BERGISCHE
UNIVERSITÄT
WUPPERTAL

Fahrradstraßen

Einsatzkriterien und Gestaltungsempfehlungen für die Praxis

Dissertation

zur Erlangung eines Doktorgrades

(Dr.-Ing.)

in der

Fakultät für Architektur und Bauingenieurwesen

der

Bergischen Universität Wuppertal

vorgelegt von

Simon Hummel

aus Lörrach

Wuppertal 2023

Kurzfassung / Abstract

Das Ziel der Arbeit war es, allgemeingültige Merkmale für die Gestaltung einer selbsterklärenden und funktionierenden Fahrradstraße zu erarbeiten, sowie die vorhandenen Einsatzkriterien zu überprüfen und gegebenenfalls zu erweitern. Die Vielfalt der vorhandenen Gestaltungsvarianten der Länder und Kommunen wurde in der Dissertation als Grundlage genutzt, um Merkmale herauszuarbeiten die notwendig sind, damit Fahrradstraßen aus Sicht der Radfahrenden einen echten Mehrwert (z. B. gegenüber Straße mit Tempo 30) darstellen und somit ein Verkehrsgeschehen auf Fahrradstraßen im Sinne der StVO zu fördern.

Um das Ziel zu erreichen, wurden, neben einer Literaturanalyse, 26 Fahrradstraßen im Bestand ausgewählt. Dort wurde an jeweils mindestens einem Knotenpunkt und an einem Streckenabschnitt sowie am Anfangsbereich jeder Straße eine kameragestützte Verkehrsbeobachtung mit einer Dauer von 13h durchgeführt. Weiterhin erfolgte eine Messung der Kfz-Verkehrsstärken und der Fahrgeschwindigkeiten mit Hilfe von Seitenradargeräten. Die Querschnitte wurden hinsichtlich der Flächennutzung des Radverkehrs (Gehweg, Fahrbahn, Nebeneinanderfahrten), der Verkehrsstärken (Rad, Fuß, Kfz), der gefahrenen Geschwindigkeiten (Rad und Kfz) und der genutzten Fahrlinien des Radverkehrs ausgewertet. An den Streckenabschnitten wurden Überholungen und Hinterherfahrten (Kfz/Rad) gezählt und vermessen, die sich im Sichtfeld der Kameras befanden (ca. 40 m). Weiterhin wurden Konflikte mit Fahrradbeteiligung analysiert, bei denen Verkehrsteilnehmende von anderen Verkehrsteilnehmenden gezwungen wurden von der eigenen Fahrlinie abzuweichen. An den Knotenpunkten wurden Konfliktanalysen für die Dauer von 6h durchgeführt. Weiterhin wurden an den Knotenpunkten auch die abbiegenden und einbiegenden Verkehrsströme erhoben. Parallel erfolgte eine Analyse der Unfalldaten. In einem dritten Schritt wurden auf Basis der Untersuchung Empfehlungen für die Planungspraxis formuliert.

Die Ergebnisse zeigen, dass die absolute Kfz-Verkehrsstärke in dieser Untersuchung keinen Einfluss auf die Nutzung der Fahrbahn durch den Radverkehr hat. Vielmehr konnte das Verhältnis aus Radverkehr und Kfz-Verkehr als mitentscheidend für die Akzeptanz der Fahrbahn als Führungsform identifiziert werden.

Als zielführende Gestaltung können auf Basis dieser Untersuchung ein passend-gewählter Querschnitt, verkehrslenkende Maßnahmen zur Reduzierung des Kfz-Durchgangsverkehrs sowie die Anlage von Sicherheitstrennstreifen zum ruhenden Kfz-Verkehr empfohlen werden.

Ein Querschnitt mit 4,50 m Fahrbahnbreite oder schmaler verhindert den kritischen Überholfall Kfz/Rad bei Radverkehr auf der Gegenfahrbahn. Dieser Überholfall trat in der vorliegenden Untersuchung in rund 10% aller Überholfälle auf. Gleichzeitig ist bei einer Fahrbahnbreite von 4,50 m ein Überholvorgang Kfz/Rad mit den vorgeschriebenen 1,50 m möglich. Falls es die Verkehrsstärken zulassen sollte diese Querschnittsbreite bevorzugt gewählt werden. Wenn der Querschnitt der Fahrradstraße zwischen 4,50 – 6,00 m liegt, sollten verstärkt Maßnahmen zur Redu-

zierung von knappen Überholvorgängen Kfz/Rad getroffen werden. Zum Beispiel kann die Ausgestaltung eines gepflasterten oder baulich angelegten Mittelstreifens eine geeignete Lösung sein. Grundsätzlich sorgen verkehrslenkende Maßnahmen, um den Durchgangsverkehr für Kfz zu reduzieren (z. B. Gegenlaufende Einbahnstraßen, Diagonalsperren), für ein defensives Fahrverhalten der Kfz mit weniger (engen) Überholungen von Radfahrenden.
Auf Straßen mit Sicherheitstrennstreifen konnte ein geringeres individuelles Risiko eines Radfahrenden in einen Konflikt mit dem ruhenden Kfz-Verkehr verwickelt zu werden und damit eine Steigerung des Fahrkomforts beobachtet werden als auf Straßen ohne Sicherheitstrennstreifen.
Grundsätzlich orientierte sich der Radverkehr in seiner Fahrlinie an den (markierten) Sicherheitstrennstreifen und bewegte sich damit außerhalb der kritischen Dooring-Zone.
Die mittleren Wartezeiten des Fußverkehrs bei Querungsvorgängen lag selbst auf den am höchsten-belasteten Fahrradstraßen bei weniger als 10s. Auch die 15% der am längsten wartenden Zu-Fuß-Gehenden mussten nicht länger 21s bis zu einer erfolgreichen Querung warten. Dies war auch auf Fahrradstraßen mit sehr hohen Radverkehrsstärken zu beobachten (> 800 RF/h). In fast allen Straßen konnten allerdings Fälle mit langen Wartezeiten (> 30s) einzelner Zu-Fuß-Gehender vor dem Überqueren beobachtet werden. Für die Planung bedeuten die Untersuchungsergebnisse, dass Fahrradstraßen mit hohen Radverkehrsstärken für unsichere Zu-Fuß-Gehende (Senioren, Familien, Kinder) eine Barriere darstellen können. Wenn hoher Querungsbedarf, insbesondere dieser vulnerablen Gruppen erwartbar ist, dann sollten Querungsmöglichkeiten angelegt werden.

Abstract

The goal of this research was to develop general applicable characteristics for the design of a self-explanatory bicycle street, as well as to review and, if necessary, expand the existing application criteria in the german rulebooks. The variety of existing design-frameworks in the federal states and municipalities was used as a basis to work out the characteristics which are necessary to add a real value for cyclists compared to regular streets with a speed limit of 30 km/h and thus promote traffic-behaviour on bicycle-streets as intended by the German traffic-code.
In order to achieve this goal, 26 existing bicycle-streets were selected in addition to a literature analysis. Camera-based traffic observation with a duration of 13h were carried out at least one intersection, at the cross-sections and as well at the initial area of each road. Furthermore, a measurement of the motor vehicle traffic volumes and the driving speeds were done with the help of radar devices. The cross-sections were evaluated with a focus on the driving lines of the cyclists (sidewalk, roadway, side-by-side), traffic volumes (bicycle, pedestrian, motor vehicle) and the speed (bicycle and motor vehicle). Overtaking and tailgating behaviour (motor vehicle/bicycle) were counted and evaluated within the field of view of the cameras (40 m). Furthermore, conflicts with bicycle participation in which a road user is forced by another road user to deviate from the driving line were observed. Conflict analyses were carried out at the intersections for a duration

of 6h. For a deeper understanding of the conflict-situations the specific traffic flows were recorded at the intersections. In parallel, an analysis of the accident data was carried out.

The results show that the motor vehicle traffic volume in this study has no influence on the use of the roadway by bicycle traffic. Rather, the ratio of bicycle volumes and motor vehicle volumes was identified as a decisive factor for the acceptance of the roadway as a cycling-infrastructure.

On the basis of this study, a suitably selected cross-section, traffic control measures to reduce motor traffic and a marked safety area between car parking spaces and the driving lane can be recommended as design features on cycle-streets.

A cross-section with a lane width of 4.50 m or narrower prevents the critical overtaking behaviour of motor vehicle/bicycle with bicycle traffic on the opposite lane. At the same time, overtaking motor vehicle/bicycle is possible within the prescribed 1.50 m by German law. If the traffic volumes allow it, this cross-section width should be chosen preferentially. If the cross-section of the cycle-street is between 4.50 - 6.00 m, increasing measures should be taken to reduce (tight) overtaking motor vehicle/bicycle. For example, the design of a paved or structurally designed median strip can be a suitable solution. In general traffic control measures (e.g., opposing one-way streets, diagonal barriers) can reduce motorized traffic and increase defensive driving behaviour by motor vehicles with fewer (close) overtakes of cyclists.

On roads with a marked safety space between parked cars and driving lane, a lower individual risk of a cyclist to be involved in a conflict with stationary motor vehicles and thus an increase in riding comfort could be observed than on roads without this safety buffer. The results show further, that the driving line of the cyclists is placed outside the critical dooring zone.

The mean waiting times of pedestrian traffic during crossing procedures were less than 10s even on the cycle-streets with the highest traffic volumes. Even the 15% of the longest waiting pedestrians did not have to wait longer than 21s for a successful crossing. This has also been observed on bicycle streets with very high bicycle traffic volumes (> 800 RF/h). In almost all streets, however, individual cases with long waiting times (> 30s) of single pedestrians before crossing could be observed. For planning purposes, the study results mean that cycle-streets with high bicycle traffic volumes can represent a barrier for unsafe pedestrians (seniors, families, children). If a high crossing demand, especially of these vulnerable groups, is expected crossing possibilities should be created.

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung / Abstract I

1 Einleitung ..... - 1 -

1.1 Motivation ..... - 1 -
1.2 Zielformulierung ..... - 2 -
1.3 Vorgehen ..... - 2 -
1.4 Abgrenzung zum Forschungsprojekt „Fahrradstraßen – Leitfaden für die Praxis“ ..... - 3 -
2 Aktueller Stand der Technik zu Fahrradstraßen ..... - 5 -

2.1 Richtlinien zur Anlage von Stadtstraßen (RASt) ..... - 5 -
2.2 Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA) ..... - 6 -
2.3 Hinweise zu Radvorrangrouten und Radschnellverbindungen (H RSV) ..... - 7 -
2.4 Kommunale und länderspezifische Hinweise zur Gestaltung von Fahrradstraßen ..... - 8 -
2.4.1 Baden-Württemberg ..... - 8 -
2.4.2 Hessen ..... - 10 -
2.4.3 Stadt Bremen ..... - 12 -
2.4.4 Stadt Münster ..... - 13 -
2.4.5 Stadt Berlin ..... - 14 -
2.4.6 Radschnellverbindungen in Nordrhein-Westfalen ..... - 17 -
2.5 Empfehlungen zu Fahrradstraßen aus dem Ausland ..... - 19 -
2.5.1 Niederlande ..... - 19 -
2.5.2 Österreich ..... - 22 -
2.5.3 Belgien ..... - 23 -
2.5.4 Bicycle Boulevards in den Vereinigte Staaten von Amerika ..... - 24 -
2.6 Zusammenfassung des aktuellen Stands der Technik ..... - 24 -
3 Aktueller Stand der Wissenschaft zu Fahrradstraßen ..... - 28 -

3.1 Verkehrssicherheit auf Fahrradstraßen und geöffneten Einbahnstraßen (GDV) ..... - 28 -
3.2 Einsatzbereiche und Entwurfselemente von Radschnellverbindungen (BASt) ..... - 31 -
3.3 Bewertung der Fahrradstraßen der Stadt München ..... - 31 -
3.4 Evaluation der Straße Harvestehuder Weg Hamburg ..... - 32 -
3.5 Sonstige Forschungsprojekte ..... - 32 -
3.6 Zusammenfassung des aktuellen Standes der Wissenschaft ..... - 35 -
3.7 Forschungsfragen ..... - 38 -
4 Methodisches Vorgehen bei den Erhebungen ..... - 40 -

4.1 Untersuchungsgegenstand ..... - 40 -
4.2 Flächennutzung, Zählung der Verkehrsstärken und der Fahrgeschwindigkeiten ..... - 48 -
4.3 Konfliktanalyse an Knotenpunkten und Streckenabschnitten innerhalb der Fahrradstraßen ..... - 49 -
4.4 Zählung und Vermessung der Fahrlinien, Überholungen und Hinterherfahrten auf den Streckenabschnitten ..... - 51 -
4.5 Vorgehensweise bei der Auswertung der Unfalldaten ..... - 52 -
4.6 Übersicht aller erhobenen Faktoren je Straße ..... - 55 -
5 Ergebnisse der Untersuchung ..... - 56 -

5.1 Einleitende Worte zum Kapitelaufbau ..... - 56 -
5.2 Untersuchungsergebnisse Verkehrsbeobachtung ..... - 56 -
5.2.1 Verkehrsstärken, Flächennutzung und Fahrgeschwindigkeiten ..... - 56 -
5.2.2 Konfliktbeobachtung an den Knotenpunkten innerhalb der Fahrradstraßen ..... - 67 -

5.2.3 Konfliktbeobachtung, Abstandsmessung und Fahrlinien auf den Streckenabschnitten der Fahrradstraßen ..... - 80 -
5.2.4 Verkehrskonfliktbeobachtung und Wartezeitmessung zwischen querendem Fußverkehr und dem Radverkehr auf den Streckenabschnitten der Fahrradstraßen. ..... - 92 -
5.2.5 Vergleiche mit anderen Studien ..... - 96 -
5.3 Untersuchungsergebnisse Unfallanalyse ..... - 99 -
5.3.1 Räumliche Verteilung und Unfalltypenverteilung ..... - 99 -
5.3.2 Unfallraten & Unfalldichten ..... - 101 -
5.3.3 Auswertung der individuellen Unfalldaten der Kommunen ..... - 105 -
5.3.4 Unfallursachen und Unfallopfer ..... - 106 -
5.3.5 Vergleiche mit anderen Studien ..... - 109 -
5.3.6 Zusammenfassung Unfallanalyse ..... - 111 -
6 Beantwortung der Forschungsfragen, abgeleitete Empfehlungen und neue Forschungsbedarfe ..... - 112 -
6.1 Allgemeine Empfehlungen ..... - 112 -
6.2 Empfehlungen zur Gestaltung der Streckenabschnitte ..... - 114 -
6.3 Empfehlungen zur Gestaltung der Knotenpunkte ..... - 119 -
6.4 Übertragbarkeit der Empfehlungen auf das Element Fahrradzone ..... - 123 -
6.5 Weiterer Forschungsbedarf ..... - 124 -
6.6 Kritische Reflexion ..... - 125 -
6.7 Ausblick ..... - 126 -
Anhang A bis K ..... - 127 -
Anhang A ..... - 127 -
Anhang B ..... - 130 -
Anhang D ..... - 138 -
Anhang F ..... - 141 -
Anhang G ..... - 142 -
Anhang H ..... - 144 -
Anhang I. ..... - 148 -
Anhang J. ..... - 149 -
Anhang K ..... - 150 -
Abbildungsverzeichnis ..... - 249 -
Tabellenverzeichnis ..... - 254 -
Abkürzungsverzeichnis ..... - 255 -
Literaturverzeichnis ..... - 257 -

1 Einleitung

1.1 Motivation

Das Verkehrsmittel Fahrrad erhält in Deutschland steigende Aufmerksamkeit. Gründe hierfür sind in den anhaltenden globalen Megatrends rund um Klima, Energie, Lebensstil und Demographie zu suchen, welche sich besonders in den urbanen Räumen bemerkbar machen (Klostermann, 2011). Eine attraktive und sichere Infrastruktur kann dabei helfen Konflikte mit anderen Verkehrsteilnehmenden zu vermeiden und den Trend zum Rad damit weiter zu fördern. Im Zuge des Ausbaus der Radverkehrsnetze weisen aktuell Kommunen das Infrastrukturelement „Fahrradstraße“ gemäß StVO-Zeichen 244.1 und 244.2 aus.

Die Straßenverkehrs-Ordnung (StVO) gibt für Fahrradstraßen folgende Regelungen vor:

- Anderer Fahrzeugverkehr als Radverkehr darf Fahrradstraßen nicht benutzen, es sei denn, dies ist durch Zusatzzeichen erlaubt.
- Für den Fahrverkehr gilt eine Höchstgeschwindigkeit von 30 km/h. Der Radverkehr darf weder gefährdet noch behindert werden. Wenn nötig, muss der Kraftfahrzeugverkehr die Geschwindigkeit weiter verringern.
- Das Nebeneinanderfahren mit Fahrrädern ist erlaubt.

In der zugehörigen Verwaltungsvorschrift wird als Einsatzvoraussetzung formuliert, dass Fahrradstraßen dann in Betracht kommen, wenn der Radverkehr die vorherrschende Verkehrsart ist oder dies alsbald zu erwarten ist[1].

Die erste Fahrradstraße in Deutschland wurde 1978 in Bremen im Rahmen eines Verkehrsversuches eingerichtet (ADFC Bremen e.V., 2017, S. 8-11). Die Aufnahme des Infrastrukturelementes als Führungsform in die Straßenverkehrs-Ordnung (StVO) folgte fast 20 Jahre später bei der Novellierung der StVO 1997. Doch auch im Jahr 2021 zählen Fahrradstraßen immer noch zu den innovativen Radverkehrsinfrastrukturen. Im Rahmen der repräsentativen Umfrage Fahrradmonitor Deutschland gaben 30% der befragten Personen an, dass sie Fahrradstraßen als Führungsform nicht kennen. Weiteren 32% waren Fahrradstraßen zwar bekannt, aber hatten eine solche zum Zeitpunkt der Befragung noch nicht benutzt. (Sinus-Institut, 2021, S. 125)

Ein Grund für die Unbekanntheit des Infrastrukturelementes ist, dass es im Status quo unterschiedliche Gestaltungsvarianten gibt. Je nach Beispiel sind die Bedingungen für Radfahrende verschieden; dies wirkt sich auf die Attraktivität und somit auf die Radverkehrszahlen sowie auf die (gefühlte) Verkehrssicherheit aus. Bundesweit-gültige einheitliche Gestaltungs-Empfehlungen gibt es nur we-

[1] Anmerkung: Seit November 2021, dass eine hohe Radverkehrsdichte vorliegen muss. Dieses neue Einsatz-Kriterium wird in der hier vorliegenden Arbeit nicht mehr berücksichtigt.

nige, wie zum Beispiel in den Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA) der Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen (FGSV). Hier wird an Einmündungen ein Fahrradpiktogramm und optional eine bauliche Einengung empfohlen. Ist die Fahrradstraße an Knotenpunkten bevorrechtigt, sollte dies neben der Beschilderung durch eine bauliche Gestaltung verdeutlicht werden (FGSV, 2010, S. 63).

In einer Studie des Gesamtverbandes der Deutschen Versicherungswirtschaft (GDV) wurden Fahrradstraßen hinsichtlich Unfallgeschehen und Verkehrsverhalten untersucht. Ergebnis dieser Studie sind Hinweise zur Verbesserung der Verkehrssicherheit. Dezidierte Vorgaben zu einer einheitlichen und wiedererkennbaren Ausgestaltung von Fahrradstraßen fehlen jedoch. Eine Befragung von 395 Kommunen hat außerdem gezeigt, dass die bestehenden Empfehlungen der FGSV hinsichtlich der Gestaltung nur vereinzelt Anwendung finden. (Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft, 2016, S. 54)

Ein weiteres Problem ist es, dass die Vorgaben der technischen Regelwerke nicht weitreichend genug sind, um das in der StVO festgelegte Verkehrsgeschehen in der Praxis auch zu bewirken. Dies zeigen die zahlreichen kommunalen und landesspezifischen Empfehlungen zu Fahrradstraßen, zum Beispiel aus Berlin, Bremen, Baden-Württemberg oder Hessen, die weit über die FGSV-Empfehlungen hinausgehen. Wissenschaftlich belegte Empfehlungen zur innerstädtischen Straßenraumraumgestaltung, die allen Nutzerinnen und Nutzern selbsterklärend vermittelt, dass der Radverkehr auf der Kernfahrbahn besondere Rechte genießt, gibt es in dieser Form noch nicht. Hier setzt die vorliegende Promotionsarbeit an.

1.2 Zielformulierung

Das Ziel der Arbeit ist es, allgemeingültige Merkmale für die Gestaltung einer selbsterklärenden und funktionierenden Fahrradstraße zu erarbeiten, sowie die vorhandenen Einsatzkriterien zu überprüfen und gegebenenfalls zu erweitern. Die bereits vorhandenen Empfehlungen der Länder und Kommunen basieren nur selten auf wissenschaftlichen Untersuchungen, stehen teilweise im Widerspruch zueinander und werden zu Teilen nicht von der obersten Straßenverkehrsbehörde anerkannt. Hier besteht Forschungsbedarf. Die Vielfalt der vorhandenen Gestaltungsvarianten soll in der Forschungsarbeit als Grundlage genutzt werden, um Merkmale herauszuarbeiten die notwendig sind, damit Fahrradstraßen aus Sicht der Radfahrenden einen echten Mehrwert (z. B. gegenüber Straßen mit Tempo 30) darstellen und somit ein Verkehrsgeschehen auf Fahrradstraßen im Sinne der StVO zu fördern.

1.3 Vorgehen

Um das Ziel zu erreichen erfolgte eine zweigleisige Literaturanalyse. Einerseits wurden vorhandene Empfehlungen auf kommunaler und Ländereben hinsichtlich der gewählten Gestaltungsmerkmale, Einsatzkriterien und weiterer Kennziffern ausgewertet. Parallel erfolgte eine Analyse der wissen-

schaftlichen Literatur hinsichtlich des aktuellen Kenntnisstandes zur Wirkung von Gestaltungsmerkmalen und verkehrlicher Kennziffern auf das Verkehrsgeschehen in Fahrradstraßen und weiteren Straßen, die im weitesten Sinne ein vergleichbares Verkehrsgeschehen bewirken sollen.
In einem zweiten Schritt wurden 26 Fahrradstraßen im Bestand ausgewählt. Dort wurde an jeweils einem Knotenpunkt und an den Streckenabschnitten sowie am Anfangsbereich jeder Straße eine kameragestützte Verkehrsbeobachtung mit einer Dauer von 13h durchgeführt. Weiterhin wurde eine Messung der Kfz-Verkehrsstärken und der Fahrgeschwindigkeiten mit Hilfe von Seitenradargeräten durchgeführt. Die Querschnitte wurde hinsichtlich der Flächennutzung des Radverkehrs (Gehweg, Fahrbahn, Nebeneinanderfahrten), der Verkehrsstärken (Rad, Fuß, Kfz), der gefahrenen Geschwindigkeiten (Rad und Kfz) und der genutzten Fahrlinie von mindestens 40 unbeeinflusst fahrenden Radfahrenden ausgewertet. An den Streckenabschnitten wurden Überholungen und Hinterherfahrten (Kfz/Rad) gezählt und vermessen, die sich im Sichtfeld der Kameras befanden (ca. 40 m). Weiterhin wurden Konflikte mit Fahrradbeteiligung gezählt, bei denen ein Verkehrsteilnehmender (VT) von einem anderen VT gezwungen wird von der Fahrlinien abzuweichen. An den Knotenpunkten wurden ebenfalls Konfliktanalysen für die Dauer von 6h durchgeführt. Weiterhin wurden an den Knotenpunkten auch die abbiegenden und einbiegenden Verkehrsströme erhoben. Parallel erfolgte eine Analyse der Unfalldaten. In einem dritten Schritt wurden auf Basis der Untersuchung Empfehlungen für die Praxis formuliert.

1.4 Abgrenzung zum Forschungsprojekt „Fahrradstraßen – Leitfaden für die Praxis“

Die vorliegende Dissertation wurde parallel zum Forschungsprojekt „Fahrradstraßen – Leitfaden für die Praxis“ erstellt. Das Forschungsprojekt wurde aus Mitteln des Nationalen Radverkehrsplanes (NRVP) durch das Bundesministerium für Verkehr und digitaler Infrastruktur gefördert. Das bearbeitende Konsortium bestand aus dem Lehr- und Forschungsgebiet Straßenverkehrsplanung und -technik (SVPT) der Bergischen Universität Wuppertal und dem Arbeitsbereich Mobilität des Deutschen Institutes für Urbanistik (DIfU). Alle projektbezogenen Tätigkeiten von SVPT wurden vom Autor der vorliegenden Dissertation federführend bearbeitet. Das Ziel des Forschungsprojektes war es einerseits, die Qualitäts- und Komfortmerkmale aus Sicht der Radfahrenden herauszuarbeiten und fest-

Link zum Leitfaden des Forschungsprojektes:
https://www.svpt.uni-wuppertal.de/de/home/forschung/projekte/fahrradstrassen-leitfaden-fuer-die-praxis.html

zulegen, die das gewünschte Verhalten in Fahrradstraßen (z. B. das Nebeneinanderherfahren) hervorrufen bzw. möglich machen, und andererseits eine Förderung des fachlichen Austausches, der Vernetzung von Planenden und die Aufklärung der Öffentlichkeit zum Thema. Als zentrale Veröffentlichung lieferte das Forschungsprojekt einen Leitfaden von vergleichbaren Anwendungsfällen und allgemeingültige Empfehlungen für die Praxis. Dieser ist unter dem nachfolgenden Link abrufbar.

Die Arbeitspakete waren zwischen SVPT und DiFU aufgeteilt. Die zentralen Arbeitspakete des DIfU bestanden aus der Durchführung von Experteninterviews zum Thema Fahrradstraßen, einer Prozessanalyse der Umsetzung, der Organisation von zwei Expertenworkshops, der Aufbereitung und Veröffentlichung von gelungenen Praxisbeispielen über die Webseite des Nationalen Radverkehrsplanes und der Durchführung von regelmäßigen Vorträgen über das hauseigene Fortbildungsportal „Fahrradakademie“. Entsprechend wurden im Leitfaden die Kapitel zu den rechtlichen Rahmenbedingungen, Fahrradstraßen im Ausland, die Vorgehensweise bei der Umsetzung inklusive Empfehlungen zur Öffentlichkeitsarbeit, sowie die Praxisbeispiele vom DiFU bearbeitet.
In Abgrenzung dazu bestanden die zentralen Arbeitspakete von SVPT aus der Planung und Durchführung von Erhebungen und der Analyse des Verkehrsgeschehens auf 26 Fahrradstraßen in Deutschland. Die Ergebnisse dieser Analyse waren die Grundlage für die Leitfaden-Kapitel Verkehrssicherheit in Fahrradstraßen, Einsatzkriterien von Fahrradstraßen und den Gestaltungsempfehlungen. Die Leitfaden-Kapitel, die vom Autor in Eigenleistung bearbeitet wurden, sind im Impressum des Leitfadens kenntlich gemacht. Diese Empfehlungen basieren auf den im Rahmen der Dissertation durchgeführten Datenanalysen. Die Analysen wurden bisher noch nicht anderweitig veröffentlicht. Darüber hinaus konnten durch die tiefergehenden Auswertungen in der Dissertation noch neue, bisher nicht veröffentlichte Erkenntnisse generiert werden. Hierzu zählen konkrete Hinweise zu den Fahrbahnbreiten auf Basis der Überholabstände, der weiterer Einfluss von verkehrslenkenden Maßnahmen für den Kfz-Verkehrs auf das Überholverhalten und Erkenntnisse zur Wartezeit des Fußverkehrs vor dem Überschreiten von Fahrradstraßen.

2 Aktueller Stand der Technik zu Fahrradstraßen

2.1 Richtlinien zur Anlage von Stadtstraßen (RASt)

Im technischen Regelwerk RASt von 2006 werden die gesetzlichen Grundlagen des Verordnungsgebers aus Kapitel 1.1 aufgegriffen und erweitert. In der RASt werden Fahrradstraßen der typischen Entwurfssituation einer Wohnstraße zugeordnet (FGSV, 2006, S. 38). Hinsichtlich der Charakterisierung (Einsatzkriterien) für den geführten Entwurf von Wohnstraßen werden u.a. die folgenden Kriterien genannt:

- Erschließungsstraße (nach RIN: ES V)
- Geringe Längenentwicklung: bis ca. 300 m
- Verkehrsstärke unter 400 Kfz/h
- Besondere Nutzungsansprüche: Aufenthalt, Parken
  (FGSV, 2006, S. 38)

Weiterhin werden in der RASt ausgeführt, dass sich Wohnstraßen in besonderen Fällen als Fahrradstraßen eignen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass

- die Fahrradstraßen Bestandteil des örtlichen Radverkehrsnetzes sind und sie der Bündelung des Radverkehrs im Zuge wichtiger Verbindungen abseits von Hauptverkehrsstraßen dienen;
- Zur Sicherung hoher Reisegeschwindigkeiten die Vorfahrtsberechtigung gegenüber anderen Erschließungsstraßen erfolgen kann (mit entsprechender baulicher Gestaltung und deutlicher Kennzeichnung);
- und in Einzelfällen Stadtbuslinien über Fahrradstraßen geführt werden können.
  (FGSV, 2006, S. 38)

Als Fahrbahnbreiten werden 4,00 m ohne Parken sowie 4,50 m mit Längsparkständen empfohlen. Wird ein Stadtbus gemeinsam mit dem Radverkehr auf der Fahrradstraße geführt, dann wird eine Fahrbahnbreite von 6,00 m oder 6,50 m empfohlen. Bei einer Fahrbahnbreite von 6,00 m wird im Sinnbild zusätzlich noch eine Mittelaufpflasterung angedeutet (vgl. Abbildung 1).

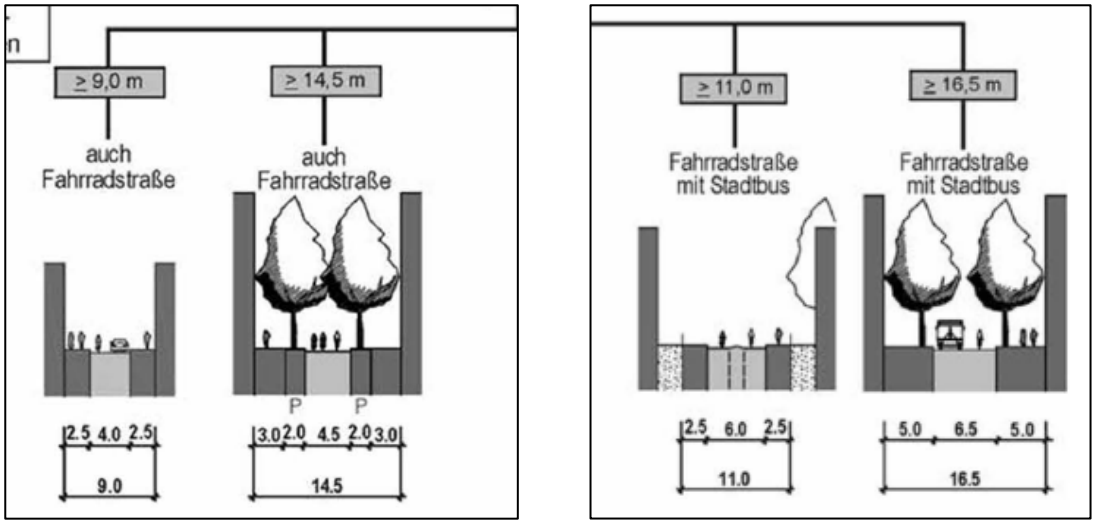


Abbildung 1: Empfehlungen für Fahrbahnquerschnitte von Fahrradstraßen in der RASt Quelle RASt 2006 S. 39

Im Kapitel 6.1.7 Führung des Radverkehrs werden in den RASt die Fahrradstraßen nochmals explizit als eigene Führungsform aufgeführt. Hier werden die oben genannten Einsatzkriterien von 400 Kfz/h ein zweites Mal erwähnt und um das in der StVO genannte Geschwindigkeitslimit von 30 Km/h ergänzt. Ein weiterer Punkt, der über die Vorgaben der StVO und der VwV-StVO hinausgeht, ist die Bestärkung, dass Fahrradstraßen an Knotenpunkten gegenüber anderen Erschließungsstraßen bevorrechtigt werden sollten und die damit verbundene Notwendigkeit, dass verkehrsregelnde und bauliche Maßnahmen zur Geschwindigkeitsdämpfung für den Kfz-Verkehr erforderlich sind.
(FGSV, 2006, S. 86)

2.2 Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA)

In den Empfehlungen für Radverkehrsanlagen aus dem Jahr 2010 werden Fahrradstraßen im Kapitel Erschließungsstraßen behandelt. Durchgangsverkehr für Fahrräder ist kompatibel mit der Wohnnutzung. Deshalb, so wird weiter in den ERA ausgeführt, ist der Radverkehr im Erschließungsstraßennetz anders zu behandeln als der Kfz-Verkehr. Als Ziel wird hier in erster Linie die Durchlässigkeit für den Radverkehr und die Einschränkung des Kfz-Verkehrs hervorgehoben (z. B. die Öffnung von Einbahnstraßen) (FGSV, 2010, S. 60). Neben den bereits in der RASt genannten Vorteile sieht die ERA noch die Möglichkeit eine Hauptverbindung im Erschließungsstraßennetz für den Radverkehr durch Fahrradstraßen sichtbarer zu machen (im Erschließungsstraßennetz) (FGSV, 2010, S. 60).
Hinsichtlich der Einsatzkriterien und Fahrbahnbreiten finden sich in der ERA keine spezifischen Hinweise für Fahrradstraßen. Im Kapitel 3 wird mit Bezug auf Radverkehr im Mischverkehr vor dem Einsatz von Fahrbahnbreiten zwischen 6,00 m und 7,00 m gewarnt. Allerdings erst ab einer Verkehrsstärke jenseits der 400 Kfz/h (FGSV, 2010, S. 22).
Wie in den RASt wird in der ERA darauf hingewiesen, dass eine Bevorrechtigung an Knotenpunkten gegenüber anderen Erschließungsstraßen sinnvoll ist. Die ERA zeigt hierzu ein Beispiel für eine bevorrechtigte Kreuzung einer Fahrradstraße mit einer Erschließungsstraße (Abbildung 2).

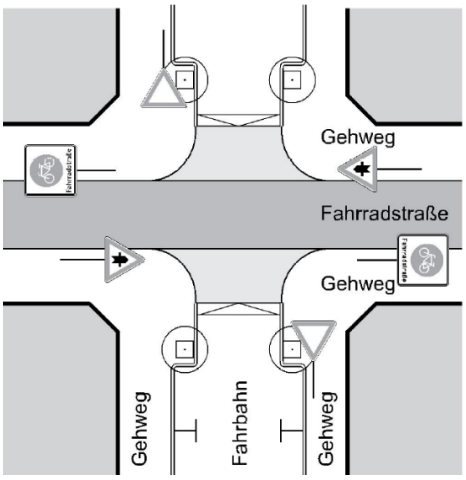


Abbildung 2: Beispiel für die bevorrechtigte Kreuzung einer Fahrradstraße mit einer Erschließungsstraße Quelle: ERA 2010 S.61

2.3 Hinweise zu Radvorrangrouten und Radschnellverbindungen (H RSV)

Im Jahr 2021 wurden von der FGSV die überarbeiteten Hinweise zu Radschnellverbindungen (RSV) und Radvorrangrouten (RVR) veröffentlich. Die Hinweise richten sich an Radverkehrsanlagen für den zielorientierten Alltagsradverkehr innerhalb und außerhalb bebauter Gebiete mit der Verbindungsfunktionsstufen IR II, IR III, AR II und AR III nach RIN.

Da auch Fahrradstraßen zu den Führungsformen einer RSV zählen können, werden in diesem Hinweispapier Empfehlungen zu den Einsatzkriterien, der Querschnitts- und Knotengestaltung von Fahrradstraßen gegeben. Als Einsatzkriterien für Fahrradstraßen im Rahmen einer RSV oder ein RVR werden hier durchschnittliche tägliche Verkehrsstärken (DTV) von 2.500 Kfz innerorts und 1.500 Kfz außerorts ausgewiesen. Sind mehr 2.500 Kfz/Tag auf der Straße vorhanden so werden verkehrslenkende Maßnahmen zur Reduzierung der Kfz-Verkehrsstärke empfohlen. (FGSV, 2021, S. 19)

Mit Blick auf die Querschnitte werden in den H RSV Regelbreiten zwischen 4,00 m – 5,00 m für Fahrradstraßen mit Kfz-Verkehr empfohlen (vgl. Tabelle 1). Maßgeblich sind dabei die Begegnungsfälle Rad/Kfz bzw. Rad/Rad/Kfz. Das Überholen von Fahrrädern durch Kfz ist innerorts ausdrücklich kein maßgeblicher Bemessungsfall. Auch deutlich größere Breiten werden nicht empfohlen, weil diese möglicherweise zu höheren Geschwindigkeiten des Kfz-Verkehrs führen. Weiterhin kann ein gepflasterter Mittelstreifen zur Gliederung der Fahrradstraßen verwendet werden. (FGSV, 2021, S. 30)

Tabelle 1: Empfohlene Querschnitte für Fahrradstraßen nach H RSV Quelle: (FGSV, 2021, S. 28)

Querschnittsausbildung

Tabelle 8: Regelbreiten*) und Untergrenzen bei Unterschreitung der Regelbreite für Fahrradstraßen im Zuge von RSV und RVR (Werte in Klammern bei < 1.500 Kfz/Tag)

Art der Radverkehrsführung	RSV		RVR	
Fahrradstraße	Regelbreite	Untergrenze bei Unterschreitung der Regelbreite	Regelbreite	Untergrenze bei Unterschreitung der Regelbreite
Fahrradstraße ohne Kfz-Verkehr (innerorts und außerorts)	≥ 4,00 m	3,00 m	≥ 3,00 m	2,50 m
Fahrradstraße mit Kfz-Verkehr in einer Fahrtrichtung (innerorts)	≥ 5,00 m (≥ 4,60 m)**)	4,00 m	≥ 4,00 m	3,80 m
Fahrradstraße mit Kfz-Verkehr in beide Fahrtrichtungen (innerorts)	≥ 5,00 m (≥ 4,60 m)	4,00 m	≥ 4,60 m (≥ 4,10 m)***)	3,80 m
Fahrradstraße mit Kfz-Verkehr in beide Fahrtrichtungen (außerorts)	≥ 5,00 m	4,00 m	≥ 4,75 m	4,00 m

*) Die Regelbreiten berücksichtigen die Breiten des Bemessungs-Pkw nach RBSV (Ausgabe 2020) in Verbindung mit eingeschränkten Bewegungsspielräumen nach RASt.
**) Mit eingeschränktem Bewegungsspielraum für das Nebeneinanderfahren von zwei Radfahrenden (1,60 m nach RASt).
***) Mit eingeschränktem Bewegungsspielraum für das Begegnen von zwei Pkw (nach RASt; gegebenenfalls Neufassung RASt beachten).

Ist ruhender Kfz-Verkehr vorhanden so werden Sicherheitstrennstreifen mit einer Regelbreite von 0,75 m zu Längsparkständen (LP) und 1,00 m zu Senkrecht- bzw. Schrägparkständen empfohlen. Als Mindestbreiten werden hier 0,5 m bzw. 0,75 m angegeben. (FGSV, 2021, S. 28)

Hinsichtlich der Gestaltung der Knotenpunkte innerhalb der Fahrradstraßen wird darauf hingewiesen, dass Fahrradstraßen, wenn möglich, gegenüber den einmündenden Straßen bevorrechtigt geführt werden sollten. Dies ist laut den H RSV bis zu einer Verkehrsbedeutung von 2.500 Kfz/Tag bei 30 Km/h auf der querenden Straße möglich (FGSV, 2021, S. 44). Mit Blick auf die Gestaltung wird erwähnt, dass dann, wenn die untergeordneten Zufahrten die gleiche oder höhere Bedeutung für den Kfz-Verkehr aufweisen eine Roteinfärbung der Fahrbahn im Knotenbereich oder eine Gehwegüberfahrt in der einmündenden Straße ausgebildet werden sollte. Bei einer Bevorrechtigung im Zuge einer abknickenden Vorfahrt sollte die Anhebung der Fahrbahn der Regelfall sein.

2.4 Kommunale und länderspezifische Hinweise zur Gestaltung von Fahrradstraßen

2.4.1 Baden-Württemberg

Als erstes Flächenland hat Baden-Württemberg im Juli 2017 per ministeriellem Einführungserlass Musterlösungen für die landesweite Radverkehrsinfrastruktur verabschiedet (Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg, 2018). Diese beinhalten unter anderem Empfehlungen zur Gestaltung von Fahrradstraßen. Die Anwendungsbereiche orientieren sich am Wortlaut der VwV-StVO. Wobei die zu erwartende Radverkehrsbelastung als maßgebend gilt. Für die Raumaufteilung am Querschnitt ist eine Regelbreite für die Kernfahrbahn von 4,00 m und eine Mindestbreite von 3,50 m vorgegeben. Abhängig vom verbleibenden Straßenraum (Bord zu Bord) sind verschiedene Musterquerschnitte vorgegeben.

- Für Fahrbahnbreiten bis 5,75 m
    - Punktuelle Engstellen sind bis 3,00 m zulässig
    - Parken von Kfz ist bei diesem Querschnitt zu verbieten
- Für Fahrbahnbreiten zwischen 5,75 m, und 8,50 m
    - Einseitiges Längsparken ist möglich
    - Sicherheitstrennstreifen von 0,75 m muss markiert werden
    - Parkstände müssen markiert werden
    - Die Möglichkeit zu einer Kernfahrbahnbreite von 3,25 m wird angedeutet
- Für Fahrbahnbreiten jenseits der 8,50 m
    - Beidseitiges Längsparken möglich
    - Sicherheitstrennstreifen von 0,75 m muss markiert werden
    - Parkstände müssen markiert werden

Für die Markierung des Sicherheitstrennstreifens wird explizit ein Breitstrich mit 0,25 m Breite, 0,50 m Länge und 0,20 m Lücken vorgegeben (vgl. Abbildung 3).

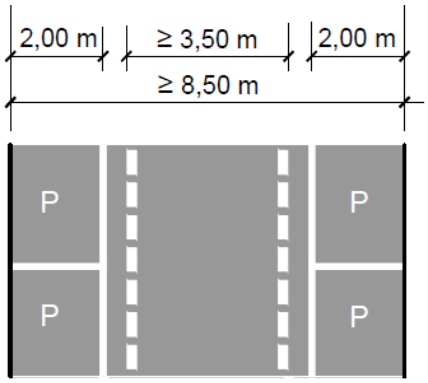


Abbildung 3: Markierungsbeispiel für den Sicherheitstrennstreifen in Baden-Württemberg Quelle: (Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg, 2017, S. 6.3-3)

Zusätzlich ist die Draufsicht eines beispielhaften Knotenpunktes mit einer bevorrechtigten Fahrradstraße in den Musterlösungen abgebildet. Die Fläche des Knotenpunktes ist rot eingefärbt und ein Sinnbild des Zeichens 244.1 StVO ist vor und nach dem Knoten auf der Fahrbahn mit einer Mindestbreite von 2,00 m aufzubringen. In Abgrenzung zu den Empfehlungen der ERA kommen hier keine baulichen Elemente zum Einsatz.

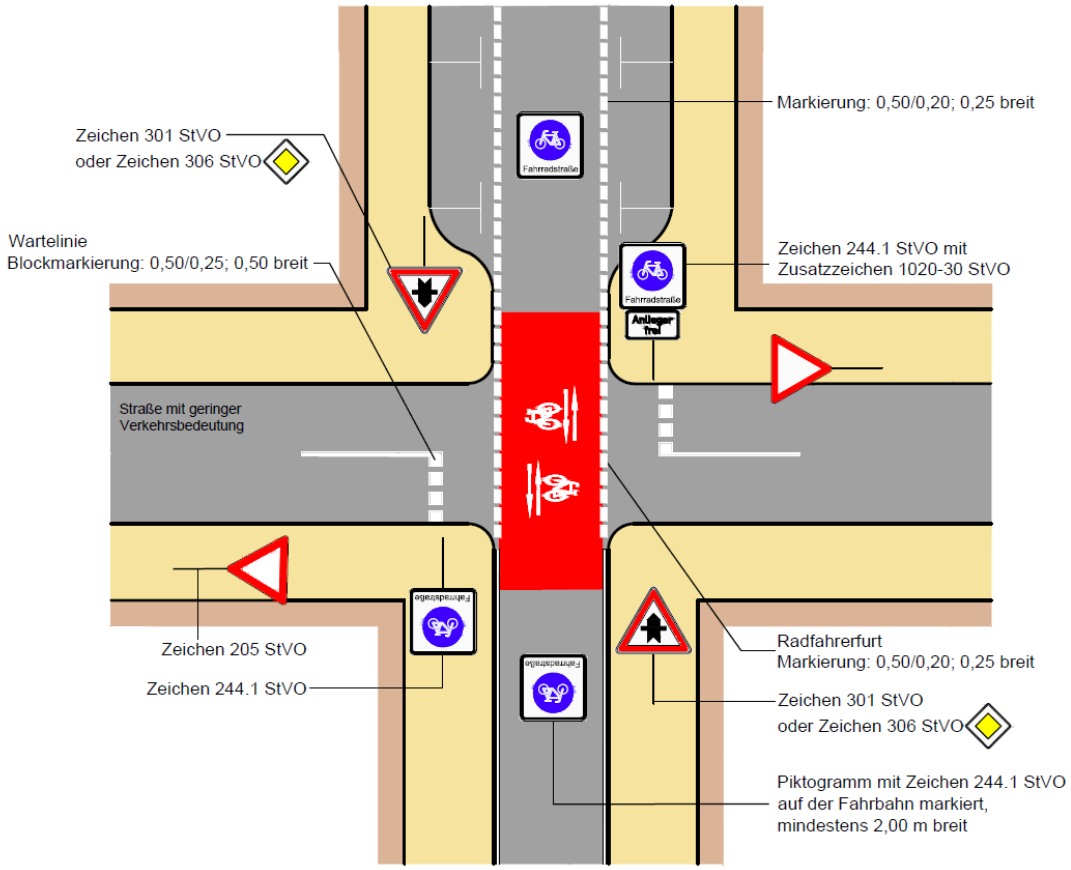


Abbildung 4: Beispiel für die Gestaltung eines bevorrechtigten Knotenpunktes in Baden-Württemberg Quelle: (Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg, 2017, S. 6.3-1)

2.4.2 Hessen

Im März 2019 hat das Flächenland Hessen eigene Qualitätsstandards und Musterlösungen für den Radverkehr im Land veröffentlicht. Das hessische Radnetz wird in drei Hierarchien gegliedert: Radschnellverbindungen (>2.000 RF/Tag), Raddirektverbindungen (1.500-2.000 RF/Tag) und Radverbindungen (Grundnetz). Die Gliederung erfolgt nach den Richtlinien der integrierten Netzgestaltung (RIN) der FGSV sowie nach den prognostizierten Radverkehrsstärken (vgl. Abbildung 5) (Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen, 2019, S. 4).

Radschnell-verbindungen (RSV)	Raddirekt-verbindungen (RDV)	Radverbindungen / Hessische Radfernwege (RV)
Kategorie (RIN): AR II-III (außerorts) und IR II-III (innerorts)	**Kategorie (RIN):** AR II-III (außerorts) und IR II-III (innerorts)	**Kategorie (RIN):** AR II-V (außerorts) und IR II-V (innerorts)
Zielgruppe/ Einsatzbereich: Alltagsradverkehr (Pendelnde, Berufs- und Ausbildungsverkehr)	**Zielgruppe/ Einsatzbereich:** Alltagsradverkehr (Pendelnde, Berufs- und Ausbildungsverkehr)	**Zielgruppe/ Einsatzbereich:** Alltags- und Freizeitradverkehr
Einsatzbereiche: • Verbindungen mit ≥ 2.000 Radfahrenden pro Werktag[2] (Prognose) auf dem weit überwiegenden Teil der Gesamtstrecke	**Einsatzbereiche:** • Verbindungen mit ≥ 1.500 Radfahrenden pro Werktag (Prognose) auf dem überwiegenden Teil der Gesamtstrecke • Verbindungen mit ≥ 2.000 Radfahrenden pro Werktag (Prognose) auf dem weit überwiegenden Teil der Gesamtstrecke, wenn die Qualitätsstandards RSV auf 90% der Gesamtstrecke nicht einhaltbar sind	**Einsatzbereiche:** • Landesweites Radnetz

Abbildung 5: Gliederung des Radnetzes im Bundesland Hessen (Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen, 2019, S. 4)

Die Gestaltungsvorgaben für Fahrradstraßen sind hier verknüpft mit den Verbindungstypen anzuwenden. Hinsichtlich der Gestaltung ändert sich einzig die Fahrbahnbreite. Für Radschnellverbindungen sind mindestens 4,00 m vorzusehen, für die anderen beiden Netzkategorien genügen bei gleichzeitigem Kfz-Verkehr 3,50 m. In allen Fällen muss zusätzlich ein Sicherheitstrennstreifen (0,75 m inklusive Breitstrich) zum ruhenden Verkehr markiert werden. Die Musterlösungen aus Hessen entsprechen in großen Teilen den bereits in Kapitel 2.4.1 vorgestellten Gestaltungen aus Baden-Württemberg. Ergänzend ist ab dem Verbindungstyp Raddirektverbindung eine Draufsicht zu einer abknickenden Vorfahrt innerhalb einer bevorrechtigten Fahrradstraße abgebildet (vgl. Abbildung 6). Neben der Markierung wird in diesem Fall, wie bei den H RSV, eine Anhebung der Fahrbahn empfohlen.

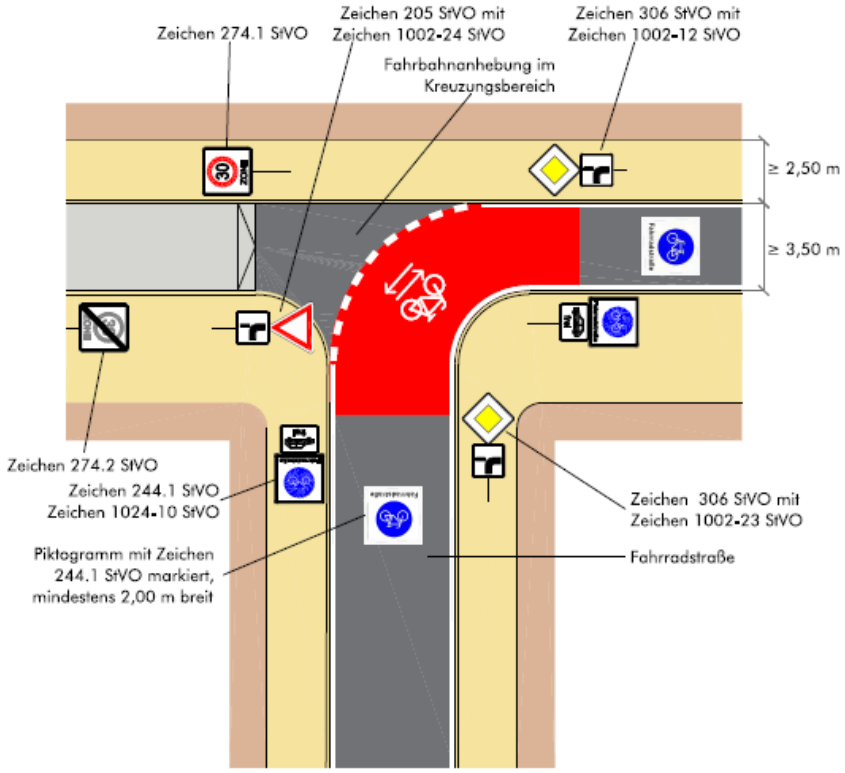


Abbildung 6: Draufsicht einer abknickenden Vorfahrt innerhalb einer Fahrradstraße (Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen, 2019, S. Musterblatt RDV 23)

2.4.3 Stadt Bremen

Im Auftrag des Senates wurden in Bremen im Jahr 2015 eigene Leitlinien für die Gestaltung von Fahrradstraßen eingeführt (Senat für Umwelt, Bau und Verkehr Bremen, 2015, S. Beschlussvorlage). Das erste und umfangreichste Kapitel der Leitlinien trägt den Titel „Sicherheit und Konfliktfreiheit“ und macht dezidierte Vorgaben zu Einsatzkriterien und Gestaltungen. Die Querschnitte sind mit

- mit Kfz in beiden Richtungen (DTVw Kfz bis max. 5.000) **6,50 m,**
- mit Kfz in beiden Richtungen (DTVw Kfz bis max. 2.500) **5,50 m,**
- mit Kfz in beiden Richtungen (DTVw Kfz bis max. 1.500) **4,50 m,**
- mit Kfz in einer Richtung (DTVw Kfz bis max. 5.000) **6,00 m,**
- mit Kfz in einer Richtung (DTVw Kfz bis max. 2.500) **5,00 m,**
- mit Kfz in einer Richtung (DTVw Kfz bis max. 1.500) **4,50 m,**

vorgegeben. Über 5.000 Kfz/Tag sollten keine Fahrradstraßen mehr eingerichtet werden. Sobald die Verkehrssicherheit und Leichtigkeit des Radverkehrs speziell in Verbindung mit Überholvorgängen behindert werden sollte, sind weitere Maßnahmen zu treffen. Für Engstellen gilt eine Mindestfahrbahnbreite von 4,00 m als Limit. (Senat für Umwelt, Bau und Verkehr Bremen, 2015, S. 1)
Parken in Senkrecht- und Schrägaufstellung ist mit Verkehrsmengen über 2.000 DTVw nicht bzw. nur bedingt vereinbar. Im Einzelfall können Schrägparkstände anhand der Kriterien Fahrbahnbreite

für den fließenden Verkehr (mind. 5,00 m) und Verkehrsstärke (Kfz/Rad) beurteilt werden. (Senat für Umwelt, Bau und Verkehr Bremen, 2015, S. 2)
Hinsichtlich der Gestaltung sind, neben der Beschilderung mit Zeichen 244.1/2, große Fahrradpiktogramme im Anfangs- und Endbereich sowie an den Knotenpunkten zu markieren (1,50 m x 1,95 m). Zusätzlich sind am Anfangs- und Endbereich zur Entflechtung der Verkehre Schutzstreifen zu markieren. Im Streckenverlauf sind regelmäßig kleinere Piktogramme (1,00 m x 1,30 m) aufzubringen. (Senat für Umwelt, Bau und Verkehr Bremen, 2015, S. 3)
Weitere Punkte, die in den Bremer Leitlinien genannt werden, sind Vorgaben zur erreichbaren Fahrgeschwindigkeit für Radfahrende (20-25 Km/h), ebener Asphalt, Verzicht auf Plateaupflasterungen, Verzicht auf Lichtsignalanlagen (LSA), Verzicht auf Fußgängerüberwege (FGÜ) und die Anlage von Fahrradschutzstreifen in Kfz-Staulänge. Musterlösungen, Querschnitte oder Draufsichten gibt es in den Bremer Leitlinien nicht.

2.4.4 Stadt Münster

Die Stadt Münster hat im Jahr 2016 ein neues Fahrradkonzept beschlossen. Das Konzept beinhaltete unter anderem explizite Gestaltungs- und Regelungsvorgaben für Fahrradstraßen. Alle Verkehrsflächen, die „ […] ausschließlich oder vordergründig für den Radverkehr bestimmt sind, sollen zukünftig durch ein rotes , selbsterklärendes und gut erkennbares Erscheinungsbild als Gesamtsystem besser wahrgenommen werden“ (Stadt Münster - Amt für Stadtentwicklung, Stadtplanung, Verkehrsplanung, 2016, S. 8). Bezüglich des Infrastrukturelementes Fahrradstraße wird weiter ausgeführt: „Hinsichtlich der Erkennbarkeit und somit der Akzeptanz von Fahrradstraßen werden zukünftig und rückwirkend alle Fahrradstraßen im Stadtgebiet durchgängig bevorrechtigt, auch sofern sie durch Tempo 30 Zonen verlaufen, und erhalten ein einheitliches Design.“ (Stadt Münster - Amt für Stadtentwicklung, Stadtplanung, Verkehrsplanung, 2016, S. 8).
Das Design der Fahrradstraßen sieht wie bereits genannt eine durchgehende rote Einfärbung der Fahrbahn vor. An den Fahrbahnrändernd ist ein Breitstrich zu markieren, der nur an Einmündungen gestrichelt werden soll. Nach der aktuellen FGSV-Richtlinie für die Markierung von Straßen (RMS) ist der Breitstrich mit einer Breite von 0,25 m anzulegen und im Bereich der Einmündungen im Verhältnis 1:1 oder 2:1 zu unterbrechen (FGSV, 1993, S. 6).

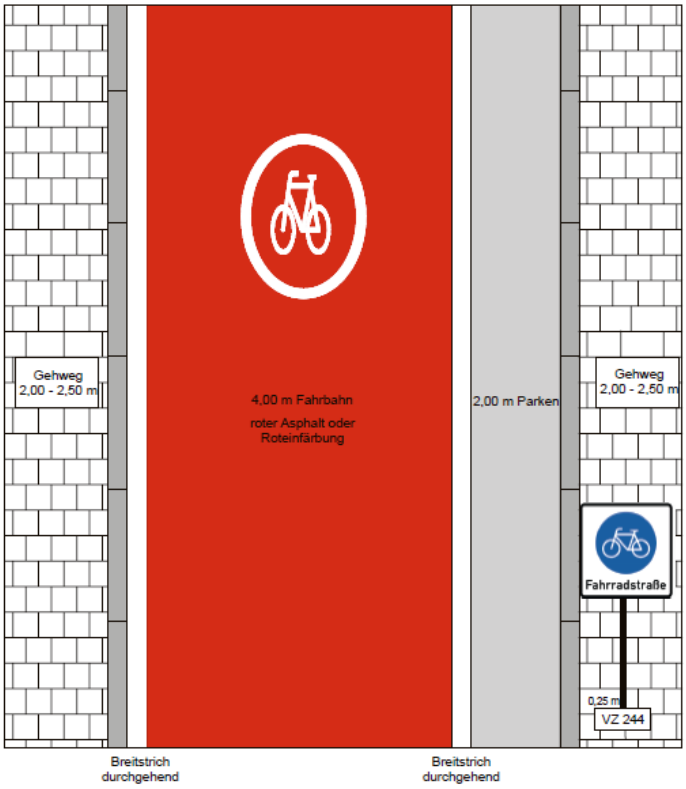


Abbildung 7: Design der Fahrradstraßen in der Stadt Münster (Stadt Münster - Amt für Stadtentwicklung, Stadtplanung, Verkehrsplanung, 2016, S. Anlage 2 Fahrradstraße)

Die Gestaltung der Münsteraner Fahrradstraßen wird in Anlage 2 des Radverkehrskonzeptes durch eine Draufsicht bespielhaft verbildlicht. Zusätzlich zur roten Einfärbung und Breitstrichmarkierung ist in der gezeigten Musterlösung noch ein Fahrradpiktogramm mit einem Kreis zu sehen (vgl. Abbildung 7).

Hinsichtlich der Ausgestaltung der Knoten, Fahrbahnbreiten und Sicherheitstrennstreifen gibt das Konzept aus Münster nur wenige Angaben vor. Die angekündigte Bevorrechtigung soll mit Hilfe der bestehenden Zeichen 301-StVO und Zeichen 306-StVO erfolgen. Musterlösungen und detaillierte Draufsichten fehlen. Die Breite der Fahrbahn auf Fahrradstraßen wird von der Stadt Münster bei Einrichtungs- und Zweirichtungsfahrbahnen mit 4,00 m fest vorgegeben.

2.4.5 Stadt Berlin

Im April 2020 wurde von der Berliner Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz ein Leitfaden zur Umsetzung der Fahrradstraßen in Berlin veröffentlicht. Ziel ist die Vereinheitlichung der Gestaltungen der einzelnen Bezirke auf einem gemeinsamen hohen Niveau.

Der Berliner Leitfaden hebt sich dadurch hervor, dass speziell auf die Anordnungsvoraussetzungen innerhalb der VwV-StVO eingegangen wird. Hierbei wird zwischen der Anordnungsgrundlage zur Sicherung oder Ordnung des Verkehrs (im Einzelfall) und der Anordnung aufgrund einer geordneten städtebaulichen Entwicklung (Regelfall) unterschieden (vgl. Abbildung 8 und Abbildung 9). Erfolgt die Anordnung auf Grundlage der Sicherung oder Ordnung des Verkehrs so ist nachzuweisen, dass Radverkehr vorherrschende Verkehrsart ist oder dies alsbald zu erwarten ist. Als „vorherrschend“

gilt hier, wenn der Radverkehr den höchsten Anteil aller Fahrzeuge darstellt. Der Nachweis hierzu sollte durch eine Verkehrszählung vor, bzw. nach der Einrichtung erfolgen. Der Begriff „alsbald“ wird hier definiert als zwei Hauptzeiträume des Radverkehrs (01.03. – 31.10.)

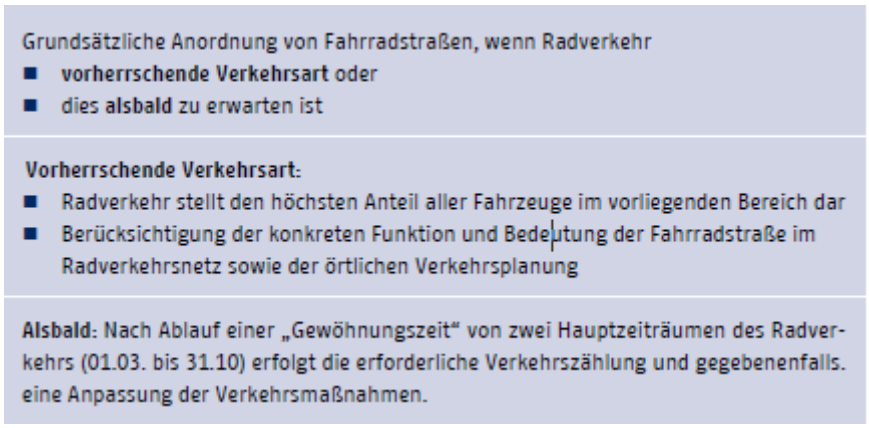


Abbildung 8: Anordnungsvoraussetzung der Sicherheit oder Ordnung des Verkehrs in Berlin. Quelle: (Stadt Berlin - Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz, 2020, S. 7)

Erfolgt die Anordnung auf Basis § 45 Absatz 1b Satz 1 Nummer 5 StVO und damit im Zuge einer geordneten städtebaulichen Entwicklung so muss die Fahrradstraße zum Zeitpunkt der Anordnung Bestandteil eines städtebaulichen Verkehrskonzeptes sein. Bei dieser Anordnungsgrundlage ist das Merkmal der vorherrschenden Verkehrsart nicht mehr nachzuweisen (vgl. Abbildung 9).

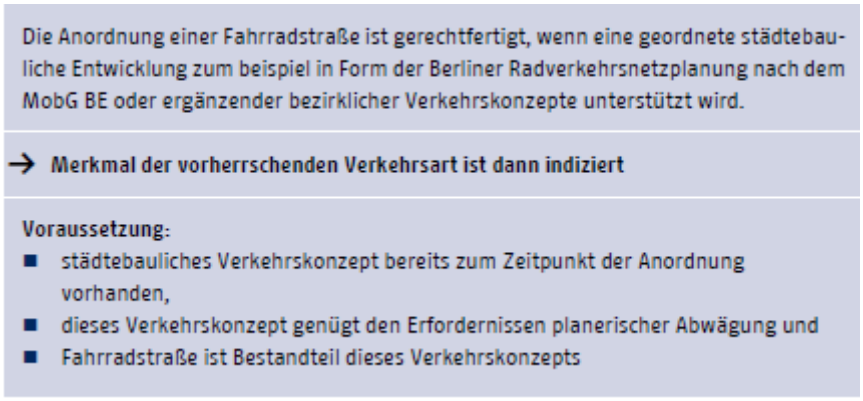


Abbildung 9: Anordnungsvoraussetzung einer geordneten städtebaulichen Entwicklung in Berlin. Quelle: (Stadt Berlin - Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz, 2020, S. 8)

Hinsichtlich der Gestaltung und Beschilderung macht der Berliner Leitfaden weitereichende Vorgaben. In den Anfangs- und Endbereichen müssen Fahrradstraßen in Berlin immer mit VZ 244.1 und VZ 244.2 und in der Regel in Kombination dem Zusatz „Anlieger frei“ beschildert werden. Verkehrszeichen sollten im Regelfall in der Größe 2 angebracht werden. Weiterhin muss VZ 244.1 (2,50 m x 5,00 m) ergänzt durch Zeichen RP 214 (Tempo 30) auf die Fahrbahn markiert werden.

Im Verlauf der Strecke muss ein Sicherheitstrennstreifen mit der Breite von 0,75 m angelegt werden. Vorgabe ist hier ein gestrichelter Schmalstrich (0,12 m) im Verhältnis Strich/Lücke 1:1. In Abständen von 30 m bis 50 m sollen nicht-amtliche Fahrradpiktogramme plus Richtungspfeile markiert werden.

Die vorgegebene nutzbare Fahrbahnbreite von 4,00 m errechnet sich aus dem Begegnungsfall Rad+Kfz bzw. aus dem Begegnungsfall von zwei nebeneinanderfahrenden Radfahrenden. Für Radschnellverbindungen ist eine Fahrbahnbreite von 4,50 m vorgesehen. Die Sicherheitstrennstreifen müssen zusätzlich zu den genannten Breiten gerechnet werden. Schmalere Fahrgassen sind nur möglich, wenn u.a. auch nach Verzicht auf Parkstreifen für den Kfz-Verkehr keine ausreichende Fahrbahnbreite vorhanden ist.

Befinden sich die Fahrradstraßen innerhalb der Netzkategorien Radschnellverbindung oder Vorrangnetz, dann sollten diese an gegenüber einmündenden Straßen grundsätzlich bevorrechtigt geführt werden. Hierfür gibt der Leitfaden beispielhafte Draufsichten.

Hinsichtlich der Gestaltung an den Knotenpunkten sind weitreichende Beispielentwürfe und Draufsichten im Leitfaden hinterlegt. Die Gestaltungen richten sich, ähnlich wie in Hessen, nach der Netzkategorisierung. Im Basis-Netz sind R.-v.-l.-Knotenpunkten ohne Rot-Einfärbung möglich. Im Vorrangnetz ist ein Rot-Einfärbung obligatorisch. Auf Abbildung 10 ist eine Draufsicht mit beispielhafter Gestaltung und Regelung eines Knotens mit Vorrang für die Fahrradstraße mit integrierter Diagonalsperre für den Kfz-Verkehr zu sehen.

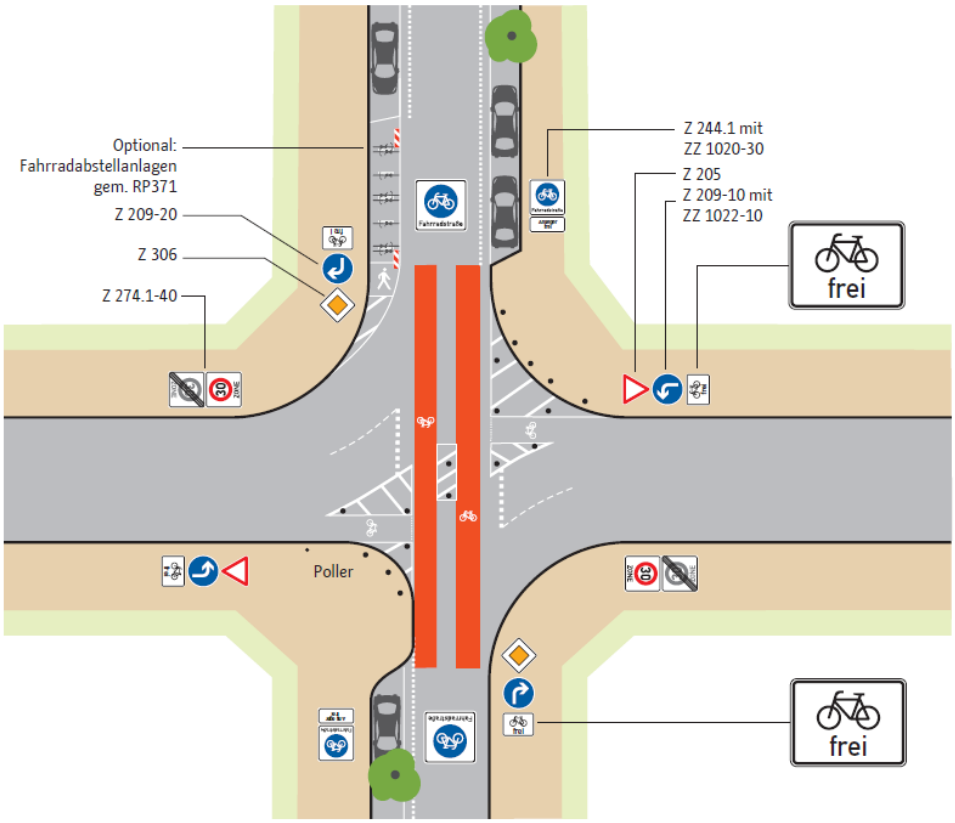


Abbildung 10: Beispielhafte Draufsicht für einen Knotenpunkt im Zuge einer Fahrradstraße im Berliner Vorrangnetz mit integrierter Diagonalsperre für den Kfz-Verkehr. Quelle: (Stadt Berlin - Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz, 2020, S. 37)

2.4.6 Radschnellverbindungen in Nordrhein-Westfalen

Fahrradstraßen sind eine wichtige Führungsform für RSV, insbesondere innerhalb städtischer Gebiete. Das Bundesland NRW hat Gestaltungsempfehlungen speziell für Radschnellverbindungen erarbeiten lassen. An die Verkehrsqualität werden hohe Ansprüche gestellt. Zum Beispiel

- Eine durchschnittliche Reisegeschwindigkeit von mind. 20 km/h
- Zeitverluste durch Wartezeiten von maximal 30 Sekunden je Kilometer innerorts
- Breite von mindestens 4,00 m im Zweirichtungsverkehr
- Hoher Wiedererkennungswert von RSV durch einheitliche Designelemente
  (Ministerium für Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen, 2019, S. 3.2)

Hinweise gibt der Leitfaden aus NRW unter anderem zu Einsatzgrenzen, Planung, Bau, Oberbau, Betrieb, Kommunikation und Finanzierung. Bezüglich der Gestaltung von innerörtlichen Fahrradstraßen im Zuge von RSV werden im Kapitel 3.3.5 des Leitfadens die folgenden Vorgaben gemacht. Diese sind für den Landesbauträger rechtsverbindlichen.

- Einsatzkriterien
  - Fahrradmenge>Kfz-Verkehrsmenge
  - Mindestens jedoch 2.000 RF/ Tag
- Kfz- Durchgangsverkehr
  - Mit geeigneten Maßnahmen weitgehend zu unterbinden
- Breite
  - Nutzbare Regelbreite von 4,60 m (mindestens aber 4,00 m) zuzüglich 0,75 m Sicherheitsraum zum ruhenden Verkehr
  - Bei größeren Fahrbahnbreiten wird ein gepflasterter Mittelstreifen zur Gliederung der Fahrgassen empfohlen
- Markierung
  - Durchgehender schmaler Farbstrich in grün am Rand der Fahrgasse
  - Piktogramme an beginnenden Streckenabschnitten und Einmündungen
  - Begrenzung des Parkstreifens mit durchgehender weißer Markierung (wenn nicht bereits baulich abgesetzt)
- Parken
  - Außerhalb der Fahrgasse
- Einmündungen
  - Einheitliche Gestaltung aller Knotenpunkte
  - Grundsätzlich Vorrang für die RSV
- Oberflächenmaterial
  - In besonderen Konfliktbereichen roter Asphalt

(Ministerium für Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen, 2019, S. 3.3.5)

Ein beispielhafter Querschnitt zu den oben genannten Vorgaben ist auf Abbildung 11 zu sehen.

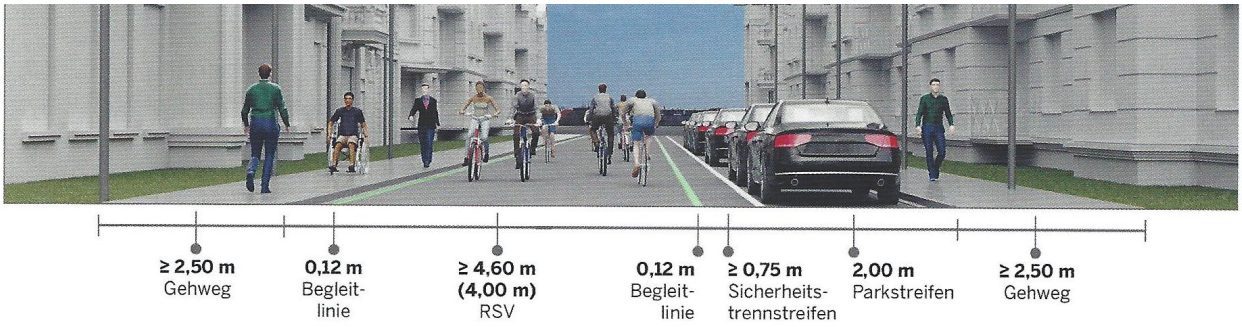


Abbildung 11: Querschnitt einer Fahrradstraße im Zuge einer RSV (Ministerium für Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen, 2019, S. 3.3.5)

Maßnahmen zur Unterbindung von Kfz-Durchgangsverkehren nehmen ähnlich wie in Berlin einen umfangreichen Teil des Leitfadens ein. Empfohlen werden punktuelle Maßnahmen wie beispielsweise Sinuswellen, die ein unangenehmes Schwingungsverhalten bei Kfz hervorrufen (vgl. Abbildung 12) oder Diagonalsperren für den Kfz-Verkehr. Beide Maßnahmen sind explizit für den Einsatz auf Fahrradstraßen gedacht. Ergänzend werden verkehrslenkende Maßnahmen im Umfeld der Fahrradstraßen empfohlen. Hier werden insbesondere gegenläufige Einbahnstraßen als sinnvolle Maßnahme genannt. Beispielhaft wurden im Leitfaden zahlreiche Musterlösungen und Draufsichten aufbereitet.

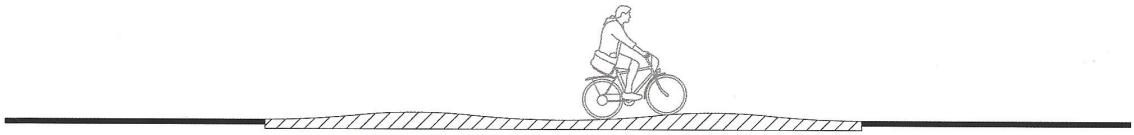


Abbildung 12: Beispielhafte Sinuswelle als geschwindigkeitsdämpfende Maßnahme auf RSV (Ministerium für Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen, 2019, S. 3.3.5.1.1)

Hinsichtlich der Gestaltung der Knotenpunkte sieht der Leitfaden sowohl bauliche Lösungen durch Anhebungen der Fahrbahn (vergleichbar mit den Empfehlungen ERA (Kapitel 2.2)) sowie eine reine markierungstechnische Lösung vor (vgl. Abbildung 13). Der Einsatz des Zeichens 306 StVO zur Bevorrechtigung der Fahrradstraße im Erschließungsstraßennetz wird empfohlen.

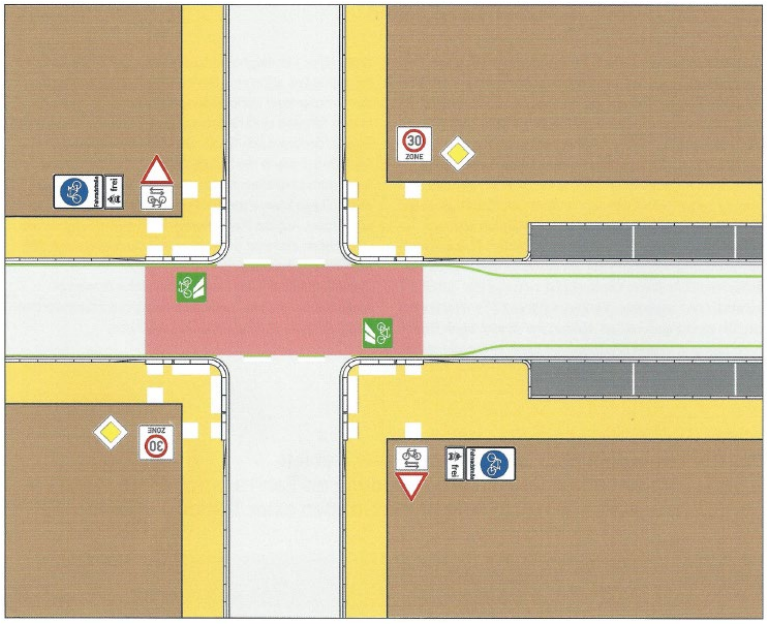


Abbildung 13: Gestaltung eines Knotenpunktes in einer Fahrradstraße im Zuge einer RSV (Ministerium für Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen, 2019, S. 3.5.1.1)

2.5 Empfehlungen zu Fahrradstraßen aus dem Ausland

2.5.1 Niederlande

In der niederländischen Straßenverkehrs-Ordnung *Verkeersregels en Verkeersstekens* wird das Schild Fietsstraat unter der Nummer L51 nur als Informationsschild geführt. Dies bedeutet, dass, anders als in Deutschland, mit dem Anbringen des Schildes im Straßenraum keine weiteren Gebote und Verbote verbunden sind (Fietsberaat - Crow, 2019, S. 20). Das niederländische Regelwerk zur

Planung von Radverkehrsanlagen CROW definiert die Zielvorstellung einer Fahrradstraße weiter und erklärt Fietsstraats zu Straßen, auf denen immer zwei Funktionen erfüllt sein sollten:

- Eine Durchgangsfunktion (Hauptradroute o. ä.) für den Radverkehr und eine
- Erschließungsfunktion für den MIV (Fietsberaat - Crow, 2019, S. 3).

Da keine rechtliche Grundlage für die bevorzugte Behandlung des Radverkehrs auf Fietstraats vorhanden ist, wird das von CROW definierte Ziel ausschließlich durch die Gestaltung des Straßenraumes erreicht. Mindestens sollten die drei folgenden Punkte umgesetzt werden:

- Punkt 1. Fahrbahnbreite angepasst an Kfz- und Radverkehrsstärken,
- Punkt 3.a Fahrbahn muss mit rotem/rötlichen Asphalt angelegt sein und
- Punkt 4. Das Fahrradstraßenschild L51 muss verwendet werden.

Ist einer dieser Punkte als nicht umsetzbar, dann sollte lieber keine Fahrradstraßen eingerichtet werden, da sonst die Erwartungshaltung der Nutzerinnen und Nutzer an dieses Infrastrukturelement nicht erfüllt werden können und Fietsstraats so insgesamt an Akzeptanz verlieren.

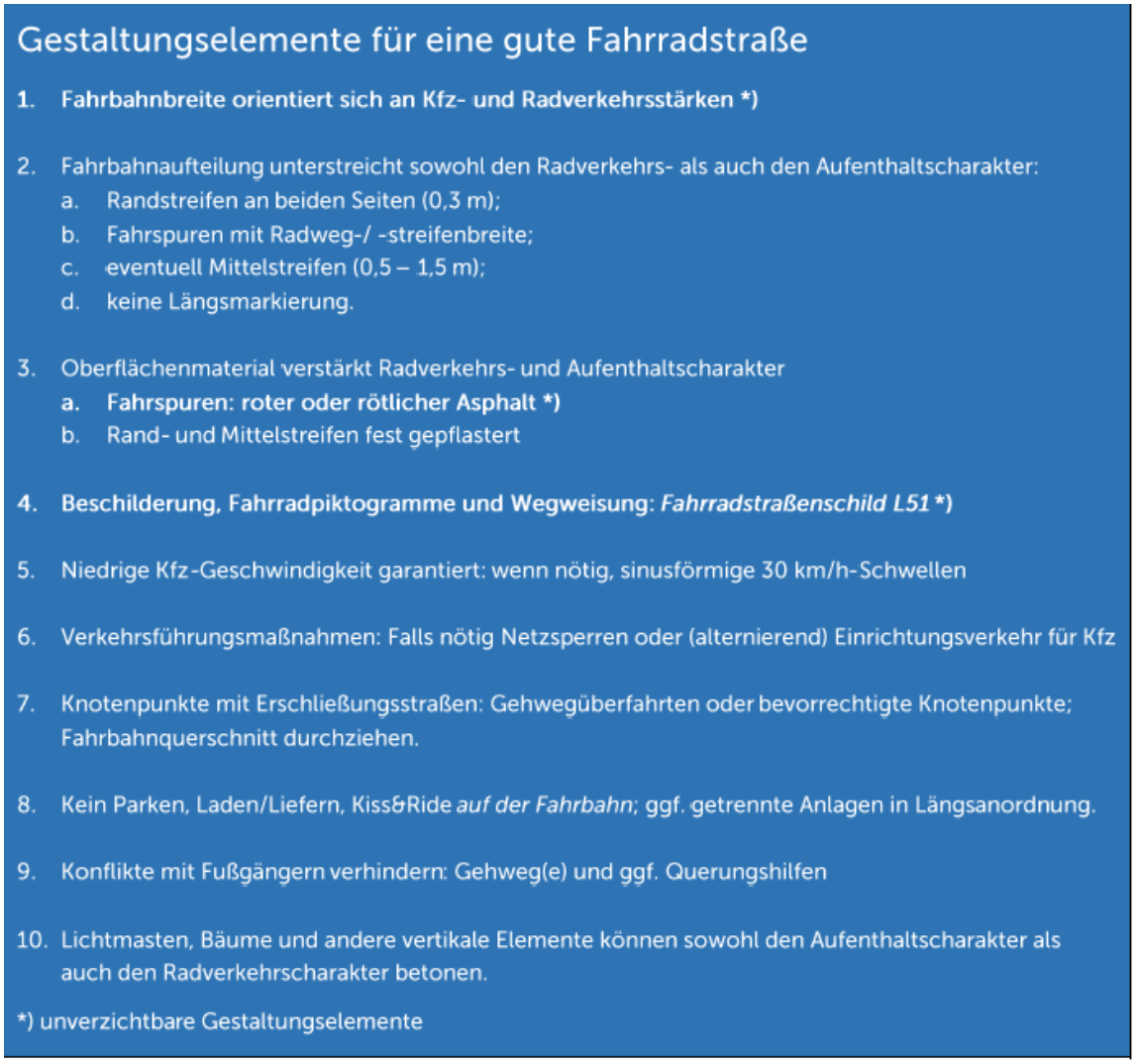


Abbildung 14: Gestaltungselemente für eine gute Fahrradstraße in den Niederlanden (Fietsberaat - Crow, 2019, S. 8)

Die richtige Fahrbahnbreite ist mit Abstand der wichtigste Punkt. Der sichere und leistungsfähige Verkehrsablauf hängt maßgeblich davon ab. Er errechnet sich durch den Platzbedarf der bei den häufigsten Begegnungs- und Überholvorgängen (z. B. PKW/PKW; PKW/Rad/Rad; etc.) notwendig wird. Hierzu wurde eine Tabelle entwickelt, aus der Planende die optimalen Fahrbahnbreiten für ihre Fahrradstraßen ablesen können (vgl. Tabelle 2). Für eine Straße mit Zweirichtungsverkehr und 400 Radfahrenden/h und 350 Kfz/h wäre so ein Fahrbahnbreite von 630 cm notwendig. Wenn das Verhältnis zwischen Fahrbahnbreite und Verkehrsstärken nicht stimmt, dann kann dieses nur in beschränktem Maß durch Gestaltungsmaßnahmen kompensiert werden. Es wird darauf hingewiesen, dass die kritischen Interaktionen bei einer untauglichen Kombination auch im Mischverkehr (ohne Fahrradstraßengestaltung) bestehen bleiben (Fietsberaat - Crow, 2019, S. 13).

Tabelle 2: optimale Fahrbahnbreiten (in cm) abhängig von den Verkehrsstärken (Fietsberaat - Crow, 2019, S. 12)

<table>
<tr><th colspan="4">Zweirichtungsverkehr</th><th colspan="4">Einrichtungsverkehr</th></tr>
<tr><th>Kfz /Std.</th><th>100 Radfahrer /Std.</th><th>250 Radfahrer /Std.</th><th>400 Radfahrer /Std.</th><th>Kfz /Std.</th><th>100 Radfahrer /Std</th><th>250 Radfahrer /Std.</th><th>400 Radfahrer /Std.</th></tr>
<tr><td></td><td>450</td><td>450</td><td>450</td><td>50</td><td>420</td><td>420</td><td>450</td></tr>
<tr><td>100</td><td>500</td><td>480</td><td>480</td><td>100</td><td>420</td><td>420</td><td>450</td></tr>
<tr><td>150</td><td>590</td><td>510</td><td>480</td><td>150</td><td>510</td><td>420</td><td>450</td></tr>
<tr><td>200</td><td>630</td><td>590</td><td>480</td><td>200</td><td>510</td><td>510</td><td>450</td></tr>
<tr><td>250</td><td rowspan="4">keine Fahrradstraße, ggf. Radstreifen mit</td><td>630</td><td>510</td><td>250</td><td rowspan="4">keine Fahrradstraße, ggf. Radstreifen mit schmaler Kfz-Spur</td><td>510</td><td>510</td></tr>
<tr><td>300</td><td>630</td><td>590</td><td>300</td><td>590</td><td>590</td></tr>
<tr><td>350</td><td>710</td><td>630</td><td>350</td><td>590</td><td>590</td></tr>
<tr><td>400</td><td colspan="2">schmaler Kfz-Spur</td><td>400</td><td>590</td><td>590</td></tr>
</table>

Maßgebliche Fahrzeugkombination		
Rad-Rad	Rad-Kfz-(Rad)	Kfz-Kfz

Fahrbahnbreite inkl. Randstreifen von 30 cm
Anteil nebeneinander fahrender Radfahrer 10%
Anteil Bus/Schwerverkehr < 2%

Hinsichtlich der Fahrbahnaufteilung ist bis zu einer Fahrbahnbreite von 4,80 m ein Fahrstreifen ohne Mittelstreifen ausreichend. Ab 4,50 m wird ein baulicher Mittelstreifen (zwischen 0,5 m und 1,70 m) empfohlen der die Fahrbahn in zwei Fahrstreifen für den Radverkehr unterteilt. Dies ist vor allem notwendig, um Überholvorgänge Kfz/Rad innerhalb der kritischen Fahrbahnbreite zwischen 4,70 m und 5,40 m unattraktiv zu machen (Fietsberaat - Crow, 2019, S. 16). Die Breite der beiden entstandenen Fahrstreifen für den Radverkehr sollte sich an den Breiten für Radverkehrsanlagen für den Zweirichtungsradverkehr orientieren.

Weitere Erkenntnisse aus dem niederländischen Regelwerk sind:

- Bei Messungen konnte nur ein schwacher Zusammenhang zwischen Fahrbahnbreiten und der Kfz-Geschwindigkeit festgestellt werden (Fietsberaat - Crow, 2019, S. 21)
- Grundsätzlich sollten Fahrradstraßen als gegenläufige Einbahnstraßen für den Kfz-Verkehr angelegt werden (Erschließungsfunktion). Für den fließenden Kfz-Verkehr werden nur zwei geschwindigkeitsdämpfende Maßnahmen empfohlen:
    - Im Zweirichtungsverkehr sind Sinuswellen anzuwenden

  - Im Einrichtungsverkehr können Verschwenkungen zu einer Reduzierung der Geschwindigkeit beitragen.
  - Alle anderen Maßnahmen (Engstellen, Fahrbahnanhebungen etc.) führen zu Behinderungen und einem deutlichen Komfortverlust für den Radverkehr und sollten vermieden werden (Fietsberaat - Crow, 2019, S. 21)
- Die Einführung von Einbahnregelungen für den Kfz-Verkehr führte zu einer signifikanten Reduzierung der kritischen und behinderten Interaktionen, obwohl die Kfz-Verkehrsstärke gleich blieb (Fietsberaat - Crow, 2019, S. 22).
- Erste Beobachtungen zeigen, dass Fußgängerüberwege in Fahrradstraßen nur dann funktionieren, wenn sie mit fahrradunfreundlichen Fahrbahnschwellen kombiniert werden. Weitere Untersuchungen in diesem Bereich stehen noch aus (Fietsberaat - Crow, 2019, S. 25).

2.5.2 Österreich

In Österreich sind Fahrradstraßen als Infrastrukturelement in der Straßenverkehrs-Ordnung verankert. Fahrradstraßen dürfen eingerichtet werden, „[…] wenn es der Sicherheit, Leichtigkeit oder Flüssigkeit, insbesondere des Fahrradverkehrs, oder der Entflechtung des Verkehrs dient […]“ (BMVIT, 2016, S. §67, Satz 1). Dies unterscheidet sich von der zum Zeitpunkt der Untersuchung aktuellen deutschen Vorgabe des Radverkehrs als vorherrschenden Verkehrsart. Weiterhin wird ausgeführt, dass die maximale Fahrgeschwindigkeit bei 30 km/h liegt, der Radverkehr weder gefährdet noch behindert werden darf und Radfahrende nebeneinander fahren dürfen. Anderer Verkehr als Radverkehr ist in Fahrradstraßen verboten, ausgenommen ist der Zweck des Zu- und Abfahrens sowie des Querens. (BMVIT, 2016, S. §67, §68).

Die Vorgaben des Verordnungsgebers werden von der Österreichischen Forschungsgesellschaft Straße, Schiene Verkehr (FSV) in der Richtlinie des Straßenwesens - Radverkehr (RVS) in Planungsvorgaben übersetzt. So dürfen Fahrradstraßen nur bei hohem bzw. erwartbar hohem Radverkehrsaufkommen eingesetzt werden. Minimal- oder Maximalvorgaben hinsichtlich der Fahrbahnbreite oder des DTV werden nicht gemacht. Grundsätzlich sollten Fahrradstraßen an Knoten mit untergeordneten Straßen bevorrechtigt werden. Bezüglich der Gestaltung am Knoten werden zwei Lösungen präsentiert (vgl. Abbildung 15). Die erste Lösung mit einer Anhebung der Knotenfläche entspricht den deutschen Regelwerken (vgl. Kapitel 2.2). Der zweite Weg ist eine reine Markierungslösung, welche Markierung von „Haifischzähnen“ für die untergeordnete Straße vorsieht.

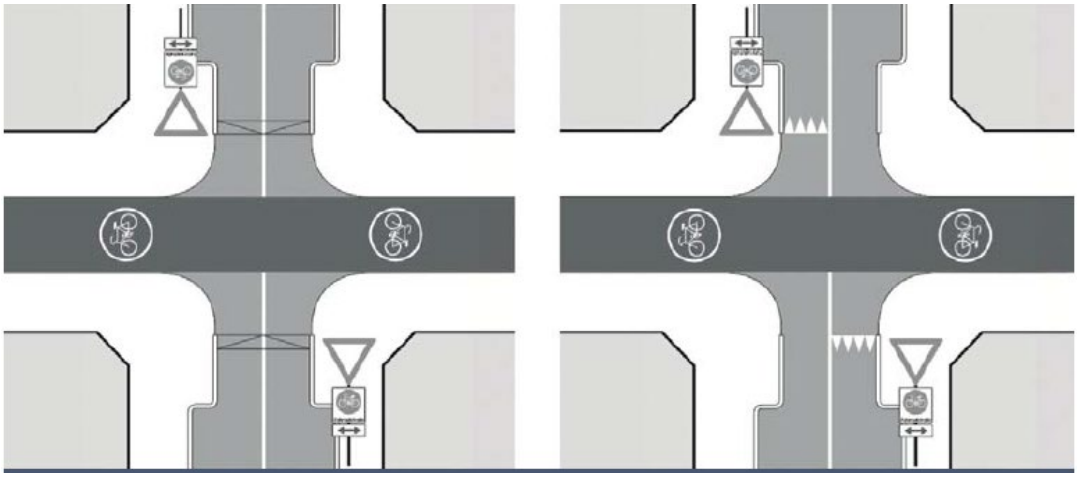


Abbildung 15: Gestaltungslösungen für Knotenpunkte von bevorrechtigte Fahrradstraßen in Österreich Quelle (FSV, 2014, S. 41)

2.5.3 Belgien

Seit 2012 sind Fahrradstraßen (la rue cyclable) in der belgischen StVO (Code de la route) verankert. Hier wurde festgelegt, dass

- Fahrradstraßen für Fahrräder und Kfz befahrbar sind,
- das Überholen von Radfahrenden für Kfz verboten ist,
- die Höchstgeschwindigkeit 30 km/h ist,
- und das Rechtsfahrgebot für den Radverkehr aufgehoben ist.
  (CRR - Centre de recherches routières, 2018, S. 3)

Im Auftrag der Region Brüssel wurde ein Leitfaden für die Einsatzkriterien und Gestaltung der Fahrradstraßen entwickelt. Die hier erarbeiteten Einsatzkriterien orientieren sich an älteren niederländischen Vorgaben. So darf eine Fahrradstraße eingerichtet werden,

- wenn mindestens 1.000 Radfahrende und weniger als 1.000 Kfz pro Tag gezählt wurden
- oder wenn es mindestens doppelt so viele Radfahrende wie Kfz im Tagesmittel gibt.
- Als obere Einsatzgrenze gelten 2.000 Kfz/Tag.
- Wenn Tempo 30 nicht durchsetzbar ist sollte keine Fahrradstraße eingerichtet werden. (CRR - Centre de recherches routières, 2018, S. 6)

Die reine StVO-Beschilderung gilt als nicht ausreichend, da die Erkennbarkeit der Regeln nicht aus dem Straßenraum gegeben ist. Es werden roter Asphalt oder eine regelmäßige Markierung von Piktogrammen/Sinnbildern empfohlen.

Die Querschnitte sollten zwischen 3,00 m – 4,00 m betragen. Die Kernfahrbahn darf aber nicht breiter als 4,00 m werden. Gegebenenfalls kann die Fahrbahn durch einen überfahrbaren gepflasterten Mittelstreifen gegliedert werden. Dieser zählt nicht zur Kernfahrbahn. Zum Ruhendem Verkehr müssen 0,80 m Sicherheitsraum eingeplant werden. (CRR - Centre de recherches routières, 2018, S. 19).

In den Vorgaben der Region Wallonie wurde eine Maximallänge von 500 m für Fahrradstraßen festgelegt. Es wird darauf verwiesen, dass das gesetzlich-vorgeschriebene Überholverbot ansonsten kaum durchsetzbar ist. Eine andere Besonderheit ist, dass das Parken im Seitenraum ganz vermieden oder im Fall von Einrichtungsverkehr nur am linken Fahrbahnrand angeordnet werden soll. Hintergrund ist die Vermeidung von Dooring-Unfällen (Service Public de Wallonie, 2014, S. 2).

2.5.4 Bicycle Boulevards in den Vereinigte Staaten von Amerika

In den Vereinigten Staaten hat die Führung des Radverkehrs im Mischverkehr aufgrund der Kultur des „vehicular cycling“ eine lange Tradition. Dabei haben sich Infrastrukturen entwickelt, die dem Konzept der deutschen Fahrradstraßen nahekommen. Die National Association of City Transportation Officials spricht hier von Bicycle Boulevards, aber es sind auch zahlreiche weitere Bezeichnungen wie Shared Bike Lanes oder Neighbourhood Greenways im Umlauf.

Bezüglich der Einsatzkriterien finden sich im Handbuch der National Association of City Transportation Officials (NACTO) die folgenden Angaben

- Ein maximaler DTV von 3.000 Kfz, Idealwert sind 1.500 Kfz pro Tag,
- eine Fahrbahnbreite, die abhängig vom DTV Überholvorgänge mit voller Kfz-Breite ermöglicht. Kann dies nicht sichergestellt werden sollte besser kein Bicycle Boulevard eingerichtet werden.
- Die Kfz-Geschwindigkeiten sollten zwischen 30km/h und 40kmh liegen und
- wenn mit häufigen Parkwechseln zu rechnen ist, sollte besser kein Bicycle Boulevard eingerichtet werden.

  (NACTO - National Association of City Transportation Officials, 2020)

Für die Gestaltung wird eine Kombination aus Beschilderung und Markierung von Piktogrammen empfohlen. Piktogramme nehmen hier eine dreifache Rolle ein. Sie sollen

1. Die besondere Situation des Radverkehrs in dieser Straße verdeutlichen.
2. Als Wegweiser für den Radverkehr dienen.
3. Die Fahrlinie der Radfahrenden dahingehend beeinflussen, dass diese Abstand zum ruhenden Verkehr halten um Dooring-Unfälle zu vermeiden.

Entsprechend sollten Piktogramme, für den Fall, dass Kfz-Längsparken möglich ist mit einem Abstand von 11 Feet (ca. 3,35 m) vom Bordstein markiert werden. Ohne ruhenden Verkehr sollte der Abstand mindestens 4 Feet (ca. 1,21m) vom Bordstein betragen, um die Radfahrenden vor Kante und Rinne zu schützen. (NACTO - National Association of City Transportation Officials, 2020)

2.6 Zusammenfassung des aktuellen Stands der Technik

Einsatzkriterien

Das Feld der Einsatzkriterien reicht von reinen weichen Formulierungen zum erwünschten Verkehrsablauf (Österreich, Deutschland (StVO)) über konkrete Vorgaben zu Verkehrsstärken (RASt) oder

Vorgaben zu Fahrbahnbreiten (Baden-Württemberg, Hessen). Einige Institutionen verschneiden beide Werte (Bremen) und nehmen noch den Faktor der Radverkehrsstärke mit auf (Niederlande, Belgien). In Tabelle 3 ist eine Auswahl von Kfz-Verkehrsstärken aufgeführt die als Einsatzkriterien für Fahrradstraßen und vergleichbare Infrastrukturen (z. B. Bicycle Boulevards) gesehen wird.

Tabelle 3: Eine Auswahl von maximal-zugelassenen Kfz-Stärken in der Spitzenstunde auf Fahrradstraßen Quellen: (FGSV, 2006) (ASTRA - Bundesamt für Strassen, 2018) (FSV, 2014) (Service Public de Wallonie, 2014) (Fietsberaat - Crow, 2019) (NACTO - National Association of City Transportation Officials, 2020) (Senat für Umwelt, Bau und Verkehr Bremen, 2015)

Bremen	500 Kfz/h (5.000 DTV)
RASt	400 Kfz/h
Niederlande	350 Kfz/h
Schweiz/USA	300 Kfz/h (3.000 DTV)
Belgien	200 Kfz/h (2.000 DTV)

Im niederländischen Handbuch CROW werden zwei entscheidende Einsatzkriterien für die Einrichtung von Fahrradstraßen vorgegeben. Die Erkennbarkeit der Fahrradstraße muss von jedem Standpunkt aus gegeben sein, daher sollten niederländische Fahrradstraßen immer durchgehend rot eingefärbten Asphalt besitzen. Als zweites Kriterium wurde für jede Verkehrszusammensetzung (Rad + Kfz) eine optimale Fahrbahnbreite ermittelt, welche immer eingehalten werden muss (vgl. Tabelle 2). Wenn diese Kriterien nicht eingehalten werden können, dann sollte keine Fahrradstraße eingerichtet werden. (Fietsberaat - Crow, 2019, S. 9).

Hinsichtlich der Einsatzkriterien hebt sich der Leitfaden aus Berlin insofern von den anderen ab, da hier unabhängig von der Kfz-Verkehrsstärke zwei entscheidende Kriterien zur Anordnung von Fahrradstraßen aufgeführt werden. Im Regelfall sollten Fahrradstraßen im Zuge einer geordneten städtebaulichen Entwicklung angelegt werden. Also ein rein planerisches Einsatzkriterium unabhängig von den vorliegenden Verkehrsstärken. Im Einzelfall können Fahrradstraße auch aus Gründen der Sicherheit oder der Ordnung des Verkehrs eingerichtet werden. Im zweiten Fall muss innerhalb von 2 Hauptzeiträumen nachgewiesen werden, dass der Radverkehr den höchsten Anteil der Fahrzeuge im entsprechenden Bereich darstellt (vgl. Kapitel 2.4.5). Konkrete Verkehrsstärken werden hier nicht genannt. Eindeutige Einsatzkriterien wie z. B. eine bestimmte Kfz-Verkehrsstärke ab wann Radverkehr im Mischverkehr möglich oder unmöglich wird, lässt sich aus den gesichteten Empfehlungen nicht ableiten.

Gestaltungsempfehlungen für Knotenpunkte

Während die ERA von 2010 begleitende bauliche Maßnahmen bei einer bevorrechtigten Führung der Fahrradstraße am Knoten empfehlen, hat sich in der Zwischenzeit in den regionalen Empfehlungen zu RSV die Sichtweise durchsetzt, dass Fahrradstraßen auch ohne bauliche Maßnahmen gegenüber anderen Erschließungsstraßen bevorrechtigt geführt werden können. Mit Blick auf die farbliche Gestaltung zeigt sich ein differenziertes Bild. In Hessen und Baden-Württemberg sind alle Kno-

tenpunkte an denen Fahrradstraßen bevorrechtigt geführt werden flächig rot einzufärben. Hier weichen die H RSV aus dem Jahr 2021 ab, die eine flächige Rot-Einfärbung der Knotenpunktfläche erst dann für notwendig erachten, sobald die Kfz-Verkehrsstärke auf untergeordneten Straßen gleich oder größer ist als jene auf der Fahrradstraße. Auch in Bremen und Berlin wird auf eine rote Einfärbung generell verzichtet, bzw. kann verzichtet werden, wenn nur eine geringe Verkehrsbedeutung vorliegt.

Gestaltungsempfehlungen für die Strecke

Das Spannungsfeld für den Regelquerschnitt für Fahrradstraßen in den gesichteten Empfehlungen bewegt sich zwischen 4,00 m und 6,50 m. Auf Verbindungen mit geringerer Bedeutung (Basis-Netz) sind auch Breiten von 3,50 m möglich. Geringere Breiten finden sich in den gesichteten Empfehlungen keine. Maßgeblich für Empfehlungen der Querschnitte sind, wenn dies nachvollziehbar war, der Begegnungsfall Rad/Kfz bzw. Rad/Rad/Kfz. In den H RSV wird der Überholfall Kfz/Rad explizit als Bemessungsfall ausgeschlossen (Anm. Sollte der Kfz-Verkehr eine legale Möglichkeit besitzen, um einen einzelnen Fahrradfahrenden zu überholen, so müsste in Deutschland eine Kernfahrbahn von mindestens 4,50 m vorgehalten werden). In den Empfehlungen zu den Bicycle Boulevards in den USA gilt wiederum ein Querschnitt der den Überholfall Kfz/Rad ermöglicht als ein maßgebliches Einsatzkriterium. In den niederländischen Regelwerken wird ebenfalls auf schlechte Erfahrungen verwiesen, die man in den 1990er Jahren durch baulich-erzwungene Überholverbote auf Fahrradstraßen gemacht hat. Daher ist ein grundsätzlicher Ausgangspunkt der niederländischen Empfehlungen, dass Autofahrende Radfahrende auf Fahrradstraßen überholen können sollten (Fietsberaat - Crow, 2019, S. 10). Hinsichtlich maximaler Breiten so liegen diese bei gleichzeitigem Busverkehr laut RASt bei 6,50 m. Die gleiche Breite wird in Bremen bei Zwei-Richtungsverkehr bei 5.000 Kfz/Tag vorgegeben. In den H RSV wird hingegen vor breiteren Fahrbahnen als 5,00 m gewarnt, da diese zu erhöhten Geschwindigkeiten des Kfz-Verkehrs führen können (FGSV, 2021, S. 30).

Folgt man den gesichteten Empfehlungen so liegt die optimale Fahrbahnbreite je nach Verkehrsstärke zwischen 4,00 m und 5,00 m. In den Niederlanden wird für jeden Begegnungsfall, abhängig von Verkehrsstärke und Zusammensetzung die optimale Querschnittsbreite empfohlen. In Hessen sind die zu wählenden Fahrbahnbreiten mit den Verbindungstypen (Basis-Netz, Vorrang-Netz und Radschnellverbindungen) verknüpft. Das Thema notwendiger Fahrbahnbreiten wurde im Jahr 2015 auch beim Bund-Länder Fachausschuss der Straßenverkehrs-Ordnung (BLFA-StVO) diskutiert. Der BLFA-StVO weist darauf hin, dass in Fahrradstraßen das Nebeneinanderfahren von Radfahrenden ausdrücklich erlaubt sei, und dass ein sicheres Begegnen der Radfahrenden in diesem Zustand eine Mindestbreite von 2,50 m pro Fahrtrichtung notwendig macht (Scholl, G., 2015, S. 9).

Hinsichtlich der Gestaltung scheint sich in den neueren Empfehlungen die Anlage eines Sicherheitstrennstreifens zum ruhenden Kfz-Verkehr in Fahrradstraßen durchgesetzt zu haben. Übliche Ausführung des Sicherheitstrennstreifens ist mit einem unterbrochenem Breitstrich nach RMS (0,50 m)

und mit 0,75 m Abstand zum ruhenden Verkehr (Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg, 2018), (Senat für Umwelt, Bau und Verkehr Bremen, 2015) (Stadt Münster - Amt für Stadtentwicklung, Stadtplanung, Verkehrsplanung, 2016). Einzig der Berliner Leitfaden weicht von diesen Vorgaben ab. Hier wird ein unterbrochener Schmalstrich empfohlen In der Wallonie (Belgien) werden in Fahrradstraßen mit Einrichtungsverkehr für den Kfz-Verkehr nur auf der linken Straßenseite Parkstände ausgewiesen (Service Public de Wallonie, 2014, S. 2). Hinsichtlich der Gestaltung von RSV und RVR wird in den H RSV unabhängig vom Sicherheitstrennstreifen eine fahrbahnbegleitende linienhafte Markierung in grüner Farbe empfohlen. Diese ist keine Anordnung mit technischem Hintergrund, sondern erfolgt als informelle und gestalterische Funktion im Zuge der Markenbildung und Wegweisung (FGSV, 2021, S. 21).

Neben Hinweisen zum Querschnitt machen die RASt auch Empfehlungen hinsichtlich einer maximalen nutzbaren Länge von 300 m für Wohnstraßen/Fahrradstraßen für den Kfz-Verkehr (FGSV, 2006, S. 38). In den Empfehlungen zur Fahrradstraßen-Gestaltung der Wallonie wird ebenfalls empfohlen Fahrradstraßen nur in Abschnitten mit maximal 500 m Länge auszuweisen. Für längere Strecken kann das dort gültige Überholverbot nicht mehr sichergestellt werden (Service Public de Wallonie, 2014, S. 3).

Querender Fußverkehr in Fahrradstraßen

Fahrradstraßen können bei größeren Radverkehrsstärken eine Trennwirkung für den Fußverkehr entfalten. Die Leitlinien der Stadt Bremen lehnen Lichtsignalanlagen (LSA) und Fußgängerüberwege (FGÜ) in Fahrradstraßen ab. Es verbleibt noch die Möglichkeit einer Mittelinsel oder einer LSA mit Dunkelschaltung (Senat für Umwelt, Bau und Verkehr Bremen, 2015, S. 3). Im Leitfaden zur Anlage und Ausstattung von Fußgängerüberwegen des Landes Baden-Württemberg wird darauf hingewiesen, dass ab einer Radverkehrsstärke von 800 RF/Stunde auf einer Radverkehrsanlage Zu-Fuß-Gehende über 25s für eine Querung warten müssen und damit ein Fußgängerüberweg notwendig wird (Baden-Württemberg - Ministerium für Verkehr, 2019, S. 33). In den Niederlanden sieht man hingegen den Einsatz von Fußgängerüberwegen in Fahrradstraßen kritisch, da diese nur bedingt von den Radfahrenden akzeptiert werden (Fietsberaat - Crow, 2019, S. 25).

Gestaltung Anfang und Ende

Hinsichtlich der Gestaltung der Anfangsbereiche von Fahrradstraßen ist in den Empfehlungen ein historischer Verlauf zu erkennen. Die VwV-StVO vor dem Jahr 1997 machte noch verpflichtende Vorgaben zur Gestaltung des Anfangsbereiches von Fahrradstraßen. Dort war z. B. eine Vorgabe, dass „[…] Beginn und Ende einer Fahrradstraße […] durch straßenbauliche Gestaltungselemente hervorgehoben werden“ sollen (Bouska, 1997, S. 98).

Diese Vorgabe findet sich in den älteren Empfehlungen z. B. aus Bonn wieder (Bundesstadt Bonn, 2012, S. 25). In den aktuelleren Empfehlungen z. B. aus Berlin oder Baden-Württemberg, sind nur noch wenige Gestaltungsempfehlungen für den Anfangsbereich vorhanden. Vielmehr rücken linien-

hafte Gestaltungen über die volle Länge der Fahrradstraßen z. B. Sicherheitstrennstreifen, die begleitende Farblinie oder der gepflasterte Mittelstreifen bei RSV in den Mittelpunkt. Hinzu kommen verkehrslenkende Maßnahmen, um den fließenden Kfz-Verkehr insgesamt in den Fahrradstraßen zu reduzieren (z. B. Gegenläufige Einbahnstraßen oder Diagonalsperren).

3 Aktueller Stand der Wissenschaft zu Fahrradstraßen

3.1 Verkehrssicherheit auf Fahrradstraßen und geöffneten Einbahnstraßen (GDV)

Die wichtigste Forschungsarbeit zum Thema Fahrradstraßen der letzten Jahre in Deutschland trägt den Titel „Sicherheitsbewertung von Fahrradstraßen und der Öffnung von Einbahnstraßen“, und wurde vom Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft (GDV) im Jahr 2016 veröffentlicht. Hier wurde eine bundesweite Befragung, eine Unfallanalyse und eine Verhaltensbeobachtung mit dem Schwerpunkt Verkehrssicherheit, und eine Befragung zur Regelkenntnis auf Fahrradstraßen durchgeführt. Es wurden die folgenden Ergebnisse erarbeitet

- die Befragung hat gezeigt, dass Fahrradstraßen ein weitverbreitetes Element in Deutschland sind. Von 359 Kommunen hatten 31% mindestens eine Fahrradstraße ausgewiesen wobei die Wahrscheinlichkeit mit der Zunahme der Einwohnerzahl deutlich anstieg.
- Von den 178 Kommunen mit ausgewiesenen Fahrradstraßen bezeichneten 2/3 den Verkehrsablauf als unproblematisch. Nur drei Kommunen nannten unfallträchtige Fahrradstraßen. Etwa die gleiche Anzahl verwies auf kritische Rückmeldungen aus der Bevölkerung.
- 57% der Kommunen nutzten mindestens Piktogramme als Markierung. Weitere Elemente zur Gestaltung wie eine markierte Begrenzung der Fahrbahnbreite oder bauliche Eingriffe wurden von weniger als 20% der Kommunen eingesetzt (vgl. Abbildung 16).

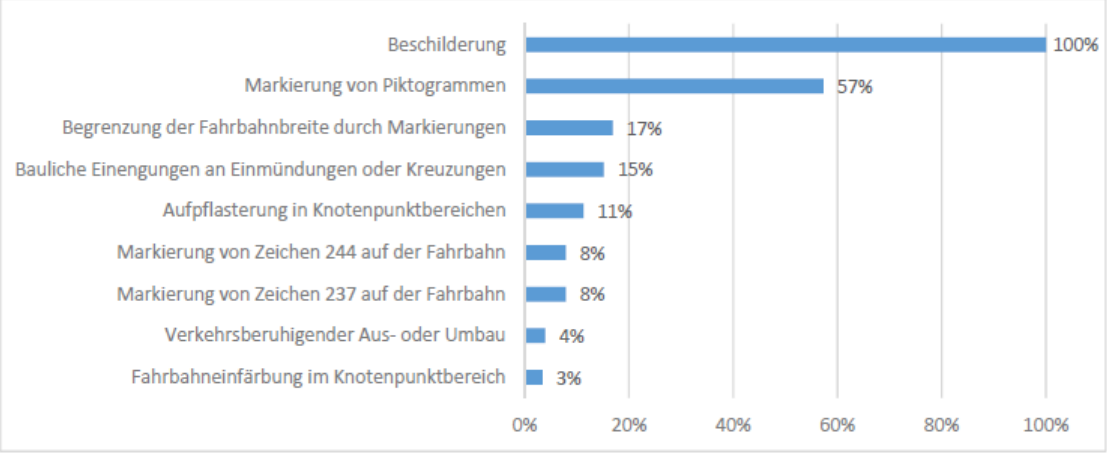


Abbildung 16: Gestaltungsmaßnahmen auf Fahrradstraßen in Deutschland (n=178; ∑=398) (Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft, 2016, S. 54)

- Die Mehrheit der genannten Fahrradstraßen ist an den Knoten mit R.-v.-l. geregelt (38%). Zweithäufigste Regelung ist eine durchgehende Bevorrechtigung der Fahrradstraßen (28%). Die verbleibenden Straßen waren entweder ohne Einmündungen oder die Vorfahrt war nicht einheitlich geregelt.
- 96% der untersuchten Fahrradstraßen waren für den Kfz-Verkehr ganz oder eingeschränkt freigegeben. Das Parken auf der Fahrbahn war in 68% der Fälle für den MIV erlaubt.
  Quelle: (Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft, 2016, S. 50ff)

In der Unfallanalyse wurden bundesweit 863 Unfälle auf 181 Fahrradstraßen (579 mit Radverkehrsbeteiligung) hinsichtlich Schwere, Typ, Art, Beteiligte und Ursache untersucht. In einer tiefergehenden Mikroanalyse zeigte sich, dass nur ca. jeder dritte Unfall im direkten Zusammenhang mit der Infrastruktur steht (ausgenommen wurden zum Beispiel Alleinunfälle oder Unfälle unter Alkoholeinfluss). Damit verblieben noch 186 Unfälle auf 75 Fahrradstraßen für eine detaillierte Analyse. (Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft, 2016, S. 59). Es wurden die folgenden Ergebnisse ermittelt

- Grundsätzlich passieren auf Fahrradstraßen weniger Unfälle mit Schwerverletzten und Getöteten als im innörtlichen Durchschnitt. Damit gelten Fahrradstraßen als ein vergleichsweise sicheres Infrastrukturelement.
- Mehr als die Hälfte aller relevanten Unfälle mit Radverkehrsbeteiligung in Fahrradstraßen sind Abbiegen/Kreuzen Unfälle an den Knoten im Zuge der Straßen. Dieser Anteil ist im Vergleich zu den durchschnittlichen Radverkehrsunfällen innerorts deutlich erhöht. Ebenfalls erhöht ist der Anteil der Unfälle im Zusammenhang mit dem ruhenden Verkehr (vgl. Abbildung 17), die überwiegend auf der Strecke auftreten. (Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft, 2016, S. 63)

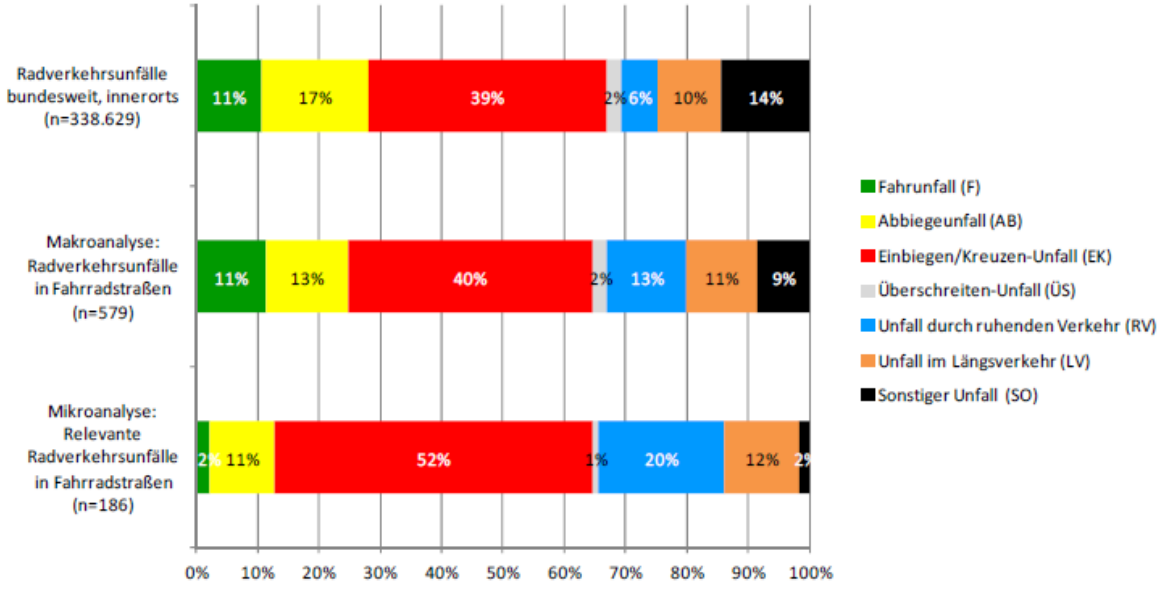


Abbildung 17: Relevante Radverkehrsunfälle auf Fahrradstraßen im Vergleich mit dem bundesweiten Durchschnitt (Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft, 2016, S. 63)

- Sowohl bei den relevanten Unfällen auf der Strecke als auch an den Knotenpunkten ist der Kfz-Verkehr in 109 von 186 Fällen der Hauptunfallverursacher (59%) (Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft, 2016, S. 70).
- In der Betrachtung der Unfallursachen von Unfallgegnern, die keine Radfahrenden waren, ist die Missachtung von Vorfahrtsregeln mit 42% der häufigste Fall. An zweiter Stelle stehen Fehler bei Parkierungsvorgängen (24%) (Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft, 2016, S. 79)
- Bei der Betrachtung Unfallkonstellationen wird deutlich, dass bei den Unfällen an den Knotenpunkten die Missachtung der Zeichen 301 StVO / 306 StVO und die Missachtung der Vorfahrt durch einen abgesenkten Bordstein die beiden häufigsten Ursachen sind.
- Auf der Strecke sind vor allem Konflikte mit dem Längsparkenden Kfz-Verkehr sowie missglückte Überholmanöver die Hauptursachen.
  (Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft, 2016, S. 82f)

Im Rahmen des Projektes wurden an 26 Stellen mit Hilfe von Videotechnik Konfliktbeobachtungen durchgeführt. Es wurden die folgenden Ergebnisse festgehalten:

- Es konnte kein Zusammenhang zwischen Verkehrsstärke (Rad und Kfz) und der Konflikthäufigkeit oder -schwere festgestellt werden. Weder an Knoten noch auf der Strecke.
- Die meisten Konflikte finden an Knotenpunkten statt. Häufigste Ursache war die Missachtung der Vorfahrt. Einen Zusammenhang mit der Gestaltung (Farbflächen, Gehwegüberfahrten, Piktogramme) konnte nicht festgestellt werden.
- An Knotenpunkten mit der Regelung R.-v.-l. konnten keine Konflikte beobachtet werden.
- Es gab keinen Zusammenhang zwischen den Unfallzahlen und den Konfliktzahlen.
- In vier Fahrradstraßen wurden erhöhte Geschwindigkeiten beim Kfz-Verkehr gemessen. Hier zeigte sich ein Zusammenhang zwischen Fahrbahnbreite und Radverkehrsstärke. Je breiter die Fahrbahn und je geringer die Radverkehrsstärke desto höher war die gemessene Geschwindigkeit im Kfz-Verkehr.
  (Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft, 2016, S. 86ff)

Im Rahmen des Vorhabens wurde eine Befragung unter den Nutzerinnen und Nutzern innerhalb der Fahrradstraßen durchgeführt. Hier zeigte sich, dass einem Viertel der Befragten (n=452) nicht bewusst war, dass sie sich innerhalb einer Fahrradstraße befinden. Der höchste diesbezügliche Wert tauchte in einer Straße auf, die ausschließliche beschildert war uns sonst keinerlei Markierungen aufwies. Bei der Frage nach der subjektiven Sicherheit stellte sich heraus, dass Radfahrende sich überwiegend sicher und die Hälfte der Zu Fuß Gehenden sich überwiegend unsicher fühlten. Parkende Kfz und die Geschwindigkeit der Autos wurden besonders von Nicht-Radfahrenden als kritisch empfunden. (Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft, 2016, S. 95)

Um die Verkehrssicherheit weiter zu erhöhen, wird abschließend empfohlen, den

- Kfz-Durchgangsverkehr zu unterbinden,
- eine Fahrgasse von 4 Meter + Sicherheitstrennstreifen zum ruhenden Verkehr (0,75 m) zu gewährleisten,

- einen Sicherheitstrennstreifen und Piktogramme zu markieren,
- eine einheitliche Vorfahrtsregelung an Knotenpunkten umzusetzen und
- die Gestaltung der Knotenpunkte sollte innerhalb einer Kommune einheitlich sein.
- Mittelfristig sollten einheitliche Gestaltungsvorgaben im technischen Regelwerk bundesweit Anwendung finden.

3.2 Einsatzbereiche und Entwurfselemente von Radschnellverbindungen (BASt)

Im September 2019 wurde von der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) ein Forschungsbericht zu Einsatzbereichen und Entwurfselementen von Radschnellverbindungen veröffentlicht. Das Forschungsvorhaben behandelt primär Radschnellverbindungen. Fahrradstraßen werden in allen dort gesichteten Empfehlungen (FGSV, Berlin, Baden-Württemberg, Bayern, NRW, Hessen) als mögliche Infrastruktur genannt. Als Regelbreiten werden durchgehend

- 3,00 m für den Einrichtungsbetrieb
- und 4,00 m für den Zweirichtungsbetrieb genannt.
  (BASt, September 2019, S. 29)

Die empfohlenen Regelbreiten wurden durch eine Verkehrskonfliktbeobachtung auf 7 RSV-Ähnlichen Infrastrukturen bestätigt. Hier konnte eine Reduzierung der Interaktionen zwischen Radfahrern im Gegenverkehr ab einer Fahrbahnbreite von 4.00 m und damit eine sichere Abwicklung auch großer Radverkehrsstärken nachgewiesen werden (BASt, September 2019, S. 74). Die untersuchten Infrastrukturen waren ausschließlich für den Radverkehr freigegeben.
Hinsichtlich der Einsatzgebiete der Vorfahrtsregelung wurde festgestellt, dass eine Radwegfurt mit Bevorrechtigung für die RSV durch die Zeichen 306 StVO und 301 StVO im Erschließungsstraßennetz mit der Höchstgeschwindigkeit von 30 km/h bis zu einer Verkehrsstärke von 2.000 Kfz/24h in den einmündenden Straßen uneingeschränkt und bis 3.500 Kfz/24h eingeschränkt möglich ist. Dabei ist auf die Erkennbarkeit und ausreichende Sichtverhältnisse zu achten. Es wird empfohlen die Beschilderung durch Fahrbahnanhebungen, Leiteinrichtungen und/oder Einfärbungen der Furten zu verdeutlichen.

3.3 Bewertung der Fahrradstraßen der Stadt München

Im Auftrag der Stadt München hat die Planungsgemeinschaft Verkehr PGV-Alrutz eine Evaluierung der 21 städtischen Fahrradstraßen durchgeführt. Es wurden eine Unfallanalyse, eine Verkehrsbeobachtung und eine Befragung beauftragt. Dabei sind die folgenden Ergebnisse ermittelt worden.

- Der Vergleich von Vorher-Nachher Daten hat gezeigt, dass durch die Ausweisung der Fahrradstraßen die Anzahl der Radfahrenden auf diesen Straßen um ca. 20% zugenommen hat. Die Zahlen sind bereinigt vom generellen Anstieg am städtischen Modal Split. Damit ist eine Bündelungsfunktion der Radstraßen nachgewiesen worden.

- Die durchschnittliche Unfallrate für 44 Fahrradstraßen bundesweit inklusive der Münchner kombiniert liegt bei 2,5 Unfällen / 1 Mio. RF-km
- Die Unfalldichte mit Zuordnung zu den Schwerverletzten ist nach der Ausweisung der Fahrradstraßen in München von 2,34 U/km*a auf 1,95U/km*a gesunken.
- Die Verkehrsbeobachtungen haben gezeigt, dass es bei Kernfahrbahnbreiten unterhalb von 4,50 m im Zweirichtungsverkehr und unterhalb von 3,50 m im Einrichtungsverkehr beim Zusammentreffen von Kfz und Rad zu häufigen Ausweichmanövern auf den Gehweg kommt.
- Im Zusammenhang mit dem ruhenden Verkehr wurden wesentliche Probleme identifiziert, welche direkt oder indirekt zu zahlreichen leichten Konflikten führten (Dooring, Rangier- und Parkvorgänge). Die Markierung von Sicherheitstrennstreifen wird empfohlen.
- In allen untersuchten Fahrradstraßen gilt R.-v.-l. an den Knotenpunkten. Die Regelungsart zeigte keine Auffälligkeit in der Unfallstatistik, bei der Verkehrsbeobachtung wurden allerdings hohe Konfliktraten verzeichnet (8% Regel-Missachtung beim MIV). Außerdem konnten im Einzelfall deutliche Zeitverluste im Verlauf der Fahrradstraßen beobachtet werden. Eine durchgehende Bevorrechtigung der Fahrradstraßen durch Zeichen 301 oder Zeichen 306 wird empfohlen.
- Die Befragung zeigte, dass nur 50% von 604 Befragten wussten, dass sie sich in einer Fahrradstraße befinden. Zur Verdeutlichung wird eine linienhafte Markierung im Verlauf der Fahrradstraße empfohlen. (Landeshauptstadt München, 2016)

3.4 Evaluation der Straße Harvestehuder Weg Hamburg

Die Straße Harvestehuder Weg in Hamburg wurde 2014 in eine Fahrradstraße umgewandelt. Aufgrund zahlreicher Beschwerden wurde das Büro Argus Stadt und Verkehrsplanung mit einer Evaluation beauftragt. Es wurden Verkehrszählungen, Geschwindigkeitsmessungen sowie eine Befragung und eine Beobachtung des Verkehrsablaufes durchgeführt. Die V_{85}, das ist die Geschwindigkeit unter welcher 85% aller Messwerte liegen, lag an 8 Erhebungstagen durchgängig zwischen 45 und 50 Km/h (Zulässig: 30 km/h) (Argus - Stadt- und Verkehrsplanung, 2015, S. 12). Die Online Befragung und die Interaktionsbeobachtung hat ergeben, dass es an Stellen mit alternierenden Parkständen zu Stauungen kommt, welche den Radverkehr deutlich ausbremsen. (Argus - Stadt- und Verkehrsplanung, 2015, S. 20). Als Lösung wurden die alternierenden Parkstände zurückgenommen, um den Verkehrsfluss zu verbessern. Die nun vorhandene Fahrgassenbreite von 6,00 m wurde wiederum als kritisch eingestuft, da sie zu riskanten Überholmanövern von Kfz/Rad trotz Kfz im Gegenverkehr führte. Aus diesem Grund wurde die Fahrgasse mit Hilfe einer Sperrfläche auf 5,50 m eingeengt. (Bührmann, 2020)

3.5 Sonstige Forschungsprojekte

Sicherheit des Radverkehrs auf Erschließungsstraßen (BASt)

Im Auftrag der BASt wurde der Radverkehr in Erschließungsstraßen mittels Unfallanalyse, Befragung und Verkehrsbeobachtung untersucht. Insgesamt wurden Streckenabschnitte in 10 Untersuchungsgebieten betrachtet. In diesem Kollektiv befanden sich drei Fahrradstraßen, welche explizit untersucht wurden. Hinsichtlich Fahrradstraßen wurden die folgenden Ergebnisse erarbeitet:

- Keine nennenswerten Verhaltensunterschiede im Radverkehr oder MIV im Vergleich zu den untersuchten Erschließungsstraßen.
- Keine Unterschiede hinsichtlich der Fahrlinien des Radverkehrs oder bei den Überholabständen im Vergleich zu den untersuchten Erschließungsstraßen (20% der Überholungen lagen < 1,00 m).
- Von den Nutzerinnen und Nutzern wurden Fahrradstraßen deutlich positiver bewertet, obwohl keine objektive Verbesserung messbar war.
- Die Bevorrechtigung der Fahrradstraße durch Beschilderung und bauliche Maßnahmen wurden als unproblematisch eingestuft. Bei baulichen Maßnahmen z. B. durch eine Gehwegüberfahrt oder Fahrbahnanhebung war eine deutlich größere Akzeptanz von Seiten des MIV messbar.
  (BASt, 1997, S. 135ff)

Aus den Ergebnissen der Studie leiten die Bearbeiter die folgenden Ergebnisse für den Radverkehr im Mischverkehr im Erschließungsstraßennetz ab:

- Unebener Pflasterbelag steigert die Gehwegnutzung erheblich und sollte vermieden werden
- Die Fahrbahnbreite sollte unterhalb von 5,00 m liegen
- Engstellen (im Zweirichtungsverkehr) sind zu vermeiden. Insbesondere punktuell einstreifig befahrbare Abschnitte wurden kritisch für den Radverkehr bewertet. Der Einsatz sollte bei hoher Bedeutung für den Radverkehr sorgfältig abgewogen werden.
- Der Ruhende Verkehr ist die Hauptgefahrenquelle und sollte geordnet sowie außerhalb der Fahrbahn angeordnet werden.
  (BASt, 1997, S. 142ff)

Hinsichtlich der Gestaltung von Fahrradstraßen geben die Autoren die folgenden Hinweise:

- An jedem Knotenpunkt sollten neben der Beschilderung Piktogramme auf der Fahrbahn markiert und bauliche Maßnahmen zur Geschwindigkeitsdämpfung eingesetzt werden.
- Die Regelung R.-v.-l. ist aus der Perspektive der Verkehrssicherheit gut mit Fahrradstraßen vereinbar. Erfolgt eine Bevorrechtigung, dann sind deutliche bauliche Maßnahmen zur Geschwindigkeitsdämpfung erforderlich.
  (BASt, 1997, S. 144f)

Einfluss von Radverkehrsaufkommen und Radverkehrsinfrastruktur auf das Unfallgeschehen (Unfallforschung der Versicherer)

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurde das Unfallgeschehen von Radfahrenden nach den vorhandenen Infrastrukturen in Deutschland untersucht. Hinsichtlich der Führung auf Fahrradstraßen wurde bei der Untersuchung von 23 Streckenabschnitten festgestellt, dass

- Fahrradstraßen im Vergleich zu anderen Radverkehrsinfrastrukturen sehr sicher sind,
- die Unfallrate hinsichtlich der Schwerverletzten bei 1,9 $U(P)_{Rad}$ / 1 Mio. Rad-Kilometern liegt (zweit-sicherste Führungsform ist der Radfahrstreifen mit 7,9 $U(P)_{Rad}$ / 1 Mio. Rad-Kilometern),
- und die mittlere Fahrgeschwindigkeit auf den untersuchten Fahrradstraßen 18,2 km/h ist. (Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft, 2015, S. 10, 62, 46)

Aufgrund der niedrigen Unfallbelastung und der geringen Zunahme der Unfallzahlen bei steigendem Radverkehrsanteil wird als Fazit zukünftig eine verstärkte Ausweisung von Fahrradstraßen empfohlen (Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft, 2015, S. 10).

Fix my Berlin

Im Rahmen einer nicht-repräsentativen Online-Umfrage wurden 21.000 Berlinerinnen und Berliner mit Hilfe von Abbildungen nach ihrer bevorzugten Gestaltung von Radinfrastrukturen befragt. In diesem Kontext wurden auch verschiedene Gestaltungsvarianten zu Fahrradstraßen abgefragt. Den stärksten Einfluss auf das dort abgefragte Sicherheitsgefühl hatten die Faktoren „autofrei“ (ja/nein), gegenläufige Einbahnstraßen für den Kfz-Verkehr, eine ausreichende Straßenbreite sowie die Markierung (Fix my Berlin, 2020, S. 44).

Untersuchung auf Fahrradstraßen in den Niederlanden (CROW Fietsberaad)

Im Rahmen der im März 2019 veröffentlichten Untersuchung von VAN BOGGELEN und HULSHOF im Auftrag der CROW-Fietsberaat aus den Niederlanden wurde eine Verkehrskonfliktbeobachtung und eine Nutzerbefragung auf 11 innerörtlichen Fahrradstraßen durchgeführt. Das Forschungsvorhaben hat gezeigt, dass es einen starken Zusammenhang zwischen behindernden Begegnungen zwischen Rad- und MIV (dichtes Auffahren oder Begegnen, geringer Überholabstand), der Fahrbahnbreite und der Verkehrsstärken gibt (Fietsberaat - Crow, 2019, S. 7). Hieraus wurde das Ziel formuliert, dass auf einer Fietsstraat weniger als eine behindernde Begegnung pro Kilometer stattfinden sollte. Auf dieser Basis wurden 10 Gestaltungselemente für Fahrradstraßen entwickelt, welche bei diese Zielvorgabe für den Verkehrsablauf erwirken (vgl. Abbildung 14).

Fahrradstraßen in der Schweiz

Im Jahr 2018 wurde in der Schweiz ein Pilotversuch zu Velo-Straßen abgeschlossen. Der Pilotversuch wurde im Auftrag des Schweizer Bundesamts für Strassen (ASTRA) durchgeführt. Ziel der Studie war die Zweckmäßigkeit von Velo-Straßen zu überprüfen. Auflagen für den Einsatz von Velo-Strassen waren, dass die Routen Teil des lokalen Radverkehrsnetzes sind, Radverkehr mindestens 50% des Verkehrs ausmachen und der DTV unter 3.000 Kfz/h liegt. Die Ergebnisse zeigten keinen generellen Nutzen aber auch keine Nachteile für die Verkehrsteilnehmenden. (Bundesamt für Strassen (ASTRA), 2018, S. 10).

Befragung im Umfeld der Senefelder Straße in Offenbach

Ziel der der Studie war es, herauszufinden ob Fahrradstraßen zu einer Veränderung des Verkehrsverhaltens beitragen. Insbesondere ob sie zu einer bevorzugten Nutzung des Fahrrades und zu einer verringerten Nutzung des Autos führen. (Blitz, Busch-Geertsema, & Lanzendorf, 2020, S. 3)

Es wurde eine postalische Befragung (n = 701) in zwei Wohngebieten durchgeführt. Je eines mit Fahrradstraße und eines ohne Fahrradstraße im Umfeld. Die Ergebnisse zeigen, dass die Bewohner im Umfeld der Fahrradstraße eher dazu neigen das Fahrrad öfter zu nutzen als die Bewohner in der Vergleichsgruppe und dass obwohl die Fahrradstraße von denselben Anwohnern im Vergleich kritischer bewertet wurde. Weiterhin zeigen die Ergebnisse, dass die Bewohner im Umfeld der Fahrradstraße eher darüber nachdenken das Auto weniger zu benutzen als die Bewohner in der Vergleichsgruppe. (Blitz, Busch-Geertsema, & Lanzendorf, 2020, S. 11ff)

Einflüsse der direkten Umgebung (Micro Environment) auf die subjektive Sicherheit in Fahrradstraßen

Ziel dieses schwedischen Vorhabens war es herauszufinden, wie Fahrradstraßen gestaltet sein sollten um die subjektive Sicherheit zu verbessern (Rivera Olsson & Ellder, 2023). Hierzu wurde eine Online-Befragung in Schweden von 371 Personen durchgeführt, welche auf Basis von Abbildungen verschiedene Straßenentwürfe hinsichtlich der subjektiven Sicherheit bewerten sollten. Die Entwürfe der Fahrradstraße variierten z. B. zwischen Verkehrsstärken, Straßenmarkierungen, Fahrbahnbelag (Kopfsteinpflaster, Asphalt) und Fahrradpiktogrammen. Die Ergebnisse zeigen, dass (abgebildete) Kfz-Verkehrsstärken negativ auf die subjektive Sicherheit wirken. Weiterhin zeigen die Ergebnisse, dass Straßenmarkierungen vorteilhaft auf die subjektive Sicherheit der Radfahrenden wirken. Diese Wirkung ist besonders ausgeprägt, wenn die Markierung eindeutig zeigt wo sich der Radverkehr auf der Fahrbahn bewegen soll. (Rivera Olsson & Ellder, 2023, S. 9)

3.6 Zusammenfassung des aktuellen Standes der Wissenschaft

Allgemeines

Fahrradstraßen sind in Deutschland weit verbreitet und mit der Einführung von Fahrradstraßen steigt der Anteil des Radverkehrs auf diesen Straßen, bereinigt vom gesamtstädtischen Anstieg des Radverkehrs. Sie tragen somit zur Bündelung und zur Förderung des Radverkehrs bei. (Landeshauptstadt München, 2016, S. 40) (Argus - Stadt- und Verkehrsplanung, 2015, S. 8) (Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft, 2016, S. 50) (Blitz, Busch-Geertsema, & Lanzendorf, 2020, S. 11)

Gleichzeitig sind Fahrradstraßen eine sichere Führungsform für den Radverkehr in Deutschland. Dies gilt auch für sehr hohe Radverkehrsstärken. Die Unfallschwere liegt etwa auf dem Niveau von Nebenstraßen und insgesamt unterhalb des innerörtlichen Durchschnitts. (Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft, 2015, S. 62, 10) (Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft, 2016, S. 79)

Gestaltung Knoten in Fahrradstraßen

Die meisten Radfahrenden in Fahrradstraßen verunfallen an den Knotenpunkten durch Kraftfahrzeuge, die unvorsichtig in die Straße einfahren. (Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft, 2015, S. 62, 10) (Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft, 2016, S. 79) Die größten Unterschiede in der Knotenpunktgestaltung gehen mit der Verkehrsregelung einher. In einem älteren Forschungsprojekt der BASt konnten keine Probleme bei einer Regelung mit R.-v.-l. in Fahrradstraßen beobachtet werden. Wenn es zu Konflikten kam, dann bei einer bevorrechtigten Führung der Fahrradstraßen. Die Bevorrechtigung kann durch Zeichen 301, Zeichen 306 oder durch eine bauliche Gehwegüberfahrt erfolgen, wobei die Autoren darauf hinweisen, dass bauliche Lösungen vom Kfz-Verkehr eher akzeptiert werden (BASt, 1997, S. 134). Im Rahmen der Evaluation der Fahrradstraßen in München zeigte die Regelungsart R.-v.-l. zwar keine Auffälligkeit in der Unfallstatistik, bei der Verkehrsbeobachtung wurden allerdings hohe Konfliktraten verzeichnet (8% Regel-Missachtung beim MIV). Außerdem konnten im Einzelfall deutliche Zeitverluste im Verlauf der Fahrradstraßen beobachtet werden. Eine durchgehende Bevorrechtigung der Fahrradstraßen durch Zeichen 301 oder Zeichen 306 wird empfohlen. Das Forschungsvorhaben des GDV aus dem Jahr 2016 zu Fahrradstraßen konnte wiederum keinen Zusammenhang zwischen Konflikten oder Unfällen und der Gestaltung der Knotenpunkte feststellen (Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft, 2016, S. 95). Allerdings konnten auch hier keine kritischen Interaktionen an Knotenpunkten mit der Regelung R.-v.-l. beobachtet werden. Als Ergebnis einer Untersuchung aus dem Jahr 2019 zu bevorrechtigten Radwegefurten der BASt empfehlen die Autoren, dass Radschnellverbindungen mit Zeichen 306 oder Zeichen 301 und bei deutlicher Gestaltung durch Anhebung der Knotenfläche verbundenen mit guten Sichtbeziehungen und roter Farbmarkierung bis zu einem DTV von 3.500 KFZ auf den einmündenden Straßen ohne relevante Sicherheitsdefizite bevorrechtigt werden können (BASt, September 2019, S. 81). In den gesichteten Studien waren keine Hinweise zu finden, ob die Einfärbung der Fahrbahn im Knotenbereich zur Verbesserung der Verkehrssicherheit beiträgt.

Querschnittsgestaltung und Markierung von Streckenabschnitten in Fahrradstraßen

Hinsichtlich der Erkenntnisse zu optimalen Fahrbahnbreiten in Fahrradstraßen ergibt sich ein konsistentes Bild. Die Verkehrsbeobachtungen im Rahmen der Evaluation der Fahrradstraßen der Stadt München haben gezeigt, dass es bei Kernfahrbahnbreiten unterhalb von 4,50 m im Zweirichtungsverkehr und unterhalb von 3,50 m im Einrichtungsverkehr beim Zusammentreffen von Kfz und Rad zu häufigen Ausweichmanövern auf den Gehweg kommt. Die Studie des GDV empfiehlt für Fahrradstraßen ebenfalls eine Fahrbahnbreite von 4,00 m zuzüglich Sicherheitstrennstreifen. Die Evaluation des Harvestehuder Weges in Hamburg zeigte, dass eine Fahrbahnbreite von 6,00 m in Fahrradstraßen kritisch ist, da es beim Überholfall Kfz/Rad bei Kfz im Gegenverkehr zu besonders knappen Überholfällen kommt. Dieses Problem ist bereits bekannt und wird in den aktuellen ERA auch so beschrieben (vgl. Kapitel 2.2). In den Niederlanden wurde im Rahmen einer Untersuchung optimale Fahrbahnbreiten je nach Verkehrszusammensetzung (Rad, Kfz) entwickelt. Diese basieren auf

dem jeweiligen, maßgeblichen Begegnungsfall (Rad/Kfz, Rad/Kfz/Rad, Kfz/Kfz/Rad). Die zugehörigen Breiten reichen von 4,50 m bis 6,30 m. Im niederländischen Leitfaden zu Fahrradstraßen wird außerdem vor einer kritischen Fahrbahnbreite zwischen 4,70 m und 5,40 m in Fahrradstraßen gewarnt, da diese Breite enge Überholungen zwischen Kfz/Rad fördert, es ist allerdings nicht ersichtlich, ob dieser Hinweis wissenschaftlich belegt ist (Fietsberaat - Crow, 2019, S. 16). Der Verkehrsablauf auf Radschnellverbindungen ohne Kfz-Verkehre ist bereits untersucht worden. Die Ergebnisse zeigen, dass mit 4,00 m Fahrbahnbreite auch große Radverkehrsstärken im Zwei-Richtungsverkehr sicher abgewickelt werden können (BASt, September 2019, S. 74). Für Fahrradstraßen ohne Kfz-Verkehre kann weiterhin auf den Stand der Wissenschaft und Technik zu Zwei-Richtungsradwegen zurückgegriffen werden.

In der Mehrheit der betrachteten Studien wurden wesentliche Schwierigkeiten zwischen dem ruhenden Verkehr und dem Radverkehr identifiziert. Hierzu zählen beispielsweise erhöhte Unfallkennzahlen (Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft, 2016, S. 63) (Landeshauptstadt München, 2016, S. 53) oder die Häufung von Konflikten und Behinderungen (Landeshauptstadt München, 2016, S. 63). In einer Studie der BASt zur Verkehrssicherheit von Radverkehr auf Erschließungsstraßen (und auch Fahrradstraßen) wird der Ruhende Verkehr als „Hauptgefahrenquelle“ bezeichnet (BASt, 1997, S. 142f). Auch in der GDV-Studie wurde festgestellt, dass auf der Strecke die meisten Radfahrenden durch unachtsam geöffnete Auto-Türen verunfallen. (Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft, 2015, S. 62, 10) (Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft, 2016, S. 79) Als Lösungsweg wird in fast allen betrachteten Untersuchungen die Anlage eines Sicherheitstrennstreifens empfohlen.

Die Beruhigung des Kfz-Verkehrs bei gleichzeitiger Beibehaltung des Komforts des Radverkehrs ist ein Spagat, der ein besonderes Augenmerk verdient. Die betrachteten Untersuchungen aus Hamburg und der BASt haben gezeigt, dass Engstellen und alternierendes Parken zwar den Kfz-Verkehr bremsen, aber der Radverkehr dadurch ebenfalls in signifikantem Ausmaß behindert wird, dass es zu einer Ablehnung der Fahrbahnnutzung kommen kann (Argus - Stadt- und Verkehrsplanung, 2015), (Bührmann, 2020), (BASt, 1997). Die Untersuchung der BASt zeigt außerdem, dass durchgehende Plateaupflasterungen innerhalb einer Fahrradstraße den Komfort für den Radverkehr Einschränken und teilweise zu einer verstärkten Gehwegnutzung der Radfahrenden führen (BASt, 1997). Die gleichen Erfahrungen wurden auch im Ausland gemacht (Fietsberaat - Crow, 2019).

Internationale Untersuchungen aus dem Bereich der subjektiven Sicherheit auf Streckenabschnitten von Fahrradstraßen zeigen, dass eine generelle Reduzierung der Kfz-Verkehrsstärken (z. B. durch gegenlaufende Einbahnstraßen, Diagonalsperren) bzw. eine eindeutige Markierung sowie mehr Straßengrün eine Verbesserung für die subjektive Sicherheit des Radverkehrs mit sich bringen. (Fix my Berlin, 2020, S. 44) (Blitz, Busch-Geertsema, & Lanzendorf, 2020, S. 11) (Müggenburg, Blitz, & Lanzendorf, 2022, S. 3) (Rivera Olsson & Ellder, 2023, S. 9) (Lin & Lou, 2021)

3.7 Forschungsfragen

Beim Vergleich des aktuellen Standes der Technik und der Wissenschaft wird deutlich, dass es hier Diskrepanzen zwischen Forschung und Praxis gibt. Insbesondere die in den gesichteten Regelwerken aufgeführten Einsatzkriterien finden keine Entsprechung in den gesichteten Studien. Aus dieser Erkenntnis leiten sich die ersten beiden Forschungsfragen ab:

1. Wie kann bewertet werden, ob eine Fahrradstraße im Sinne des Verordnungsgebers funktioniert und welche Einsatzkriterien resultieren daraus?
2. Welche Gestaltungen tragen zu einem Verkehrsgeschehen im Sinne des Verordnungsgebers bei?

Im Zuge der Diskussion des Themenkomplexes „Fahrradstraße“ auf verschiedenen Konferenzen wurde als häufiger Hinderungsgrund für die Einrichtung von Fahrradstraßen die Befürchtung einer erhöhten Trennwirkung für den Fußverkehr berichtet. In der Literaturanalyse konnten nur vereinzelte entwurfstechnische Hinweise zum Umgang mit Fußverkehrsquerungen bei hohen Radverkehrsstärken gefunden werden. Wissenschaftliche Grundlagen konnten im Rahmen der Recherche keine identifiziert werden. Aus dieser Erkenntnis leiten sich die folgenden beiden Forschungsfragen ab:

3. Ist eine Trennwirkung von Fahrradstraßen gegenüber dem Fußverkehr nachweisbar?
4. Wie wirken sich hohe Radverkehrsstärken auf den Verkehrsablauf und die Verkehrssicherheit aus?

Im Abgleich des aktuellen Standes der Wissenschaft mit dem aktuellen Stand der Technik zeigte sich, dass in den gesichteten Studien (i. d. R. aus theoretischen Überlegungen heraus) eine Fahrbahnbreite von 4,50 m empfohlen werden. Die Analyse des aktuellen Standes der Technik zeigt hingegen, dass für die Praxis teils deutlich größere Fahrbahnbreiten (bis 6,50m) empfohlen werden. Dass es einen Zusammenhang zwischen Fahrbahnbreiten und dem Verkehrsgeschehen auf Fahrradstraßen gibt, postulieren die Empfehlungen aus den Niederlanden. Allerdings bleibt unklar worin sich dieser Zusammenhang genau begründet. Weiterhin wird sowohl in den gesichteten Studien als auch in den Praxisempfehlungen die Anlage eines Sicherheitstrennstreifens zum Ruhenden Verkehr in Fahrradstraßen empfohlen. Allerdings konnten keine wissenschaftlichen Belege über die Wirksamkeit dieses Infrastrukturelementes identifiziert werden. Aus diesen Überlegungen heraus leiten sich die folgenden fünf Forschungsfragen ab:

5. Können optimale/kritische Fahrbahnbreiten z. B. auf Grundlage von Überholungen identifiziert werden?
6. Sind auf Fahrradstraßen mit Sicherheitstrennstreifen zum ruhenden Verkehr weniger behindernde und kritische Interaktionen zwischen Radverkehr und ruhenden Verkehr messbar?
7. Führen Fahrbahnverschwenkungen (z. B. mäandrierendes Parken) und Engstellen als Maßnahmen zu Einhaltung der Kfz-Fahrgeschwindigkeit zu Behinderungen für den Radverkehr in Fahrradstraßen in nicht-akzeptablem Maße?
8. Haben Fahrradstraßen mit Einbahnstraßenregelung weniger qualitative und quantitative Interaktionen zwischen Kfz- und Radverkehr als Straßen mit Zweirichtungsverkehr?

9. Sind in Straßen in denen Kfz-Verkehr mehr als 50% der Tagesverkehrsstärke ausmacht vermehrt kritische oder behindernde Interaktionen, geringere Überholabstände oder eine andere Flächennutzung beobachtbar?

Die häufigsten Unfälle in Fahrradstraßen passieren an den Knotenpunkten innerhalb der Straße. Aus der gesichteten Literatur geht hervor, dass die Verkehrsregelung am Knoten der einflussreichste Faktor auf die Verkehrssicherheit zu sein scheint. Unklar bleibt, welche Ausgestaltung bei einer Bevorrechtigung der Fahrradstraße im Sinne des Komforts und der Verkehrssicherheit zielführend ist. Weiterhin bleibt nach Sichtung der Literatur die Frage offen, welche Wirkung die teils sehr auffälligen Markierungen (Farbe, Piktogramme) aus den Planungsempfehlungen auf das tatsächliche Verkehrsgeschehen haben. Bei verschiedenen Diskussionen mit den Praktikern vor Ort wurde außerdem zurückgemeldet, dass ergänzende Informationstafeln zu den allgemeinen Regeln in Fahrradstraßen zu einem Verkehrsgeschehen im Sinne des Verordnungsgebers beitragen. Auf Grundlage dieser Überlegungen wurden die folgenden sieben Forschungsfragen abgeleitet:

10. Ist ein Unterschied zwischen GW-Überfahrten und markierten Knoten mit Vorrang für die Fahrradstraße hinsichtlich der Verkehrssicherheit nachweisbar?
11. Haben Knotenpunkte mit deutlicher Markierung (Farbflächen, Große Piktogramme) weniger kritische und behindernde Interaktionen als Knotenpunkte ganz ohne Gestaltung?
12. Gibt es einen Zusammenhang zwischen der Qualität der Fahrbahnoberfläche und der Akzeptanz?
13. Sorgen Aufstellbereiche mit hinführendem Schutzstreifen zu einer LSA für weniger behindernde und kritische Interaktionen als keine Gestaltung an der LSA?
14. Haben Informationstafeln zu den allgemeinen Regeln in Fahrradstraßen eine Auswirkung auf den Verkehrsablauf (z. B. Geschwindigkeiten Kfz, Nebeneinanderfahrten im Radverkehr etc.)?
15. Ist das Missachten der Vorfahrt von Kfz die häufigste behindernde und kritische Interaktion am Knoten?
16. Weisen R-.v.-l. Knoten bei größeren Radverkehrsstärken Sicherheitsdefizite auf?

Zu allen auf aufgeführten Forschungsfragen wird in Kapitel 6 ausführlich Stellung bezogen. Zudem erfolgt im selben Kapitel eine kritische Reflektion der Methoden und der daraus abgeleiteten Ergebnisse.

4 Methodisches Vorgehen bei den Erhebungen

4.1 Untersuchungsgegenstand

Im Rahmen der Empirie wurden 26 Fahrradstraßen im Bestand untersucht. Grundlage für die Auswahl der Untersuchungsstrecken war ein öffentlicher Aufruf an alle Kommunen sich am Forschungsprojekt zu beteiligen. Der Aufruf wurde unter anderem über die Webseite Nationaler-Radverkehrsplan.de, die Fahrradkommunalkonferenz und über die verschiedenen Arbeitsgemeinschaften für den Fuß- und Radverkehr der Länder verbreitet. Über den Aufruf hatten sich 38 interessierte Kommunen gemeldet. Der Anreiz für die Kommunen bestand darin, dass sie die Daten der Verkehrsuntersuchung im Nachgang zur Verfügung gestellt bekamen.
Parallel wurde der Datensatz aus der Befragung der GDV-Studie aus dem Jahr 2016 mit Informationen zu 179 Fahrradstraßen ausgewertet. Auf Basis der Informationsgrundlage wurden 42 Fahrradstraßen ermittelt, die grundsätzlich für die Untersuchung in Frage kamen. Für diese Straßen wurden weitere frei verfügbaren Informationen zusammengetragen (Länderdatenbanken, Openstreetmap.org, Fernerkundung, mapillary.com). Kriterien für die finale Auswahl der Untersuchungsräume waren

- die Gestaltung und Qualität - Das Ziel war es, ein möglichst breites Spektrum an Gestaltungsmaßnahmen abzudecken. Im Fokus standen dabei, nach erster Einschätzung auf Basis der Literaturanalyse, gelungene oder gut funktionierende Lösungen.
- Die Vorfahrtsregelung - Da die meisten Unfälle mit Radverkehrsbeteiligung und damit auch die meisten Konflikte in Fahrradstraßen an Knotenpunkten geschehen, war die Regelung und Gestaltung der Knotenpunkte ein zweites wichtiges Kriterium. Die Hälfte der zu untersuchenden Fahrradstraßen sollte an den Knotenpunkten bevorrechtigt sein. Im Idealfall auf Basis verschiedener Regelungsarten (Zeichen 301, Zeichen 306, reine Markierung, bauliche Gestaltung). Die andere Hälfte sollte durch die Regelung R.-v.-l. verfügen.
- Die geografische Verteilung - In der Vorabrecherche haben sich große länderbezogene Unterschiede in den (zugelassenen) Gestaltungen gezeigt, daher wurde versucht eine möglichst bundesweite Verteilung zu erreichen.
- Sonstiges - Weitere Kriterien waren außerdem die Verkehrsstärken (falls vorab recherchierbar), die Netzkategorie (falls vorhanden: Basis-, Vorrang- oder Schnellnetz), die Einwohnerzahl und der Modal Split der Kommunen.
- Die Fahrradstraßen sollten außerdem eine Mindestlänge von 500 m haben und über mindestens zwei Knotenpunkte im Zuge der Fahrradstraße verfügen. Es wurden nur Fahrradstraßen untersucht, auf denen auch Kfz-Verkehr zugelassen war.

Auf dieser Basis wurden zu Beginn der Untersuchung 22 Straßen ausgewählt. Nachträglich wurden noch vier weitere Straßen aufgenommen. Hintergrund waren noch verfügbare Mittel sowie gelungene Ausgestaltungen des Sicherheitstrennstreifens bzw. der baulichen Bevorrechtigung durch Gehwegüberfahrten, welche bei den bisherigen Untersuchungsstrecken nicht zu finden waren. Final

wurden 26 bestehende Fahrradstraßen in 22 Kommunen untersucht (vgl. Tabelle 4, Abbildung 18 und Abbildung 19)

Berlin Linienstraße	Berlin Linienstraße	Bonn Schumannstraße
Bremen Humboldtstraße	Braunschweig Karlstraße	Darmstadt Wilhelminenstraße
Erfurt Windthorststraße	Essen Hellweg	Esslingen Hindenburgstraße
Freiburg Hindenburgstraße	Göttingen Goßlerstraße	Hamburg Alsterufer
Hamburg Uferstraße	Hannover Lange Laube	Hannover Meterstraße

Karlsruhe Sophienstraße	Kiel Gerhadtstraße	Konstanz Peterhauserstraße
Konstanz Peterhauserstraße	Konstanz Schottenstraße	Konstanz Schottenstraße
Lübeck Dorfstraße	Mönchengladbach Bruckneralle	Memmingen Buxacherstraße
Memmingen Buxacherstraße	Offenbach Sennefelder Straße	Rotenburg Hemphöfen
Senftenberg Hörlitzer straße	Ulm Zeitblomstraße	Viernheim Goethestraße

Abbildung 18: Übersicht der untersuchten Fahrradstraßen. Quelle: Eigene Aufnahmen

Abbildung 19: Kommunen, in denen Fahrradstraßen untersucht wurden. Quelle: Eigene Darstellung nach https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Germany_adm_location_map.svg – NordNordWest

Tabelle 4: Kommunen, in denen Fahrradstraßen untersucht wurden und deren Abkürzungen innerhalb der Datenauswertung. Quelle: Eigene Darstellung

Stadt	Straße	Abkürzung			
Berlin	Linienstr.	Ber_Lin	Hannover	Lange Laube	Han_Lan
Bonn	Schuhmannstr.	Bon_Sch	Karlsruhe	Sophienstr.	Kar_Sop
Braunschweig	Karlstr.	Bra_Kar	Kiel	Gerhardstr.	Kie_Ger
Bremen	Humboldtstr.	Bre_Hum	Konstanz	Schottenstr.	Kon_Sch
Darmstadt	Wilhelminenstr.	Dar_Wil	Konstanz	Petershauserstr.	Kon_Pet
Erfurt	Windthorststr.	Erf_Win	Lübeck	Dorfstr.	Lüb_Dor
Essen	Hellweg	Ess_Hel	Memmingen	Buxacherstr.	Mem_Bux
Esslingen	Hindenburgstr.	Ess_Hin	MG	Brucknerallee	Mön_Bru
Freiburg	Hindenburgstr.	Fre_Hin	Offenbach	Sennefelderstr.	Off_Sen
Göttingen	Goßlerstr.	Göt_Goß	Rotenburg	Hemphöfen	Rot_Hem
Hamburg	Uferstr.	Ham_Ufe	Senftenberg	Hörlitzerstr.	Sen_Hör
Hamburg	Alsterufer	Ham_Als	Ulm	Zeitblomstr.	Ulm_Zei
Hannover	Meterstr.	Han_Met	Viernheim	Goethestr.	Vie_Goe

Tabelle 5: Allgemeine Gestaltungsmerkmale der untersuchten Fahrradstraßen. Legende zu den Abkürzungen ist auf Abbildung 20 zu sehen. Quelle: Eigene Darstellung

Straße	Kernfahrbahn	Regulierung Durchgangsverkehr?	Länge	Kfz Parken	Gest. 1	Gest. 2	Gest. 3	Gest. Kat.	Vorfahrt am Knoten
Bon_Sch	435	teilw. Einbahnstr.	600 m	LP_GW_markiert	Piktogramme (klein)	Plateaupflasterung		Unauffällig	R.-v.-l.
Bra_Kar	390	nein	900 m	LP_unmarkiert	Piktogramme (groß)			Auffällig	R.-v.-l.
Bre_Hum	480	nein	900 m	LP_markiert	Piktogramme (klein)	Piktogramme (groß)		Auffällig	Fahrradstraße
Dar_Wil	350	teilw. Einbahnstr.	500 m	LP_markiert	Farbflächen (groß)	Piktogramme (groß)		Auffällig	Fahrradstraße
Erf_Win	450	Einbahnstr.	750 m	LP/Grün	Piktogramme (klein)			Unauffällig	Fahrradstraße
Ess_Hel	635	teilw. Einbahnstr.	1700 m	LP_unmarkiert	Piktogramme (klein)			Unauffällig	R.-v.-l.
Ess_Hin	550	Diagonalsperre	1850 m	LP_markiert	Piktogramme (klein)			Unauffällig	R.-v.-l.
Fre_Hin	390	nein	570 m	LP_unmarkiert	Piktogramme (klein)			Unauffällig	Fahrradstraße
Göt_Goß	725	nein	1300 m	LP_markiert	Farbflächen (groß)	Piktogramme (groß)	farbige Linie	Auffällig	Fahrradstraße
Ham_Als	550	nein	1700 m	-	Piktogramme (klein)	Gehwegüberfahrt		Auffällig	Fahrradstraße
Ham_Ufe	490	teilw. Einbahnstr.	1000 m	LP_markiert	Piktogramme (klein)	Gehwegüberfahrt		Auffällig	Fahrradstraße
Han_Lan	435	teilw. Einbahnstr.	400 m	LP/Grün	Piktogramme (klein)	Gehwegüberfahrt		Auffällig	Fahrradstraße
Han_Met	590	nein	1180 m	LP_unmarkiert	Piktogramme (klein)			Unauffällig	R.-v.-l.
Kar_Sop	535	nein	2800 m	LP/Grün	Piktogramme (klein)			Unauffällig	R.-v.-l.
Kie_Ger	415	Diagonalsperre	2000 m	LP_markiert	Piktogramme (groß)	Gehwegüberfahrt		Auffällig	Fahrradstraße
Kon_Pet	790	nein	700 m	LP_markiert	Farbflächen (groß)	Sicherheitstrennstreifen	farbige Linie	Auffällig	Fahrradstraße
Kon_Sch	450	Diagonalsperre	1000 m	LP_markiert	Farbflächen (groß)	Sicherheitstrennstreifen	farbige Linie	Auffällig	Fahrradstraße
Lüb_Dor	600	nein	900 m	LP_unmarkiert	Piktogramme (klein)			Unauffällig	R.-v.-l.
Mem_Bux	460	nein	600 m	LP_markiert	Piktogramme (klein)			Unauffällig	Fahrradstraße
Mön_Bru	710	nein	2600 m	SenkrP_markiert	Farbflächen (groß)	farbige Linie		Auffällig	Fahrradstraße
Off_Sen	650	nein	500 m	LP_markiert	Farbflächen (groß)	Sicherheitstrennstreifen	farbige Linie	Auffällig	Fahrradstraße
Rot_Hem	435	nein	500 m	LP_markiert	Farbflächen (groß)	Plateaupflasterung		Auffällig	R.-v.-l.
Sen_Hör	600	Diagonalsperre	1000 m	-	Mittelpflasterung			Auffällig	Fahrradstraße
Ulm_Zei	490	teilw. Einbahnstr.	850 m	LP_markiert	Farbflächen (groß)	Sicherheitstrennstreifen		Auffällig	Fahrradstraße
Vie_Goe	325	teilw. Einbahnstr.	2000 m	LP/Grün	Farbflächen (groß)	Piktogramme (klein)		Auffällig	Fahrradstraße

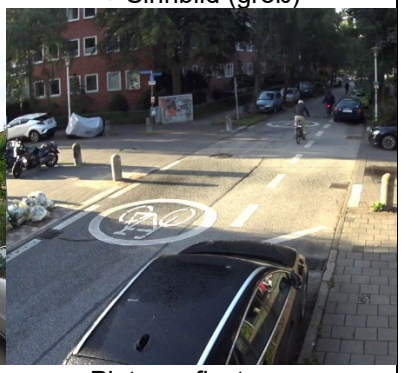
Diagonalsperre	Farbfl. (groß)	farbige Linie + SenkrP_markiert
LP_GW_markiert	LP_unmarkiert	Gehwegüberfahrt + Sinnbild (groß)
		
Mittelpflasterung	Piktogramme (klein)	Plateaupflasterung
LP_markiert + Sicherheitstrennstreifen	Sinnbild (groß) + farbige Linie	Piktogramm (groß)

Abbildung 20: Legende zu Tabelle 2

Tabelle 6: Übersicht der Gestaltung der untersuchten Knotenpunkte. Quelle: Eigene Darstellung

Straße	Gest. 1	Gest. 2	Gest. Kat.	Regelung Fahrradstr.	VZ	Geometrie
Ess_Hel	Piktogr. (klein)		Unauffällig	R.-v.-l.		Einmündung
Bra_Kar	Piktogr. (groß)		Auffällig	R.-v.-l.		Kreuzung
Rot_Hem	Piktogr. (klein)		Unauffällig	R.-v.-l.		Kreuzung
Lüb_Dor	Piktogr. (klein)		Unauffällig	R.-v.-l.		Kreuzung
Bre_Hum	Piktogr. (klein)		Unauffällig	R.-v.-l.		Kreuzung
Bon_Sch	Piktogr. (klein)	Plateau.	Unauffällig	R.-v.-l.		Kreuzung
Han_Met	Piktogr. (klein)	FGÜ	Unauffällig	R.-v.-l.		Kreuzung
Kar_Sop	Piktogr. (klein)		Unauffällig	R.-v.-l.		Kreuzung (5-armig)
Göt_Goß_1	Farbfl. (groß)	Pikto. (klein)	Auffällig	Vorrang	301/205	Einmündung
Mön_Bru	Farbfl. (groß)		Auffällig	Vorrang	301/206	Einmündung
Sen_Hör	Mittelstr.		Auffällig	Vorrang	301/205	Einmündung
Fre_Hin	Piktogr. (klein)		Unauffällig	Vorrang	306/205	Einmündung
Ham_Ufe	Piktogr. (klein)	GW-Üb.	Auffällig	Vorrang	306 (Knick)	Einmündung (Knick)
Ham_Als	Piktogr. (klein)	GW-Üb.	Auffällig	Vorrang		Einmündung
Dar_Wil	Farbfl. (groß)	Pikto. (klein)	Auffällig	Vorrang	301/205	Kreuzung
Kon_Pet_1	Farbfl. (groß)	STS	Auffällig	Vorrang	306/206	Kreuzung
Vie_Goe_1	Farbfl. (groß)	Piktogramme	Auffällig	Vorrang	301/306	Kreuzung
Vie_Goe_2	Farbfl. (groß)	Piktogramme	Auffällig	Vorrang	301/306	Kreuzung
Ulm_Zei_1	Farbfl. (groß)	Plateau.; FGÜ	Auffällig	Vorrang	301/205	Kreuzung
Ulm_Zei_2	Farbfl. (groß)	Plateau.; FGÜ	Auffällig	Vorrang	301/205	Kreuzung
Göt_Goß_2	Farbfl. (groß)	Pikto. (klein); FGÜ	Auffällig	Vorrang	306/205	Kreuzung
Off_Sen	Farbfl. (groß)	STS	Auffällig	Vorrang	301/205	Kreuzung
Ess_Hin	Piktogr. (klein)	FGÜ	Auffällig	Vorrang	301/206	Kreuzung
Erf_Win_1	Piktogr. (klein)	Straßenbahn	Auffällig	Vorrang	301/206	Kreuzung
Erf_Win_2	Piktogr. (klein)	Straßenbahn	Auffällig	Vorrang	301/206	Kreuzung
Mem_Bux	Piktogr. (klein)		Unauffällig	Vorrang	306/205	Kreuzung
Han_Lan	Sinnbild (groß)	GW-Üb.	Auffällig	Vorrang		Kreuzung
Kie_Ger_1	Sinnbild (groß)	GW-Üb.	Auffällig	Vorrang		Kreuzung
Kon_Pet_2	Farbfl. (groß)	Bahnübergang	Auffällig	Vorrang	306/206	Kreuzung (5-armig)
Kon_Sch	Farbfl. (groß)	Wartelinien	Auffällig	Wartpflichtig	205/301	Kreuzung
Ber_Lin	Piktogr. (klein)	Straßenbahn	Auffällig	Wartpflichtig	205/301	Kreuzung
Kie_Ger_2	Sinnbild (groß)	GW	Auffällig	Wartpflichtig	205/306	Kreuzung

Auf diesen Straßen wurden jeweils mindestens ein Knotenpunkt sowie ein Streckenabschnitt untersucht. Auf Tabelle 6 ist eine Übersicht der Gestaltungen und Regelungen der untersuchten Knotenpunkte zu sehen. Insgesamt wurden 32 Knotenpunkte innerhalb der Fahrradstraßen mit Kameras beobachtet. Davon waren 7 Knotenpunkte Einmündungen und 25 Knotenpunkte Kreuzungen. Eine Einmündung war im Zuge einer abknickenden Vorfahrt eingerichtet. Zwei Kreuzungen hatten mehr als 5 Arme und an einer Kreuzung geht die Fahrradstraße bevorrechtigt durch VZ 301 in einen Radweg über. An drei Knotenpunkten war die Fahrradstraße wartepflichtig. Insgesamt konnten somit 6 vergleichbare Einmündungen und 20 vergleichbare Kreuzungen ausgewertet werden.
Eine detaillierte Übersicht weiterer relevanter Gestaltungsmerkmale der Streckenabschnitte ist zu Beginn des entsprechenden Kapitels 5.2.3 auf Tabelle 15 und Tabelle 16 zu finden. Eine vollständige Übersicht kann im Anhang G nachgeschlagen werden.
Grundsätzlich sind detaillierte Datenblätter zu allen untersuchten Straßen inklusive der genauen Regelung und Gestaltung an den Knotenpunkten und Fahrbahnbreiten und Gestaltungen der Streckenabschnitte im Anhang K zu finden.

4.2 Flächennutzung, Zählung der Verkehrsstärken und der Fahrgeschwindigkeiten

Die Tages-Verkehrsstärken wurden für alle Verkehrsmittel für einen Zeitraum von 13h erhoben (Rad, Fuß, Kfz). Zusätzlich wurden für den Radverkehr orts- und fahrtrichtungsbezogene Knoten- und Querschnittszählungen durchgeführt (Seitenraum, Fahrbahn). Die Erhebungen erfolgten an einem Arbeitstag außerhalb von Ferien oder Wochen mit Feiertagen, ohne Niederschlag sowie bei einer Mindesttemperatur von 15°C. Rahmenbedingungen für die Vorgehensweise waren die Empfehlungen für Verkehrserhebungen (EVE) der FGSV. Die Verkehrsstärken der Querschnittszählungen für den Radverkehr wurden auf Basis des Hochrechnungsmodells von Stichprobenzählungen für den Radverkehr aus dem gleichnamigen Forschungsprojekt auf 24h-Werte hochgerechnet (BASt, 2011). Für den Fußverkehr sowie für Gehwegfahrten des Radverkehrs konnte kein solches Modell gefunden werden. Daher wurde bei vergleichenden Abbildungen auf den 13h Zählzeitraum zurückgegriffen.
Für den Radverkehr wurden Nebeneinanderfahrten erhoben. Als Nebeneinanderfahrt wurde definiert, wenn mindestens zwei Radfahrende im Querschnitt nebeneinanderfahren. In Abgrenzung hierzu wurden Gruppen definiert, wenn sich mehr als 2 Fahrräder, neben und oder hintereinander im Verbund bewegen (z. B. bei einem langgezogenen Überholvorgang, oder um den Windschatten auszunutzen) (BASt, 2013, S. 38). Gezählt wurden nur Fahrradfahrende die, soweit erkennbar, älter als 10 Jahre alt waren. Die Verkehrsmittel wurden nicht weiter hinsichtlich E-Scooter und Lastenfahrräder differenziert. Diese wurden zum Radverkehr gezählt. Hintergrund ist, dass zu Beginn des Projektes die deutliche Mehrheit mit dem Rad, zu Fuß oder mit dem Kfz unterwegs waren. Bei einem ersten Pre-Test 2017 wurden andere Fortbewegungsmittel wie Elektrokleinstfahrzeuge oder Lasten-

fahrräder nur vereinzelt gesichtet und im Fahrverhalten (Geschwindigkeit, Fahrlinie) wurde kein relevanter Unterschied zum Fahrrad erkannt. Eine weitere Differenzierung des Zählbogens versprach hier wenig Mehrwert. Die Relevanz änderte sich mit der legalen Zulassung der Elektrokleinstfahrzeuge ab August 2019, sowie der verstärkten Förderung von Lastenrädern während der Projektlaufzeit. Aus Gründen des Zeitbudgets und der Vergleichbarkeit wurde das Zählformular trotzdem beibehalten. Das verwendete Zählformular findet sich im Anhang D.

Auf allen Fahrradstraßen wurden die Kfz-Verkehrsstärken und -geschwindigkeiten mit Hilfe der Seitenradargeräte aufgezeichnet. Die Datensätze wurden hinsichtlich unplausibler Datenreihen (Ausschluss von Zeitlücken < 0,3s und häufige Fahrzeuglängen über 25 m) nachjustiert, um mögliche Fehler in den Datenreihen zu reduzieren. Diese traten besonders bei großen Radverkehrsstärken auf, da, wenn mehrere Fahrräder hintereinanderfuhren, diese als ein einzelnes Fahrzeug erkannt wurden. In Freiburg wurde das Seitenradar von einem parkenden Lieferfahrzeug für 7h verdeckt. Daher konnte der MIV hier nicht erhoben werden und wurde nachträglich händisch gezählt. In Berlin durften die Verkehrskameras nur vereinzelt angebracht werden. Hintergrund waren Bedenken des Denkmalschutzes. Die Ergebnisse aus Berlin konnten daher nur in Einzelfällen vergleichend berücksichtigt werden.

4.3 Konfliktanalyse an Knotenpunkten und Streckenabschnitten innerhalb der Fahrradstraßen

In jeder der 26 Fahrradstraßen wurden Konfliktbeobachtungen durchgeführt. Durch die Bewertung des Verkehrsgeschehens in Form von Interaktionen ist eine Betrachtung inklusive möglicher Beinahe-Unfälle (Dunkelziffer) möglich. Betrachtet wurden der Netzübergang, ein Streckenabschnitt sowie mindestens ein Knotenpunkt. Zusätzlich wurde eine Befahrung mit Fahrrädern durchgeführt. Typische Standorte der Kameras sind auf Abbildung 21 zu erkennen.

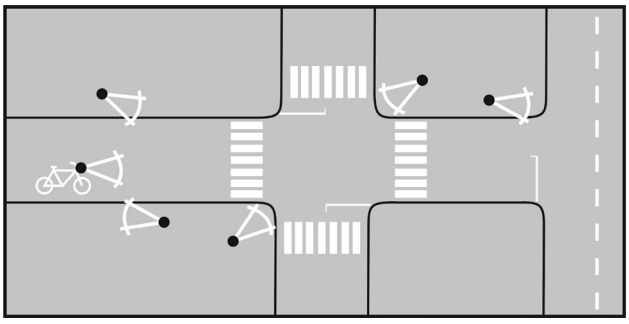


Abbildung 21: Standorte der Kameras Quelle: Eigene Darstellung

Es wurden alle Interaktionen erhoben, an denen mindestens ein Fahrrad beteiligt war. Die Interaktionsschwere wurde in 4 Stufen, normale, kooperative, behindernde und kritische Interaktionen, eingeteilt, welche in Tabelle 7 weiter definiert sind. An Knotenpunkten und am Anfangsbereich wurden die Interaktionen in den Radverkehrsspitzen von 07:00 – 09:00 Uhr, 12:00 – 14:00 Uhr und 17:00 – 19:00 Uhr erhoben. Die Interaktionen auf den Streckenabschnitten wurden für die vollen 13h erhoben. Die Herangehensweise lehnt sich an das Vorgehen der BASt-Vorhaben zur Untersuchung der

Radverkehrssicherheit auf Erschließungsstraßen von 1997, dem Bericht zu Sicherheitskenngrößen des Radverkehrs von 2013 und an die Evaluierung der Fahrradstraßen der Stadt München von 2016 an (vgl. (BASt, 1997) (BASt, 2013) (Landeshauptstadt München, 2016). Den Konflikten wurden zusätzlich 3-stellige Interaktionstypen zugeordnet (äquivalent zu den 3-stelligen Unfalltypen des M Uko) (vgl. Anhang B).

Da auf den untersuchten Fahrradstraßen sehr unterschiedliche Radverkehrsstärken einerseits und unterschiedliche Kfz-Verkehrsstärken in den einmündenden Straßen andererseits gezählt wurden, wurde für die bessere Vergleichbarkeit des Verkehrsgeschehens auf eine Konfliktrate zurückgegriffen. Die Konfliktrate kann wie folgt berechnet werden

$$\boldsymbol{KR} = \sum_{j} \frac{\boldsymbol{n_{Konflikte}}}{\boldsymbol{q_{Rad}}} \cdot \mathbf{1.000} \qquad \left[\frac{\boldsymbol{K(Rf)}}{\mathbf{1.000}\ \boldsymbol{Rf}}\right]$$

mit

$n_{Konflikte}$: Anzahl der gezählten Konflikte (behindernde und kritische Interaktionen) mit Radfahrenden je Knoten

q_{Rad}: Radverkehrsstärke im beobachteten Zeitraum auf der Fahrradstraße

Die Konfliktrate ermöglicht eine vergleichende Bewertung des individuellen Risikos eines einzelnen Radfahrenden in einen Konflikt verwickelt zu werden. Sie entspricht damit der Sicherheitskenngröße „Konfliktrisiko“ nach dem Forschungsvorhaben „Sicherheitskenngrößen für den Radverkehr“ der Bundesanstalt für Straßenwesen. (BASt, 2013, S. 20)

Nachteil der Betrachtung von (Konflikt-) Raten sind, dass geringe Fallzahlen die Ergebnisse verfälschen können und die Fallzahlen nicht direkt aus der Darstellung erkennbar sind. Aus diesem Grund beinhalten in dieser Dissertation alle Abbildungen mit Konfliktraten gleichzeitig auch die absoluten Fallzahlen. Bei der Erhebung vor Ort wurden weitere Gestaltungsmerkmale wie die Beschilderung, die Sichtachsen, Fahrbahnbreiten und Bodenmarkierungen vermessen und protokolliert.

Neben den Interaktionen zwischen Rad und Kfz wurden die Aufnahmen auch hinsichtlich der Interaktionen zwischen Rad und dem Fußverkehr für die gleichen Zeiträume auf den Streckenabschnitten und den Knotenpunkten ausgewertet. Zusätzlich wurden auf den Streckenabschnitten in der gemeinsamen Spitzenstunde Rad und Kfz je Straße die Wartezeiten des querenden Fußverkehrs gemessen. Als Wartezeit ist hier der Zeitraum gemeint, den eine Person am Bordstein warten muss bevor eine freie Zeitlücke im Verkehrsstrom der Fahrradstraßen zum Überqueren gefunden wird. In manchen Fällen konnte ein abschnittweises Queren auf den Fahrradstraßen beobachtet werden. So wurde zunächst die erste Hälfte Straße gequert und dort gewartet, bis eine Zeitlücke im Gegenverkehr groß genug war, um den Querungsvorgang abzuschließen. Im Rahmen der Zählung wurden die Wartezeiten der einzelnen Abschnitte addiert.

Im Zuge der Datenauswertung zeigte sich, dass in den Anfangsbereichen der Fahrradstraßen teilweise nur sehr wenige Interaktionen (<10 Interaktionen/6h) beobachtet werden konnten. Daher wurde für die Dissertation auf eine tiefergehende Auswertung der Anfangsbereiche verzichtet.

Tabelle 7: Definition der Interaktionsschwere Quelle: (Landeshauptstadt München, 2016, S. 56)

Interaktion	„Vorgänge, die Infolge eines zeitlich-räumlichen Zusammentreffens eine gegenseitige Abstimmung zweier Verkehrsteilnehmer notwendig machen“
Kooperative Interaktion	„Als weitere Differenzierung werden „kooperative Interaktionen“ gewertet, z. B. wenn ein Verkehrsteilnehmer dem anderen Verkehrsteilnehmer die Vorfahrt gewährt, obwohl er vorfahrtberechtigt ist.“
Behinderung	„Abweichung vom Normverhalten, die durch das Verhalten eines anderen Verkehrsteilnehmers erzwungen wurde“
Kritisch	„Eine Gefährdungssituation, bei der gerade durch das Fehlen einer kontrollierten vorausschauenden Anpassung eine mögliche Kollissionsgefahr gegeben ist

4.4 Zählung und Vermessung der Fahrlinien, Überholungen und Hinterherfahrten auf den Streckenabschnitten

Auf jeder Fahrradstraße wurde ein typischer Querschnitt untersucht. Hierzu wurde eine kameragestützte Verkehrsbeobachtung durchgeführt. Die Auswertung der Aufzeichnungen erfolgte im Nachgang. Die Kameras wurden in 4,00 m Höhe montiert und verfügen über eine Sichtweite von ca. 40 m. Von Überholvorgängen, Hinterherfahrten und den ersten 20 unbeeinflussten Fahrradfahrenden je Fahrtrichtung wurden Screenshots erstellt. Durch Hilfsmarkierungen konnte im Nachgang die Verzerrung der Kameralinse herausgerechnet werden, so dass innerhalb der Screenshots Vermessungen durchgeführt werden können (vgl. Abbildung 22). Auf Basis einer ersten Auswertung der Videoaufnahmen wurden für die Überholungen typische Überholfälle entwickelt (vgl. Anhang A). Den Screenshots wurden die typischen Fälle von Hinterherfahrten und Überholvorgängen zugeordnet. Überholvorgänge und Hinterherfahrten wurden über die vollen 13 Stunden erhoben. In den Screenshots wurden die Fahrlinien sowie die Überholabstände zwischen Kfz und Rad vermessen. Gemessen wurde bei Überholvorgängen von Reifen zu Reifen. Für Lenkrad und Außenspiegel wurde ein pauschaler Zuschlag von 0,45 m hinzugerechnet. Die Fahrlinien des Radverkehrs wurden vom Bordstein bzw. von der Parkmarkierung des Kfz-Verkehrs gemessen. Waren keine Parkstände markiert, aber das Parken am Fahrbahnrand erlaubt erfolgte bei anwesenden Fahrzeugen ein Abzug von der Bordsteinmessung von 2,0 m nach den aktuellen Regelbreiten der Empfehlungen für Anlagen des ruhenden Verkehrs (EAR) (FGSV, 2005, S. 2). War halbhüftiges Gehwegparken erlaubt, aber nicht markiert wurde bei anwesenden Fahrzeugen pauschal die Hälfte des Zuschlags abgezogen. Eine Übersicht der erhobenen Kennziffern sind auf Tabelle 15 und Tabelle 16 zu sehen. Der Begriff Kernfahrbahn umfasst in der vorliegenden Arbeit überfahrbare Elemente wie Sicherheitstrennstreifen,

Mittelpflasterung oder farbige Linien. Längsparkstände auf der Fahrbahn wurden nicht zur Kernfahrbahn gezählt. Ein Problemfeld waren zugeparkte Sichtachsen der Kameras. Dies wirkte sich vor allem auf die Messung der Abstände im Längsverkehr aus, da hier die Reifen der Fahrzeuge nicht immer sichtbar waren wodurch sich die Anzahl tatsächlich messbarer Fälle reduzierte.

Abbildung 22: Hilfsmarkierung zur Kalibrierung des Mess-Tools. Quelle: SVPT

4.5 Vorgehensweise bei der Auswertung der Unfalldaten

Im Zuge der ersten Kontaktaufnahme mit den Kommunen erfolgte eine schriftliche Anfrage zur Bereitstellung von Daten zum Unfallgeschehen auf den betrachteten Fahrradstraßen. Wenn möglich sollten die Unfalldaten des

- gesamten Straßenraums inklusive der Knotenpunkte und
- alle Unfälle 5 Jahre rückwirkend von 2018 an (inklusive Sachschäden und sonstiger Unfälle) zur Verfügung gestellt werden.
- Als Wunschformate wurden *.mdb Dateien oder alternativ *.xlsx Dateien inklusive Koordinaten genannt, so dass diese via EUSka oder einem anderen Geographischen Informationssystem (GIS) verortet werden können.

Grundsätzlich wurden von den meisten Kommunen in Absprache mit den örtlichen Straßenverkehrsbehörden zwar Unfalldaten bereitgestellt, allerdings gab es große qualitative Unterschiede innerhalb der Datensätze und der zugehörigen Zeiträume (z. B. Screenshot einer Steckkarte, Unfalllisten, keine Unterteilungen nach Jahren oder Typen). Für drei Fahrradstraßen konnten bis zum Ende des Vorhabens keine Unfalldaten beschafft werden. Alle drei Straßen liegen in NRW. Die zuständigen Polizeidienststellen verlangten eine Genehmigung vom Innenministeriums NRW, welches die Herausgabe einer solchen verweigerte mit dem Verweis, dass die Zuständigkeit beim Informationszentrum-NRW liege. Dort wurde wieder an die örtlichen Polizeidienststellen verwiesen, welche aus den o. g. Gründen eine Herausgabe ablehnten. Auf eine gebündelte Anfrage zusammen mit anderen

Forschungsprojekten im Oktober 2019 wurde vom Innenministerium NRW mitgeteilt, dass aktuell eine interne Umstrukturierung der Unfalldaten erfolgt und deshalb bis Projektende keine Unfalldaten im gewünschten Detaillierungsgrad bereitgestellt werden können.
Im August 2020 wurde der öffentliche Unfallatlas mit den Unfalldaten aus dem Jahr 2019 in NRW erweitert. Der öffentliche interaktive Unfallatlas führt deutschlandweit Verkehrsunfälle mit Personenschäden inklusive deren Verortung auf. Somit konnten die entsprechenden Unfälle den Fahrradstraßen zugeordnet werden.
Aufgrund der verzögerten Rückmeldungen und den unvollständigen Unfalldaten aus der individuellen Unfalldatenabfrage erfolgte eine Unfalldatenauswertung erst zum Projektende und nach der Verkehrskonfliktbeobachtung.
Aus Gründen der besseren Vergleichbarkeit erfolgte die Makro-Unfallanalyse zunächst auf Basis der öffentlichen Daten des Unfallatlasses. Der Unfallatlas führt Unfalldaten seit dem Jahr 2016 für die Bundesländer Baden-Württemberg, Bayern, Bremen, Hamburg, Hessen, Rheinland-Pfalz, Sachsen und Schleswig-Holstein. Seit 2017 sind die Länder Brandenburg, das Saarland, Sachsen-Anhalt und Niedersachsen dabei. Im Jahr 2018 kam Berlin hinzu und 2019 Nordrhein-Westfalen und Thüringen. Mecklenburg-Vorpommern fehlt aktuell noch.
Neben der zeitlich variierenden Verfügbarkeit der Unfalldaten müssen die Einrichtungszeiträume der Fahrradstraßen bei der Analyse ebenfalls berücksichtigt werden. Manche Straßen wie beispielsweise in Konstanz oder in Offenbach wurden erst im Jahr 2018 eingerichtet, andere, wie z. B. in Senftenberg bestehen schon seit 1995.
Eine Übersicht der Unfalldatenverfügbarkeit ist in Tabelle 8 zu sehen. Ausgenommen ist die Straße Hellweg in Essen. Hier wurden laut Unfallatlas im Jahr 2019 keine Verkehrsunfälle polizeilich registriert. Die Aussagen der Auswertung des Unfallgeschehens sind vor dem Hintergrund der wenigen verfügbaren Jahre, der geringen Fallzahlen und der hohen Dunkelziffer mit Vorsicht zu genießen. Auch müssen nicht alle Unfälle ihre Ursache in der Infrastrukturgestaltung haben, beispielsweise ein Alleine-Unfall unter Alkoholeinfluss. Diese Unfälle können leider aufgrund der geringe Detailauflösung nicht gefiltert werden, fließen so in die Auswertung mit ein und tragen daher zu einer Verzerrung der Ergebnisse bei.

Tabelle 8: Übersicht der Unfalldatenverfügbarkeit, Länge und Verkehrsstärken der untersuchten Fahrradstraßen. Quelle: Eigene Erhebung und (Unfallatlas.statistikportal.de, 2021)

Straße	Länge	Baujahr	Unfalldatenverfügbarkeit	U(P) absolut	RF/13h	Kfz/13h	FG/13h
Ber_Lin	1900 m	2008	2018-2019	32	2513	567	509
Bon_Sch	600 m	2013	2019	4	1533	1013	448
Bra_Kar	900 m	2013	2017-2019	3	529	1311	448
Bre_Hum	900 m	2014	2016-2019	26	5623	3506	1068
Dar_Wil	500 m	2013	2016-2019	9	1816	607	857
Erf_Win	750 m	2013	2019	3	2141	938	1522
Ess_Hel	1700 m	2016	2019	30	225	1207	2057
Ess_Hin	1850 m	2015	2016-2019	12	1035	1492	1056
Fre_Hin	570 m	vor 2010	2016-2019	26	9401	380	594
Göt_Goß	1300 m	2015	2017-2019	11	6704	6934	1643
Ham_Als	1700 m	2014	2016-2019	25	4816	2478	168
Ham_Ufe	1000 m	2012	2016-2019	17	3278	457	10336
Han_Met	400 m	2010	2017-2019	14	1483	1328	956
Han_Lan	1180 m	2014	2017-2019	110	3970	1151	1013
Kar_Sop	2800 m	2015	2016-2019	29	5378	3695	2540
Kie_Ger	2000 m	vor 2009	2016-2019	14	1812	696	959
Kon_Sch	700 m	2018	2019	11	11279	1819	857
Kon_Pet	1000 m	2018	2019	13	8588	3070	1914
Lüb_Dor	900 m	2010	2016-2019	14	1823	411	313
Mem_Bux	600 m	2005	2016-2019	5	2014	2634	524
Mön_Bru	2600 m	2017	2019	3	1378	3048	2958
Off_Sen	500 m	2018	2019	2	1483	3052	1429
Rot_Hem	500 m	vor 2017	2017-2019	3	309	2216	214
Sen_Hör	1000 m	1995	2017-2019	5	812	875	152
Ulm_Zei	850 m	2017	2018-2019	6	935	964	1779
Vie_Goe	2000 m	2017	2018-2019	32	1366	658	227

4.6 Übersicht aller erhobenen Faktoren je Straße

Tabelle 9: Übersicht der erhobenen Faktoren je Straße. Quelle: Eigene Darstellung

Verkehrsteilnehmende	Fahrgeschwindigkeit Kfz (Km/h)
	Anzahl Kfz, Rad, FG (absolut)
	Anzahl Nebeneinanderfahrten Rad (%)
	Anzahl Gehwegfahrten Rad (%)
	Anzahl d. Gehwegfahrten in Gegenrichtung Rad (absolute Zahl)
	Verhältnis Rad zu Kfz zu FG (%)
	Quantität und Qualität der Interaktionen (Interaktion/RF)
	Überholabstand Kfz/Rad (m)
	Verhältnis Überholungen/Hinterherfahrten (%)
	Fahrlinie Rad vom Bordstein / Ruhendem Verkehr (m)
	Unfallhäufungsstellen (ja/nein)
	Unfallhäufungslinien (ja/nein)
Allg. Infos zu Stadt/Straße	Zeitpunkt der Einrichtung (Jahr)
	Modal Split / Anteil des RV (%)
	Ergebnisse Fahrradklimatest (Schulnote)
	Anzahl der Fahrradstraßen in der Stadt (Zahl)
	Länge der Fahrradstraßen-Achse (m)
	Seitenraumnutzung (Kategorie)
	Maßnahmen zur Verkehrsberuhigung (Diagonalsperren) (Nennung)
	In einer T30 Zone (Ja/nein)
	Teil des Radnetzes (ja/nein)
	Regelung (Bevorrechtigung oder r.v.l.) (Nennung)
	Unfallzahlen (wenn verfügbar)
Streckenabschnitt	Ruhender Verkehr im Seitenraum oder Fahrbahn (Kategorie) + Markiert (ja/nein)
	Sicherheitstrennstreifen (ja/nein)
	Linienhaftes Element vorhanden (ja/nein / Nennung)
	Fahrbahnbreiten (m)
	Geschwindigkeitsdämpfende Maßnahmen (ja/nein, Nennung)
Knotenpunkt	Bauliche Maßnahmen (Nennung)
	Markierte Maßnahmen (Auffällig) (ja/nein / Nennung)
	Markierte Maßnahmen (unauffällig) (ja/nein/Nennung)
	Sichtachsen eingehalten? (ja/nein/teilweise)
Anfang	Mitten in der Strecke oder Knoten (Kategorie)
	Kategorie Anknüpfende Straße (Hauptverkehrsstraße, Erschließungsstraße)
	Standort der Schilder (Kategorien)
	Aufstellfläche vorhanden (Ja/nein)
	Markierung (Auffällig) (ja/nein/Nennung)
	Markierung (unauffällig) (ja/nein/Nennung)
	Bauliches (ja/nein/Nennung)

5 Ergebnisse der Untersuchung

5.1 Einleitende Worte zum Kapitelaufbau

In den folgenden Kapiteln werden die relevanten Ergebnisse der Untersuchungen dargelegt. Die Ergebnisdarstellung teilt sich in die beiden Unterkapitel „Untersuchungsergebnisse Verkehrsbeobachtung“ und „Untersuchungsergebnisse Unfallanalyse“ auf. Zu Beginn des Kapitels zur Verkehrsbeobachtung erfolgt eine übergeordnete Betrachtung der Verkehrsstärken, der Flächennutzung des Radverkehrs und der gefahrenen Geschwindigkeiten des Fahrzeugverkehrs. Anschließend werden die Ergebnisse der Konfliktbetrachtung am Knoten präsentiert. Im Anschluss daran folgen die vergleichenden Analyse-Ergebnisse zu den einzelnen Streckenabschnitten der Fahrradstraßen. Hier werden die Ergebnisse der Abstandsmessung, der Fahrlinienbetrachtung und die Konflikte mit dem Ruhenden Kfz-Verkehr dokumentiert. In Kapitel 5.2.4 werden die Auswertungsergebnisse mit Bezug zu Konflikten mit Gehenden und die Analysen der Wartezeiten des Fußverkehrs präsentiert. Zum Abschluss der Ergebnisse der Kamerabeobachtung erfolgt ein Vergleich der hier ermittelten Ergebnisse mit den Resultaten aus anderen Studien.
Im zweiten Teil des Kapitels 5 werden die wesentlichen Ergebnisse der Unfallauswertung aufbereitet dargestellt. Die Darstellung der Unfalldaten erfolgt nach der räumlichen Verteilung und im Kontext der Verkehrsstärken (Unfallraten). Im Rahmen der Möglichkeiten wurden noch die Unfallursachen in den untersuchten Fahrradstraßen ausgewertet. Abschließend erfolgt auch hier ein Vergleich der hier ermittelten Ergebnisse mit den Resultaten aus anderen Studien.

5.2 Untersuchungsergebnisse Verkehrsbeobachtung

5.2.1 Verkehrsstärken, Flächennutzung und Fahrgeschwindigkeiten

Insgesamt wurden hohe Radverkehrsstärken auf den untersuchten Fahrradstraßen gezählt. Auf 12 von 26 Straßen wurden mehr als 2.000 RF in 24h gezählt. In den aktuellen Empfehlungen verschiedener Bundesländer gelten mindestens 2.000 RF/Tag als Einsatzkriterium für Radschnellverbindungen (Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen, 2019) (Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg, 2018). Auf 6 Straßen wurden mehr als 6.000 RF/24h gezählt. Spitzenreiter ist Konstanz mit über 13.000 RF/24h auf der Schottenstraße (vgl. Abbildung 23).
Auffällig ist auch die hohe Fußverkehrsstärke in der Straße „Lange Laube“ in Hannover. Diese liegt bei mehr als 10.000 FG/13h und sticht damit deutlich heraus. Es handelt sich dabei um eine Geschäftsstraße im Anschluss an die örtliche Fußgängerzone.
Als ein wichtiges Einsatzkriterium für die Anlage einer Fahrradstraße war bis zur Novellierung der VwV-StVO im Jahr 2021, dass der Radverkehr die vorherrschende Verkehrsart sein muss.
Vereinfacht wird hier als vorherrschend angenommen, wenn der Radverkehr in 24h den größten prozentualen Anteil am gesamten Fahrzeugverkehr auf der Fahrbahn in diesem Zeitraum einnimmt.

In 16 von 26 Fahrradstraßen war dies der Fall (vgl. Abbildung 24). Es wird deutlich, dass die gewählte Stichprobe auch hinsichtlich der vorherrschenden Verkehrsarten große Unterschiede aufweist.
Der Verordnungsgeber schreibt in der StVO weiterhin, dass das Nebeneinanderfahren für den Radverkehr in Fahrradstraße ausdrücklich erlaubt ist. Eine genauere Definition des Nebeneinanderfahrens ist nicht weiter ausgeführt. Daher wurde bei der Auswertung unterschieden zwischen einer reinen „Nebeneinanderfahrt“, also zwei Radfahrende, die in gleicher Geschwindigkeit nebeneinander unterwegs waren und allen weiteren Gruppen von mehr als zwei Radfahrenden, hier genannt „Pulks“, welche sich hintereinander oder nebeneinander im Verbund bewegen (vgl. Abbildung 25).

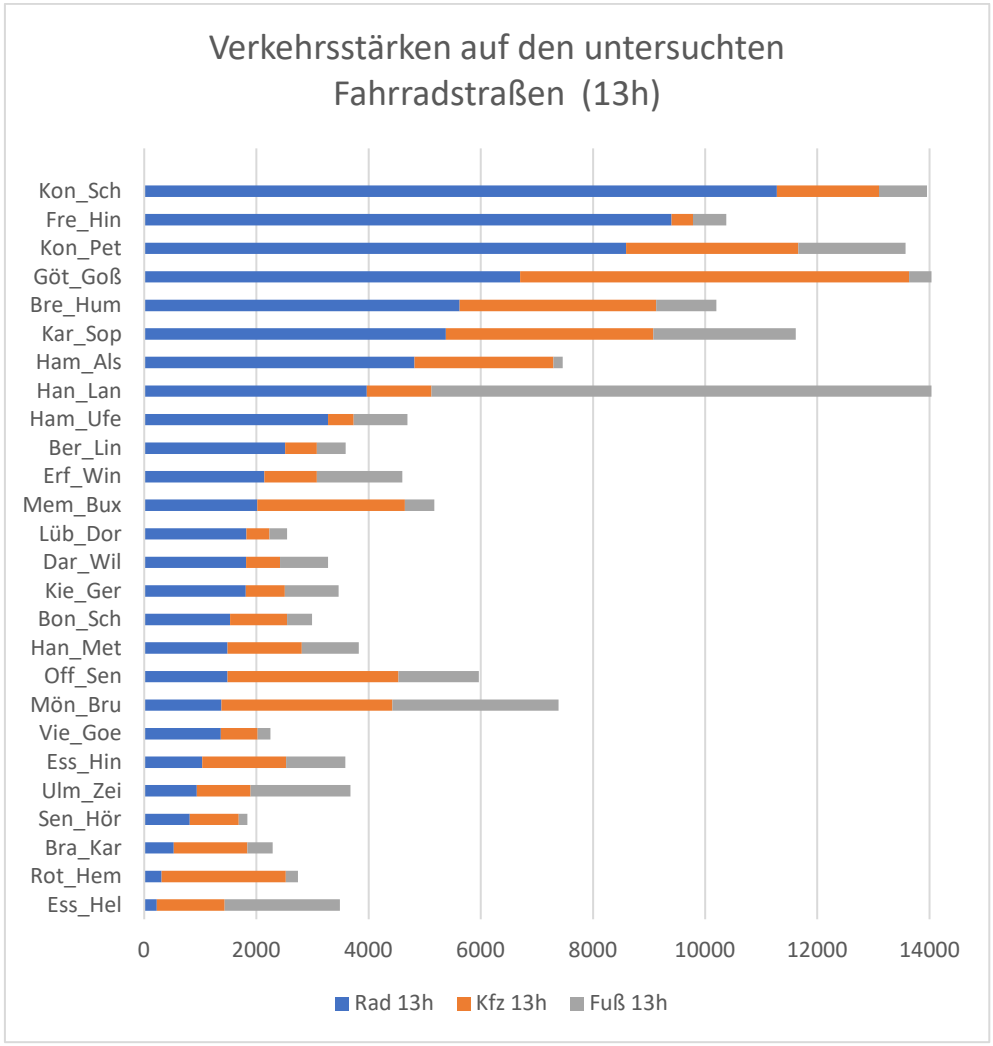


Abbildung 23: Verkehrsstärken auf den untersuchten Fahrradstraßen. Quelle: Eigene Darstellung

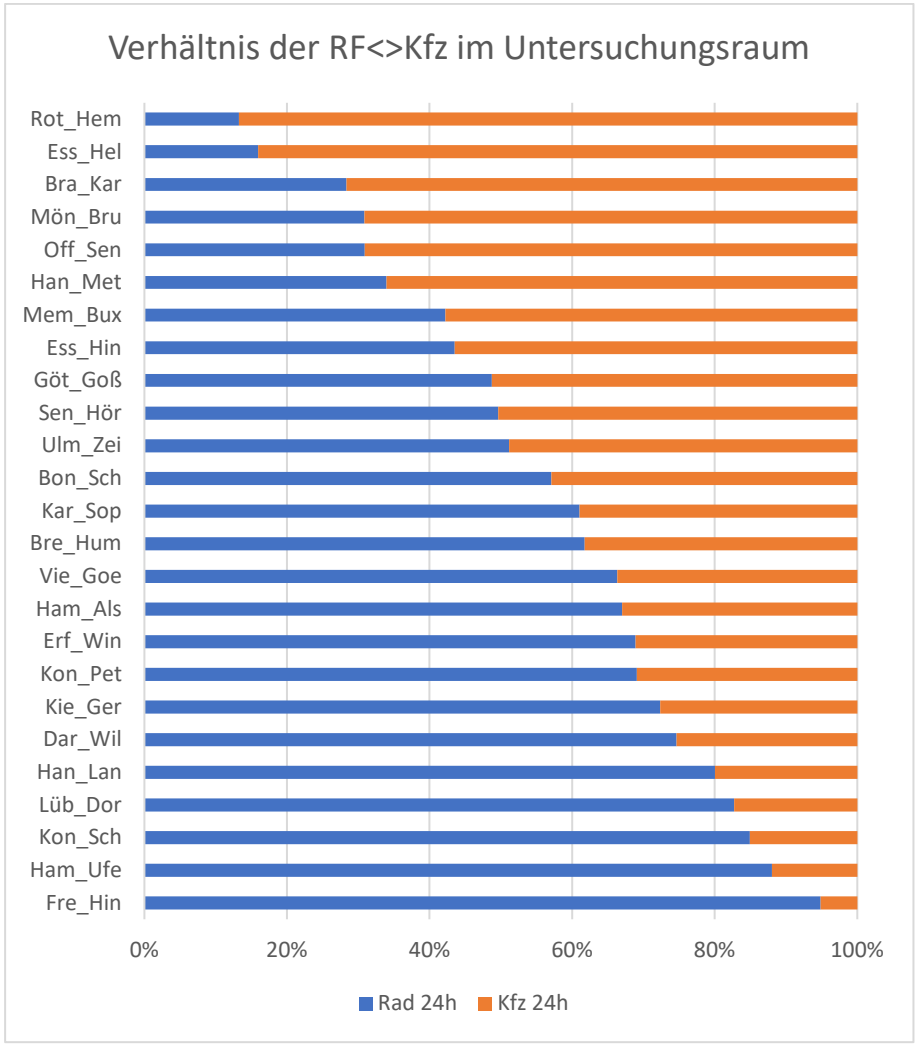


Abbildung 24: Verkehrsstärken des Rad- und Kfz-Verkehrs auf der Fahrbahn im Untersuchungsraum Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 25: Nebeneinanderfahrt und Pulk Quelle: Eigene Aufnahme

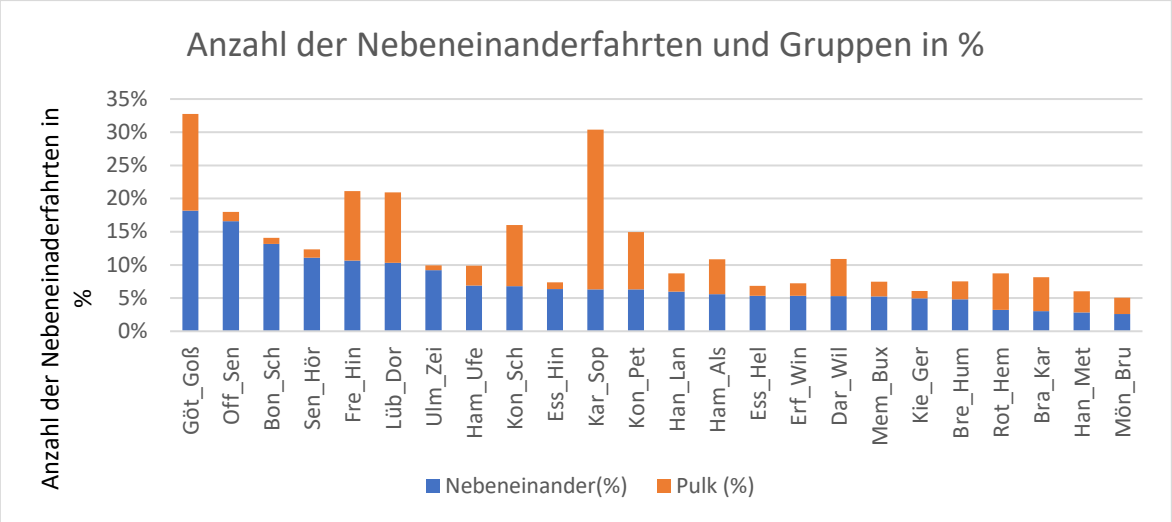


Abbildung 26: Anzahl der Nebeneinanderfahrten und Gruppen in %. Quelle: Eigene Darstellung

Im Mittel fuhren 7% der Radfahrenden auf den untersuchten Fahrradstraßen nebeneinander. Rund 5% bewegten sich im Verbund von mehr als zwei Fahrrädern. Kombiniert nutzten im Mittel rund 12% der untersuchten Radfahrenden die Möglichkeit zum mehrspurigen Fahren innerhalb der Fahrradstraßen. Auffällig sind dabei die große Spannweite sowohl zwischen den Fahrradstraßen (18% <> 2%) als auch innerhalb der Aufteilung Pulk und Nebeneinanderfahrten (vgl. Abbildung 26).

Teilweise lassen sich die Unterschiede aufgrund von Randbedingungen erklären. Beispielsweise fuhren in der Sennefelder Straße in Offenbach über 15 % der Radfahrenden im oben genannten Sinne zu zweit nebeneinander. Die Straße ist sehr auffällig markiert und wurde mit viel Pressearbeit erst ein Jahr vor der Untersuchung eröffnet. Zusätzlich stehen zu Beginn der Straßen große Banner mit der Aufschrift „Radfahrer dürfen hier Nebeneinanderfahren“. Der vergleichsweise hohe Anteil an gezählten Radfahrer-Pulks auf der Sophienstraße von über 20% erklärt sich zum Teil durch die Lage des Netzabschnittes, in welchem die Querschnittszählung durchgeführt wurde. Im untersuchten

Netzabschnitt weitet sich die nutzbare Fahrgasse auf eine Breite 5,30 m, während sie in den Abschnitten vor und nach dem nächsten Knotenpunkt schmaler ausfällt. Entsprechend wurde der untersuchte Abschnitt für langgezogene Überholvorgänge (Rad / Rad; Kfz / Rad) genutzt.

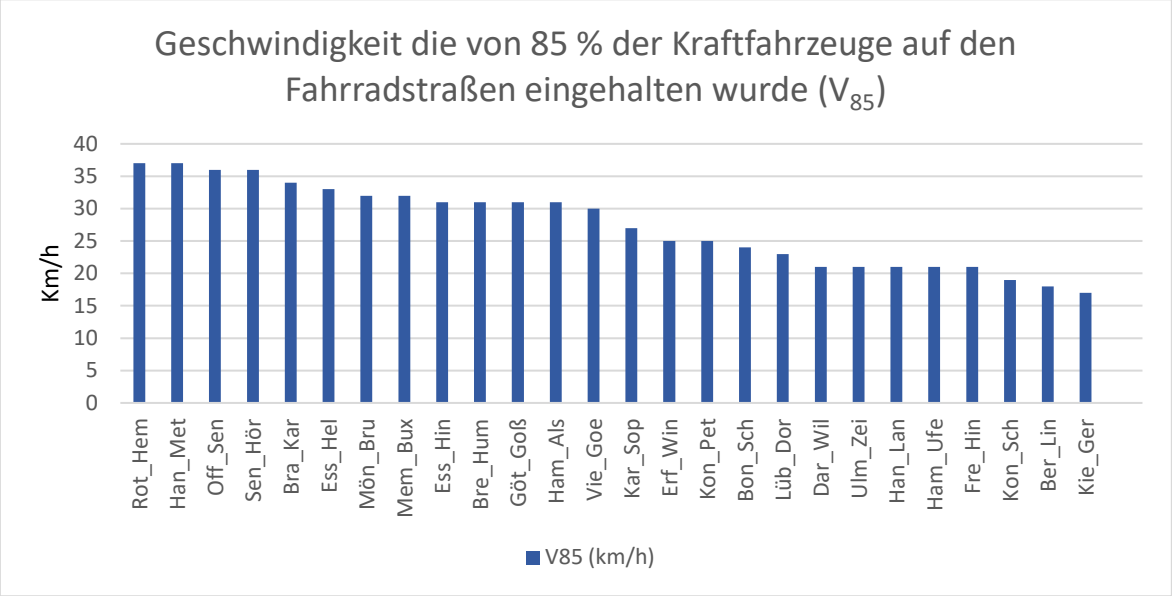


Abbildung 27: Geschwindigkeit die von 85 % der Kraftfahrzeuge auf den Fahrradstraßen eingehalten wurde. Quelle: Eigene Darstellung

Neben den Verkehrsstärken wurden auch die gefahrenen Geschwindigkeiten des Kraftfahrzeugverkehrs mit der Hilfe von Seitenradargeräten (SDR) aufgenommen. Die Ergebnisse der Erhebung sind auf Abbildung 27 zu sehen.

Laut StVO gilt in Fahrradstraßen max. Tempo 30, ggf. muss der Kfz-Verkehr seine Geschwindigkeit der Fahrgeschwindigkeit des Radverkehrs anpassen.

Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen, dass die Vorgaben der StVO in der Mehrheit der Fahrradstraßen eingehalten werden. Die Geschwindigkeit, die von 85% der schnellsten Kfz nicht überschritten wurde, liegt selbst in der Spitzengruppe nur knapp über 35 km/h.

In 50% der untersuchten Straßen liegt die V_{85} des Kfz-Verkehrs sogar unterhalb von Tempo 30. Dies könnte auf das StVO-konforme Verhalten zurückzuführen sein, dass die Fahrgeschwindigkeit dem Radverkehr ggf. angepasst werden muss.

Ein vergleichender Blick auf Abbildung 24 zeigt, dass in Straßen, in denen der Kfz-Verkehr vorherrscht, auch im Vergleich höhere Kfz-Fahrgeschwindigkeiten gemessen wurden.

Wie in Kapitel 4 erläutert, hatten die SDR-Geräte bei großen Radverkehrsmengen Schwierigkeiten Fahrradpulks und Kraftfahrzeuge auseinanderzuhalten. Durch einen händischen Ausschluss von unrealistischen Fahrzeuglängen und Zeitlücken zwischen den detektierten Fahrzeugen wurde versucht dieses Defizit auszugleichen, trotzdem kann ein Einfluss auf die Ergebnisse nicht ausgeschlossen werden.

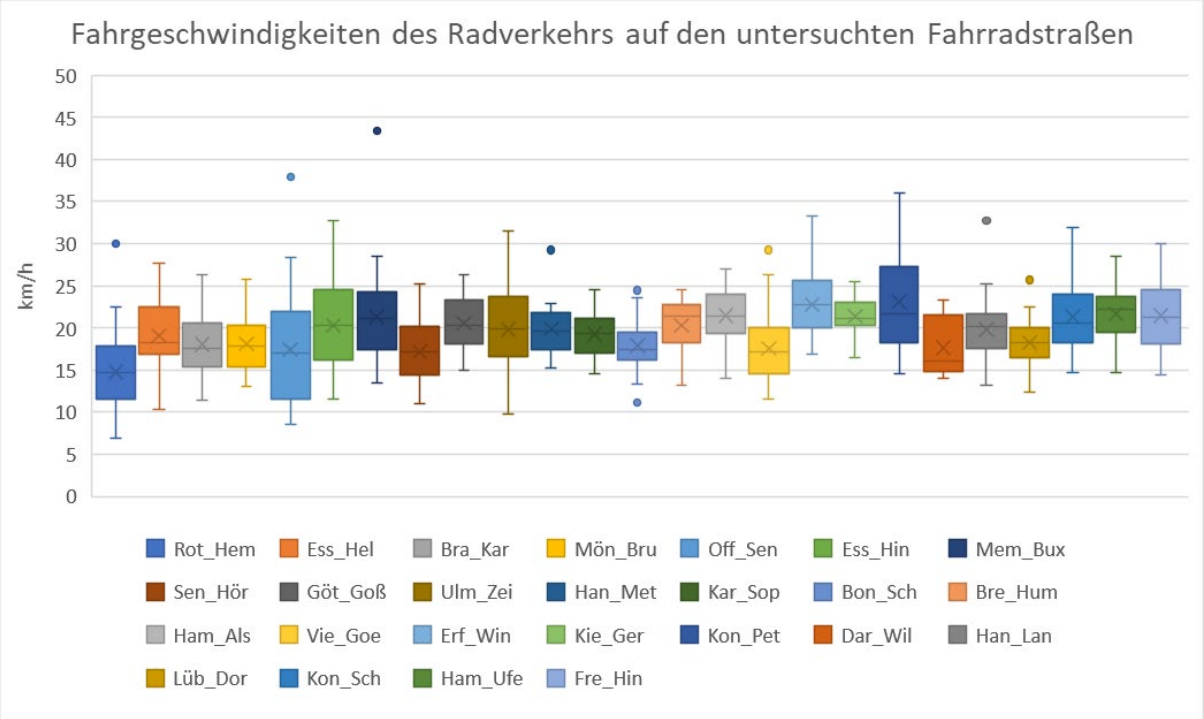


Abbildung 28: Fahrgeschwindigkeiten des Radverkehrs auf den untersuchten Fahrradstraßen Quelle: Eigene Darstellung

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden auch die Fahrgeschwindigkeiten von 40 unbeeinflusst-fahrenden Fahrradfahrenden auf der freien Strecke je Straße aufgenommen. Die Geschwindigkeitsaufnahme erfolgte im Nachgang auf Basis der Videoaufnahmen.

In Kiel, Darmstadt, Bremen und Hannover (Meterstraße) konnten nur die Geschwindigkeiten von nur jeweils 20 Radfahrenden gemessen werden. Insgesamt wurde die Geschwindigkeit von 916 Radfahrenden gemessen.

Im Mittel aller Fahrradstraßen wurde eine Fahrgeschwindigkeit des Radverkehrs von 19,61 km/h ermittelt.

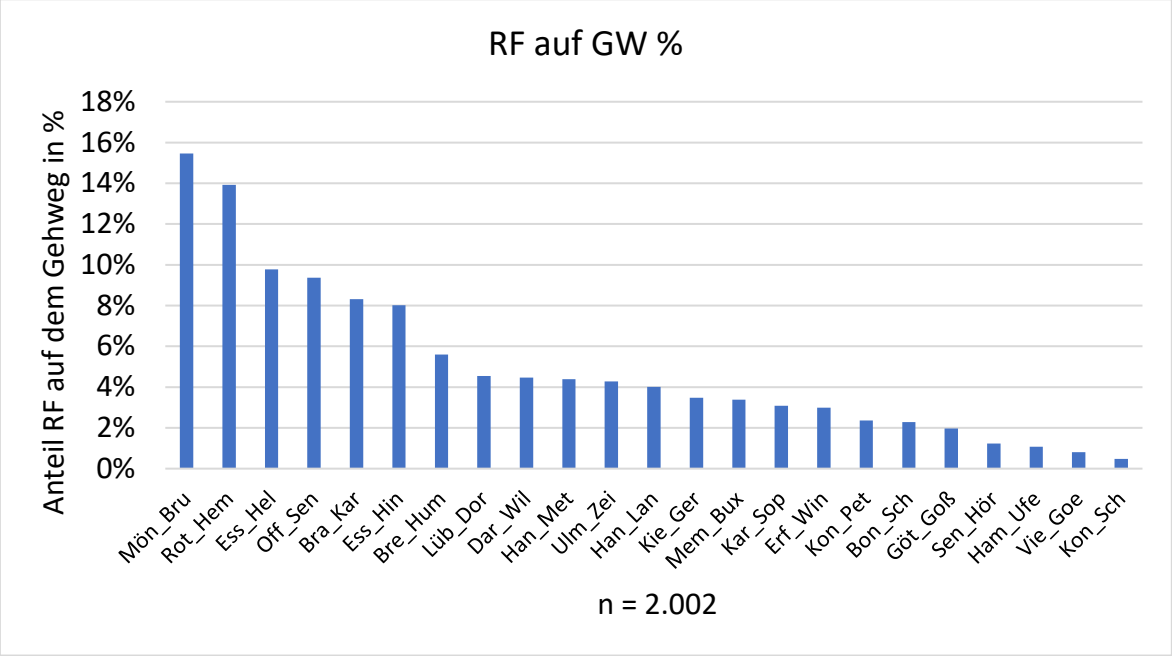


Abbildung 29: Anzahl der Radfahrenden, die über 10 Jahre alt waren und auf dem Gehweg im Seitenraum der Fahrradstraße fuhren in % Quelle: Eigene Darstellung

Neben den Verkehrsstärken und den Fahrgeschwindigkeiten ist auch die Nutzung der vorhandenen Flächen durch den Radverkehr von Bedeutung. Auf Abbildung 29 ist die Anzahl der Radfahrenden zu sehen, die aufgrund ihres Äußeren auf über 10 Lebensjahre geschätzt wurden und auf dem Gehweg im Seitenraum der jeweiligen Fahrradstraße fuhren ohne dass dieser für den Radverkehr freigegeben war.

Auffällig ist hier die große Spannweite zwischen den Fahrradstraßen. In 6 von 26 untersuchten Straßen nutzten über 8% der Radfahrenden lieber den Gehweg als die Fahrbahn der Fahrradstraße. Gleichzeitig konnte auf den 6 Straßen am unteren Ende der Skala nur eine Gehwegnutzung von deutlich unter 2% gezählt werden. Betrachtet wurden hier nur Fahrradstraßen mit jeweils einem Gehweg je Fahrtrichtung (in Hamburg und Freiburg war dies nicht der Fall).

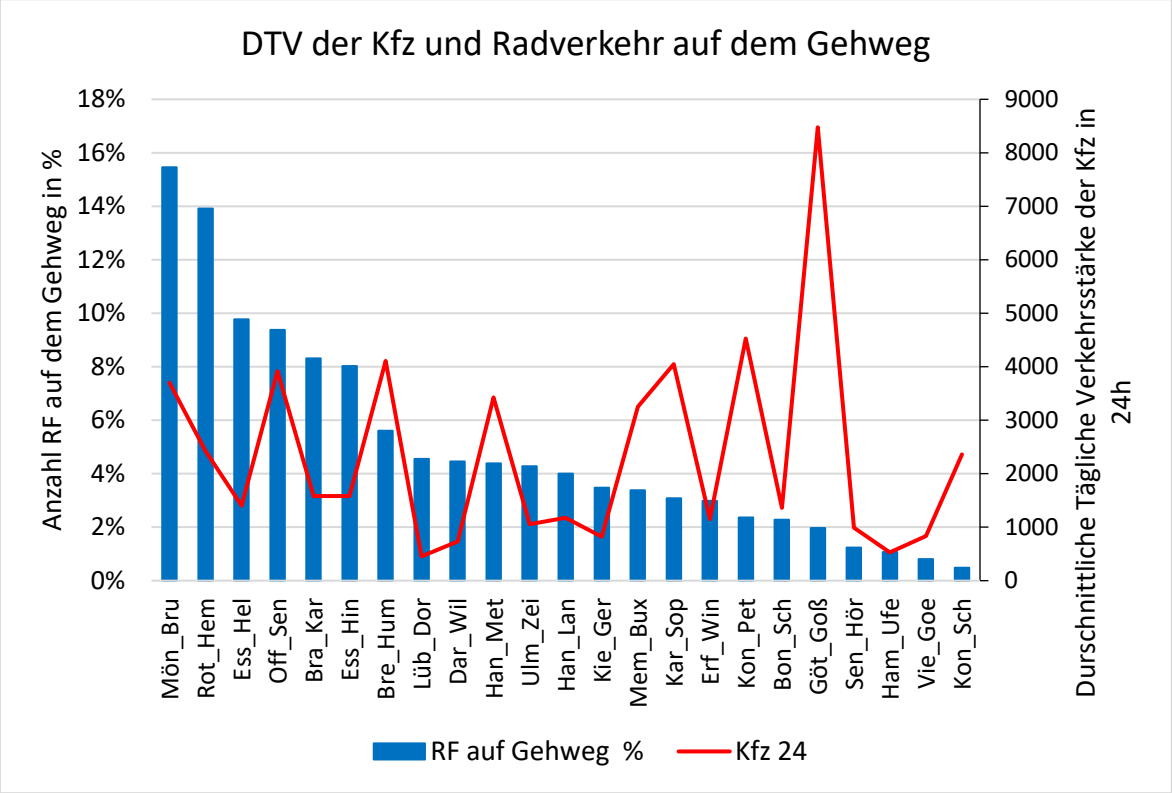


Abbildung 30: Radfahrende auf dem Gehweg und die gemessene durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke des Kfz-Verkehrs. Quelle: Eigene Darstellung

Ein naheliegender Grund für die hohen Anteile der Gehwegnutzung kann die zu hohe Kfz-Verkehrsstärke in den jeweiligen Fahrradstraßen sein, so dass sich die Fahrradnutzerinnen und -nutzer auf der Fahrbahn bedrängt fühlen und bevorzugt in den Seitenraum ausweichen.

Auf Abbildung 30 ist die Gehwegnutzung zusammen mit der gemessenen DTV des Kfz-Verkehrs zu sehen. Es ist bereits optisch gut erkennbar, dass es keinen Zusammenhang zwischen dem DTV der Kfz auf der Fahrbahn und der Gehwegnutzung durch den Radverkehr gibt.

Eine andere These ist es, dass eine auffällige Markierung einzelner Fahrradstraßen zur Nutzung beziehungsweise zur Ablehnung der Fahrbahn durch den Radverkehr beitragen könnte.

Abbildung 31: Gestaltungen der Fahrradstraßen mit der höchsten Gehwegnutzung durch den Radverkehr Quelle: Eigene Aufnahmen

Auf Abbildung 31 sind Fotos der 4 Fahrradstraßen mit den höchsten Radverkehrsanteilen auf dem Gehweg zu sehen. Es scheint, dass Markierungen, Piktogramme oder Farbflächen keine oder nur geringe Wirkung auf die Akzeptanz der Fahrbahn durch den Radverkehr in Fahrradstraßen haben. Auch ein einfacher statistischer Test zwischen den beiden Merkmalen zeigte keinen Zusammenhang (vgl. Anhang J).

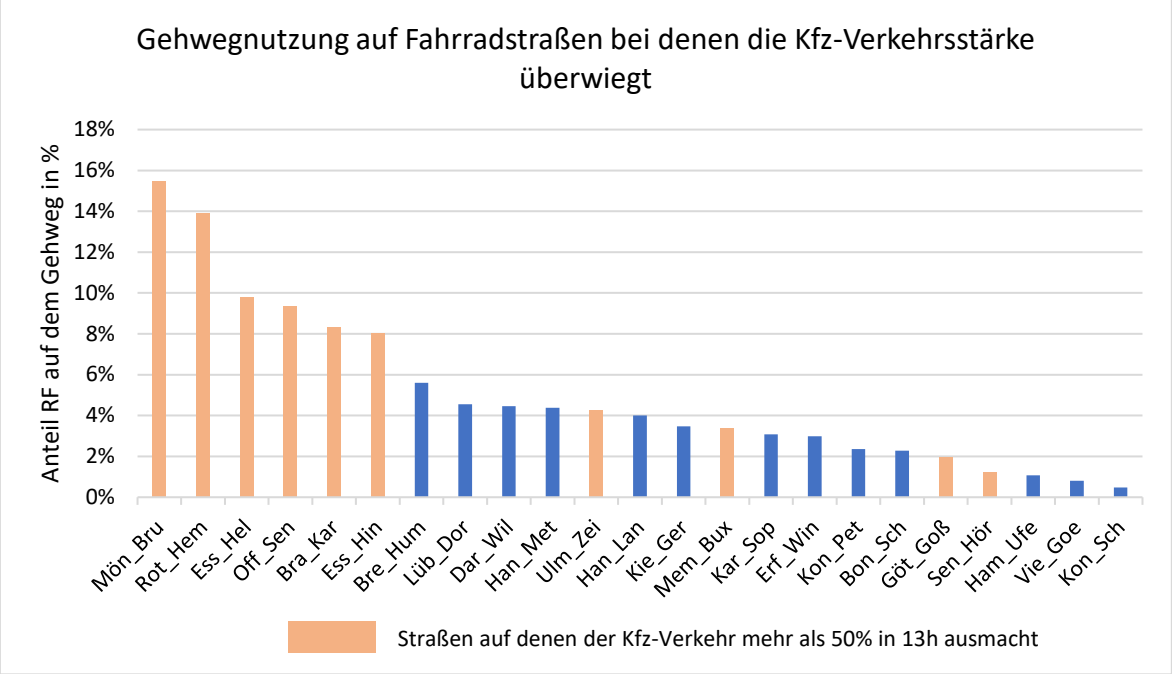


Abbildung 32: Gehwegnutzung auf Fahrradstraßen bei denen die Kfz-Verkehrsstärke im Vergleich zur Radverkehrsstärke überwiegt Quelle: Eigene Darstellung

Auf Abbildung 32 ist die Gehwegnutzung durch den Radverkehr auf Fahrradstraßen in Kombination mit jenen Straßen zusehen, auf denen der Kfz-Verkehr mehr als 50% der Gesamtverkehrsstärke auf der Fahrbahn im 13h Erhebungszeitraum ausmacht. Es ist optisch ein deutlicher Zusammenhang zwischen diesen beiden Kennziffern erkennbar. In den 6 Straßen mit den höchsten Radverkehrsanteilen im Seitenraum ist der Kfz-Verkehr die vorherrschende Verkehrsart auf der Fahrbahn. Dabei scheint die absolute Höhe des DTV für die Akzeptanz der Fahrbahn durch den Radverkehr keine Rolle zu spielen. Diese liegt bei drei der 6 Straßen sogar unterhalb von 200 Kfz/h.

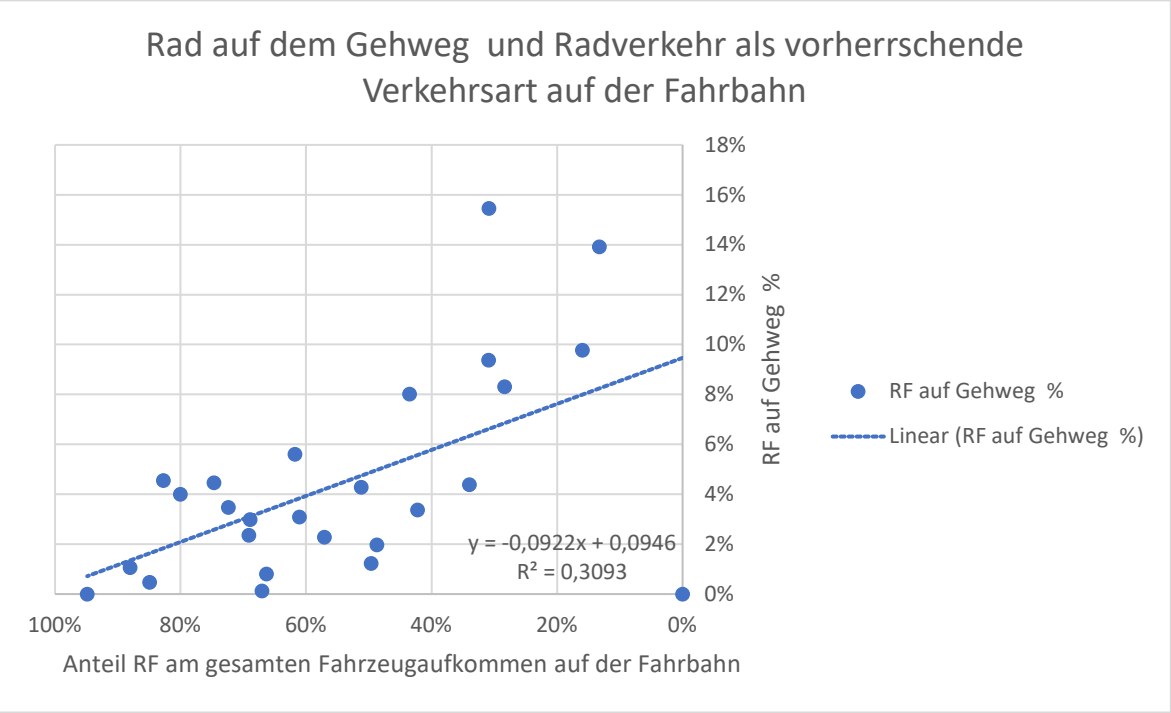


Abbildung 33: Statistischer Nachweis mit einer linearen Regression des Zusammenhangs zwischen der Gehwegnutzung und der vorherrschenden Verkehrsart auf der Fahrbahn. Quelle: Eigene Darstellung.

Auf Abbildung 33 wurde eine lineare Regression mit den beiden Faktoren „Anteil des Radverkehrs am gesamten Fahrzeugaufkommen auf der Fahrbahn“ und dem „Anteil der Gehwegnutzung an allen Radfahrenden“ gerechnet. Das Bestimmtheitsmaß $R^2 = 0,3$ zeigt nur einen kleinen Zusammenhang zwischen den beiden Variablen (1 = großer Zusammenhang; 0 = Kein Zusammenhang). Ein Blick auf die Ausreiser Göttingen, Senftenberg und Memmingen (vgl. Abbildung 32) lassen weitere Einflussfaktoren auf die Akzeptanz der Fahrbahn durch den Radverkehr vermuten. Göttingen und Senftenberg sind unter anderem aufgrund der auffälligen Gestaltung überregional bekannt. Die Fahrradstraße in Senftenberg hat als einzige in Deutschland einen baulich-angelegten Mittelstreifen und ist gleichzeitig die älteste Straße im untersuchten Kollektiv (schon seit dem Jahr 1995 in Betrieb), hinzukommen bauliche Durchfahrtsbeschränkungen (Diagonalsperren) sowie keine Kfz-Stellplätze im kompletten Straßenraum. Die Goßlerstraße in Göttingen ist Teil des überregional-bekannten E-Radschnellweges mit rund 7.000 Radfahrenden am Tag und einer sehr markanten farblichen Gestaltung. Die Fahrradstraße Buxacherstraße in Memmingen ist zwar in der Gestaltung unauffällig, aber ebenfalls vergleichsweise alt. Sie ist die zweitälteste Fahrradstraße im Untersuchungskollektiv

(schon seit dem Jahr 2005 in Betrieb). Weiterhin gilt Memmingen als vergleichsweise fahrradfreundlich (Platz 3 beim Fahrradklimatest 2021; Modal Split Radverkehr: 25%). Weiterhin soll an dieser Stelle noch angemerkt werden, dass der Begriff „vorherrschend“ auf einer einzigen Zählung bzw. Hochrechnung dieser Zählung im Rahmen der durchgeführten Erhebung fußt. Mögliche Einflüsse von tagesaktuellen Ereignissen im Umfeld der Straßen (Baustellen, Umleitungen etc.) können somit nicht ausgeschlossen werden.

Abbildung 34: Fälle von hoher Akzeptanz der Fahrbahn durch den Radverkehr, obwohl der Radverkehr nicht die vorherrschende Verkehrsart am gesamten Fahrzeugverkehr darstellt: Senftenberg (l.) und Göttingen (r.) Quelle: Eigene Aufnahmen

Zwischenfazit

- Die untersuchten Fahrradstraßen haben vergleichsweise große (Rad-) Verkehrstärken. Auf 12 von 26 Straßen wurden mehr als 2.000 RF in 13h gezählt. In den aktuellen Empfehlungen verschiedener Bundesländer gelten mindestens 2.000 RF/Tag als Einsatzkriterium für Radschnellverbindungen (Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen, 2019) (Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg, 2018).
- In über 60% der untersuchten Fahrradstraßen ist der Radverkehr auch die vorherrschende Verkehrsart.
- Die Möglichkeit um als Gruppe oder zu zweit nebeneinanderzufahren, nutzten rund 12% der Radfahrenden auf den untersuchten Fahrradstraßen, wobei es große Unterschiede zwischen den einzelnen Fahrradstraßen gab.
- Die gemessenen Fahrgeschwindigkeiten der Kfz in den Fahrradstraßen waren teils deutlich unter 30 km/h. Es wird vermutet, dass dies auf das StVO-konforme Verhalten zurückzuführen ist, wonach die Geschwindigkeit dem Radverkehr angepasst werden muss. In zwei Straßen wurden Spitzen mit V_{85} von 36 Km/h gemessen.
- Die Fahrgeschwindigkeit des Radverkehrs liegt im Mittel aller untersuchten Fahrradstraßen bei 19.61 km/h.
- Teilweise fuhren über 8%, in Einzelfällen sogar über 10% der Radfahrenden nicht auf der Fahrbahn, sondern auf dem Gehweg im Seitenraum der Fahrradstraße. Eine einheitliche Kfz-Verkehrsstärke, ab welcher Radfahrende den Mischverkehr auf der Fahrbahn als Führungsform akzeptieren, konnte dabei nicht identifiziert werden. Als Einflussfaktor wurde hingegen festgestellt, dass dann, wenn ebenso viele bzw. mehr Radfahrende als Kfz über den

gesamten Tagesverlauf auf der Straße unterwegs waren, auch bei hohen Kfz-Verkehrsstärken (400 Kfz/h und mehr) die Benutzung der Fahrbahn durch den Radverkehr konstant blieb und dies nicht zu höheren Fahrgeschwindigkeiten der Kfz führte.

- Ein Einfluss einer auffälligen Gestaltung (z. B. durch Farbflächen und/oder Piktogramme) auf die Akzeptanz der Fahrbahn durch den Radverkehr kann nicht ausgeschlossen, konnte aber auch nicht beobachtet und auch durch ein vereinfachtes statistisches Verfahren auch nicht nachgewiesen werden (vgl. Anhang J).

5.2.2 Konfliktbeobachtung an den Knotenpunkten innerhalb der Fahrradstraßen

Ziel der Verkehrskonfliktbeobachtung war es, Infrastrukturmerkmale zu identifizieren, die dazu beitragen, dass der Radverkehr in Fahrradstraßen weder gefährdet noch behindert wird. Da die meisten Unfälle und Konflikte mit Radverkehrsbeteiligung an den Knotenpunkten innerhalb von Fahrradstraßen passieren wurde an mindestens an einem Knoten innerhalb einer jeden Fahrradstraße eine kameragestützte Interaktionsbeobachtung durchgeführt. Für die ersten 100 Interaktionen eines Tages wurden alle Interaktionen aufgenommen (normal, kooperativ, behindernd, kritisch). Für den restlichen Zeitraum nur noch behindernde und kritische Interaktionen. Als behindernde Interaktion gilt hier schon, sobald ein Verkehrsteilnehmender (VT) von einem anderen VT gezwungen wird, von der Fahrlinie abzuweichen. Kritische Interaktionen sind mit einem Beinahe-Unfall gleichzusetzen. Es wurden nur Interaktionen auf der Fahrbahn aufgenommen. Um das Verkehrsgeschehen innerhalb der Fahrradstraße „sichtbar“ zu machen, wurden die einzelnen Interaktionen so genannten Interaktionstypen zugeordnet. Diese sind äquivalent zu den 3-stelligen Unfalltypen aus dem Merkblatt zur örtlichen Unfalluntersuchung in Unfallkommissionen (M Uko) (vgl. Anhang B). Weitere methodische Details sind im Kapitel 4.3. aufbereitet.

Aufgrund der durchgehend niedrigen absoluten Anzahl von kritischen Interaktionen werden kritische und behindernde Interaktionen in diesem Kapitel unter dem Begriff „Konflikte“ zusammengefasst. Zusätzlich wurden die Knotenströme in der gemeinsamen Spitzenstunde Rad und Kfz auf der Fahrbahn erhoben. Eine Übersicht zu den Verkehrsbelastungen und Konflikten sind in Tabelle 10 und Tabelle 11 zu sehen.

Tabelle 10: Übersicht der Konflikte und Verkehrsstärken der untersuchten Knoten Teil 1

	Mön_Bru / Pahlke Str	Rot_Hem / Wallbergstr	Ess_Hel/ Freisenbruchstr	Off_Sen/ Liebigstraße	Bra_Kar/ Willhelm Bode Str	Ess_Hin/ Georg-Deutschle Str	Bre_Hum/ Wielandstr	Lüb_Dor/ Billrothstr	Dar_Wil/ Annastr	Ulm_Zei/ Bessererstr	Ulm_Zei/ Ensingerstr/ (Radw.)	Han_Lan /Stiftstr	Kie_Ger/ Lornsenstr	Kie_Ger/ Waitzstr	Mem_Bux/ Hohestaufenstraße	Kar_Sop/ Scheffelstr./ 5-armig
Einmündung / Kreuzung	Einm.	Kreuz.	Einm.	Kreuz.	Kreuz.	Kreuz.	Kreuz.	Kreuz.	Kreuz.	Kreuz.	Kreuz.	Kreuz.	Kreuz.	Kreuz.	Kreuz.	Kreuz.
StVO-Regelung	301/206	R.-v.-l.	R.-v.-l.	301/205	R.-v.-l.	301/206	R.-v.-l.	R.-v.-l.	301/205	301/205	301/205	GW	GW	205/306	306/205	R.-v.-l.
Sichtachse nach RASt frei?	teilw.	nein	nein	teilw.	teilw.	teilw.	nein	teilw.	teilw.	teilw.	teilw.	ja	nein	ja	ja	teilw.
Konfliktanalyse																
Behindernde Interaktionen absolut	11	3	2	43	9	11	47	10	33	8	8	24	19	36	6	60
kritische Interaktionen absolut	0	1	0	4	0	1	4	0	3	0	2	0	0	0	0	4
Konflikte (behindernd + kritisch)	11	4	2	47	9	12	51	10	36	8	10	24	19	36	6	64
Konflikte pro 100 Interaktionen	13%	8%	9%	22%	5%	4%	24%	6%	25%	8%	6%	7%	6%	9%	1%	11%
Verkehrsstärken pro h																
Kfz-Hauptrichtung 1 (geradeaus)	93	18	54	76	100	7	125	3	0	22	0	17	9	63	96	73
Kfz-Hauptrichtung 2 (geradeaus)	94	5	29	97	89	9	80	13	24	19	0	1	7	47	68	70
Kfz-Hauptrichtung gesamt	187	23	83	173	189	16	205	16	24	41	0	18	16	110	164	143
Rad-Hauptrichtung 1 (geradeaus)	42	8	6	37	54	108	424	68	69	93	104	229	180	23	142	344
Rad-Hauptrichtung 2 (geradeaus)	35	6	10	53	34	48	118	184	124	74	92	127	26	26	57	219
Rad-Hauptrichtung gesamt	77	14	16	90	88	156	542	252	193	167	196	356	206	49	199	563
Kfz biegen in die Fahrradstraße	55	46	130	45	45	27	18	48	91	15	43	44	36	11	29	65
Kfz biegen aus der Fahrradstraße	33	143	159	89	42	57	62	8	13	41	19	29	15	12	59	96
Kfz Kreuzen die Fahrradstraße	0	35	0	32	16	328	2	78	43	57	87	35	35	3	18	64
Kfz-Abbieger gesamt	88	224	289	166	103	412	82	134	56	113	149	108	86	26	106	225
Kfz insgesamt	275	247	372	339	292	428	287	150	80	154	149	126	102	136	270	368
Rad insgesamt	84	44	24	147	246	182	573	411	257	219	251	480	232	283	308	810
Anteil Rad am Knoten	23%	15%	6%	30%	46%	30%	67%	73%	76%	59%	63%	79%	69%	68%	53%	69%

Tabelle 11 Übersicht der Konflikte und Verkehrsstärken der untersuchten Knoten Teil 2

	Erf_Win/ Friedrich-List-Str.	Erf_Win/ Rober Koch Str.	Kon_Pet/ Markgra-fenstr./	Kon_Pet/ Moltkestr.	Bon_Sch/ Lessingstr.	Göt_ Goß/ Bertheaustr.	Göt_Goß/ Arndtstr.	Sen_Hör/ Charlottenstr.	Ham_Ufe/ Von-Essen-Str.	Vie_Goe/ Jägerstr.	Vie_Goe/ Alexanderstr.	Kon_Sch/ Gartenstr.	Ham_Als/ Alte Rabenstr.	Fre_Hin/ Gresserstr.
Einmündung / Kreuzung	Kreuz.	Kreuz.	Kreuz.	Kreuz.	Kreuz.	Einm.	Kreuz.	Einm.	Einm.	Kreuz.	Kreuz.	Kreuz.	Einm.	Einm.
StVO-Regelung	301/206	301/206	306/205	306/206	R.-v.-l.	301/205	306/205	301/205	306 (Knick)	301/306	301/306	205/301	GW	306/205
Sichtachse nach RASt frei?	teilw.	teilw.	teilw.	ja	teilw.	ja	ja	teilw.	teilw.	Nein	teilw.	teilw.	teilw.	teilw.
Konfliktanalyse														
Behindernde Interaktionen absolut	20	25	95	157	33	121	146	2	10	11	2	71	3	13
kritische Interaktionen absolut	1	1	13	10	2	4	0	0	0	0	0	8	0	0
Konflikte (behindernd + kritisch)	21	26	108	167	35	125	146	2	10	11	2	79	3	13
Konflikte pro 100 Interaktionen	4%	6%	22%	20%	16%	33%	12%	11%	10%	23%	4%	1%	1%	5%
Verkehrsstärken pro h														
Kfz-Hauptrichtung 1 (geradeaus)	27	11	166	175	33	293	115	3	12	2	16	2	10	6
Kfz-Hauptrichtung 2 (geradeaus)	0	0	137	138	56	126	296	2	18	4	22	1	27	7
Kfz-Hauptrichtung gesamt	27	11	303	313	89	419	411	5	30	6	38	3	37	13
Rad-Hauptrichtung 1 (geradeaus)	100	135	395	450	32	321	222	90	50	10	15	511	74	399
Rad-Hauptrichtung 2 (geradeaus)	143	124	455	470	100	281	222	70	191	0	8	603	406	442
Rad-Hauptrichtung gesamt	243	259	850	920	132	602	444	160	241	10	23	1114	480	841
Kfz biegen in die Fahrradstraße	15	10	55	116	59	38	121	30	35	11	15	17	43	15
Kfz biegen aus der Fahrradstraße	60	14	91	228	48	1	124	27	84	8	14	17	28	7
Kfz kreuzen die Fahrradstraße	188	183	3	7	47	0	22	0	0	130	47	389	0	0
Kfz-Abbieger gesamt	263	207	149	351	154	39	267	57	119	149	76	423	71	22
Kfz insgesamt	290	218	452	664	243	458	678	62	149	155	114	426	108	35
Rad insgesamt	303	371	1044	1519	408	632	574	192	270	39	64	1416	536	892
Anteil Rad am Knoten	51%	63%	70%	70%	63%	58%	46%	76%	64%	20%	36%	77%	83%	96%

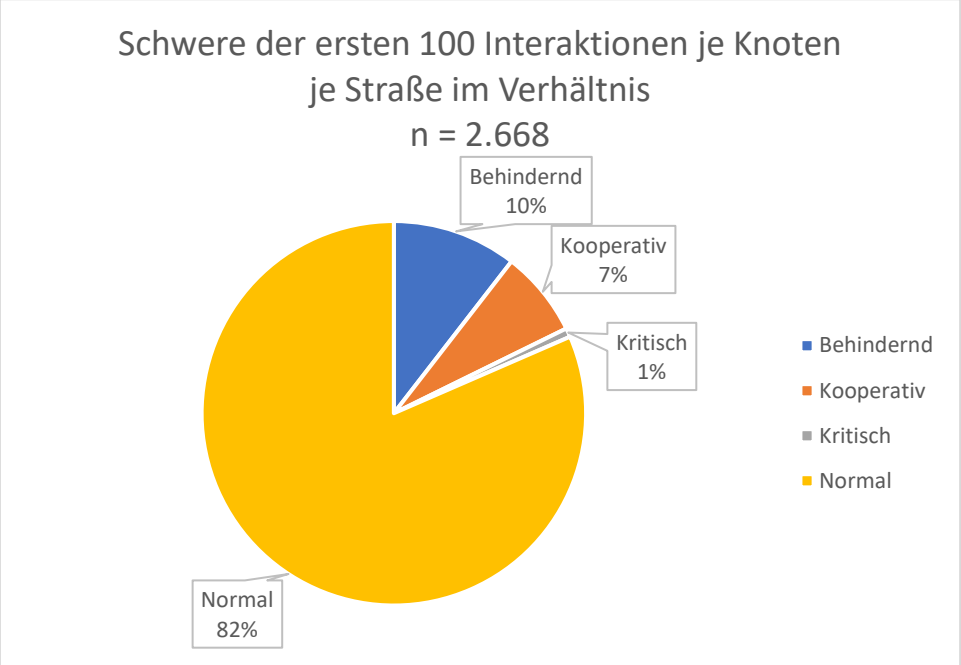


Abbildung 35: Schwere der ersten 100 Interaktionen je Knoten im Verhältnis. Quelle: Eigene Darstellung

89% der ersten 100 Interaktionen an den Knotenpunkten innerhalb der Fahrradstraßen verliefen normal oder kooperativ. Nur in rund 10% der Fälle wurde ein VT gezwungen von seiner Fahrlinie abzuweichen. Kritische Interaktionen traten in weniger als 1% der Fälle auf (vgl. Abbildung 35).

Tabelle 12: Verteilung der Konflikte (behindernde und kritische Interaktion) an den Knotenpunkten nach Konfliktgegner Quelle: Eigene Darstellung

	Rad/Rad	**Rad/Kfz**	**Rad/Fuß**
Alleine[2]	6		
Konflikt beim Abbiegen	25	106	
Konflikt beim Einbiegen/Kreuzen	135	330	
Konflikt beim Überschreiten			238
Konflikt im LV	5	61	4
Konflikt mit dem ruhenden Verkehr		60	
Sonstige	3	26	
Summe Konflikte	**174**	**583**	**242**

Wenn es zu einem Konflikt am Knotenpunkt kam, dann war der häufigste beobachtete Fall ein Konflikt zwischen einem Fahrrad und einem Kfz, und zwar beim Einbiegen bzw. Kreuzen des Knotenpunktes. Zweithäufigster Fall war ein Konflikt zwischen dem Radverkehr und dem Fußverkehr, und dann beim Überschreiten der Fahrbahn durch den Fußverkehr (vgl. Tabelle 12).

Auf Abbildung 36 ist die Anzahl der Konflikte sortiert nach der Verkehrsregelung am Knoten im Zuge der Fahrradstraßen zu sehen. Die deutliche Mehrheit der Konflikte wurde an Knoten beobachtet, an

[2] Wenn ein Radfahrender ohne Fremdeinwirkung unkontrolliert von seiner Fahrlinie abweicht

denen die Fahrradstraße durch VZ301 / VZ306 bevorrechtigt ist. Diese sind einerseits in der Grundgesamtheit überrepräsentiert (vgl. Kapitel 4.1), andererseits sind auf diese Straßen mehrheitlich höhere Radverkehrsstärken gezählt worden.

Auf Abbildung 37 ist die Anzahl der kritischen Interaktionen (= Beinahe Unfälle) sortiert nach der Verkehrsregelung am Knoten im Zuge der Fahrradstraßen zu sehen. Auffällig ist zunächst, dass keine kritischen Konflikte an Gehwegüberfahrten beobachtet werden konnten. Dies ist mutmaßlich auf die aufmerksamkeitssteigernde und geschwindigkeitsbremsende Wirkung der baulichen Überfahrten auf die kreuzenden und einbiegenden Kfz zurückzuführen.

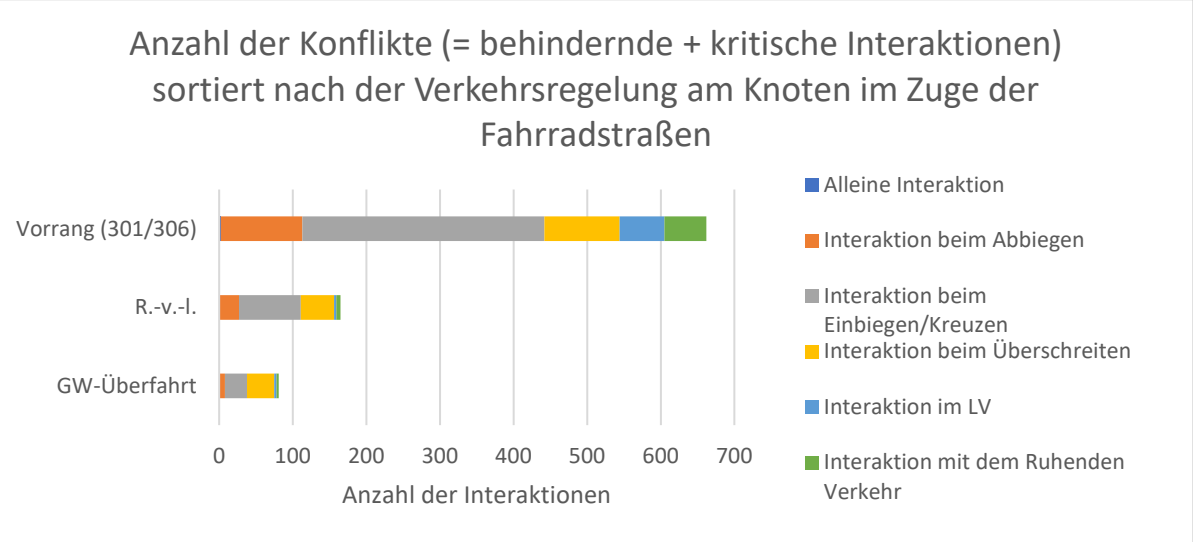


Abbildung 36: Anzahl der Konflikte sortiert nach der Verkehrsregelung am Knoten im Zuge der Fahrradstraßen. Quelle: Eigene Darstellung

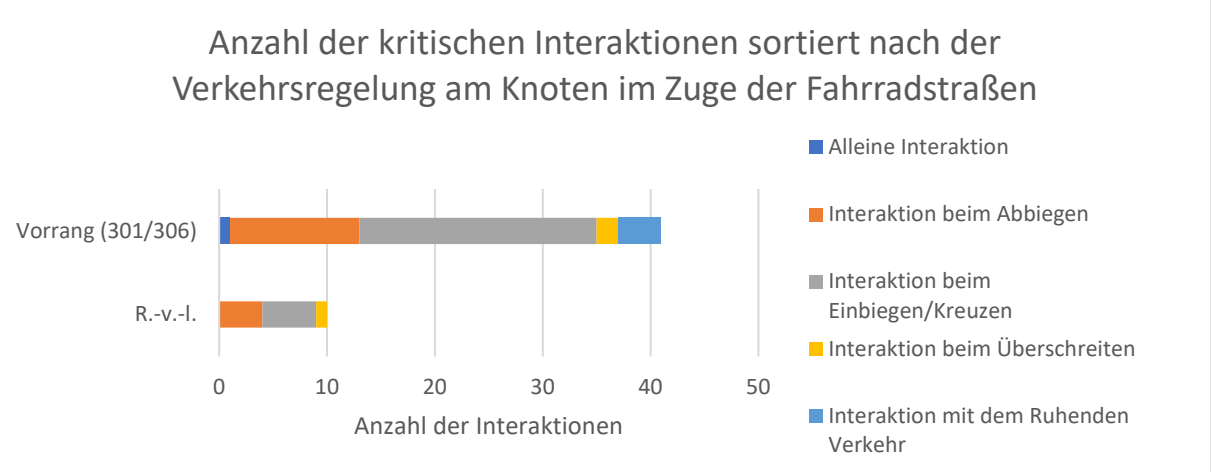


Abbildung 37: Anzahl der kritischen Interaktionen sortiert nach der Verkehrsregelung am Knoten im Zuge der Fahrradstraßen. Quelle: Eigene Darstellung

Weiterhin ist beim Vergleich der Abbildung 36 und Abbildung 37 auffällig, dass zwar Konflikte mit dem Fußverkehr vorkommen, diese aber anscheinend nicht kritisch ausfallen. Weiterhin ist zu sehen, dass sowohl die Mehrheit der Konflikte als auch die Mehrheit der kritischen Interaktionen dem Typ Einbiegen/Kreuzen zuzuordnen ist. Dies ist ein erwartbares Ergebnis, da dies auch den häufigsten

Unfalltyp in Fahrradstraßen darstellt. Unerwartet ist der konstant groß bleibende Anteil an Konflikten und kritischen Interaktionen beim Abbiegen.

Auf Abbildung 38 ist zu erkennen, dass die gehäuften kritischen Abbiege-Interaktionen verstärkt auf Fahrradstraßen auftreten, wenn diese durch VZ306 / oder VZ301 bevorrechtigt sind und mehr als 5.000 RF am Tag aufweisen.

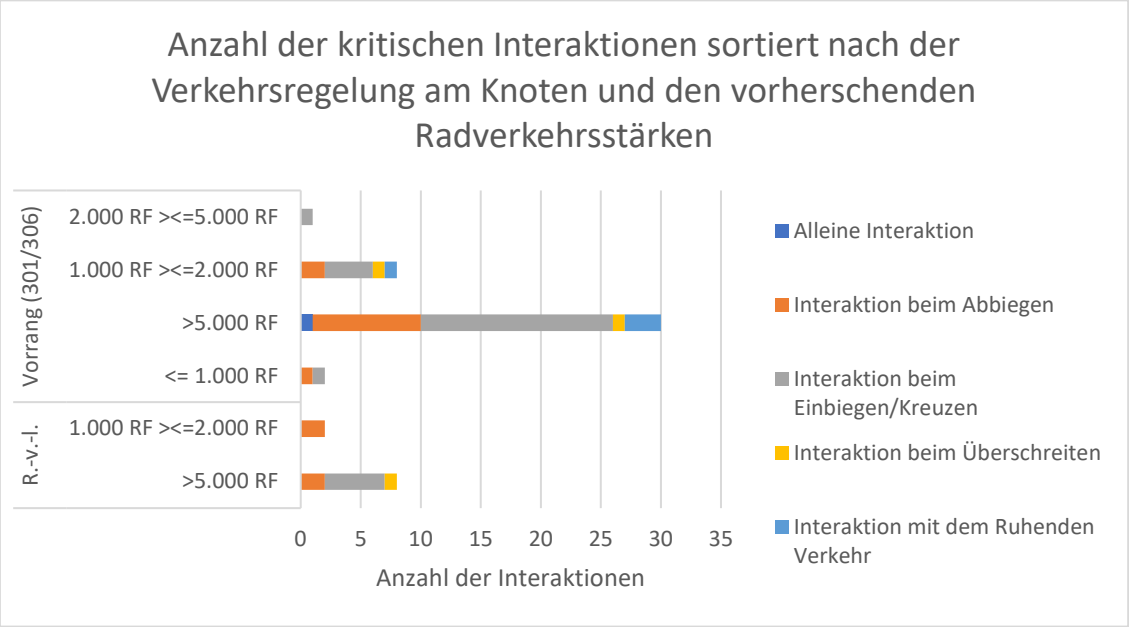


Abbildung 38:Anzahl der kritischen Interaktionen sortiert nach der Verkehrsregelung am Knoten und den vorherrschenden Radverkehrsstärken. Quelle: Eigene Darstellung

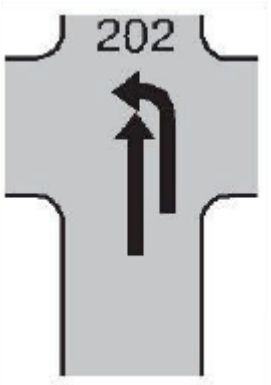


Abbildung 39: Ein Beispiel für einen kritischen Abbiege-Vorgang auf Fahrradstraßen. Hier: Interaktionstyp 202. Quellen: Eigene Aufnahme, (FGSV, 2012)

Auf Abbildung 39 ist ein Beispiel für einen solche kritischen Abbiege-Vorgang zu sehen. In der Regel entstehen die kritischen Abbiegevorgänge durch bereits wartende, abbiegebereite Kfz, welche von den Radfahrenden auf beiden Seiten überholt werden. Mit Hilfe der Konfliktrate aus Kapitel Nr. 4.3 soll geprüft werden, ob das individuelle Risiko auf den hochbelasteten Fahrradstraßen bei einem Abbiegevorgang in einen Konflikt zu geraten tatsächlich größer ist als auf den anderen Straßen.

Einschränkend fließen nur Knotenpunkte mit einer vergleichbaren Kfz-Belastung (< 250 Kfz/h) auf den einmündenden Straßen ein.

Auf Abbildung 40 ist zu erkennen, dass die Fahrradstraßen in Göttingen und Konstanz die höchsten absoluten Abbiege-Konfliktzahlen aufweisen. Im Mittel konnte aber bei den hier vorliegenden Daten kein Zusammenhang zwischen hohen Radverkehrsstärken und einem höheren individuellen Risiko für Radfahrende, beim Abbiegen in einen Konflikt zu geraten identifiziert werden.

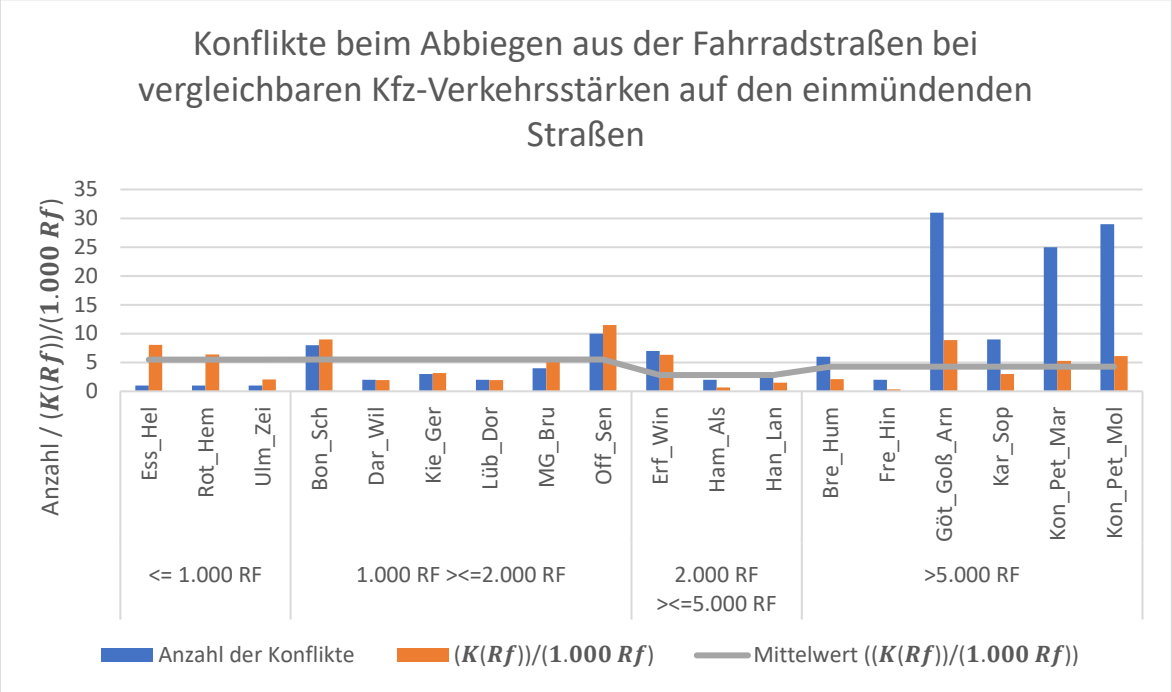


Abbildung 40: Konflikte beim Abbiegen aus den Fahrradstraßen sortiert nach den Radverkehrsstärken. Quelle: Eigene Darstellung.

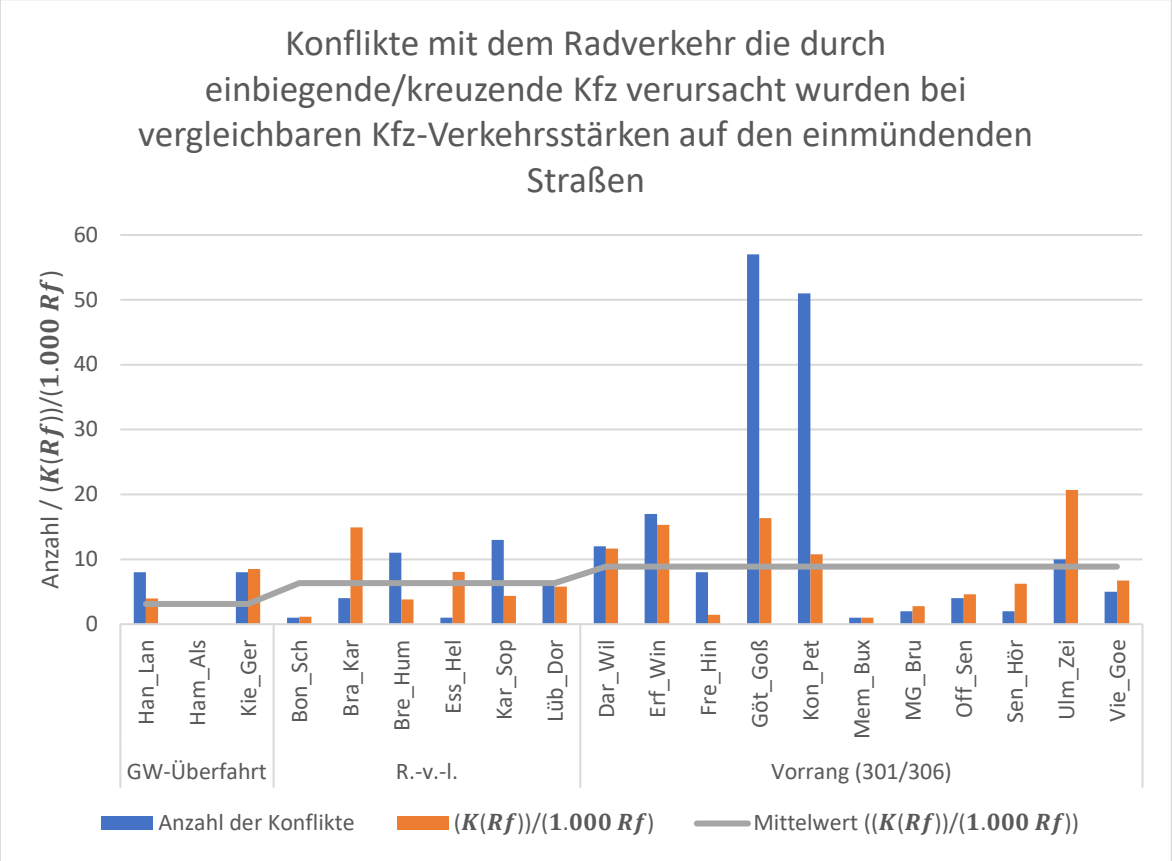


Abbildung 41: Konflikte beim Einbiegen/Kreuzen der Fahrradstraßen durch Kfz bei vergleichbaren Kfz-Verkehrsstärken auf den einmündenden Straßen. Quelle: Eigene Darstellung

Auf Abbildung 41 sind die Konfliktraten für Konflikte je nach Vorfahrtsregelung am Knoten bei vergleichbaren Kfz-Verkehrsstärken auf den einmündenden Straßen zu sehen. Dargestellt sind nur Konflikte zwischen Rad und Kfz, die durch einbiegende bzw. kreuzende Kfz verursacht wurden.

Die Ergebnisse zeigen, dass das individuelle Risiko eines Radfahrenden an einem Knoten an denen die Fahrradstraße auf Grund einer ausgestalteten Gehwegüberfahrt bevorrechtigt wurde in einen Konflikt mit einem einbiegenden/kreuzenden Kfz zu geraten bei 4,154 $(\boldsymbol{K}(\boldsymbol{Rf}))/(\boldsymbol{1.000\ Rf})$ liegt.

An Knotenpunkten mit der Regelung R.-v.-l. liegt das individuelle Risiko eines Radfahrenden in einen Konflikt verwickelt zu werden bei 6,45 $(\boldsymbol{K}(\boldsymbol{Rf}))/(\boldsymbol{1.000\ Rf})$ und bei Knotenpunkten in Fahrradstraßen mit Bevorrechtigung durch VZ306/301 liegt das individuelle Risiko im Mittel bei 8,87 $(\boldsymbol{K}(\boldsymbol{Rf}))/(\boldsymbol{1.000\ Rf})$. Es wird festgehalten, dass auf den untersuchten Fahrradstraßen das individuelle Risiko eines Radfahrenden an Knoten, an denen die Fahrradstraße auf Grund einer ausgestalteten Gehwegüberfahrt bevorrechtigt ist, in einen Konflikt mit einem einbiegenden/kreuzenden Kfz zu geraten geringer ist, als wenn die Fahrradstraße durch VZ306 oder VZ301 bevorrechtigt wird. Allerdings sind die Ergebnisse vor dem Hintergrund der niedrigen absoluten Anzahl an Konflikten und Fallzahlen mit Vorsicht zu betrachten.

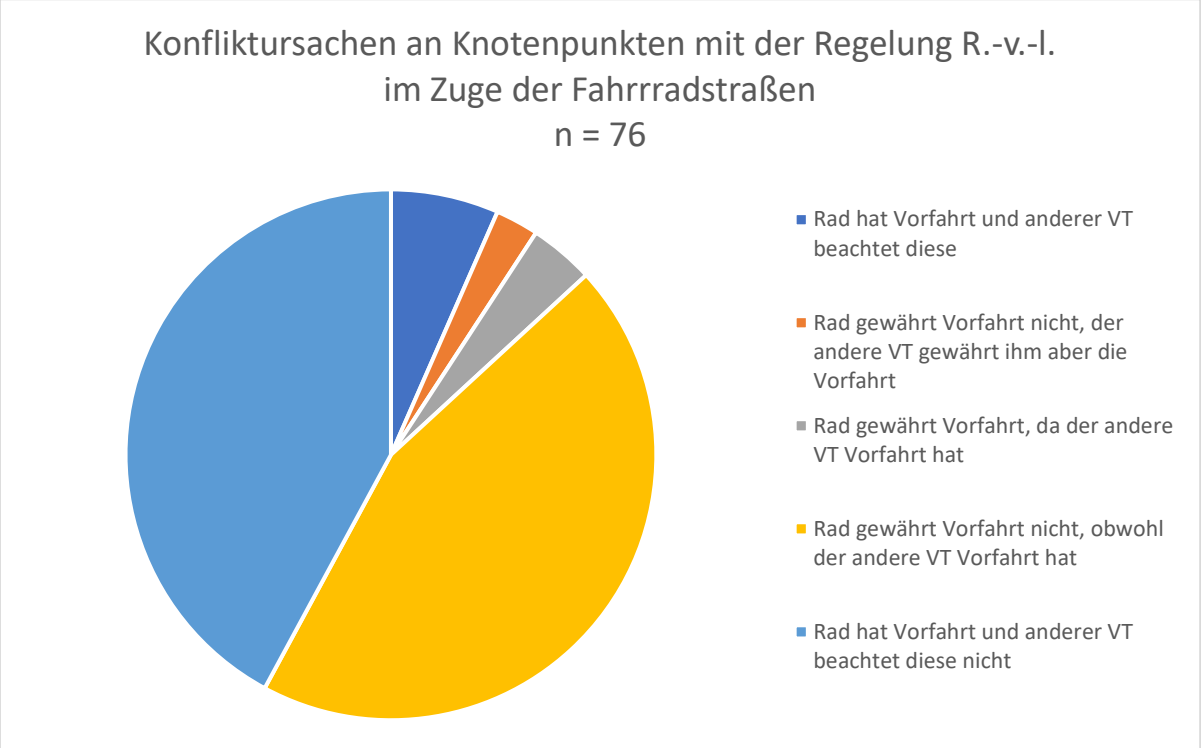


Abbildung 42: Konfliktursachen an Knotenpunkten mit der Regelung R.-v.-l. im Zuge der Fahrradstraßen. Quelle: Eigene Darstellung

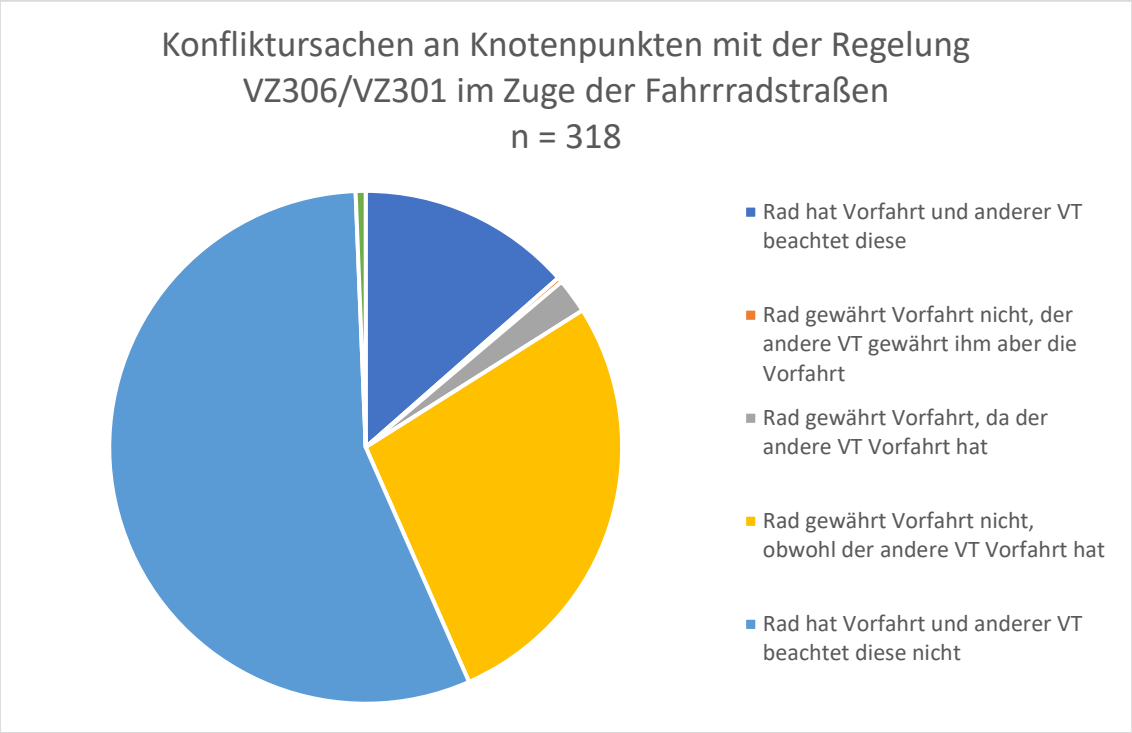


Abbildung 43: Konfliktursachen an Knotenpunkten mit der Regelung VZ301/VZ306 im Zuge der Fahrradstraßen. Quelle: Eigene Darstellung

Die Ursachen für die Konflikte an den Knotenpunkten aus Sicht des Radverkehrs sind auf Abbildung 42 und auf Abbildung 43 zu sehen. An beiden Regelungsformen dominiert als Ursache, dass die geltenden Vorfahrtsregeln nicht eingehalten wurden. Der Punkt „Rad hat Vorfahrt und anderer VT

beachtet diese“ ist Ursache für einen Konflikt, wenn andere VT entweder zügig an den Knoten heranfahren und abrupt bremsen oder langsam, aber stetig in den Knoten einfahren, so dass Radfahrende trotz gewährter Vorfahrt aus Vorsicht eine Ausweichbewegung initiieren. Auf Abbildung 42 ist zu erkennen, dass sowohl der Radverkehr als auch der Kfz-Verkehr etwa zu gleichen Teilen die Regelung R.-v.-l. missachten und so Verursacher von Konflikten werden. Auf Abbildung 43 dominiert als Ursache für die Konflikte an Knoten der Beschilderung VZ301/VZ306, dass die Vorfahrt des Radverkehrs auf der Fahrradstraße missachtet wird. Der große Anteil der Ursache „Rad gewährt Vorfahrt nicht, obwohl der andere VT Vorfahrt hat“ auf Abbildung 43 ist auf die hohe Anzahl an Abbiege-Konflikten zurückzuführen, die hier als absolute Zahl einfließt.

Sonderfall: Probleme bei Wartepflicht durch VZ205 / VZ206 bei hohen Radverkehrsstärken

Im Rahmen der Untersuchung wurden zwei Knotenpunkte im Zuge der Fahrradstraßen betrachtet, an denen die Fahrradstraße durch VZ 205 bzw. VZ 206 wartepflichtig ist. Auf der Schottenstraße wurden am Knoten für die Hauptrichtung 1.114 RF/h gezählt und auf der Linienstraße 1.013 RF/h. Die vollständigen Knotenstrombelastungen sind in Anhang F zu finden. Aufgrund der hohen Radverkehrsstärken konnte ein Rückstau aus Fahrrädern in den wartepflichtigen Fahrradstraßen beobachtet werden. Sobald eine einzelne mögliche Zeitlücke im bevorrechtigen Verkehrsstrom das Queren für die ersten Fahrräder ermöglichte, folgten die aufgestauten Fahrräder als Verbund. Als Resultat kam es zu einer situativen Umkehr der angeordneten Vorfahrtsregelung und es entwickelte sich ein Rückstau auf der übergeordneten Straße (vgl. Abbildung 44).

Der Knotenpunkt Schottenstraße/Gartenstraße zeigte sich hinsichtlich der Konfliktzahlen auffällig. 71 behindernde Interaktionen und 8 Beinahe-Unfälle ist der dritthäufigste Wert von allen untersuchten Knotenpunkten (vgl. Tabelle 22).

Tabelle 13: Übersicht der Konflikte am Knoten Schottenstraße/Gartenstraße in Konstanz. Quelle: Eigene Darstellung

Konstanz Schottenstraße/Gartenstraße				
	Behindernd	Behindernd (%)	Kritisch	Kritisch (%)
Alleine	0	0%	0	0%
Abbiegen	18	25%	2	25%
Einbiegen/Kreuzen	32	45%	3	38%
Interaktion beim Queren	18	25%	3	38%
Ruhender Verkehr	0	0%	0	0%
Längsverkehr	3	4%	0	0%
Summe	71		8	

Bei der Auswertung der Kameraaufnahmen des Knotenpunktes in Berlin zeigten sich Schwächen in der gewählten Methode. Der Kameraausschnitt umfasst eine mehrspurige Straße inklusive Straßenbahnverkehr (vgl. Abbildung 44). Zeitgleich kam es zu mehreren Konflikten an verschiedenen Orten des Kamerabildes. Hinzu kam eine regelmäßige Überstauung des Knotens durch die anliegende

LSA. Eine formale Einordnung welche Verkehrsteilnehmenden von ihrer Fahrlinie von wem abgelenkt wurden war kaum mehr nachvollziehbar. Als Bewertung des Knotens wurde anstelle der Konfliktbeobachtung auf die öffentlichen Unfalldaten des Unfallatlasses zurückgegriffen.

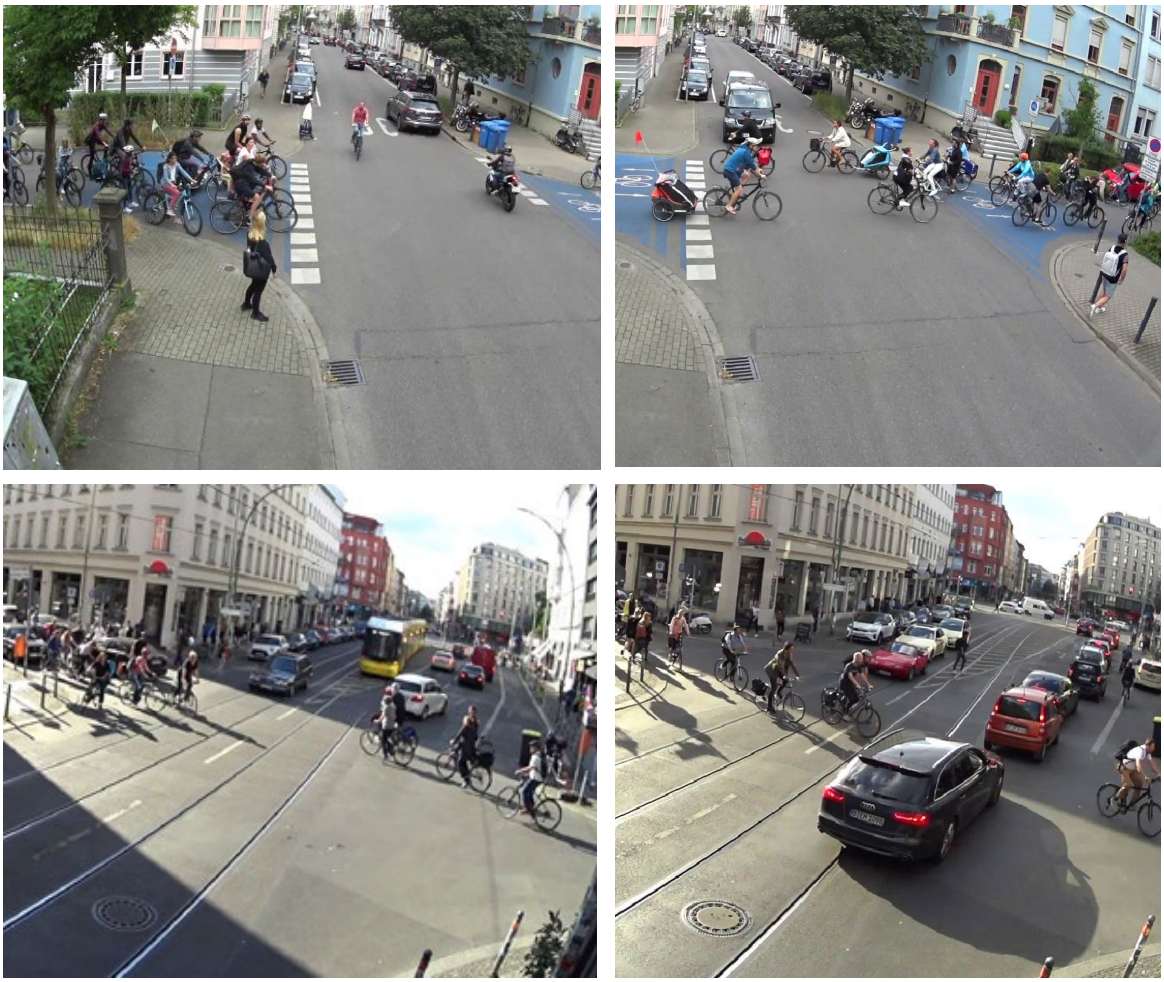


Abbildung 44: Situative Umkehr der Vorfahrtsregelung aufgrund hoher kreuzender Radverkehrsstärken. Quelle: Eigene Aufnahmen

Hier zeigte sich eine deutliche Unfallauffälligkeit. Auf der drei-Jahreskarte von 2018-2020 sind 15 Unfälle mit Radverkehrsbeteiligung und leichten Personenschaden zu sehen (vgl. Abbildung 45). Laut dem Merkblatt zur Örtlichen Unfalluntersuchung in Unfallkommissionen gilt ein innerörtlicher Knotenpunkt ab 5 Unfällen mit Personenschaden in 36 Monaten als Unfallhäufungsstelle (FGSV, 2012, S. 15). Am Knoten Schottenstraße/Gartenstraße in Konstanz war keine Unfallhäufungsstelle zu erkennen (vgl. Abbildung 46).

Abbildung 45: Unfallsteckkarte der Jahre 2018-2020 des Knotenpunktes Linienstraße / Rosenthalerstraße in Berlin. Zu sehen sind nur Unfälle mit Radverkehrsbeteiligung. Alle Unfälle sind mit leichten Personenschäden. Quelle: Eigene Darstellung nach (Unfallatlas.statistikportal.de, 2021); (FGSV, 2012, S. 12)

Abbildung 46: Unfallsteckkarte der Jahre 2018-2020 des Knotenpunktes Schottenstraße / Gartenstraße in Konstanz. Zu sehen sind nur Unfälle mit Radverkehrsbeteiligung. Alle Unfälle sind mit leichten Personenschäden. Quelle: Eigene Darstellung nach (Unfallatlas.statistikportal.de, 2021); (FGSV, 2012, S. 12)

Zwischenfazit

- Die Betrachtung der Knotenpunkte innerhalb der untersuchten Fahrradstraße hat gezeigt, dass 89% der ersten 100 Interaktionen normal oder kooperativ verlaufen. Nur in rund 10% der Fälle wurde ein VT gezwungen von seiner Fahrlinie abzuweichen. Kritische Interaktionen traten in weniger als 1% der Fälle auf.
- Wenn es zu einem Konflikt am Knotenpunkt kam, dann war der häufigste beobachtete Fall ein Konflikt zwischen einem Fahrrad und einem Kfz, und zwar beim Einbiegen bzw. Kreuzen des Knotenpunktes durch ein Kfz.
- Auf hochbelasteten Fahrradstraßen tauchen in absoluter Zahl vermehrt Abbiege-Konflikte auf. Diese schlagen sich aber nicht in einem höheren individuellen Risiko für die Radfahrenden nieder.
- An Knotenpunkten mit einer ausgebildeten Gehwegüberfahrt konnten keine kritischen Interaktionen zwischen Rad und Kfz beobachtet werden.
- Die Ergebnisse zeigen weiterhin, dass auf den untersuchten Fahrradstraßen das individuelle Risiko eines Radfahrenden an Knoten mit Vorrang für die Fahrradstraße durch VZ 301/306, durch einbiegende oder kreuzende Kfz in einen Konflikt zu geraten leicht höher ist als an Knotenpunkten mit einer ausgebildeten Gehwegüberfahrt.
- Auch Knotenpunkte mit der Regelung R.-v.-l. bieten tendenziell ein geringeres Risiko für Fahrradfahrende in einen Konflikt zu geraten als bei der Ausgestaltung einer Vorfahrt durch VZ 301/306. Eine mögliche Erklärung könnte sein, dass an Knotenpunkten mit R.-v.-l. der Radverkehr auf der Fahrradstraße je nach Situation ebenfalls wartepflichtig ist und so umsichtiger in den Knoten einfährt bzw. an bevorrechtigten Knotenpunkten beide Fahrtrichtungen auf der Fahrradstraße Vorrang genießen und so die einbiegenden oder kreuzenden Fahrzeugströme mehr potentielle Konfliktpunkte haben, aus denen auch eine höhere Konfliktrate resultiert.
- Die Analyse der Ursachen zeigt, dass die Missachtung der Vorfahrt der häufigste Grund für einen Konflikt an den Knotenpunkten ist.
- An Knoten mit der Regelung R.-v.-l. nehmen sowohl Radfahrende als auch die Kfz-Lenkerinnen und Lenker sich gegenseitig die Vorfahrt. An Knoten mit der Regelung VZ 301/VZ 306 im Zuge der Fahrradstraßen liegt die Haupt-Ursache bei unvorsichtig einbiegenden/kreuzenden Kfz.
- Zwei beobachtete Einzelfälle legen die Vermutung nahe, dass auf Radverkehrsanlagen mit großen Radverkehrsstärken (> 1.000 RF/h) eine Wartepflicht durch VZ 205 oder VZ 206 nicht mehr funktioniert. Hier sollte der Radverkehr bevorrechtigt geführt werden, eine LSA oder ein Kreisverkehrsplatz zum Einsatz kommen.

5.2.3 Konfliktbeobachtung, Abstandsmessung und Fahrlinien auf den Streckenabschnitten der Fahrradstraßen

In der Summe wurden auf 25 Streckenabschnitten Interaktionen beobachtet, Überholungen und Hinterherfahrten gezählt und vermessen. Außerdem wurden die Fahrlinien von unbeeinflusst fahrenden Radfahrenden aufgenommen. Interaktionen wurden auf den Streckenabschnitten nach dem gleichen Schema definiert wie an den Knotenpunkten, wonach eine Interaktion schon dann als Konflikt gilt, wenn Radfahrende von einem anderen VT gezwungen werden von der eigene Fahrlinie abzuweichen. Entsprechend wirken sich hohe Radverkehrsstärken auch auf die absoluten Konfliktzahlen aus. Ein Resultat daraus ist, dass die Konflikte auf den Streckenabschnitten sehr ungleich verteilt sind. In Göttingen, Konstanz und Hannover wurden jeweils über 100 Konflikte in 13h beobachtet. Auf den anderen Straßen kamen teilweise keine oder sehr wenige Konflikte zusammen. Als Unterschied zu den Knotenpunkten erfolgte die Interaktions-Beobachtung an den Streckenabschnitten für den vollen 13h Zeitraum. Eine Übersicht der erhobenen Daten ist auf Tabelle 15 und Tabelle 16 zu sehen.

Wenn es auf den untersuchten Streckenabschnitten zu einem Konflikt zwischen einem Fahrrad und einem Kfz kam, dann war der häufigste Fall ein Konflikt mit dem ruhenden Verkehr (vgl. Tabelle 14). An zweiter Stelle folgen Konflikte mit Kfz im Längsverkehr. An dritter Stelle kommen Konflikte zwischen dem Radverkehr und dem Fußverkehr beim Überschreiten der Fahrbahn. Diese Verteilung gilt auch für die Beinahe Unfälle.

Tabelle 14: Übersicht der Konflikttypen zwischen Rad und Kfz und Rad und Fuß auf den untersuchten Fahrradstraßen. Quelle: Eigene Darstellung

	Behindernd	Kritisch	Konflikte (∑)
Interaktion beim Abbiegen	22	2	24
Interaktion beim Einbiegen/Kreuzen	26	0	26
Interaktion beim Überschreiten der Fahrbahn	80	3	83
Interaktion Längsverkehr	132	3	135
Interaktion Ruhender Verkehr	359	13	372
Sonstige Interaktion	41	2	43
Gesamtergebnis	660	23	683

Tabelle 15: Übersicht der der erhobenen Kennziffern im Längsverkehr Teil 1. Quelle: Eigene Darstellung

	Rot_Hem	Ess_Hel	Bra_Kar	Mön_Bru	Off_Sen	Ess_Hin	Mem_Bux	Sen_Hör	Göt_Goß	Ulm_Zei	Han_Met	Bon_Sch
Allgemein												
Kernfahrbahn (cm)	435	635	390	645	500	550	460	600	675	340	590	435
Einbahnstraße Kfz (ja/nein)	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja
Gestaltung	Pikt.	Pikt.	-	farb. Linie	STS	Pikt.	-	Mittelstr.	farb. Linie	STS	Pikt.	Pikt.
Kfz-Parken (Anzahl)	LP (7)	LP (16)	LP (14)	SenkrP (16)	LP (16)	LP (16)	LP (5)	-	LP (4)	LP (10)	LP (14)	LP (14)
Verkehrsstärken												
Kfz DTV	2.425	1.400	1.584	3.704	3.917	1.584	3.250	987	8.477	1.055	3.425	1.360
Rad DTV	370	266	626	1.654	1.752	1.220	2.374	927	8.052	1.106	1.760	1.808
Fuß (13h)	214	2057	448	2958	1429	1056	524	152	1643	1.779	1.013	448
Rad auf dem GW	14%	10%	8%	15%	9%	8%	3%	1%	2%	4%	4%	2%
Überholverhalten												
Überholungen abs.	17	38	7	154	124	27	155	26	567	5	72	30
Hinterherfahrten abs.	20	36	14	156	118	38	190	12	1113	34	76	83
Überholungen (ohne GegenV.)	17	38	7	138	120	23	150	25	409	5	67	29
Hinterherfahrten (ohne GegenV.)	20	31	0	95	85	26	121	12	490	28	55	58
Überholungen (< 1,50 m)	46%	70%	100%	60%	72%	32%	70%	67%	63%	100%	67%	74%
Überholungen (< 1,00 m)	8%	25%	100%	25%	18%	21%	21%	17%	20%	50%	21%	48%
Interaktionen												
Behindernd	3	0	11	8	3	0	5	1	130	8	9	13
Kritisch	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	1	0
Konflikte (∑)	3	0	11	8	3	0	5	1	133	9	10	13
Interaktionen insgesamt	17		17	36	8	23	27	4	181	21	30	43
Konflikte in %	18%	0%	65%	22%	38%	0%	19%	25%	73%	43%	33%	30%

Tabelle 16: Übersicht der erhobenen Kennziffern im Längsverkehr Teil 2. Quelle: Eigene Darstellung

	Bre_Hum	Ham_Als	Vie_Goe	Erf_Win	Kie_Ger	Kon_Pet	Dar_Wil	Han_Lan	Lüb_Dor	Kon_Sch	Ham_Ufe	Fre_Hin	Kar_Sop
Allgemein													
Kernfahrbahn (cm)	480	550	325	450	415	640	350	435	600	300	490	390	530
Einbahnstraße Kfz (ja/nein)	nein	nein	nein	ja	nein	nein	ja	ja	nein	nein	nein	nein	nein
Gestaltung	-	-	-	Pikt.	-	STS	-	Pikt.	Pikt.	STS	-	-	-
Kfz-Parken (Anzahl)	LP (16)	-	LP (8)	LP (8)	LP (16)	LP (14)	LP (14)	LP (10)	LP (10)	LP (10)	LP (10)	LP (14)	LP (12)
Verkehrsstärken													
Kfz DTV	4.107	2.790	832	1.154	822	4.526	730	1.174	454	2359	526	599	4.047
Rad DTV	6.628	5.672	1.638	2.556	2.152	10.120	2.150	4.700	2.176	13.292	3.860	11.072	6.338
Fuß (13h)	1.068	168	227	1522	959	1.914	857	10.336	313	857	956	594	2.540
Rad auf dem GW	6%	0%	1%	3%	3%	2%	4%	4%	5%	0%	1%	0%	3%
Überholverhalten													
Überholungen abs.	258	119	30	8	0	84	6	10	62	2	8	49	264
Hinterherfahrten abs.	291	64	21	48	4	256	113	62	79	27	29	71	532
Überholungen (ohne GegenV.)	219	104	30	8	0	74	6	9	60	1	8	47	225
Hinterherfahrten (ohne GegenV.)	121	43	18	37	3	154	103	48	54	16	21	37	263
Überholungen (< 1,50 m)	78%	71%	86%	75%	0%	43%	67%	78%	94%	50%	100%	64%	88%
Überholungen (< 1,00 m)	22%	31%	22%	50%	0%	8%	33%	44%	58%	0%	33%	18%	45%
Interaktionen													
Behindernd	13	9	10	1	27	101	19	174	0	9	0	22	56
Kritisch	0	0	0	1	1	2	0	3	0	0	0	3	7
Konflikte (∑)	13	9	10	2	28	103	19	177	0	9	0	25	63
Interaktionen insgesamt	80	22	70	6	101	185	102	295	10	109	0	55	126
Konflikte in %	16%	41%	14%	33%	28%	56%	19%	60%	0%	8%	0%	45%	50%

Auf Abbildung 47 ist eine Übersicht der 3-stelligen Konflikttypen zwischen dem Radverkehr und dem ruhenden -Kfz-Verkehr auf den untersuchten Streckenabschnitten zu sehen. Häufigster beobachteter Fall ist die sich plötzlich öffnende Auto-Tür (Typ 581). An zweiter Stelle folgen Konflikte beim Anhalten und Einparken von Kfz (Typ 541). An dritter Stelle stehen Konflikte beim Wenden von Kfz (Typ 721).

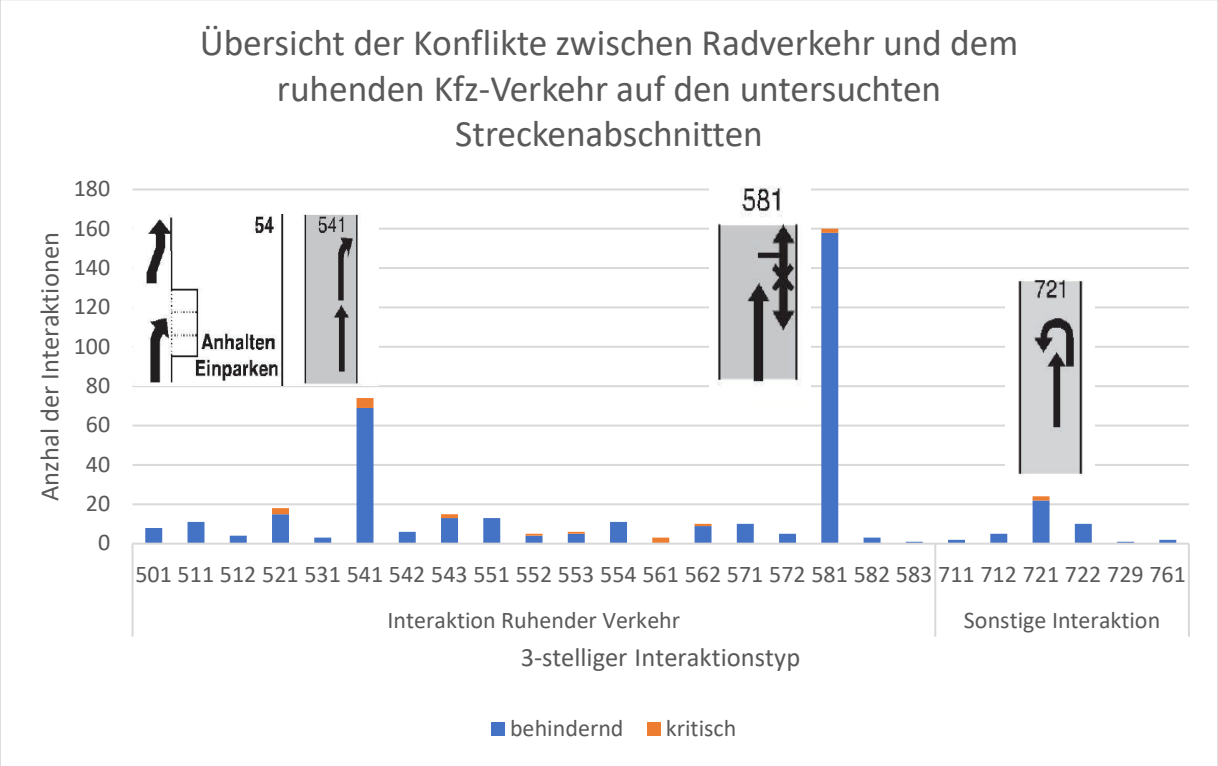


Abbildung 47: Übersicht der 3-stelligen Konflikttypen zwischen dem Radverkehr und dem ruhenden Kfz-Verkehr auf den untersuchten Streckenabschnitten: Quelle: Eigene Darstellung nach (FGSV, 2012)

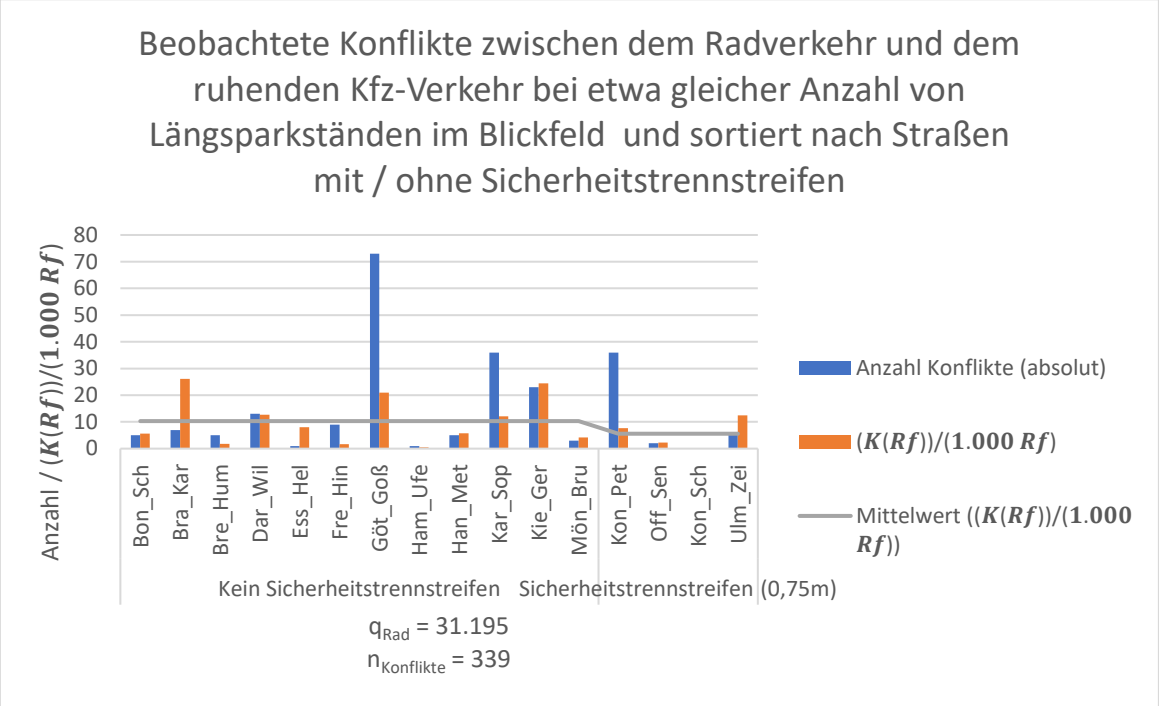


Abbildung 48: Beobachtete Konflikte zwischen dem Radverkehr und dem ruhenden Kfz-Verkehr bei etwa gleicher Anzahl von Längsparkständen im Blickfeld und sortiert nach Straßen mit / ohne Sicherheitstrennstreifen. Quelle: Eigene Darstellung

Auf Abbildung 48 sind die beobachteten Konflikte zwischen dem Radverkehr und dem ruhenden Kfz-Verkehr sortiert nach mit/ohne Sicherheitstrennstreifen erkennbar. Um eine bessere Vergleichbarkeit sicherzustellen, wurde einerseits auf die Konfliktrate aus Kapitel 4.3 zurückgegriffen, andererseits wurden nur Streckenabschnitte verglichen, die eine vergleichbare Anzahl an Längsparkständen aufweisen (10-16 LP je Straße). Die Anzahl der Parkwechsel je Stellplatz wurde nicht erhoben und fließt nicht in die Bewertung ein. Das mittlere individuelle Risiko eines Radfahrenden auf den untersuchten Straßen mit Sicherheitstrennstreifen in einen Konflikt mit dem ruhenden Verkehr zu geraten lag bei 5,58 $\boldsymbol{K(Rf)}$)/($\boldsymbol{1.000\ Rf}$). Das mittlere individuelle Risiko eines Radfahrenden auf den untersuchten Straßen ohne Sicherheitstrennstreifen in einen Konflikt mit dem ruhenden Verkehr zu geraten lag hingegen bei 10,30 $\boldsymbol{K(Rf)}$)/($\boldsymbol{1.000\ Rf}$).

Auf Abbildung 49. sind die mittleren Fahrlinien des Radverkehrs im Untersuchungsgebiet zu sehen. Eine erste Analyse hat gezeigt, dass die unbeeinflussten Fahrlinien des Radverkehrs kaum Unterschiede zu den Fahrlinien des Radverkehrs im Falle einer Hinterherfahrt zeigen (Fall 91 – 99). Aus diesem Grund, und um die Stichprobe zu erhöhen, wurden in Abbildung 49 die Mittelwerte beider Fälle zusammengefasst betrachtet. Ausnahme war die Schottenstraße in Konstanz, daher wurden hier nur die unbeeinflussten Fahrlinien verwendet. Im Mittel über alle Fahrradstraßen im Untersuchungsgebiet liegt die Fahrlinie bei 0,58 m vom Bordstein/ruhenden Verkehr entfernt. Auffällig sind die großen Unterschiede zwischen den einzelnen Straßen. Während in Göttingen oder Kiel der Mittelwert der Fahrlinie über einem Meter Abstand zum Fahrbahnrand/ruhenden Verkehr liegt wird in Memmingen, Lübeck oder Viernheim mit < 0,4 m vergleichsweise eng am Bordstein gefahren. Die

Konfliktbeobachtung hat gezeigt, dass der Ruhende Kfz-Verkehr eine der Hauptursachen für Konflikte mit dem Radverkehr in Fahrradstraßen ist. Als eine Lösungsmöglichkeit wird die Markierung von Sicherheitstrennstreifen empfohlen. Auf Abbildung 49 sind jene Fahrradstraßen gelb markiert, auf denen bereits ein Sicherheitstrennstreifen zum ruhenden Verkehr mit einer Breite von 0,75 m markiert wurde. Beispiele für markierte Sicherheitstrennstreifen sind auf Abbildung 50 zu sehen. In allen vier Straßen mit markierten Sicherheitstrennstreifen lag die Fahrlinie des Radverkehrs außerhalb der 0,75 m und damit außerhalb der Dooring-Zone.

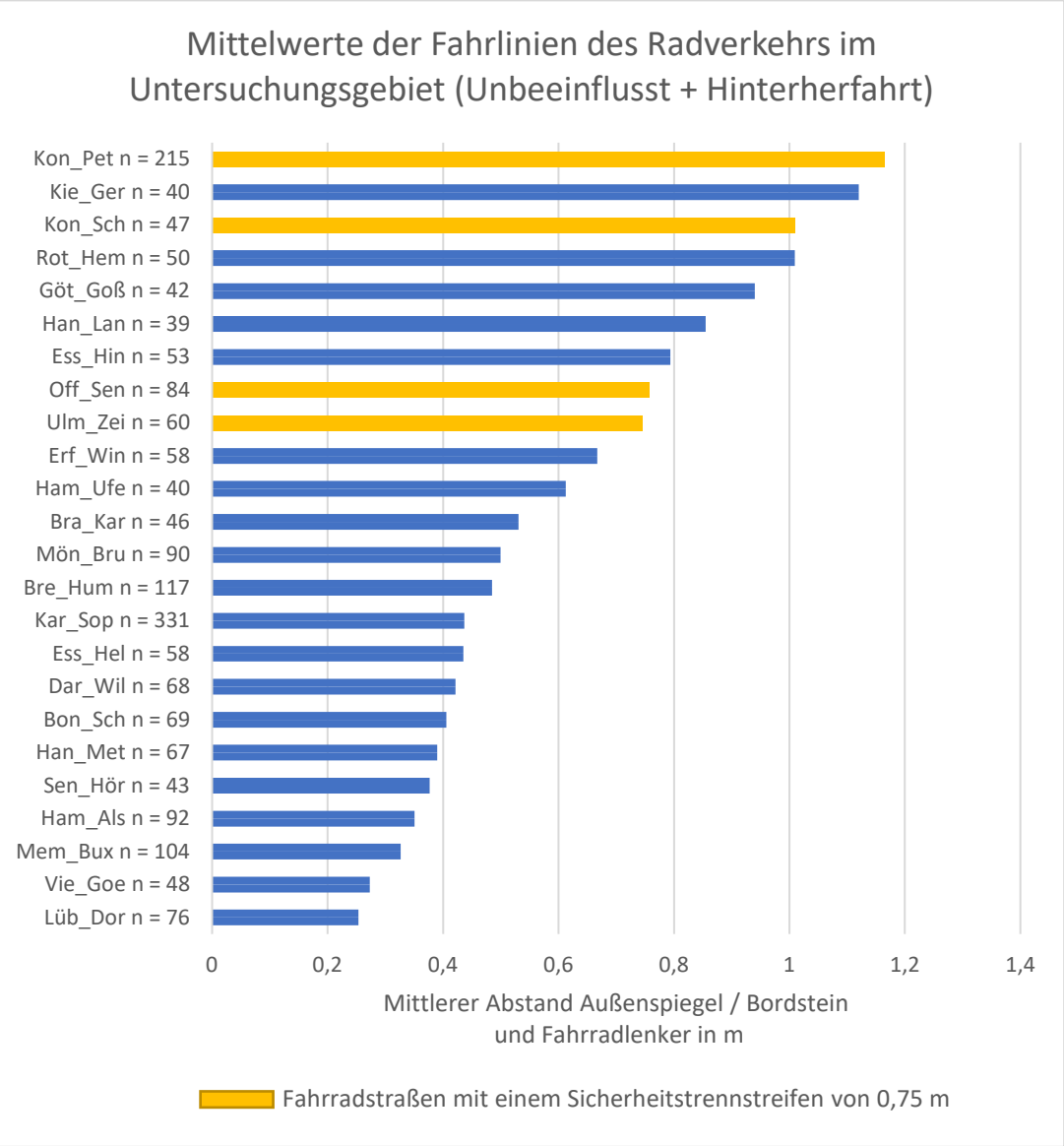


Abbildung 49: Mittelwerte der Fahrlinien des Radverkehrs im Untersuchungsgeiet (Unbeeinflusst und Hinterherfahrten). Straßen mit markiertem Sicherheitstrennstreifen von 0,75 m sind gelb markiert Quelle: Eigene Auswertung

Abbildung 50: Markierte Sicherheitstrennstreifen auf der Fahrradstraße Zeitblomstraße in Ulm und auf der Schottenstraße in Konstanz. Quelle: Eigene Aufnahme

Auf den Fahrradstraßen in Mönchengladbach und in Göttingen wurde begleitend zu Fahrbahn eine blaue Linie markiert. Die Linie ist in beiden Fällen direkt am Fahrbahnrand markiert und hat in Mönchengladbach eine Breite von 0,35 m und in Göttingen von 0,25 m (vgl. Abbildung 51). Anders als die Sicherheitstrennstreifen finden sich die Breiten der farbigen Linien nicht in den Fahrlinien des Radverkehrs wieder (Mön_Bru; Göt_Goß).

Abbildung 51: Fahrradstraßen mit begleitender farbiger Linie. Quelle Eigene Aufnahmen

Neben Konflikten und Fahrlinien wurden auf den untersuchten Fahrradstraßen auch Überholungen/Hinterherfahrten von Kfz und Radfahrenden ausgewertet. In der Summe wurden auf den untersuchten Fahrradstraßen 2.218 Überholungen von, und 3.684 Hinterherfahrten eines Kfz hinter Radfahrenden gezählt. Auch wenn kein Gegenverkehr in Kamerasichtweite (ca. 40 m) erkennbar war, wurde in der leichten Mehrheit der Fälle kein Überholversuch durch die beobachteten Kfz unternommen (vgl. Tabelle 17). In 8 Streckenabschnitten konnten im 13h Beobachtungszeitraum nicht mehr als 10 Überholungen eines Kfz von einem Radfahrenden beobachtet werden. In 7 von 8 dieser Straßen waren in anderen Streckenabschnitten der Straße verkehrslenkende Maßnahmen (Diagonalsperren bzw. gegenläufigen Einbahnstraßen) zur Reduzierung des Kfz-Durchgangsverkehrs vorhanden. Eine Übersicht der Anzahl der Überholfälle je Straße ist in Anhang F zu finden.

Tabelle 17: Übersicht der erhobenen Daten zu Überholvorgängen und Hinterherfahrten von Radfahrenden durch Kfz auf allen untersuchten Fahrradstraßen. Quelle: Eigene Darstellung

Fall	Anzahl absolut	in Prozent
Überholungen absolut	2218	38%
Hinterherfahrten absolut	3684	62%
Überholungen ohne Gegenverkehr	1915	47%
Hinterherfahrten ohne Gegenverkehr	2149	53%
Überholungen mit Gegenverkehr	303	16%
Hinterherfahrten mit Gegenverkehr	1535	84%

Die Verteilung der Überholungen und Hinterherfahrten lassen ein eher defensives, der Radverkehrsgeschwindigkeit angepasstes Fahrverhalten der Kfz auf den untersuchten Fahrradstraßen erkennen. Wenn ein Fahrrad oder ein Kfz im Gegenverkehr zu sehen war, wurde in 16% der Fälle trotzdem ein Überholversuch unternommen. Mit 228 Fällen von 303 Überholungen mit Gegenverkehr (Rad oder Kfz) und damit 10% der Überholfälle insgesamt war Fall 14 die häufigste Variante (vgl. Abbildung 52).

Abbildung 52: Fall 14 - Ein Kfz überholt ein Fahrrad bei Radverkehr im Gegenverkehr. Quelle: Eigene Darstellung / Aufnahme

Rund 75% der beobachteten Überholfälle konnten vermessen werden. Fälle die nicht vermessen werden konnten, waren entweder nur am Rande der Kameralinse erkennbar und/oder die Reifenkannte der Fahrzeuge war verdeckt.

Tabelle 18: Messerergebnisse der beobachteten Überholfälle auf den untersuchten Fahrradstraßen. Quelle: Eigene Darstellung

Fall	Anzahl absolut	in Prozent
Gemessene Überholungen	1670	
m_>0 m | ≤0,5 m	39	2%
m_>0,5 m | ≤1,0 m	426	26%
m_>1,0 m ≤1,5 m	744	45%
m_>1,5 m	461	28%
davon ohne Gegenverkehr	1449	
m_>0 m | ≤0,5 m	29	2%
m_>0,5 m | ≤1,0 m	334	23%
m_>1,0 m ≤1,5 m	660	46%
m_>1,5 m	426	29%
davon mit Gegenverkehr	221	
m_>0 m | ≤0,5 m	10	5%
m_>0,5 m | ≤1,0 m	92	42%
m_>1,0 m ≤1,5 m	84	38%
m_>1,5 m	35	16%

Die Messergebnisse zeigen, dass rund 72 % der Überholvorgänge auf den untersuchten Fahrradstraßen einen Abstand zwischen Rad und Kfz von weniger als 1,50 m aufweisen (vgl. Tabelle 18). An dieser Stelle wird darauf hingewiesen, dass es zum Zeitpunkt der Erhebungen noch keine Vorschriften zum Überholabstand von 1,50 m in der Straßenverkehrs-Ordnung gab. Rund 27% der gemessenen Überholvorgänge wurden mit 1,00 m oder weniger Abstand durchgeführt. Wenn kein Gegenverkehr in Sichtweite der Kamera war, wurden ähnliche Abstandswerte festgestellt. Dies traf auch für Fahrbahnbreiten zu, die eigentlich genug Raum für einen Überholvorgang mit ausreichend Abstand bereitstellen. Ein genereller Zusammenhang zwischen der Breite der Kernfahrbahn und knappen Überholvorgängen Kfz/Rad von ≤1,0 m oder ≤1,5 m über alle Fälle konnte nicht nachgewiesen werden. Die durchgeführten Tests finden sich im Anhang H.

Wenn trotz Gegenverkehr überholt wurde, dann wurden beinahe 50% der Überholvorgänge mit 1,00 m oder weniger Abstand durchgeführt. Besonders kritisch ist auch hier wieder der Fall Nr. 14 (vgl. Abbildung 52). Auf Tabelle 19 ist eine Übersicht der erhobenen Kennziffern zu Fall Nr. 14 dargestellt.

Tabelle 19: Übersicht der erhobenen Daten zu Fall Nr. 14. Quelle Eigene Darstellung

Fall 14	Anzahl	in Prozent
Überholungen (Fall 14)	228	25%
Hinterherfahrten (Fall 94)	673	75%
Gemessene Überholungen	171	
m_>0 m | ≤0,5 m	7	4%
m_>0,5 m | ≤1,0 m	68	40%

m_>1,0 m ≤1,5 m	70	41%
m_>1,5 m	26	15%

Die Daten zeigen, dass rund 25% der Kfz auf den untersuchten Fahrradstraßen, in der individuellen Situation trotz Radverkehr im Gegenverkehr einen Überholvorgang durchführten. Dabei traten häufig enge Überholabstände auf (42% lagen bei ≤1,0 m). An dieser Stelle soll auch auf die Perspektive des entgegenkommenden Radverkehrs hingewiesen werden, auf den ein beschleunigendes Kfz mit wenig Abstand möglicherweise ebenfalls angsteinflößend wirkt.

Gehäuft traten enge Überholungen (≤ 1,00 m) bei Fall 14 bei Fahrbahnbreiten zwischen 4,60 m und 6,00 m auf. Im Mittel waren 47% der Überholungen bei diesen Breiten und 44 Überholungen insgesamt mit einem Meter Abstand oder weniger (vgl. Abbildung 53).

Bei Fahrbahnbreiten unter 4,50 m konnte dieser Fall nicht bzw. nur sehr selten beobachtet werden. Insgesamt konnten bei diesen Breiten nur 3 Überholfälle dieses Typs beobachtet werden. Bei Fahrbahnbreiten über 6,00 m trat der Fall 14 ebenfalls in Erscheinung, allerdings mit weniger engen Abständen. Im Mittel waren 17% der Überholungen bei diesen Breiten und 28 Überholungen insgesamt mit einem Meter Abstand oder weniger.

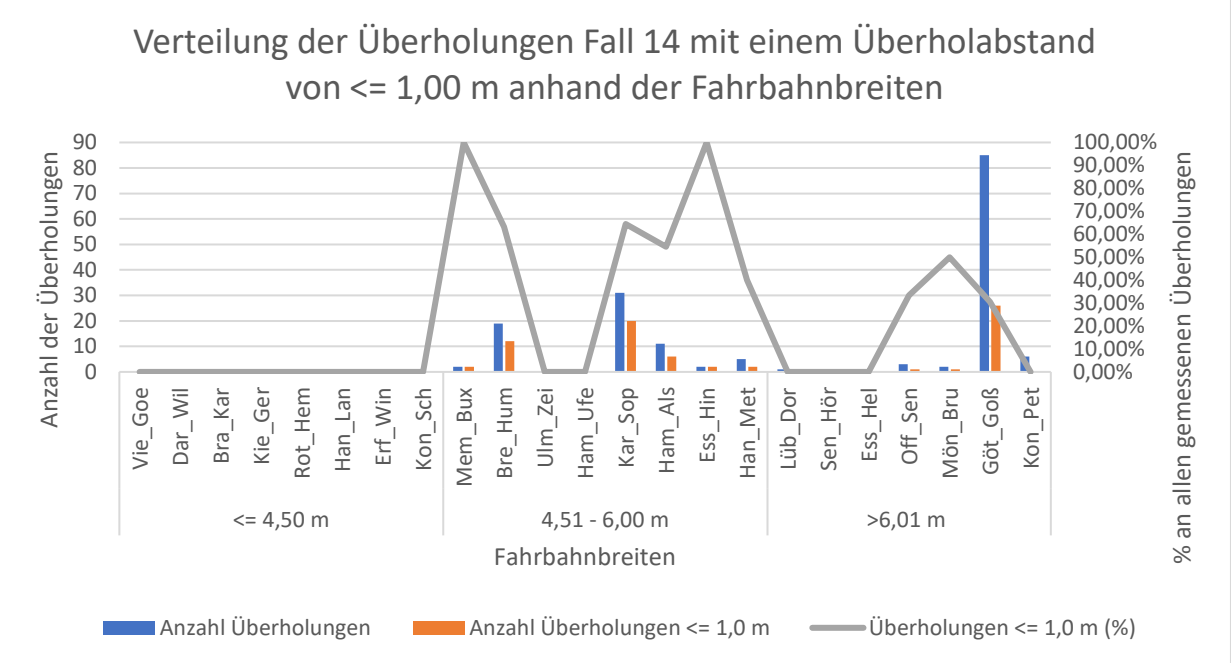


Abbildung 53: Verteilung der relevanten Überholungen nach Fall 14 mit einem Überholabstand von <= 1,00 m anhand der Fahrbahnbreiten. Quelle: Eigene Darstellung.

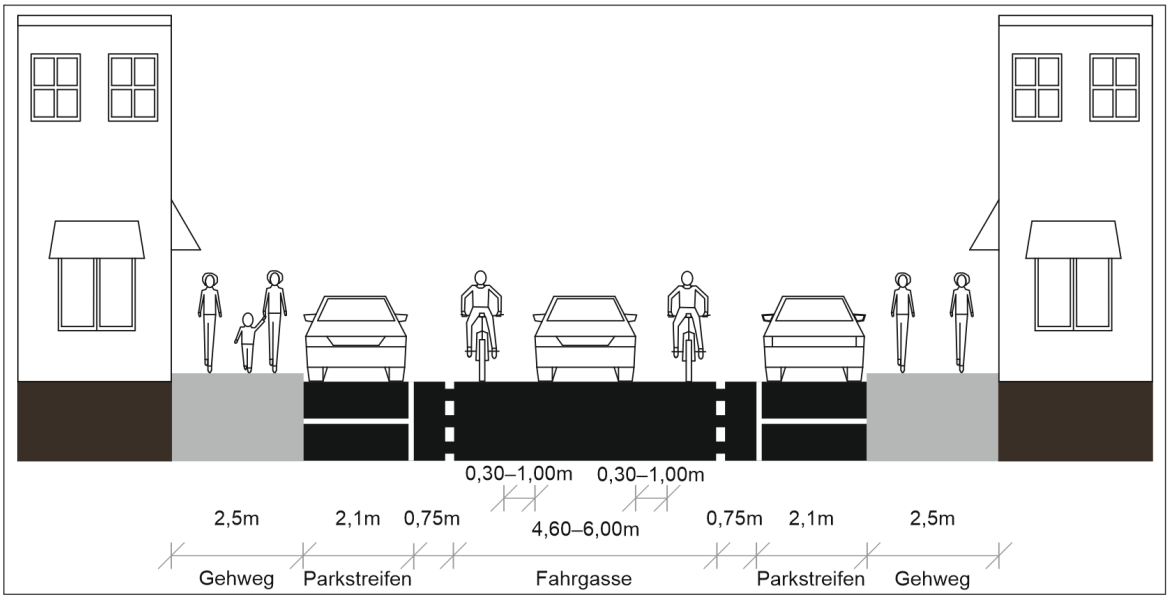


Abbildung 54: Theoretische Herleitung der kritischen Fahrbahnbreite für den Fall 14 Quelle: Eigene Darstellung

Die beobachtete Querschnittsaufteilung lässt sich auch theoretisch aus den Lichtraumprofilen herleiten. Zwei Radfahrende und ein Kfz bei einem absolut-minimalen Überholabstand von 0,3 m ergeben eine notwendige Querschnittsbreite von 4,60 m. Wenn Kfz auch im Fall 14 mehr als 1,00 m Abstand halten können sollen dann sind mindestens 6,00 m Fahrbahnbreite im Querschnitt notwendig (vgl. Abbildung 54). Somit könnte der Problemfall 14 durch einen passenden Querschnitt gelöst werden. Bei geringen Kfz-Verkehrsstärken sollte die nutzbare Fahrbahn nicht mehr als 4,50 m betragen, um den Überholfall 14 zu unterbinden und den Komfort für den Radverkehr zu erhöhen. Gleichzeitig wäre eine legale Möglichkeit zum Überholen eines Kfz von einem Radfahrenden mit 1,50 m gegeben. Weiterhin könnten typische Unfälle im Längsverkehr von Fahrradstraßen, welche im Rahmen der GDV-Studie identifiziert wurden mit einer Fahrbahnbreite von maximal 4,50 m verhindert werden (vgl. Abbildung 55). Sollte eine Fahrbahnbreiten zwischen 4,50 m und 6,00 m gewählt werden, z. B. um das Begegnen von zwei Radfahrenden mit einem Kfz auf der Fahrradstraße zu ermöglichen, dann sollten auf dieser Straße verstärkt verkehrslenkende Maßnahmen oder gestalterische Maßnahmen getroffen werden, um Überholvorgänge für Kfz unattraktiv zu machen.

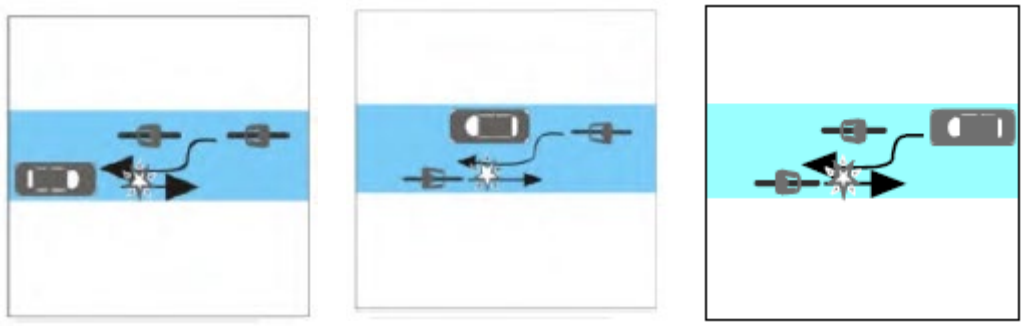


Abbildung 55: Weitere typische Unfälle im Längsverkehr in Fahrradstraßen, die sich durch eine passende Querschnittsaufteilung verhindern ließen. Quelle: (Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft, 2016, S. 84)

Zwischenfazit

- Wenn es zu einem Konflikt auf einem Streckenabschnitt kam, dann war der häufigste Fall ein Konflikt mit dem ruhenden Kfz-Verkehr, und zwar beim Öffnen der Auto-Tür und beim Einparkvorgang.
- Auf Straßen mit Sicherheitstrennstreifen konnte ein geringeres individuelles Risiko eines Radfahrenden in einen Konflikt mit dem ruhenden Kfz-Verkehr verwickelt zu werden beobachtet werden als auf Straßen ohne Sicherheitstrennstreifen.
- Sicherheitstrennstreifen scheinen auf den untersuchten Straßen einen positiven Einfluss auf die Fahrlinien des Radverkehrs zu haben. Diese lag bei allen Straßen mit Sicherheitstrennstreifen außerhalb der Dooring-Zone.
- Begleitende farbige Linien am Fahrbahnrand (ohne Sicherheitstrennstreifen) scheinen keinen negativen Einfluss auf die Fahrlinien zu haben.
- Das Überholverhalten der Kfz in den untersuchten Fahrradstraßen war tendenziell eher defensiv. Die Geschwindigkeit wurde häufiger dem Radverkehr angepasst, als dass ein Überholversuch durchgeführt wurde.
- Dies gilt auch in der leichten Mehrheit der Fälle, wenn kein Gegenverkehr in Sichtweite war und eigentlich ausreichend Platz für einen Überholvorgang vorhanden war.
- In acht Straßen wurden in 13h nicht mehr als 10 Überholungen Kfz/Rad beobachtet. Neben den Unterschieden in den Verkehrsstärken ist es sehr naheliegend, dass dies der aus Sicht des Radverkehrs positive Einfluss von verkehrslenkenden Maßnahmen wie Diagonalsperren und entgegenlaufenden Einbahnstraßen für die Kfz an anderen Streckenabschnitten innerhalb der untersuchten Fahrradstraßen ist. Diese waren in sieben der acht Straßen vorhanden.
- Wenn es zu einem Überholvorgang kam, geschah dies, unabhängig von den Platzverhältnissen, eher mit knappen Abständen (72% mit ≤1,5 m; 27% mit ≤1,0 m)
- Als kritischer Fall wurde der Überholfall Nr. 14 identifiziert bei dem ein Fahrrad trotz Radverkehr im Gegenverkehr überholt wurde (10% aller Überholfälle). Dieser trat besonders bei den Fahrbahnbreiten zwischen 4,50 m und 6,00 m auf.

5.2.4 Verkehrskonfliktbeobachtung und Wartezeitmessung zwischen querendem Fußverkehr und dem Radverkehr auf den Streckenabschnitten der Fahrradstraßen.

Im Leitfaden zur Anlage und Ausstattung von Fußgängerüberwegen des Landes Baden-Württemberg wird darauf hingewiesen, dass ab einer Radverkehrsstärke von 800 Radfahrenden/Stunde auf einer Radverkehrsanlage Zu-Fuß-Gehende über 25s für eine Querung warten müssen und damit ein Fußgängerüberweg notwendig wird (Baden-Württemberg - Ministerium für Verkehr, 2019, S. 33). In den Empfehlungen für Fußgängerverkehrsanlagen (EFA) ist ein weiteres Vorgehen dargestellt, ab welchen Einsatzbereichen auf Strecken von 2-streifigen Innerortsstraßen mit <8,50 m Fahrbahnbreite Querungsanlagen vorgehalten werden sollten ((FGSV, 2002, S. 19). Eine der Eingangsdaten für das Vorgehen ist die Verkehrsstärke in Kfz/h zwischen den Hochborden. Die vollständige Abbildung 6 aus den EFA ist in Anhang I zu finden. In Tabelle 20 sind die dort genannten Querungsanlagen aufgelistet. Nimmt man die kumulierten Verkehrsstärken des Rad- und Kfz-Verkehrs auf den Fahrradstraßen in der gemeinsamen Spitzenstunde sowie die Fußverkehrsstärken im Seitenraum als Eingangsgrößen, so sind laut Bild 6 der EFA von 2002 auf 9 Streckenabschnitten Querungsanlagen zu prüfen (vgl. Tabelle 21). Die gemeinsame Spitzenstunde Rad/Kfz wurde gewählt, weil dann Anzahl möglicher Zeitlücken im Hauptstrom am geringsten und damit die Schwierigkeit zum Queren für den Fußverkehr am größten ist. Zum Zeitpunkt der Beobachtung waren im Blickfeld der Kameras auf den Streckenabschnitten keine Querungshilfen zu erkennen.

Tabelle 20: Querungsmaßnahmen nach EFA. Quelle: (FGSV, 2002, S. 19)

Kategorie Nr.	Maßnahme
1	Keine Maßnahme
2	Bauliche Trennung (Streifen, Insel)
3	baulich ohne Vorrang (Plateau-, Teilplateaupflasterung)
4	Fußgängerüberweg (FGÜ)
5	FGÜ mit baulichen Maßnahmen
6	Lichtsignalanlage
7	Ober- und Unterführungen

Tabelle 21: Empfohlene Querungsanlagen für die untersuchten Fahrradstraßen nach EFA

Kategorie Nr.	Fahrradstraßen							
2,3,4,5	Mön_Bru	Bre_Hum	Kar_Sop					
2,3,5	Fre_Hin							
2,6	Han_Lan	Kon_Pet	Kon_Sch	Göt_Goß				
2,5	Ham_Als							
1	Rot_Hem	Off_Sen	Bra_Kar	Dar_Wil	Ulm_Zei	Kie_Ger	Sen_Hör	Bon_Sch
	Ham_Ufe	Vie_Goe	Ess_Hel	Ess_Hin	Lüb_Dor	Han_Met	Mem_Bux	Erf_Win

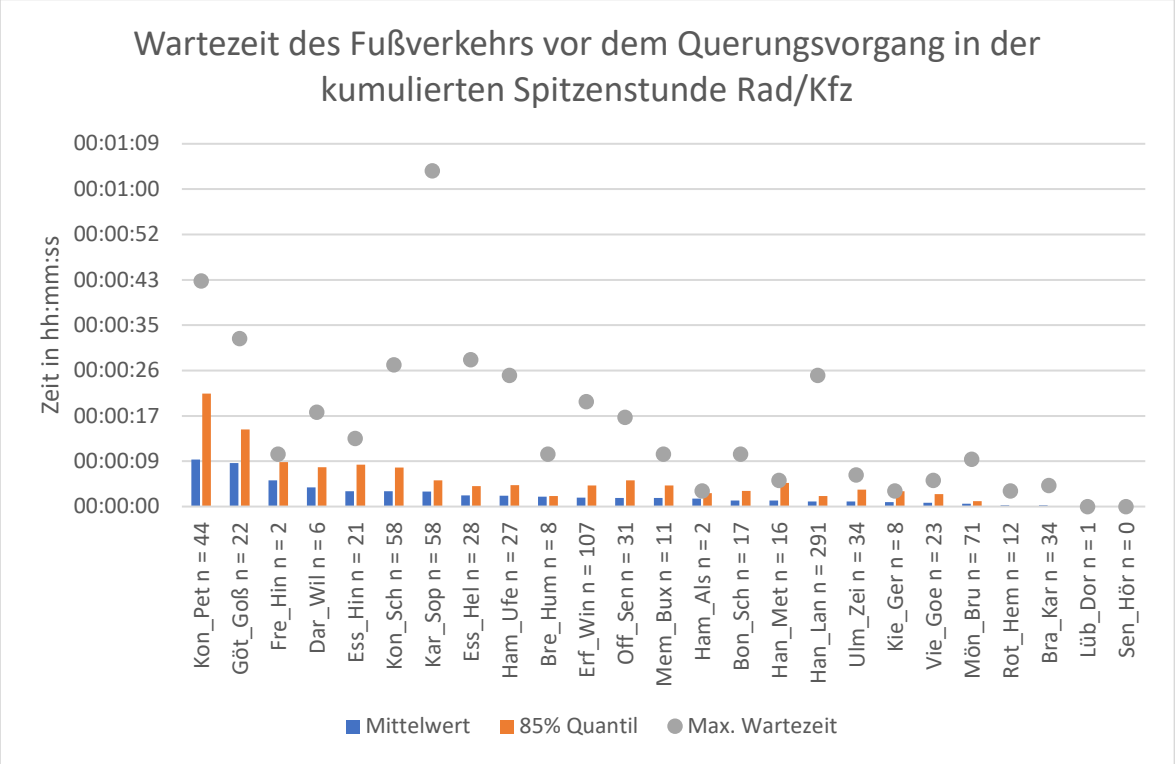


Abbildung 56: Wartezeit des Fußverkehrs vor dem Querungsvorgang in der kumulierten Spitzenstunde Rad/Kfz auf den untersuchten Fahrradstraßen. Quelle: Eigene Darstellung

Auf Abbildung 56 sind die Wartezeiten des Fußverkehrs vor dem Querungsvorgang in der kumulierten Spitzenstunde Rad/Kfz auf den untersuchten Fahrradstraßen zu sehen. Das „n“ auf Abbildung 56 ist die Anzahl der beobachteten Querungsvorgänge in der Spitzenstunde. Im Mittel musste kein Zu-Fuß-Gehender länger als 10s warten, bevor die Straße gequert werden konnte. Dies war auch bei Straßen mit mehr als 800 RF/h der Fall. Auch die 15% der am längsten wartenden Zu-Fuß-Gehenden (85% Quantil) mussten nicht länger als 21s bis zu einem erfolgreichen Überschreiten warten. In Einzelfällen konnten hingegen deutlich längere maximale Wartezeiten beobachtet werden (z. B. bis zu 60s auf der Sophienstraße in Karlsruhe, 43s auf der Petershauserstraße in Konstanz). Dies ist vor allem auf einzelne, unsichere Zu-Fuß-Gehende zurückzuführen.

Auf Abbildung 57 sind die gezählten Konflikte des Typs querender Fußverkehr und dem Radverkehr zwischen den Hochborden zu sehen. Die Definition für einen Konflikt ist hier die gleiche wie bei Interaktionen mit dem Kfz-Verkehr. Insgesamt konnten in den 6h nur sehr wenige Konflikte zwischen Radfahrenden und Zu-Fuß-Gehenden auf der Fahrbahn der betrachteten Streckenabschnitte beobachtet werden. Allein der Spezialfall Lange Laube in Hannover sticht heraus. Die vergleichsweise hohe Anzahl an Konflikten lässt sich durch die sehr hohe Fußverkehrsstärke im Seitenraum (> 1.000 FG/h) sowie durch hohen Querungsbedarf erklären.

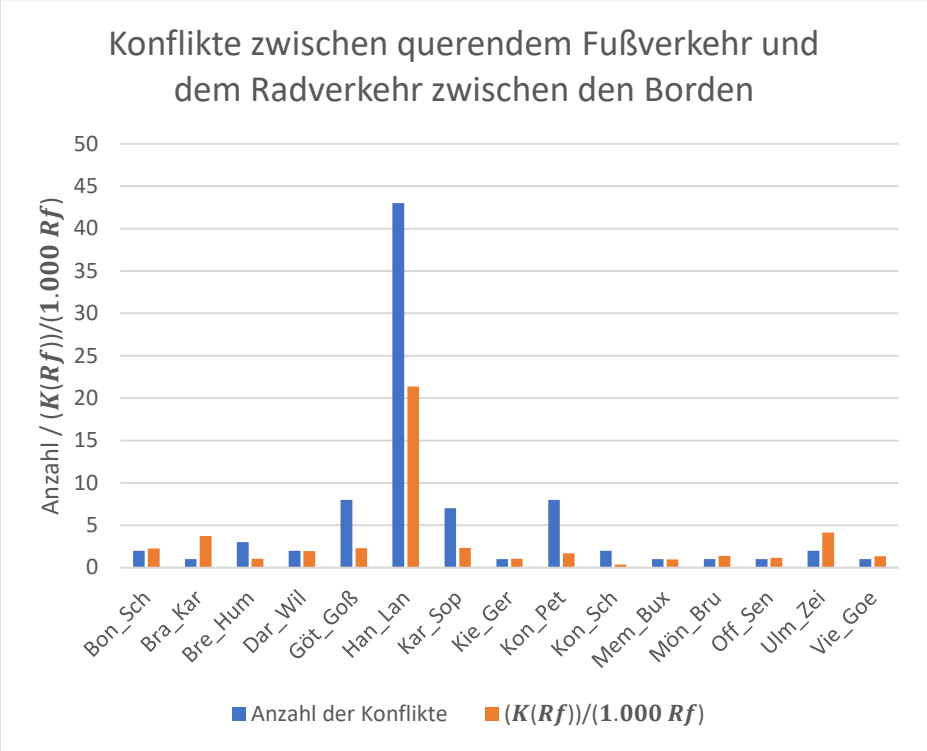


Abbildung 57: Konflikte zwischen querendem Fußverkehr und dem Radverkehr zwischen den Borden. Quelle: Eigene Darstellung

Bei der Auswertung der Konflikte an Knotenpunkten hinsichtlich des Konfliktfalls Rad/Fuß zeigte der Knotenpunkt Gartenstraße/Schottenstraße in Konstanz Auffälligkeiten. Ein Foto einer kritischen Interaktion ist auf Abbildung 58 zu sehen. Die Fahrradstraße verläuft von links nach rechts und ist gegenüber der Vorfahrtstraße in Blickrichtung der Kamera durch VZ 206 (Stop) wartepflichtig. 3 von 8 kritischen Interaktionen waren beim Überschreiten der Fahrradstraße durch den Fußverkehr passiert (vgl. Tabelle 22).

Abbildung 58: Beinahe Unfall Fuß/Rad Quelle: Eigene Aufnahme

Tabelle 22: Übersicht der Konflikte am Knoten Schottenstraße/Gartenstraße in Konstanz. Quelle: Eigene Darstellung

Konstanz Schottenstraße/Gartenstraße				
	Behindernd	Behindernd (%)	Kritisch	Kritisch (%)
Alleine	0	0%	0	0%
Abbiegen	18	25%	2	25%
Einbiegen/Kreuzen	32	45%	3	38%
Interaktion beim Queren	18	25%	3	38%
Ruhender Verkehr	0	0%	0	0%
Längsverkehr	3	4%	0	0%
Summe	71		8	

Die genauen Verkehrsstärken können im Anhang F nachgelesen werden. In allen drei Fällen waren fehlende Rücksichtnahme des Radfahrenden sowie Unachtsamkeit beim Fußverkehr ursächlich für die Beinahe-Unfälle. Möglicherweise spielt auch die Gestaltung des Knotens eine Rolle, denn die am höchsten belastete Verkehrsverbindung (Hier: Die wartepflichtige Fahrradstraße) ist aus Sicht des Fußverkehrs nicht intuitiv erkennbar (vgl. Abbildung 58).
Bei der Betrachtung von Konflikten mit dem Fußverkehr könnte grundsätzlich ein Bias vorliegen, da die im Vergleich zum sonstigen Erschließungsstraßennetz hohen Verkehrsstärken abschreckend wirken und Zu-Fuß-Gehende möglicherweise bevorzugt andere Wege bzw. vorhandene Querungsanlagen in anderen Streckenabschnitten der Fahrradstraßen nutzen, um Konfliktsituationen zu vermeiden. Weiterhin wurde der Querungsbedarf nicht explizit erhoben.

Am Knotenpunkt Goßlerstraße/Arndtstraße in Göttingen lag im Blickfeld der Kamera ein Fußgängerüberweg auf der Fahrradstraße. Auf der Fahrradstraße wurden an den Hauptrichtungen in der Spitze 650 RF/h und 690 Kfz/h gezählt. Über den Erhebungszeitraum von 6h wurden dort 11 behindernde Interaktionen zwischen dem Rad- und Fußverkehr gezählt. Nur eine behindernde Interaktion konnte im direkten Einflussbereich des FGÜ beobachtet werden. Schwierigkeiten bezüglich der Regelakzeptanz von FGÜ durch den Radverkehr in Fahrradstraßen, wie dies im Leitfaden aus den Niederlanden angemerkt wurde, konnten an diesem Einzelfall nicht beobachtet werden (vgl. Kapitel 2.5.1).

Zwischenfazit

- Die mittleren Wartezeiten des Fußverkehrs bei Querungsvorgängen lagen selbst auf den am höchsten-belasteten Fahrradstraßen bei weniger als 10s.
- Auch die 15% der am längsten wartenden Zu-Fuß-Gehenden mussten nicht länger 21s bis zu einer erfolgreichen Querung warten. Dies war auch auf Fahrradstraßen sehr hohen Radverkehrsstärken zu beobachten (> 800 RF/h)
- Die Verkehrskonfliktbeobachtung auf der Strecke zeigte nur sehr wenige Konflikte. Einzig auf der Fahrradstraße Lange Laube in Hannover wurden viele Konflikte zwischen querenden

Zu-Fuß-Gehenden und dem Radverkehr beobachtet. Dies ist auf die dortigen hohen Fußverkehrsstärken und häufigen Querungsvorgänge zurückzuführen.

- Die Verkehrskonfliktbeobachtung am Knoten zeigte in einem Einzelfall, dass bei hohen Radverkehrsstärken (>1.000 RF/h) und hohem Querungsbedarf (> 140 FG/h) Maßnahmen möglicherweise notwendig werden. Am konkreten Beispiel der Schottenstraße/Gartenstraße z. B. Mittelinseln/Fahrbahnteiler in den Zufahrten oder eine LSA.
- In einem weiteren Einzelfall konnten keine Probleme hinsichtlich der Regelakzeptanz eines FGÜ durch den Radverkehr in einer Fahrradstraße (bei rund 650 RF/h und 690 Kfz/h in den Spitzen) beobachtet werden.
- Bei der Betrachtung des Fußverkehrs könnte grundsätzlich ein Bias vorliegen, da die im Vergleich zum sonstigen Erschließungsstraßennetz hohen Verkehrsstärken abschreckend wirken und Zu-Fuß-Gehende möglicherweise bevorzugt andere Wege bzw. vorhandene Querungsanlagen in anderen Streckenabschnitten der Fahrradstraßen nutzen. Weiterhin wurde der Querungsbedarf nicht explizit erhoben.

5.2.5 Vergleiche mit anderen Studien

Verkehrsstärken, Flächennutzung und Fahrgeschwindigkeiten

Eine etwas ältere Untersuchung der BASt zeigt, dass auf Straßen mit markierten Radfahrstreifen oder Schutzstreifen an Hauptverkehrsstraßen der Anteil der Radfahrenden auf dem Gehweg im Mittel bei 7-8% liegt. Unabhängig von den Kfz-Verkehrsstärken auf der Fahrbahn. (BASt, 2009, S. 108) Im Gutachten von PGV-Alrutz zur Evaluierung der Fahrradstraßen in München wurden Gehwegfahrten von 20% in einem Fall sogar von 30% am gesamten Radverkehrsanteil auf den Fahrradstraßen gemessen. Einschränkend zu erwähnen ist, dass dort rund 27% der Gehwegnutzer als Kinder und Jugendliche eingestuft wurden (Landeshauptstadt München, 2016, S. 61). Eine ältere Untersuchung der BASt zur Verkehrssicherheit des Radverkehrs in Erschließungsstraßen stellte fest, dass rund 16% der Radfahrenden in den Erschließungsstraßen den Gehweg nutzen. Auch hier wurden große Unterschiede zwischen den einzelnen Untersuchungsgebieten festgestellt. Ein Zusammenhang zwischen der Gehwegnutzung und der Oberflächenqualität (gepflastert, Asphaltiert) wurde festgestellt. (BASt, 1997, S. 33) Der Blick in die Literatur zeigt, dass die in der vorliegenden Dissertation beobachtete Gehwegnutzung durch den Radverkehr in Fahrradstraßen (1%-18%; Mittelwert 4%) sogar vergleichsweise gering ausfällt. Der hier beobachtete Zusammenhang zwischen der vorherrschenden Radverkehrsstärke und einer Abnahme der Gehwegnutzung scheint für die Untersuchung der Münchner Fahrradstraßen nicht zuzutreffen (Landeshauptstadt München, 2016, S. 37+61).

Die gemessenen Fahrgeschwindigkeiten der Kfz in München lagen deutlich höher als auf den hier untersuchten Straßen. Die V_{85} lag dort je nach Straße zwischen 35 km/h und 46 km/h (Landeshauptstadt München, 2016, S. 70). Die gemessenen Fahrgeschwindigkeiten der Kfz auf den Fahrradstraßen der GDV-Studie lagen ebenfalls deutlich höher. Die V_{85} lag dort je nach Straße zwischen 31 km/h und 37,9 km/h (Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft, 2016, S. 89).

In einer älteren Studie wurde eine V_{85} der Kfz zwischen 34km/h – 42km/h im Erschließungsstraßen-Netz gemessen (BASt, 1997, S. 85). Die in der vorliegenden Dissertation gemessenen, vergleichsweise geringen Kfz-Geschwindigkeiten (V_{85} : 17 km/h – 37 km/h; im Mittel 28 km/h) könnten entweder auf die hohen Radverkehrsstärken und damit an eine angepasste Fahrweise zurückzuführen sein oder die Fehlerquote der SDR-Geräte ist bei großen Radverkehrsstärken doch stärker ausgeprägt als erwartet.

Die in der vorliegenden Dissertation gemessenen Fahrgeschwindigkeiten des Radverkehrs auf den Fahrradstraßen (19 km/h) liegen im Mittel etwas höher als auf anderen Radverkehrsinfrastrukturen. An zweiter Stelle folgt der Radfahrstreifen (im Mittel 18 km/h). Am langsamsten bewegen sich Radfahrende auf Radwegen im Seitenraum (17 km/h). (BASt, 2009, S. 47)

Im Rahmen der Begleitforschung zum Pilotversuch Velostrassen in der Schweiz wurden Nebeneinanderfahrten ausgewertet. Im Mittel nutzten 7% der Radfahrenden die Möglichkeit zum mehrspurigen Fahren. Dieser Wert hatte sich im Vergleich zur Vorher-Untersuchung von 3,5% verdoppelt. (Bundesamt für Strassen (ASTRA), 2018, S. 43). Eine etwas ältere Untersuchung der BASt zeigt, dass unabhängig von der Radverkehrsanlage (Schutzstreifen, Radweg, Radfahrstreifen) rund 10-15% des Radverkehrs in Gruppen unterwegs sind, allerdings nur rund 0,5% davon konsequent nebeneinander fahren. (BASt, 2009, S. 33). Die in der Dissertation beobachteten Zahlen zum mehrspurigen Fahren ordnen sich in der Mitte der beiden Untersuchungen ein. Im Mittel nutzten 12% der Radfahrenden die Möglichkeit zum mehrspurigen Fahren auf den untersuchten Fahrradstraßen. Die reinen „Nebeneinanderfahrten“ lagen bei 7%.

Knotenpunkte

Die Verteilung der Konfliktschwere der hier untersuchten Fahrradstraßen mit 89% normale und kooperative Interaktionen ist gleichauf mit den Ergebnissen der Evaluierung der Fahrradstraßen in München. Dort verliefen 90% der Interaktionen konfliktfrei. (Landeshauptstadt München, 2016, S. 70)

Die Konfliktbeobachtung am Knoten im Rahmen der Begleitforschung zum Pilotversuch Velostrassen in der Schweiz zeigte ebenfalls durchgehend niedrige Konfliktzahlen, wenn es zu Konflikten an den Knoten kam, dann aufgrund von Vortrittsmissachtungen. (Bundesamt für Strassen (ASTRA), 2018, S. 49). Die Verteilung der Konfliktschwere in der Untersuchung im Auftrag der Unfallforschung der Versicherer zeigte, dass auf den dort untersuchten 26 Standorten in Fahrradstraßen nur 1% der Interaktionen als kritisch einzustufen waren. Wenn es in den untersuchten Fahrradstraßen zu Konflikten kam, dann fanden diese am Knotenpunkt statt. Als Hauptursache wurde die Missachtung der geltenden Vorfahrtsregeln beobachtet, Hauptverursacher waren die jeweils die wartepflichtigen Parteien. (Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft, 2016, S. 90). Diese Ergebnisse decken sich mit der im Rahmen der Dissertation durchgeführten Untersuchung. Der Anteil der kritischen Interaktionen (Hier aufgrund einer anderen Definition als äquivalent zu den Konflikten der GDV-Studie) betrug weniger als ein 1%. Wenn es zu einem Konflikt kam, dann ebenfalls aufgrund der Missachtung der geltenden Vorfahrtsregeln.

Eine Konfliktbeobachtung an Knotenpunkten in Erschließungsstraßen mit einer ähnlichen Methodik wie in der vorliegenden Dissertation zeigte, dass rund 17% der beobachteten Interaktionen behindernd oder kritisch eingestuft wurden. Wenn es zu Konflikten am Knoten kam, dann waren einfahrende oder kreuzende Kfz ursächlich (BASt, 1997).

Streckenabschnitte

Im Rahmen der Begleitforschung zum „Pilotversuch Velostrassen“ in der Schweiz wurden Überholvorgänge MIV/Rad auf Fahrradstraßen ausgewertet. Im Mittel sank die Quote der Überholmanöver Kfz/Rad nach Einführung der Fahrradstraßen gemessen an allen Fahrrädern von 2,0% auf 1,0%. Auf den im Rahmen der Dissertation untersuchten Fahrradstraßen lag die Quote im Mittel bei 2,7% und damit deutlich höher (Bundesamt für Strassen (ASTRA), 2018, S. 45). In der GDV-Studie wurden die häufigsten Unfallkonstellationen auf Fahrradstraßen-Strecken betrachtet. Hierbei wird der hier identifizierte Fall eines überholenden Kfz bei Rad im Gegenverkehr (Hier: Typ 14) ebenfalls aufgeführt, allerdings ohne besondere Häufigkeit (vgl. (Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft, 2016, S. 84).

Im Rahmen einer älteren Untersuchung der Verkehrssicherheit des Radverkehrs in Erschließungsstraßen wurden ebenfalls Hinterherfahrten und Überholvorgänge erhoben. Das Verhältnis von Überholungen zu Hinterherfahrten lag dort etwa bei 70% zu 30% wobei rund 22% der Überholungen mit weniger als 1,00 m Abstand erfolgten (BASt, 1997, S. 82). Im Vergleich dazu zeigt sich in der im Rahmen der vorliegenden Dissertation durchgeführten Untersuchung ein umgekehrtes Bild. Das Verhältnis von Überholungen zu Hinterherfahrten liegt hier im Mittel etwa bei 35% zu 65%, wobei hier rund 26% der Überholungen unterhalb von 1,00 m lagen.

Im Rahmen der Untersuchung der Fahrradstraßen in München wurden für Breiten unterhalb von 3,5 m verstärkt Behinderungen und Ausweichbewegungen des Radverkehrs auf die Gehwege beobachtet. Bei erhöhtem Kfz-Aufkommen im Zwei-Richtungsverkehr konnte dies auch für Fahrbahnbreiten unter 4,50 m beobachtet werden (Landeshauptstadt München, 2016, S. 82). Diese Beobachtung konnte hier nicht bestätigt werden. Dafür war die Grundgesamtheit mit diesen Fahrbahnbreiten sowie die Anzahl der beobachteten Konflikte in diesen Breiten zu gering.

In einer Vorher-Nachher Untersuchung zur Markierung von Piktogrammketten auf Hauptverkehrsstraßen konnte nur ein marginaler Einfluss der Piktogramme auf die Fahrlinien des Radverkehrs gefunden werden, vor allem konnte aber eine Reduzierung der Gehwegnutzung zu Gunsten der Fahrbahnnutzung durch den Radverkehr aufgrund der Markierung von Piktogrammen auf Hauptverkehrsstraßen beobachtet werden (Koppers, Ruf, Gerlach, Leven, & Hagemeister, 2021). Ein Beitrag zur verbesserten Akzeptanz der Fahrbahn aufgrund von Markierung konnte in der vorliegenden Dissertation nicht bestätigt aber auch nicht ausgeschlossen werden.

5.3 Untersuchungsergebnisse Unfallanalyse

5.3.1 Räumliche Verteilung und Unfalltypenverteilung

Insgesamt wurden in den untersuchten Fahrradstraßen in den relevanten Zeiträumen 427 Unfälle mit Personenschäden polizeilich registriert. In 335 dieser Unfälle, rund 80%, war mindestens ein Fahrrad beteiligt. Eine Übersicht aller verfügbaren Unfalldaten ist in Kapitel 4.5 auf Tabelle 8 zu sehen. In Tabelle 23 sind die Unfälle mit Radverkehrsbeteiligung pro Jahr pro Straße zu sehen. Insgesamt sind auf allen untersuchten Straßen 335 Unfälle passiert, was im Mittel 4,96 Unfälle/Jahr je Straße entspricht.

Tabelle 23: Übersicht der Unfälle mit RF-Beteiligung Quelle: Eigene Darstellung nach (Unfallatlas.statistikportal.de, 2021)

Straße	U_RF	U_RF/Jahr	Netz-Übergang	Über-gang %	Stre-cke	Strecke %	Knoten	Knoten %
Ber_Lin	27	5	0	0,00%	10	37,04%	17	62,96%
Bon_Sch	2	4,8	0	0,00%	1	50,00%	1	50,00%
Bra_Kar	2	6	2	100,00%	0	0,00%	0	0,00%
Bre_Hum	18	5,3	6	33,33%	6	33,33%	6	33,33%
Dar_Wil	7	2,3	0	0,00%	2	28,57%	5	71,43%
Erf_Win	3	0,7	0	0,00%	0	0,00%	3	100,00%
Ess_Hin	19	13,5	0	0,00%	0	0,00%	19	100,00%
Fre_Hin	11	3,7	1	9,09%	6	54,55%	4	36,36%
Göt_Goß	24	2	5	20,83%	4	16,67%	15	62,50%
Ham_Ufe	9	0,7	1	11,11%	2	22,22%	6	66,67%
Ham_Als	21	2,5	5	23,81%	9	42,86%	7	33,33%
Han_Met	15	21,3	2	13,33%	6	40,00%	7	46,67%
Han_Lan	11	2,5	0	0,00%	6	54,55%	5	45,45%
Kar_Sop	85	2	10	11,76%	21	24,71%	54	63,53%
Kie_Ger	24	1,8	2	8,33%	4	16,67%	18	75,00%
Kon_Sch	9	3	3	33,33%	2	22,22%	4	44,44%
Kon_Pet	11	1,8	3	27,27%	1	9,09%	7	63,64%
Lüb_Dor	10	9	1	10,00%	3	30,00%	6	60,00%
Mem_Bux	7	1	2	28,57%	1	14,29%	4	57,14%
Mön_Bru	4	4	0	0,00%	1	25,00%	3	75,00%
Off_Sen	2	4,5	0	0,00%	1	50,00%	1	50,00%
Rot_Hem	2	11	0	0,00%	2	100,00%	0	0,00%
Sen_Hör	3	8	2	66,67%	0	0,00%	1	33,33%
Ulm_Zei	5	2	1	20,00%	0	0,00%	4	80,00%
Vie_Goe	4	2,8	0	0,00%	0	0,00%	4	100,00%
Summe/Mittel	**335**	4,8	**46**	**13,73%**	**88**	**26,27%**	**201**	**60,00%**

Glatt zwei Drittel der Unfälle passierten an den Knotenpunkten im Zuge der Fahrradstraßen gefolgt von rund 27% auf den Streckenabschnitten. Nur rund 14% der Unfälle mit Radverkehrsbeteiligung wurden im Netzübergang am Anfang oder Ende der Fahrradstraßen vermerkt. Für die räumliche Abgrenzung wurden die Kriterien aus dem Merkblatt zur Örtlichen Unfalluntersuchung in Unfallkommissionen (M Uko) zur Erkennung von Unfallhäufungsstellen (UHS) auf Innerortsstraßen verwendet (FGSV, 2012, S. 15). Auf Abbildung 59 ist die Verteilung der Unfälle mit Radbeteiligung nach Unfalltypen zu sehen. Häufigster Unfalltyp insgesamt ist mit 38 % der Typ 3 Einbiegen/Kreuzen Unfall gefolgt mit 17% vom Typ 2 Abbiege-Unfälle und 15% Typ 6, Unfälle im Längsverkehr. Dies deckt sich auch mit der räumlichen Verteilung.

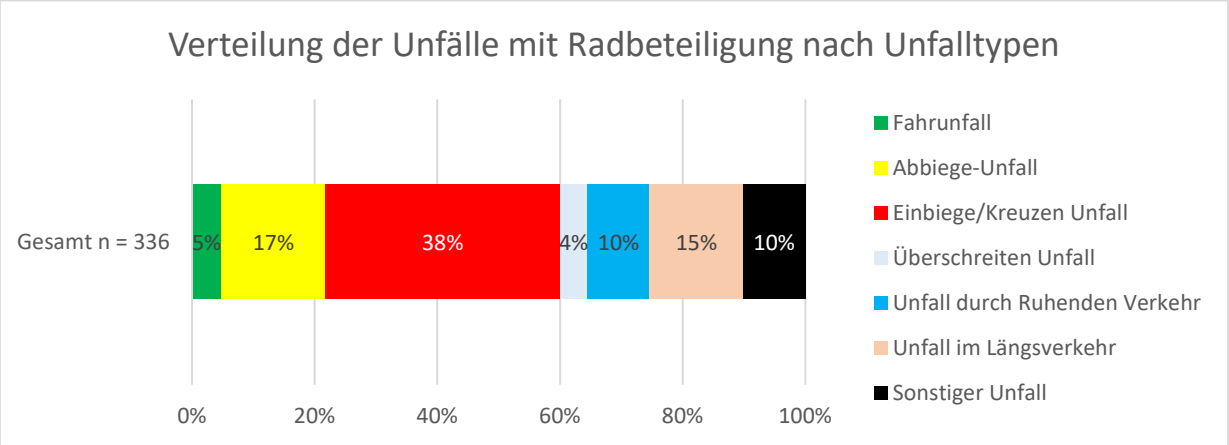


Abbildung 59: Verteilung der Unfälle mit Radbeteiligung nach Unfalltypen. Quelle: Eigene Darstellung nach (Unfallatlas.statistikportal.de, 2021)

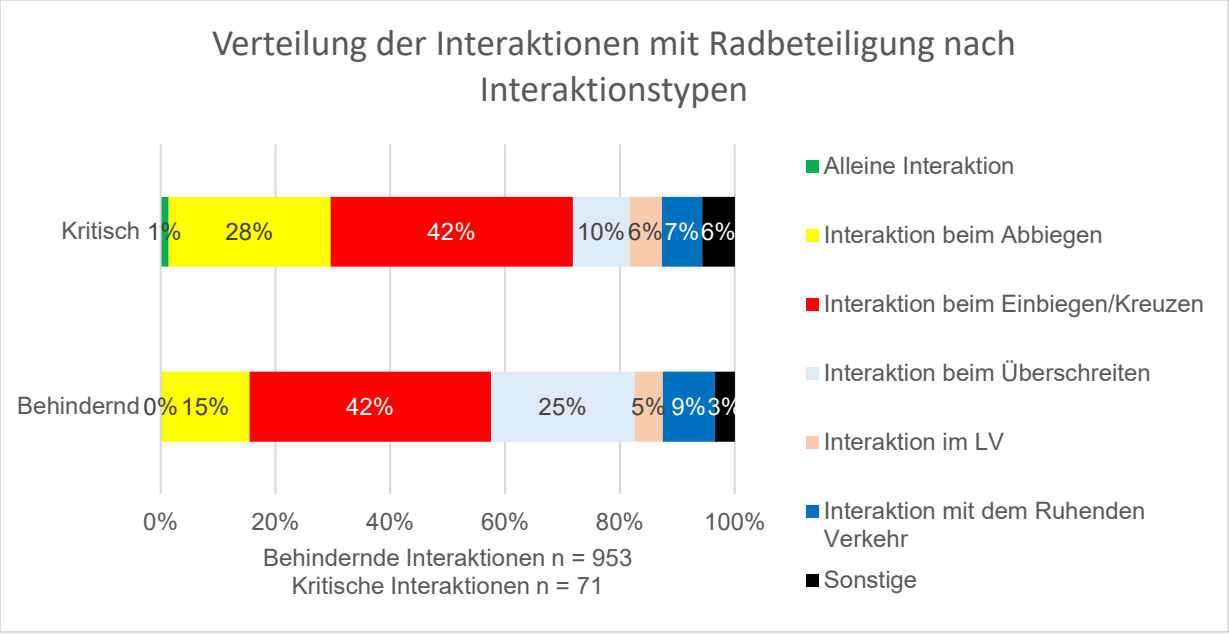
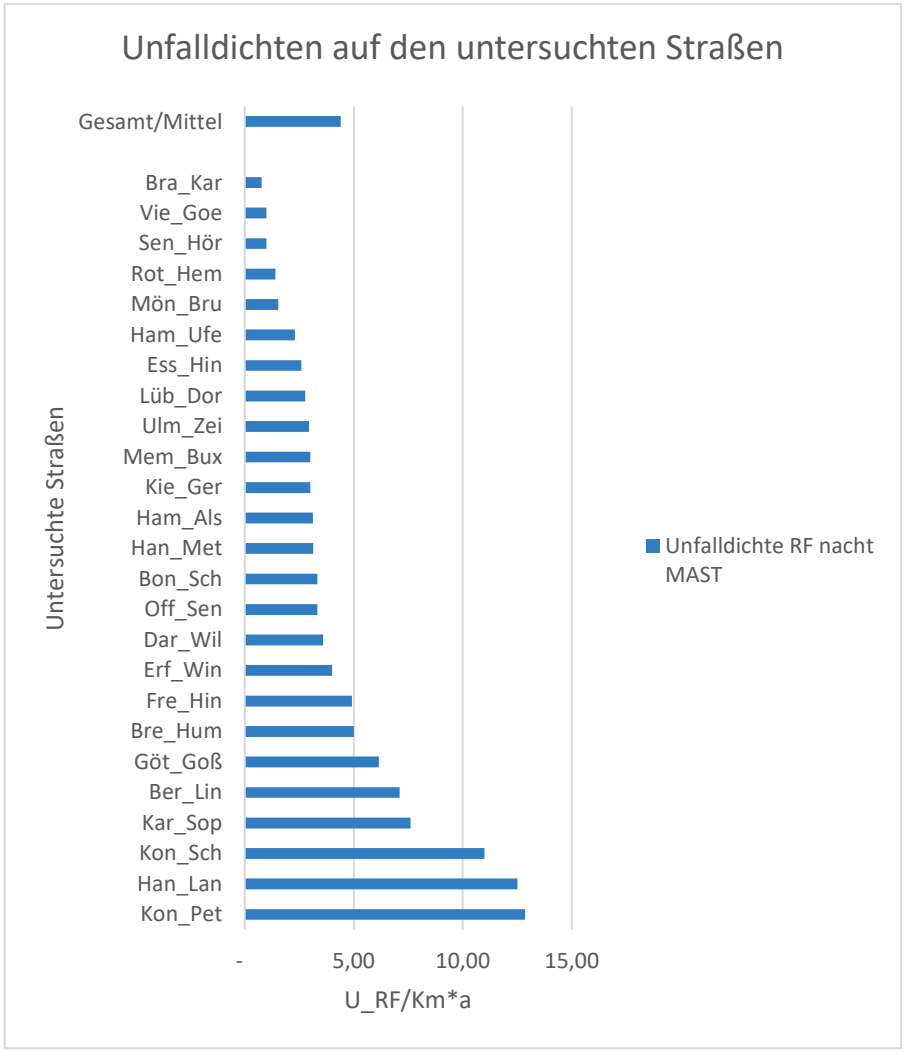


Abbildung 60: Verhältnis der behindernden und kritischen Interaktionen mit Radbeteiligung auf den untersuchten Streckenabschnitten und Knotenpunkten aller Fahrradstraßen in 6h. Quelle: Eigene Darstellung

Auf Abbildung 60 sind alle erhobenen Konflikte auf den untersuchten Fahrradstraßen nach dem gleichen Schema angeordnet wie die Unfalldaten auf Abbildung 59. Der Vergleich ist grundsätzlich schwierig, da bei der Verkehrskonfliktbeobachtung nur ausgewählte Abschnitte ausgewertet wurden und die Unfalldaten über den kompletten Streckenverlauf aggregiert worden sind. Weiterhin wurde für diese Abbildung ein einheitlicher 6h Zeitraum für aller Erhebungsorte gewählt. Dennoch zeigen die beiden Grafiken ein relativ kohärentes Bild. Auffällig ist sowohl bei den Unfalldaten als auch bei den Interaktionen, dass die Anteile der Typen Einbiegen/Kreuzen und Abbiegen vergleichbar hoch liegen. Die kritischen Interaktionen beim Überschreiten machen hingegen bei der Verkehrskonflikttechnik einen größeren Anteil aus als bei den polizeilich registrierten Unfällen. Dafür ist bei den Unfalldaten der Typ Unfall / Interaktion im Längsverkehr im Verhältnis stärker ausgeprägt. Der Unterschied speziell zwischen den Beinahe-Unfällen und den tatsächlichen Unfällen mit Personenschaden gibt möglicherweise einen Hinweis auf das noch vorhandene Potential um die objektive wie subjektive Verkehrssicherheit in Fahrradstraßen zu verbessern.

5.3.2 Unfallraten & Unfalldichten

Um eine bessere Vergleichbarkeit zwischen Straßenzügen zu ermöglichen, verweist das Merkblatt für die Auswertung von Straßenverkehrsunfällen (MAST) auf Unfalldichten (UD) und Unfallraten (UR). Diese beziehen die Länge bzw. die Verkehrsstärken und die Länge der untersuchten Abschnitte mit ein. Die Unfallrate ist speziell ein Maß für das fahrleistungsbezogene Risiko eines Verkehrsteilnehmenden in einen Unfall verwickelt zu werden (Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft, 2003, S. 69). Auf Abbildung 61 sind die Unfalldichten auf den untersuchten Straßen zu sehen. Im Mittel passierten 4,4 Unfälle mit Radverkehrsbeteiligung pro Jahr pro Kilometer. Die Unfälle pro Jahr wurden dabei wie in Tabelle 23 auf eine Nachkommastelle gerundet. Auf Abbildung 62 sind die Unfallraten für den Radverkehr auf den untersuchten Straßen zu sehen. Die für die Berechnung der UR genutzten Rad-Verkehrsstärken gehen auf die durchgeführte Querschnittszählung von 13h (06:00 – 19:00) zurück und wurden nicht auf den 24h Zeitraum hochgerechnet. Die Unfälle pro Jahr wurden ebenfalls auf eine Nachkommastelle gerundet. Im Mittel haben die untersuchten Fahrradstraßen eine Unfallrate von 4,75 U_RF/10^6*RF*Km. An der Spitze liegen die Fahrradstraßen in Rotenburg, Hannover und Ulm mit 12,41; 8,63 und 8,62 U_RF/10^6*RF*Km. Die niedrigste Unfallrate haben die Radfahrenden auf den Fahrradstraßen in Freiburg und Hamburg. Die hohe UR der Fahrradstraße in Rotenburg sticht hier deutlich heraus und liegt in der kurzen Strecke (500 m) und der geringen Radverkehrsstärke begründet (309 RF/13h).



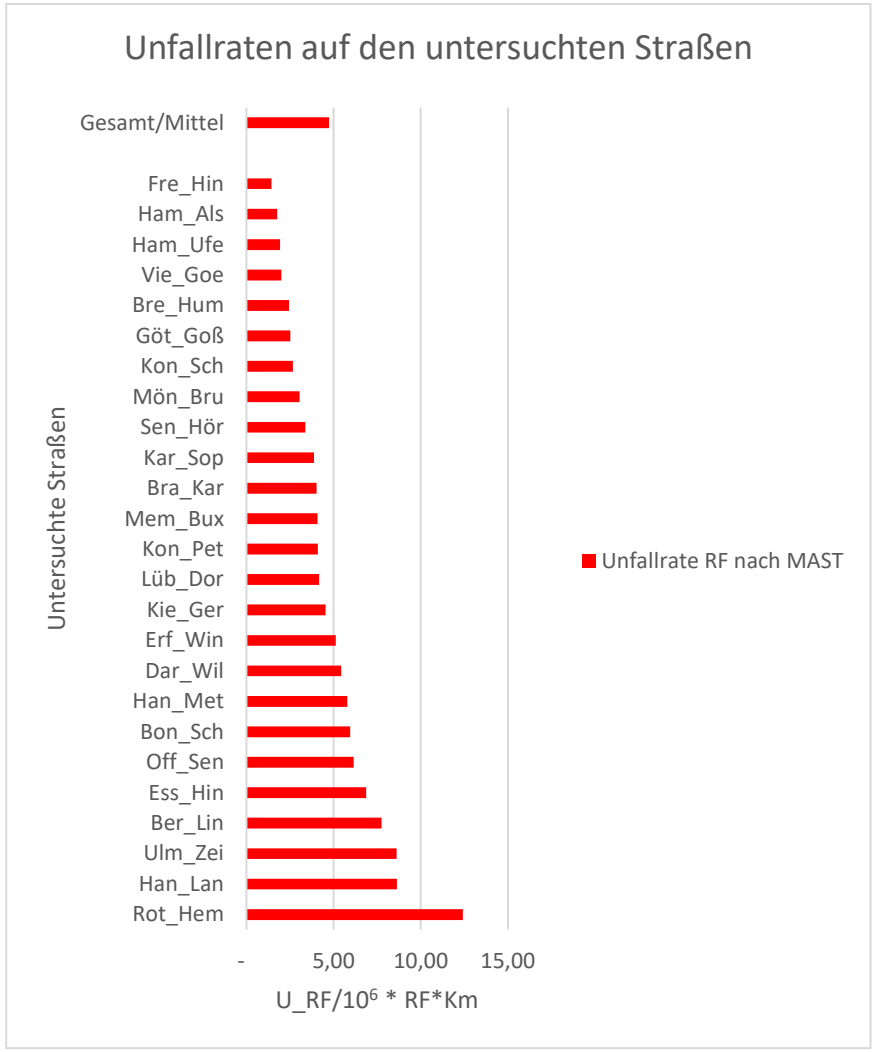


Abbildung 61: Unfalldichte auf den untersuchten Straßen nach MAST (Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft, 2003, S. 69) Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 62: Unfallrate auf den untersuchten Straßen nach MAST (Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft, 2003, S. 70) Quelle: Eigene Darstellung

Aus der Analyse der räumlichen Verteilung ist erkennbar, dass auf den untersuchten Fahrradstraßen die meisten Radfahrenden an den Knotenpunkten im Zuge der Fahrradstraßen verunglücken. Dies deckt sich auch mit den Beobachtungen der Verkehrskonflikttechnik in Kapitel 5.2.2. Daher wurde in Abbildung 63 die UR nach den überwiegenden Vorfahrtsregelungen an den Knotenpunkten innerhalb der Fahrradstraßen sortiert. Es ist zu erkennen, dass Straßen mit der Regelung R.-v.-l. im Kollektiv eine im Vergleich erhöhte Unfallrate haben. Mit etwas Abstand dahinter folgen Fahrradstraßen, die an Knoten durch Gehwegüberfahrten bevorrechtigt sind. Die niedrigsten Unfallraten haben Fahrradstraßen, die durch die Beschilderung mit VZ 306 und VZ 301 bevorrechtigt sind. Dieses Ergebnis steht wieder im Gegensatz zu den Beobachtungen der Verkehrskonflikttechnik in Kapitel 5.2.2.
Auf Abbildung 64 sind die Unfallraten sortiert nach den vorliegenden Radverkehrsstärken. Es scheint eine klare Tendenz in die Richtung zu geben, dass je mehr Radverkehr auf den Fahrradstraßen unterwegs ist, desto geringer die Wahrscheinlichkeit ist als einzelner Radfahrenden zu verunfallen. Die UR auf Straßen mit mehr als 5.000 RF/13 liegt beinahe bei der Hälfte der UR der Straßen mit weniger als 2.000 RF/13h.
Eine ähnliche Tendenz zeigt sich in der Sortierung der Unfallraten nach der vorherrschenden Verkehrsart auf Abbildung 65. Als vorherrschend gilt hier, wenn der Radverkehr mehr als 50% am gesamten Verkehrsaufkommen im 13h Zählzeitraum ausmacht. Es ist eine leichte Tendenz zu einer geringeren UR zu erkennen, wenn der der Radverkehr die vorherrschende Verkehrsart ist. Dies ist möglicherweise auf die geringere Gehwegnutzung zurückzuführen wenn der Radverkehr die vorherrschende Verkehrsart auf der Fahrbahn darstellt, wie in Kapitel 5.2.1 gezeigt wurde (Daraus resultierend möglicherweise seltener Unfalltyp 342).

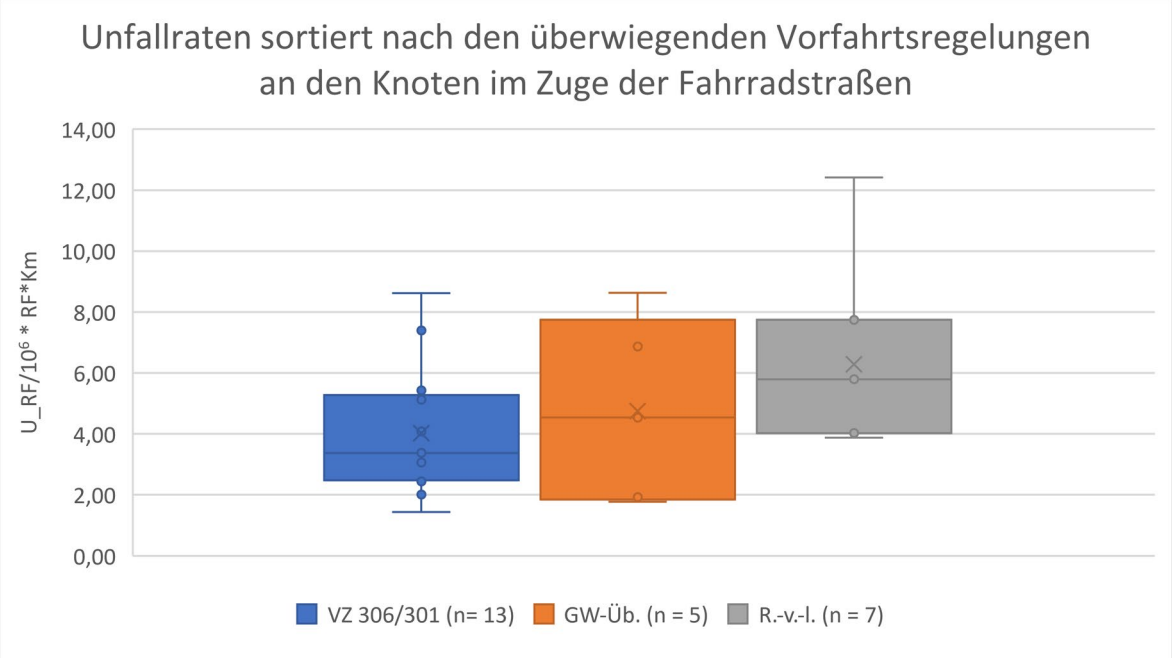


Abbildung 63: Unfallraten nach MAST sortiert nach den überwiegenden Vorfahrtsregelungen an den Knoten im Zuge der Fahrradstraßen: Quelle: Eigene Darstellung nach (Unfallatlas.statistikportal.de, 2021)

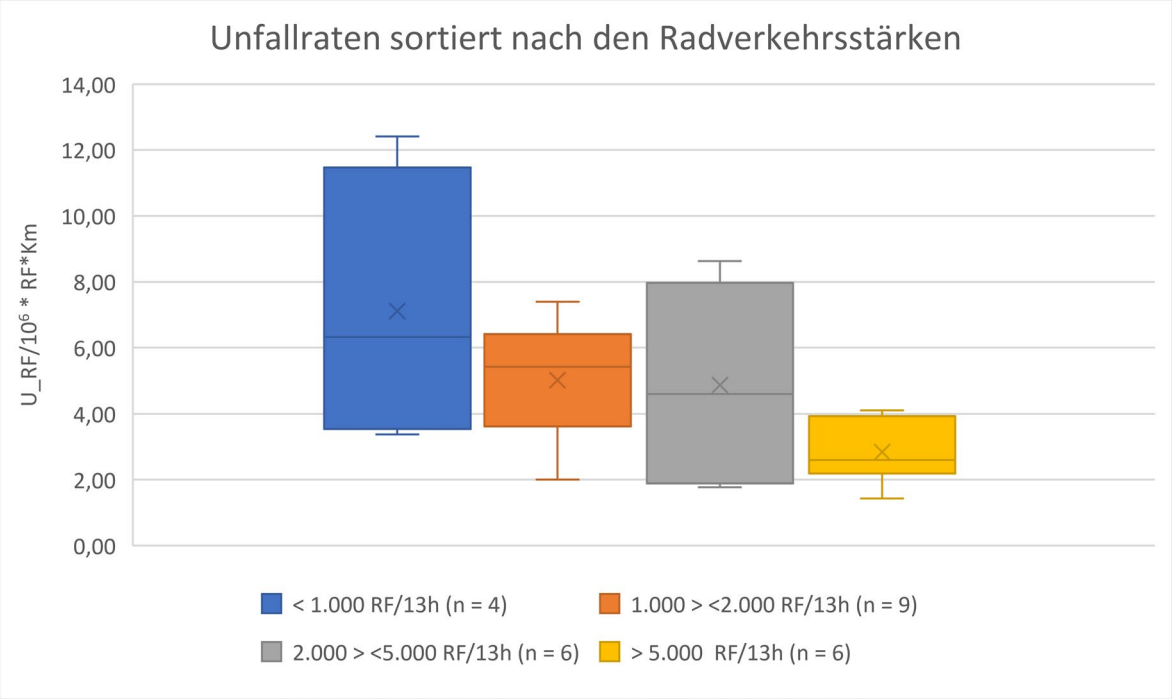


Abbildung 64: Unfallraten sortiert nach den Radverkehrsstärken Quelle: Eigene Darstellung nach (Unfallatlas.statistikportal.de, 2021)

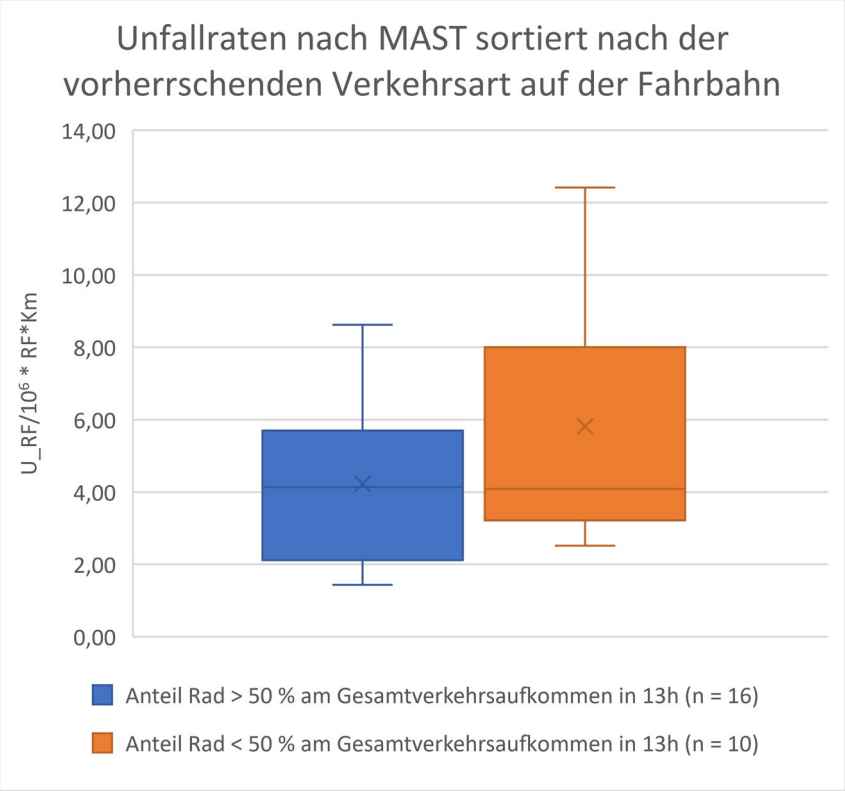


Abbildung 65: Unfallraten nach MAST sortiert nach der vorherrschenden Verkehrsart auf der Fahrbahn. Quelle: Eigene Darstellung nach (Unfallatlas.statistikportal.de, 2021)

5.3.3 Auswertung der individuellen Unfalldaten der Kommunen

Die Daten des interaktiven Unfallatlas des Bundes haben sich als gute Grundlage erwiesen, um das Unfallgeschehen der Fahrradstraßen auf einem großen Maßstab zu vergleichen. Aufgrund der begrenzten Anzahl der Attribute des Datensatzes können nur wenige bzw. keine qualitativen Aussagen zum Unfallgeschehen getroffen werden. Beispielsweise zum Unfallhergang oder zur Unfallursache. Wie zu Beginn des Kapitels 5.3 erläutert liegen, wenn auch mit qualitativen und quantitativen Unterschieden, Unfalldaten aus den meisten Kommunen vor. Durch eine Übertragung der vorhandenen Datensätze in eine einheitliche Form konnten die folgenden vergleichbaren Attribute identifiziert werden:

- Anzahl der Unfallbeteiligten,
- Getötete, Schwerverletzte,
- Leichtverletzte, Beteiligter 1,
- Beteiligter 2,
- Sachschaden
- Unfalltyp,
- Ursache 1,
- Ursache 2,
- Stadt,
- Datum,
- Lichtverhältnisse,
- Straßenzustand,
- Uhrzeit,
- und die Unfallart

Insgesamt liegen 350 Unfälle mit Radbeteiligung vor. Nicht berücksichtigt wurden die drei Kommunen aus NRW sowie die die Daten aus Bremen; Offenbach; Darmstadt, Konstanz und Viernheim. Für diese Straßen wurden entweder keine Unfalldaten zur Verfügung gestellt, die zur Verfügung gestellten Zeiträume lagen noch vor der Einführung der Fahrradstraßen oder die Daten konnten nicht vergleichbar ausgewertet werden. Eine Übersicht der vergleichbaren Daten ist in Tabelle 24 zu sehen. Ein Vergleich der Datensätze individuelle Abfrage und Unfallatlas ist aufgrund der Verschiedenheit der Zeiträume und Attribute nicht zielführend. Daher ist Auswertung der individuellen Abfrage als Ergänzung zu sehen.

Tabelle 24: Übersicht der vorliegenden individuell-erfragten Unfalldaten aus den Kommunen. Quelle: Eigene Darstellung

Name	Verfügbare Jahre	Länge	U insgesamt	Schwerverletzt	Leichtverletzt	Sachschaden
Ber_Lin	2014-2017	1900 m	114	7	67	40
Bra_Kar	2014-2017	900 m	9	0	5	4
Erf_Win	2015-2018	750 m	10	1	6	3
Ess_Hin	2016 - 2020	1850 m	13	0	11	2
Fre_Hin	2013-2017	570 m	15	1	10	4
Göt_Goß	2016-2018	1300 m	20	1	12	7
Ham_Ufe	2015-2017	1000 m	13	1	7	5
Han_Lan	2015-2018	400 m	31	1	24	6
Han_Met	2015-2017	1180 m	23	2	16	5
Kar_Sop	2014-2019	2800 m	34	3	29	2
Kie_Ger	2014-2019	2000 m	27	2	21	4
Lüb_Dor	2015-2018	900 m	15	1	12	2
Mem_Bux	2015-2018	600 m	19	4	13	2
Rot_Hem	2015-2017	500 m	1	0	1	0
Sen_Hör	2015-2017	1000 m	4	0	2	2
Ulm_Zei	2018-2019	850 m	2	0	2	0
Summe			350	24	238	88

5.3.4 Unfallursachen und Unfallopfer

Rund 6% (22) der Radfahrenden am gesamten Unfallgeschehen auf den betrachteten Fahrradstraßen verunfallten ohne einen zweiten Unfallbeteiligten und gelten somit als Alleine-Unfälle (vgl. Abbildung 66).

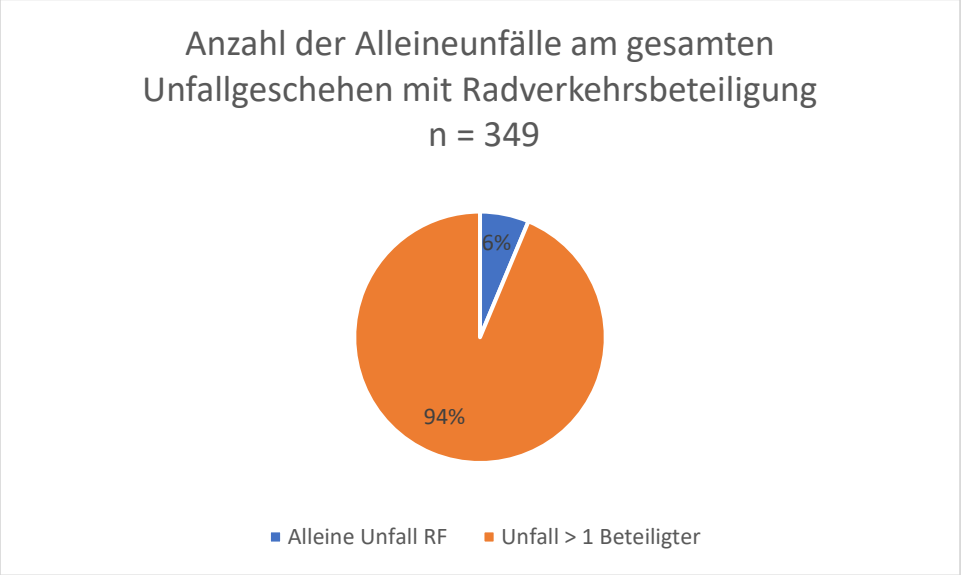


Abbildung 66: Anzahl der polizeilich gemeldeten Alleineunfälle am gesamten Unfallgeschehen mit Radverkehrsbeteiligung auf den untersuchten Fahrradstraßen. Quelle: Eigene Darstellung

Aus der Literatur ist bekannt, dass Fahrradunfälle allgemein, und speziell Alleine-Unfälle, eine hohe Dunkelziffer aufweisen. In einer Untersuchung der BASt wurde festgestellt, dass rund 88% aller verletzten Radfahrenden bei einer Krankenhausbefragung nicht in der amtlichen Unfallstatistik auftauchten (BASt, 2016, S. 80).

Bei den verbleibenden 327 Unfällen mit mehr als einem Beteiligten ist der Radverkehr in 157 Fällen der Hauptunfallverursacher. Werden alle motorisierten Fahrzeuge (Pkw, Lkw, Lieferwagen, Kraftrad, Bus) zusammengenommen überwiegt die Anzahl der Fälle, an denen ein motorisiertes Fahrzeug den Unfall verursacht hat (vgl. Abbildung 67).

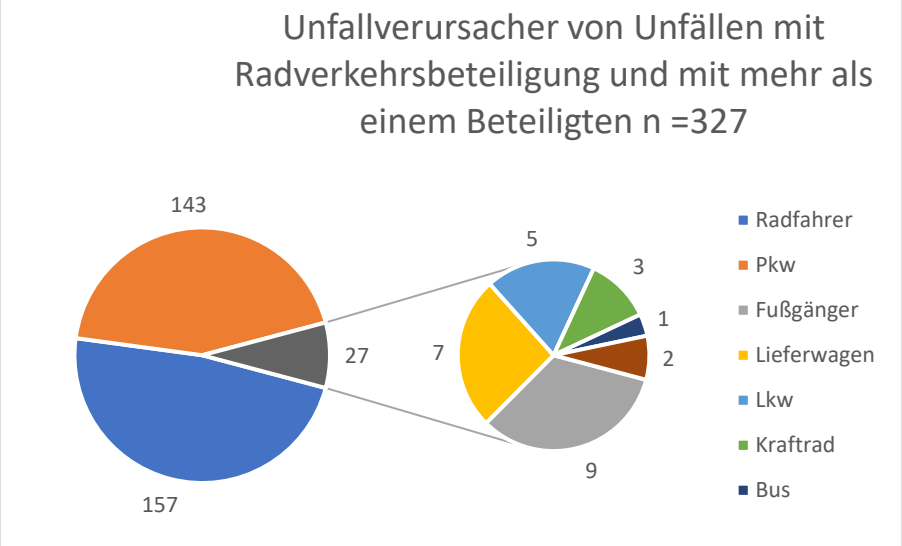


Abbildung 67: Unfallverursacher von Unfällen mit Radverkehrsbeteiligung und mit mehr als einem Beteiligten. Quelle: Eigene Darstellung

Mit Blick auf die weiteren Unfallbeteiligten zeigt sich der erwartete Zusammenhang, dass Radfahrende in rund 60% der Fälle die Unfallopfer bei Unfällen mit Radverkehrsbeteiligung in Fahrradstraßen und mit mehr als einem Beteiligten sind (Abbildung 68). Die hohe Anzahl von 28 unbekannten Beteiligten rührt daher, dass in den vorliegenden Unfalldaten zwar mehr als ein Beteiligter vermerkt wurde, dieser aber nicht genauer ausgeführt wird.

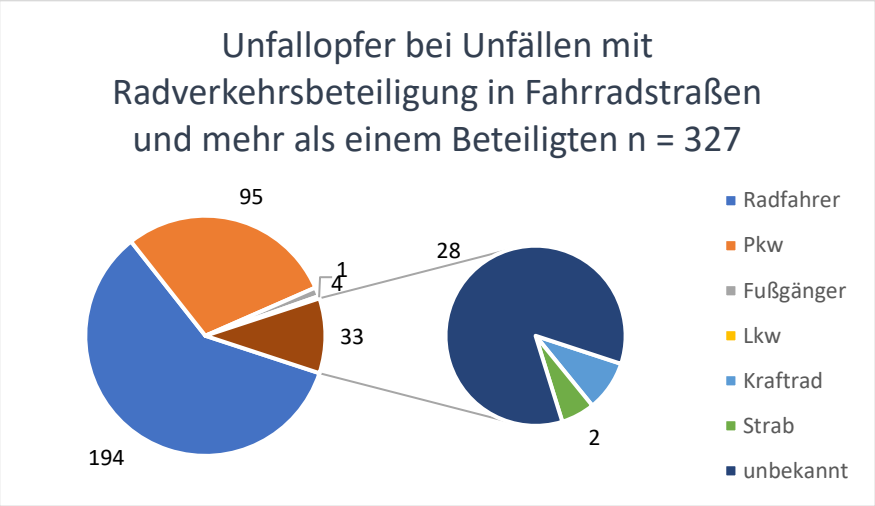


Abbildung 68: Unfallopfer bei Unfällen mit Radverkehrsbeteiligung in Fahrradstraßen und mehr als einem Beteiligten. Quelle: Eigene Darstellung

Radfahrende sind ungeschützte Verkehrsteilnehmende, daher überwiegen bei Unfällen mit Radverkehrsbeteiligung Unfälle mit Köperverletzung. Diese ist auch auf Abbildung 69 zu erkennen. 74% der Unfälle wurden als Unfälle mit Köperverletzung eingestuft. 7% davon mit Schwerverletzten. Getötete Radfahrende gab es im betrachteten Zeitraum keine. Die niedrige Anzahl von nur 26% Unfälle mit Sachschaden ist mutmaßlich auf eine hohe Dunkelziffer (Unfälle, die nicht polizeilich registriert wurden) zurückzuführen.

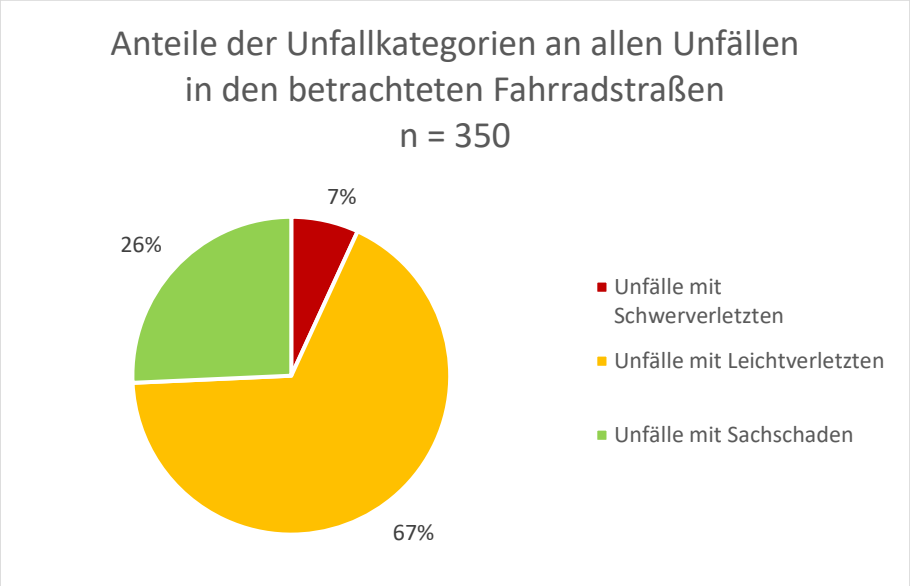


Abbildung 69: Anteile der Unfallkategorien am gesamten Unfallgeschehen. Quelle: Eigene Darstellung

Die Unfallursachen werden nach dem seit 1975 geltenden bundesweiten Ursachverzeichnis von den örtlichen Polizeidienststellen dokumentiert. Insgesamt sind rund 89 verschieden Ursachen möglich. Je Unfall können bis zu zwei Unfallursachen angegeben werden. (Statistisches Bundesamt, 2021, S. 3)

Häufigste Ursache für Unfälle mit Radverkehrsbeteiligung auf Fahrradstraßen ist die Nichtbeachtung der Vorfahrt regelnden Verkehrszeichen. Die Zweithäufigste Ursache ist ein anderer Fehler beim Fahrzeugführer gefolgt vom ungenügenden Sicherheitsabstand auf Platz 3 (Abbildung 70).

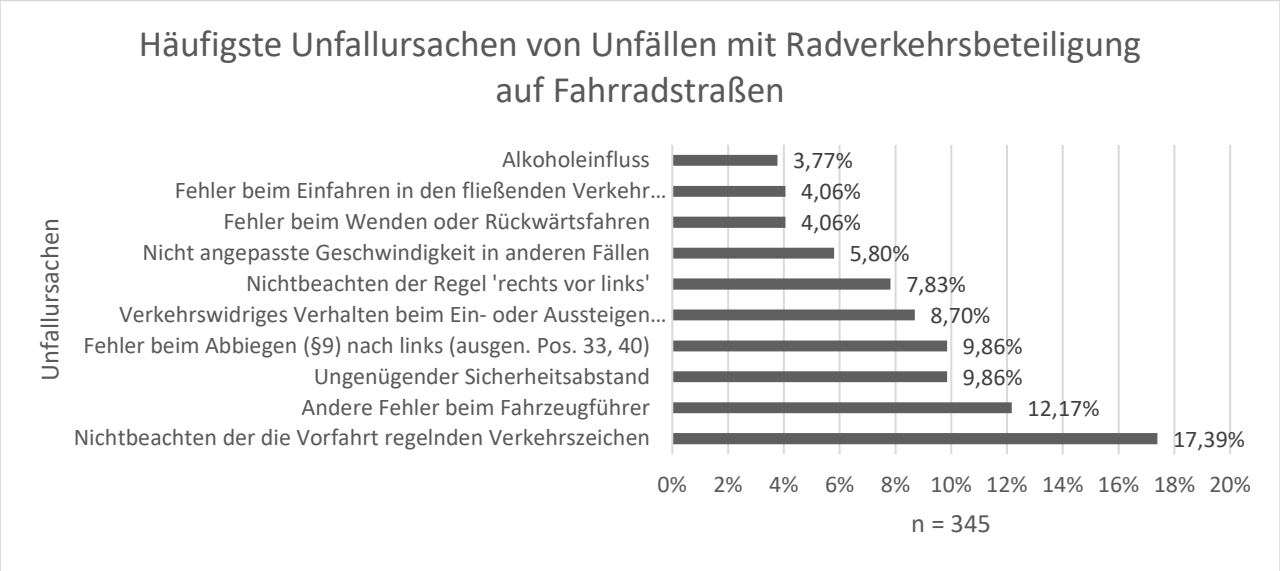


Abbildung 70: Häufigste Unfallursachen von Unfällen mit Radverkehrsbeteiligung auf Fahrradstraßen. Quelle: Eigene Darstellung

5.3.5 Vergleiche mit anderen Studien

Im Vergleich mit den Unfallzahlen aus dem Forschungsvorhaben des GDV speziell zu Fahrradstraßen aus dem Jahr 2016 auf Abbildung 71 wird deutlich, dass die Unfalltypenverteilung der hier im Forschungsvorhaben betrachteten Fahrradstraßen (Abbildung 59) etwa dem allgemeinen Unfallgeschehen auf Fahrradstraßen entspricht. Die UDV hatte auf Basis einer Detailanalyse die Zuordnung der Unfälle zu den Unfalltypen korrigiert und kam so auf einen Anteil von 52 % des Unfall Typ 3 Einbiegen/Kreuzen. Diese Verteilung konnte durch die hier durchgeführte Studie nicht abgebildet werden, was vor allem an der kleineren Stichprobe und der geringeren Detailauflösung liegt. Im Vergleich zu den Ergebnissen des GDV sind außerdem die höheren Werte der Unfalltypen 2 (Abbiege Unfall) und 6 (Unfälle im Längsverkehr) in der hier untersuchten Stichprobe auffällig. Grund sind wahrscheinlich die deutlich höheren (Rad-) Verkehrsstärken. Dies deckt sich auch mit den Ergebnissen der Verkehrskonfliktbeobachtung in Kapitel 5.2.2. In derselben GDV-Studie wurde die Missachtung des Vorrangs von Fahrradstraßen durch VZ 301/VZ306 als häufigste Unfallkonstellation am Knoten innerhalb von Fahrradstraßen identifiziert. Unter Einbezug der Verkehrsstärken sowie der Streckenlängen scheint sich diese Aussage angesichts der hier durchgeführten Untersuchung da-

hingehend zu relativieren, dass Fahrradstraßen mit hohen Radverkehrsstärken und einer entsprechenden Bevorrechtigung am Knoten niedrigere Unfallraten aufweisen als Straßen mit der Regelung R.-v.-l. (Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft, 2016, S. 82). Allerdings zeigte die Verkehrskonfliktbeobachtung ebenfalls, dass an Knotenpunkten mit Vorrang der Fahrradstraße durch VZ 301/VZ306 ein leicht erhöhtes individuelles Risiko vorahnden ist, als Radfahrender in einen Konflikt mit einem einbiegenden/kreuzenden Kfz zu geraden. In der Untersuchung des GDV konnten zwar keine Unfallraten bestimmt werden, aber es wurde herausgearbeitet, dass von 579 Unfällen mit Radverkehrsbeteiligung nur 186 einen Bezug zur Infrastruktur haben. Dies entspricht ca. 32% der betrachteten Unfälle. Dies entspricht einer mittlere Unfallhäufigkeit von 0,5 relevanten Radverkehrsunfällen pro Jahr pro Straße (Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft, 2016, S. 86). In der hier durchgeführten Studie konnten im Mittel 4,96 Unfälle/Jahr je Straße mit Radverkehrsbeteiligung ermittelt werden. Auch wenn vereinfacht angenommen wird, dass nur 32% der Unfälle einen direkten Bezug zur Infrastruktur haben, läge dieser Wert immer noch ca. 1,6 Unfälle/Jahr je Straße und damit immer noch beinahe dreimal so hoch wie in der GDV-Studie.

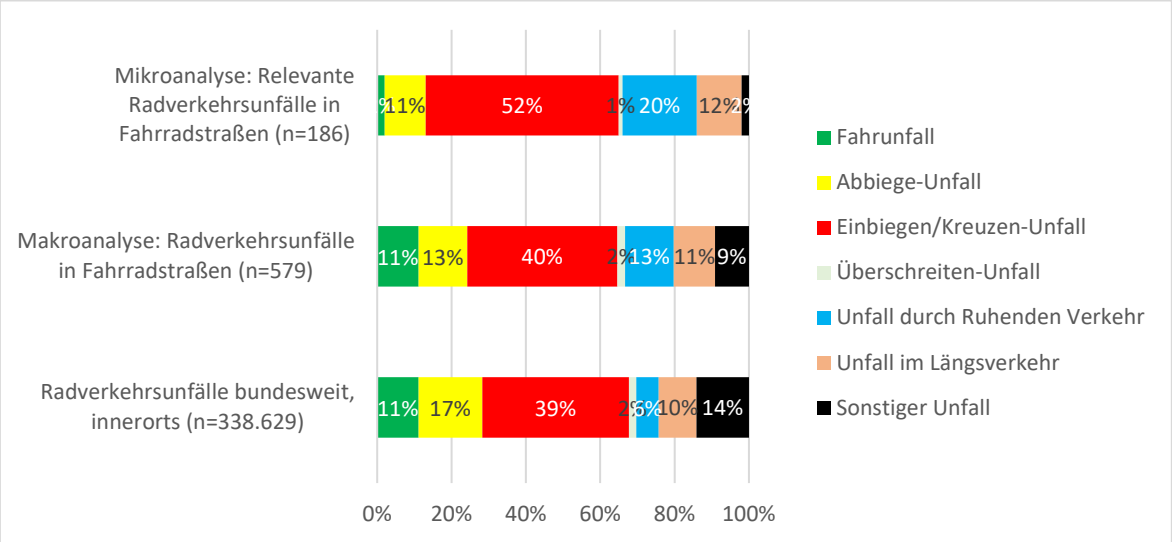


Abbildung 71: Relevante Radverkehrsunfälle auf Fahrradstraßen im Vergleich mit dem bundesweiten Durchschnitt Quelle: (Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft, 2016, S. 63)

Im Schlussbericht der Evaluation der Fahrradstraßen in München wird eine Unfallrate für 44 Fahrradstraßen deutschlandweit berechnet. Die Rate liegt im Mittel bei 2,5 U_RF/10^6*RF*Km und somit um fast die Hälfte niedriger als die UR der hier betrachteten Fahrradstraßen (Landeshauptstadt München, 2016, S. 52). In der gleichen Veröffentlichung verweisen die Bearbeiter auf eine ältere Unfallrate für Radverkehr auf Erschließungsstraßen hin. Dieser beträgt 5,0 U_RF/10^6*RF*KM. Dies entspricht etwa der Unfallrate der hier untersuchten Fahrradstraßen (4,75 U_RF/10^6*RF*Km).

Für die 15 neu eingerichteten Fahrradstraßen in München (alle mit der der Regelung R.-v.-l. an den Knoten) wurde im Zuge der Einrichtung eine Unfalldichte von 2,34 U/km*a (vorher) auf 1,95 U/km*a (nachher) errechnet (Landeshauptstadt München, 2016, S. 53). Im Vergleich dazu liegt die mittlere Unfalldichte im Untersuchungsgebiet insgesamt mit 4,4 U/km*a und für die Straßen mit der Regelung

R.-v.-l. mit 6,28 deutlich darüber. Vor dem Hintergrund der sehr geringen Unfallzahlen speziell auf den Straßen mit der Regelung R.-v.-l. sind diese Raten aber mit großer Vorsicht zu betrachten.

5.3.6 Zusammenfassung Unfallanalyse

- Wenn Radverkehrsunfälle an Fahrradstraßen passieren, dann an den Knoten im Zuge der Straße. Dies kann durch die hier durchgeführte Erhebung nochmal bestätigt werden.
- Diese Häufung spiegelt sich auch in den Unfalltypen wider. Über die Hälfte der Unfälle sind den Typen Abbiegen und Einbiegen/Kreuzen zuzuordnen. Dies entspricht etwa dem typischen Unfallgeschehen innerorts.
- Die Tendenz der Verkehrskonfliktbeobachtung zu erhöhten Anteilen des Typs Abbiegen zeigt sich auch in der Unfallanalyse.
- Beim Vergleich der Verteilung der Interaktionstypen mit der Verteilung der Unfalltypen zeigte sich ein kohärentes Bild. Die kritischen Interaktionen beim Überschreiten machten allerdings bei der Verkehrskonflikttechnik einen größeren Anteil aus als bei den polizeilich registrierten Unfällen. Dies zeigt, dass der Konfliktfall Rad/Fuß möglicherweise durch die polizeilich-registrierten Unfallzahlen nur unzureichend abgedeckt wird.
- Radfahrende sind in etwa 45% der Unfälle mit Radverkehrsbeteiligung die Unfallverursacher, aber in etwa 55% der Fälle die Unfallopfer.
- Rund 74% der betrachteten Unfälle hatten einen Personenschaden zur Folge.
- Häufigste Unfallursache ist das Nichtbeachten von vorfahrtsregelnden Verkehrszeichen.
- Die untersuchten Fahrradstraßen weisen in der Summe eine Unfallrate von 4,75 U_RF/10^6*RF*Km auf. Im Vergleich mit anderen Fahrradstraßen-Studien ist dieser Wert relativ hoch. Er entspricht etwa der mittleren Unfallraten auf Erschließungsstraßen. Auch eine Näherung zeigt, dass die Anzahl der relevanten Unfälle pro Jahr pro Straße höher liegt als bei der Studie des GDV von 2016.
- Die Unfallrate ist in Straßen mit der Regelung R.-v.-l. an den Knotenpunkten höher als in Straßen mit anderen Regelungen wie z. B. VZ306/301 oder bei Straßen mit ausgebildeter Gehwegüberfahrt. Diese könnte aber auch auf die niedrigen Unfallzahlen zurückzuführen sein.
- Straßen in denen sehr hohe Radverkehrsstärken gezählt wurden oder in denen der Radverkehr die vorherrschende Verkehrsart auf der Fahrbahn ist, ist die Wahrscheinlichkeit als Radfahrender in einen Unfall verwickelt zu werden fast um die Hälfte niedriger als in Fahrradstraßen mit niedrigen Radverkehrsstärken.

6 Beantwortung der Forschungsfragen, abgeleitete Empfehlungen und neue Forschungsbedarfe

6.1 Allgemeine Empfehlungen

In diesem Kapitel werden die Forschungsfragen aus Kapitel 3.7 aufgegriffen und auf Basis der vorliegenden Untersuchungsergebnisse sowie der Literatur beantwortet. Im Zuge der Beantwortung der Forschungsfragen werden planerische Maßnahmen zur Gestaltung von Fahrradstraßen vorgeschlagen, die dazu beitragen, dass der Komfort für den Radverkehr steigt bzw., dass er weniger gefährdet und behindert wird und Fahrradstraßen somit einen echten Mehrwert gegenüber Straßen mit Tempo 30 für den Radverkehr darstellen. Es liegen zwar keine ähnlichen Untersuchungen für Straßen mit Tempo 30 vor, es kann allerdings angenommen werden, dass vergleichbare Straßen mit Tempo 30 und ohne VZ 244.1 (Fahrradstraße) bei gleichen Verkehrsstärken und gleicher Verkehrszusammensetzung, ähnliche Problemfelder aufweisen.

1. *Wie kann bewertet werden, ob eine Fahrradstraße im Sinne des Verordnungsgebers funktioniert? Welche Einsatzkriterien resultieren daraus?*

Als guter Indikator zur Bewertung ob eine Fahrradstraße als Führungsform vom Radverkehr angenommen wird, hat sich die Betrachtung der (illegalen) Gehwegnutzung durch den Radverkehr herausgestellt. Mit Blick auf die Einsatzkriterien hat sich daraus resultierend gezeigt, dass die absolute Kfz-Verkehrsstärke in dieser Untersuchung keinen Einfluss auf die Nutzung der Fahrbahn durch den Radverkehr hat. Vielmehr scheint das Verhältnis aus Radverkehr und Kfz-Verkehr relevant für die Akzeptanz der Fahrbahn als Führungsform zu sein. Daher wird empfohlen, dass die reine Kfz-Verkehrsstärke, wie sie in den aktuellen RASt als Einsatzkriterium genannt wird, in einer zukünftigen Revision in dieser Form nicht mehr genannt werden sollte. Aufgrund des hier beobachteten positiven Einflusses der relativen Radverkehrsstärken auf die Fahrbahnnutzung, wird empfohlen, die Netzplanung, sowie den Radverkehr als vorherrschenden Verkehrsart auf der Fahrbahn zukünftig weiterhin als Einsatzkriterium mit in Betracht zu ziehen.

2. *Welche Gestaltungen tragen zu einem Verkehrsgeschehen im Sinne des Verordnungsgebers bei?*

Ein Schild am Anfang der Straße reicht nicht aus, um das in der StVO erwünschte Verhalten in Fahrradstraßen zu bewirken. Bezüglich der Erkennbarkeit zeigt die Literatur, dass Fahrradstraßen häufig nicht als solche wahrgenommen werden und große Teile der Verkehrsteilnehmenden nicht wussten, welche Regeln dort gelten (vgl. Kapitel 3.1). Zusätzlich zu Beschilderung und Öffentlichkeitsarbeit können weitere Gestaltungsmaßnahmen zielführend sein. Im Rahmen der Dissertation konnten acht Maßnahmen identifiziert werden, die dazu beitragen, dass der Radverkehr in Fahrradstraßen weniger gefährdet und behindert wird.

1. Verkehrslenkende Maßnahmen, um den Durchgangsverkehr für Kfz zu reduzieren (z. B. Gegenlaufende Einbahnstraßen, Diagonalsperren), sorgen für ein defensives Fahrverhalten der Kfz mit weniger (engen) Überholungen von Radfahrenden (vgl. Forschungsfrage Nr. 5).
2. Ein Querschnitt mit 4,50 m Fahrbahnbreite oder schmaler verhindert den kritischen Überholfall Kfz/Rad bei Radverkehr auf der Gegenfahrbahn. Gleichzeitig ist ein Überholvorgang Kfz/Rad mit den vorgeschriebenen 1,50 m möglich. Falls es die Verkehrsstärken zulassen sollte diese Querschnittsbreite bevorzugt gewählt werden (vgl. Forschungsfrage Nr. 5). Wenn der Querschnitt der Fahrradstraße zwischen 4,50 – 6,00 m liegt, sollten verstärkt Maßnahmen zur Reduzierung von knappen Überholvorgängen Kfz/Rad getroffen werden. Zum Beispiel kann die Ausgestaltung eines gepflasterten oder baulich angelegten Mittelstreifens eine geeignete Lösung sein (vgl. Forschungsfrage Nr. 5 und Abbildung 72).
3. Sicherheitstrennstreifen zum ruhenden Kfz-Verkehr tragen dazu bei, dass der Radverkehr in Fahrradstraßen weniger gefährdet und behindert wird (vgl. Forschungsfrage Nr. 6 und Abbildung 73).
4. Im Vorrang- und im Schnellnetz sollten Fahrradstraßen an Knotenpunkten und Einmündungen bevorrechtigt geführt werden. Hat die Fahrradstraße nur eine geringe Verkehrsbedeutung, z. B. im Basis-Netz, dann kann auf die Regelung R.-v.-l. zurückgegriffen werden (vgl. Forschungsfrage Nr. 10 und Forschungsfrage Nr. 16).
5. Bei sehr hohen Radverkehrsstärken können Abbiegestreifen verbunden mit Leitlinien für den fließenden Verkehr an den Knoten innerhalb der Fahrradstraßen sinnvoll sein (vgl. Forschungsfrage Nr. 3)
6. An Knotenpunkten mit LSA sollten großzügig-dimensionierte Aufstellbereiche inklusive hinführender Schutzstreifen markiert werden (vgl. Forschungsfrage Nr. 13)
7. Punktuelle Maßnahmen zur Einhaltung der Fahrgeschwindigkeit des Kfz-Verkehrs wie z. B. Fahrbahnverschwenkungen, durchgehende Plateaupflasterungen oder die Anlage von Engstellen sind nur bedingt mit hohen Radverkehrsstärken auf der Fahrbahn verträglich. Eine Anwendung in Fahrradstraßen kann nicht empfohlen werden (vgl. Forschungsfrage Nr. 7). Eine Anhebung der gesamten Fahrbahn am Knotenpunkt kann zur Verdeutlichung der Vorfahrtsregelung allerdings sinnvoll sein.
8. Wenn hoher Querungsbedarf, insbesondere von vulnerablen Gruppen (Schüler, Senioren, Familien) erwartbar ist, dann sollten Querungsmöglichkeiten über Fahrradstraßen mit hoher Verkehrsbelastung angelegt werden. Um das Spannungsfeld zwischen Verkehrsfluss für den Radverkehr und sicheres Queren für Alle zu lösen, wird als bevorzugte Variante für die Planung eine Bedarfs-LSA mit dunkler Grundeinstellung empfohlen. (vgl. Forschungsfrage Nr. 3)

3. *Wie wirken sich hohe Radverkehrsstärken auf den Verkehrsablauf und die Verkehrssicherheit aus?*

Bei hohen Radverkehrsstärken (> 5.000 RF/Tag) wurden neben Einbiegen/Kreuzen Konflikten auch vermehrt Abbiege-Konflikte beobachtet. Diese Tendenz zeigte sich auch in den Unfalldaten.
Eine in dieser Untersuchung ermittelte Ursache für die Abbiege-Konflikte ist das legale mehrspurige (nebeneinander) Fahren des Radverkehrs, wodurch es zu Überholungen von abbiegenden und abbiege-bereiten Kfz durch den Radverkehr kam. Planerische Lösung könnten markierte Abbiege-Spuren für den Kfz-Verkehr, sowie Leitlinien für den fließenden Radverkehr am Knotenpunkt sein. Grundsätzlich sollten hohe Radverkehrsstärken sich in der Planung und Regelung des Knotenpunktes wiederfinden, insbesondere wenn die Fahrradstraße, die am höchsten belastete Verkehrsbeziehung darstellt.

4. *Ist eine Trennwirkung von Fahrradstraßen gegenüber dem Fußverkehr nachweisbar?*

Die mittleren Wartezeiten des Fußverkehrs bei Querungsvorgängen lag selbst auf den am höchsten-belasteten Fahrradstraßen bei weniger als 10s. Auch die 15% der am längsten wartenden Zu-Fuß-Gehenden mussten nicht länger 21s bis zu einer erfolgreichen Querung warten. Dies war auch auf Fahrradstraßen sehr hohen Radverkehrsstärken zu beobachten (> 800 RF/h). In fast allen Straßen konnten allerdings sehr lange Wartezeiten (> 30s) einzelner Zu-Fuß-Gehender vor dem Überqueren beobachtet werden. In zwei Untersuchungsfällen konnten vermehrt Konflikte zwischen Radfahrenden und Zu-Fuß-Gehenden beobachtet werden. Als Ursachen werden ein erhöhter Querungsbedarf, hohe Radverkehrsstärken sowie eine schlechte Erkennbarkeit, der am höchsten-belasteten Verkehrsverbindung vermutet. In einem weiteren Einzelfall konnten keine Probleme hinsichtlich der Regelakzeptanz eines FGÜ durch den Radverkehr in einer Fahrradstraße (bei rund 650 RF/h und 690 Kfz/h in den Spitzen) beobachtet werden.
Für die Planung bedeuten die Untersuchungsergebnisse, dass Fahrradstraßen mit hohen Radverkehrsstärken für unsichere Zu-Fuß-Gehende (Senioren, Familien, Kinder) eine Barriere darstellen können. Wenn hoher Querungsbedarf, insbesondere dieser vulnerablen Gruppen erwartbar ist, dann sollten Querungsmöglichkeiten angelegt werden. Um das Spannungsfeld zwischen Verkehrsfluss für den Radverkehr und sicheres Queren für Alle aufrecht zu lösen, wird als bevorzugte Variante eine Bedarfs-LSA mit dunkler Grundeinstellung empfohlen. Obwohl in dem einzelnen Untersuchungsfall keine Konflikte o.ä. beim Einsatz eines FGÜ beobachtet werden konnten, so ist dennoch erwartbar, dass das mehrspurige Fahren des Radverkehrs in Fahrradstraßen von Zu-Fuß-Gehenden an FGÜ als unsicherer wahrgenommen wird.

6.2 Empfehlungen zur Gestaltung der Streckenabschnitte

5. *Können optimale/kritische Fahrbahnbreiten z. B. auf Grundlage von Überholungen identifiziert werden?*

In acht Streckenabschnitten konnten im 13h Beobachtungszeitraum nicht mehr als 10 Überholungen eines Kfz von einem Radfahrenden beobachtet werden. In sieben von acht dieser Straßen waren in anderen Streckenabschnitten der Straße verkehrslenkende Maßnahmen (Diagonalsperren bzw. gegenläufigen Einbahnstraßen) zur Reduzierung des Kfz-Durchgangsverkehrs vorhanden. Ein Zusammenhang ist naheliegend.

Grundsätzlich wurde in den untersuchten Fahrradstraßen eine eher defensive Fahrweise des Kfz-Verkehrs beobachtet. In der Mehrheit der Fälle erfolgte kein Überholversuch eines Kfz eines einzelnen Radfahrenden. Dies war auch der Fall, wenn kein Gegenverkehr im Sichtfeld der Kameras war. In rund 10% aller beobachteten Überholungen wurden Radfahrende trotz eines Fahrrads im Gegenverkehr durch Kfz überholt. War dies der Fall, so waren rund 40% der Überholungen unterhalb von 1,00 m. Besonders häufig traten diese Überholungen mit knappen Abständen bei Querschnittsbreiten zwischen 4,50 m und 6,00 m auf. Gleichzeitig gelten diese Querschnittsbereiche nach den H RSV als optimal für Fahrradstraßen und aus Sicht des BLFA-StVO sind 5,00 m notwendig, wenn zwei Radfahrende nebeneinanderfahrend einem Kfz begegnen sollen.

Dieses Spannungsfeld ist planerisch bei der Anlage von Fahrradstraßen zu lösen. Zum Beispiel durch Querschnitte von 4,50 m oder schmaler, wenn dies die Verkehrsstärken und die örtliche Verkehrsregelung zulassen. Bei Fahrbahnbreiten zwischen 4,50 m und 6,00 m sollten pro-aktive Maßnahmen zur Reduzierung von Überholvorgängen zum Einsatz kommen, z. B. durch regelmäßige Kontrollen oder durch die Anlage von Diagonalsperren bzw. gegenläufigen Einbahnstraßen für den Kfz-Verkehr. Bei größeren Fahrbahnbreiten kann eine Gliederung der Fahrbahn durch einen baulich-angelegten Mittelstreifen sinnvoll sein. Letzteres wird in den Niederlanden als wirksame Gegenmaßnahme für diese kritischen Querschnittsbreiten eingesetzt. Im den hier untersuchten Fahrradstraßen war nur ein einzelner Fall mit einem baulich angelegten Mittelstreifen vorhanden. Auf der entsprechenden Straße in Senftenberg konnten nur geringe Verkehrsstärken gezählt werden, sodass auf dieser Basis keine Aussagen zur Wirksamkeit eines baulichen Mittelstreifens auf die Überholzahlen und -abstände gemacht werden kann.

Liegt ein Fahrbahnquerschnitt von mehr als 6,00 m vor so sollte bei hohen Kfz-Verkehrsstärken auf den kritischen Überholfall Kfz-Rad bei entgegenkommenden Kfz geachtet werden (Fall 13). Dieser Zusammenhang konnte in dieser Untersuchung nicht festgestellt werden, es wird aber Im Kapitel 3 der ERA mit Bezug auf Radverkehr im Mischverkehr vor dem Einsatz von Fahrbahnbreiten zwischen 6,00 m und 7,00 m aus diesem Grund gewarnt. Allerdings erst ab einer Verkehrsstärke von 400 Kfz/h (FGSV, 2010, S. 22).

Ist die Fahrradstraße nicht für Kfz-Verkehre freigegeben, so kann sich die Breite an den notwendigen Breiten für Zweirichtungsradwege orientieren.

Abbildung 72: Gepflasterter Mittelstreifen am Jüttendorfer Anger in Senftenberg. Quelle: Eigene Aufnahme

6. *Sind auf Fahrradstraßen mit Sicherheitstrennstreifen zum ruhenden Kfz-Verkehr weniger behindernde und kritische Interaktionen zwischen Radverkehr und ruhenden Verkehr messbar?*

Auf Straßen mit Sicherheitstrennstreifen konnte ein geringeres individuelles Risiko eines Radfahrenden in einen Konflikt mit dem ruhenden Kfz-Verkehr verwickelt zu werden und damit eine Steigerung des Fahrkomforts beobachtet werden als auf Straßen ohne Sicherheitstrennstreifen.
Grundsätzlich orientierte sich der Radverkehr in seiner Fahrlinie an den (markierten) Sicherheitstrennstreifen und bewegte sich damit außerhalb der kritischen Dooring-Zone.
Im Sinne der Verkehrssicherheit generell und aufgrund des besonderen Schutzes des Radverkehrs speziell auf Fahrradstraßen sollten daher immer ausreichend breite Stellplätze für den ruhenden Verkehr markiert sowie ein Sicherheitstrennstreifen zur Fahrgasse angelegt werden (vgl. Abbildung 73). Die notwendigen Breiten des Sicherheitstrennstreifens sind

- 0,75 m (inkl. Markierung) bei Längsparkständen und
- mindestens 0,75 m (inkl. Markierung) bei Senkrecht- und Schrägparkständen.
  (FGSV, 2010, S. 16)

Nach Möglichkeit sollten Senkrecht- und Schrägparkstände in Fahrradstraßen aber vermieden werden. Sicherheitstrennstreifen können baulich angelegt oder markiert werden. Für die Markierung eignet sich die unterbrochene Breitstrichmarkierung. Nach den aktuellen FGSV-Richtlinien für die Markierung von Straßen (RMS) ist der Breitstrich mit einer Breite von 0,25 m anzulegen und im Verhältnis 1:1 oder 2:1 zu unterbrechen (FGSV, 1993, S. 6). Der Dooring-Bereich zwischen dem Sicherheitstrennstreifen und den Parkständen ist gestalterisch von der Fahrgasse abzugrenzen, so dass es nicht zu Verwechslungen mit dem Infrastrukturelement Schutzstreifen/Radfahrstreifen kommt. Empfohlen wird, den Einsatzbereich der Fahrradpiktogramme bzw. der Sinnbilder Radverkehr vom derzeitigen, in der StVO verankerten Schutzstreifen, auf Fahrradstraßen zu erweitern.

Abbildung 73: Markierter Sicherheitstrennstreifen zum Ruhenden Verkehr auf der Zeitblomstraße in Ulm. Die Markierung des Sinnbildes Radverkehr ist aktuell nur auf Schutzstreifen erlaubt. Eine Erweiterung der StVO zum Einsatz auf Fahrradstraßen wird angeregt. Quelle: Eigene Aufnahme

7. *Führen Fahrbahnverschwenkungen (z. B. mäandrierendes Parken) und Engstellen als Maßnahmen zu Einhaltung der Kfz-Fahrgeschwindigkeit zu Behinderungen für den Radverkehr in Fahrradstraßen in nicht-akzeptablem Maße?*

Die bereits vorhandenen Untersuchungen aus Hamburg und der BASt haben gezeigt, dass Engstellen und alternierendes Parken zwar den Kfz-Verkehr bremsen, aber der Radverkehr dadurch ebenfalls in signifikantem Ausmaß behindert wird, sodass es zu einer Ablehnung der Fahrbahnnutzung kommen kann (Bührmann, 2020), (BASt, 1997). Die Untersuchung der BASt zeigt außerdem, dass durchgehende Plateaupflasterungen innerhalb einer Fahrradstraße den Komfort für den Radverkehr einschränken und teilweise zu einer verstärkten Gehwegnutzung der Radfahrenden führen kann (BASt, 1997). Die gleichen Erfahrungen wurden auch Ausland gemacht (Fietsberaat - Crow, 2019). Daher sollten, wenn Maßnahmen zur Einhaltung der zugelassenen Fahrgeschwindigkeit für den Kraftfahrzeugverkehr notwendig sind, vor allem verkehrslenkende Einrichtungen wie z. B. entgegengesetzt laufende Einbahnstraßen oder Diagonalsperren eingesetzt werden. Hierdurch verbessert sich auch die subjektive wahrgenommene Verkehrssicherheit aus Sicht des Radverkehrs (Fix my Berlin, 2020, S. 44). Eine innovative mit dem Radverkehr verträgliche, punktuelle Maßnahme zur Durchsetzung der Einhaltung der Fahrgeschwindigkeit von Kfz-Verkehren auf Fahrradstraßen ist der Einbau von sogenannten Sinuswellen. Auf Abbildung 74 ist eine beispielhafte Ausgestaltung aus dem Leitfaden für Radschnellverbindungen des Landes NRW zu sehen. Vergleichbare Empfehlungen finden sich im niederländischen Planungshandbuch CROW (Fietsberaat - Crow, 2019, S. 21).. Ebenfalls möglich sind geteilte Plateaupflasterungen gemäß RASt, an denen einspurige Radfahrende zumindest hintereinander gut vorbeikommen. Wichtig ist hier die regelkonforme Ausgestaltung ohne parallele Längsparkstände, da der Radverkehr sonst in den Dooring-Bereich gelenkt wird.

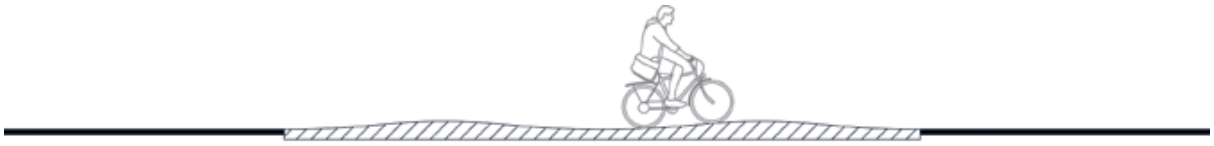


Abbildung 74: Ausbildung einer Sinuswelle für den Radverkehr (überhöhte Darstellung) Quelle: (Ministerium für Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen, 2019, S. 3.3.5.1.1.)

8. *Haben Fahrradstraßen mit Einbahnstraßenregelung weniger qualitative und quantitative Interaktionen zwischen Kfz- und Radverkehr als Straßen mit Zweirichtungsverkehr?*

Im Untersuchungskollektiv waren nur 4 Straßen mit Einbahn-Regelung für den Kfz-Verkehr vorhanden. Die vier Straßen zeigten zu große Unterschiede (Gestaltung, Fahrbahnbreite, Regelung, Verkehrsstärken) um eine Vergleichbarkeit sicherzustellen. Von daher können aus dieser Untersuchung leider keinen Aussagen zur Qualitätsverbesserung für den Radverkehr aufgrund einer Einbahnregelung für den Kfz-Verkehr getroffen werden. Allerdings sind für den Radverkehr in Gegenrichtung

geöffnete Einbahnstraßen in Deutschland bereits recht gut untersucht. Sie gelten grundsätzlich als sicher (Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft, 2016). Daher liegt der Schluss nahe, dass dies auch für das Element Fahrradstraße gilt. Theoretisch halbieren sich durch den Wegfall einer Fahrtrichtung für den Kfz-Verkehr bei gleichen Verkehrsstärken je Fahrtrichtung auch die knappen Überholungen sowie bei schmaleren Fahrbahnbreiten die Begegnungsfälle. Die so theoretisch reduzierten/halbierten Konfliktpunkte werden sehr wahrscheinlich auch zu einer Reduzierung der tatsächlichen Konfliktfälle in Fahrradstraßen beitragen. Wenn der Begegnungsfall Kfz/Kfz nicht mehr relevant ist, können die gewonnenen Breiten außerdem für eine verbesserte Ausgestaltung wie z. B. Sicherheitstrennstreifen genutzt werden. Hier besteht noch Forschungsbedarf, im Idealfall in Form einer Vorher-Nachher Untersuchung.

9. *Sind in Straßen in denen Kfz-Verkehr mehr als 50% der Tagesverkehrsstärke ausmacht vermehrt kritische oder behindernde Interaktionen, geringere Überholabstände und eine andere Flächennutzung beobachtbar?*

Teilweise fuhren über 8%, in Einzelfällen sogar über 10% der Radfahrenden nicht auf der Fahrbahn, sondern auf dem Gehweg im Seitenraum der Fahrradstraße. Eine einheitliche Kfz-Verkehrsstärke, ab welcher Radfahrende den Mischverkehr auf der Fahrbahn als Führungsform akzeptieren, konnte dabei nicht identifiziert werden. Als Einflussfaktor wurde hingegen beobachtet, dass dann, wenn ebenso viele bzw. mehr Radfahrende als Kfz über den gesamten Tagesverlauf (mehr als 50%) auf der Straße unterwegs waren, auch bei hohen Kfz-Verkehrsstärken (400 Kfz/h und mehr) die Benutzung der Fahrbahn durch den Radverkehr konstant blieb und dies nicht zu höheren Fahrgeschwindigkeiten der Kfz führte.

6.3 Empfehlungen zur Gestaltung der Knotenpunkte

10. *Ist ein Unterschied zwischen GW-Überfahrten und markierten Knoten mit Vorrang für die Fahrradstraße hinsichtlich der Verkehrssicherheit nachweisbar?*

Hinsichtlich der Gestaltung der Knotenpunkte, zeigte sich in der Konfliktbeobachtung eine leichte Hierarchie. An Knoten mit ausgebildeter Gehwegüberfahrt konnten keine Beinahe-Unfälle zwischen Rad und Kfz beobachtet werden. An Knotenpunkten mit einer Bevorrechtigung der Fahrradstraße durch VZ 301 oder VZ 306 konnte ein leicht erhöhtes individuelles Risiko eine Radfahrenden in einen Konflikt verwickelt zu werden identifiziert werden. In zwei Einzelfällen mit mehr 1.000RF/h konnten Schwierigkeiten mit der Verkehrszeichengeregelten Wartepflicht (VZ 206, VZ 205) festgestellt werden.

Für die Umsetzung der Bevorrechtigung am Knoten sehen auch vorhergehende Forschungsarbeiten leichte Sicherheitsvorteile bei einer baulichen Ausgestaltung einer Gehwegüberfahrt (BASt, 1997). Empfohlen für die Planung werden daher Gehwegüberfahrten vor allem in Fällen von mehreren kleinen Einmündungen hintereinander oder in unübersichtlichen Situationen (z. B. abknickende Vorfahrt). Gehwegüberfahrten reduzieren generell die Konflikte mit einbiegenden Kfz.

Bevorrechtigt werden können Fahrradstraßen auch durch die Beschilderung mit Zeichen VZ 306 oder durch VZ 301. Dies ist bis zu einer durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärke (DTV) von 2.000 Kfz auf den untergeordneten Straßen im innerörtlichen Erschließungsstraßennetz mit zulässiger Höchstgeschwindigkeit von bis zu 30 km/h möglich, wenn diese keine baulichen und betrieblichen Defizite aufweisen, der Knoten gut erkennbar gestaltet ist und ausreichende Sichtbeziehungen vorherrschen. Liegt der DTV auf den untergeordneten Straßen im innerörtlichen Erschließungsstraßennetz mit zulässiger Höchstgeschwindigkeit von bis zu 30 km/h zwischen 2.000 und 3.500 Kfz ist eine Bevorrechtigung zu prüfen. Der Einsatz von zusätzlichen Ausstattungsmerkmalen wie Fahrbahnanhebungen, Furteinfärbungen, ausreichende Sichtbeziehungen und eine gute Erkennbarkeit sind dann unverzichtbar. Diese Empfehlungen gehen auf eine Untersuchung der BASt zu bevorrechtigten Radwegefurten auf Radschnellverbindungen aus dem Jahr 2019 zurück. (BASt, September 2019, S. 81)

Aufgrund der Probleme mit der Wartepflicht der Fahrradstraßen an Netzübergängen mit der Beschilderung durch Zeichen 205 oder 206 bei mehr als 1.000 RF/h, werden für Planungen mit diesen Radverkehrsstärken eine Lichtsignalregelung, die Anlage eines Kreisverkehrs oder eine Bevorrechtigung der Fahrradstraße empfohlen.

Abbildung 75: Knoten mit angehobener roter Fahrbahnfläche und Zeichen 244.1, bevorrechtigt durch Zeichen 301 in der Zeitblomstraße in Ulm. Quelle: Eigene Aufnahme

11. *Haben Knotenpunkte mit deutlicher Markierung (Farbflächen, Große Piktogramme) weniger kritische und behindernde Interaktionen als Knotenpunkte ganz ohne Gestaltung?*

Zu dieser Forschungsfrage konnte keine Antwort gefunden werden. Ursache hierfür sind mutmaßlich die unterschiedlichen Einsatzgründe für die aufgebrachten Markierungen. Eine deutliche Markierung mit Farbflächen oder großen Piktogrammen kann aus pro-aktiven Gründen erfolgen zum Beispiel, weil die Fahrradstraße Teil einer RSV oder RVR ist, weil dies Teil des Gestaltungskonzeptes der jeweiligen Kommune ist oder aus Gründen der Erkennbarkeit und der Wegweisung. Andererseits werden Markierungen auch in der reaktiven Verkehrssicherheitsarbeit eingesetzt zum Beispiel, weil ein Knotenpunkt Sicherheitsdefizite hat und die Aufmerksamkeit erhöht werden soll. Daher kann es durchaus vorkommen, dass auffällig-markierte Knotenpunkte schlechtere Verkehrssicherheitskennziffern aufweisen als unauffällige. Um belastbare Aussagen zur Wirkung von (Farb-) Markierungen am Knoten machen zu können, wären Vorher-Nachher Untersuchungen zielführend.
Hinsichtlich der Wirksamkeit von flächenhaften Farbmarkierungen auf der Fahrbahn konnten aus der durchgeführten Untersuchung keine Aussagen abgeleitet werden. Sollen dennoch Farbmarkierungen auf der Fahrbahn angebracht werden, zum Beispiel, um mit eingefärbtem Asphalt an den Knoten auf Gefährdungsbereiche hinzuweisen oder um den Verlauf der Fahrradstraße zu verdeutlichen, so wird für die Planung die Farbe Rot empfohlen. Diese Farbe wird bereits von vielen Verkehrsteilnehmenden mit dem Radverkehr verknüpft und kommt in den Leitfäden zur Gestaltung von Fahrradstraßen der Flächenländer Hessen und Baden-Württemberg bereits zur Anwendung. Als Material ist Epoxidharz (Haltbarkeit ca. 10 Jahre) oder durchgefärbter Asphalt (Haltbarkeit 20 Jahre) zu empfehlen. Ist die Fahrradstraße Teil einer Radschnellverbindung, so kann im Rahmen der Hinweise zu Radschnellverbindungen und Radvorrangrouten die Farbe Grün verwendet werden (FGSV, 2021). Nach dem Wiener Übereinkommen von 1968 dürfen für Straßenmarkierungen, die nicht in der StVO vorkommen, keine Farben genutzt werden, die bereits in der StVO oder im europäischen Ausland verwendet werden. Die Farbe Blau wird in einigen deutschen Kommunen, vor allem aber im europäischen Ausland zum Beispiel in Frankreich, für die Markierung von (barrierefreien) Parkständen genutzt und darf daher nicht für die Markierung von Fahrradstraßen verwendet werden (UNECE, 1968).

12. *Gibt es einen Zusammenhang zwischen der Qualität der Fahrbahnoberfläche und der Akzeptanz?*

Die Fahrbahnoberflächen der untersuchten Fahrradstraßen waren alle in einem guten Zustand, so dass aus der vorliegenden Untersuchung keine Aussagen hierzu getroffen werden können. Allerdings hat die Untersuchung der BASt auf Erschließungsstraßen gezeigt, dass der Radverkehr bei unebenen Fahrbahnbelag wie zum Beispiel Kopfsteinpflaster vermehrt auf die Gehwege ausweicht (BASt, 1997, S. 142ff).

13. *Sorgen Aufstellbereiche mit hinführendem Schutzstreifen zu einer LSA für weniger behindernde und kritische Interaktionen als keine Gestaltung an der LSA?*

Da die Anfangsbereiche im Zuge dieser Dissertation nicht mehr explizit ausgewertet wurden, kann zu dieser Forschungsfrage keine Aussage gemacht werden. Allerdings gelten aufgeweitete Radaufstellstreifen an Knotenpunkten mit LSA schon lange als Standard in der Wissenschaft und Technik (FGSV, 2010, S. 44). Sie sollten daher auf Fahrradstraßen vollumfänglich und großzügig-dimensioniert zu Einsatz kommen. Bei nicht Markierung besteht das Risiko, dass die Akzeptanz der Fahrbahn als Führungsform sinkt und auf den Gehweg ausgewichen wird, da die Zeitverluste durch einen gemeinsamen Rückstau mit Kfz vergleichsweise groß sind.

14. *Haben Informationstafeln zu den allgemeinen Regeln in Fahrradstraßen eine Auswirkung auf den Verkehrsablauf (z. B. Geschwindigkeiten Kfz, Nebeneinanderfahrten im Radverkehr etc.)?*

In einem Untersuchungsfall fuhren rund 15% der Fahrradfahrenden zu zweit nebeneinander. Es liegt der Schluss nahe, dass dies auf große Tafeln zu Beginn der Straße zurückzuführen ist, auf denen die Regeln der StVO erklärt wurden. Für belastbare Aussagen waren nicht genug Fälle im Untersuchungskollektiv.

15. *Ist das Missachten der Vorfahrt von Kfz die häufigste behindernde und kritische Interaktion am Knoten?*

Die Analyse der Konflikt-Ursachen zeigt, dass die Missachtung der Vorfahrt der häufigste Grund für einen Konflikt an den Knotenpunkten ist. An Knoten mit der Regelung R.-v.-l. nehmen sowohl Radfahrende als auch die Kfz-Lenkerinnen und Lenker sich etwa in gleicher Häufigkeit gegenseitig die Vorfahrt. An Knoten mit der Regelung VZ301 / VZ306 im Zuge der Fahrradstraßen liegt die Haupt-Ursache bei unvorsichtig einbiegenden/kreuzenden Kfz.

Für die Planung wird daher empfohlen, dass ein Übergang aus dem sonstigen Straßennetz in die Fahrradstraße für alle Verkehrsteilnehmenden deutlich erkennbar gemacht wird. Gegebenenfalls können Halte- und Wartelinien (bei RSV Haifischzähne) die geltenden Vorfahrtsregeln verdeutlichen.

16. *Weisen R-.v.-l. Knoten bei größeren Radverkehrsstärken Sicherheitsdefizite auf?*

In der hier durchgeführten Untersuchung zeigten die Straßen mit der Regelung R.-v.-l. eine leichte Unfallauffälligkeit. Dies ist aber vermutlich auf die sehr schwache Datenlage und weniger auf die hohen Radverkehrsstärken zurückzuführen. In der Verkehrskonfliktbeobachtung konnte dieser Trend nicht bestätigt werden. Hinsichtlich der Regelung nach dem Grundsatz „Rechts-vor-links“ (R.-v.-l.) weist die VwV-StVO darauf hin, dass dieser nur gelten darf, wenn

> „[…] die kreuzenden Straßen einen annähernd gleichen Querschnitt und annähernd gleiche, geringe Verkehrsbedeutung haben.“ (VwV-StVO, 2013, S. § 8, II, Absatz 3)

Angewandt auf das Infrastrukturelement Fahrradstraße ist für die Planung davon auszugehen, dass die Regelung R.-v.-l. nur für das Basisnetz bei geringen Radverkehrsstärken (= geringe Verkehrsbedeutung) in Frage kommt. Sobald es sich um eine Route mit übergeordneter Bedeutung für den

Radverkehr handelt, beispielsweise als Teil des Vorrang- oder Schnellnetzes, dann ist die Fahrradstraße zu bevorrechtigen.

6.4 Übertragbarkeit der Empfehlungen auf das Element Fahrradzone

Seit 2020 gibt es in Deutschland das Element der Fahrradzone. Das vom Verordnungsgeber in der StVO vorgeschriebene Verkehrsverhalten in Fahrradzonen entspricht den Vorgaben für Fahrradstraßen. Ein großer Unterschied liegt in der räumlichen Ausdehnung. Fahrradstraßen sind linienhafte Infrastrukturen, die je nach Netzhierarchie (Schnell-, Vorrang-, Basisnetz) auch zur Beschleunigung des Radverkehrs z. B. durch eine Bevorrechtigung am Knoten beitragen können. Fahrradzonen sind hingegen flächenhafte Anordnungen. Innerhalb einer Fahrradzone, darf z. B. nur die Regelung R.-v.-l. gelten und sie dürfen sich nicht über Hauptverkehrsstraßen erstrecken. Hinsichtlich der Gestaltung weist der Verordnungsgeber darauf hin, dass in Fahrradzonen regelmäßig das VZ 244.3 (Fahrradzone) auf der Fahrbahn aufgebracht werden muss. Darüber hinaus kann die Mehrheit der Empfehlungen für Fahrradstraßen auch auf Fahrradzonen übertragen werden. Hierzu zählen z. B.

- Verkehrslenkende Maßnahmen zur Unterbindung des Kfz-Durchgangsverkehrs. Allerdings sind hier vor allem flächendeckende Maßnahmen zur Verkehrsberuhigung zielführend. Erste Hinweise hierzu können dem gleichnamigen Modellvorhaben von 1985 entnommen werden (BASt, 1985). Die dort aufgezeigten und erprobten Lösungen finden sich auch in aktuellen Veröffentlichungen zu den Stichworten Superblocks (Kiezblocks), Quartiersmobilität und Circular Traffic wieder.
- Die empfohlenen Querschnitte für Fahrradstraßen lassen sich ohne weiteres auch auf Fahrradzonen übertragen. Entsprechend sollte die Regelfahrbahnbreite 4,50 m oder schmaler betragen und bei breiteren Querschnitten verstärkt Maßnahmen zur Reduzierung von knappen Überholvorgängen Kfz/Rad getroffen werden.
- Die Empfehlung zur Ausgestaltung von Sicherheitstrennstreifen zum ruhenden Kfz-Verkehr kann auf Fahrradzonen vorbehaltslos erweitert werden.
- An den Übergängen der Fahrradzone zum restlichen Straßennetz sollten an Knotenpunkten mit LSA großzügig-dimensionierte Aufstellbereiche inklusive hinführender Schutzstreifen markiert werden.
- Das Wissen um Schwierigkeiten mit punktuellen Maßnahmen zur Einhaltung der Fahrgeschwindigkeit des Kfz-Verkehrs wie z. B. Fahrbahnverschwenkungen bei hohen Radverkehrsstärken ist ebenfalls gut auf Fahrradzonen übertragbar. Aus Sicht des Radverkehrs sind flächendeckende Maßnahmen zur Verkehrsberuhigung zielführender.

6.5 Weiterer Forschungsbedarf

Im Rahmen der Bearbeitung der Dissertation konnten zahlreiche weitere Forschungsbedarfe identifiziert werden:

- So sind bisher keine belastbaren Aussagen zum Unterschied zwischen Einrichtungs- und Zwei-Richtungsverkehr für Kfz aus Sicht des Radverkehrs möglich. Erste Hinweise aus den Niederlanden deuten darauf hin, dass Einrichtungsverkehr, selbst bei gleichbleibender Kfz-Verkehrsstärke, deutlich weniger Konflikte zwischen Rad und Kfz mit sich bringt als eine Freigabe der Fahrradstraße für Kfz in beide Fahrtrichtungen.
- Weiterhin konnte die Wirkung von gepflasterten und vielleicht zukünftig auch markierten Mittelstreifen nur unzureichend bewertet werden. Auch hier deuten erste Erkenntnisse aus dem Ausland daraufhin (Niederlande, Belgien), dass baulich-angelegte Mittelstreifen eine gute Möglichkeit sind um knappe Überholvorgänge Kfz/Rad zu reduzieren.
- Grundsätzlich sollten FGÜ auf Fahrradstraßen genauer untersucht werden. Auch wenn hier in einem Untersuchungsfall kaum Konflikte beobachtet werden konnten, so ist es dennoch erwartbar, dass das mehrspurige Fahren des Radverkehrs in Fahrradstraßen sich auch kritisch auf das Verkehrsgeschehen an FGÜs auswirken wird.
- Ein anderes Untersuchungsgebiet sind Maßnahmen zur Einhaltung der Fahrgeschwindigkeit der Kfz und deren Auswirkung auf den Fahrradverkehr. Erste Untersuchungen aus Hamburg und der BASt haben gezeigt, dass Engstellen und Fahrbahnverschwenkungen für Kfz sich nur bedingt mit hohen Radverkehrsstärken vertragen. Hier besteht noch weiterer Forschungsbedarf, um speziell diesen Zusammenhang hinsichtlich Leistungsfähigkeit für den Radverkehr und Verkehrssicherheit genauer zu beleuchten.
- Passend dazu sollten die empfohlenen Sinuswellen aus dem Leitfaden für Radschnellverbindungen in NRW wissenschaftlich umfassend untersucht werden. Hierzu zählen die Wirkung, die genaue bauliche Ausgestaltung und mögliche Einsatzkriterien.
- Seit der Revision der VwV-StVO im November 2021 gilt als Voraussetzung für die Einrichtung von Fahrradstraßen eine hohe Radverkehrsdichte. Dieser Begriff ist zum Stand Januar 2022 nur mit wenigen/keinen verkehrlichen Kennziffern unterfüttert, sodass hierzu ein hoher Forschungsbedarf von Seiten der Planungspraxis besteht.
- Zwei Untersuchungsfälle mit mehr 1.000 RF/h haben gezeigt, dass ab diesen Mengen die Radverkehrsstärke für die Regelung und Dimensionierung von Verkehrsanlagen zwingend zur berücksichtigen ist. Hier sollten weitere Forschungen z. B. im Bereich der Leistungsfähigkeit (Dimensionierung von Aufstellbereichen, Durchsetzungsgrad von Radverkehrsströmen durch Kfz, Leistungsfähigkeit von Kreisverkehren) durchgeführt werden um die Planerinnen und Planern der Zukunft die passenden Werkzeuge an die Hand geben zu können.
- Eine Vorher-Nachher-Untersuchung zur Wirkung von flächendeckenden Farbmarkierungen an Knotenpunkten generell und speziell in Fahrradstraßen würde einen zielgenaueren und effizienteren Einsatz von Ressourcen ermöglichen.

- Abschließend wäre eine vergleichbare und aktuelle Untersuchung der hier für Fahrradstraßen empfohlenen Gestaltungselemente gegenüber Straßen mit Tempo 30 wünschenswert, um den tatsächlichen Mehrwert von Fahrradstraßen gegenüber Straße mit Tempo 30 zu bestätigen.

6.6 Kritische Reflexion

Die im Rahmen der Dissertation gewonnen Erkenntnisse können zu einer Weiterentwicklung der Regelwerke und zu einer Förderung des Radverkehrs in Deutschland beitragen. Kritisch bleibt festzuhalten, dass durch den gewählten Ansatz die Informationstiefe zwar hoch ist, die Ergebnisse aber kaum statistische Signifikanzen aufweisen. Dies gilt in besonderem Maße für die Auswertung der Konflikte im Rahmen der Kamerabeobachtung. Die dort verwendeten Definitionen der Interaktionsschwere lassen außerdem Spielraum für Interpretationen bei der Auswertung. Da verschiedene wissenschaftliche Hilfskräfte unterstützend tätig waren, könnte hier, trotz aller Gegenmaßnahmen (Pre-Tests, Standardisierte Anleitung, Supervisionen, stichprobenhafte Überprüfungen), auch ein Bias bei der Auswertung vorliegen. Die Unfallanalyse besitzt aufgrund der dünnen Datenbasis ebenfalls nur eine eingeschränkte Aussagekraft. Die ursprünglich angestrebten 3-Jahres Unfallkarten ergänzt durch eine detaillierte Auswertung der Hergangstexte hätte hier möglicherweise ggf. noch weitere Erkenntnisse gebracht.

Ein anderer Aspekt der im Rahmen der Dissertation nur unzureichend berücksichtigt wurde ist die Bewertung der Fahrradstraßen aus Sicht der Nutzerinnen und Nutzer. Diese Perspektive hätte im Lichte der Radverkehrsförderung noch neue Erkenntnisse bringen können. Insbesondere wurde die Thematik der Verkehrsvermeidung im Rahmen der Untersuchung nicht adressiert. Falls sich Personen so unsicher fühlen, dass sie die betrachteten Fahrradstraßen meiden, waren sie auch nicht Teil der Untersuchung. Wie groß dieser Anteil war, lässt sich rückblickend nicht mehr ermitteln. Eine geplante Befragung in 10 Fahrradstraßen vor und nach der Umsetzung in der Stadt Köln konnte nicht mehr im Rahmen der Dissertation durchgeführt werden. Grund waren starke Verzögerungen im Umsetzungsprozess.

An der Literaturanalyse kann weiterhin kritisiert werden, dass nur wenige Zeitschriftenartikel berücksichtigt wurden. Insbesondere internationale Journale wurden nur in ersten Ansätzen und nicht systematisch im Rahmen der Untersuchung auswertet. Hier könnten noch mögliche Erkenntnisse liegen, die nicht in die Untersuchung eingeflossen sind.

Kritisch zu hinterfragen ist ebenfalls die Vergleichbarkeit der 26 Fahrradstraßen. Insbesondere die Knotenpunkte weisen hinsichtlich der Geometrie und anderer Rahmenbedingungen teils große Unterschiede auf. Es besteht außerdem die Gefahr, dass die Nutzerinnen und Nutzer vor Ort möglicherweise nur die örtlichen Gestaltungsvarianten kennen und somit eine Verallgemeinerung der Ergebnisse, die aus dem beobachteten Nutzerverhalten erschlossen wurden, nichtzutreffend ist.

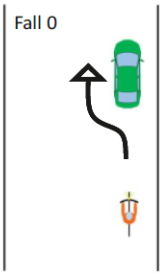
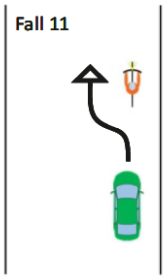
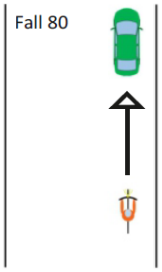
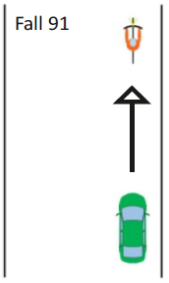
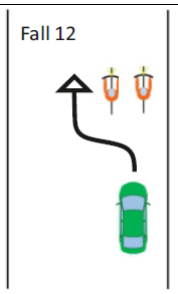
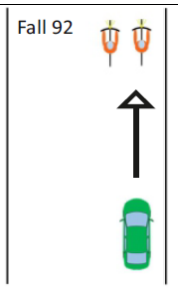
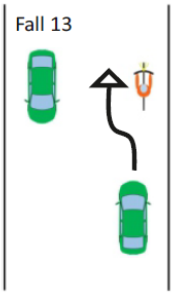
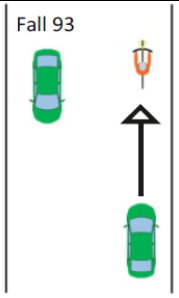
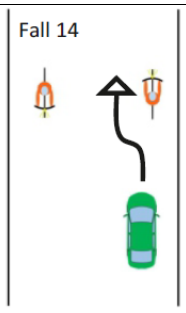
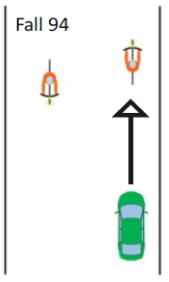
Abschließend bleibt noch festzuhalten, dass auch der Autor der Dissertation durch seinen persönlichen soziokulturellen Hintergrund ein Bias bei der Hypothesenbildung und bei der Interpretation der Ergebnisse besitzt.

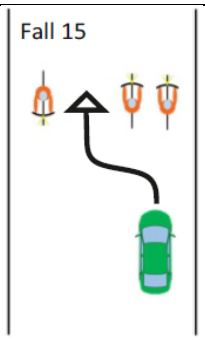
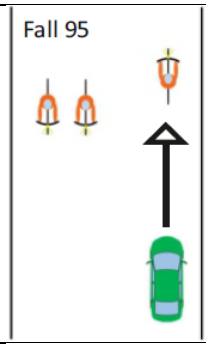
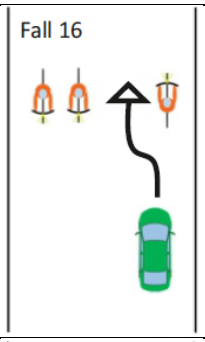
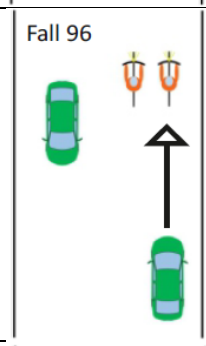
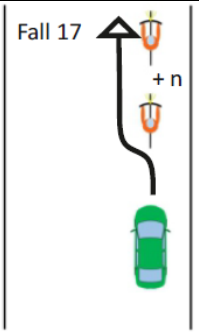
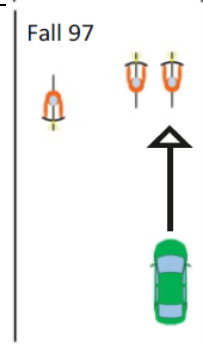
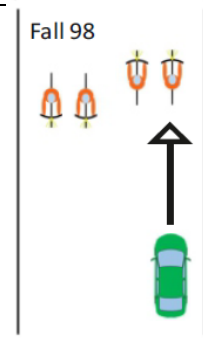
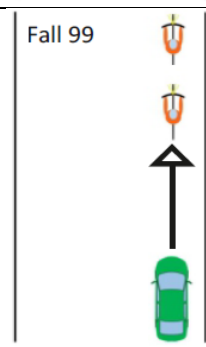
6.7 Ausblick

Fahrradstraßen können eine sichere und komfortable Führungsform für den Radverkehr darstellen, wenn sie gut gestaltet sind, das heißt wenn der Radverkehr die vorherrschende Verkehrsart ist und die Verbindung für den Kfz-Verkehr entweder nicht durchgängig befahrbar ist oder andere Maßnahmen zur Reduzierung von knappen Überholvorgängen Kfz/Rad getroffen wurden. Im Unterschied zu anderen Führungsformen des Radverkehrs werden zwar von StVO, VwV-StVO und den Regelwerken der FGSV in Deutschland konkrete Vorgaben zum Verkehrsablauf auf Fahrradstraßen gemacht, Hinweise zu einer guten, wiedererkennbaren Gestaltung gibt es aber bisher nur, wenn Fahrradstraßen im Verlauf von Radschnellverbindungen oder Radvorrangrouten eingesetzt werden. Diese speziellen höherrangigen Verbindungstypen sind in Deutschland (noch) eher selten. Die Definitionslücke ist insofern gravierend, da der Wissenstand zu Fahrradstraßen und den dort gültigen Regeln unter den Nutzerinnen und Nutzern speziell, und in der Bevölkerung in Deutschland allgemein immer noch weithin unbekannt ist. In den Kommunen und Ländern finden sich eine Vielzahl an bunten Markierungsvarianten, die in der Regel auf keinen wissenschaftlichen Erkenntnissen basieren und deren Wirkung umstritten ist. Für die Überarbeitung der kommenden technischen Regelwerke der FGSV wird ein abgestimmtes, einheitliches Markierungs-Konzept für Fahrradstraßen, verbunden mit Qualitätsstandards empfohlen. Neben den Gestaltungsmerkmalen mit verkehrstechnischer Relevanz sollte auch die Wiedererkennbarkeit von Fahrradstraßen in der Gestaltung eine Rolle spielen. Denn nur so kann das Infrastrukturelement den Bekanntheitsgrad bei allen Nutzerinnen und Nutzern des Straßenverkehrs steigern und seinen festen Platz zwischen den anderen Radführungsformen einnehmen.

Anhang A bis K

Anhang A

RF überholt Kfz	Kfz überholt RF	RF folgt Kfz	Kfz folgt RF
Fall 0 	**Fall 11** 	Fall 80 	Fall 91 
	Fall 12 		Fall 92 
	Fall 13 		Fall 93 
	Fall 14 		Fall 94 

	Fall 15 		Fall 95 
	Fall 16 		Fall 96 
	Fall 17 		Fall 97 
			Fall 98 
			Fall 99 

Auswertung Überholungen/Hinterherfahrten

Fall Nr.	Anzahl
Fall 91	1409
Fall 92	110
Fall 93	755
Fall 94	673
Fall 95	57
Fall 96	8
Fall 97	18
Fall 98	2
Fall 99	382

Fall Nr.	Anzahl
Fall 11	1447
Fall 12	70
Fall 13	39
Fall 14	223
Fall 15	8
Fall 16	28
Fall 17	238

Anhang B

Interaktionsbeobachtung am Knoten

Zählzeiträume: morgens: 7:00 – 9:00 Uhr
mittags: 12:00 – 14:00 Uhr
abends: 17:00 – 19:00 Uhr

Vorbereitung Screenshots

- Kamera auswählen, die einen Knotenpunkt erfasst
- In die Vorfahrtsregelung einarbeiten
- Screenshotpeicherung bei VLC justieren: Werkzeuge -> Einstellungen -> Video): „Stadt"_C"x"_"Videoname"_"laufende Nummer" (Beispiel: Freiburg_C9_MAH00014.MP4_)
    - Die laufende Nummer wird vom VLC Player automatisch vergeben (Häkchen bei „sequentielle Nummerierung" im Unterpunkt Videoschnappschüsse)
    - Für jede neue Videodatei muss dieser Vorgang angepasst werden
- Einen Ordner mit dem Namen_"Name der Stadt_Screenshots" (Beipiel: Freiburg_Screenshots) im folgenden Verzeichnis erstellen und als Speicherziel bei VLC eingeben: T:\Projekte\F162_Fahrradstraßen\03 Daten\01 Bestand_Untersuchung\06 Interaktion Knoten

Vorbereitung Dokumentation der Interaktion

- Öffnen der Datei „Erfassung_Screenshots_Interaktionen_Knoten_Vorlage" im Ordner „T:\Projekte\F162_Fahrradstraßen\03 Daten\04 Arbeitsdokumente\06 Interaktionen Knoten"
- Erstellen einer neuen Datei nach „Stadt_Straße_Interaktionen_Knoten" (Beispiel: Freiburg_Interaktionen_Knoten) im Verzeichnis:
    - T:\Projekte\F162_Fahrradstraßen\03 Daten\01 Bestand_Untersuchung\06 Interaktion Knoten
- Eintragen der Zeitdaten (Speicherzeiten, Startzeiten, Längen) und Namen der Videodateien, die den zu untersuchenden Knotenpunkt in den festgelegten Zählzeiträumen erfasst haben in das Blatt „Grunddaten"
- Umbenennung des Blattes „CamX" gemäß der genutzten Kamera
- Zählung der Anzahl der sich im Blickfeld befindenden Kfz-Stellplätze
- Eintragen der Startzeit des ersten Videos in die Spalte „Startzeit Video"
- Eintragen des Stadtkürzels, der Kamera und des Dateinamens in die jeweiligen Spalten
- Beginn der Interaktionsauswertung ab 07:00 Uhr
- Für jede neue Videodatei wird die Bildnummer der Screenshots zurückgesetzt und erneut gezählt

Ablauf Interaktionserhebung

- Screenshot Erstellung bei einer Interaktion, in die **mindestens** ein **Radfahrer** involviert ist
- Alle Interaktionen zählen bis **100** erreicht sind. Danach nur noch **Behinderung & Kritisch** (→ Definitionen stehen in der Vorlagen-Datei)
- Dokumentierung des Zeitpunktes (der **Videozeit**) und der **Bildnummer** (vgl. sequenzielle Nr. von VLC; startet bei jedem neuen Video wieder mit 1)
- Festlegung der **Kategorie der Interaktion** anhand des Unfalltypenkataloges (**Kategorie 1-7**) im „Merkblatt zur Örtlichen Unfalluntersuchung in Unfallkommissionen" auf S. 48 - 63
- Konkretisierung der auftretenden Interaktionen durch **3-stelligen Interaktionstyp**
- Beschreibung der **Interaktionsursache** aus Radfahrersicht und u.U. aus Kfz-Sicht
- Erfassung der Anzahl der Beteiligten an der konkreten Situation insgesamt und auf gesplittet auf die Verkehrsteilnehmer RF, Kfz, FG
- die **verschiedenen Fälle** sind jeweils in der **Erhebungsvorlage** rechts vermerkt

Unfalltypen aus dem Merkblatt zur örtlichen Unfalluntersuchung in Unfallkommissionen (S.-49ff).
Hier: Äquivalent genutzt als 3-stellige Interaktionstypen.

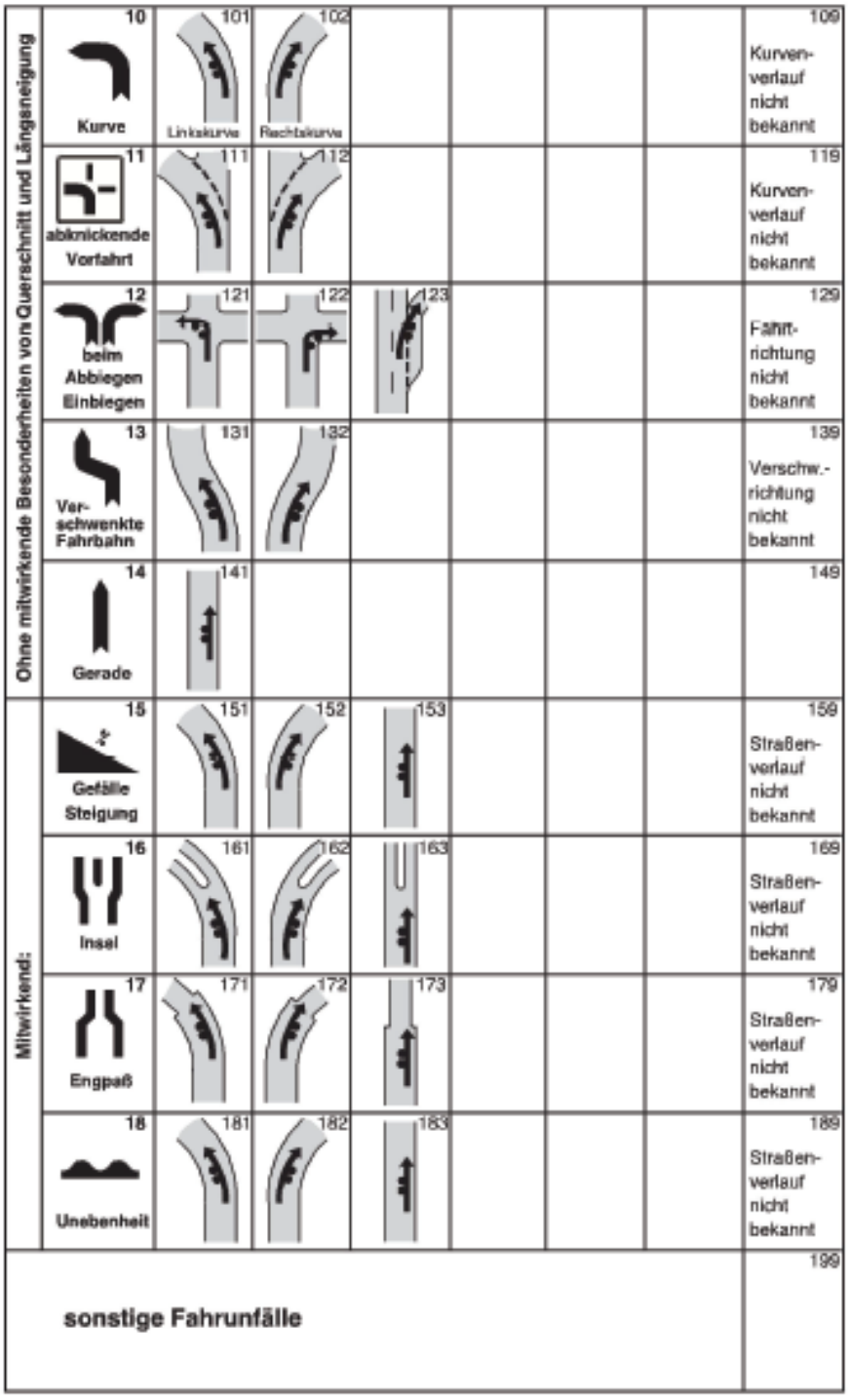


Bild 60: Unfalltyp 1: Fahrunfall (F)

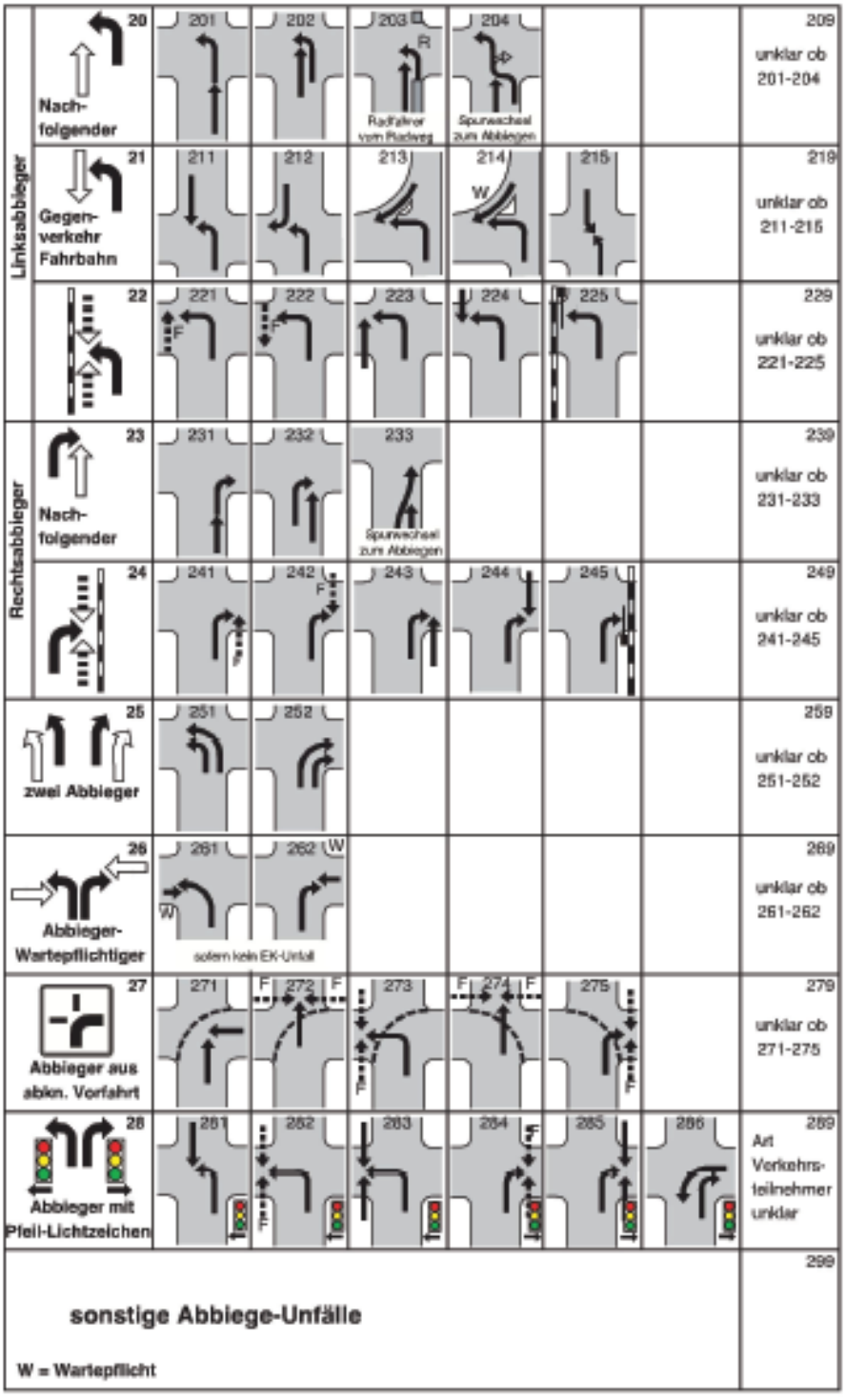


Bild 61: Unfalltyp 2 – Abbiege-Unfall (AB)

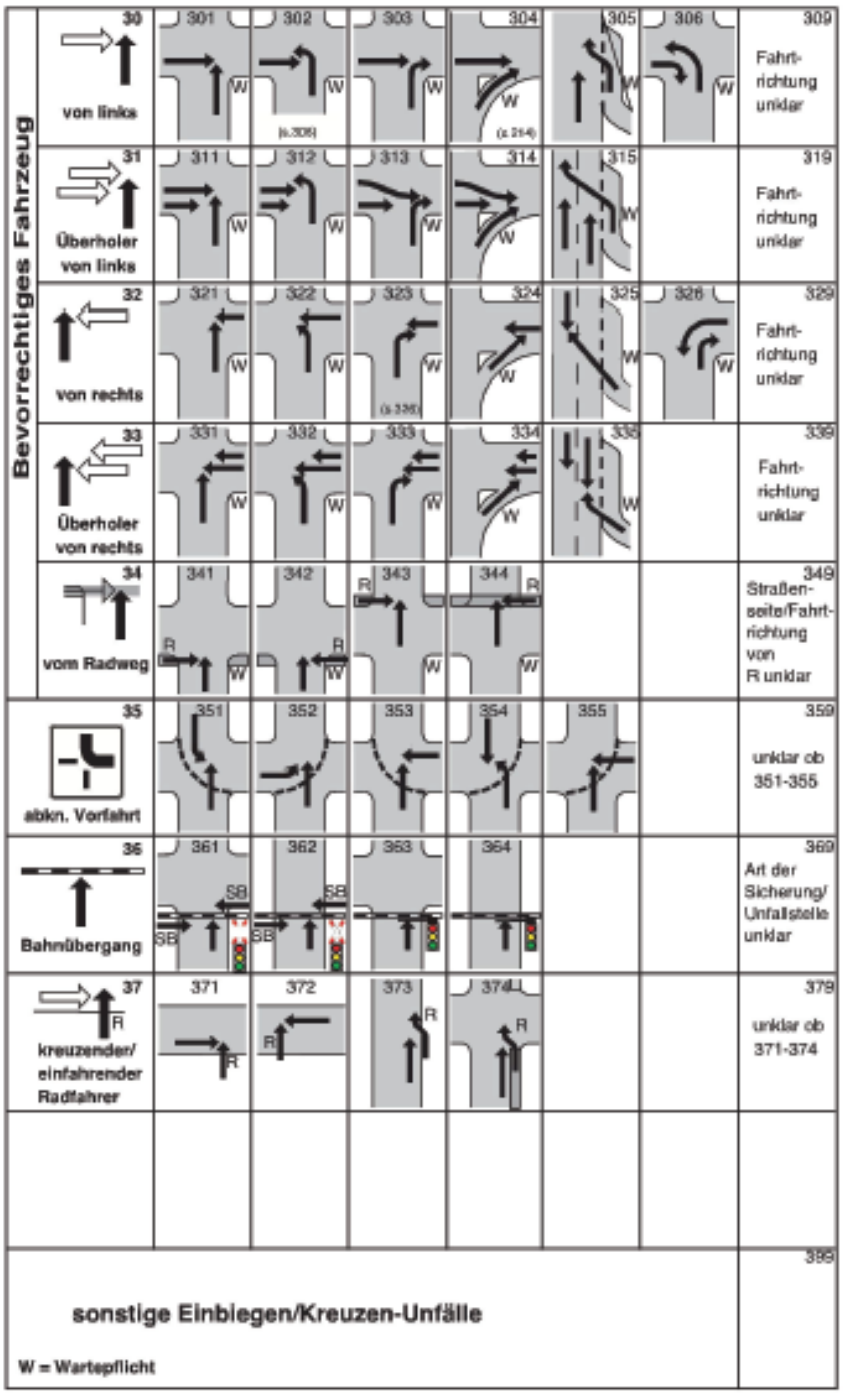
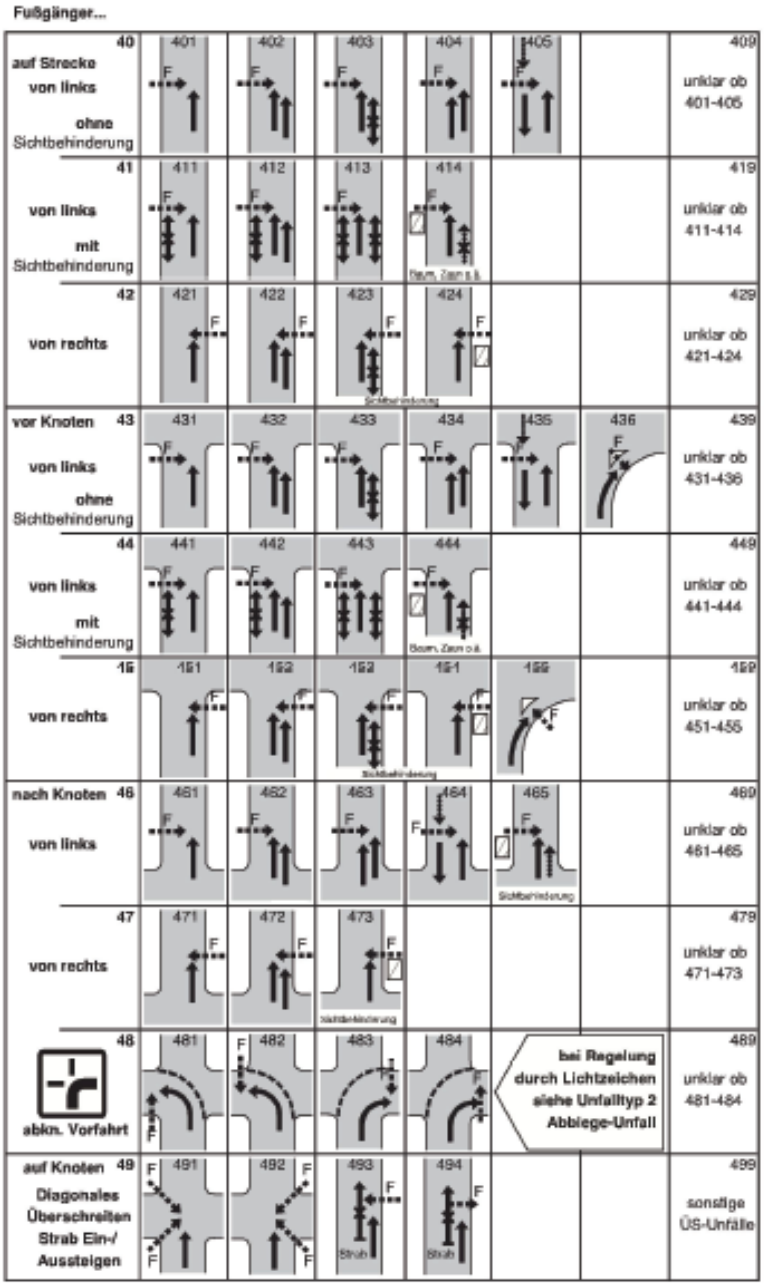


Bild 62: Unfalltyp 3 – Einbiegen/Kreuzen-Unfall (EK)



Parker auf Fahrbahn oder Gehweg, Aufstellung längs oder quer

Bild 63: Unfalltyp 4 – Überschreiten-Unfall (ÜS)

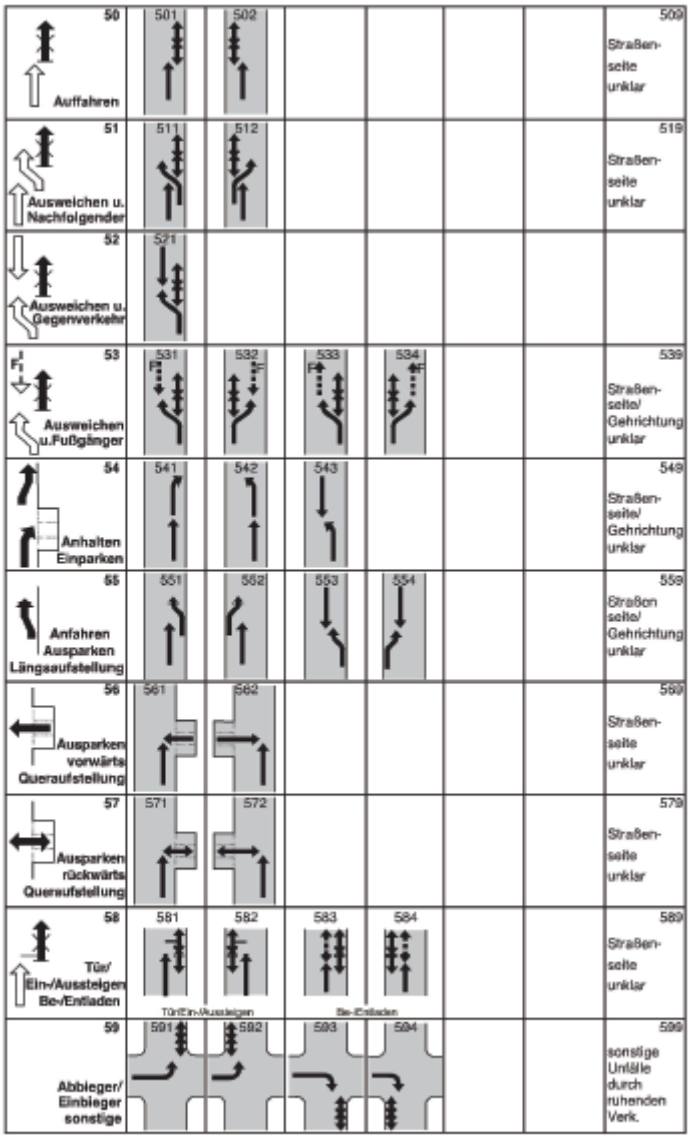


Bild 64: Unfalltyp 5 – Unfall durch ruhenden Verkehr (RV)

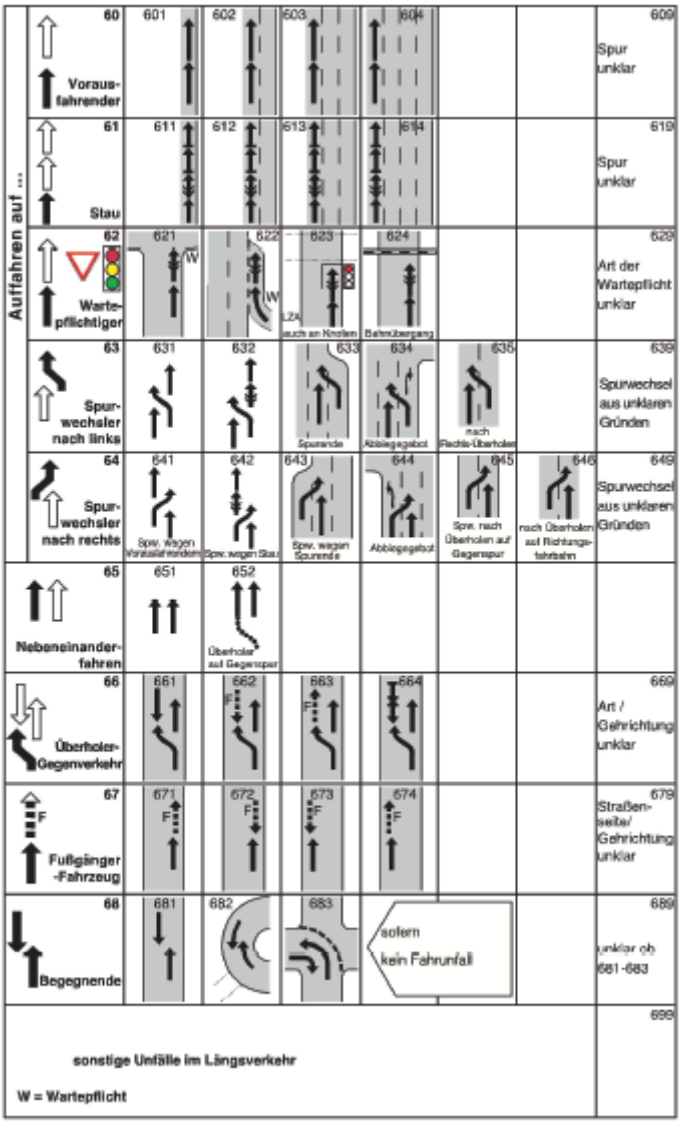
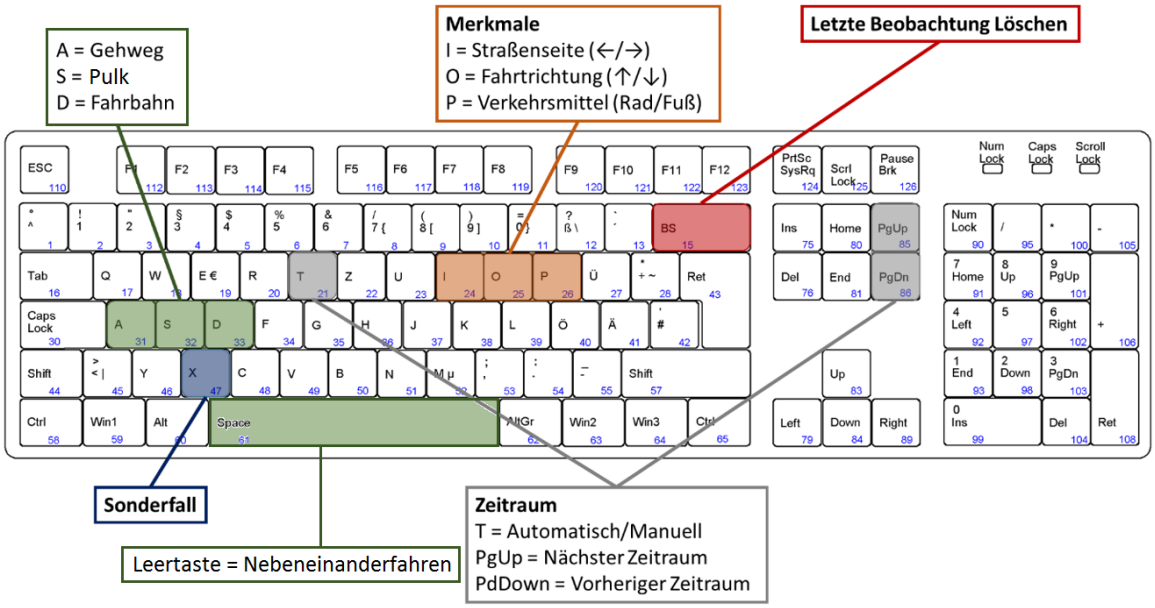


Bild 65: Unfalltyp 6 – Unfall im Längsverkehr (LV)

Bild 66: Unfalltyp 7 – Sonstiger Unfall (SO)

Anhang D

Zählvorlage



Grundsätzlich wird jedes Fahrrad und jede/r Fußgänger/in zunächst einzeln erfasst. Die Tasten „S“ oder „D“ werden nur im Anschluss gedrückt, wenn gerade zwei Nebeneinanderfahrende Radfahrer/innen oder eine Fahrradgruppe auf der Fahrbahn erfasst wurde.

Nebeneinanderfahrt = Zwei Räder die direkt nebeneinander Fahren

Gruppe / Pulk = Mehr als 2 Fahrräder, die sich neben und oder hintereinander im Verbund bewegen.

Radfahrende auf dem Gehweg werden nur gezählt, wenn diese augenscheinlich über 10 Jahre alt sind

Eingabebereich:

Hier werden vor Zählung die Daten der aktuellen Videodatei eingegeben, sodass später jede Beobachtung zweifelsfrei einem Tag, einer Uhrzeit und einem Ort aber auch einer Datei und einer Zeit im Video zugeordnet werden können. Die Daten werden in dem Bereich „Videodaten“ (rot) eingetragen.

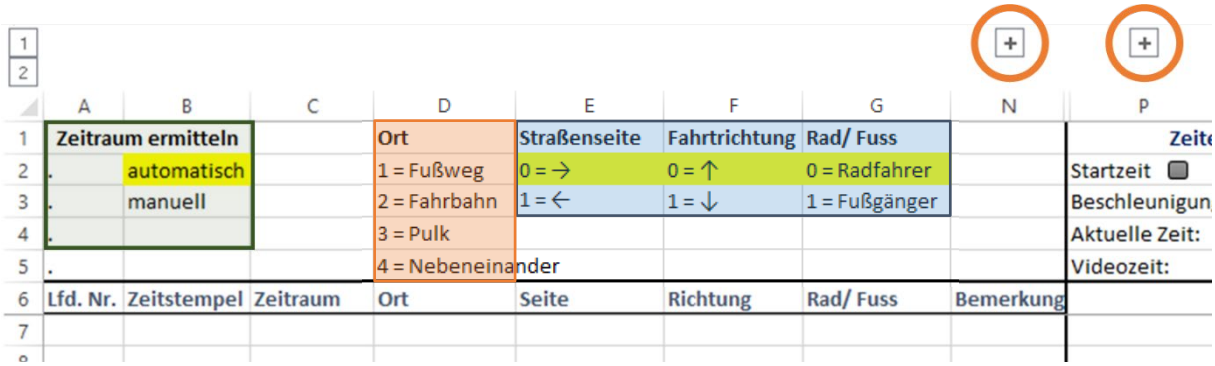
Unter Zeiten (grün) werden die aktuelle Uhrzeit im Video (auf Basis der Speicherzeit und der Länge) und die Zeit im Video angezeigt. Dafür muss eingetragen werden, um welchen Faktor das Video

während der Zählung beschleunigt wird. Ferner wird die Startzeit angeben, zu der die Zählung beginnt. In der Regel wird dies der Anfang des Videos sein. In diesem Fall kann durch Klicken auf das graue Kästchen hinter Startzeit die Zeit automatisch auf die Anfangszeit des Videos gesetzt werden. Soll ab einer bestimmten Uhrzeit (z. B. 15:00 Uhr) gezählt werden, so kann durch eintragen dieser Zeit und kurzem Starten die Videozeit bestimmt werden, zu der es 15 Uhr ist.
Für den aktuellen Zeitraum (lila), der eine Auswertung später erleichtert, gibt es zwei Möglichkeiten, zwischen denen durch Druck der Taste „t“ gewechselt werden kann:

- Automatisch: Es wird automatisch aufgrund der Uhrzeit der aktuelle Zeitraum ermittelt
- Manuell: Der aktuelle Zeitraum wird durch Drücken der Tasten „BildAuf“ bzw. „BildAb“ gesetzt. Dies macht dann Sinn, wenn nicht mit einer konstanten Beschleunigung das Video gezählt wird. In diesem Fall kann im ganz rechten Bereich (blau) nachgesehen werden, zu welcher Videozeit die Zeiträume wechseln.

Der Button Start startet die aktuelle Zählung. Ab diesem Zeitpunkt beginnt die Uhrzeit und die Videozeit zu laufen. In der Praxis hat es sich bewährt, die Startzeit ein paar Sekunden vor die eigentliche Startzeit des Videos zu setzen, sodass nicht parallel Video und Zählung gestartet werden müssen. Der rote Kreis beendet die Zählung. Der rote Blitz löscht alle erhobenen Daten, hier erfolgt zum Schutz vor versehentlichem Klicken eine Kontrollfrage.

Zählbereich:



Im linken Bereich (grün) wird angezeigt, ob der Zeitraum derzeit automatisch oder manuell ermittelt wird.
Im blauen Bereich wird der Zustand der Boolean-Variablen angezeigt. Diese können durch die Tasten „I“, „O“ und „P“ verändert werden. Der jeweils gelb hinterlegte Zustand ist der aktuelle und würde beim Erfassen eines Beobachtungsfalles genauso gespeichert werden. Das Verändern des Zustands durch Tastendruck führt zu keiner Erfassung und auch zu keiner Veränderung bereits erfasster Daten.
Im roten Bereich sind die zwei Orte und die zwei Varianten für mehrere Radfahrer dargestellt. Durch Druck einer der zugehörigen Tasten („A“, „S“, „D“ und „Leertaste“) wird ein Beobachtungsfall erfasst. Dabei werden die anderen Merkmale (Seite, Richtung und Rad/Fuss) so, wie sie zu diesem Zeitpunkt sind, miterfasst.

Es sind alle Rad- und Fußgänger einzeln zu erfassen. Die Begriffe „Nebeneinander“ (2 Radfahrende) und „Pulk“ (Mehr als 2 Radfahrende) sind hier eine Ergänzung der Variable Ort und sind nach der Erfassung der einzelnen Radfahrenden zu drücken.

Nebeneinanderfahrt = Zwei Räder die direkt nebeneinander Fahren

Gruppe (Pulk) = Mehr als 2 Fahrräder, die sich neben und oder hintereinander bewegen.

Zum Beispiel:

Videobild:

Auswertungsleiste in der Tabelle:

		Videozeit:
erkung	Textform	
	Fahrbahn rechts, Radfahrer in Blickrichtung	
	Fahrbahn rechts, Radfahrer in Blickrichtung	
	Nebeneinander rechts, Radfahrer in Blickrichtung	

E-Scooter werden als Fahrradfahrer gezählt.

Durch die +-Felder (oranger Kreis) können weitere Felder eingeblendet werden. Durch das linke werden die Videodaten wie Kamera und Stadt eingeblendet. Durch das rechte wird eine Spalte mit der Textform (z. B. „Fußweg rechts, Radfahrer in Blickrichtung“) angezeigt. Dies ist hilfreich, wenn während der Erhebung kontrolliert werden soll, ob die letzte Erfassung korrekt erfolgt ist.

Anhang F

Knotenstrombelastungen der Sonderfälle

Verkehrsstärken am Knotenpunkt Linienstraße/Rosenthaler Straße

Zufahrt	Verkehrsstrom	Rad	Pkw	FG
A	1	26	5	-
	2	187	304	-
	3	19	8	-
	F12	-	-	56
B	4	5	3	-
	5	826	10	-
	6	20	47	-
	F34	-	-	122
C	7	20	0	-
	8	283	331	-
	9	208	11	-
	F56	-	-	29
D	10	26	5	-
	11	187	2	-
	12	19	8	-
	F78	-	-	129

Bemessungsverkehrsstärken am Knotenpunkt "Schottenstraße/Gartenstraße"

Zufahrt	Verkehrsstrom	Rad	Pkw	FG
A	1	15	5	-
	2	33	178	-
	3	14	0	-
	F12	-	-	72
B	4	12	4	-
	5	511	2	-
	6	13	4	-
	F34	-	-	25
C	7	9	2	-
	8	20	211	-
	9	72	11	-
	F56	-	-	54
D	10	90	6	-
	11	603	1	-
	12	24	3	-
	F78	-	-	69

Anhang G

Übersicht der Querschnittsgestaltung

Stadt	Straße	Gesamt-querschnitt	FG_Breite	TR_Typ	Typ_Breite	Typ_Parkstand	P_Breite	TR_Typ2	Typ_Breite3	FB	TR_Typ4	Typ_Breite5	Typ_P	P_Breite6	TR_Typ7	Typ-Breite	FG
Göttingen	Goßler-straße	1455	275			LP_markiert	185	Farbli-nie/Rand	25	675	Farbli-nie/Rand	25					270
Mönchen-gladbach	Bruckner Allee	1880	180	Rad-Weg	130			Farbli-nie/Rand	35	645		35	SchrP_ markiert	460	Rad-weg	130	265
Konstanz	Petershau-ser	2384	202	Grün	350	LP_Markiert	193	STS	75	640	STS	75	LP_mar-kiert	199	Grün	240	410
Essen	Hellweg	1425	375			LP_unmar-kiert	205			635							210
Lübeck	Dorfstraße	1525	170	Grün	215	LP_unmar-kiert	145			600			LP_un-markiert	155	Grün	115	125
Hannover	Meter-straße	1660	380			LP_unmar-kiert	180	Rand	55	590	Rand	55	LP_mar-kiert	180			220
Esslingen	Hinden-burgstraße	1515	240			LP_markiert	210			550			LP_mar-kiert	275			240
Hamburg	Alsterufer	1630	50	Grün/ LP	265			Sperrflä-che	100	550	Grün	425					240
Karlsruhe	Sophienst-raße	1670	255	Grün	180	LP_markiert	240	0	0	535	0	0	LP_mar-kiert	205	0	0	255
Karlsruhe	Sophienst-raße	810	280			LP_GW_un-markiert				530			SchrP_ markiert				
Offenbach	Sennefel-der	1740	220			LP_markiert	205	STS	75	500	STS	75	LP_mar-kiert	205	Grün	190	270
Hamburg	Uferstraße	1403	100	Grün	150	LP_markiert	210			490			LP/Bau m	230			223
Bremen	Hinden-burgstraße	1705	365			LP_markiert	230	Rand	45	480	Rand	45	LP_mar-kiert	250			290
Memmin-gen	Buxacherstr	1205	230			LP_markiert	215	Rand	20	460	Rand	20					260
Berlin	Linienst-raße	1420	475							455							490
Erfurt	Windhorst-straße	1705	145	Grün	130					450	Stadt-bahn	600	Grün	380			
Bonn	Schuh-mannstraße	1073	215	Grün		LP_GW_un-markiert	200			435			LP_mar-kiert				223

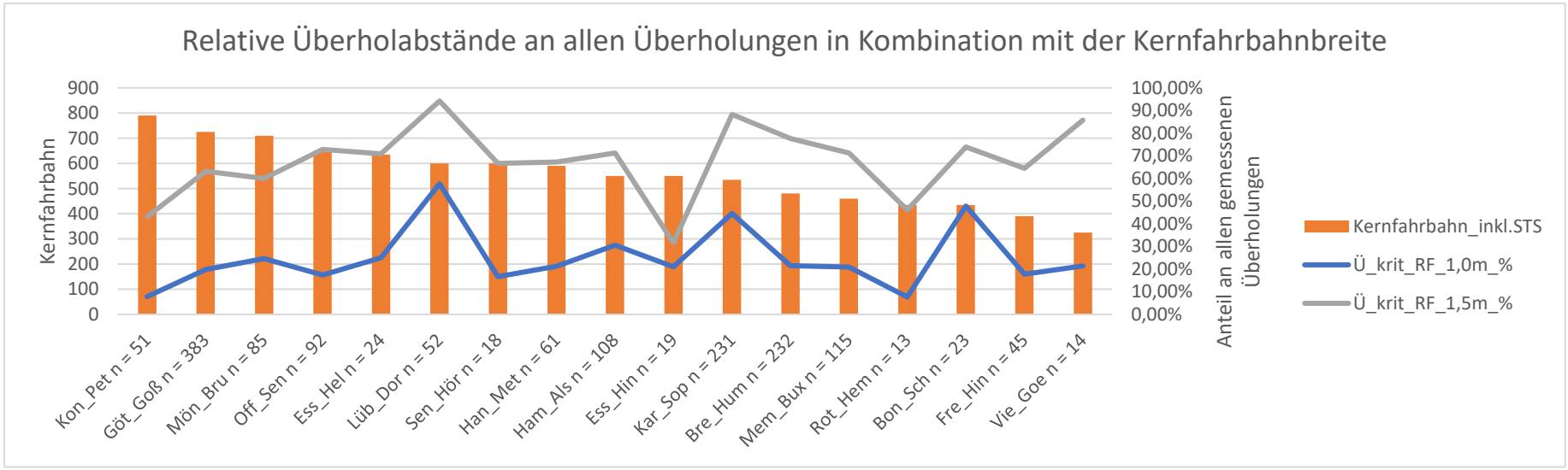
Rotenburg	Hemphöfen	1070	180	Rand	35					435	Rand	35	LP_markiert	200			185
Hannover	Lange Laube	2055	575	LP/Grün	200			Rand	35	435	Rand	35	LP_markiert	200			575
Kiel	Gerhardstraße	1435	380			LP_markiert				415			LP_markiert	225			415
Braunschweig	Karlstraße	1190	200			LP_unmarkiert	200			390			LP_unmarkiert	200			200
Freiburg	Hindenburgstraße	1190	200			LP_unmarkiert	200			390			LP_unmarkiert	200			200
Darmstadt	Wilhelminenstraße	1750	350	Grün	180	LP_markiert	200			350			LP_markiert	200	Grün	250	220
Ulm	Zeitblomstraße	1393	270	Rand	15	LP_markiert	190	STS	75	340	STS	75	LP_markiert	190	Rand	15	223
Konstanz	Schottenstraße	1205	155			LP_markiert	220	STS	75	300	STS	75	LP_markiert	220			160
Viernheim	Goethestraße	955	145	LP/Grün	180					325			LP/Grün	180			125
Senftenberg	Hörlitzerstraße	1245	125	Grün	165			Fahrbahn1	240	122	Fahrbahn2	240			Grün	190	163

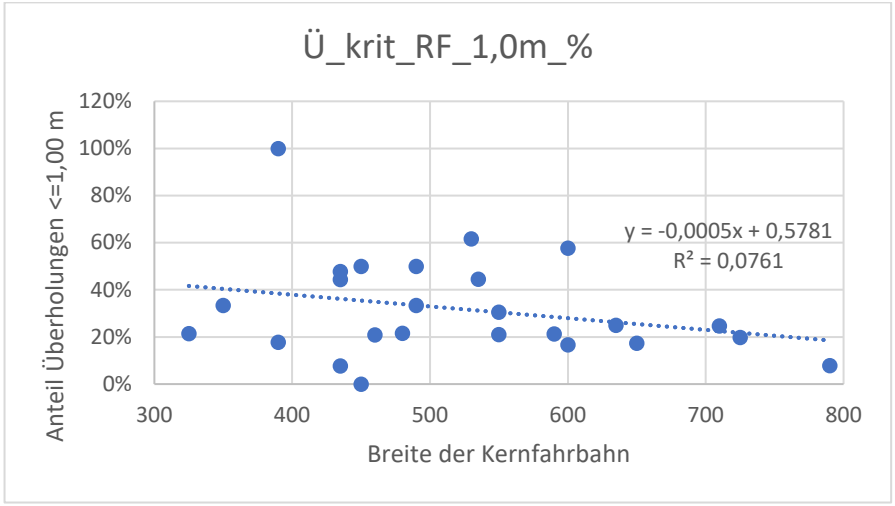
Anhang H

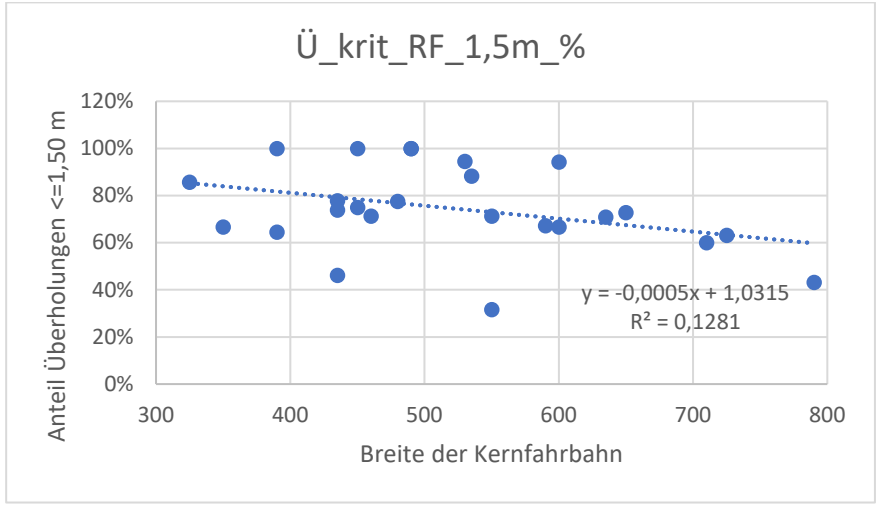
		Überholungen insgesamt								
Straße	**Kernfahrbahn_inkl.STS**	**Überholungen**	Nicht Messbar	>0 m | ≤0,5 m	>0,5 m | ≤1,0 m	>1,0 m ≤1,5 m	>1,5 m	Ü_krit_Sum	Ü_krit_RF%	Ü_krit%
Vie_Goe	325	30	16	2	1	9	2	12	1,62%	40,00%
Dar_Wil	350	6	3	0	1	1	1	2	0,19%	33,33%
Bra_Kar	390	7	5	0	2	0	0	2	0,75%	28,57%
Fre_Hin	390	49	4	2	6	21	16	29	0,52%	59,18%
Kie_Ger	415	0	0	0	0	0	0	0	0,00%	#DIV/0!
Rot_Hem	435	17	4	0	1	5	7	6	3,80%	35,29%
Bon_Sch	435	30	7	0	11	6	6	17	1,91%	56,67%
Han_Lan	435	10	1	0	4	3	2	7	0,35%	70,00%
Erf_Win	450	8	0	0	4	2	2	6	0,54%	75,00%
Kon_Sch	450	2	0	0	0	1	0	1	0,02%	50,00%
Mem_Bux	460	155	40	0	24	58	33	82	8,09%	52,90%
Bre_Hum	480	258	26	2	48	130	52	180	6,27%	69,77%
Ulm_Zei	490	5	3	0	1	1	0	2	0,41%	40,00%
Ham_Ufe	490	8	2	0	2	4	0	6	0,32%	75,00%
Kar_Sop	535	264	33	10	93	101	27	204	6,85%	77,27%
Ham_Als	550	119	11	3	30	44	31	77	2,59%	64,71%
Ess_Hin	550	27	8	1	3	2	13	6	1,05%	22,22%
Han_Met	590	72	11	0	13	28	20	41	4,71%	56,94%
Lüb_Dor	600	62	10	5	25	19	3	49	4,71%	79,03%
Sen_Hör	600	26	8	0	3	9	6	12	3,75%	46,15%
Ess_Hel	635	38	14	0	6	11	7	17	13,71%	44,74%
Off_Sen	650	124	32	0	16	51	25	67	7,69%	54,03%
Mön_Bru	710	154	69	3	18	30	34	51	7,05%	33,12%
Göt_Goß	725	567	184	5	71	166	141	242	6,94%	42,68%
Kon_Pet	790	84	33	0	4	18	29	22	0,47%	26,19%

		Überholungen mit Gegenverkehr									
Straße	**Kernfahr-bahn_inkl.STS**	m_insge-samt	Sum me	Nicht Mess-bar2	m_>0 m | ≤0,5 m	m_>0,5 m | ≤1,0 m	m_>1,0 m ≤1,5 m	m_>1, 5 m	m_Ü_krit_Su m2	m_Ü_krit_RF %2	m_Ü_krit %3
Vie_Goe	325	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%	#DIV/0!
Dar_Wil	350	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%	#DIV/0!
Bra_Kar	390	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%	#DIV/0!
Fre_Hin	390	2	2	0	0	2	0	0	2	0,04%	100,00%
Kie_Ger	415	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%	#DIV/0!
Rot_Hem	435	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%	#DIV/0!
Bon_Sch	435	1	1	0	0	1	0	0	1	0,11%	100,00%
Han_Lan	435	1	1	0	0	1	0	0	1	0,05%	100,00%
Erf_Win	450	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%	#DIV/0!
Kon_Sch	450	1	0	0	0	0	0	0	0	0,00%	0,00%
Mem_Bux	460	5	2	3	0	2	0	0	2	0,20%	40,00%
Bre_Hum	480	39	36	3	0	16	13	7	16	0,56%	41,03%
Ulm_Zei	490	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%	#DIV/0!
Ham_Ufe	490	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%	#DIV/0!
Kar_Sop	535	39	35	4	5	19	10	1	24	0,81%	61,54%
Ham_Als	550	15	13	2	1	7	4	1	8	0,27%	53,33%
Ess_Hin	550	4	2	2	1	1	0	0	2	0,35%	50,00%
Han_Met	590	5	5	0	0	2	2	1	2	0,23%	40,00%
Lüb_Dor	600	2	2	0	0	1	0	1	1	0,10%	50,00%
Sen_Hör	600	1	1	0	0	0	0	1	0	0,00%	0,00%
Ess_Hel	635	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%	#DIV/0!
Off_Sen	650	4	4	0	0	1	1	2	1	0,11%	25,00%
Mön_Bru	710	16	10	6	0	5	3	2	5	0,69%	31,25%
Göt_Goß	725	158	100	58	3	34	48	15	37	1,06%	23,42%
Kon_Pet	790	10	7	3	0	0	3	4	0	0,00%	0,00%

		Überholungen ohne Gegenverkehr											
Straße	**Kernfahr-bahn_inkl .STS**	o_insge-samt	Sum me2	nicht messbar3	o_>0 m | ≤0,5 m	o_>0,5 m | ≤1,0 m	o_>1,0 m ≤1,5 m	o_>1, 5 m	o_Ü_krit_Sum (<1,0)	o_Ü_krit_Sum (>1,5)	o_Ü_krit_ RF%	o_Ü_krit% (<1,0)	o_Ü_krit% (>1,5)
Vie_Goe	325	30	14	16	2	1	9	2	3	12	1,62%	21,43%	85,71%
Dar_Wil	350	6	3	3	0	1	1	1	1	2	0,19%	33,33%	66,67%
Bra_Kar	390	7	2	5	0	2	0	0	2	2	0,75%	100,00%	100,00%
Fre_Hin	390	47	43	4	2	4	21	16	6	27	0,49%	13,95%	62,79%
Kie_Ger	415	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%	#DIV/0!	#DIV/0!
Rot_Hem	435	17	13	4	0	1	5	7	1	6	3,80%	7,69%	46,15%
Bon_Sch	435	29	22	7	0	10	6	6	10	16	1,80%	45,45%	72,73%
Han_Lan	435	9	8	1	0	3	3	2	3	6	0,30%	37,50%	75,00%
Erf_Win	450	8	8	0	0	4	2	2	4	6	0,54%	50,00%	75,00%
Kon_Sch	450	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0,02%	0,00%	100,00%
Mem_Bux	460	150	113	37	0	22	58	33	22	80	7,90%	19,47%	70,80%
Bre_Hum	480	219	196	23	2	32	117	45	34	151	5,26%	17,35%	77,04%
Ulm_Zei	490	5	2	3	0	1	1	0	1	2	0,41%	50,00%	100,00%
Ham_Ufe	490	8	6	2	0	2	4	0	2	6	0,32%	33,33%	100,00%
Kar_Sop	535	225	196	29	5	74	91	26	79	170	5,71%	40,31%	86,73%
Ham_Als	550	104	95	9	2	23	40	30	25	65	2,19%	26,32%	68,42%
Ess_Hin	550	23	17	6	0	2	2	13	2	4	0,70%	11,76%	23,53%
Han_Met	590	67	56	11	0	11	26	19	11	37	4,25%	19,64%	66,07%
Lüb_Dor	600	60	50	10	5	24	19	2	29	48	4,62%	58,00%	96,00%
Sen_Hör	600	25	17	8	0	3	9	5	3	12	3,75%	17,65%	70,59%
Ess_Hel	635	38	24	14	0	6	11	7	6	17	13,71%	25,00%	70,83%
Off_Sen	650	120	88	32	0	15	50	23	15	65	7,46%	17,05%	73,86%
Mön_Bru	710	138	75	63	3	13	27	32	16	43	5,95%	21,33%	57,33%
Göt_Goß	725	409	283	126	2	37	118	126	39	157	4,50%	13,78%	55,48%
Kon_Pet	790	74	44	30	0	4	15	25	4	19	0,40%	9,09%	43,18%


Relative Überholabstände an allen Überholungen in Kombination mit der Kernfahrbahnbreite
Kernfahrbahn
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
100,00%
90,00%
80,00%
70,00%
60,00%
50,00%
40,00%
30,00%
20,00%
10,00%
0,00%
Anteil an allen gemessenen Überholungen
Kon_Pet n = 51
Göt_Goß n = 383
Mön_Bru n = 85
Off_Sen n = 92
Ess_Hel n = 24
Lüb_Dor n = 52
Sen_Hör n = 18
Han_Met n = 61
Ham_Als n = 108
Ess_Hin n = 19
Kar_Sop n = 231
Bre_Hum n = 232
Mem_Bux n = 115
Rot_Hem n = 13
Bon_Sch n = 23
Fre_Hin n = 45
Vie_Goe n = 14
Kernfahrbahn_inkl.STS
Ü_krit_RF_1,0m_%
Ü_krit_RF_1,5m_%


Ü_krit_RF_1,0m_%
Anteil Überholungen <=1,00 m
120%
100%
80%
60%
40%
20%
0%
300
400
500
600
700
800
Breite der Kernfahrbahn
y = -0,0005x + 0,5781
R² = 0,0761


Ü_krit_RF_1,5m_%
Anteil Überholungen <=1,50 m
120%
100%
80%
60%
40%
20%
0%
300
400
500
600
700
800
Breite der Kernfahrbahn
y = -0,0005x + 1,0315
R² = 0,1281

Anhang I

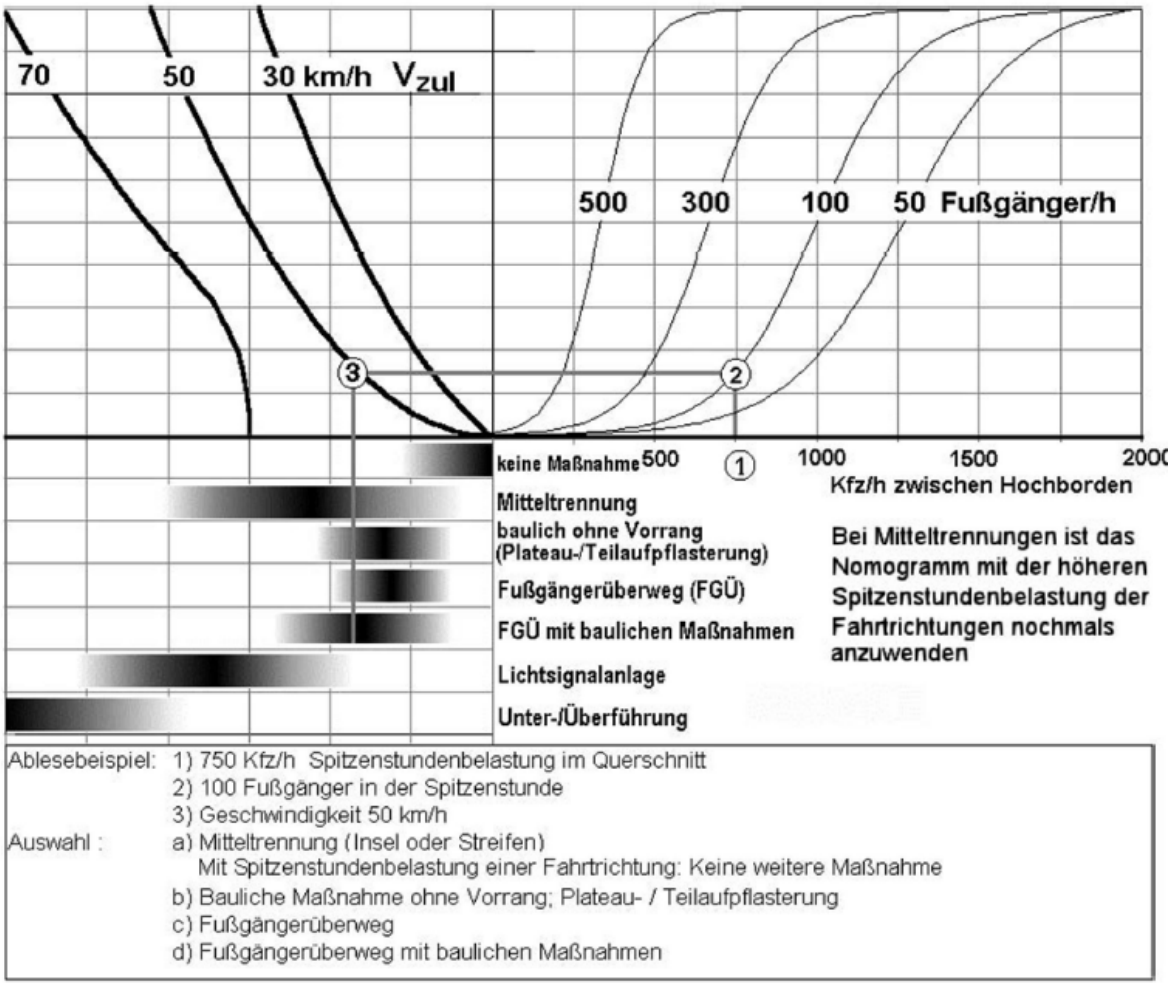


Abbildung 76: Einsatzbereiche von Querungsanlagen auf der Strecke von 2-streifigen Innerortsstraßen <8,50 m Fahrbahnbreite. Quelle: (FGSV, 2002, S. 19)

Anhang J

Prüfung d. Zusammenhangs zwischen der illegalen Gehwegnutzung durch Radfahrende und einer unauffälligen Gestaltung der Fahrbahn:

Name	RF auf Gehweg %	Gestaltung 1	Gestaltung 2	Nominal	Gest. Kat.
Fre_Hin	0%	Piktgramme (klein)		2	Unauffällig
Ber_Lin	0%	Piktogramme (klein)		2	Unauffällig
Ham_Als	0%	Piktogramme (klein)	Gehwegüberfahrt	1	Auffällig
Kon_Sch	0%	Farbflächen (groß)	Sicherheitstrennstreifen	1	Auffällig
Vie_Goe	1%	Farbflächen (groß)	Piktogramme	1	Auffällig
Ham_Ufe	1%	Piktogramme (klein)	Gehwegüberfahrt	1	Auffällig
Sen_Hör	1%	Mittelpflasterung		1	Auffällig
Göt_Goß	2%	Farbflächen (groß)		1	Auffällig
Bon_Sch	2%	Piktogramme (klein)	Plateaupflasterung	2	Unauffällig
Kon_Pet	2%	Farbflächen (groß)	Sicherheitstrennstreifen	1	Auffällig
Erf_Win	3%	Piktogramme (klein)		2	Unauffällig
Kar_Sop	3%	Piktogramme (klein)		2	Unauffällig
Mem_Bux	3%	Piktogramme (klein)		2	Unauffällig
Kie_Ger	3%	Sinnbild (groß)	Gehwegüberfahrt	1	Auffällig
Han_Lan	4%	Sinnbild (groß)	Gehwegüberfahrt	1	Auffällig
Ulm_Zei	4%	Farbflächen (groß)	Sicherheitstrennstreifen	1	Auffällig
Han_Met	4%	Piktogramme (klein)		2	Unauffällig
Dar_Wil	4%	Farbflächen (groß)	Piktogramme	1	Auffällig
Lüb_Dor	5%	Piktogramme (klein)		2	Unauffällig
Bre_Hum	6%	Piktogramme (klein)		2	Unauffällig
Ess_Hin	8%	Piktgramme (klein)		2	Unauffällig
Bra_Kar	8%	Piktogramme (groß)		1	Auffällig
Off_Sen	9%	Farbflächen (groß)	Sicherheitstrennstreifen	1	Auffällig
Ess_Hel	10%	Piktogramme (klein)		2	Unauffällig
Rot_Hem	14%	Farbflächen (groß)	Plateaupflasterung	1	Auffällig
Mön_Bru	15%	Farbflächen (groß)		1	Auffällig

Die Gestaltungsformen wurden stark vereinfacht in eine Nominalskala (unauffällig = 2, auffällig = 1) übersetzt. Anschließend wurde mit Hilfe einer PEARSON-Funktion die statistische Korrelation zwischen dieser Nominalskala und dem prozentualen Anteil des Radverkehrs auf dem Gehweg überprüft. Das Ergebnis zeigt r = -0,09167608

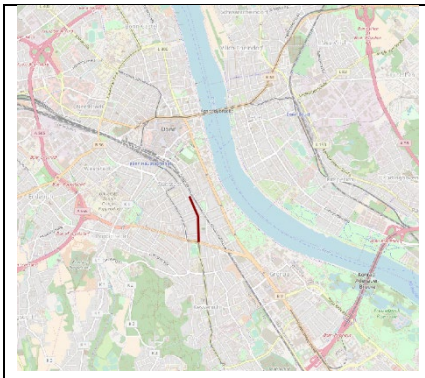
Der Pearsonsche Korrelationskoeffizient r gibt einen Wertebereich von $-1{,}0 \leq r \leq 1{,}0$ an. 1 zeigt einen großen Zusammenhang während -1 eine umgekehrte lineare Abhängigkeit angibt.

Entsprechend zeigt ein Ergebnis von r = -0,09167608, dass es keine lineare Abhängigkeit zwischen einer unauffälligen Gestaltung der Fahrradstraße und einer hohen Gehwegnutzung des Radverkehrs gibt.

Anhang K

Stadt: Bonn

Straße: Schuhmannstraße



Regelung Durchgangsverkehr	Einbahnstraße	teilweise
Beleuchtung	ja	
Umfeld / POI	Religiöse Einrichtung / Wohnbebauung	
Innerhalb Zone 30	ja	
Länge des Abschnitts	600 m	
Jahr der Einrichtung	2013	
Tag der Beobachtung	25.06.2019	
ÖV / Haltestellen / Frequenz	nein	
Randbebauung	Geschlossen / 4 Stöckig	

Verkehrsstärke Kfz	1360 /24h 1013/13h Spitzenstunde: 114 kFz/h
Verkehrsstärke Rad	1656 / 13h Spitzstunde: 185 RF/h
Fahrräder auf d. Gehweg (in Gegenrichtung)	35 (10)
Fahrräder Nebeneinander	Nebeneinander: 12,2% Gruppe: 0,85% Gesamt: 13,04%
Verkehrsstärke Fuß	742 / 13h
V85 MIV	24 km/h
Vorfahrtsregelung	R.v.L.
Typ. Querschnitt	215|200 | 435 |223 LP/FG| FB |LP/FG
Lage im Netz	Hauptradroute

	Parken	Im Seitenraum	Längsparken	Markiert
	Parken	Gehwegparken (2 Räder)	Längsparken	Markiert

Beschreibung:

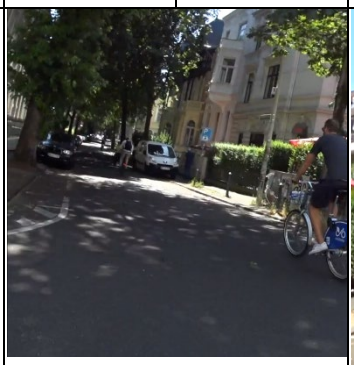
Ausgewiesener Teil des städtischen Fahrradstraßennetzes. Anschlussstelle Innenstadt <> Wohngebiet

Stadt

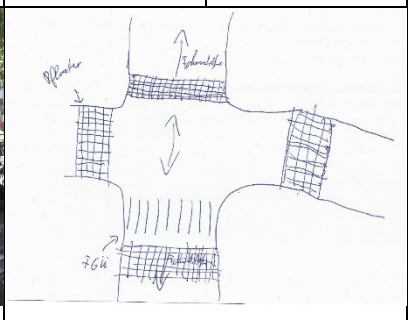
Modal Split Rad	15%
Anzahl Fahrradstraßen	50
Geplante Fahrradstraßen	?
Öffentlichkeitsarbeit	Polit. beschlossenes Fahrradstraßenkonzept / PM / Flyer

Untersuchter Anfangs- und Endbereich

Markierung auf der Fahrbahn	Piktogramm	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	2 kl. Piktogramme mit Richtungspfeilen
Bauliche Gestaltung	Aufpflasterung	Wählen Sie ein Element aus.		
RV-Führung vor dem Anfang der Straße	Mischverkehr auf der Fahrbahn			
Beschilderung	244.1	244.2	274.1 (Zone)	274.2

	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Kfz & Motorrad frei
Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)				

Untersuchter Zwischenknoten **KP1**

Vorfahrtsregelung	R.v.L.			
Markierung	Piktogramm	FGÜ	Wählen Sie ein Element aus.	
Bauliche Gestaltung	Aufpflasterung	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	
Beschilderung	244.1	244.2	274.1 (Zone)	274.2
	293 (FGÜ)	1024.10	1022.12	Wählen Sie ein Element aus.
Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)				
Sichtbeziehungen	Teilweise Eingehalten			

Untersuchter Streckenabschnitt **S2**

Typ. Querschnitt	215|200 | 435 |223			
	LP/FG| FB |LP/FG			
Markierung	Piktogramm	Sonstiges	Wählen Sie ein Element aus.	Aufpflasterungen
Parken	Gehwegparken (2 Räder) Längsparken Markiert			
Straßenoberfläche	Asphalt			

Zustand d. Ober-fläche	gut
Topographie	flach
Foto / Querschnitt	

Stadt: Braunschweig

Straße: Karlstraße (Hagenring – Bocklinstraße)

Einbahnstraße	nein
Beleuchtung	ja
Umfeld / POI	Kulturzentrum / Wohnbebauung
Innerhalb Zone 30	ja
Länge des Abschnitts	900
Jahr der Einrichtung	2013
Tag der Beobachtung	20.06.2018
ÖV / Haltestellen / Frequenz	nein
Randbebauung	Geschlossen / 4 Stöckig
Verkehrsstärke Kfz	1584 / 24h 1311 / 13h Spitzenstunde: 234 Kfz/h
Verkehrsstärke Rad	529 / 13h Spitzenstunde: 62 RF/h
Fahrräder auf d. Gehweg (in Gegenrichtung)	44 (22)
Fahrräder Nebeneinander	Nebeneinander: 2,60% Gruppen: 4,55% Gesamt:7,14%
Verkehrsstärke Fuß	473 / 13h
Kfz V85	34 km/h
Vorfahrtsregelung	R.v.L.
Typ. Querschnitt	215|200 | 435 |223 FG | P| FB | FG
Lage im Netz	Hauptradroute
Parken	einseitig Längsparken

Beschreibung:

Ausgewiesener Teil des städtischen Fahrradnetzes. Anschlussstelle Innenstadt <> Universität Soll ggf. zum Radschnellweg umgebaut werden.

Stadt

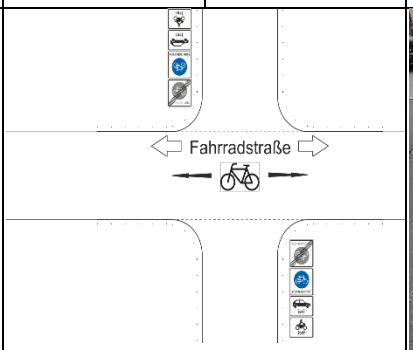
Modal Split Rad	
Anzahl Fahrradstraßen	30
Geplante Fahrradstraßen	?
Öffentlichkeitsarbeit	Flyer f. die Anwohner

Anfangs- und Endbereich

Markierung auf der Fahrbahn	Piktogramm	Farbläche	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.
Bauliche Gestaltung	Aufpflasterung	Gehwegüberfahrt	Wählen Sie ein Element aus.	
RV-Führung vor dem Anfang der Straße	Radweg mit Benutzungspflicht			
Beschilderung	244.1	244.2	206	1024.10
	1022.12	274.2	274.1	Wählen Sie ein Element aus.

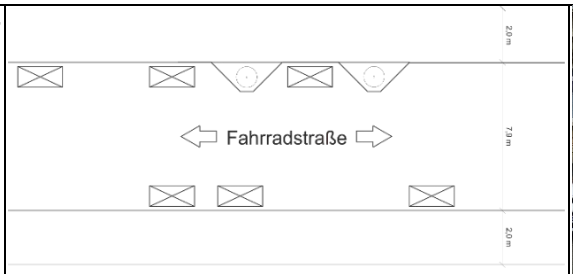
Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)		

Zwischenknoten

Vorfahrtsregelung	R.v.L.			
Markierung	Piktogramm	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.
Bauliche Gestaltung	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	
Beschilderung	244.1	244.2	1022.12	1024.10
Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)				
Sichtbeziehungen	Teilweise Eingehalten			

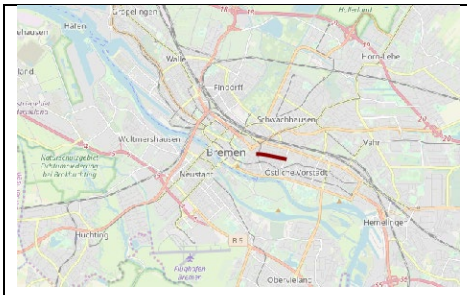
Streckenabschnitt

Typ. Querschnitt	200|200 | 390 |200 |200 FG | P| FB |P | FG			
Markierung	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.
Parken	beidseitig Längsparken Unmarkiert			
Straßenoberfläche	Asphalt			
Zustand d. Oberfläche	Sehr gut			
Topographie	flach			

Foto / Quer-schnitt		

Stadt: Bremen

Straße: Humboldtstraße

	Regelung Durchgangsverkehr	Keine Regelungen
	Beleuchtung	ja
	Umfeld / POI	Wohnbebauung/ Kommunale & Religiöse Einrichtung / Gastronomie
	Innerhalb Zone 30	ja
	Länge des Abschnitts	900
	Jahr der Einrichtung	2014
	Tag der Beobachtung	18.06.2019
	ÖV / Haltestellen / Frequenz	nein
	Randbebauung	Geschlossen / 4 Stöckig
	Verkehrsstärke Kfz	4107 / 24h (ggf. fehlerhaft)

	3506/13h Spitzenstunde: 387 kfz/h		
Verkehrsstärke Rad	5996/13h Spitzenstunde: 616 RF /h		
Fahrräder auf d. Gehweg (in Gegenrichtung)	315 (105)		
Fahrräder Nebeneinander	Nebeneinander: 4,54% Pulk: 2,57% Gesamt 7,1%		
Verkehrsstärke Fuß	1145		
V85 MIV	31 km/h		
Vorfahrtsregelung	Fahrradstraße bevorrechtigt		
Typ. Querschnitt	365|230 |45| 480 |45|250|290		
	FG|P/Grün|ST| FB|ST|P/Grün | FG		
Lage im Netz	Nebenroute		
Parken	Im Seitenraum	Längsparken	Markiert

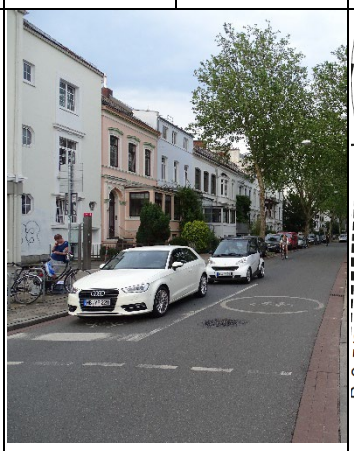
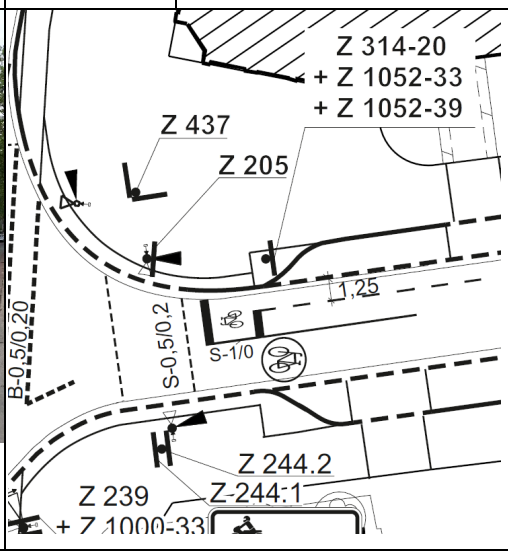
Beschreibung:

Ausgewiesener Teil des städtischen Fahrradnetzes. Anschlussstelle Krankenhaus <> Innenstadt
Nebenstraße durch Wohngebiet
Bestandteil des Stadtrundweges Bremen

Stadt

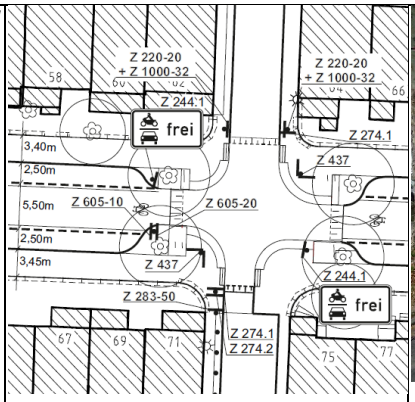
Modal Split Rad	26%
Anzahl Fahrradstraßen	27
Geplante Fahrradstraßen	Fahrradzone
Öffentlichkeitsarbeit	Anwohnerversammlung / PM

Untersuchter Endbereich

Markierung auf der Fahrbahn	Piktogramm	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Haltelinie
Bauliche Gestaltung	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Vorgezogene Seitenräume LSA	
RV-Führung vor dem Anfang der Straße	Radweg ohne Benutzungspflicht			
Beschilderung	244.1	244.2	205	1024.10
	1022.12	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	
Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)				

Untersuchter Zwischenknoten **KP3**

Vorfahrtsregelung	R.v.L.			
Markierung	Piktogramm	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	
Bauliche Gestaltung	Aufpflasterung	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	
Beschilderung	244.1	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.

Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)		
Sichtbeziehungen	Nicht Eingehalten	

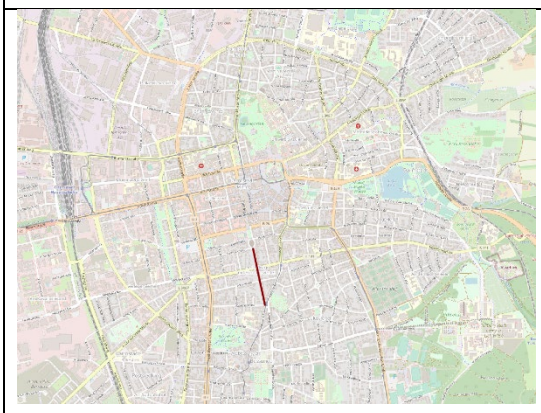
Untersuchter Streckenabschnitt **S3**

Typ. Querschnitt	365|230 |45| 480 |45|250|290			
	FG|P/Grün|ST| FB|ST|P/Grün | FG			
Markierung	Sicherheitstrenn-streifen	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	gepflastert
Parken	Im Seitenraum Längsparken Markiert			
Straßenoberfläche	Asphalt			
Zustand d. Oberfläche	Sehr gut			
Topographie	flach			
Foto / Querschnitt				

Stadt: Darmstadt

Straße: Wilhelminenstraße

Einbahnstraße	teilweise
Beleuchtung	ja
Umfeld / POI	Wohnbebauung / kommunale & religiöse Einrichtungen / Gastronomie
Innerhalb Zone 30	ja
Länge des Abschnitts	500 m
Jahr der Einrichtung	2013
Tag der Beobachtung	04.06.2019
ÖV / Haltestellen / Frequenz	nein
Randbebauung	Einseitig / 4 Stöckig



Verkehrsstärke Kfz	730 / 24h 607 / 13h Spitzenstunde: 71 Kfz/h
Verkehrsstärke Rad	1816/13h Spitzenstunde: 198 RF/h
Fahrräder auf d. Gehweg (in Gegenrichtung)	81 (21)
Fahrräder Nebeneinander	Nebeneinander: 5,27 % Pulk 5,77% Gesamt: 11,04%
Verkehrsstärke Fuß	860
V85 MIV	21 km/h
Vorfahrtsregelung	Fahrradstraße bevorrechtigt
Typ. Querschnitt	350|180 | 200 |350|200 |250|220

		FG |Grün|LP| FB |LP|Grün| FG		
	Lage im Netz	Hauptradroute		
	Parken	Wählen Sie ein Element aus.	Längs-parken	Unmar-kiert

Beschreibung:

Fahrradstraße Prio 1 Teil d. Radnetzes (Radhauptroute) Zubringer Innenstadt <> Bessungen (Wohngebiet)

Stadt

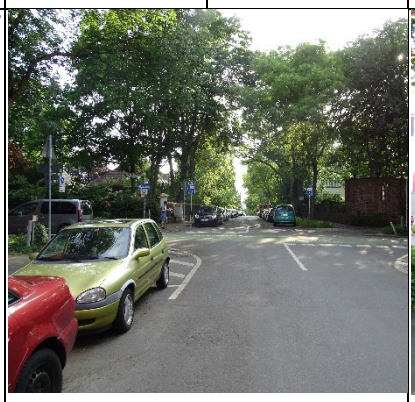
Modal Split Rad	15%
Anzahl Fahrradstraßen	8
Geplante Fahrradstraßen	4
Öffentlichkeitsarbeit	PM, Infoveranstaltungen, Flyer etc.

Untersuchter Endbereich

Markierung auf der Fahr-bahn	Piktogramm	Sinnbild	T 30	
Bauliche Gestaltung	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.		
RV-Führung vor dem An-fang der Straße	Mischverkehr auf der Fahrbahn		Fahrradstraße	
Beschilderung	244.2	244.1	1024.10	1022.12

	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Eigenes Zeichen (267) (nicht StVO Konform)
Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)				

Untersuchter Zwischenknoten **KP2**

Vorfahrtsregelung	Fahrradstraße bevorrechtigt			
Markierung	Sinnbild	Piktogramm	Farbläche	
Bauliche Gestaltung	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	
Beschilderung	244.1	301 (Rakete)	1024.10	205
	Einbahnstraße			
Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)				
Sichtbeziehungen	Teilweise Eingehalten			

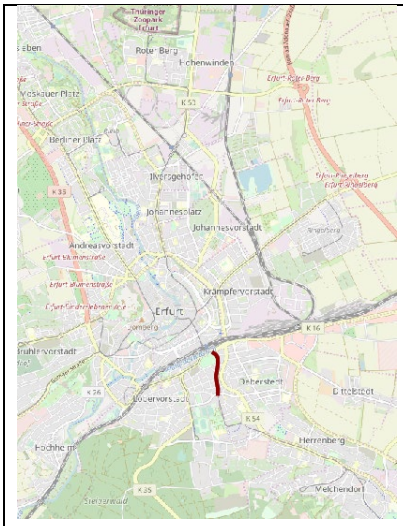
Untersuchter Streckenabschnitt **S3**

Typ. Querschnitt	350|180 | 200 |350|200 |250|220			
	FG |Grün|LP| FB |LP|Grün| FG			
Markierung	Piktogramm	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	
Parken	auf der Fahrbahn Längsparken Markiert			
Straßenoberfläche	Asphalt			

Zustand d. Oberfläche	Sehr gut	
Topographie	Steigung / Gefälle	
Foto / Quer-schnitt		

Stadt: Erfurt

Straße: Windthorststraße



Regelung Durchgangsverkehr	Anlieger frei	Einbahnstraße	
Beleuchtung	ja		
Umfeld / POI	Wohnbebauung / Bildung / Gastro / Einzelhandel		
Innerhalb Zone 30	nein		
Länge des Abschnitts	750		
Jahr der Einrichtung	2013		
Tag der Beobachtung	27.08.2019		
ÖV / Haltestellen / Frequenz	Stadtbahn im Seitenraum / 5 min/ pro bahn		
Randbebauung	Einseitig geschlossen / 4 Stöckig		
Verkehrsstärke Kfz	1154 / 24h 938/13h Spitzenstunde: 93 Kfz/h		
Verkehrsstärke Rad	2144 / 13h Spitzenstunde: 263 RF/h		
Fahrräder auf d. Gehweg (in Gegenrichtung)	64 (33)		
Fahrräder Nebeneinander	Nebeneinander: 5,32% Pulk: 1,96 % Gesamt 7,28%		
Verkehrsstärke Fuß	1525 / 13h		
V85 MIV	25 km/h		
Vorfahrtsregelung	Fahrradstraße bevorrechtigt		
Typ. Querschnitt	145|130 | 450|600 |380		
	FG | LP/Grün| FB|Stadtbahn |Grün/FG		
Lage im Netz	Hauptradroute		
Parken	Gehwegparken (2 Räder)	Längsparken	Unmarkiert

Beschreibung:

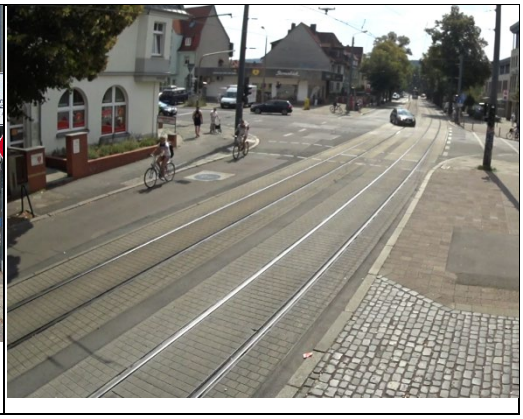
Ausgewiesener Teil des städtischen Fahrradnetzes. Radhaupttrasse zwischen Innenstadt und mehreren Wohngebieten Radialroute 7: Hauptradverkehrsroute mit stadtweiter Bedeutung

Stadt

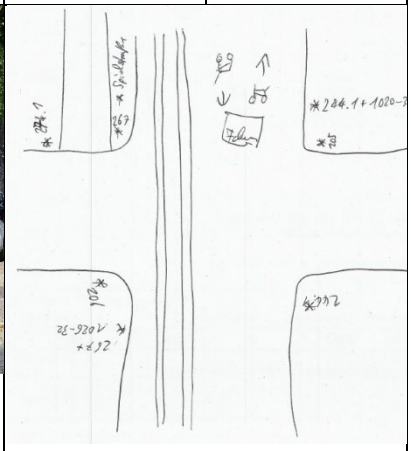
Modal Split Rad	9%
Anzahl Fahrradstraßen	2?
Geplante Fahrradstraßen	-
Öffentlichkeitsarbeit	PM

Untersuchter Endbereich

Markierung auf der Fahrbahn	244.1	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	
Bauliche Gestaltung	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Spannende Endsituation innerhalb der Straße –> Freigabe für den RV in der Einbahnstraße in Gegenrichtung endet ca. 200 Meter vor dem Ende der FS.	
RV-Führung vor dem Anfang der Straße	Radweg mit Benutzungspflicht			
Beschilderung	244.1	244.2	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.
	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Anlieger frei

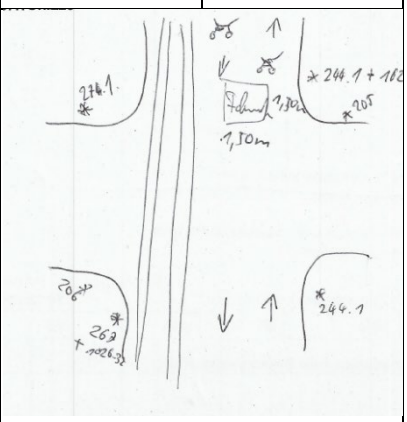
Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)		

Untersuchter Zwischenknoten **KP4**

Vorfahrtsregelung	Fahrradstraße bevorrechtigt			
Markierung	244.1	Piktogramm	Wählen Sie ein Element aus.	
Bauliche Gestaltung	Vorgezogener Seitenraum	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	
Beschilderung	244.1	206 (Stop)	301 (Rakete)	Wählen Sie ein Element aus.
Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)				
Sichtbeziehungen	Teilweise Eingehalten			

Untersuchter Zwischenknoten **KP2**

Vorfahrtsregelung	Fahrradstraße bevorrechtigt			
Markierung	244.1	Piktogramm	Wählen Sie ein Element aus.	

Bauliche Gestaltung	Vorgezogener Seitenraum	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	
Beschilderung	244.1	206 (Stop)	274.1 (Zone)	205
	301 (Rakete)	Wählen Sie ein Element aus.		
Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)				
Sichtbeziehungen	Teilweise Eingehalten			

Untersuchter Streckenabschnitt **S2**

Typ. Querschnitt	145|130 | 450|600 |380			
	FG | LP/Grün| FB|Stadtbahn |Grün/FG			
Markierung	Piktogramm	244.1	Wählen Sie ein Element aus.	Haltestellensymbol
Parken	Gehwegparken (2 Räder) Längsparken Unmarkiert			
Straßenoberfläche	Asphalt			
Zustand d. Oberfläche	befriedigend			
Topographie	Steigung / Gefälle			
Foto / Querschnitt				

Stadt: Essen

Straße: Hellweg

Regelung Durchgangsverkehr	Einbahnstraße			
Beleuchtung	ja			
Umfeld / POI	Großes Schulzentrum			
Innerhalb Zone 30	ja	T30-Zone mit 244.1 kombiniert		
Länge des Abschnitts	1,70 km			
Jahr der Einrichtung	2016			
Tag der Beobachtung	03.07.2018			
ÖV / Haltestellen / Frequenz	Ja alle 10 Min			
Randbebauung	Einfamilien/Mehrfamilienhäuser / 3-4 Stöckig			

Verkehrsstärke Kfz	1400 / 24h 1207/13h 745 /6h Spitzenstunde: 215 Kfz/h
Verkehrsstärke Rad	225 / 13h 124/6h Spitzenstunde: 29 RF/h
Fahrräder auf d. Gehweg (in Gegenrichtung)	0
Fahrräder Nebeneinander	Nebeneinander: 5,33% Pulk: 1,56 %
Verkehrsstärke Fuß	2057 / 13h
V85 MIV	33 km/h
Vorfahrtsregelung	Fahrradstraße bevorrechtigt
Typ. Querschnitt	FG|LP |FB|/LP/FG
	3,75|2,05|6,35|2,10
Lage im Netz	Hauptradroute

	Parken	Im Seiten-raum	Längspar-ken	Markiert
		Gehweg-parken (2 Räder)	Längspar-ken	Unmar-kiert

Beschreibung:

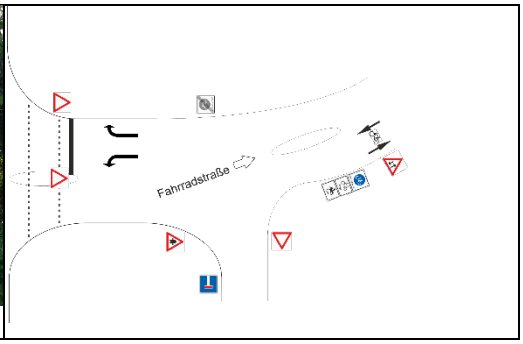
Verbindung Schulzentrum / Park <> HBF Teilweise sehr steil Teil des städtischen Fahrradnetzes

Stadt

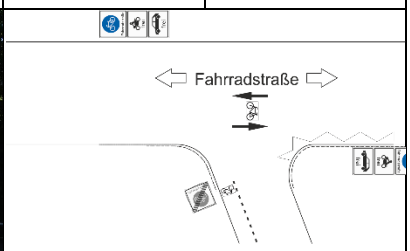
Modal Split Rad	7%
Anzahl Fahrradstraßen	54
Geplante Fahrradstraßen	?
Öffentlichkeitsarbeit	Flyer, Banner, Plakate

Untersuchter Anfangs- und Endbereich

Markierung auf der Fahr-bahn	Piktogramm	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	
Bauliche Gestaltung	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Mittelinsel	
RV-Führung vor dem An-fang der Straße	Mischverkehr auf der Fahrbahn		Radfahrstreifen	
Beschilderung	244.1	244.2	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.
	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Achtung Gegenverkehr!

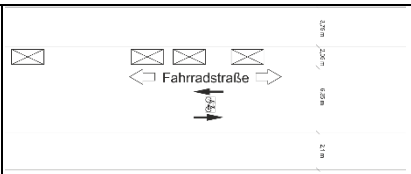
Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)		

Untersuchter Zwischenknoten **7**

Vorfahrtsregelung	R.v.L.			
Markierung	Piktogramm	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Piktogramme mit Richtungspfeilen
Bauliche Gestaltung	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	
Beschilderung	244.1	244.2	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.
Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)				
Sichtbeziehungen	Eingehalten			

Untersuchter Streckenabschnitt **6**

Typ. Querschnitt	FG|LP |FB|LP/FG			
	3,75|2,05|6,35|2,10			
Markierung	Piktogramm	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	
Parken	auf der Fahrbahn Längsparken Markiert			
	Gehwegparken (2 Räder) Längsparken Unmarkiert			
Straßenoberfläche	Asphalt			
Zustand d. Oberfläche	Sehr gut			
Topographie	flach			

Foto / Querschnitt		

Stadt: Esslingen
Straße: Hindenburgstraße

	Einbahnstraße	nein
	Beleuchtung	ja
	Umfeld / POI	Kulturzentrum / Versorgungseinrichtung
	Innerhalb Zone 30	ja
	Länge des Abschnitts	1,85 km
	Jahr der Einrichtung	2013 von der Hainbachstraße bis zur Friedrich-Ebert-Straße 2015 von der Friedrich-Ebert-Straße bis zur Entengrabenstraße (Altstadtring)
	Tag der Beobachtung	05.06.2018
	ÖV / Haltestellen / Frequenz	Ja (eine Halst)
	Randbebauung	Geschlossen / 4 Stöckig
	Verkehrsstärke Kfz	1584 / 24h 1492/13h Spitzenstunde: 169 KF/h
	Verkehrsstärke Rad	1035 / 13h Spitzenstunde: 158 RF/H
	Fahrräder auf d. Gehweg (in Gegenrichtung)	83 (45)

Fahrräder Nebeneinander	Nebeneinander: 6,33% Pulk: 1,01% Gesamt: 7,35%
Verkehrsstärke Fuß	1067 / 13h
Kfz V85	31 km/h
Vorfahrtsregelung	R.v.L.
Typ. Querschnitt	215|200 | 435 |223
	FG | P| FB | FG
Lage im Netz	Hauptradroute
Parken	einseitig Längsparken

Beschreibung:

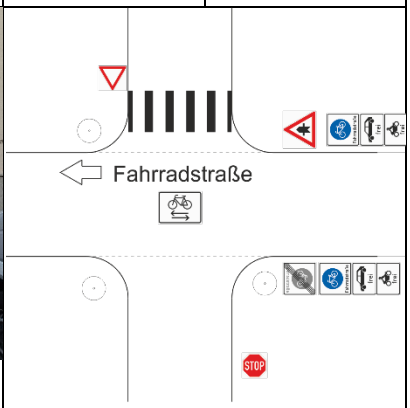
Hauptradverkehrsachse
Zu Beginn Einbahnstraße auf einem kurzen Abschnitt
Straße war Teil des Forschungsprogramms flächendeckende Verkehrsberuhigung 1992

Stadt

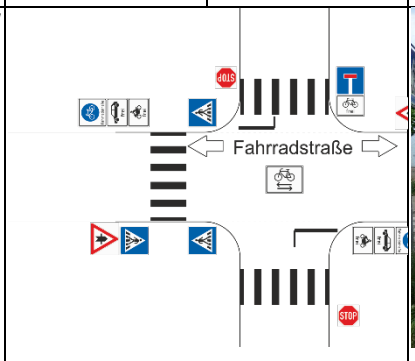
Modal Split Rad	7%
Anzahl Fahrradstraßen	1
Geplante Fahrradstraßen	?
Öffentlichkeitsarbeit	Pressemitteilung, Ortstermin, ggf. Info an die Anwohner

Untersuchter Anfangs- und Endbereich (Anfang)

Markierung auf der Fahrbahn	Piktogramm	Sinnbild	Wählen Sie ein Element aus.	
Bauliche Gestaltung	Wählen Sie ein Element aus.	Gehwegüberfahrt		

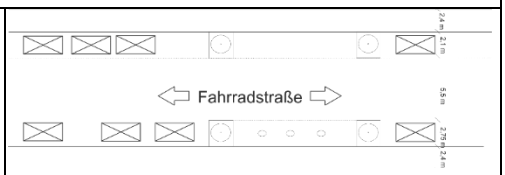
RV-Führung vor dem Anfang der Straße	Mischverkehr auf der Fahrbahn			
Beschilderung	244.1	244.2	301 (Rakete)	205
	274.1 (Zone)	274.2	Wählen Sie ein Element aus.	
Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)				

Untersuchter Zwischenknoten **(KP4)**

Vorfahrtsregelung	Fahrradstraße bevorrechtigt			
Markierung	Piktogramm	FGÜ	T 30	
Bauliche Gestaltung	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	
Beschilderung	244.1	244.2	301 (Rakete)	206 (Stop)
	293 (FGÜ)	1024.10	1022.12	Wählen Sie ein Element aus.
Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)				
Sichtbeziehungen	Teilweise Eingehalten			

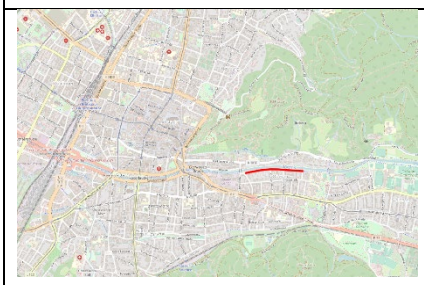
Untersuchter Streckenabschnitt **S6**

Typ. Querschnitt	240|210 | 550 |275 |240			
	FG | P| FB |P | FG			
Markierung	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	

Parken	beidseitig Längsparken Markiert	
Straßenoberfläche	Asphalt	
Zustand d. Ober-fläche	gut	
Topographie	flach	
Foto / Querschnitt		

Stadt: Freiburg

Straße: Hindenburgstraße



Einbahnstraße	nein
Beleuchtung	ja
Umfeld / POI	Bildungseinrichtung / Wohnbebauung / Sport und Freizeitanlagen
Innerhalb Zone 30	ja
Länge des Abschnitts	570
Jahr der Einrichtung	Vor 2010
Tag der Beobachtung	25.04.2018
ÖV / Haltestellen / Frequenz	nein
Randbebauung	einseitig / 4 Stöckig
Verkehrsstärke Kfz	599 / 24h (ggf. fehlerhaft) 380/13h Spitzenstunde: 134 Kfz/h
Verkehrsstärke Rad	9041 / 13h Spitzenstunde: 1223/RF/h
Fahrräder auf d. Gehweg (in Gegenrichtung)	0 (0) → Radweg wurde nicht mitgezählt
Fahrräder Nebeneinander	Nebeneinander: 9,23% Pulk: 9,32% Gesamt:18,55 %
Verkehrsstärke Fuß	594 / 13h
Vorfahrtsregelung	Fahrradstraße bevorrechtigt
KfzV85	21 km/h
Typ. Querschnitt	270|190 | 520 |210 | 110 FG | P| FB | P |FG
Lage im Netz	Hauptradroute
Parken	beidseitig Längsparken

Beschreibung:

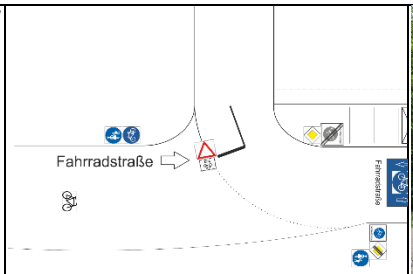
Ausgewiesener Teil des städtischen Fahrradnetzes. Anschlussstelle Innenstadt <> Schulgebiete / Sportanlagen Teil mehrere Fahrradwanderrouten entlang der Dreisam

Stadt

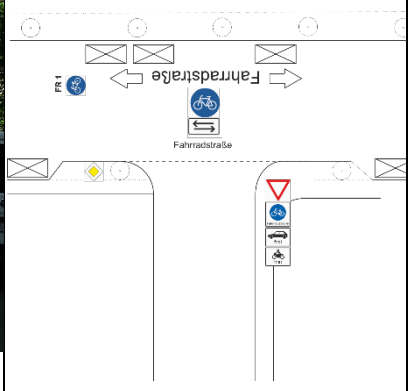
Modal Split Rad	26% (MID)
Anzahl Fahrradstraßen	9 (OSM)
Geplante Fahrradstraßen	?
Öffentlichkeitsarbeit	Pressemitteilung,

Untersuchter Anfangs- und Endbereich

Markierung auf der Fahrbahn	Sinnbild	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.
Bauliche Gestaltung	Gehwegüberfahrt	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	
RV-Führung vor dem Anfang der Straße	Gemeinsamer Geh-und Radweg			
Beschilderung	244.1	244.2	306	1024.10
	1022.12	274.2	274.1	Wählen Sie ein Element aus.

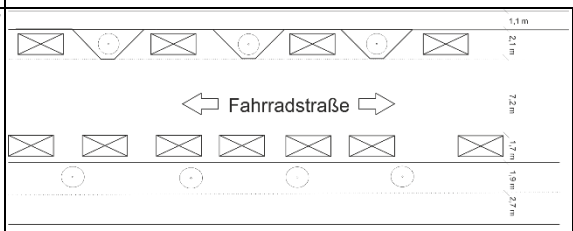
Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)		

Untersuchter Zwischenknoten

Vorfahrtsregelung	Fahrradstraße bevorrechtigt			
Markierung	Sinnbild	Randlinien	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.
Bauliche Gestaltung	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	
Beschilderung	244.1	244.2	1022.12	1024.10
	Wählen Sie ein Element aus.	205	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.
Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)				
Sichtbeziehungen	Teilweise Eingehalten			

Untersuchter Streckenabschnitt

Typ. Quer-schnitt	200|200 | 390 |200 |200 FG | P| FB |P | FG			
Markie-rung	Piktogramm	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.
Parken	beidseitig Längsparken Unmarkiert			

Straßen-oberflä-che	Asphalt	
Zustand d. Ober-fläche	Sehr gut	
Topogra-phie	flach	
Foto / Quer-schnitt		

Stadt: Göttingen

Straße: Goßlerstraße

	Regelung Durchgangsverkehr	Diagonalsperre		
	Beleuchtung	ja		
	Umfeld / POI	Bildungseinrichtung (uni) / Wohnbebauung/kommunale und religiöse Einrichtungen		
	Innerhalb Zone 30	nein		
	Länge des Abschnitts	1,3 km		
	Jahr der Einrichtung	205		
	Tag der Beobachtung	21.05.2019		
	ÖV / Haltestellen / Frequenz	Ja (4/h)		
	Randbebauung	Geschlossen /Teils offen / 4 Stöckig		
	Verkehrsstärke Kfz	8477 / 24h		
	Verkehrsstärke Rad	6706 /13h		
	Fahrräder auf d. Gehweg (in Gegenrichtung)	132/13h (47)		
	Fahrräder Nebeneinander	13,3 %		
	Verkehrsstärke Fuß	1643/13h		
	V85 MIV	31		
	Vorfahrtsregelung	Fahrradstraße bevorrechtigt		
	Typ. Querschnitt	275|185 | 675 |270		
		FG | LP| FB | FG		
	Lage im Netz	Hauptradroute		
	Parken	Im Seitenraum	Längsparken	Markiert

Beschreibung:

Ausgewiesener Teil des städtischen Fahrradnetzes. Anschlussstelle Innenstadt <> Universität Als Radschnellweg klassifiziert

Stadt

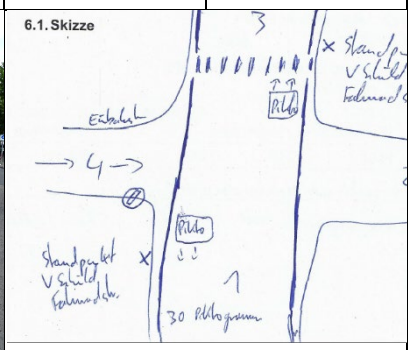
Modal Split Rad	28%
Anzahl Fahrradstraßen	15
Geplante Fahrradstraßen	Neue Route geplant
Öffentlichkeitsarbeit	Breite Akzeptanz / Blaue Linie

Untersuchter Anfangs- und Endbereich

Markierung auf der Fahrbahn	Piktogramm	Sonstiges	Wählen Sie ein Element aus.	Radstreifen in Mittellage
Bauliche Gestaltung	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Fahrbahnteiler,	
RV-Führung vor dem Anfang der Straße	Radweg ohne Benutzungspflicht			
Beschilderung	244.1	244.2	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.
	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	

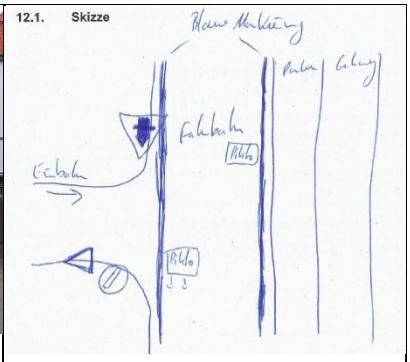
Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)		

Untersuchter Zwischenknoten KP 2

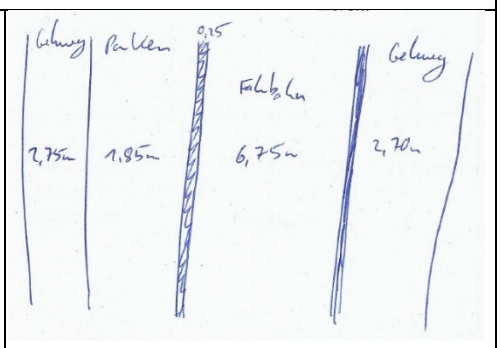
Vorfahrtsregelung	Fahrradstraße bevorrechtigt			
Markierung	Piktogramm	FGÜ	Randlinien	
Bauliche Gestaltung	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	
Beschilderung	244.1	244.2	301 (Rakete)	205
Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)				
Sichtbeziehungen	Eingehalten			

Untersuchter Zwischenknoten KP 5

Vorfahrtsregelung	Fahrradstraße bevorrechtigt			
Markierung	Randlinien	Piktogramm	Sicherheits-trennstreifen	
Bauliche Gestaltung	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	
Beschilderung	244.1	244.2	301 (Rakete)	Wählen Sie ein Element aus.

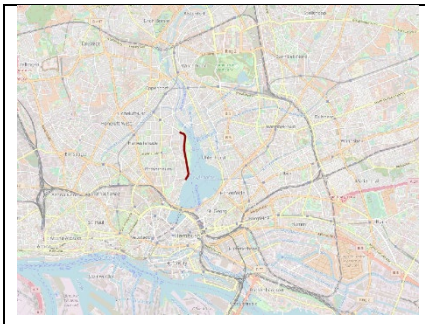
Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)		
Sichtbeziehungen	Teilweise Eingehalten	

Untersuchter Streckenabschnitt S2

Typ. Querschnitt	275|185 | 675 |270			
	FG | LP| FB | FG			
Markierung	Piktogramm	T 30	Sicherheitstrennstreifen	
Parken	Im Seitenraum Längsparken Markiert			
Straßenoberfläche	Asphalt			
Zustand d. Oberfläche	Sehr gut			
Topographie	flach			
Foto / Querschnitt				

Stadt: Hamburg

Straße: Alsterufer



Regelung Durchgangsverkehr	Keine Regelungen	
Beleuchtung	ja	
Umfeld / POI	Bildungseinrichtung / Wohnbebauung / Sport und Freizeitanlagen / Gastro	
Innerhalb Zone 30	ja	Durch Beschilderung herausgelöst
Länge des Abschnitts	1,7 km	
Jahr der Einrichtung	2014	
Tag der Beobachtung	11.09.2019	
ÖV / Haltestellen / Frequenz	ja	
Randbebauung	Einzelgebäude / Villen	

Verkehrsstärke Kfz	2790 / 24h 2578/13h Spitzenstunde: 391Kfz/h
Verkehrsstärke Rad	4818 / 13h 976 RF/h
Fahrräder auf d. Gehweg (in Gegenrichtung)	6 (2)->Radweg wurde nicht mitgezählt
Fahrräder Nebeneinander	Nebeneinander: 5,60% Pulk: 5,38% Gesamt: 10,98%
Verkehrsstärke Fuß	168 / 13h
V85 MIV	31 km/h

	Vorfahrtsregelung	Fahrradstraße bevorrechtigt		
	Typ. Querschnitt	0,50|2,65|1,00|5,55|4,25|2,40		
		FG |LP/Grün|STS?| FB |Grün| FG		
	Lage im Netz	Hauptradroute		
	Parken	Im Seitenraum	Längsparken	Markiert

Beschreibung:

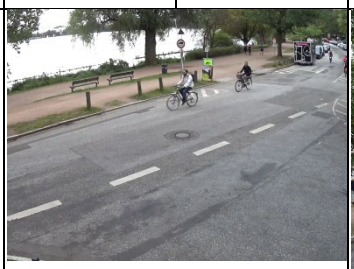
Hauptroute in die Innenstadt Teil der Alsterfahrradachsen Lange und Umfangreiche Diskussionen mit mehreren Evaluationen zum Alsterradweg

Stadt

Modal Split Rad	15%
Anzahl Fahrradstraßen	20
Geplante Fahrradstraßen	?
Öffentlichkeitsarbeit	Umfangreiche Bürgerbeteiligung Flyer / Banner etc.

Untersuchter Anfangs- und Endbereich

Markierung auf der Fahrbahn	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Im Vorlauf ist eine Einbahnstraße + eine Diagonalsperre eingerichtet (500 Meter)
Bauliche Gestaltung	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.		
RV-Führung vor dem Anfang der Straße	Mischverkehr auf der Fahrbahn			

Beschilderung	244.1	244.2	274.1 (Zone)	274.2
	1024.10	1022.12	Wählen Sie ein Element aus.	
Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)				

Untersuchter Zwischenknoten **KP5**

Vorfahrtsregelung	Fahrradstraße bevorrechtigt			
Markierung	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	
Bauliche Gestaltung	Aufpflasterung	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	
Beschilderung	244.1	244.2	274.1 (Zone)	274.2
Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)				
Sichtbeziehungen	Teilweise Eingehalten			

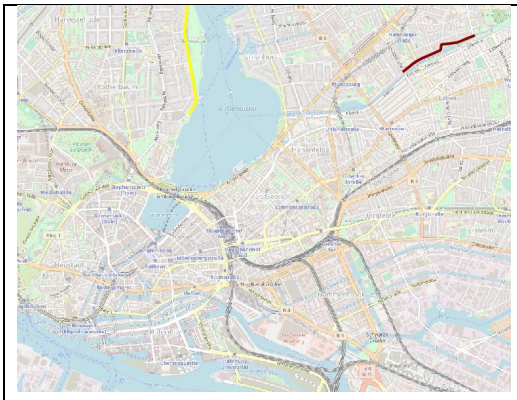
Untersuchter Streckenabschnitt

Typ. Querschnitt	0,50|2,65|1,00|5,55|4,25|2,40			
	FG |LP/Grün|Sperrfläche| FB |Grün| FG			
Markierung	Piktogramm	Randlinien	Wählen Sie ein Element aus.	Sperrfläche verengt die FB
Parken	Im Seitenraum Längsparken Markiert			
Straßenoberfläche	Asphalt			
Zustand d. Oberfläche	Sehr gut			

Topographie	flach	
Foto / Querschnitt		

Stadt: Hamburg

Straße: Uferstraße



	Regelung Durchgangsverkehr	Einbahnstraße	Nur ein kleiner Abschnitt
	Beleuchtung	ja	
	Umfeld / POI	Gastronomie / Wohnbebauung	
	Innerhalb Zone 30	ja	FS bevorrechtigt durch Aufpflasterung
	Länge des Abschnitts	1.000	
	Jahr der Einrichtung	2012	
	Tag der Beobachtung	11.09.2019	
	ÖV / Haltestellen / Frequenz	nein	
	Randbebauung	einseitig / 4 Stöckig	
	Verkehrsstärke Kfz	526 / 24h 457/13h Spitzenstunde: 81 Kfz/h	
	Verkehrsstärke Rad	3278 / 13h Spitzenstunde: 486 RF/h	
	Fahrräder auf d. Gehweg (in Gegenrichtung)	35 (28)	
	Fahrräder Nebeneinander	Nebeneinander: 6,89% Gruppe: 3,10% Gesamt: 9,99%	
	Verkehrsstärke Fuß	957 / 13h	
	V85 MIV	21 km/h	
	Vorfahrtsregelung	Fahrradstraße bevorrechtigt	
	Typ. Querschnitt	1,00|1,50|210 | 490 |3,30|2,30|223	

		FG |Grün|L P| FB |LP/Baum| FG		
	Lage im Netz	Hauptradroute		
	Parken	auf der Fahr-bahn	Längs-parken	Markiert
	Parken	Im Sei-tenraum	Längs-parken	Markiert

Beschreibung:

Ausgewiesener Teil des städtischen Fahrradnetzes. Teil der Velo-Route 6

Stadt

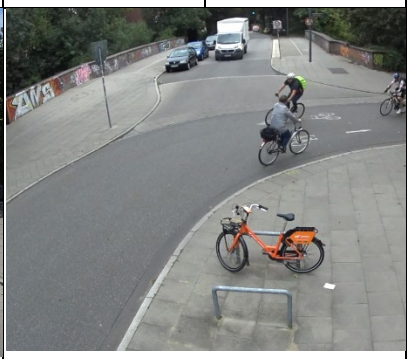
Modal Split Rad	15%
Anzahl Fahrradstraßen	20
Geplante Fahrradstraßen	?
Öffentlichkeitsarbeit	Flyer f. die Anwohner / Umfangreiche Bürgerbeteiligung / ADFC involviert

Untersuchter Anfangs- und Endbereich

Markierung auf der Fahrbahn	Piktogramm	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Mit Richtungspfeilen
Bauliche Gestaltung	Aufpflasterung	Gehwegüberfahrt	Unterscheidung unklar	
RV-Führung vor dem Anfang der Straße	Wählen Sie ein Element aus.			
Beschilderung	244.1	244.2	1024.10	1022.12

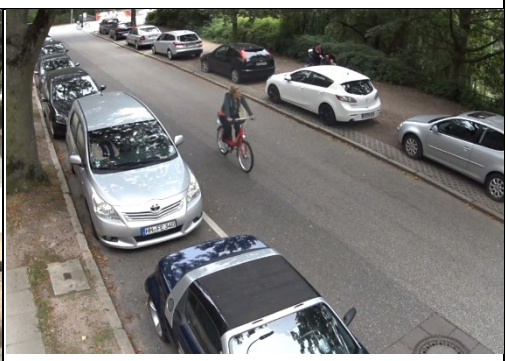
	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Einbahnstraße
Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)				

Untersuchter Zwischenknoten **KP3**

Vorfahrtsregelung	Fahrradstraße bevorrechtigt			
Markierung	Piktogramm	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	+ Richtungs-pfeile
Bauliche Gestaltung	Wählen Sie ein Element aus.	Gehwegüberfahrt	Wählen Sie ein Element aus.	
Beschilderung	244.1	244.2	1024.10	1022.12
Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)				
Sichtbeziehungen	Teilweise Eingehalten			

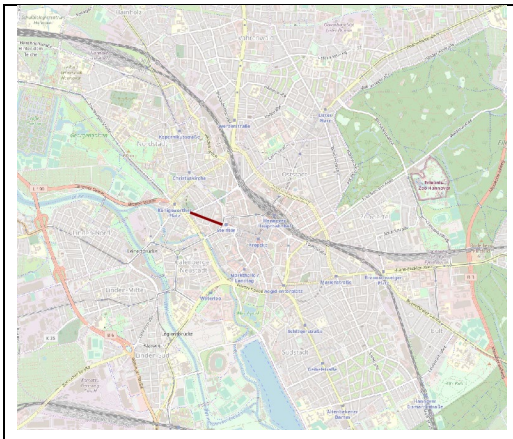
Untersuchter Streckenabschnitt

Typ. Quer-schnitt	1,00|1,50|210 | 490 |3,30|2,30|223 FG |Grün|L P| FB |LP/Baum| FG			
Markie-rung	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	
Parken	auf der Fahrbahn Längsparken Markiert			
	Im Seitenraum Längsparken Markiert			

Straßenoberfläche	Asphalt
Zustand d. Oberfläche	Sehr gut
Topographie	flach
Foto / Querschnitt	

Stadt: Hannover

Straße: Lange Laube



Regelung Durchgangsverkehr	Einbahnstraße	Unechte Einbahnstraße
Beleuchtung	ja	
Umfeld / POI	Wohnbebauung / Versorgung / Gastronomie/Einzelhandel (hoher Geschäftsbesatz)	
Innerhalb Zone 30	nein	
Länge des Abschnitts	400	
Jahr der Einrichtung	2010?	
Tag der Beobachtung	19.06.2019	
ÖV / Haltestellen / Frequenz	nein	
Randbebauung	Geschlossen / 4 Stöckig	

Verkehrsstärke Kfz	1174 / 24h 1151 / 13h Spitzenstunde 180/h
Verkehrsstärke Rad	3970 / 13h Spitzenstunde 412/h
Fahrräder auf d. Gehweg (in Gegenrichtung)	159 (146)
Fahrräder Nebeneinander	Nebeneinander: 5,99% Gruppen: 2,82% Gesamt: 8,82%
Verkehrsstärke Fuß	10.336 / 13h

	V85 MIV	21 km/h		
	Vorfahrtsregelung	Fahrradstraße bevorrechtigt		
	Typ. Querschnitt	575|200 |35| 435|35|200 |575		
		FG | P/Grün|ST| FB ||ST|P/Grün| FG		
	Lage im Netz	Hauptradroute		
	Parken	Im Seitenraum	Längsparken	Markiert

Beschreibung:

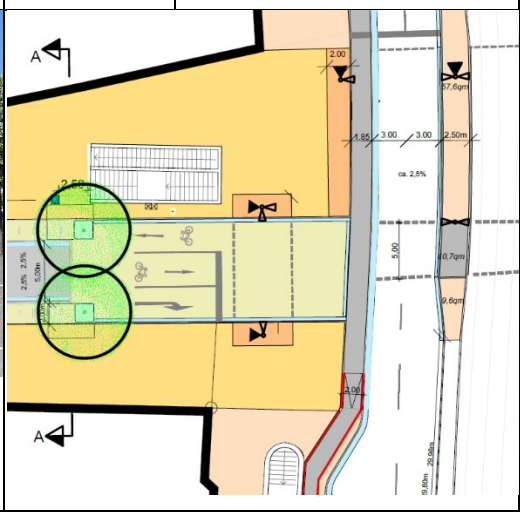
Ausgewiesener Teil des städtischen Fahrradnetzes. Anschlussstelle Innenstadt <> Universität

Stadt

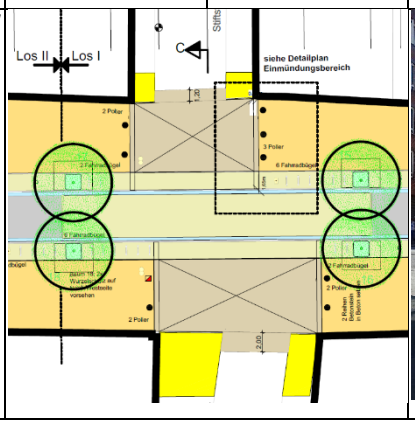
Modal Split Rad	19%
Anzahl Fahrradstraßen	29
Geplante Fahrradstraßen	ja
Öffentlichkeitsarbeit	Flyer f. die Anwohner / PM

Untersuchter Anfangs- und Endbereich

Markierung auf der Fahrbahn	Sinnbild	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Haltelinien

Bauliche Gestaltung	Gehwegüberfahrt	Aufpflasterung	Poller/Schild auf der Fahrbahn	
RV-Führung vor dem Anfang der Straße	Radweg mit Benutzungspflicht		Schutzstreifen	
Beschilderung	244.1	244.2	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.
	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	
Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)				

Untersuchter Zwischenknoten **KP1**

Vorfahrtsregelung	Fahrradstraße bevorrechtigt			
Markierung	Sinnbild	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	
Bauliche Gestaltung	Gehwegüberfahrt	Aufpflasterung	Wählen Sie ein Element aus.	
Beschilderung	205	244.1	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.
Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)				

Sichtbeziehungen	Eingehalten

Untersuchter Streckenabschnitt **S1**

Typ. Querschnitt	575|200 |35| 435|35|200 |575			
	FG | P/Grün|ST| FB ||ST|P/Grün| FG			
Markierung	Sicherheitstrenn-streifen	Sinnbild	T 30	
Parken	Im Seitenraum Längsparken Markiert			
Straßenoberfläche	Asphalt			
Zustand d. Oberfläche	Sehr gut			
Topographie	flach			
Foto / Querschnitt				

Stadt: Hannover

Straße: Meterstraße/ Lange Döhrener

Einbahnstraße	nein
Beleuchtung	ja
Umfeld / POI	Wohnbebauung / Bildung / Sport und Freizeit
Innerhalb Zone 30	ja
Länge des Abschnitts	1,18km
Jahr der Einrichtung	2014
Tag der Beobachtung	13.08.2018
ÖV / Haltestellen / Frequenz	nein
Randbebauung	Geschlossen / 4 Stöckig
Verkehrsstärke Kfz	3.425 / 24h 1328/ 13h Spitzenstunde: 404 Kfz/h
Verkehrsstärke Rad	1.583 / 13h Spitzenstunde: 187 RF/h
Fahrräder auf d. Gehweg (in Gegenrichtung)	126 (57)
Fahrräder Nebeneinander	Nebeneinander: 2,80% Pulk:2,4% Gesamt:5,20%
Verkehrsstärke Fuß	1013 / 13h
V85 Kfz	37 km/h
Vorfahrtsregelung	R.v.L.
Typ. Querschnitt	240 | 180 | 0,5 | 590 |0,5 | 180 | 250 FG | P | TR | FB | TR |P | FG
Lage im Netz	Hauptradroute
Parken	beidseitig Längsparken

Beschreibung:

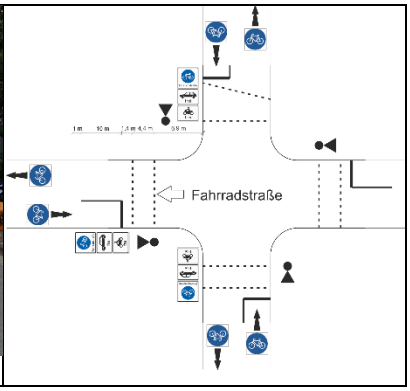
Hauptradroute parallel zur Hauptverkehrsstraße Hildesheimer und zum Maschsee. Anbindung von Wohn- und Schulgebieten an die Innenstadt

Stadt

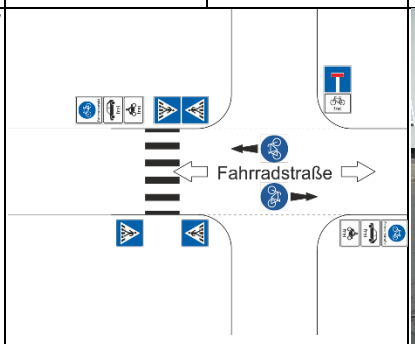
Modal Split Rad	19%
Anzahl Fahrradstraßen	29
Geplante Fahrradstraßen	?
Öffentlichkeitsarbeit	Pressemitteilung, Ortstermin, Flyer

Untersuchter Anfangs- und Endbereich

Markierung auf der Fahrbahn	Sinnbild	T 30	Wählen Sie ein Element aus.	
Bauliche Gestaltung	Punktuelle Einengung	Wählen Sie ein Element aus.	Rein Optisch (keine Änderung der Fahrbahnbreite)	
RV-Führung vor dem Anfang der Straße	Fahrradstraße			
Beschilderung	244.1	244.2	1022.12	1024.10
	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	

Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)		

Untersuchter Zwischenknoten **KP 3**

Vorfahrtsregelung	R.v.L.			
Markierung	Sinnbild	FGÜ	Wählen Sie ein Element aus.	
Bauliche Gestaltung	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	
Beschilderung	244.1	244.2	1022.12	1024.10
	Sackgasse	293 (FGÜ)		
Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)				
Sichtbeziehungen	Eingehalten			

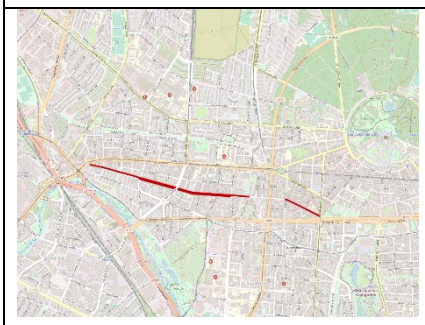
Untersuchter Streckenabschnitt **S4**

Typ. Querschnitt	380|55| (2,00) 3,90 |55|180 |220			
	FG | TR| (LP)FB |TR|LP | FG			
Markierung	T 30	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	
Parken	einseitig Längsparken Unmarkiert			
	einseitig Längsparken Markiert			
Straßenoberfläche	Asphalt			
Zustand d. Oberfläche	Sehr gut			

Topographie	flach	
Foto / Quer-schnitt		

Stadt: Karlsruhe

Straße: Sophienstraße

	Einbahnstraße	nein
	Beleuchtung	ja
	Umfeld / POI	Bildungseinrichtung / Wohnbebauung / Sport und Freizeit Anlagen / Gastronomie / Einzelhandel / Versorgung
	Innerhalb Zone 30	ja
	Länge des Abschnitts	2,5 km
	Jahr der Einrichtung	2008-2015
	Tag der Beobachtung	10.07.2018
	ÖV / Haltestellen / Frequenz	nein
	Randbebauung	Geschlossen / 4 Stöckig
	Verkehrsstärke Kfz	4047 kfz/24h 3695 kfz/13h Spitzenstunde: 448 kfz/h
	Verkehrsstärke Rad	5.378 / 13h Spitzenstunde: 668 RF/h
	Fahrräder auf d. Gehweg (in Gegenrichtung)	0(0)
	Fahrräder Nebeneinander	Nebeneinander: 6,32% Pulk: 24,80 % Gesamt: 31,12 %
	Verkehrsstärke Fuß	2.540 / 13h
	Kfz V85 (Allee)	29 km/h
	Kfz V85	27 km/h
	Vorfahrtsregelung	R.v.L.
	Typ. Querschnitt	300|180 | 540 |180 | 290 FG | P| FB |P | FG
	Lage im Netz	Hauptradroute
	Parken	beidseitig Längsparken

Beschreibung:

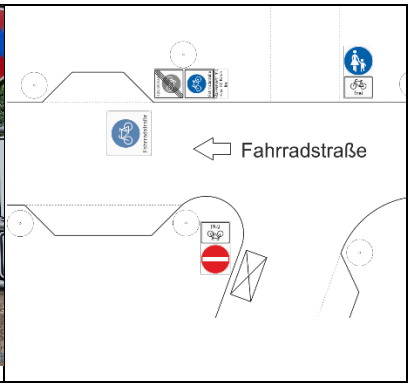
Ausgewiesener Teil des städtischen Fahrradnetzes. Verknüpfung Innenstadt <> Wohngebiet Stellenweise als Allee mit Einrichtungsfahrbahnen

Stadt

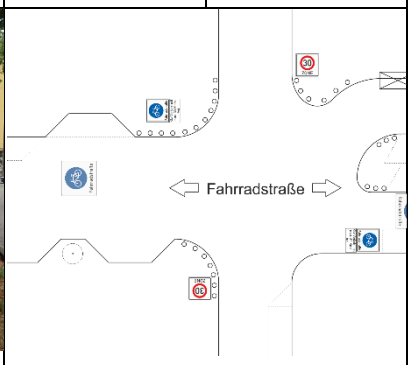
Modal Split Rad	26 %
Anzahl Fahrradstraßen	15
Geplante Fahrradstraßen	
Öffentlichkeitsarbeit	Flyer f. die Anwohner, PM, Erklärende Schilder an Anfang und Ende

Untersuchter Anfangs- und Endbereich

Markierung auf der Fahrbahn	Sinnbild	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	
Bauliche Gestaltung	Punktuelle Einengung	Wählen Sie ein Element aus.		
RV-Führung vor dem Anfang der Straße	Mischverkehr auf der Fahrbahn			
Beschilderung	244.1	244.2	274.1 (Zone)	274.2
	1024.10	1022.12	Wählen Sie ein Element aus.	

Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)		

Untersuchter Zwischenknoten **KP7**

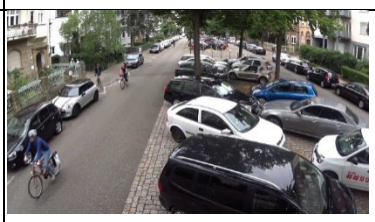
Vorfahrtsregelung	R.v.L.			
Markierung	244.1	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	
Bauliche Gestaltung	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	
Beschilderung	244.1	274.1 (Zone)	1024.10	1022.12
Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)				
Sichtbeziehungen	Teilweise Eingehalten			

Untersuchter Streckenabschnitt **S7**

Typ. Querschnitt	255 |180|240 | 535 |205 |255 FG |G| P| FB |P/G | FG			
Markierung	244.1	Piktogramm	Wählen Sie ein Element aus.	
Parken	beidseitig Längsparken Markiert		Teilweise auf der FB / Seitenraum	
Straßenoberfläche	Asphalt			
Zustand d. Oberfläche	gut			
Topographie	flach			

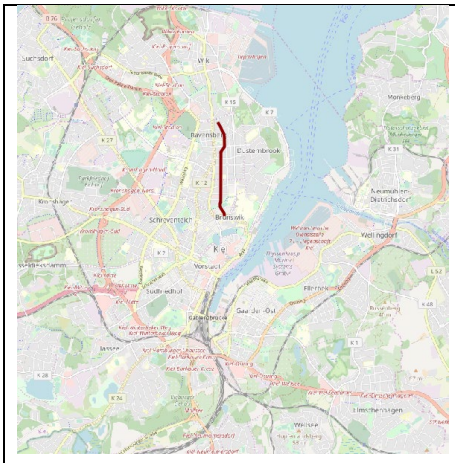
Foto / Querschnitt		

Untersuchter Streckenabschnitt **S8**

Typ. Querschnitt	280 (200) 530 (430) | 915 **Einrichtungsfahrbahn / Allee**			
	FG /LP / FB |SchrP			
Markierung	244.1	Piktogramm	Wählen Sie ein Element aus.	
Parken	einseitig Längsparken Unmarkiert		Teilweise auf dem Gehweg	
	einseitig Schrägparken Markiert		Mittelstreifen	
Straßenoberfläche	Asphalt			
Zustand d. Oberfläche	gut			
Topographie	flach			
Foto / Querschnitt				

Stadt: Kiel

Straße: Gerhardstraße



Regelung Durchgangsverkehr	Diagonalsperre	Einbahnstraße
Beleuchtung	ja	
Umfeld / POI	Kulturzentrum / Wohnbebauung / Bildungseinrichtung / Versorgung / Gastronomie	
Innerhalb Zone 30	ja	
Länge des Abschnitts	2 km	
Jahr der Einrichtung	Vor 2009	
Tag der Beobachtung	20.08.2019	
ÖV / Haltestellen / Frequenz	nein	
Randbebauung	Geschlossen / 4 Stöckig	

Verkehrsstärke Kfz	822 / 24h 696 / 13h Spitzenstunde: 86 KFz/h	
Verkehrsstärke Rad	1812 / 13h Spitzenstunde: 215 RF/h	
Fahrräder auf d. Gehweg (in Gegenrichtung)	63 (30)	
Fahrräder Nebeneinander	Nebeneinander: 4,97% Pulk: 1,16% Gesamt: 6,13%	
Verkehrsstärke Fuß	959 / 13h	
V85 MIV	17 km/h	
Vorfahrtsregelung	Fahrradstraße stellenweise bevorrechtigt	Keine einheitliche Regelung
Typ. Querschnitt	380|415| 225 |415	
	FG | FB |LP| FG	

	Lage im Netz	Hauptradroute		
	Parken	Im Seiten-raum	Längspar-ken	Markiert

Beschreibung:

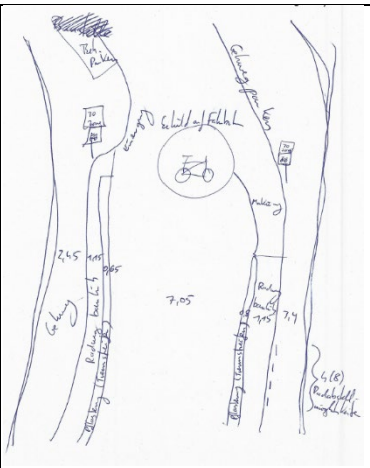
Ausgewiesener Teil des städtischen Veloroutennetzes 16 Velorouten als Radnetz Gewachsene Struktur - Keine einheitlichen Gestaltungsempfehlungen Keine einheitliche VOrfahrtsregelung

Stadt

Modal Split Rad	19%
Anzahl Fahrradstraßen	23
Geplante Fahrradstraßen	In Planung
Öffentlichkeitsarbeit	Flyer f. die Anwohner, PM, Webseite

Untersuchter Anfangs- und Endbereich

Markierung auf der Fahr-bahn	Piktogramm	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	
Bauliche Gestaltung	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Verengung der Fahrbahn	
RV-Führung vor dem An-fang der Straße	Radweg mit Benutzungspflicht			
Beschilderung	244.1	244.2	274.1 (Zone)	1024.10
	1022.12	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	

Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)		

Untersuchter Zwischenknoten **KP2**

Vorfahrtsregelung	Fahrradstraße bevorrechtigt			
Markierung	Piktogramm	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	
Bauliche Gestaltung	Gehwegüberfahrt	Wählen Sie ein Element aus.		
Beschilderung	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.
Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)				
Sichtbeziehungen	Nicht Eingehalten	Grund: Ruhender Verkehr		

Untersuchter Zwischenknoten **KP3**

Vorfahrtsregelung	Wählen Sie ein Element aus.	Fahrradstraße Wartepflichtig

Markierung	Piktogramm	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	
Bauliche Gestaltung	Aufpflasterung	Gehwegüberfahrt	Wählen Sie ein Element aus.	
Beschilderung	244.1	244.2	1024.10	1022.12
Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)				
Sichtbeziehungen	Eingehalten			

Untersuchter Streckenabschnitt

Typ. Querschnitt	380|415| 225 |415			
	FG | FB |LP| FG			
Markierung	Randlinien	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Breitstrich um Parkflächen zu markieren / vgl. mit STS
Parken	Im Seitenraum Längsparken Markiert	auf der Fahrbahn Längsparken Markiert		
Straßenoberfläche	Asphalt			
Zustand d. Oberfläche	gut			
Topographie	flach			
Foto / Querschnitt				

Stadt: Konstanz

Straße: Petershauserstraße

Regelung Durchgangsverkehr	Keine Regelungen		
Beleuchtung	ja		
Umfeld / POI	Wohnbebauung / Versorgung / Gastronomie / Einzelhandel		
Innerhalb Zone 30	ja		
Länge des Abschnitts	700		
Jahr der Einrichtung	2018		
Tag der Beobachtung	09.07.2019		
ÖV / Haltestellen / Frequenz	nein		
Randbebauung	Geschlossen / 4 Stöckig		

Verkehrsstärke Kfz	4526 / 24h 3070/ 13h Spitzenstunde: 416 Kfz/h		
Verkehrsstärke Rad	8588 / 13h Spitzenstunde 958 RF/h		
Fahrräder auf d. Gehweg (in Gegenrichtung)	203 (58)		
Fahrräder Nebeneinander	Nebeneinander:6,31% Pulk: 8,88% Gesamt: 15,2%		
Verkehrsstärke Fuß	1914 / 13h		
V85 MIV	25 km/h		
Vorfahrtsregelung	Fahrradstraße bevorrechtigt		
Typ. Querschnitt	202|350|193|81|642|72 |199 |240|410		
	FG |Grün| LP|STS| FB|STS|LP |Grün| FG		
Lage im Netz	Hauptradroute		
Parken	Im Seitenraum	Längsparken	Markiert

Beschreibung:

Ausgewiesener Teil des städtischen Fahrradnetzes. Anschlussstelle Innenstadt <> Universität Wurde auf Druck der Öffentlichkeit eingerichtet (Doppelt so hohe RV-Zahlen als MIV)

Stadt

Modal Split Rad	24
Anzahl Fahrradstraßen	2
Geplante Fahrradstraßen	3
Öffentlichkeitsarbeit	Information über Social Media, ggf. Banner am Straßenrand

Untersuchter Anfangs- und Endbereich

Markierung auf der Fahrbahn	Piktogramm	Farbläche	Sonstiges	Schriftzug Fahrradstraße
Bauliche Gestaltung	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.		
RV-Führung vor dem Anfang der Straße	Radweg mit Benutzungspflicht			
Beschilderung	244.1	244.2	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.
	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	KFZ-frei

Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)		

Untersuchter Zwischenknoten KP 4

Vorfahrtsregelung	Fahrradstraße bevorrechtigt			
Markierung	Farbfläche	Piktogramm	Randlinien	Schriftzug Fahrradstraße
	Grüne Haifischzähne	T 30		
Bauliche Gestaltung	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	
Beschilderung	244.1	206 (Stop)	306 (Spiegelei)	Wählen Sie ein Element aus.
Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)				
Sichtbeziehungen	Eingehalten			

Untersuchter Streckenabschnitt **S4**

Typ. Querschnitt	202|350|193|81|642|72 |199 |240|410			
	FG |Grün| LP|STS| FB|STS|LP |Grün| FG			
Markierung	Randlinien	Sicherheitstrennstreifen	Wählen Sie ein Element aus.	
Parken	Im Seitenraum Längsparken Markiert			
Straßenoberfläche	Asphalt			
Zustand d. Oberfläche	Sehr gut			
Topographie	flach			

Foto / Querschnitt		

Stadt: Konstanz

Straße: Schottenstraße

Regelung Durchgangsverkehr	Diagonalsperre	Anlieger frei
Beleuchtung	ja	
Umfeld / POI	Wohnbebauung / Religiöse Einrichtungen / Gastronomie / Bildung	
Innerhalb Zone 30	ja	
Länge des Abschnitts	1.000 m	
Jahr der Einrichtung	2018	
Tag der Beobachtung	09.07.2019	
ÖV / Haltestellen / Frequenz	nein	
Randbebauung	Geschlossen / 4 Stöckig	

Verkehrsstärke Kfz	2.359 / 24h 1819 /13h Spitzenstunde: 236 Kfz/h
Verkehrsstärke Rad	11279 RF / 13h Spitzenstunde: 1340 RF/h
Fahrräder auf d. Gehweg (in Gegenrichtung)	54 (41)
Fahrräder Nebeneinander	Nebeneinander: 6,79% Gruppe: 9,50% Summe:16,29%
Verkehrsstärke Fuß	1.156
V85 MIV	19 km/h

	Vorfahrtsregelung	Fahrradstraße bevorrechtigt		
	Typ. Querschnitt	155|220|60|325|75|220|160		
		FG | LP|STS| FB|STS|LP | FG		
	Lage im Netz	Hauptradroute		
	Parken	Im Seitenraum	Längsparken	Markiert

Beschreibung:

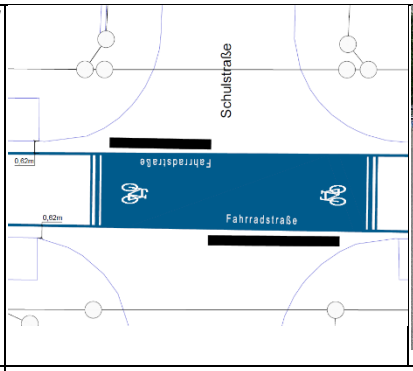
Ausgewiesener Teil des städtischen Fahrradnetzes. Anschlussstelle Innenstadt <> Universität Verbunden mit einer Fahrradbrücke über den Rhein

Stadt

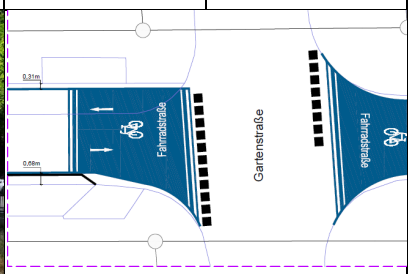
Modal Split Rad	24%
Anzahl Fahrradstraßen	2
Geplante Fahrradstraßen	3
Öffentlichkeitsarbeit	Social Media, Banner am Straßenrand

Untersuchter Zwischenknoten **KP 1**

Vorfahrtsregelung	Fahrradstraße bevorrechtigt			
Markierung	Piktogramm	Farbläche	Haltelinien	Schriftzug auf der Straße Haltelinien markiert
Bauliche Gestaltung	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	
Beschilderung	244.1	301 (Rakete)	206 (Stop)	Wählen Sie ein Element aus.

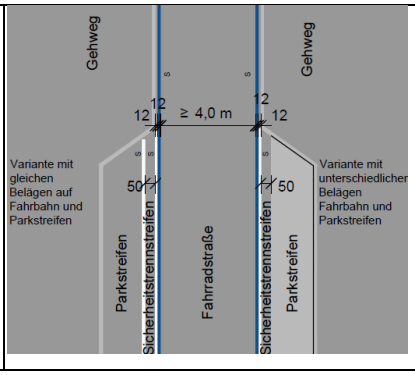
Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)		
Sichtbeziehungen	Teilweise Eingehalten	

Untersuchter Zwischenknoten **KP 3**

Vorfahrtsregelung	Wählen Sie ein Element aus.		Fahrradstraße Wartepflichtig	
Markierung	Piktogramm	Farbfläche	Haltelinien	Schriftzug auf der Straße Haltelinien markiert
Bauliche Gestaltung	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	
Beschilderung	244.1	301 (Rakete)	206 (Stop)	Wählen Sie ein Element aus.
Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)				
Sichtbeziehungen	Teilweise Eingehalten			

Untersuchter Streckenabschnitt **S2 + S4**

Typ. Querschnitt	155|220|60|325|75|220|160			
	FG | LP|STS| FB|STS|LP | FG			
Markierung	Randlinien	Sicherheits-trennstreifen	Wählen Sie ein Element aus.	
Parken	Im Seitenraum Längsparken Markiert			
Straßenoberfläche	Asphalt			
Zustand d. Oberfläche	Sehr gut			

Topographie	flach	
Foto / Querschnitt		

Stadt: Lübeck

Straße: Dorfstraße

Regelung Durchgangsverkehr	Anlieger frei
Beleuchtung	teilweise
Umfeld / POI	Wohnbebauung
Innerhalb Zone 30	ja
Länge des Abschnitts	900
Jahr der Einrichtung	2010
Tag der Beobachtung	21.08.2019
ÖV / Haltestellen / Frequenz	Ja / Ein Bus / h
Randbebauung	Mehrfamilienhäuser (offen) / 4 Stöckig

Verkehrsstärke Kfz	454 / 24h 411/ 13h Spitzenstunde: 54 Kfz/h
Verkehrsstärke Rad	1839 / 13h Spitzenstunde: 325 RF/h
Fahrräder auf d. Gehweg (in Gegenrichtung)	83 (22)
Fahrräder Nebeneinander	Nebeneinander: 10,22% Pulk: 10,85% Gesamt: 21,07 %
Verkehrsstärke Fuß	313 / 13h
V85 MIV	23 km/h
Vorfahrtsregelung	R.v.L.
Typ. Querschnitt	170|215|145 | 600|155 |115|125 FG |Grün|LP|FB|LP|Grün | FG
Lage im Netz	Hauptradroute

	Parken	Geh-wegpar-ken (2 Räder)	Längs-parken	Unmar-kiert

Beschreibung:

Ausgewiesener Teil des städtischen Fahrradnetzes. Anbindung der Fachhochschule an die Innenstadt. Änderung der Vorfahrt von Z306 zu R.v.L. wg. Unfallhäufung im Jahr 2015

Stadt

Modal Split Rad	17%
Anzahl Fahrradstraßen	3
Geplante Fahrradstraßen	2
Öffentlichkeitsarbeit	Flyer f. die Anwohner, PM

Untersuchter Anfangsbereich

Markierung auf der Fahr-bahn	T 30	Piktogramm	Wählen Sie ein Element aus.	
Bauliche Gestaltung	Punktuelle Einen-gung	Wählen Sie ein Element aus.		
RV-Führung vor dem An-fang der Straße	Mischverkehr auf der Fahrbahn			
Beschilderung	244.1	244.2	205	Wählen Sie ein Element aus.
	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	

Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)		

Untersuchter Endbereich

Markierung auf der Fahrbahn	Wählen Sie ein Element aus.	Piktogramm	Wählen Sie ein Element aus.	
Bauliche Gestaltung	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Wendekreis	
RV-Führung vor dem Anfang der Straße	Mischverkehr auf der Fahrbahn			
Beschilderung	244.1	244.2	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.
	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Sackgasse f. RV+FG durchlässig
Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)				

Untersuchter Zwischenknoten **KP 2**

Vorfahrtsregelung	R.v.L.			
Markierung	Piktogramm	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Richtungspfeile
Bauliche Gestaltung	Vorgezogener Seitenraum	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	

Beschilderung	244.1	244.2	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.
Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)				
Sichtbeziehungen	Teilweise Eingehalten			

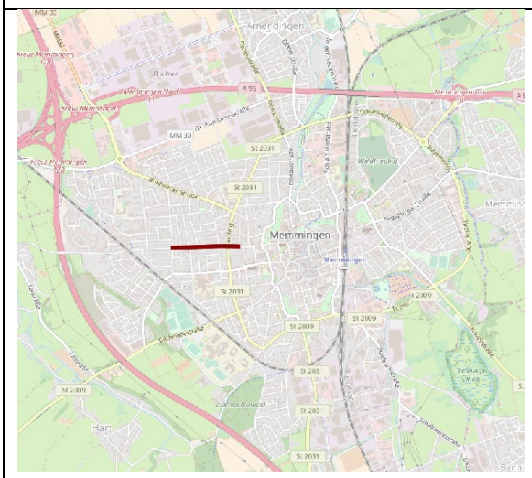
Untersuchter Streckenabschnitt **S2**

Typ. Querschnitt	170|215|145 | (400) 600|155 |115|125			
	FG |Grün|(LP)FB|LP|Grün | FG			
Markierung	T 30	Piktogramm	Wählen Sie ein Element aus.	+ Richtungspfeile Alles sehr abgenutzt
Parken	Wählen Sie ein Element aus. Längsparken Unmarkiert			
Straßenoberfläche	Asphalt			
Zustand d. Oberfläche	Sehr gut			
Topographie	flach			
Foto / Querschnitt				

Stadt: Memmingen

Straße: Buxacherstraße

Regelung Durchgangsverkehr	Keine Regelungen
Beleuchtung	ja
Umfeld / POI	Bildungseinrichtung / Wohnbebauung
Innerhalb Zone 30	nein
Länge des Abschnitts	600
Jahr der Einrichtung	2005
Tag der Beobachtung	17.06.2019
ÖV / Haltestellen / Frequenz	nein
Randbebauung	Einfamilienhäuser / 3 Stöckig



Verkehrsstärke Kfz	3.250 / 24h 2634/ 13h Spitzenstunde: 261 kfz/h
Verkehrsstärke Rad	2046 / 13h Spitzenstunde: 197 RF/h
Fahrräder auf d. Gehweg (in Gegenrichtung)	68 (19)
Fahrräder Nebeneinander	Nebeneinander. 5,18% Pulk: 2,22% Gesamt: 7,4%
Verkehrsstärke Fuß	526 / 13h
V85 MIV	32 km/h
Vorfahrtsregelung	Fahrradstraße bevorrechtigt
Typ. Querschnitt	230|215|20|460 |20|260 FG | LP||STS| FB |STS| FG

	Lage im Netz	Hauptradroute		
	Parken	Im Seitenraum	Längsparken	Markiert

Beschreibung:

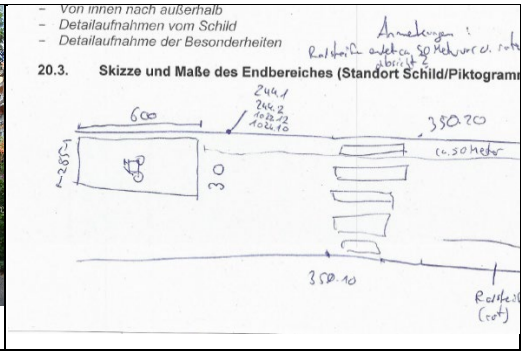
Ausgewiesener Teil des städtischen Fahrradnetzes. Anschlussstelle Innenstadt <> Umland Zentrale Fahrradachse seit 20 Jahren in Betrieb. Durchgehend von der Innenstadt zum Rand

Stadt

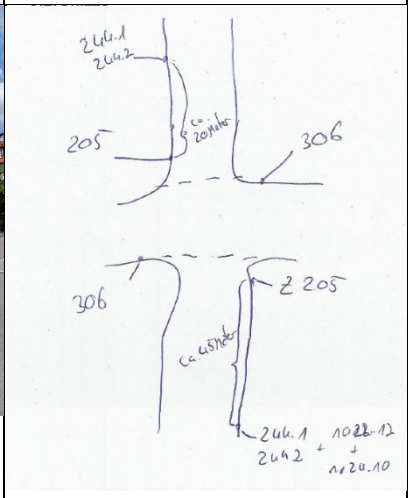
Modal Split Rad	25%
Anzahl Fahrradstraßen	4
Geplante Fahrradstraßen	-
Öffentlichkeitsarbeit	-

Untersuchter Endbereich

Markierung auf der Fahrbahn	T 30	Farbfläche	Piktogramm	Übergang zur Fahrradschleuse mit Radfahrstreifen/Schutzstreifen
Bauliche Gestaltung	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.		
RV-Führung vor dem Anfang der Straße	Radweg mit Benutzungspflicht			
Beschilderung	244.1	244.2	1024.10	1022.12
	293 (FGÜ)	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	

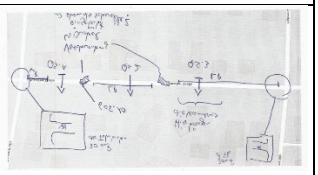
Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)		

Untersuchter Zwischenknoten **KP4**

Vorfahrtsregelung	Fahrradstraße bevorrechtigt			
Markierung	Randlinien	T 30	Wählen Sie ein Element aus.	
Bauliche Gestaltung	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	
Beschilderung	244.1	244.2	306 (Spiegelei)	205
			Zeichen 244.1 ca. 20 Meter abgesetzt innerhalb der einmündenden Straße	
Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)				
Sichtbeziehungen	Eingehalten			

Untersuchter Streckenabschnitt **S5**

Typ. Querschnitt	230|215|20|460 |20|260			
	FG | LP||STS| FB |STS| FG			
Markierung	Wählen Sie ein	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	STR und LP sind gepflastert

	Ele-ment aus.			
Parken	Im Seitenraum Längsparken Markiert			
Straßenoberfläche	Asphalt			
Zustand d. Oberfläche	Sehr gut			
Topographie	flach			
Foto / Querschnitt				

Stadt: Mönchengladbach

Straße: Bruckner Allee

Einbahnstraße	teilweise		
Beleuchtung	ja		
Umfeld / POI	Kulturzentrum / Wohnbebauung / Schule / Hochschulcampus		
Innerhalb Zone 30	nein		
Länge des Abschnitts	2,6 km		
Jahr der Einrichtung	2017		
Tag der Beobachtung	15.05.2018		
ÖV / Haltestellen / Frequenz	Ja (3 Haltestellen auf der Route)		
Randbebauung	Geschlossen / 4 Stöckig		

Verkehrsstärke Kfz	3704 / 24h 3048/13h Spitzenstunde: 315 Kfz/h		
Verkehrsstärke Rad	1440 / 13h Spitzenstunde: 186 RF/h		
Fahrräder auf d. Gehweg (in Gegenrichtung)	213 (102)		
Fahrräder Nebeneinander	Nebeneinander: 2,61% Pulk: 2,54% Gesamt: 5,15%		
Verkehrsstärke Fuß	5719 / 13h		
MIV V85	32 km/h		
Vorfahrtsregelung	Fahrradstraße bevorrechtigt		
Typ. Querschnitt	215|200 | 435 |223		
	FG | P| FB | FG		
Lage im Netz	Hauptradroute		
Parken	einseitig	Längsparken	Unmarkiert

Beschreibung:

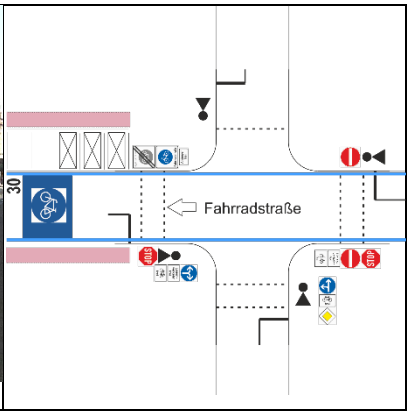
Verbindung zwischen den beiden Bahnhöfen Rheydt und Mönchengladbach. Stellenweise als Allee geführt

Stadt

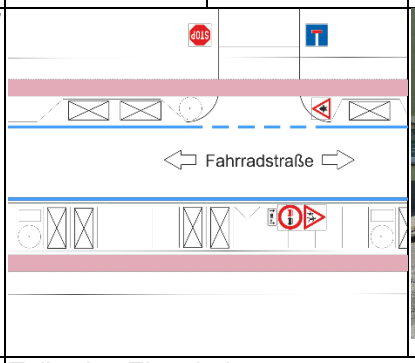
Modal Split Rad	6%
Anzahl Fahrradstraßen	1
Geplante Fahrradstraßen	?
Öffentlichkeitsarbeit	Flyer f. die Anwohner, PM, Eigen Facebook Seite

Untersuchter Anfangs- und Endbereich

Markierung auf der Fahrbahn	T 30	Sinnbild	Randlinien (durchgezogen)	Blaue Linie
Bauliche Gestaltung	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.		
RV-Führung vor dem Anfang der Straße	Mischverkehr auf der Fahrbahn		Gemeinsamer Geh-und Radweg	
Beschilderung	244.1	244.2	206 (Stop)	Wählen Sie ein Element aus.
	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	LSA

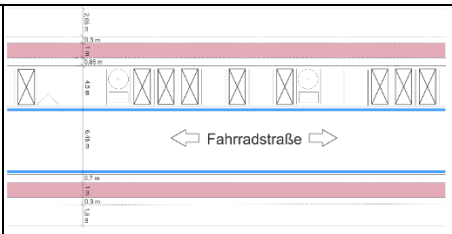
Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)		

Untersuchter Zwischenknoten

Vorfahrtsregelung	Fahrradstraße bevorrechtigt			
Markierung	Randlinien	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Unterbrochene Blaue Linie
Bauliche Gestaltung	Aufpflasterung	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	
Beschilderung	301 (Rakete)	206 (Stop)	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.
Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)				
Sichtbeziehungen	Teilweise Eingehalten			

Untersuchter Streckenabschnitt

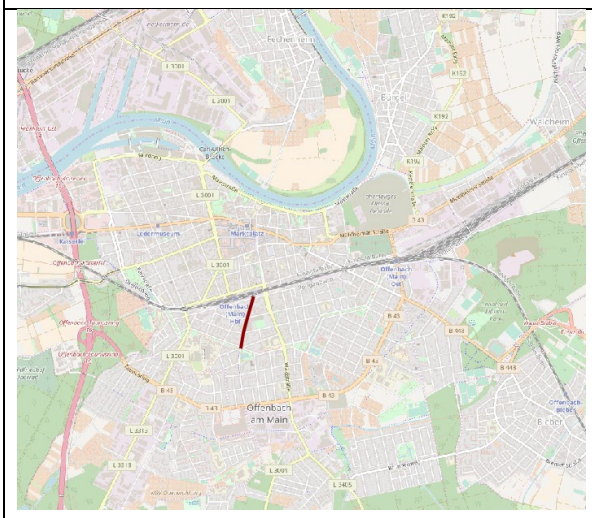
Typ. Querschnitt	180|130| 265 |070|645 |460 |130 |265 FG |Radweg (alt)|TR| FB |SchrP | Radweg (alt)| FG			
Markierung	Randlinien	T 30	FGÜ	Blaue Linie
Parken	einseitig Senkrechtparken Markiert			
Straßenoberfläche	Asphalt			
Zustand d. Oberfläche	Sehr gut			
Topographie	flach			

Foto / Querschnitt		

Stadt: Offenbach

Straße: Senefelderstraße

Regelung Durchgangsverkehr	Anlieger frei
Beleuchtung	ja
Umfeld / POI	Wohnbebauung / Einkaufsmöglichkeiten / Gastronomie
Innerhalb Zone 30	ja
Länge des Abschnitts	500 m
Jahr der Einrichtung	2018
Tag der Beobachtung	05.06.2019
ÖV / Haltestellen / Frequenz	nein
Randbebauung	Geschlossen / 4 Stöckig
Verkehrsstärke Kfz	3917 / 24h 1328/13h Spitzenstunde: 234 kfz/h



Verkehrsstärke Rad	1483 RF / 13h Spitzenstunde: 187 RF/h
Fahrräder auf d. Gehweg (in Gegenrichtung)	139 (64)
Fahrräder Nebeneinander	Nebeneinander: 17,02% Pulk: 1,45% Gesamt: 18,48%
Verkehrsstärke Fuß	1740 FG/13h
V85 MIV	36 km/h
Vorfahrtsregelung	Fahrradstraße bevorrechtigt

	Typ. Querschnitt	220|205 |75| 500 |75|205|190|270		
	Typ. Querschnitt	FG | LP|ST| FB|ST|LP|Grün|FG		
	Lage im Netz	Hauptradroute		
	Parken	auf der Fahrbahn		

Beschreibung:

Ausgewiesener Teil des städtischen Fahrradnetzes. Anschlussstelle Bahnhof <> Wohngebiet/Park Kombination mehrerer Fahrradstraßen in der Stadt

Stadt

Modal Split Rad	12%
Anzahl Fahrradstraßen	1
Geplante Fahrradstraßen	9
Öffentlichkeitsarbeit	Webseite / Youtube-Kanal / Befragung zur Gestaltung

Untersuchter Anfangs- und Endbereich

Markierung auf der Fahrbahn	Sinnbild	Farbläche	FGÜ	Haifischzäne	Haltelinie
Bauliche Gestaltung	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.			
RV-Führung vor dem Anfang der Straße	Mischverkehr auf der Fahrbahn		Fahrradstraße		
Beschilderung	244.1	205	244.2	1022.12	

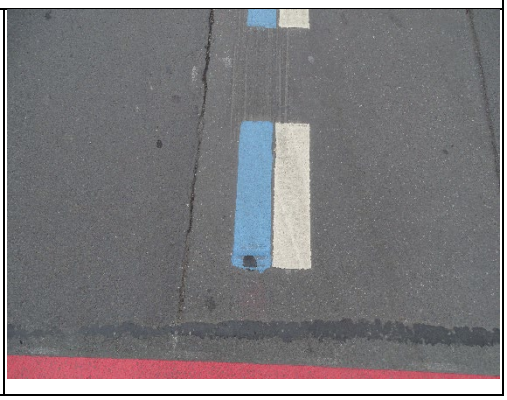
	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Aufsteller mit Infos zur FS
Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)				

Untersuchter Zwischenknoten KP**2**

Vorfahrtsregelung	Fahrradstraße bevorrechtigt			
Markierung	T 30	Sinnbild	Farbfläche	
	Randlinien	Haifischzähne		
Bauliche Gestaltung	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	
Beschilderung	244.1	244.2	301 (Rakete)	205
	274.1 (Zone)	274.2	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.
Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)				
Sichtbeziehungen	Teilweise Eingehalten			

Untersuchter Streckenabschnitt **S3**

Typ. Querschnitt	220|205 |75| 500 |75|205|190|270			
	FG | LP|ST| FB|ST|LP|Grün|FG			
Markierung	Piktogramm	Sicherheitstrennstreifen	Randlinien	Blaue Randlinien
Parken	auf der Fahrbahn Längsparken Markiert			

Straßenoberfläche	Asphalt	
Zustand d. Oberfläche	Sehr gut	
Topographie	flach	
Foto / Querschnitt		

Stadt: Rotenburg

Straße: Hemphöfen

Einbahnstraße	teilweise
Beleuchtung	ja
Umfeld / POI	Bildungseinrichtung/ Sport und Freizeitanlagen / Wohnbebauung
Innerhalb Zone 30	ja
Länge des Abschnitts	500
Jahr der Einrichtung	?
Tag der Beobachtung	16.08.2018
ÖV / Haltestellen / Frequenz	ja
Randbebauung	Mehrfamilienhäuser / 4 Stöckig

Verkehrsstärke Kfz	2425 / 24h 2216/13h Spitzenstunde: 262 Kfz/h
Verkehrsstärke Rad	295 / 13h Spitzenstunde: 48 RF/h
Fahrräder auf d. Gehweg (in Gegenrichtung)	71 (25)
Fahrräder Nebeneinander	Nebeneinander: 2,87% Pulk: 5,01% Gesamt: 7,81%
Verkehrsstärke Fuß	228 / 13h
V85 MIV	37 km /h
Vorfahrtsregelung	R.v.L.

	Typ. Querschnitt	180|035|435|35 |200|185		
		FG | FB |P| FG		
	Lage im Netz	Nebenroute		
	Parken	einseitig	Längsparken	Markiert

Beschreibung:

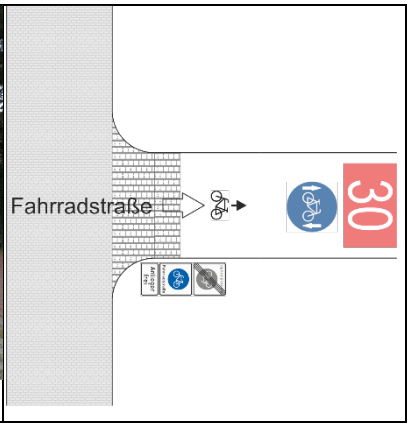
Zubringer zum Schulzentrum und Schwimmbad Wird nach erster Einschätzung als Schleichweg für die überlastete Hauptstraße genutzt

Stadt

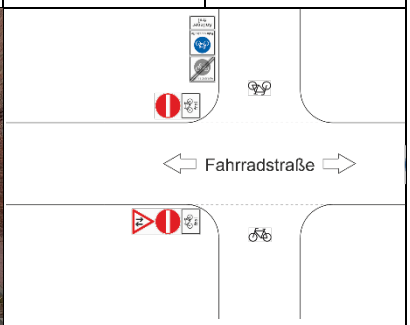
Modal Split Rad	12%
Anzahl Fahrradstraßen	2
Geplante Fahrradstraßen	0
Öffentlichkeitsarbeit	Flyer f. die Anwohner

Untersuchter Endbereich

Markierung auf der Fahrbahn	T 30	Piktogramm	Sinnbild	
Bauliche Gestaltung	Aufpflasterung	Wählen Sie ein Element aus.		
RV-Führung vor dem Anfang der Straße	Mischverkehr auf der Fahrbahn			
Beschilderung	244.1	244.2	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.
	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Anlieger frei

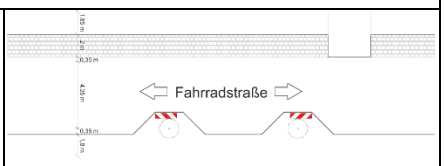
Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)		

Untersuchter Zwischenknoten **Nr.2**

Vorfahrtsregelung	R.v.L.			
Markierung	Piktogramm	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Piktogramm noch in den Einmündungen
Bauliche Gestaltung	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	
Beschilderung	244.1	244.2	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.
Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)				
Sichtbeziehungen	Nicht Eingehalten			

Untersuchter Streckenabschnitt **S3**

Typ. Querschnitt	180|035|435|35 |200|185
	FG | FB |P| FG

Markierung	Piktogramm	Sinnbild	T 30	Alternierendes Parken / Fahrbahnnverschwenkung
Parken	beidseitig Längsparken Markiert	Im Seitenraum		
Straßenoberfläche	Asphalt			
Zustand d. Oberfläche	Sehr gut			
Topographie	flach			
Foto / Querschnitt				

Stadt: Senftenberg

Straße: Hörlitzerstraße

Regelung Durchgangsverkehr	Diagonalsperre	Sackgasse	Kurzes Stück Anlieger frei	
Beleuchtung	ja			
Umfeld / POI	Wohnbebauung			
Innerhalb Zone 30	nein			
Länge des Abschnitts	1000			
Jahr der Einrichtung	1995			
Tag der Beobachtung	15.08.2019			
ÖV / Haltestellen / Frequenz	Ja / 1 Bus / stündlich			
Randbebauung	Einzelhäuser / 2-3 Stöckig			

Verkehrsstärke Kfz	987 / 24h 875/13h Spitzenstunde: 112 Kfz/h
Verkehrsstärke Rad	814 / 13h Spitzenstunde: 85 RF/h
Fahrräder auf d. Gehweg (in Gegenrichtung)	10 (7)
Fahrräder Nebeneinander	Nebeneinander: 11,06% Pulk: 1,29% Gesamt: 12,35%
Verkehrsstärke Fuß	152 / 13h
V85 MIV	36 km/h
Vorfahrtsregelung	Fahrradstraße bevorrechtigt
Typ. Querschnitt	1,25|1,65|2,4|1,22|2,40|1,90|1,63| FG|Grün|FB|Mitte|FB|Grün|FG
Lage im Netz	Hauptradroute

	Parken	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Unmarkiert

Beschreibung:

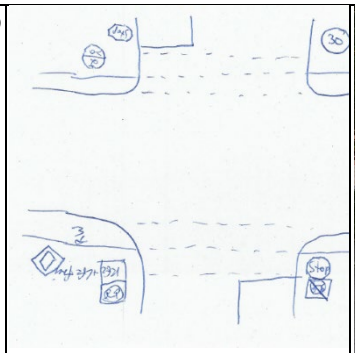
Anschluss des Stadtzentrums an die Wohngebiete und Sportanlagen am Stadtrand Vor 1995 war es eine Bundesstraße

Stadt

Modal Split Rad	?
Anzahl Fahrradstraßen	2
Geplante Fahrradstraßen	-
Öffentlichkeitsarbeit	Anliegerversammlung, Workshops, Umfangreiche Beteiligungen

Untersuchter Anfangs- und Endbereich

Markierung auf der Fahrbahn	Wählen Sie ein Element aus.	Sonstiges	Haltelinien	Mitteltrennung markiert
Bauliche Gestaltung	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Ca. 35 Meter nach Beginn der Straße Übergang der Mittelmarkierung in eine bauliche Aufpflasterung	
RV-Führung vor dem Anfang der Straße	Radweg mit Benutzungspflicht		Fahrradstraße	
Beschilderung	244.1	244.2	1024.10	1022.12
	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	

Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)		

Untersuchter Zwischenknoten

Vorfahrtsregelung	Fahrradstraße bevorrechtigt			
Markierung	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Keine Markierung
Bauliche Gestaltung	Aufpflasterung		Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.
Beschilderung	301 (Rakete)	205	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.
Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)				
Sichtbeziehungen	Teilweise Eingehalten			

Untersuchter Streckenabschnitt

Typ. Querschnitt	1,25|1,65|2,4|1,22|2,40|1,90|1,63|			
	FG|Grün|FB|Mitte|FB|Grün|FG			
Markierung	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	
Parken	Wählen Sie ein Element aus. Wählen Sie ein Element aus. Unmarkiert			
Straßenoberfläche	Asphalt			

Zustand d. Ober-fläche	Sehr gut	
Topographie	flach	
Foto / Querschnitt		

Stadt: Ulm

Straße: Zeitblomstraße

<table>
<tr><td rowspan="10">
</td><td>Regelung Durchgangsverkehr</td><td>Einbahnstraße</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Beleuchtung</td><td colspan="3">ja</td></tr>
<tr><td>Umfeld / POI</td><td colspan="3">Bildundszentrum / Wohnbebauung/Anbindung HBF /Sport u. Freizeit-Anlage</td></tr>
<tr><td>Innerhalb Zone 30</td><td>ja</td><td colspan="2">Herausgelöst durch Beschilderung</td></tr>
<tr><td>Länge des Abschnitts</td><td colspan="3">850 m</td></tr>
<tr><td>Jahr der Einrichtung</td><td colspan="3">2017</td></tr>
<tr><td>Tag der Beobachtung</td><td colspan="3">17.07.2019</td></tr>
<tr><td>ÖV / Haltestellen / Frequenz</td><td colspan="3">nein</td></tr>
<tr><td>Randbebauung</td><td colspan="3">Geschlossen / 4 Stöckig</td></tr>
<tr><td rowspan="10"> </td><td>Verkehrsstärke Kfz</td><td colspan="3">1055 / 24h
964/13h
Spitzenstunde: 98 Kfz/h</td></tr>
<tr><td>Verkehrsstärke Rad</td><td colspan="3">1377 / 13h
Spitzenstunde: 173 RF/h</td></tr>
<tr><td>Fahrräder auf d. Gehweg (in Gegenrichtung)</td><td colspan="3">40 (21)</td></tr>
<tr><td>Fahrräder Nebeneinander</td><td colspan="3">Nebeneinander: 6,25%
Pulk: 0,51%
Gesamt: 6,75 %</td></tr>
<tr><td>Verkehrsstärke Fuß</td><td colspan="3">1795 / 13h</td></tr>
<tr><td>V85 MIV</td><td colspan="3">21 km/h</td></tr>
<tr><td>Vorfahrtsregelung</td><td colspan="3">Fahrradstraße bevorrechtigt</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Typ. Querschnitt</td><td colspan="3">270|15|190 |75| 340|75 |190|15|223</td></tr>
<tr><td colspan="3">FG | TR| LP|STS| FB|STS|LP|TR | FG</td></tr>
</table>

	Lage im Netz	Hauptradroute		
	Parken	auf der Fahrbahn	Längsparken	Markiert

Beschreibung:

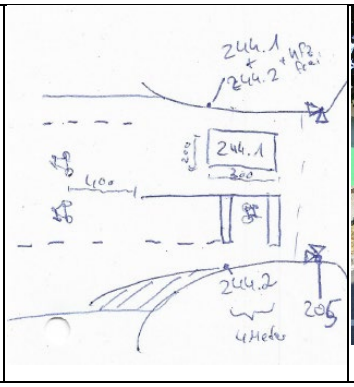
Verbindung Schulzentrum / Park <> HBF Teil einer längeren bevorrechtigen Fahrradachse durch die Stadt Sehr attraktiv durch Park & Bäume Teil des städtischen Fahrradnetzes

Stadt

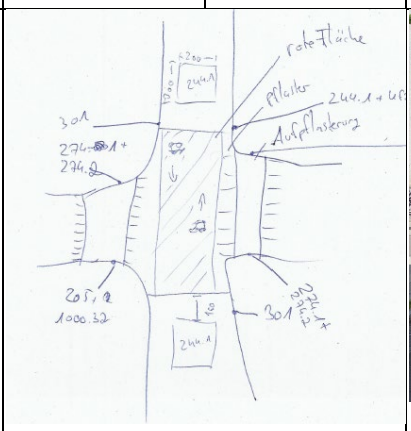
Modal Split Rad	11%
Anzahl Fahrradstraßen	3
Geplante Fahrradstraßen	1
Öffentlichkeitsarbeit	Flyer, Banner, Plakate

Untersuchter Anfangs- und Endbereich

Markierung auf der Fahrbahn	Piktogramm	244.1	Haltelinien	Auffstellfläche
Bauliche Gestaltung	Punktuelle Einengung	Wählen Sie ein Element aus.		
RV-Führung vor dem Anfang der Straße	Mischverkehr auf der Fahrbahn		Schutzstreifen	
Beschilderung	244.1	244.2	1024.10	Wählen Sie ein Element aus.
	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Beschilderung beidseitig

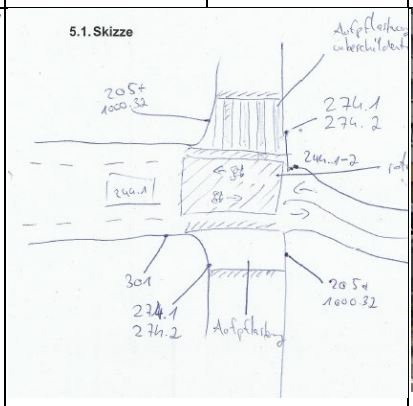
Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)		

Untersuchter Zwischenknoten **1**

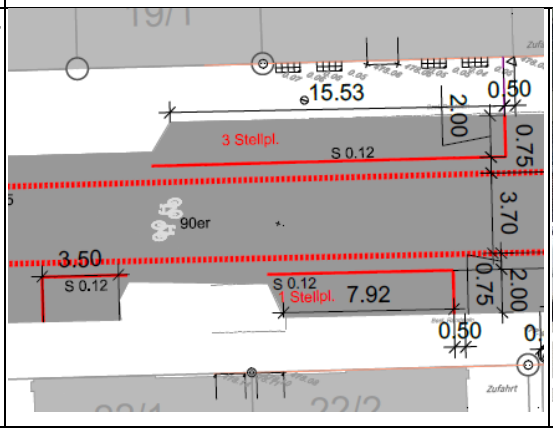
Vorfahrtsregelung	Fahrradstraße bevorrechtigt			
Markierung	Piktogramm	Farbfläche	Wählen Sie ein Element aus.	Piktogramme mit Richtungspfeilen
Bauliche Gestaltung	Aufpflasterung	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	
Beschilderung	244.1	244.2	301 (Rakete)	274.2
	274.1 (Zone)	1024.10	205	1022.12
Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)				
Sichtbeziehungen	Teilweise Eingehalten			

Untersuchter Zwischenknoten **2**

Vorfahrtsregelung	Fahrradstraße bevorrechtigt			
Markierung	Piktogramm	Farbfläche	FGÜ	Piktogramme mit Richtungspfeilen
Bauliche Gestaltung	Aufpflasterung	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	
Beschilderung	244.1	244.2	301 (Rakete)	274.2
	274.1 (Zone)	1024.10	205	1022.12

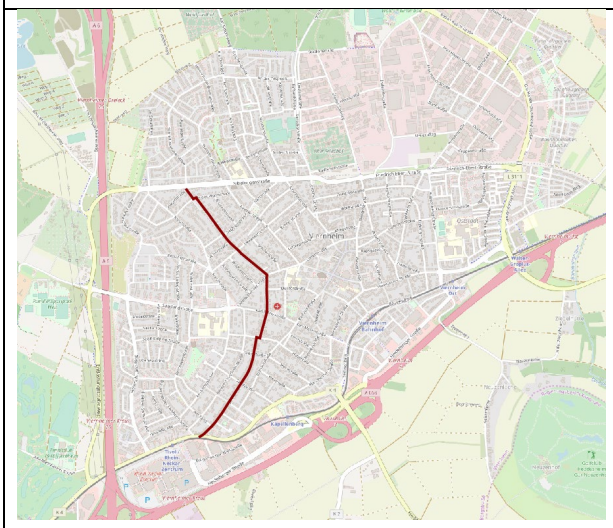
	Beginn Radweg			
Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)				
Sichtbeziehungen	Teilweise Eingehalten			

Untersuchter Streckenabschnitt **1**

Typ. Querschnitt	270|15|190 |75| 340|75 |190|15|223			
	FG | TR| LP|STS| FB|STS|LP|TR | FG			
Markierung	Piktogramm	Sicherheitstrennstreifen	Wählen Sie ein Element aus.	Piktogramme ca. alle 20 m
Parken	auf der Fahrbahn Längsparken Markiert			
Straßenoberfläche	Asphalt			
Zustand d. Oberfläche	Sehr gut			
Topographie	flach			
Foto / Querschnitt				

Stadt: Viernheim

Straße: Goethestraße/Kriemhildstraße / Annastraße / Jahnstraße



Einbahnstraße	teilweise
Beleuchtung	ja
Umfeld / POI	Wohnbebauung / Gastronomie
Innerhalb Zone 30	ja
Länge des Abschnitts	2 km
Jahr der Einrichtung	2017?
Tag der Beobachtung	15.05.2019
ÖV / Haltestellen / Frequenz	nein
Randbebauung	Mehrfamilienhäuser / 3. Stöckig
Verkehrsstärke Kfz	832 / 24h 658/13h Spitzenstunde: 85 Kfz/h
Verkehrsstärke Rad	472 / 13h Spitzenstunde: 173 Rad/h
Fahrräder auf d. Gehweg (in Gegenrichtung)	11 (3)
Fahrräder Nebeneinander	Nebeneinander 3,95% Pulk: 3,95% Gesamt: 11,17%
Verkehrsstärke Fuß	244 / 13h
V85 MIV	30 km/h
Vorfahrtsregelung	Fahrradstraße bevorrechtigt
	145 |180|325|180|125

	Typ. Querschnitt	FG |LP/Grün| FB |LP/Grün| FG		
	Lage im Netz	Hauptradroute		
	Parken	Gehwegparken (2 Räder)	Längsparken	Unmarkiert

Beschreibung:

Nord-Süd-Achse der Weststadt ohne Anschluss an das Stadtzentrum Ggf. Anschluss an Pendleroute nach Mannheim

Stadt

Modal Split Rad	n.b.
Anzahl Fahrradstraßen	1
Geplante Fahrradstraßen	1
Öffentlichkeitsarbeit	Pressemitteilung und Ortstermin

Untersuchtes Ende

Markierung auf der Fahrbahn	FGÜ	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Einbahnstraße Kfz
Bauliche Gestaltung	Punktuelle Einengung	Wählen Sie ein Element aus.	Fahrbahnteiler	
RV-Führung vor dem Anfang der Straße	Radfahrstreifen			

Beschilderung	244.1	244.2	1024.10	274.1 (Zone)
	293 (FGÜ)	274.1 (Zone)	274.2	205
Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)				

Untersuchter Zwischenknoten **KP8**

Vorfahrtsregelung	Fahrradstraße bevorrechtigt			
Markierung	Farbläche	Piktogramm	Wählen Sie ein Element aus.	Haltelinien
Bauliche Gestaltung	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	
Beschilderung	306 (Spiegelei)	244.1	206 (Stop)	1024.10
Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)				
Sichtbeziehungen	Nicht Eingehalten			

Untersuchter Zwischenknoten **KP3**

Vorfahrtsregelung	Fahrradstraße bevorrechtigt			
Markierung	Farbläche	Piktogramm	Wählen Sie ein Element aus.	Haltelinien
Bauliche Gestaltung	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	
Beschilderung	306 (Spiegelei)	244.1	206 (Stop)	1024.10

Standort d. Schilder (Foto / Draufsicht)	
Sichtbeziehungen	Teilweise Eingehalten

Untersuchter Streckenabschnitt

Typ. Querschnitt	145 |180|325|180|125			
	FG |LP/Grün| FB |LP/Grün| FG			
Markierung	T 30	Wählen Sie ein Element aus.	Wählen Sie ein Element aus.	
Parken	beidseitig Längsparken Markiert	Gehwegparken (2 Räder)		
Straßenoberfläche	Asphalt			
Zustand d. Oberfläche	Sehr gut			
Topographie	flach			
Foto / Querschnitt				

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Empfehlungen für Fahrbahnquerschnitte von Fahrradstraßen in der RASt Quelle RASt 2006 S. 39 - 6 -
Abbildung 2: Beispiel für die bevorrechtigte Kreuzung einer Fahrradstraße mit einer Erschließungsstraße Quelle: ERA 2010 S.61 - 7 -
Abbildung 3: Markierungsbeispiel für den Sicherheitstrennstreifen in Baden-Württemberg Quelle: (Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg, 2017, S. 6.3-3) - 9 -
Abbildung 4: Beispiel für die Gestaltung eines bevorrechtigten Knotenpunktes in Baden-Württemberg Quelle: (Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg, 2017, S. 6.3-1) - 10 -
Abbildung 5: Gliederung des Radnetzes im Bundesland Hessen (Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen, 2019, S. 4) - 11 -
Abbildung 6: Draufsicht einer abknickenden Vorfahrt innerhalb einer Fahrradstraße (Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen, 2019, S. Musterblatt RDV 23) - 12 -
Abbildung 7: Design der Fahrradstraßen in der Stadt Münster (Stadt Münster - Amt für Stadtentwicklung, Stadtplanung, Verkehrsplanung, 2016, S. Anlage 2 Fahrradstraße) - 14 -
Abbildung 8: Anordnungsvoraussetzung der Sicherheit oder Ordnung des Verkehrs in Berlin. Quelle: (Stadt Berlin - Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz, 2020, S. 7) - 15 -
Abbildung 9: Anordnungsvoraussetzung einer geordneten städtebaulichen Entwicklung in Berlin. Quelle: (Stadt Berlin - Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz, 2020, S. 8) - 15 -
Abbildung 10: Beispielhafte Draufsicht für einen Knotenpunkt im Zuge einer Fahrradstraße im Berliner Vorrangnetz mit integrierter Diagonalsperre für den Kfz-Verkehr. Quelle: (Stadt Berlin - Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz, 2020, S. 37) - 16 -
Abbildung 11: Querschnitt einer Fahrradstraße im Zuge einer RSV (Ministerium für Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen, 2019, S. 3.3.5) - 18 -
Abbildung 12: Beispielhafte Sinuswelle als geschwindigkeitsdämpfende Maßnahme auf RSV (Ministerium für Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen, 2019, S. 3.3.5.1.1) - 18 -
Abbildung 13: Gestaltung eines Knotenpunktes in einer Fahrradstraße im Zuge einer RSV (Ministerium für Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen, 2019, S. 3.5.1.1) - 19 -
Abbildung 14: Gestaltungselemente für eine gute Fahrradstraße in den Niederlanden (Fietsberaat - Crow, 2019, S. 8) - 20 -
Abbildung 15: Gestaltungslösungen für Knotenpunkte von bevorrechtigte Fahrradstraßen in Österreich Quelle (FSV, 2014, S. 41) - 23 -
Abbildung 16: Gestaltungsmaßnahmen auf Fahrradstraßen in Deutschland (n=178; ∑=398) (Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft, 2016, S. 54) - 28 -
Abbildung 17: Relevante Radverkehrsunfälle auf Fahrradstraßen im Vergleich mit dem bundesweiten Durchschnitt (Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft, 2016, S. 63) - 29 -
Abbildung 18: Übersicht der untersuchten Fahrradstraßen. Quelle: Eigene Aufnahmen - 43 -

Abbildung 19: Kommunen, in denen Fahrradstraßen untersucht wurden. Quelle: Eigene Darstellung nach https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Germany_adm_location_map.svg – NordNordWest ..... - 44 -
Abbildung 20: Legende zu Tabelle 2 ..... - 46 -
Abbildung 21: Standorte der Kameras Quelle: Eigene Darstellung ..... - 49 -
Abbildung 22: Hilfsmarkierung zur Kalibrierung des Mess-Tools. Quelle: SVPT ..... - 52 -
Abbildung 23: Verkehrsstärken auf den untersuchten Fahrradstraßen. Quelle: Eigene Darstellung . - 58 -
Abbildung 24: Verkehrsstärken des Rad- und Kfz-Verkehrs auf der Fahrbahn im Untersuchungsraum Quelle: Eigene Darstellung ..... - 58 -
Abbildung 25: Nebeneinanderfahrt und Pulk Quelle: Eigene Aufnahme ..... - 59 -
Abbildung 26: Anzahl der Nebeneinanderfahrten und Gruppen in %. Quelle: Eigene Darstellung- 59 -
Abbildung 27: Geschwindigkeit die von 85 % der Kraftfahrzeuge auf den Fahrradstraßen eingehalten wurde. Quelle: Eigene Darstellung ..... - 60 -
Abbildung 28: Fahrgeschwindigkeiten des Radverkehrs auf den untersuchten Fahrradstraßen Quelle: Eigene Darstellung ..... - 61 -
Abbildung 29: Anzahl der Radfahrenden, die über 10 Jahre alt waren und auf dem Gehweg im Seitenraum der Fahrradstraße fuhren in % Quelle: Eigene Darstellung ..... - 62 -
Abbildung 30: Radfahrende auf dem Gehweg und die gemessene durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke des Kfz-Verkehrs. Quelle: Eigene Darstellung ..... - 63 -
Abbildung 31: Gestaltungen der Fahrradstraßen mit der höchsten Gehwegnutzung durch den Radverkehr Quelle: Eigene Aufnahmen ..... - 64 -
Abbildung 32: Gehwegnutzung auf Fahrradstraßen bei denen die Kfz-Verkehrsstärke im Vergleich zur Radverkehrsstärke überwiegt Quelle: Eigene Darstellung ..... - 64 -
Abbildung 33: Statistischer Nachweis mit einer linearen Regression des Zusammenhangs zwischen der Gehwegnutzung und der vorherrschenden Verkehrsart auf der Fahrbahn. Quelle: Eigene Darstellung. ..... - 65 -
Abbildung 34: Fälle von hoher Akzeptanz der Fahrbahn durch den Radverkehr, obwohl der Radverkehr nicht die vorherrschende Verkehrsart am gesamten Fahrzeugverkehr darstellt: Senftenberg (l.) und Göttingen (r.) Quelle: Eigene Aufnahmen ..... - 66 -
Abbildung 35: Schwere der ersten 100 Interaktionen je Knoten im Verhältnis. Quelle: Eigene Darstellung ..... - 70 -
Abbildung 36: Anzahl der Konflikte sortiert nach der Verkehrsregelung am Knoten im Zuge der Fahrradstraßen. Quelle: Eigene Darstellung ..... - 71 -
Abbildung 37: Anzahl der kritischen Interaktionen sortiert nach der Verkehrsregelung am Knoten im Zuge der Fahrradstraßen. Quelle: Eigene Darstellung ..... - 71 -
Abbildung 38:Anzahl der kritischen Interaktionen sortiert nach der Verkehrsregelung am Knoten und den vorherrschenden Radverkehrsstärken. Quelle: Eigene Darstellung ..... - 72 -

Abbildung 39: Ein Beispiel für einen kritischen Abbiege-Vorgang auf Fahrradstraßen. Hier: Interaktionstyp 202. Quellen: Eigene Aufnahme, (FGSV, 2012) ..... - 72 -
Abbildung 40: Konflikte beim Abbiegen aus den Fahrradstraßen sortiert nach den Radverkehrsstärken. Quelle: Eigene Darstellung. ..... - 73 -
Abbildung 41: Konflikte beim Einbiegen/Kreuzen der Fahrradstraßen durch Kfz bei vergleichbaren Kfz-Verkehrsstärken auf den einmündenden Straßen. Quelle: Eigene Darstellung ..... - 74 -
Abbildung 42: Konfliktursachen an Knotenpunkten mit der Regelung R.-v.-l. im Zuge der Fahrradstraßen. Quelle: Eigene Darstellung ..... - 75 -
Abbildung 43: Konfliktursachen an Knotenpunkten mit der Regelung VZ301/VZ306 im Zuge der Fahrradstraßen. Quelle: Eigene Darstellung ..... - 75 -
Abbildung 44: Situative Umkehr der Vorfahrtsregelung aufgrund hoher kreuzender Radverkehrsstärken. Quelle: Eigene Aufnahmen ..... - 77 -
Abbildung 45: Unfallsteckkarte der Jahre 2018-2020 des Knotenpunktes Linienstraße / Rosenthalerstraße in Berlin. Zu sehen sind nur Unfälle mit Radverkehrsbeteiligung. Alle Unfälle sind mit leichten Personenschäden. Quelle: Eigene Darstellung nach (Unfallatlas.statistikportal.de, 2021); (FGSV, 2012, S. 12) ..... - 78 -
Abbildung 46: Unfallsteckkarte der Jahre 2018-2020 des Knotenpunktes Schottenstraße / Gartenstraße in Konstanz. Zu sehen sind nur Unfälle mit Radverkehrsbeteiligung. Alle Unfälle sind mit leichten Personenschäden. Quelle: Eigene Darstellung nach (Unfallatlas.statistikportal.de, 2021); (FGSV, 2012, S. 12) ..... - 78 -
Abbildung 47: Übersicht der 3-stelligen Konflikttypen zwischen dem Radverkehr und dem ruhenden Kfz-Verkehr auf den untersuchten Streckenabschnitten: Quelle: Eigene Darstellung nach (FGSV, 2012) ..... - 83 -
Abbildung 48: Beobachtete Konflikte zwischen dem Radverkehr und dem ruhenden Kfz-Verkehr bei etwa gleicher Anzahl von Längsparkständen im Blickfeld und sortiert nach Straßen mit / ohne Sicherheitstrennstreifen. Quelle: Eigene Darstellung ..... - 84 -
Abbildung 49: Mittelwerte der Fahrlinien des Radverkehrs im Untersuchungsgeiet (Unbeeinflusst und Hinterherfahrten). Straßen mit markiertem Sicherheitstrennstreifen von 0,75 m sind gelb markiert Quelle: Eigene Auswertung ..... - 85 -
Abbildung 50: Markierte Sicherheitstrennstreifen auf der Fahrradstraße Zeitblomstraße in Ulm und auf der Schottenstraße in Konstanz. Quelle: Eigene Aufnahme ..... - 86 -
Abbildung 51: Fahrradstraßen mit begleitender farbiger Linie. Quelle Eigene Aufnahmen ..... - 86 -
Abbildung 52: Fall 14 - Ein Kfz überholt ein Fahrrad bei Radverkehr im Gegenverkehr. Quelle: Eigene Darstellung / Aufnahme ..... - 87 -
Abbildung 53: Verteilung der relevanten Überholungen nach Fall 14 mit einem Überholabstand von <= 1,00 m anhand der Fahrbahnbreiten. Quelle: Eigene Darstellung. ..... - 89 -
Abbildung 54: Theoretische Herleitung der kritischen Fahrbahnbreite für den Fall 14 Quelle: Eigene Darstellung ..... - 90 -

Abbildung 55: Weitere typische Unfälle im Längsverkehr in Fahrradstraßen, die sich durch eine passende Querschnittsaufteilung verhindern ließen. Quelle: (Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft, 2016, S. 84) ..... - 90 -
Abbildung 56: Wartezeit des Fußverkehrs vor dem Querungsvorgang in der kumulierten Spitzenstunde Rad/Kfz auf den untersuchten Fahrradstraßen. Quelle: Eigene Darstellung ..... - 93 -
Abbildung 57: Konflikte zwischen querendem Fußverkehr und dem Radverkehr zwischen den Borden. Quelle: Eigene Darstellung ..... - 94 -
Abbildung 58: Beinahe Unfall Fuß/Rad Quelle: Eigene Aufnahme ..... - 94 -
Abbildung 59: Verteilung der Unfälle mit Radbeteiligung nach Unfalltypen. Quelle: Eigene Darstellung nach (Unfallatlas.statistikportal.de, 2021) ..... - 100 -
Abbildung 60: Verhältnis der behindernden und kritischen Interaktionen mit Radbeteiligung auf den untersuchten Streckenabschnitten und Knotenpunkten aller Fahrradstraßen in 6h. Quelle: Eigene Darstellung ..... - 100 -
Abbildung 61: Unfalldichte auf den untersuchten Straßen nach MAST (Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft, 2003, S. 69) Quelle: Eigene Darstellung ..... - 102 -
Abbildung 62: Unfallrate auf den untersuchten Straßen nach MAST (Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft, 2003, S. 70) Quelle: Eigene Darstellung ..... - 102 -
Abbildung 63: Unfallraten nach MAST sortiert nach den überwiegenden Vorfahrtsregelungen an den Knoten im Zuge der Fahrradstraßen: Quelle: Eigene Darstellung nach (Unfallatlas.statistikportal.de, 2021) ..... - 103 -
Abbildung 64: Unfallraten sortiert nach den Radverkehrsstärken Quelle: Eigene Darstellung nach (Unfallatlas.statistikportal.de, 2021) ..... - 104 -
Abbildung 65: Unfallraten nach MAST sortiert nach der vorherrschenden Verkehrsart auf der Fahrbahn. Quelle: Eigene Darstellung nach (Unfallatlas.statistikportal.de, 2021) ..... - 104 -
Abbildung 66: Anzahl der polizeilich gemeldeten Alleineunfälle am gesamten Unfallgeschehen mit Radverkehrsbeteiligung auf den untersuchten Fahrradstraßen. Quelle: Eigene Darstellung ... - 107 -
Abbildung 67: Unfallverursacher von Unfällen mit Radverkehrsbeteiligung und mit mehr als einem Beteiligten. Quelle: Eigene Darstellung ..... - 107 -
Abbildung 68: Unfallopfer bei Unfällen mit Radverkehrsbeteiligung in Fahrradstraßen und mehr als einem Beteiligten. Quelle: Eigene Darstellung ..... - 108 -
Abbildung 69: Anteile der Unfallkategorien am gesamten Unfallgeschehen. Quelle: Eigene Darstellung ..... - 108 -
Abbildung 70: Häufigste Unfallursachen von Unfällen mit Radverkehrsbeteiligung auf Fahrradstraßen. Quelle: Eigene Darstellung ..... - 109 -
Abbildung 71: Relevante Radverkehrsunfälle auf Fahrradstraßen im Vergleich mit dem bundesweiten Durchschnitt Quelle: (Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft, 2016, S. 63) ..... - 110 -
Abbildung 72: Gepflasterter Mittelstreifen am Jüttendorfer Anger in Senftenberg. Quelle: Eigene Aufnahme ..... - 116 -

Abbildung 73: Markierter Sicherheitstrennstreifen zum Ruhenden Verkehr auf der Zeitblomstraße in Ulm. Die Markierung des Sinnbildes Radverkehr ist aktuell nur auf Schutzstreifen erlaubt. Eine Erweiterung der StVO zum Einsatz auf Fahrradstraßen wird angeregt. Quelle: Eigene Aufnahme .. - 117 -
Abbildung 74: Ausbildung einer Sinuswelle für den Radverkehr (überhöhte Darstellung) Quelle: (Ministerium für Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen, 2019, S. 3.3.5.1.1.) ..... - 118 -
Abbildung 75: Knoten mit angehobener roter Fahrbahnfläche und Zeichen 244.1, bevorrechtigt durch Zeichen 301 in der Zeitblomstraße in Ulm. Quelle: Eigene Aufnahme ..... - 120 -
Abbildung 76: Einsatzbereiche von Querungsanlagen auf der Strecke von 2-streifigen Innerortsstraßen <8,50 m Fahrbahnbreite. Quelle: (FGSV, 2002, S. 19) ..... - 148 -

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Empfohlene Querschnitte für Fahrradstraßen nach H RSV Quelle: (FGSV, 2021, S. 28) - 8 -
Tabelle 2: optimale Fahrbahnbreiten (in cm) abhängig von den Verkehrsstärken (Fietsberaat - Crow, 2019, S. 12) ..... - 21 -
Tabelle 3: Eine Auswahl von maximal-zugelassenen Kfz-Stärken in der Spitzenstunde auf Fahrradstraßen Quellen: (FGSV, 2006) (ASTRA - Bundesamt für Strassen, 2018) (FSV, 2014) (Service Public de Wallonie, 2014) (Fietsberaat - Crow, 2019) (NACTO - National Association of City Transportation Officials, 2020) (Senat für Umwelt, Bau und Verkehr Bremen, 2015)..... - 25 -
Tabelle 4: Kommunen, in denen Fahrradstraßen untersucht wurden und deren Abkürzungen innerhalb der Datenauswertung. Quelle: Eigene Darstellung ..... - 44 -
Tabelle 5: Allgemeine Gestaltungsmerkmale der untersuchten Fahrradstraßen. Legende zu den Abkürzungen ist auf Abbildung 20 zu sehen. Quelle: Eigene Darstellung..... - 45 -
Tabelle 6: Übersicht der Gestaltung der untersuchten Knotenpunkte. Quelle: Eigene Darstellung ... - 47 -
Tabelle 7: Definition der Interaktionsschwere Quelle: (Landeshauptstadt München, 2016, S. 56)- 51 -
Tabelle 8: Übersicht der Unfalldatenverfügbarkeit, Länge und Verkehrsstärken der untersuchten Fahrradstraßen. Quelle: Eigene Erhebung und (Unfallatlas.statistikportal.de, 2021)..... - 54 -
Tabelle 9: Übersicht der erhobenen Faktoren je Straße. Quelle: Eigene Darstellung..... - 55 -
Tabelle 10: Übersicht der Konflikte und Verkehrsstärken der untersuchten Knoten Teil 1 ..... - 68 -
Tabelle 11 Übersicht der Konflikte und Verkehrsstärken der untersuchten Knoten Teil 2 ..... - 69 -
Tabelle 12: Verteilung der Konflikte (behindernde und kritische Interaktion) an den Knotenpunkten nach Konfliktgegner Quelle: Eigene Darstellung..... - 70 -
Tabelle 13: Übersicht der Konflikte am Knoten Schottenstraße/Gartenstraße in Konstanz. Quelle: Eigene Darstellung ..... - 76 -
Tabelle 14: Übersicht der Konflikttypen zwischen Rad und Kfz und Rad und Fuß auf den untersuchten Fahrradstraßen. Quelle: Eigene Darstellung..... - 80 -
Tabelle 15: Übersicht der der erhobenen Kennziffern im Längsverkehr Teil 1. Quelle: Eigene Darstellung ..... - 81 -
Tabelle 16: Übersicht der erhobenen Kennziffern im Längsverkehr Teil 2. Quelle: Eigene Darstellung ..... - 82 -
Tabelle 17: Übersicht der erhobenen Daten zu Überholvorgängen und Hinterherfahrten von Radfahrenden durch Kfz auf allen untersuchten Fahrradstraßen. Quelle: Eigene Darstellung... - 87 -
Tabelle 18: Messerergebnisse der beobachteten Überholfälle auf den untersuchten Fahrradstraßen. Quelle: Eigene Darstellung..... - 88 -
Tabelle 19: Übersicht der erhobenen Daten zu Fall Nr. 14. Quelle Eigene Darstellung..... - 88 -

Tabelle 20: Querungsmaßnahmen nach EFA. Quelle: (FGSV, 2002, S. 19) ..... - 92 -
Tabelle 21: Empfohlene Querungsanlagen für die untersuchten Fahrradstraßen nach EFA..... - 92 -
Tabelle 22: Übersicht der Konflikte am Knoten Schottenstraße/Gartenstraße in Konstanz. Quelle: Eigene Darstellung ..... - 95 -
Tabelle 23: Übersicht der Unfälle mit RF-Beteiligung Quelle: Eigene Darstellung nach (Unfallatlas.statistikportal.de, 2021) ..... - 99 -
Tabelle 24: Übersicht der vorliegenden individuell-erfragten Unfalldaten aus den Kommunen. Quelle: Eigene Darstellung..... - 106 -

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	
3-JK	3-Jahreskarte
a	Jahr
ADFC	Allgemeiner deutscher Fahrradclub
BASt	Bundesanstalt für Straßenwesen
cm	Centimeter
DTV	Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke
DTVw	Durchschnittliche werktägliche Verkehrsstärke
EAR	Empfehlungen für die Anlagen des ruhenden Verkehrs
EFA	Empfehlungen für Fußgängerverkehrsanlagen
ERA	Empfehlungen für Radverkehrsanlagen
ES	Erschließungsstraße
EUSka	Elektronische Unfalltypensteckkarte
EVE	Empfehlungen für Verkehrserhebungen
Farbfl.	Farbfläche
FG	Zu-Fuß-Gehende
FGSV	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen
FGÜ	Fußgängerüberweg
FSV	Forschungsgesellschaft Straße, Schiene Verkehr
GDV	Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft
GIS	Geographisches Informationssystem
GW	Gehweg
GW-Üb.	Gehwegüberfahrt
h	Stunde
H RSV	Hinweise für Radvorrangrouten und Radschnellverbindungen
Kfz	Kraftfahrzeug
KR	Konfliktrate
LP	Längsparkstand
LSA	Lichtsignalanlage
m	Meter
M Uko	Merkblatt zur Örtlichen Unfalluntersuchung in Unfallkommissionen

MIV	Motorisierter Individualverkehr
$n_{Konflikte}$	Anzahl der gezählten Konflikte
NRW	Nordrhein-Westfalen
Pikt. / Pitko.	Piktogramm
q_{Rad}	Radverkehrsstärke im beobachteten Zeitraum
R.-v.-l-	Rechts vor links
RASt	Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen
RF	Radfahrende
RIN	Richtlinien zur integrierten Netzgestaltung
RMS	Richtlinien für die Markierung von Straßen
RSV	Radschnellverbindungen
RV	Ruhender Verkehr
RVR	Radvorrangrouten
s	Sekunde
SchrP	Schrägparkstand
STS	Sicherheitstrennstreifen
StVO	Straßenverkehrs-Ordnung
U	Unfall
U(P)	Unfall mit Personenschaden
U(P-Rad)	Unfall mit Radbeteiligung und Personenschaden
U_RF	Unfall mit Radverkehrsbeteiligung
VT	Verkehrsteilnehmende
VwV-StVO	Verwaltungsvorschrift zur Straßenverkehrs-Ordnung
VZ	Verkehrszeichen
z. B.	Zum Beispiel

Literaturverzeichnis

ADFC Bremen e.V. (2017). *Pedal 2/2017.* Abgerufen am 24. September 2020 von https://bit.ly/2S1nJBb

Argus - Stadt- und Verkehrsplanung. (07. Oktober 2015). *Evaluation der Fahrradstraße Harvestehuder Weg - Evaluationsbericht.* Von hamurg.de: https://www.hamburg.de/contentblob/4621930/a619f9ccb14911467394711a909fc3fc/data/evaluation-fahrradstrasse-havestehuder-weg.pdf abgerufen

ASTRA - Bundesamt für Strassen. (2018). *Pilotversuch Velostraßen.* Bern: ASTRA.

Baden-Württemberg - Ministerium für Verkehr. (Januar 2019). *vm.baden-wuerttemberg.de.* Abgerufen am 19. Mai 2020 von https://vm.baden-wuerttemberg.de/de/service/publikation/did/fussgaengerueberwege/

BASt. (1985). *Das Modellvorhaben "Flächenhafte Verkehrsberuhigung" - Einflüsse auf Verkehrssicherheit und Verkehrsverhalten.* Bergisch Gladbach: BASt.

BASt. (1997). *Sicherheit des Radverkehrs in Erschließungsstraßen.* Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Straßenwesen.

BASt. (2009). *Unfallrisiko und Regelakzeptanz von Fahrradfahrern.* Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Straßenwesen.

BASt. (2011). *Hochrechnungsmodell von Stichprobenzählungen für den Radverkehr.* Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Straßenwesen.

BASt. (2013). *Sicherheitskenngrößen für den Radverkehr.* Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Straßenwesen.

BASt. (2016). *Verkehrssicherheit von Radfahrern - Analyse sicherheitsrelevanter Motive, Einstellungen und Verhaltensweisen.* Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Straßenwesen.

BASt. (September 2019). *Einsatzbereich und Entwurfselemente von Radschnellverbindungen (Verkehrstechnik, Heft V 320).* Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Straßenwesen.

Blitz, A., Busch-Geertsema, A., & Lanzendorf, M. (22. Januar 2020). More Cycling, Less Driving? Findings of a Cycle Street Intervention Study in the Rhine-Main Metropolitan Region, Germany. *Sustainability*(12), S. 805. doi:10.3390/su12030805

BMVIT. (01. Juni 2016). *Straßenverkehrsordnung.* Von RIS - Rechtsinformationssystem des Bundes : https://www.bmk.gv.at/themen/strasse/recht/stvo/ abgerufen

Bouska, W. (1997). *Straßenverkehrs-Ordnung - Textausgabe mit Erläuterungen, Allgemeiner Verwaltungsvorschrift zu Straßenverkehrs-Ordnung sowie verkehrsrechtlichen BEstimmungen des Bundes-Immissionsschutzgesetzes.* München: Jehle Rehm Verlagsgruppe.

Bührmann, S. (10. Januar 2020). *nrvp.de*. Von Nationaler Radverkehrsplan: https://nationaler-radverkehrsplan.de/de/praxis/fahrradstrassen-hamburg abgerufen

Bundesamt für Strassen (ASTRA). (2018). *Pilotversuch Velostraßen.* Bern: ASTRA.

Bundesstadt Bonn. (2012). *Fahrradstraßenkonzept* . Bonn: Bundestadt Bonn.

CRR - Centre de recherches routières. (April 2018). La rue cyclable - Recommandations pour la conception et la mise en oeuvre. Région de Bruxelles-Capitale.

FGSV. (1993). *Richtlinien für die Markierung von Straßen (RMS) Teil 1.* Köln: Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen.

FGSV. (2002). *Empfehlungen für Fußgängerverkehrsanlagen.* Köln: Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen.

FGSV. (2005). *Empfehlungen für Anlagen des Ruhenden Verkehrs.* Köln: Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen.

FGSV. (2006). *Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen.* Köln: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V.

FGSV. (2010). *Empfehlungen für Radverkehrsanlagen.* Köln: Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen.

FGSV. (2012). *Merkblatt zur Örtlichen Unfalluntersuchung in Unfallkommissionen.* Köln: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V.

FGSV. (2021). *Hinweise zu Radschnellverbindungen und Radvorrangrouten.* Köln: Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen.

Fietsberaat - Crow. (Januar 2019). *Fietsberaadpapier - Empfehlungen für Fahrradstraßen innerorts.* Fietsberaat - Crow. Abgerufen am 07. Januar 2020 von www.fietsberaad.nl: https://fietsberaad.nl/Kennisbank/Fietsberaadnotitie-Aanbevelingen-fietsstraten-binn

Fietsberaat - Crow. (Januar 2019). *Fietsberaadpapier - Fietsberaadnotitie aanbevelingen fietsstraten binnen de kom.* Fietsberaat - Crow. Abgerufen am 07. Januar 2020 von www.fietsberaad.nl: https://www.fietsberaad.nl/getmedia/9665d61a-19af-409c-b1b4-75750881d6

Fix my Berlin. (29. 09 2020). Subjektive Sicherheit von Radinfrastruktur. *Subjektive Sicherheit von Radinfrastruktur*. Online-Seminar Difu.

FSV. (2014). *RVS - Merkblatt - Straßenplanung - Anlagen für den nichtmotorisierten Verkehr - Radverkehr.* Wien: FSV - Österreichische Forschungsgesellschaft Straße Schiene Verkehr.

Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft. (2003). *Merkblatt für die Auswertung von Straßenverkehrsunfällen Teil 1.* Berlin: GDV.

Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft. (2015). *Einfluss von Radverkehrsaufkommen und Radverkehrsinfrastruktur auf das Unfallgeschehen.* Berlin: Unfallforschung der Versicherer.

Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft. (August 2016). Fahrradstraßen und geöffnete Einbahnstraßen. *Unfallforschung Kompakt*.

Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft. (August 2016). *Fahrradstraßen und geöffnete Einbahnstraßen.* Berlin: GDV.

Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen. (2019). *Radnetz Hessen - Qualitätsstandards und Musterlösungen.* Wiesbaden: Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen.

Klostermann, N. (2011). *Mit dem Rad in der Stadt – jetzt erst recht?* Oldenburg: Universität Oldenburg.

Koppers, A., Ruf, S., Gerlach, J., Leven, T., & Hagemeister, C. (2021). *Radfahren bei beengten Verhältnissen – Wirkung von Piktogrammen und Hinweisschildern.* Von https://www.svpt.uni-wuppertal.de/de/home/forschung/projekte/radfahren-bei-beengten-verhaeltnissen.html abgerufen

Landeshauptstadt München. (2016). *Evaluierung Fahrradstraßen.* Hannover: Landeshauptstadt München.

Lin, A., & Lou, J. (19. Oktober 2021). PEDESTRIANS' AND CYCLISTS' PREFERENCES FOR STREET GREENSCAPE DESIGNS. *Transport and Sustainable Development*(34), S. 367-380.

Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg. (01. November 2017). *fahrradland-bw.de.* Von https://www.fahrradland-bw.de/fileadmin/user_upload_fahrradlandbw/1_Radverkehr_in_BW/Musterloesungen_fuer_Radverkehrsanlagen.pdf abgerufen

Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg. (09. August 2018). *fahrradland-bw.de*. Von https://www.fahrradland-bw.de/news/news-detail/einfuehrungserlass/vom/9/8/2018/ abgerufen

Ministerium für Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen. (2019). *Radschnellverbindungen in NRW - Leitfaden für Planung, Bau und Betrieb.* Düsseldorf: Ministerium für Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen.

Müggenburg, H., Blitz, A., & Lanzendorf, M. (27. April 2022). What is a good design for a cycle street? – User perceptions of safety and attractiveness of different street layouts. *Case Studies on Transport Policy 10*, S. 1375-1387. doi:https://doi.org/10.1016/j.cstp.2022.04.021

NACTO - National Association of City Transportation Officials. (22. April 2020). *nacto.org.* Von https://nacto.org/publication/urban-bikeway-design-guide/bicycle-boulevards/route-planning/ abgerufen

Rivera Olsson, S., & Ellder, E. (16. Februar 2023). Are bicycle streets cyclist-friendly? Micro-environmental factors for improving perceived safety when cycling in mixed traffic. *Accident Analyses and Prevention 184*, S. 107007. doi:https://doi.org/10.1016/j.aap.2023.107007

Scholl, G. (Oktober 2015). *Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg.* Von IVU-BW: www.ivu-bw.de/pdfs/2015/2/12-10-15_IVU%20Behoerdenseminar__Scholl.pdf abgerufen

Senat für Umwelt, Bau und Verkehr Bremen. (03. März 2015). *bauumwelt.bremen.de.* Von https://www.bauumwelt.bremen.de/sixcms/media.php/13/18_521_S_Fahrradstra%dfen+End.pdf abgerufen

Service Public de Wallonie. (2014). La rue cyclable. Namur, Wallonie, Belgien. Abgerufen am April 2020 von

https://ravel.wallonie.be/files/pdf/Documentation/Amenagements_cyclables/WaCy_rue_cyclable.pdf

Sinus-Institut. (2021). *Fahrrad-Monitor Deutschland 2021.* Berlin: BMVI. Von https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2021/140-scheuer-fahrrad-monitor-2021.html abgerufen

Stadt Berlin - Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz. (2020). *Umsetzung von Fahrradstraßen in Berlin - Leitfaden.* Berlin: Stadt Berlin. Abgerufen am 10. August 2020 von https://www.berlin.de/sen/uvk/verkehr/verkehrsplanung/radverkehr/weitere-radinfrastruktur/fahrradstrasse/

Stadt Münster - Amt für Stadtentwicklung, Stadtplanung, Verkehrsplanung. (2016). *Radverkehrskonzept - Münster 2025.* Münster: Stadt Münster.

Statistisches Bundesamt. (März 2021). *Verkehrsunfälle - Grundbegriffe der Verkehrsunfallstatistik.* Von destatis.de: https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Verkehrsunfaelle/Methoden/verkehrsunfaelle-grundbegriffe.pdf?__blob=publicationFile abgerufen

UNECE. (1968). *Vienna Convention on Road Signs and Signals.* UNITED NATIONS PUBLICATION. Abgerufen am 26. August 2020 von http://www.rmto.ir/Convention/10-Convention%20Road%20Signsan%20and%20Signals%201968.pdf

Unfallatlas.statistikportal.de. (2021). *Unfallatlas.statistikportal.de*. Von Unfallatlas.statistikportal.de abgerufen

VwV-StVO. (02. 08 2013). Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung. In D. W. Bouska, & A. Leue, *StVO Straßenverkehrs-Ordnung* (S. 307-428). Heidelberg, München, Landsberg, Frechen, Hamburg: Hüthig Jehle Rehm GmbH. Von Verwaltungsvorschriften im Internet. abgerufen