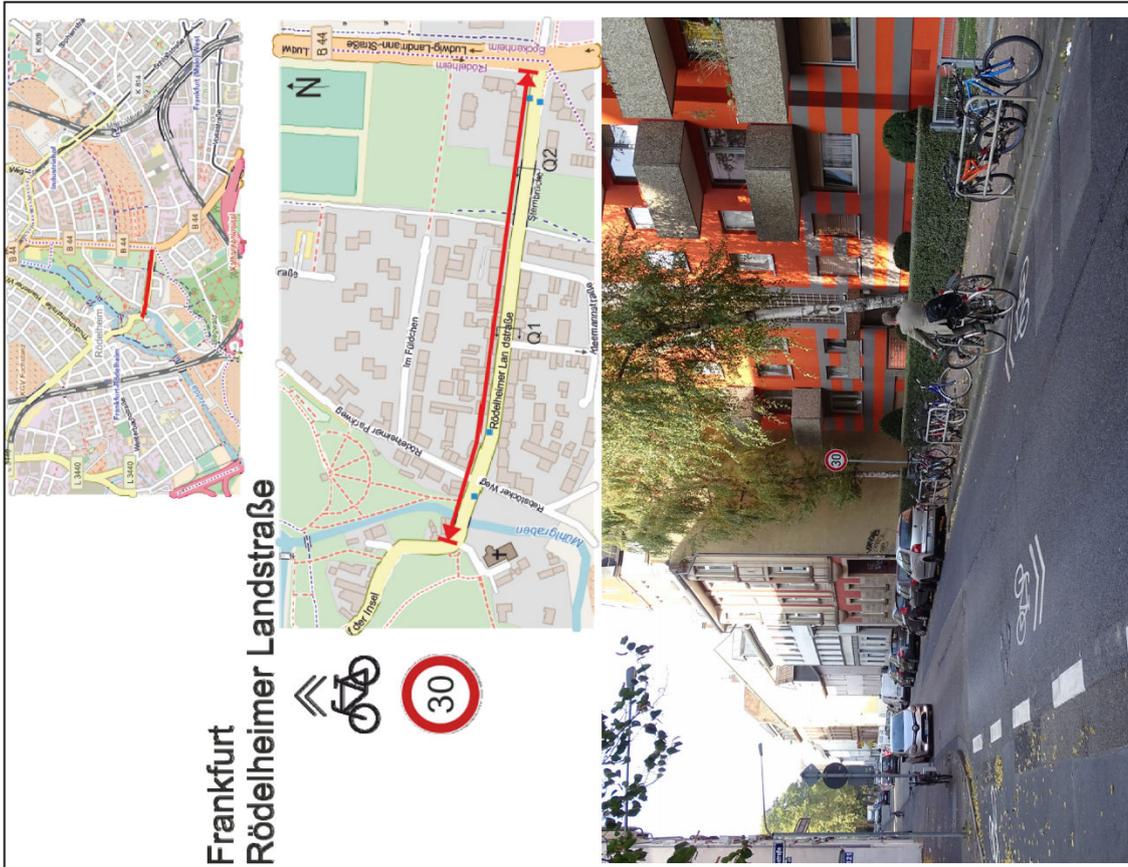
## Stadt: Frankfurt am Main

### Straße: Rödelheimer Landstraße, Abschnitt: Ludwig-Landmann-Straße bis Auf der Insel

Modal Split Rad	15%			
Art	Sinnbild, Fahrtrichtung parallel markiert			
Ausführung Sinnbild	Sinnbild mit Chevron (s)			
Abstand Pikt--Bord/Größe Pikt.	0,48 m	1,0x(1,3+1,19) [BxH (Pikt+Pfeil)]		
Abstand Piktogramme (ø/Min/Max)	40,6 m	21,75 m	45,65 m	
Radverkehrsführung	nicht benutzungspflichtiger Radweg / Mischverkehr, ohne Gehwegnutzung			
Fahrbahnbreite (nutzbare Breite, ohne Parken)	5,85-6,05 m			
Seitenraum	1,8-2,45 m			
Parken	einseitig Längsparken, auf Fahrbahn			
Straßentyp	Örtliche Einfahrtsstraße			
pro 100m Einmündung/Einfahrt	0,7	1,5		
Besonderheiten Querschnitt	-			
Abschnittslänge	450 m			
zul. Geschwindigkeit	30			
Geschwindigkeit ( $v_d/v_{85}$ ) <sup>1</sup>	vorher		nachher	
	33 km/h	41 km/h	29 km/h	37 km/h
Verkehrsstärke Kfz ( $DTV_{ws}/SV/q_{max}$ ) <sup>2</sup>	8.000	700	9.000	5,8% 550
	1.800	240	1.950	220
Verkehrsstärke Rad ( $DTV_{ws}/q_{max}$ ) <sup>1</sup>	1.900	210	2.100	240
	1.050	130	1.000	130
Verkehrsstärke Fuß ( $TV_{6-19h}/q_{max}$ ) <sup>1</sup>	750	90	800	90
	12/-/88		7/-/93	
Nutzung Gehweg/Radweg/Fahrbahn <sup>1</sup>	7/51/42 (3+4/42+8/10+32)		6/43/50	
Umsetzung in	Juni 2018			
Erläuterung	Strecke ist Teil der städtischen Hauptroute 3			

<sup>1</sup>: Querschnitt 1: 1. Zeile, Querschnitt 2: 2. Zeile

<sup>2</sup>: Werte SV nachher aus Hochrechnung Kurzzeitanzahl

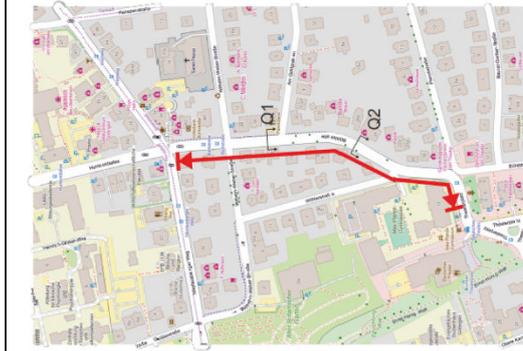


## Stadt: Göttingen

### Straße: Bühlstraße, Abschnitt: Planckstraße-Nikolausberger Weg

Modal Split Rad	28%			
Art	Sinnbild, Wiederholung alle 20m			
Ausführung Sinnbild	nur Sinnbild			
Abstand Pikt--Bord/Größe Pikt.	0,85	0,9 x 1,15 (BxH)		
Abstand Piktogramme ( $\emptyset$ /Minu/Max)	35,2 m	26,35 m		43,3 m
Radverkehrsführung	nicht benutzungspflichtiger Radweg, einseitig, beide Richtungen			
Fahrbahnbreite (nutzbare Breite, ohne Parken)	6,2-6,3 m			
Seitenraum	1,3-4,5 m+ Grünstreifen			
Parken	einseitig Längsparken			
Besonderheiten Querschnitt	-einseitiger Zweirichtungsrادweg, teilw. nur 1,6m			
Straßentyp	Örtliche Einfahrtsstraße			
pro 100m Einmündung/Einfahrt	1,1	1,1		
Abschnittslänge	350 m			
zul. Geschwindigkeit	teils 50/ teils 30, 50 km/h von Norden kommend bis ca. Am Goldgraben			
Geschwindigkeit ( $v_a/v_{85}$ ) <sup>1</sup>	vorher		nachher	
	30 km/h	41 km/h	24	33
Verkehrsstärke Kfz ( $DTV_{ws}/SV/q_{max}$ ) <sup>1</sup>	7.000	5%	550	8.000
		350		1,5% 100
Verkehrsstärke Rad ( $DTV_{ws}/q_{max}$ ) <sup>1</sup>	4.450	510		470
	4.200	500		460
Verkehrsstärke Fuß ( $TV_{19h}/q_{max}$ ) <sup>1</sup>	1.500	160		120
	1.200	130		130
Nutzung	2/94/4			
Gehweg/Radweg/Fahrbahn <sup>1</sup>	22/73/5			
Umsetzung in	22. März 2019			
Erläuterung	An Einmündungen kommt es auf den Radfahrerfurten regelmäßig zu gefährlichen Situationen zw. Kfz und den Radfahrern, welche die untergeordnete Straße queren			

<sup>1</sup>: Querschnitt 1: 1. Zeile, Querschnitt 2: 2. Zeile



#### Göttingen Bühlstraße



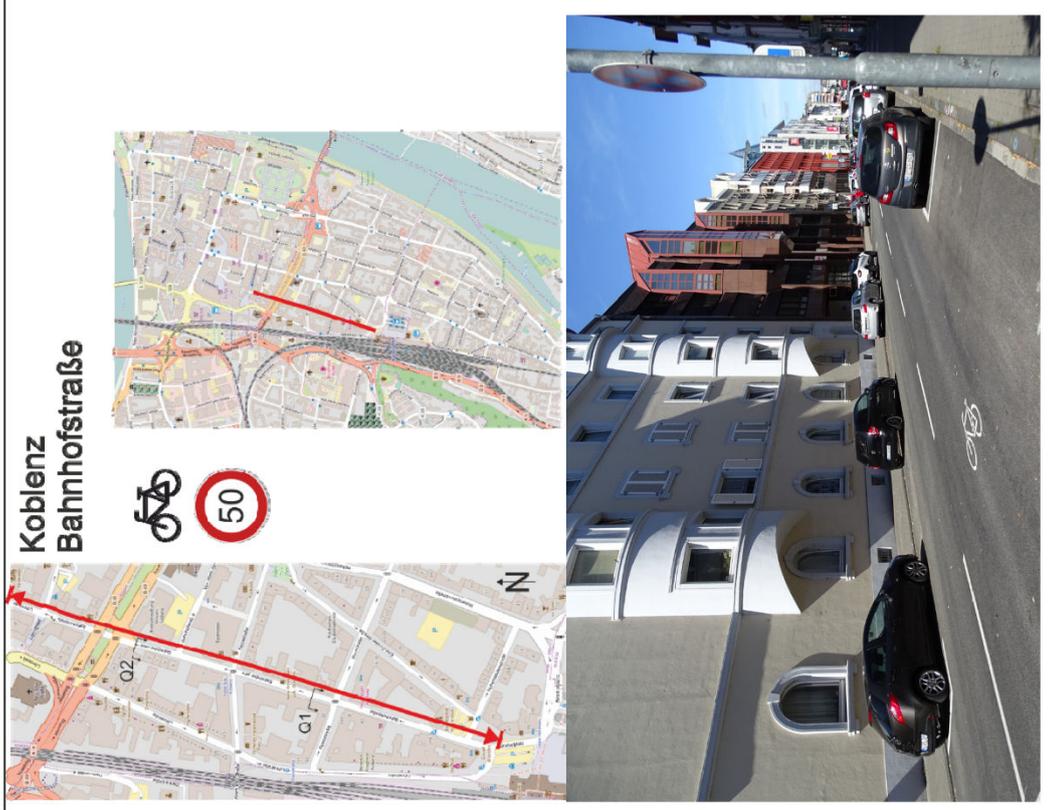
Nikolausberger Weg bis Am Goldgraben



Stadt: Koblenz

Straße: Bahnhofstraße, Abschnitt: Bahnhofplatz - Schloßstraße

Modal Split Rad	8%			
Art	Sinnbild, Wiederholung alle 15-20m			
Ausführung Sinnbild	nur Sinnbild			
Abstand Pikt.-Bord/Größe Pikt.	1,10 m	0,8 x 1,1 (BxH)		
Abstand Piktogramme ( $\varnothing$ /Min/Max)	24,4 m	19,95 m		44,4 m
Radverkehrsführung	Mischverkehr, keine Gehwegnutzung			
Fahrbahnbreite (nutzbare Breite, ohne Parken)	6,75-8,08 m			
Seitenraum	2,15-2,95 m			
Parken	beidseitig Längsparken			
Straßentyp	Quartiersstraße			
pro 100m Einmündung/Einfahrt	1,1		2,8	
Besonderheiten Querschnitt	Einbahnstraße, 2 Fahrstreifen			
Abschnittslänge	650 m			
zul. Geschwindigkeit	50			
Geschwindigkeit ( $v_d/v_{85}$ ) <sup>1</sup>	vorher		nachher	
	32 km/h	40 km/h	32	40
Verkehrsstärke Kfz ( $DTV_{W5}/SV/q_{max}$ ) <sup>1</sup>	5.000	8%	450	6.000
		400		8,5% 500
Verkehrsstärke Rad ( $DTV_{W5}/q_{max}$ ) <sup>1</sup>	350	50		400
	300	40		350
Verkehrsstärke Fuß ( $TV_{6-19h}/q_{max}$ ) <sup>1</sup>	2.300	260		2.650
	2.200	250		2.650
Nutzung Gehweg/Radweg/Fahrbahn <sup>1</sup>	43/-/57		34/-/66	
	48/-/52		41/-/59	
Umsetzung in Erläuterung	18. Feb 2019, Bauarbeiten Mitte/Ende April wichtige Achse im Radverkehrsnetz gewünschte Verlagerung Radverkehr von Lohrstr. Die Beseitigung der Konflikte wurde zur Nr. 2 der vordringlichsten Radverkehrsmaßnahmen gewählt!			



<sup>1</sup>: Querschnitt 1: 1. Zeile, Querschnitt 2: 2. Zeile

Stadt: Koblenz

Straße: Hohenzollernstraße, Abschnitt: Anschützstraße - Schenkendorfstraße

Modal Split Rad	8%					
Art	Sinnbild, Wiederholung alle 15-20m					
Ausführung Sinnbild	nur Sinnbild					
Abstand Pikt--Bord/Größe Pikt.	1,38 m	0,9 x 0,8 (BxH)				
Abstand Piktogramme ( $\varnothing$ /Min/Max)	23,1 m	15,25 m				
Radverkehrsführung	Gehweg Rad frei					
Fahrbahnbreite (nutzbare Breite, ohne Parken)	7,55-7,7 m					
Seitenraum	3,55-4,0 m					
Parken	beidseitig Längsparken					
Straßentyp	Örtliche Geschäftsstraße					
pro 100m Einmündung/Einfahrt	1,1	6,3				
Besonderheiten Querschnitt	-					
Abschnittslänge	320 m					
zul. Geschwindigkeit	50					
Geschwindigkeit ( $v_d/v_{GS}$ ) <sup>1</sup>	vorher		nachher			
	26 km/h	33 km/h	27			
Verkehrsstärke Kfz ( $DTV_{w5}/SV/q_{max}$ ) <sup>1</sup>	7.000	3%	600	8.000	4,3%	650
		200		350		
Verkehrsstärke Rad ( $DTV_{w5}/q_{max}$ ) <sup>1</sup>	750	90	950	90		
	950	100	1.300	110		
Verkehrsstärke Fuß (TV <sub>6</sub> - <sub>19h</sub> /q <sub>max</sub> ) <sup>1</sup>	1.250	160	1.200	140		
	2.650	300	2.650	280		
Nutzung Gehweg/Radweg/Fahrbahn <sup>1</sup>	25/-/75		26/-/74			
	28/-/72		29/-/71			
Umsetzung in	18. Feb 2019					
Erläuterung	gründerzeitlichen Stadtteilzentrum, Straße mit LSA. wichtige Achse im Radverkehrsnetz Einfallsschneise in die Stadt aus Richtung Süden & kürzeste Anbindung für Radverkehr aus Quartier zum Hbf und Zentrum bzw. Verwaltungszentrum und Uni					



Koblenz  
Hohenzollernstraße



<sup>1</sup>: Querschnitt 1: 1. Zeile, Querschnitt 2: 2. Zeile

Stadt: Koblenz

Straße: Löhrrstraße („Obere Löhrr“), Abschnitt: Friedrich-Ebert-Ring - Bahnhofplatz



Modal Split Rad	8%		
Art	Sinnbild		
Ausführung Sinnbild	nur Sinnbild		
Abstand Pikt.-Bord-/Größe Pikt.	0,75 m	0,8 x 1,1 (BxH)	
Abstand Piktogramme (Ø/Min/Max)	24,1 m	21,2 m	
Radverkehrsführung	nicht benutzungspflichtiger Radweg / Mischverkehr, keine Gehwegnutzung		
Fahrbahnbreite (nutzbare Breite, ohne Parken)	5,0-5,55		
Seitenraum	2,73-4,45		
Parken	beidseitig Längsparken		
Straßentyp	Örtliche Geschäftsstraße		
pro 100m Einmündung/Einfahrt	0,5	1,1	
Besonderheiten Querschnitt	- beschleunigte Busse zum Hbf, Engstelle Ende Löhrr		
Abschnittslänge	550 m		
zul. Geschwindigkeit	50		
Geschwindigkeit ( $v_d/v_{ss}$ ) <sup>1</sup>	vorher	nachher	
	29 km/h	38 km/h	
Verkehrsstärke Kfz (DTV <sub>ws</sub> /SV/q <sub>max</sub> ) <sup>1</sup>	6.000	8,5% 500	450
Verkehrsstärke Rad (DTV <sub>ws</sub> /q <sub>max</sub> ) <sup>1</sup>	1.550	170	1.900
Verkehrsstärke Fuß (TV <sub>6-19h</sub> /q <sub>max</sub> ) <sup>1</sup>	1.700	160	2.100
	6.750	770	8.350
	4.850	650	6.350
Nutzung	10/86/4		
Gehweg/Radweg/Fahrbahn <sup>1</sup>	91/-/9		
Umsetzung in	18. Feb 2019		
Erläuterung	wichtige Achse im Radverkehrsnetz (Hbf). Rad-Fuß-Konflikte auf dem getrennten Rad-/ Gehweg, Beseitigung der Konflikte Nr. 1 der vordringlichsten Radverkehrsmaßnahmen		

<sup>1</sup>: Querschnitt 1: 1. Zeile, Querschnitt 2: 2. Zeile

Stadt: Köln

Straße: Venloer Str, Abschnitt: Ehrenfeld Gürtel – Äußere Kanalstraße

Modal Split Rad						
Art	Sinnbild,					
Ausführung_Sinnbild	nur Sinnbild					
Abstand Pikt.-Bord/Größe Pikt.	0,75 m	0,8 x 1,06 (BxH)				
Abstand Piktogramme ( $\varnothing$ /Min/Max)	21,8 m	15,35 m	75,7 m			
Radverkehrsführung	nicht benutzungspflichtiger Radweg					
Fahrbahnbreite (nutzbare Breite, ohne Parken)	7,6 m					
Seitenraum	4,1-7,3 m					
Parken	beidseitig Längsparken / Q1: Schräg-&Längsparken					
Straßentyp	Örtliche Geschäftsstraße					
pro 100m Einmündung/Einfahrt	0,8	1,4				
Besonderheiten Querschnitt	-					
Abschnittslänge	1150 m					
zul. Geschwindigkeit	30					
Geschwindigkeit ( $v_d/v_{gs}$ ) <sup>1</sup>	vorher		nachher			
	25 km/h	32 km/h	25	31		
Verkehrsstärke Kfz (DTV <sub>ws</sub> /SV/q <sub>max</sub> ) <sup>1</sup>	7.000	4%	550	7.000	2%	500
		300	150			
Verkehrsstärke Rad (DTV <sub>ws</sub> /q <sub>max</sub> ) <sup>1</sup>	2.650	260		3.550	340	
	5.250	560		5.400	570	
Verkehrsstärke Fuß (TV <sub>6-19h</sub> /q <sub>max</sub> ) <sup>1</sup>	1.950	220		1.650	200	
	4.700	610		4.200	490	
Nutzung Gehweg/Radweg/Fahrbahn <sup>1</sup>	8/90/2		3/93/4			
	6/92/2		2/92/6			
Umsetzung in	20. Januar 2019					
Erläuterung						



Köln  
Venloer Straße



<sup>1</sup>: Querschnitt 1: 1. Zeile, Querschnitt 2: 2. Zeile

Stadt: Paderborn

Detmolder Straße, Abschnitt: Ortsdurchfahr Marienloh

Modal Split Rad	15%			
Art	Sinnbild			
Ausführung Sinnbild	nur Sinnbild			
Abstand Pikt.-Bord/Große Pikt.	0,41 m	0,9 x 0,78 (BxH)		
Abstand Piktogramme (ø/Min/Max)	111,6 m	54,6 m	257,8 m	
Radverkehrsführung	nicht benutzungspflichtiger Radweg			
Fahrbahnbreite (nutzbare Breite, ohne Parken)	6,05 m			
Seitenraum	2,45-3,25 m			
Parken	beidseitig Längsparken			
Straßentyp	Dörfliche Hauptstraße			
pro 100m Einmündung/Einfahrt	0,7	1,1		
Besonderheiten Querschnitt	-			
Abschnittslänge	1.000 m			
zul. Geschwindigkeit	50			
Geschwindigkeit ( $v_d/v_{GS}$ ) <sup>1</sup>	vorher		nachher	
	50 km/h	56 km/h	49 km/h	55 km/h
Verkehrsstärke Kfz ( $DTV_{WS}/SV/q_{max}$ ) <sup>1</sup>	15.000	11,5%	1.300	15.000
		1.800		9,7%
Verkehrsstärke Rad ( $DTV_{WS}/q_{max}$ ) <sup>1</sup>	550	70	650	70
	600	60	600	60
Verkehrsstärke Fuß ( $TV_{Fuß}$ ) <sup>1</sup>	200	20	150	20
	50	10	50	10
Nutzung Gehweg/Radweg/Fahrbahn <sup>1</sup>	7/92/1			3/95/1
	15/85/1			12/87/1
Umsetzung in Erläuterung	Juni 2018			
	Infos von der Internetseite der Stadt ( <a href="https://www.paderborn.de/wohnen-soziales/mobilitaet/radverkehr_aktuelles.php">https://www.paderborn.de/wohnen-soziales/mobilitaet/radverkehr_aktuelles.php</a> (06.04.2017)			



Paderborn  
Detmolder Straße

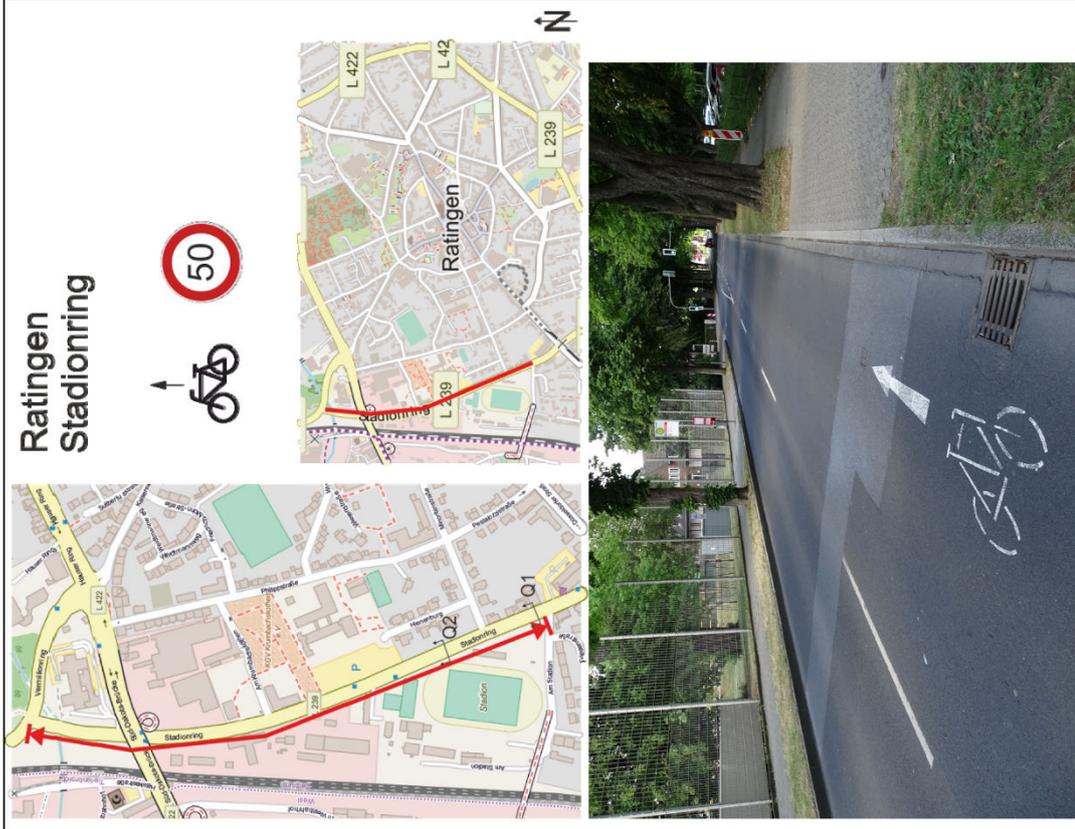


<sup>1</sup>: Querschnitt 1: 1. Zeile, Querschnitt 2: 2. Zeile

## Stadt: Ratingen

### Straße: Stadionring, Abschnitt: Vermillonring - Am Stadion

Modal Split Rad	8%				
Art	Sinnbild + Schild, Wiederholung alle 50m				
Ausführung Sinnbild	Sinnbild mit Pfeil				
Abstand Pikt--Bord/Größe Pikt.	0,83 m	0,82 x (1,05+1,9) [BxH (Pikt+Pfeil)]			
Abstand Piktogramme (d/Min/Max)	52,0 m	48,0 m	155,9 m		
Radverkehrsführung	Mischverkehr, keine Gehwegnutzung				
Fahrbahnbreite	7,0 m				
(nutzbare Breite, ohne Parken)					
Seitenraum	1,6-2,05 m				
Parken	nicht vorhanden -				
Straßentyp	Örtliche Einfahrtsstraße				
pro 100m Einmündung/Einfahrt	0,5	2,0			
Besonderheiten Querschnitt	-				
Abschnittslänge	800 m				
zul. Geschwindigkeit	50				
Geschwindigkeit ( $v_{d}/v_{GS}$ ) <sup>1</sup>	vorher	nachher			
	38 km/h	47 km/h	39	48	
Verkehrsstärke Kfz ( $DTV_{WS}/SV/Q_{max}$ ) <sup>2</sup>	11.000	950	10.000	5,0%	850
	800	90	1.000	120	
	450	40	750	90	
Verkehrsstärke Fuß ( $TV_{6-19h}/Q_{max}$ ) <sup>1</sup>	2.300	410	1.300	180	
	950	140	850	150	
Nutzung	66/-/34				
Gehweg/Radweg/Fahrbahn <sup>1</sup>	61/-/39				
Umsetzung in	12. April 2019, temporär bis 2. Woche in Sommerferien, danach grundlegende Deckenerneuerung				
Erläuterung	Hauptzufahrt für Radverkehr aus Lintorf ins Zentrum; Schulweg, weiterführende Schule, ggü. Sportverein, städtisches Jugendhaus, Tankstellenausfahrt; ehemals Geh-/Radwege, Busse&LKW bei 4%				



<sup>1</sup>: Querschnitt 1: 1. Zeile, Querschnitt 2: 2. Zeile

<sup>2</sup>: Werte SV nachher aus Hochrechnung Kurzzeitanzahl

## Stadt: Stuttgart

### Straße: Ludwigsburger Straße, Abschnitt: Hohensteinstraße – Bottwarstraße

Modal Split Rad	6%	
Art	Sinnbild,	
Ausführung Sinnbild	Sinnbild mit Pfeil	
Abstand Pikt.-Bord/Größe Pikt.	0,66 m	1,07 x 1,3 (Bx)+1,5 Pfeil bei Richtungs-FS>1
Abstand Piktogramme ( $\varnothing$ /Min/Max)	25,4 m	17,85 m   38,15 m
Radverkehrsführung	Mischverkehr, Richtung Norden Rad frei	
Fahrbahnbreite	6,1 m	
(nutzbare Breite, ohne Parken)	3,34+3,34 m	
Seitenraum	2,85 m	
Parken	1,80-2,56 m	
Straßentyp	einseitig Längsparken	
pro 100m Einmündung/Einfahrt	Örtliche Einfahrtsstraße	
Besonderheiten Querschnitt	1,0	3,4
Abschnittslänge	450 m	
zul. Geschwindigkeit	50	
Geschwindigkeit ( $v_d/v_{85}$ ) <sup>1</sup>	vorher	
	27 km/h	37 km/h
Verkehrsstärke Kfz ( $DTV_{vs}/SV/Q_{max}$ ) <sup>1,2</sup>	36 km/h	45 km/h
Verkehrsstärke Rad ( $DTV_{vs}/Q_{max}$ ) <sup>1</sup>	11.000	1.4% / 150
	13.000	3,3% / 450
Verkehrsstärke Fuß (TV <sub>6-19h</sub> /Q <sub>max</sub> ) <sup>1</sup>	300	40
	300	30
Nutzung Gehweg/Radweg/Fahrbahn <sup>1</sup>	1.150	160
	650	80
Umsetzung in Erläuterung	72/-/28	66/-/34
	66/-/34	55/-/45
	Mitte Nov 2017 / Mitte März 2018	
	Lückenschluss zwischen Radfahrstreifen und Schutzstreifen	



Stuttgart  
Ludwigsburger Straße



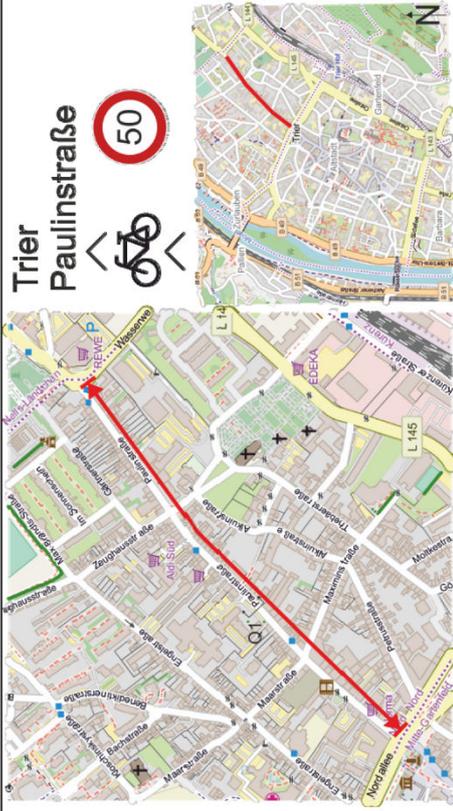
<sup>1</sup>: Querschnitt 1: 1. Zeile, Querschnitt 2: 2. Zeile

<sup>2</sup>: Werte nachher aus Hochrechnung Kurzzzeitählung

Stadt: Trier

Straße: Paulinstraße, Abschnitt: Porta-Nigra-Platz - Herzogenbuscher Straße

Modal Split Rad	~ 6%			
Art	Sinnbild, Wiederholung alle 50m			
Ausführung Sinnbild	Sinnbild mit Pfeil			
Abstand Pikt.-Bord/Größe Pikt.	0,68 m	1,5x(1,45+2+1,45)	[exH (Pfeil+Pikt+Pfeil)]	
Abstand Piktogramme (Ø/Min/Max)	44,9 m	31,3 m	107,6 m (Baustelle)	
Radverkehrsführung	Mischverkehr, keine Gehwegnutzung			
Fahrbahnbreite (nutzbare Breite, ohne Parken)	7,5 m			
Seitenraum	2,15-2,63 m			
Parken	einseitig Längsparken			
Straßentyp	Quartiersstraße			
pro 100m Einmündung/Einfahrt	0,3	2,7		
Besonderheiten Querschnitt	-			
Abschnittslänge	900 m			
zul. Geschwindigkeit	50			
Geschwindigkeit ( $v_d/v_{85}$ ) <sup>1</sup>	vorher		nachher	
	33 km/h	45 km/h	31 km/h	41 km/h
Verkehrsstärke Kfz (DTV <sub>WS/SV/Q<sub>max</sub></sub> ) <sup>1,2</sup>	9.000	850	10.000	900
	850	90	1.050	110
Verkehrsstärke Fuß (TV <sub>6-19h/Q<sub>max</sub></sub> ) <sup>1</sup>	3.300	360	2.700	300
	17/-/83		8/-/92	
Nutzung Gehweg/Radweg/Fahrbahn <sup>1</sup>				
Umsetzung in	Dez 2017 / Mai 2018			
Erläuterung	Teil einer konzipierten "Innenstadtroute" für den Radverkehr. Unfälle mit Radfahrerbeteiligung			



<sup>1</sup>: Querschnitt 1: 1. Zeile, Querschnitt 2: 2. Zeile

<sup>2</sup>: Werte nachher aus Hochrechnung Kurzeitanzählung

## Stadt: Trier

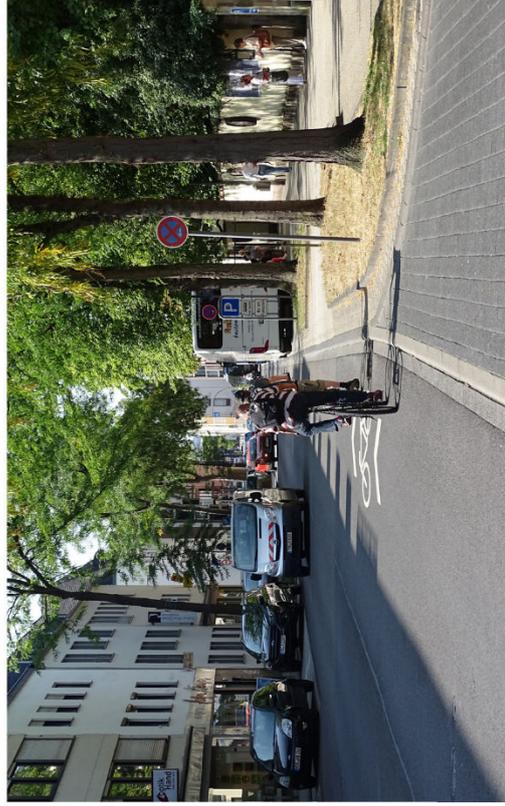
### Straße: Weberbach, Abschnitt: Konstantinplatz – Wechselstraße

Modal Split Rad	~ 6%			
Art	Sinnbild, Wiederholung alle 50m			
Ausführung Sinnbild	Sinnbild mit Pfeil			
Abstand Pikt--Bord/Größe Pikt.	0,67 m	1,5x(1,45+2+1,45) [BWH (Pfeil+Pikt+Pfeil)]		
Abstand Piktogramme (ø/Min/Max)	44,4 m	25,6 m	83,6 m	
Radverkehrsführung	Mischverkehr, keine Gehwegnutzung			
Fahrbahnbreite	6,53 m			
(nutzbare Breite, ohne Parken)				
Seitenraum	3,11-3,45 m			
Parken	beidseitig Längsparken			
Straßentyp	Quartiersstraße			
pro 100m Einmündung/Einfahrt	1,6	2,0		
Besonderheiten Querschnitt	-			
Abschnittslänge	400 m			
zul. Geschwindigkeit	50			
Geschwindigkeit ( $v_a/v_{85}$ ) <sup>1</sup>	vorher		nachher	
	35 km/h	45 km/h	33 km/h	43 km/h
Verkehrsstärke Kfz (DTV <sub>v5j</sub> /SV/q <sub>max</sub> ) <sup>1</sup>	9.000	9% 800	700	8.000 6,5% 500
Verkehrsstärke Rad (DTV <sub>v5j</sub> /q <sub>max</sub> ) <sup>1</sup>	1.200	140		1.450 150
Verkehrsstärke Fuß (TV <sub>6</sub> , <sub>19h/q<sub>max</sub></sub> ) <sup>1</sup>	2.150	260		1.500 210
Nutzung Gehweg/Radweg/Fahrbahn <sup>1</sup>	13/-/87			
Umsetzung in	Dezember 2017			
Erläuterung	Haltestelle für Reisebusse Teil "Innenstadtroute" 7 Unfälle mit Radverkehrsbeteiligung, 4 x Unfallsache "Benutzung der falschen Fahrbahn/verbotswidrige Benutzung anderer Straßenteile"			

<sup>1</sup>: Querschnitt 1: 1. Zeile, Querschnitt 2: 2. Zeile



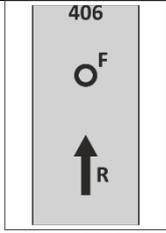
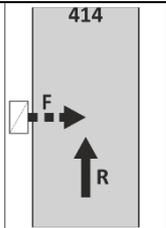
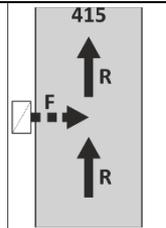
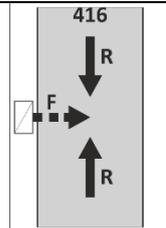
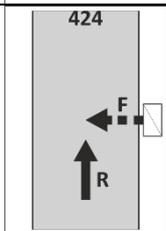
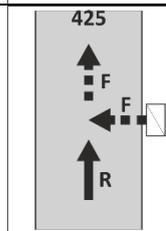
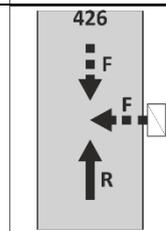
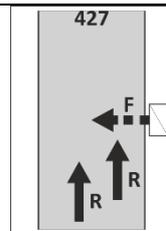
Trier  
Weberbach



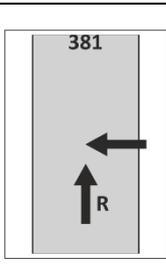
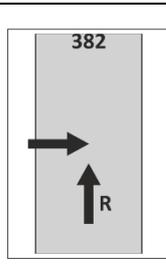
Anhang 7: Erweiterter Unfalltypenkatalog

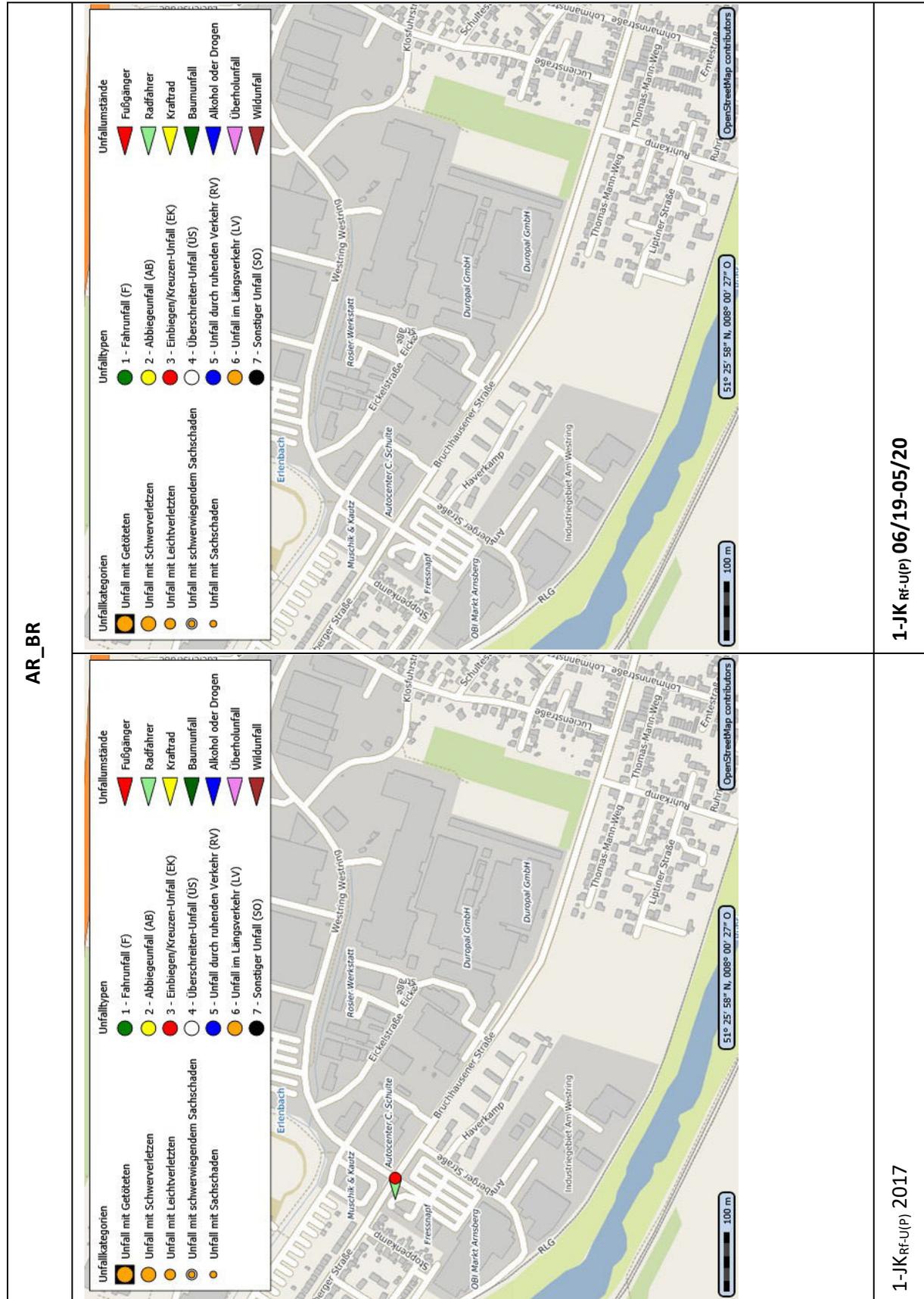
**Unfalltyp 4: Überschreiten Unfall (US)**

**Fußgänger...**

<p><b>auf Strecke 40</b></p> <p><b>ohne Sichtbehinderung</b></p>	<p>406</p>  <p>steheengebliebener Fußgänger</p>				<p>409</p> <p>unklar ob 401-406</p>
<p><b>auf Strecke 41</b></p> <p><b>von links mit Sichtbehinderung</b></p>	<p>414</p> 	<p>415</p> 	<p>416</p> 		<p>419</p> <p>unklar ob 411-416</p>
<p><b>auf Strecke 42</b></p> <p><b>von rechts mit Sichtbehinderung</b></p>	<p>424</p> 	<p>425</p> 	<p>426</p> 	<p>427</p> 	<p>429</p> <p>unklar ob 421-427</p>

**Unfalltyp 3: Einbiegen/Kreuzen-Unfall (EK)**

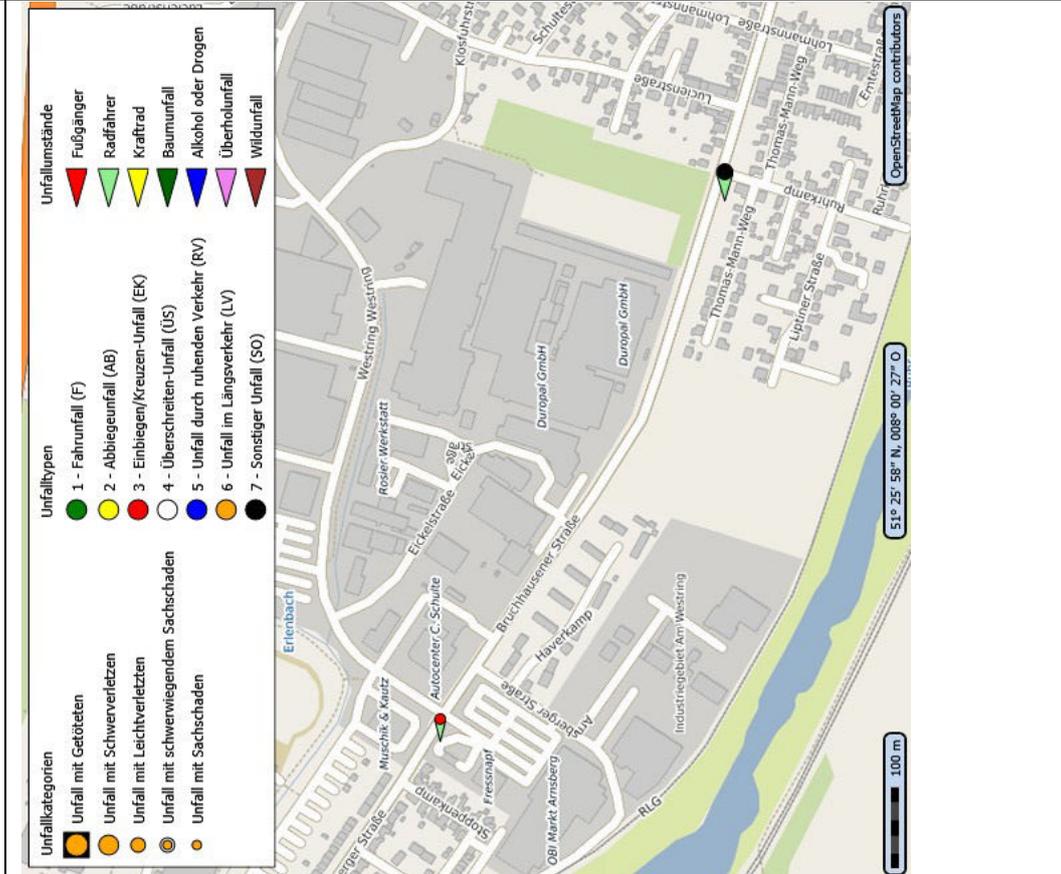
<p><b>38</b></p> <p><b>den Geh-/Radweg kreuzendes Fahrzeug</b></p>	<p>381</p> 	<p>382</p> 			<p>389</p> <p>unklar ob 381-382</p>
--	--	--	--	--	-------------------------------------



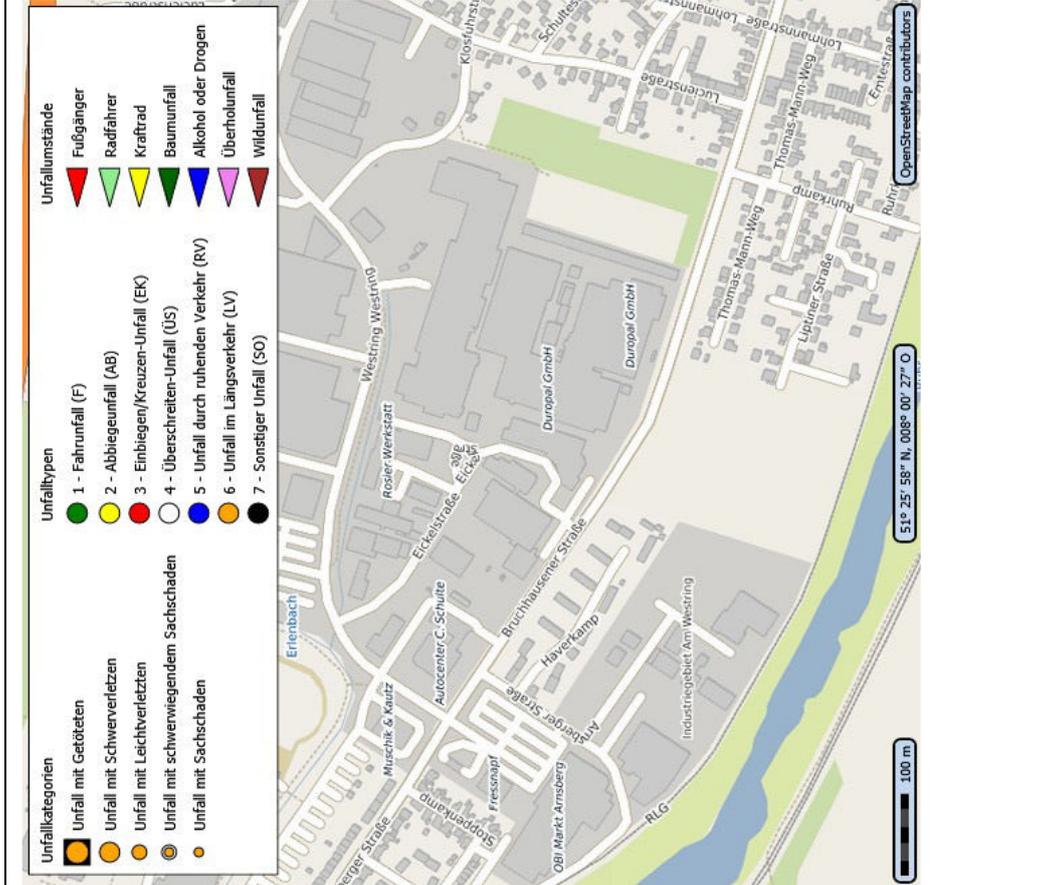
1-JK<sub>RF-U(P)</sub> 06/19-05/20

1-JK<sub>RF-U(P)</sub> 2017

AR\_BR

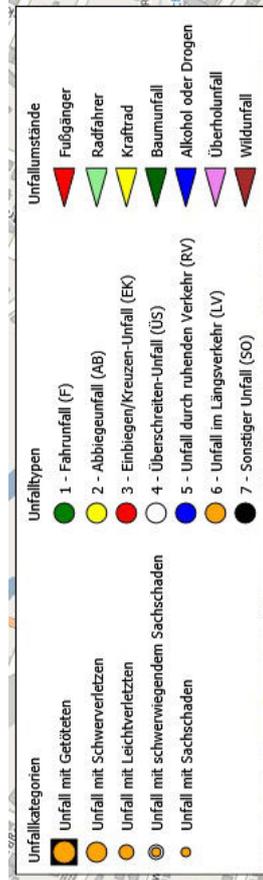
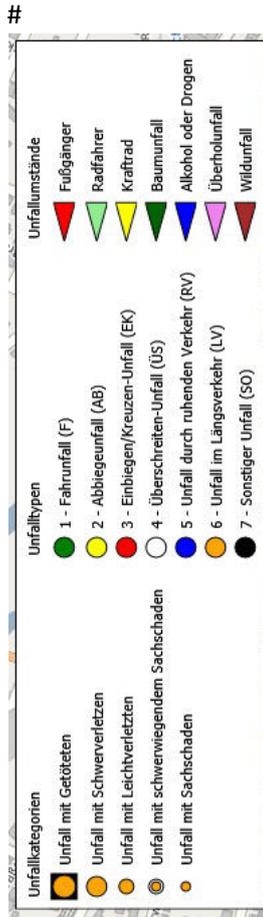


1-JKrf-U(p) 2016



1-JKrf-U(p) 2015

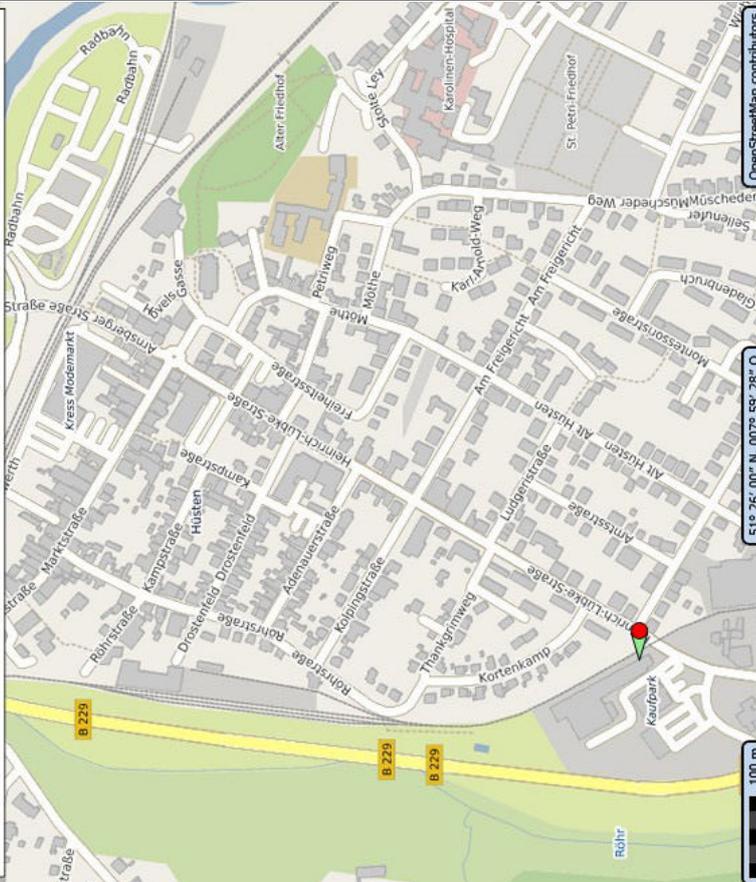
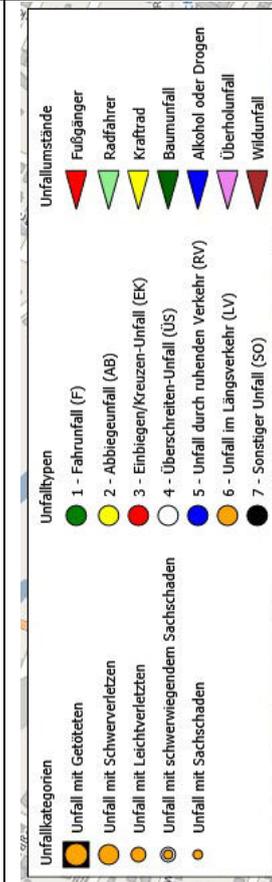
AR\_HL



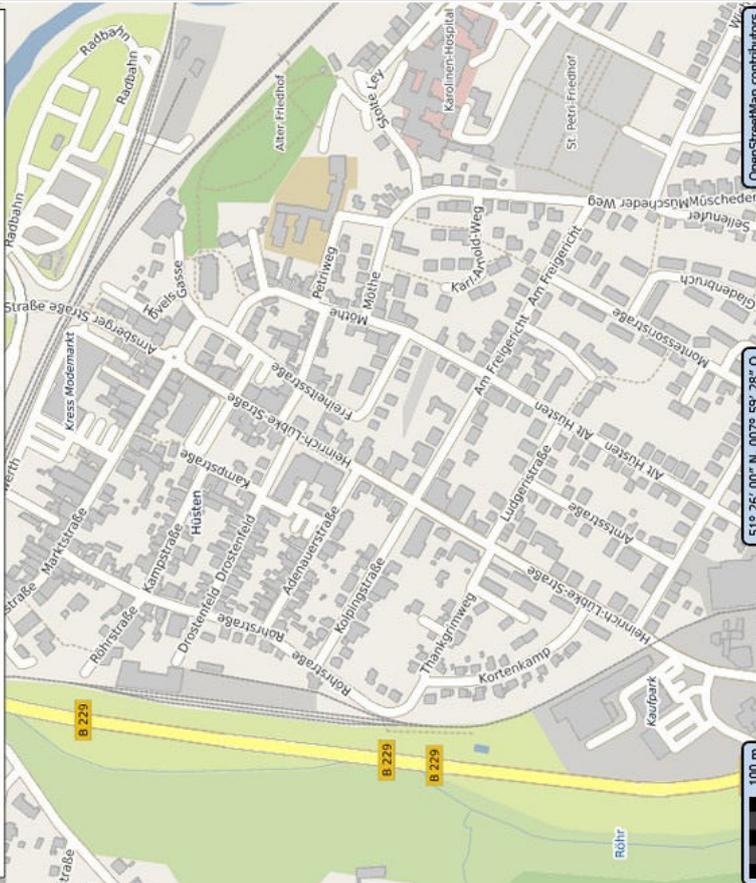
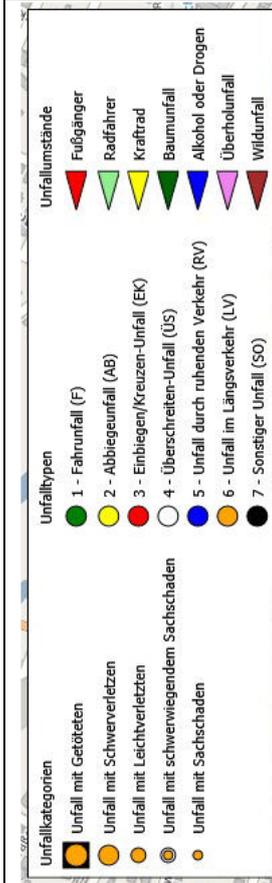
1-JK rf-U(p) 06/19-05/20

1-JK rf-U(p) 2017

AR\_HL

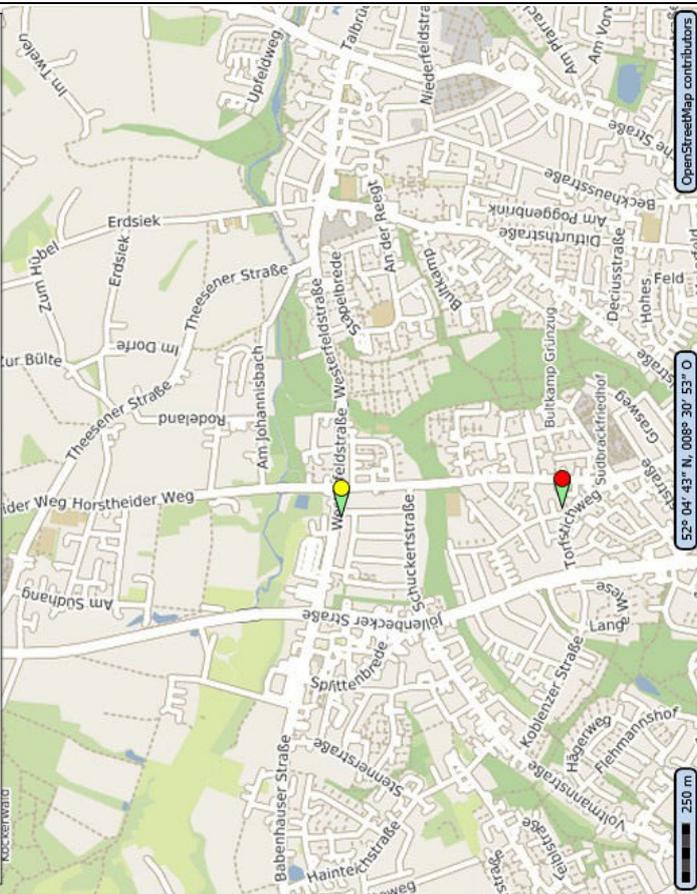
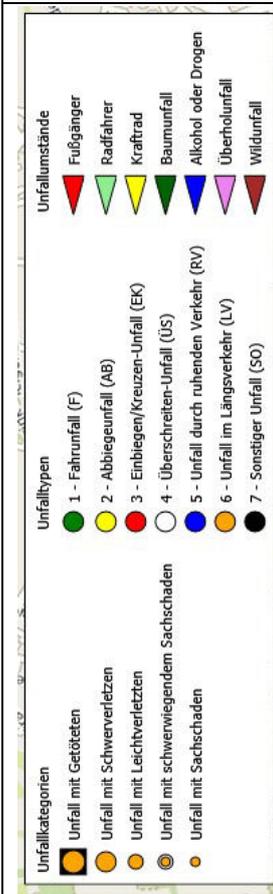


1-JKrf-U(P) 2016

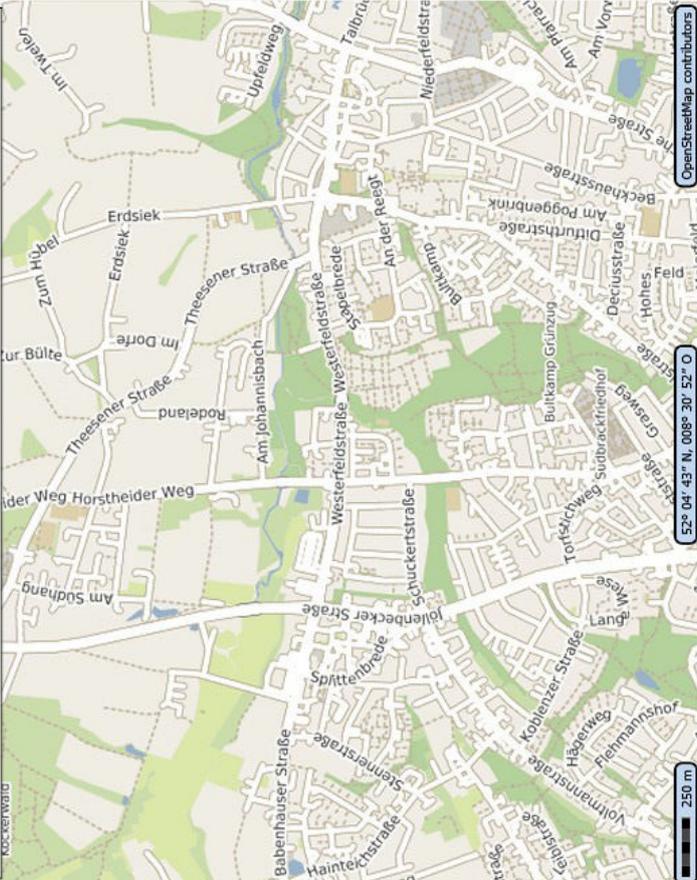
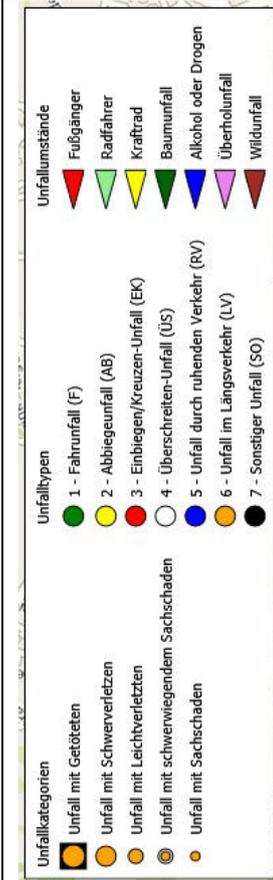


1-JKrf-U(P) 2015

BI

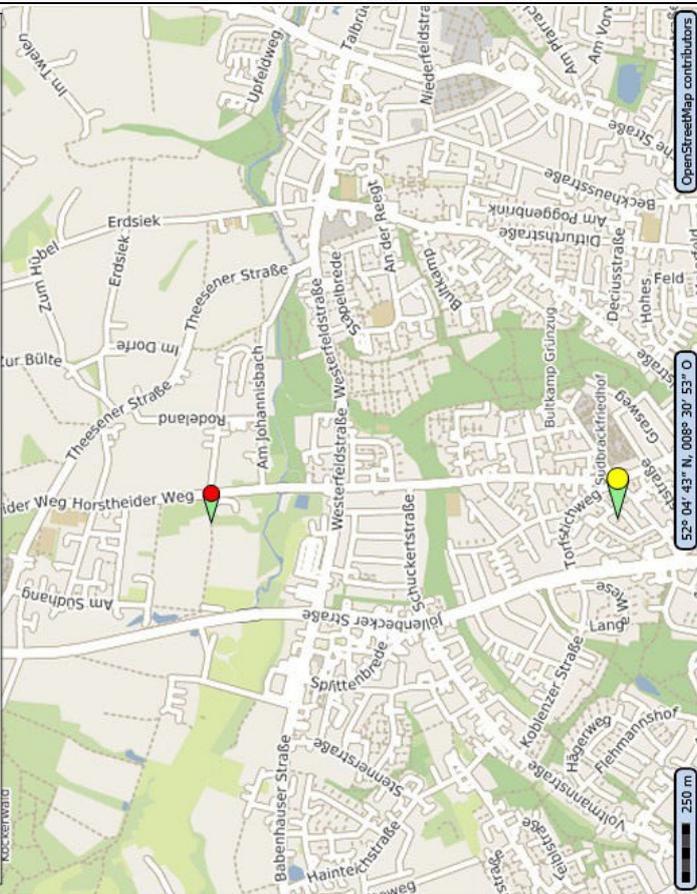
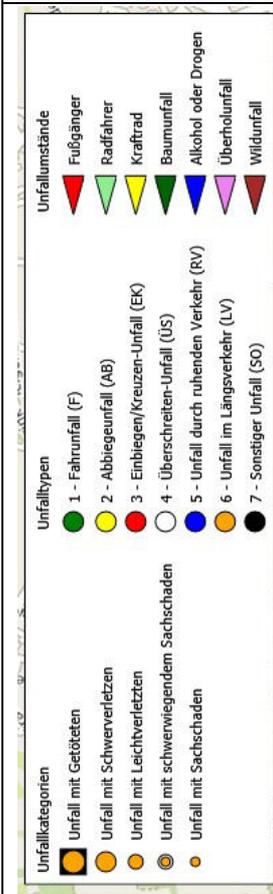


1-JK<sub>Rf-U(P)</sub> 2017

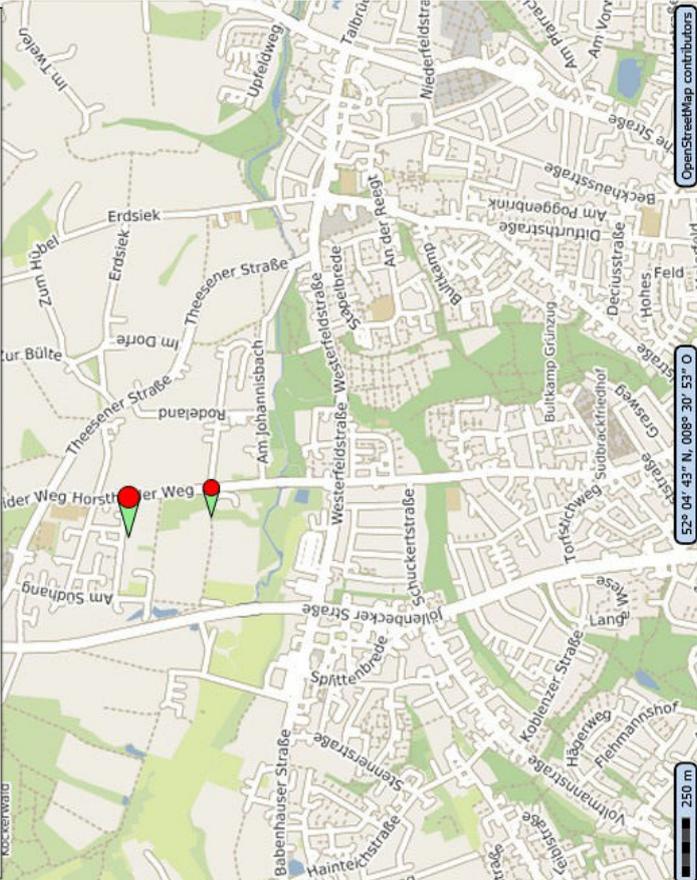
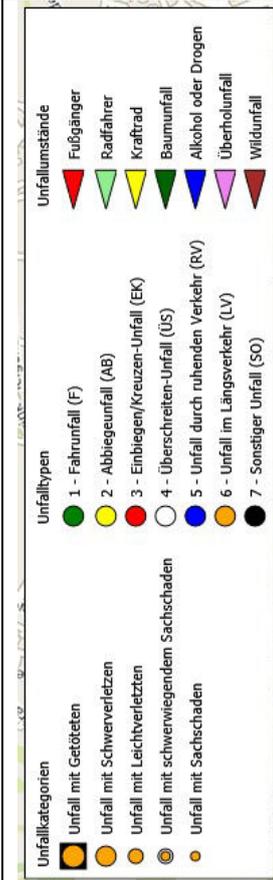


1-JK<sub>Rf-U(P)</sub> 2019

BI

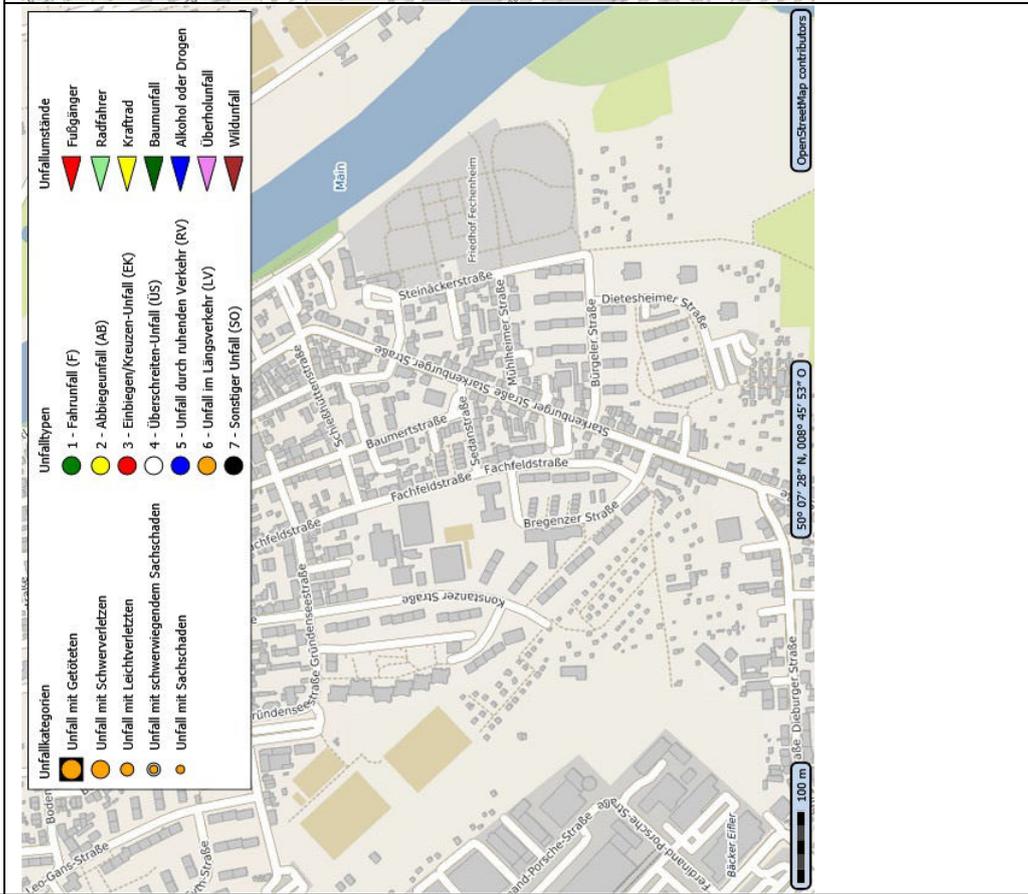
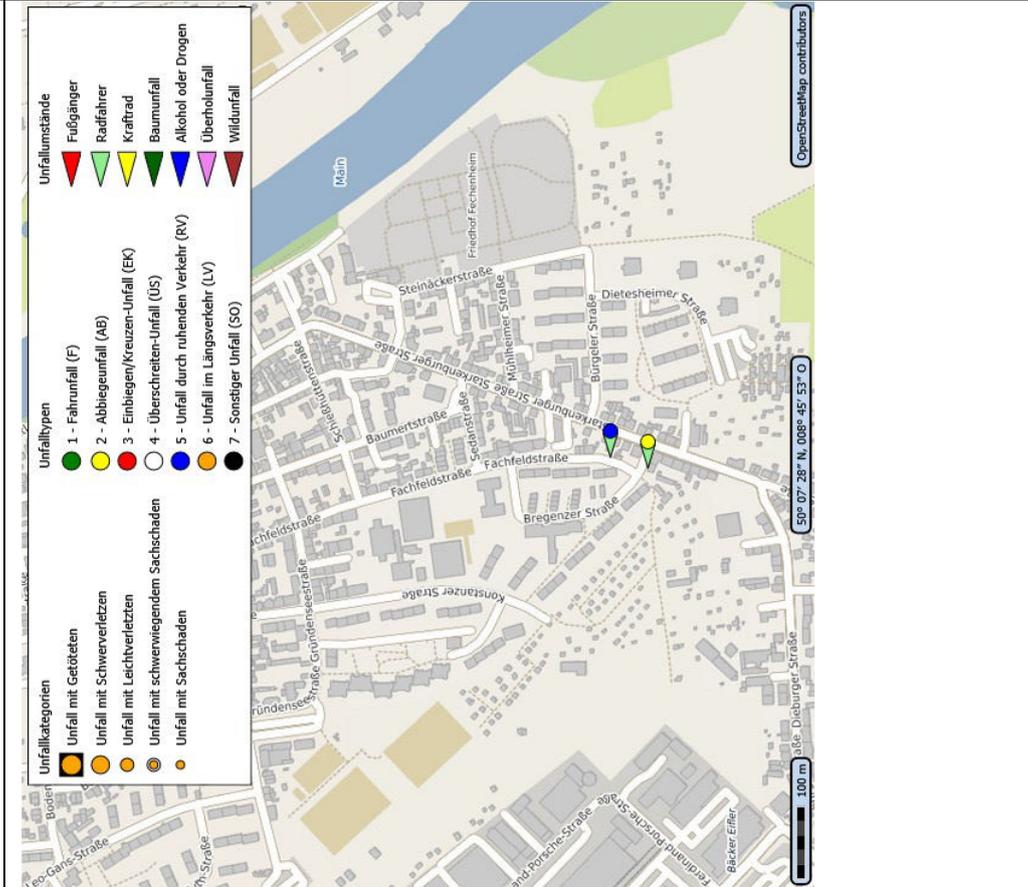


1-JK<sub>Rf-U(P)</sub> 2015



1-JK<sub>Rf-U(P)</sub> 2016

FR\_RH

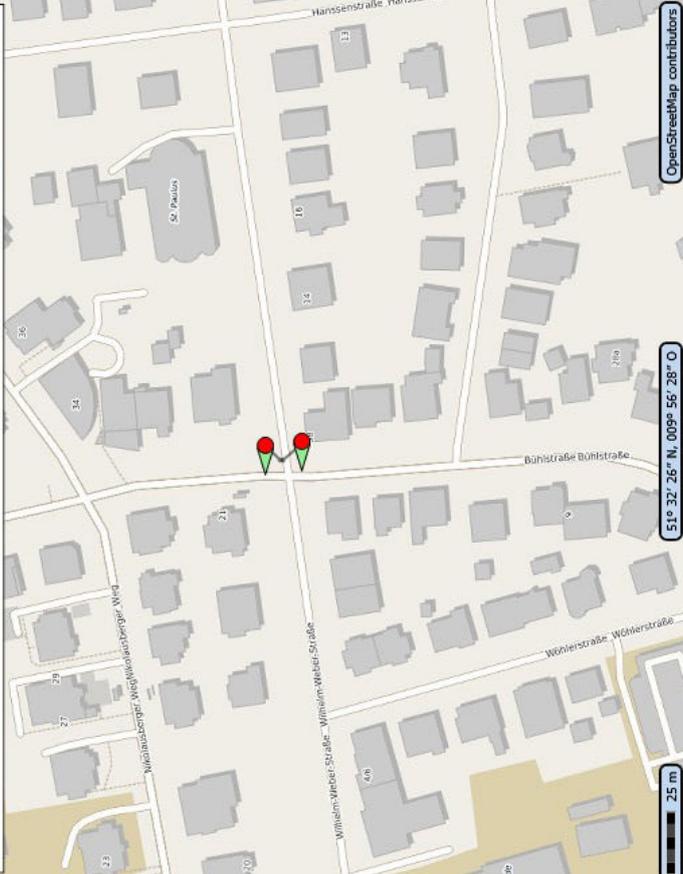


3-JK RF-U(P) 2017-2019

3-JK RF-U(P) 2012-2014

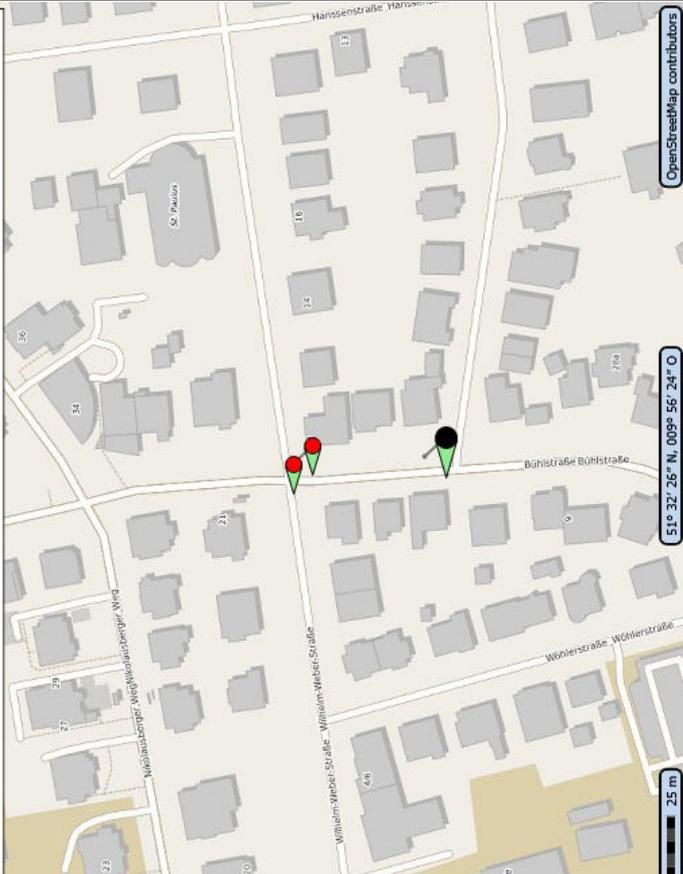
GT

Unfallkategorien	Unfalltypen	Unfallumstände
Unfall mit Getöteten	1 - Fahr Unfall (F)	Fußgänger
Unfall mit Schwerverletzten	2 - Abbiegeunfall (AB)	Radfahrer
Unfall mit Leichtverletzten	3 - Einbiegen/Kreuzen-Unfall (EK)	Kraftfahr
Unfall mit schwerwiegendem Sachschaden	4 - Überschreiten-Unfall (US)	Baumunfall
Unfall mit Sachschaden	5 - Unfall durch ruhenden Verkehr (RV)	Alkohol oder Drogen
	6 - Unfall im Längsverkehr (LV)	Überholunfall
	7 - Sonstiger Unfall (SO)	Wildunfall



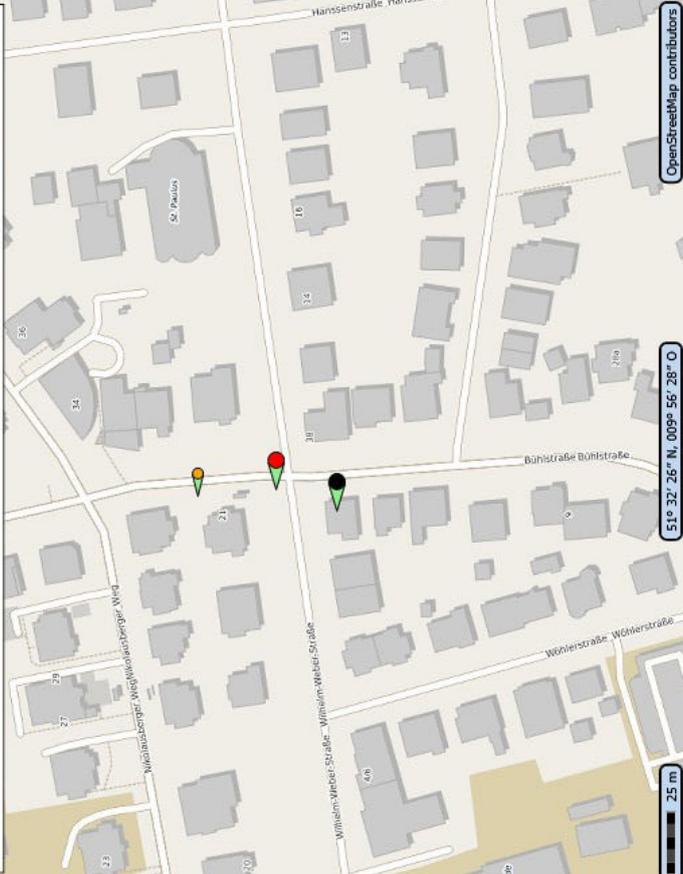
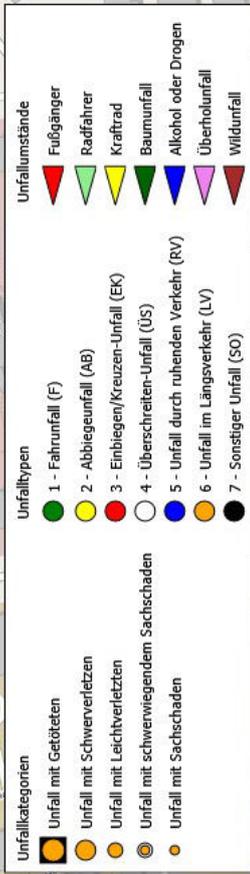
1-JK RF-U(P) 2018

Unfallkategorien	Unfalltypen	Unfallumstände
Unfall mit Getöteten	1 - Fahr Unfall (F)	Fußgänger
Unfall mit Schwerverletzten	2 - Abbiegeunfall (AB)	Radfahrer
Unfall mit Leichtverletzten	3 - Einbiegen/Kreuzen-Unfall (EK)	Kraftfahr
Unfall mit schwerwiegendem Sachschaden	4 - Überschreiten-Unfall (US)	Baumunfall
Unfall mit Sachschaden	5 - Unfall durch ruhenden Verkehr (RV)	Alkohol oder Drogen
	6 - Unfall im Längsverkehr (LV)	Überholunfall
	7 - Sonstiger Unfall (SO)	Wildunfall

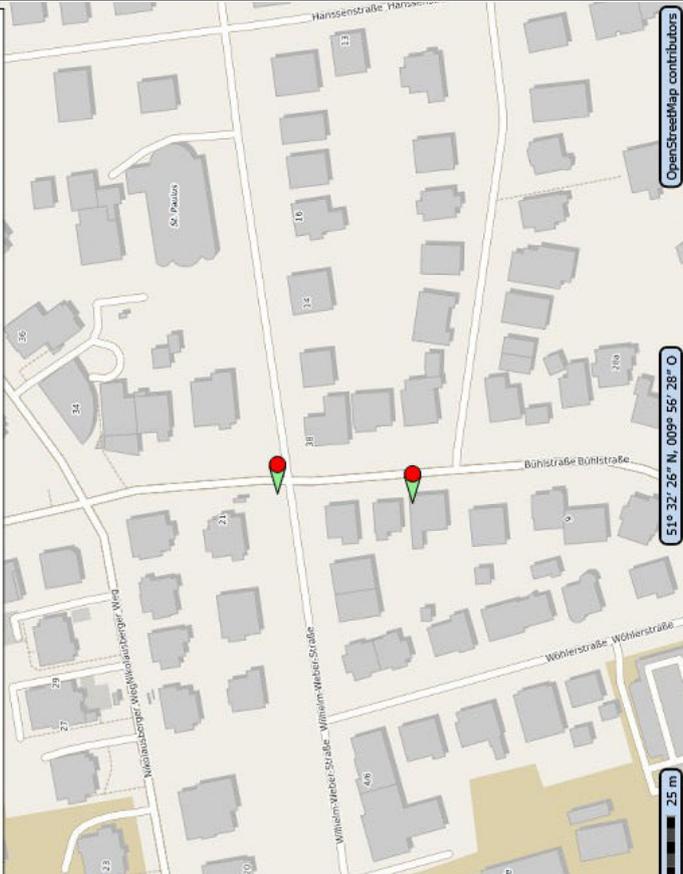
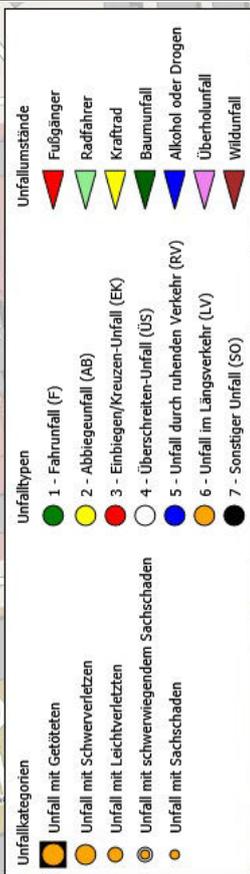


1-JK RF-U(P) 06/19-05/20

GT



1-JK RF-U(P) 2016

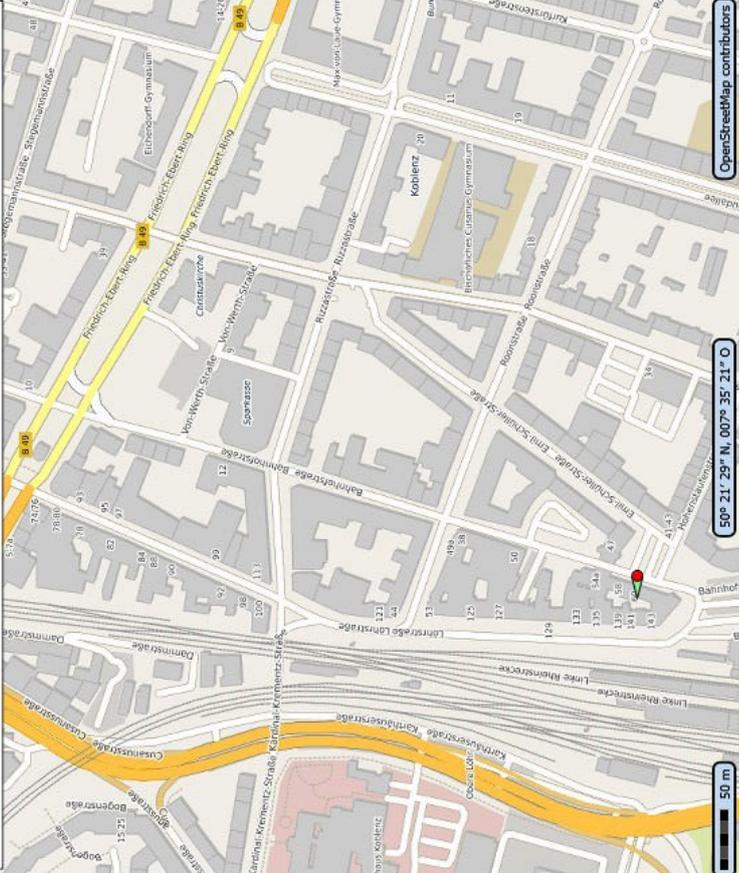
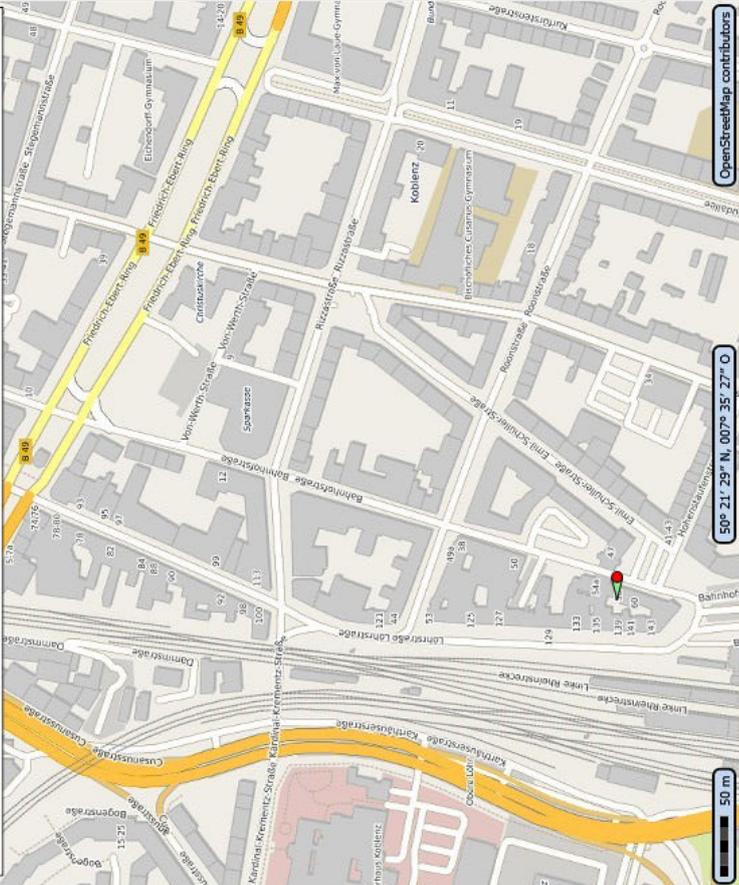


1-JK RF-U(P) 2017

KO\_BH

Unfallkategorien	Unfalltypen	Unfallumstände
Unfall mit Getöteten	1 - Fahrunfall (F)	Fußgänger
Unfall mit Schwerverletzten	2 - Abbiegeunfall (AB)	Radfahrer
Unfall mit Leichtverletzten	3 - Einbiegen/Kreuzen-Unfall (EK)	Kraftfahr
Unfall mit schwerwiegendem Sachschaden	4 - Überschreiten-Unfall (US)	Baumunfall
Unfall mit Sachschaden	5 - Unfall durch ruhenden Verkehr (RV)	Alkohol oder Drogen
	6 - Unfall im Längsverkehr (LV)	Überholunfall
	7 - Sonstiger Unfall (SO)	Wildunfall

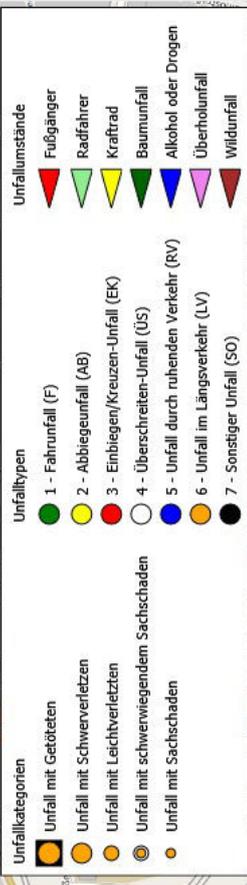
Unfallkategorien	Unfalltypen	Unfallumstände
Unfall mit Getöteten	1 - Fahrunfall (F)	Fußgänger
Unfall mit Schwerverletzten	2 - Abbiegeunfall (AB)	Radfahrer
Unfall mit Leichtverletzten	3 - Einbiegen/Kreuzen-Unfall (EK)	Kraftfahr
Unfall mit schwerwiegendem Sachschaden	4 - Überschreiten-Unfall (US)	Baumunfall
Unfall mit Sachschaden	5 - Unfall durch ruhenden Verkehr (RV)	Alkohol oder Drogen
	6 - Unfall im Längsverkehr (LV)	Überholunfall
	7 - Sonstiger Unfall (SO)	Wildunfall



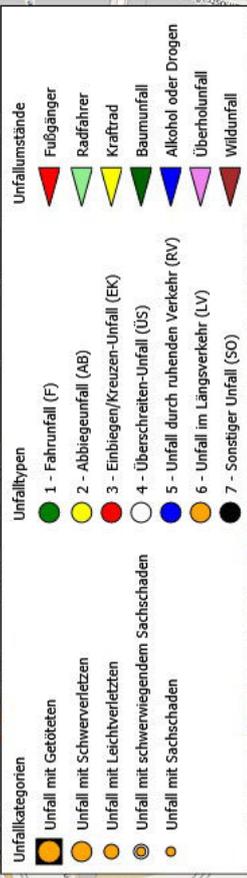
1-JK RF-U(P) 2018

1-JK RF-U(P) 06/19-05/20

KO\_BH

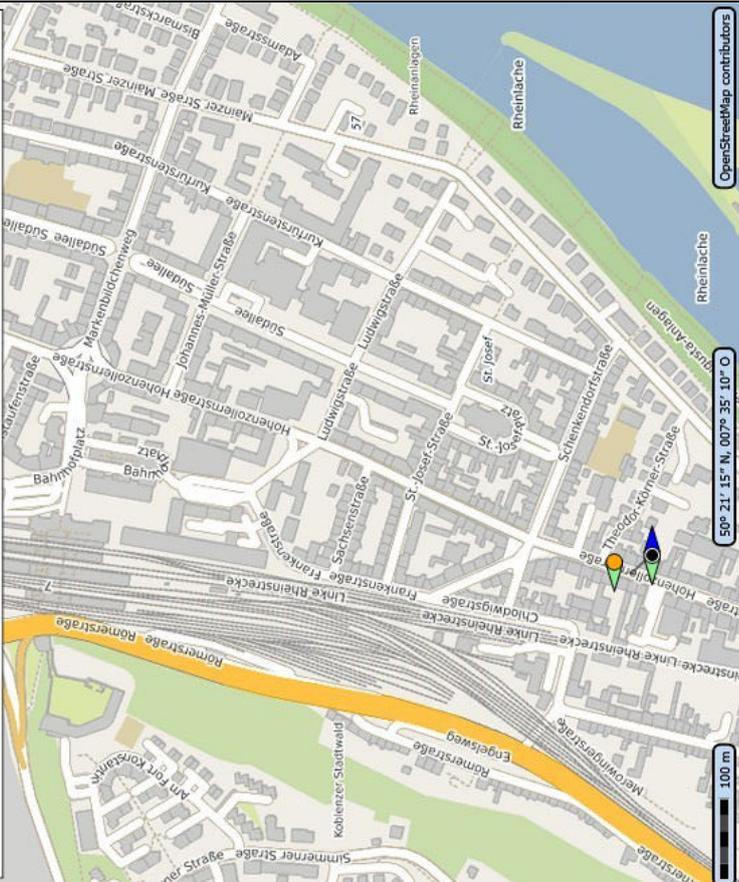
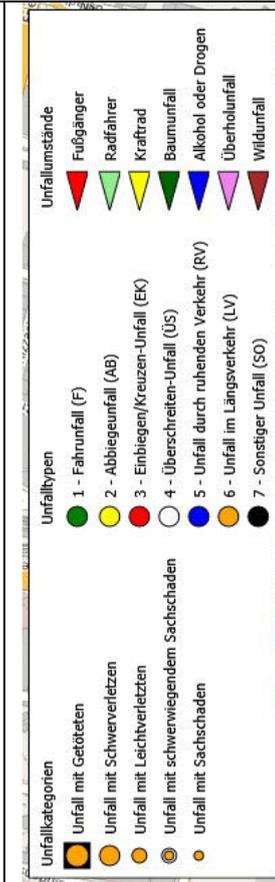


1-JK RF-U(P) 2016

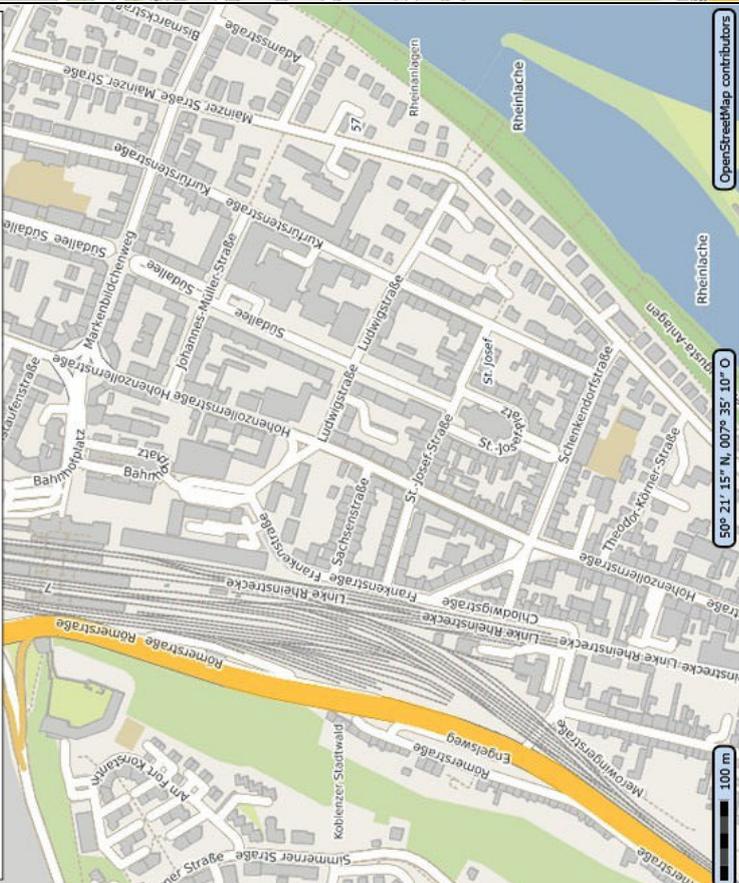
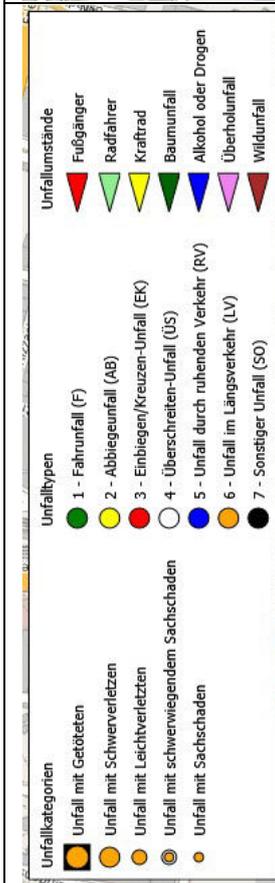


1-JK RF-U(P) 2017

KO\_H

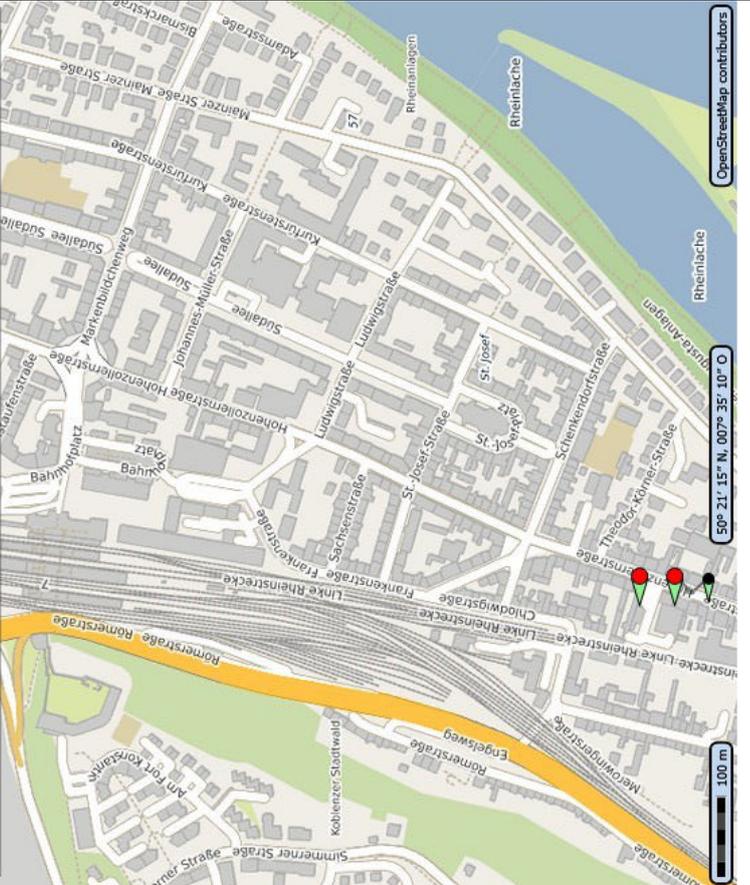
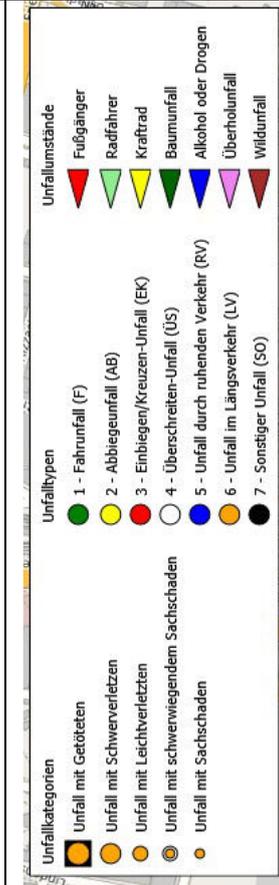


1-JK Rf-U(p) 06/19-05/20

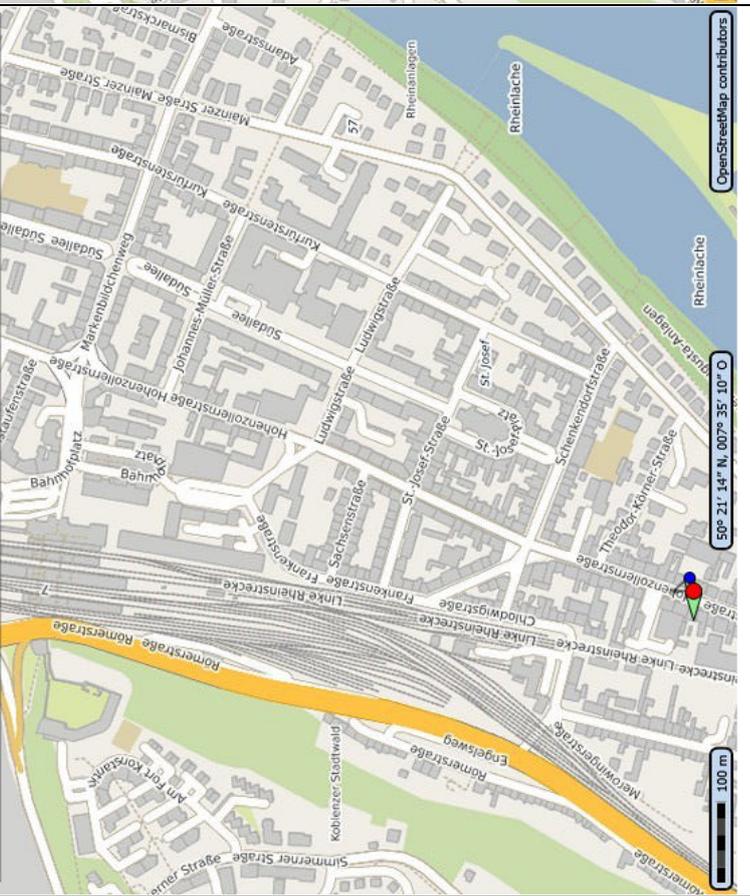
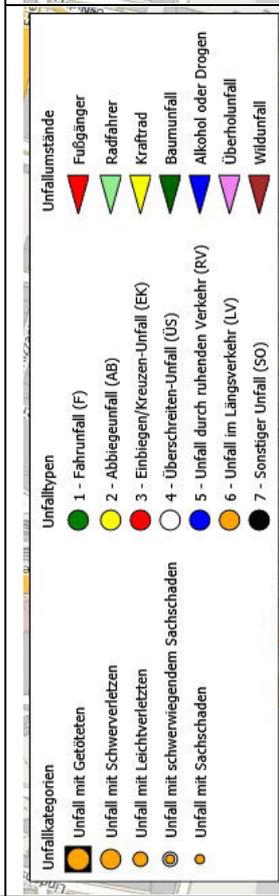


1-JK Rf-U(p) 2018

KO\_H

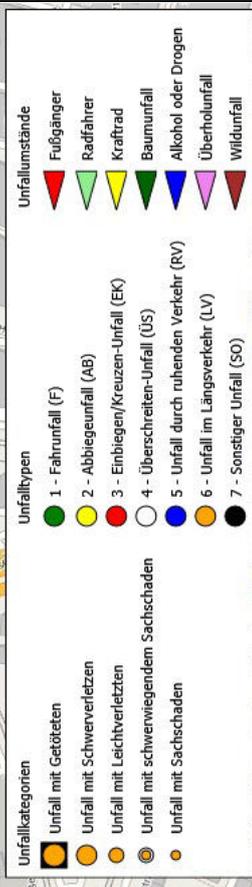


1-JK RF-U(P) 2017

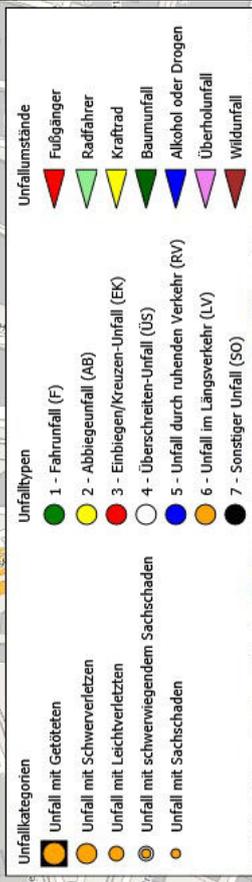


1-JK RF-U(P) 2016

KO\_L

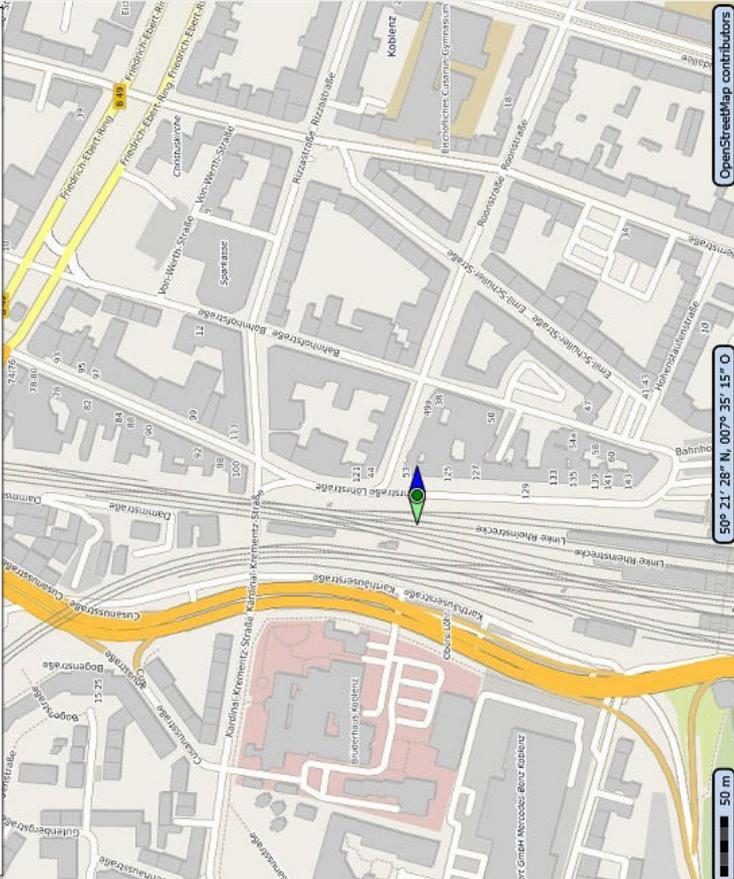
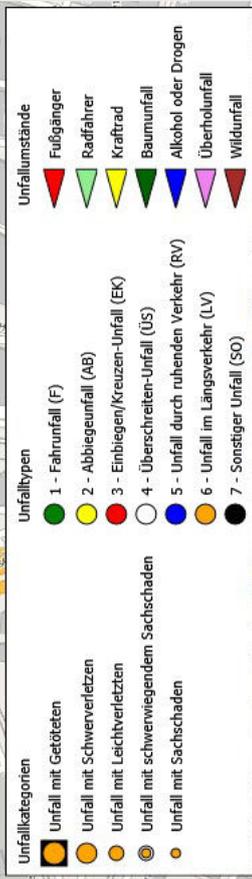


1-JK RF-U(P) 2018

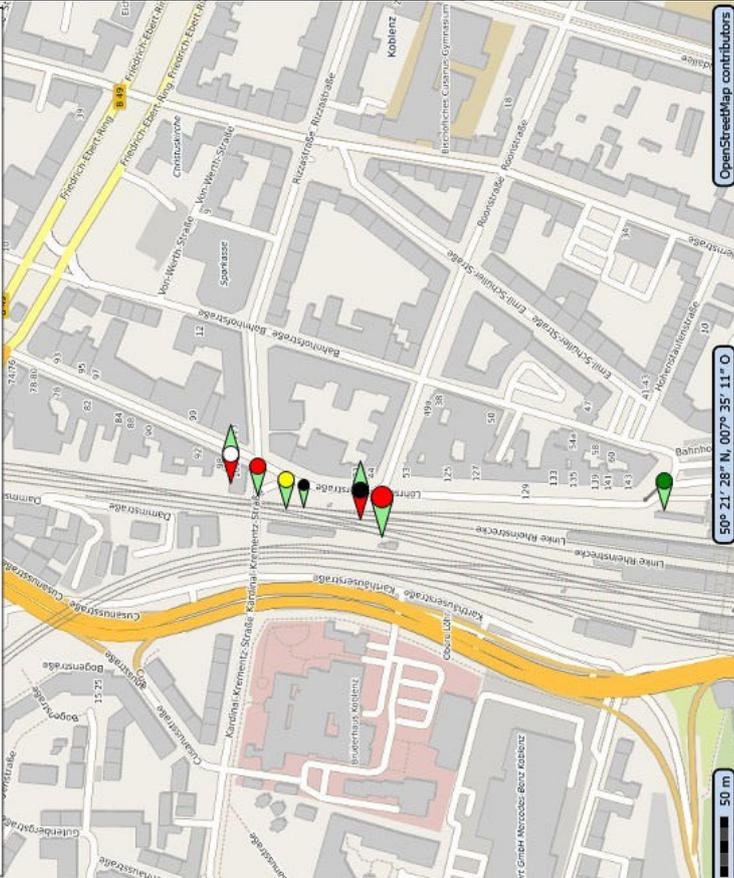
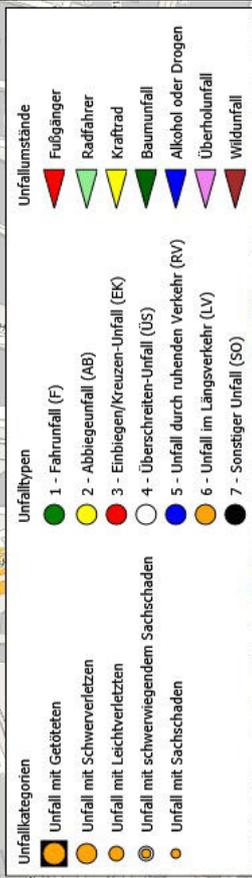


1-JK RF-U(P) 06/19-05/20

KO\_L

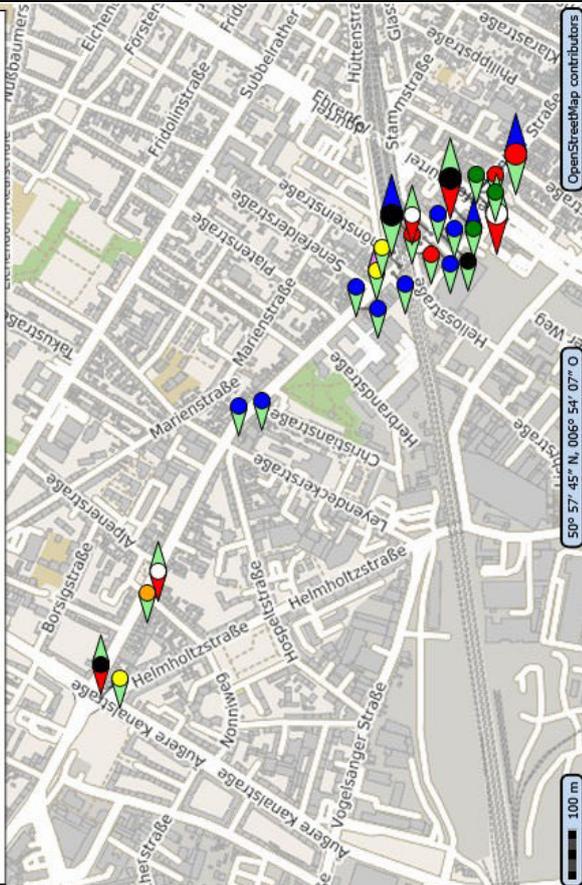
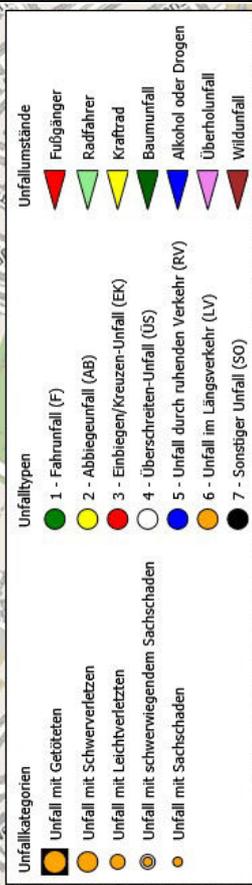


1-JK RF-U(P) 2016

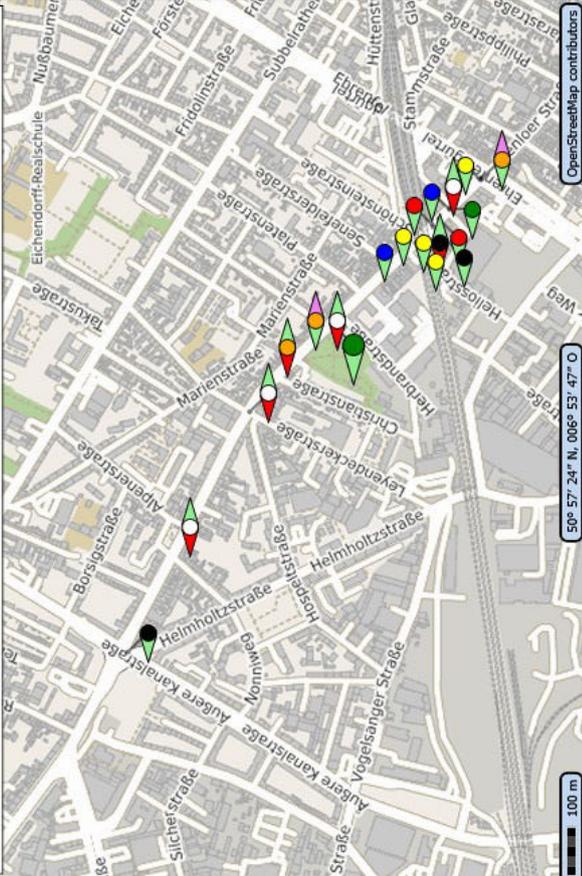
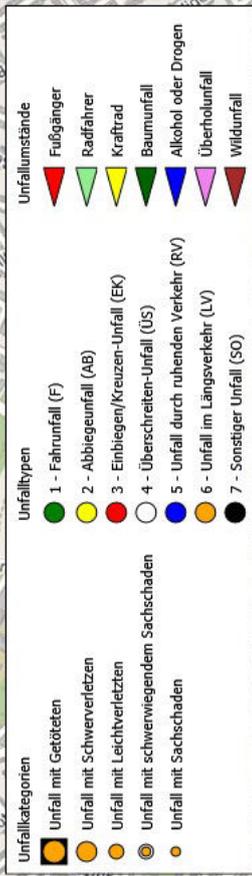


1-JK RF-U(P) 2017

KOE

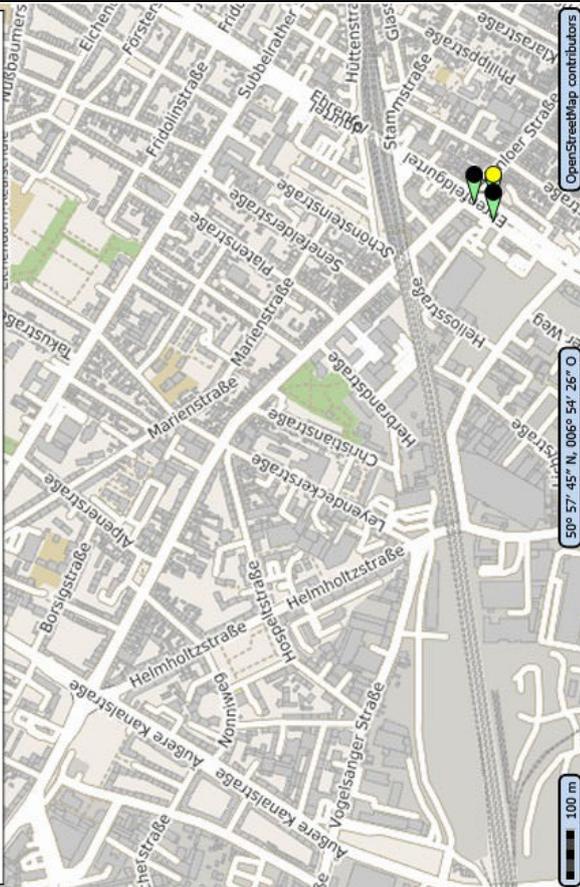
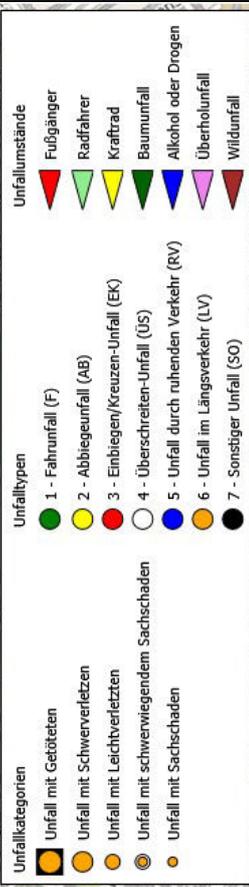


1-JK RF-U(P) 2018

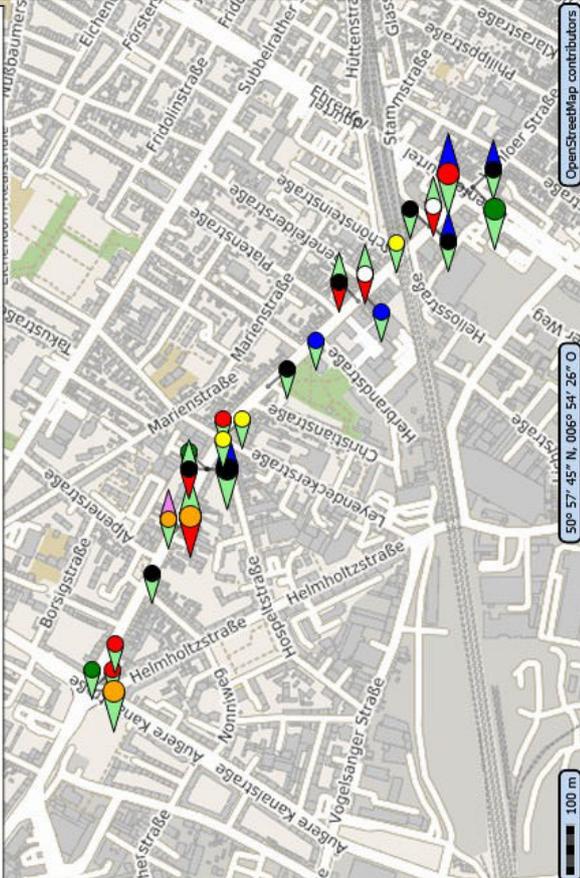
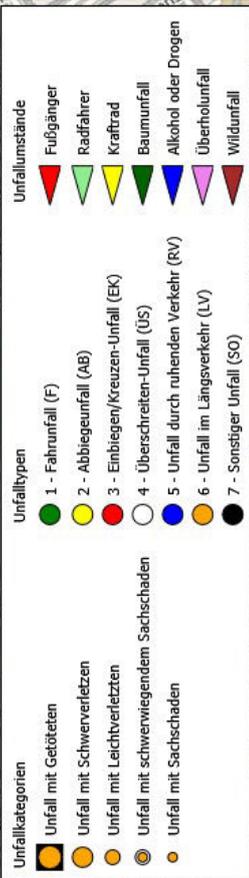


1-JK RF-U(P) 06/19-05/20

KOE



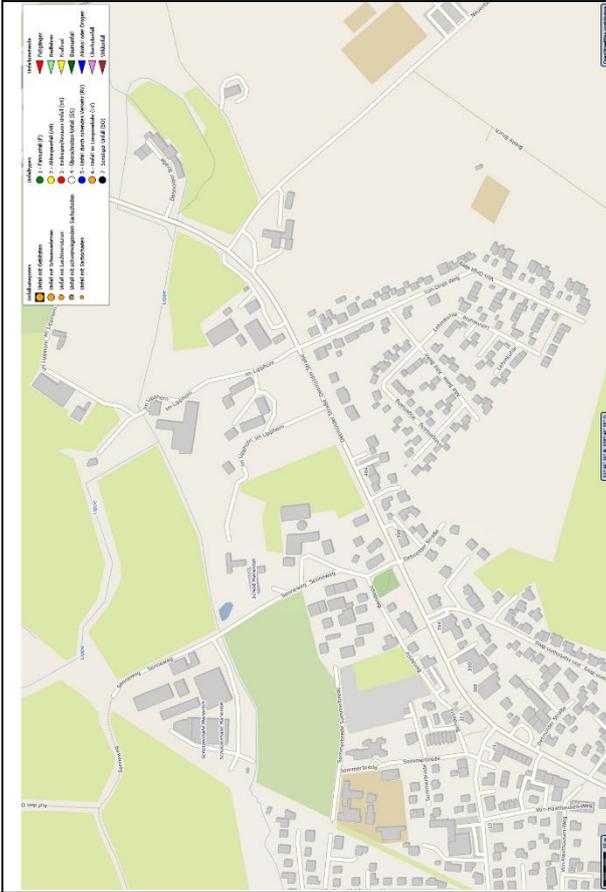
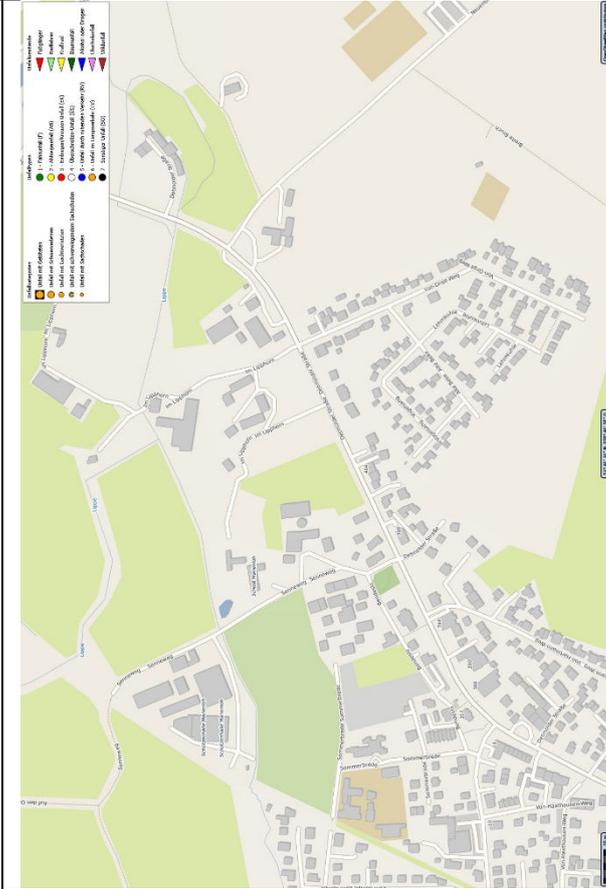
1-JK RF-U(P) 2016



1-JK RF-U(P) 2017



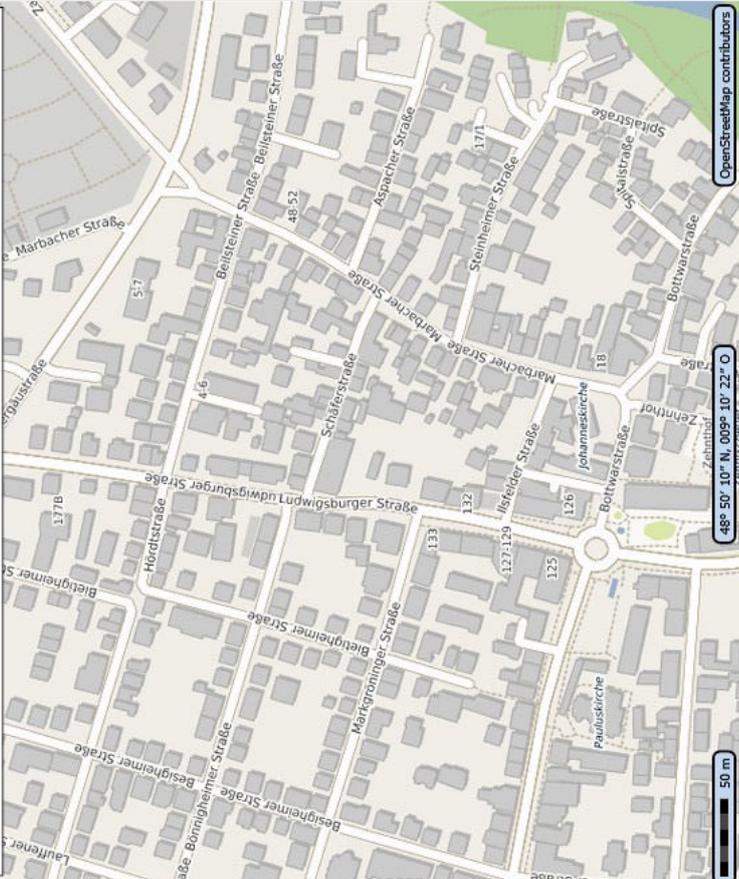
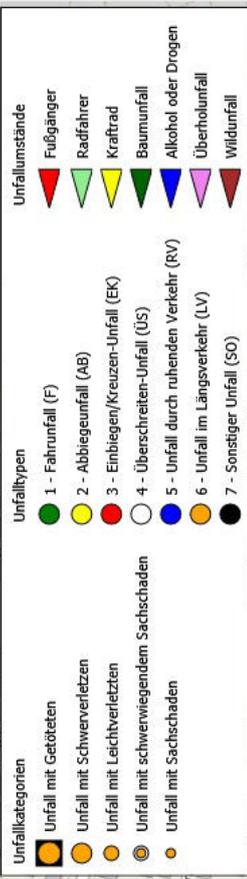
PB



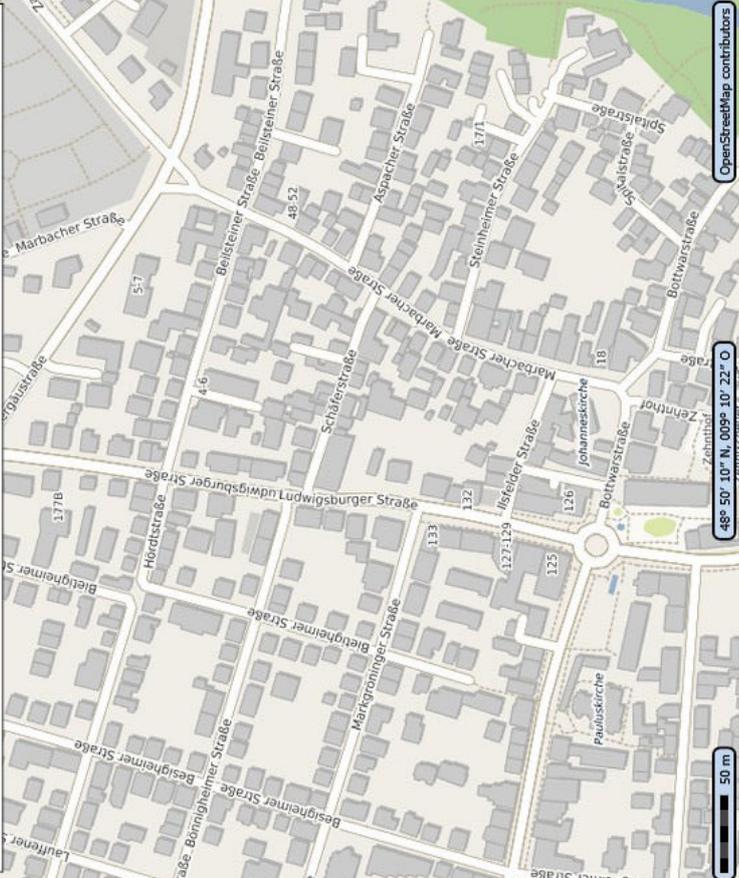
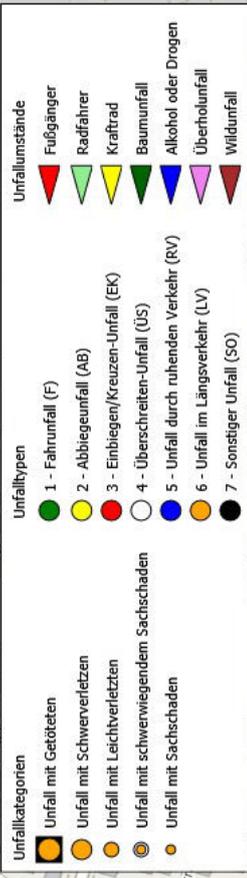
1-JK RF-U(P) 2015

1-JK RF-U(P) 2016

ST

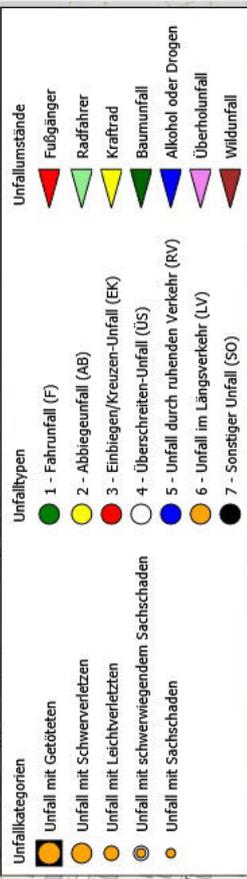


1-JK RF-U(P) 06/18-05/19

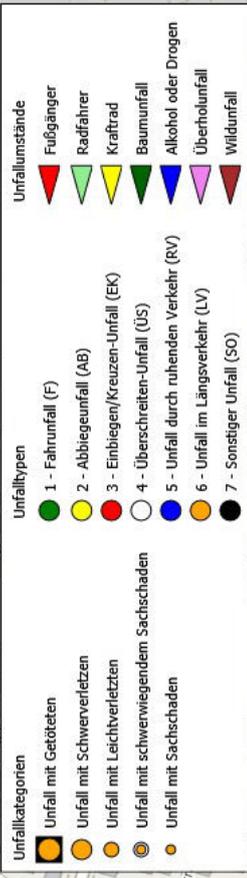


1-JK RF-U(P) 04/19-04/20

ST



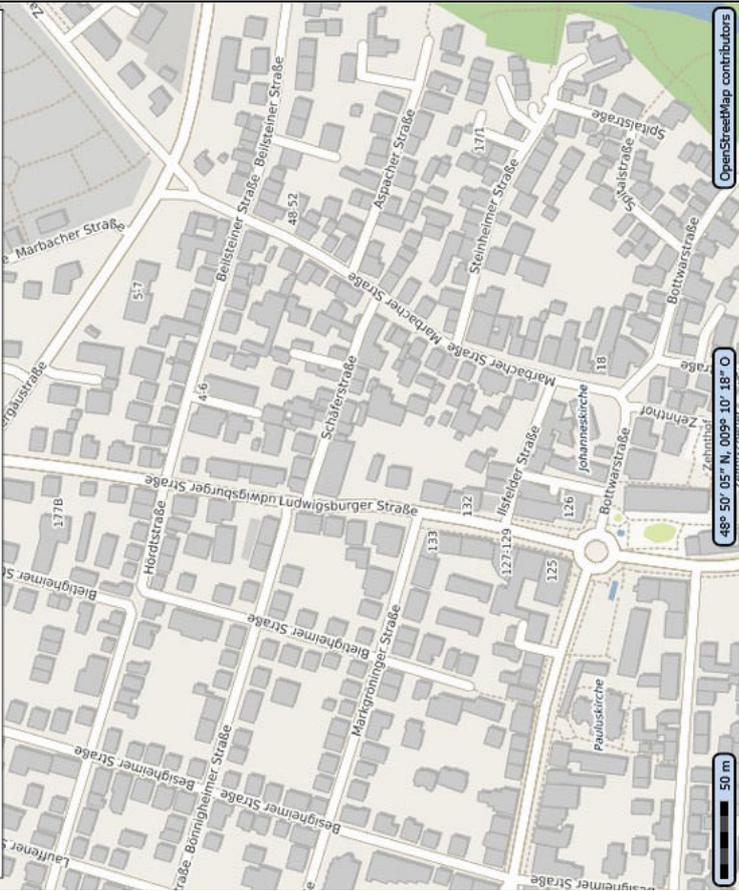
1-JK RF-U(P) 2015



1-JK RF-U(P) 2016

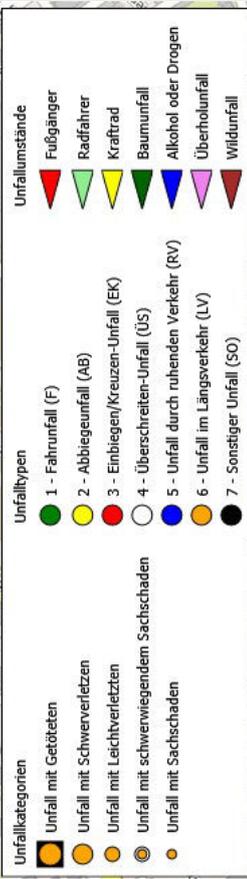
# ST

Unfallkategorien	Unfalltypen	Unfallumstände
<ul style="list-style-type: none"> <li>Unfall mit Getöteten</li> <li>Unfall mit Schwerverletzten</li> <li>Unfall mit Leichtverletzten</li> <li>Unfall mit schwerwiegendem Sachschaden</li> <li>Unfall mit Sachschaden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 - Fahrradfall (F)</li> <li>2 - Abbiegeunfall (AB)</li> <li>3 - Einbiegen/Kreuzen-Unfall (EK)</li> <li>4 - Überschreiten-Unfall (US)</li> <li>5 - Unfall durch ruhenden Verkehr (RV)</li> <li>6 - Unfall im Längsverkehr (LV)</li> <li>7 - Sonstiger Unfall (SO)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fußgänger</li> <li>Radfahrer</li> <li>Kraftfahr</li> <li>Baumannfall</li> <li>Alkohol oder Drogen</li> <li>Überholunfall</li> <li>Wildunfall</li> </ul>

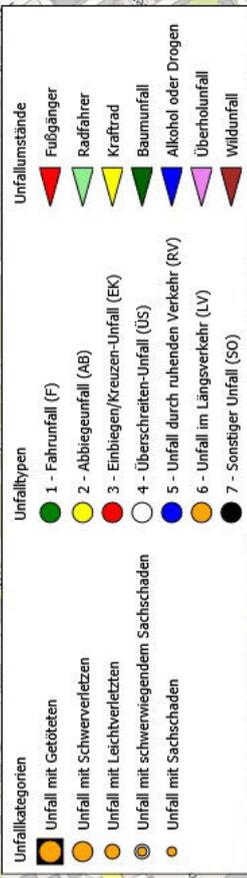


1-JK RF-U(P) 2014

TR\_PA

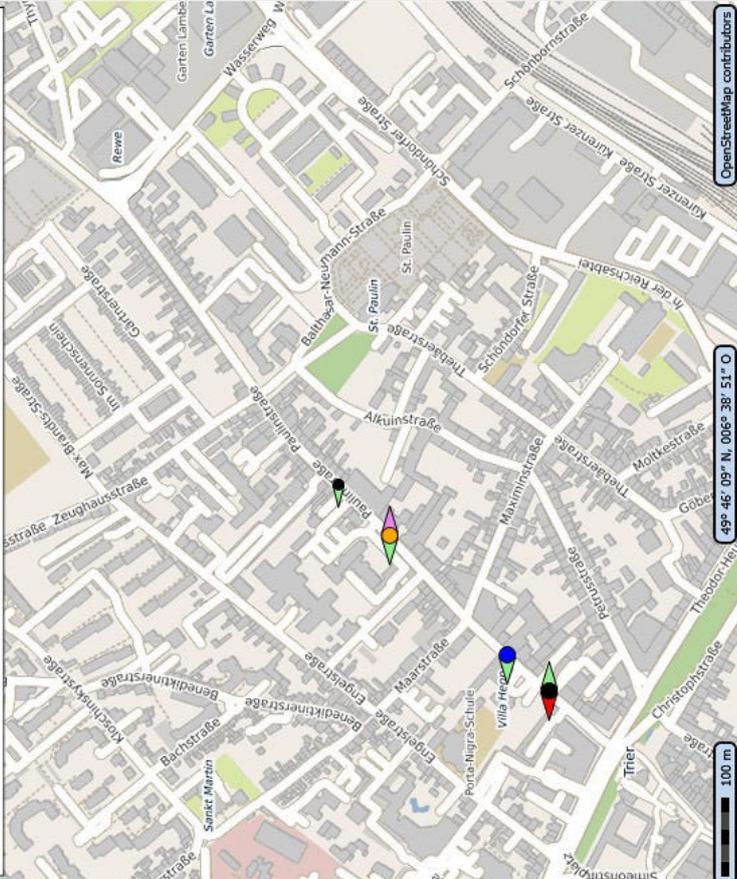
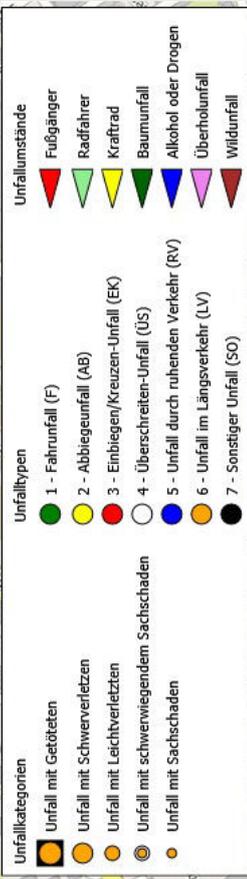


1-JK Rf-U(p) 08/18-07/19

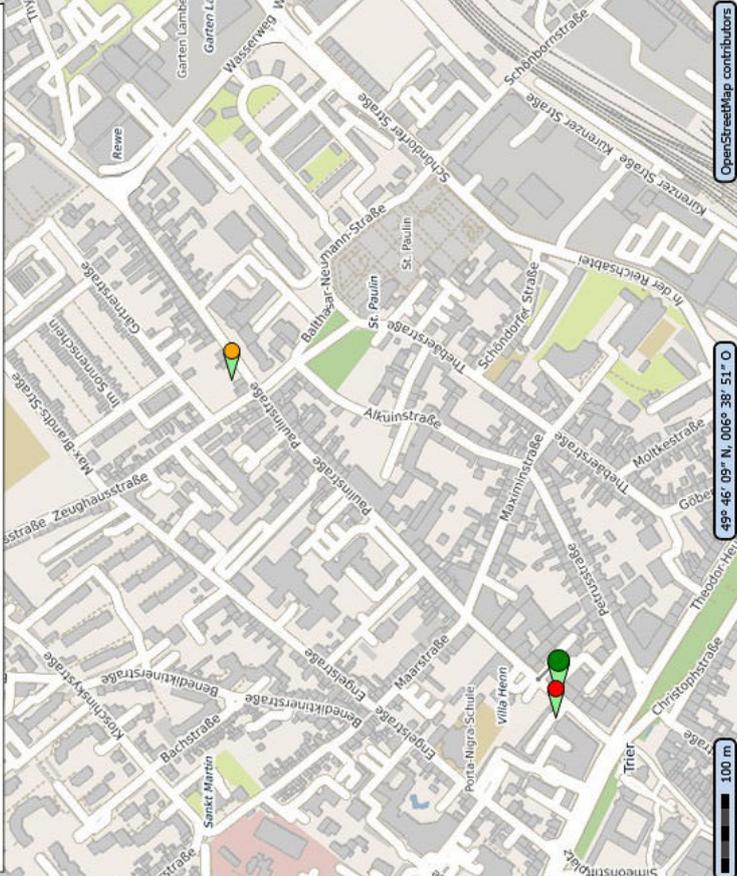
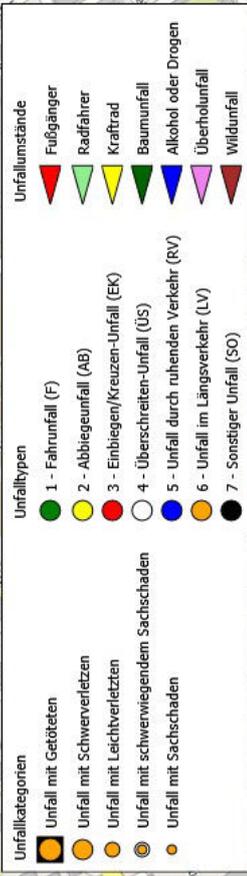


1-JK Rf-U(p) 08/19-07/20

TR\_PA



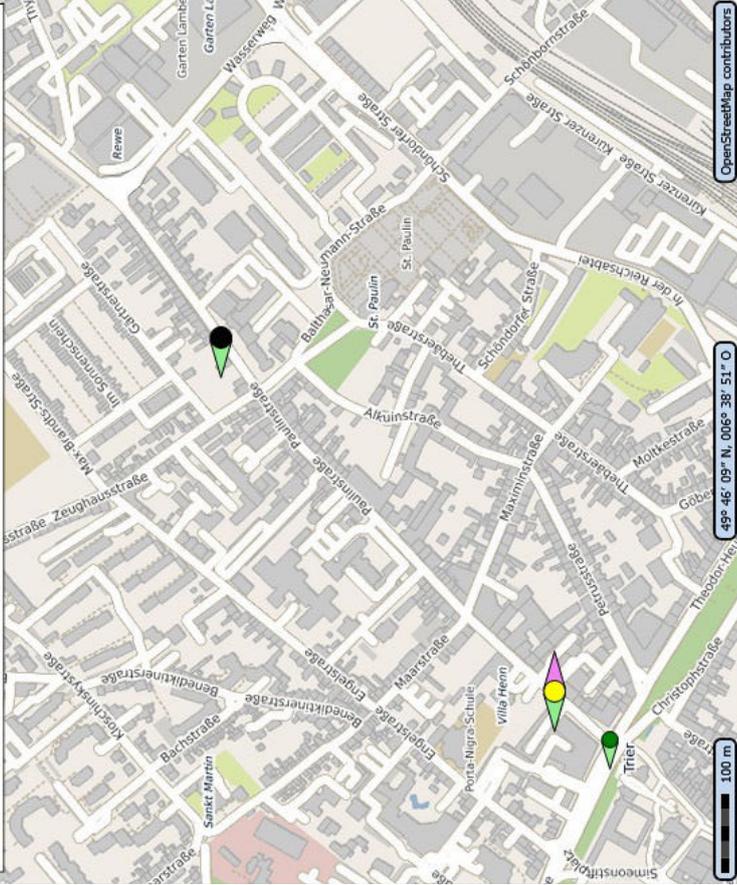
1-JK Rf-U(p) 2016



1-JK Rf-U(p) 2017

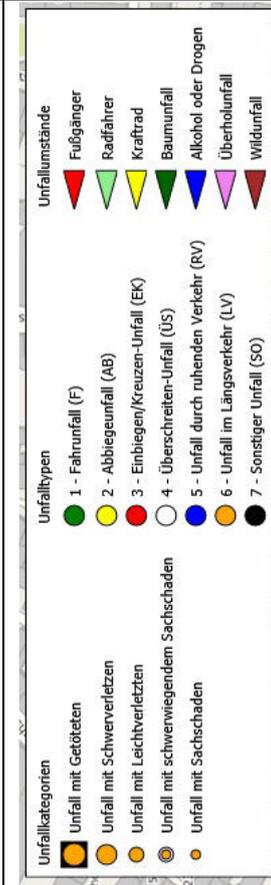
# TR\_PA

Unfallkategorie	Unfalltypen	Unfallumstände
Unfall mit Getöteten	1 - Fahrunfall (F)	Fußgänger
Unfall mit Schwerverletzten	2 - Abbiegeunfall (AB)	Radfahrer
Unfall mit Leichtverletzten	3 - Einbiegen/Kreuzen-Unfall (EK)	Kraftrad
Unfall mit schwerwiegendem Sachschaden	4 - Überschreiten-Unfall (ÜS)	Baumannfall
Unfall mit Sachschaden	5 - Unfall durch ruhenden Verkehr (RV)	Alkohol oder Drogen
	6 - Unfall im Längsverkehr (LV)	Überholunfall
	7 - Sonstiger Unfall (SO)	Wildunfall

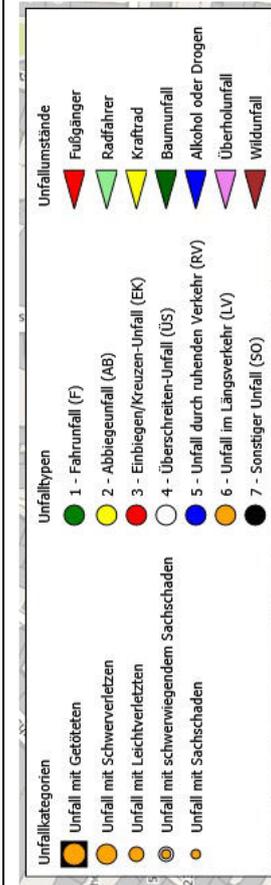


1-JK Rf-Up) 2015

TR\_WB

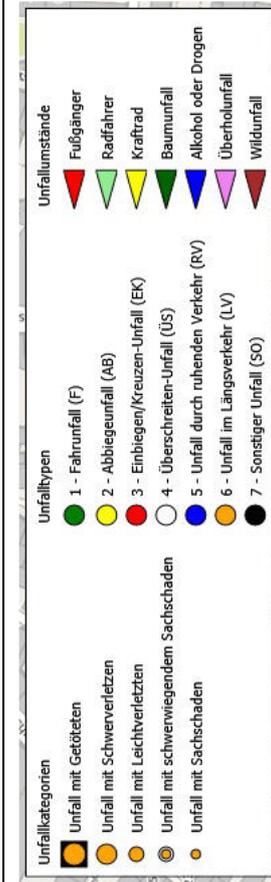
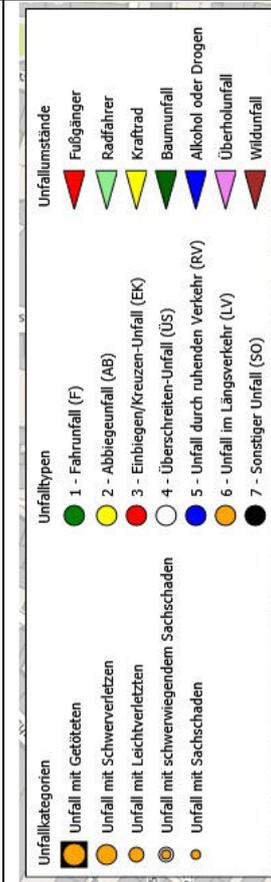


1-JK rf-up) 08/19-07/20



1-JK rf-up) 08/18-07/19

TR\_WB



1-JK rf-up) 2017

1-JK rf-up) 2016



Anhang 9: Ergebnisse derjenigen Strecken in der Pilotphase, auf denen nur Vorher- bzw. nur Nachher-Befragungen stattfinden konnten

Nachfolgend werden die Ergebnisse derjenigen Strecken aus der Pilotphase dargestellt, auf denen aus organisatorischen Gründen nur Vorher- (RA) bzw. Nachher- (AR\_BR, AR\_HL, ST) Befragungen stattfinden konnten.

a. RA (Vorher-Erhebung)

Insgesamt wurden in RA 249 Personen vor Ort befragt, davon 153 vor Ort und 96 postalisch (davon 22 Fragebögen vor Ort ausgehändigt). Von den vor Ort Befragten waren 74 zu Fuß, 34 mit dem Kfz und 45 mit dem Rad auf der Strecke unterwegs. Im Schnitt waren die Befragten 1963 geboren (N = 249; SD= 18,2 Jahre, Range von 1925 bis 2000). 51,0% waren Männer, 47,8% Frauen. Drei Personen (1,2%) hatten keine Angabe gemacht. Für 47,9% war das (Fach-) Abitur der höchste Schulabschluss, gefolgt von 31,5% mit einem Schulabschluss nach 10 Schuljahren (mittlere Reife, Realschulabschluss). 48,6% gaben als höchsten Ausbildungsabschluss eine Berufsausbildung bzw. Lehre an, gefolgt von 28,8% mit einem Master oder Diplom. 82,6% der Befragten besaßen einen Führerschein, im Schnitt hatten sie ihn 1982 gemacht (SD = 15,7 Jahre, Range von 1944 bis 2018). 81,8% der Personen, die einen Führerschein besaßen, konnten jederzeit über ein Kfz verfügen und gaben an, im Schnitt jährlich 5 000 bis 10 000 km damit zurückzulegen. Sie fuhren täglich bis 1-2 Tage die Woche mit dem Kfz, gingen täglich zu Fuß, fuhren 1-2 Tage pro Woche mit dem Rad und 1-2 Tage im Monat mit dem Rad auf der Untersuchungsstrecke.

Gefragt nach der Bedeutung der Piktogramme gaben die Befragten an, sie würden einen Radweg symbolisieren (12,3% bei 253 Nennungen von 249 Befragten, Mehrfachantworten möglich), Radfahrende sollten dort fahren (13,6%), es handle sich um eine Richtungsangabe für Radfahrende (13,6%) oder die Aufmerksamkeit Kfz-Fahrender solle auf Radfahrende auf der Fahrbahn gelenkt werden (18,1%). Insgesamt waren 19,0% (N = 184) der Befragten der Meinung, das Radfahren sei auf dem Stadionring nur auf dem Gehweg erlaubt (12,0% vor Ort, N = 150, vs. 50,0% in der postalischen Befragung, N = 34). 76,6% waren der Meinung, es dürfe nur auf der Fahrbahn Rad gefahren werden (84,0% vor Ort vs. 44,1% in der postalischen Befragung). 4,3% hielten beides für erlaubt (4,0% vor Ort vs. 5,9% in der postalischen Befragung). Auch nach gewähltem Verkehrsmodus in der Vor-Ort-Befragung gab es leichte Unterschiede, siehe Abbildung 133.

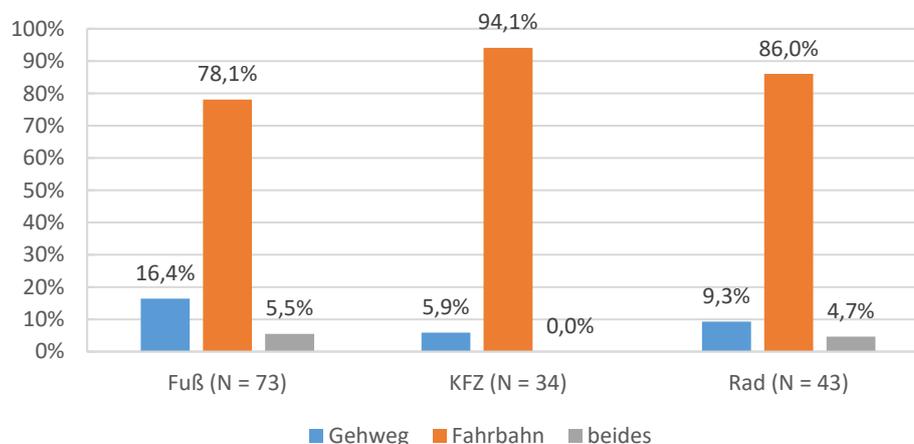
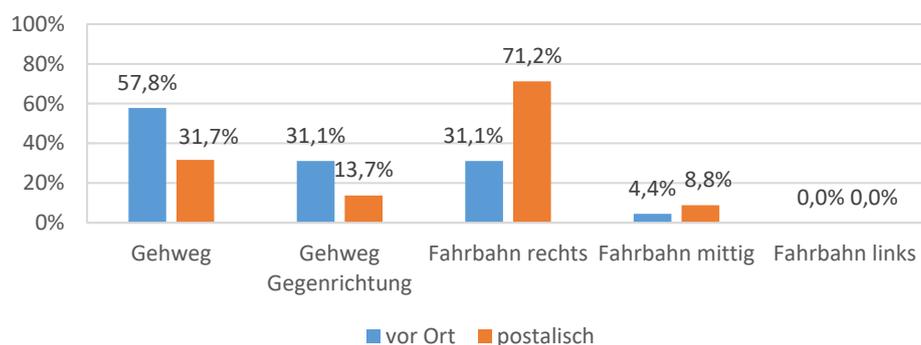


Abbildung 133: Antworten der vor Ort Befragten, wo Radfahren in RA erlaubt sei, nach Verkehrsmodus [%].

Gemittelt über alle Befragten gaben 66,1% (N = 239) an, dass sie die Piktogramme auf der Fahrbahn sinnvoll finden würden (64,0% vor Ort, N = 150, 69,2% postalisch, N = 89). Vor Ort empfanden 71,6% (N = 74) der befragten zu Fuß Gehenden und 65,9% (N = 44) der Rad-, aber nur 43,8% (N = 32) der Kfz-Fahrenden die Symbole als sinnvoll. Gründe für die wahrgenommene (Un-)Sinnhaftigkeit waren die Lenkung der Aufmerksamkeit Kfz-Fahrender auf mögliche Radfahrende auf der Fahrbahn (11,3% bei 177 Nennungen von 232 Befragten, Mehrfachantworten möglich), die Enge der Straße (6,1%) und orts-spezifische Faktoren (21,0%). Ob die Befragten zum Erhebungszeitpunkt zu Fuß, mit dem Kfz oder Rad unterwegs waren, hatte in einer multivariaten Kovarianzanalyse einen signifikanten Einfluss auf das Sicherheitsgefühl und die Interaktions-Einschätzungen der Befragten,  $V = 0,137$ ,  $F(4, 278) = 5,120$ ,  $p = 0,001$ ,  $\eta^2_p = 0,069$ . Univariat zeigte sich ein signifikanter Einfluss des Verkehrsmodus auf das Sicherheitsgefühl,  $F(2, 139) = 11,013$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta^2_p = 0,137$ , nicht aber auf die Interaktions-Einschätzungen,  $F(2, 139) = 0,484$ ,  $p = 0,617$ ,  $\eta^2_p = 0,007$ . Ob die befragte Person in den letzten drei Jahren einen (Bei-nahe-)Unfall mit Radbeteiligung auf der Strecke erlebt hatte, beeinflusste signifikant ihre Einschätzungen,  $V = 0,081$ ,  $F(2, 138) = 6,093$ ,  $p = 0,003$ ,  $\eta^2_p = 0,081$ . Dies galt univariat sowohl für das Sicherheitsgefühl,  $F(1, 139) = 6,478$ ,  $p = 0,012$ ,  $\eta^2_p = 0,045$ , als auch für die Interaktions-Einschätzungen,  $F(1, 139) = 7,667$ ,  $p = 0,006$ ,  $\eta^2_p = 0,052$ . Personen, die bereits eine kritische Situation erlebt hatten, fühlten sich unsicherer ( $M_{\text{Unfall}} = 2,5$ ,  $SD_{\text{Unfall}} = 1,4$ ,  $M_{\text{kein Unfall}} = 3,9$ ,  $SD_{\text{kein Unfall}} = 1,23$ ) und nahmen die Interaktionen mit anderen als unangenehmer wahr ( $M_{\text{Unfall}} = 2,3$ ,  $SD_{\text{Unfall}} = 1,36$ ,  $M_{\text{kein Unfall}} = 3,4$ ,  $SD_{\text{kein Unfall}} = 1,36$ ). Zu Fuß Gehende ( $M = 4,0$ ,  $SE = 0,15$ ),  $p = 0,001$ , und Kfz-Fahrende ( $M = 4,3$ ,  $SE = 0,22$ ),  $p < 0,001$ , fühlten sich signifikant sicherer als Radfahrende ( $M = 3,0$ ,  $SE = 0,20$ ). Die Unterschiede zwischen zu Fuß Gehenden und Kfz-Fahrenden waren nicht signifikant,  $p = 0,537$ . Deskriptiv nahmen zu Fuß Gehende ( $M = 3,3$ ,  $SE = 0,17$ ) und Kfz-Fahrende ( $M = 3,5$ ,  $SE = 0,25$ ) die Interaktionen mit Radfahrenden als etwas angenehmer wahr als umgekehrt Radfahrende die Interaktionen mit Kfz-Fahrenden ( $M = 3,1$ ,  $SE = 0,23$ ). Diese Unterschiede waren jedoch nicht signifikant.

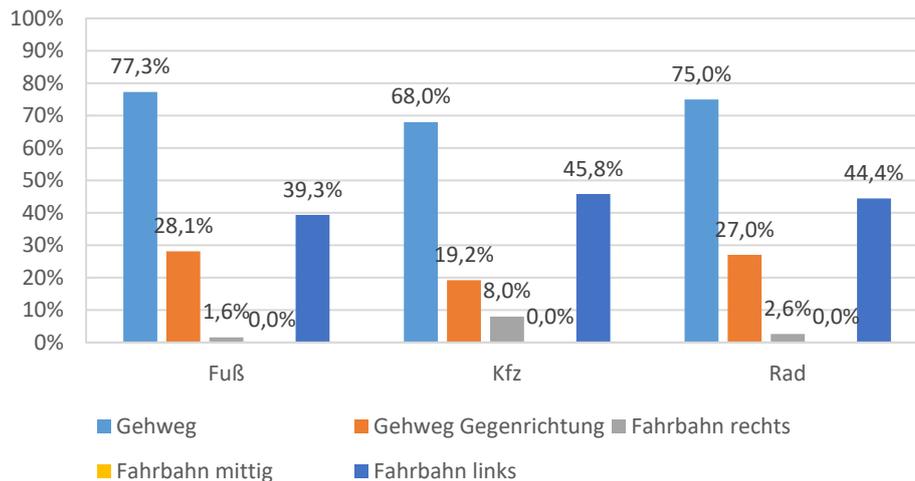
Gefragt danach, welche Flächen die Radfahrenden mindestens oft auf der Strecke nutzen, gaben 42,9% (N = 105) an, oft oder immer den Gehweg zu nutzen, 21,9% (N = 96) auch in Gegenrichtung. 55,0% (N = 111) nutzten mindestens oft die Fahrbahn rechts, 6,3% (N = 79) auch die Fahrbahn mittig. Keine der befragten Versuchspersonen (0,0%, N = 76) nutzte oft oder immer die Fahrbahn links. Zwischen den Befragungsarten zeigen sich Unterschiede, die in Abbildung 134 zu sehen sind.



	Gehweg	Gehweg Gegenrichtung	Fahrbahn rechts	Fahrbahn mittig	Fahrbahn links
<b>N vor Ort</b>	45	45	45	45	44
<b>N postalisch</b>	60	51	66	34	32

Abbildung 134: Antwort der vor Ort befragten Radfahrenden und postalisch Befragten, welche Fläche sie in RA mindestens oft mit dem Rad nutzen [%].

Die Befragten gaben an, 71,4% (N = 199) der anderen Radfahrende würden mindestens oft den Gehweg nutzen, 43,1% (N = 181) auch den Gehweg in Gegenrichtung. 32,3% (N = 189) würden oft oder immer die Fahrbahn rechts nutzen, 2,4% (N = 165) auch die Fahrbahn mittig und 0,0% (N = 163) die Fahrbahn links. Unterschiede nach Befragungsart zeigten sich insbesondere bei der Nutzung des rechten Fahrbahnrandes – 26,0% (N = 127) der vor Ort Befragten, aber 45,2% (N = 62) der postalisch Befragten gaben an, andere Radfahrende würden diese Fläche mindestens oft nutzen. Zudem zeigten sich auch leichte Unterschiede in der Vor-Ort-Befragung nach gewähltem Verkehrsmodus (vgl. Abbildung 135).



	Gehweg	Gehweg Gegenrichtung	Fahrbahn rechts	Fahrbahn mittig	Fahrbahn links
<b>N Fuß</b>	66	64	63	63	61
<b>N Kfz</b>	25	26	25	25	24
<b>N Rad</b>	40	37	38	38	36

Abbildung 135: Antwort der vor Ort Befragten, welche Flächen andere Radfahrende in RA mindestens oft mit dem Rad nutzen [%].

Wie die Teilnehmenden zum Zeitpunkt der Befragung unterwegs waren (zu Fuß, mit dem Kfz oder mit dem Rad), hatte in einer univariaten Kovarianzanalyse keinen signifikanten Einfluss auf ihre Einschätzung der Geschwindigkeit der vorbeifahrenden Kfz,  $F(2, 139) = 0,470, p = 0,626, \eta^2_p = 0,007$ . Ebenso hatte der Verkehrsmodus keinen signifikanten Einfluss auf die Einschätzung der Überholabstände der Kfz beim Vorbeifahren an Radfahrenden,  $F(2, 138) = 0,373, p = 0,690, \eta^2_p = 0,005$ . Im Mittel schätzten die Befragten die Geschwindigkeit der Kfz als etwas schneller als die erlaubte Höchstgeschwindigkeit ein ( $M = 3,7, SE = 0,07$ ) und den Abstand als etwas zu gering ein ( $M = 2,8, SE = 0,14$ ). Es zeigten sich keine signifikanten Unterschiede nach Geschlecht, Alter, Verkehrsmodusnutzung und Unfällen auf der Strecke. 17 Befragte (9,5%,  $N = 179$ ) hatten in den letzten drei Jahren einen Unfall oder Beinahe-Unfall mit Radbeteiligung erlebt, davon 12 in der Vor-Ort- (darunter 3 zu Fuß Gehende, eine Kfz-fahrende Person und 7 Radfahrende) und 5 in der postalischen Befragung. 14,1% (bei 376 Nennungen von 205 Befragten, Mehrfachantworten möglich) der Befragten fanden auf der Untersuchungsstrecke nichts problematisch, 18,4% war die Straße zu eng. 13,6% kritisierten zu enge Überholabstände der Kfz, 27,1% die Rücksichtslosigkeit der Kfz-Fahrenden. 13,1% (bei 236 Nennungen von 182 Befragten, Mehrfachantworten möglich) wünschten sich zur Verbesserung der Verkehrssicherheit mehr Querungsmöglichkeiten auf der Strecke, 12,7% eine Verbesserung der Ampelschaltung, 14,8% Schutzstreifen, 36,4% gaben an, nichts ändern zu wollen.

## b. AR\_BR (Nachher-Erhebung)

Insgesamt wurden auf der Strecke AR\_BR 109 Personen vor Ort befragt. Von ihnen waren 35 zu Fuß, 48 mit dem Kfz und 15 mit dem Rad auf der Strecke unterwegs. 11 Personen wurde der Fragebogen vor Ort ausgehändigt und sie sendeten ihn postalisch zurück; sie wurden aus der Analyse ausgeschlossen. Im Schnitt waren die Befragten 1962 geboren (N = 109; SD = 16,0 Jahre, Range von 1929 bis 1997). 55,1% waren Männer, 44,9% Frauen. Für 38,0% war das (Fach-) Abitur der höchste Schulabschluss, gefolgt von 30,4% mit einem Schulabschluss nach 10 Schuljahren (mittlere Reife, Realschulabschluss). 65,6% gaben als höchsten Ausbildungsabschluss eine Berufsausbildung bzw. Lehre an, gefolgt von 10,8% mit einem Master oder Diplom. 90,6% der Befragten besaßen einen Führerschein, im Schnitt hatten sie ihn 1982 gemacht (SD = 14,2 Jahre, Range von 1954 bis 2019). 94,2% der Personen, die einen Führerschein besaßen, konnten jederzeit über ein Kfz verfügen und gaben an, im Schnitt jährlich 10 000 bis 20 000 km damit zurückzulegen. Sie fuhren täglich bis 4-5 Tage die Woche mit dem Kfz, gingen täglich zu Fuß und fuhren 1-2 Tage pro Woche mit dem Rad.

97,1% (N = 35) der zu Fuß Gehenden, 89,6% (N = 48) der Kfz-Fahrenden und 100% (N = 15) der Radfahrenden waren die Piktogramme auf der Fahrbahn bereits aufgefallen. Gefragt nach der Bedeutung der Piktogramme gaben 42,9% (bei 126 Nennungen von 110 Befragten, Mehrfachantworten möglich) an, die Symbole sollten die Aufmerksamkeit der Kfz-Fahrenden auf mögliche Radfahrende auf der Fahrbahn lenken und Radfahrenden klarmachen, dass sie die Fahrbahn nutzen dürfen (15,9%). Die Mehrheit der Befragten (78,9% bei 95 Nennungen von 110 Befragten, Mehrfachantworten möglich) hatte sich die Bedeutung der Piktogramme selbst erschlossen. Insgesamt waren 92,8% (N = 97) der Befragten der Meinung, Radfahren sei nur auf der Fahrbahn erlaubt. 7,2% hielten sowohl Gehweg- als auch Fahrbahnfahren mit dem Rad für erlaubt. Keine Versuchsperson war der Meinung, Radfahren sei nur auf dem Gehweg erlaubt. Dabei gab es leichte Unterschiede zwischen den verschiedenen Verkehrsteilnehmenden: Kfz-Fahrende (94,1%, N = 48) und zu Fuß Gehende (93,8%, N = 34) hielten das Radfahren nur auf der Fahrbahn eher für erlaubt als Radfahrende (86,7%, N = 15; vgl. Abbildung 136).

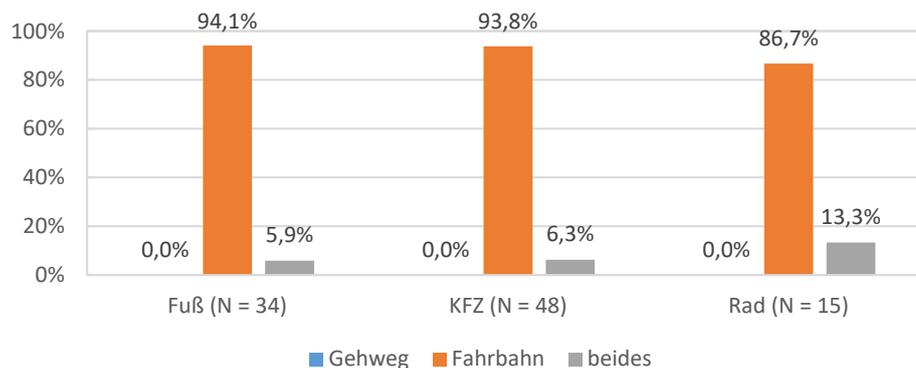


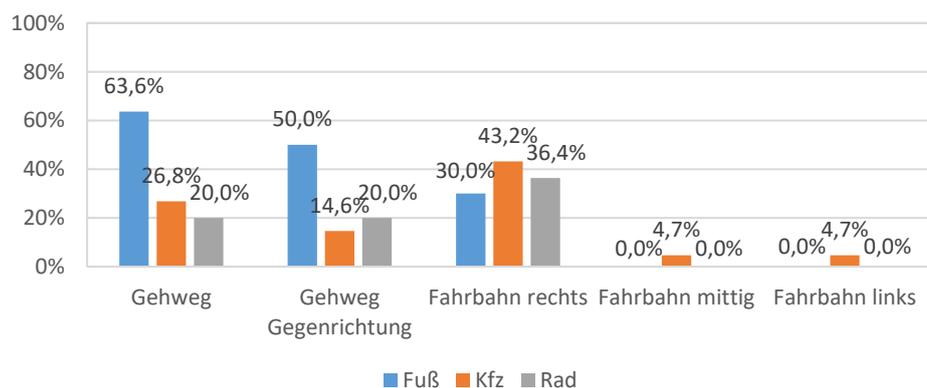
Abbildung 136: Antworten der Befragten auf die Frage, wo Radfahren auf der Strecke AR\_BR erlaubt ist, nach Verkehrsmodus [%].

86,0% (N = 93) der Verkehrsteilnehmenden hielten das Überfahren der Symbole mit dem Kfz für erlaubt, 4,3% hielten es zum Ausweichen des Gegenverkehrs für erlaubt. 9,7% waren der Meinung, die Symbole dürften mit dem Kfz nicht überfahren werden.

Radfahrende empfanden die Symbole mit 57,1% (N = 14) als sinnvoller als die befragten zu Fuß Gehenden (47,1%, N = 34) und Kfz-Fahrenden (47,9%, N = 48). Befürwortende der Maßnahmen gaben an, dass durch die Piktogramme die Aufmerksamkeit und Rücksichtnahme der Kfz-Fahrenden erhöht sei (14,6% bei 103 Nennungen von 111 Befragten, Mehrfachantworten möglich). Als Hauptargumente ge-

gen die Piktogramme wurden genannt, dass die Straße zu eng sei für ein gemeinsames Befahren durch Rad- und Kfz-Fahrende (15,5%) und dass die Piktogramme gefährlich seien (11,7%). Wie die Befragten zum Erhebungszeitpunkt unterwegs waren (zu Fuß/mit dem Kfz/ mit dem Rad), hatte in einer multivariaten Kovarianzanalyse einen signifikanten Einfluss auf das Sicherheitsgefühl und die Interaktions-Einschätzungen der Befragten,  $V = 0,283$ ,  $F(4, 146) = 6,023$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta^2_p = 0,142$ . Univariat zeigte sich ein signifikanter Einfluss des Verkehrsmodus auf das Sicherheitsgefühl,  $F(2, 73) = 10,638$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta^2_p = 0,226$ , nicht aber auf die Interaktions-Einschätzungen,  $F(2, 73) = 2,101$ ,  $p = 0,130$ ,  $\eta^2_p = 0,054$ . Zu Fuß Gehende ( $M = 4,301$ ,  $SE = 0,211$ ) und Kfz-Fahrende ( $M = 4,464$ ,  $SE = 0,154$ ) fühlten sich signifikant sicherer als Radfahrende ( $M = 2,753$ ,  $SE = 0,325$ ), jeweils  $p < 0,001$ . Deskriptiv nahmen zu Fuß Gehende ( $M = 3,8$ ,  $SE = 0,29$ ) und Kfz-Fahrende ( $M = 3,1$ ,  $SE = 0,21$ ) die Interaktionen mit Radfahrenden als etwas angenehmer wahr als umgekehrt Radfahrende die Interaktionen mit Kfz-Fahrenden ( $M = 2,9$ ,  $SE = 0,44$ ). Diese Unterschiede waren jedoch nicht signifikant. Es zeigten sich zudem keine signifikanten Unterschiede nach Alter, Geschlecht, Unfällen auf der Strecke und Häufigkeit der Verkehrsmodusnutzung. Für die Veränderung des Sicherheitsgefühls und der Interaktions-Einschätzungen konnten keine signifikanten Einflüsse des Verkehrsmodus gefunden werden,  $V = 0,047$ ,  $F(4, 142) = 0,851$ ,  $p = 0,495$ ,  $\eta^2_p = 0,023$ . Die Befragten gaben an, sich seit dem Aufbringen der Piktogramme gleich sicher zu fühlen ( $M = 3,2$ ,  $SE = 0,09$ ) und die Interaktionen mit anderen Verkehrsteilnehmenden als gleich angenehm wahrzunehmen ( $M = 3,2$ ,  $SE = 0,11$ ).

Gefragt danach, welche Fläche sie mit dem Rad oft oder immer nutzen, gaben 33,3% ( $N = 15$ ) der Radfahrenden den Gehweg, weitere 33,3% ( $N = 15$ ) den Gehweg in Gegenrichtung, 64,3% ( $N = 14$ ) den rechten und 7,1% ( $N = 14$ ) den mittleren Teil des Fahrstreifens an. 0,0% ( $N = 14$ ) gaben dem linken Teil des Fahrstreifens an. Die befragten Radfahrenden gaben an, ihre Nutzung des Gehwegs bzw. des Gehwegs in Gegenrichtung sowie der Fahrbahn mittig oder links habe sich nicht geändert. 93,3% ( $N = 15$ ) der Befragten gaben an, sie würden nach dem Aufbringen der Piktogramme gleich oft auf der Fahrbahn rechts fahren; 6,7% gaben an, sie würden diesen Bereich nun etwas mehr nutzen. In Bezug auf das Fahrverhalten anderer Radfahrender gaben insbesondere die befragten zu Fuß Gehenden an, Radfahrende würden oft oder immer den Gehweg (auch in Gegenrichtung) nutzen; dieser Anteil war bei Kfz- und Radfahrenden deutlich kleiner (vgl. Abbildung 137).



	Gehweg	Gehweg Gegenrichtung	Fahrbahn rechts	Fahrbahn mittig	Fahrbahn links
<b>N Fuß</b>	33	30	30	28	32
<b>N Kfz</b>	41	44	43	43	41
<b>N Rad</b>	10	11	11	11	10

Abbildung 137: Antwort der Verkehrsteilnehmenden auf die Frage, welche Fläche andere Radfahrende mit dem Rad mindestens oft oder immer nutzen, auf der Strecke AR\_BR, nach Verkehrsmodus [%].

Nach dem Aufbringen der Piktogramme gaben 14,3% (N = 63) der Befragten an, dass nun weniger Radfahrende auf dem Gehweg fahren würden und 6,3% (N = 63), dass weniger Radfahrende auf dem Gehweg in Gegenrichtung fahren würden. 18,8% (N = 64) nahmen nun etwas mehr Radfahrende auf der Fahrbahn rechts wahr. Zu Fuß Gehende (17,4%, N = 23) und Kfz-Fahrende (28,6%, N = 33) nahmen eher einen Rückgang der Zahl der Radfahrenden auf dem Gehweg wahr als Radfahrende (9,1%, N = 7). Ein ähnliches Ergebnis zeigte sich auch für die Gehwegnutzung in Gegenrichtung. Bezüglich des Fahrbahnfahrens stimmten die Urteile der verschiedenen Verkehrsteilnehmenden eher überein.

Während im Schnitt, wie bereits weiter oben erwähnt, 86,0% (N = 93) der Befragten angegeben hatten, das Überfahren der Symbole mit dem Kfz sei erlaubt bzw. zum Ausweichen erlaubt (4,3%), gaben 78,1% (N = 96) an, die Symbole mit dem Kfz auch selbst zu überfahren. 16,7% gaben an, den Symbolbereich mit dem Kfz nur zum Ausweichen zu nutzen. Insbesondere zu Fuß Gehende beeinflussten dieses Ergebnis, wie Abbildung 138 zeigt.

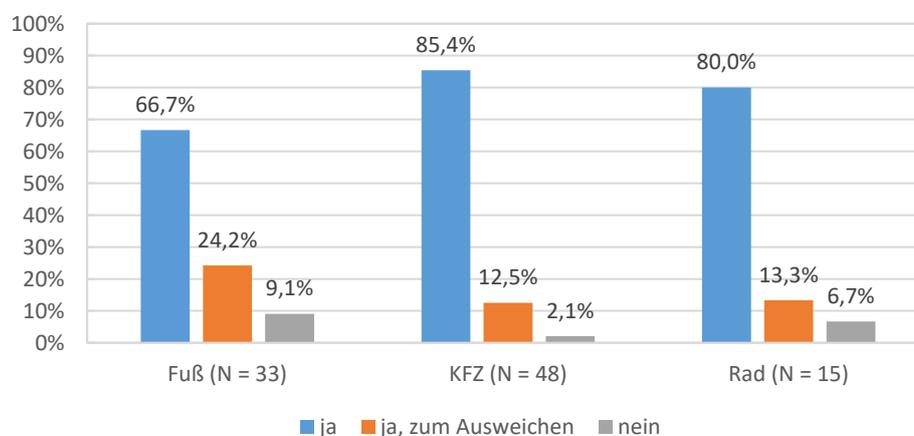


Abbildung 138: Antwort der Befragten, ob sie die Piktogramme auf der Strecke AR\_BR selbst mit dem Kfz überfahren würden, nach Verkehrsmodus (Prozentsatz nach Verkehrsmodus).

Ob die Teilnehmenden zum Zeitpunkt der Befragung zu Fuß, mit dem Kfz oder Rad unterwegs waren, hatte in einer univariaten Kovarianzanalyse einen signifikanten Einfluss auf ihre Einschätzung der Geschwindigkeit der vorbeifahrenden Kfz,  $F(2, 74) = 3,395$ ,  $p = 0,039$ ,  $\eta^2_p = 0,084$ . Zu Fuß Gehende ( $M = 4,1$ ,  $SE = 0,17$ ) schätzten die vorbeifahrenden Kfz als signifikant schneller ein als Kfz-Fahrende ( $M = 3,5$ ,  $SE = 0,13$ ),  $p = 0,034$ , und deskriptiv auch als Radfahrende ( $M = 3,7$ ,  $SE = 0,27$ ),  $p = 0,831$ . Zu Fuß Gehende berichteten seit dem Aufbringen der Piktogramme keine Veränderung der Geschwindigkeit der Kfz; 10,5% der Kfz- und 9,1% der Radfahrenden nahmen sie als etwas langsamer wahr. Der Rest hatte keine Veränderung bemerkt. Wie die Befragten unterwegs waren (zu Fuß/ mit dem Kfz/ mit dem Rad), hatte in einer univariaten Varianzanalyse keinen signifikanten Einfluss auf ihre Einschätzungen des Abstands zwischen überholendem Kfz und Radfahrenden,  $F(2, 74) = 0,317$ ,  $p = 0,729$ ,  $\eta^2_p = 0,008$ . Im Mittel schätzten die Befragten die den Abstand als etwas zu gering ein ( $M = 2,9$ ,  $SE = 0,22$ ). Deskriptiv nahmen zu Fuß Gehende ( $M = 3,1$ ,  $SE = 0,37$ ) den Abstand als größer wahr als Kfz-Fahrende ( $M = 3,0$ ,  $SE = 0,27$ ) und Radfahrende ( $M = 2,5$ ,  $SE = 0,58$ ). 9,5% (N = 21) der zu Fuß Gehenden und 6,5% (N = 31) der Kfz-Fahrenden nahmen die Überholabstände nach dem Aufbringen der Piktogramme als etwas größer wahr, der Rest hatte, ebenso wie die Radfahrenden, keine Veränderungen bemerkt. Alter, Geschlecht der Befragten, Unfälle auf der Strecke und Häufigkeit der Verkehrsmodusnutzung beeinflussten die Einschätzungen zu Geschwindigkeiten der Kfz und Überholabständen nicht signifikant. 3 Radfahrende (2,8%, N = 98) hatten auf der Untersuchungsstrecke bereits einen Unfall oder Beinahe-Unfall mit Radbeteiligung erlebt (2 vor dem Aufbringen der Piktogramme, 1

danach). 21,5% (bei 135 Nennungen von 110 Befragten, Mehrfachantworten möglich) der Befragten empfanden auf der Untersuchungsstrecke nichts als problematisch, 13,3% bemängelten zu viele Kfz und 14,8% die hohe Geschwindigkeit der Kfz. 13,3% empfanden die Straße als zu eng. 36,3% der Befragten merkten andere, ortsspezifische Faktoren an. Eine Aufschlüsselung nach Verkehrsmodus ist Abbildung 139 zu entnehmen.

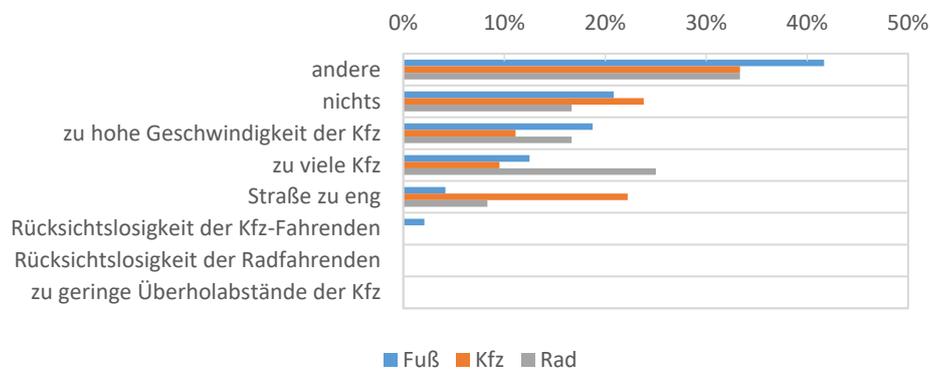


Abbildung 139: Aspekte, die die Befragten in AR\_BR problematisch finden, nach Verkehrsmodus. Mehrfachnennungen möglich. Achtung: Skala geht nur bis 50%! N = 106, 135 Nennungen (Prozentsatz auf Basis der Nennungen nach Verkehrsmodus).

24,0% (bei 100 Nennungen von 85 Befragten, Mehrfachantworten möglich) der Verkehrsteilnehmenden (davon 41,1% der zu Fuß Gehenden bei 34 Nennungen, aber nur 13,3% der Kfz-Fahrenden bei 45 Nennungen und 19,0% der Radfahrenden bei 21 Nennungen) wünschten sich für die Zukunft mehr Querungsmöglichkeiten auf der Strecke. 19,0% der Befragten wünschten sich eine Reduktion der erlaubten Geschwindigkeit für Kfz, 20,0% einen Radweg (davon nur 2,9% der zu Fuß Gehenden, aber 31,1% der Kfz- und 23,8% der Radfahrenden, vgl. Abbildung 140).

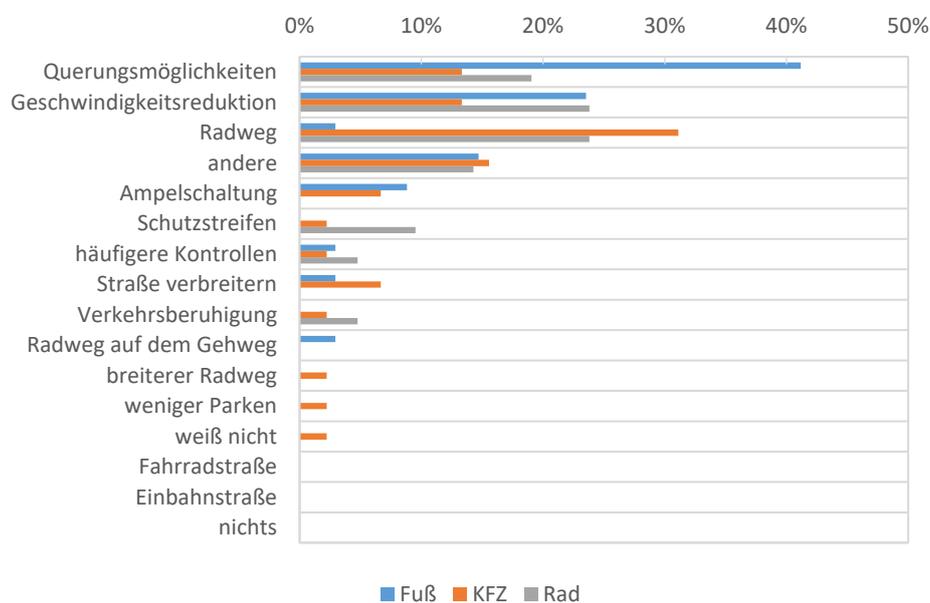


Abbildung 140: Maßnahmen, die sich die Befragten zur Verbesserung der Verkehrssicherheit in AR\_BR wünschen, nach Verkehrsmodus. Mehrfachantworten möglich. Achtung: Skala geht nur bis 50%! N = 85, dabei 34 Nennungen von zu Fuß Gehenden, 45 von Kfz-Fahrenden und 21 von Radfahrenden (Prozentsatz auf Basis der Nennungen nach Verkehrsmodus).

### c. AR\_HL (Nachher-Erhebung)

Auf der Strecke AR\_HL wurden insgesamt 218 Personen vor Ort befragt. Von ihnen waren 136 zu Fuß, 56 mit dem Kfz und 18 mit dem Rad auf der Strecke unterwegs. 8 Personen waren vor Ort in Eile gewesen und hatten den Fragebogen mitgenommen und postalisch zurückgesandt. Sie wurden aus den Analysen ausgeschlossen. Im Schnitt waren die Befragten 1965 geboren ( $N = 218$ ;  $SD = 17,8$  Jahre, Range von 1926 bis 2003). 52,9% waren Männer, 46,6% Frauen, bei einer Person wurde keine Angabe gemacht (0,5%). Für 35,2% war das (Fach-) Abitur der höchste Schulabschluss, gefolgt von 26,6 % mit einem Schulabschluss nach 10 Schuljahren (mittlere Reife, Realschulabschluss). 60,0% gaben als höchsten Ausbildungsabschluss eine Berufsausbildung bzw. Lehre an, gefolgt von 21,0% mit einer Promotion. 80,8% der Befragten besaßen einen Führerschein, im Schnitt hatten sie ihn 1985 gemacht ( $SD = 16,0$  Jahre, Range von 1954 bis 2019). 89,2% der Personen, die einen Führerschein besaßen, konnten jederzeit über ein Kfz verfügen und gaben an, im Schnitt jährlich 10 000 bis 20 000 km damit zurückzulegen. Sie fuhren 4-5 Tage die Woche mit dem Kfz, gingen täglich zu Fuß und fuhren weniger als 1-2 Tage pro Monat mit dem Rad und nie mit dem Rad auf der Untersuchungsstrecke.

88,1% ( $N = 135$ ) der zu Fuß Gehenden, 85,7% ( $N = 56$ ) der Kfz- und 88,9% ( $N = 18$ ) der Radfahrenden waren die Piktogramme auf der Fahrbahn bereits aufgefallen. Von den Befragten waren 31,3% (bei 262 Nennungen von 211 Befragten, Mehrfachantworten möglich) der Meinung, dass die Piktogramme Kfz-Fahrende auf mögliche Radfahrende auf der Fahrbahn aufmerksam machen sollen. 15,6% waren der Meinung, die Piktogramme geben an, dass Radfahrende dort fahren dürfen, weitere 11,8% gaben als Bedeutung „Radweg“ an. Mit 71,9% (bei 210 Nennungen bei 210 Befragten, Mehrfachantworten möglich) hatten die meisten Befragten sich die Bedeutung der Piktogramme selbst erschlossen. Im Schnitt hielten 95,7% ( $N = 209$ ) der Verkehrsteilnehmenden das Radfahren nur auf der Fahrbahn für erlaubt (davon 96,3% der zu Fuß Gehenden,  $N = 125$ , und 100% der Kfz-Fahrenden,  $N = 56$ , aber nur 77,8% der Radfahrenden,  $N = 18$ ). 4,3% (davon 3,8% der zu Fuß Gehenden, 0,0% der Kfz- und 22,2% der Radfahrenden) hielten das Radfahren sowohl auf dem Gehweg als auch auf der Fahrbahn für erlaubt. Im Schnitt gaben 89,6% ( $N = 193$ ) an, das Überfahren der Piktogramme mit dem Kfz sei uneingeschränkt erlaubt, 2,1% gaben an, dies sei nur zum Ausweichen bei Gegenverkehr erlaubt. 8,3% hielten das Überfahren der Symbole mit dem Kfz für nicht erlaubt, wobei sich keine relevanten Unterschiede nach dem Verkehrsmodus zum Befragungszeitpunkt zeigten.

60,4% ( $N = 134$ ) der zu Fuß Gehenden, 55,4% ( $N = 56$ ) der Kfz- und 61,1% ( $N = 18$ ) der Radfahrenden empfanden die Piktogramme auf der Fahrbahn als sinnvoll. Als Begründung wurde unter anderem genannt, dass die Piktogramme Kfz-Fahrende auf mögliche Radfahrende auf der Fahrbahn aufmerksam machen (9,6% bei 218 Nennungen von 210 Befragten, Mehrfachantworten möglich) oder die Piktogramme nichts bringen würden (8,7%). 38,1% merkten ortsspezifische Faktoren an. Ob die Befragten zum Erhebungszeitpunkt zu Fuß, mit dem Kfz oder Rad unterwegs waren, hatte in einer multivariaten Kovarianzanalyse einen signifikanten Einfluss auf das Sicherheitsgefühl und die Interaktions-Einschätzungen der Befragten,  $V = 0,093$ ,  $F(4, 348) = 4,225$ ,  $p = 0,002$ ,  $\eta^2_p = 0,046$ . Univariat zeigte sich ein knapp nicht mehr signifikanter Einfluss des Verkehrsmodus auf das Sicherheitsgefühl,  $F(2, 174) = 2,963$ ,  $p = 0,054$ ,  $\eta^2_p = 0,033$ , und ein signifikanter Einfluss auf die Interaktions-Einschätzungen,  $F(2, 174) = 7,444$ ,  $p = 0,001$ ,  $\eta^2_p = 0,079$ . Zu Fuß Gehende ( $M = 4,1$ ,  $SE = 0,11$ ),  $p = 0,052$ , und Kfz-Fahrende ( $M = 4,1$ ,  $SE = 0,17$ ),  $p = 0,094$ , fühlten sich sicherer als Radfahrende ( $M = 3,3$ ,  $SE = 0,30$ ), jeweils  $p < 0,001$ . Zudem nahmen zu Fuß Gehende ( $M = 3,8$ ,  $SE = 0,13$ ),  $p = 0,001$ , und Kfz-Fahrende ( $M = 3,5$ ,  $SE = 0,22$ ),  $p = 0,011$ , die Interaktionen mit Radfahrenden als signifikant angenehmer wahr als umgekehrt Radfahrende die Interaktionen mit Kfz-Fahrenden ( $M = 2,2$ ,  $SE = 0,38$ ). Ob die Befragten auf der

Strecke in den letzten drei Jahren einen Unfall oder Beinahe-Unfall mit Radbeteiligung erlebt hatten, beeinflusste ihre Einschätzungen signifikant,  $V = 0,080$ ,  $F(2, 173) = 6,096$ ,  $p = 0,003$ ,  $\eta^2_p = 0,066$ ; sie fühlten sich unsicherer ( $M = 2,9$ ,  $SD = 1,45$ ) als Personen, die noch keinen (Beinahe-) Unfall auf der Strecke erlebt hatten ( $M = 4,1$ ,  $SD = 1,01$ ) und nahmen die Interaktionen mit anderen Verkehrsteilnehmenden als unangenehmer wahr ( $M_{\text{Unfall}} = 2,2$ ,  $SD_{\text{Unfall}} = 1,54$  vs.  $M_{\text{kein Unfall}} = 3,7$ ,  $SD_{\text{kein Unfall}} = 1,41$ ). Gleiches galt für das Geburtsjahr,  $V = 0,056$ ,  $F(2,173) = 7,545$ ,  $p = 0,001$ ,  $\eta^2_p = 0,080$ . Univariat hatte das Geburtsjahr einen signifikanten Einfluss auf das Sicherheitsgefühl,  $F(8, 174) = 8,413$ ,  $p = 0,004$ ,  $\eta^2_p = 0,046$ , nicht aber auf die Interaktions-Einschätzungen,  $F(8, 174) = 0,496$ ,  $p = 0,482$ ,  $\eta^2_p = 0,003$ . Mit zunehmendem Alter fühlten sich die Befragten immer sicherer ( $M_{\text{unter } 30} = 3,7$ ,  $SD_{\text{unter } 30} = 1,11$ ,  $M_{30-45} = 4,0$ ,  $SD_{30-45} = 1,31$ ,  $M_{45-60} = 4,1$ ,  $SD_{45-60} = 1,01$ ,  $M_{\text{über } 60} = 4,2$ ,  $SD_{\text{über } 60} = 1,01$ ). Für die Veränderung des Sicherheitsgefühls und der Interaktions-Einschätzungen konnten ebenfalls signifikanten Einflüsse des Verkehrsmodus gefunden werden,  $V = 0,058$ ,  $F(4, 342) = 2,543$ ,  $p = 0,040$ ,  $\eta^2_p = 0,029$ . Univariat zeigte sich ein signifikanter Einfluss des Verkehrsmodus auf das Sicherheitsgefühl,  $F(2, 171) = 3,047$ ,  $p = 0,050$ ,  $\eta^2_p = 0,034$ , nicht aber auf die Interaktions-Einschätzungen,  $F(2, 171) = 0,158$ ,  $p = 0,854$ ,  $\eta^2_p = 0,002$ . Die befragten Kfz- ( $M = 3,7$ ,  $SE = 0,15$ ),  $p = 0,060$ , und Radfahrenden ( $M = 3,6$ ,  $SE = 0,27$ ),  $p = 0,865$ , gaben an, sich seit dem Aufbringen der Piktogramme etwas sicherer zu fühlen im Vergleich zu zu Fuß Gehenden ( $M = 3,2$ ,  $SE = 0,10$ ). Die Befragten nahmen die Interaktionen mit anderen Verkehrsteilnehmenden seit dem Aufbringen der Piktogramme als etwas angenehmer wahr ( $M = 3,5$ ,  $SE = 0,12$ ). Gefragt danach, welche Fläche sie mit dem Rad oft oder immer nutzen, gaben 33,3% ( $N = 18$ ) der Radfahrenden den Gehweg, weitere 33,3% ( $N = 18$ ) den Gehweg in Gegenrichtung, 72,2% ( $N = 18$ ) den rechten und 5,6% ( $N = 18$ ) den mittleren Teil des Fahrstreifens an. 0,0% ( $N = 19$ ) gaben den linken Teil des Fahrstreifens an. Die befragten Radfahrenden gaben an, ihre Nutzung des Gehwegs bzw. des Gehwegs in Gegenrichtung sei gleich geblieben oder habe in der Tendenz etwas abgenommen, die Fahrbahnnutzung hingegen etwas zugenommen (vgl. Abbildung 141).

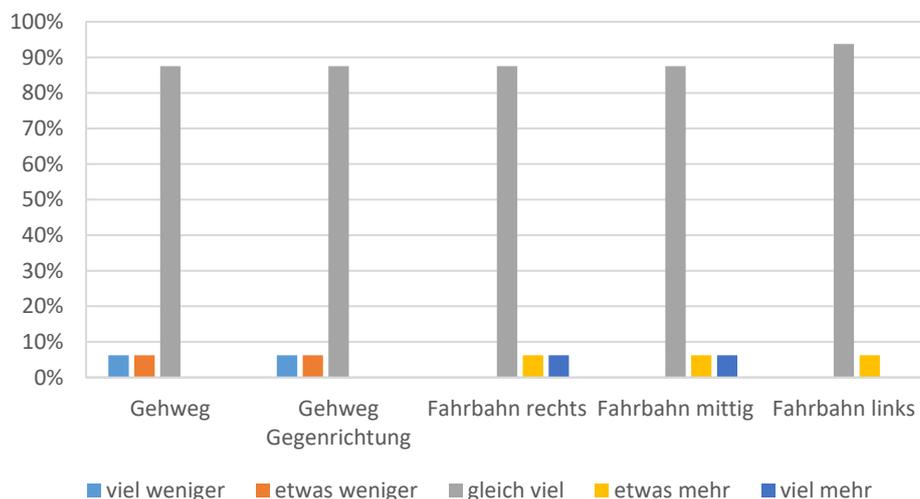
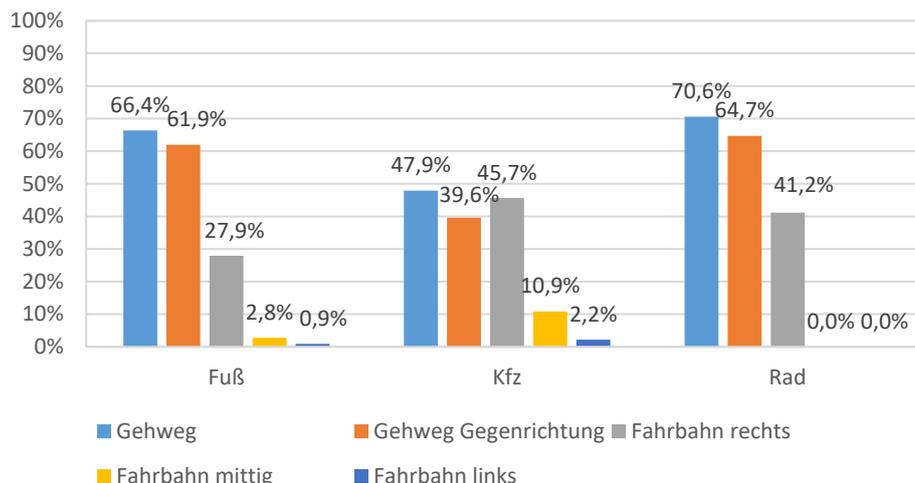


Abbildung 141: Antworten der befragten Radfahrenden auf die Frage, wie sich ihre Flächennutzung mit dem Rad seit dem Aufbringen der Piktogramme verändert hat, auf der Strecke AR\_HL [%].  $N_{\text{je Fläche}} = 16$ .

Die Einschätzungen, welche Flächen die befragten Radfahrenden mit dem Rad mindestens oft nutzen, unterschieden sich von den Einschätzungen der Verkehrsteilnehmenden, welche Flächen andere Radfahrende nutzen (vgl. Abbildung 142).



	Gehweg	Gehweg Gegenrichtung	Fahrbahn rechts	Fahrbahn mittig	Fahrbahn links
<b>N Fuß</b>	113	111	109	109	113
<b>N Kfz</b>	48	46	46	46	48
<b>N Rad</b>	17	17	17	17	17

Abbildung 142: Antworten der befragten Verkehrsteilnehmenden auf die Frage, welche Flächen andere Radfahrende mindestens oft oder immer nutzen auf der AR\_HL [%].

Die befragten Verkehrsteilnehmenden gaben an, die Nutzung des Gehwegs bzw. des Gehwegs in Gegenrichtung durch Radfahrende sei gleichgeblieben oder habe in der Tendenz etwas abgenommen, die Fahrbahnnutzung hingegen eher zugenommen. Während 89,6% (N = 193) angegeben hatten, das Überfahren der Piktogramme mit dem Kfz sei erlaubt bzw. zum Ausweichen erlaubt (2,1%), gaben die Befragten in Bezug auf ihr eigenes Verhalten an, dass sie die Piktogramme selbst mit dem Kfz nur in 28,1% (N = 57) der Fälle uneingeschränkt und in 52,6% der Fälle zum Ausweichen überfahren würden. 19,3% gaben an, die Piktogramme nie mit dem Kfz zu überfahren. Wie die Teilnehmenden zum Zeitpunkt der Befragung unterwegs waren (zu Fuß/ mit dem Kfz/ mit dem Rad), hatte in einer univariaten Kovarianzanalyse keinen signifikanten Einfluss auf ihre Einschätzung der Geschwindigkeit der vorbeifahrenden Kfz,  $F(2, 175) = 0,220, p = 0,803, \eta^2_p = 0,003$ . Ebenso hatte der Verkehrsmodus keinen signifikanten Einfluss auf die Einschätzung der Überholabstände der Kfz beim Vorbeifahren an Radfahrenden,  $F(2, 167) = 1,433, p = 0,242, \eta^2_p = 0,017$ . Im Mittel schätzten die Befragten die Geschwindigkeit der Kfz als etwas schneller als die erlaubte Höchstgeschwindigkeit ein (M = 4,0, SE = 0,09) und den Abstand als etwas zu gering ein (M = 2,8, SE = 0,19). Der Großteil der Befragten berichtete, die Geschwindigkeit der Kfz habe sich seit dem Aufbringen der Piktogramme nicht geändert; 4,0% (N = 101) der zu Fuß Gehenden, 9,1% (N = 44) der Kfz- und 20,0% (N = 15) der Radfahrenden berichteten, die Kfz würden nun etwas langsamer fahren. 2,0% der zu Fuß Gehenden (2 Personen) berichteten eine etwas schnellere Geschwindigkeit, 2,3% der Kfz-Fahrenden (1 Person) eine viel schnellere Geschwindigkeit. Im Allgemeinen gaben die Befragten an, die Überholabstände seien seit dem Aufbringen der Piktogramme gleichgeblieben; 24,7% (N = 68) der zu Fuß Gehenden und 5,7% (N = 35) der Kfz-, aber 0,0% (N = 15) der Radfahrenden nahmen sie als etwas größer wahr. 6,7% der Radfahrenden (1 Person) nahmen die Abstände als etwas kleiner wahr, 4,4% der zu Fuß Gehenden (3 Personen) als viel größer. Es zeigten sich keine signifikanten Unterschiede in den Geschwindigkeits- und Abstands-Einschätzungen nach Geschlecht, Alter, Unfällen auf der Strecke und Häufigkeit der Verkehrsmodusnutzung. 14 Befragte hatten auf der Untersuchungsstrecke bereits einen Unfall oder Beinahe-Unfall mit Radbeteiligung erlebt (3 vor dem Aufbringen der Piktogramme, davon 2 zu Fuß Gehende und eine radfahrende

Person; 11 danach, davon 8 zu Fuß Gehende und jeweils eine rad- und eine Kfz-fahrende Person; N = 218). 26,0% (bei 242 Nennungen von 214 Befragten, Mehrfachantworten möglich) der Befragten empfanden auf der Untersuchungsstrecke nichts als problematisch, 8,7% empfanden die Straße als zu eng. 43,4% merkten ortsspezifische Problempunkte an. 15,9% (bei 208 Nennungen von 178 Befragten, Mehrfachantworten möglich) wünschten sich für die Zukunft mehr Querungsmöglichkeiten auf der Strecke, 11,1% die Umwidmung der Strecke in eine Einbahnstraße, 13,0% häufigere Kontrollen. 32,7% waren mit der Strecke zufrieden und schlugen keine Änderungsmaßnahmen vor.

#### d. ST (Nachher-Erhebung)

In ST wurden insgesamt 136 Personen vor Ort befragt. Von ihnen waren 107 zu Fuß, 15 mit dem Kfz und 9 mit dem Rad auf der Strecke unterwegs. 5 hatten in der Vor-Ort-Befragung den Fragebogen erhalten und mit der Post zurückgeschickt; sie wurden aus den Analysen ausgeschlossen. Im Schnitt waren die Befragten 1968 geboren (N = 136; SD = 18,2 Jahre, Range von 1935 bis 2003). 55,0% waren Männer, 45,0 % Frauen. Für 44,8% war das (Fach-) Abitur der höchste Schulabschluss, gefolgt von 31,2 % mit einem Schulabschluss nach 10 Schuljahren (mittlere Reife, Realschulabschluss). 48,0% gaben als höchsten Ausbildungsabschluss eine Berufsausbildung bzw. Lehre an, gefolgt von 20,0% mit einer Promotion. 85,7% der Befragten besaßen einen Führerschein, im Schnitt hatten sie ihn 1988 gemacht (SD = 16,9 Jahre, Range von 1957 bis 2018). 79,9% der Personen, die einen Führerschein besaßen, konnten jederzeit über ein Kfz verfügen und gaben an, im Schnitt jährlich 10 000 bis 20 000 km damit zurückzulegen. Sie fuhren 1-2 Tage die Woche mit dem Kfz, gingen täglich zu Fuß und fuhren nie oder fast nie Rad, auch nicht auf der Untersuchungsstrecke.

72,0% (N = 107) der zu Fuß Gehenden, 80,0% (N = 15) der Kfz-Fahrenden und 77,8% (N = 9) der Radfahrenden waren die Piktogramme auf der Fahrbahn bereits aufgefallen. Gefragt nach der Bedeutung der Piktogramme gaben 34,6% (bei 162 Nennungen von 133 Befragten, Mehrfachantworten möglich) an, die Symbole sollten die Aufmerksamkeit der Kfz-Fahrenden auf mögliche Radfahrende auf der Fahrbahn lenken und Radfahrenden klarmachen, dass sie die Fahrbahn nutzen dürfen (25,3 %). Die Mehrheit der Befragten (77,2% bei 123 Nennungen von 126 Befragten, Mehrfachantworten möglich) hatte sich die Bedeutung der Piktogramme selbst erschlossen.

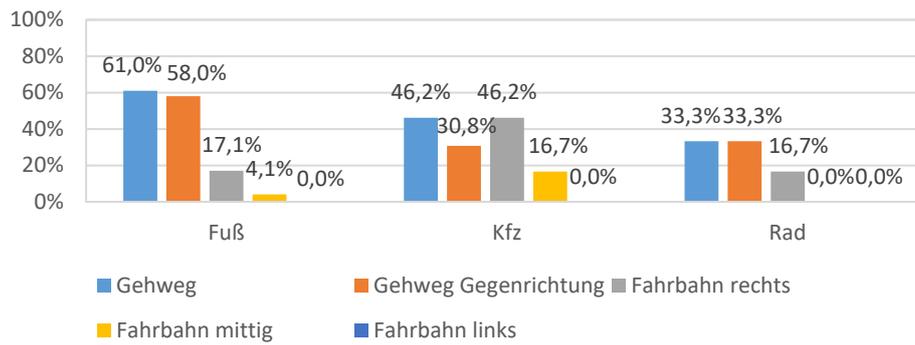
Insgesamt waren 95,1% (N = 122) der Befragten der Meinung, Radfahren sei nur auf der Fahrbahn erlaubt. 4,9% hielten sowohl Gehweg- als auch Fahrbahnfahren mit dem Rad für erlaubt. Keine Versuchsperson war der Meinung, Radfahren sei nur auf dem Gehweg erlaubt. Dabei gab es leichte Unterschiede zwischen den verschiedenen Verkehrsteilnehmenden: 100% (N = 9) der Rad-, aber 94,9% (N = 14) der Kfz-Fahrenden und 92,9% (N = 99) der zu Fuß Gehenden hielten das Radfahren nur auf der Fahrbahn für erlaubt. Keine radfahrende Person hielt das Befahren von Gehweg und Fahrbahn mit dem Rad für erlaubt, aber 5,1% der zu Fuß Gehenden und 7,1% der Kfz-Fahrenden (1 Person). 92,4% (N = 118) der Verkehrsteilnehmenden hielten das Überfahren der Symbole mit dem Kfz grundsätzlich für erlaubt, 0,0% hielten es zum Ausweichen des Gegenverkehrs für erlaubt. 7,6% waren der Meinung, die Symbole dürften mit dem Kfz nicht überfahren werden.

49,1% (N = 106) der zu Fuß Gehenden, 46,7% (N = 15) der Kfz- und 33,3% (N = 9) der Radfahrenden hielten die Piktogramme auf der Fahrbahn für sinnvoll. Als Begründung führten die Verkehrsteilnehmenden Aspekte wie die Lenkung der Aufmerksamkeit auf potenzielle Radfahrende auf der Fahrbahn (9,2% bei 130 Nennungen von 128 Befragten, Mehrfachantworten möglich), die Gefahr für Radfahrende (8,5%) oder fehlende Änderung durch die Piktogramme (8,5%), aber auch ortsspezifische Faktoren (43,1%) an. Der Verkehrsmodus interagierte in einer Custom-Model multivariaten Kovarianzanalyse signifikant mit der Häufigkeit des Kfz-Fahrens,  $V = 0,111$ ,  $F(4, 194) = 2,179$ ,  $p = 0,025$ ,  $\eta^2_p = 0,054$ ,

weshalb diese Interaktion in das finale Modell zur Prüfung des Einflusses des Verkehrsmodus auf Sicherheitsgefühl und Interaktions-Einschätzungen mit aufgenommen wurde. Dort war diese Interaktion ebenfalls signifikant,  $V = 0,100$ ,  $F(4, 210) = 2,758$ ,  $p = 0,029$ ,  $\eta^2_p = 0,050$ . Univariat zeigte sich ein signifikanter Einfluss der Interaktion von Verkehrsmodus und Häufigkeit des Kfz-Fahrens auf das Sicherheitsgefühl,  $F(2, 105) = 4,805$ ,  $p = 0,010$ ,  $\eta^2_p = 0,084$ , und ein nicht signifikanter Einfluss auf die Interaktions-Einschätzungen,  $F(2, 105) = 2,008$ ,  $p = 0,139$ ,  $\eta^2_p = 0,037$ . Zu Fuß Gehende ( $M = 4,1$ ,  $SE = 0,10$ ) fühlten sich signifikant sicherer als Kfz-Fahrende ( $M = 2,5$ ,  $SD = 0,59$ ),  $p = 0,014$ , und Radfahrende ( $M = 2,9$ ,  $SE = 0,40$ ),  $p = 0,014$ . Personen, die häufiger das Kfz nutzten, fühlten sich sicherer als Personen, die das Kfz seltener nutzten. Deskriptiv nahmen zu Fuß Gehende ( $M = 3,3$ ,  $SE = 0,16$ ) die Interaktionen mit Radfahrenden und Radfahrende ( $M = 3,2$ ,  $SE = 0,62$ ), die Interaktionen mit Kfz-Fahrenden als angenehmer wahr als Kfz-Fahrende die Interaktionen mit Radfahrenden ( $M = 1,5$ ,  $SE = 0,91$ ). Ob die Befragten auf der Strecke in den letzten drei Jahren einen Unfall oder Beinahe-Unfall mit Radbeteiligung erlebt hatten, beeinflusste ihre Einschätzungen nicht signifikant,  $V = 0,017$ ,  $F(2, 104) = 0,925$ ,  $p = 0,400$ ,  $\eta^2_p = 0,017$ . Gleiches galt für das Geburtsjahr,  $V = 0,014$ ,  $F(2,104) = 0,763$ ,  $p = 0,469$ ,  $\eta^2_p = 0,014$ , das Geschlecht,  $V = 0,033$ ,  $F(2,104) = 1,790$ ,  $p = 0,172$ ,  $\eta^2_p = 0,033$ , die Häufigkeit des zu Fuß Gehens,  $V = 0,011$ ,  $F(2,104) = 0,580$ ,  $p = 0,561$ ,  $\eta^2_p = 0,011$ , und des Radfahrens,  $V = 0,009$ ,  $F(2,104) = 0,475$ ,  $p = 0,623$ ,  $\eta^2_p = 0,009$ . Für die Veränderung des Sicherheitsgefühls und der Interaktions-Einschätzungen konnten keine signifikanten Einflüsse des Verkehrsmodus gefunden werden,  $V = 0,058$ ,  $F(4, 186) = 1,377$ ,  $p = 0,244$ ,  $\eta^2_p = 0,029$ . Die Befragten gaben an, sich seit dem Aufbringen der Piktogramme etwas sicher zu fühlen ( $M = 3,5$ ,  $SE = 0,17$ ) und die Interaktionen mit anderen Verkehrsteilnehmenden als etwas angenehmer wahrzunehmen ( $M = 3,6$ ,  $SE = 0,21$ ). Es zeigten sich keine signifikanten Unterschiede in den Sicherheits- und Interaktions-Einschätzungen nach Geschlecht, Alter, Unfällen auf der Strecke und Häufigkeit der Verkehrsmodusnutzung.

Gefragt danach, welche Fläche sie mit dem Rad oft oder immer nutzen, gaben 44,4% der Radfahrenden (4 Personen) den Gehweg, weitere 44,4% den Gehweg in Gegenrichtung, 22,2% den rechten (2 Personen) und 11,1% (1 Person) den mittleren Teil des Fahrstreifens an (jeweils  $N = 9$ ). 0,0% ( $N = 9$ ) gaben dem linken Teil des Fahrstreifens an. Die befragten Radfahrenden gaben an, ihre Nutzung des Gehwegs bzw. des Gehwegs in Gegenrichtung habe sich nicht geändert oder etwas verringert; jeweils eine Person gab an, etwas häufiger auf der Fahrbahn rechts, mittig bzw. links zu fahren. Der Rest berichtete keine Veränderung. Gefragt nach dem Verhalten anderer Radfahrender berichteten insbesondere zu Fuß Gehende und Kfz-Fahrende, Radfahrende würden oft oder immer den Gehweg (auch in Gegenrichtung) benutzen (vgl. Abbildung 143). 87,8% ( $N = 123$ ) der Befragten gaben an, die Symbole auch selbst mit dem Kfz zu überfahren bzw. dass sie dies tun würden und 7,3% zum Ausweichen. 4,9% gaben an, dass sie die Symbole nicht überfahren würden.

Ob die Teilnehmenden zum Zeitpunkt der Befragung zu Fuß, mit dem Kfz oder Rad unterwegs waren, hatte in einer univariaten Kovarianzanalyse keinen signifikanten Einfluss auf ihre Einschätzung der Geschwindigkeit der vorbeifahrenden Kfz,  $F(2, 109) = 0,907$ ,  $p = 0,407$ ,  $\eta^2_p = 0,016$ . Ebenso hatte der Verkehrsmodus keinen signifikanten Einfluss auf die Einschätzung der Überholabstände der Kfz beim Vorbeifahren an Radfahrenden,  $F(2, 107) = 1,575$ ,  $p = 0,212$ ,  $\eta^2_p = 0,029$ . Im Mittel schätzten die Befragten die Geschwindigkeit der Kfz als marginal schneller als die erlaubte Höchstgeschwindigkeit ein ( $M = 3,3$ ,  $SE = 0,15$ ) und den Abstand als etwas zu gering ein ( $M = 2,8$ ,  $SE = 0,31$ ). Im Allgemeinen berichteten die Befragten, die Geschwindigkeit der Kfz habe sich seit dem Aufbringen der Piktogramme nicht geändert. Es zeigten sich keine signifikanten Unterschiede in den Geschwindigkeits- und Abstands-Einschätzungen nach Geschlecht, Alter, Unfällen auf der Strecke und Häufigkeit der Verkehrsmodusnutzung. 2 befragte zu Fuß Gehende hatten nach dem Aufbringen der Piktogramme einen Unfall oder



	Gehweg	Gehweg Gegenrichtung	Fahrbahn rechts	Fahrbahn mittig	Fahrbahn links
<b>N Fuß</b>	82	76	74	74	81
<b>N Kfz</b>	13	13	12	12	13
<b>N Rad</b>	6	6	6	6	6

Abbildung 143: Antworten der befragten Verkehrsteilnehmenden auf die Frage, welche Flächen andere Radfahrende mindestens oft oder immer nutzen in ST, nach Verkehrsmodus [%].

Beinahe-Unfall mit Radbeteiligung erlebt (N = 126). 28,8% (bei 153 Nennungen von 131 Befragten, Mehrfachantworten möglich) der Verkehrsteilnehmenden fanden auf der Untersuchungsstrecke nichts problematisch, 39,9% bemängelten ortsspezifische Faktoren. 20,4% (bei 147 Nennungen von 104 Befragten, Mehrfachantworten möglich) wünschten sich einen Radweg auf der Strecke zur Verbesserung der Verkehrssicherheit, 20,4% hatten keine Verbesserungsvorschläge und 25,3% schlugen andere Maßnahmen vor (vgl. Abbildung 144).

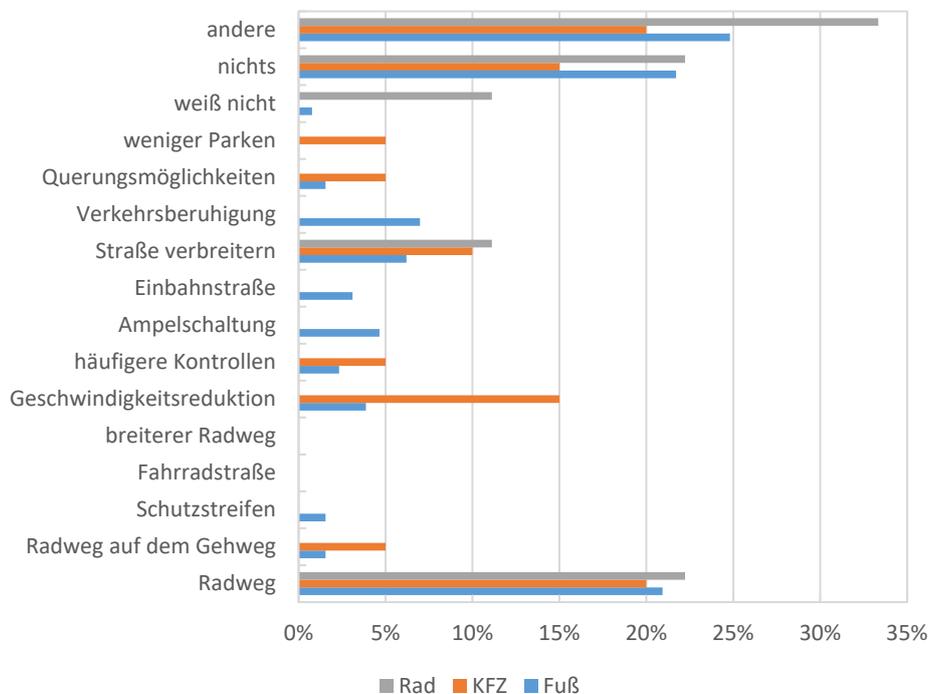


Abbildung 144: Maßnahmen, die sich die Befragten zur Verbesserung der Verkehrssicherheit auf der Strecke in ST wünschen, nach Verkehrsmodus. Mehrfachantworten möglich. Achtung: Skala geht nur bis 35%! N = 101, dabei 129 Nennungen von zu Fuß Gehenden, 20 von Kfz-Fahrenden und 9 von Radfahrenden (Prozentsatz auf Basis der Nennungen nach Verkehrsmodus).

Anhang 10: Weitere metaanalytische Befunde

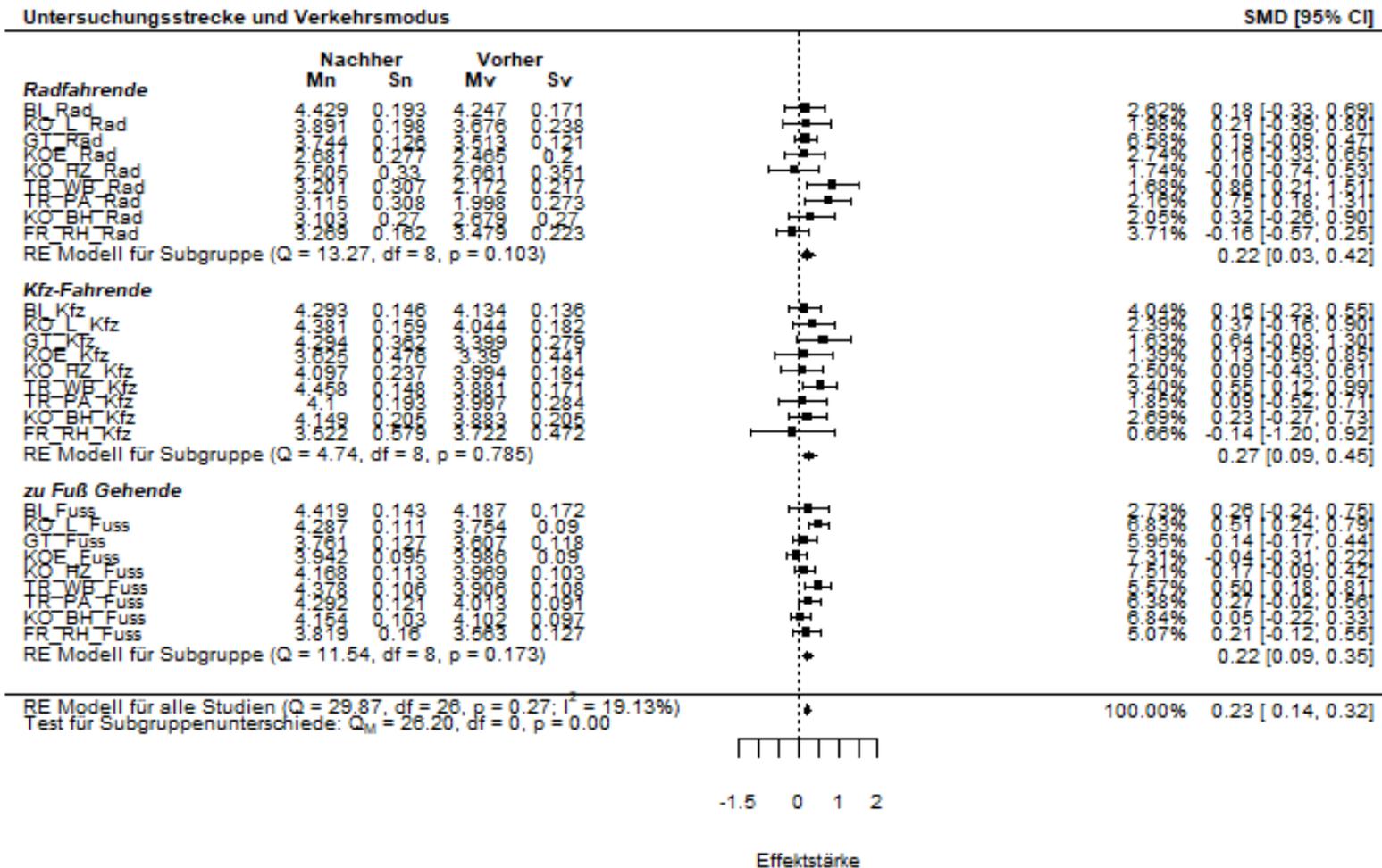


Abbildung 145: Ergebnisse der Metaanalyse zur Einschätzung des Effekts der Piktogramme bzw. Hinweisschilder auf die subjektive Sicherheit der vor Ort Befragten nach Verkehrsmodus und Befragungsort auf den Pilotstrecken. „Nachher“ steht für die Nachher-Befragungen, „Vorher“ für die Vorher-Befragungen. Mn = Mittelwert in der Nachher-Befragung, Sn = Standardfehler in der Nachher-Befragung, Mv = Mittelwert in der Vorher-Befragung, Sv = Standardfehler in der Vorher-Befragung, RE = Random Effects. Skala von 1 = *nicht angenehm* bis 5 = *sehr angenehm*. N<sub>gesamt</sub> = 2.764. Stichprobenumfänge für die einzelnen Befragungsorte und Verkehrsmodi siehe Anhang 13a.

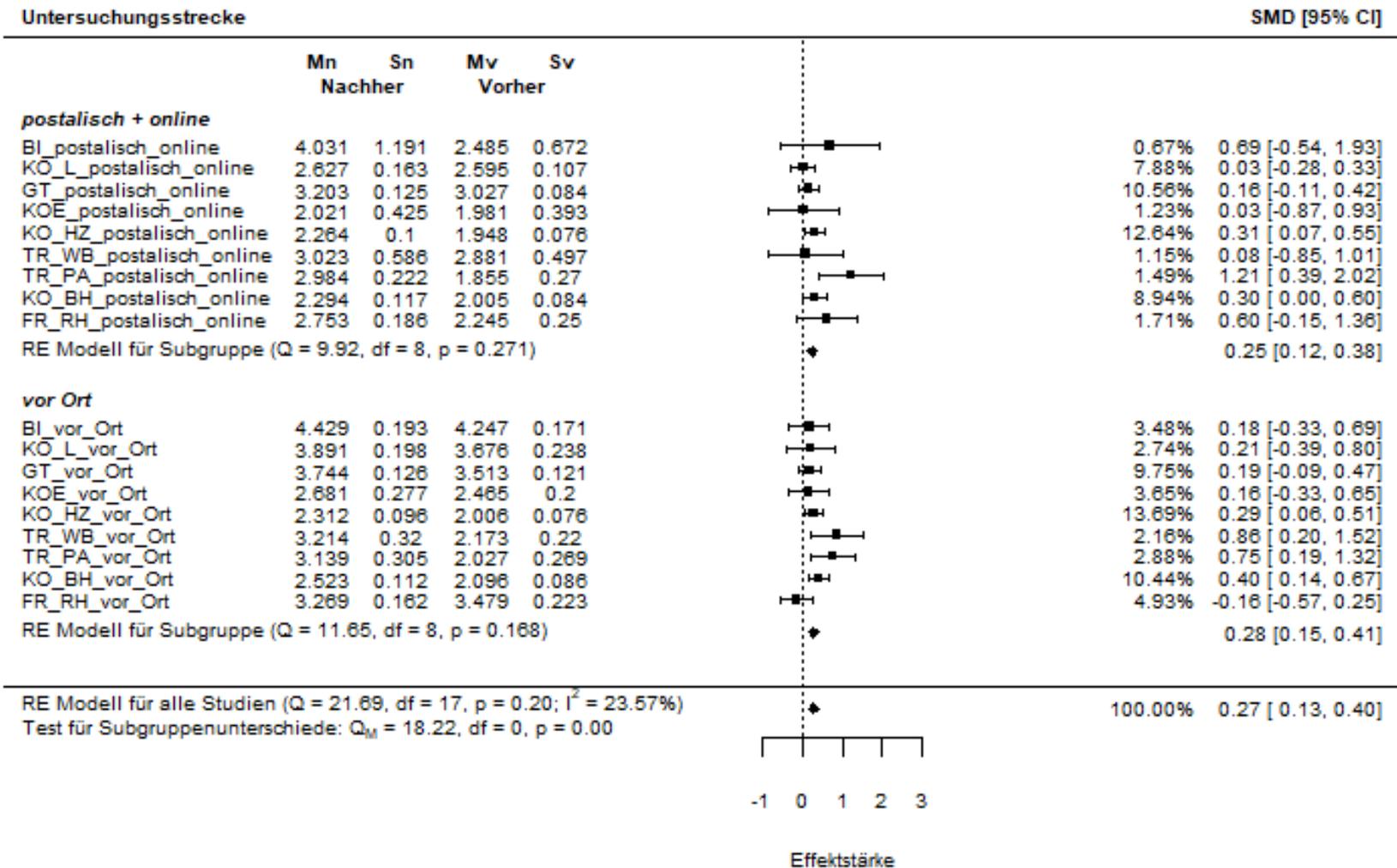


Abbildung 146: Ergebnisse der Metaanalyse zur Einschätzung des Effekts der Piktogramme bzw. Hinweisschilder auf die subjektive Sicherheit der befragten Radfahrenden nach Befragungsart und -ort auf den Pilotstrecken. „Nachher“ steht für die Nachher-Befragungen, „Vorher“ für die Vorher-Befragungen. Mn = Mittelwert in der Nachher-Befragung, Sn = Standardfehler in der Nachher-Befragung, Mv = Mittelwert in der Vorher-Befragung, Sv = Standardfehler in der Vorher-Befragung, RE = Random Effects. Skala von 1 = *nicht sicher* bis 5 = *sehr sicher*. N<sub>insgesamt</sub> = 2.159. Stichprobenumfänge für die einzelnen Befragungsorte und -arten siehe Anhang 13j.

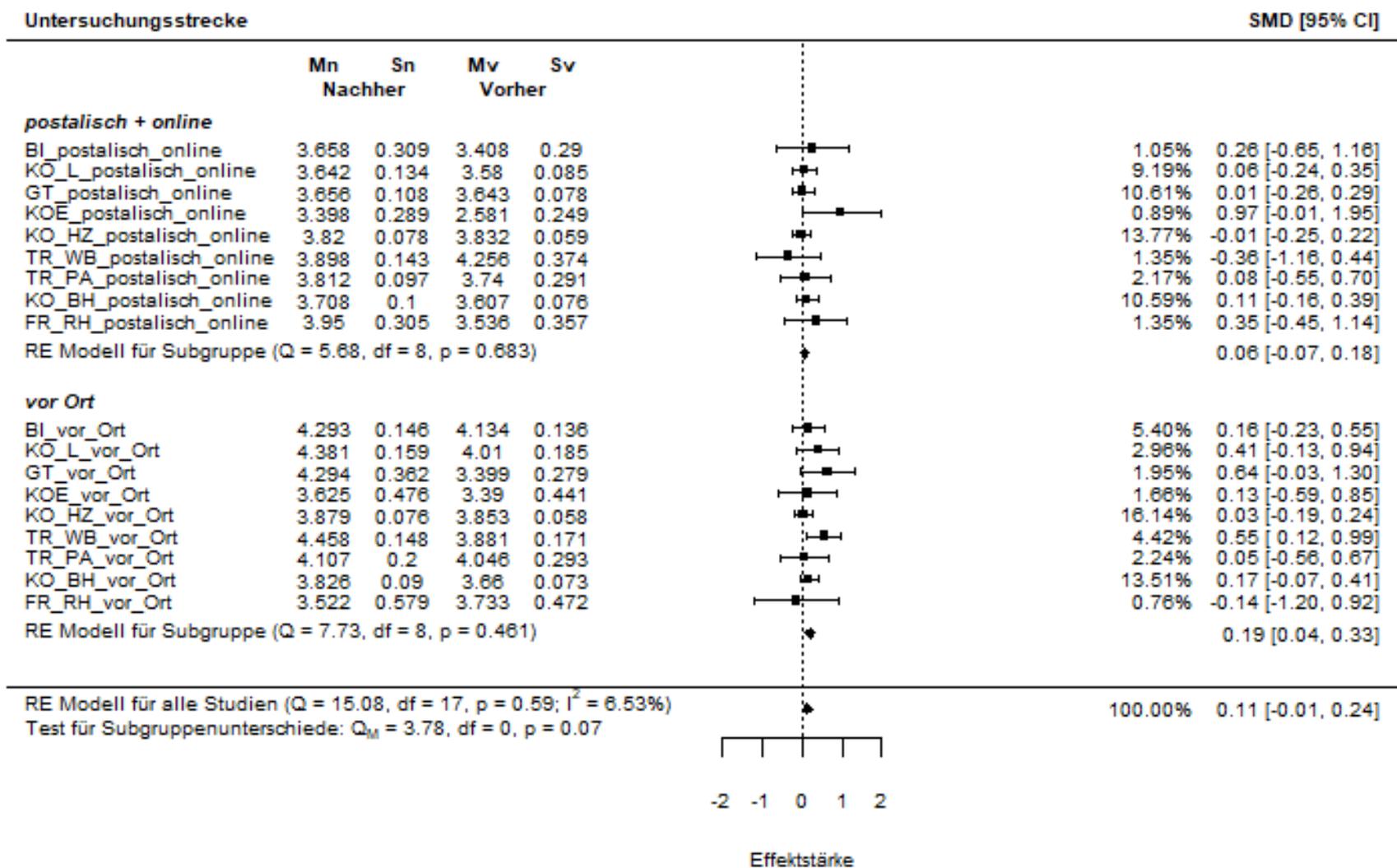


Abbildung 147: Ergebnisse der Metaanalyse zur Einschätzung des Effekts der Piktogramme bzw. Hinweisschilder auf die subjektive Sicherheit der befragten Kfz-Fahrenden nach Befragungsart und -ort auf den Pilotstrecken. „Nachher“ steht für die Nachher-Befragungen, „Vorher“ für die Vorher-Befragungen. Mn = Mittelwert in der Nachher-Befragung, Sn = Standardfehler in der Nachher-Befragung, Mv = Mittelwert in der Vorher-Befragung, Sv = Standardfehler in der Vorher-Befragung, RE = Random Effects. Skala von 1 = *nicht sicher* bis 5 = *sehr sicher*. N<sub>insgesamt</sub> = 2.191. Stichprobenumfänge für die einzelnen Befragungsorte und -arten siehe Anhang 13k.

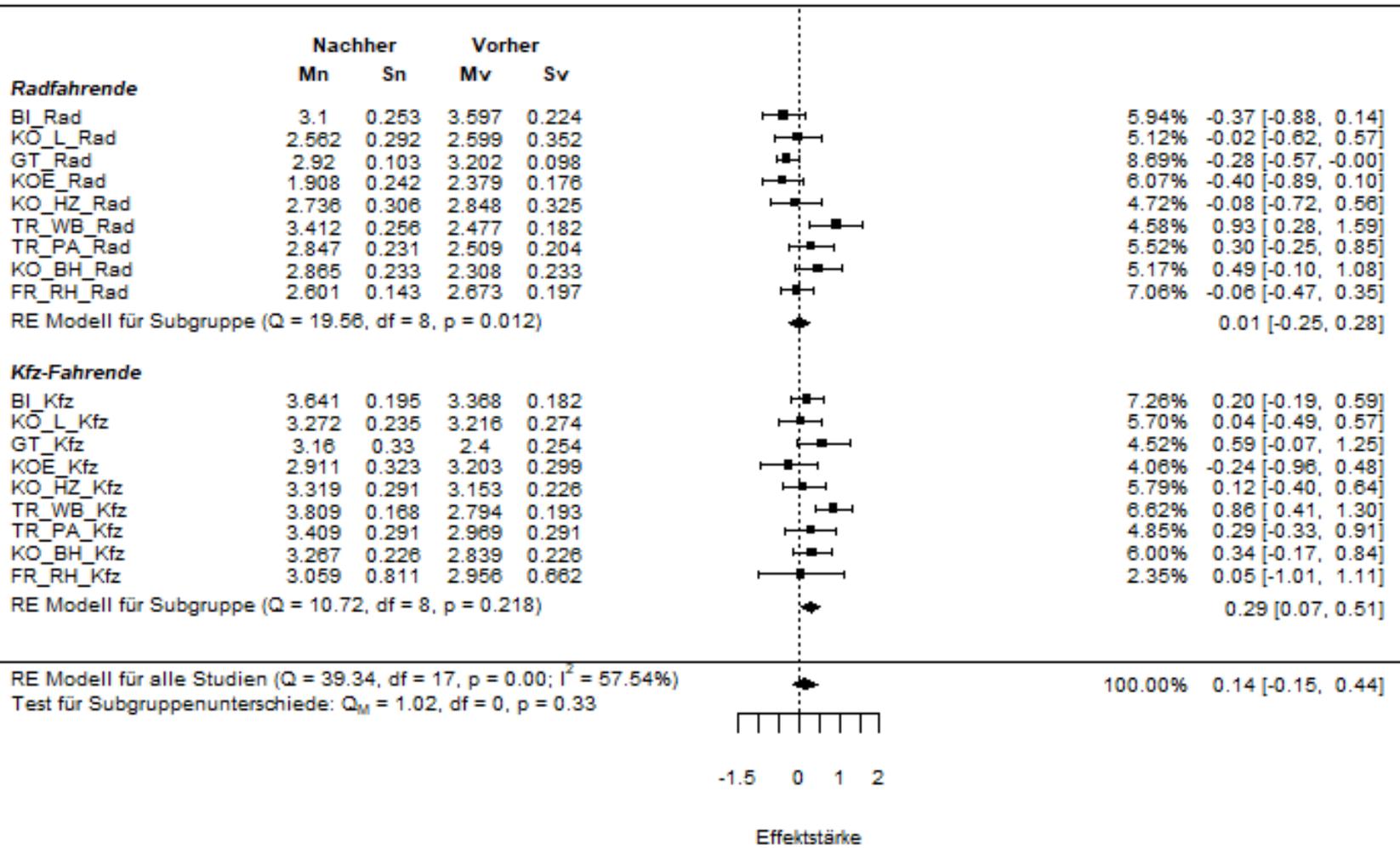


Abbildung 148: Ergebnisse der Metaanalyse zur Einschätzung des Effekts der Piktogramme bzw. Hinweisschilder auf die Interaktions-Einschätzungen der vor Ort Befragten nach Verkehrsmodus und Befragungsort auf den Pilotstrecken. „Nachher“ steht für die Nachher-Befragungen, „Vorher“ für die Vorher-Befragungen. Mn = Mittelwert in der Nachher-Befragung, Sn = Standardfehler in der Nachher-Befragung, Mv = Mittelwert in der Vorher-Befragung, Sv = Standardfehler in der Vorher-Befragung, RE = Random Effects. Skala von 1 = nicht angenehm bis 5 = sehr angenehm. N<sub>insgesamt</sub> = 1.141. Stichprobenumfänge für die einzelnen Befragungsorte und -arten siehe Anhang 13c.

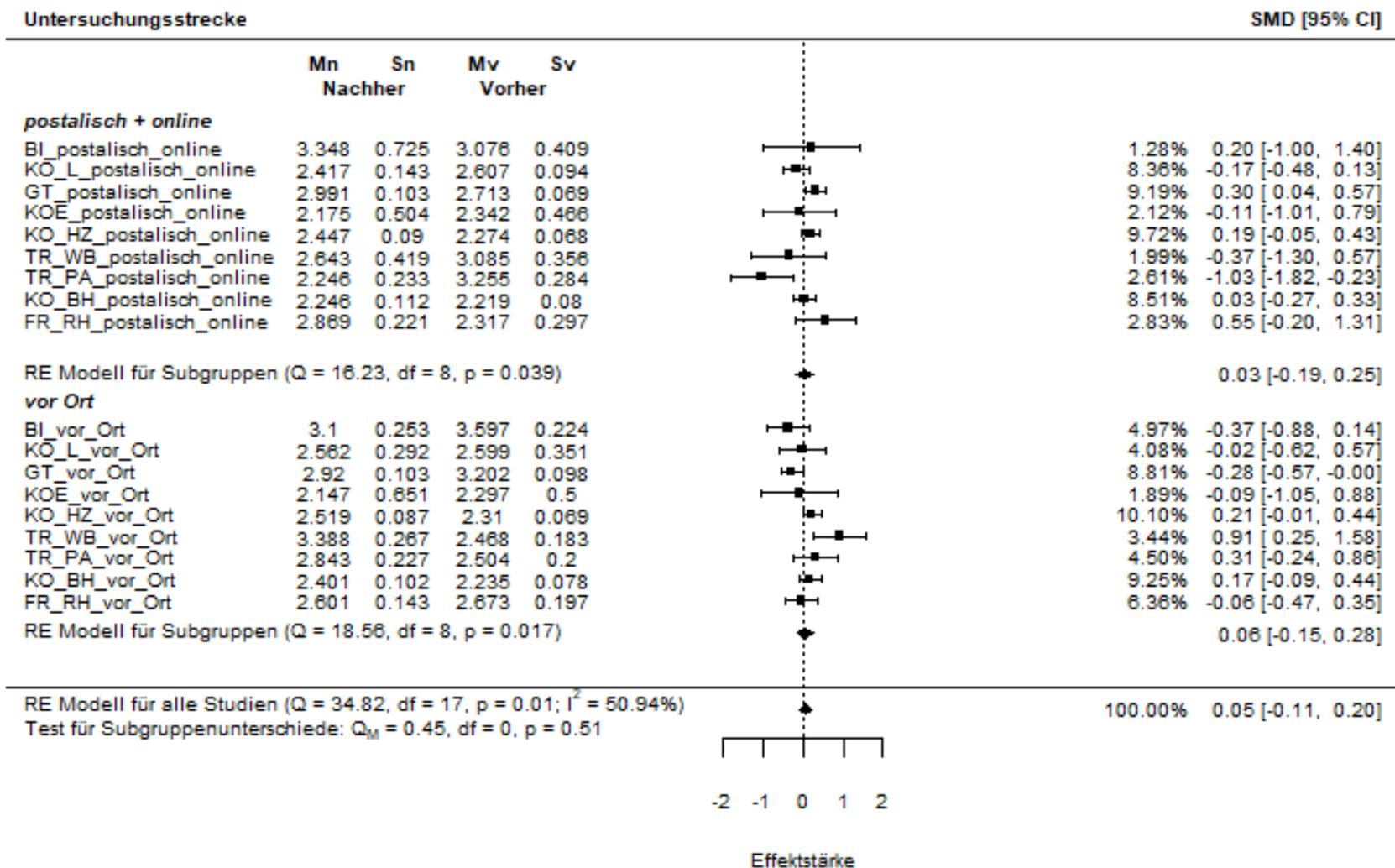


Abbildung 149: Ergebnisse der Metaanalyse zur Einschätzung des Effekts der Piktogramme bzw. Hinweisschilder auf die Interaktions-Einschätzungen der befragten Radfahrenden bei Begegnungen mit Kfz-Fahrenden nach Befragungsart und -ort auf den Pilotstrecken. „Nachher“ steht für die Nachher-Befragungen, „Vorher“ für die Vorher-Befragungen. Mn = Mittelwert in der Nachher-Befragung, Sn = Standardfehler in der Nachher-Befragung, Mv = Mittelwert in der Vorher-Befragung, Sv = Standardfehler in der Vorher-Befragung, RE = Random Effects. Skala von 1 = *nicht angenehm* bis 5 = *sehr angenehm*. N<sub>insgesamt</sub> = 2.159. Stichprobenumfänge für die einzelnen Befragungsorte und -arten siehe Anhang 13j.

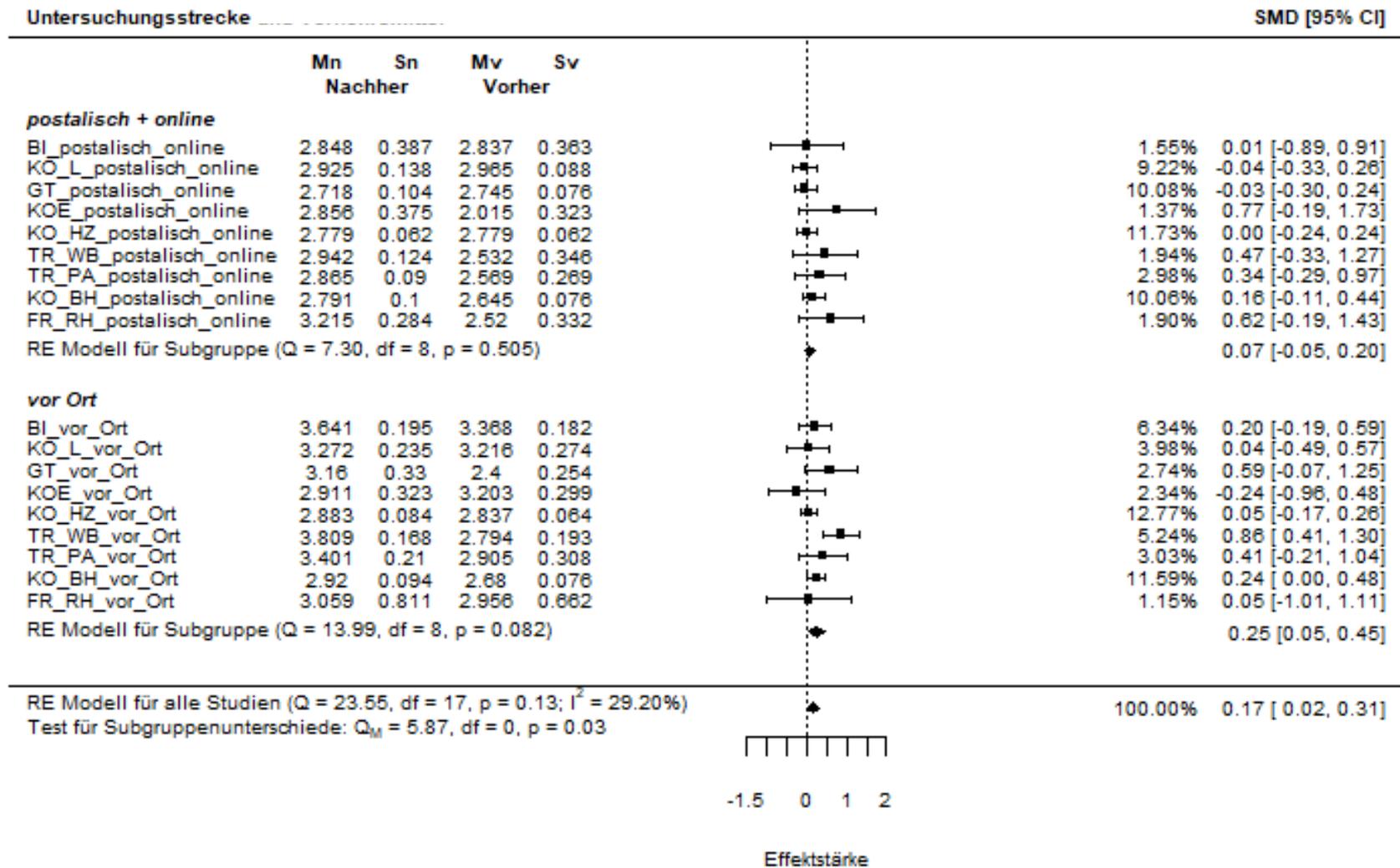


Abbildung 150: Ergebnisse der Metaanalyse zur Einschätzung des Effekts der Piktogramme bzw. Hinweisschilder auf die Interaktions-Einschätzungen der befragten Kfz-Fahrenden bei Begegnungen mit Radfahrenden nach Befragungsart und -ort auf den Pilotstrecken. „Nachher“ steht für die Nachher-Befragungen, „Vorher“ für die Vorher-Befragungen. Mn = Mittelwert in der Nachher-Befragung, Sn = Standardfehler in der Nachher-Befragung, Mv = Mittelwert in der Vorher-Befragung, Sv = Standardfehler in der Vorher-Befragung, RE = Random Effects. Skala von 1 = *nicht angenehm* bis 5 = *sehr angenehm*. N<sub>insgesamt</sub> = 2191. Stichprobenumfänge für die einzelnen Befragungsorte und -arten siehe Anhang 13k.

Untersuchungsstrecke und Verkehrsmodus

SMD [95% CI]

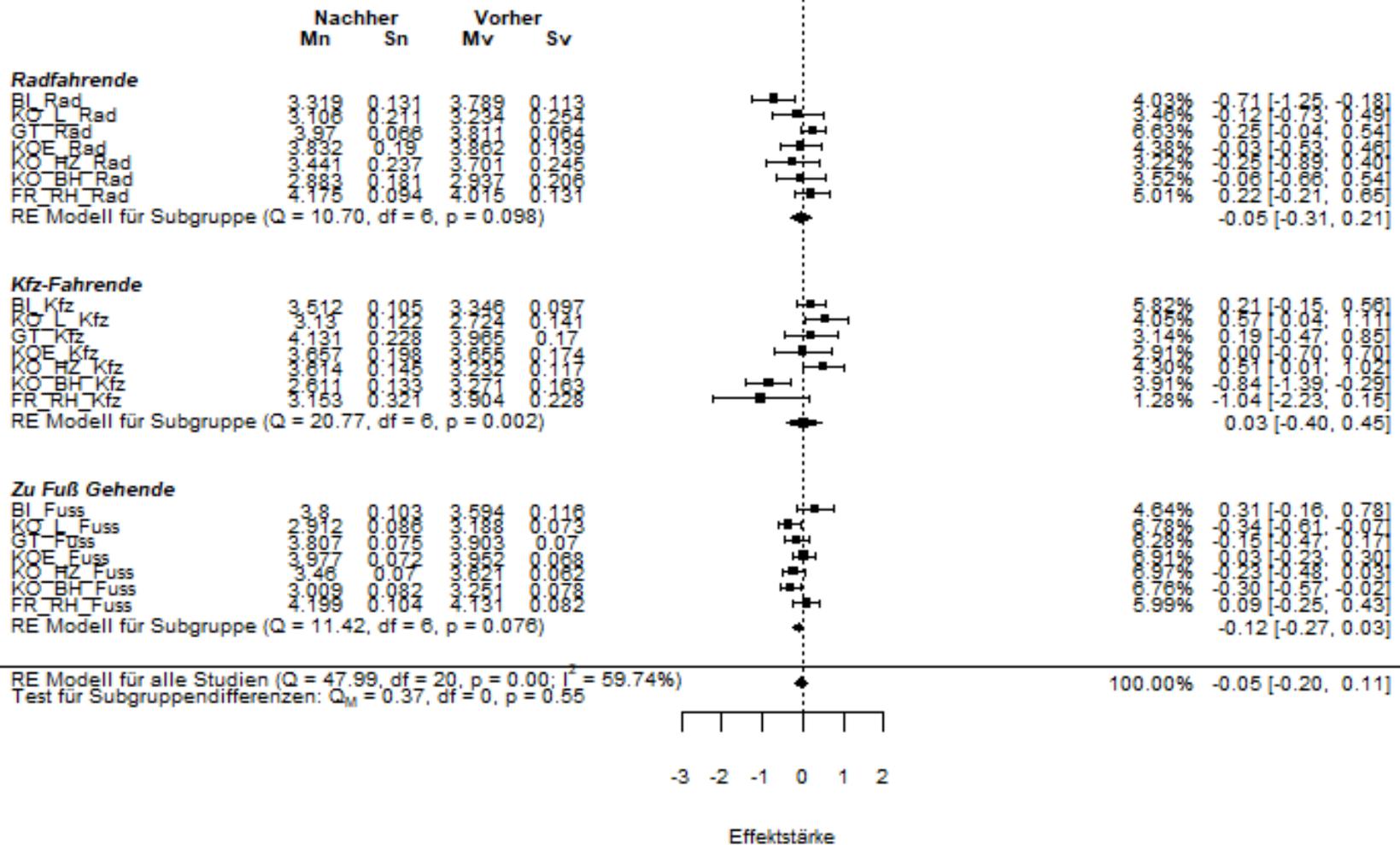


Abbildung 151: Ergebnisse der Metaanalyse zur Einschätzung des Effekts der Piktogramme bzw. Hinweisschilder auf die berichteten Geschwindigkeiten der Kfz nach Befragungsort und Verkehrsmodus vor Ort auf den Pilotstrecken. „Nachher“ steht für die Nachher-Befragungen, „Vorher“ für die Vorher-Befragungen. Mn = Mittelwert in der Nachher-Befragung, Sn = Standardfehler in der Nachher-Befragung, Mv = Mittelwert in der Vorher-Befragung, Sv = Standardfehler in der Vorher-Befragung, RE = Random Effects. Skala von 1 = viel langsamer über 3 = erlaubte Höchstgeschwindigkeit bis 5 = viel schneller als die erlaubte Höchstgeschwindigkeit. N<sub>insgesamt</sub> = 2.153. Stichprobenumfänge für die einzelnen Befragungsorte und Verkehrsmodi siehe Anhang 13h.

Untersuchungsstrecke und Verkehrsmodus

SMD [95% CI]

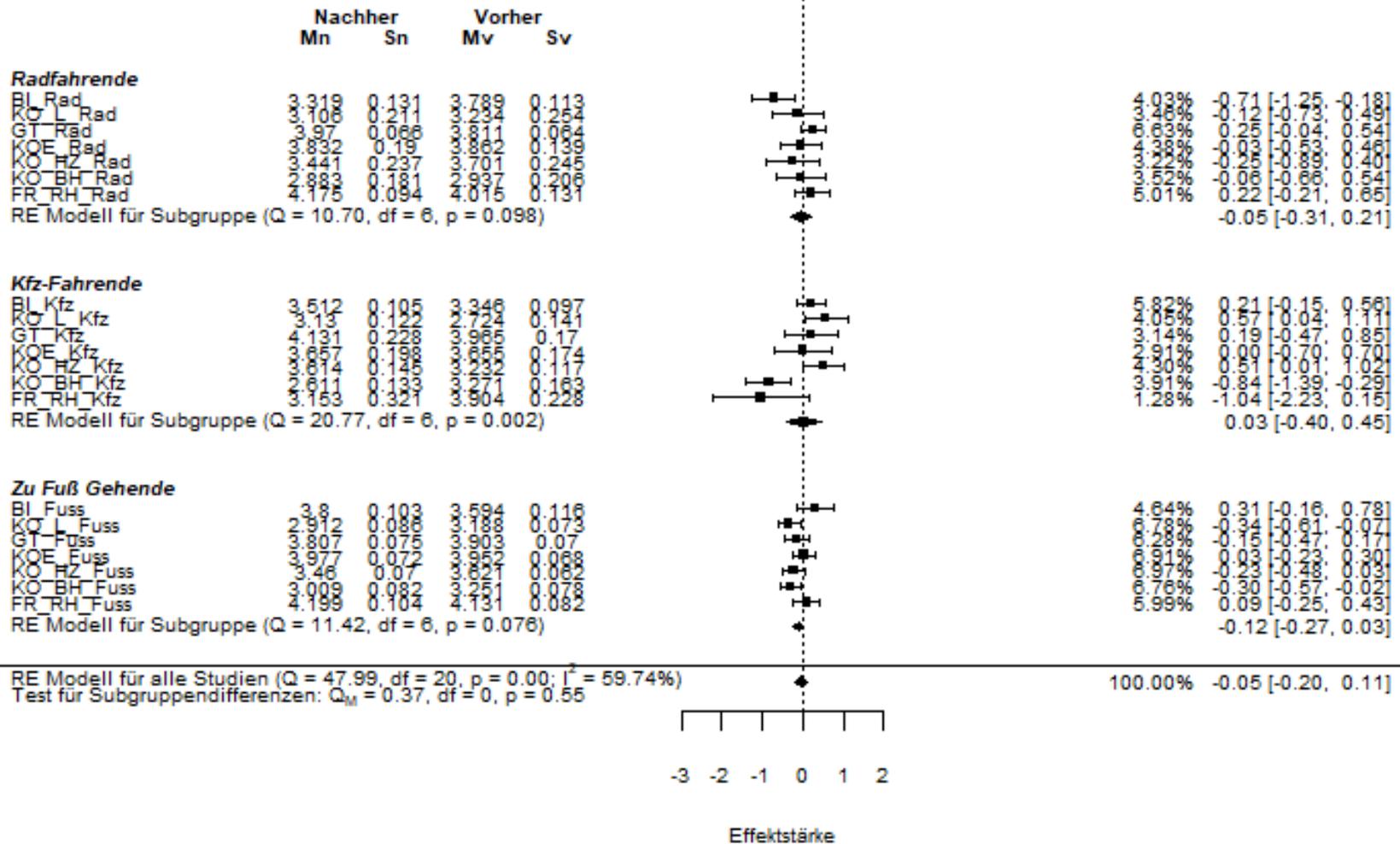


Abbildung 152: Ergebnisse der Metaanalyse zur Einschätzung des Effekts der Piktogramme bzw. Hinweisschilder auf die berichteten Überholabstände der Kfz-Fahrenden beim Überholen von Radfahrenden nach Befragungsort und Verkehrsmodus vor Ort auf den Pilotstrecken. „Nachher“ steht für die Nachher-Befragungen, „Vorher“ für die Vorher-Befragungen. Mn = Mittelwert in der Nachher-Befragung, Sn = Standardfehler in der Nachher-Befragung, Mv = Mittelwert in der Vorher-Befragung, Sv = Standardfehler in der Vorher-Befragung, RE = Random Effects. Skala von 1 = *sehr gering* über 3 = *angemessen* bis 5 = *sehr groß*. N<sub>insgesamt</sub> = 1.769. Stichprobenumfänge für die einzelnen Befragungsorte und Verkehrsmodi siehe Anhang 13i.

## Anhang 11: Stichprobenumfänge

- a. Stichprobenumfang Sicherheitsgefühl vor Ort befragter Verkehrsteilnehmender auf Pilotstrecken nach Befragungszeitpunkt, -ort und Verkehrsmodus

		<b>Fuß</b>	<b>Kfz</b>	<b>Rad</b>
<b>FR_RH</b>	vorher	87	8	35
	nachher	55	6	64
<b>KO_BH</b>	vorher	108	31	23
	nachher	97	31	23
<b>TR_PA</b>	vorher	128	15	29
	nachher	73	31	23
<b>TR_WB</b>	vorher	77	37	29
	nachher	80	49	15
<b>KO_HZ</b>	vorher	131	37	18
	nachher	108	23	20
<b>KOE</b>	vorher	119	16	43
	nachher	108	14	25
<b>GT</b>	vorher	90	24	101
	nachher	78	15	93
<b>KO_L</b>	vorher	131	24	19
	nachher	88	32	26
<b>BI</b>	vorher	27	54	34
	nachher	38	47	27

Tabelle 35: Zahl der vor Ort befragten Verkehrsteilnehmenden, die auf die Frage antworteten, wie sicher sie sich auf der Untersuchungsstrecke fühlen, nach Befragungszeitpunkt, -ort und Verkehrsmodus in der Pilotphase.

- b. Stichprobenumfang Sicherheitsgefühl vor Ort befragter Verkehrsteilnehmender auf Pilotstrecken nach Befragungszeitpunkt, Seitenraumfreigabe und Verkehrsmodus

		<b>vorher</b>	<b>nachher</b>
<b>ohne Seitenraumfreigabe</b>	Fuß	531	413
	Kfz	128	140
	Rad	134	145
<b>mit Seitenraumfreigabe</b>	Fuß	367	312
	Kfz	118	108
	Rad	197	171

Tabelle 36: Zahl der vor Ort befragten Verkehrsteilnehmenden, die auf die Frage antworteten, wie sicher sie sich auf der Untersuchungsstrecke fühlen, nach Befragungszeitpunkt, Seitenraumfreigabe und Verkehrsmodus in der Pilotphase.

- c. Stichprobenumfang Interaktions-Einschätzungen vor Ort befragter Verkehrsteilnehmender auf Pilotstrecken nach Befragungszeitpunkt, -ort und Verkehrsmodus

		<b>Kfz mit Rad</b>	<b>Rad mit Kfz</b>
<b>FR_RH</b>	vorher	8	35
	nachher	6	64
<b>KO_BH</b>	vorher	31	23
	nachher	31	23
<b>TR_PA</b>	vorher	15	29
	nachher	31	23
<b>TR_WB</b>	vorher	37	29
	nachher	49	15
<b>KO_HZ</b>	vorher	37	18
	nachher	23	20
<b>KOE</b>	vorher	16	43
	nachher	14	25
<b>GT</b>	vorher	24	101
	nachher	15	93
<b>KO_L</b>	vorher	24	19
	nachher	32	26
<b>BI</b>	vorher	54	34
	nachher	47	27

Tabelle 37: Zahl der vor Ort befragten Verkehrsteilnehmenden, die auf die Frage antworteten, als wie angenehm sie die Interaktionen mit anderen Verkehrsteilnehmenden auf der Untersuchungsstrecke empfinden (Kfz-Fahrende mit Radfahrenden, Radfahrende mit Kfz-Fahrenden), nach Befragungszeitpunkt, -ort und Verkehrsmodus in der Pilotphase.

- d. Stichprobenumfang Interaktions-Einschätzungen vor Ort befragter Verkehrsteilnehmender auf Pilotstrecken nach Befragungszeitpunkt, Seitenraumfreigabe und Verkehrsmodus

		<b>vorher</b>	<b>nachher</b>
<b>ohne Seitenraumfreigabe</b>	Kfz mit Rad	128	140
	Rad mit Kfz	134	145
<b>mit Seitenraumfreigabe</b>	Kfz mit Rad	118	108
	Rad mit Kfz	197	171

Tabelle 38: Zahl der vor Ort befragten Verkehrsteilnehmenden, die auf die Frage antworteten, als wie angenehm sie die Interaktionen mit anderen Verkehrsteilnehmenden auf der Untersuchungsstrecke empfinden (Kfz-Fahrende mit Radfahrenden, Radfahrende mit Kfz-Fahrenden), nach Befragungszeitpunkt, Seitenraumfreigabe und Verkehrsmodus in der Pilotphase.

e. Stichprobenumfang Flächenwahl Radfahrender auf Pilotstrecken nach Befragungszeitpunkt und -ort

		Gehweg	Gehweg Gegenrichtung	Radweg	Fahrbahn rechts	Fahrbahn mittig	Fahrbahn links
<b>FR_RH</b>	vorher	48	47	-	48	46	45
	nachher	78	77	-	83	73	71
<b>KO_BH</b>	vorher	68	71	-	72	63	58
	nachher	65	67	-	69	56	55
<b>TR_PA</b>	vorher	37	38	-	41	40	38
	nachher	75	70	-	81	63	61
<b>TR_W B</b>	vorher	34	34	-	35	35	35
	nachher	43	43	-	43	31	28
<b>KO_HZ</b>	vorher	129	123	-	132	99	93
	nachher	94	92	-	97	66	64
<b>KOE</b>	vorher	51	51	53	53	50	49
	nachher	41	41	42	42	38	38
<b>GT</b>	vorher	231	229	261	248	221	219
	nachher	170	165	186	178	153	158
<b>KO_L</b>	vorher	68	61	65	53	53	52
	nachher	53	45	47	46	43	43
<b>BI</b>	vorher	39	38	32	39	37	36
	nachher	31	31	31	31	31	30

Tabelle 39: Zahl der befragten Radfahrenden, die auf die Frage, wie häufig sie auf der Untersuchungsstrecke mit dem Rad verschiedene vorhandene Flächen mit dem Rad selbst nutzen, mit „oft“ oder „immer“ antworteten, nach Befragungszeitpunkt, -ort und Fläche in der Pilotphase.

f. Stichprobenumfang Flächenwahl anderer Radfahrender auf Pilotstrecken nach Befragungszeitpunkt und -ort

		Gehweg	Gehweg Gegen- richtung	Radweg	Fahrbahn rechts	Fahrbahn mittig	Fahrbahn links
<b>FR_RH</b>	vorher	145	137	-	169	161	160
	nachher	136	135	-	160	156	152
<b>KO_BH</b>	vorher	297	269	-	377	360	361
	nachher	234	224	-	292	285	280
<b>TR_PA</b>	vorher	188	180	-	216	213	212
	nachher	269	247	-	287	274	274
<b>TR_WB</b>	vorher	152	142	-	178	178	177
	nachher	169	156	-	219	210	208
<b>KO_HZ</b>	vorher	414	367	-	421	385	376
	nachher	313	283	-	320	298	285
<b>KOE</b>	vorher	190	189	194	205	202	202
	nachher	177	177	178	188	185	185
<b>GT</b>	vorher	410	391	425	445	416	417
	nachher	291	277	278	318	303	301
<b>KO_L</b>	vorher	371	361	342	378	351	348
	nachher	263	247	249	253	241	239
<b>BI</b>	vorher	103	99	81	152	150	150
	nachher	102	101	108	138	137	136

Tabelle 40: Zahl der befragten Verkehrsteilnehmenden, die auf die Frage, wie häufig andere Radfahrende auf der Untersuchungsstrecke mit dem Rad verschiedene vorhandene Flächen nutzen, mit „oft“ oder „immer“ antworteten, nach Befragungszeitpunkt, -ort und Fläche in der Pilotphase.

g. Stichprobenumfang Flächenwahl anderer Radfahrender auf Pilotstrecken nach Befragungszeitpunkt und Seitenraumfreigabe

			Gehweg	Gehweg Gegen- richtung	Radweg	Fahr- bahn rechts	Fahr- bahn mittig	Fahr- bahn links
<b>ohne Seiten- raum- freigabe</b>	vor Ort	vorher	784	730	-	916	915	915
		nachher	703	673	-	842	842	841
	postalisch + online	vorher	412	365	-	445	382	371
		nachher	418	372	-	436	381	358
<b>mit Sei- ten- raum- freigabe</b>	vor Ort	vorher	661	646	637	774	771	770
		nachher	621	617	623	679	680	679
	postalisch + online	vorher	413	394	405	406	348	347
		nachher	212	185	190	218	186	182

Tabelle 41: Zahl der befragten Verkehrsteilnehmenden, die auf die Frage, wie häufig andere Radfahrende auf der Untersuchungsstrecke mit dem Rad verschiedene vorhandene Flächen nutzen, mit „oft“ oder „immer“ antworteten, nach Befragungszeitpunkt, Seitenraumfreigabe und Fläche in der Pilotphase.

h. Stichprobenumfang Geschwindigkeits-Wahrnehmung vor Ort befragter Verkehrsteilnehmender auf Pilotstrecken nach Befragungszeitpunkt, -ort und Verkehrsmodus

		<b>Fuß</b>	<b>Kfz</b>	<b>Rad</b>
<b>FR_RH</b>	vorher	86	8	32
	nachher	54	5	60
<b>KO_BH</b>	vorher	108	23	19
	nachher	97	34	24
<b>KO_HZ</b>	vorher	130	39	18
	nachher	105	26	19
<b>KOE</b>	vorher	117	18	42
	nachher	105	14	25
<b>GT</b>	vorher	82	24	96
	nachher	73	14	92
<b>KO_L</b>	vorher	122	25	18
	nachher	90	32	24
<b>BI</b>	vorher	32	66	33
	nachher	40	57	25

Tabelle 42: Zahl der vor Ort befragten Verkehrsteilnehmenden, die auf die Frage antworteten, wie schnell die Kfz-Fahrenden auf der Untersuchungsstrecke fahren, nach Befragungszeitpunkt, -ort und Verkehrsmodus in der Pilotphase.

i. Stichprobenumfang Überholabstands-Wahrnehmung vor Ort befragter Verkehrsteilnehmender auf Pilotstrecken nach Befragungszeitpunkt, -ort und Verkehrsmodus

		<b>Fuß</b>	<b>Kfz</b>	<b>Rad</b>
<b>FR_RH</b>	vorher	77	7	33
	nachher	49	5	60
<b>KO_BH</b>	vorher	85	19	20
	nachher	68	19	18
<b>KO_HZ</b>	vorher	105	30	18
	nachher	89	25	19
<b>KOE</b>	vorher	103	15	41
	nachher	100	13	26
<b>GT</b>	vorher	54	22	68
	nachher	47	10	73
<b>KO_L</b>	vorher	97	19	17
	nachher	67	25	20
<b>BI</b>	vorher	19	58	28
	nachher	32	49	20

Tabelle 43: Zahl der vor Ort befragten Verkehrsteilnehmenden, die auf die Frage antworteten, wie dicht die Kfz-Fahrenden auf der Untersuchungsstrecke überholen, nach Befragungszeitpunkt, -ort und Verkehrsmodus in der Pilotphase.

j. Stichprobenumfang Sicherheitsgefühl und Interaktions-Einschätzungen befragter Radfahrer-der auf Pilotstrecken nach Befragungszeitpunkt, -ort und -art

		<b>vor Ort</b>	<b>postalisch + online</b>
<b>FR_RH</b>	vorher	35	11
	nachher	64	19
<b>KO_BH</b>	vorher	150	127
	nachher	89	66
<b>TR_PA</b>	vorher	29	12
	nachher	23	16
<b>TR_WB</b>	vorher	29	10
	nachher	14	8
<b>KO_HZ</b>	vorher	199	181
	nachher	124	104
<b>KOE</b>	vorher	10	10
	nachher	7	9
<b>GT</b>	vorher	101	175
	nachher	93	80
<b>KO_L</b>	vorher	19	135
	nachher	26	60
<b>BI</b>	vorher	34	8
	nachher	27	4

Tabelle 44: Zahl der befragten Radfahrenden, die auf die Frage antworteten, wie sicher sie sich auf der Untersuchungsstrecke fühlen und als wie angenehm sie die Interaktionen mit anderen Verkehrsteilnehmenden wahrnehmen, nach Befragungszeitpunkt, -ort und Befragungsart in der Pilotphase.

- k. Stichprobenumfang Sicherheitsgefühl und Interaktions-Einschätzungen befragter Kfz-Fahrender auf Pilotstrecken nach Befragungszeitpunkt, -ort und -art

		<b>vor Ort</b>	<b>postalisch + online</b>
<b>FR_RH</b>	vorher	8	11
	nachher	6	14
<b>KO_BH</b>	vorher	172	141
	nachher	112	81
<b>TR_PA</b>	vorher	15	11
	nachher	31	91
<b>TR_WB</b>	vorher	37	7
	nachher	49	47
<b>KO_HZ</b>	vorher	225	188
	nachher	132	109
<b>KOE</b>	vorher	16	10
	nachher	14	8
<b>GT</b>	vorher	24	148
	nachher	15	79
<b>KO_L</b>	vorher	24	152
	nachher	32	62
<b>BI</b>	vorher	54	10
	nachher	47	9

Tabelle 45: Zahl der befragten Kfz-Fahrenden, die auf die Frage antworteten, wie sicher sie sich auf der Untersuchungsstrecke fühlen und als wie angenehm sie die Interaktionen mit anderen Verkehrsteilnehmenden wahrnehmen, nach Befragungszeitpunkt, -ort und Befragungsart in der Pilotphase.

- l. Stichprobenumfang Sicherheitsgefühl und Interaktions-Einschätzungen sowie Veränderungen dieser Einschätzungen vor Ort Befragter auf Bestandsstrecken nach Befragungsort, -art und Verkehrsmodus

	<b>MZ</b>	<b>DA</b>	<b>LF</b>	<b>FR_SB</b>	<b>BH</b>	<b>OS</b>
<b>Fuß</b>	64	79	24	65	160	35
<b>Kfz</b>	32	38	15	17	19	56
<b>Rad</b>	25	48	84	29	51	97

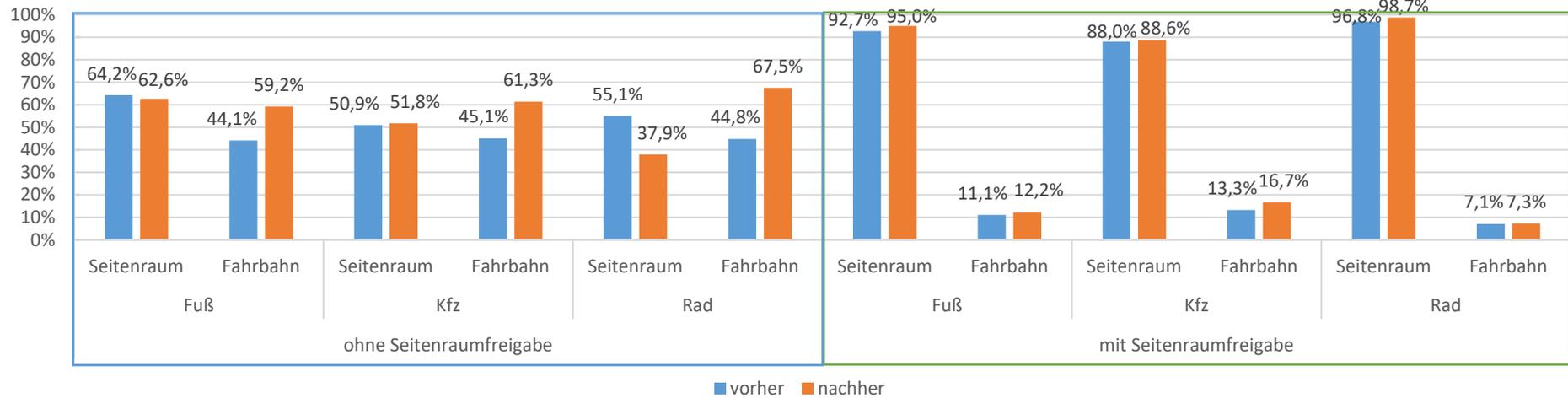
Tabelle 46: Zahl der vor Ort Befragten, die auf die Frage antworteten, wie sicher sie sich auf der Untersuchungsstrecke fühlen, als wie angenehm sie die Interaktionen mit anderen Verkehrsteilnehmenden wahrnehmen und wie sie die Veränderung dieser beiden Aspekte wahrnehmen, nach Befragungsort, -art und Verkehrsmodus in der Bestandsphase.

- m. Stichprobenumfang Sicherheitsgefühl und Interaktions-Einschätzungen vor Ort Befragter auf Bestandsstrecken nach Befragungsort und erlebten (Beinahe-)Unfällen

	<b>MZ</b>	<b>DA</b>	<b>LF</b>	<b>FR_SB</b>	<b>BH</b>	<b>OS</b>
<b>nein</b>	119	145	120	113	222	160
<b>ja</b>	14	37	8	13	15	33

Tabelle 47: Zahl der vor Ort Befragten, die auf die Frage antworteten, wie sicher sie sich auf der Untersuchungsstrecke fühlen und als wie angenehm sie die Interaktionen mit anderen Verkehrsteilnehmenden wahrnehmen nach Befragungsort und (Beinahe-)Unfall in der Bestandsphase.

## Anhang 12: Durch vor Ort Befragte berichtete Flächennutzung anderer Radfahrender



			Seitenraum	Fahrbahn
<b>ohne Seitenraumfreigabe</b>	Fuß	vorher	562	630
		nachher	460	522
	KFZ	vorher	108	142
		nachher	114	163
	Rad	vorher	118	145
		nachher	132	157
<b>mit Seitenraumfreigabe</b>	Fuß	vorher	247	261
		nachher	239	255
	KFZ	vorher	92	113
		nachher	70	90
	Rad	vorher	190	198
		nachher	153	164

Abbildung 153: Anteil der vor Ort Befragten, der auf Untersuchungsstrecken mit „oft“ oder „immer“ auf die Frage antwortete, wie häufig andere Radfahrende verschiedene vorhandene Flächen mit dem Rad auf der Strecke nutzen, nach Befragungszeitpunkt, Führungsform und Verkehrsmodus in der Pilotphase. Mehrfachantworten möglich. \*siehe Fußnote 4.

### Anhang 13: Ausgewählte Ergebnisse Trier

In Trier waren in der Vorher-Befragung gaben 49,0% (N = 361) an, die Kfz würden auf der Untersuchungsstrecke oft zu schnell fahren, 23,2% berichteten, dies passiere gelegentlich, 27,7% sagten, dies sei selten oder nie der Fall. Gefragt danach, wie oft die Kfz-Fahrenden auf den Untersuchungsstrecken Radfahrende zu dicht überholen, gaben 52,2% (N = 318) an, dies sei oft oder immer der Fall. 17,6% sagten, dies geschehe gelegentlich, 30,2% berichteten, dies passiere selten oder nie. Eine genaue Aufschlüsselung nach Befragungsart, -strecke und Verkehrsmodus ist nachfolgend Abbildung 154, Abbildung 155, Abbildung 156 und Abbildung 157 zu entnehmen.

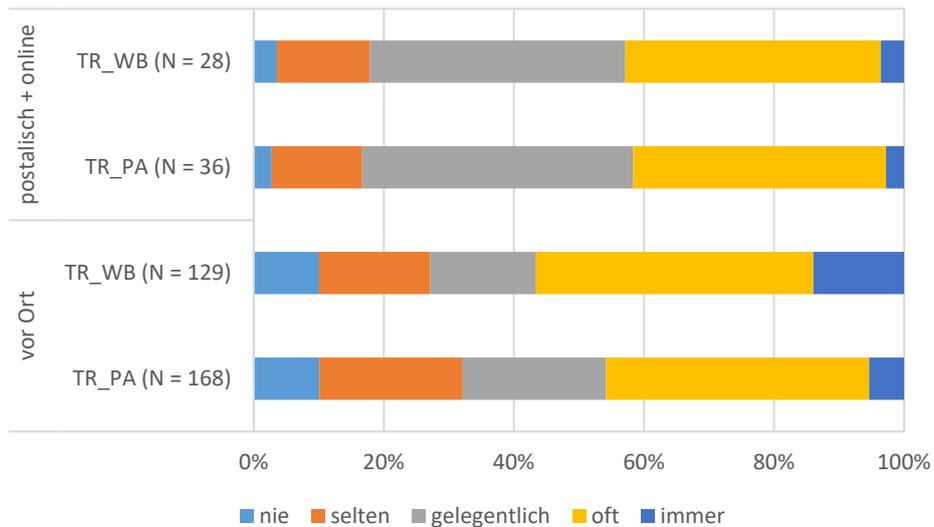


Abbildung 154: Anteilige Antworten der in Trier an der Vorher-Erhebung Teilnehmenden auf die Frage, wie oft die Kfz auf der Untersuchungsstrecke zu schnell fahren, nach Befragungsart und -ort.

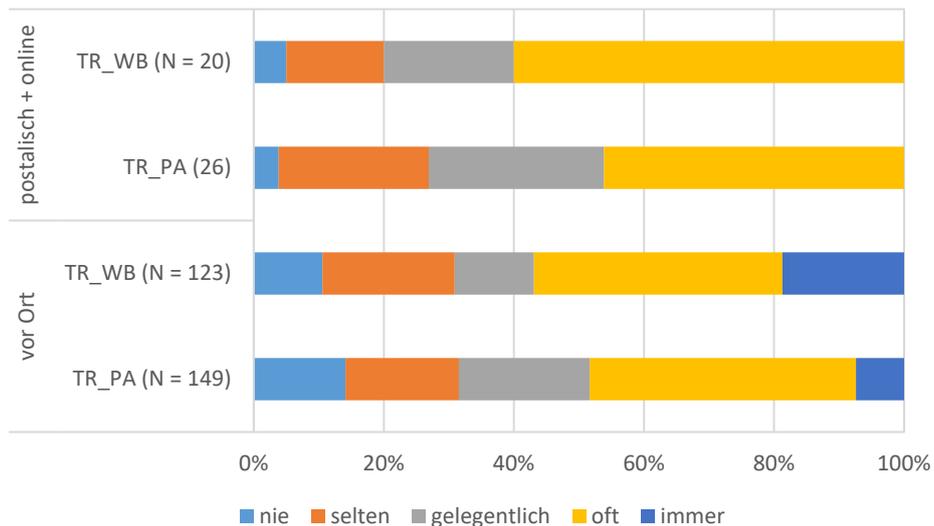


Abbildung 155: Anteilige Antworten der in Trier an der Vorher-Erhebung Teilnehmenden auf die Frage, wie oft die Kfz auf der Untersuchungsstrecke Radfahrende zu dicht überholen, nach Befragungsart und -ort.

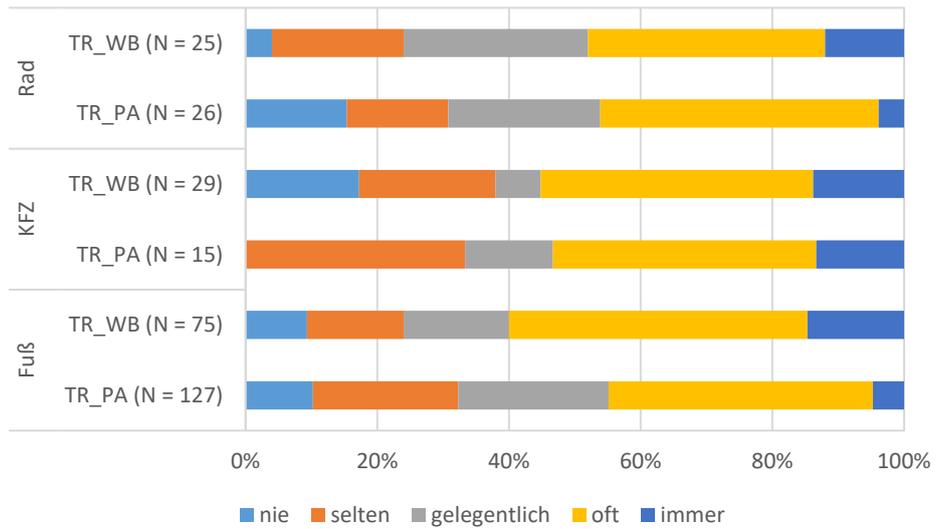


Abbildung 156: Anteilige Antworten der in Trier an der Vorher-Vor-Ort-Erhebung Teilnehmenden auf die Frage, wie oft die Kfz auf der Untersuchungsstrecke zu schnell fahren, nach Verkehrsmodus und Befragungsort.

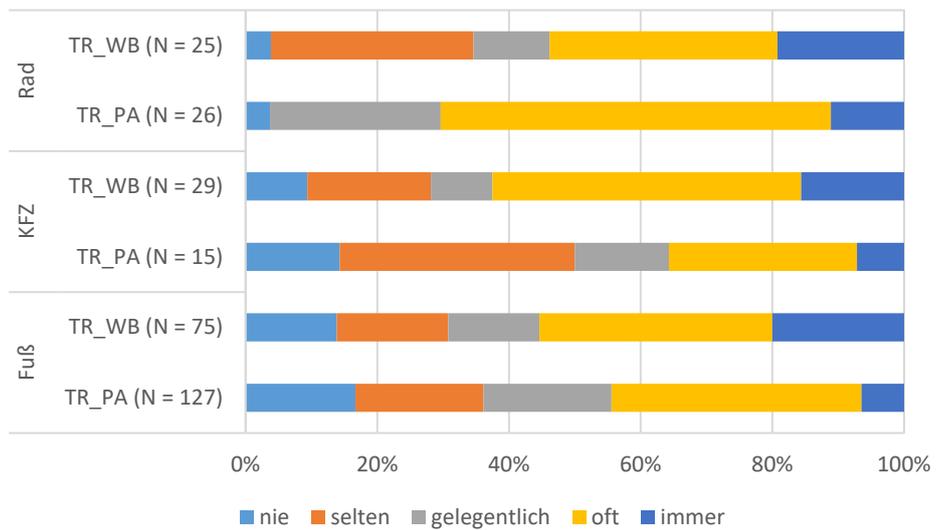


Abbildung 157: Anteilige Antworten der in Trier an der Vorher-Vor-Ort-Erhebung Teilnehmenden auf die Frage, wie oft die Kfz auf der Untersuchungsstrecke Radfahrende zu dicht überholen, nach Verkehrsmodus und Befragungsort.

## Anhang 14: Multivariate Kovarianzanalyse in der Bestandsphase

Die erhobenen Werte wurden für den Datensatz aus der Vor-Ort-Befragung sowie den Rad- und Kfz-Datensatz in der Bestandsphase für einen Überblick deskriptiv analysiert. Dabei gaben Häufigkeitsanalysen und Diagramme Aufschluss über die Verteilung der Daten und etwaige Ausreißer. Mittels der Bildung von z-Werten wurden die Ausreißer noch etwas genauer überprüft – in der Kodierung wurden die Beträge aller z-Werte, die in einem Bereich von 0 bis 1,95 lagen, als normal eingestuft, von 1,96 bis 2,57 als potentielle, von 2,58 bis 3,28 als wahrscheinliche und ab 3,29 als extreme Ausreißer. In einer normalen Verteilung würde erwartet werden, dass etwa 5% der Werte 1,96 übersteigen, 1% größer als 2,58 sind und keine Werte über 3,29 liegen. Insgesamt sollten sich etwa 95% der Werte im „normalen“ Bereich befinden (Field, 2018). Diese Voraussetzungen wurden vorwiegend erfüllt; kleinere Verletzungen wurden nach einem Blick auf die Rohwerte und deren inhaltliche Bedeutung akzeptiert.

Auch die Kovariablen waren in den Analysen, die für die verschiedenen Datensätze gerechnet wurden, jeweils identisch, dazu gehörten das Geburtsjahr, die (anhand des Medians dummykodierte) Häufigkeit des zu Fuß Gehens, Kfz- und Radfahrens, (Beinahe-)Unfälle auf der Strecke und das Geschlecht. Wie auch die Variablen zur Häufigkeit der Verkehrsmodusnutzung wurden die Geschlechts- und die Unfallvariable dummykodiert, da dies ein Erfordernis für Kovariablen in MANCOVAs ist. Die in den Befragungen mit erhobenen Kovariablen Führerscheinbesitz, Jahr des Führerscheinwerbs, Verfügbarkeit eines Kfz, jährliche Fahrleistung mit dem Kfz und Häufigkeit des Radfahrens auf der Untersuchungsstrecke wurden in diesen initialen Analysen nicht mit untersucht, da sie zu hoch mit der Häufigkeit des Kfz- und Radfahrens korrelierten und nicht auf alle Versuchspersonen zutrafen (z.B. fehlende Werte für Personen, die keinen Führerschein haben, in der Variable jährliche Fahrleistung mit dem Kfz).

Die abhängigen Variablen wurden auf fehlende Werte hin überprüft. Tabachnik und Fidell (2013) beschreiben eine reduzierte Power für MANCOVAs, sofern pro Zelle die Zahl der Fälle geringer ist als die Zahl der AVs. Die Zellbesetzung wäre, insbesondere sofern die fehlenden Werte für die beiden Veränderungs-AVs ausgeschlossen worden wären, zu klein gewesen, um multivariate Kovarianzanalysen durchzuführen. Es fehlten deutlich mehr Werte für die beiden Veränderungs- als für die anderen zwei AVs (vgl. Tabelle 48, Tabelle 50 und Tabelle 52 für die verschiedenen Datensätze). Die Befragten gaben insbesondere in den Gesprächen der Vor-Ort-Befragung an, nicht auf die Veränderungen geachtet zu haben, noch nicht häufig genug auf der Strecke unterwegs gewesen zu sein, um eine Veränderung nach im Vergleich zu vor dem Aufbringen der Piktogramme bemerkt zu haben, oder erst nach dem Aufbringen das erste Mal auf der Untersuchungsstrecke unterwegs gewesen zu sein.

Eine mögliche Lösung für den Umgang mit fehlenden Werten ist das Rechnen zweier getrennter MANCOVAs– eine mit den beiden AVs „subjektive Sicherheitseinschätzung“ und „Einschätzung der Interaktionen“, und eine mit den beiden AVs „Veränderung des Sicherheitsempfindens“ und „Veränderung der Interaktions-Einschätzung“, da diese AV-Paare jeweils etwa die gleiche Zahl an fehlenden Werten aufwiesen (vgl. Tabelle 48, Tabelle 50 und Tabelle 52 für eine genaue Aufschlüsselung pro Datensatz). Als problematisch ist dabei anzusehen, dass durch die Fallreduktion die Stichprobe verkleinert wird und die statistische Power in der Folge sinkt. Zudem korrelierten in der vorliegenden Untersuchung alle AVs signifikant im moderaten Bereich miteinander; in Tabelle 49, Tabelle 51 und Tabelle 53 werden die Korrelationen je nach verwendetem Datensatz genauer vorgestellt. Im Fall der signifikanten, moderaten Korrelation von AVs miteinander müssen diese gemeinsam in einer MANCOVA betrachtet werden; sonst besteht die Gefahr der Kumulierung des  $\alpha$ -Fehlers, zudem werden Beziehungen zwischen den AVs missachtet, was einen Informationsverlust bedeuten würde (Field, 2018). Eine Analyse

der fehlenden Werte für die einzelnen Datensätze in SPSS zeigte, dass die Werte nicht nach dem „Missing completely at random“-Mechanismus fehlten (vgl. Tabelle 54 bis Tabelle 57). Tabachnik und Fidell (2013) empfehlen bei Evidenz für nicht zufälliges Fehlen von Werten Methoden, die möglichst alle Fälle in der Analyse erhalten, statt sie zu löschen. Multiple Imputation stellt derzeit eine praktikable und respektable Methode der Ersetzung fehlender Werte dar, allerdings ist sie für MANCOVAs in SPSS nicht geeignet. Eine weitere, gängige Methode ersetzt fehlende Werte durch den häufigsten Wert oder Median bzw. Mittelwert (Gaul & Baier, 1994; Tabachnik & Fidell, 2013). Entsprechend wurden die fehlenden Werte für die vier abhängigen Variablen durch den Mittelwert bzw. Median der jeweiligen AV ersetzt. Für die Veränderungs-AVs lag der Median in allen Datensätzen bei 3, die Einschätzungen des Sicherheitsgefühls bzw. der Begegnungen mit anderen Verkehrsteilnehmenden lagen seit dem Aufbringen der Piktogramme also bei *gleich sicher* bzw. *gleich angenehm* – die Ersetzung fehlender Werte durch diese Angaben ergibt auch inhaltlich Sinn. Proband\*innen, die für die Veränderung ihrer Einschätzungen keine Angabe gemacht hatten bzw. „weiß nicht“ angegeben hatten, kann zugeschrieben werden, dass sie in einem Forced Choice-Format keine Veränderung angegeben hätten, schließlich war ihnen keine aufgefallen oder sie wussten es nicht. Die Mittelwerte der einzelnen AVs nach Ersetzung der fehlenden Werte wurden anhand von *t*-Tests verglichen mit den Mittelwerten der einzelnen AVs vor dem Ersetzen fehlender Werte.

Nachfolgend werden die Voraussetzungen für das Rechnen der multivariaten Kovarianzanalyse in der Bestandsanalyse beispielhaft für den Vor-Ort-Datensatz besprochen. Dabei wird sowohl auf das Erfüllen der Voraussetzungen für die Analyse des subjektiven Sicherheitsgefühls und der Einschätzungen der Interaktionen als auch für die Analyse der Veränderung dieser beiden Variablen seit dem Aufbringen der Piktogramme eingegangen. Die Prüfung der Voraussetzungen für den Rad- und Kfz-Fahrenden-Datensatz wird danach in Kürze dargestellt.

### **Vor-Ort-Datensatz**

#### *Fehlende Werte*

Für die AVs, insbesondere zur Veränderung des Antwortverhaltens seit dem Aufbringen der Piktogramme, lagen fehlende Werte vor. Diese wurden durch den jeweiligen Median ersetzt; anschließend wurde mit *t*-Tests geprüft, ob signifikante Gruppenunterschiede für die ergänzten bzw. nicht ergänzten AVs vorlagen. Tabelle 48 fasst die Mittelwerte und Standardabweichungen zusammen. Für das subjektive Sicherheitsgefühl ergab sich in einem *t*-Test, der die Mittelwerte der beiden Gruppen mit bzw. ohne fehlende Werte verglich, ein Wert von  $t(2013) = -0,155$ ,  $p = 0,877$ , für die Interaktions-Einschätzungen ein Wert von  $t(1913) = 0,000$ ,  $p = 1,000$ . Für die Veränderung des Sicherheitsgefühls berichtete der *t*-Test einen Wert von  $t(1747) = -0,729$ ,  $p = 0,466$ , für die Veränderung der Interaktions-Einschätzungen von  $t(1723) = -0,799$ ,  $p = 0,424$ . Es kann also davon ausgegangen werden, dass es keine signifikanten Gruppenunterschiede für die vier AVs gab.

#### *Homogenität der Regressionssteigungen*

Der Test der Homogenität der Regressionssteigungen zwischen verschiedenen Treatment-Gruppen ist eine Hauptvoraussetzung für die (multivariate) Kovarianzanalyse. Dies lässt sich durch Inkludierung des Interaktionsterms zwischen Kovariablen(n) und Faktor(en) im Modell testen. Die Verteilung der Werte der Kovariablen soll nicht durch das Treatment beeinflusst sein (Elashoff, 1969; Engqvist, 2005). Ist der Interaktionsterm nicht signifikant, kann auf homogene Regressionssteigungen geschlossen und auf Unterschiede im Antwortverhalten zwischen den Gruppen getestet werden. Eine signifikante Interaktion weist hingegen darauf hin, dass die Beziehung zwischen KV und AV zwischen den Gruppen

		<b>N</b>		<b>M</b>	<b>SD</b>
		Gül- tig	Fehlend		
<b>Ursprünglicher Datensatz mit fehlenden Werten</b>	Subjektives Sicherheitsgefühl	994	27	3,28	1,454
	Veränderung des subjektiven Sicherheitsgefühls	728	293	2,95	0,620
	Interaktions-Einschätzungen	894	127	3,04	1,242
	Veränderung der Interaktions-Einschätzungen	704	317	2,93	0,565
<b>Neuer Datensatz mit durch Median ersetzten fehlenden Werten</b>	Subjektives Sicherheitsgefühl	1021	0	3,29	1,439
	Veränderung des subjektiven Sicherheitsgefühls	1021	0	2,97	0,524
	Interaktions-Einschätzungen	1021	0	3,04	1,163
	Veränderung der Interaktions-Einschätzungen	1021	0	2,95	0,470

Tabelle 48: Mittelwerte und Standardabweichungen sowie fehlende Werte im Original-Vor-Ort-Datensatz sowie nach Ersetzung fehlender Werte durch den Median Bestandsstrecken.

unterschiedlich ist. In einem solchen Fall, bei dem heterogene Anstiege vorliegen, hängt der Unterschied zwischen den Gruppen vom Wert der Kovariable ab – die Interaktion zwischen zwei UVs wird nur dann ohne Bias geschätzt, wenn die signifikante Interaktion zwischen KV und UV in die Analyse aufgenommen wird (Beck & Bliwise, 2014; Engqvist, 2005; Theobald & Freeman, 2014; Yzerbyt, Muller & Judd, 2004).

Mit Hilfe eines Custom-Model der MANCOVA wurde geprüft, ob der Zusammenhang zwischen den KVs und AVs in jeder der Gruppen der gleiche ist. Dies konnte bis auf eine signifikante Interaktion zwischen zum Zeitpunkt der Befragung genutztem Verkehrsmodus und Geburtsjahr,  $V = 0,021$ ,  $F(8, 1642) = 2,219$ ,  $p = 0,024$ ,  $\eta^2_p = 0,011$ , bestätigt werden. Entsprechend wurde die signifikante Interaktion ins finale Modell mit aufgenommen.

#### *Multivariate Normalverteilung*

Multivariate Normalverteilung kann in SPSS nicht direkt überprüft werden. Eine Option ist die Prüfung der univariaten Normalverteilung, welche eine notwendige (wenngleich aber nicht hinreichende) Voraussetzung für eine multivariate Normalverteilung ist (Burdenski, 2000). Die Daten waren in einem Kolmogorov-Smirnov-Test fast ausschließlich signifikant, allerdings ist anzumerken, dass der Test gemäß des zentralen Grenzwertsatzes insbesondere in großen Stichproben mit größerer Wahrscheinlichkeit signifikant ist, wenngleich die Voraussetzung der Normalverteilung weniger wichtig wird, weil die Stichprobenverteilung – unabhängig von der Population – normal sein wird (Field, 2018). Die Prüfung von Schiefe und Kurtosis ist ein wichtiges Maß zum Treffen von Aussagen über die Normalverteilung. Beide Größen wurden für jede AV und KV sowie für alle möglichen Kombinationen der UVs berechnet. Im Allgemeinen wichen die Werte nicht in einem zu großen Bereich von 0 (was Normalverteilung bedeuten würde) ab.

### Homogenität der Varianz-Kovarianz-Matrix

Der Box-Test ist anfällig für Verletzungen der (multivariaten) Normalverteilung und bei der Anwesenheit von Ausreißern (Friendly & Sigal, 2018). Zudem ist er bei großen Stichproben als zu streng anzusehen (Field, 2018; Tabachnik & Fidell, 2013). In der Folge wurde in allen Analysen für die Interpretation die Pillai-Spur verwendet, da diese als robuster gilt bei Gruppen, die sich entlang mehr als einer Variable unterscheiden, und wenn Voraussetzungen verletzt werden oder die Gruppengrößen ungleich sind (Field, 2018; Pallant, 2007).

### Reliabilität der Kovariaten

Da als Kovariaten demographische Angaben wie Geschlecht und Alter erfasst wurden, die zeitlich sehr stabil sind, kann davon ausgegangen werden, dass die KVs reliabel sind. Dies gilt auch für die Analysen des Radfahrenden- und des Kfz-Fahrenden-Datensatzes, entsprechend wird die Reliabilität der Kovarianzen dort nicht noch einmal diskutiert.

### Abwesenheit von Multikollinearität

Das Vorliegen von Multikollinearität wurde über die Korrelation der AVs geprüft. Dabei zeigte sich, dass die vier AVs signifikant miteinander korrelieren (vgl. Tabelle 49). Die Korrelationen lagen im mittleren Bereich; damit ist nach Tabachnik und Fidell (2013) keine Multikollinearität gegeben. Zugleich war damit die Voraussetzung für das Rechnen einer MANCOVA (im Vergleich zu mehreren ANCOVAs) gegeben, da die AVs miteinander korrelierten.

		<b>Subjektives Sicherheitsgefühl</b>	<b>Veränderung des subjektiven Sicherheitsgefühls</b>	<b>Interaktions-Einschätzung</b>	<b>Veränderung der Interaktions-Einschätzung</b>
<b>Subjektives Sicherheitsgefühl</b>	<i>r</i>		0,212**	0,429**	0,185**
	Sig.		<0,001	<0,001	<0,001
	N		1021	1021	1021
<b>Veränderung des subjektiven Sicherheitsgefühls</b>	<i>r</i>	0,212**		0,105**	0,359**
	Sig.	<0,001		<0,001	<0,001
	N	1021		1021	1021
<b>Interaktions-Einschätzung</b>	<i>r</i>	0,429**	0,105**		0,242**
	Sig.	<0,001	<0,001		<0,001
	N	1021	1021		1021
<b>Veränderung der Interaktions-Einschätzung</b>	<i>r</i>	0,185**	0,359**	0,242**	
	Sig.	<0,001	<0,001	<0,001	
	N	1021	1021	1021	

Tabelle 49: Korrelationen der abhängigen Variablen im Vor-Ort-Datensatz Bestandsstrecken. *Anmerkungen.* \*\*. Korrelation ist auf dem 0,001-Niveau signifikant (zweiseitig). *r*: Korrelation nach Pearson, Sig.: Signifikanz, N: Stichprobengröße.

## Radfahrenden-Datensatz

### Fehlende Werte

Fehlende Werte wurden wie bereits im Vor-Ort-Datensatz durch den jeweiligen Median ersetzt und anschließend mittels *t*-Tests auf Gruppenunterschiede hin geprüft. Die zugehörigen Mittelwerte und Standardabweichungen sind Tabelle 50 zu entnehmen. Für das subjektive Sicherheitsgefühl ergab sich im *t*-Test ein Wert von  $t(2007) = -0,534$ ,  $p = 0,593$ , für die Interaktions-Einschätzungen ein Wert von  $t(1954) = 1,237$ ,  $p = 0,216$ . Für die Veränderung des Sicherheitsgefühl berichtete der *t*-Test einen Wert von  $t(1866) = -0,479$ ,  $p = 0,632$ , für die Veränderung der Interaktions-Einschätzungen von  $t(1796) = -1,024$ ,  $p = 0,306$ . Es kann also davon ausgegangen werden, dass es keine signifikanten Gruppenunterschiede für die vier AVs gab.

		N		M	SD
		Gültig	Fehlend		
Ursprünglicher Datensatz mit fehlenden Werten	Subjektives Sicherheitsgefühl	964	81	2,57	1,281
	Veränderung des subjektiven Sicherheitsgefühls	823	222	2,89	0,953
	Interaktions-Einschätzungen	911	134	2,43	1,103
	Veränderung der Interaktions-Einschätzungen	753	292	2,86	0,891
Neuer Datensatz mit durch Median ersetzten fehlenden Werten	Subjektives Sicherheitsgefühl	1045	0	2,60	1,236
	Veränderung des subjektiven Sicherheitsgefühls	1045	0	2,91	0,847
	Interaktions-Einschätzungen	1045	0	2,37	1,040
	Veränderung der Interaktions-Einschätzungen	1045	0	2,90	0,759

Tabelle 50: Mittelwerte und Standardabweichungen sowie fehlende Werte im Original-Radfahrenden-Datensatz sowie nach Ersetzung fehlender Werte durch den Median Bestandsstrecken.

### Homogenität der Regressionssteigung

Mit Hilfe eines Custom-Model der MANCOVA wurde geprüft, ob der Zusammenhang zwischen den KVs und AVs in jeder der Gruppen der gleiche ist. Dabei zeigte sich eine signifikante Interaktionen von Befragung und Geschlecht,  $V = 0,020$ ,  $F(8, 1852) = 2,364$ ,  $p = 0,016$ ,  $\eta^2_p = 0,010$ . Dieser Term wurde entsprechend in das finale Modell mit aufgenommen.

		Subjektives Sicherheits- gefühl	Veränderung des subjektiven Sicherheitsge- fühls	Interakti- ons-Ein- schätzungen	Veränderung der Interakti- ons-Einschät- zungen
<b>Subjektives Sicherheitsgefühl</b>	<i>r</i>		0,363**	0,614**	0,329**
	Sig.		<0,001	<0,001	<0,001
	N		1045	1045	1045
<b>Veränderung des sub- jektiven Sicherheits- gefühls</b>	<i>r</i>	0,363**		0,339**	0,685**
	Sig.	<0,001		<0,001	<0,001
	N	1045		1045	1045
<b>Interaktions-Einschät- zungen</b>	<i>r</i>	0,614**	0,339**		0,357**
	Sig.	<0,001	<0,001		<0,001
	N	1045	1045		1045
<b>Veränderung der In- teraktions-Einschät- zungen</b>	<i>r</i>	0,329**	0,685**	0,357**	
	Sig.	<0,001	<0,001	<0,001	
	N	1045	1045	1045	

Tabelle 51: Korrelationen der abhängigen Variablen im Radfahrenden-Datensatz Bestandsstrecken. *Anmerkungen.* \*\*. Korrelation ist auf dem 0,01-Niveau signifikant (zweiseitig). *r*: Korrelation nach Pearson, Sig.: Signifikanz, N: Stichprobengröße.

### Kfz-Fahrenden-Datensatz

#### Fehlende Werte

Fehlende Werte wurden wie bereits im Vor-Ort- und im Radfahrenden-Datensatz durch den jeweiligen Median ersetzt und anschließend mittels *t*-Tests auf Gruppenunterschiede hin geprüft. Für das subjektive Sicherheitsgefühl ergab sich im *t*-Test ein Wert von  $t(1714) = -0,207$ ,  $p = 0,836$ , für die Interaktions-Einschätzungen ein Wert von  $t(1672) = 0,000$ ,  $p = 1,000$ . Für die Veränderung des Sicherheitsgefühl berichtete der *t*-Test einen Wert von  $t(1576) = -1,444$ ,  $p = 0,149$ , für die Veränderung der Interaktions-Einschätzungen von  $t(1536) = -0,306$ ,  $p = 0,759$ . Es kann also davon ausgegangen werden, dass es keine signifikanten Gruppenunterschiede für die vier AVs gab. Die zur Berechnung der *t*-Tests verwendeten Stichprobenzahlen, Mittelwerte und Standardabweichungen finden sich in Tabelle 52.

#### Homogenität der Regressionssteigung

Danke eines Custom-Model der MANCOVA mit den AVs subjektives Sicherheitsgefühl und Interaktions-Einschätzungen sowie deren Veränderung konnte überprüft werden, ob der Zusammenhang zwischen den KVs und AVs in jeder der Gruppen der gleiche ist. Dabei zeigten sich keine signifikanten Interaktionen der KVs und AVs, sodass von homogenen Regressionssteigungen ausgegangen werden kann; entsprechend konnte ein gesättigtes Modell gerechnet werden.

		<b>N</b>		<b>M</b>	<b>SD</b>
		Gültig	Fehlend		
<b>Ursprünglicher Datensatz mit fehlenden Werten</b>	Subjektives Sicherheitsgefühl	824	68	3,77	1,021
	Veränderung des subjektiven Sicherheitsgefühls	686	206	2,81	0,581
	Interaktions-Einschätzungen	782	110	2,85	1,083
	Veränderung der Interaktions-Einschätzungen	646	246	2,84	3,448
<b>Neuer Datensatz mit durch Median ersetzten fehlenden Werten</b>	Subjektives Sicherheitsgefühl	892	0	3,78	0,983
	Veränderung des subjektiven Sicherheitsgefühls	892	0	2,85	0,516
	Interaktions-Einschätzungen	892	0	2,87	1,015
	Veränderung der Interaktions-Einschätzungen	892	0	2,89	2,935

Tabelle 52: Mittelwerte und Standardabweichungen sowie fehlende Werte im Original-Kfz-Datensatz sowie nach Ersetzung fehlender Werte durch den Median Bestandsstrecken.

#### Korrelation der AVs

		<b>Subjektives Sicherheitsgefühl</b>	<b>Veränderung des subjektiven Sicherheitsgefühls</b>	<b>Interaktions-Einschätzungen</b>	<b>Veränderung der Interaktions-Einschätzungen</b>
<b>Subjektives Sicherheitsgefühl</b>	<i>r</i>		0,442**	0,450**	0,071*
	Sig.		<0,001	<0,001	0,034
	N		892	892	892
<b>Veränderung des subjektiven Sicherheitsgefühls</b>	<i>r</i>	0,442**		0,316**	0,136**
	Sig.	<0,001		<0,001	<0,001
	N	892		892	892
<b>Interaktions-Einschätzungen</b>	<i>r</i>	0,450**	0,316**		0,115**
	Sig.	<0,001	<0,001		0,001
	N	892	892		892
<b>Veränderung der Interaktions-Einschätzungen</b>	<i>r</i>	0,071*	0,136**	0,115**	
	Sig.	0,034	<0,001	0,001	
	N	892	892	892	

Tabelle 53: Korrelationen der abhängigen Variablen im Kfz-Fahrenden-Datensatz Bestandsstrecken. *Anmerkungen.* \*\*. Korrelation ist auf dem 0,01-Niveau signifikant (zweiseitig). *r*: Korrelation nach Pearson, Sig.: Signifikanz, N: Stichprobengröße.

## Fehlende Werte in der Bestandsphase – Prüfung des MCAR-Mechanismus'

	Vor-Ort-Da- tensatz	Radfahrenden- Datensatz	KFZ-Fahrenden-Da- tensatz
<b>Sicherheitsgefühl</b>	4	3	4
<b>Veränderung des Sicherheitsgefühls</b>	3	3	3
<b>Interaktions-Einschätzungen</b>	3	2	3
<b>Veränderung der Interaktions-Ein- schätzungen</b>	3	3	3

Tabelle 54: Zur Ersetzung der fehlenden Werte der AVs genutzte Mediane in den verschiedenen Datensätzen Bestandsstrecken.

	Sicher- heitsge- fühl	Veränderung des Sicherheitsge- fühls	Interaktions- Einschätzung	Veränderung der In- teraktions-Einschät- zung
<b>Sicherheitsgefühl</b>	2,115			
<b>Veränderung des Si- cherheitsgefühls</b>	0,226	0,386		
<b>Interaktions-Ein- schätzung</b>	0,849	0,095	1,558	
<b>Veränderung der In- teraktions-Einschät- zung</b>	0,192	0,150	0,205	0,320

Tabelle 55: Prüfung des MCAR-Mechanismus' für den Vor-Ort-Datensatz über EM-Kovarianzen<sup>a</sup> Bestandsstrecken. *Anmerkungen.* Per EM-Mechanismus ermittelte Kovarianzen zur Schätzung des wahren Wertes. a. MCAR-Test nach Little: Chi-Quadrat = 97,842. DF = 28. Sig. < 0,001.

	Sicher- heitsge- fühl	Veränderung des Sicherheitsge- fühls	Interaktions- Einschätzung	Veränderung der In- teraktions-Einschät- zung
<b>Sicherheitsgefühl</b>	1,642			
<b>Veränderung des Si- cherheitsgefühls</b>	0,511	0,921		
<b>Interaktions-Ein- schätzung</b>	0,961	0,422	1,225	
<b>Veränderung der In- teraktions-Einschät- zung</b>	0,449	0,663	0,424	0,796

Tabelle 56: Prüfung des MCAR-Mechanismus' für den Radfahrenden-Datensatz über EM-Kovarianzen<sup>a</sup> Bestandsstrecken. *Anmerkungen.* Per EM-Mechanismus ermittelte Kovarianzen zur Schätzung des wahren Wertes. a. MCAR-Test nach Little: Chi-Quadrat = 40,146. DF = 27. Sig. = 0,050.

	<b>Sicherheitsgefühl</b>	<b>Veränderung des Sicherheitsgefühls</b>	<b>Interaktions-Einschätzung</b>	<b>Veränderung der Interaktions-Einschätzung</b>
<b>Sicherheitsgefühl</b>	1,041			
<b>Veränderung des Sicherheitsgefühls</b>	0,299	0,551		
<b>Interaktions-Einschätzung</b>	0,513	0,219	1,169	
<b>Veränderung der Interaktions-Einschätzung</b>	0,283	1,792	0,454	11,485

Tabelle 57: Prüfung des MCAR-Mechanismus<sup>a</sup> für den KFZ-Fahrenden-Datensatz über EM-Kovarianzen<sup>a</sup> Bestandsstrecken. *Anmerkungen.* Per EM-Mechanismus ermittelte Kovarianzen zur Schätzung des wahren Wertes. a. MCAR-Test nach Little: Chi-Quadrat = 35,736. DF = 24. Sig. = 0,058. b. Der EM-Algorithmus konnte in 25 Iterationen nicht konvergiert werden.

## Anhang 15: Begleitende Öffentlichkeitsarbeit

### a. Allgemeine Pressemitteilung



**TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DRESDEN**



**BERGISCHE  
UNIVERSITÄT  
WUPPERTAL**

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Verkehr und  
digitale Infrastruktur

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

#### **Piktogramme für mehr Sicherheit: Verkehrspsychologen untersuchen Wirkung von Fahrradsymbolen auf Straßen und Schildern**

Wo es keine Radwege gibt, müssen Radfahrende ab zehn Jahren auf der Straße fahren. Wenn sie sich eine Fahrbahn mit Autos und LKW teilen, geht es oft eng zu – und gefährlich. Ob Piktogramme und Hinweisschilder zu mehr Sicherheit beitragen können, untersuchen nun Psychologinnen der Professur für Diagnostik und Intervention der TU Dresden gemeinsam mit dem Lehr- und Forschungsgebiet Straßenverkehrsplanung und Straßenverkehrstechnik der Bergischen Universität Wuppertal. Sie wollen herausfinden, ob die Verkehrsteilnehmende die Bedeutung von Fahrradsymbolen auf der Straße und auf Schildern verstehen und sich entsprechend verhalten. Mit Hilfe dieses Wissens sollen Straßen künftig für alle Verkehrsteilnehmenden sicherer und komfortabler gestaltet werden.

In Städten wie Stuttgart, Trier oder Frankfurt am Main sollen ausgewählte gemeinsam genutzte Straßen künftig mit Piktogrammen markiert werden. Hier befragen die Psychologinnen der TU Dresden in den nächsten Wochen zu Fuß Gehende, Rad- und Kfz-Fahrende – vor und nach der Umsetzung. So können die Wissenschaftlerinnen die Wirksamkeit der Maßnahmen prüfen. Die Partner der Universität Wuppertal führen zudem Videobeobachtungen durch und werten Unfalldaten aus.

Das Projekt „Wirkung von Piktogrammen und Hinweisschildern auf Fahrverhalten und Verkehrssicherheit“ wird bis 2019 durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) mit Mitteln zur Umsetzung des Nationalen Radverkehrsplans 2020 gefördert.

#### **Informationen für Journalisten**

Prof. Carmen Hagemeister

Tel.: 0351 463-36994

E-Mail: [Carmen.Hagemeister@tu-dresden.de](mailto:Carmen.Hagemeister@tu-dresden.de)

## b. Kommunenspezifische Pressemitteilung



Wie sich die Markierung von Straßen mit Fahrradsymbolen auf das Verhalten von Rad- und KFZ-Fahrenden sowie zu Fuß Gehenden auswirkt, das wird zurzeit in einem gemeinsamen Forschungsprojekt der Bergischen Universität und der Technischen Universität Dresden untersucht. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Fachzentrums Verkehr der Wuppertaler Hochschule und der Dresdener Professur Diagnostik und Intervention analysieren, ob und wie diese Markierungen von den Verkehrsteilnehmenden verstanden werden. Das Projekt „Radfahren bei beengten Verhältnissen – Wirkung von Piktogrammen und Hinweisschildern auf Fahrverhalten und Verkehrssicherheit“ wird gefördert durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) mit Mitteln zur Umsetzung des Nationalen Radverkehrsplans 2020.

Im Rahmen des Projekts werden in der XYZ-Straße auf der Fahrbahn Fahrradsymbole markiert.

- Die XYZ-Straße ist eine wichtige Straße für Radfahrende /
- liegt auf der Radroute ... . Dort sind viele Kraftfahrzeuge / viele Kraftfahrzeuge und insbesondere LKW / viele Kraftfahrzeuge und Linienbusse unterwegs.
- Die Straße ist zu schmal, um dort Radwege, Schutz- oder Radfahrstreifen anzulegen [hier ggf. noch weitere Ausführungen]. /
- Die Radwegebenutzungspflicht wurde dort aufgehoben, weil ... /
- Dort fahren zahlreiche Personen auf dem Gehweg Rad. Daher hat die Polizei dort in den vergangenen x Jahren y Unfälle mit Radfahrenden auf dem Gehweg aufgenommen.

„Die Fahrradsymbole sollen zwei Zwecke erfüllen: Einerseits sollen sie Radfahrende darauf hinweisen, dass sie auf der Fahrbahn fahren müssen, sofern die Beschilderung nicht explizit z.B. auf die Benutzung eines Radweges hinweist. Auf baulich getrennten Radwegen, bei denen die Benutzungspflicht aufgehoben ist, findet sich i.d.R. kein solcher Hinweis – den Radfahrenden ist die Wahl zwischen Fahren auf dem Radweg oder auf der Straße freigestellt. Hier sollen die Symbole dann diese Wahlfreiheit verdeutlichen. Andererseits sollen die Symbole den Kraftfahrenden zeigen, dass die Radfahrenden dort auf die Fahrbahn gehören, und sie gleichzeitig zu besonders rücksichtsvollem Überholen mit hinreichendem Sicherheitsabstand auffordern“, erklärt XYZ.

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler untersuchen das Verhalten der Verkehrsteilnehmenden mit Videoanalysen sowie Befragungen. Anschließend werten sie ihre Beobachtungen aus. Die Untersuchungen laufen in XY-Stadt bis XX. Mit Ergebnissen der Studie ist Ende 2019 zu rechnen.

### Webseite:

<https://nationaler-radverkehrsplan.de/de/praxis/wirkung-von-piktogrammen-und-hinweisschildern-auf>

### Kontakt:

Prof. Dr. Carmen Hagemeister  
Professur Diagnostik und Intervention  
Fakultät Psychologie  
Bereich Mathematik und Naturwissenschaften  
Technische Universität Dresden  
[radfahren@mailbox.tu-dresden.de](mailto:radfahren@mailbox.tu-dresden.de)

c. Flyer zur Auslage und für Hauswurfsendungen

Vorderseite

*[Hier können Sie – ebenso wie auf den nachfolgenden Seiten an gleicher Stelle – noch ein Logo Ihrer Kommune anbringen.]*

**Radfahren auf der XY-Straße**



Neuerungen

Rückseiten

*[Hier können Sie noch ein Logo Ihrer Kommune anbringen.]*

**Kontakt:**

*Hier können Sie gerne noch einen Kontakt in Ihrer Kommune mit aufnehmen.*

## Innenansicht links

[Hier können Sie – ebenso wie auf den nachfolgenden Seiten an gleicher Stelle – noch ein Logo Ihrer Kommune anbringen.]

Liebe Bürgerinnen und Bürger,

---

---

---

---



[An dieser Stelle können Sie einige einleitende Worte für Ihre Stadt finden, beispielsweise zu Bemühungen, mehr Bürgerinnen und Bürgerinnen für das Radfahren zu begeistern oder zum Radverkehrskonzept. Die Linien und das Foto von Dresdens Oberbürgermeister Dirk Hilbert sind nur als Platzhalter gedacht.]

---

---

---

---

---

---

Seit der StVO-Novelle 1997 ist es Radfahrenden im Regelfall freigestellt, ob sie die Fahrbahn oder – sofern vorhanden – einen Radweg im Seitenraum benutzen möchten. Nur in begründeten Ausnahmefällen gilt diese Aufhebung der Radwegebenutzungspflicht nicht und es muss die vorhandene Radverkehrsinfrastruktur genutzt werden (angezeigt durch ein Schild mit weißem Fahrradsymbol auf blauem Grund). An Stellen, wo die Benutzungspflicht aufgehoben wurde und somit Wahlfreiheit herrscht, ist dies den Verkehrsteilnehmenden nicht immer klar. In solchen Fällen können zur Verdeutlichung beispielsweise **Fahrradsymbole auf der Fahrbahn** angebracht, wie Sie sie auf der Vorderseite dieses Flyers sehen können.

## Innenansicht rechts

[Hier können Sie – ebenso wie auf den nachfolgenden Seiten an gleicher Stelle – noch ein Logo Ihrer Kommune anbringen.]

**Aber was bedeuten die Fahrradsymbole überhaupt?**

- Die Fahrradsymbole werden auf der Fahrbahn angebracht. Sie markieren den **Bereich, auf dem sich Radfahrende auf der Straße bewegen** sollten.
- Die Symbole werden vor allem auf Straßen angebracht, welche **zu schmal** sind, um dort Radwege, Radfahrstreifen oder Schutzstreifen anzulegen.
- Radfahrenden wird damit ein **eigener Bereich auf der Fahrbahn** eingeräumt und KFZ-Fahrende werden auf sie **aufmerksam** gemacht. Ein rück-sichtsvolleres Überholen mit hinreichendem Sicherheitsabstand soll somit gefördert werden.
- Auf Strecken, die neben der Fahrbahn einen nicht benutzungspflichtigen Radweg aufweisen, sollen die Symbole **verdeutlichen**, dass sowohl Fahrbahn als auch der Radweg im Seitenraum genutzt werden können und somit **Wahlfreiheit** besteht.

Mit Hilfe der Fahrradsymbole soll die **gegenseitige Akzeptanz, Rücksichtnahme und insbesondere die Sicherheit** von Rad- und KFZ-Fahrenden und anderen Verkehrsteilnehmenden gesteigert werden. Die Fahrradsymbole sollen nicht nur Konflikte vermeiden, sondern auch das Miteinander aller Verkehrsteilnehmenden verbessern.

Auch in unserer Stadt sollen die Fahrradsymbole im XX.201X auf der XXX-Straße angebracht werden. Dies wird im Rahmen eines Forschungsprojekts wissenschaftlich begleitet. Dazu werden vor Ort und postalisch Vor- und Nachbefragungen durchgeführt, um herauszufinden, ob sich nach dem Anbringen der Fahrradsymbole im Vergleich zu vor dem Anbringen der Symbole Fahrverhalten und Verkehrssicherheit verändert haben.

