

**Wirkung von Piktogrammketten und Hinweisschildern
auf Fahrverhalten und Verkehrssicherheit
auf schmalen Hauptverkehrsstraßen**

angenommene Dissertation
zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor-Ingenieur
an der
Fakultät für Architektur und Bauingenieurwesen
der
Bergischen Universität Wuppertal

vorgelegt von
Anne Koppers
Wuppertal, Januar 2021

Die Dissertation kann wie folgt zitiert werden:

urn:nbn:de:hbz:468-20220222-111104-2

[<http://nbn-resolving.de/urn/resolver.pl?urn=urn%3Anbn%3Ade%3A468-20220222-111104-2>]

DOI: 10.25926/29q5-dk45

[<https://doi.org/10.25926/29q5-dk45>]

Vorwort

Diese Dissertation entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehr- und Forschungsgebiet Straßenverkehrsplanung und –technik der Fakultät für Architektur und Bauingenieurwesen der Bergischen Universität Wuppertal im Rahmen des Forschungsprojektes „Radfahren bei beengten Verhältnissen - Wirkung von Piktogrammen und Hinweisschildern auf Fahrverhalten und Verkehrssicherheit“, das vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur im Rahmen des Nationalen Radverkehrsplans gefördert wurde.

Bei der Dissertation handelt es sich um den verkehrsplanerischen Teil, der Kriterien der objektiven Sicherheit betrachtet und von der Autorin dieser Dissertation selbständig erarbeitet wurde.

Ergänzend wurde im Rahmen des Forschungsprojektes auch die subjektive Sicherheit vom Projektpartner (Technische Universität Dresden) untersucht. Erkenntnisse des Projektpartners, die die vorliegende Arbeit ergänzen, wurden zur Unterstützung der Empfehlungen teilweise übernommen und dort entsprechend gekennzeichnet.

Kurzfassung

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.

Rad-Piktogramme und Hinweisbeschilderungen zur Radwegebenutzungspflicht 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.

Diese Dissertation soll dazu beitragen zu ermitteln, unter welchen Rahmenbedingungen diese Maßnahmen zur Unterstützung des Mischverkehrs auf der Fahrbahn sinnvoll sind und wie sie ausgestaltet werden können.

Auf Basis einer Literaturanalyse, Vor-Ort-Untersuchung von 6 Strecken im Bestand und 14 Strecken vor und nach der Umsetzung sowie der Unfallanalyse dieser Strecken wurden Empfehlungen für die weitere Umsetzung in Deutschland abgeleitet.

Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen, dass im Vorher-/Nachher-Vergleich

- das individuelle Risiko von Radfahrenden zu verunfallen an allen Strecken sinkt,
- Interaktionen auf der Fahrbahn zwar zunehmen, aber Konflikte kaum zunehmen,
- Interaktionen und Konflikte im Seitenraum reduziert werden,
- die Fahrbahnnutzung von Radfahrenden ansteigt, insbesondere an Strecken ohne erlaubter Seitenraumnutzung,
- der Anteil linksfahrender Radfahrender sinkt,
- die Fahrlinie von Radfahrenden sich im Mittel kaum verschiebt,
- der Anteil der Überholungen zwischen 0,5 und 1,5 m sinkt und über 1,5 m steigt und
- Radfahrende weniger überholt werden.

Insgesamt 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. Hinweis-schilder 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. 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.

Abstract

Time and again, cyclists on main roads have to share the available space with motor vehicles on the carriageway, as the road space is not sufficient for separate guidance and there is no alternative route. There are also routes that additionally allow the use of the side space either by a cycle lane that does not have to be used or a clearance of the pavement for cyclists. Especially with this dual routing, it can happen that motor vehicle drivers do not expect cyclists on the roadway and that a lack of acceptance for cyclists on the roadway is reflected in the driving style of motor vehicle drivers.

Therefore, cycling pictograms and signs for the use of cycle lanes are implemented in connection with the abolition of the compulsory use of cycle lanes or are used in road spaces in which it is not possible to implement cycling facilities that comply with the regulations because the dimensions are too small.

The aim of this dissertation is to determine under which conditions these measures to support mixed traffic on the carriageway make sense and how they can be designed.

Based on a literature analysis, on-site investigations of 6 existing routes and 14 routes before and after implementation, as well as accident analysis of these routes, recommendations for further implementation in Germany were derived.

The results of the study show that in the before/after comparison

- the individual risk of cyclists having an accident decreases on all routes,
- interactions on the road increase, but conflicts hardly increase,
- interactions and conflicts in the side space are reduced,
- the use of the carriageway by cyclists increases, especially on routes without permitted use of the side space,
- the proportion of cyclists riding on the left decreases,
- the line of travel of cyclists hardly shifts in average,
- the proportion of overtaking decreases between 0.5 and 1.5 m and increases above 1.5 m, and
- cyclists are overtaken less.

Overall, it could be shown that chains of pictograms are a measure to increase the acceptance of mixed traffic on main roads, to reduce the use of side spaces and to clarify cycling routes. Signs for cycling on the carriageway also seem to have a positive effect, but the sample was very small with only one route in the surveys, so they are not discussed further in the recommendations.

The chains of pictograms are suitable for closing gaps in the network where it is not possible to implement compliant cycling facilities due to constricted situations. In the event of conflicts over space, all options should be examined beforehand in order to be able to offer cycling facilities that comply with the regulations. In order to avoid that this measure of cycling promotion, which is only intended for certain sections in the

basic and priority cycling network, is used in the entire main and access road network and thus becomes a regular and not an exceptional solution in confined conditions, the area of application should be clearly limited and restricted.

Inhalt

1	Einleitung.....	1
1.1	Problemstellung und Zielsetzung	1
1.2	Aufbau	2
2	Aktueller Stand der Forschung und Gesetzgebung	4
2.1	Radverkehr im Mischverkehr mit/ohne Schutzstreifen	4
2.2	Gesetze und Regelwerke.....	8
2.2.1	Rechtliche Vorgaben.....	8
2.2.2	Führungsformen des Radverkehrs und Gestaltungshinweise	9
2.3	Internationale Anwendung und Forschung.....	12
2.3.1	Entwicklung und Anwendung.....	12
2.3.2	Internationale Studien	14
2.3.3	Regelwerke und Leitfäden	17
3	Untersuchungsmethodik	20
3.1	Städtebefragung zur Nutzung & Planung von Maßnahmen.....	20
3.2	Auswahl von Bestands- und Pilotstrecken	21
3.3	Vor-Ort-Erhebungen.....	23
3.3.1	Bestandserhebungen	24
3.3.2	Pilot- bzw. Vorher-/Nachher-Erhebungen.....	29
3.4	Unfalluntersuchung.....	31
3.5	Qualitative Städte-Interviews	32
4	Analyse Pilotstrecken	33
4.1	Verkehrsversuch nach StVO.....	33
4.2	Untersuchungskollektiv	33
4.2.1	Querschnitte	34
4.2.2	Beschilderungs- und Markierungsmaßnahmen	34
4.2.3	Verkehrsbelastung und Geschwindigkeiten.....	38
4.3	Beobachtungen Fahrverhalten	40
4.3.1	Seitenraumnutzung	40
4.3.2	Fahrlinien	44
4.3.3	Überholverhalten.....	47
4.3.4	Interaktionsanalyse	50

5	Analyse Bestandsstrecken	58
5.1	Untersuchungskollektiv	58
5.1.1	Querschnitte	58
5.1.2	Beschilderungs- und Markierungsmaßnahmen.....	59
5.1.3	Verkehrsbelastung.....	60
5.2	Beobachtungen Fahrverhalten	61
5.2.1	Seitenraumnutzung.....	61
5.2.2	Fahrlinien und Überholabstände	62
6	Unfalluntersuchung.....	65
6.1	Pilotstrecken.....	65
6.1.1	Auswertung nach Unfalltyp	67
6.1.2	Auswertung nach Unfalldichte & Unfallrate	71
6.1.3	Vergleiche mit anderen Studien	75
6.2	Bestandsstrecken.....	77
6.2.1	Auswertung nach Unfalltyp	85
6.2.2	Auswertung nach Unfalldichte & Unfallrate	85
7	Qualitative Städteinterviews	88
8	Fazit	90
9	Empfehlungen.....	94
	Abkürzungsverzeichnis	99
	Abbildungsverzeichnis	100
	Tabellenverzeichnis	103
	Literatur- und Quellenverzeichnis.....	104
	Anhang.....	108
	Anhang 1: Anschreiben und Antwortfax	109
	Anhang 2: Allgemeiner Fragebogen zur Stadt.....	112
	Anhang 3: Fragebogen Bestandsstrecke	113
	Anhang 4: Fragebogen Pilotstrecke	117
	Anhang 5: Leitfaden Qualitative Städte-Interviews	121
	Anhang 6: Steckbriefe Bestandsstrecken.....	124
	Anhang 7: Steckbriefe Pilotstrecken.....	130
	Anhang 8: Übersicht Bestandsstrecken.....	144

Anhang 9: Übersicht Pilotstrecken	145
Anhang 10: Erweiterter Unfalltypenkatalog.....	147
Anhang 11: Unfalltypenkarten der Pilotstrecken (Quelle: PTV, Kartenquelle: openstreetmap.org).....	148
Lebenslauf	176

1 Einleitung

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 der vorliegenden Arbeit 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 dieser Arbeit. Weiterhin wurden Strecken mit Hinweisschildern zur Aufhebung der Benutzungspflicht des straßenbegleitenden Radweges und der gewünschten Benutzung der Fahrbahn durch Radfahrende untersucht.



Abbildung 1: Beispiel einer Piktogrammkette mit Pfeilelement

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.

Die Arbeit, gefördert durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur mit Mitteln zur Umsetzung des Nationalen Radverkehrsplans 2020, im Rahmen dessen diese Dissertation 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 Aufbau

Die Dissertation gliederte sich in vier Arbeitspakete wie in Abbildung 2 dargestellt. Zu Beginn wurden Erkenntnisse aus der internationalen Anwendung von Piktogrammketten, auch Sharrows genannt, der Stand der Forschung zum Radverkehr im Mischverkehr sowie Erkenntnisse zur Umsetzungspraxis gesammelt und im Laufe der Arbeit aktualisiert (s. Kapitel 2). Die Untersuchungsmethodik wurde zur Vergleichbarkeit an vorliegende Studien entworfen und entsprechend der vorliegenden Fragestellungen angepasst (s. Kapitel 3). In einer Bestandsanalyse wurden eine Städtebefragung zum aktuellen Stand der Umsetzung und Umsetzungsplanung von Piktogrammketten und Hinweisschildern durchgeführt. Darauf aufbauend wurden Bestandsstrecken für erste Vor-Ort-Untersuchungen im Rahmen einer Bestandsanalyse ausgewählt (s. Kapitel 5). Aus der Städtebefragung wurden zudem Strecken für Vorher-/Nachher-Untersuchungen im Rahmen der Pilotphase ausgewählt und untersucht (s. Kapitel 4), um die Wirkung der Piktogramme bzw. Hinweisschilder im Vorher-/Nachher-Vergleich zu erfassen und die Empfehlungen für Deutschland konkretisieren zu können. Neben den Vor-Ort-Untersuchungen wurden die Unfalldaten der untersuchten Strecken vor und nach der Umsetzung analysiert (s. Kapitel 6). Abschließend wurden Verantwortliche aus an der Untersuchung teilnehmenden Kommunen zu ihren Erfahrungen befragt (s. Kapitel 7). Mit Hilfe der Ergebnisse aus den Analysen wurde die Wirksamkeit der Piktogrammketten und Hinweisschilder geprüft (s. Kapitel 8) und zu ersten Empfehlungen zur Anwendung und Implementierung in Gesetze und Regelwerke überführt (s. Kapitel 9).

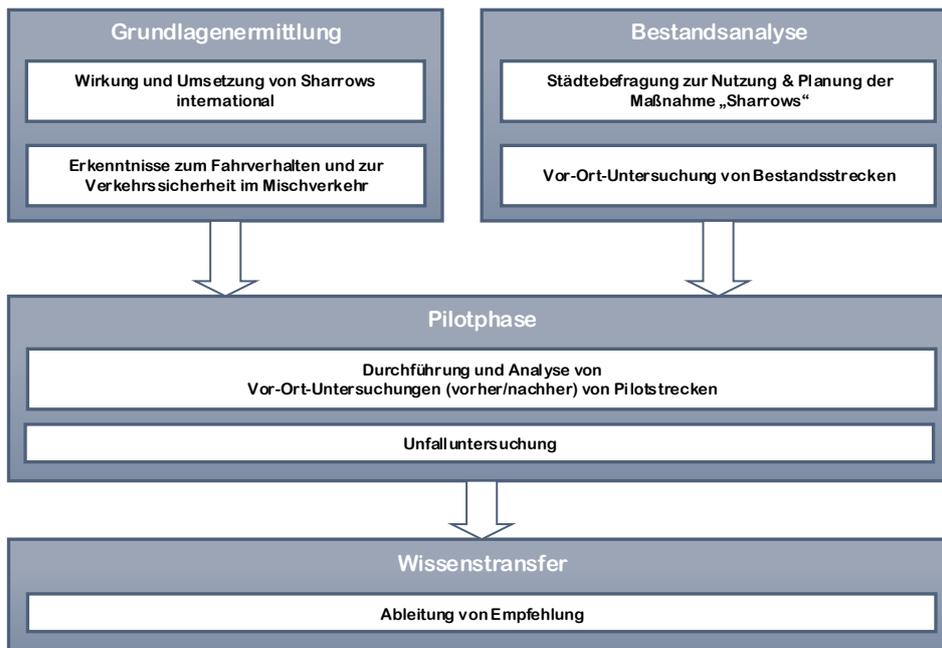


Abbildung 2: Aufbau der Dissertation

Zur Überprüfung der Wirksamkeit der untersuchten Rad-Piktogramme bzw. Hinweisschilder wurden Forschungsfragen aufgestellt, die mit Hilfe ermittelter Kennwerte (vgl. Kapitel 3) geprüft wurden.

- Die Verkehrssicherheit kann verbessert werden, durch die Reduzierung von Konflikten und Unfällen.
- Kfz-Fahrende fahren rücksichtsvoller und akzeptieren Radfahrende auf der Fahrbahn, dies äußert sich indem langsamer gefahren, seltener und mit mehr Abstand überholt wird.
- Die Piktogramme beeinflussen die Fahrlinie von Radfahrenden, Radfahrende befahren die Mitte des Piktogramms, insbesondere bei Nutzung eines Pfeilelements in Kombination mit dem Fahrrad-Piktogramm.
- Radfahrende trauen sich eher auf der Straße zu fahren, somit wird der Anteil der Radfahrenden im Seitenraum und auch die in die falsche Richtung fahrenden Radfahrenden im Seitenraum, gesenkt.
- Zu Fuß Gehende haben mehr Platz im Seitenraum zur Verfügung und werden weniger durch Radfahrende im Seitenraum gefährdet.

2 Aktueller Stand der Forschung und Gesetzgebung

2.1 Radverkehr im Mischverkehr mit/ohne Schutzstreifen

In Deutschland existiert bisher keine Forschung zur Wirksamkeit von Piktogrammketten bzw. Mischverkehrsmarkierungen, jedoch liegen u.a. Studien zur Sicherheit von Radverkehr im Mischverkehr bzw. bei Führung auf der Fahrbahn vor. Im Folgenden werden die Erkenntnisse aus vorliegenden Studien zur Raumnutzung, Fahrlinien, Überholabständen und Überholverhalten, dem Unfallgeschehen, Konflikten und Interaktionen und zur Regelkenntnis zusammengefasst.

Raumnutzung

In einer Untersuchung der Unfallforschung der Versicherer zur Aufhebung der Radwegbenutzungspflicht zeigte sich, dass sich die Flächennutzung durch die Radfahrenden ohne begleitende Maßnahmen, wie z.B. die Markierung von Schutzstreifen auf der Fahrbahn, bei der Aufhebung der Benutzungspflicht von Radwegen kaum veränderte, dabei betrug die Fahrbahnnutzung nach der Aufhebung 11,5% (vgl. Richter, Ruhl et al. 2018).

In der Untersuchung konnte ein Zusammenhang zwischen der Fahrstreifen- und der Radwegbreite sowie der Kfz-Verkehrsstärke und der Fahrbahnnutzung nachgewiesen werden. Demnach nutzen umso mehr Radfahrende die Fahrbahn, umso breiter der Fahrstreifen und umso schmaler der Radweg ist. Dem gegenüber nutzen umso weniger Radfahrende die Fahrbahn, umso höher die Kfz- und Schwerverkehrsstärke ist.

Auch die Untersuchung von Richter, Beyer 2019 zu markierten Radverkehrsführungen konnte einen Zusammenhang zwischen der Flächennutzung und der Anlagenbreite nachweisen. So nutzen umso mehr Radfahrende den Seitenraum, umso schmaler die Anlage der Schutzstreifen bzw. Radfahrstreifen ausgestaltet ist. Bei Schutzstreifen lag die regelwidrige Nutzung des Seitenraums bei 9-12%, bei Radfahrstreifen bei 20%. (vgl. Richter, Beyer 2019)

In der Untersuchung der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) zum Mischverkehr an Hauptverkehrsstraßen konnte im Vergleich der Strecken abgeleitet werden, dass sich die regelwidrige Seitenraumnutzung bei Vorhandensein eines Schutzstreifens verringert. Die Breite eines Schutzstreifens hat dabei auch einen Einfluss; umso breiter der Schutzstreifen ist, umso geringer fällt die Seitenraumnutzung aus. Auch die Kfz-Verkehrsstärken haben einen Einfluss; umso geringer die Verkehrsstärken, umso geringer ist die Seitenraumnutzung. (vgl. Ohm, Fiedler et al. 2015)

Fahrlinien

Bei der Erhebung von Fahrlinien im Rahmen der Untersuchung der Unfallforschung der Versicherer zur Sicherheit und Nutzbarkeit markierter Radverkehrsführungen, war ein Ergebnis, dass die Anlagen von Schutzstreifen und Radfahrstreifen in der Regel mittig befahren wurden. Bei hohen Kfz-Verkehrsstärken konnte ein Ausweichen nach rechts

beobachtet werden, unabhängig vom Vorhandensein von ruhendem Verkehr. Bei untermaßigen Anlagen wurde nach links ausgewichen. Insgesamt konnte keine Ausweichreaktion auf Parkstände beobachtet werden. (vgl. Richter, Beyer 2019)

Im Rahmen der Untersuchung von Ohm, Fiedler et al. 2015 zeigte sich, dass die Markierung von Schutzstreifen mit Sicherheitsräumen (30-50cm) neben Parkstreifen zu einem tendenziell größeren Abstand (um ca. 20cm) von Radfahrenden zu parkenden Kfz, als auf Strecken ohne Schutzstreifen, führt.

Überholabstände /-verhalten

Bei der Erhebung von Überholabständen von Richter, Beyer 2019 unterschritt an Strecken mit Schutzstreifen fast die Hälfte der Pkw einen Seitenabstand von 1,5 m zu Radfahrenden.

Eine Anpassung der Fahrlinie von überholenden Kfz auf die Fahrlinie der Radfahrenden konnte nicht beobachtet werden (fuhren Radfahrende weiter links, wurden sie enger überholt). Kfz-Fahrende fuhren tendenziell weiter links, um so breiter der Kfz-Fahrstreifen war. Der Fahrstreifen des Gegenverkehrs wurde bei Überholungen kaum genutzt.

Im Rahmen der Studie von Ohm, Fiedler et al. 2015 zeigte sich, dass an allen Strecken beim Überholen mit Gegenverkehr enger überholt wurde, als ohne Gegenverkehr. Zudem wurde auf Strecken mit Schutzstreifen enger überholt als auf Strecken ohne Schutzstreifen, was hier mit dem Leitlinieneffekt begründet wird. Wie auch bei Richter, Beyer 2019 wurde in der BAST-Studie festgestellt, dass die Überholabstände tendenziell mit steigender Fahrbahnbreite zunehmen, jedoch der Abstand in geringerem Maße zunimmt als die Fahrbahnbreite.

In einer Simulatorstudie zur Beeinflussung von Überholverhalten von Kfz-Fahrenden durch Infrastruktur von Radfahrenden zeigte sich, dass die Randbedingungen: Vorhandensein von Gegenverkehr, die Spurbreite und Spurmarkierungen von Radfahrstreifen bzw. Schutzstreifen und der Mittellinie einen Effekt auf den Überholabstand haben. Dabei stieg das Risiko mit weniger als 1,50 m Abstand überholt zu werden bei Vorhandensein von Gegenverkehr und bei Vorhandensein eines Radfahrstreifens oder Schutzstreifens. Das Verhalten der Kfz-Fahrenden zeigt, dass markierte Infrastrukturelemente auf der Fahrbahn wie Radfahrstreifen und Schutzstreifen als eigene Fahrstreifen wahrgenommen werden (sogenannter Leitlinieneffekt). (vgl. Huemer 14.10.2019)

Als typische Überholabstände wird bei Ohm, Fiedler 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 einer Korrektur von 0,45 cm für Lenker- und Spiegelbreite einem Überholabstand von 0,85 m bzw. 1,05 m.

Unfallgeschehen

In der Studie zur Aufhebung der Radwegebenutzungspflicht wies, entsprechend der kaum vorhandenen Änderung in der Raumnutzung nach Aufhebung der Benutzungspflicht von Radwegen, auch die Unfalluntersuchung genauso wenig Veränderungen im Unfallgeschehen auf. Jedoch zeigte sich bei der Unfallschwere eine deutliche Verringerung bei Unfällen auf der Strecke und eine leichte Erhöhung der Unfallschwere an Knotenpunkten. (vgl. Richter, Ruhl et al. 2018)

Nach einer Analyse der Unfälle an den Strecken mit Schutzstreifen von Richter, Beyer 2019 passierten 63% der Unfälle mit Radfahrenden an Knotenpunkten, im Vergleichskollektiv (Hauptverkehrsstraßen innerorts) waren es 55%. Bei allen Unfällen lag der Anteil von Schwerverletzten und Getöteten bei 15%, im Vergleichskollektiv bei 20%.

An homogenen Streckenabschnitten von Schutzstreifen war ein Drittel der Unfälle mit Radfahrenden auf den ruhenden Verkehr zurückzuführen. Dieser Anteil lag beim Vergleichskollektiv bei 6% und an Radwegen ohne Benutzungspflicht (vgl. Richter, Ruhl et al. 2018) bei 10%. Bei den Unfällen mit dem ruhenden Verkehr entfielen 65% der Unfälle auf Dooring-Unfälle. Auf Unfälle im Längsverkehr waren 19% zurück zu führen. Im Rahmen der Studie wurden auch Strecken mit und ohne Parkstreifen verglichen, hier zeigte sich, dass Strecken ohne Parkstreifen eine deutlich geringere Unfallrate als Strecken mit Parkstreifen aufwiesen (bei Schutzstreifen: 2,1 gegenüber 3,1; bei Radfahrstreifen 5,2 gegenüber 10,8). Im Vergleich verschiedener Anlagenbreiten konnte festgestellt werden, dass die Unfallrate von schmaleren Strecken höher ausfiel als von Strecken mit breiteren Anlagen (Schutzstreifen: <1,50m: 8,4/ 1,50-1,85m: 4,3). (vgl. Richter, Beyer 2019)

In der Untersuchung der BAST zu Radverkehr im Mischverkehr auf innerörtlichen Hauptverkehrsstraßen wiesen Strecken an zweistreifigen Querschnitten mit Mischverkehr eine geringere Unfalldichte auf, als Strecken mit Schutzstreifen (vgl. Ohm, Fiedler et al. 2015). Da jedoch die Unfallanzahl abhängig ist von der Radverkehrsstärke (vgl. Richter, Beyer 2019), kann eine geringere Unfalldichte auch stellvertretend für eine geringere Radverkehrsstärke stehen, anstatt einen positiven Einfluss abzubilden.

Innerhalb der Studie konnte ein tendenzieller Einfluss der Kfz-Verkehrsstärke auf Unfälle mit Radverkehr nachgewiesen werden; so wirkten sich höhere Kfz-Verkehrsstärken negativ auf Unfälle mit dem Radverkehr aus (erhöhte Unfalldichte), vor allem an Strecken mit Schutzstreifen. (vgl. Ohm, Fiedler et al. 2015)

Ähnlich der Studie von Richter, Ruhl et al. 2018 zeigte sich auch bei Ohm, Fiedler et al. 2015 ein negativer Einfluss des ruhenden Verkehrs auf die Unfalldichte. Bei einer Differenzierung nach der Aufstellart konnte keine eindeutige Abhängigkeit abgeleitet werden.

Im Rahmen einer Studie der BAST zu Akzeptanz und Verkehrssicherheit des Radverkehrs im Mischverkehr auf Hauptverkehrsstraßen (Schüller 13.-14.05.2019) zeigte die

Unfallanalyse, dass bei Unfällen mit Radfahrenden auf der Strecke Unfälle mit dem ruhenden Verkehr dominieren, insbesondere Dooring-Unfälle. Es konnte kein Zusammenhang zwischen der Akzeptanz der Fahrbahnführung und dem Anteil linksfahrender Radfahrender auf das Unfallgeschehen nachgewiesen werden. Es konnte jedoch ein Einfluss der Kfz-Verkehrsstärke auf das Unfallgeschehen und auch ein Einfluss auf Unfälle mit dem ruhenden Verkehr nachgewiesen werden.

Nach Schüller, Plesker et al. 2020 bilden die direkt dem ruhenden Verkehr zuordenbaren Unfälle (Unfalltypen 5 und teilweise 7: Unfälle mit ruhendem Verkehr/Sonstige Unfälle) das Unfallrisiko für nicht-motorisierte Verkehrsteilnehmer, durch ruhenden Verkehr zu verunfallen, nur teilweise ab, da diese auch durch den ruhenden Verkehr indirekt verursachte Konflikte gefährdet werden; so können zu Fuß Gehende auch bei Überschreiten-Unfällen und Radfahrende bei Einbiegen/Kreuzen-Unfälle an Knotenpunkten und Grundstückseinfahrten und bei weiteren Sonstigen Unfällen durch ruhenden Verkehr gefährdet werden.

Interaktionen/Konflikte

An einem Teil der von Richter, Ruhl et al. 2018 untersuchten Strecken mit Radwegen ohne Benutzungspflicht wurden 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.

Im Rahmen einer Studie der Unfallforschung der Versicherer wurde eine Befragung von u.a. Radfahrenden zum Sicherheitsempfinden und zum Verhalten an Strecken mit ruhendem Verkehr durchgeführt. Befragt zum Sicherheitsempfinden im Längsverkehr gaben fast alle Radfahrenden den ruhenden Verkehr als Grund für Unsicherheit an. Zudem gab ein Großteil der Radfahrenden an, ihr Verhalten an Strecken mit ruhendem Verkehr anzupassen. Dies erfolgte nach Angaben der Befragten zum Teil mit erhöhter Aufmerksamkeit (ca. 80%), einer Orientierung zur Fahrbahnmitte oder an Radwegen nach rechts (ca. 50%) und bei wenigen führte dies zu einer anderen Routenwahl (3%). Zudem wurden erlebte Unfälle und Konflikte mit dem ruhenden Verkehr abgefragt. Bei den berichteten Konflikten wurden ca. zwei Drittel indirekt durch den ruhenden Verkehr verursacht. Dabei wurden die folgenden Konfliktkonstellationen am häufigsten von Radfahrenden berichtet:

- „Konflikt mit fließendem Verkehr infolge Ausweichen vor einem in zweiter Reihe bzw. auf einer ausgewiesenen Radverkehrsanlage parkenden Fahrzeug“ (von ca. 60% der Befragten),
- „Konflikt durch sich plötzlich öffnende Fahrzeugtür“ (von ca. 25% der Befragten),

- „Konflikt mit ein- oder ausparkendem Fahrzeug“ (von 20% der Befragten),
- „Konflikt mit fließendem Verkehr infolge Sichtbehinderung am Knotenpunkt durch parkende Fahrzeuge“ (von ca. 15% der Befragten).

Auch wenn der ruhende Verkehr von einem Großteil der befragten Radfahrenden als Gefahr wahrgenommen wird, so nannten nur wenige Radfahrende das Dooring als konkretes Risiko. (vgl. Schüller, Plesker et al. 2020)

Regelkenntnis

Bei der Abfrage zur Regelkenntnis von Richter, Ruhl et al. 2018 kannten nur 43% der Radfahrenden an benutzungspflichtigen Radwegen und 26% an nicht benutzungspflichtigen Radwegen die erlaubte Flächennutzung; damit konnten die Ergebnisse von vorhergegangenen Studien bestätigt werden (vgl. auch Alrutz, Bohle et al. 2009 und Koller-Rometsch, Leitner et al. 2013).

2.2 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 und Empfehlungen zum Überholabstand (Kapitel 2.2.1) sowie zur Führung des Radverkehrs (Kapitel 2.2.2) vorgestellt.

2.2.1 Rechtliche Vorgaben

Laut einem Rechtsgutachten der Unfallforschung der Versicherer muss der Überholabstand von Kfz zum Rad in jedem Fall mindestens 1,5 m betragen. Radfahrende können also auch auf einer Straße mit Schutzstreifen und einer Kernfahrbahn von 4,5 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 Kraftfahrzeugen 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 01.04.2013, 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 01.04.2013). 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).

2.2.2 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.

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; FGSV 2010) sowie in den Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen (RASt; FGSV 2006) 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 2019). Die Führung auf der Fahrbahn ist in den Belastungsbereichen I-III üblich oder grundsätzlich möglich (Tabelle 1).

Belastungsbereich	max. Verkehrsstärke [Kfz/h]		Führungsform
	30 km/h	50 km/h	
I	1.000	500	• Mischverkehr, keine Benutzungspflichtigen Radwege
II	1.800	1.300	• Schutzstreifen • Mischverkehr/Schutzstreifen + Gehweg Radfahrer frei • Mischverkehr/Schutzstreifen + Radweg ohne Benutzungspflicht
III (geringer SV-Anteil, übersichtliche Linienführung)	2.100	1.900	• Schutzstreifen + Gehweg Radfahrer frei (SV < 1.000 Fzg / Tag)

Tabelle 1: Zuordnung der Mischverkehrsführungen zu den Belastungsbereichen I-III an zweistreifigen Straßen (Quelle: FGSV 2010, eigene Darstellung)

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 6,00 m und 7,00 m beträgt und die Stärke des Kraftfahrzeugverkehrs bei über 400 Kfz/h liegt. „Bei geringeren Fahrbahnbreiten [als 6,00 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, Beyer 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 5,00 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 7,00-8,50 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 (vgl. FGSV 2010). 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 et al. 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 3 dargestellte Mindestmaß von 5,50 m.

Auf Basis der StVO 2020 ist der Überholabstand jedoch zu erhöhen (vgl. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung 01.04.2013), womit sich ein lichter Raum von 5,75 m ergibt. Berücksichtigt man zusätzlich aktuelle Empfehlungen zum Sicherheitsabstand von Radfahrenden zum ruhenden Verkehr (vgl. Richter, Beyer 2019), erhöht sich der notwendige Raum zum Überholen einer radfahrenden Person durch einen Pkw an Abschnitten mit ruhendem Verkehr auf 6,0 m.

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

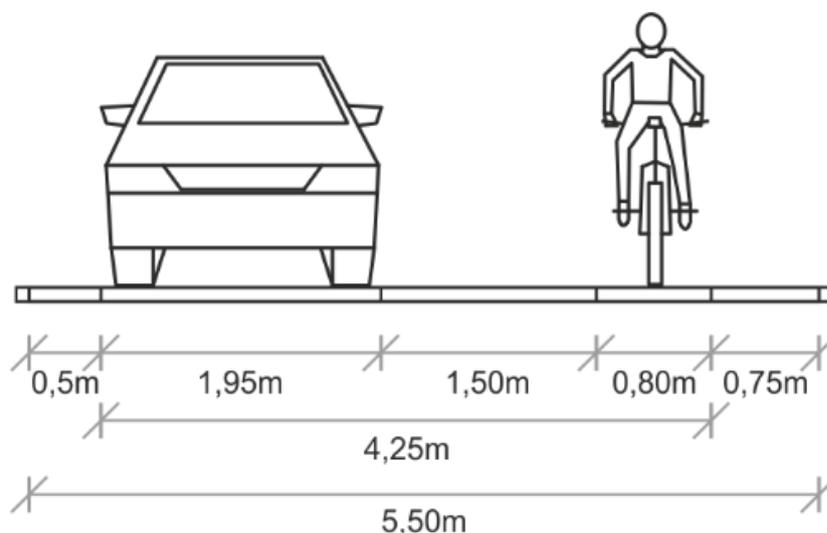


Abbildung 3: Raumbedarf zum Nebeneinanderfahren/Überholung Pkw-Rad neben Parkständen nach aktuellem Stand der Forschung

Nach Schüller, Plesker et al. 2020 sollten u.a. Sicherheitstrennstreifen konsequenter eingesetzt werden und werden auch an Strecken mit Führung des Radverkehrs im Mischverkehr empfohlen. Als Breite des Sicherheitstrennstreifens werden 0,75 m empfohlen (als Mindestmaß 0,5 m). Ergänzend empfehlen die Autoren eine „Klarstellung in der Straßenverkehrsordnung in Bezug auf den Begriff „Rechtsfahrgebot“ für Radfahrende, um klarzustellen, dass Radfahrende „ausreichend Abstand von parkenden Fahrzeugen halten und somit nicht mehr in der Dooring-Zone fahren“ (Schüller, Plesker et al. 2020, S.178). Zudem empfehlen die Autoren bei der Netzplanung Fahrbahnbreiten, die entweder ein Überholen von Radfahrenden mit Gegenverkehr nicht zulassen, oder dies mit ausreichendem Abstand ermöglichen, zu bevorzugen.

2.3 Internationale Anwendung und Forschung

In den folgenden Kapiteln wird die Entwicklung und Anwendung von Piktogramm-Markierungen und Hinweisbeschilderung (Kapitel 2.3.1), der aktuelle internationale Stand der Technik in Form von zusammenfassend dargestellten Forschungsergebnissen (Kapitel 2.3.2) und abschließend Auszüge aus geltenden Regelwerken und Leitfäden (2.3.3).

2.3.1 Entwicklung und Anwendung

In den 1990er Jahren wurde in Denver (USA) der erste Versuch zur Beeinflussung des Fahrverhaltens von Radfahrenden und Kfz-Fahrenden im Mischverkehr durch Mischverkehrs-Markierungen (vgl. Abbildung 4) unternommen (vgl. Pein, Hunter et al. 1999).



Abbildung 4: Markierung Fahrradpiktogramm Denver (Quelle: Pein, Hunter et al. 1999)

Diese Markierungen waren ursprünglich gedacht, um den Abstand zwischen Radfahrenden und dem ruhenden Verkehr zu erhöhen und Dooring-Unfälle mit Radfahrenden zu verhindern. Bei der weiteren Anwendung wurden die Ziele erweitert, so wurde erwartet, dass die Markierungen nicht nur die laterale Position beeinflussen, sondern auch das Verkehrsverhalten in Form von weniger aggressiven Fahrmanövern von Kfz-Fahrenden oder der Raumnutzung von Radfahrenden (Gehwegnutzung, Nutzung in falsche Fahrtrichtung) (vgl. Birk, Khan et al. 2004).

Die Mischverkehrs-Markierungen mit Fahrradpiktogrammen wurden in zahlreichen Städten angewendet, jedoch nur in wenigen mit Vorher-/Nachher-Studien untersucht. Hierbei wurden verschiedene Ausführungen der Markierungen verwendet.

2004 wurden in San Francisco drei verschiedene Varianten untersucht, die die in den USA am häufigsten verwendeten Markierungsarten darstellen (vgl. Abbildung 5). Um eine erste Auswahl der umzusetzenden Markierungsart zu treffen, wurde eine Human Factors-Studie mit diesen drei Markierungsarten durchgeführt. Hierbei wurden 240 Radfahrende und Kfz-Fahrende (je 120) zu ihrem Eindruck und ihrer Reaktion auf die Markierungen befragt.



Abbildung 5: Untersuchte Markierungsvarianten in San Francisco (Quelle: Birk, Khan et al. 2004)

Aufgrund der Ergebnisse der Befragung und in Absprache mit dem Technical Advisory Committee, SF DPT wurden die Bike-in-House und Bike and Chevron-Markierungen für die weitere Untersuchung ausgewählt. Die Kombination des Fahrrad-Piktogramms mit einem Richtungspfeil wurde in der Befragung häufig missverstanden, dass man an der nächsten Kreuzung geradeaus fahren müsste. (vgl. Birk, Khan et al. 2004)

Durch vergleichende Studien, wie in San Francisco (vgl. Birk, Khan et al. 2004), setzte sich die Markierungsvariante der sogenannten Sharrows mit einem Fahrradpiktogramm (vgl. Abbildung 6) und zwei Winkelpfeilen in den USA durch und wurde in das Manual on Uniform Traffic Control Devices 2009 (MUTCD) aufgenommen.

Figure 9C-9. Shared Lane Marking

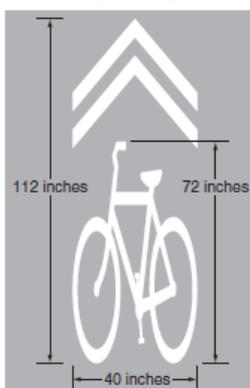


Abbildung 6: Mischverkehrs-Markierung (Quelle: U.S. Department of Transportation 2009)

In Wien wurde die Markierung in Kombination mit einem Richtungspfeil umgesetzt, die in dieser Form nach der RVS 03.02.13 zur Markierung des Radverkehrs entgegen der Einbahnstraßenregelung Verwendung findet. Nach Knoflacher 2014 ist die Form

somit bekannt und kann leichter interpretiert werden. Eine Verwechslungsgefahr des Pfeils mit einem Richtungspfeil sieht Knoflacher nicht, da diese Markierungsform etabliert ist.

Auch weiterhin sind unterschiedliche Ausführungen der Mischverkehrs-Markierung in Form von Piktogrammketten zu finden, jedoch scheint sich eine Ausführung in Kombination eines Fahrradpiktogramms mit Winkelpfeilen international durchzusetzen. (vgl. Abbildung 7)

In den USA finden zudem sogenannte „Super-Sharrows“ Anwendung, bei denen Sharrows mit grüner Farbe hinterlegt werden.

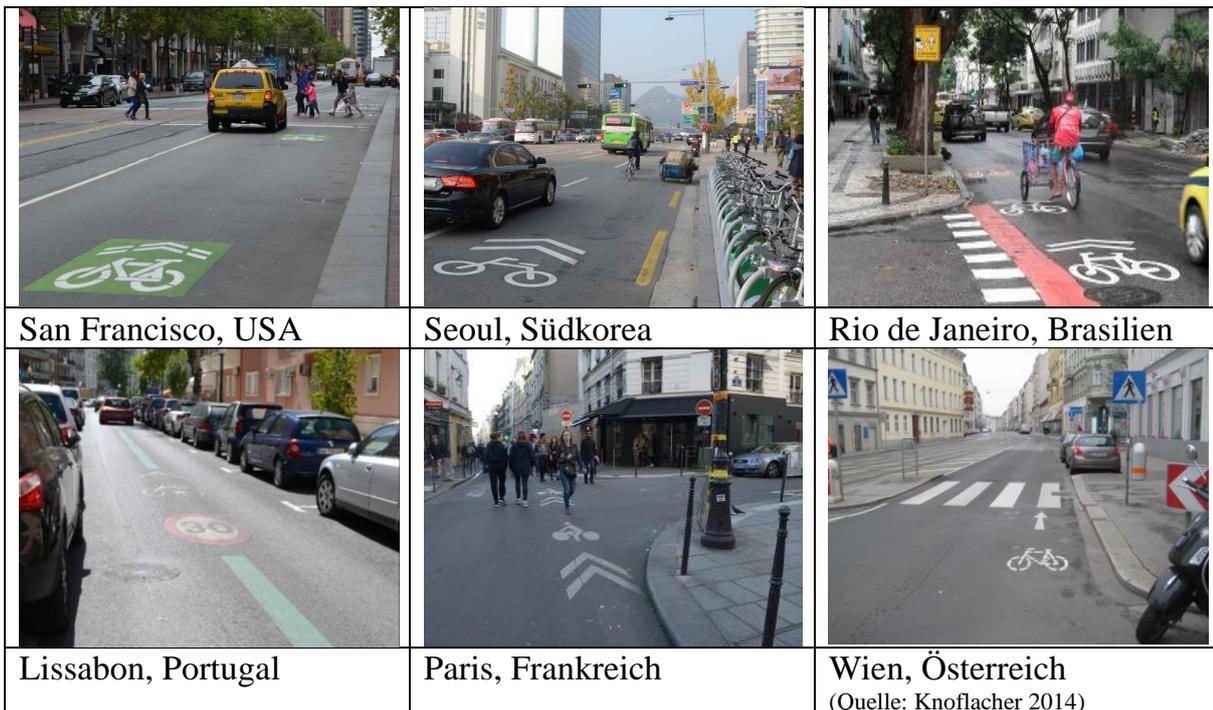


Abbildung 7: Anwendungsbeispiele international

2.3.2 Internationale Studien

In einem Großteil der bisher durchgeführten Studien wurden die Fahrlinien von Kfz- und Radfahrenden (laterale Position und Überholabstand) untersucht, wie auch Anteile von Überholungen, die Gehwegnutzung und die Fahrtrichtung von Radfahrenden. Untersuchungen des Unfallgeschehens oder Konfliktbeobachtungen wurden kaum vorgenommen.

Die Studien aus den USA - mit jeweils relativ kleinen Stichproben - zeigten teilweise sehr unterschiedliche Ergebnisse bei den festgestellten Verschiebungen der Fahrlinien oder der Raumnutzung (u.a. Pein, Hunter et al. 1999, Hunter, Thomas et al. 2010, Hunter, Srinivasan et al. 2012, Brady, Loskorn et al. 2010, Birk, Khan et al. 2004). Insgesamt stellen die Studien zum Großteil eine Verschiebung der Fahrlinie ohne Überholung nach links und eine Erhöhung des Überholabstandes fest, sowie eine Reduzierung der Seitenraumnutzung. Die Ausführung bzw. die Rahmenbedingungen an den Strecken stellten

in den Studien jedoch auch unterschiedliche Einflüsse auf die Ergebnisse dar. In allen Studien wurden nur einzelne Strecken untersucht und kein größeres Kollektiv. Die Reduzierung von aggressivem Verhalten konnte aufgrund von einer zu geringen Stichprobengröße nicht beurteilt werden (vgl. Birk, Khan et al. 2004). Bei der Bewertung der Ergebnisse wurde davon ausgegangen, dass eine Verschiebung der Fahrlinien nach links, weg vom ruhenden Verkehr bzw. des Bordes, einen Sicherheitsgewinn bedeutet.

Hierbei ist die Vergleichsstudie von 2004, die in San Francisco durchgeführt wurde, eine der größten Studien mit 6 ähnlichen Strecken, die im Vorher-/Nachher-Vergleich untersucht wurden. Es wurden 6 Straßen (2- und 4-streifig) untersucht mit Fahrstreifenbreiten (des rechten Fahrstreifens) zwischen 4,9 und 6,7 m inklusive ruhendem Verkehr. Die Markierung (Mitte) wurde 3,35 m vom Bord bzw. 1,25 m vom ruhenden Verkehr abgesetzt.

Als Ergebnis konnte hier festgestellt werden, dass sich der mittlere Abstand von Radfahrenden zum ruhenden Verkehr bei einer Fahrt ohne Überholung von 1,02 m (ohne Markierung) auf 1,22 m (mit Markierung) erhöhte, dabei spielte die Art der Markierung keine Rolle. Bei einer Überholung erhöhte sich der Abstand von Radfahrenden zum ruhenden Verkehr von 0,74 m auf 0,81 m (Bike and Chevron) bzw. 0,83 m (Bike-in-House). Der Überholabstand erhöhte sich dabei von 0,79 m auf 1,40 m (Bike-in-House) bzw. 1,47 m (Bike and Chevron). Die Fahrlinie ohne Überholung von Kfz betrug ohne Markierung 1,42 m und mit Markierung 1,73 m zum Bord. (vgl. Birk, Khan et al. 2004)

Die Nutzung des Gehwegs konnte mit den Markierungen um 25%-35% reduziert werden, von im Mittel 6,5% auf 4,9% bzw. 4,6%. Der Anteil der in die falsche Richtung fahrenden Radfahrenden konnte mit den Bike-in-House-Markierungen nicht reduziert werden. Mit den Bike and Chevron Markierungen konnte dieser Anteil jedoch um 80% reduziert werden, von 3% auf 0,6%. (vgl. Birk, Khan et al. 2004)

Insgesamt hatten beide Markierungen positive Effekte auf das Fahrverhalten. Da die Bike and Chevron Markierung einen größeren Effekt auf die Positionierung von Kfz-Fahrenden und den Anteil falschfahrender Radfahrender zeigte sowie von befragten Radfahrenden bevorzugt wurde, empfehlen die Autoren diese Markierung zur weiteren Umsetzung in San Francisco und zur Aufnahme in Empfehlungen für Class III Bikeways für Californien. (vgl. Birk, Khan et al. 2004)

Unfalldaten wurden bisher nur im Rahmen zweier Studien von Ferenchak, Marshall 2016 und Harris, Reynolds et al. 2013 untersucht.

Im Rahmen der Studie von Ferenchak, Marshall 2016 wurden Unfalldaten und Fahrradnutzung bezogen auf Straßenblöcke mit der Unterscheidung ohne Rad-Infrastruktur, mit Sharrows oder mit Radfahrstreifen für Chicago analysiert. Die Blöcke mit Sharrows zeigten Verbesserungen, die prozentualen Änderungen waren jedoch geringer als die der zwei Vergleichskollektive (ohne Infrastruktur, mit Radfahrstreifen). Absolut gesehen erhöhte sich der Anteil der Radfahrenden in den Blöcken mit Sharrows stärker als

in den Blöcken ohne Radverkehrsinfrastruktur. Die Unfälle mit Personenschaden je Block-Gruppe und Jahr erhöhten sich leicht (ohne Infrastruktur: Reduzierung) jedoch weniger als bei der Block-Gruppe mit Radfahrstreifen. Bezogen auf 100 Fahrrad-Pendler zeigte sich eine Reduzierung der Unfälle mit Personenschaden, jedoch fiel diese geringer aus als bei den Vergleichsgruppen.

Harris, Reynolds et al. 2013 untersuchte Effekte von Radverkehrsinfrastruktur an Knotenpunkten und der freien Strecke mit Hilfe eines Case-Crossover Designs. Hierbei stellten die Autoren fest, dass geteilte Infrastruktur wie Mischverkehr auf der Fahrbahn (inklusive Strecken mit Sharrows), aber auch ein geteilter Seitenraum das Unfallrisiko tendenziell ansteigen lässt, auch wenn dies statistisch nicht signifikant war.

Weitere Studienergebnisse aus Österreich von Knoflacher 2014 zeigten eine Veränderung der Fahrlinien und Überholabstände nach dem Aufbringen von Markierungen von Fahrradpiktogrammen mit Pfeilsymbol. Die Markierung wurde im Abstand von 0,85 m zum Bord bzw. 1,15 m zum ruhenden Verkehr aufgebracht. An den drei untersuchten Strecken waren die Verschiebungen jedoch unterschiedlich ausgeprägt. So verschob sich die Fahrlinie von Radfahrenden signifikant nach links (im Mittel um 20 cm), dabei fuhren Radfahrende leicht links der Markierung. Bei Überholungen fuhren Radfahrende weiter rechts, als ohne Überholung, hier war aber auch eine Verschiebung nach Aufbringung der Markierung zu beobachten (2-12 cm). Kfz-Fahrende fuhren ebenso im Vorher-/Nachher-Vergleich weiter links. Ebenso erhöhten sich auch die Überholabstände im Mittel je Strecke zwischen 3 und 17 cm. Die geringeren Änderungen in den Fahrlinien wurden im schmalsten Querschnitt gemessen. Bei der Betrachtung der Überholhäufigkeiten zeigte sich eine deutliche Reduktion nach Aufbringen der Piktogramme, woraus Knoflacher schlussfolgert, dass „die Fahrradpiktogramme zu mehr Bewusstsein für und Rücksichtnahme auf den Radverkehr beitragen“ (Knoflacher 2014, S.30).

Zudem wurde in Norwegen eine Strecke in Sjøgata im Rahmen einer Studie umgesetzt, dabei ist jedoch zu beachten, dass die Markierungen nur einen Teil einer größeren Umgestaltung darstellten. Im Rahmen dieser Studie konnte eine deutliche Verringerung der Gehwegnutzung durch Radfahrende festgestellt werden, jedoch keine nennenswerte Verschiebung der Fahrlinie von Radfahrenden. (vgl. Vasilev, Pitera et al. 2017)

Insgesamt muss beachtet werden, dass die Untersuchungen in unterschiedlich breiten Querschnitten durchgeführt wurden. Eine vergleichende Betrachtung wird erschwert, da nicht in allen Studien die Fahrbahn bzw. Fahrstreifenbreiten angegeben wurden.

Eine Weiterentwicklung der Sharrows stellen sogenannte „Super Sharrows“ dar. Bei dieser Art der Mischverkehrs-Markierung wird entweder die Piktogrammreihe mit einem grünen Band hinterlegt oder die einzelnen Piktogramme mit grünen Kästen (vgl. auch Abbildung 7, San Francisco). Erste Analysen zu „Super Sharrows“ zeigten einen verstärkten Effekt der Piktogrammreihen durch die Farbhinterlegung (vgl. Kassim, Ismail et al. 2017, Foletta, Nielson et al. 2015).

Eine weitere Möglichkeit, auf die Mischverkehrsführung hinzuweisen, ist die Beschilderung der Mischverkehrsführung bzw. der Hinweis darauf, dass Radfahrende die Straße mitnutzen. Hierzu wurde u.a. von Hess, Peterson 2015 eine vergleichende Studie mit Hilfe einer Online-Befragung zur Wirkung von Beschilderungen und Markierung der Mischverkehrsführung durchgeführt. Im Rahmen der Befragung wurden Kfz- und Radfahrende zur rechtlichen Situation und ihrer Sicherheitseinschätzung befragt. Hierbei wurden vier Situationen miteinander verglichen (Hinweisschilder Fahrbahnteilen/Radfahrende können die ganze Fahrspur nutzen, Fahrbahnmarkierung, keine Maßnahme – vgl. Abbildung 8).



Abbildung 8: Untersuchte Maßnahmen zur Unterstützung der Mischverkehrsführung (Quelle: Hess, Peterson 2015 nach MUTCD)

Nach den Ergebnissen der Befragung vermittelte die Beschilderung „Bicycles May Use Full Lane“ die Rechte und Pflichten von Radfahrenden am besten; Radfahrende dürfen die ganze Fahrspur nutzen und müssen nicht nach rechts ausweichen, um Kfz-Fahrende das Überholen ohne Fahrspurwechsel zu ermöglichen. Die Beschilderung „Share the Road“ erhöhte das Verständnis nicht im Vergleich zur unmarkierten Straße. Die Markierung von Fahrradpiktogrammen erhöhte das Verständnis etwas, aber nicht so stark wie die Beschilderung mit der Aussage, dass Radfahrende die ganze Fahrspur nutzen dürfen. Die Autoren vermuten eine erhöhte Wirkung durch eine Kombination von Mischverkehrs-Markierung und Beschilderung.

2.3.3 Regelwerke und Leitfäden

Die Markierung zur Verdeutlichung des Mischverkehrs in Form von Piktogrammketten wurde inzwischen in verschiedene Regelwerke bzw. Leitfäden in mehreren Ländern integriert so u.a. in den USA, England und der Wallonie.

Im U.S. Department of Transportation 2009 (Manual on Traffic Design) wird für die USA entsprechend der deutschen RMS die Markierungsausführung festgelegt (vgl. Abbildung 6). Im Urban Bikeway Design Guide (National Association of City Transportation Officials 2014) ist die Ausführung und Anwendung von Piktogrammketten näher

erläutert. Danach sind „Sharrows“ auf der Fahrbahn zur Unterstützung des Mischverkehrs gedacht (Unterscheidung Markierung Fahrbahn/Radfahrstreifen) und sollen bei der Visualisierung der Führung bei unterbrochener Radinfrastruktur helfen. Dabei gelten die folgenden Rahmenbedingungen:

- Abstand der Markierung bei
 - stärkerem Verkehr: 15-30 m
 - geringerem Verkehr: bis zu 75 m, ggf. mehr (Verdichtung durch versetzte Piktogramme in Gegenrichtung)
- Platzierung der Markierung (vom Bord mind. 4 ft \approx 1,20 m) unterstützt...
 - Vermeidung der „Dooring Zone“,
 - sicheres Überholverhalten
- für $v_{zul} \leq 40$ km/h: empfohlene Platzierung der Markierung in der Mitte des Fahrstreifens (minimale Abnutzung der Markierung)
- nicht empfohlen ab: 55 km/h oder 3.000 Kfz/h

Nach dem London Cycling Design Standards (Mayor of London 2016) werden Piktogrammketten mit Fahrradpiktogrammen ohne Pfeilsymbole empfohlen (vgl. Abbildung 9), um andere Verkehrsteilnehmende auf die Anwesenheit von Radfahrenden auf der Straße aufmerksam zu machen, Radfahrenden eine empfohlene Fahrlinie aufzuzeigen oder Radverkehrsrouten zu verdeutlichen.

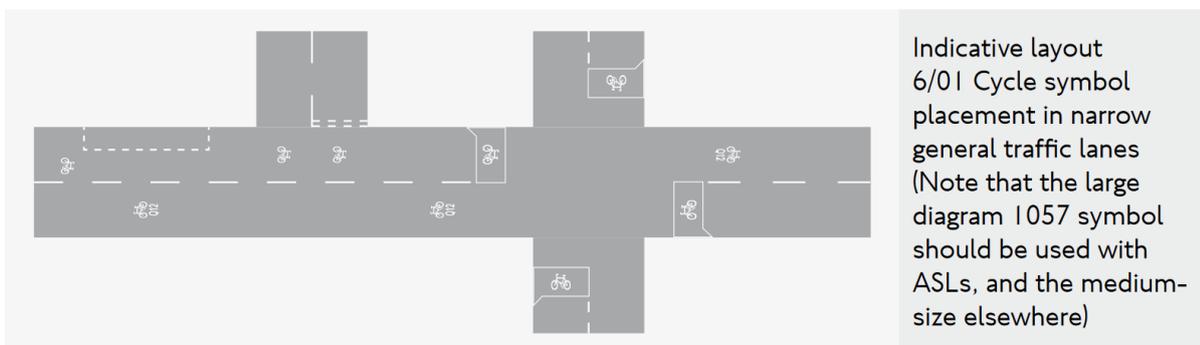


Abbildung 9: Beispiel Piktogrammketten (Quelle: Mayor of London 2016)

In Abhängigkeit der Lage werden unterschiedliche Abstände empfohlen: weitere Abstände auf ruhigen Erschließungsstraßen (150-200 m) und engere Abstände auf Hauptverkehrsstraßen (20-30 m).

Nach dem Leitfaden für angedeutete Fahrradspuren („bandes cyclables suggérées“) (SPW 2012) haben die Markierungen nach Abbildung 10 keinen gesetzlichen Charakter, sondern verdeutlichen und unterstützen die Mischverkehrsführung von Rad- und Kfz-Verkehr auf der Fahrbahn. Hierbei sollen die Markierungen wieder die Positionierung von Radfahrenden unterstützen und auf die Anwesenheit von Radfahrenden aufmerksam machen. Die Markierungen sind nur für Straßen unter 50 km/h empfohlen.

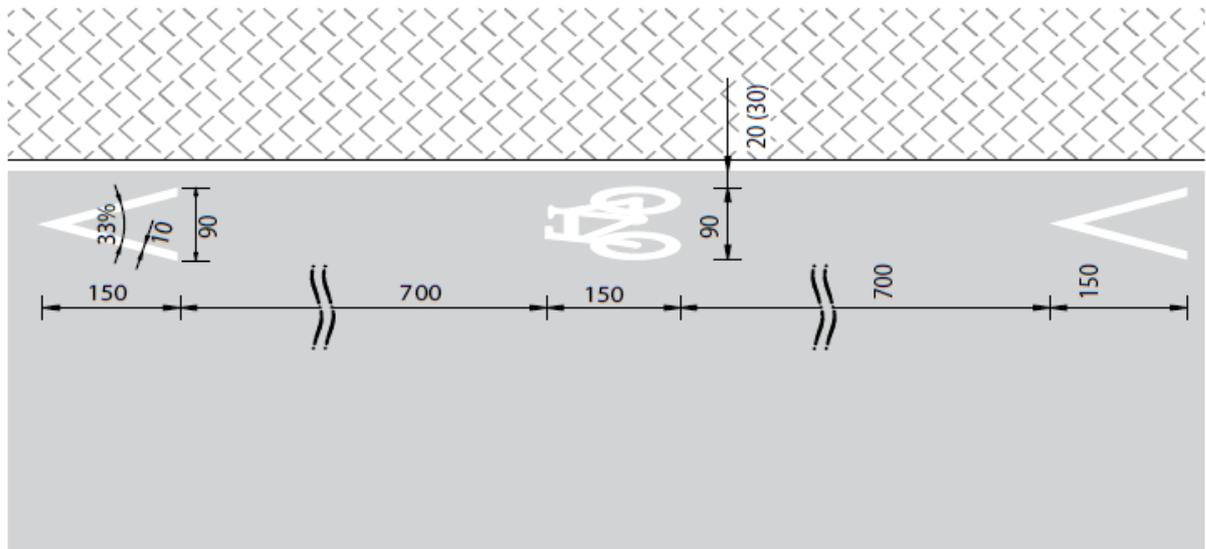


Abbildung 10: Markierung der bandes cyclables suggérées (Quelle: SPW 2012)

Bei vorhandenen Parkstreifen ist eine Pufferzone von 0,80 m zwischen der angedeuteten Fahrradspur und dem ruhenden Verkehr vorzusehen.

3 Untersuchungsmethodik

3.1 Städtebefragung zur Nutzung & Planung von Maßnahmen

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 (vgl. Anhänge 2-4). 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 2).

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

Tabelle 2: 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 11).

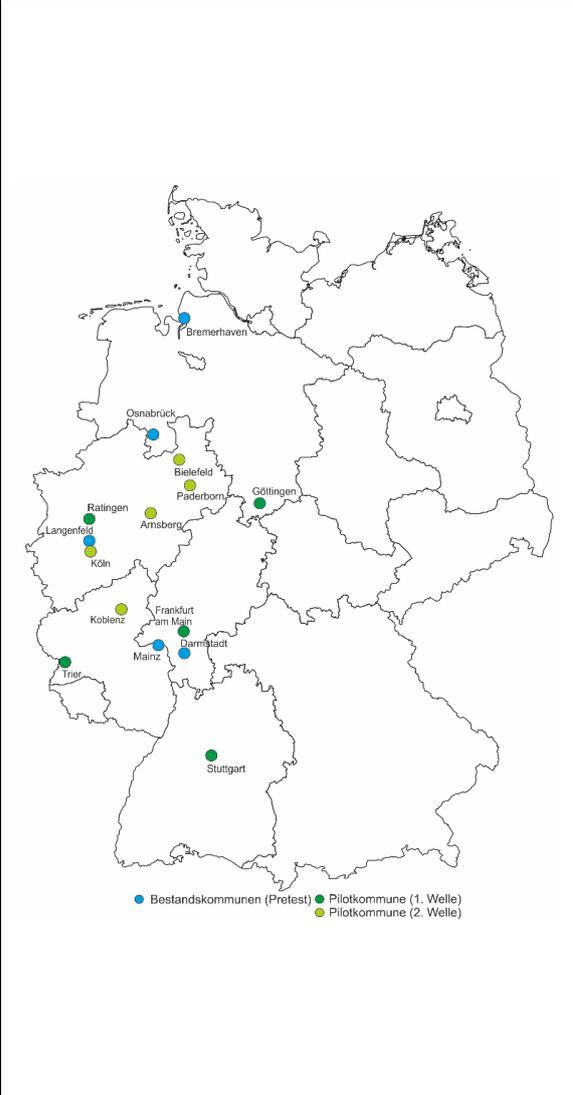
	Strecke Bestand	Abkürzung
	Bremerhaven, Bürgermeister-Smidt-Straße	BH
Darmstadt, Dieburger Straße	DA	
Frankfurt a.M., Starkenburger Straße	FR_SB	
Langenfeld, Am Weißenstein	LF	
Mainz, Göttemannstraße	MZ	
Osnabrück, Lotter Straße	OS	
Strecke Pilot		
Arnsberg, Bruchhausener Straße	AR_BR	
Arnsberg, Heinrich-Lübke-Straße	AR_HL	
Bielefeld, Horstheider Weg	BI	
Frankfurt a.M., Rödelheimer Landstraße	FR_RH	
Göttingen, Bühlstraße	GT	
Koblenz, Bahnhofstraße	KO_BH	
Koblenz, Hohenzollernstraße	KO_HZ	
Koblenz, Löhrrstraße	KO_L	
Köln, Venloer Straße	KOE	
Paderborn, Detmolder Straße	PB	
Ratingen, Stadionring	RA	
Stuttgart, Ludwigsburger Straße	ST	
Trier, Paulinstraße	TR_PA	
Trier, Weberbach	TR_WB	

Abbildung 11: Übersicht Auswahl Bestandsstrecken und Pilotstrecken (vgl. auch Anhänge 6-9)

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, das in dieser Arbeit 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 diese ein Sicherheitsrisiko für den Radverkehr auf der Fahrbahn darstellen können.
- 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 „Piktogrammkette“ oder „Beschilderung“, die in Tabelle 3 dargestellt sind. Eine detaillierte Übersicht der Strecken findet sich in den in Anhang 6 und 7 zusammengestellten Steckbriefen der Bestands- und Pilotstrecken.

Merkmal	Ausprägung
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/ru- hendem Verkehr Abstand Piktogramme zueinander

Tabelle 3: 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 Vor-Ort-Befragungen von der Technischen Universität Dresden ausgewählt.

3.3 Vor-Ort-Erhebungen

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 der Dissertation die Knotenpunktbereiche nicht detailliert untersucht, sondern der Fokus auf die Untersuchung der Strecke gelegt – zumal im Rahmen der Dissertation 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 1.2 aufgestellten Hypothesen zu testen, wurden die in Tabelle 4 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 durch Vorher-/Nachher-Vergleiche und nicht nur Vergleiche mit Kenngrößen aus anderen Forschungsprojekten möglich sind.

Merkmal	Methode	Bestandsstrecken	Pilotstrecken
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 Videoauswertung		x
Geschwindigkeit Rad	Videoauswertung		x
Querschnittsmaße	Vor-Ort-Messung	x	x
Interaktionen	Videoauswertung		x

Tabelle 4: Erhebungsumfang

3.3.1 Bestandserhebungen

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 12 zu sehen aufgebaut. War eine Positionierung auf gegenüberliegenden Seiten nicht möglich, wurden diese einseitig angebracht. Die zwei entgegen gerichteten Kameras dienen dazu, bei der Erfassung von Überholungen einen Blick auf den Gegenverkehr zu ermöglichen und zudem beide Fahrtrichtungen 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.

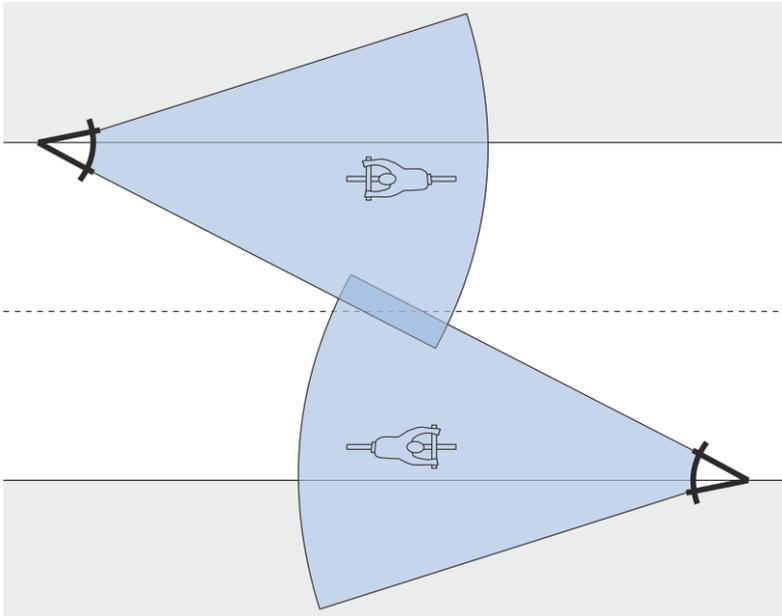


Abbildung 12: Schematischer Aufbau Kamerabeobachtung

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 13). 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 13: Aufhängung 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 et al. 2008 für den durchschnittlichen tägliche Werktagsverkehr DTV_{w5} hochgerechnet. Die Radverkehrsbelastung wurde anhand der Verfahren von Maier, Schiller et al. 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 14 dargestellten Überholfällen zugeordnet.

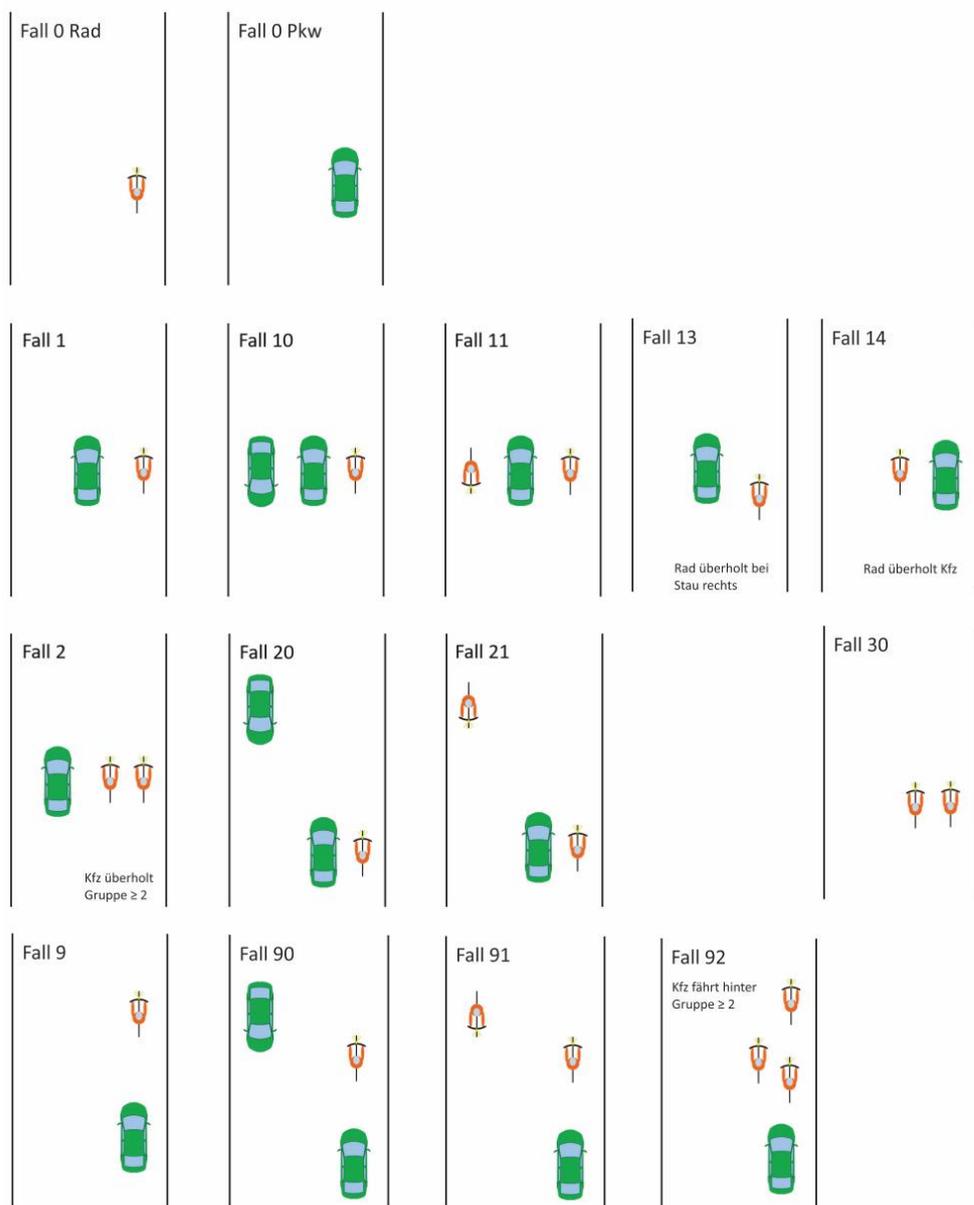


Abbildung 14: Einordnung der Überholfälle

Radfahrende bzw. Kfz, die ohne Überholung bzw. Hinterherfahrt die beobachtete Strecke befuhren, 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 5).

	Erfasste Anzahl unbeeinflusste Fahrlinie Rad vorher	Erfasste Anzahl unbeeinflusste Fahrlinie Rad nachher
Strecken Bestand		
BH	-	208
DA	-	88
FR_SB	-	128
LF	-	119
MZ	-	150
OS	-	233
Strecken Pilot		
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 5: 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 14) 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 15).

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 15: 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 16). 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.



Abbildung 16: Einfahrt (links) und Verlassen (rechts) des Geschwindigkeitsmessbereichs

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 Interaktionsschwere eingeteilt. Aufbauend auf den Konzepten zu Verkehrsverhaltensbeobachtungen von Alrutz, Stellmacher-Hein 1997 sowie Alrutz, Gündel et al. 2016 wurden Interaktionen hierbei eingeteilt als alle „Vorgänge, die infolge eines zeitlich-räumlichen Zusammentreffens eine gegenseitige Abstimmung zweier Verkehrsteilnehmer notwendig machen“ (Alrutz, Gündel 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 10 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 2012) 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 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 5:

- 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

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 26.01.2001).

In einem Leitfaden zur Förderung des Rad- und Fußverkehrs wird auch die Maßnahme der Aufbringung von Piktogrammketten vorgestellt (vgl. Franz, Könighaus et al. 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.

Dem gegenüber steht die Jurybegründung des Deutschen Fahrradpreises im Jahr 2017, den die Stadt Mainz mit dem Projekt „Piktogrammkette – Radverkehrsführung für ein rücksichtsvolles Miteinander“, in dem Piktogrammketten mit einer Kombination von Fahrradpiktogrammen und Pfeilen umgesetzt wurden, gewonnen hat. In der Begründung weist die Jury darauf hin, dass die Maßnahme nicht StVO konform wäre und keine Verkehrszeichen (Piktogramme Radverkehr, Pfeil oder Schriftzeichen) nach StVO und keine üblichen Farben (gelb oder weiß) verwendet werden sollten. (vgl. Der deutsche Fahrradpreis 2017)

Im Rahmen dieser Dissertation 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 Kapitel 4.2.1 näher vorgestellt. Im Anschluss werden unter Kapitel 4.2.2 die durchgeführten Beschilderungs- und Markierungsmaßnahmen erläutert und unter Kapitel 4.2.3 wird auf die Verkehrsbelastungen und Geschwindigkeiten auf den Strecken eingegangen. Kapitel

4.2.2 enthält in Tabelle 8 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 5). 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 6 kommen.

Fahrstreifen auf Fahrbahn	Fahrbahnbreite	Anzahl Strecken	Anzahl Querschnitte
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 6: 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 6). 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 7 kommen.

Führungsform	Anzahl Strecken	Anzahl Querschnitte
reiner Mischverkehr	9	15
Gehweg, Rad frei	1	2
nicht benutzungspflichtiger Radweg	6	10

Tabelle 7: 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 (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 2.3.3).

Im Rahmen der Pilotuntersuchungen waren final die in Tabelle 8 dargestellten Beschilderungs- und Markierungsmaßnahmen im Untersuchungskollektiv enthalten, wobei ein Großteil der Städte (9 Strecken) die Markierung eines einfachen Fahrrad-Piktogramms umsetzten, in jeweils einer Stadt (2 Strecken) wurde das Fahrrad-Piktogramm in Kombination mit einem Winkelpfeil vor und nach dem Piktogramm (geteilter Doppel-Winkelpfeil), in Kombination mit zwei Winkelpfeilen nach dem Piktogramm (Doppel-Winkelpfeil) 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.

Arnsberg (AR_BR)	Arnsberg (AR_HL)	Bielefeld (BI)
		
Fahrrad-Piktogramm	Fahrrad-Piktogramm	Hinweisschild „Radfahren auf der Fahrbahn erlaubt“
Frankfurt (FR_RH)	Göttingen (GT)	Koblenz (KO_BH)
		
Fahrrad-Piktogramm mit Doppel-Winkelpfeil	Fahrrad-Piktogramm	Fahrrad-Piktogramm

Koblenz (KO_HZ)	Koblenz (KO_L)	Köln (KOE)
		
Fahrrad-Piktogramm	Fahrrad-Piktogramm	Fahrrad-Piktogramm
Paderborn (PB)	Ratingen (RA)	Stuttgart (ST)
		
Fahrrad-Piktogramm	Fahrrad-Piktogramm mit Richtungspfeil	Fahrrad-Piktogramm
Trier (TR_PA)	Trier (TR_WB)	
		
Fahrrad-Piktogramm mit geteiltem Doppel-Winkel-pfeil	Fahrrad-Piktogramm mit geteiltem Doppel-Winkel-pfeil	

Tabelle 8: 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 m². Das empfohlene Flächenmaß (s.o.) betrug dabei 1,3 m² exkl. Pfeilmarkierung.

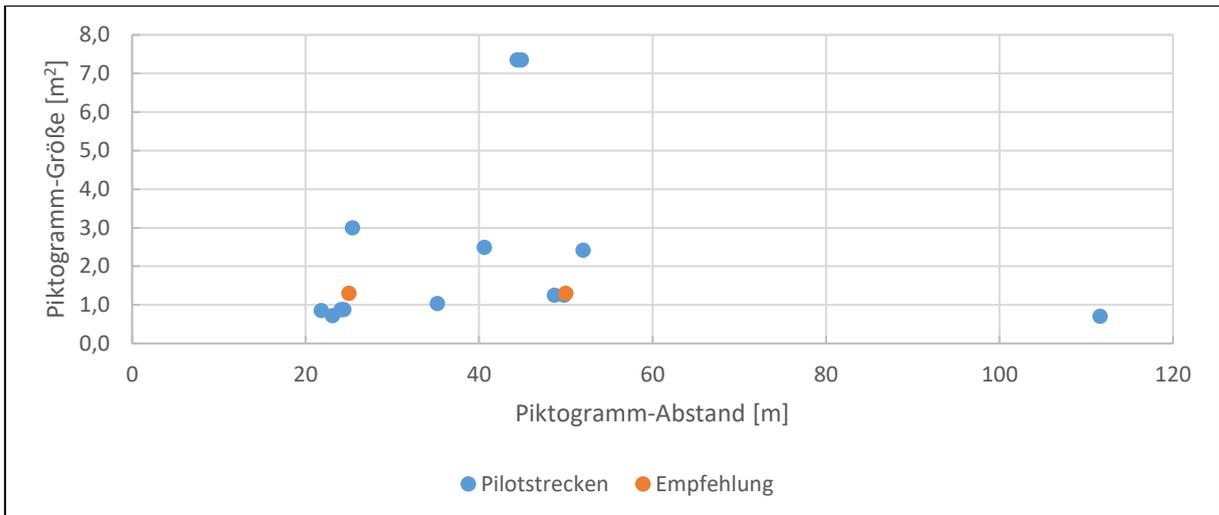


Abbildung 17: Piktogramm-Größe und Abstand auf den Pilotstrecken

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.

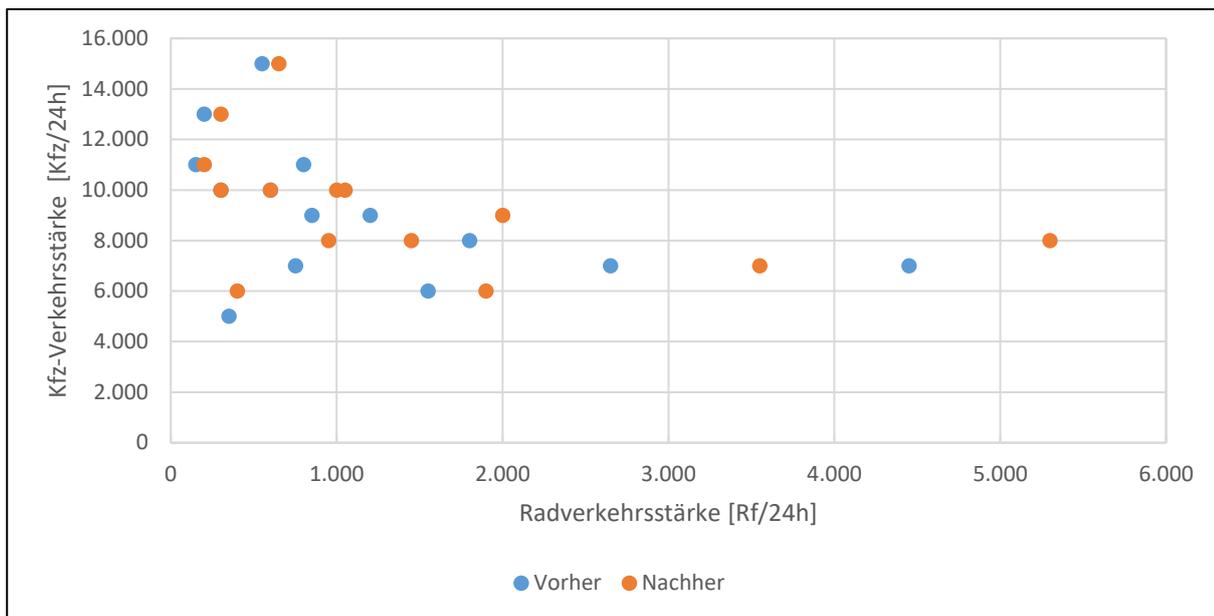


Abbildung 18: Verhältnis Kfz- zu Radverkehrsstärke auf den untersuchten Pilotstrecken vorher/nachher

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 Übersichtsblätter als auch die Steckbriefe aller Strecken in den Anhängen 7 und 9 eine Übersicht über alle relevanten Streckenparameter.

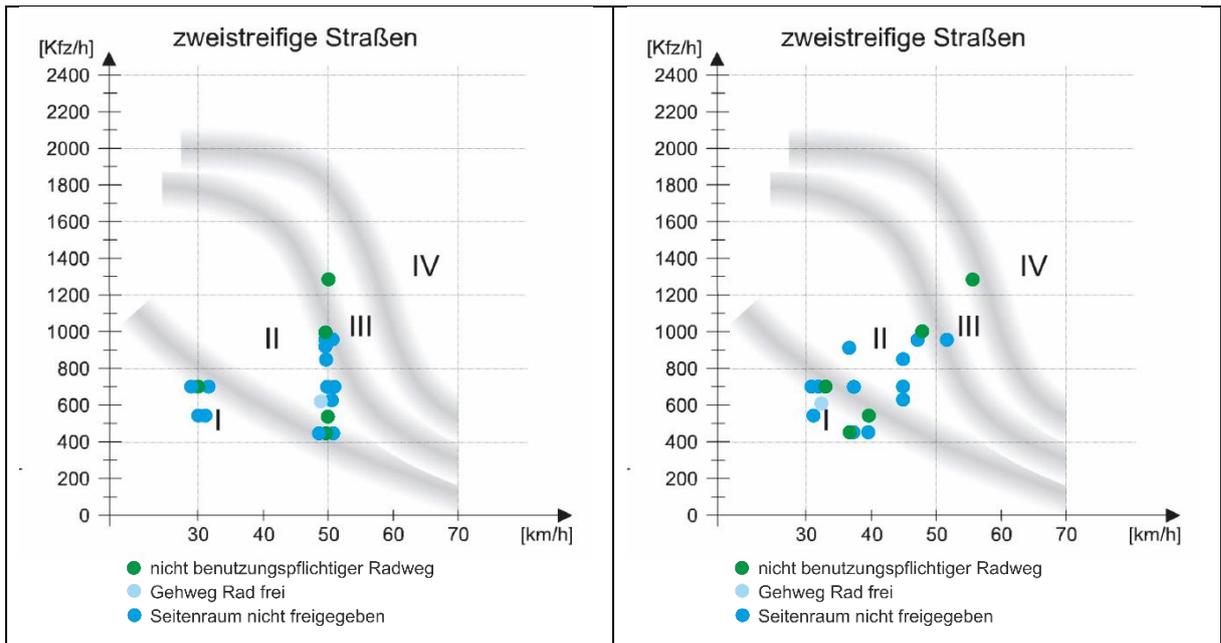


Abbildung 19: Einordnung der Pilotstrecken in die Belastungsbereiche nach ERA (links: v_{zul} , rechts: v_{85}) (Quelle: FGSV, 2010; eigene Darstellung)

Grundsätzlich lässt sich feststellen, dass an den Strecken mit dem Charakter eine 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.

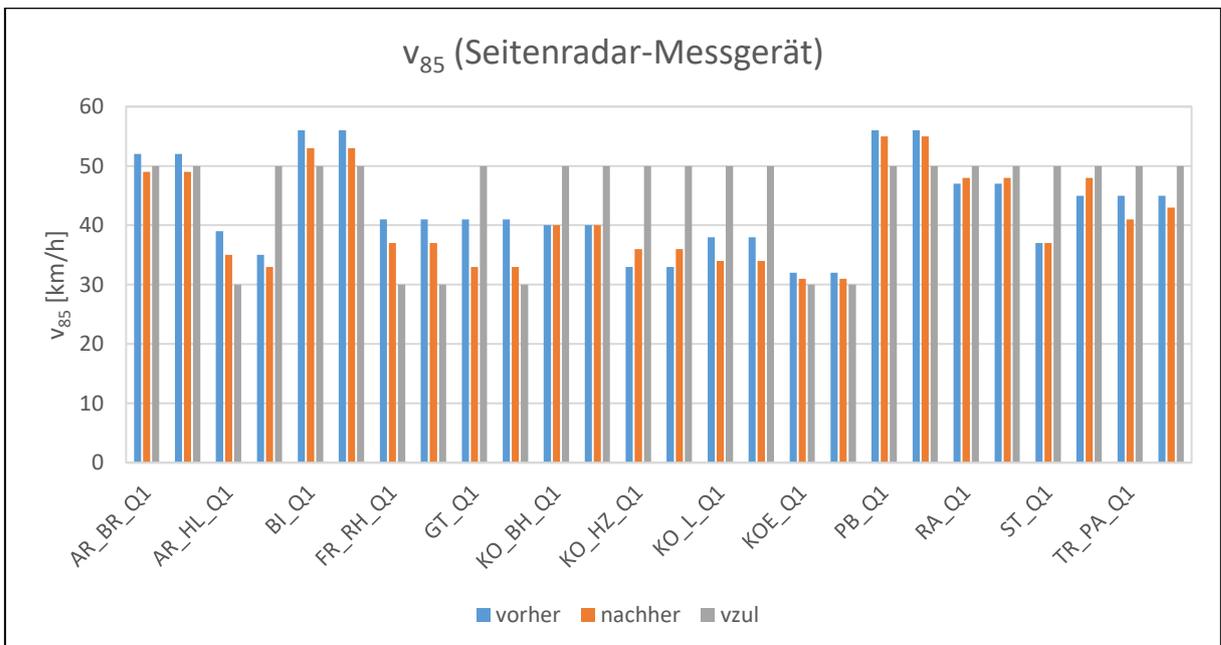


Abbildung 20: v_{85} und v_{zul} an Pilotstrecken vorher/nachher

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_{Fuß} für die Beobachtungszeit von 13 Stunden dargestellt.

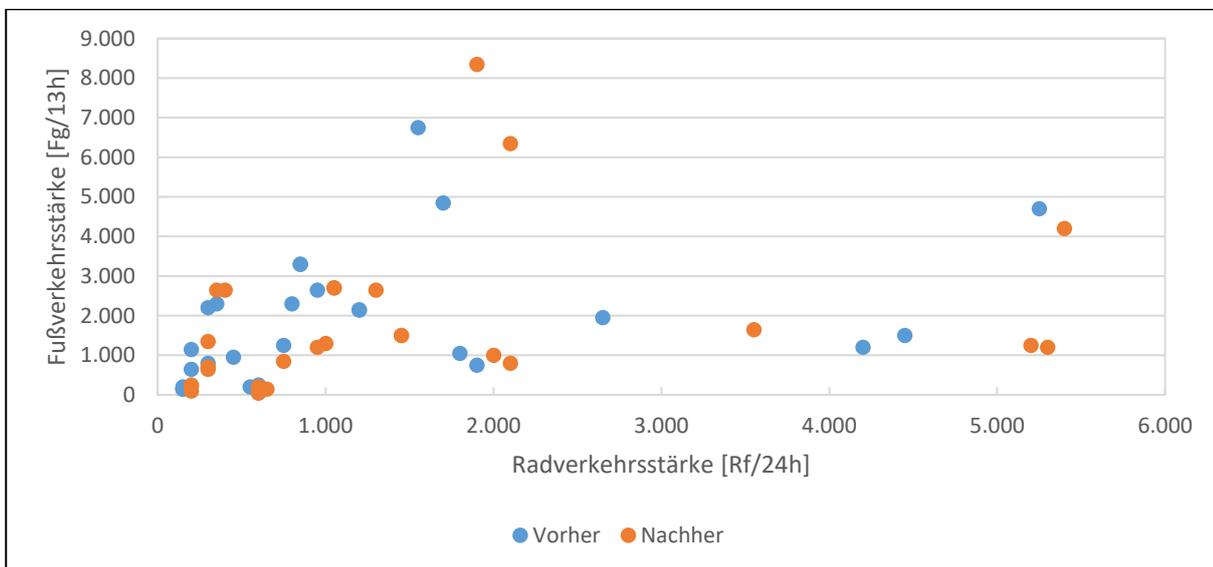


Abbildung 21: Verhältnis Fuß- zu Radverkehrsstärke (Tagesverkehr) auf den untersuchten Pilotstrecken vorher/nachher

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.

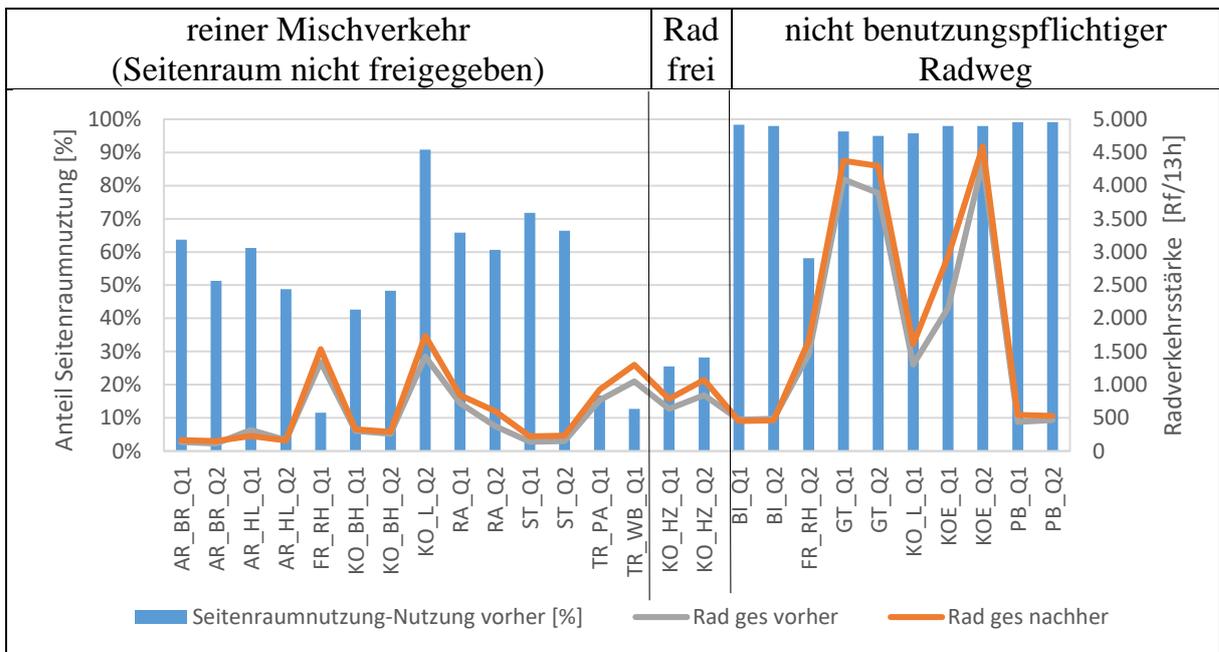


Abbildung 22: Seitenraumnutzung in Abhängigkeit der Radverkehrsführung

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.

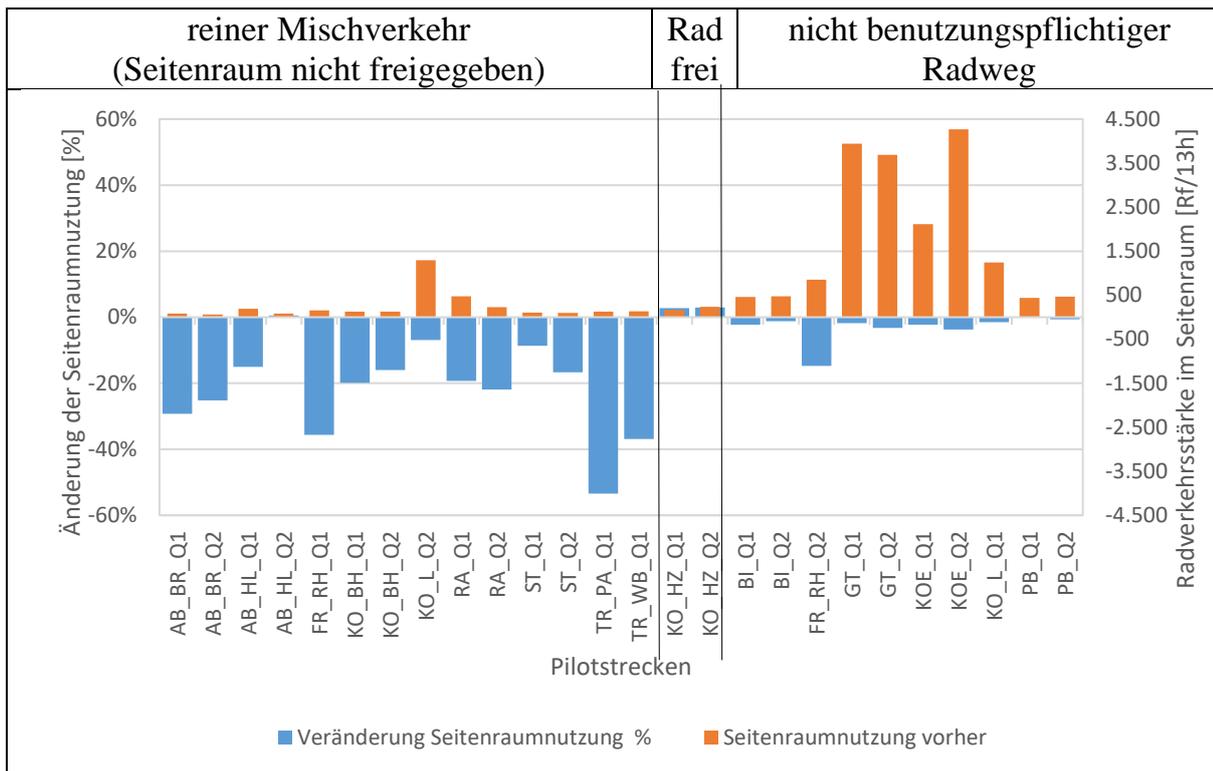


Abbildung 23: Änderung der Seitenraumnutzung der Radfahrenden

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, Bohle 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.

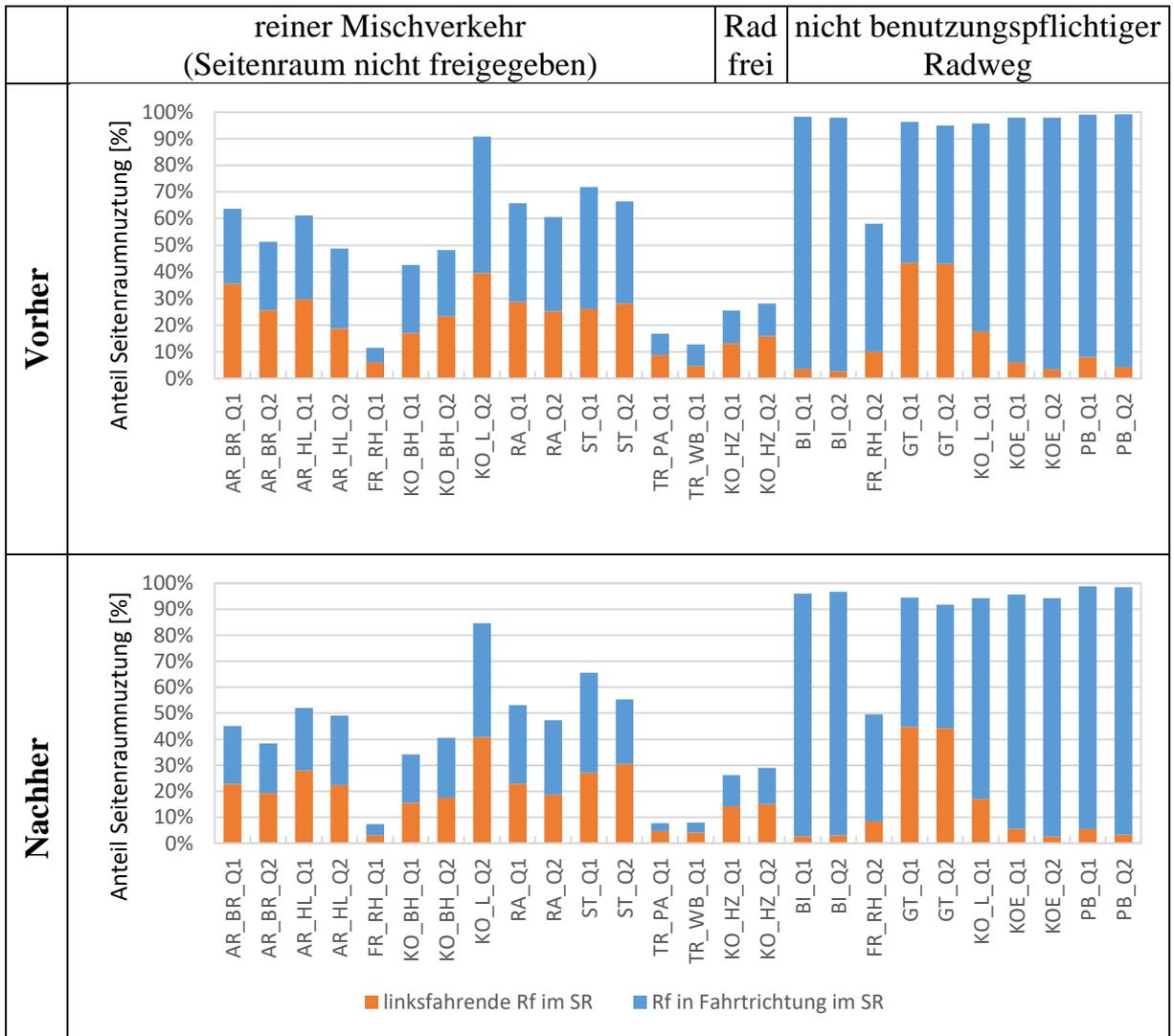


Abbildung 24: Seitenraumnutzung links/rechts fahrender Radfahrenden an Pilotstrecken

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.

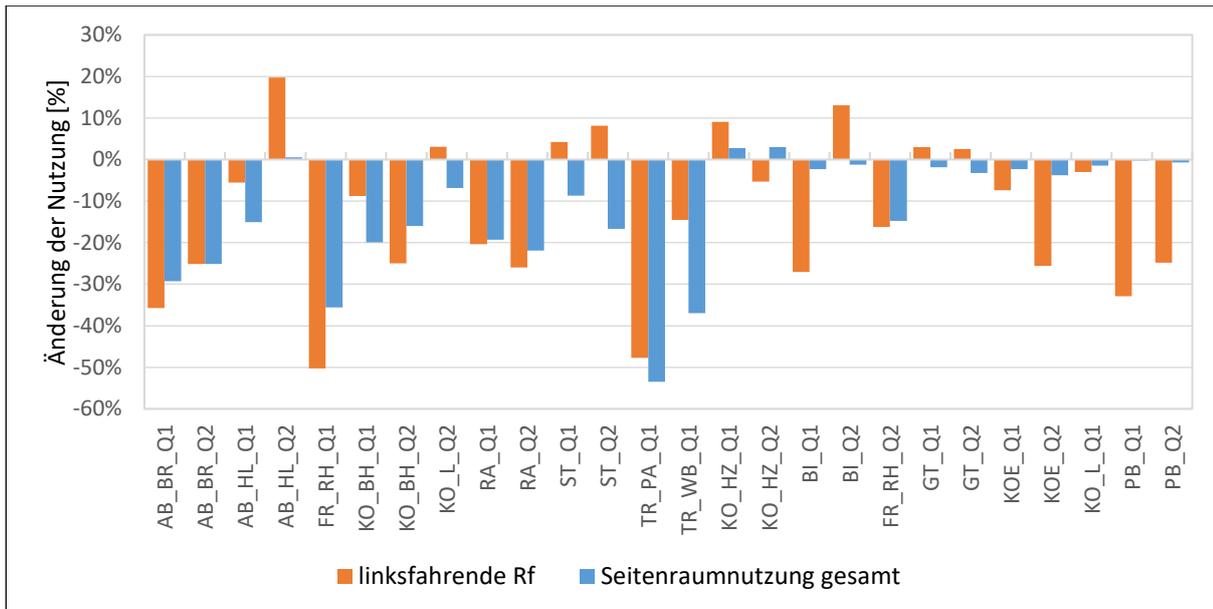


Abbildung 25: Änderung Seitenraumnutzung links fahrende Radfahrende/gesamt

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 9).

	Kfz unbeeinflusst	Rad unbeeinflusst	Kfz/Rad Überholung	Rad Hinterherfahrt	Gesamt
Anzahl Fälle	5.901	3.765	3.024	954	13.644

Tabelle 9: 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. 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.

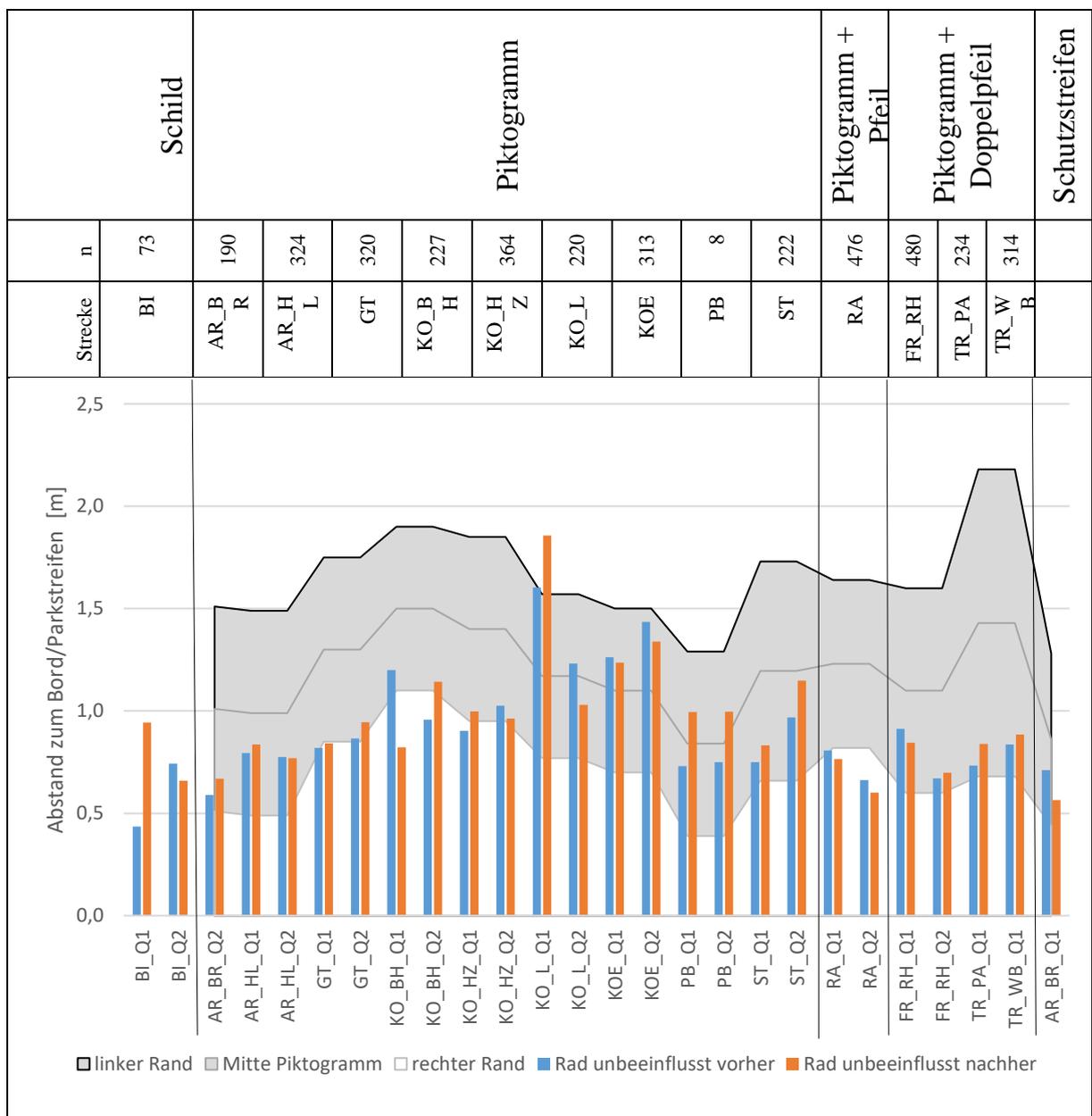


Abbildung 26: unbeeinflusste Fahrlinie Rad (vorher/nachher) je Querschnitt

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).

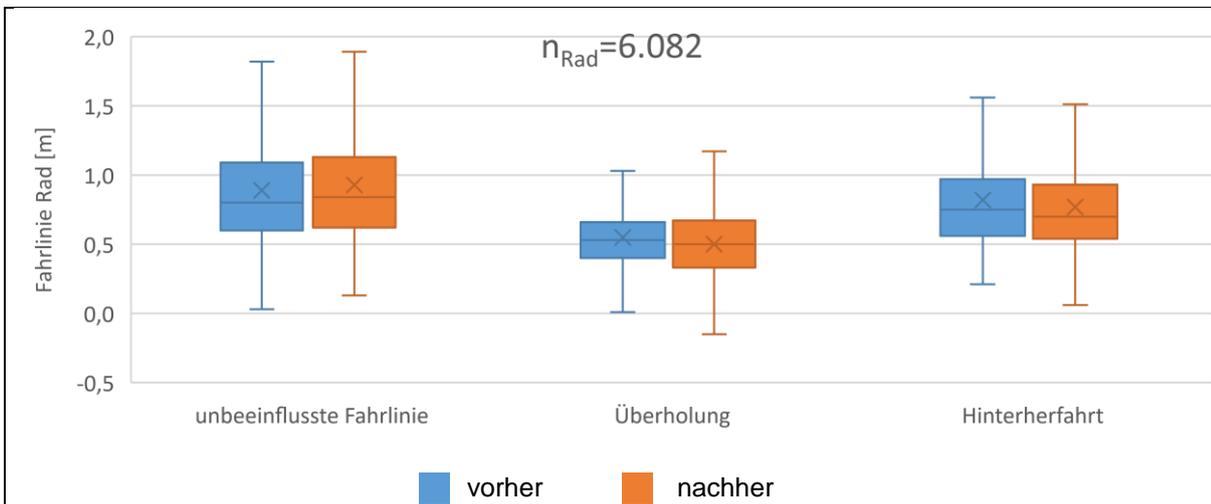


Abbildung 27: Fahrlinien Rad an Pilotstrecken vorher/nachher

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 führen 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.

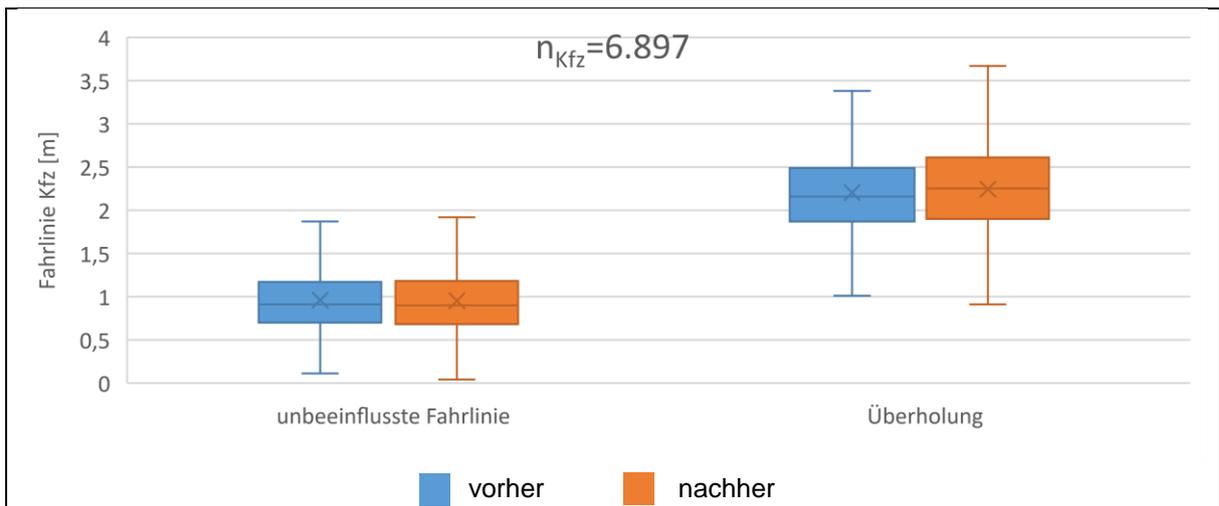


Abbildung 28: Fahrlinien Kfz an Pilotstrecken vorher/nachher

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 14 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 9). 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.

Überholfall	Anzahl bei Erhebungen			Gesamt
	vorher	nachher	kurz-nachher	
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
Gesamt	1.056	1.382	5	2.443

Tabelle 10: 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 22Tabelle 11). 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.

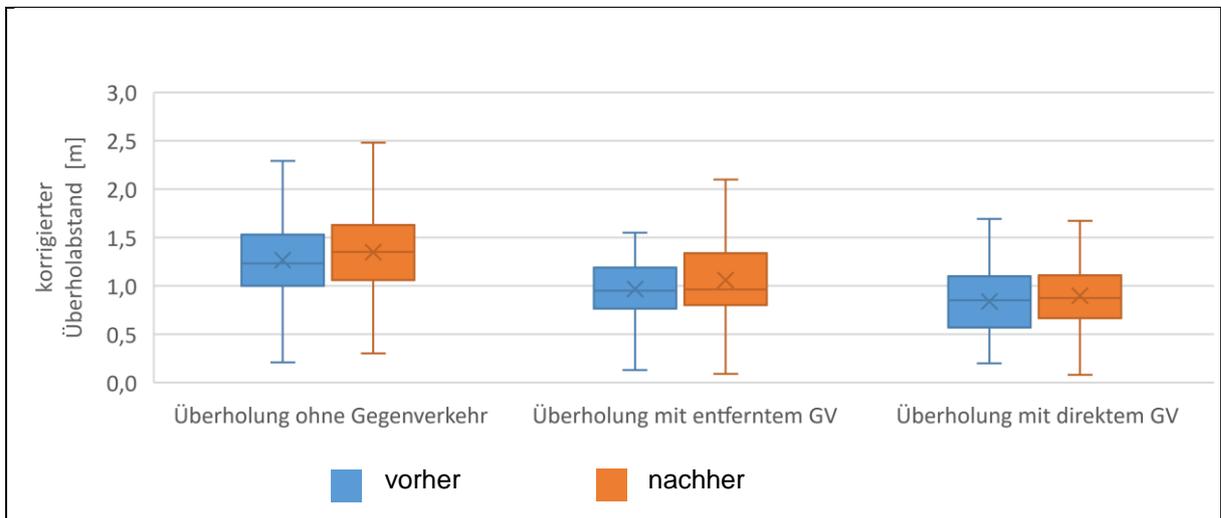
Beobachtungszeitraum	Überholungen je Radfahrendem [n/Rf]	
	vorher	nachher
2 Std. (abends)	0,4	0,3
6 Std. (je 2 Std. morgens/mittags/abends)	0,2	0,1

Tabelle 11: Überholungen je Radfahrendem in den Beobachtungszeiträumen

Beim Vergleich der Auswertezeiträume 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 Fahrlinien 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 Vergleich 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 zusammensetzt. Wird der Abstand differenzierter, nach der Gegenverkehrssituation unterschieden, betrachtet (vgl. Abbildung 29), ist erkennbar, dass sich der Überholabstand

mit zunehmender Nähe des Gegenverkehrs (GV) verringert und mit sichtbarem wenn auch entferntem und direktem Gegenverkehr im Mittel der Überholabstand unter 1,0 m beträgt. Für alle Fälle erhöht sich der Abstand im Vergleich leicht, wobei sich die Differenz mit zunehmender Nähe des Gegenverkehrs verringert. Es ist jedoch 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.



Mittelwerte Überholung	n _{gesamt} ; ÜF	vorher [m]	nachher [m]
ohne Gegenverkehr	1.263	1,27	1,35
mit entferntem Gegenverkehr	130	0,97	1,06
mit direktem Gegenverkehr	85	0,84	0,90

Abbildung 29: Überholabstände an Pilotstrecken vorher/nachher

Wird die Aufteilung in Abstandskategorien betrachtet (vgl. Tabelle 12), 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	
Untersuchung	vorher	4%	27%	46%	20%	4%	726
	nachher	4%	23%	41%	26%	6%	751

Tabelle 12: 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 behindernd 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 13). 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_{vorher}	n_{nachher}	Anteil vorher	Anteil nachher	Veränderung
Rf-Rf	150	151	23,5%	24,7%	+1%
Rf-Fg	222	173	34,9%	28,4%	-22%
Rf-Kfz	265	286	41,6%	46,9%	+8%
Summe	637	610	100%	100%	

Tabelle 13: 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 hierbei, dass auf der Fahrbahn die regelgerechten Interaktionen zunahm (+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.

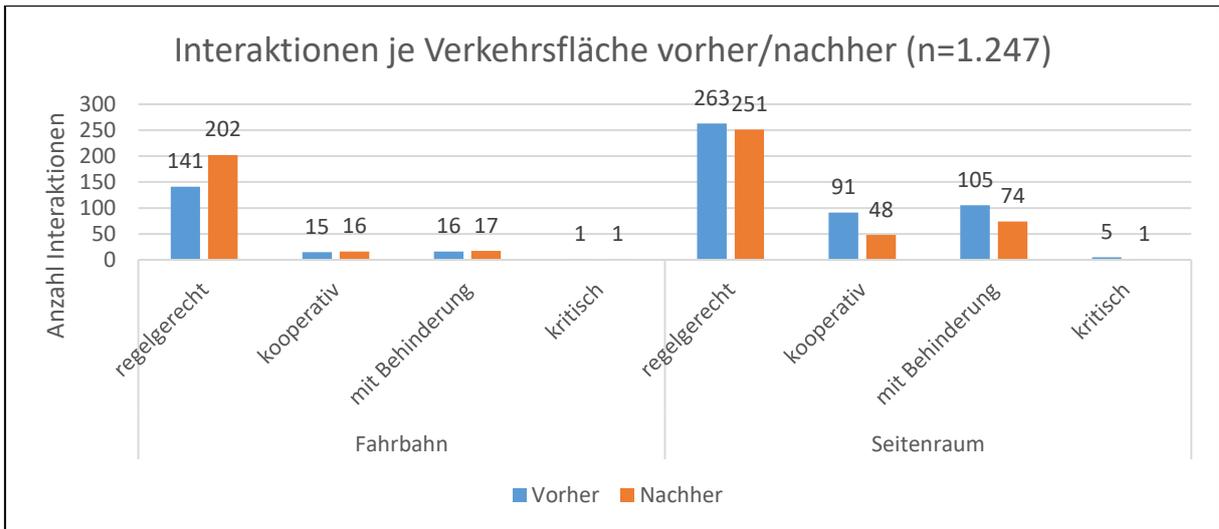


Abbildung 30: Interaktionen nach Verkehrsfläche und Schwere vorher/nachher (n = 1.247)

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.

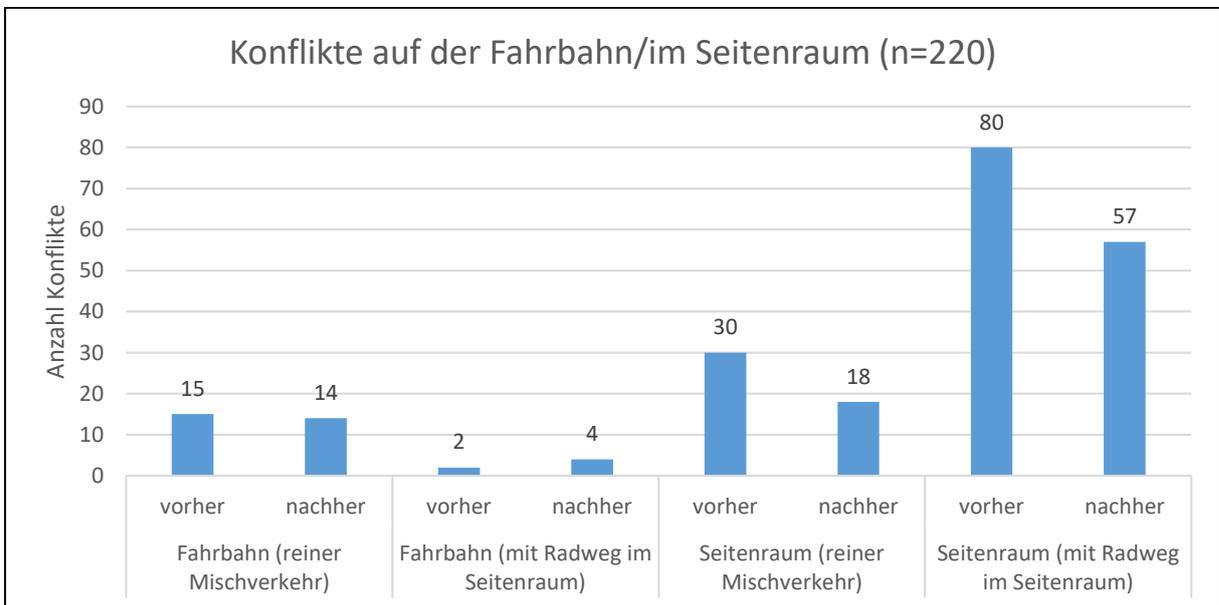


Abbildung 31: Behindernde und kritische Interaktionen (Konflikte) auf Fahrbahn und im Seitenraum, unterschieden nach Führungsform (n = 220)

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 abweichen (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.

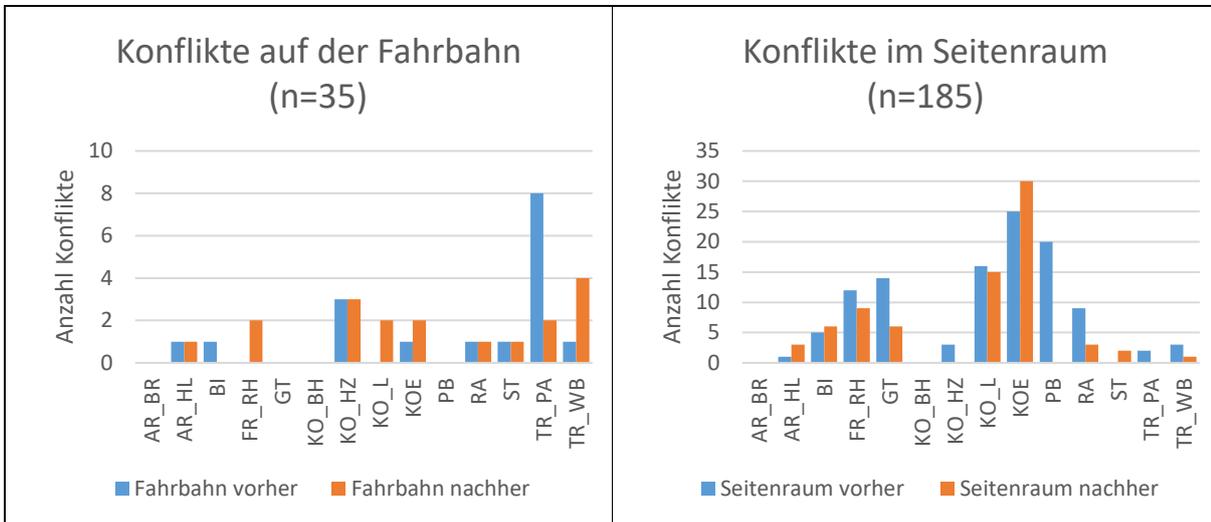


Abbildung 32: Interaktionen (behindernd/kritisch) nach Strecken vorher/nachher auf der Fahrbahn (links) und im Seitenraum (rechts)

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_{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 $<10 \text{ Rf}/2\text{h}$ 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.

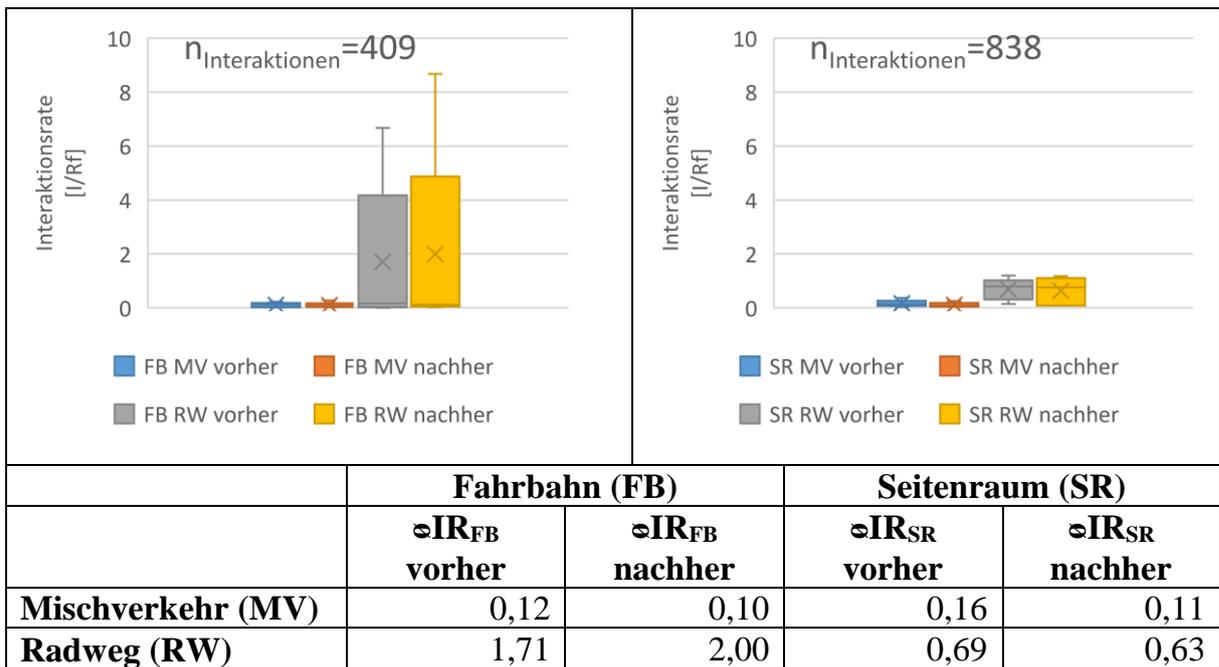


Abbildung 33: Interaktionsrate mit Radfahrenden auf den Pilotstrecken auf der Fahrbahn/im Seitenraum nach Führungsart

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 $259 \text{ K}/1.000 \text{ Rf}$ vorher und $176 \text{ K}/1.000 \text{ Rf}$ 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.

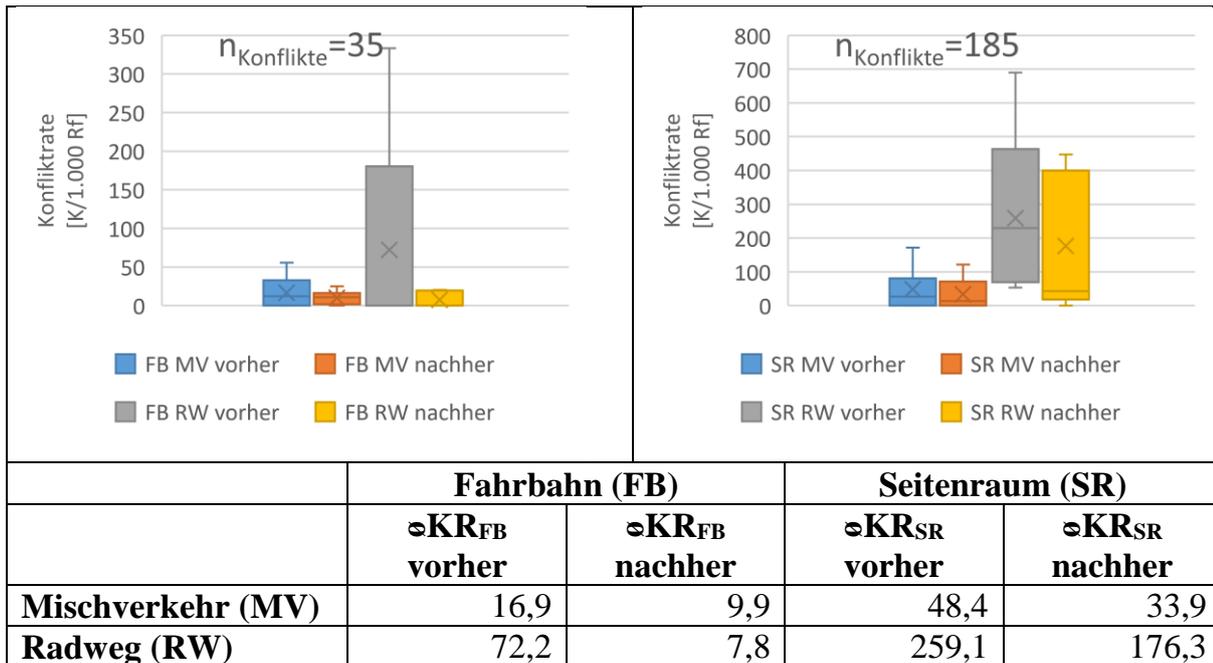


Abbildung 34: Konflikttrate mit Radfahrenden auf den Pilotstrecken auf der Fahrbahn/im Seitenraum nach Führungsart

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 und Anhang 10).

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).

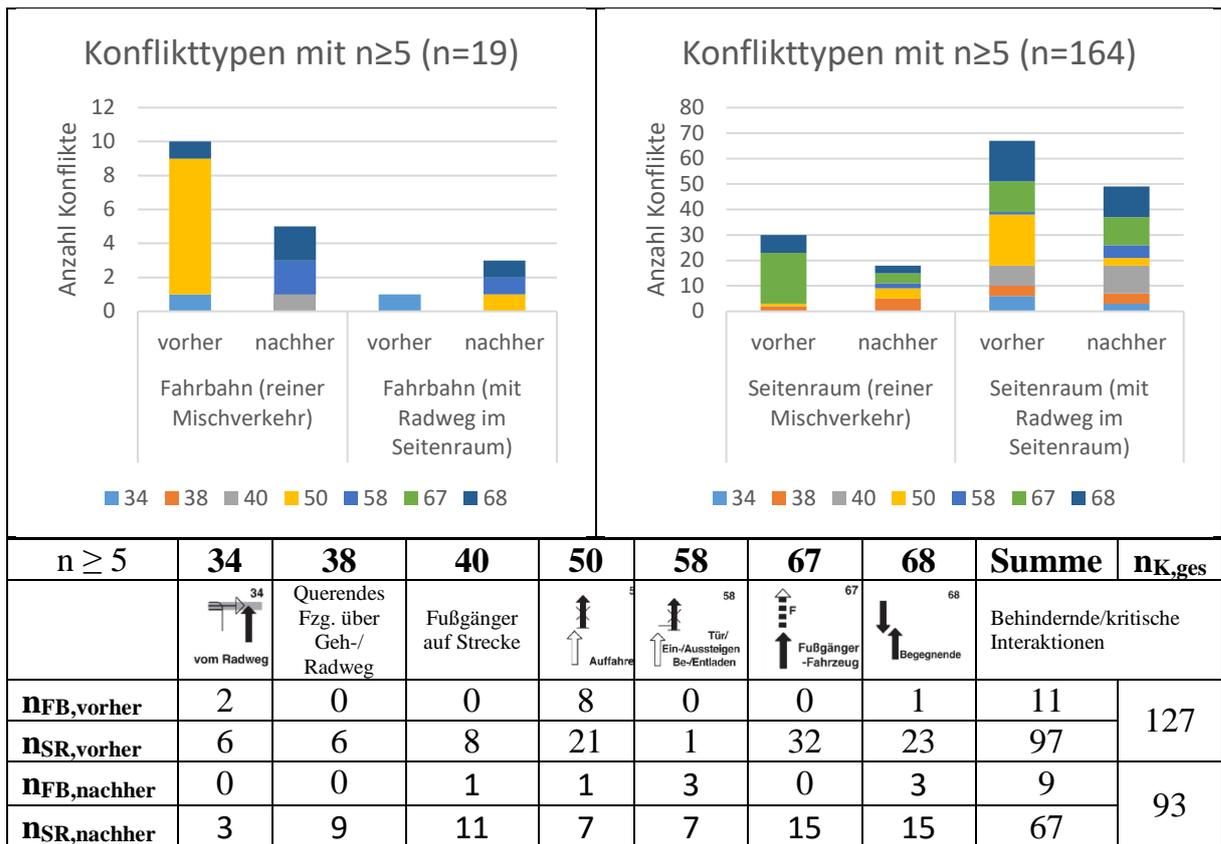
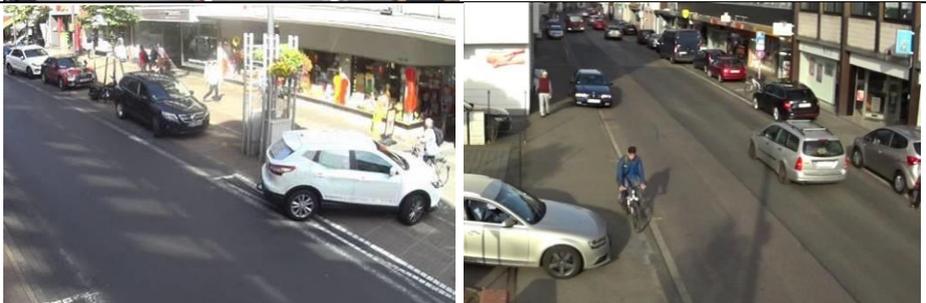
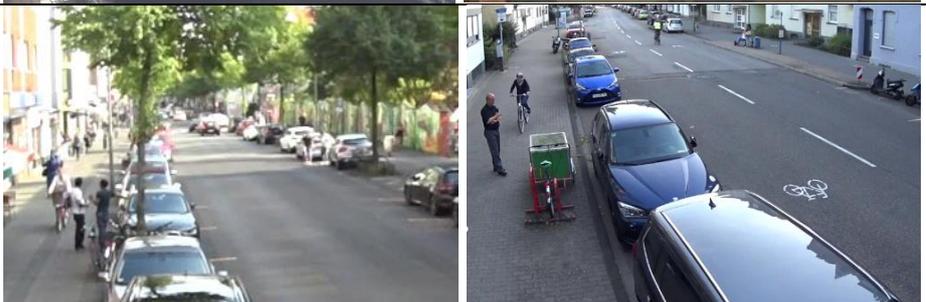


Abbildung 35: 2-stellige Interaktionstypen (bei Konflikten) vorher/ nachher mit $n \geq 5$

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 14 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 4.3.1). 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		

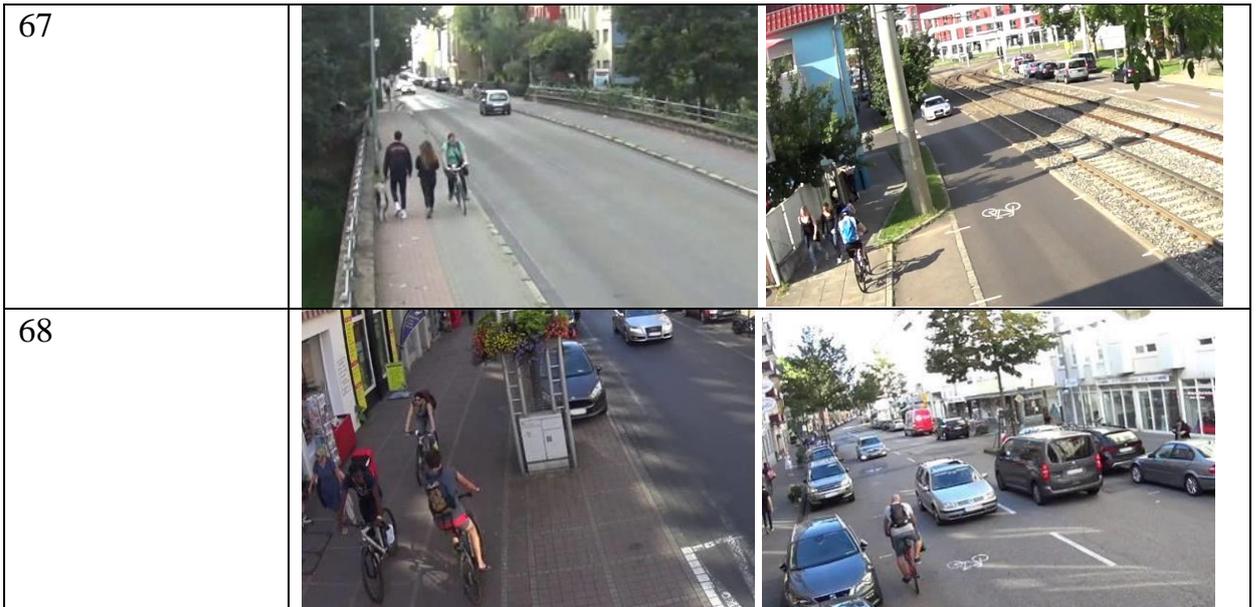


Tabelle 14: Beobachtete typische Konflikte an Pilotstrecken

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 Konflikt-rate im Vorher-/Nachher-Vergleich zeigt, dass konfliktbehaftete Interaktionen je Rad-fahrendem auf der Fahrbahn wie im Seitenraum deutlich reduziert werden konnte. Da-bei zu beachten sind die insgesamt geringen Fallzahlen bei den Konflikten.

5 Analyse Bestandsstrecken

5.1 Untersuchungskollektiv

Nachfolgend werden die für die Bestandsanalyse ausgewählten Querschnitte unter Kapitel 5.1.1 näher vorgestellt. Im Anschluss werden unter Kapitel 5.1.2 die durchgeführten Beschilderungs- und Markierungsmaßnahmen erläutert und unter Kapitel 5.1.3 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** wird auf die Verkehrsbelastungen und Geschwindigkeiten auf den Strecken eingegangen. Kapitel 5.1.2 enthält in Tabelle 17 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 15), 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 15 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 15: 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 16).

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

Tabelle 16: 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 17 im Untersuchungskollektiv enthalten.

Bremerhaven (BH)	Darmstadt (DA)
	
Fahrrad-Piktogramm	Fahrrad-Piktogramm
Frankfurt (FR_SB)	Langenfeld (LF)
	
Fahrrad-Piktogramm	Fahrrad-Piktogramm mit angedeutetem Schutzstreifen

Mainz (MZ)	Osnabrück (OS)
	
Fahrrad-Piktogramm mit Richtungspfeil	Fahrrad-Piktogramm

Tabelle 17: Markierungsarten der Piktogrammketten in der Bestandsuntersuchung und Anzahl der untersuchten Bestandsstrecken (Wert in Klammern)

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.

5.1.3 Verkehrsbelastung

Die Verkehrsbelastung (DTV_{w5}) an den Strecken lag zwischen 4.000 und 16.000 Kfz/Tag sowie 300 und 1.450 Rf/Tag (vgl. Abbildung 36).

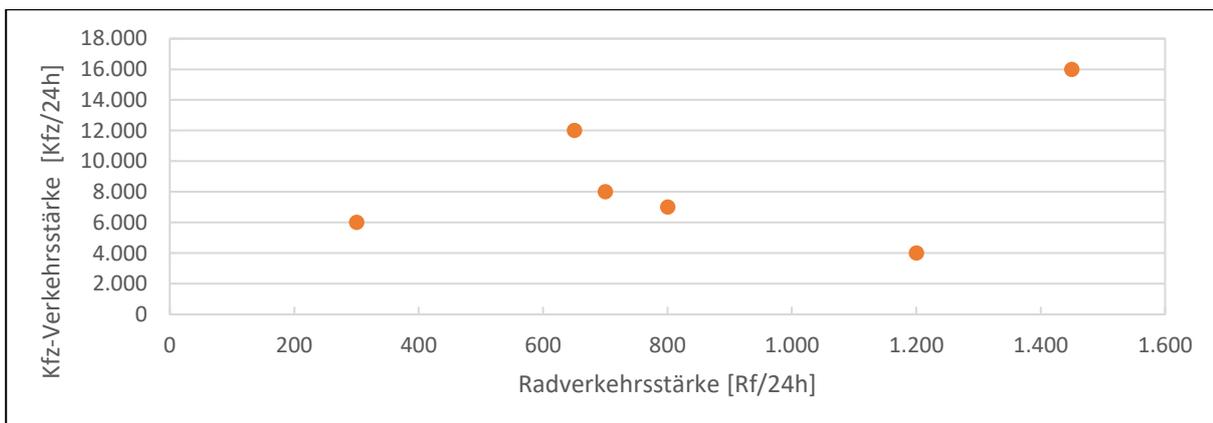


Abbildung 36: Kfz- und Radverkehrsbelastung (DTV_{w5}) an den Bestandsstrecken

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 37).

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.

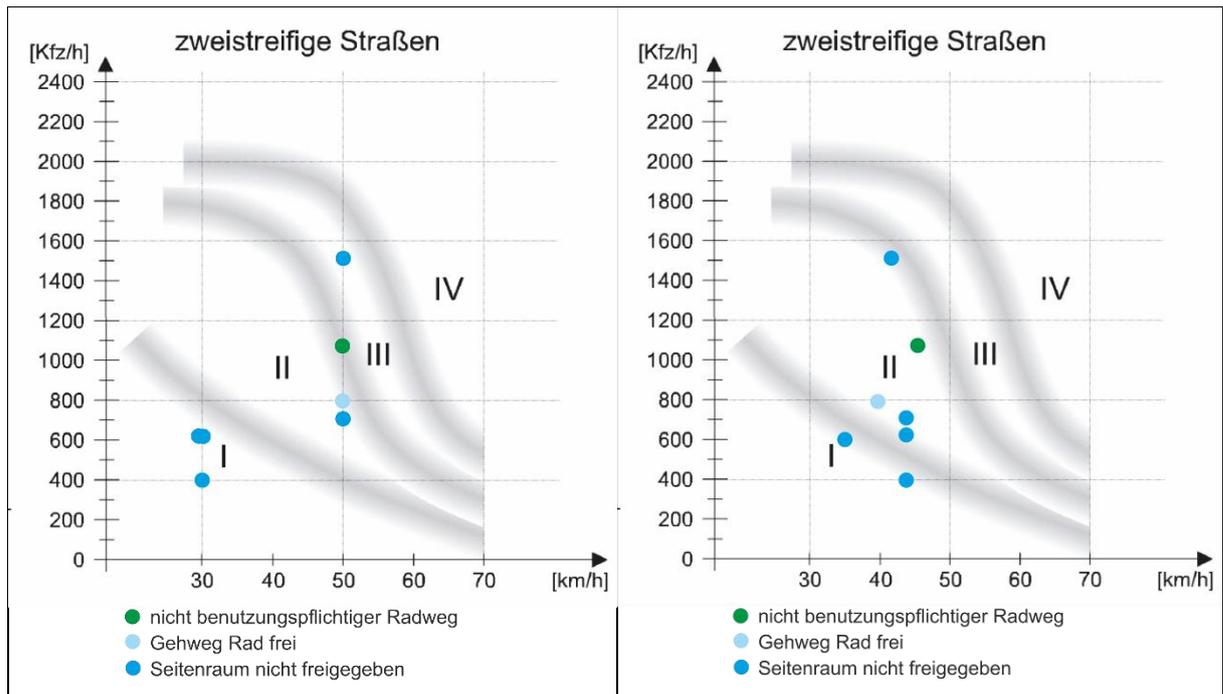


Abbildung 37: : Einordnung der Bestandsstrecken in die Belastungsbereiche nach ERA (links: v_{zul} , rechts: v_{85}) (Quelle: FGSV, 2010; eigene Darstellung)

Zur Einordnung und Bewertung der hier dargestellten Ergebnisse enthalten sowohl Übersichtsblätter als auch die Steckbriefe aller Strecken in den Anhängen 6 und 8 eine Übersicht über alle relevanten Streckenparameter.

5.2 Beobachtungen Fahrverhalten

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 38). 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 6)

zurück zu führen ist, der wie ein nicht benutzungspflichtiger Radweg wahrgenommen wird.

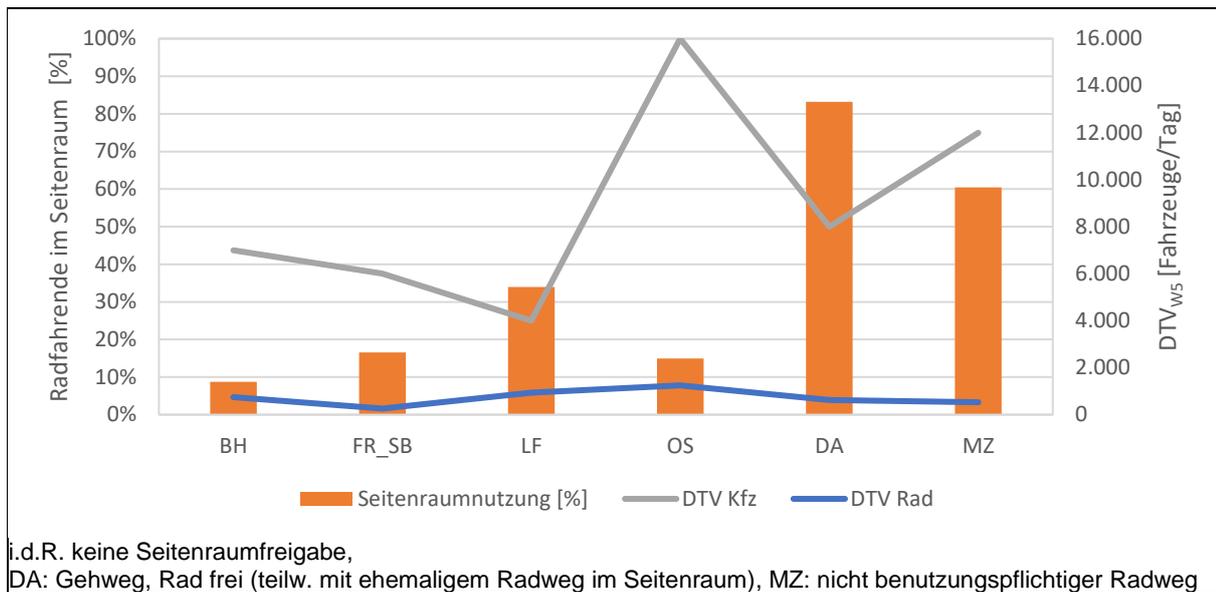


Abbildung 38: Seitenraumnutzung an Bestandsstrecken

Der Anteil der links im Seitenraum fahrenden Radfahrenden an allen Radfahrenden an der Strecke betrug zwischen 4% und 18% (vgl. Abbildung 39), im Durchschnitt über alle Strecken betrug der Anteil 9%. Hier ist kein Unterschied zwischen reiner Fahrbahnführung und Parallelführung erkennbar.

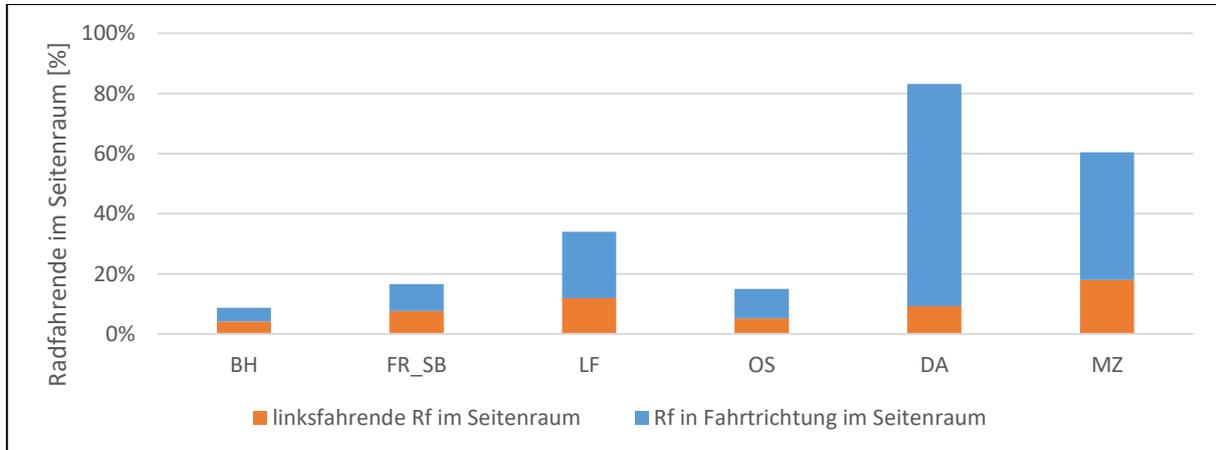


Abbildung 39: Seitenraumnutzung links/rechts fahrender Radfahrender an Bestandsstrecken

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 18) und jeweils den drei Kategorien unbeeinflusste Fahrt, Überholung und Hinterherfahrt zugeordnet, sowie der Überholabstand zwischen überholendem Kfz und Radfahrenden berechnet.

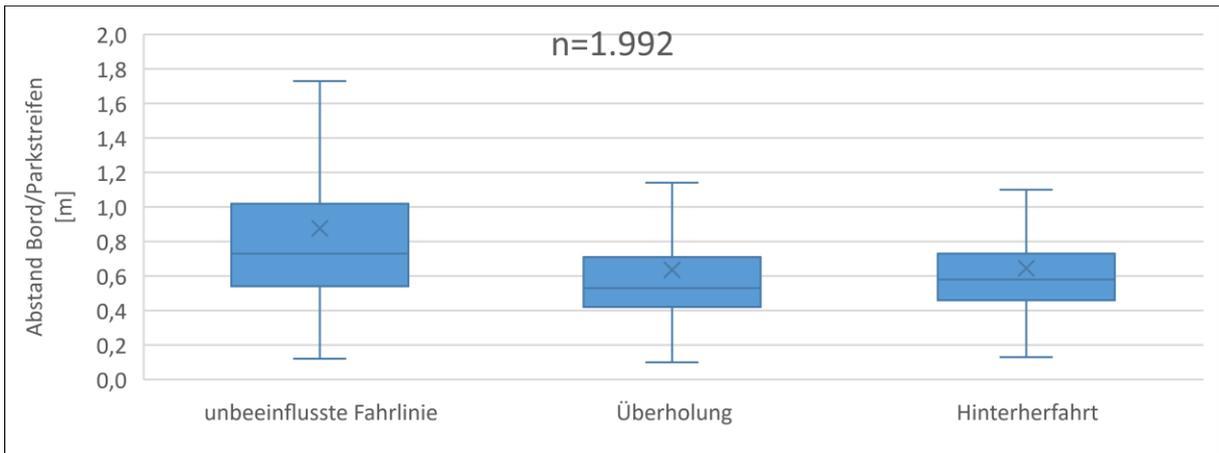


Abbildung 40: Fahrlinien Rad an Bestandsstrecken

Bei der Betrachtung der Fahrlinien in Abbildung 86 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 18).

erhobene Fahrlinie	Rad unbeeinflusst	Rad mit Überholung	Rad mit Hinterherfahrt	Überholabstand, korrigiert	Kfz unbeeinflusst
Anzahl	924	737	331*	735	1.168
*82% OS					

Tabelle 18: 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.

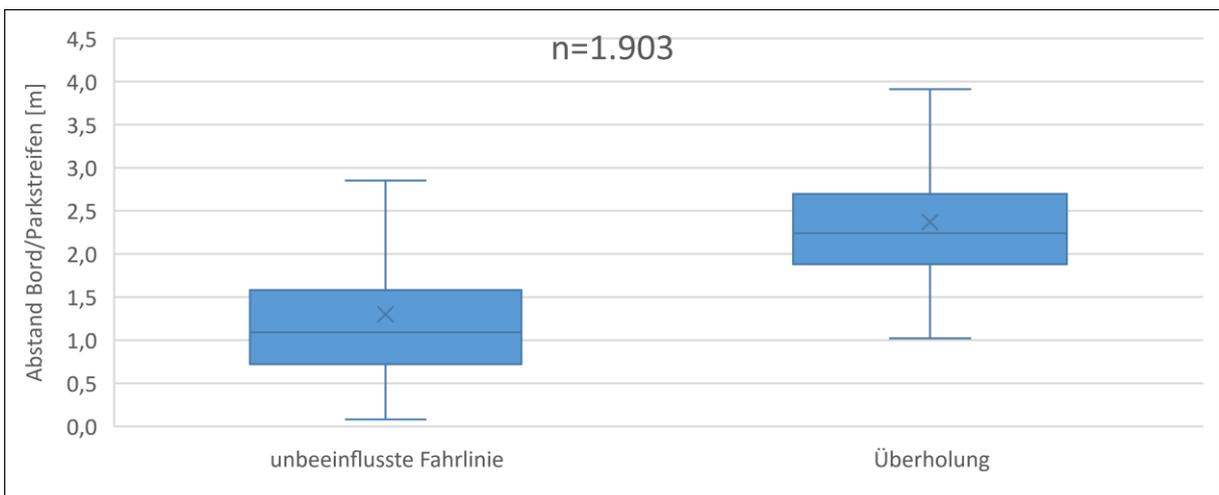


Abbildung 41: Fahrlinien Kfz an Bestandsstrecken

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 40 und Abbildung 41) und auch von Kfz-Fahrenden an den Pilotstrecken (vgl. Kapitel 4.3.2).

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 42).

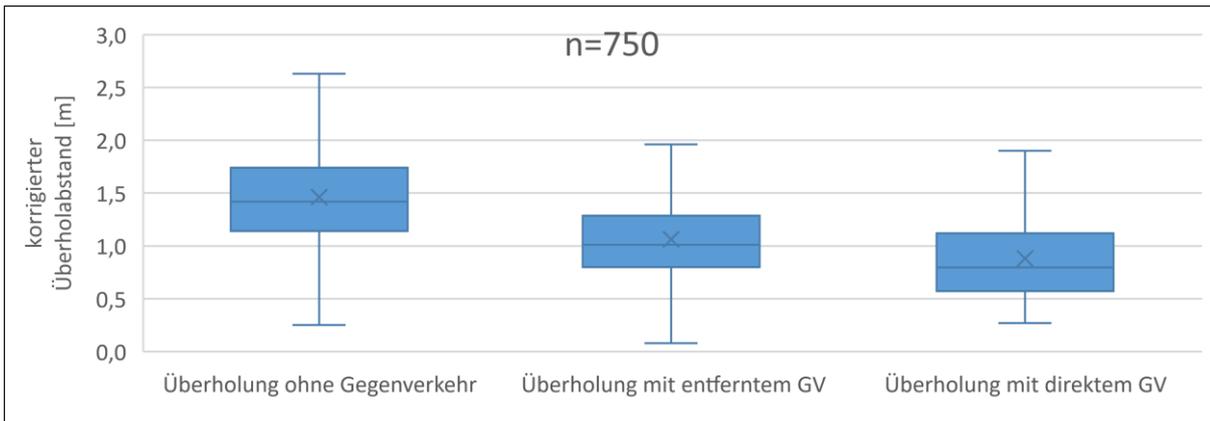


Abbildung 42: korrigierte Überholabstände an Bestandsstrecken

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 19).

	Anzahl
Überholungen ohne Gegenverkehr	441
Überholungen mit entferntem Gegenverkehr	237
Überholungen mit direktem Gegenverkehr	72
Gesamt	750

Tabelle 19: 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 Gegenverkehr und Überholungen mit direktem Gegenverkehr unter 1,50 m.

6 Unfalluntersuchung

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 20). 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 11 enthält eine Übersicht der Unfalltypenkarten aller Strecken.

Strecke	Zuordnung Radverkehrs-Führung	Länge [km]	Knotenpunkte	Zeitpunkt Umsetzung	Betrachtungszeiträume	
					Vorher	Nachher
AR_BR	MV	1,6	11	Sept 2018	01/15-12/17	06/19-05/20
AR_HL	MV	0,8	7	Sept 2018	01/15-12/17	06/19-05/20
BI	RW	0,7	6	Aug 2018 Dauer: 12 Wochen (verlängert)	01/15-12/17	01/19-12/19
FR_RH	MV	0,8	5	Jun 2018	01/15-12/17	01/19-12/19
GT	RW	0,4	4	Mrz 2019	01/16-12/18	06/19-05/20
KO_BH	MV	0,7	8	Feb 2019	01/16-12/18	06/19-05/20
KO_HZ	MV	0,4	4	Feb 2019	01/16-12/18	06/19-05/20
KO_L	RW	0,6	3	Feb 2019	01/16-12/18	06/19-05/20
KOE	RW	1,7	13	Jan 2019	01/16-12/18	06/19-05/20

PB	RW	3,0	20	Jun 2018	01/15- 12/17	09/18- 08/19
ST	MV	0,5	5	Nov 2017 - Mrz 2018	01/14- 12/16	06/18- 04/20
TR_PA	MV	1,2	4	Dez 2017	01/15- 11/17	08/18- 07/20
TR_WB	MV	0,5	8	Dez 2017 - Mai 2018	01/15- 11/17	08/18- 07/20

Tabelle 20: Betrachtungszeiträume Unfallauswertung 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, Ruhl et al. 2018, Richter, Beyer 2019 oder Ohm, Fiedler 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 Kapitel 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 21).

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

Tabelle 21: 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 22). Dies kann damit zusammenhängen, dass die Strecke KOE durch zahlreiche Knotenpunkte dominiert ist. Bei den absoluten Zahlen sind die Bezugszeiträume nach Tabelle 20 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%	
Gesamt	110	36			

Tabelle 22: 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 22), daher wird im Folgenden insbesondere auf die Auswertung des 1-stelligen Unfalltyps eingegangen.

Auswertung 1-stelliger Unfalltyp

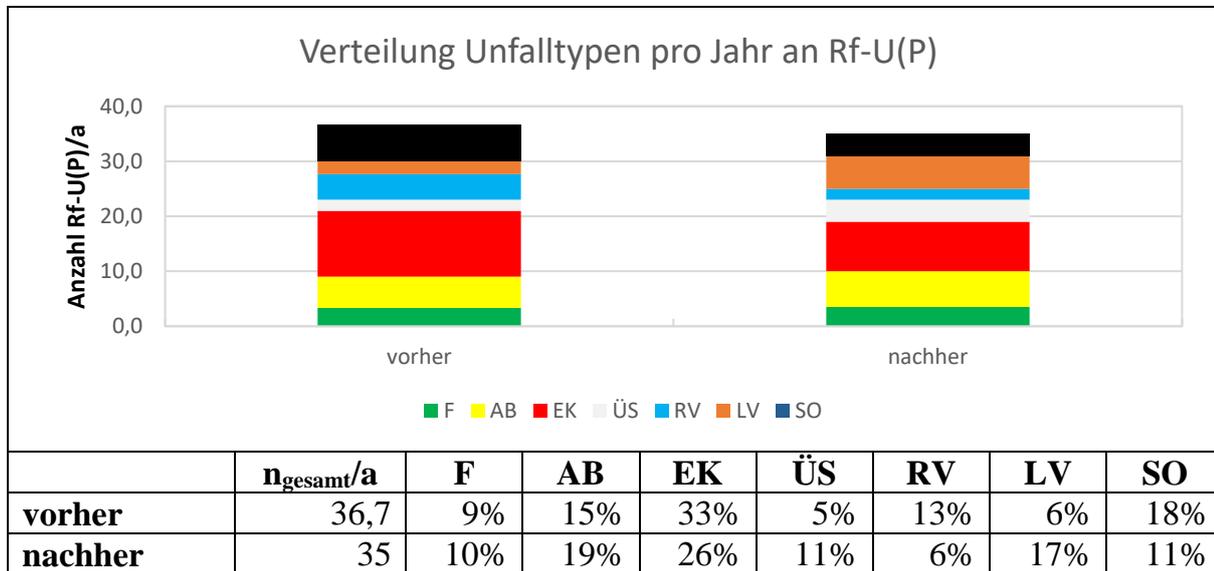
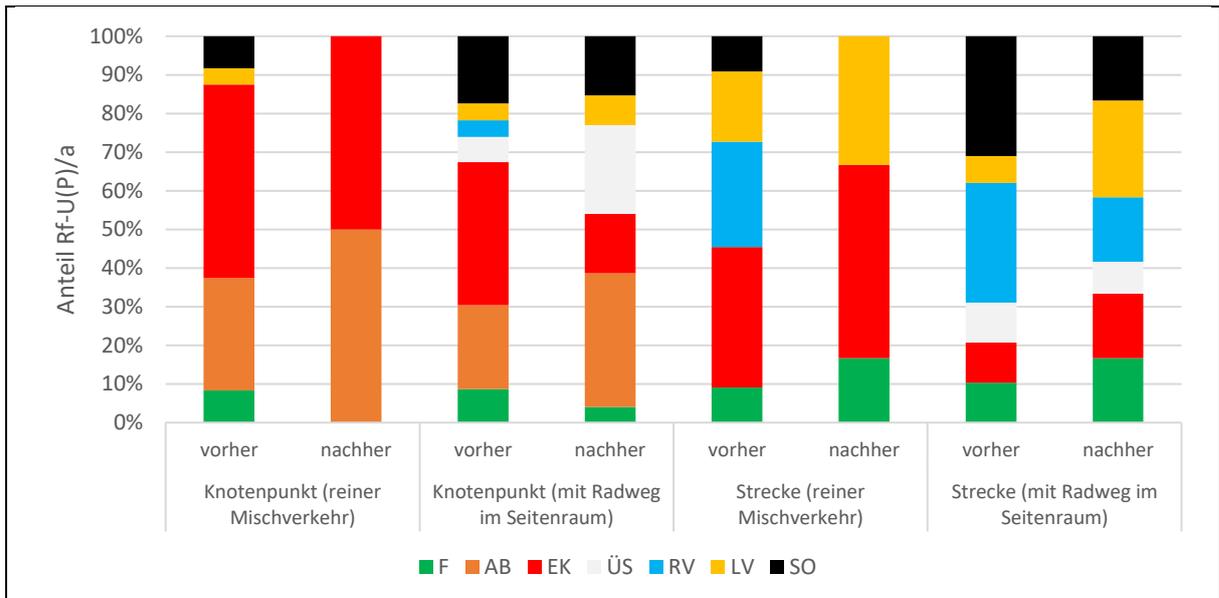


Abbildung 43: Verteilung der Rf-U(P) auf Unfalltypen an den Pilotstrecken vorher/nachher

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 43 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 44). 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.



	nge- samt/a	Anteile	F	AB	EK	ÜS	RV	LV	SO
Mischverkehr Knotenpunkt	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%)
Radweg Knotenpunkt	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%)
Mischverkehr Strecke	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%)
Radweg Strecke	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 44: 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 22), 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 23 dargestellt. Im Vorher-Zeitraum (3 Jahre) waren die häufigsten 3-stelligen Unfalltypen: 199, 243, 341, 342, 582 und 799 (vgl. Tabelle 23). 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.

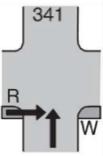
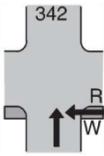
	199	243	341	342	343	499	582	699	799
	Sonstige Fahr-unfälle					Sonstige ÜS-Unfälle	 Tür ein-/aussteigen	Sonstige Unfälle im LV	Übrige Unfälle
n_{vorher} (33 von 68)	4	4	5	5	0	0	4	1	10
n_{nachher} (13 von 25)	2	2	0	0	2	2	1	2	2

Tabelle 23: 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 24. Hier zeigt sich ein ähnliches Bild wie beim 3-stelligen UT.

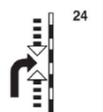
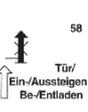
	19	22	24	34	37	49	58	69	79
	Sonstige Fahr-unfälle			 vom Radweg	 kreuzender/ einfahrender Radfahrer	auf Knoten 49 Diagonales Überschreiten Strab Ein-/ Aussteigen	 Tür/ Ein-/Aussteigen Be-/Entladen	Sonstige Unfälle im LV	Übrige Unfälle
n_{vorher} (43 von 68)	4	2	4	10	4	0	8	1	10
n_{nachher} (17 von 25)	2	2	2	2	1	2	2	2	2

Tabelle 24: 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)/(10⁶Rf*km) reduziert hat (vgl. Abbildung

45). Somit wurde das individuelle Unfallrisiko von Radfahrenden an den untersuchten Strecken nach dem Aufbringen der Piktogramme deutlich gesenkt.

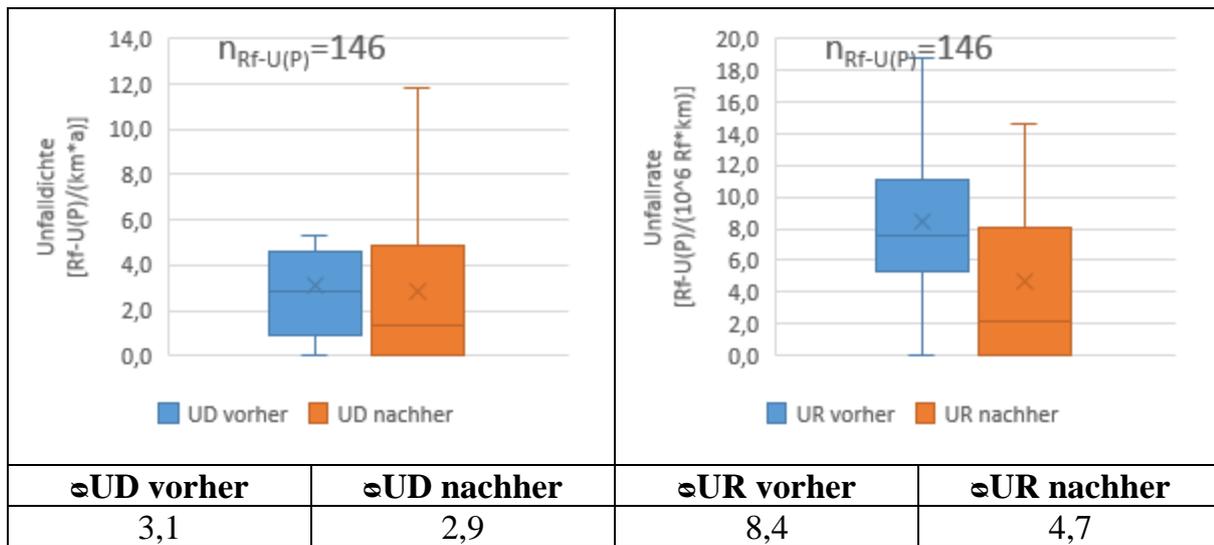


Abbildung 45: Unfalldichte (links) und Unfallrate (rechts) Rf-U(P) aller Pilotstrecken vorher/nachher (n = Summe der Unfälle Rf-U(P) vorher und nachher)

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 46). Somit hat sich an den untersuchten Strecken das individuelle Unfallrisiko von Radfahrenden stärker reduziert als das aller Verkehrsteilnehmenden.

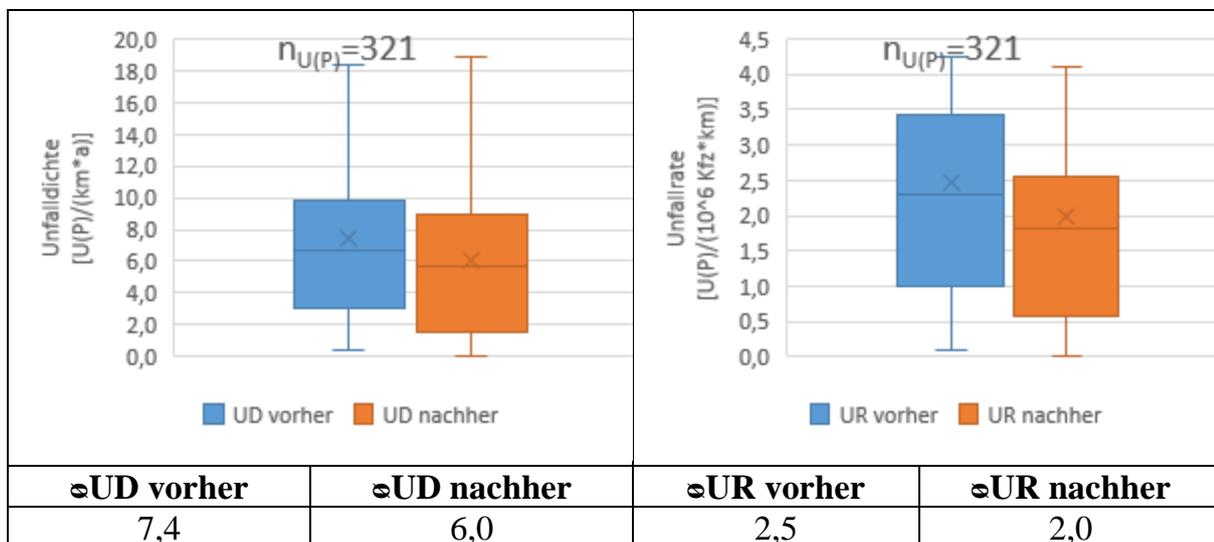


Abbildung 46: Unfalldichte (links) und Unfallrate (rechts) U(P) aller Pilotstrecken vorher/nachher (n = Summe aller Unfälle U(P) vorher und nachher)

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 Radfah-

rende 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 47). 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.

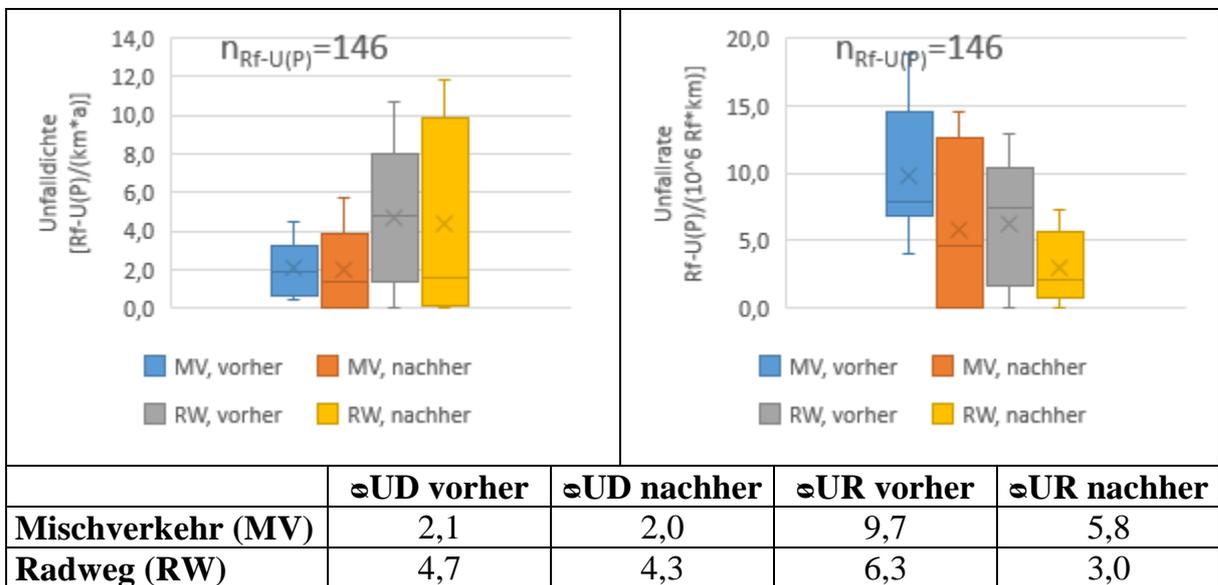


Abbildung 47: Unfalldichte (links) und Unfallrate (rechts) Rf-U(P) aller Pilotstrecken vorher/nachher, differenziert nach Führungsart (n = Summe der Unfälle Rf-U(P) vorher und nachher)

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)/10⁶Rf*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.

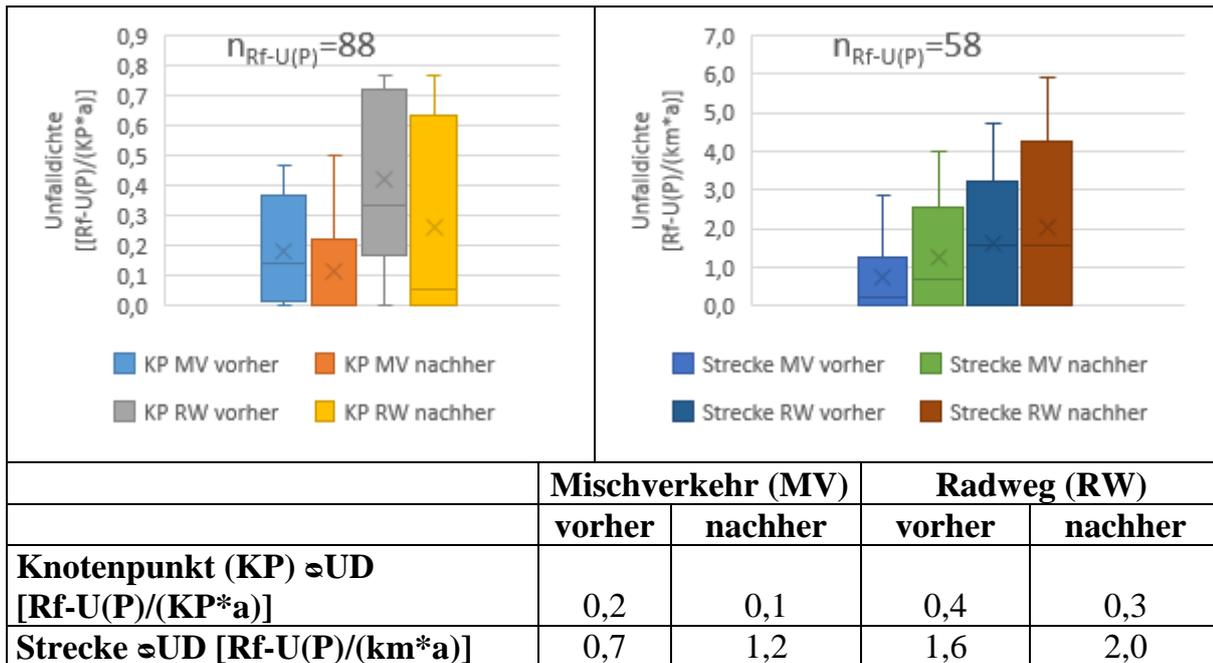


Abbildung 48: Unfalldichte Rf-U(P) an den Pilotstrecken vorher/nachher, differenziert nach Führungsart und Strecke/Knotenpunkt (n = Summe der Unfälle Rf-U(P) vorher und nachher)

Werden die UD und die UR nach Knotenpunkten (KP) und der freien Strecke (Strecke) differenziert betrachtet (vgl. Abbildung 48 und Abbildung 49), 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.

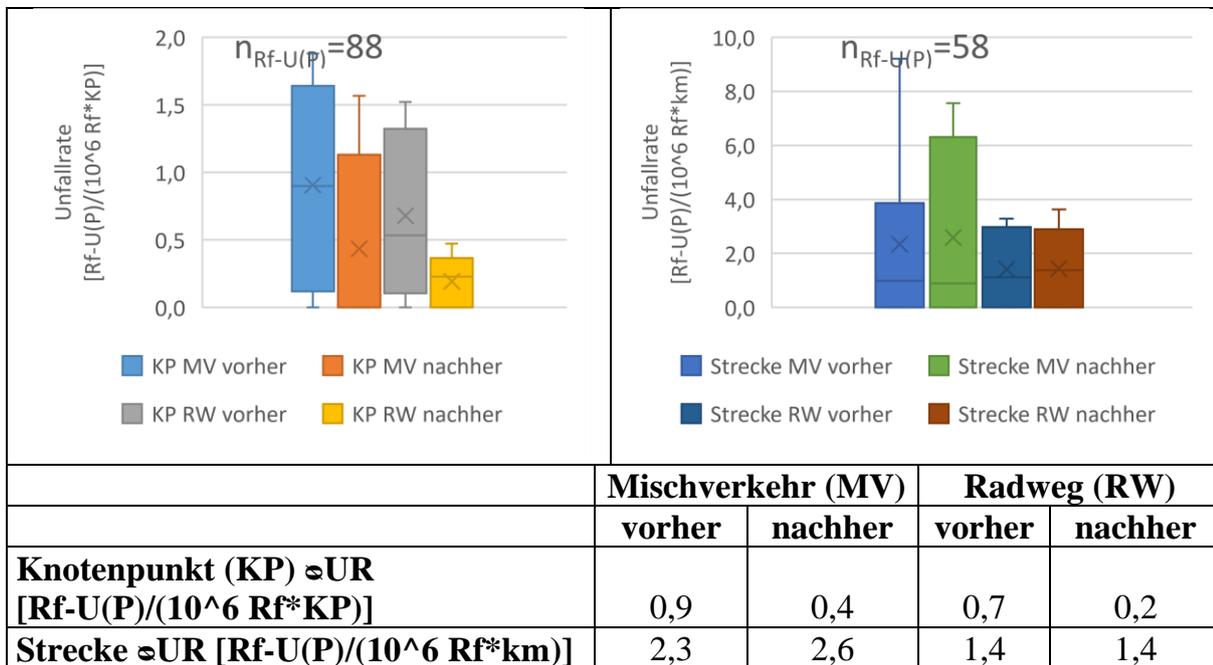


Abbildung 49: Unfallrate UR Rf-U(P) an den Pilotstrecken vorher/nachher, differenziert nach Führungsart und Strecke/Knotenpunkt (n = Summe der Unfälle Rf-U(P) vorher und nachher)

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 Radfahrende aufmerksam gemacht werden bzw. Radfahrende sich unmittelbar orientieren können). 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, Ruhl et al. 2018 und Richter, Beyer 2019) Unfallraten getrennt nach Strecke und Knotenpunkt dar, Ohm, Fiedler et al. 2015 und Alrutz, Bohle 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.

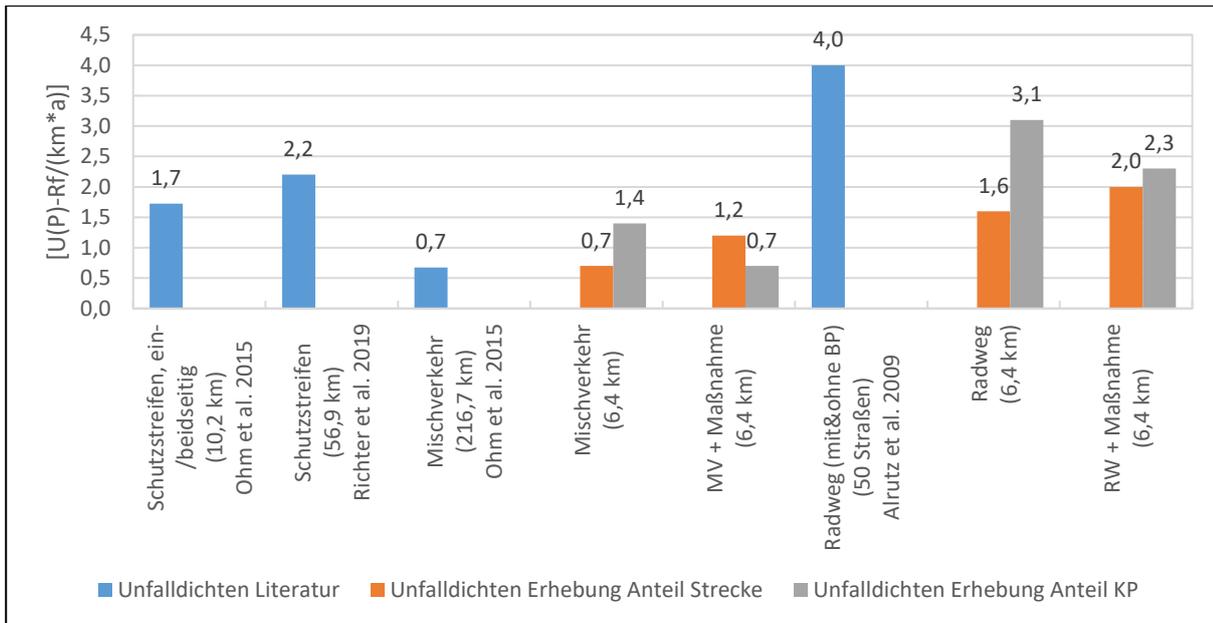


Abbildung 50: Unfalllichten im Vergleich zu anderen Untersuchungen mit Radverkehr auf der Fahrbahn an HVS

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, Fiedler et al. 2015. Der Mittelwert für Strecken mit Radwegen lag deutlich unter dem von Alrutz, Bohle et al. 2009 ermittelten Wert (vgl. Abbildung 50). Die mittlere Unfallrate der Führung mit Radwegen lag in der Summe (Knotenpunkte+Strecke) leicht unter der Unfallrate von Richter, Ruhl et al. 2018 (vgl. Abbildung 51). Für die Führung im Mischverkehr sind bisher keine vergleichbaren Unfallraten veröffentlicht.

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 Unfallkenngrößen an Strecken mit Maßnahmen nur betrachtet werden konnte. Unterschiede in der Zuordnung von Knotenpunkunfällen zur Strecke bzw. zu Knotenpunkten können Verschiebungen innerhalb der Werte der UD bzw. UR von Knotenpunkten und Strecken verursachen.

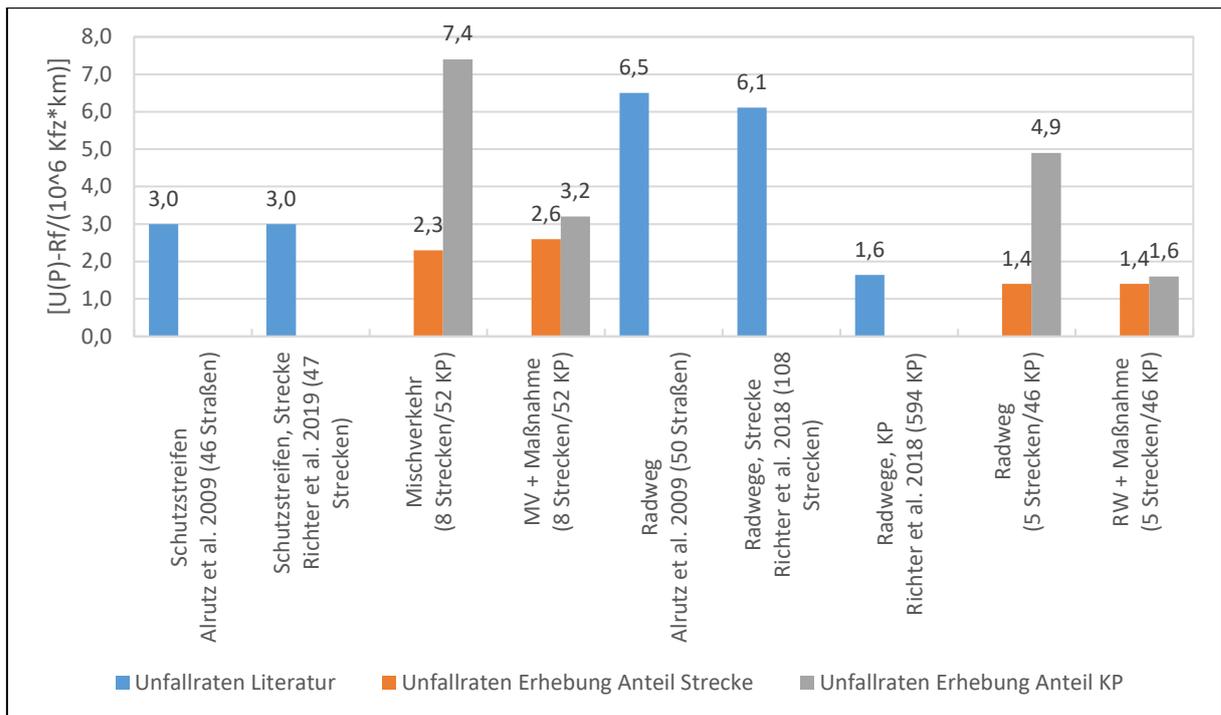


Abbildung 51: Unfallraten im Vergleich zu anderen Untersuchungen mit Radverkehr auf der Fahrbahn an HVS

Beim genauen Vergleich der Unfallraten von Radwegen fällt im Vergleich zu Richter, Ruhl et al. 2018 auf, dass die Unfallrate in der Summe leicht unter den Werten von Richter, Ruhl et al. 2018 liegt, jedoch die Unfallrate der Strecken der vorliegenden Untersuchung ähnlich hoch der Unfallrate der Knotenpunkte von Richter, Ruhl et al. 2018 ist (1,4 gegenüber 1,6) und der Wert für Knotenpunkte leicht unter dem Wert von Richter, Ruhl 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 $U(P)\text{-}Rf/(10^6 \text{ Kfz}\cdot\text{km})$ für Mischverkehr günstiger als 3,0 bei Richter, Beyer 2019 und Alrutz, Bohle 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 25). 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 25: Betrachtungszeiträume Unfallauswertung Bestandsstrecken

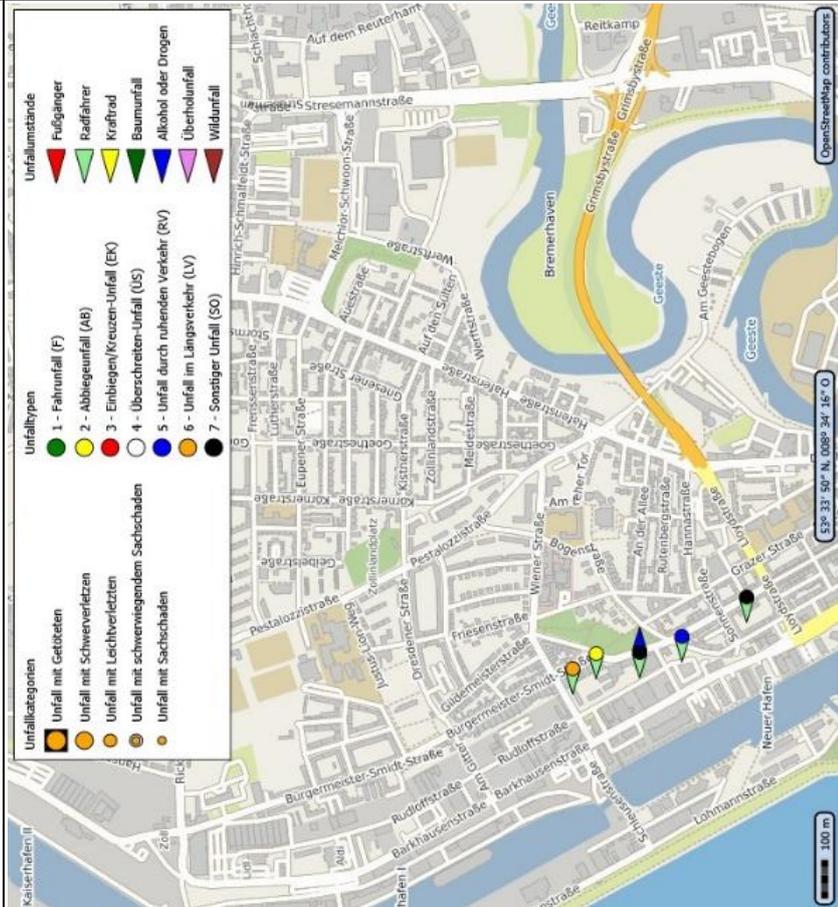
An allen Strecken lagen die Daten der Unfallkategorien 1-4 vor, die Unfallkategorien 5-6 lagen nicht für alle Strecken vor. An keiner der Strecken gab es Unfälle mit Getöteten, bei den Radverkehrsunfällen traten keine Unfälle der Kategorie 4 (schwerer Sachschaden) auf. Zur Vergleichbarkeit mit anderen 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 26), 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%
Gesamt	28	31	-		

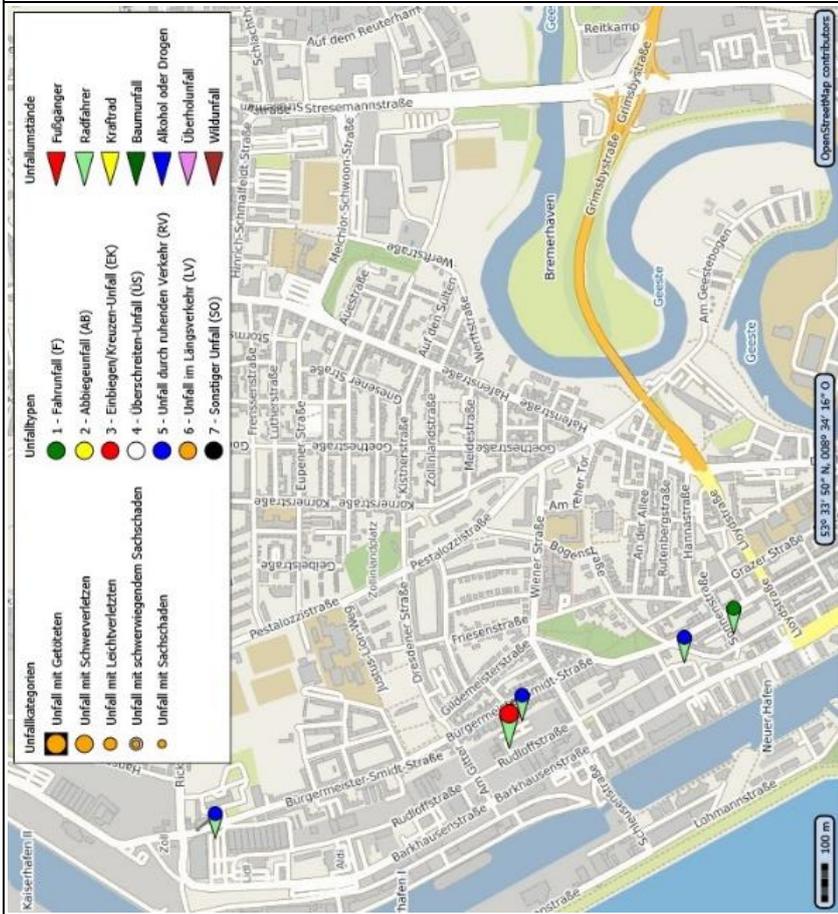
Tabelle 26: Übersicht Unfallgeschehen Rf-U(P) an den Bestandsstrecken

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 52). 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

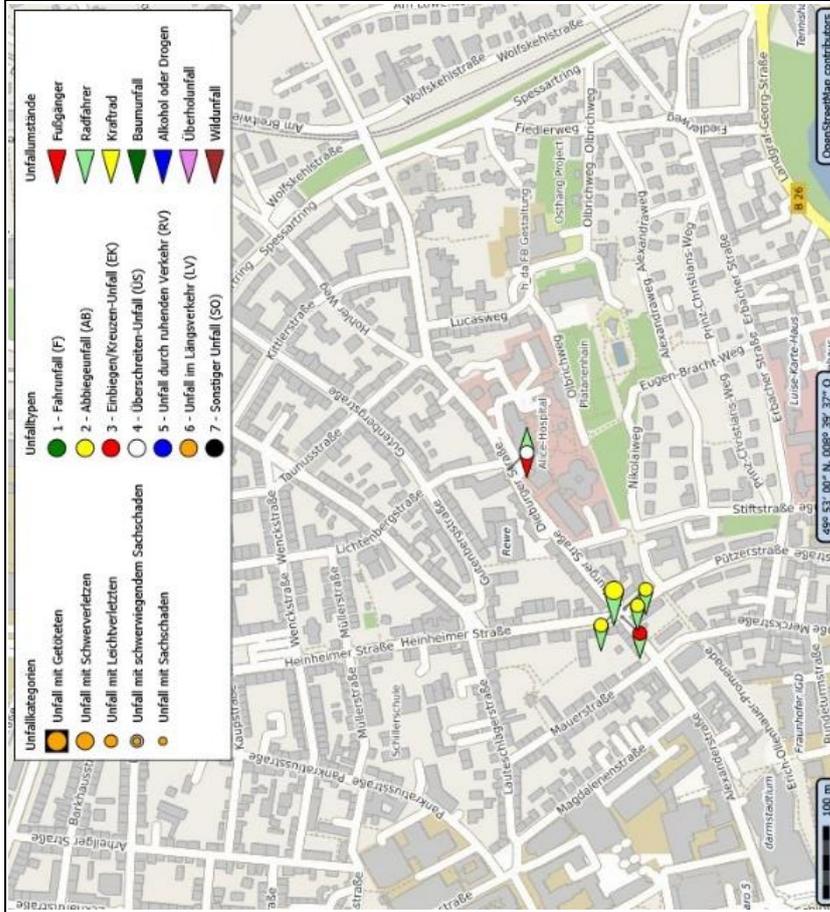


3-JK_{RF-U(P)} 2017-2019

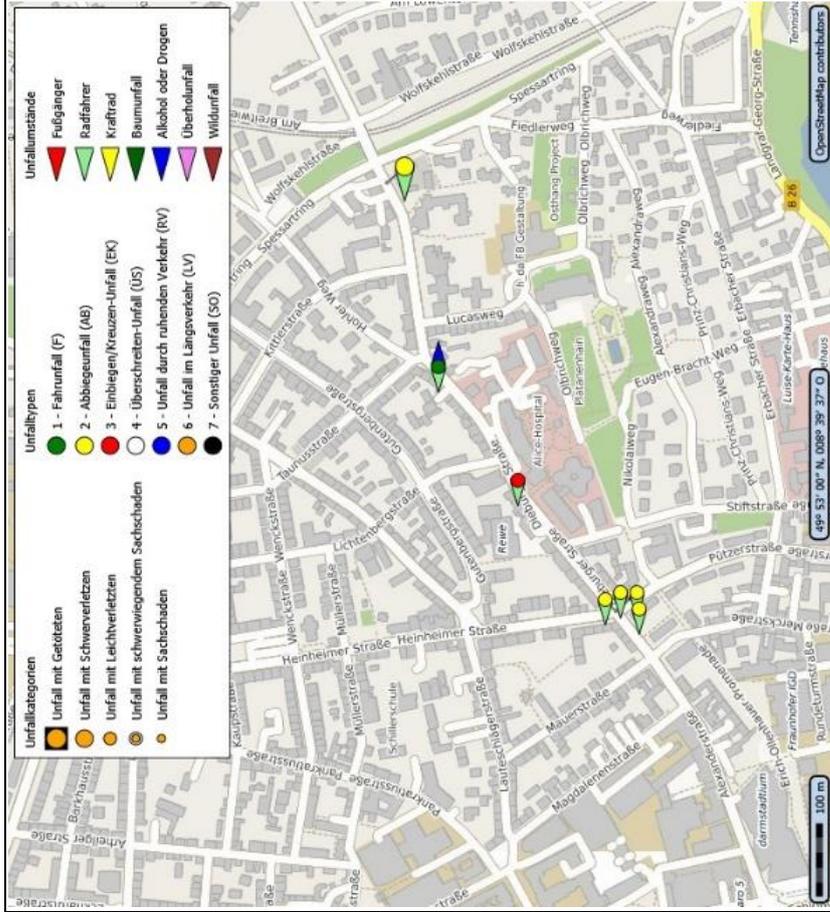


3-JK_{RF-U(P)} 2012-2014

DA

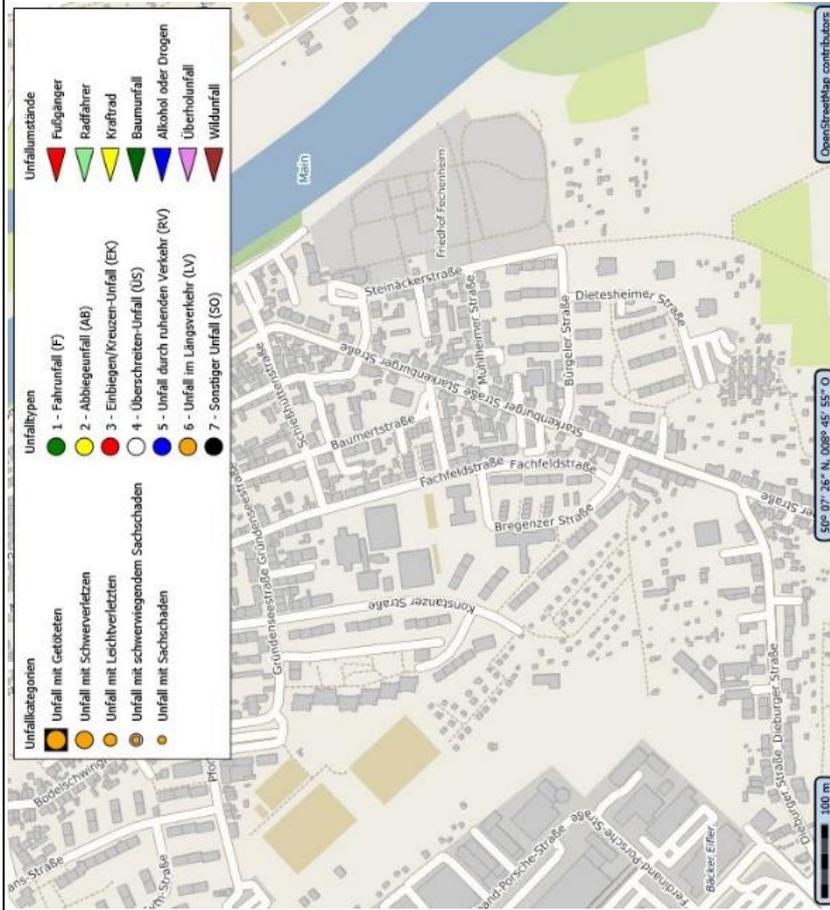


3-JK RF-U(P) 2011-2013

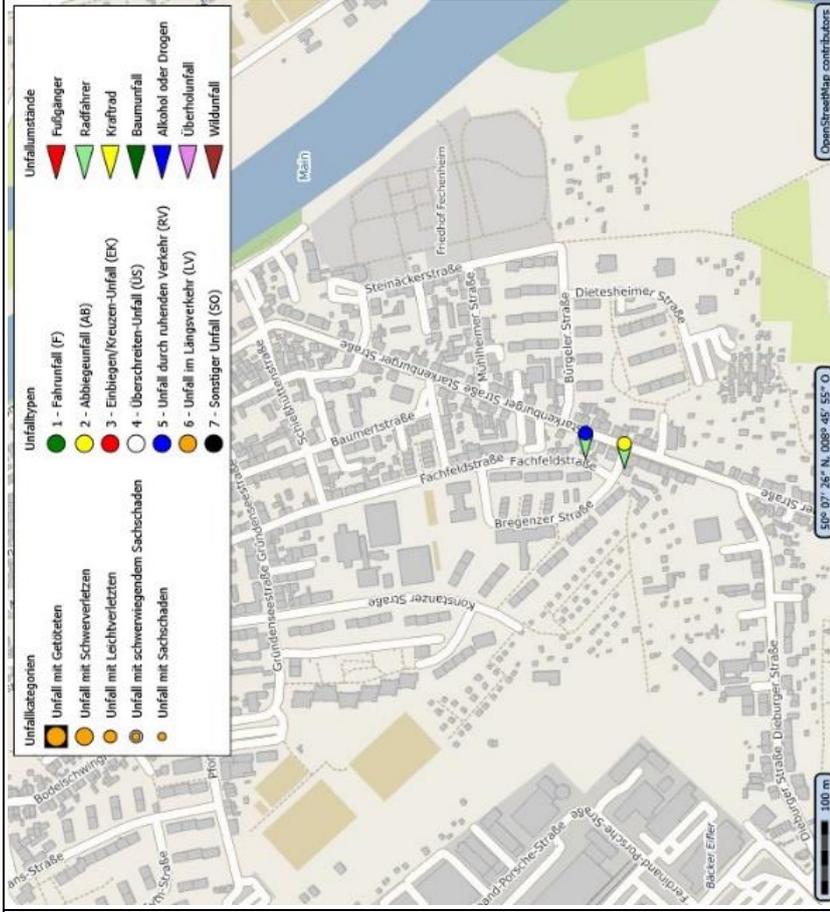


3-JK RF-U(P) 2015-2017

FR_SB

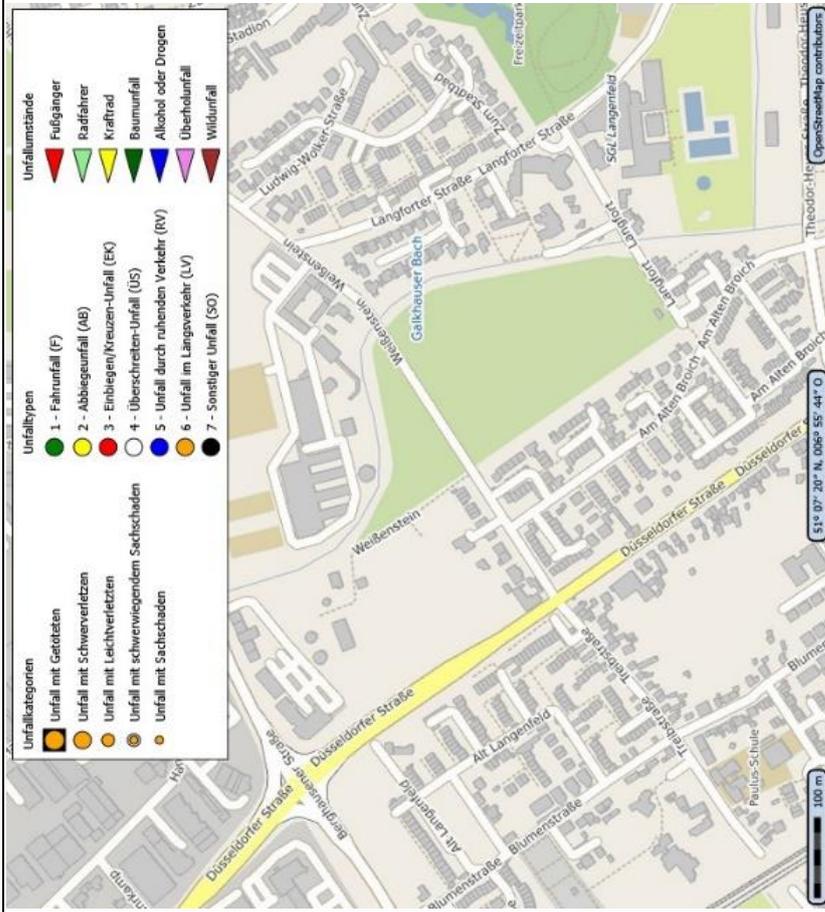


3-JK RI-U(P) 2012-2014

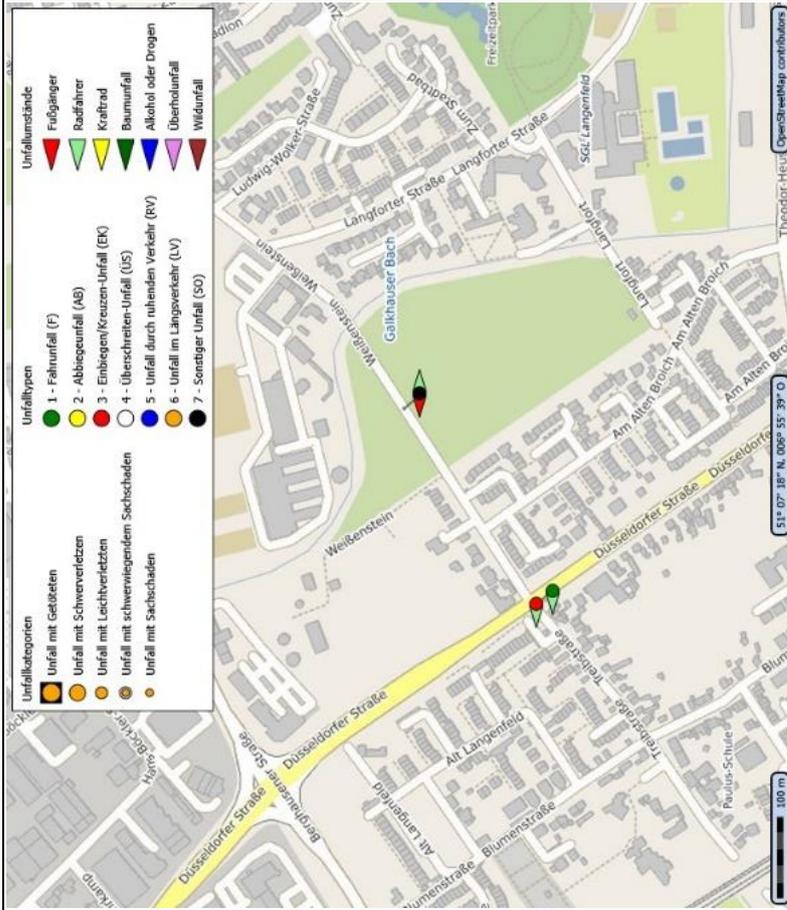


3-JK RI-U(P) 2017-2019

LF

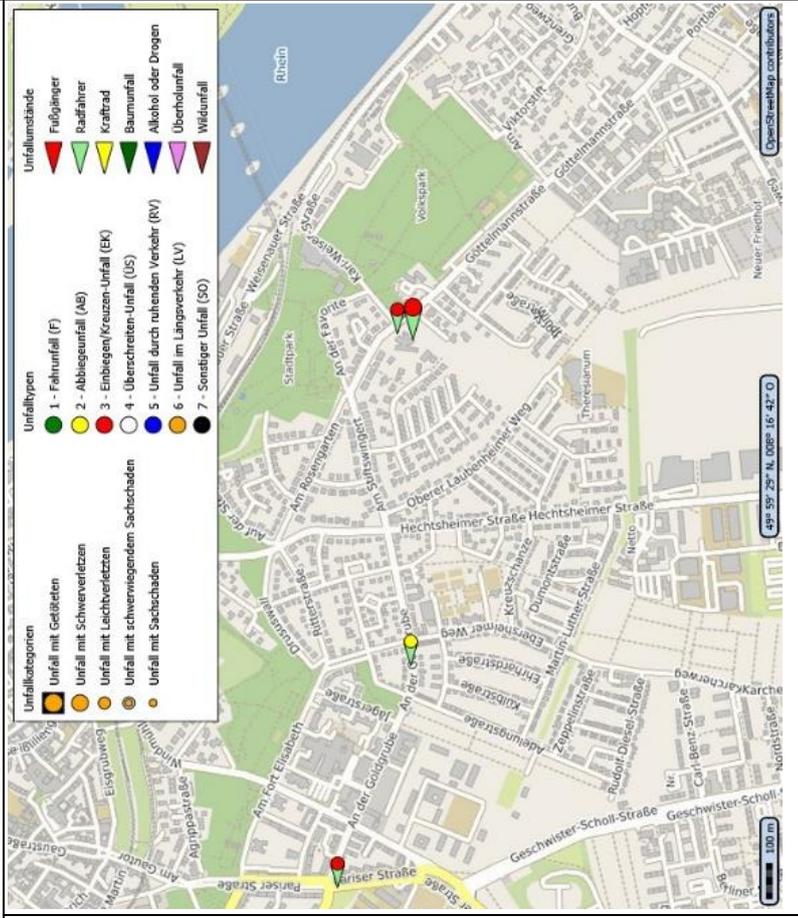


2-JK RF-U(P) 2014-2015

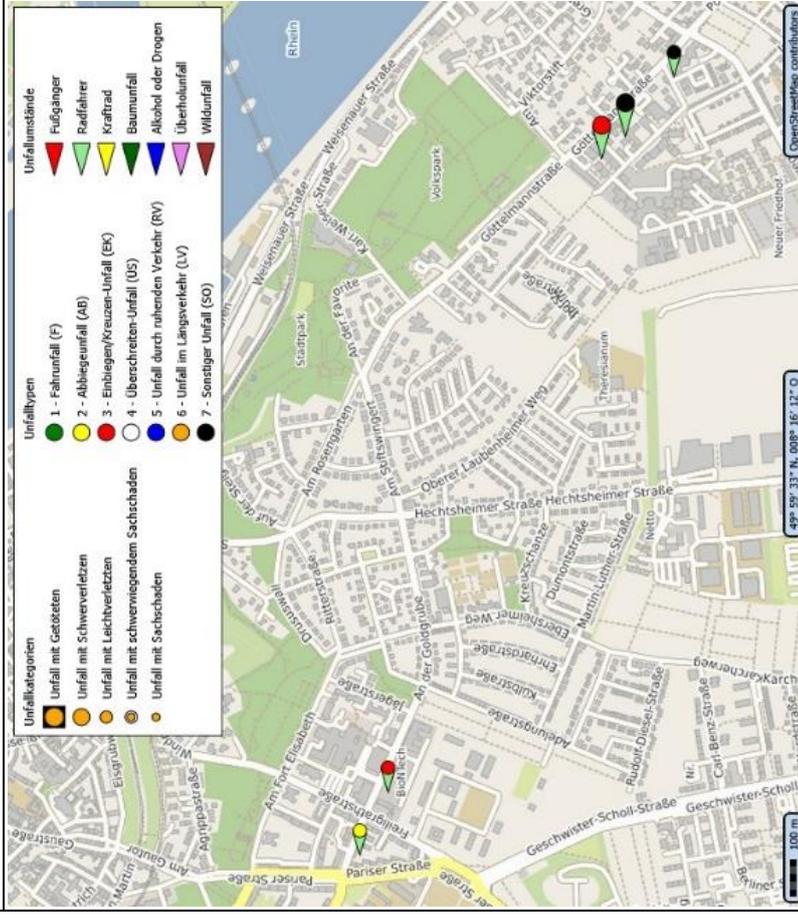


2-JK RF-U(P) 2017-2018

MZ



2-JK RI-UP) 2017-2018



2-JK RI-UP) 2014-2015

OS

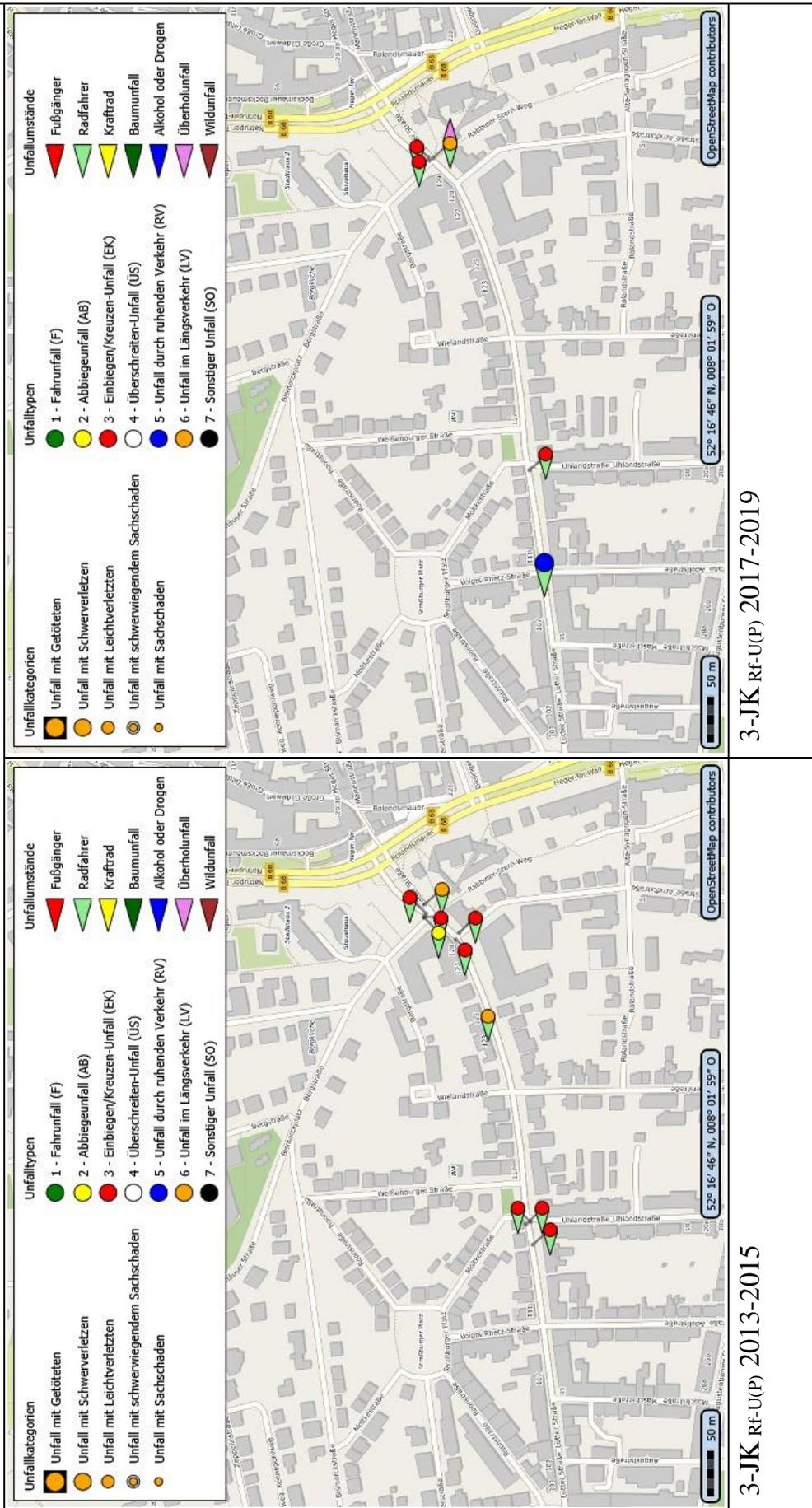


Abbildung 52: Unfalltypenkarten der Bestandsstrecken mit Rf-U(P) vorher/nachher (Quelle: PTV, Kartenquelle: openstreet-map.org)

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 53).

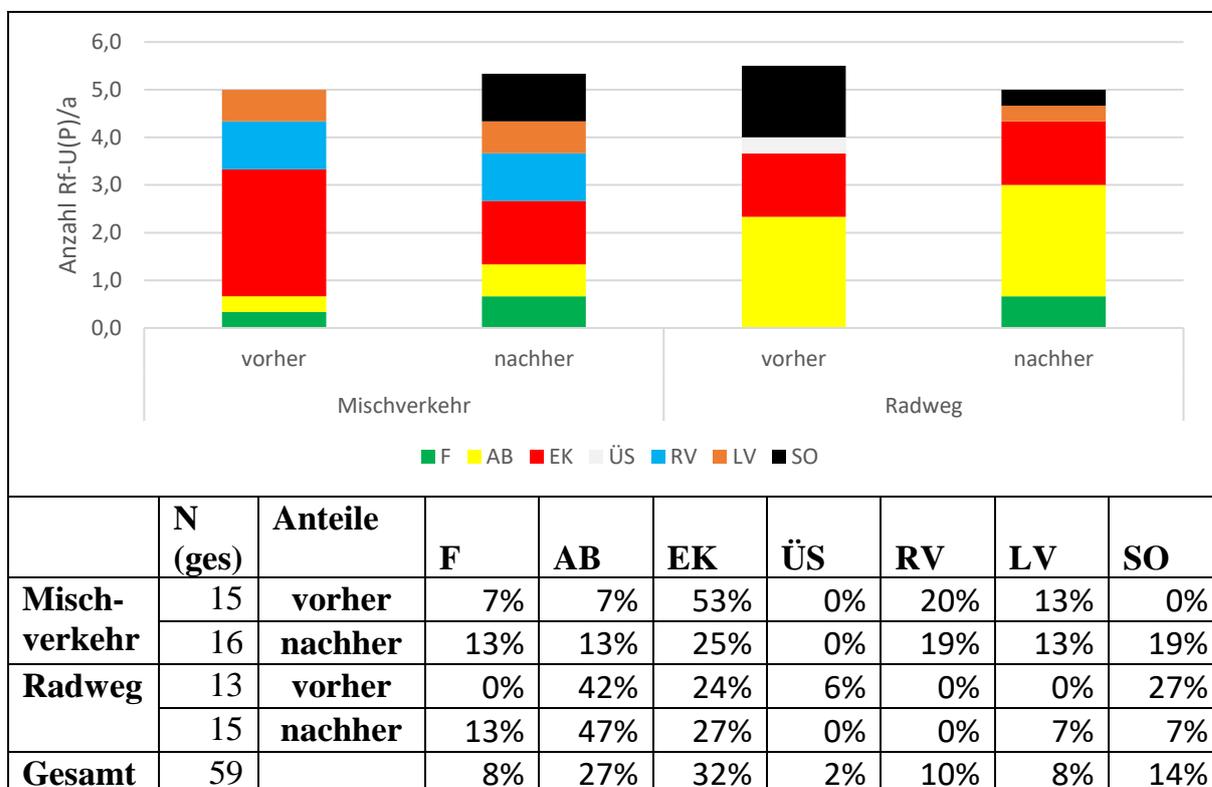


Abbildung 53: Anteile der Unfalltypen am Unfallgeschehen der Bestandsstrecken vorher/nachher

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 Falldichte & Unfallrate

Zur Bewertung der allgemeinen Unfallentwicklung und der Unfallentwicklung des Radverkehrs vor und nach Maßnahmenumsetzung wurden die Falldichte (UD) und Unfallrate (UR) berechnet. Beide Werte wurden für alle Unfälle mit Personenschäden U(P) (vgl. Abbildung 55) sowie für alle Unfälle mit Personenschäden mit Radverkehrsbeteiligung Rf-U(P) (vgl. Abbildung 54) 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.

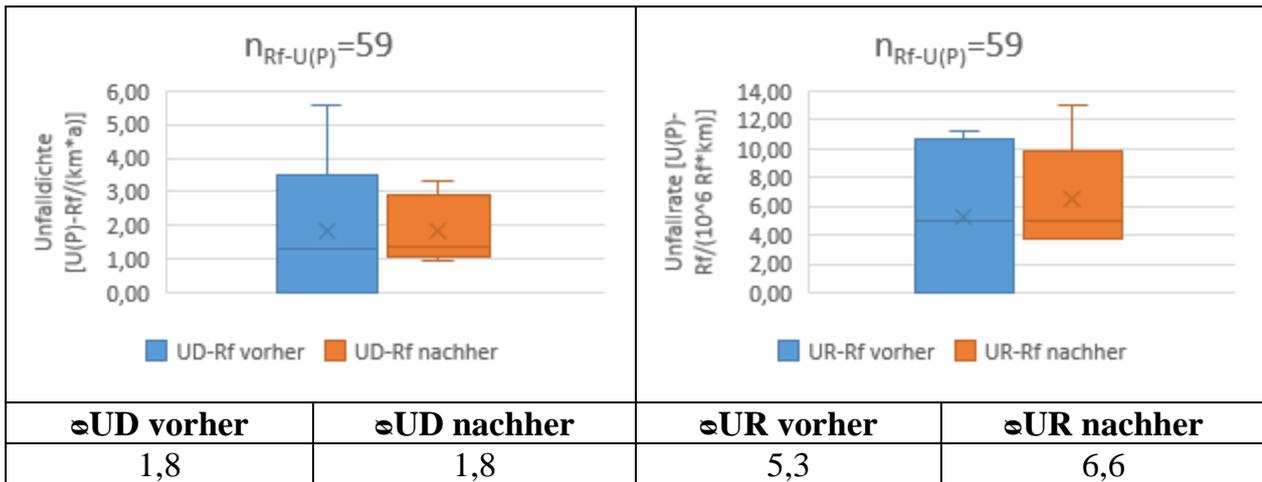


Abbildung 54: Unfalldichte (links) und Unfallrate (rechts) der Bestandsstrecken der Radverkehrs-Unfälle (P)

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 54) 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.

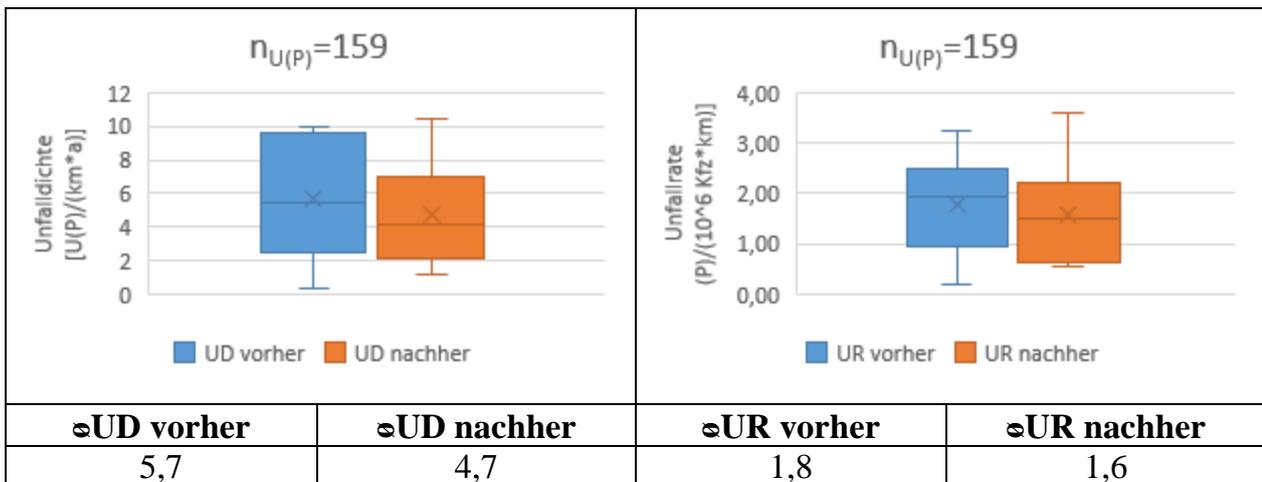
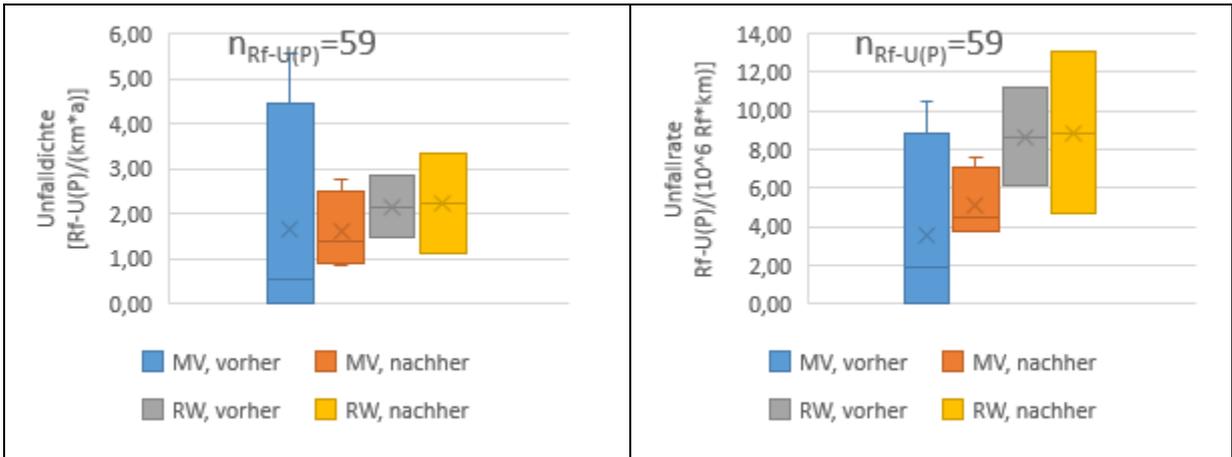


Abbildung 55: Unfalldichte (links) und Unfallrate (rechts) der Unfälle (P) Bestandsstrecken

Wie in Abbildung 55 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 126). 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.



	σUD vorher	σUD nachher	σUR vorher	σUR nachher
Mischverkehr (MV)	1,7	1,6	3,6	5,1
Radweg (RW)	2,2	2,2	8,7	8,9

Abbildung 56: Unfallidichte (links) und Unfallrate (rechts) der der Unfälle (P) der Bestandsstrecken, differenziert nach Führungsart

7 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 (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.

8 Fazit

Im Folgenden werden die in Kapitel 1.2 aufgestellten Forschungsfragen zusammenfassend geprüft.

Die Verkehrssicherheit kann verbessert werden, durch die Reduzierung von Konflikten und Unfällen.

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.

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.

Das individuelle Risiko einer radfahrenden Person zu verunfallen verringerte sich nach der Maßnahmenumsetzung (Markierung der Piktogrammreihe, 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 konnten 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 Rahmen der Unfall- und Interaktionsauswertung zeigten sich Lücken in der M Uko für Unfallaufnahmen mit 3-stelligem Unfalltyp insbesondere von Unfällen im Seitenraum. Radverkehrs- und Fußgängerunfälle, die schon mit einer hohen Dunkelziffer belegt sind, können so nur bedingt ausgewertet werden, da ein hoher Anteil der Unfälle den Sonstigen Unfalltypen zugeordnet wird. Eine genauere Unfallaufnahme würde in Zukunft eine detailliertere Auswertung ermöglichen.

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.

Die Raumnutzung wird insbesondere bestimmt durch die optische Gestaltung eines Verkehrsraums und nicht durch die Beschilderung. Ist ein Radweg optisch vorhanden, wird dieser wie ein (benutzungspflichtiger) Radweg genutzt.

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%.

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 (u.a. Knoflacher 2014, vgl. Kapitel 2.3.2) 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, Beyer 2019).

Kfz-Fahrende fahren rücksichtsvoller und akzeptieren Radfahrende auf der Fahrbahn, dies äußert sich indem langsamer gefahren, seltener und mit mehr Abstand überholt wird.

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.

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 0,5 m und 1,5 m und der Anteil von Überholungen ab 1,5 m stieg. In einer Untersuchung auf Schutzstreifen und Radfahrstreifen von Richter, Beyer 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, Beyer 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, Beyer 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.

Neben dem Abstand änderte sich das Überholverhalten dahingehend, dass sich die Anzahl von Überholungen je Radfahrendem von 0,2 auf 0,1 halbierten.

Zu Fuß Gehende haben mehr Platz im Seitenraum zur Verfügung und werden weniger durch Radfahrende im Seitenraum gefährdet.

Der Anteil beobachteter Interaktionen zwischen zu Fuß Gehenden und Radfahrenden nahm im Vorher-/Nachher-Vergleich um 22% ab. Zudem verringerte sich, bei absolut ungefähr gleichbleibender Anzahl im Seitenraum, jedoch anteilig vermehrter Fahrbahnnutzung der Radfahrenden, die Zahl der Interaktionen im Seitenraum auch insgesamt. Durch die anteilig deutliche Reduzierung der Seitenraumnutzung von Radfahrenden, insbesondere auf Strecken ohne erlaubter Seitenraumnutzung, und die Reduzierung der Interaktionen konnte der Komfort und die Sicherheit von zu Fuß Gehenden verbessert werden.

9 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 - von der Technischen Universität Dresden - 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, Beyer 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 solchen 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, Beyer 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 (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 et al. 2020 stellen der ruhende Verkehr und damit verbundene Dooring-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 57 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.

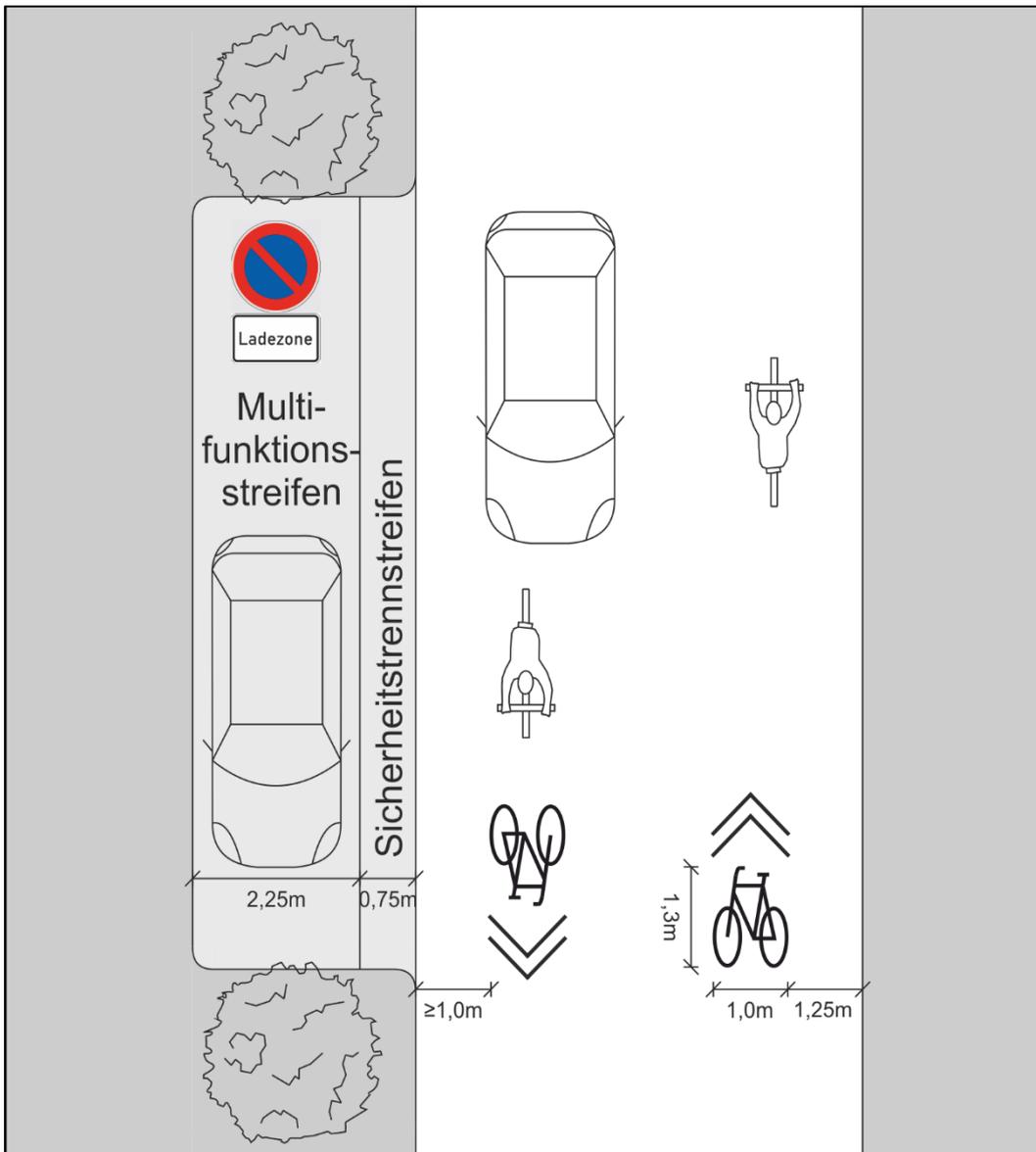


Abbildung 57: Empfehlung zur Ausführung der Piktogramme

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 Dooring-Zone fahren.

Wird jedoch das Piktogramm (fast) mittig im Fahrstreifen markiert, werden Radfahrende ermutigt, außerhalb der Dooring-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 Gegenspür 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 dieser Arbeit 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.

Abkürzungsverzeichnis

AB	Abbiege-Unfall
DTV _{w5}	Durchschnittlicher täglicher Verkehr an Werktagen
DTV _{w5,Rad}	Durchschnittlicher täglicher Verkehr an Werktagen Radfahrende
EK	Einbiegen/Kreuzen
F	Fahrerunfall
FB	Fahrbahn
Fg	Zu Fuß Gehende
Fzg	Fahrzeug(e)
Kfz	Kraftfahrzeug
KT	Konflikttyp
LV	Längsverkehr
MV	Mischverkehr
MW	Mittelwert
Pkw	Personenkraftwagen
Rf	Radfahrende
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
v ₈₅	Geschwindigkeit, die 85% der Kfz-Fahrenden nicht überschreiten
v _{zul}	zulässige Höchstgeschwindigkeit

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Beispiel einer Piktogrammreihe mit Pfeilelement	1
Abbildung 2: Aufbau der Dissertation	3
Abbildung 3: Raumbedarf zum Nebeneinanderfahren/Überholung Pkw-Rad neben Parkständen nach aktuellem Stand der Forschung	11
Abbildung 4: Markierung Fahrradpiktogramm Denver (Quelle: Pein, Hunter et al. 1999).....	12
Abbildung 5: Untersuchte Markierungsvarianten in San Francisco (Quelle: Birk, Khan et al. 2004).....	13
Abbildung 6: Mischverkehrs-Markierung (Quelle: U.S. Department of Transportation 2009).....	13
Abbildung 7: Anwendungsbeispiele international	14
Abbildung 8: Untersuchte Maßnahmen zur Unterstützung der Mischverkehrsführung (Quelle: Hess, Peterson 2015 nach MUTCD).....	17
Abbildung 9: Beispiel Piktogrammreihen (Quelle: Mayor of London 2016).....	18
Abbildung 10: Markierung der bandes cyclables suggérées (Quelle: SPW 2012)	19
Abbildung 11: Übersicht Auswahl Bestandsstrecken und Pilotstrecken (vgl. auch Anhänge 6-9).....	21
Abbildung 12: Schematischer Aufbau Kamerabeobachtung	25
Abbildung 13: Aufhängung Kameras	26
Abbildung 14: Einordnung der Überholfälle	27
Abbildung 15: Vermessung Fahrlinien mit Mess-Tool SVPT.....	29
Abbildung 16: Einfahrt (links) und Verlassen (rechts) des Geschwindigkeitsmessbereichs	30
Abbildung 17: Piktogramm-Größe und Abstand auf den Pilotstrecken	37
Abbildung 18: Verhältnis Kfz- zu Radverkehrsstärke auf den untersuchten Pilotstrecken vorher/nachher	38
Abbildung 19: Einordnung der Pilotstrecken in die Belastungsbereiche nach ERA (links: v_{zul} , rechts: v_{85}) (Quelle: FGSV, 2010; eigene Darstellung).....	39
Abbildung 20: v_{85} und v_{zul} an Pilotstrecken vorher/nachher	39
Abbildung 21: Verhältnis Fuß- zu Radverkehrsstärke (Tagesverkehr) auf den untersuchten Pilotstrecken vorher/nachher	40
Abbildung 22: Seitenraumnutzung in Abhängigkeit der Radverkehrsführung	41
Abbildung 23: Änderung der Seitenraumnutzung der Radfahrenden.....	42
Abbildung 24: Seitenraumnutzung links/rechts fahrender Radfahrenden an Pilotstrecken	43
Abbildung 25: Änderung Seitenraumnutzung links fahrende Radfahrende/gesamt.....	44
Abbildung 26: unbeeinflusste Fahrlinie Rad (vorher/nachher) je Querschnitt	45
Abbildung 27: Fahrlinien Rad an Pilotstrecken vorher/nachher	46
Abbildung 28: Fahrlinien Kfz an Pilotstrecken vorher/nachher	47

Abbildung 29: Überholabstände an Pilotstrecken vorher/nachher	49
Abbildung 30: Interaktionen nach Verkehrsfläche und Schwere vorher/nachher (n = 1.247)	51
Abbildung 31: Behindernde und kritische Interaktionen (Konflikte) auf Fahrbahn und im Seitenraum, unterschieden nach Führungsform (n = 220)	51
Abbildung 32: Interaktionen (behindernd/kritisch) nach Strecken vorher/nachher auf der Fahrbahn (links) und im Seitenraum (rechts).....	52
Abbildung 33: Interaktionsrate mit Radfahrenden auf den Pilotstrecken auf der Fahrbahn/im Seitenraum nach Führungsart	53
Abbildung 34: Konfliktrate mit Radfahrenden auf den Pilotstrecken auf der Fahrbahn/im Seitenraum nach Führungsart	54
Abbildung 35: 2-stellige Interaktionstypen (bei Konflikten) vorher/ nachher mit $n \geq 5$	55
Abbildung 36: Kfz- und Radverkehrsbelastung (DTV_{w5}) an den Bestandsstrecken....	60
Abbildung 37: : Einordnung der Bestandsstrecken in die Belastungsbereiche nach ERA (links: v_{zul} , rechts: v_{85}) (Quelle: FGSV, 2010; eigene Darstellung)	61
Abbildung 38: Seitenraumnutzung an Bestandsstrecken	62
Abbildung 39: Seitenraumnutzung links/rechts fahrender Radfahrender an Bestandsstrecken	62
Abbildung 40: Fahrlinien Rad an Bestandsstrecken	63
Abbildung 41: Fahrlinien Kfz an Bestandsstrecken.....	63
Abbildung 42: korrigierte Überholabstände an Bestandsstrecken	64
Abbildung 43: Verteilung der Rf-U(P) auf Unfalltypen an den Pilotstrecken vorher/nachher	68
Abbildung 44: Verteilung der Rf-U(P) auf Unfalltypen an den Pilotstrecken nach Führungsart, KP/Strecke und vorher/nachher	69
Abbildung 45: Unfalldichte (links) und Unfallrate (rechts) Rf-U(P) aller Pilotstrecken vorher/nachher (n = Summe der Unfälle Rf-U(P) vorher und nachher)	72
Abbildung 46: Unfalldichte (links) und Unfallrate (rechts) U(P) aller Pilotstrecken vorher/nachher (n = Summe aller Unfälle U(P) vorher und nachher).....	72
Abbildung 47: 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).....	73
Abbildung 48: 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)	74
Abbildung 49: 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).....	74
Abbildung 50: Unfalldichten im Vergleich zu anderen Untersuchungen mit Radverkehr auf der Fahrbahn an HVS	76

Abbildung 51: Unfallraten im Vergleich zu anderen Untersuchungen mit Radverkehr auf der Fahrbahn an HVS.....	77
Abbildung 52: Unfalltypenkarten der Bestandsstrecken mit Rf-U(P) vorher/nachher (Quelle: PTV, Kartenquelle: openstreetmap.org)	84
Abbildung 53: Anteile der Unfalltypen am Unfallgeschehen der Bestandsstrecken vorher/nachher.....	85
Abbildung 54: Unfalldichte (links) und Unfallrate (rechts) der Bestandsstrecken der Radverkehrs-Unfälle (P)	86
Abbildung 55: Unfalldichte (links) und Unfallrate (rechts) der Unfälle (P) Bestandsstrecken	86
Abbildung 56: Unfalldichte (links) und Unfallrate (rechts) der der Unfälle (P) der Bestandsstrecken, differenziert nach Führungsart	87
Abbildung 57: Empfehlung zur Ausführung der Piktogramme	97

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zuordnung der Mischverkehrsführungen zu den Belastungsbereichen I-III an zweistreifigen Straßen (Quelle: FGSV 2010, eigene Darstellung)	10
Tabelle 2: Rücklauf Befragung	20
Tabelle 3: Übersicht der Streckenmerkmale	23
Tabelle 4: Erhebungsumfang	24
Tabelle 5: Übersicht Anzahl Messungen unbeeinflusste Fahrlinie Rad je Querschnitt	28
Tabelle 6: Fahrbahnbreiten Pilotstrecken	34
Tabelle 7: Führungsformen Pilotstrecken	34
Tabelle 8: Beschilderungs- und Markierungsmaßnahmen in der Pilotuntersuchung	36
Tabelle 9: Anzahl der erhobenen Fahrlinien an Pilotstrecken	44
Tabelle 10: Übersicht der Anzahl der Überholfälle bzw. Hinterherfahrten an den Pilotstrecken	48
Tabelle 11: Überholungen je Radfahrendem in den Beobachtungszeiträumen	48
Tabelle 12: Verteilung der Überholfälle nach Überholabstand an den Pilotstrecken	49
Tabelle 13: Verteilung der Interaktionen auf Verkehrsteilnehmende	50
Tabelle 14: Beobachtete typische Konflikte an Pilotstrecken	57
Tabelle 15: Fahrbahnbreiten Bestandsstrecken	58
Tabelle 16: Führungsformen Bestandsstrecken	59
Tabelle 17: Markierungsarten der Piktogrammketten in der Bestandsuntersuchung und Anzahl der untersuchten Bestandsstrecken (Wert in Klammern)	60
Tabelle 18: Anzahl beobachtete Fahrlinien an Bestandsstrecken	63
Tabelle 19: Übersicht der Anzahl der Überholfälle an den Bestandsstrecken	64
Tabelle 20: Betrachtungszeiträume Unfallauswertung Pilotstrecken	66
Tabelle 21: Verteilung Unfallschwere von Rf-U(P) an Pilotstrecken	67
Tabelle 22: Übersicht Unfallgeschehen an den Pilotstrecken	67
Tabelle 23: Häufigste 3-stellige Unfalltypen nach M Uko (FGSV 2012b)	71
Tabelle 24: Häufigste 2-stellige Unfalltypen nach M Uko (FGSV 2012b)	71
Tabelle 25: Betrachtungszeiträume Unfallauswertung Bestandsstrecken	78
Tabelle 26: Übersicht Unfallgeschehen Rf-U(P) an den Bestandsstrecken	78

Literatur- und Quellenverzeichnis

ALRUTZ, D., BOHLE, W., MÜLLER, H., PRAHLOW, H., HACKE, U., LOHMANN, G. (2009): Unfallrisiko und Regelakzeptanz von Fahrradfahrern. Bericht zum Forschungsprojekt FE 82.262. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, V 184. Wirtschaftsverlag NW, Bremerhaven.

ALRUTZ, D., GÜNDEL, D., BUSEK, S. (2016): Evaluierung Fahrradstraßen. Schlussbericht.

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 37. Wirtschaftsverl. NW Verl. für Neue Wiss, Bremerhaven.

ARNOLD, M., HEDELER, M., WÖPPEL, H.-D., DAHME, J. (2008): Hochrechnungsverfahren für Kurzzeitzählungen auf Hauptverkehrsstraßen in Großstädten. [Bericht zum Forschungs- und Entwicklungsvorhaben FE 77.4792004 des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung]. Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, 1007. Wirtschaftsverl. NW Verl. für Neue Wiss, Bremerhaven.

BIRK, M., KHAN, A., MOORE, I., LERCH, D. (2004): San Francisco's Shared Lane Pavement Markings: Improving Bicycle Safety. Final Report.

BRADY, J., LOSKORN, J., MILLS, A., DUTHIE, J., MACHEMEHL, R. (2010): Effects of Shared Lane Markings on Bicyclist and Motorist Behavior along Multi-Lane Facilities.

BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG (26.01.2001, FASSUNG 2017): Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Straßenverkehrs-Ordnung. VwV-StVO.

BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG (01.04.2013, FASSUNG 2020): Straßenverkehrs-Ordnung. StVO.

DER DEUTSCHE FAHRRADPREIS (2017): Der Deutsche Fahrradpreis 2017. Jurybegründung der Gewinnerprojekte in den Kategorien Infrastruktur, Service und Kommunikation. Online verfügbar unter: http://www.der-deutsche-fahrradpreis.de/fileadmin/bfb_dateien/Download_2017/Nominierte_2017/Jurybegruendung2017.pdf, Stand: 09.08.2018.

DIFU/BUW (14.09.2020): 2. Expertenworkshop; NRVP-Projekt „Fahrradstraßen - Leitfaden für die Praxis“. Deutsches Institut für Urbanistik; Bergische Universität Wuppertal. unveröffentlicht.

FERENCHAK, N. N., MARSHALL, W. E. (2016): The relative (in)effectiveness of bicycle sharrows on ridership and safety outcomes. TRB 2016 Annual Meeting.

- FGSV (1980 (1995)): Richtlinien für die Markierung von Straßen. RMS. Teil 2: Anwendung von Fahrbahnmarkierungen. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V. FGSV-Verlag, Köln, 330/2.
- FGSV (HRSG.) (2006): Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen. RASt 06. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V. FGSV-Verlag, Köln, 200.
- FGSV (HRSG.) (2010): Empfehlungen für Radverkehrsanlagen. ERA. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V. FGSV-Verlag, Köln, 284.
- FGSV (HRSG.) (2012A): Empfehlungen für Verkehrserhebungen. EVE. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V. FGSV-Verlag, Köln, 125.
- FGSV (HRSG.) (2012B): Merkblatt zur örtlichen Unfalluntersuchung in Unfallkommissionen. M Uko. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V. FGSV-Verlag, Köln, 316/1.
- FOLETTA, N., NIELSON, C., PATTON, J., PARKS, J., REES, R. (2015): Green Shared Lane Markings on Urban Arterial in Oakland, California. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2492, 61–68.
- FRANZ, M., KÖNIGHAUS, D., MÜLLER, S. (2014): Förderung des Rad- und Fussverkehrs. Kosteneffiziente Maßnahmen im öffentlichen Straßenraum. *Handbuch für die kommunale Praxis*, Frankfurt am Main.
- HARRIS, M. A., REYNOLDS, C. C. O., WINTERS, M., CRIPTON, P. A. (2013): Comparing the effects of infrastructure on bicycling injury at intersections and non-intersections using a case-crossover design. *Injury Prevention*, 19, 303–310.
- HESS, G., PETERSON, M. N. (2015): “Bicycles May Use Full Lane” Signage Communicates U.S. Roadway Rules and Increases Perception of Safety.
- HUEMER, A. K. BLOSSEI, EVA CHRISTINA; SCHRADER, KATHARINA (14.10.2019): Wie beeinflusst die Infrastruktur für Radfahrer das Überholverhalten von Autofahrern?, Wuppertal.
- HUNTER, W., SRINIVASAN, R., MARTELL, C. A. (2012): Evaluation of Shared Lane Markings in Miami Beach, Florida.
- HUNTER, W., THOMAS, L., SRINIVASAN, R., MARTELL, C. (2010): Evaluation of Shared Lane Markings.
- KASSIM, A., ISMAIL, K., WOO, S. (2017): Investigation of the Effect of Super-Sharrows on Cyclist and Vehicle Behavior.
- KETTLER, D. (2013): *Recht für Radfahrer*. Ein Rechtsberater. Rhombos-Verlag, Berlin.
- KNOFLACHER, H. (2014): Untersuchung der Wirkungen von Fahrradpiktogrammen auf das Verhalten von Rad- und AutofahrerInnen. *Schlussbericht*.

KOLREP-ROMETSCH, H., LEITNER, R., PLATHO, C., RICHTER, T., SCHREIBER, A., SCHREIBER, M. (2013): Abbiegeunfälle Pkw/Lkw und Fahrrad. Unfallforschung der Versicherer, Nr. 21. Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V., Berlin.

MAIER, R., SCHILLER, C., ZIMMERMANN, F., BOHLE, W. (2011): Hochrechnungsmodell von Stichprobenzählungen für den Radverkehr FE 77.495/2008. Schlussbericht mit Anlagen, Dresden.

MAYOR OF LONDON (2016): London Cycling Design Standards. 6. Signs and markings. Online verfügbar unter: <http://content.tfl.gov.uk/lcds-chapter6-signsandmarkings.pdf>, Stand: 03.01.2021.

MÜLLER, D. (2018): Rechtsgutachten zu markierten Radverkehrsführungen. vorgelegt von Prof. Dr.jur. Dieter Müller. Unfallforschung kompakt, Berlin.

NATIONAL ASSOCIATION OF CITY TRANSPORTATION OFFICIALS (2014): Urban Bikeway Design Guide. Island Press, Washington, DC.

OHM, D., FIEDLER, F., ZIMMERMANN, F., KRAXENBERGER, T., MAIER, R., HANTSCHHEL, S., OTTO, M. (2015): Führung des Radverkehrs im Mischverkehr auf innerörtlichen Hauptverkehrsstraßen. Bericht zum Forschungsprojekt: FE 77.0496/2010. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, V 257. Fachverlag NW in der Carl Schünemann Verlag GmbH, Bremen.

OPENSTREETMAP.ORG: Standardkarte Openstreemap.

PEIN, W. E., HUNTER, W. W., STEWART, J. R. (1999): Evaluation of the Shared-Use Arrow.

PTV: Euska. PTV Group.

RICHTER, T., BEYER, O. (2019): Sicherheit und Nutzbarkeit markierter Radverkehrsführungen. Unfallforschung der Versicherer, Nr. 59. Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V., Berlin.

RICHTER, T., RUHL, S., ORTLEPP, J., SCHREIBER, M. (2018): Aufhebung der Benutzungspflicht von Radwegen. Unfallforschung der Versicherer, Nr. 52. Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V., Berlin.

SCHÜLLER, H. PLESKER, MIRIAM; HANTSCHHEL, SEBASTIAN; KÜHN, BENJAMIN; GERIKE, REGINE; HUBER, STEFAN (13.-14.05.2019): Akzeptanz und Verkehrssicherheit des Radverkehrs im Mischverkehr, Dresden.

SCHÜLLER, H., PLESKER, M., BÄRWOLFF, M. (2020): Unfallrisiko Parken für schwächere Verkehrsteilnehmer. Unfallforschung der Versicherer, Nr. 66. Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V., Berlin.

SPW (2012): Les bandes cyclables suggérées. Éditions, guide méthodologique.

SCHUSTER, A., SATTLER, J., HOFFMANN, S. (2011): Bestimmen der aktuellen Abmessungen differenzierter Personen-Bemessungsfahrzeuge, Zwickau.

U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION (2009, FASSUNG REVISION 1&2/ 2012): Manual on Uniform Traffic Control Devices. MUTCD.

VASILEV, M., PITERA, K., JONSSON, T. (2017): Evaluation of bicycle sharrows within the Norwegian context. 20th EURO Working Group on Transportation Meeting, EWGT 2017, 4-6 September 2017, Budapest, Hungary. Transport Research Procedia, 27, 1097–1104.

Anhang

Anhang 1: Anschreiben und Antwortfax	109
Anhang 2: Allgemeiner Fragebogen zur Stadt	112
Anhang 3: Fragebogen Bestandsstrecke	113
Anhang 4: Fragebogen Pilotstrecke	117
Anhang 5: Leitfaden Qualitative Städte-Interviews	121
Anhang 6: Steckbriefe Bestandsstrecken	124
Anhang 7: Steckbriefe Pilotstrecken	130
Anhang 8: Übersicht Bestandsstrecken	144
Anhang 9: Übersicht Pilotstrecken	145
Anhang 10: Erweiterter Unfalltypenkatalog	147
Anhang 11: Unfalltypenkarten der Pilotstrecken	148

Anhang 1: Anschreiben und Antwortfax



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 Fahrbahnutzung 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 vormals 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 Beispielbildern und einem zeitlichen Projektablauf ist diesem Brief als Anlage beigefügt.

Ergänzende Informationen können Sie bei Bedarf jederzeit bei Frau Dipl.-Ing. Anne Timmermann (Kontaktdaten 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 allgemeine 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: 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
A) Umgesetzte Maßnahmen	
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) Geplante Maßnahmen	
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 _____

Anhang 3: Fragebogen Bestandsstrecke

Erhebungsbogen Umsetzung

A) Allgemeine Angaben	
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) Maßnahmenumsetzung	
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: _____

C) Angaben zum Querschnitt	
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"/> Bussonderfahrbahnen <input type="checkbox"/> Sonstiges: _____
D) Planungen und Besonderheiten	
Wurde diese Straße in den letzten 3 Jahren umgebaut?	<input type="checkbox"/> Ja, in ___/___ (Monat/Jahr) <input type="checkbox"/> Nein
<p>Gibt es aus Ihrer Sicht besondere Probleme/Auffälligkeiten o. ä. auf dieser Straße? (z. B.: besondere Unfallsituation, Leistungsfähigkeitsprobleme)</p> <p><input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein</p> <p>Wenn ja, skizzieren Sie diese bitte kurz.</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:

<input type="checkbox"/> Flyer	<input type="checkbox"/> Flyer
<input type="checkbox"/> Pressemitteilung	<input type="checkbox"/> Pressemitteilung
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Anhang 4: Fragebogen Pilotstrecke

Erhebungsbogen Planung

A) Allgemeine Angaben	
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) Maßnahmenumsetzung	
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 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: _____
C) Angaben zum Querschnitt	
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: _____								
D) Planungen und Besonderheiten									
Wurde diese Straße in den letzten 3 Jahren umgebaut?	<input type="checkbox"/> Ja, in ___/___ (Monat/Jahr) <input type="checkbox"/> Nein								
<p>Gibt es aus Ihrer Sicht besondere Probleme/Auffälligkeiten o. ä. auf dieser Straße? (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									
<p>Für diese Straße könnten folgende Informationen für die weiteren Analysen im Forschungsprojekt zur Verfügung gestellt werden:</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 5: Leitfaden 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?

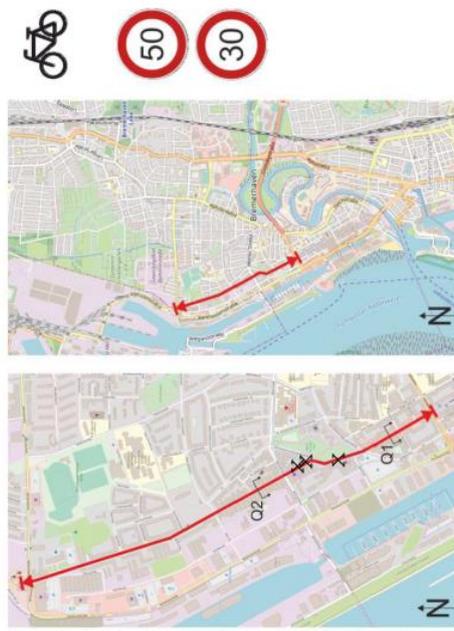
Anhang 6: Steckbriefe Bestandsstrecken

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_{01}/V_{03}) ¹	36 km/h	46 km/h
	33 km/h	41 km/h
Verkehrsstärke Kfz ($DTV_{0,95}/SV/q_{max}$) ¹	7.000	800 (12%)
	6.000	1.000 (17,7%)
Verkehrsstärke Rad ($DTV_{0,95}/q_{max}$) ¹	800	70
Verkehrsstärke Fuß (TV _{6-19%} / q_{max}) ¹	2.500	250
Nutzung	9/-/91	
Gehweg/Radweg/Fahrbahn in % ¹		
Umsetzung in	November 2015	
Erläuterung		
¹: Querschnitt 1: 1. Zeile, Querschnitt 2: 2. Zeile		

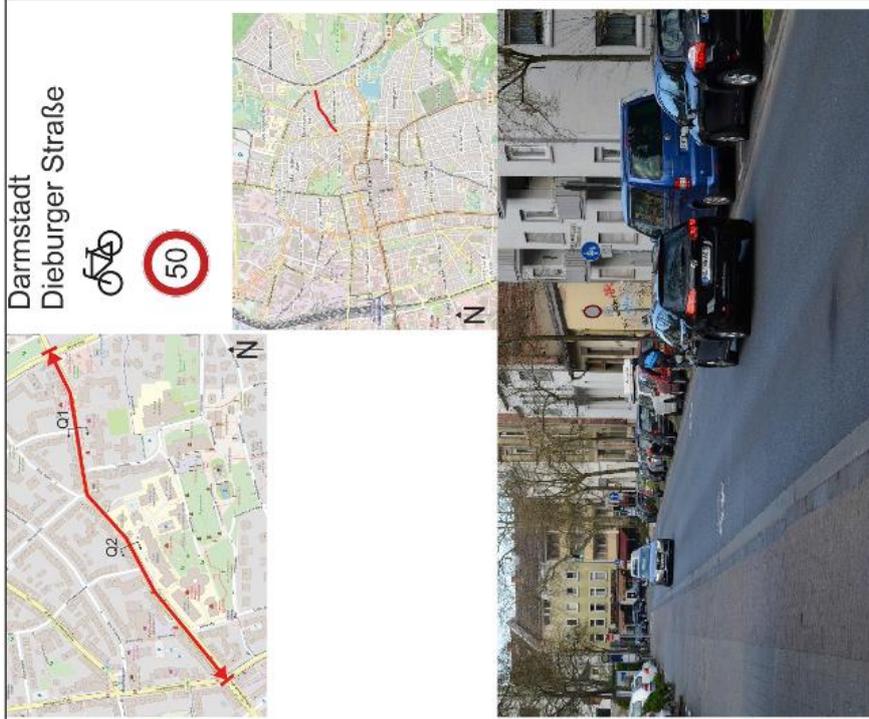
Bremerhaven, Bürgermeister-Smidt-Straße



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 ($v_{d/V_{G3}}$) ¹	nachher 31 km/h 39 km/h 34 km/h 43 km/h
Verkehrsstärke Kfz ($DTV_{w,v}/SV/q_{max}$) ¹	8.000 300 (3,9%) 8.000 650 (8,5%) 700 80
Verkehrsstärke Rad ($DTV_{w,v}/q_{max}$) ¹	700
Verkehrsstärke Fuß (TV ₆ $19h/q_{max}$) ¹	900 110
Nutzung Gehweg/Radweg/Fahrbahn in % ¹	2/81/17
Umsetzung in Erläuterung	Juni 2014
¹ : Querschnitt 1: 1. Zeile, Querschnitt 2: 2. Zeile	



Stadt: Langenfeld
 Straße: Am Weißenstein

Modal Split Rad		Sinnbild	
Art		nur Sinnbild , mit Strichmarkierung	
Ausführung Sinnbild		Abstand Pikt--Bord/Größe Pikt.	0,85m x 1,00m (BxH)
Abstand Pikt--Bord/Größe Pikt.		Abstand Piktogramme	
Radverkehrsführung		Mischverkehr, keine Gehwegnutzung	
Fahrbahnbreite (nutzbare Breite, ohne Parken)		5,90 m	
Seitenraum		2,60 m (einseitig)	
Parken		beidseitig Längsparken / im Beobachtungsquerschnitt kein Parken	
Straßentyp		Örtliche Einfahrtsstraße	
Besonderheiten Querschnitt		-Mischung aus Erschließungsstraße und Durchgangsstraße mit Außerortscharakter	
Abschnittslänge		800 m	
zul. Geschwindigkeit		T30-Zone	
			nachher
Geschwindigkeit (v_d/v_{85}) ¹		35 km/h	44 km/h
Verkehrsstärke Kfz ($DTV_{wz}/SV/q_{max}$) ¹		4.000	200 (5,2%) 500
Verkehrsstärke Rad (DTV_{wz}/q_{max}) ¹		1.200	140
Verkehrsstärke Fuß (TV _{6-10h} /q _{max}) ¹		100	10
Nutzung Gehweg/Radweg/Fahrbahn in % ¹		34/-/66	
Umsetzung in		April 2016	
Erläuterung			

¹: Querschnitt 1: 1. Zeile, Querschnitt 2: 2. Zeile



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
	nachher
Geschwindigkeit (v_d/v_{85}) ¹	29 km/h 35 km/h 30 km/h 37 km/h
Verkehrsstärke Kfz ($DTV_{wv}/SV/q_{max}$) ¹	6.000 200 (3,7%) 6.000 300 (4,7%)
Verkehrsstärke Rad (DTV_{wv}/q_{max}) ¹	300 30
Verkehrsstärke Fuß (TV_{6-19h}/q_{max}) ¹	1.050 110
Nutzung Gehweg/Radweg/Fahrbahn in % ¹	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.

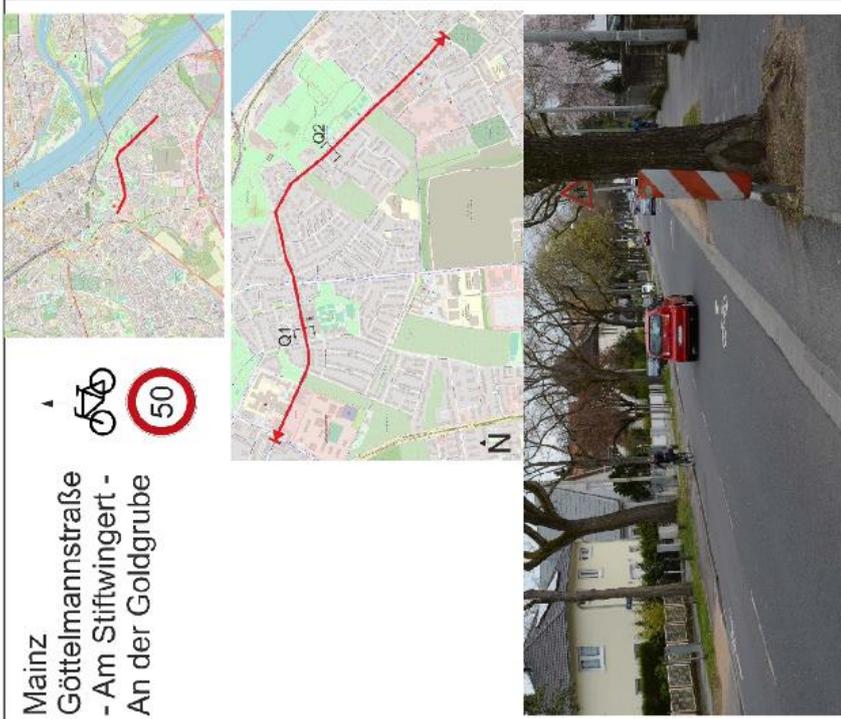
¹: Querschnitt 1: 1. Zeile, Querschnitt 2: 2. Zeile



Stadt: Mainz

Straße: Göttelmannstraße – 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 [B+B (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		
	nachher		
Geschwindigkeit (v_d/v_{85}) ¹	35 km/h	44 km/h	
	39 km/h	47 km/h	
Verkehrsstärke Kfz ($DTV_{w,v}/SV/q_{max}$) ¹	12.000	700 (5,7%)	1.00
	9.000	400 (4,9%)	750
Verkehrsstärke Rad ($DTV_{w,v}/q_{max}$) ¹	650	70	
Verkehrsstärke Fuß (TV ₆ $19q/q_{max}$) ¹	500	70	
Nutzung Gehweg/Radweg/Fahrbahn in % ¹	24/36/40		
Umsetzung in	Juni 2016		
Erläuterung			
¹ : Querschnitt 1: 1. Zeile, Querschnitt 2: 2. Zeile			



Mainz
Göttelmannstraße
- Am Stiftswingert -
An der Goldgrube



Stadt: Osnabrück

Straße: Lotter Straße

Modal Split Rad	20%	
Art	Sinnbild	
Ausführung Sinnbild	nur Sinnbild	
Abstand Pikt--Bord/Größe Pikt.	Abstand Bord: 0,50m	1,00m x 1,50m (BxH)
Abstand Piktogramme		
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_{0}/v_{0s}) ¹	nachher	
	35 km/h	45 km/h
	31 km/h	41 km/h
Verkehrsstärke Kfz ($DTV_{w,v}/SV/q_{max}$) ¹	16.000	1.100 (6,9%)
	14.000	1.100 (7,7%)
Verkehrsstärke Rad ($DTV_{w,v}/q_{max}$) ¹	1.450	140
Verkehrsstärke Fuß (TV_6 $19h/q_{max}$) ¹	1.200	130
Nutzung Gehweg/Radweg/Fahrbahn in % ¹	15/-/85	
Umsetzung in Erläuterung	Sept 16 Unfallhäufigkeiten 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	

¹: Querschnitt 1: 1. Zeile, Querschnitt 2: 2. Zeile



Osnabrück
Lotter Straße



Anhang 7: Steckbriefe Pilotstrecken

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 (q ₁ /q ₂ /q _{max}) ¹	48,7 m	22,85 m	
Radverkehrsführung	Mischverkehr, keine Gehwegnutzung, teilw. Schutzstreifen (Q1)		
Fahrbahnbreite	6,75-8,55 m		
(nutzbare Breite, ohne Parken)			
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 _g /v _{es}) ¹	vorher		nachher
	45 km/h	52 km/h	42
Verkehrsstärke Kfz (DTV _{wsg} /SV/q _{max}) ¹	11.000	6,9%	950
		800	11.000
Verkehrsstärke Rad (DTV _{wsg} /q _{max}) ¹	150	20	200
	150	20	200
Verkehrsstärke Fuß (TV _g _{15h} /q _{max}) ²	150	20	100
	150	20	250
Nutzung Gehweg/Radweg/Fahrbahn ²	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



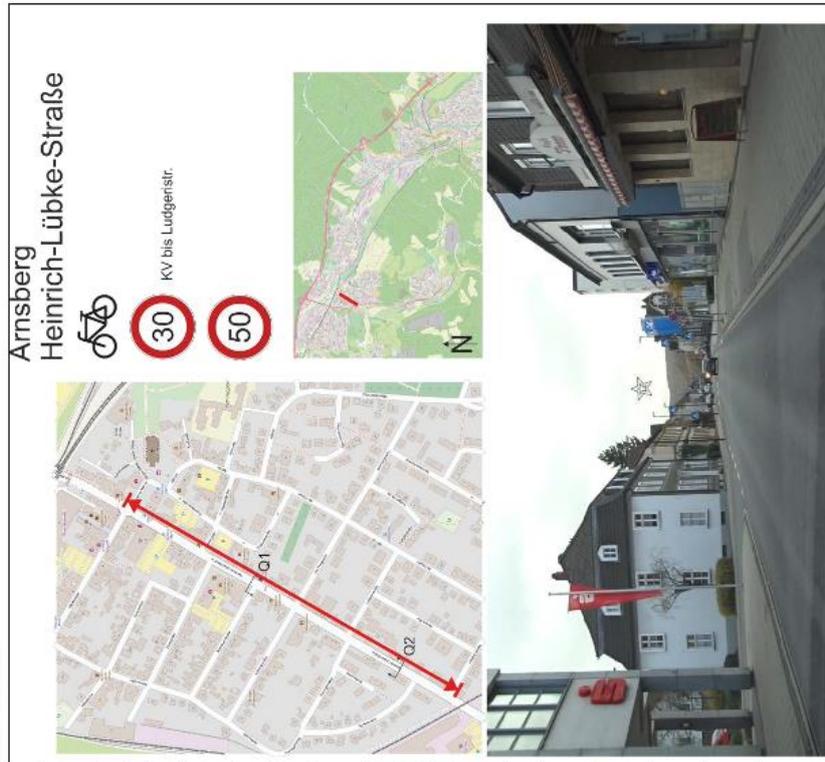


¹: Querschnitt 1: 1. Zeile, Querschnitt 2: 2. Zeile

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 $(\frac{q}{V_{lim}/V_{max}})$	49,8 m	36,55 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 Ludgenstraße Rf Süden)		
Geschwindigkeit $(v_d/v_{\text{Bis}})^2$	vorher		nachher
	32 km/h	39 km/h	28
Verkehrsstärke Kfz $(DTV_{\text{Kfz}}/SV/q_{\text{max}})^2$	29 km/h	35 km/h	28
			10.000
Verkehrsstärke Rad $(DTV_{\text{Rad}}/q_{\text{max}})$			2,1%
	300	50	300
Verkehrsstärke Fuß $(TV_{\text{Fuß}}/q_{\text{max}})$	150	20	200
	800/13h	90	700
Nutzung Gehweg/Radweg/Fahrbahn ¹⁾	200/13h	30	200
	61/-/39		48/-/52
Umsetzung in Erläuterung	49/-/51		49/-/51
Umsetzung in	Sept 2018		
Erläuterung			



1: Querschnitt 1: 1. Zeile, Querschnitt 2: 2. Zeile

2: Werte nachher aus Hochrechnung Kurzzeitählung

Stadt: Bielefeld

Straße: Horstheider Weg, Abschnitt: Torfstichweg – Westerfeldstraße

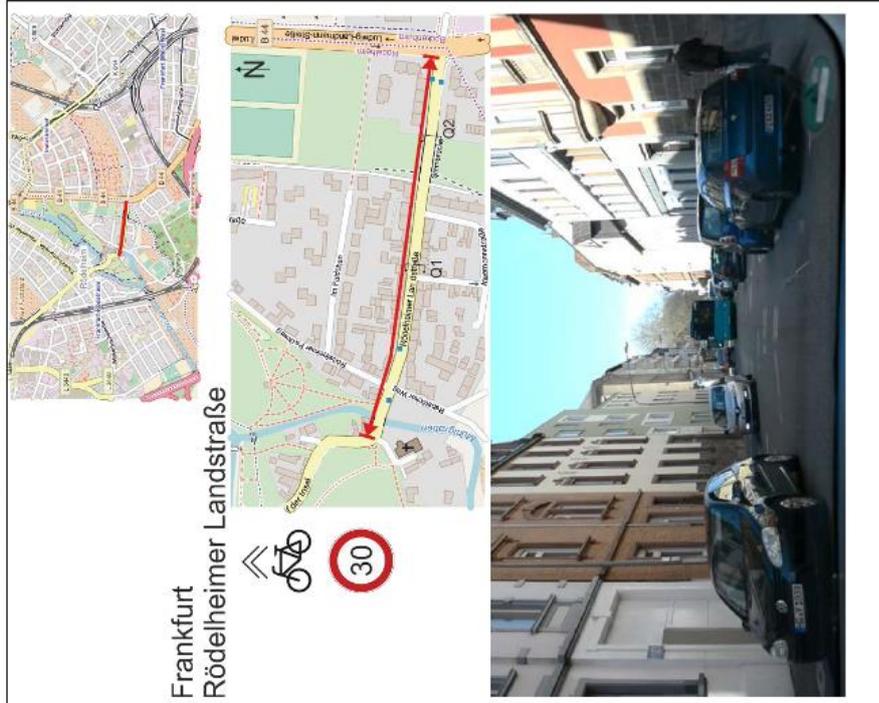
Modal Split Rad	15 %								
Art	Schild – temporär, Wiederholung: Beginn und Mitte								
Ausführung Sinnbild	-								
Platzierung Schild	Beginn & Mitte der Strecke in beide Richtungen								
Radverkehrsführung	nicht benutzungspflichtiger Radweg								
Fahrbahnbreite (nutzbare Breite, ohne Parken)	5,4-5,85								
Seitenraum	2,75+4,4								
Parken	einseitig Längsparken								
Straßentyp	Örtliche Einfahrtsstraße								
pro 100m	0,8								
Eimmündung/Einfahrt	6,2								
Besonderheiten Querschnitt	Wählen Sie ein Element aus.								
Abschnittslänge	1.100 m								
zul. Geschwindigkeit	50								
	vorher	nachher							
Geschwindigkeit (v_d/v_{bes})	48 km/h	56 km/h	41 km/h	50 km/h	47 km/h	53 km/h			
Verkehrsstärke Kfz ($DTV_{Kfz}/SV/q_{max}$)	10.000	6%	1.000	12.000	2%	1150	10.000	1,8%	950
Verkehrsstärke Rad (DTV_{Rad}/q_{max})	600	550	60	550	250	60	600	200	60
Verkehrsstärke Fuß ($TV_{Fuß}$)	600	60	20	500	70	60	600	60	60
Nutzung	150	20	30	150	40	20	200	20	20
Gehweg/Radweg/Fahrbahn	250	12/86/2	16/80/4	19/78/3	10/86/4	10/87/3			
Umsetzung in	Aug 2018 /Dauer: 12 Wochen (zusätzlich verlängert)								
Erläuterung	Die Radwegbenutzungspflicht wurde noch nicht aufgehoben. Dies erfolgt zeitgleich mit dem Aufstellen der Hinweistafeln.								

1: Querschnitt 1: 1. Zeile, Querschnitt 2: 2. Zeile



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) [s+H (Pikt+Pfeil)]		
Abstand Piktogramme (q _{min} /q _{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 _{es}) ¹	33 km/h	vorher		nachher
		41 km/h	29 km/h	37 km/h
Verkehrsstärke Kfz (DTV _{vis} /SV/q _{max}) ²	8.000	700		9.000
				5,8% 550
Verkehrsstärke Rad (DTV _{vis} /q _{max}) ¹	1.800	240		1.950
				220
Verkehrsstärke Fuß (TV _e .sv/q _{max}) ¹	1.900	210		2.100
				240
Nutzung Gehweg/Radweg/Fahrbahn ¹	1.050	130		1.000
				130
	750	90		800
				90
	12/-/88			7/-/93
				6/43/50
		(3+4/42+8/10+32)		
Umsetzung.in	Juni 2018			
Erläuterung	Strecke ist Teil der städtischen Hauptroute 3			

¹: Querschnitt 1: 1. Zeile, Querschnitt 2: 2. Zeile

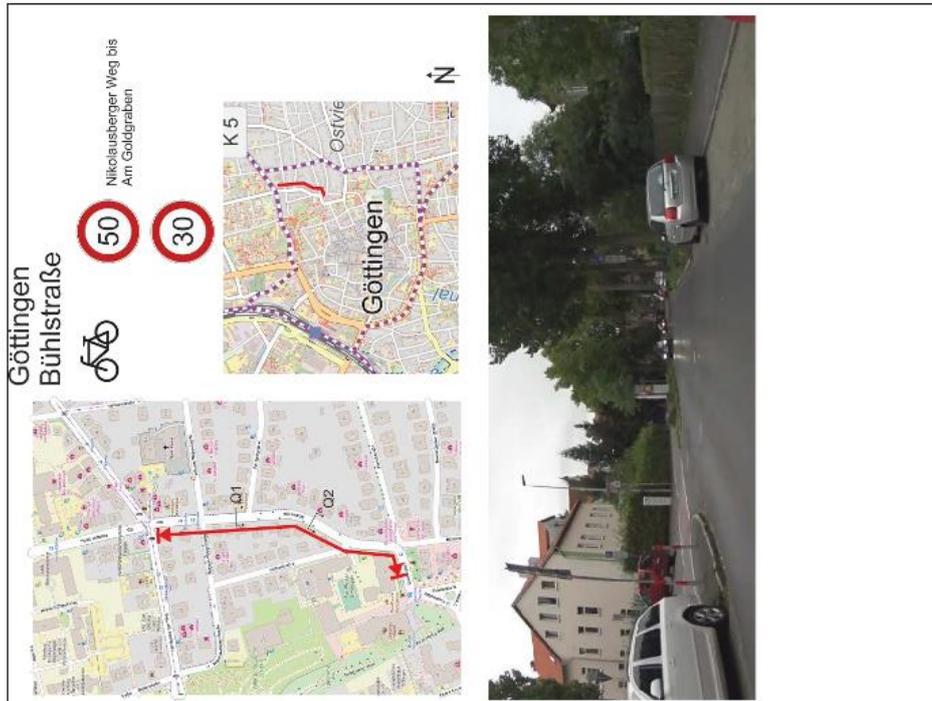
²: Werte SV nachher aus Hochrechnung Kurzzeitanzahl

Stadt: Göttingen

Straße: Bühlsstraße, 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 ($l_{\text{Pikt}}/l_{\text{max}}$)	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_d/v_{vis}) ¹	vorher		nachher	
	30 km/h	41 km/h	24	33
Verkehrsstärke Kfz ($DTV_{\text{Kfz}}/SV/q_{\text{max}}$) ¹	7.000	5%	550	8.000
		350		1.5% 100
Verkehrsstärke Rad ($DTV_{\text{Rad}}/q_{\text{max}}$) ¹	4.450	510		5.300
	4.200	500		5.200
Verkehrsstärke Fuß (TV _f) ¹	1.500	160		1.200
	1.200	130		1.250
Nutzung Gehweg/Radweg/Fahrbahn ¹	2/94/4		2/93/5	
	22/73/5		17/75/8	
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			

¹: Querschnitt 1: 1. Zeile, Querschnitt 2: 2. Zeile

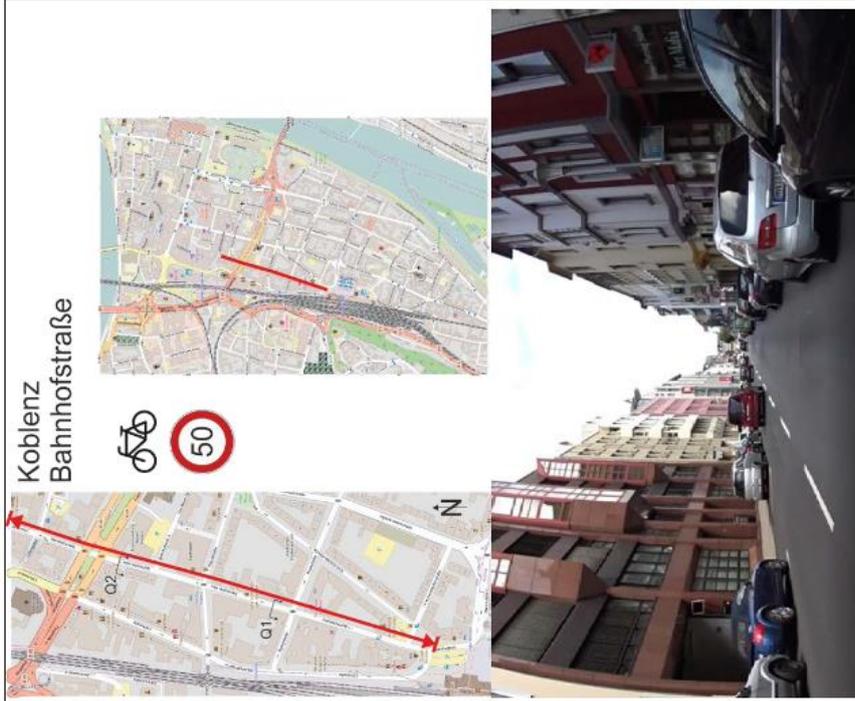


Stadt: Koblenz

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
Abstand Piktogramme ($q_{\text{Vmax}}/q_{\text{Vmax}}$)	0,8 x 1,1 (BxH)
Radverkehrsführung	24,4 m
Fahrbahnbreite (nutzbare Breite, ohne Parken)	19,95 m
Radverkehr, keine Gehwegnutzung	44,4 m
Fahrbahnbreite	Mischverkehr, keine Gehwegnutzung
(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
Besonderheiten Querschnitt	Einbahnstraße, 2 Fahrstreifen
Abschnittslänge	650 m
zul. Geschwindigkeit	50
Geschwindigkeit ($v_{\text{d}}/v_{\text{ges}}$) ¹	vorher
	32 km/h
	40 km/h
	nachher
	32
Verkehrsstärke Kfz ($DTV_{\text{Kfz}}/SV/q_{\text{max}}$) ¹	8%
	400
	450
	6.000
	8,5%
	500
	500
Verkehrsstärke Rad ($DTV_{\text{Rad}}/q_{\text{max}}$) ¹	350
	50
	400
	50
	300
	40
	350
	30
Verkehrsstärke Fuß ($TV_{\text{Fuß}}/q_{\text{max}}$) ¹	2.300
	260
	2.650
	400
	2.200
	250
	2.650
	400
Nutzung Gehweg/Radweg/Fahrbahn ²	43/-/57
	34/-/66
	48/-/52
Umsetzung in Erläuterung	18. Feb 2019, Bauarbeiten Mitte/Ende April
	wichtige Achse im Radverkehrsnetz
	gewünschte Verlagerung Radverkehr von Löhstr.
	Die Beseitigung der Konflikte wurde zur Nr. 2 der
	vordringlichsten Radverkehrsmaßnahmen gewählt!

¹: Querschnitt 1: 1. Zeile, Querschnitt 2: 2. Zeile

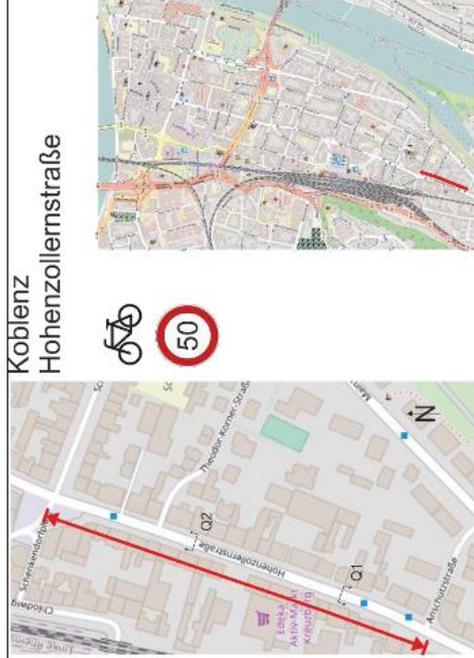


Stadt: Koblenz

Straße: Hohenzollernstraße, Abschnitt: Anschutzstraße - Schenkendorfstraße

Modal Split Rad	8%					
Art	Sinnbild, Wiederholung alle 15-20m					
Ausführung Sinnbild	nur Sinnbild					
Abstand Pikt--Bord/Größe Pikt.	1,38 m					
Abstand Piktogramme ($l_{\text{Pikt}}/l_{\text{Bord}}/l_{\text{Größe}}$)	0,9 x 0,8 (BxH)					
Radverkehrsführung	23,1 m					
Fahrbahnbreite (nutzbare Breite, ohne Parken)	15,25 m					
Seitenraum	39,2 m					
Parken	Gehweg Rad frei					
Straßentyp	7,55-7,7 m					
pro 100m Einmündung/Einfahrt	3,55-4,0 m					
Besonderheiten Querschnitt	beidseitig Längsparken					
Abschnittslänge	Örtliche Geschäftsstraße					
zul. Geschwindigkeit	1,1					
	6,3					
	-					
	320 m					
	50					
	vorher	nachher				
Geschwindigkeit ($v_{\text{eff}}/v_{\text{max}}$) ¹	26 km/h	33 km/h	27	36		
Verkehrsstärke Kfz ($DTV_{\text{Kfz}}/SV/q_{\text{max}}$) ¹	7.000	3%	600	8.000	4,3%	650
Verkehrsstärke Rad ($DTV_{\text{Rad}}/q_{\text{max}}$) ¹	750	90	950	350	90	
Verkehrsstärke Fuß ($TV_{\text{Fuß}}$) ¹	950	100	1.300	110	140	
Nutzung	1.250	160	1.200	140	280	
Gehweg/Radweg/Fahrbahn ¹	2.650	300	2.650	280	280	
	25/-/75		26/-/74			
	28/-/72		29/-/71			
Umsetzung in Erläuterung	18. Feb 2019					
	gründerzeitlichen Stadtteilzentrum, Straße mit LSA. wichtige Achse im Radverkehrsnetz					
	Einfallschneise in die Stadt aus Richtung Süden & kürzeste Anbindung für Radverkehr aus Quartier zum Hbf und Zentrum bzw. Verwaltungszentrum und Uni					

¹: Querschnitt 1: 1. Zeile, Querschnitt 2: 2. Zeile

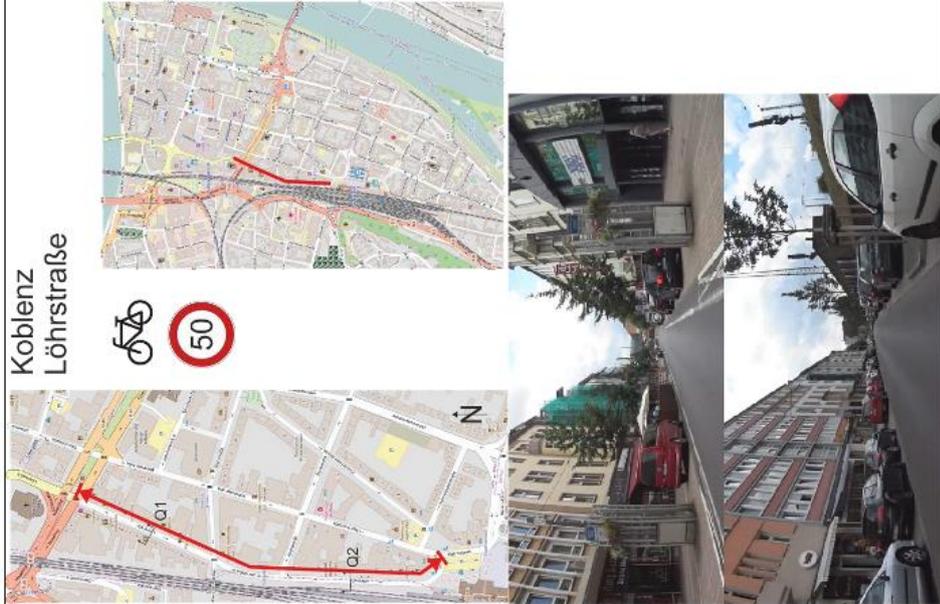


Stadt: Koblenz

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 $(\varnothing_{Pikt}/q_{max})$	24,1 m	21,2 m	34,85 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_{es}) ¹	vorher		nachher			
	29 km/h	38 km/h	26	34		
Verkehrsstärke Kfz ($DTV_{Kfz}/SV/q_{max}$) ¹	6.000	8,5%	450	6.000	5,7%	400
			500		300	
Verkehrsstärke Rad (DTV_{Kfz}/q_{max}) ¹	1.550	170		1.900	210	
	1.700	160		2.100	210	
Verkehrsstärke Fuß (TV_{\varnothing} TV_{\varnothing}/q_{max}) ¹	6.750	770		8.350	940	
	4.850	650		6.350	680	
Nutzung Gehweg/Radweg/Fahrbahn ¹	10/86/4			6/88/6		
	91/-/9			85/-/15		
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					

¹: Querschnitt 1: 1. Zeile, Querschnitt 2: 2. Zeile



Stadt: Köln

Straße: Venloer Str, Abschnitt: Ehrenfeld Gürtel – Äußere Kanalstraße

Modal Split Rad	Sinnbild,					
Art	nur Sinnbild					
Ausführung Sinnbild	0,8 x 1,06 (BxH)					
Abstand Pikt.-Bord/Größe Pikt.	0,75 m	75,7 m				
Abstand Piktogramme (Ø ₁ /H ₁ /V _{max})	21,8 m	15,35 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 ₈₅) ¹	vorher		nachher			
	25 km/h	32 km/h	25	31		
Verkehrsstärke Kfz (DTV _{WS} /SV/q _{max}) ¹	7.000	4% 300	550	7.000	2% 150	500
	2.650	260	3.550	340		
Verkehrsstärke Rad (DTV _{WS} /q _{max}) ¹	5.250	560	5.400	570		
	1.950	220	1.650	200		
Verkehrsstärke Fuß (TV _{15h} /q _{max}) ¹	4.700	610	4.200	490		
	8/90/2	3/93/4				
Nutzung Gehweg/Radweg/Fahrbahn ¹	6/92/2		2/92/6			
Umsetzung in	20. Januar 2019					
Erläuterung						

¹: Querschnitt 1: 1. Zeile, Querschnitt 2: 2. Zeile



Köln
Venloer Straße



Stadt: Paderborn

Detmolder Straße, Abschnitt: Ortsdurchfahr Marienloh

Modal Split Rad	15%					
Art	Sinnbild					
Ausführung Sinnbild	nur Sinnbild					
Abstand Pikt--Bord/Größe Pikt.	0,41 m	0,9 x 0,78 (BxH)				
Abstand Piktogramme (\varnothing /V _{min} /V _{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_{ul}/v_{85}) ¹	vorher		nachher			
	50 km/h	56 km/h	49 km/h	55 km/h		
Verkehrsstärke Kfz (DTV _{WS} /SV/q _{max}) ¹	15.000	11,5%	1.300	15.000	9,7%	1.300
		1.800		1.500		
Verkehrsstärke Rad (DTV _{WS} /q _{max}) ¹	550	70	650	70		
	600	60	600	60		
Verkehrsstärke Fuß (TV _{6-18h} /q _{max}) ¹	200	20	150	20		
	50	10	50	10		
Nutzung Gehweg/Radweg/Fahrbahn ¹	7/92/1		3/95/1			
	15/85/1		12/87/1			
Umsetzung in	Juni 2018					
Erläuterung	Infos von der Internetseite der Stadt (https://www.paderborn.de/wohnen-soziales/mobilitaet/radverkehr_aktuelles.php) (06.04.2017)					

¹: Querschnitt 1: 1. Zeile, Querschnitt 2: 2. Zeile



Stadt: Ratingen

Straße: Stadionring, Abschnitt: Vermillionring - 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				
Abstand Piktogramme ($q_{\text{line}}/q_{\text{max}}$)	$0,82 \times (1,05+1,9)$ [BHH/Pikt+Pfeil]				
Radverkehrsführung	52,0 m				
Fahrbahnbreite (nutzbare Breite, ohne Parken)	48,0 m				
Seitenraum	155,9 m				
Parken	Mischverkehr, keine Gehwegnutzung				
Straßentyp	7,0 m				
pro 100m Einmündung/Einfahrt	1,6-2,05 m				
Besonderheiten Querschnitt	nicht vorhanden -				
Abschnittslänge	Örtliche Einfahrtsstraße				
zul. Geschwindigkeit	0,5				
	-				
	2,0				
	800 m				
	50				
	vorher				
	nachher				
Geschwindigkeit (v_d/v_{05}) ¹	38 km/h	47 km/h	39	48	
Verkehrsstärke Kfz ($DTV_{vs}/SV/q_{\text{max}}$) ²	11.000	950	10.000	5,0% 500	850
Verkehrsstärke Rad (DTV_{vs}/q_{max}) ²	800	90	1.000	120	
1	450	40	750	90	
Verkehrsstärke Fuß (TV_{e-9h}/q_{max}) ¹	2.300	410	1.300	180	
1	950	140	850	150	
Nutzung Gehweg/Radweg/Fahrbahn ¹	66/-/34		53/-/47		
Umsetzung in	61/-/39		47/-/53		
Erläuterung	12. April 2019, temporär bis 2. Woche in Sommerferien, danach grundlegende Deckenerneuerung Hauptzufahrt für Radverkehr aus Lintorf ins Zentrum; Schulweg, weiterführende Schule, Bgü. Sportverein, städtisches Jugendhaus, Tankstellenausfahrt; ehemals Geh-/Radwege; Busse&LKW bei 4%				

¹: Querschnitt 1: 1. Zeile, Querschnitt 2: 2. Zeile

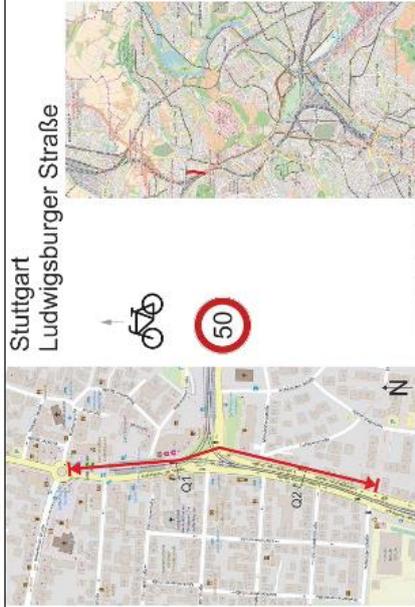
²: Werte SV nachher aus Hochrechnung Kurzzeitählung



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 (P/P _{min} /P _{max})	25,4 m	17,85 m 38,15 m
Radverkehrsführung	Mischverkehr, Richtung Norden Rad frei	
Fahrbahnbreite (nutzbare Breite, ohne Parken)	6,1 m	
Seitenraum	3,34+3,34 m	
	2,85 m	
	1,80-2,56 m	
Parken	einseitig Längsparken	
Straßentyp	Örtliche Einfahrtsstraße	
pro 100m Einmündung/Einfahrt	1,0 3,4	
Besonderheiten Querschnitt	Straßenbahn in Mittellage/ Straßenbahn in Seitenlage oft Rückstau zwischen Kreuzung und Kreisverkehr (Q1) Spurrinnen bei Q2 (0,4-1,0/0,5-1,3m)	
Abschnittslänge	450 m	
zul. Geschwindigkeit	50	
Geschwindigkeit (v _d /v _{es}) ¹	vorher	
	27 km/h 36 km/h	37 km/h 45 km/h
Verkehrsstärke Kfz (DTV _{ves} /SV/q _{max}) ^{1,2}		
	11.000 13.000	26 km/h 38 km/h
Verkehrsstärke Rad (DTV _{ves} /q _{max}) ¹		
	200 200	1.4% / 150 3.3% / 450
Verkehrsstärke Fuß (TV ₆ _{19h} /q _{max}) ¹		
	1.150 650	900 1100
Nutzung	200 30 200 20 1.150 160 650 80	
Gehweg/Radweg/Fahrbahn ¹	72/-/28 66/-/34	
Umsetzung in	Mitte Nov 2017 / Mitte März 2018	
Erläuterung	Lückenschluss zwischen Radfahrstreifen und Schutzstreifen	



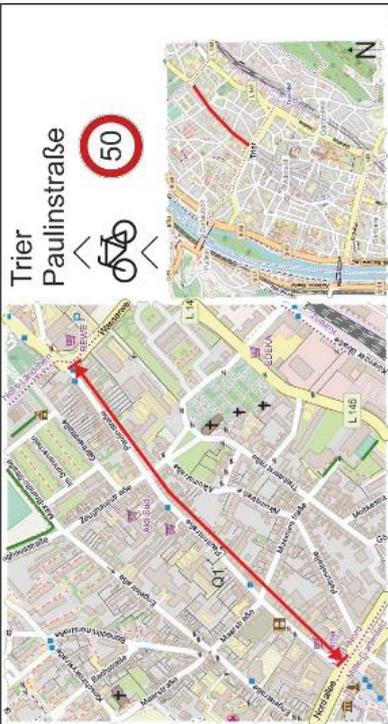
¹: Querschnitt 1: 1. Zeile, Querschnitt 2: 2. Zeile

²: Werte nachher aus Hochrechnung Kurzzeitanzahl

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) [BoH (Pfeil+Pikt+Pfeil)]
Abstand Piktogramme ($\frac{q_{\text{line}}}{q_{\text{max}}}$)	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_{GSt}) ¹	vorher	nachher
	33 km/h	45 km/h 31 km/h 41 km/h
Verkehrsstärke Kfz ($DTV_{\text{Kfz}}/SV/q_{\text{max}}$) ^{1,2}	9.000	850 10.000 3.7% 900
	850	90 1.050 350 110
Verkehrsstärke Rad ($DTV_{\text{Rad}}/q_{\text{max}}$) ¹	3.300	360 2.700 300
Nutzung Gehweg/Radweg/Fahrbahn ¹	17/-/83 8/-/92	
Umsetzung in	Dez 2017 / Mai 2018	
Erläuterung	Teil einer konzipierten "Innenstadtroute" für den Radverkehr. Unfälle mit Radfahrerbeteiligung	



¹: Querschnitt 1: 1. Zeile, Querschnitt 2: 2. Zeile

²: Werte nachher aus Hochrechnung Kurzzeitählung

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) ^{B&H} (P[eil]-P[il]-P[ic]-)]		
Abstand Piktogramme ^{(P[il]-P[ic]-)]}	44,4 m	25,6 m	83,6 m	
Radverkehrsführung	Mischverkehr, keine Gehwegnutzung			
Fahrbahnbreite (nutzbare Breite, ohne Parken)	6,53 m			
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_{ij}/v_{bes}) ¹	vorher		nachher	
	35 km/h	45 km/h	33 km/h	43 km/h
Verkehrsstärke Kfz ($DTV_{V_{bes}}/SV/q_{max}$) ¹	9.000	9%	700	8.000
		800	140	1.450
Verkehrsstärke Rad ($DTV_{V_{bes}}/q_{max}$) ¹	1.200			150
		260	1.500	210
Verkehrsstärke Fuß (TV_{ϕ} ^{191/q_{max}}) ¹	13/-/87			8/-/92
	Nutzung Gehweg/Radweg/Fahrbahn ²			
Umsetzung in	Dezember 2017			
Erläuterung	Haltestelle für Reisebusse			
	Teil "Innenstadttroute"			
	7 Unfälle mit Radverkehrsbeteiligung, 4 x Unfallursache "Benutzung der falschen Fahrbahn/verbotswidrige Benutzung anderer Straßenteile"			

¹: Querschnitt 1: 1. Zeile, Querschnitt 2: 2. Zeile



Anhang 8: Übersicht Bestandsstrecken

Strecke	MZ	OS	LF	FR_SB	DA	BH
Radverkehrs- führung	Nicht benutzungs- pflichtiger Radweg	Mischverkehr, keine Gehweg- nutzung	Mischverkehr, keine Gehweg- nutzung	Mischverkehr, keine Gehweg- nutzung	Gehweg, Rad frei	Mischverkehr, keine Gehweg- nutzung, teil-
Maßnahme						
Straßentyp	Örtliche Einfahrtsstraße	Örtliche Geschäftsstraße	Örtliche Einfahrtsstraße	Örtliche Einfahrtsstraße	Örtliche Geschäftsstraße	Quartiers- straße/ Örtliche Geschäftsstraße
V_{zul}	50	50	T30-Zone	30	50	30
V₈₅ nachher	44	45	44	35	39	46
Verkehrsstärke Kfz¹	12.000	16.000	4.000	6.000	8.000	7.000
Verkehrsstärke Rad¹	650	1.450	1.200	300	700	800
Verkehrsstärke Fuß²	500	1.200	100	1.050	900	2.500

¹DTV_{w5}

²TV_{6-19h}

Anhang 9: Übersicht Pilotstrecken

Strecke	ST	RA	KO_HZ	KO_BH	FR_RH	AR_HL	AR_BR
Radverkehrsführung	Mischverkehr, in eine Richtung Rad frei	Mischverkehr, keine Gehwegnutzung	Gehweg Rad frei	Mischverkehr, keine Gehwegnutzung	Mischverkehr, keine Gehwegnutzung/ nicht benutzungs- pflichtiger Radweg	Mischverkehr, keine Gehwegnutzung	Mischverkehr, keine Gehwegnutzung, teilweise Schutzstreifen
Maßnahme							
Straßentyp	Örtliche Einfahrtsstraße	Örtliche Einfahrtsstraße	Örtliche Geschäftsstraße	Quartiersstraße	Örtliche Einfahrtsstraße	Örtliche Geschäfts-/Einfahrtsstraße	Örtliche Hauptstraße
V_{zul}	50	50	50	50	30	30/50	503
V₈₅ vorher Q1/Q2	37/45	47/47	33/33	40/40	41/41	39/35	52/52
V₈₅ nachher	37/48	48/48	36/36	40/40	37/37	35/33	49/49
Verkehrsstärke Kfz¹	11.000	11.000/10.000 0	7.000/8.000	5.000/6.000	8.000/9.000	10.000	11.000
Verkehrsstärke Rad¹	200/300	800/1.000	750/950	350/400	1.800/1.950	300	150/200
Verkehrsstärke Fuß²	1.150/1.350	2.300/1.300	1.250/1.200	2.300/2.650	1.050/1.000	700	150/200

¹DTV_{w5}
²TV_{6-19h}

Strecke	PB	KOE	KO_L	GT	BI	TR_WB	TR_PA
Radverkehrs- führung	Nicht benut- zungspflichtiger Radweg	Nicht benut- zungspflichtiger Radweg	Nicht benut- zungspflichtiger Radweg/ Gehweg Rad frei	Nicht benut- zungspflichtiger Radweg, einsei- tig, beide Rich-	Nicht benut- zungspflichtiger Radweg	Mischverkehr, keine Gehweg- nutzung	Mischverkehr, keine Gehweg- nutzung
Maßnahme					 Bicycle icon with text: "NUR FÜR RADFAHRER MIT VORZUGSRECHT" data-bbox="271 295 322 318"/>		
Straßentyp	Dörfliche Hauptstraße	Örtliche Geschäftsstraße	Örtliche Geschäftsstraße	Örtliche Einfahrtsstraße	Örtliche Einfahrtsstraße	Quartiersstraße	Quartiersstraße
V_{zul}	50	30	50	50/ 30	50	50	50
V₈₅ vorher Q1/Q2	56/56	32/32	38/38	41/41	56/56	45/45	45
V₈₅ nacher	55/55	31/31	34/34	33/33	53/53	43/43	42/43
Verkehrs- stärke Kfz¹	15.000	7.000	6.000	7.000/8.000	10.000	9.000/8.000	9.000/10.000
Verkehrs- stärke Rad¹	550/650	2.650/3.550	1.550/1.900	4.450/5.300	600	1.200/1.450	850/1.050
Verkehrs- stärke Fuß²	200/150	1.950/1.650	6.750/8.350	1.500/1.200	150/200	2.150/1.500	3.300/2.700

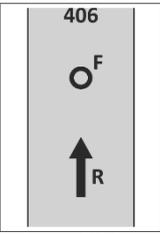
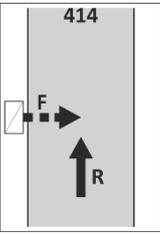
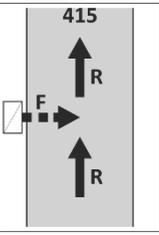
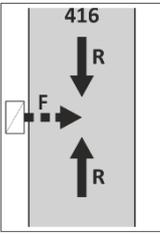
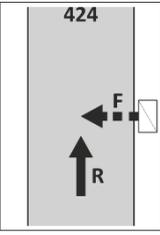
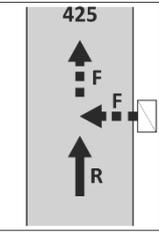
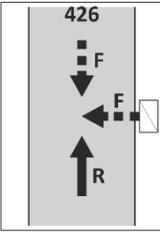
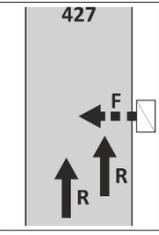
¹DTV_{w5}

²TV_{6-19h}

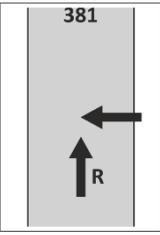
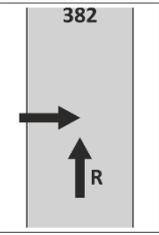
Anhang 10: Erweiterter Unfalltypenkatalog

Unfalltyp 4: Überschreiten Unfall (US)

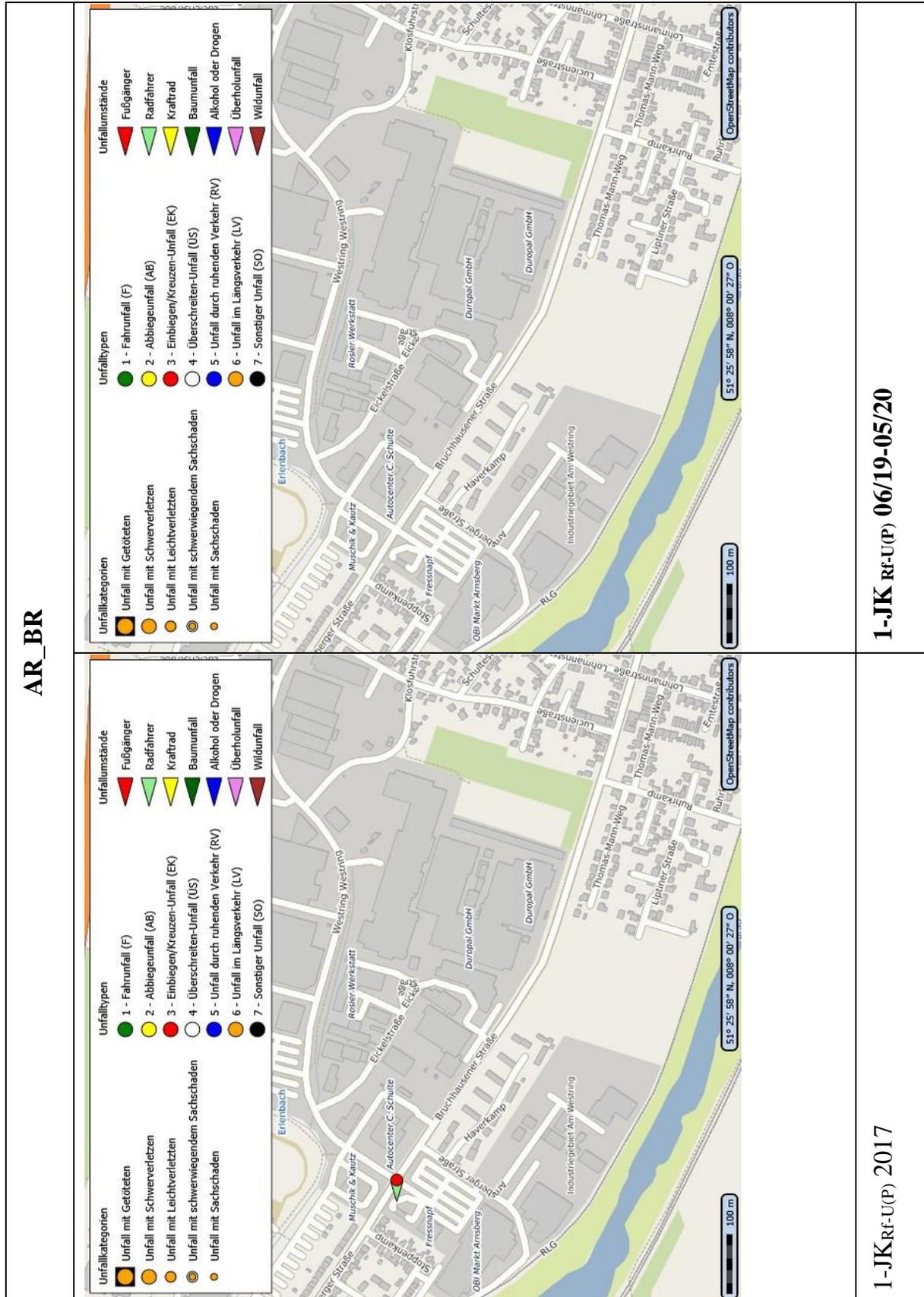
Fußgänger...

<p>auf Strecke 40</p> <p>ohne Sichtbehinderung</p>	 <p>406</p> <p>F</p> <p>R</p> <p>stehengebliebener Fußgänger</p>				<p>409</p> <p>unklar ob 401-406</p>
<p>auf Strecke 41</p> <p>von links</p> <p>mit Sichtbehinderung</p>	 <p>414</p> <p>F</p> <p>R</p>	 <p>415</p> <p>F</p> <p>R</p>	 <p>416</p> <p>F</p> <p>R</p>		<p>419</p> <p>unklar ob 411-416</p>
<p>auf Strecke 42</p> <p>von rechts</p> <p>mit Sichtbehinderung</p>	 <p>424</p> <p>F</p> <p>R</p>	 <p>425</p> <p>F</p> <p>R</p>	 <p>426</p> <p>F</p> <p>R</p>	 <p>427</p> <p>F</p> <p>R</p>	<p>429</p> <p>unklar ob 421-427</p>

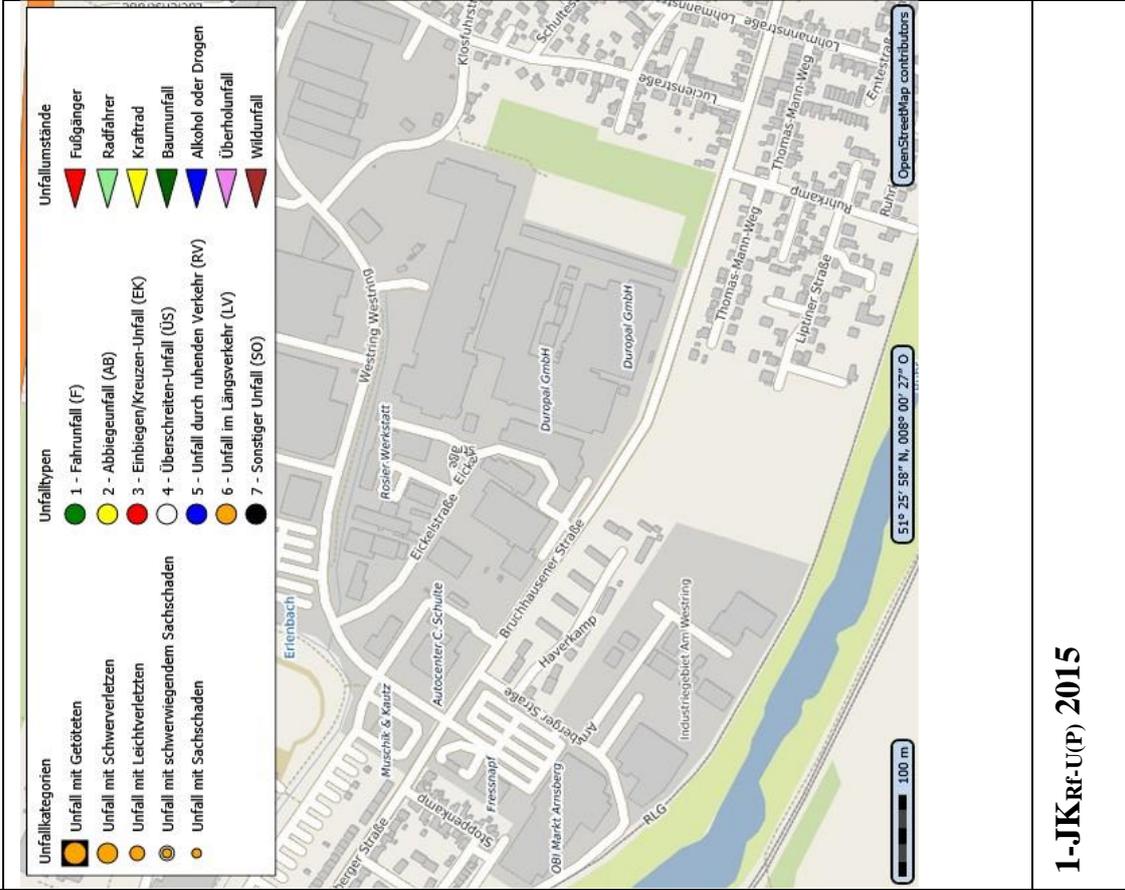
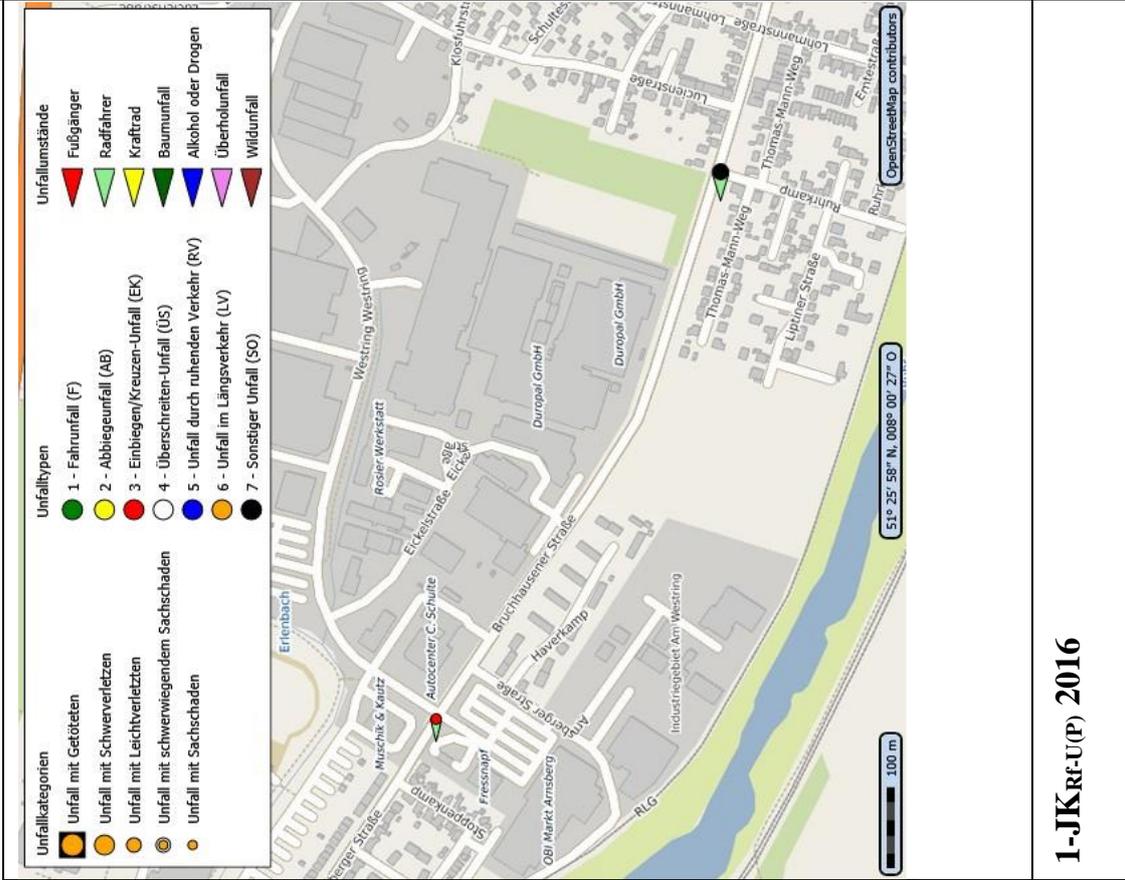
Unfalltyp 3: Einbiegen/Kreuzen-Unfall (EK)

<p>38</p> <p>den Geh- /Radweg kreuzendes Fahrzeug</p>	 <p>381</p> <p>F</p> <p>R</p>	 <p>382</p> <p>F</p> <p>R</p>			<p>389</p> <p>unklar ob 381-382</p>
--	--	--	--	--	---

Anhang 11: Unfalltypenkarten der Pilotstrecken (Quelle: PTV, Kartenquelle: openstreetmap.org)



AR_BR



1-JK_{RI-U(P)} 2016

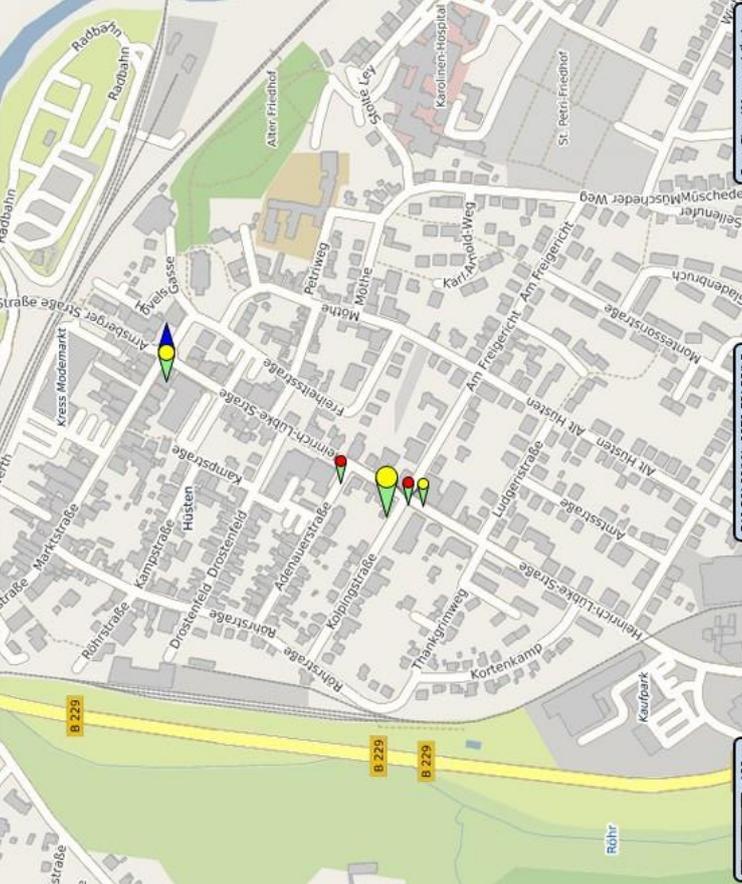
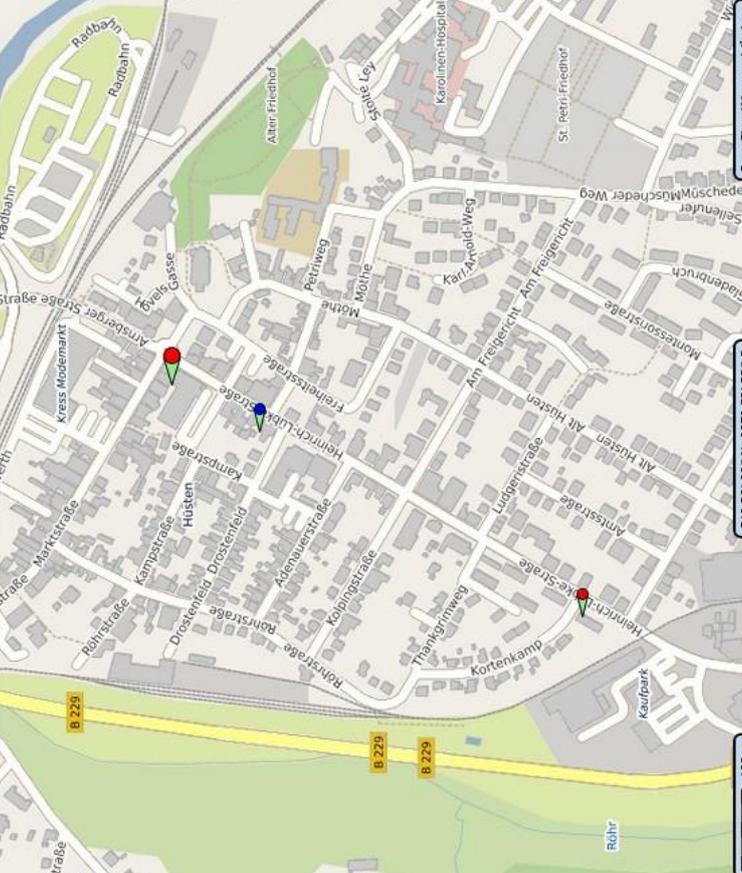
1-JK_{RI-U(P)} 2015

AR_HL

#

Unfallkategorien	Unfalltypen	Unfallumstände
Unfall mit Getöteten	1 - Fahrradunfall (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 (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 - Fahrradunfall (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 (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

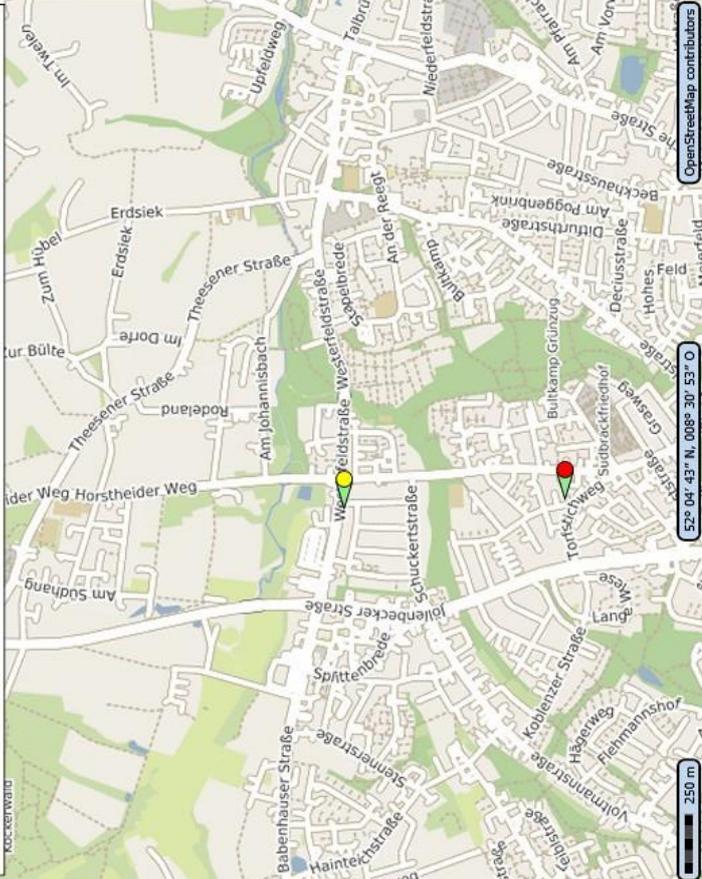


1-JK Rf-U(P) 06/19-05/20

1-JK Rf-U(P) 2017

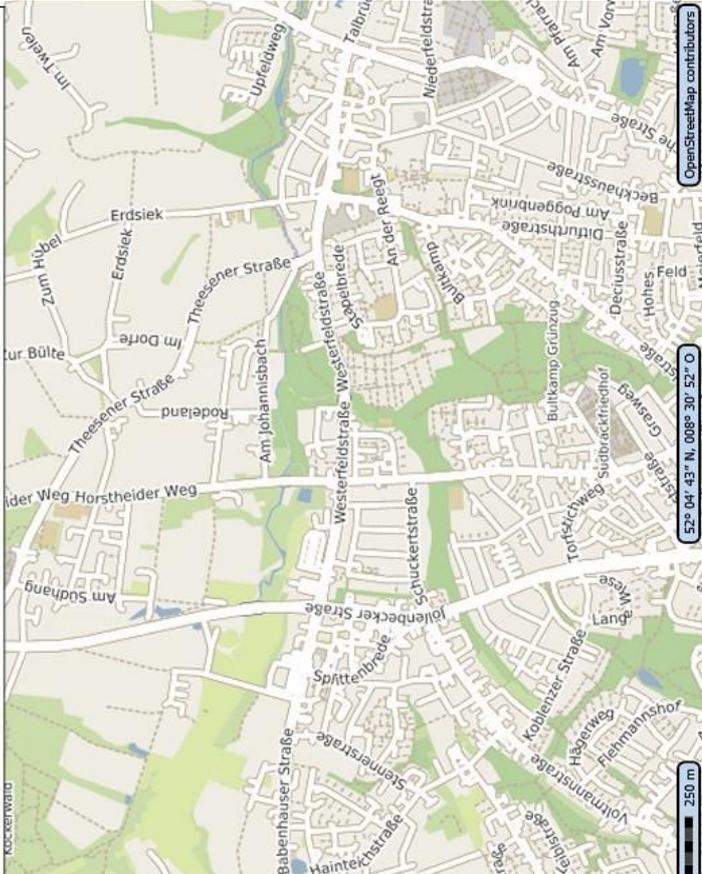
BI

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 (ÜS)	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-JKRF-UP) 2017

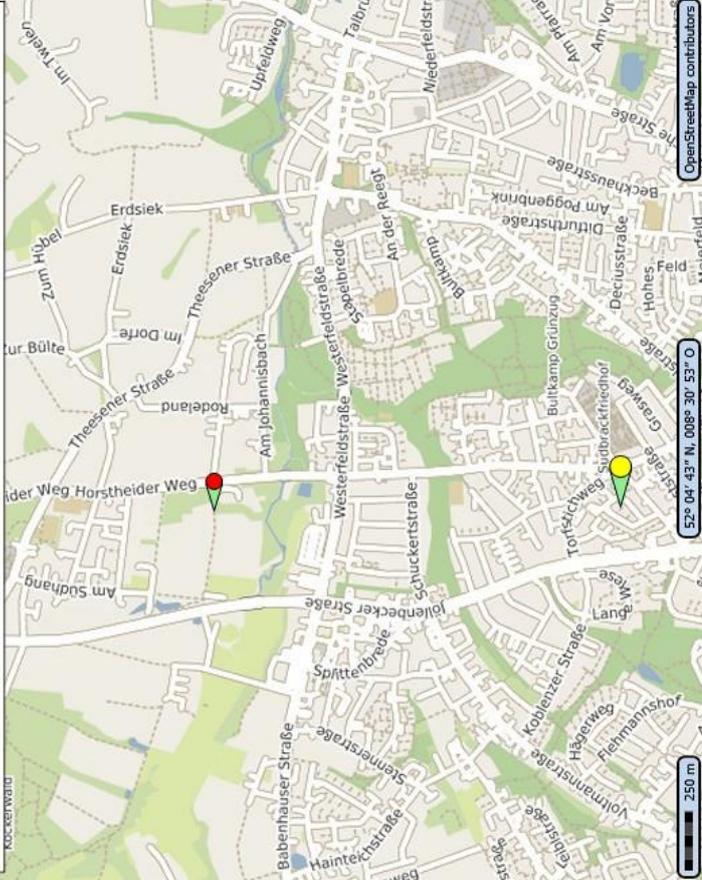
Unfallkategorien	Unfalltypen	Unfallumstände
Unfall mit Getöteten	1 - Fahrunfall (F)	Fußgänger
Unfall mit Schwerverletzten	2 - Abbiegeunfall (AB)	Radfahrer
Unfall mit Leichtverletzten	3 - Einbiegen/Kreuzen-Unfall (EK)	Kraftfahr
Unfall mit schwerwiegendem Sachschaden	4 - Überschreiten-Unfall (ÜS)	Baumunfall
Unfall mit Sachschaden	5 - Unfall durch ruhenden Verkehr (RV)	Alkohol oder Drogen
	6 - Unfall im Längsverkehr (LV)	Überholunfall
	7 - Sonstiger Unfall (SO)	Wildunfall



1-JKRF-UP) 2019

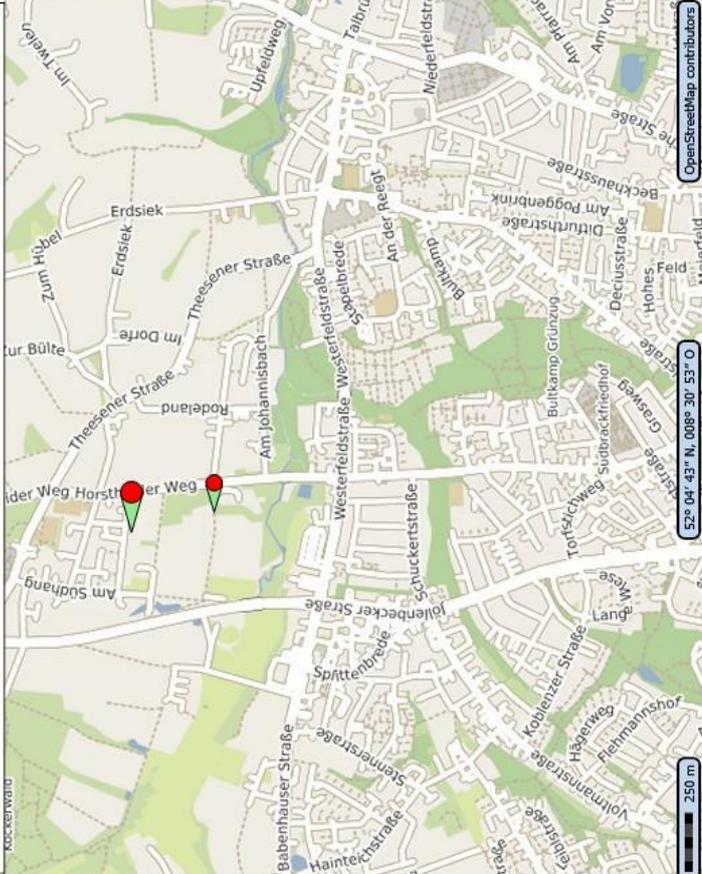
BI

Unfallkategorien	Unfalltypen	Unfallumstände
<ul style="list-style-type: none"> Unfall mit Getöteten Unfall mit Schwerverletzten Unfall mit Leichtverletzten Unfall mit schwerwiegendem Sachschaden Unfall mit Sachschaden 	<ul style="list-style-type: none"> 1 - Fahrunfall (F) 2 - Abbiegeunfall (AB) 3 - Einbiegen/Kreuzen-Unfall (EK) 4 - Überschreiten-Unfall (ÜS) 5 - Unfall durch ruhenden Verkehr (RV) 6 - Unfall im Längsverkehr (LV) 7 - Sonstiger Unfall (SO) 	<ul style="list-style-type: none"> Fußgänger Radfahrer Kraftfahr Baumunfall Alkohol oder Drogen Überholunfall Wildunfall



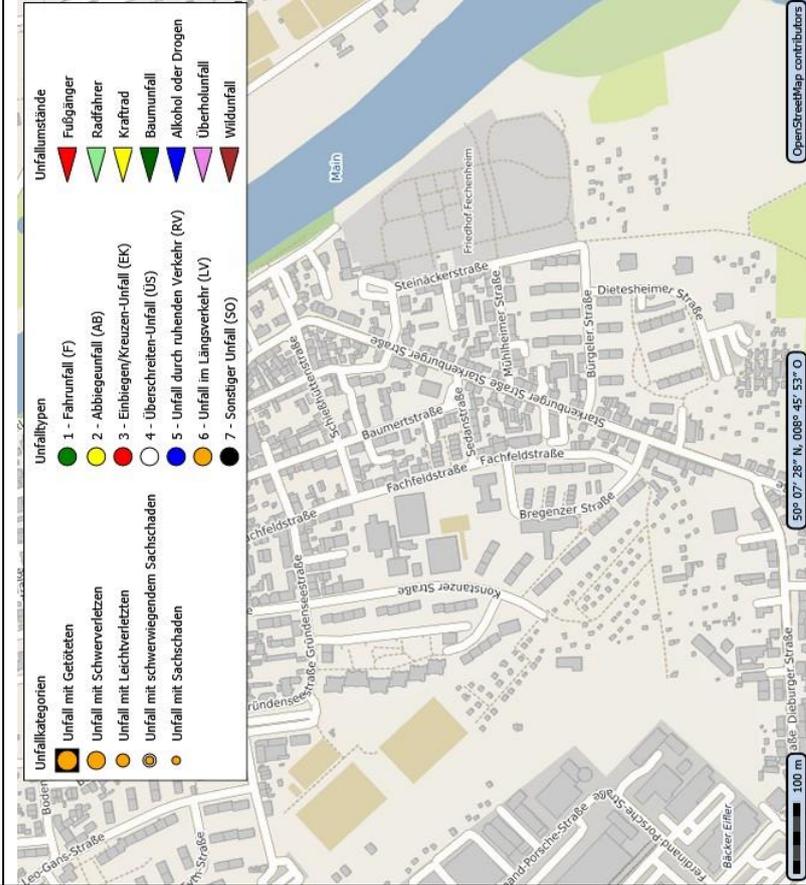
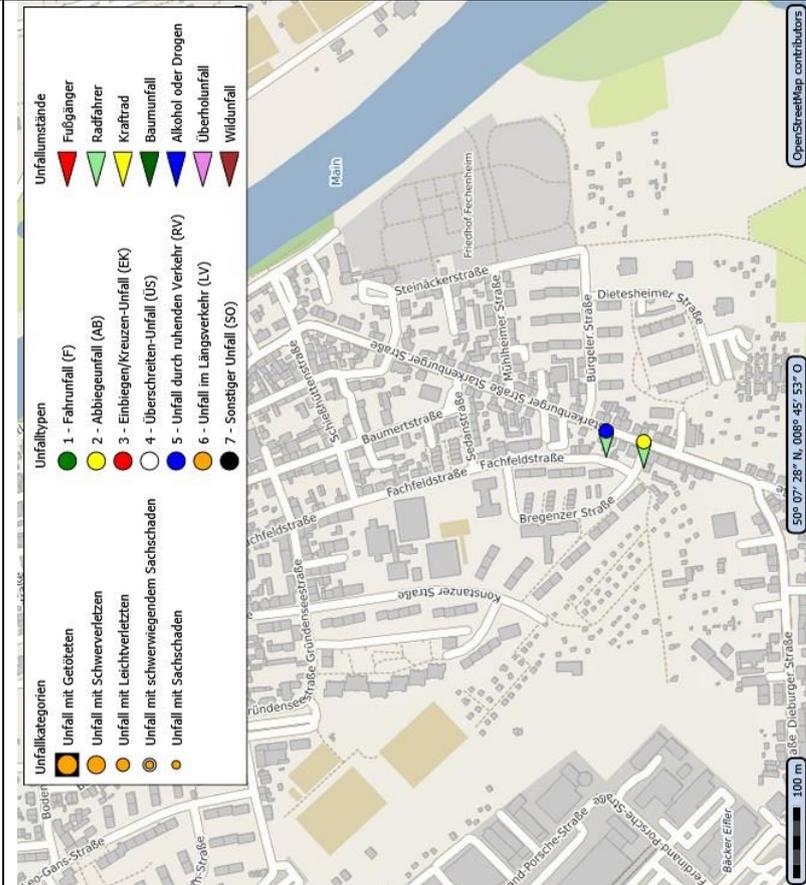
1-JKRf-UP) 2015

Unfallkategorien	Unfalltypen	Unfallumstände
<ul style="list-style-type: none"> Unfall mit Getöteten Unfall mit Schwerverletzten Unfall mit Leichtverletzten Unfall mit schwerwiegendem Sachschaden Unfall mit Sachschaden 	<ul style="list-style-type: none"> 1 - Fahrunfall (F) 2 - Abbiegeunfall (AB) 3 - Einbiegen/Kreuzen-Unfall (EK) 4 - Überschreiten-Unfall (ÜS) 5 - Unfall durch ruhenden Verkehr (RV) 6 - Unfall im Längsverkehr (LV) 7 - Sonstiger Unfall (SO) 	<ul style="list-style-type: none"> Fußgänger Radfahrer Kraftfahr Baumunfall Alkohol oder Drogen Überholunfall Wildunfall



1-JKRf-UP) 2016

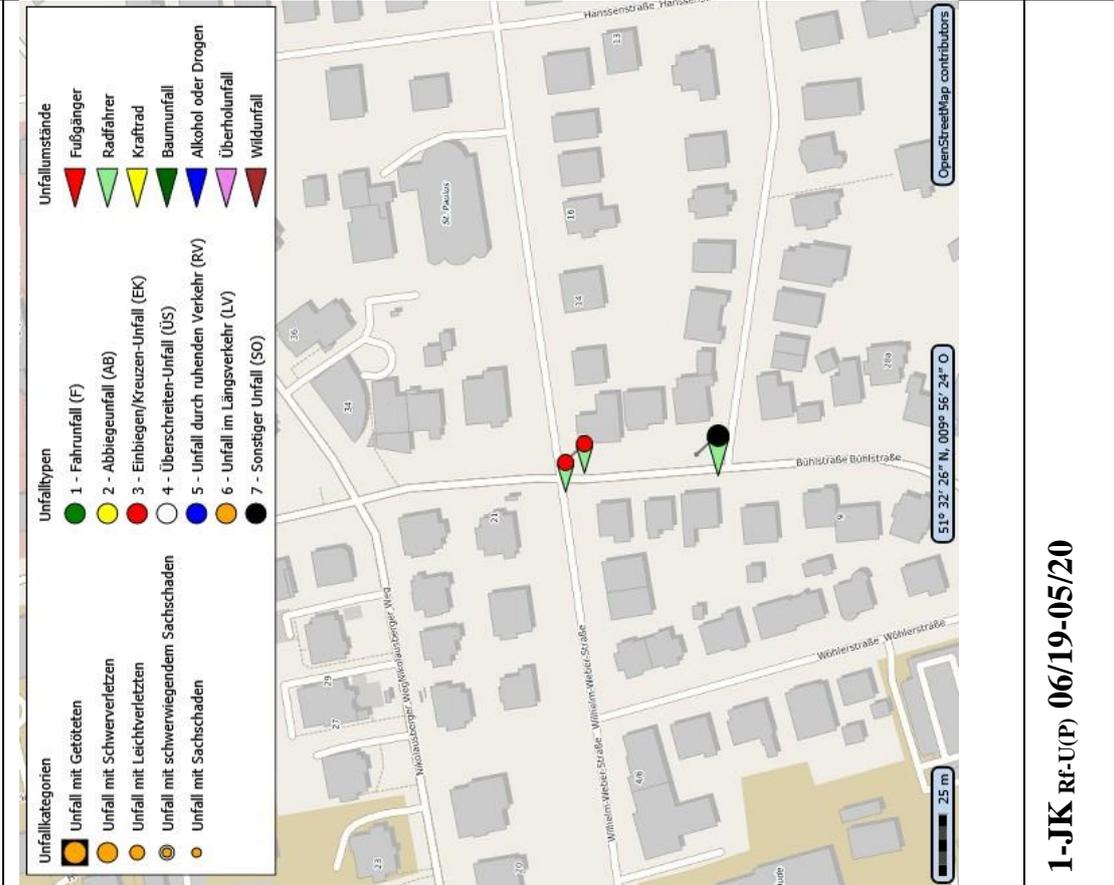
FR_RH



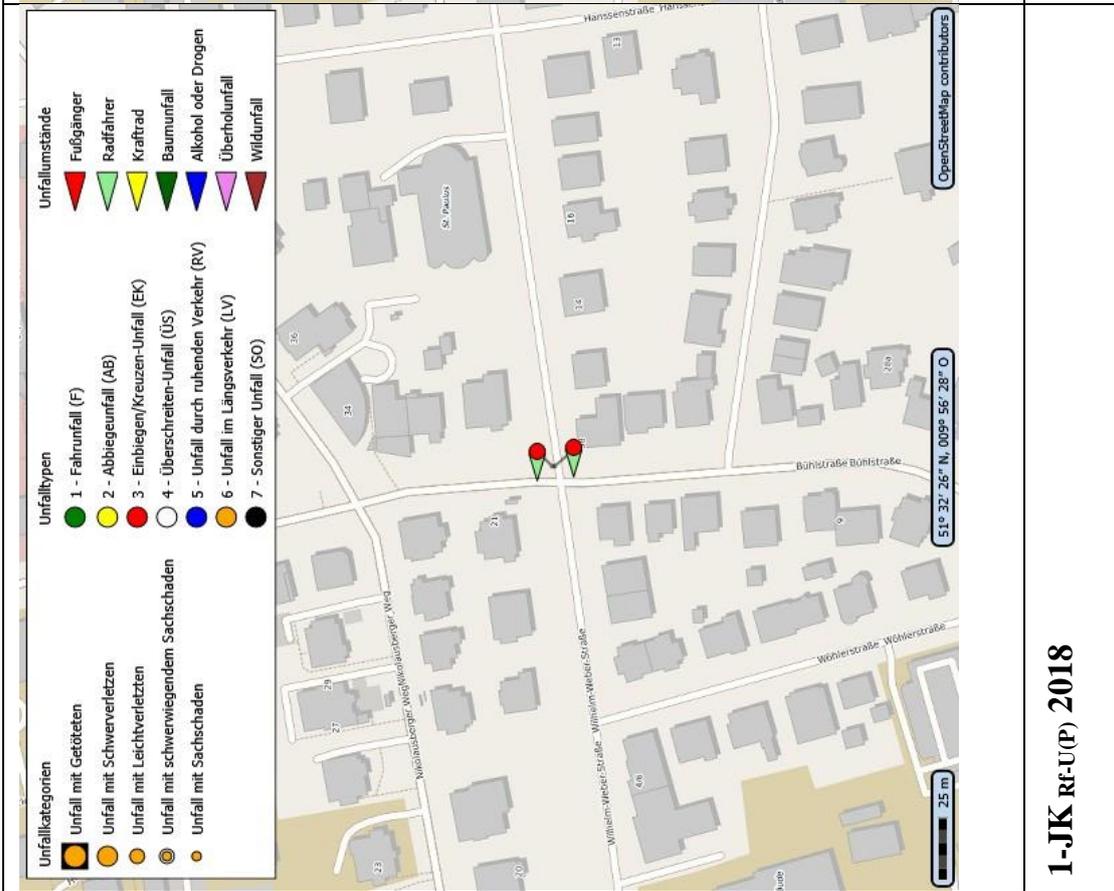
3-JK RF-U(P) 2017-2019

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

GT

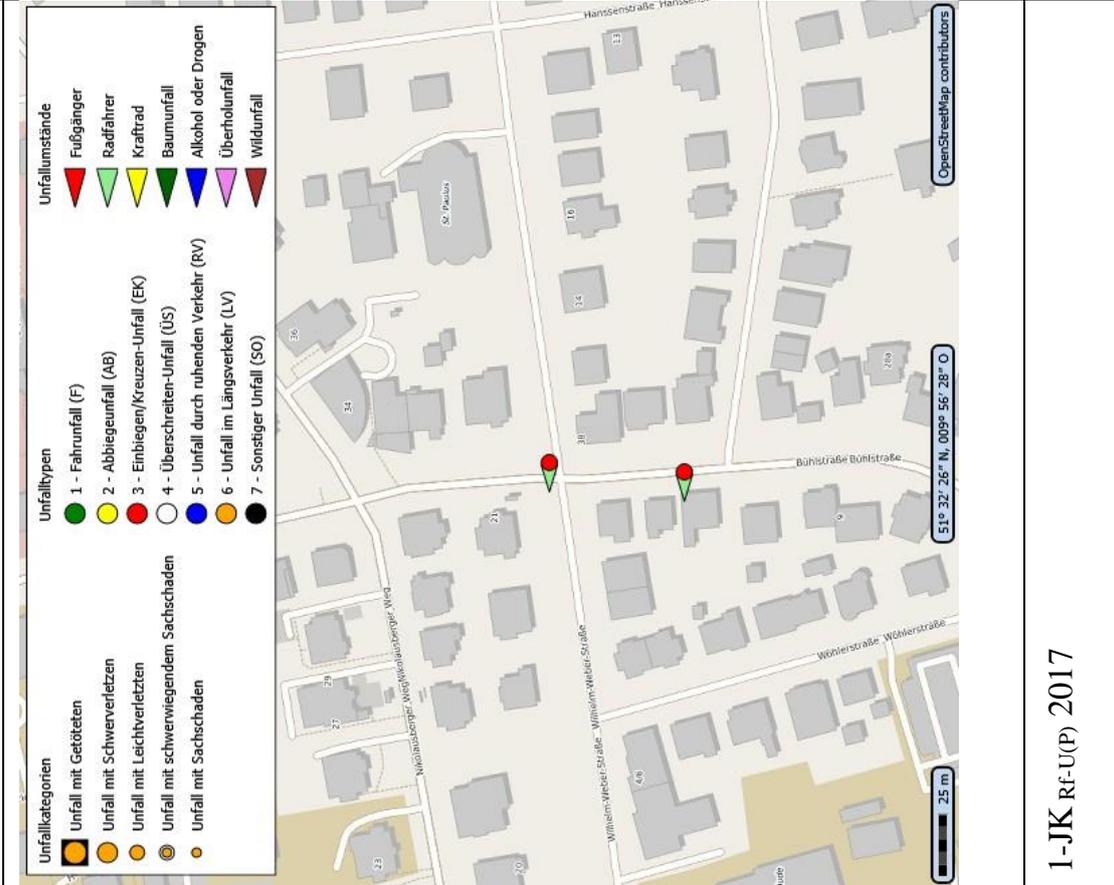


1-JK Rf-U(P) 06/19-05/20

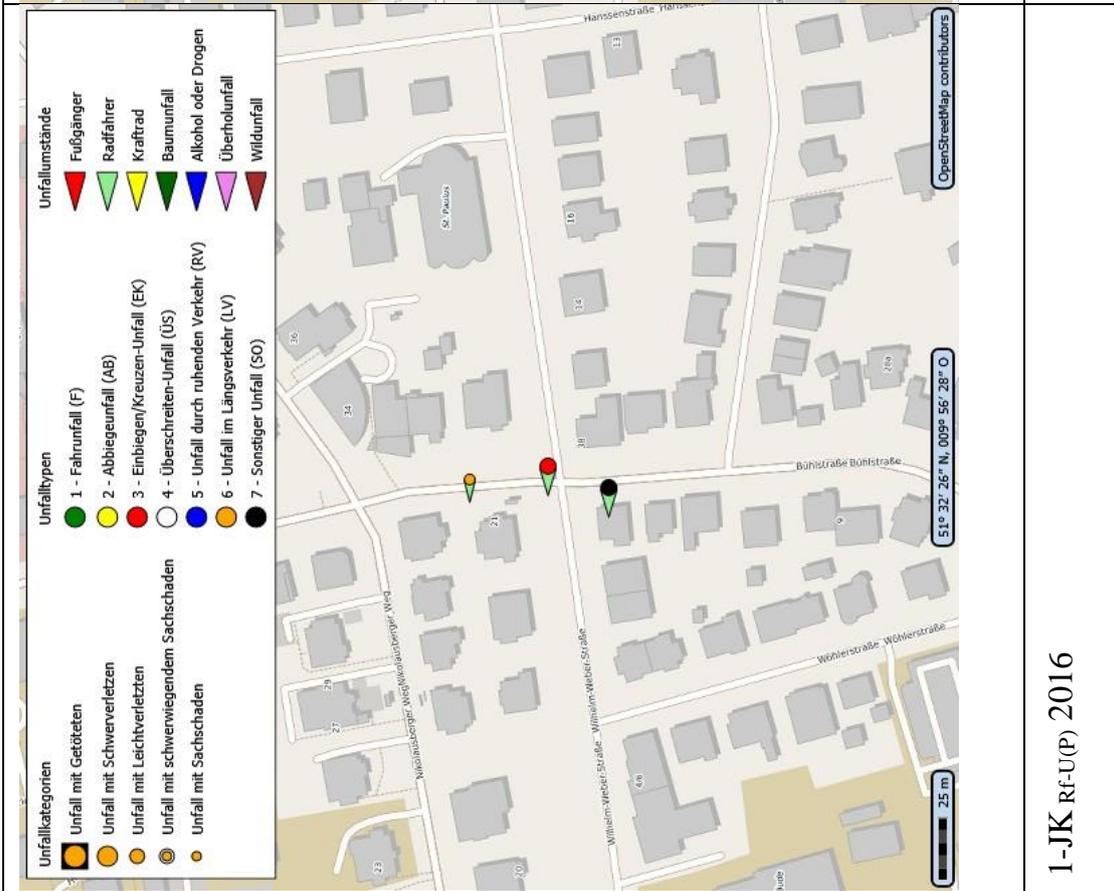


1-JK Rf-U(P) 2018

GT

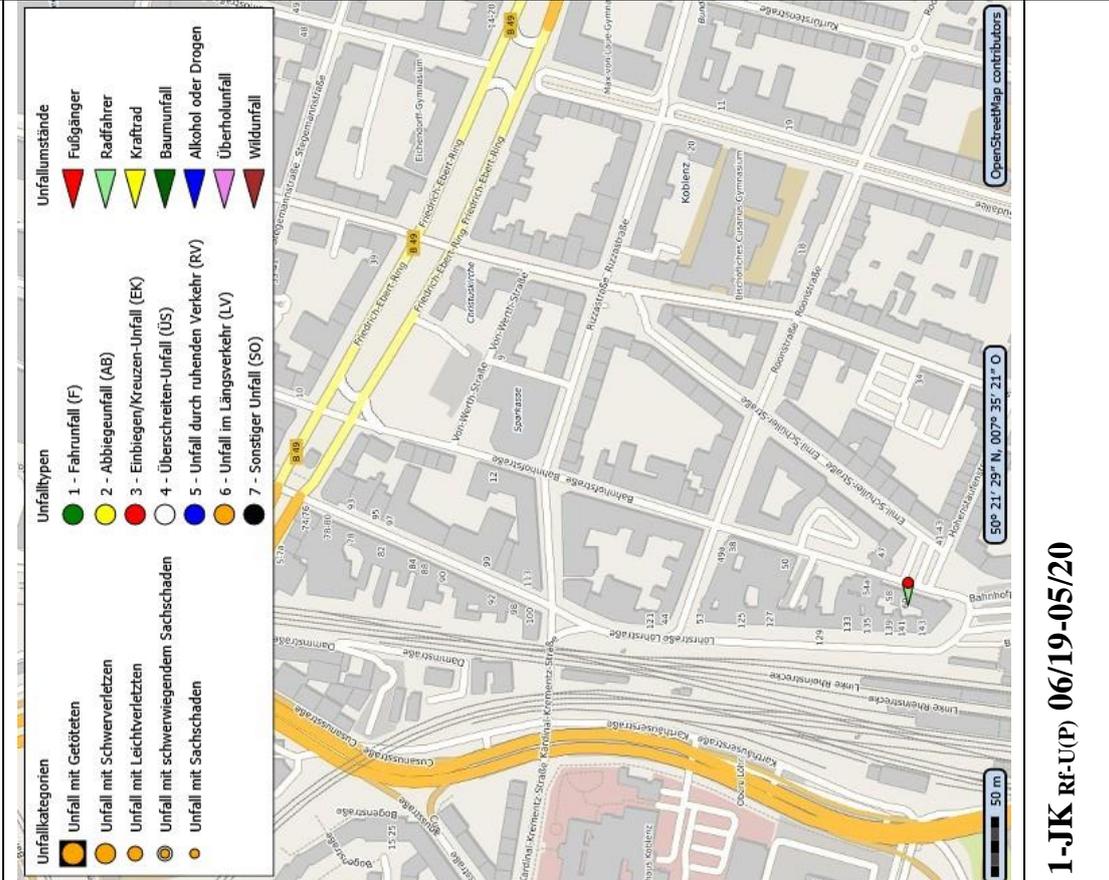


1-JK Rf-U(P) 2017

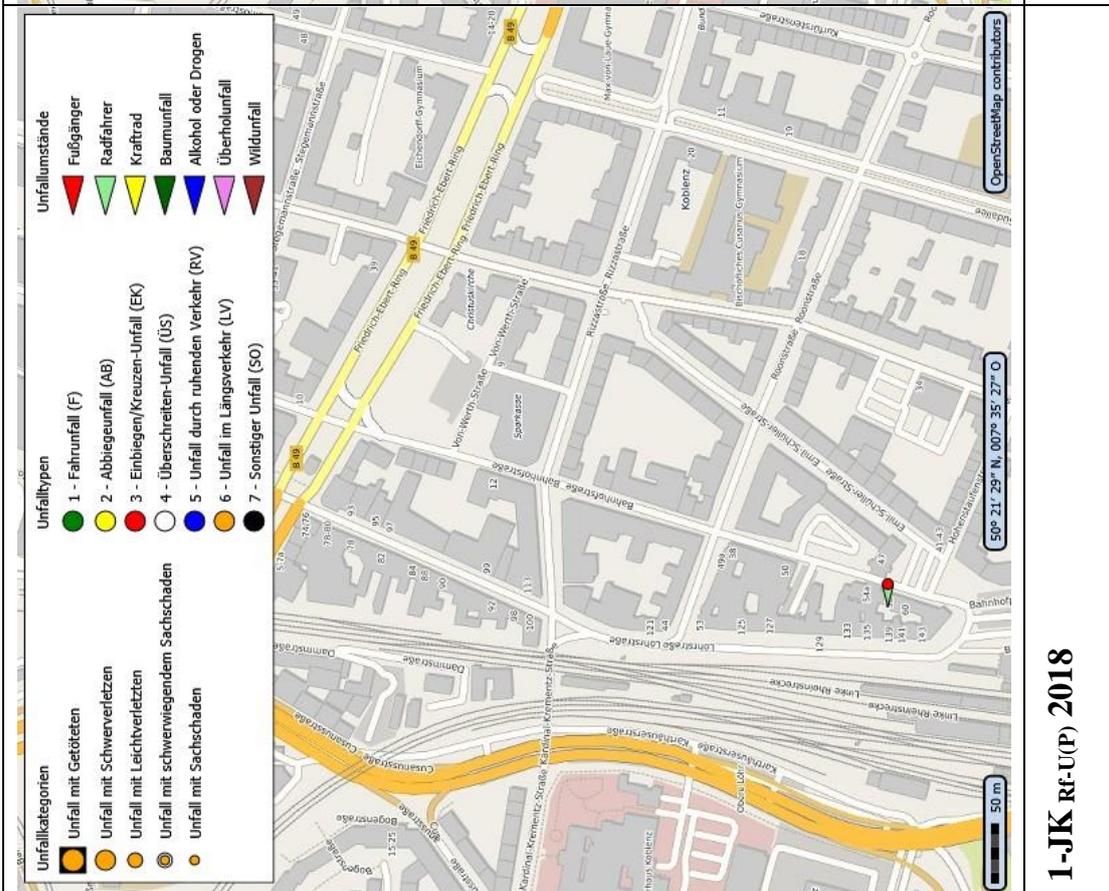


1-JK Rf-U(P) 2016

KO_BH

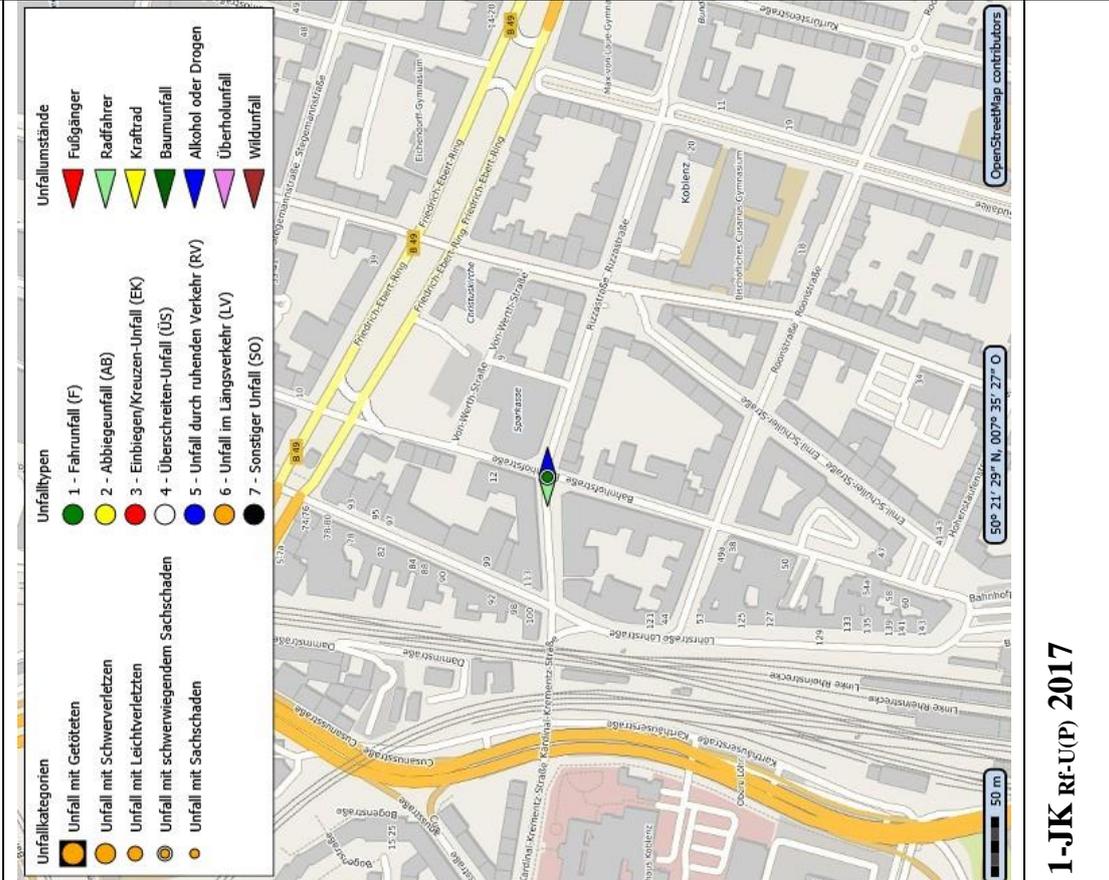


1-JK Rf-U(P) 06/19-05/20

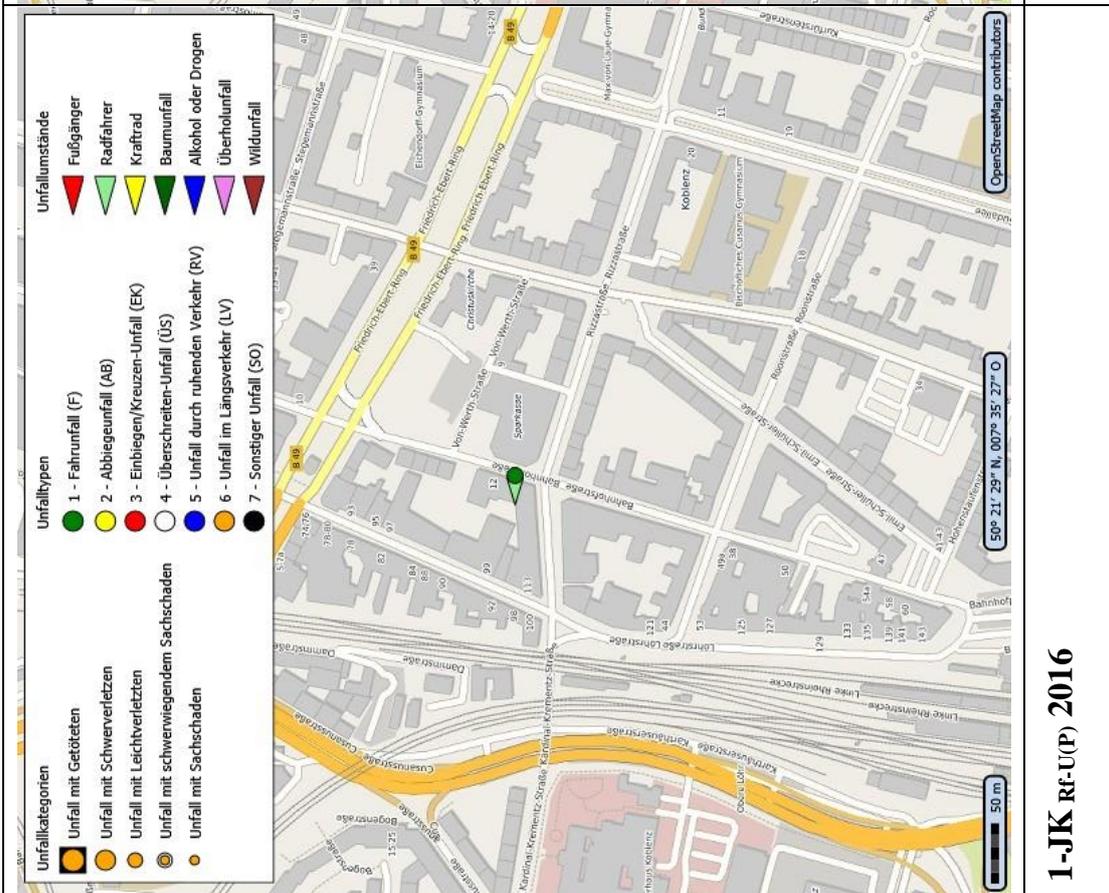


1-JK Rf-U(P) 2018

KO_BH



1-JK Rf-UP) 2017

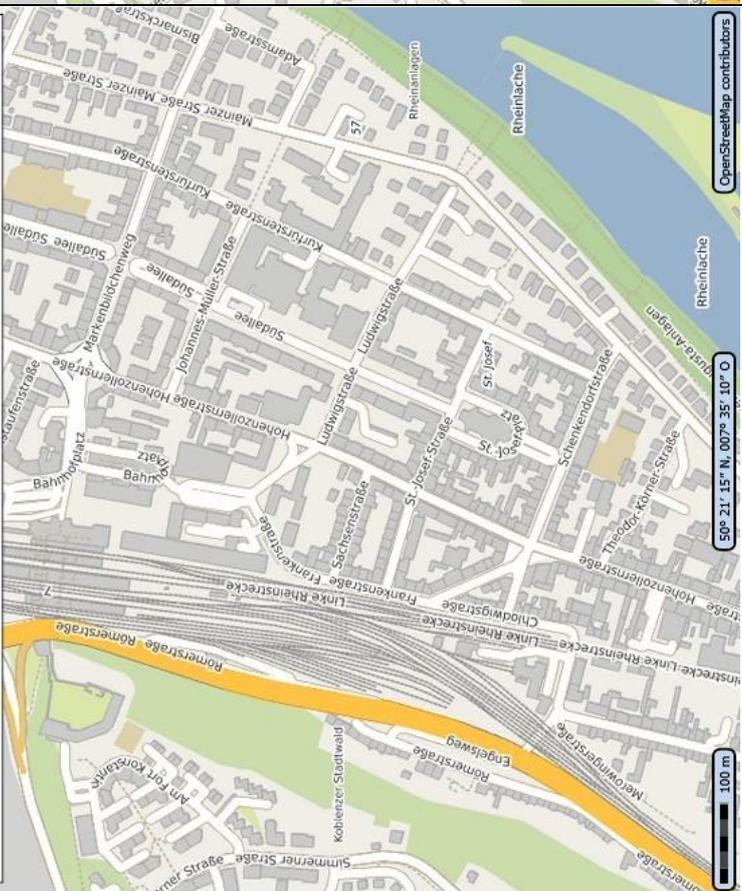
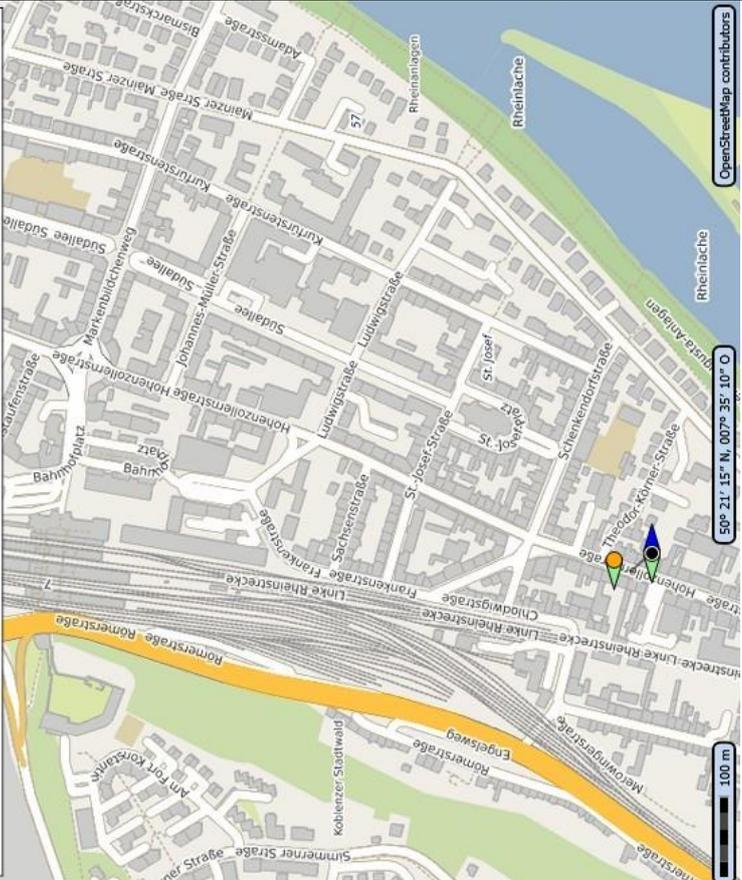


1-JK Rf-UP) 2016

KO_H

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)	Krafttrad
Unfall mit schwerwiegendem Sachschaden	4 - Überschreiten-Unfall (ÜS)	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)	Krafttrad
Unfall mit schwerwiegendem Sachschaden	4 - Überschreiten-Unfall (ÜS)	Baumunfall
Unfall mit Sachschaden	5 - Unfall durch ruhenden Verkehr (RV)	Alkohol oder Drogen
	6 - Unfall im Längsverkehr (LV)	Überholunfall
	7 - Sonstiger Unfall (SO)	Wildunfall

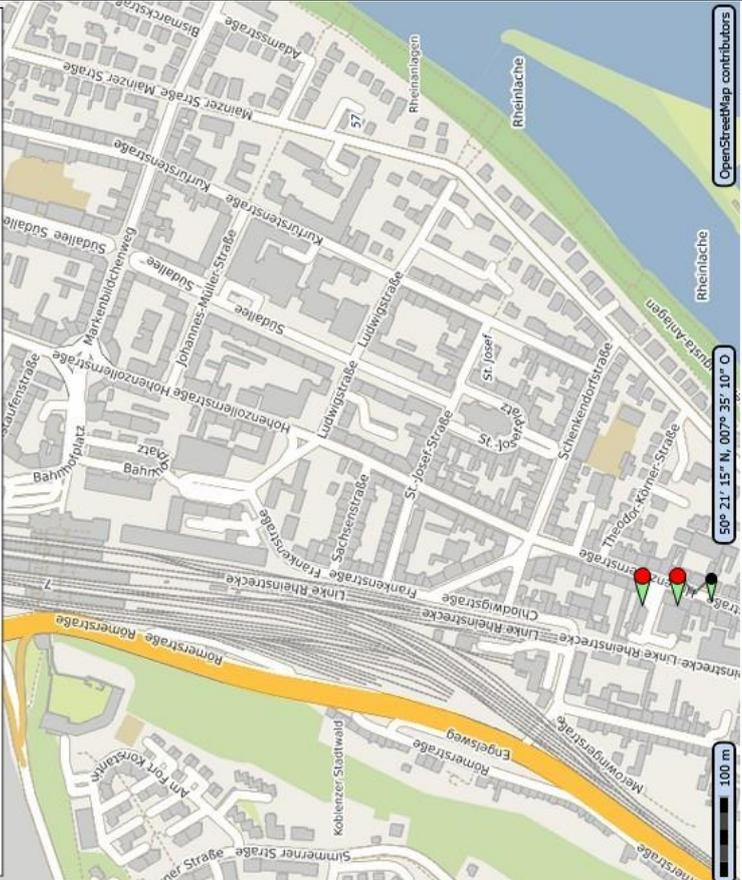


1-JK Rf-U(P) 06/19-05/20

1-JK Rf-U(P) 2018

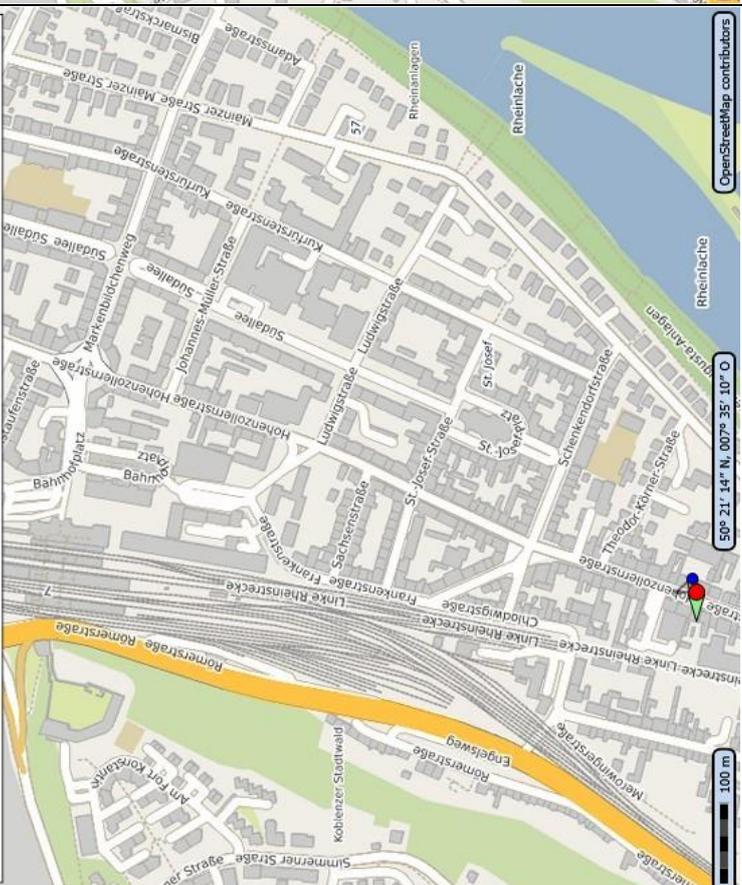
KO_H

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)	Krafttrad
Unfall mit schwerwiegendem Sachschaden	4 - Überschreiten-Unfall (ÜS)	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-UP) 2017

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)	Krafttrad
Unfall mit schwerwiegendem Sachschaden	4 - Überschreiten-Unfall (ÜS)	Baumunfall
Unfall mit Sachschaden	5 - Unfall durch ruhenden Verkehr (RV)	Alkohol oder Drogen
	6 - Unfall im Längsverkehr (LV)	Überholunfall
	7 - Sonstiger Unfall (SO)	Wildunfall

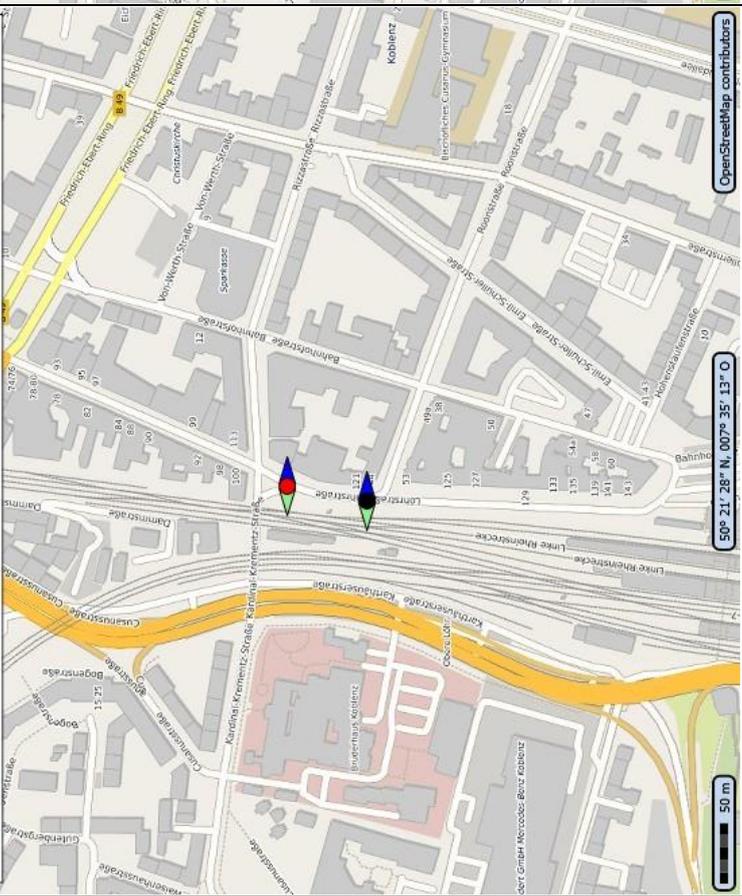
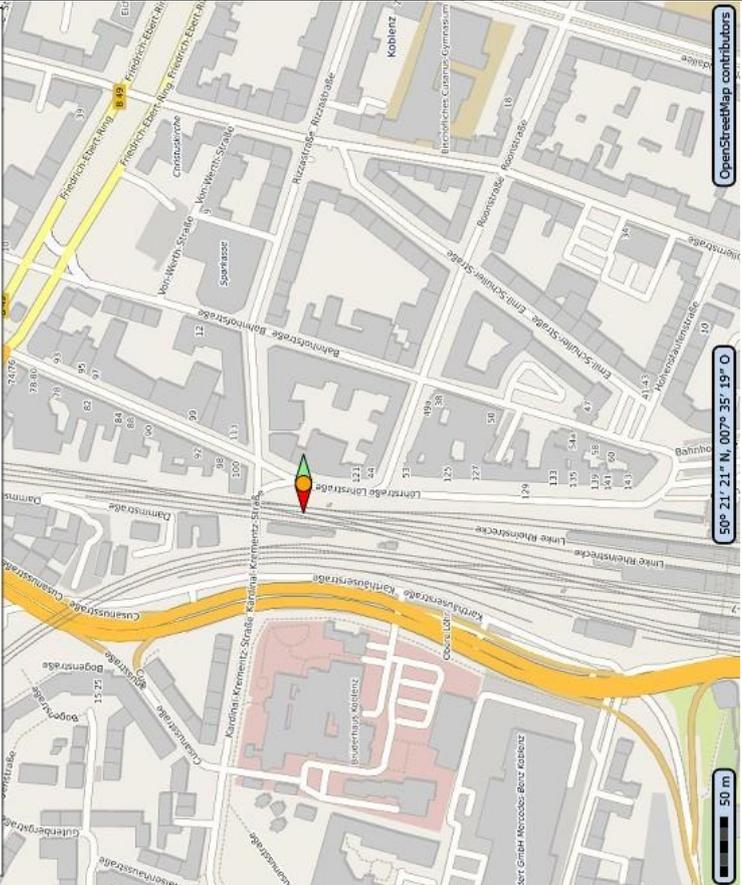


1-JK Rf-UP) 2016

KO_L

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)	Krafttrad
Unfall mit schwerwiegendem Sachschaden	4 - Überschreiten-Unfall (ÜS)	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)	Krafttrad
Unfall mit schwerwiegendem Sachschaden	4 - Überschreiten-Unfall (ÜS)	Baumunfall
Unfall mit Sachschaden	5 - Unfall durch ruhenden Verkehr (RV)	Alkohol oder Drogen
	6 - Unfall im Längsverkehr (LV)	Überholunfall
	7 - Sonstiger Unfall (SO)	Wildunfall



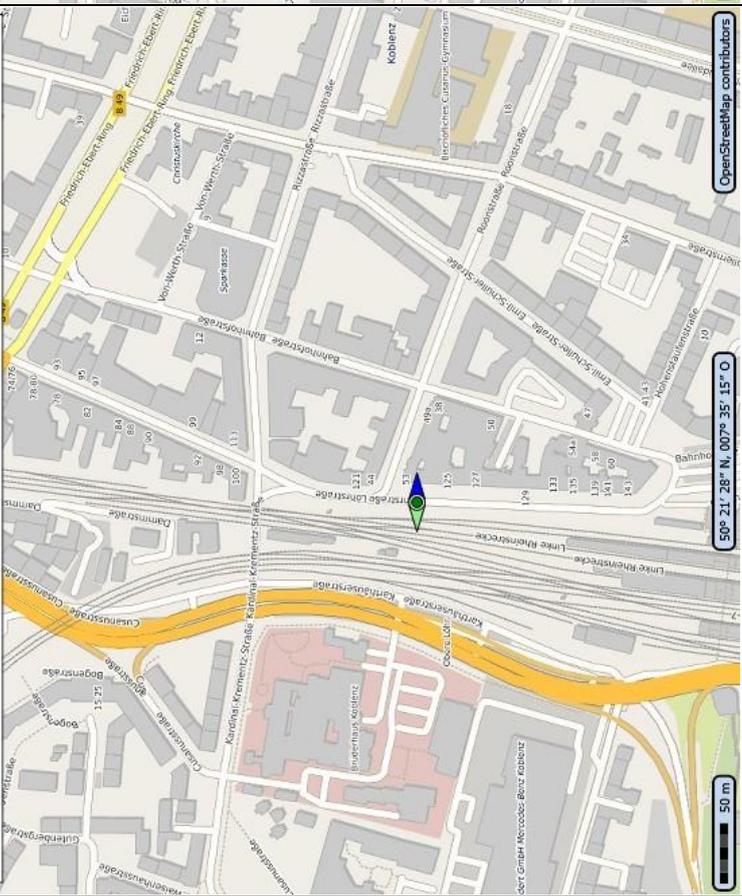
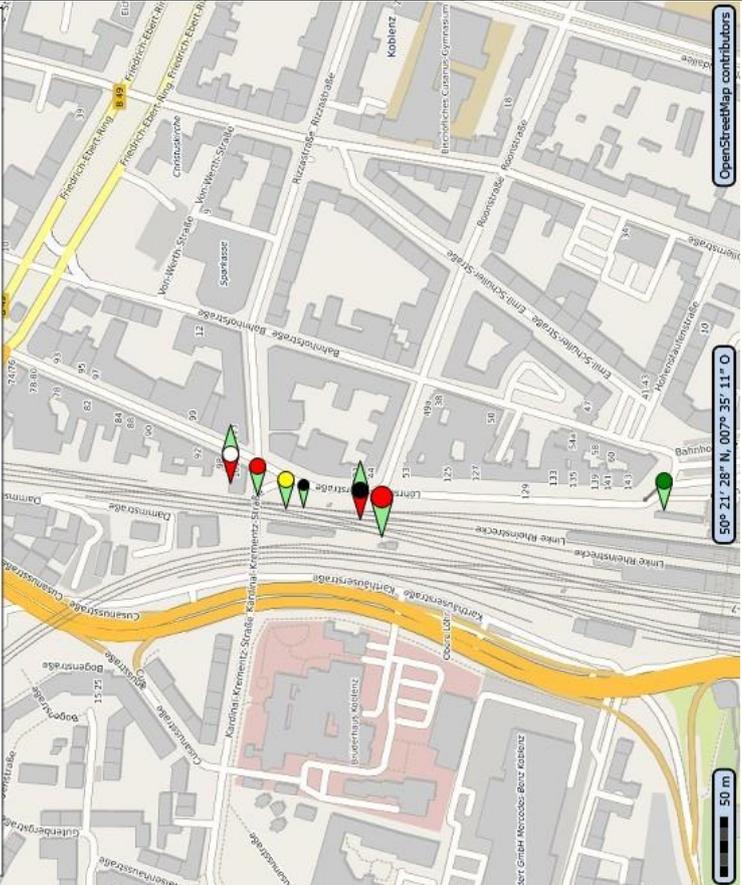
1-JK Rf-U(P) 06/19-05/20

1-JK Rf-U(P) 2018

KO_L

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)	Krafttrad
Unfall mit schwerwiegendem Sachschaden	4 - Überschreiten-Unfall (ÜS)	Baumunfall
Unfall mit Sachschaden	5 - Unfall durch ruhenden Verkehr (RV)	Alkohol oder Drogen
	6 - Unfall im Längsverkehr (LV)	Überholunfall
	7 - Sonstiger Unfall (SO)	Wildunfall

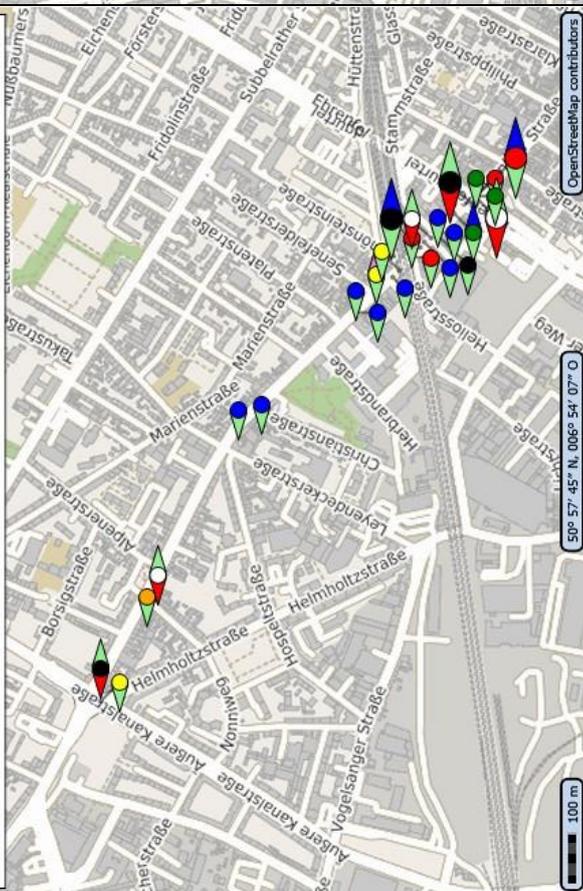
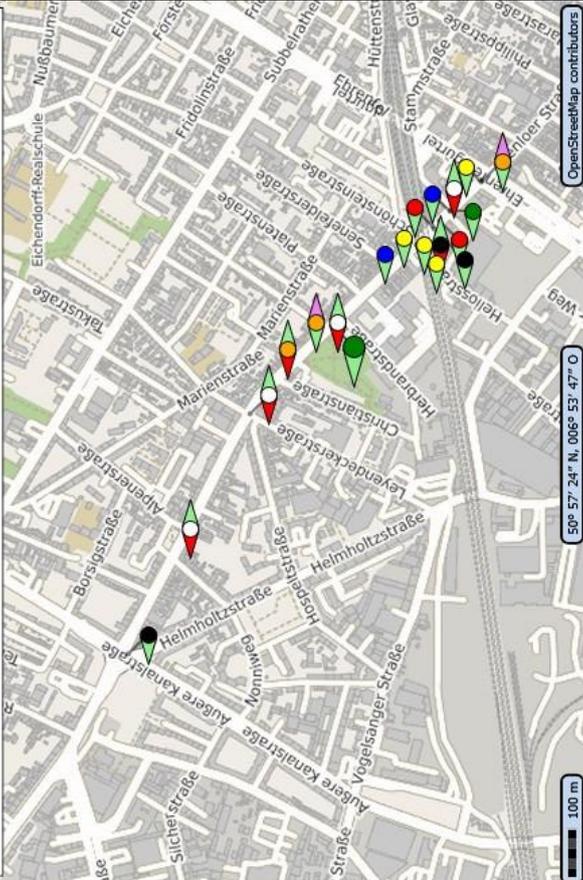
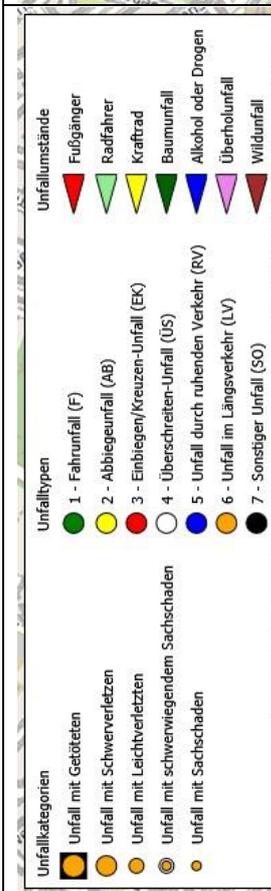
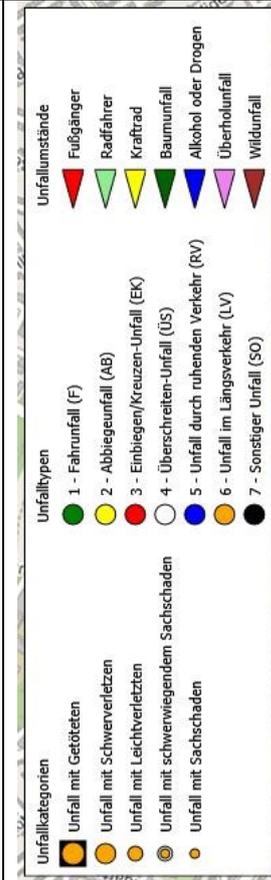
Unfallkategorien	Unfalltypen	Unfallumstände
Unfall mit Getöteten	1 - Fahrunfall (F)	Fußgänger
Unfall mit Schwerverletzten	2 - Abbiegeunfall (AB)	Radfahrer
Unfall mit Leichtverletzten	3 - Einbiegen/Kreuzen-Unfall (EK)	Krafttrad
Unfall mit schwerwiegendem Sachschaden	4 - Überschreiten-Unfall (ÜS)	Baumunfall
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-UP) 2017

1-JK Rf-UP) 2016

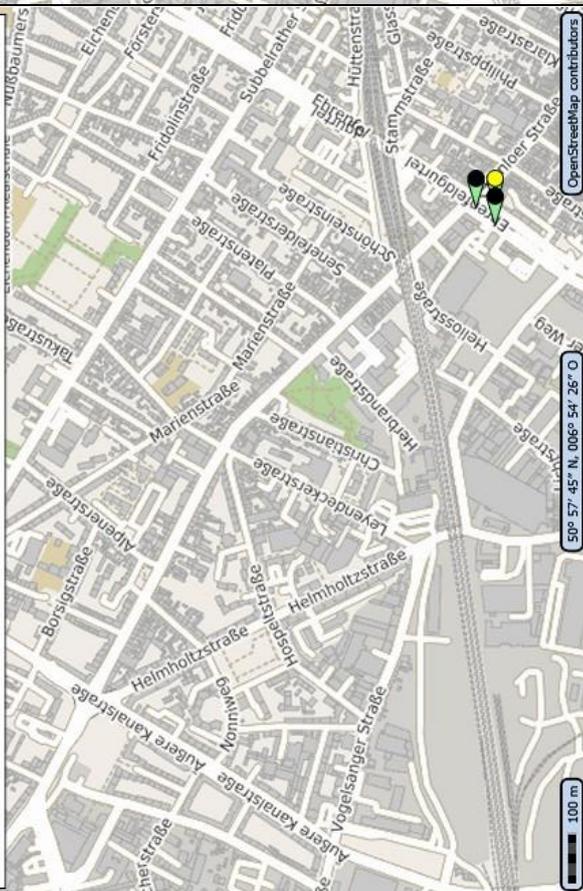
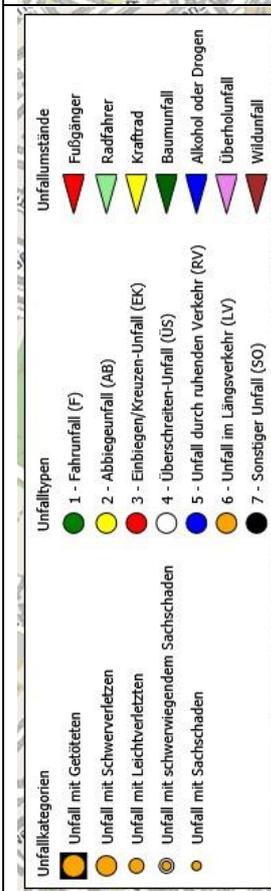
KOE



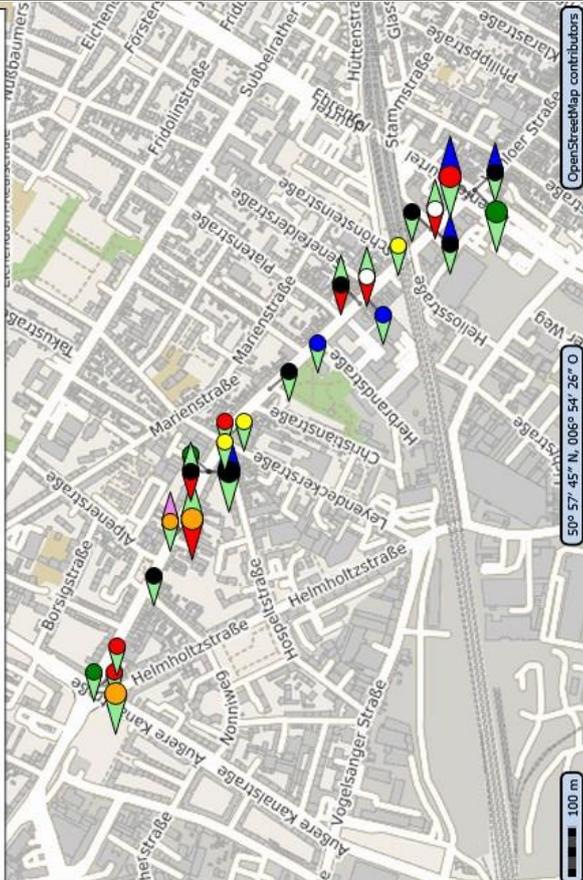
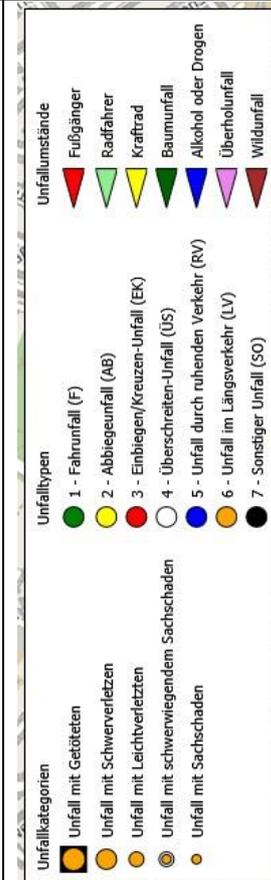
1-JK Rf-U(P) 06/19-05/20

1-JK Rf-U(P) 2018

KOE

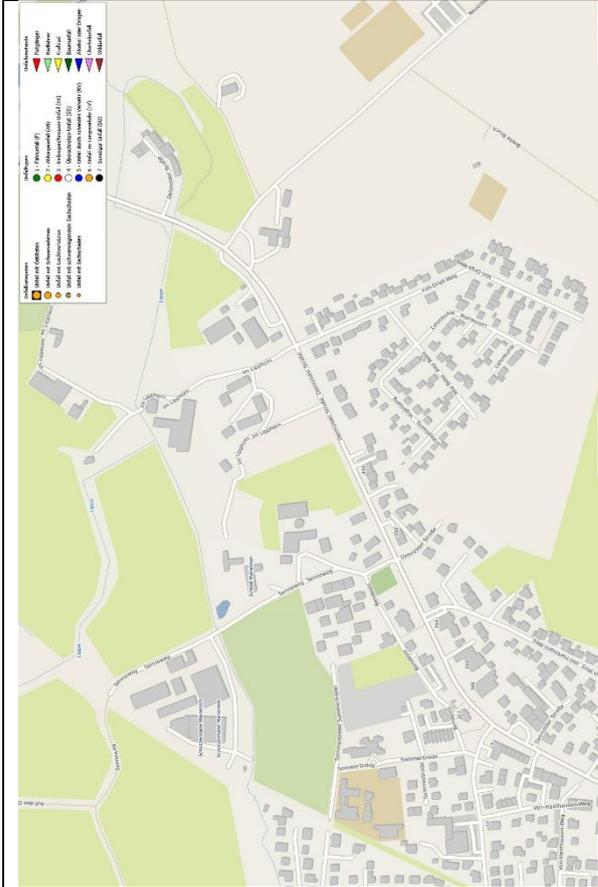
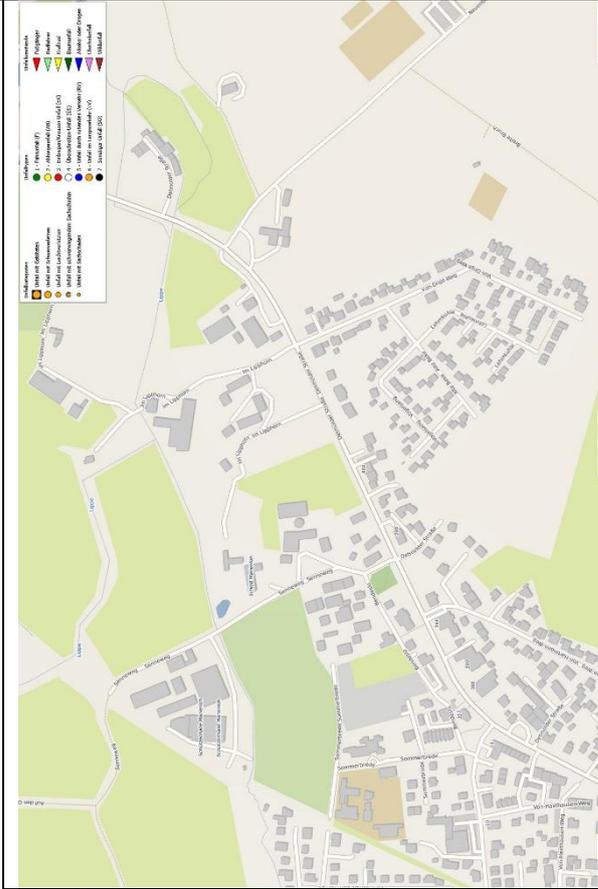


1-JK Rf-U(P) 2016



1-JK Rf-U(P) 2017

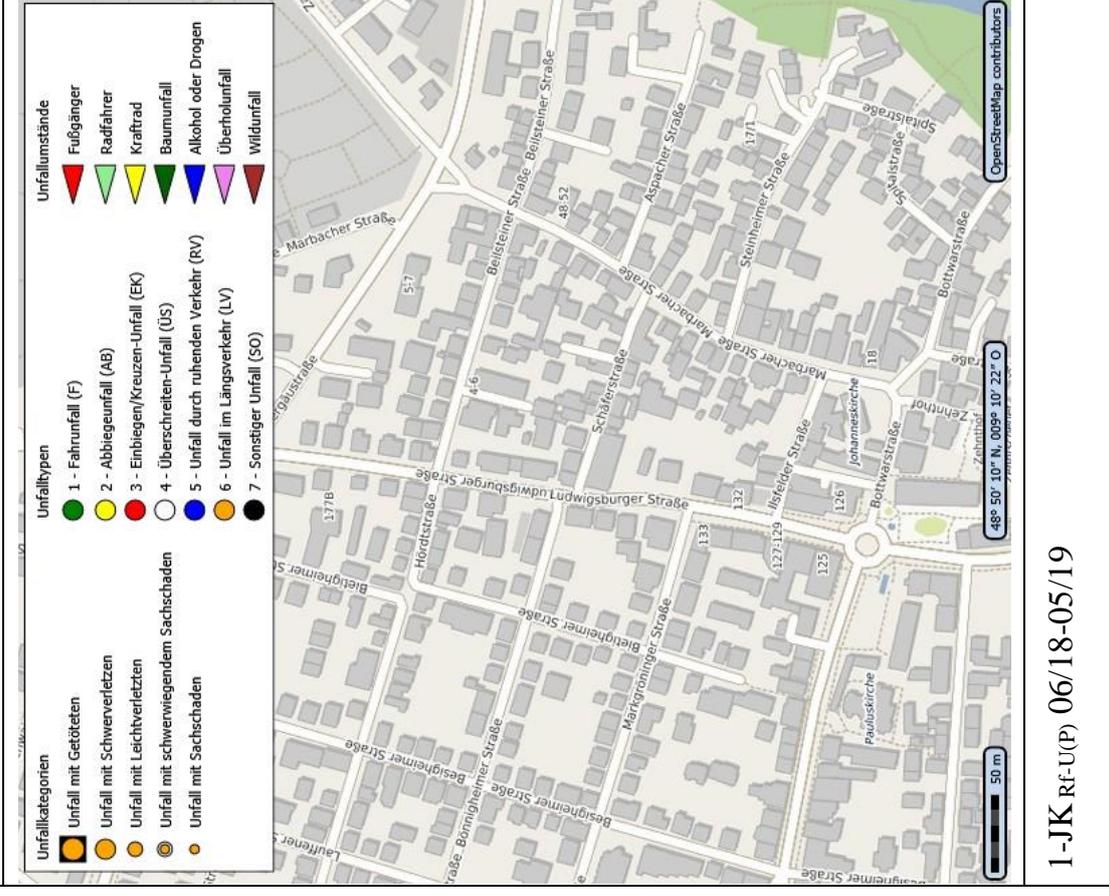
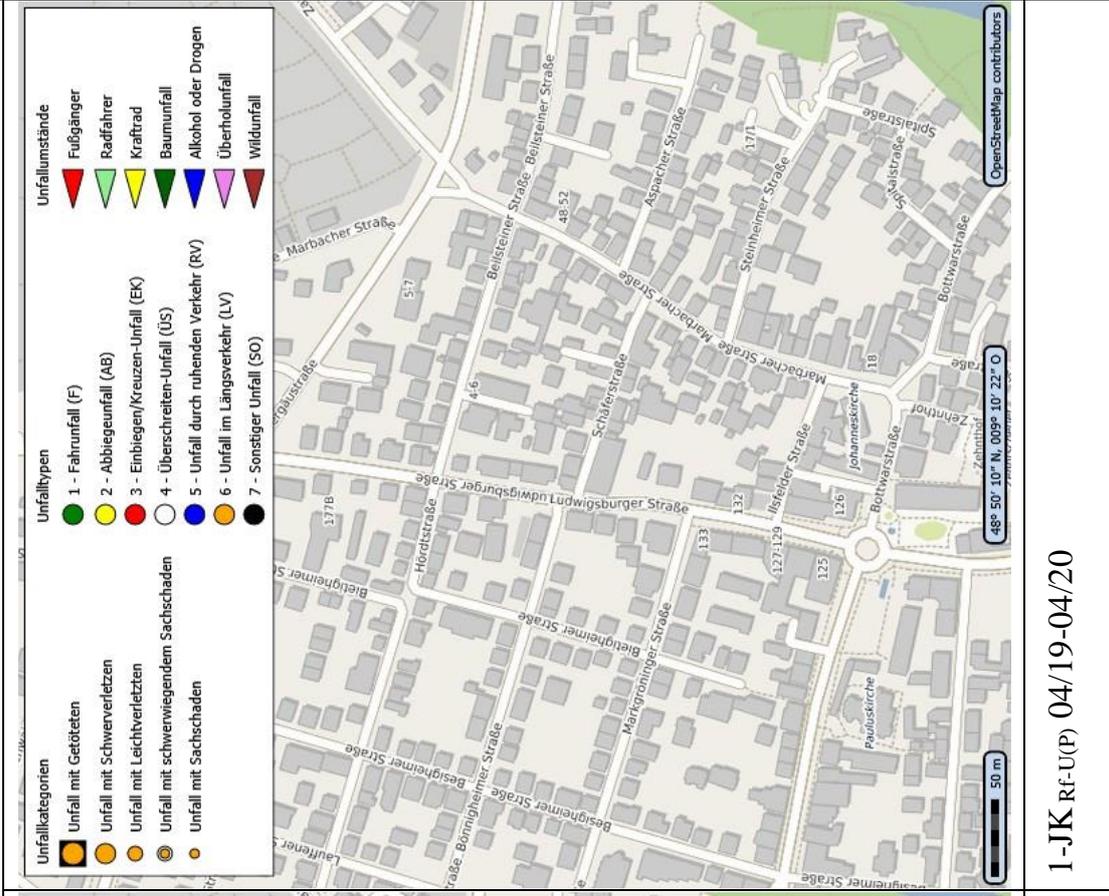
PB



1-JK Rf-U(P) 2015

1-JK Rf-U(P) 2016

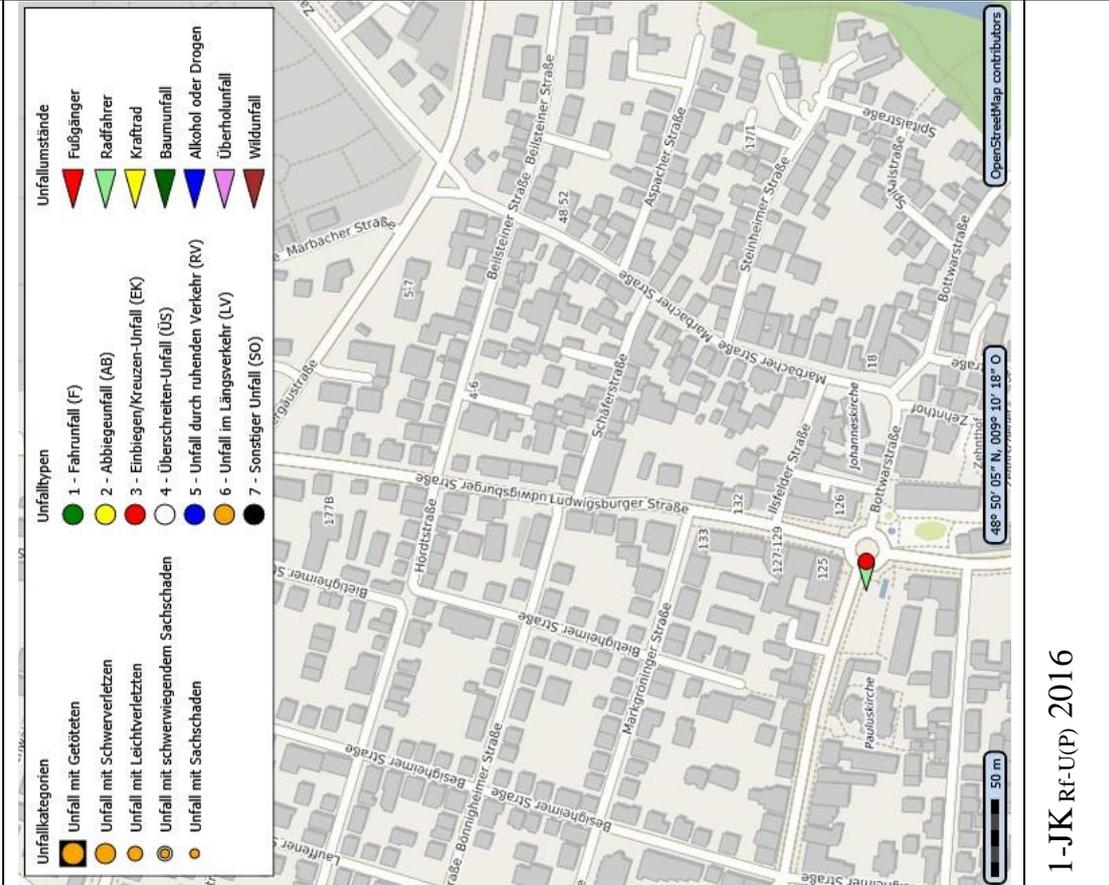
ST



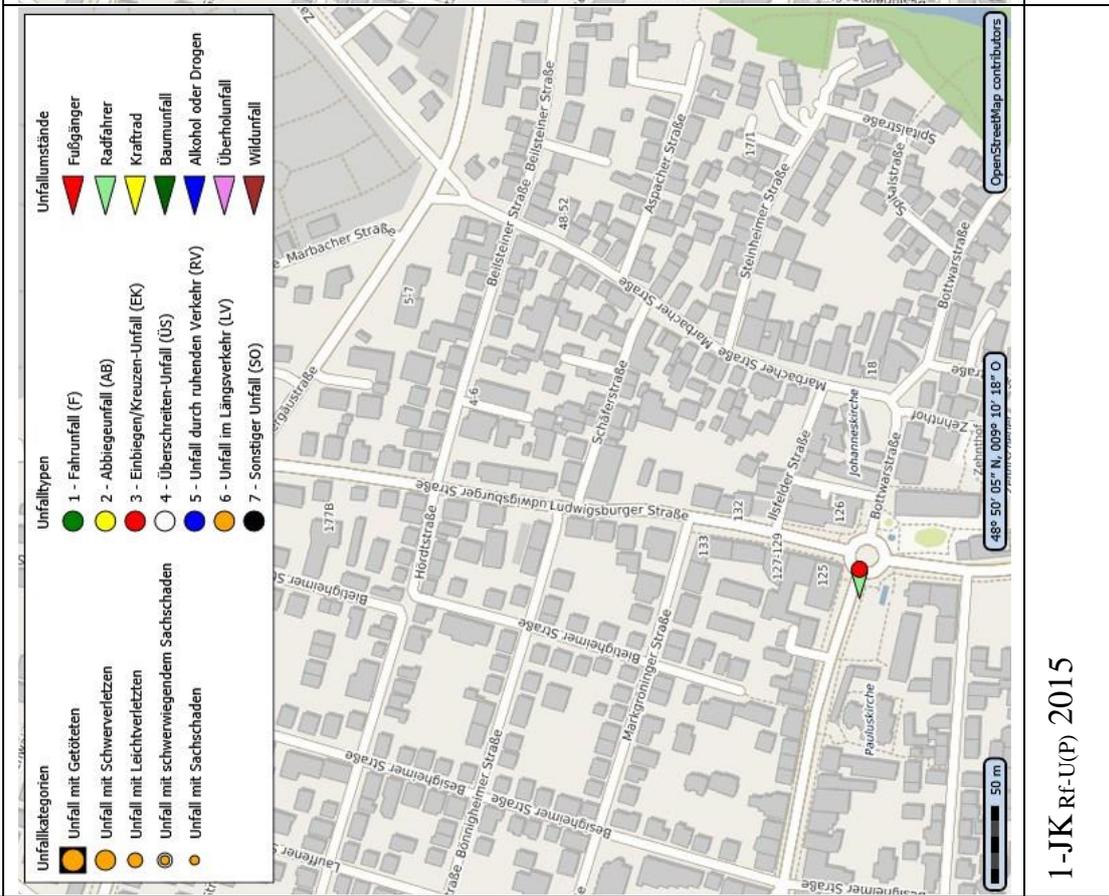
1-JK Rf-U(P) 04/19-04/20

1-JK Rf-U(P) 06/18-05/19

ST

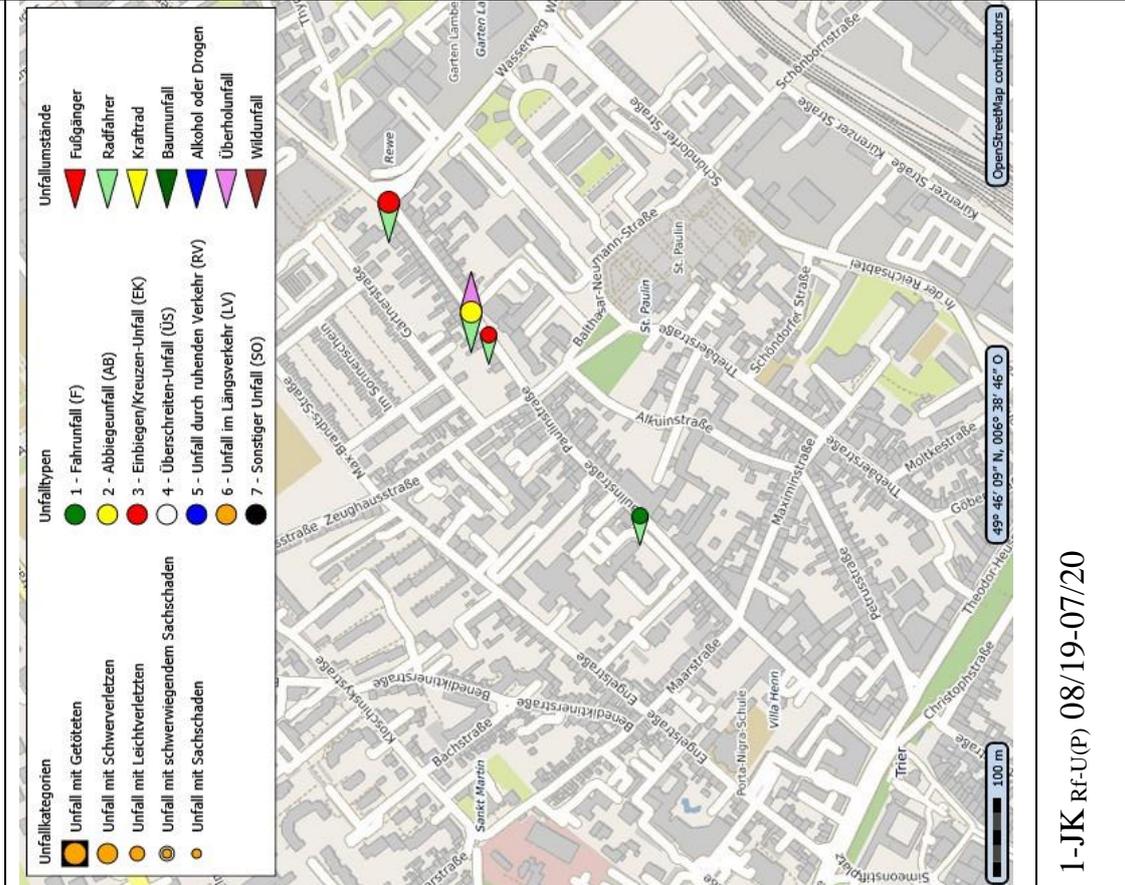


1-JK RF-U(P) 2016

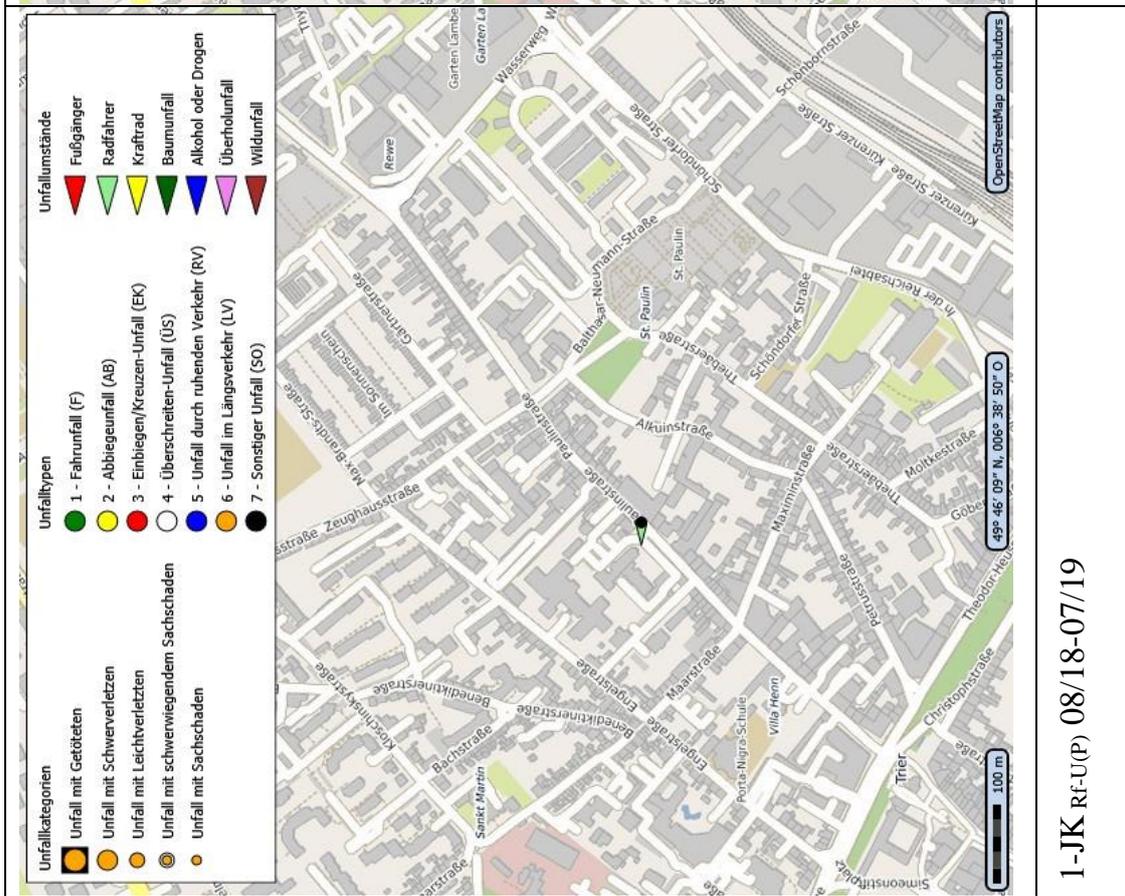


1-JK RF-U(P) 2015

TR_PA

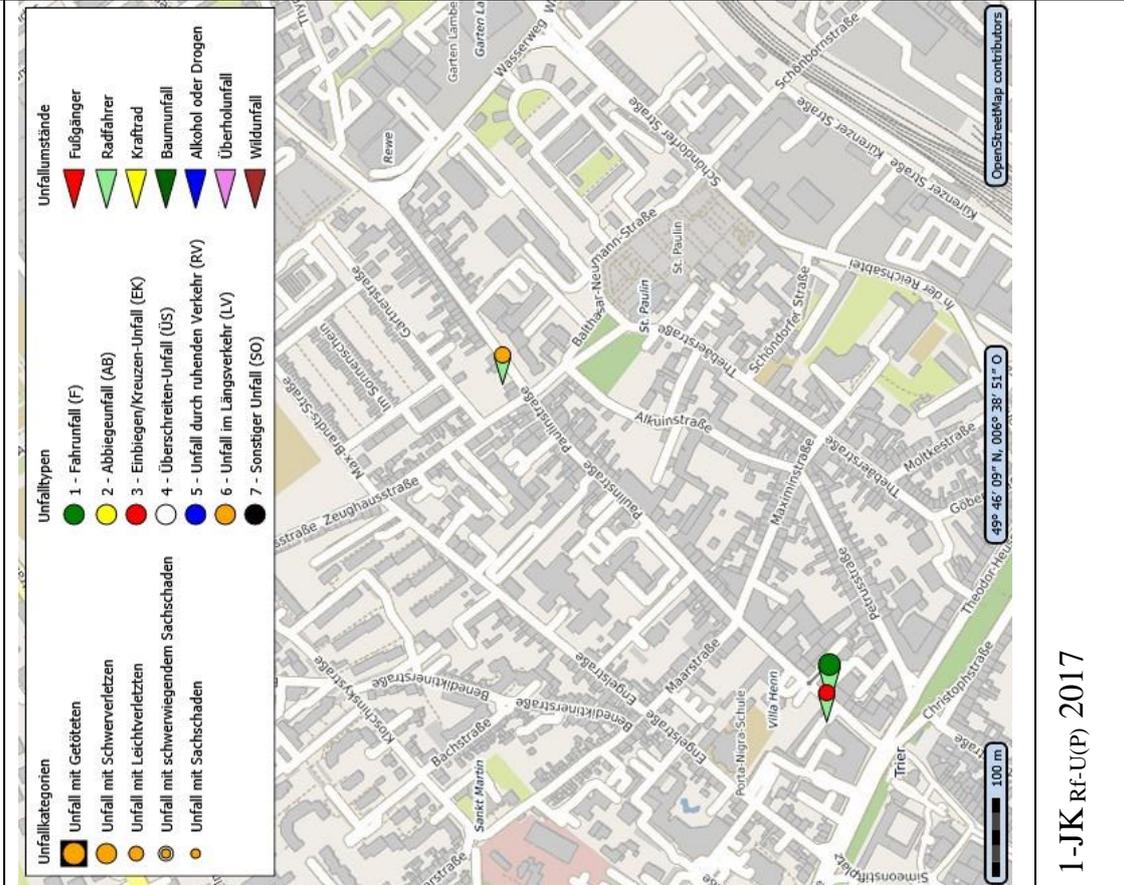


1-JK RF-U(P) 08/19-07/20

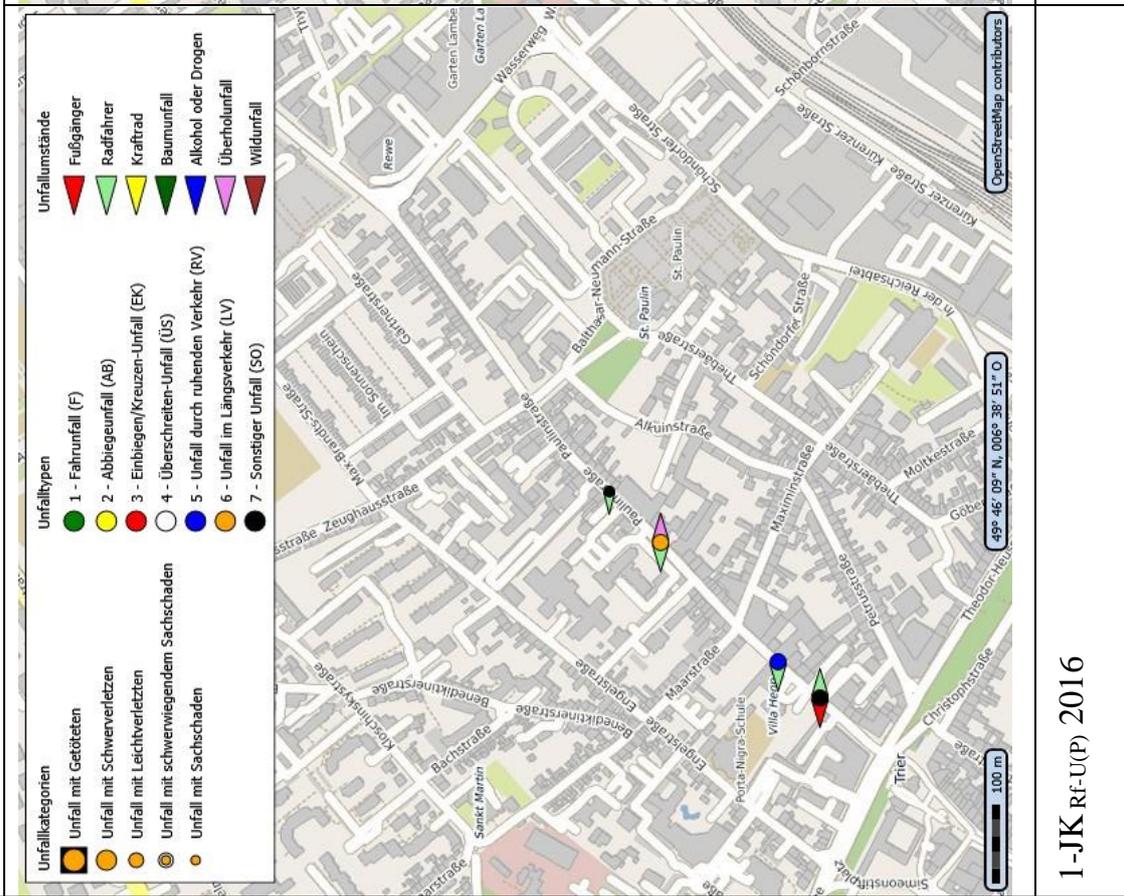


1-JK RF-U(P) 08/18-07/19

TR_PA

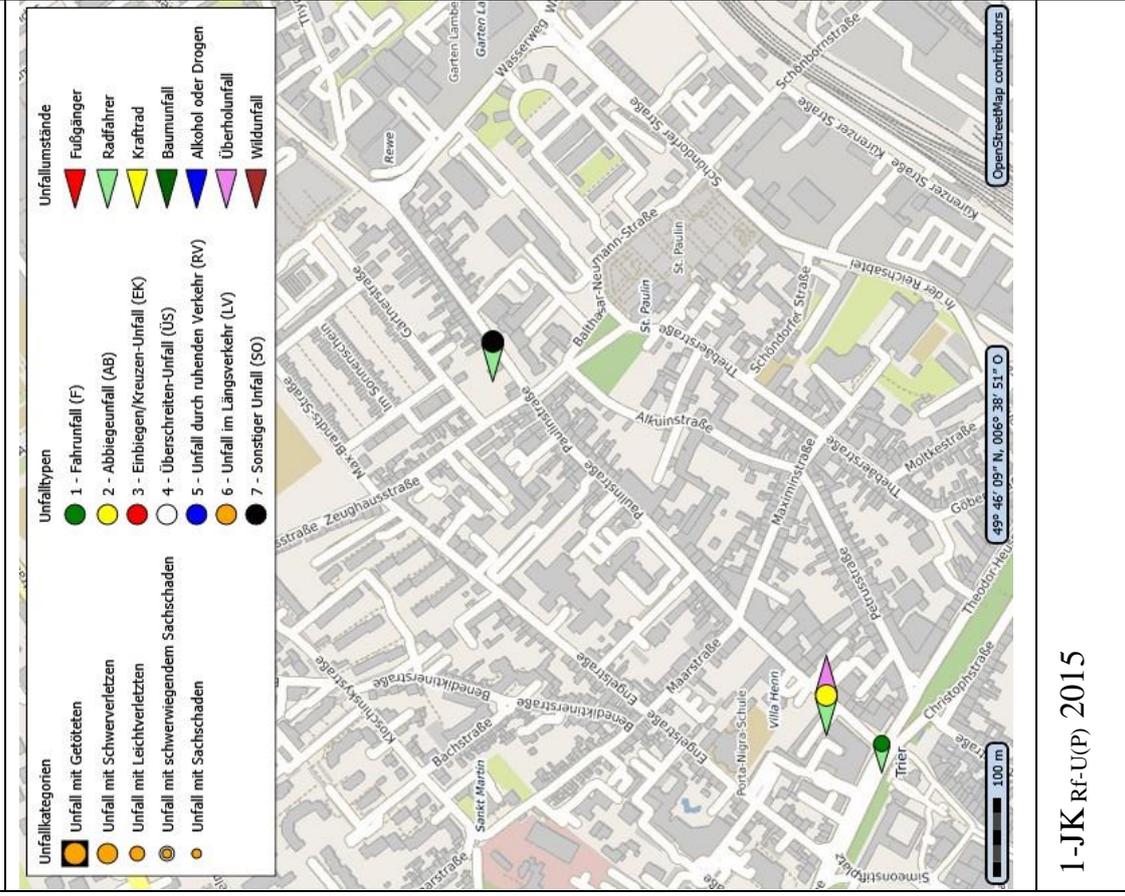


1-JK RF-U(P) 2017



1-JK RF-U(P) 2016

TR_PA

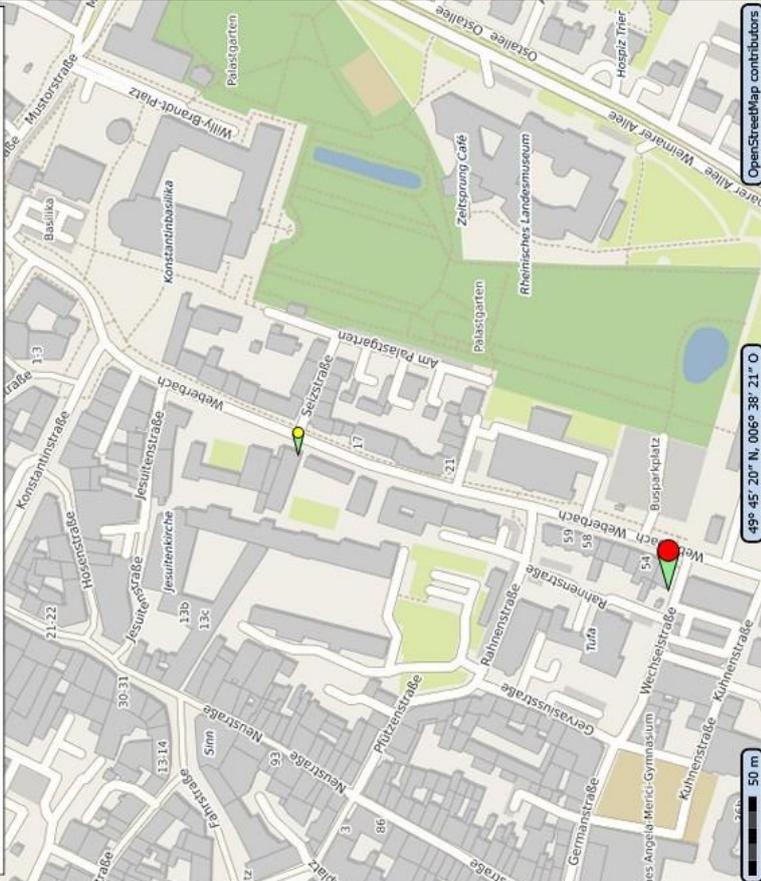
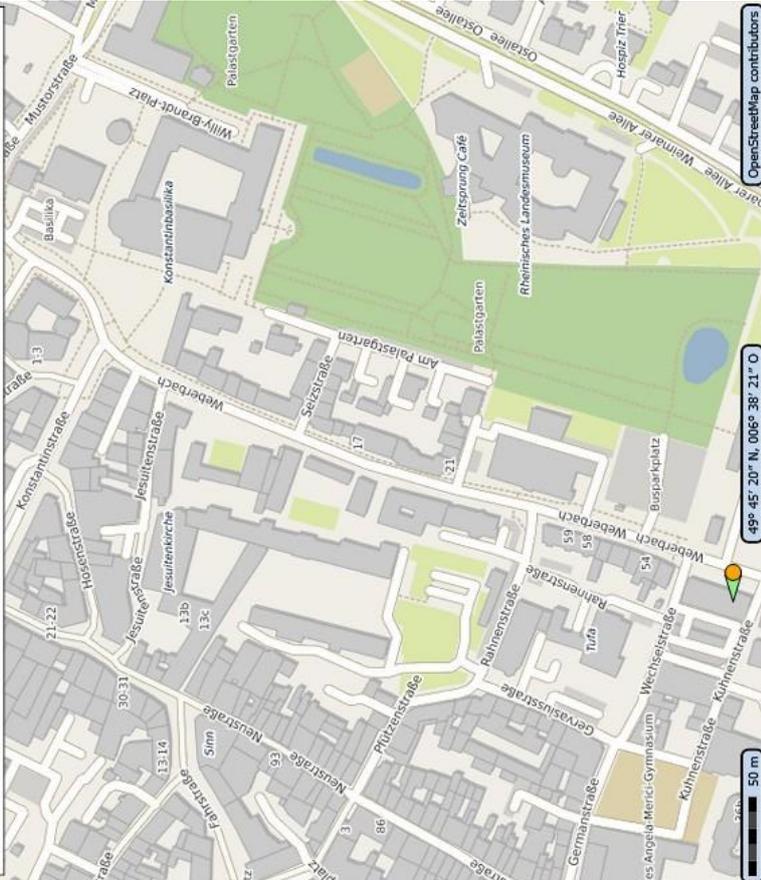


1-JK RF-U(P) 2015

TR_WB

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 (ÜS)	Baunfall
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 (ÜS)	Baunfall
Unfall mit Sachschaden	5 - Unfall durch ruhenden Verkehr (RV)	Alkohol oder Drogen
	6 - Unfall im Längsverkehr (LV)	Überholunfall
	7 - Sonstiger Unfall (SO)	Wildunfall

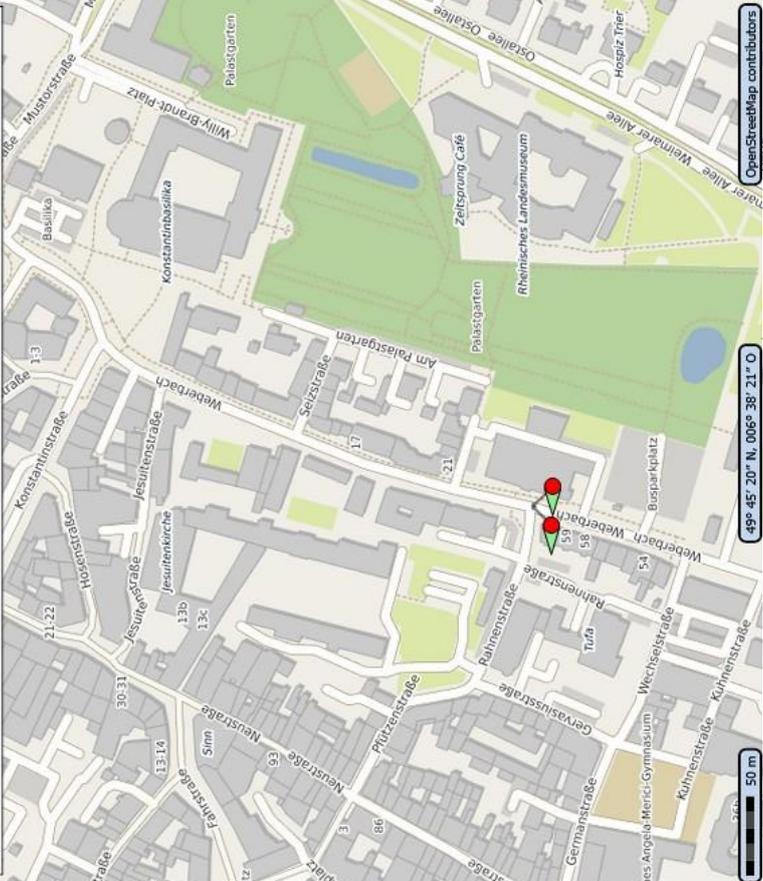


1-JK Rf-U(P) 08/19-07/20

1-JK Rf-U(P) 08/18-07/19

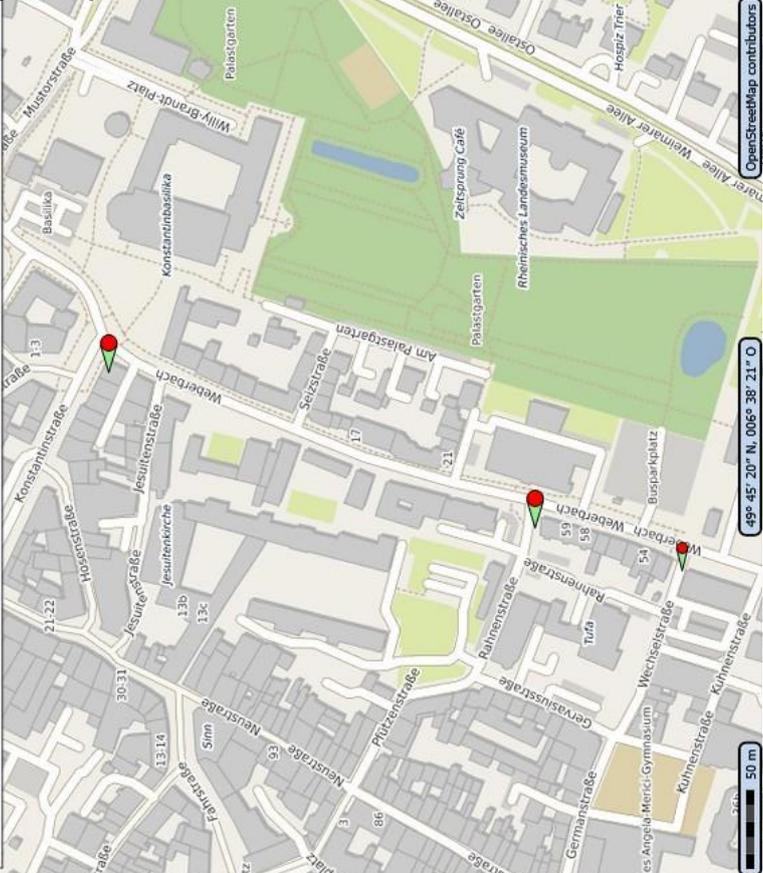
TR_WB

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)	Kraftrad
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) 2016

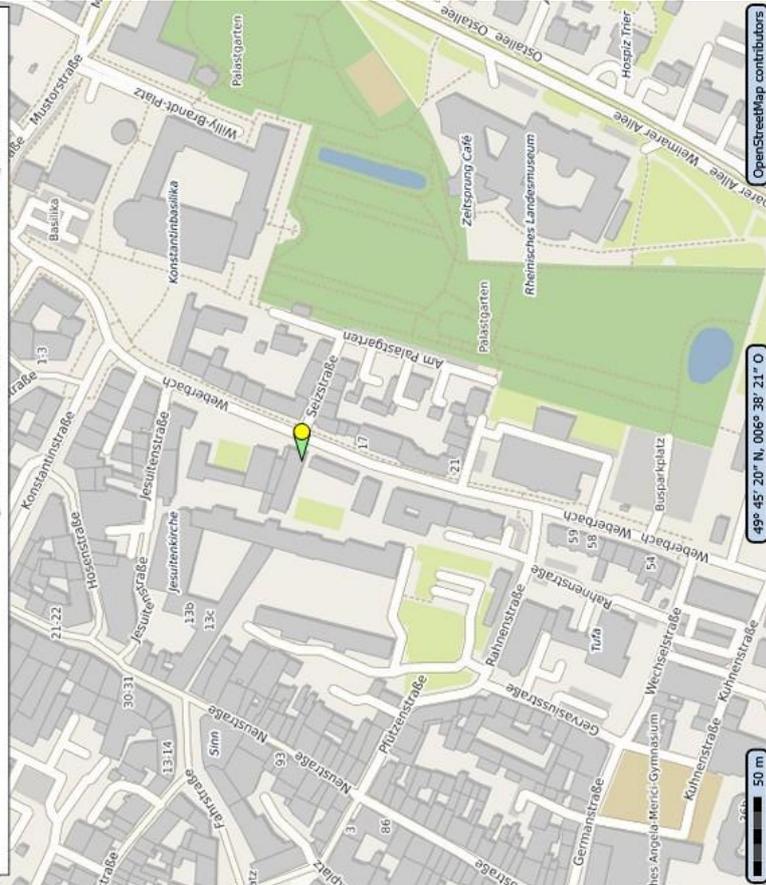
Unfallkategorien	Unfalltypen	Unfallumstände
Unfall mit Getöteten	1 - Fahrunfall (F)	Fußgänger
Unfall mit Schwerverletzten	2 - Abbiegeunfall (AB)	Radfahrer
Unfall mit Leichtverletzten	3 - Einbiegen/Kreuzen-Unfall (EK)	Kraftrad
Unfall mit schwerwiegendem Sachschaden	4 - Überschreiten-Unfall (US)	Baumunfall
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) 2017

TR_WB

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)	Baunfall
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) 2015

Lebenslauf

Der Lebenslauf ist in der Online-Version aus Gründen des Datenschutzes nicht enthalten.