

Pilotversuch des Rechtsabbiegens von Rad Fahrenden bei Rot

Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen

Verkehrstechnik Heft V 355

bast

Pilotversuch des Rechtsabbiegens von Rad Fahrenden bei Rot

von

Miriam Niestegge
Hagen Schüller

PTV Transport Consult GmbH
Stuttgart

Sebastian Hantschel
Bettina Schröter
Regine Gerike

Professur für Integrierte Verkehrsplanung und
Straßenverkehrstechnik (IVST) Institut
für Verkehrsplanung und Straßenverkehr
Technische Universität Dresden

**Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Verkehrstechnik Heft V 355

bast

Die Bundesanstalt für Straßenwesen veröffentlicht ihre Arbeits- und Forschungsergebnisse in der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen**. Die Reihe besteht aus folgenden Unterreihen:

- A - Allgemeines
- B - Brücken- und Ingenieurbau
- F - Fahrzeugtechnik
- M - Mensch und Sicherheit
- S - Straßenbau
- V - Verkehrstechnik

Es wird darauf hingewiesen, dass die unter dem Namen der Verfasser veröffentlichten Berichte nicht in jedem Fall die Ansicht des Herausgebers wiedergeben.

Nachdruck und photomechanische Wiedergabe, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Bundesanstalt für Straßenwesen, Stabsstelle Presse und Kommunikation.

Die Hefte der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen** können direkt bei der Carl Ed. Schünemann KG, Zweite Schlachtpforte 7, D-28195 Bremen, Telefon: (04 21) 3 69 03 - 53, bezogen werden.

Über die Forschungsergebnisse und ihre Veröffentlichungen wird in der Regel in Kurzform im Informationsdienst **Forschung kompakt** berichtet. Dieser Dienst wird kostenlos angeboten; Interessenten wenden sich bitte an die Bundesanstalt für Straßenwesen, Stabsstelle Presse und Kommunikation.

Die **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt)** stehen zum Teil als kostenfreier Download im elektronischen BASt-Archiv ELBA zur Verfügung.
<https://bast.opus.hbz-nrw.de>

Impressum

Bericht zum Forschungsprojekt 82.0690
Pilotversuch des Rechtsabbiegens von Rad Fahrenden bei Rot

Fachbetreuung
Bernard Kollmus

Referat
Straßenentwurf, Verkehrsablauf, Verkehrsregelung

Herausgeber
Bundesanstalt für Straßenwesen
Brüderstraße 53, D-51427 Bergisch Gladbach
Telefon: (0 22 04) 43 - 0

Redaktion
Stabsstelle Presse und Kommunikation

Druck und Verlag
Fachverlag NW in der
Carl Ed. Schünemann KG
Zweite Schlachtpforte 7, D-28195 Bremen
Telefon: (04 21) 3 69 03 - 53
Telefax: (04 21) 3 69 03 - 48
www.schuenemann-verlag.de

ISSN 0943-9331
ISBN 978-3-95606-661-0

Bergisch Gladbach, Januar 2022

Kurzfassung – Abstract

Pilotversuch des Rechtsabbiegens von Rad Fahrenden bei Rot

Veränderungen im Mobilitätsverhalten hin zu einer umweltfreundlichen Fortbewegung führen in der Regel auch zu einer Steigerung der Attraktivität des Radverkehrs. Um diesen Trend zu unterstützen wurde die Frage aufgeworfen, ob und unter welchen Bedingungen Rad Fahrenden das Rechtsabbiegen bei Rot erlaubt werden kann.

Der Pilotversuch des erlaubten Rechtsabbiegens von Rad Fahrenden bei Rot durch die Anordnung eines Grünpfeils für Rad Fahrende umfasste 43 Pilotstellen in neun Städten. Die Pilotstellen weisen unterschiedliche Kombinationen der Radverkehrsführung in den betroffenen Zu- und Ausfahrten der untersuchten Knotenpunkte auf. Untersucht wurden sowohl Stellen mit Mischverkehr als auch Stellen mit Radfahrstreifen oder Radwegen in der Zu- und/oder der Ausfahrt. Bei der Auswahl der Pilotstellen wurden die Ausschlusskriterien aus bisher geltenden gesetzlichen Regelungen zur Anordnung des Grünpfeils (VwV-StVO zu § 37 Abs. 2 StVO, Nr. XI) berücksichtigt.

Die Untersuchung umfasst eine Darstellung der rechtlichen und entwurfstechnischen Rahmenbedingungen, einen internationalen Vergleich von Pilotversuchen und Regelungen zum Rechtsabbiegen von Rad Fahrenden bei Rot, die Konzeption des Verkehrszeichens, die Typisierung der Infrastruktur an Knotenpunkten, die Auswahl der Pilotstellen und einen Vorher-Nachher-Vergleich zur Evaluation möglicher Veränderungen im Verhalten der betroffenen Verkehrsteilnehmenden.

Im Pilotversuch wurden Verkehrsstärken von konfligierenden Rad Fahrenden, Kfz Führenden und zu Fuß Gehenden erhoben und Auswertungen zu Verhaltensweisen wie Rotlichtakzeptanz und Einhaltung der Anhaltepflicht, Wartezeiten, Abbiegegeschwindigkeiten, Interaktionen und Konfliktkenngrößen, Bewegungslinien und eine Analyse des Unfallgeschehens der Pilotstellen für rechtsabbiegende Rad Fahrende durchgeführt.

Die Ergebnisse zeigten vor Anbringung der Verkehrszeichen einen hohen Anteil an Rotlicht-Missachtungen rechts abbiegender Rad Fahrender. Nach Anbringung der Zeichen blieb dies dahinge-

hend unverändert, dass ein Großteil der Rad Fahrenden ohne vorheriges Anhalten bei Rot nach rechts abbog.

Systematische zusätzliche Behinderungen bzw. Gefährdungen der insgesamt betroffenen Verkehrsteilnehmer konnten nach Anbringung der Zeichen jedoch nicht nachgewiesen werden.

Es lässt sich somit schlussfolgern, dass eine Anordnung des Rechtsabbiegens bei Rot für Rad Fahrende an lichtsignalgeregelten Knotenpunkten ohne eine Gefährdung der Verkehrssicherheit grundsätzlich möglich ist. Hierbei ist jedoch in hohem Maße eine Missachtung des Gebots des Anhaltens vor dem Abbiegevorgang bei Rot zu erwarten.

Voraussetzung für eine verkehrssichere Umsetzung ist stets die Einhaltung der gemäß Empfehlungen aus dem Pilotversuch zu ergänzenden Kriterien nach VwV-StVO zu § 37 Abs. 2. Nr. XI durch die Straßenverkehrsbehörde.

Pilot test of the turning right of cyclists on red

Changes in mobility behavior toward environmentally friendly transport options are directly associated with an increase in the desire to cycle. With a growing number of cyclists on the road, the question was raised whether and under what conditions cyclists should be allowed to turn right on red at traffic intersections.

The pilot test for right turns on red for cyclists was established through the installment of green arrows at 43 separate pilot sites in nine cities. The pilot sites were comprised of various combinations of cycling facilities located at the affected access and exit points of the examined junctions. The pilot sites included both situations of mixed traffic as well as those with cycle lanes or cycle paths at the entrance and/or exit. When selecting the pilot sites, the exclusion criteria gathered from previous studies and legal regulations for the arrangement of a green arrow system (VwV-StVO to § 37 para. 2 StVO, No. XI) were taken into account.

The study was made up of several components. These included: a description of the legal and technical framework as well as a comparison between other international pilot tests and between

their regulations concerning right turns on red for cyclists. The design of the traffic signal was addressed, followed by the typology of infrastructure at junctions, the selection of pilot sites, and a before-and-after comparison to evaluate possible changes in the behavior of the affected traffic participants.

In the pilot test, traffic volumes of conflict-prone areas for cyclists, motor vehicles, and pedestrians were surveyed. In addition, traffic behavior was evaluated for red-light recognition and compliance with the obligation to stop, including waiting times, turning speeds, interactions and conflict parameters, and lines of movement. Analysis of accident occurrence at each pilot site for cyclists turning right was also carried out.

As a result, the acceptance of the green arrow was assessed, taking into account the obligation to stop, the interaction rates, and the interaction intensities of right-turning cyclists. Factors influencing the interaction rates were also evaluated.

In conclusion, general conditions and recommendations for the establishment of right turn on red for cyclists are addressed.

Summary

Pilot test of the turning right of cyclists on red

1 Project Description

With the 17th amendment to road traffic legal guidelines, turning right on red was first included in the German Road Traffic Act (StVO) in 1994¹. Changes in mobility behavior toward environmentally friendly transport also inherently increase the demand for attractive cycling facilities. With a growing number of cyclists on the road, the question was raised whether and under which conditions cyclists should be allowed to turn right on red at traffic lights.

At present, in situations of traffic congestion at traffic-light controlled junctions, cyclists can drive past the stopped vehicles to the front of the intersection, especially with the presence of cycling facilities. This is in direct contrast with the green arrow provided for motor vehicle traffic to turn right on red: On average only every fourth green arrow in a city can be used as intended (e.g., due to congestion in the mixed lane); thus, no decisive travel-time gains can be achieved. (MAIER & HANTSCHERL 2015). For cycling, however, right turn on red has a high degree of usability and also presents an expected increase in the attractiveness of bicycle use. Nevertheless, the establishment of such a signal is entirely predicated upon the condition that other road users, especially those crossing on foot and cycling, but also the cyclists turning right, are not endangered.

Various major European cities (e.g., Bordeaux, Nantes, Strasbourg, Brussels, Copenhagen, Basel) have already conducted and positively evaluated corresponding pilot tests. As a result, under their respective national regulations, cyclists are now allowed to turn right on red. Such a regulation has existed in The Netherlands since 1990.

Through the data collected from a pilot study conducted in nine German cities, this study aims to determine the effects and usefulness of a regulation that allows cyclists to turn right on red at traffic intersections². In addition to the legal aspects, the traffic flow, traffic behavior, and traffic safety were evaluated. The objectives of the study were substantiated by the following research questions:

- Which legal and technical conditions are relevant for turning right on red for cyclists?
- What conclusions can be drawn from traffic situations? Which can already be observed today in light-signal-controlled access roads in which bicycles overtake motorized vehicles stopping on the right (or even partly on the left)?
- What experience can be drawn from existing pilot tests on right turns on red for cyclists in other countries?
- Which road-space or intersection situations (differentiated by entry and exit) should be considered for evaluation? Are there discrepancies which could lead to a differentiated evaluation of the general conditions and of the possible effects of turning right on red for cyclists?
- What aspects play a role in the design of a traffic signal or additional sign for turning right on red explicitly for cyclists? How can simple and clear comprehensibility be achieved that avoids confusion with the current green arrows present for all road users but also allows for existing regulations to continue to be used?
- What changes can be observed in the behavior of road users and traffic flow when a bicycle-specific green arrow control system (or other alternative, if applicable) is set up?
- What conclusions can be drawn from the observations for future traffic safety (increase and decrease in conflicts) and traffic flow (e.g., reduction of stops and/or waiting time in bicycle traffic)?

¹ For the first time on May 28, 1977, (GBl. I p. 257), § 3 Abs. 4 DDR-StVO regulated that drivers of vehicles may turn right at red if indicated by an additional green arrow. This regulation came into force on January 1, 1978, and, in accordance with Article 9 of the Unification Treaty, became valid as continuing law in the new federal states (and eastern Berlin) until December 31, 1990, (Annex I, Chapter XI, Subject Area B, Section II), before being replaced by a statutory ordinance on January 20, 1991, (Federal Law Gazette I, p. 2391), which from January 01, 1992, held continued validity in Berlin, Brandenburg, Mecklenburg-Western Pomerania, Saxony, Saxony-Anhalt and Thuringia until December 31, 1996. There was no legal basis for the entirety of 1991.

² With the "fifty-fourth ordinance amending road traffic regulations" of April 20, 2020, the StVO now contains a green arrow regulation that is limited to bicycle traffic. In particular, the concept of the traffic sign, which was part of this study, was taken into account. Further results on traffic behavior will primarily be taken into account with regard to a corresponding adaptation of the VwV-StVO.

- Should turning right on red for cyclists only be pursued in principle with regard to the positive (e.g., improvement of traffic flow for cyclists, possible reduction of conflict points) and negative (e.g., deterioration of road safety) effects?
- Do additional exclusion criteria for turning right on red for cyclists that go beyond the current green arrow regulations need to be formulated in order to reduce negative changes in traffic safety and to make positive changes which are actually useful for traffic flow?

2 Methodology

A variety of methods were used to design the pilot test and analyze cyclist behavior. These include:

- A description of the legal and technical conditions necessary for turning right on red for cyclists.
- An international comparison of pilot tests and regulations concerning right turn on red for cyclists.
- The design of the traffic sign and instructions for its installation.
- A typology of the infrastructure at junctions for the classifications of different pilot sites.
- The selection of the pilot sites based on proposals from selected cities, the exclusion criteria, and a workshop with representatives from the pilot cities.
- The analysis of behavioral aspects such as red light acceptance and compliance with the obligation to stop, waiting times, turning speeds, interactions and conflict parameters, and movement lines with and without green arrow control. A distinction was made between right-turning cyclists on red and on green.
- An analysis of accident occurrence at the junctions with pilot sites, with and without green arrow control.

3 Study Results

Legal and Technical Framework Conditions

An examination of the legal regulations has shown that all StVO and VwV-StVO regulations are

transferable to the establishment of right turn on red for cyclists.

The existing green-arrow regulation, which requires turning “only from the right lane”, has been extended by the StVO 2019/2020 amendment. In the future, it will also be permitted to turn right from cycle lanes and cycle paths (with lane-signaling devices). Driving between vehicle rows is not permitted.

With the “fifty-fourth ordinance amending road traffic regulations” of April 20, 2020, the StVO now contains a green arrow regulation that is limited to bicycle traffic:

With the following sign the green arrow is limited to bicycle traffic:



A person operating a vehicle may turn off only from the right-hand lane. If the bicycle traffic has to obey the traffic lights controlling vehicular traffic, cyclists may also turn from a cycle lane on the right-hand side of the vehicle-lane or from a roadside, non-separated, structurally constructed cycle path.

When doing so, they must take care not to impede or endanger any other road users, especially pedestrians and vehicles that are allowed to proceed.³

In the technical regulations, the green arrow is currently only addressed in the guidelines for traffic signals (RILSA). In the recommendations for the design of pedestrian facilities (EFA), the use of the green arrow is generally not recommended from the point of view of pedestrians. With regard to right-hand turns, the recommendations for the design of cycling facilities (ERA) mainly propose design solutions for the free guidance of cyclists turning right in side areas (without additional signage and without the obligation to stop at red lights).

³ English translation of § 37 para. 2 StVO, No. 1

Literature Analysis on Accidents Involving Right-Turning Cyclists

Accidents involving cyclists turning right have been, until now, only minimally investigated. It is also of note that the share of such accident situations in the total number of accidents involving cyclists is very small. Safety-relevant behavior of bicycle traffic could play a role in the present pilot test. These include: driving on the left-hand side of the road contrary to the rules (use of the left-hand side of the road or the left-hand footpath or cycle path against the direction of travel); use of the footpath contrary to the rules; and failure to observe red lights and increased speeds.

In a recent study on cyclist behavior at green arrows it was found (on the basis of a very small sample) that the majority of cyclists turning right do not stop at the intersection on red.

There is no consistent information, for example, on the connection between ignoring the red light and the frequency of accidents. It is clear, however, that cyclists are aware of the rules of behavior when the light is red, but there is also a strong awareness of violations of the rules.

International Regulations

International pilot tests and traffic regulations for turning right on red for cyclists are only to a limited extent comparable to this pilot test in Germany. The reason for this is the different regulations established for stopping on red. In Germany, the rule is similar to the stipulations of the Vienna Convention: a right turn on red for cyclists is allowed after coming to a complete stop. In all the international pilot projects and traffic regulations described above, turning right on red can be done without stopping. Nevertheless, the experiences and suggestions on right turns gathered from the pilot tests were listed in this research project.

Little to no changes in behavior could be observed upon introduction of the green arrow system, which is due to the fact that even before the traffic signs were implemented, the right-hand turn is often already taken on red by cyclists. Also with regard to accidents, no unusual occurrences were found in any of the studies. However, one study showed that the implementation of turning right on red without stopping beforehand tended toward red-light misuse at other junctions without this regulation.

Typology and Selection of Pilot Sites

When selecting the pilot sites, first and foremost the exclusion criteria from previously valid legal regulations on the arrangement of the green arrow (VwV-StVO to § 37 para. 2 StVO, No. XI) were considered:

- Limited visibility of cross traffic
- Signalized guidance for oncoming left-turning vehicles (only for mixed traffic in the exit)
- Rail tracks must be crossed or driven over
- Several lanes for right-turning motor vehicle traffic
- The traffic light serves to secure the way to school
- Traffic light is often used by persons with limited mobility
- Bike infrastructure is released in both directions of travel or is used in both directions of travel.
- Separately-signaled right-turn lane for motor vehicle traffic

In addition, the general consideration of the traffic regulation and form of intersections as well as traffic-related intersection elements and situational aspects resulted in the following further exclusion criteria for the pilot test:

- Junctions that are accident blackspots
- Shared pedestrian and cycle paths
- Joint signaling of foot and bicycle traffic on the opposite side of the crossing road
- Waiting area for left turning cyclists in the way of vehicles turning right
- Separate signaling for motor-vehicle traffic turning right and separate signaling for cycle traffic

The pilot sites were first evaluated and grouped according to how the cycle traffic was guided through entry and exit points. The analysis of the previous surveys (without the green arrow) showed that the behavior of people turning right depended mainly on whether or not there was a cycle path present. This resulted in the categorizations and abbreviations shown in the following table:

Main Categories	Potential Combinations
Mixed Traffic – Mixed Traffic	Mixed Traffic – Mixed Traffic
Mixed Traffic – Cycling Facility	Mixed Traffic – Cycle Lane Mixed Traffic – Cycle Path
Cycling Facility – Mixed Traffic	Cycle Lane –Mixed Traffic Cycle Path –Mixed Traffic
Cycling Facility – Cycling Facility	Cycle Lane – Cycle Lane Cycle Lane – Cycle Path Cycle Path – Cycle Lane Cycle Path – Cycle Path

Conception of the Traffic Sign

The green arrow traffic sign for cyclists was developed in close cooperation with BAST, BMVI, and BLFA-StVO. The following conditions were taken into account:

- The green arrow sign Z 720 StVO shall remain unchanged.
- For the pilot study, the traffic sign Z 720 StVO will be supplemented with the additional notification: “bicycle traffic only”.
- The likelihood for confusion should as minimized as possible.

This resulted in the traffic sign shown in the following figure. It contains the green arrow (Z 720 StVO) in reduced form as well as the additional “bicycle traffic only” on a carrier board with the dimensions of 420 x 231 mm.



Green arrow (Z 720 StVO) with the additional notification „bicycle traffic only“ on a white carrier board

The traffic sign was included in §37 StVO of the last StVO 2020 amendment.

It is recommended that the traffic sign be attached to the roadway traffic signals.

Behavioral Analysis

The changes in the behavior of road users in general and of all cyclists and cyclists turning right were generally minimal with the introduction of new green arrow system. The red light acceptance of cyclists turning right was poor in the absence of the green arrow system, and also with the green arrow, the majority of cyclists turned on red regardless. Even with the green arrow, however, there was a lack of rule-compliant behavior – on average only 6% of cyclists turning right on red complied with the obligation to stop.

Overall, the interaction rates increased only slightly with the green arrow, even though the information value was limited due to small numbers.

In the approach area for green-arrow access roads, interaction rates rose slightly and the proportion of interactions increased where coordination of behavior was required. The reason for this was the higher volume of bicycle traffic after the implementation of the green arrow while the available space remained the same. Other cyclists (driving straight rather than turning) were primarily involved in these interactions. Overtaking by right-turning cyclists was usually done to the right of the vehicles and to the left of the other cyclists. with similar lateral distances. The overtaking distances depend on the available space in the approaching road. In general, cyclists keep greater distances to stopping motorized vehicles (0.5 m to 0.9 m) than to stopping cyclists (0.3 m to 0.6 m).

Passages through rows of vehicles in mixed traffic on the access road occurred rarely. At the first crossing in the access road, no significant changes in the interaction rates were discernible with low interaction rates as compared to other conflict areas.

In the intersection area, interactions with cyclists from the left were particularly relevant and characterized by the smallest post encroachment times (PET). However, these time gaps did not change with the placement of the green arrow. Interactions with pedestrians and other cyclists on the sidewalk were reduced with the green arrow regulation, although a generally low level of interactions before and after was observed overall. Changes in interaction rates on the second crossing (exit) could not be assessed meaningfully due to the low number of interactions. Overall, the critical time gaps across all conflict areas decreased on average.

The placement of the green arrow led to a slight increase of the turning speeds on red. In comparison, the speed of turning was lower and more adapted on the sidewalk. With the green arrow, the irregular use of the sidewalk by right-turning cyclists decreased on average from approximately 40% before its installment to approximately 30% after.

Overall, and independent of traffic safety, the use of the green arrow system resulted in an average waiting time gain of 3 seconds. In terms of traffic law, the behavior of traffic participants remained largely contrary to the rules—the obligation to stop was hardly ever observed. On the basis of the available results, it remains unclear to what extent this can be attributed to a lack of knowledge of the rules among cyclists (and the corresponding information campaigns that may be necessary) or to a deliberate disregard of the rules despite knowledge of them.

There were no recorded accidents caused by cyclists turning right using the green arrow in the approach lanes during the course of this study.

4 Recommendations

A general rejection of the green arrow regulation implemented for cyclists turning right could not be deduced from the available results. Starting points for potential restrictions on the green arrow usage or starting points for road improvements to enable green arrow usage are situations such as sufficient visibility, clear separation of sidewalk and bicycle traffic on the roadside, increased bicycle traffic from the left, or the available width of the access road.

In this study the central criteria for rejecting the green arrow would have been a clear increase of critical situations and behaviors. In addition, the study showed that only 6% of cyclists turning right on red complied with the obligation to stop. However, it was also shown that this does not result in an increase in obstructions or more critical maneuvers.

The analysis of individual pilot sites showed that, with regard to infrastructure, accesses with cyclists riding in mixed traffic and accesses with bike boxes lead to increased interaction rates in the approach. However, the evaluation of these interactions does not necessarily point to the potential occurrence of critical situations; and, in particular, no statements can be made regarding negative changes in traffic safety.

Where there is a cycle path at the exit of an intersection, it should be clearly demarcated on the pavement (red coloring, material change, board) and/or sufficiently large waiting areas should be provided for pedestrians to avoid interactions between cyclists turning right on red and pedestrians waiting (who may be standing on the cycle path) at the exit.

A very high volume of bicycle traffic in the access road (> 250 cyclists in the peak hour) with a simultaneous low proportion of right-turning cyclists (<10%) can lead to an increase in interactions with pedestrians and cyclists on the crossing in the approach and cyclists from the left (on the road or a cycling facility). This can be explained by the fact that the more complex situation in the approach can reduce the attention to other road users. Therefore, the green arrow should be examined critically for access roads with high traffic volumes of cyclists crossing from the left.

Based on these recommendations, adaptations for the VwV-StVO to § 37 para. 2 StVO, No. 1 were formulated.

Inhalt

Abkürzungen	13	4.2	Form und Verkehrsregelung	33
1 Einführung	15	4.3	Verkehrstechnische Knotenpunktelemente	33
1.1 Problemstellung	15	4.4	Situative Aspekte	34
1.2 Zielsetzung	15	4.5	Weitere Charakterisierung	34
2 Kenntnisstand	16	4.6	Kategorien der Typisierung	34
2.1 Rechtsvorschriften	16	4.6.1	Typ Mischverkehr – Mischverkehr	35
2.2 Technische Regelwerke	18	4.6.2	Typ Mischverkehr – Radverkehrsanlage	36
2.3 Erfahrungen mit rechtsabbiegenden Rad Fahrenden im Ausland	19	4.6.3	Typ Radverkehrsanlage – Mischverkehr	36
2.3.1 Einleitung	19	4.6.4	Typ Radverkehrsanlage – Radverkehrsanlage	36
2.3.2 Schweiz	20	5 Auswahl Pilotstellen	37	
2.3.3 Belgien	22	5.1 Auswahl Untersuchungsstädte	37	
2.3.4 Dänemark	23	5.2 Vorauswahl Untersuchungsstellen	38	
2.3.5 Frankreich	24	5.3 Workshop mit Vertretern der Untersuchungsstädte	38	
2.3.6 Niederlande	25	5.4 Finale Auswahl Untersuchungsstellen	41	
2.3.7 USA	26	6 Methodik	41	
2.3.8 Sonstige	26	6.1 Allgemeines	41	
2.4 Relevante(s) Unfallgeschehen und Verhaltensweisen des Radverkehrs	26	6.2 Erhebung der Verkehrsstärken	42	
2.4.1 Einleitung	26	6.3 Bewertung der Interaktionen	42	
2.4.2 Verhalten des Radverkehrs an VZ 720 StVO	27	6.4 Weitere Erhebungen und Auswertungen	44	
2.4.3 Linksfahren und Gehwegnutzung	27	7 Ergebnisse	45	
2.4.4 Rotlichtmissachtung	28	7.1 Verkehrsstärken	45	
2.4.5 Regelkenntnis	29	7.2 Akzeptanz	47	
2.4.6 Straßeninfrastruktur	29	7.3 Interaktionen	49	
2.5 Fazit	30	7.3.1 Beteiligte und Interaktionsstufen	49	
3 Konzeption Verkehrszeichen	31	7.3.2 Intensität (PET)	57	
3.1 Gestalt und Größe	31	7.3.3 Einzelstellenanalyse	60	
3.2 Anbringung	31	7.4 Bewegungslinien	62	
3.3 Fazit	32	7.5 Überholabstände	66	
4 Typisierung	32			
4.1 Einleitung	32			

7.6	Aufstellungen	69
7.7	Abbiegegeschwindigkeiten	70
7.8	Wartezeiten	72
7.9	Unfallgeschehen	73
7.10	Fazit	75
8	Zusammenfassung und Empfehlungen	77
Literatur		81
Bilder		85
Tabellen		87

Der Anhang zum Bericht ist im elektronischen
BAST-Archiv ELBA unter:

<https://bast.opus.hbz-nrw.de> abrufbar.

Abkürzungen

ARAS	Aufgeweiteter Radaufstellstreifen	RVV	Reglement verkeersregeks en verkeerstekens (Verkehrsregeln und Verkehrszeichen)
BABW	Besluit Administratieve Bepalingen inzake het Wegverkeer (Verwaltungsvorschrift für den Straßenverkehr)	RW	Radweg
BLFA	Bund-Länder-Fachausschuss	SS	Schwerwiegender Sachschaden
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur	Str.	Straße
DDR	Deutsche Demokratische Republik	StVO	Straßenverkehrsordnung
EFA	Empfehlung für Fußverkehrsanlagen	U(P)	Unfall mit Personenschaden
ERA	Empfehlung für Radverkehrsanlagen	U(P,S)	Unfall mit Personen- und Sachschaden
F	Fuß	U(S)	Unfall mit Sachschaden
Fg	zu Fuß Gehender	U(SS)	Unfall mit schwerwiegendem Sachschaden
FGÜ	Fußgängerüberweg	UDV	Unfallforschung der Versicherer
GW	Gehweg	U _{RF}	Unfall von Rad Fahrenden
H BVA	Hinweise für barrierefreie Verkehrsanlagen	USA	United States of America
HSRa	Hinweise zur Signalisierung des Radverkehrs	vgl.	Vergleich
ID	Identifikator	vs.	Versus
IR	Interaktionsrate	VT	Verkehrsteilnehmer
LSA	Lichtsignalanlage	VwV	Verwaltungsvorschrift
MV	Mischverkehr	VZ	Verkehrszeichen
PET	Post-Encroachment-Time	v _{zul}	Zulässige Höchstgeschwindigkeit
R	Rad	WÜ	Wiener Übereinkommen
RABR	Rechtsabbiegen bei Rot		
RASt	Richtlinie für die Anlage von Stadtstraßen		
RAV	Radverkehrsanlage		
Rf	Rad Fahrender		
RFS	Radfahrstreifen		
RiLSA	Richtlinie für Lichtsignalanlagen		
RTOR	Right Turn On Red		
RVA	Radverkehrsanlage		
RVF	Radverkehrsführung		

1 Einführung

1.1 Problemstellung

Mit der „Siebzehnten Verordnung straßenverkehrsrechtlicher Vorschriften“ wurde das Rechtsabbiegen bei Rot für Fahrzeuge auf der Straße 1994 erstmals in die bundesdeutsche StVO aufgenommen.¹ Seither wurden eine Reihe von Untersuchungen zum Verkehrsablauf und der Verkehrssicherheit der Grünpfeil-Regelung durchgeführt (SCHROBITZ et al. 1992, ALBRECHT et al. 1999, JAKOB 2000). Eine aktuelle inländische Untersuchung konnte keinen Nachweis erbringen, dass generell die Grünpfeil-Regelung im Vergleich zu anderen Rechtsabbiegeführungsformen unsicherer ist (MAIER & HANTSCHHEL 2015). Wenn es punktuell zu Problemen kam, bspw. durch die ungenügende Berücksichtigung der Ausschlusskriterien nach VwV-StVO, hat sich das vor allem negativ auf die Verkehrssicherheit der nicht motorisierten Verkehrsteilnehmenden ausgewirkt. Vor allem Unfälle zwischen rechtsabbiegenden Kfz und kreuzenden Rad Fahrenden von rechts haben sich als besonders kritisch herausgestellt. Unfälle mit kreuzenden zu Fuß Gehenden sind zumindest mengenmäßig nicht auffällig. Darüber hinaus hat sich auch gezeigt, dass das (notwendige) Anhalten an der Haltlinie vor dem Rechtsabbiegen bei Rot nur von 13 % der Kraftfahrzeugführenden praktiziert wurde. Dies führte in der Folge dazu, dass erst an der Sichtlinie (i. d. R. auf der Fuß/Radverkehrsfurt) gehalten wurde, sodass bis zu 69 % der Freigabezeit für die nichtmotorisierten Verkehrsteilnehmenden blockiert wurde.

Veränderungen im Mobilitätsverhalten hin zu einer umweltfreundlichen Fortbewegung führen in der Regel auch zu einer Steigerung der Attraktivität des Radverkehrs. Um diesen Trend zu unterstützen, wurde die Frage aufgeworfen, unter welchen Bedingungen Rad Fahrenden das Rechtsabbiegen bei Rot erlaubt werden kann. Schon heute können Rad Fahrende an lichtsignalgeregelten Knotenpunkten bei Rückstau bis zur Lichtsignalanlage vorfahren (insbesondere, wenn Radverkehrsanlagen zur Verfügung stehen). Das steht im Gegensatz zur Anwendung der Grünpfeil-Regelung für den Kfz-Verkehr, bei der keine entscheidenden Reisezeitgewin-

ne erzielt werden können (MAIER & HANTSCHHEL, 2015). Das wird darauf zurückgeführt, dass im Mittel nur jeder vierte Grünpfeil in einer Stadt genutzt werden kann (u. a. aufgrund von Rückstau auf dem Mischfahrstreifen). Somit ist für den Radverkehr theoretisch eine Erhöhung der Attraktivität beim Rechtsabbiegen bei Rot zu erwarten. Voraussetzung dafür ist, dass andere Verkehrsteilnehmende, insbesondere kreuzende zu Fuß Gehende und Rad Fahrende, aber auch die abbiegenden Rad Fahrenden selbst nicht gefährdet werden.

In diesem Zusammenhang ergibt sich die Frage, unter welchen Bedingungen es möglich ist, Rad Fahrenden das Rechtsabbiegen bei Rot zu ermöglichen. Verschiedene europäische Großstädte (bspw. Bordeaux, Nantes, Straßburg, Brüssel, Kopenhagen, Basel) haben bereits entsprechende Pilotversuche initiiert. In den Niederlanden existiert diese Regelung unter bestimmten Bedingungen bereits seit 1990.

1.2 Zielsetzung

Ziel der Untersuchung ist es, auf Basis einer Pilotstudie in neun deutschen Städten die Auswirkungen und Zweckmäßigkeit einer Regelung zu ermitteln, die es Rad Fahrenden erlaubt, nach Anhalten bei Rot rechts abzubiegen. Dabei sind neben den rechtlichen Aspekten der Verkehrsablauf, das Verkehrsverhalten sowie die Verkehrssicherheit zu bewerten. In diesem Zusammenhang werden die Untersuchungsziele anhand der folgenden Forschungsfragen konkretisiert:

- Welche rechtlichen und entwurfstechnischen Rahmenbedingungen sind für das Rechtsabbiegen bei Rot für Rad Fahrende relevant?
- Welche Schlussfolgerungen können aus – schon heute zu beobachtenden – Verkehrssituationen in lichtsignalgeregelten Zufahrten gezogen werden, bei denen Rad Fahrende verkehrsbedingt haltende Fahrzeuge überholen?
- Welche Erfahrungen können aus bestehenden Pilotversuchen zum Rechtsabbiegen bei Rot für

¹ Erstmals wurde mit § 3 Abs. 4 DDR-StVO vom 28.05.1977 (GBl. I S. 257) geregelt, dass Fahrzeugführer bei Rot nach rechts abbiegen dürfen, wenn das durch einen zusätzlichen grünen Pfeil angezeigt ist. Diese Regelung trat am 01.01.1978 in Kraft und erlangte gem. Art. 9 des Einigungsvertrages als fortgeltendes Recht Wirkung in den neuen Bundesländer (und Berlin-Ost) bis 31.12.1990 (Anlage I, Kapitel XI, Sachgebiet B, Abschnitt II), ehe mit Rechtsverordnung vom 20.12.1991 (BGBl. I S. 2391) ab 01.01.1992 die Fortgeltung in den Ländern Berlin, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen bis 31.12.1996 bestimmt wurde. Für das gesamte Jahr 1991 fehlte die Rechtsgrundlage.

Rad Fahrende in anderen Ländern genutzt werden?

- Welche Straßenraum- bzw. Knotenpunktsituationen – unterschieden nach Zu- und Ausfahrt – sind für eine Bewertung zu berücksichtigen? Gibt es Unterschiede, die zu einer differenzierten Bewertung der Rahmenbedingungen und der möglichen Auswirkungen des Rechtsabbiegens bei Rot für Rad Fahrende führen?
- Welche Aspekte spielen beim Design eines Verkehrs- oder Zusatzzeichens für das Rechtsabbiegen bei Rot für ausschließlich Rad Fahrende eine Rolle? Wie kann eine einfache Verständlichkeit erreicht werden, sodass Verwechslungen mit dem derzeitigen Grünpfeil für alle Verkehrsteilnehmenden minimiert aber gleichzeitig die bestehenden Regelungen auch genutzt werden können?
- Welche Veränderungen lassen sich bei Einrichtung einer radspezifischen Grünpfeil-Regelung (oder ggf. anderer Alternativen) in Bezug auf das Verhalten der Verkehrsteilnehmenden sowie den Verkehrsablauf beobachten?
- Welche Schlussfolgerungen lassen sich aus den Beobachtungen für die zukünftige Verkehrssicherheit (Zu- und Abnahme von Konflikten) sowie den Verkehrsablauf (z. B. Reduzierung Halte und/oder Wartezeit im Radverkehr) ziehen?
- Sollte das Rechtsabbiegen bei Rot für ausschließlich Rad Fahrende grundsätzlich in Bezug auf die positiven (u. a. Verbesserung Verkehrsablauf für Radverkehr) und negativen Auswirkungen (z. B. Verschlechterung der Verkehrssicherheit) weiter verfolgt werden?
- Müssen zusätzliche, über die bisherige Grünpfeil-Regelung hinausgehende Ausschlusskriterien für das Rechtsabbiegen bei Rot für Rad Fahrende formuliert werden, um negative Veränderungen in der Verkehrssicherheit an den betroffenen Knotenpunkten zu reduzieren?

2 Kenntnisstand

2.1 Rechtsvorschriften

Der Grünpfeil (grüner Pfeil auf schwarzem Grund) wurde 1978 in der ehemaligen DDR – dort allerdings ohne generelle Anhaltepflicht – eingeführt (StVO-DDR, 1983). 1990 nach der Wiedervereinigung wurde das Grünpfeilschild zunächst als Ausnahme-Verordnung zur StVO² eingeführt. Am 1. März 1994 ist der Grünpfeil als Zeichen 720 in die Straßenverkehrs-Ordnung (StVO) und die dazugehörige Allgemeine Verwaltungsvorschrift (VwVStVO) in Übereinstimmung mit dem Wiener Übereinkommen über den Straßenverkehr (WÜ) mit Ergänzung um eine generelle Anhaltepflicht aufgenommen worden³. Die durch die vierundfünfzigste Verordnung zur Änderung straßenverkehrsrechtlicher Vorschriften am 20.04.2020 in Kraft getretene StVO enthält zudem Regelungen für das Rechtsabbiegen bei Rot für den Radverkehr:

Nach § 37 Absatz 2 Nr. 1 Satz 8 StVO ist:

„Nach dem Anhalten das Abbiegen nach rechts auch bei Rot erlaubt, wenn rechts neben dem Lichtzeichen Rot ein Schild mit grünem Pfeil auf schwarzem Grund (Grünpfeil) angebracht ist.“⁴



Durch das Zeichen wird der Grünpfeil auf den Radverkehr beschränkt. Wer ein Fahrzeug führt, darf nur aus dem rechten Fahrstreifen abbiegen. Soweit der Radverkehr die Lichtzeichen für den Fahrverkehr zu beachten hat, dürfen Rad Fahrende auch aus einem am rechten Fahrbahnrand befindlichen Radfahrstreifen oder aus stra-

² Ausnahmeregelungen zum Rechtsabbiegen bei Rot waren zunächst nicht vorgesehen, sodass die Grünpfeile demontiert werden mussten, was ohne begleitende Verbesserungen und Umgestaltung von Knotenpunkten vielerorts zu Kapazitätseinbrüchen in den neuen Bundesländern führte (SCHROBITZ et al. 1992)

³ Nach BOUSKA / LEUE ist diese Interpretation allerdings umstritten. Das Wiener Übereinkommen über Straßenverkehrszeichen enthält ein Abbiegen nur mit grünem Leuchtpfeil. Nach der Verordnungsbegründung des ehemaligen BMVBS (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung) schreibt die internationale Regelung nur ein Anhalten bei Rot vor, das Weiterfahren nach dem Anhaltevorgang sei hingegen eine Entscheidung nationalen Rechts. Nach BOUSKA/LEUE kann sich der Ordnungsgeber zumindest auf Artikel 3 Absatz 1 lit a ii berufen, was dem Ordnungsgeber ein eigenes Zeichen zum Anzeigen einer Vorschrift gestatte, wenn das WÜ dazu nicht bereits ein Zeichen mit einer anderen Bedeutung vorhalte.

⁴ vgl. Kapitel 3.1

ßenbegleitenden, nicht abgesetzten, baulich angelegten Radwegen abbiegen. Dabei muss man sich so verhalten, dass eine Behinderung oder Gefährdung anderer Verkehrsteilnehmer, insbesondere des Fußgänger- und Fahrzeugverkehrs der freigegebenen Verkehrsrichtung, ausgeschlossen ist“.

- Wie ist ein Anhalten für den Radverkehr definiert (muss bspw. ein Fuß auf dem Boden stehen)? Anhalten heißt, dass Fahrzeuge, wenn auch nur kurz, zum völligen Stillstand kommen müssen (BOUSKA/LEUE, 2013). Dabei ist, soweit vorhanden, an der Haltlinie (Z 294 StVO) zu halten. Nach StVO ist keine gesonderte Definition des Anhaltens vorgesehen. Somit ist lediglich der „völlige Stillstand“ relevant, wie auch immer dieser definiert ist oder wird. Es muss bspw. bei der Nutzung eines Lastenfahrrades beim Anhalten kein Fuß auf dem Boden stehen.
- Welcher Signalgeber ist für den Radverkehr relevant in Abhängigkeit der Radverkehrsführungsform und der Benutzungspflicht? Wo muss der Grünpfeil für Rad Fahrende angebracht werden?
Nach § 37 Absatz 2 Nr. 5 StVO gilt: „Gelten die Lichtzeichen nur für zu Fuß Gehende oder nur für Rad Fahrende, wird das durch das Sinnbild „Fußgänger“ oder „Radverkehr“ angezeigt“. Weiterhin gilt nach § 37 Absatz 2 Nr. 6 StVO, dass der Radverkehr „die Lichtzeichen für den Fahrverkehr zu beachten“ hat. „Davon abweichend sind auf Radverkehrsführungen die besonderen Lichtzeichen für den Radverkehr zu beachten“. Grundsätzlich gelten mit dem Neuerlass der StVO die Lichtzeichen für den Fahrverkehr, außer es ist ein Radfahrersignal vorhanden.

Mittelbar stellen sich zudem folgende Fragen:

- Wie bzw. unter welchen Bedingungen dürfen Rad Fahrende für den Fall, dass keine eigene Radverkehrsanlage zur Verfügung steht, Kraftfahrzeuge, die sich im Rückstau befinden rechts überholen, um bis zur Lichtsignalanlage durchzufahren?
Nach § 5 Abs. 8 StVO „dürfen Rad Fahrende und Mofa Fahrende die Fahrzeuge, die auf dem rechten Fahrstreifen warten, mit mäßiger Geschwindigkeit und besonderer Vorsicht rechts überholen“, sofern ausreichender Raum vorhanden ist. Nach BOUSKA/LEUE (2013) bedeutet der unbestimmte Rechtsbegriff „ausreichender

Raum“ mindestens 1 m zwischen wartenden Fahrzeugen und Bordstein. Zudem wird angemerkt, dass die Regelung nur für den äußersten rechten Fahrstreifen gilt, womit sich ergibt, dass zwischen Fahrzeugreihen nicht vorgefahren werden darf (BOUSKA/LEUE, 2018). Generell gilt zudem, dass nur Fahrzeuge überholt werden dürfen, die verkehrsbedingt oder aufgrund einer Anordnung (bspw. Lichtzeichenanlage) warten. Das heißt Fahrzeuge, die sich bewegen, wenn gleich langsam gefahren wird, dürfen nicht überholt werden. Es sei denn es steht ein Schutzstreifen zur Verfügung. Auf diesem darf auch dann rechts überholt werden, wenn die Fahrzeuge in Bewegung sind (BOUSKA/LEUE, 2013).

- Dürfen andere vorausfahrende/stehende Rad Fahrende, die nicht nach rechts abbiegen wollen, überholt werden?
Nach § 2 Abs. 4 StVO muss mit Fahrrädern „einzeln hintereinander gefahren werden; nebeneinander darf nur gefahren werden, wenn dadurch der Verkehr nicht behindert wird“. Für den Fall, dass nicht benutzungspflichtige baulich angelegte Radverkehrsanlagen vorhanden sind, ist das Überholen von Rad Fahrenden auf der Fahrbahn, die nicht bei Rot nach rechts abbiegen wollen, unproblematisch. Problematischer könnte es auf Zufahrten mit der Führung des Radverkehrs im Mischverkehr sein: Denn für Rad Fahrende gilt das Rechtsfahrgebot. Sie haben sich daher soweit wie möglich am rechten Fahrbahnrand mit einem hinreichenden Sicherheitsabstand zu parkenden Kraftfahrzeugen zu bewegen. Die rechtlichen Grundlagen untersagen damit ein Durchfahren zwischen Fahrzeugreihen in diesen Fällen. Es stellt sich daher die Frage, ob durch eine Grünpfeil-Regelung für Rad Fahrende an solchen Zufahrten regelwidriges und auch gefährdendes Verhalten (bspw. Schlingelfahrten) begünstigt wird.

Durch die Verwaltungsvorschrift zur StVO (VwVStVO) unterfällt die Grünpfeil-Regelung gewissen Ausschlusskriterien (VwV-StVO zu § 37 Abs. 2 StVO). So kommt die Anlage des Grünpfeils nach VwV-StVO zu § 37 Abs. 2 StVO, Nr. XI nur in Frage, „wenn der Rechtsabbieger Fußgänger- und Fahrzeugverkehr der freigegebenen Verkehrsrichtungen ausreichend einsehen kann, um die ihm auferlegten Sorgfaltspflichten zu erfüllen. Es darf nicht verwendet werden, wenn

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

Darüber hinaus soll die Grünpfeil-Regelung nicht „an Kreuzungen und Einmündungen, die häufig von seh- oder gehbehinderten Personen überquert werden“, angewendet werden. „Ist sie ausnahmsweise an Kreuzungen oder Einmündungen erforderlich, die häufig von Blinden oder Sehbehinderten überquert werden, so sind Lichtzeichenanlagen dort mit akustischen oder anderen geeigneten Zusatzeinrichtungen auszustatten“ (VwV-StVO).

Nach VwV-StVO wird außerdem gefordert, das Unfallgeschehen an Knotenpunktzufahrten mit Grünpfeilen „regelmäßig mindestens anhand von Unfallsteckkarten auszuwerten“. Dabei liegt eine Unfallhäufung vor, wenn innerhalb eines Betrachtungszeitraumes von drei Jahren zwei oder mehr Unfälle mit Personenschaden, drei Unfälle mit schwerwiegendem Verkehrsverstoß oder fünf Unfälle mit geringfügigem Verkehrsverstoß registriert wurden⁵. Zu den Grenzwerten für das Unfallgeschehen wurde in der Begründung zur „Siebzehnten Verordnung zur Änderung straßenverkehrsrechtlicher Vorschriften“ des Bundesministeriums für Verkehr angemerkt, „dass die Entfernung des Grünpfeilschildes nur dann erfolgen soll, wenn die Unfallhäufung gerade auf das Rechtsabbiegen bei Rot zurückzuführen ist. Andere, nicht mit der Grünpfeil-Regelung

zusammenhängende Kreuzungsoder Einmündungsunfälle müssen außer Betracht bleiben“.

Zur Ausführung des Grünpfeils sind ebenfalls Kriterien vorgeschrieben (vgl. Kapitel 3). So sollte das Zeichen u. a. „nicht beleuchtet sein und nicht retroreflektieren“.

2.2 Technische Regelwerke

Hinsichtlich der technischen Regelwerke ist festzustellen, dass der Grünpfeil aktuell nur in den Richtlinien für Lichtsignalanlagen thematisiert wird (RiLSA), wobei im Wesentlichen die Ausschlusskriterien nach VwV-StVO zitiert werden. In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass neben den Ausschlusskriterien nach VwV-StVO weiterführende Abwägungskriterien im Anhang L der Teilfortschreibung der Richtlinie für Lichtsignalanlagen (RiLSA, 1992, Teilfortschreibung 2003) erschienen sind, welche aber in den folgenden Fortschreibungen nicht mehr berücksichtigt wurden.

In den Empfehlungen für Fußverkehrsanlagen (EFA) wird der Einsatz des Grünpfeils aus Sicht der zu Fuß Gehenden generell nicht empfohlen.

Die Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen (RASt, 2006) sowie die Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA, 2010) enthalten zum Grünpfeil keine weiteren Anmerkungen.

Es ist somit ebenfalls zu prüfen, ob bzw. unter welchen Bedingungen es sinnvoll ist, zusätzliche Hinweise zum Grünpfeil für Rad Fahrende in technischen Regelwerken zu geben. Dies wäre insbesondere dann der Fall, wenn sich durch die Pilotstudie Auswirkungen auf gestalterische und planerische Aspekte ergeben würden.

Die aktuellen Regelwerke sehen bereits entwurfs-technische Lösungen zur freien Führung des rechtsabbiegenden Radverkehrs (ohne Anhaltspflicht bei Rot) vor. Für rechtsabbiegende Rad Fahrende, die an Knotenpunkten mit LSA im Seitenraum geführt werden, kann freies Rechtsabbiegen vorgesehen werden, wenn gewährleistet ist, dass dadurch keine Behinderung oder Gefährdung für den Fußverkehr entsteht. Laut ERA (2010) können Rad Fahrende von der Signalisierung ausgenommen werden, indem Sie an abgesetzten Furten vom übrigen Verkehr getrennt geführt werden. Dies gilt nur, wenn auch die kreuzende Straße über einen Radweg ver-

⁵ In der Fassung der VwV-StVO vom März 1994 waren die Straßenverkehrsbehörden aufgefordert das „Unfallgeschehen innerhalb der ersten beiden Jahre nach Anbringung“ zu beobachten und auszuwerten. Auch wurde mit „zwei oder mehr Unfälle mit schwerem Sachschaden und/oder Personenschaden“ lediglich ein Grenzwert hinsichtlich des Unfallgeschehens vorgegeben.

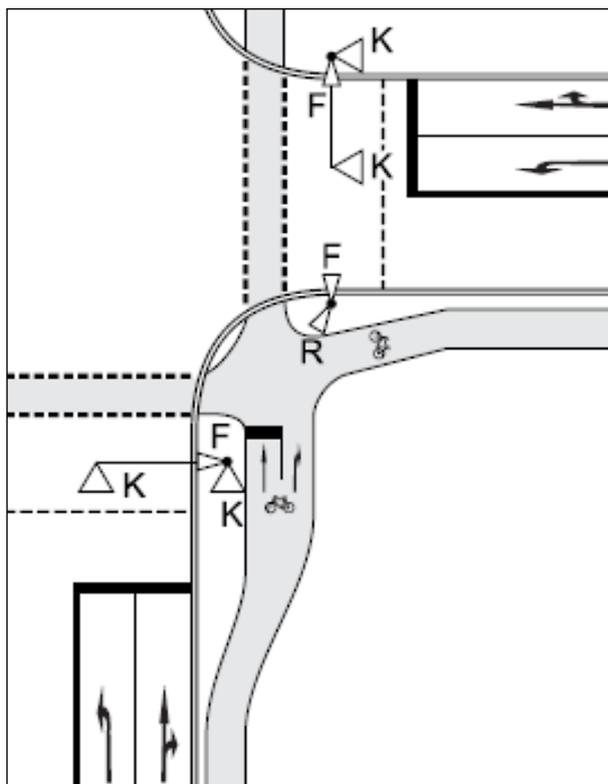


Bild 2.1: Freies Rechtsabbiegen für den Radverkehr mit besonderer Führung des geradeaus fahrenden Radverkehrs (ERA 2010)

fügt (vgl. Bild 2.1). Mit der StVO ist diese Führung nur vereinbar, wenn eine getrennte Signalisierung für den Radverkehr vorliegt. Gemäß Hinweisen zur Signalisierung des Radverkehrs (HSRa, 2005) soll diese Ausnahme von der Signalisierung durch ein Zusatzschild gekennzeichnet werden, wenn Radfahrersignalgeber bei weit abgesetzten Radfahrurten vor einem kreuzenden Radweg stehen. Hinweise zur Gestaltung dieses Zusatzzeichens werden nicht gegeben. Die veränderte Rechtslage hinsichtlich des für den Radverkehr relevanten Signalgebers (§ 37 Absatz 2 Nr. 6 StVO) erfordert jedoch unabhängig vom Standort des Signalgebers ein Zusatzschild zur Ausnahme des rechtsabbiegenden Radverkehrs aus der Signalisierung.

Darüber hinaus erhält der Radverkehr bei einer gemeinsamen Signalisierung mit dem Fußverkehr mit Streuscheiben mit Fuß- und Radverkehrssymbolen keine Haltlinie (Gemeinsame Geh- und Radwege sowie abgesetzte Führung auf Radwegen). Nach ERA (2010) kann „bei Radwegen in der kreuzenden Straße ... der Radverkehr deshalb bei Beachtung des Fußgängerverkehrs rechts abbiegen.“

2.3 Erfahrungen mit rechtsabbiegenden Rad Fahrenden im Ausland

2.3.1 Einleitung

Die auch in der Presse diskutierte internationale Regelungen zum „freien“ Rechtsabbiegen bei Rot für Rad Fahrende an LSA werden häufig mit dem aktuellen Pilotversuch der BASt gleichgesetzt. Es gilt dabei aber, einen wesentlichen Unterschied zu den Bestrebungen und Verkehrsregelungen in Deutschland zu beachten:

- In Deutschland soll sich eine mögliche neue Regelung an den bereits vorhandenen Regelungen zu § 37 Absatz 2 Nr. 1 Satz 8 StVO orientieren. Dies beinhaltet explizit kein freies Rechtsabbiegen, sondern ein Rechtsabbiegen „nach dem Anhalten“ bei Rot.
- Der Großteil der im Folgenden dokumentierten Pilotversuche und Regelungen, sieht kein Anhalten, sondern ein Rechtsabbiegen entsprechend den Regelungen von VZ 205 StVO („Vorfahrt gewähren“) vor. Dies verdeutlichen auch die dafür verwendeten Verkehrszeichen bspw. in Belgien oder Frankreich.

In diesem Zusammenhang soll auch das Wiener Übereinkommen über den Straßenverkehr (WÜ) nochmals erwähnt werden. Artikel 21 regelt das Verhalten der Fahrzeugführer gegenüber zu Fuß Gehenden und sagt folgendes:

„...wenn ein als solcher gekennzeichnet oder durch Markierungen auf der Fahrbahn begrenzter Fußgängerüberweg vorhanden ist, müssen die Fahrzeugführer, wenn der Fahrzeugverkehr an diesem Fußgängerüberweg durch Verkehrslichtzeichen oder durch einen Verkehrspolizisten geregelt wird und ihnen die Weiterfahrt nicht gestattet wird, vor dem Überweg oder den ihm vorangehenden Quermarkierungen anhalten...“⁶

Somit ist bei Beachtung des WÜ kein freies Rechtsabbiegen bei Rot möglich. Warum in den folgenden genannten Ländern, welche mit Ausnahme der USA das WÜ ebenfalls ratifiziert haben⁷, trotzdem keine Anhaltspflicht besteht, kann hier nicht abschließend geklärt werden.

Eine Übersicht zu den Regelungen aber vor allem auch den Erfahrungen mit den Pilotversuchen zum

⁶ deutsche Übersetzung des WÜ bei <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19680244/201609190000/0.741.10.pdf>

⁷ Es wurden auch keine Hinweise zum Ausschluss von Artikel 21 gefunden. Quelle: https://treaties.un.org/pages/ViewDetailsIII.aspx?src=TREATY&mtdsg_no=XI-B-19&chapter=11&Temp=mtdsg3&lang=en

freien Rechtsabbiegen im Ausland wird trotzdem als hilfreich erachtet, auch wenn es sich dort jeweils nicht um vergleichbare Grünpfeil-Regelungen handelt. Die Erkenntnisse dienen als Hinweise, welche infrastrukturellen Anpassungen das Rechtsabbiegen nach Anhalten bei Rot für Rad Fahrende unterstützen und wie sich die Verhaltensweisen bei Einführung der Regelungen – vor allem bei den Rad Fahrenden – verändert haben.

Weiterhin wird davon ausgegangen, dass eine Regelung ohne vorheriges Anhalten die kritischere Situation darstellt, im Vergleich zu einer Regelung mit Anhalten bei Rot. Finden sich daher wenige kritische Interaktionen bei einer Regelung ohne Anhalten bei Rot, dürfte sich nach derzeitigem Kenntnisstand die Situation durch das vorherige Anhalten bei Rot zumindest nicht verschlechtern.

2.3.2 Schweiz

In der Stadt Basel (Schweiz) wurde innerhalb eines Forschungsprojektes zu langsamverkehrsfreundlichen LSA (EGELER et al., 2015) das Rechtsabbiegen bei Rot ohne Anhalten an vier Standorten getestet. Der Pilotversuch wurde in einer erweiterten Versuchsreihe in den Jahren 2015 bis 2017 auf zwölf Versuchsstandorte ausgedehnt. Von diesen zwölf Standorten waren neun mit Radstreifen (Verkehrsregelung der Schweizer Radstreifen ähnlich den Schutzstreifen in Deutschland) in der Zufahrt ausgestattet und drei Standorte wiesen Mischverkehr mit einem separaten Rechtsabbiegefahrstreifen für die Kfz auf (STÖRR et al., 2017).

In Bild 2.2 sind die zur Anwendung gekommenen Verkehrszeichen dokumentiert. Es wurde bewusst ein gelbes Fahrradsymbol und ein gelber Pfeil auf schwarzem Grund gewählt, um den rechtsabbiegenden Rad Fahrenden die einzuhaltende Rücksicht gegenüber dem vortrittsberechtigten Verkehr zu verdeutlichen. Grüne Symbole würden laut den Autoren eher eine freie Fahrt suggerieren (STÖRR et al., 2017).

An den vier Stellen, welche in der ersten Versuchsreihe getestet wurden, wurden noch ergänzende Hinweistafeln zum Pilotversuch mit einer Kontaktadresse angebracht (siehe Bild 2.3).

In dem zweijährigen Untersuchungszeitraum wurden in einer Erhebungsdauer von 552 Stunden insgesamt 38.946 Rad Fahrende erfasst:

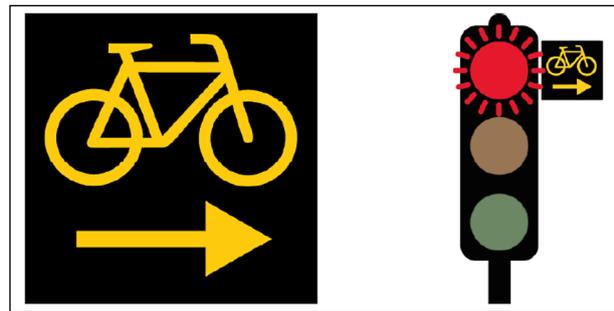


Bild 2.2: Signaltafel Rechtsabbiegen bei Rot für Rad Fahrende in Basel (Quelle: STÖRR et al., 2017)



Bild 2.3: Informationstafel Rechtsabbiegen bei Rot für Rad Fahrende in Basel (Quelle: STÖRR et al., 2017)

- Insgesamt 17.070 rechtsabbiegende Rad Fahrende,
- wovon 64,8 % bei „Grün“ und
- 35,3 % bei „Rot“ die Rechtsabbiegebeziehung nutzten.

Rund 22 % der bei „Rot“ angekommenen Rad Fahrenden haben die neue Regelung nicht genutzt und die Sperrzeit abgewartet.

Es wurden keine Unfälle registriert. Während der Erhebung wurden insgesamt 27 Interaktionen zwischen rechtsabbiegenden Rad Fahrenden und querenden zu Fuß Gehenden festgestellt (die Exposition des Fußverkehrs ist allerdings nicht bekannt). Erwähnenswert dabei ist, dass der Großteil der Interaktionen mit zu Fuß Gehenden von rechts bzw. von der Wartefläche in der Zufahrt am rechten Rand und nicht von links erfolgten. Laut den Autoren wurden vor allem Probleme mit zu Fuß Gehenden von links erwartet, da diese aus dem Schattens der gleichzeitig wartenden Kfz in der Zufahrt auf der Konfliktfläche auftauchten.

Es wurden insgesamt nur zwei Interaktionen zwischen bevorrechtigten Kfz und den Rad Fahrenden festgestellt. Bei den Zufahrten auf den separaten Rechtsabbiegefahrstreifen ohne Führungshilfe für

Rad Fahrende (kein Radstreifen) wurden die haltenden Kfz größtenteils links überholt. Laut den Aussagen der Autoren wurden insgesamt weniger Konflikte aufgrund der geänderten Verkehrsregelung zwischen Kfz und den Rad Fahrenden beobachtet, da ein Großteil der Rad Fahrenden schon bei Rot abfließen konnte.

Die Informationstafeln an den vier Untersuchungsstellen der ersten Versuchsreihe fanden in der erweiterten Versuchsreihe keine Verwendung, was keinen Einfluss auf die Verständlichkeit der neuen Regelung hatte.

Es gab einige wenige Rückmeldungen aus der Bevölkerung, welche sich auf die Sicht auf Kinder, die Straßenbahn in der übergeordneten Straße und seheingeschränkte Menschen bezogen.

Ergänzend wurden im Rahmen einer begleitenden studentischen Arbeit Befragungen der Zu Fuß Gehenden und Rad Fahrenden an zwei Standorten mit Grünpfeil und Rad Fahrenden an einem Standort ohne Grünpfeil (Bahnhofsvorplatz) durchgeführt. Folgende Erkenntnisse resultierten daraus:

- 68 % der zu Fuß Gehenden fühlten sich „sicher“ bzw. „eher sicher“ mit der neuen Regelung, wobei 80 % keine kritischen Situationen erlebt haben.
- 93 % der Rad Fahrenden fühlten sich „sicher“ bzw. „eher sicher“ mit der neuen Regelung, wobei 25 % der Rad Fahrenden die Vortrittsregelungen gegenüber den bevorrechtigten Kfz unklar waren.
- 55 % der Rad Fahrenden in Basel sind mit der neuen Regelung vertraut.

Folgende Empfehlungen bzw. Randbedingungen für den Einsatz des RABR (Rechtsabbiegen bei Rot ohne Anhalten) wurden auf Basis der Untersuchung abgeleitet:

- Es wird ein Radstreifen bzw. eine eigene/separate Radverkehrsanlage oder ein ausreichend breiter Mischverkehrs-Fahrstreifen (> 3 m) in der Zufahrt empfohlen, damit Rad Fahrende die Kfz nicht links überholen. Die Führung über einen schmaleren Fahrstreifen bei höheren Verkehrsstärken des MIV ist nicht zu empfehlen.
- Eine eigene/separate Radverkehrsanlage in der Zufahrt ist nicht zwingend notwendig, sondern

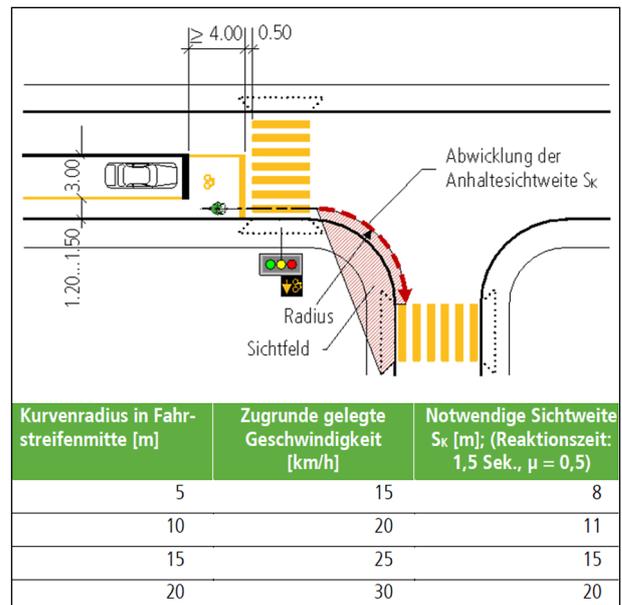


Bild 2.4: Empfehlungen zu Sichtverhältnissen und notwendige Sichtweiten für die Anordnung des Rechtsabbiegens bei Rot für Rad Fahrende (Quelle: bfu, 2017)

vor allem bei höheren Verkehrsstärken der Kfz in der übergeordneten Straße zu empfehlen.

- Die Führung der Straßenbahn im Mischverkehr mit den Rad Fahrenden in der Zufahrt sollte vermieden werden.
- Eine Kombination aus folgenden Merkmalen kann zur Ablehnung der Einrichtung des Rechtsabbiegens ohne Anhalten bei Rot führen:
 - Gefälle
 - Größere Abbiegeradien
 - Breite der Radstreifen in der Zufahrt
 - etwas eingeschränkte Sicht auf die zu Fuß Gehenden
- Die Sichtbeziehungen auf die Wartefläche der zu Fuß Gehenden am rechten Rand der Zufahrt sollten den Anforderungen an FGÜ (Fußgängerstreifen in der Schweiz) genügen.
- Es sind ausreichend große Abstände zwischen der Konfliktfläche von Rad Fahrenden und zu Fuß Gehenden und der Haltlinie der Kfz zu gewährleisten (Haltlinie Kfz zurücksetzen). Bei Radstreifen sind die Haltlinien entsprechend vorzuziehen.

Die Beratungsstelle für Unfallverhütung greift die Erkenntnisse aus dem Pilotversuch auf und leitet konkretere Einsatzkriterien daraus ab (bfu, 2017):

- In der Zufahrt ist ein Radstreifen mit einer Breite von 1,20 bis 1,50 m notwendig.

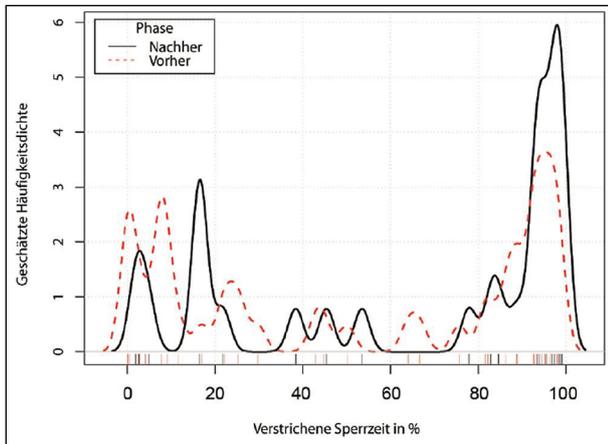


Bild 2.5: Rechtsabbiegevorgänge Rad Fahrender bei Rot (ohne Anhalten) mit (Vorher) und ohne (Nachher, nicht regelwidrig) Rotlichtmissachtung ohne Fußgängerquerungen (Quelle: EGELER et al., 2015)

- Radstreifen sind als aufgeweitete Radaufstellstreifen mit einer Mindestlänge von 4,00 m auszuführen.
- Es sind die Sichtverhältnisse entsprechend Bild 2.4 einzuhalten.
- Es ist kein Mischverkehr mit einer Straßenbahn in der Ausfahrt zulässig.
- Es ist ein Radstreifen in der Ausfahrt bei mehr als 3.000 Kfz/d (je Fahrstreifen) auf der bevorrechtigten Straße notwendig.
- Sowohl Zu- als auch Ausfahrt dürfen kein Gefälle von mehr als 4 % aufweisen.

In EGELER et al. (2015) finden sich ergänzende Ergebnisse zu den Pilotversuchen in der Schweiz. In Bild 2.5 zeigt sich, dass der Großteil der bei Rot rechtsabbiegenden Rad Fahrenden (ohne Anhalten) entweder direkt nach Beginn der Sperrzeit oder direkt vor Beginn der Freigabezeit den Rechtsabbiegevorgang startet. Dabei zeigen sich – laut den Autoren – kaum bzw. keine signifikanten Unterschiede im Verhalten im Vorher(regelwidrig) und Nachher-Vergleich (nicht regelwidrig, da Rechtsabbiegen bei Rot erlaubt). Dies gilt auch für geradeausfahrende und linksabbiegende Rad Fahrende bei Rot in beiden Zeiträumen. Wenn auch an anderen Knotenpunkten veränderte Verteilungen festgestellt wurden, so ließen sich dort keine signifikanten Unterschiede zwischen Vorher und Nachher nachweisen.

2.3.3 Belgien

In Brüssel wurden in einem Pilotversuch für elf Fahrbeziehungen an acht Knotenpunkten das

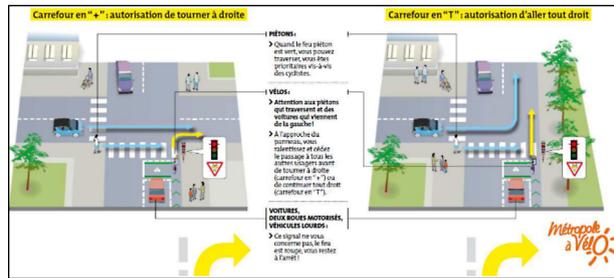


Bild 2.6: Möglichkeiten des Fahrens bei Rot für Rad Fahrende bei einem Pilotversuch in Brüssel (Quelle: BIVV, 2012)

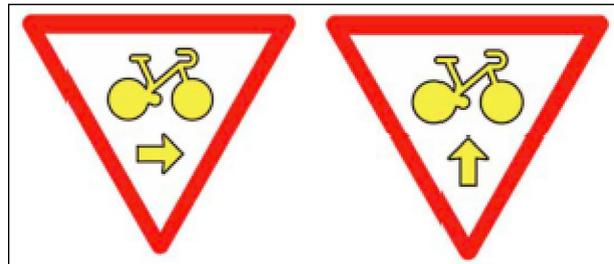


Bild 2.7: Verkehrszeichen für die Freigabe bei Rot für Rad Fahrende bei einem Pilotversuch in Brüssel (Quelle: BIVV, 2012)

Rechtsabbiegen und das Geradeausfahren von Rad Fahrenden ohne Anhalten bei Rot getestet (BIVV, 2012). Die Freigabe des Geradeausfahrens bezieht sich dabei auf Einmündungen wie in Bild 2.6 dargestellt.

Es werden dafür Verkehrszeichen unterhalb der Signalgeber angebracht (siehe Bild 2.7).

Als Ziele für die Maßnahmen werden

- die Legalisierung eines schon vor Anordnung der neuen Regelung praktizierten Verkehrsverhaltens,
- die explizite Ausweisung von Stellen, an denen dieses Verhalten erlaubt sein soll und
- der Komfort- sowie Reisezeitgewinn für die Rad Fahrenden genannt.

Mit der Ausnahme eines Knotenpunkts ergaben sich daher auch keine nennenswerten Veränderungen im Verhalten der Rad Fahrenden bei Rotlicht, da bereits vorher ein hoher Anteil der Rad Fahrenden das Rotlicht missachtete. Wie zuvor führen die Rad Fahrenden in den relevanten Fahrbeziehungen bei Annäherung an den Knotenpunkt langsamer und stoppten häufig vor dem Rechtsabbiegen bzw. dem Geradeausfahren. Es wurde festgestellt, dass sich Rad Fahrende in Bezug auf ihr Verhalten stark an den jeweiligen Rad Fahrenden vor ihnen am Knotenpunkt orientierten. Unter-

schiede im Verhalten werden eher auf andere lokale Faktoren wie die Dauer der Rotlichtphase, das Vorhandensein von separaten Radverkehrsanlagen, die Geschwindigkeit sowie die Sichtverhältnisse zurückgeführt. Es wurde explizit keine Veränderungen bei den Rad Fahrenden auf anderen, nicht von der neuen Regelung betroffenen, Fahrbeziehungen festgestellt.

Es wurden keine Unfälle und nur wenige Konflikte in Bezug auf den Radverkehr nach Einrichtung des Pilotversuchs zum Rechtsabbiegen bei Rot ohne Anhalten festgestellt. Aussagen zur Veränderung der Verkehrssicherheit der zu Fuß Gehenden konnten nicht näher untersucht werden, da zu wenige Konflikte für eine aussagefähige Analyse vorlagen. Es traten (bereits im Vorher-Zeitraum) kaum Gehwegnutzungen durch den Radverkehr auf, sodass auch dieser Aspekt nicht weiter untersucht werden konnte.

Als Kriterien für den Einsatz der neuen Regelung wurden folgende Aspekte genannt (ohne diese weiter zu spezifizieren):

- $v_{zul} = 50$ km/h (maximal) bei Mischverkehr in Ausfahrt, bei Radweg in Ausfahrt spielt Tempolimit keine Rolle.
- Führung auf Radweg, Radfahrstreifen oder im Mischverkehr möglich
- Ausreichende Sichtbeziehungen zu konfligierenden bzw. bevorrechtigten Verkehrsströmen
- Geringer Schwerverkehrsanteil in Zu- und Ausfahrt bei Mischverkehrsführung
- Zusatzzeichen sind so nah wie möglich an (zwingend) dreifeldigen Signalgebern anzubringen.

Grundsätzlich werden Überwachungs- und Aufklärungsmaßnahmen begleitend zur lokalen Einführung der Regelung empfohlen.

Es wird dabei explizit auch auf alternative Maßnahmen zum Rechtsabbiegen und Geradeausfahren bei Rot ohne Anhalten eingegangen:

- Bei Radverkehrsführungen rechts neben dem Signalgeber (z. B. Radweg) ist keine zusätzliche Regelung/Verkehrszeichen für das Rechtsabbiegen bei Rot ohne Anhalten notwendig.
- Planung von Bypass-Lösungen (Umgehungen des LSA-Knotenpunktes)

- Spezifische Anpassung der Lichtsignalsteuerung an die Belange der rechtsabbiegenden Rad Fahrenden, obwohl laut den Autoren das gültige Regelwerk dies noch nicht vorsieht.

2.3.4 Dänemark

Die pilothafte Einführung und Evaluation des Rechtsabbiegens für Rad Fahrende bei Rot ohne Anhalten wurde in Dänemark in den Jahren 2014 bis 2016 (nach einem Erlass im Jahr 2013) durchgeführt. Die Studie von ERIKSSON (2016) bezieht sich auf 33 Stellen an denen die neue Regelung eingeführt und überprüft wurde.

In Bild 2.8 ist das zugehörige Verkehrszeichen abgebildet. Das untere Verkehrszeichen „Forsørg“ bedeutet Versuch und kann mittlerweile auch weggelassen werden.

In Dänemark bzw. in der genannten Studie wird nur die in Bild 2.9 gezeigte Gestaltung verwendet, welche eine Aufteilung der Radverkehrsanlage in einen Geradeaus- und einen Rechtsabbiegefahrstreifen für den Radverkehr vorsieht.

Im Rahmen der Evaluation ergab sich keine Veränderung in der Anzahl an Konflikten, obwohl der Anteil von bei Rot rechtsabbiegenden Rad Fahrenden (an allen rechtsabbiegenden Rad Fahrenden) im Vorher-Zeitraum von 63-78 % auf rund 90 % im Nachher-Zeitraum anstieg. Die restlichen 10 % der Rad Fahrenden, welche trotz neuer Regelung nicht bei Rot abbogen, werden maßgeblich auf die Blockierung durch geradeausfahrende Rad Fahrende zurückgeführt.

Es wurden keine Unfälle im Zusammenhang mit dem Radverkehr im Nachher-Zeitraum festgestellt.

Laut Vejdirektoratet.dk (2018) ist die Regelung für rechtsabbiegender Rad Fahrende bei Rot an folgen-



Bild 2.8: Zusatzverkehrszeichen für RTOR in Dänemark (Quelle: ERIKSSON, 2016)

de Bedingungen geknüpft, welche durch die Polizei geprüft werden:

- Es müssen durchgehende (Zufahrt/Ausfahrt) separate Radverkehrsanlagen (siehe z. B. Bild 2.9) vorhanden sein.
- Die Radverkehrsanlage in der Zufahrt muss eine Breite von mindestens 1,85 m aufweisen, welche sich zu gleichen Anteilen bzw. mindestens 0,925 m auf die beiden Fahrstreifen für den Radverkehr aufteilt.
- Der Rechtsabbiegefahrstreifen für den Radverkehr ist mit einem Rechtsabbiegepfeil für Radfahrende zu kennzeichnen.
- Der Rechtsabbiegefahrstreifen für den Radverkehr ist mit einer Wartelinie (Sägezahnmarkierung) möglichst nahe an der Konfliktfläche mit den bevorrechtigten Radfahrenden (Radverkehrsanlage querende Richtung) auszustatten.
- Es ist ein hindernisfreier Seitenraum von mindestens 30 cm einzuhalten.

In Vejdirektoratet.dk (2018) wird aber auch auf Situationen verwiesen, welche mit besonderem Fokus bei der Einrichtung der Regelung beobachtet werden sollten:

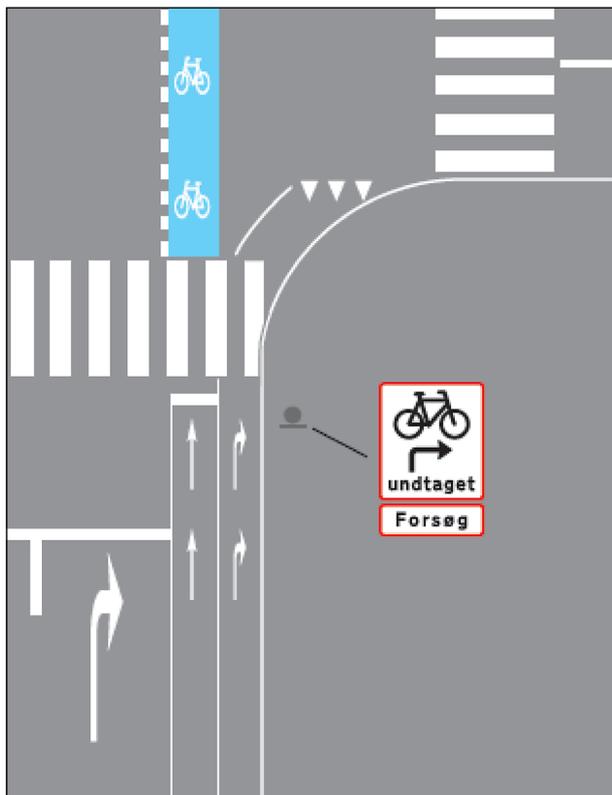


Bild 2.9: Gestaltungsvorschlag für RTOR in Dänemark (Quelle: Vejdirektoratet, 2018)

- Rechtsabbiegende Radfahrende sind unaufmerksam bzw. achten nicht ausreichend auf bevorrechtigte Radfahrende.
- Wartende Radfahrende (Geradeaus/Links) können den Bereich der Radverkehrsanlage für rechtsabbiegende Radfahrende blockieren, was in Folge zu einem Ausweichen auf den Gehweg oder die Fahrbahn führen kann.
- Es können Unsicherheiten bei zu Fuß gehenden Kindern und Älteren entstehen.
- Auch für blinde und mobilitätseingeschränkte zu Fuß Gehende können Gefahren entstehen.

2.3.5 Frankreich

In Frankreich existieren ständige und temporäre Regelungen, um das Rechtsabbiegen bei Rot ohne vorheriges Anhalten für Radfahrende zu ermöglichen (JOUANNOT & HIRON, 2016).

Das Geradeausfahren (durchgehende Straße an Einmündungen) und Rechtsabbiegen für Radfahrende bei Rot ohne vorheriges Anhalten wurde 2008 in den Städten Strasbourg, Bordeaux und Nantes geprüft und 2010 landesweit eingeführt. Die zusätzliche Freigabe weiterer Fahrbeziehungen (siehe Bild 2.10) war dann ab 2015 möglich. Die Verkehrszeichen werden unterhalb der dreifeldigen Signalgeber angebracht und weisen eine Größe von 150 bis 300 mm auf (CERTU, 2012).

In Bild 2.11 sind die temporären Zusatzzeichen als Gelblinker abgebildet, um auch Möglichkeiten bei der Führung von z. B. Straßenbahnen in der bevorrechtigten Richtung zu ermöglichen.

Der Pilotversuch in den zuvor genannten Städten ergab laut CERTU (2012) folgende Ergebnisse:

- Keine Radverkehrsunfälle im Zusammenhang mit der Einführung der neuen Regelung.
- Keine Beobachtung einer Verschlechterung des Verhaltens der Radfahrenden in anderen Fahr-

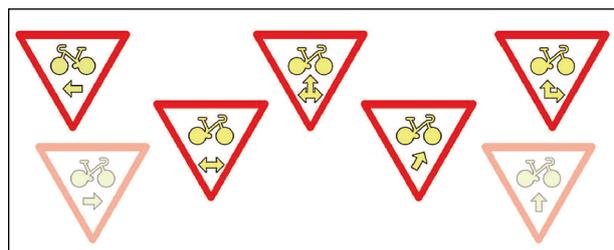


Bild 2.10: (ständige) Zusatzverkehrszeichen für RTOR in Frankreich (Quelle: JOUANNOT & HIRON, 2016)

beziehungen oder an anderen Knotenpunkten in Bezug auf die Rotlichtmissachtung.

- Laut den Autoren werden die zuvor sehr „erratischen“ bzw. verstreuten Fahrlinien der Rad Fahrenden durch die neue Regelung besser kanalisiert.
- Bisherige Ausweichbewegungen auf den Gehweg wurden nicht mehr beobachtet.

Laut CERTU (2012) sollten folgende Kriterien vor der Einführung des RTOR geprüft werden:

- Ausreichende Sichtbeziehungen zwischen den konfligierenden Strömen (eine LSA, welche die Verkehrssicherheit bei eingeschränkten Sichtbeziehungen erhöhen soll, ist kein passender Anwendungsfall)
- Die Gestaltung des Knotenpunkts erlaubt nur „erwartbare“ Fahrlinien des Radverkehrs bzw. der konfligierenden Ströme.
- Die Lesbarkeit des Knotenpunktes, die durch die Wahl des Phasenprogrammes beeinflusst werden könnte. (“la lisibilité du carrefour qui peut être impactée par le choix du phasage”)
- Berücksichtigung der Menge, des Verhaltens und der Zusammensetzung des Verkehrs (größere Verkehrsstärken des Schwerverkehrs sowie der zu Fuß Gehenden und Rad Fahrenden, Geschwindigkeiten, Klassifizierung der zuführenden Straßen)
- Vorhandensein von Radverkehrsanlagen (Führungsformen, aufgeweitete und vorgezogene Haltlinien)
- Vorhandensein wichtiger Querverbindungen des Fußverkehrs oder verkehrsberuhigter Zonen

Es ist sowohl eine Vorabanalyse der Randbedingungen als auch eine Evaluation bzw. ein Monitoring der Verkehrssituation nach Einrichtung der neuen Regelung notwendig.

Es werden außerdem Beispiele genannt bei denen a priori keine Probleme bei der Umsetzung zu erwarten sind (CERTU, 2012):

- Ausfahrt in Radweg separat von der Fahrbahn
- Ausfahrt im verkehrsberuhigten Bereich
- Ausfahrt in Radstreifen bei Einbahnstraßen in entgegengesetzter Fahrtrichtung

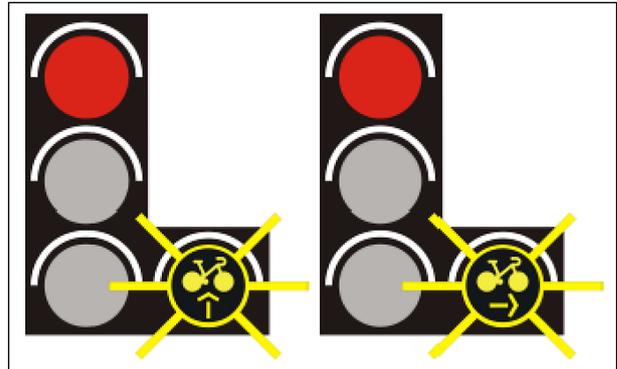


Bild 2.11: (temporäre) Zusatzverkehrszeichen für RTOR in Frankreich (Quelle: Instruction Interministérielle sur la Signalisation Routière, 2012)

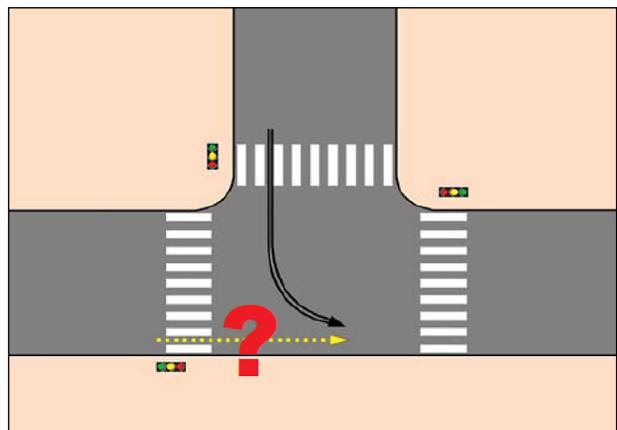


Bild 2.12: Kritische bevorrechtigte Ströme bei erhöhtem Schwerverkehrsanteil (Quelle: CERTU, 2016)

- Ausfahrt in gemeinsam durch Rad- und Busverkehr genutzten Sonderstreifen
- Ausfahrt in eine verkehrsberuhigte Tempo 30 Zone
- Durchfahrt an der langen Seite einer Einmündung (mit und ohne Radfahrstreifen)

Als „schwierig“ werden folgende Situationen für Umsetzung einer neuen Regelung angesehen:

- Eingeschränkte Sicht auf übergeordnete Verkehrsströme
- Verengung oder schmale Fahrstreifen in der Ausfahrt ($\leq 3,00$ m)
- Ein hoher Anteil an linkseinbiegendem bevorrechtigtem Schwerverkehr bei geradeausfahrendem Radverkehr an Einmündungen (Hinweis auf toten Winkel, siehe Bild 2.12)

2.3.6 Niederlande

In den Niederlanden existiert eine Regelung für das Rechtsabbiegen bei Rot ohne vorheriges Anhalten für Rad Fahrende bereits seit 1990. Nach den „Re-



Bild 2.13: Beschilderung Rechtsabbiegen bei Rot für Rad Fahrende in den Niederlanden (TN, 2017; CROW, 2017)

lement verkeersregels en verkeerstekens 1990“ (RVV 1990) gelten die gelben und roten Lichtzeichen an einer LSA nicht für Rad Fahrende, Mopeds und Fahrzeuge für Menschen mit Einschränkungen, wenn an der LSA das Verkehrszeichen oder ein zusätzliches Signal „Rechtsaf voor (brom)fietsers vrij“ oder „Rechtsaf voor fietsers vrij“ angebracht ist (siehe Bild 2.13).

Sowohl in den niederländischen StVO (RVV 1990) als auch in den zugehörigen Verwaltungsvorschriften (Het Besluit Administratieve Bepalingen inzake het Wegverkeer BABW) finden sich keine Angaben zu Einschränkungen oder Randbedingungen für die Anordnung dieser Regelungen.

2.3.7 USA

Im Großteil der Bundesstaaten der USA ist das Rechtsabbiegen bei Rot nach einem Stopp für alle Fahrzeuge erlaubt. Als u. U. relevant für die hier vorliegende Untersuchung wird die sogenannte „Idaho Law“-Regel angesehen. Laut Section 49720 der Idaho Statutes (ID Code § 49-720(2017)) dürfen danach – unabhängig von der Fahrtrichtung – Fahrräder oder andere manuell angetriebene Fahrzeuge eine LSA wie ein „Stop“-Verkehrszeichen und ein „Stop“-Verkehrszeichen wie ein „Vorfahrt gewähren“-Verkehrszeichen behandeln. Dabei wird

nochmals das Rechtsabbiegen an einer LSA dahingehend erleichtert, dass gegenüber den anderen Abbiegebeziehungen kein Halt (Stop) mehr notwendig ist.

2.3.8 Sonstige

Im Jahr 2015 wurde auf Antrag einer Fraktion im Münchner Stadtrat das Thema „Grünpfeil für Radfahrer“ eingebracht. In der Folge wurden im Rahmen eines Workshops verschiedener deutscher Städte (Berlin, Bremen, Dresden, Düsseldorf, Hannover, Köln, Leipzig, Ulm, München) verschiedene Vorschläge für eine Umsetzung des Rechtsabbiegens bei Rot nach vorherigem Anhalten diskutiert (MITTERREITER, 2016).

Als Ausschlusskriterien wurden folgende Aspekte diskutiert:

- Sichtbehinderungen,
- Gemeinsames Signal für zu Fuß Gehende und Rad Fahrende,
- Befahren oder Kreuzen von Gleisen von Schienenfahrzeugen und
- gegenüberliegende bzw. entgegenkommende Fahrzeuge mit gesicherter Linksabbiegerphase oder gesichertem Vor- und Nachlauf

Merkmale, bei denen bisher Unsicherheit bei den am Workshop teilnehmenden Städten besteht, ob diese ein Ausschlusskriterium darstellen, sind:

- Fußgänger-Furt überwiegend Schulweg,
- Kreuzen eines nicht benutzungspflichtigen Zweirichtungs-Radwegs und
- Schutzstreifen, einstreifige oder mehrstreifige Fahrbahn (bei Führung im Mischverkehr) in der Ausfahrt.

2.4 Relevante(s) Unfallgeschehen und Verhaltensweisen des Radverkehrs

2.4.1 Einleitung

Das Unfallgeschehen mit Radverkehrsbeteiligung ist stark heterogen und betrifft eine Vielzahl an Konflikten. Für das Forschungsthema werden verschiedene Auffälligkeiten im Unfallgeschehen der Rad

Fahrenden an LSA-Knotenpunkten als relevant für den Pilotversuch eingestuft.

Generell lassen sich nur sehr wenige Hinweise auf das Unfallgeschehen rechtsabbiegender Rad Fahrer in der Literatur finden. Selbst in UDV (2016) wird nur nach Abbiegeverhalten der Kfz aber nicht der Rad Fahrenden differenziert.

Auf Basis der Unfalldaten aus der amtlichen Unfallstatistik können für die Bundesländer Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Sachsen-Anhalt und Saarland auch die dreistelligen Unfalltypen analysiert werden. Der Unfalltyp 252 beschreibt einen Konflikt zwischen zwei nebeneinander rechtsabbiegenden Fahrzeugen. Solche Situationen würden durch eine neue Regelung zum Rechtsabbiegen bei Rot mit vorherigem Anhalten für Rad Fahrende vermutlich reduziert werden, da dann ein größerer Anteil der Rad Fahrenden unabhängig von den Kfz rechtsabbiegen würde. Tatsächlich konnten für diesen Unfalltyp aber insgesamt nur 96 Verunglückte bei Unfällen mit Radverkehrsbeteiligung in fünf Jahren gefunden werden. Das macht weniger als 1 % der Verunglückten bei Radverkehrsunfällen in den betrachteten Bundesländern aus (Zahlen betreffen ausschließlich das innerörtliche Unfallgeschehen).

STRAUSS (2019) betrachtet das Unfallgeschehen von Rad Fahrenden an Knotenpunkten mit LSA in Dresden auch hinsichtlich des Unfallgeschehens bei Rotlichtmissachtung. Dabei traten in den Jahren 2014-2018 von insgesamt 828 Unfällen mit Radverkehrsbeteiligung an 252 Knotenpunkten mit LSA nur 109 Unfälle mit Rad Fahrenden bei Rot auf. Ein Unfall trat auf, weil ein Grünpfeil (Z720) durch Rad Fahrende genutzt wurde. Nur fünf der Unfälle mit bei Rot fahrenden Rad Fahrenden stehen in Zusammenhang mit bei Rot rechtsabbiegenden Rad Fahrenden.

Das polizeilich erfasste Unfallgeschehen und insbesondere das Unfallgeschehen mit Radverkehrsbeteiligung weist eine Dunkelziffer auf. In besonderem Maße sind davon z. B. Fahrnfälle des Radverkehrs betroffen (VON BELOW, 2016). Dies gilt es bei der Auswertung des Unfallgeschehens an den Untersuchungsstellen zu beachten.

Das häufig in der Presse diskutierte Unfallgeschehen zwischen rechtsabbiegenden Kfz (vor allem des Schwerverkehrs) und geradeausfahrendem Radverkehr spielt im Zusammenhang mit einer

möglichen Regelung von Rechtsabbiegen bei Rot nach vorherigem Anhalten, wenn überhaupt, nur eine untergeordnete Rolle. Grund hierfür ist, dass von der zu untersuchenden Regelung nur rechtsabbiegende aber eben keine geradeausfahrenden Rad Fahrenden betroffen sind.

2.4.2 Verhalten des Radverkehrs an VZ 720 StVO

Im Rahmen der aktuellsten Grünpfeil-Untersuchung in Deutschland (MAIER & HANTSCHHEL, 2015) wurde neben dem Anhalteverhalten von Kraftfahrzeugen auch das der Rad Fahrenden erhoben. An insgesamt acht Zufahrten mit Grünpfeil wurde für je eine Stunde die Anzahl der den Grünpfeil nutzenden Rad Fahrenden im Mischverkehr mit und ohne Schutzstreifen erhoben. Insgesamt wurden 35 den Grünpfeil nutzende Rad Fahrende registriert. Von den 35 Rad Fahrenden bogen 34 ohne Halt bei Rot rechts ab. Die/der eine Rad Fahrende mit Halt hielt aufgrund auf der Furt befindlichen nichtmotorisierten Verkehrsteilnehmenden an.

2.4.3 Linksfahren und Gehwegnutzung

Rad Fahrende auf dem Gehweg (ohne entsprechende Anordnung regelwidrig nach StVO) und besonders linksfahrende Rad Fahrende (regelkonform nur bei Zweirichtungsradwegen) sind an vorfahrtszeichengeregelten Knotenpunkten besonders gefährdet bzw. weisen eine erhöhte Unfallhäufigkeit auf (ALRUTZ et al., 2009).

Rechtsabbiegenden Rad Fahrenden an LSA-Knotenpunkten wird unterstellt, dass diese – um Wartezeiten während der Sperrzeit (Rot) zu minimieren – regelwidrig den Gehweg benutzen. Dies könnte einerseits vermehrte Konflikte mit zu Fuß Gehenden auf dem Gehweg nach sich ziehen. Andererseits könnte durch dieses Verhalten eine u. U. generell verstärkte (regelwidrige) Nutzung des Gehwegs auch an den folgenden Knotenpunkten resultieren, was aufgrund der Ergebnisse von ALRUTZ et al. (2009) dann zu erhöhten Unfallhäufigkeiten führen würde.

Rechtsabbiegende Rad Fahrende bei Rot mit vorherigem Anhalten werden sich – ähnlich den Kfz-Führenden – vorrangig auf bevorrechtigte Kraftfahrzeuge von links konzentrieren. Sie müssen aber auch auf die bevorrechtigten, vor ihnen querenden Rad Fahrenden achten. Wenn diese bevorrechtigten Rad Fahrenden dann regelkonform auf Zwei-

richtungsradswegen oder regelwidrig auf anderen Radverkehrsanlagen bzw. im Mischverkehr von rechts kommen (linksfahrende Rad Fahrende), könnten ebenfalls erhöhte Konfliktpotenziale beim Rechtsabbiegen bei Rot mit vorherigen Anhalten entstehen. Auch aus diesem Grund existieren bei der derzeitigen „Grünpfeil“-Regelung diesbezüglich entsprechende Ausschlusskriterien.

2.4.4 Rotlichtmissachtung

In ALRUTZ et al. (2015) konnte kein Zusammenhang zwischen dem Anteil beobachteter Rotlichtverstöße und dem Anteil der Unfallursache 31⁸ „Nichtbeachten der Verkehrsregelung durch Polizeibeamten oder Lichtzeichen“ bei den Radverkehrsunfällen festgestellt werden. Andererseits wird in ORTLEPP et al. (2008) den Rotlichtverstößen von Rad Fahrenden eine erhöhte Relevanz im Unfallgeschehen attestiert. Dies wird hier erwähnt, da in den Diskussionen zum Rechtsabbiegen für Rad Fahrende bei Rot (mit oder ohne vorheriges Anhalten), immer wieder das Argument der Legalisierung eines regelwidrigen Verhaltens genannt wird. Denkbar wäre, dass bei Einführung einer Regelung zum Rechtsabbiegen für Rad Fahrende bei Rot mit vorherigem Anhalten deren Aufmerksamkeit in Bezug auf bevorrechtigte Ströme sinkt und deswegen Veränderungen im Unfallgeschehen stattfinden.

Ebenfalls in der Untersuchung von ALRUTZ et al. (2015) wurden (zumindest) Hinweise darauf gefunden, dass bei höheren Radverkehrsgeschwindigkeiten (u. a. an LSA-Knotenpunkten) auch die Häufigkeit von Radverkehrsunfällen erhöht ist. Dies wird hier erwähnt, da sich durch eine Einführung der neuen Regelung zum Rechtsabbiegen bei Rot mit vorherigem Anhalten die Anhaltequote verringern und daraus auch höhere Geschwindigkeiten der Rad Fahrenden beim Abbiegen resultieren könnten.

In ALRUTZ et al. (2015) konnte kein Zusammenhang zwischen dem Anteil der Rotlichtmissachtungen und der Radverkehrsstärke ermittelt werden.

Die einzig bisher bekannte Studie zum sogenannten Spill-Over-Effekt (verstärkte Rotlichtmissachtung an anderen Knotenpunkten bei Umsetzung des Rechtsabbiegens bei Rot ohne vorheriges Anhalten) findet sich in Belgien von CEUNYCK et al. (2013). Es wurden allerdings keine Messungen im Verkehr vorgenommen, sondern Rad Fahrende be-

fragt. Inhalt der Befragung waren Bilder von lichtsignalgeregelten Zufahrten an LSA-Knotenpunkten. Die Teilnehmenden wurden befragt, ob sie an der jeweiligen Stelle bei Rot rechts abbiegen würden (jeweils ohne voriges Anhalten). Dazu wurden die Teilnehmenden in zwei Gruppen aufgeteilt:

- Die erste Gruppe wurden vor der eigentlichen Befragung intensiv über das Rechtsabbiegen bei Rot ohne vorheriges Anhalten informiert.
- Die zweite Gruppe (Kontrollgruppe) wurde erst nach der Befragung zum Rechtsabbiegen bei Rot ohne vorheriges Anhalten informiert.

Beide Gruppen werden zuvor befragt, ob sie bereits unabhängig von der Befragung die neue Regelung kennen.

Im Ergebnis finden sich Tendenzen dazu, dass die erste Gruppe stärker zu einem Verhalten der Rotlichtmissachtung an Kreuzungen – auch ohne eine Regelung zum Rechtsabbiegen bei Rot ohne vorheriges Anhalten – tendiert. Damit wird die Hypothese des Spill-Over-Effekts bestätigt. Weitere Faktoren, welche die Rotlichtmissachtung begünstigen, sind das Geschlecht (Männer häufiger), das Alter (Jüngere häufiger) und eine Neigung zum risikohafte Verhalten. Diese Auffälligkeiten finden sich letztendlich auch bei Berücksichtigung des gesamten Unfallgeschehens.

SCHLEINITZ (2016) beobachtet, dass der Großteil der Rotlichtverstöße ohne Stopp und ohne offensichtliche „Prüfung der Verkehrslage“ erfolgt. Sehr häufig wurde beim Rechtsabbiegen mit gleichzeitiger Rotlichtmissachtung von der Fahrbahn in den Seitenraum (auf den Gehweg) gewechselt. Motive werden dabei in dem Vermeiden eines Stopps sowie in Bezug auf eine erhöhte subjektive Sicherheit gesehen. Die höchsten Missachtungsquoten (> 20 %) wurden bei Einmündungen „von unten kommend“ (in der endenden Zufahrt) sowie bei reinen Fußgänger-LSA beobachtet. Hinsichtlich der Radtypen (u. a. Pedelec) fanden sich keine Unterschiede.

JOHNSON et al. (2011) beobachteten Rad Fahrende an zehn Kreuzungen in Australien. Rechtsabbiegende Rad Fahrende (dort Linksabbiegen, da Linksverkehr) missachteten um Faktor 28 häufiger das Rotlicht. Geringe Raten der Rotlichtmissachtung wurden vor allem bei gleichzeitig parallel fahrenden weiteren Kfz oder (mit noch stärkerem Ef-

⁸ und damit der Häufigkeit von Unfällen bei Rotlichtverstößen von Rad Fahrenden.

fekt) anderen Rad Fahrenden beobachtet. Diese Ergebnisse wurden in einer nationalen Befragung in Australien ergänzt und bestätigt (JOHNSON et al. 2013). Rund 37 % der Rad Fahrenden gaben an, schon einmal eine Rotlichtmissachtung begangen zu haben, wobei Männer, jüngere Rad Fahrende und Rad Fahrende mit einer Unfallhistorie dies im Vergleich häufiger taten. Gründe für die Rotlichtmissachtung waren in absteigender Reihenfolge:

- Rechtsabbiegen
- keine Detektion bei Anforderung (Schleifendetektor)
- keine weiteren Verkehrsteilnehmer am Knotenpunkt
- Fußgänger-LSA

In einer eher kleineren Studie von RICHARDSON & CAULFIELD (2015) in Dublin zeigte sich ein extremer Unterschied in den Anteilen der das Rotlicht missachtenden Rad Fahrenden. Auf Basis einer Beobachtung ergaben sich folgende Ergebnisse:

- Auf dem Radweg missachteten 97,8 % der Rad Fahrenden das Rotlicht, welches sich vorrangig auf die querenden bzw. konfligierenden zu Fuß Gehenden bezog.
- Auf dem Radstreifen betrug der Anteil nur 18,6 % und bezog sich vorrangig auf die konfligierenden motorisierten Fahrzeuge.

Eine parallele stadtweite Befragung ergab, dass durchschnittlich 49 % der befragten Rad Fahrenden das Rotlicht missachteten.

Auch eine kleinere Beobachtungsstudie in China zu Rad Fahrenden bestätigt die Ergebnisse der zuvor genannten Quellen (WU et al., 2012). Rund 56 % der Rad Fahrenden (inkl. „electric bike riders“) missachteten das Rotlicht an Kreuzungen. Jüngere Rad Fahrende und Rad Fahrende, welche alleine den Knotenpunkt kreuzten oder andere Rad Fahrende beobachten konnten, welche ebenfalls das Rotlicht missachteten, erhöhten die Wahrscheinlichkeit einer Rotlichtmissachtung. Die Rotlichtmissachtung fand vor allem am Anfang oder am Ende der Sperrzeit statt.

2.4.5 Regelkenntnis

ALRUTZ et al. 2009 befragten Rad Fahrende zur Regelkenntnis und den Einstellungen zu Regelver-

stößen mit folgenden für diese Untersuchung relevanten Ergebnissen:

- Die Verkehrsregeln sind im Allgemeinen gut bekannt.
- Regelverstöße der Rad Fahrenden sind nicht durch mangelndes Regelwissen bedingt, es besteht vielmehr ein ausgeprägt deutliches Bewusstsein für Regelübertritte.
- Rotlichtmissachtungen werden als stärkste Normverletzung wahrgenommen. Trotzdem haben 45 % der befragten Rad Fahrenden angegeben, dies zumindest „mal“ zu tun.
- Am typischsten sind Fehlverhaltensweisen für mittlere Altersgruppen.
- Als Erklärung zum regelabweichenden Verhalten hat die positive Einstellung zum Regelverstoß das größte Gewicht.

Auch durch EGELER et al. (2015) wurden Rad Fahrende zu Hintergründen einer Regelmissachtung befragt (in der Schweiz):

- Rund 40 % der Rad Fahrenden entscheiden situativ, ob sie die Sperrzeit bzw. das Rotlicht an einer LSA befolgen.
- Die Rotlichtmissachtung wird durch folgende Faktoren begünstigt: wenig Verkehr, keine weiteren anwesenden Personen und generell das Rechtsabbiegen. Andere Rad Fahrende oder schlechtes Wetter sind nicht „per se“ relevante Einflussfaktoren.
- Mehr als zwei Drittel der Rad Fahrenden erwarten sich Zeit- und Komfortgewinne von einer Rotlichtmissachtung.

Frauen befolgen die Regeln tendenziell besser.

2.4.6 Straßeninfrastruktur

Die Sicherheit der Rad Fahrenden an Knotenpunkten wird auch durch die Ausführung der vorhandenen Radverkehrsführungen und -anlagen beeinflusst. Eine nicht regelwerkskonforme Ausführung, vor allem eine Unterschreitung der jeweiligen Mindestbreite oder das Nicht-Vorhandensein einer Radverkehrsanlage entgegen der Empfehlungen der Regelwerke, hat zur Folge, dass Rad Fahrende auf den Gehweg ausweichen (GERLACH, SEIPEL, POSCHADEL & BOENKE, 2014). Fehlende Querungsanlagen für Rad Fahrende auf Streckenab-

schnitten führen zu mehr linksfahrenden Rad Fahrenden (ALRUTZ et al., 2009).

2.5 Fazit

Diese erste Analyse zeigt, dass grundsätzlich alle Festlegungen nach StVO und VwV-StVO auf das Rechtsabbiegen bei Rot für Rad Fahrende nach vorherigem Anhalten übertragbar sind. Die durch die vierundfünfzigste Verordnung zur Änderung straßenverkehrsrechtlicher Vorschriften am 20.04.2020 in Kraft getretene StVO enthält zudem Regelungen für das Rechtsabbiegen bei Rot für den Radverkehr. Innerhalb der Pilotstudie ist allerdings gründlich zu prüfen, ob Knotenpunktzufahrten mit der Führung des Radverkehrs im Mischverkehr mit und ohne Schutzstreifen dafür geeignet sind. Denn die rechtlichen Grundlagen untersagen ein Durchfahren zwischen Fahrzeugreihen. Das wäre aber der Fall, wenn zwischen haltenden Rad Fahrenden und haltenden Kraftfahrzeugen nach vorn gefahren wird. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, ob durch eine Grünpfeil-Regelung für Rad Fahrende an solchen Zufahrten regelwidriges und auch gefährdendes Verhalten (bspw. Schlingelfahrten) begünstigt wird.

Hinsichtlich der technischen Regelwerke ist zusammenfassend festzustellen, dass der Grünpfeil aktuell nur in den Richtlinien für Lichtsignalanlagen thematisiert wird (RILSA). Nach den Empfehlungen für Fußverkehrsanlagen (EFA) wird der Einsatz des Grünpfeils aus Sicht der zu Fuß Gehenden generell nicht empfohlen. Nach den Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA) werden allerdings entwurfstechnische Lösungen zur freien Führung des rechtsabbiegenden Radverkehrs (ohne zusätzliche Beschilderung und ohne Anhaltspflicht bei Rot) vorgeschlagen.

Die häufig in der Presse zitierten Pilotversuche und Verkehrsregelungen zum Rechtsabbiegen bei Rot für Rad Fahrende im Ausland sind nur bedingt mit dem aktuellen Pilotversuch in Deutschland vergleichbar. Grund hierfür sind die unterschiedlichen Regelungen zum Anhalten. In Deutschland – analog zu den Festlegungen im WÜ – handelt es sich um ein Rechtsabbiegen bei Rot für Rad Fahrende nach vorherigem Anhalten. In allen beschriebenen internationalen Pilotprojekten und Verkehrsregelungen kann das Rechtsabbiegen bei Rot ohne vorheriges Anhalten erfolgen. Unabhängig davon werden trotzdem die Erfahrungen und Hinweise zu Unter-

stützungen des Rechtsabbiegens hier aufgeführt, da auch davon ausgegangen wird, dass die ausländischen Regelungen grundsätzlich kritischer einzuschätzen sind.

Der Großteil der Umsetzungen der Regelungen im Ausland ist auch an Randbedingungen geknüpft. Dies betrifft u. a. ausreichend breite und/oder separate Fahrbahnen bzw. Radverkehrsanlagen in der Zufahrt, ausreichende Sichtbeziehungen vor allem auch auf querende zu Fuß Gehende von links und rechts, Hinweise zum Vorhandensein der Straßenbahn in der querenden Zufahrt sowie zu Verkehrsstärken des Kfz-Verkehrs inklusive Aussagen zum Schwerverkehr, Regelungen um erhöhte Geschwindigkeiten des rechtsabbiegenden Radverkehr zu unterbinden sowie Hinweise zur Berücksichtigung von jungen und älteren sowie mobilitätseingeschränkten zu Fuß Gehenden.

Das direkte Unfallgeschehen von rechtsabbiegenden Rad Fahrenden wurde bisher kaum untersucht. Der Anteil solcher Unfallsituationen am gesamten Unfallgeschehen mit Radverkehrsbeteiligung ist sehr gering. Sicherheitsrelevante Verhaltensweisen des Radverkehrs, welche für den vorliegenden Pilotversuch eine Rolle spielen könnten, betreffen das regelwidrige und regelkonforme Linksfahren (Benutzung linker Fahrbahnseite oder des linken Gehoder Radwegs), regelwidrige Benutzung des Gehwegs, die Rotlichtmissachtung sowie erhöhte Geschwindigkeiten.

In einer aktuellen Studie zum Verhalten an Z 720 StVO wurde festgestellt (auf Basis einer sehr kleinen Stichprobe), dass der Großteil der rechtsabbiegenden Rad Fahrenden bei Rot nicht vorher anhält.

Die Erkenntnisse zur Rotlichtmissachtung im Radverkehr sind nicht einheitlich, z. B. der Zusammenhang zwischen Missachtung und Unfallhäufigkeit. Was aber deutlich wird ist, dass die Regeln zum Verhalten bei Rot bekannt sind, aber ein ausgeprägt deutliches Bewusstsein für Regelübertritte besteht.

Eine einzige Studie aus Belgien gibt Hinweise dazu, dass die Einführung der Regelung (Rechtsabbiegen bei Rot ohne vorheriges Anhalten) tendenziell die Rotlichtmissachtung an anderen Knotenpunkten ohne diese Regelung begünstigt.

3 Konzeption Verkehrszeichen

3.1 Gestalt und Größe

Nach einem Beschluss des BLFA-StVO wurden für die Gestaltung des Verkehrszeichens folgende Festlegungen getroffen:

- Das Grünpfeilzeichen Z 720 StVO soll unverändert bleiben.
- Für die Pilotstudie wird das Verkehrszeichen Z 720 StVO um den Zusatz „nur Radverkehr“ ergänzt.

Aufbauend auf diesen Vorgaben wurden grundlegend zwei Entwürfe erarbeitet:

- Die Verwendung Z 720 StVO in der bisherigen Form, ergänzt um das Zusatzzeichen „nur Radverkehr“. Diese Variante birgt aber eine zu große Verwechslungsgefahr mit der herkömmlichen Variante ohne das Zusatzzeichen.
- Die Darstellung des Z 720 sowie dem Zusatz „nur Radverkehr“ auf einer gemeinsamen Trägertafel. Da die zweite Variante die geringste Verwechslungsgefahr mit dem „klassischen“ Grünpfeil birgt, wurde diese weiterverfolgt und hinsichtlich der Ausführung (Größe Grünpfeil, Größe Trägertafel) drei weitere Variationen erarbeitet (siehe Bild 3.1). Dies ist auch vereinbar mit § 39 Absatz 4 Satz 1 StVO.

Dabei enthält die erste Variation (Bild 3.1, links) das Z 720 StVO mit den nach VwV-StVO vorgegebenen Maßen von 250 x 250 mm. Die Trägertafel misst entsprechend 600 x 330 mm.

Bei der zweiten und dritten Variation (Bild 3.1, mittlere und rechte Abbildung) ist der Grünpfeil verkleinert dargestellt, was die Verwechslungsgefahr nochmals reduziert. Darüber hinaus könnte auch eine kleinere Trägertafel zur Anwendung kommen (420 x 330 mm), was das Verkehrszeichen insgesamt kompakter hält. Im Zuge dessen muss aller-

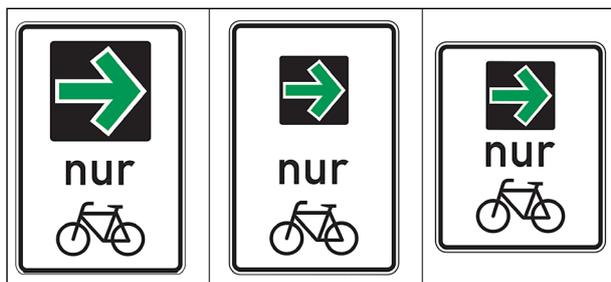


Bild 3.1: Grünpfeil (Z 720 StVO) mit Zusatz „nur Radverkehr“ auf weißer Trägertafel

dings durch einen entsprechenden Ländererlass von der VwV-StVO zu § 37 Abs. 2 StVO, Nr. XI („Das Schild hat eine Breite von 250 mm und eine Höhe von 250 mm.“) abgewichen werden.

Im Rahmen der Betreuerkreissitzung wurde diskutiert, ob das Zusatzzeichen auch ohne das Wort „nur“ erstellt werden kann. Dies wurde durch das BMVI bzw. die BASt geprüft und verworfen. Im Rahmen von Diskussionen mit Verkehrsbehörden wurde weiterhin vorgeschlagen, das Radverkehrssymbol in Richtung des Grünpfeils bzw. nach rechts auszurichten. Dies würde auch der tatsächlichen Fahrtrichtung des rechtsabbiegenden Rad Fahrenden entsprechen. Diese Änderung wurde in Abstimmung mit dem BMVI übernommen.

Nach den RiLSA 2010 werden die Leuchtfelder in Signalgebern i. d. R. mit einem Durchmesser von 200 mm ausgeführt. Davon abweichend können bei Signalgebern für den Radverkehr Durchmesser von 100 mm zur Anwendung kommen. Je nach Hersteller haben dreifeldige Radverkehrssignalgeber eine Höhe von 450 bis 560 mm. Soll die Trägertafel diese Höhe nicht überragen und an Radverkehrssignalen angebracht werden, kann nur die Variation 3 (Bild 3.1, rechts; 420 x 330 mm oder 420 x 231 mm) zur Anwendung kommen.

Nach VwV-StVO darf der Grünpfeil zudem „nicht beleuchtet sein und nicht retroreflektieren“.

3.2 Anbringung

Nach 37 Absatz 2 Nr. 1 Satz 8 StVO ist das Rechtsabbiegen bei Rot nach vorherigem Anhalten gestattet „...wenn rechts neben dem Lichtzeichen Rot ein Schild mit grünem Pfeil auf schwarzem Grund (Grünpfeil) angebracht ist“. Unabhängig davon ist zu beachten, dass das Verkehrszeichen nicht in den Verkehrsraum der Verkehrsteilnehmenden im Seitenraum hineinragt.

Nach VwV-StVO zu den §§ 39 bis 43, III, 13.a) ist festgelegt, dass sich „die Unterkante der Verkehrszeichen..., soweit nicht bei einzelnen Zeichen anderes gesagt..., in der Regel 2 m über Straßenniveau ..., über Radwegen 2,20 m...“ befinden sollte.

Zur Höhe der Signalgeber enthält die RiLSA 2015 nur Aussagen für die Signalgeber des Fahrbahnverkehrs, diese sollen mindestens 2,10 m über dem Gehweg und 2,20 m über dem Radweg angebracht

werden. Dies entspricht etwa dem Verkehrsraum von Rad Fahrenden nach RAST 2006 (2,25 m Verkehrsraum + 0,25 m Sicherheitsraum). Eine Anbringung des Verkehrszeichens an Signalgebern für den Fahrbahnverkehr wird daher als unkritisch beurteilt.

Zur Anbringung von Radfahrtsignalgebern enthalten ausschließlich die Hinweise zur Signalisierung des Radverkehrs (HSRa, 2005) Angaben. Diese beschränken sich jedoch auf den Hinweis auf die Möglichkeit der Anbringung an vorhandenen Masten, die fehlende Notwendigkeit von Mindesthöhen sowie die Hervorhebung der Bedeutung der Ausrichtung in Blickrichtung der Rad Fahrenden zugunsten einer eindeutigen Zuordnung der Signalgeber (HSRa, 2005, S. 28). Keine Aussagen zu Signalgebern werden in den Richtlinien zur Anlage von Stadtstraßen (RASt, 2006), den Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA, 2010) sowie den Hinweisen für barrierefreie Verkehrsanlagen (H BVA, 2011) getroffen.

Radfahrtsignale hängen aber oft tiefer im Vergleich zu den Fahrbahnsignalgebern sowie auch entsprechend den Empfehlungen an vorhandenen Masten.

Das Verkehrszeichen kann unter Berücksichtigung der Regelungen nach VwV-StVO nicht an Radfahrtsignalen angebracht werden, es sei denn, sie sind mind. 2 m über Fahrbahnniveau bzw. 2,2 m über Radwegen angebracht. Zudem könnten insbesondere sehingeschränkte Personen gefährdet werden.

Daher wird empfohlen, das Verkehrszeichen an den Fahrbahnsignalgebern anzubringen, wie Bild 3.2 beispielhaft zeigen soll.



Bild 3.2: Empfehlung Anbringung Verkehrszeichen zum Rechtsabbiegen bei Rot für Rad Fahrende

3.3 Fazit

Nach der Abstimmung im Betreuungskreis wurde die Variante 2 mit den Abmessungen 420 x 231 mm als Vorzugsvariante ausgewählt (vgl. Bild 3.1; rechts). Das Verkehrszeichen ist in der letzten StVO-Novelle 2020 in §37 StVO enthalten (vgl. Kapitel 2.1) und wird zukünftig als Z 721 in den Verkehrszeichenkatalog (VzKat) aufgenommen. Zur Anbringung wird empfohlen, das Verkehrszeichen an den Fahrbahnsignalgebern anzubringen vgl. Bild 3.2).

4 Typisierung

4.1 Einleitung

Die Möglichkeit des Rechtsabbiegens mit vorherigem Anhalten für Rad Fahrende bei Rot hängt in der Praxis von den infrastrukturellen, verkehrsregelnden und örtlichen Gegebenheiten ab. Diese werden anhand von Merkmalen beschrieben und können zur Typisierung (Einteilung in Kategorien/ Typen) und Charakterisierung (ergänzende Merkmale einer Kategorie/eines Typs) des Verkehrsablaufes an Knotenpunkten genutzt werden. Andere Merkmale stellen für das Rechtsabbiegen mit vorherigem Anhalten für Rad Fahrende bei Rot Ausschlusskriterien dar, z. B. aufgrund der Regelungen zum Grünpfeil in den VwV-StVO zu § 37. Die Vorgaben nach VwV-StVO zu §37 sind innerhalb des Projekts zwingend einzuhalten. Die Tabellen in A.1 (Tabelle A 1 bis Tabelle A 7) geben eine Übersicht über die potenziell relevanten Merkmale in Bezug zum Radverkehr an Knotenpunkten. Darüber hinaus werden die Ausprägungen der Merkmale definiert und eine Einschätzung zur Bedeutung für das Pilotprojekt getroffen:

- Es werden Merkmale mit der Einordnung „Typisierung“ für die Abgrenzung von Teilkollektiven in der späteren Typisierung (Unterscheidung der Knotenpunkte) berücksichtigt.
- Die Einordnung „Ausschlusskriterium“ zeigt die Merkmalsausprägungen, bei denen das Rechtsabbiegen bei Rot nach vorherigem Anhalten nach VwV-StVO nicht angeordnet werden kann.
- Unter „kein Pilot“ fallen die Merkmalsausprägungen, die auf Grund ihrer Seltenheit oder der nicht eindeutigen Gesetzeslage ausgeschlossen wurden.

- Alle weiteren Merkmale fließen nicht in die Typisierung der Knotenpunkte ein, sondern werden zur Charakterisierung bzw. Beschreibung der Einzelfälle aber nicht zur Abgrenzung von Teilkollektiven genutzt.

Grundsätzlich lässt sich für die Ausrichtung der Stichprobe bzw. für die Festlegung, welche Merkmale nicht Bestandteil des Pilotversuchs sein sollen, keine eindeutige Empfehlung ableiten. Aufgrund der budgetmäßigen Beschränkung der Stichprobengröße bedarf es aber einer Festlegung, ob:

- eher (wenige) Standardfälle untersucht werden, um aussagekräftige Ergebnisse auf Basis mehrerer ähnlicher Knotenpunkte treffen zu können (breite Absicherung) oder
- eine Vielzahl von unterschiedlichen Fällen, auch Sonderfälle, untersucht werden, um möglichst viele Fälle abzudecken mit dem Nachteil, dass die Ergebnisse für eine charakteristische Knotenpunktgestaltung u. U. nur auf einem einzelnen Fall/Knotenpunkt basieren.

Im Rahmen des Betreuungskreises wurde festgelegt, dass tendenziell eher Standardfälle untersucht werden, da hier auch der Großteil der Anwendungen einer neuen Regelung realisiert werden wird. Um trotzdem auch einige wenige Sonderfälle zu berücksichtigen, wird eine Zusatzkategorie in der Typisierung für Sonderfälle eingeführt. Hierein fallen bspw. unvollständig signalisierte Knotenpunkte (FGÜ in der Ausfahrt) oder sehr breite Radfahrstreifen in der Zufahrt.

4.2 Form und Verkehrsregelung

Kreuzungen und Einmündungen stellen die klassischen Anwendungsfelder für die neue Regelung dar. Mit Ausnahme des Radverkehrs im Mischverkehr unterscheiden sich Kreuzungen und Einmündung in Bezug auf den Untersuchungsgegenstand nicht.

Bei Einmündungen stellt sich die Frage, ob der geradeausfahrende Radverkehr entlang der durchgehenden Straßenseite ohne Einmündung gesondert betrachtet werden soll. Es handelt sich zwar um den geradeausfahrenden Radverkehr, welcher aber aufgrund der fehlenden Zufahrt ähnliche Konfliktpunkte mit dem Fuß- und Fahrzeugverkehr auf-

weist, wie der rechtsabbiegende Radverkehr an Kreuzungen (siehe hierzu Bild 2.6 rechte Abbildung). Dies wird von Seiten des BMVI abgelehnt.

Die Verkehrsregelungen an Knotenpunkten (siehe A.1, Tabelle A 2) haben wesentlichen Einfluss auf die Umsetzungsmöglichkeit des Rechtsabbiegens von Rad Fahrenden bei Rot nach dem Anhaltevorgang. Die gesicherte Führung konfligierender Ströme (Phasen sowie Vor- und Nachläufe) sowie die eigene Signalisierung rechtsabbiegender Kfz sind Ausschlusskriterien für den Grünpfeil nach VwVStVO. Die Art der Signalisierung des Radverkehrs und auch die Lage des geltenden Signalgebers sind entscheidend für die Typisierung der Knotenpunkte. Je nach Ausprägung ergeben sich unterschiedliche Arten und eine unterschiedliche Anzahl von Konfliktpunkten. Weitere Merkmale wie die Geschwindigkeitsbeschränkung oder das Signalprogramm charakterisieren den Knotenpunkt, wirken sich aber nicht direkt auf die Umsetzungsmöglichkeit einer neuen Regelung aus.

In Bezug auf die zulässige Höchstgeschwindigkeit werden vorrangig Knotenpunkte mit einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h in den Zufahrten (Tempo 50) untersucht. Grundsätzlich sprechen aber aktuell keine Gründe dagegen auch LSA-Knotenpunkte mit Tempo 30 oder Tempo 70 zu untersuchen. Tempo 30 kann bspw. aus Gründen der Verkehrssicherheit oder des Lärmschutzes abschnittsweise angeordnet sein.

4.3 Verkehrstechnische Knotenpunktelemente

Die Kombination der Radverkehrsführungen in Zufahrt und Ausfahrt (siehe A.1, Tabelle A 3) ist das verkehrstechnische Knotenpunktelement, das die Knotenpunkte an erster Stelle typisiert. Dabei wird jedoch nicht zwischen allen Radverkehrsführungsformen unterschieden, sondern zwischen der Lage der jeweiligen Führungsform: Fahrbahnniveau oder Seitenraum.

Gemeinsame Geh- und Radwege⁹ werden – nach Abstimmung mit dem Betreuungskreis – für die Pilotstudie als ungeeignet oder nicht zielführend eingestuft und werden daher bei der Auswahl der Un-

⁹ Der Grund liegt hier vor allem in der gemeinsamen Signalisierung von Fuß- und Radverkehr in einem Signalgeber auf der anderen Seite der querenden Fahrbahn bzw. der Fahrbahn in der Ausfahrt.

tersuchungsknotenpunkte für den Pilotversuch ausgeschlossen.

Eine Rechtsabbiegefahrbahn mit mehr als einem Fahrstreifen stellt ein Ausschlusskriterium nach VwV-StVO dar.

Die Anzahl und Breite der Fußverkehrsfurten, die Ausgestaltung der Warteflächen für Rad Fahrende, die Fahrstreifenbreite, die Infrastruktur für mobilitätseingeschränkte Personen und die allgemeine Knotenpunktgestaltung charakterisieren den Knotenpunkt und werden als relevant für das Verhalten der Rad Fahrenden (Anhaltepunkt, Überholabstände, gefahrene Geschwindigkeiten) beim Rechtsabbiegen eingeordnet.

4.4 Situative Aspekte

Um den Grünpfeil und auch das Rechtsabbiegen für Rad Fahrende bei Rot anzuordnen, müssen einige situative Aspekte berücksichtigt und ausgeschlossen werden (siehe A.1, Tabelle A 4). Ausschlusskriterium nach VwV-StVO ist eine eingeschränkte Sicht auf kreuzende Ströme in der Zu- und Ausfahrt. Außerdem darf der Grünpfeil nicht angeordnet werden, wenn die vorhandene LSA vorrangig der Schulwegsicherung dient oder häufig von mobilitätseingeschränkten Personen genutzt wird. Auch Zweirichtungsradswege oder die häufige, regelwidrige Nutzung der Radverkehrsanlagen in beide Fahrtrichtungen lässt die Anordnung des Grünpfeils nicht zu. Von der Pilotstudie ausgeschlossen werden sollten darüber hinaus Knotenpunkte, die aktuell Unfallhäufungen sind. An diesen liegen wahrscheinlich infrastrukturelle Defizite in der Verkehrssteuerung oder der Gestaltung vor, die schon jetzt zu einem auffälligen Unfallgeschehen führen. Eine Analyse der Auswirkungen des Grünpfeils für Rad Fahrende ist an diesen Knotenpunkten wahrscheinlich nur bedingt von den bisherigen Defiziten abgrenzbar, was eine isolierte Bewertung der neuen Regelung erschwert.

4.5 Weitere Charakterisierung

Haltestellen und Linienführung des öffentlichen Verkehrs beeinflussen die Infrastruktur und Verkehrsregelung vieler Knotenpunkte. Die in Tabelle A 5 (siehe A.1) genannten Merkmale charakterisieren den Knotenpunkt, wirken sich jedoch hauptsächlich indirekt auf die Umsetzung des Rechtsabbiegens für

Rad Fahrende bei Rot nach vorherigem Anhalten aus. Einziges Ausschlusskriterium für den Grünpfeil nach VwV-StVO in Zusammenhang mit öffentlichem Verkehr ist das Kreuzen und Befahren von Gleisen im Knotenpunktbereich. Dies ist für Rad Fahrende vorrangig aus Sicherheitsgründen entscheidend, da Gleise einen Konfliktpunkt für Unfallfälle darstellen (bei fahrbahnbündiger Führung).

Das Verkehrsaufkommen (siehe A.1, Tabelle A 6) charakterisiert einen Knotenpunkt und ist ausschlaggebend für dessen Dimensionierung. Das Rechtsabbiegen für Rad Fahrende bei Rot nach vorherigem Anhalten kann bei höherem Radverkehrsaufkommen von höherem Interesse sein als bei niedrigem Radverkehrsaufkommen. Dennoch kann es dabei auch zu mehr Interaktionen mit wartenden geradeausfahrenden Rad Fahrenden kommen. Ein hohes Fußverkehrsaufkommen kann hingegen gegen die Einrichtung des Rechtsabbiegens bei Rot sprechen, da sich wenige Lücken in den Fußverkehrsströmen und somit viele Interaktionen mit Rad Fahrenden ergeben können.

Aus dem Rechtsabbiegen für Rad Fahrende bei Rot nach vorherigem Anhalten ergeben sich Konfliktpunkte zwischen Rad Fahrenden und anderen Verkehrsteilnehmenden, vor allem mit den zu Fuß Gehenden. Eine Übersicht der potenziellen Konfliktpunkte gibt Tabelle A 7 (siehe A.1). Die Art und Anzahl der Konfliktpunkte ist abhängig von der Radverkehrsführung und der Art und Lage der Signalisierung. Das Verhalten der Rad Fahrenden, aber auch der jeweiligen anderen Verkehrsteilnehmenden, gilt es im Rahmen der Verhaltensbeobachtungen zu analysieren.

4.6 Kategorien der Typisierung

Zusammenfassend ergeben sich folgende Ausschlusskriterien aus bisher geltenden gesetzlichen Regelungen zur Anordnung des Grünpfeils (VwVStVO zu § 37 Abs. 2 StVO, Nr. XI):

- Eingeschränkte Sicht auf kreuzende Ströme
- Signalisierte Führung der entgegenkommenden Linksabbiegenden (bei fahrbahn-niveauführung des Radverkehrs → nur bei Mischverkehrsführung in der Ausfahrt)
- Gleise müssen gekreuzt oder befahren werden
- Mehrere markierte Rechtsabbiegestreifen

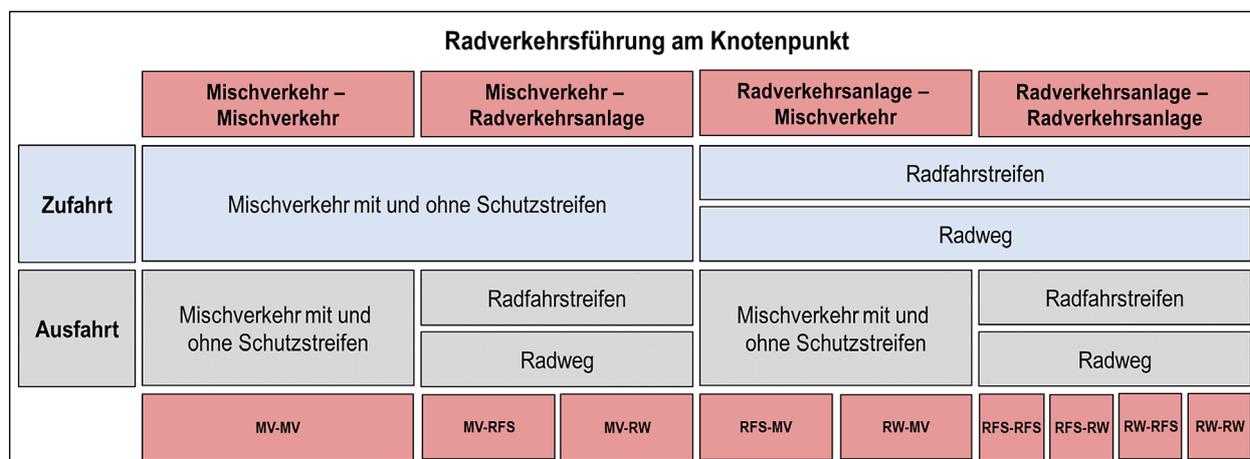


Bild 4.1: Typisierung der Knotenpunkte

- LSA dient der Schulwegsicherung
- LSA wird häufig von mobilitätseingeschränkten Personen genutzt
- Radinfrastruktur ist in beide Fahrrichtungen freigegeben bzw. wird in beide Fahrrichtungen genutzt.
- Separat signalisierter Rechtsabbiegestreifen

Folgende Merkmalsausprägungen werden für die Pilotstudie als weniger zielführend erachtet und sollten bei der Auswahl der Pilotknotenpunkte ausgeschlossen werden:

- Knotenpunkte, an denen aktuell Unfallhäufungen vorliegen
- Gemeinsame Geh- und Radwege (Zeichen 240 StVO)
- Gemeinsame Signalisierung des Radverkehrs mit dem Fußverkehr (Kombination der Signalträger mit den Symbolen Fuß- und Radverkehr)
- Separate Signalisierung des rechtsabbiegenden Kfz-Verkehrs und eigene Signalisierung des Radverkehrs

Zusammenfassend und aufbauend auf o. g. Überlegungen wird für die Typisierung der Knotenpunkte an erster Stelle die Führungsform des Radverkehrs in der Zu- und Ausfahrt berücksichtigt. In einer ersten Version der Typisierung wurden die Radverkehrsführungen zunächst nach Fahrbahn und Seitenraumführung unterschieden. Nach Durchführung

der Vorher-Erhebungen zeigte sich jedoch, dass das Verhalten der Rechtsabbiegenden vor allem davon abhängt, ob eine Radverkehrsanlage vorhanden ist oder nicht. Es ergeben sich vier verschiedene Typen (siehe Bild 4.1), wobei die Radverkehrsanlagen in Radfahrstreifen und Radweg unterschieden werden sowie neun konkrete Typen der Knotenpunkte.

Darüber hinaus werden die Art der Signalisierung und die Lage der Haltlinie berücksichtigt. Aus diesen Merkmalen ergeben sich die Konfliktpunkte des rechtsabbiegenden Rad Fahrenden. Die vier Typen lassen sich wie in Bild 4.1 beschreiben.

4.6.1 Typ Mischverkehr – Mischverkehr

Der Radverkehr wird sowohl in der Zufahrt als auch in der Ausfahrt auf Fahrbahnniveau geführt. Die Signalisierung in der Zufahrt erfolgt mit dem Kfz-Verkehr. Eine Haltlinie liegt vor den Signalgebern. Es ergeben sich Konfliktpunkte mit dem querenden Fußverkehr in der Zu- und Ausfahrt sowie mit dem querenden und (je nach Signalprogramm) linksabbiegenden Fahrzeugverkehr im Knotenpunktinneeren. Situativ können sich in der Zufahrt Konflikte mit wartenden geradeausfahrenden Rad Fahrenden sowie wartenden Fahrzeugen ergeben. Diese Variante ist nach VwV-StVO zu § 37 Abs. 2 StVO, Nr. XI nur möglich, wenn auch die Einrichtung des derzeitigen Grünpeils möglich ist¹⁰.

¹⁰ Hier könnte jetzt eingewendet werden, dass dann doch eine Regelung mit dem bisherigen Grünpeil möglich ist und dieser Fall daher kein Untersuchungsgegenstand darstellt. Es ist aber zu berücksichtigen, dass ein Bedarf für die Freigabe des rechtsabbiegenden Radverkehrs nicht immer zu der Freigabe des Rechtsabbiegens für alle Fahrzeuge führen kann. Dann würden durch die Förderung eines erleichterten Rechtsabbiegens für den Radverkehr (durch die „Hintertür“) gleichzeitig in vielen Fällen (es wird vermutet, dass dieser Typ häufiger vorkommt) Grünpeil-Regelungen für alle Fahrzeuge „gefördert“. Es ist daher durchaus von Interesse, die Auswirkungen nur für den Radverkehr im Rahmen des Pilotversuchs zu bewerten.

4.6.2 Typ Mischverkehr – Radverkehrsanlage

In der Zufahrt wird der Radverkehr im Mischverkehr geführt. In der Ausfahrt befindet sich entweder ein Radfahrstreifen oder ein Radweg.

- **Mischverkehr – Radfahrstreifen:**
Die Signalisierung in der Zufahrt erfolgt mit dem Kfz-Verkehr. Die Haltlinie liegt vor den Signalgebern. Es ergeben sich Konfliktpunkte mit dem querenden Fußverkehr in der Zu- und Ausfahrt sowie mit dem querenden Radverkehr im Knotenpunktinneren. Situativ können sich in der Zufahrt Konflikte mit wartenden geradeausfahrenden Rad Fahrenden sowie wartenden Fahrzeugen ergeben
- **Mischverkehr – Radweg:**
Die Signalisierung in der Zufahrt erfolgt gemeinsam mit dem Kfz-Verkehr. Es ergeben sich Konfliktpunkte mit dem querenden Fußverkehr in der Zu- und Ausfahrt sowie mit dem querenden Radverkehr im Knotenpunktinneren. Situativ können sich in der Zufahrt Konflikte mit wartenden geradeausfahrenden Rad Fahrenden sowie wartenden Fahrzeugen ergeben.

4.6.3 Typ Radverkehrsanlage – Mischverkehr

In der Zufahrt befindet sich entweder ein Radfahrstreifen oder ein Radweg, in der Ausfahrt wird der Radverkehr im Mischverkehr auf Fahrbahnniveau geführt. Bei Führung des Radverkehrs in der Zufahrt auf einem Radweg im Seitenraum sind unterschiedliche Varianten der Signalisierung zu berücksichtigen. Je nach Signalisierung ergeben sich unterschiedliche Haltepositionen und unterschiedliche Konflikte für den Radverkehr.

- **Radfahrstreifen – Mischverkehr:**
Die Signalisierung in der Zufahrt kann sowohl gemeinsam mit dem Kfz-Verkehr als auch durch ein separates Radverkehrssignal erfolgen. Eine Haltlinie liegt vor den Signalgebern. Es ergeben sich Konfliktpunkte mit dem querenden Fußverkehr in der Zu- und Ausfahrt sowie mit dem querenden und (je nach Signalprogramm) linksabbiegenden Fahrzeugverkehr im Knotenpunktinneren. Situativ können sich in der Zufahrt Konflikte mit wartenden geradeausfahrenden Rad Fahrenden auf dem Radfahrstreifen ergeben. Diese Variante ist nur möglich, wenn auch die Einrichtung des derzeitigen Grünpfeils möglich ist (siehe Argumentation aus vorigem Anstrich).

- **Radweg – Mischverkehr:**
Signalisierung gemeinsam mit dem Fahrbahnverkehr oder eigenes Radverkehrssignal auf Höhe des Fahrbahnsignalgebers: Für Rad Fahrende ist eine eigene Haltlinie vorhanden bzw. es muss parallel zum Signalgeber gehalten werden. Es ergeben sich Konfliktpunkte mit dem querenden Fußverkehr in der Zu- und Ausfahrt sowie mit dem querenden Radverkehr im Knotenpunktinneren. Situativ können sich in der Zufahrt Konflikte mit wartenden geradeausfahrenden Rad Fahrenden auf der Radverkehrsanlage ergeben.

Eigenes Radverkehrssignal auf Höhe des Fußverkehrssignalgebers oder gemeinsames Signal mit dem Fußverkehr: Rad Fahrende müssen an der Bordsteinkante halten. Es ergeben sich Konfliktpunkte mit querendem Radverkehr im Knotenpunktinneren sowie mit querendem Fußverkehr in der Ausfahrt. Situativ können sich in der Zufahrt Konflikte mit wartenden geradeausfahrenden Rad Fahrenden auf der Radverkehrsanlage ergeben. Der Konflikt mit querenden zu Fuß Gehenden in der Zufahrt besteht auch ohne die Möglichkeit des Rechtsabbiegens für Rad Fahrende bei Rot.

Unabhängig von der vorab beschriebenen Signalisierung ergeben sich zusätzliche Konflikte mit dem querenden und (je nach Signalprogramm) linksabbiegenden Fahrzeugverkehr im Knotenpunktinneren. Diese Variante ist nur möglich, wenn auch die Einrichtung des derzeitigen Grünpfeils möglich ist.

4.6.4 Typ Radverkehrsanlage – Radverkehrsanlage

Sowohl in der Zufahrt als auch in der Ausfahrt wird der Radverkehr getrennt vom Kfz-Verkehr auf einer Radverkehrsanlage geführt. Unterschieden wird dabei zwischen Radfahrstreifen auf Fahrbahnniveau und Radwegen im Seitenraum. Bei Radwegen im Seitenraum sind unterschiedliche Varianten der Signalisierung zu berücksichtigen. Je nach Signalisierung ergeben sich unterschiedliche Haltepositionen und unterschiedliche Konflikte für den Radverkehr.

- **Radfahrstreifen – Radfahrstreifen:**
Die Signalisierung in der Zufahrt kann sowohl gemeinsam mit dem Kfz-Verkehr als auch durch ein separates Radverkehrssignal erfolgen. Die Haltlinie liegt vor den Signalgebern. Es ergeben sich Konfliktpunkte mit dem querenden Fußgän-

gerverkehr in der Zu- und Ausfahrt sowie mit dem querenden Radverkehr im Knotenpunktinneren. Situativ können sich in der Zufahrt Konflikte mit wartenden geradeausfahrenden Rad Fahrenden auf dem Radfahrstreifen ergeben.

- **Radfahrstreifen – Radweg:**
Die Signalisierung in der Zufahrt kann sowohl gemeinsam mit dem Kfz-Verkehr als auch durch ein separates Radverkehrssignal erfolgen. Eine Haltlinie liegt vor den Signalgebern. Es ergeben sich Konfliktpunkte mit dem querenden Fußverkehr in der Zu- und Ausfahrt sowie mit dem querenden Radverkehr im Knotenpunktinneren. Situativ können sich in der Zufahrt Konflikte mit wartenden geradeausfahrenden Rad Fahrenden ergeben.
- **Radweg – Radfahrstreifen:**
Signalisierung gemeinsam mit dem Fahrbahnverkehr oder eigenes Radverkehrssignal auf Höhe des Fahrbahnsignalgebers: Für Rad Fahrende ist eine eigene Haltlinie vorhanden bzw. es muss parallel zum Signalgeber gehalten werden. Es ergeben sich Konfliktpunkte mit dem querenden Fußverkehr in der Zu- und Ausfahrt sowie mit dem querenden Radverkehr im Knotenpunktinneren. Situativ können sich in der Zufahrt Konflikte mit wartenden geradeausfahrenden Rad Fahrenden auf der Radverkehrsanlage ergeben.
Eigenes Radverkehrssignal auf Höhe des Fußverkehrssignalgebers oder gemeinsames Signal mit dem Fußverkehr: Rad Fahrende müssen an der Bordsteinkante halten. Es ergeben sich Konfliktpunkte mit querendem Radverkehr im Knotenpunktinneren sowie mit querendem Fußverkehr in der Ausfahrt. Situativ können sich in der Zufahrt Konflikte mit wartenden geradeausfahrenden Rad Fahrenden auf der Radverkehrsanlage ergeben. Der Konflikt mit querenden zu Fuß Gehenden in der Zufahrt besteht auch ohne die Möglichkeit des Rechtsabbiegens für Rad Fahrende bei Rot.
- **Radweg – Radweg**
Signalisierung gemeinsam mit dem Fahrbahnverkehr oder eigenes Radverkehrssignal auf Höhe des Fahrbahnsignalgebers: Für Rad Fahrende ist eine eigene Haltlinie vorhanden bzw. es muss parallel zum Signalgeber gehalten werden. Es ergeben sich Konfliktpunkte mit dem querenden Fußverkehr in der Zu- und Ausfahrt

sowie mit dem querenden Radverkehr im Knotenpunktinneren. Situativ können sich in der Zufahrt Konflikte mit wartenden geradeausfahrenden Rad Fahrenden auf der Radverkehrsanlage ergeben.

Eigenes Radverkehrssignal auf Höhe des Fußverkehrssignalgebers oder gemeinsames Signal mit dem Fußverkehr: Rad Fahrende müssen an der Bordsteinkante halten. Konfliktpunkte mit querendem Radverkehr auf der Radverkehrsanlage, mit querenden zu Fuß Gehenden in der Zu- und Ausfahrt sowie situative Konflikte mit wartenden geradeausfahrenden Rad Fahrenden auf der Radverkehrsanlage ereignen sich im Bereich vor dem Signalgeber und dementsprechend auch vor einem Grünpfeil. Daher wird diese Art der Signalisierung nicht im Pilotversuch berücksichtigt.

5 Auswahl Pilotstellen

5.1 Auswahl Untersuchungsstädte

Für den Pilotversuch wurden aus einem Pool von Städten in Deutschland, die Interesse an der Teilnahme an dem Pilotversuch gegenüber der BAST geäußert hatten, neun Städte ausgewählt. Dabei wurden folgende Kriterien in möglichst unterschiedlichen Ausprägungen berücksichtigt:

- Anzahl der Einwohner
- Räumliche Verteilung in Deutschland
- Anteil des Radverkehrs am Modal Split
- Topografie
- rechtzeitige Rückmeldung zum Stichtag
- ergänzende Diskussionen im Betreuerkreis und mit dem BMVI

Für den Pilotversuch wurden folgende Städte ausgewählt:

- Bamberg
- Darmstadt
- Düsseldorf
- Köln
- Leipzig
- München
- Münster
- Reutlingen
- Stuttgart

Radverkehrs-führung	Bamberg	Darmstadt	Düsseldorf	Köln	Leipzig	München	Münster	Reutlingen	Stuttgart	Gesamt IST	Gesamt SOLL
MV-MV	0	0	0	1	0	0	2	0	1	4	5
MV-RFS	0	1	1	0	2	2	0	1	0	7	5
MV-RW	2	1	0	0	0	3	1	0	0	7	5
RFS-MV	0	0	2	1	0	2	0	0	3	8	5
RW-MV	1	0	0	1	0	1	1	0	0	4	5
RFS-RFS	0	0	1	0	0	1	1	0	2	5	15
RFS-RW	0	0	1	0	0	1	1	0	0	3	
RW-RFS	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2	
RW-RW	1	0	0	0	0	2	0	0	0	3	
Gesamt	4	3	5	3	2	13	6	1	6	43	40

Tab. 5.1: Typisierung der Erhebungsstellen des Pilotversuches

5.2 Vorauswahl Untersuchungsstellen

Die Städte wurden aufgefordert nach den in der Typisierung beschriebenen Merkmalen und Ausschlusskriterien Knotenpunkte für den Pilotversuch des Rechtsabbiegens von Rad Fahrenden bei Rot nach vorherigem Anhalten vorzuschlagen. Folgende Kriterien wurden im Detail zur Auswahl der Stellen herangezogen:

- Ausschlusskriterien nach VwV-StVO:
 - Rechtsabbiegende sollten Fußgänger- und Fahrzeugverkehr der freigegebenen Verkehrsrichtungen ausreichend einsehen können (hier insbesondere die Sicht nach rechts)
 - Eigene Linksabbiegephase oder signalisierter Vor- oder Nachlauf des gegenüberliegenden Linksabbiegers
 - Pfeile in den für den Rechtsabbieger gültigen Lichtzeichen
 - Gleise von Schienenfahrzeugen werden gekreuzt oder befahren
 - Rad Fahrende von rechts sind zugelassen oder kommen trotz Verbot häufig vor
 - mehrere markierte Fahrstreifen für Rechtsabbieger stehen zur Verfügung
 - die Lichtzeichenanlage dient überwiegend der Schulwegsicherung
 - Kreuzungen und Einmündungen, die häufig von seh- oder gehbehinderten Personen überquert werden
- auffälliges Unfallgeschehen¹¹
- Umbau in den nächsten zwei Jahren oder kurz vor Beginn der Vorher-Messung
- Gemeinsame Geh- und Radwege

- keine Haltlinie für rechtsabbiegende Rad Fahrende
- Aufstellfläche für das Linksabbiegen mit indirekter Radverkehrs-führung im Bereich der rechtsabbiegenden Fahrzeuge

Neben diesen eindeutigen Kriterien kommen noch weitere Auswahlkriterien hinzu, welche eher qualitativ zu verstehen sind. Zum einen sollten die Untersuchungsstandorte relevante Verkehrsstärken rechtsabbiegender Rad Fahrender aufweisen. Da selten exakte Zähl-daten hierzu vorliegen, kann dies nur qualitativ eingeschätzt werden. Weiterhin sollte darauf geachtet werden, dass die Gestaltung der zu untersuchenden Übereckbeziehung eine Gehweg-nutzung nicht zu stark begünstigt. Diese würde ebenfalls das auswertbare Radverkehrskollektiv, mit den zuvor beschriebenen Konfliktpunkten, u. U. zu stark einschränken.

5.3 Workshop mit Vertretern der Untersuchungsstädte

Diese Vorschläge der Untersuchungsstädte wurden im Rahmen eines Workshops am 11.06.2018 mit Vertreter*innen aller teilnehmenden Städte bewertet und eine Vorauswahl getroffen.

Im Rahmen des Workshops wurden folgende Themen vorgestellt und diskutiert:

- Kurzvorstellung der Hintergründe, des Zeitrahmens und der Randbedingungen des Pilotversuchs
- Rechtliche Rahmenbedingungen, Verkehrszeichen, Kriterien Auswahl der Zufahrten

¹¹ Das maßgebliche Unfallgeschehen steht im direkten Zusammenhang mit den Rad Fahrenden aus der zu untersuchenden Zufahrt oder Knotenpunkt stellt eine Unfallhäufungsstelle mit dafür maßgeblicher Radverkehrsbeteiligung dar.

Nr.	Stadt	Zufahrt	Ausfahrt	Typ	Radverkehrs- führung	Besonderheit	KP- Größe
1	Köln	Kalscheurer Weg	Hönninger Weg	Mischverkehr - Mischverkehr	MV - MV	SS, Sonderfall	mittel
2	Münster	Grevener Str.	Melchersstr.	Mischverkehr - Mischverkehr	MV - MV	SS, ARAS	mittel
3	Münster	Kanalstr. Nord	Maximilianstr.	Mischverkehr - Mischverkehr	MV - MV		klein
4	Stuttgart	Rosenbergstraße (Ost)	Schwabstarße	Mischverkehr - Mischverkehr	MV - MV		mittel
5	Düsseldorf	Karolinger Straße Nord	Aachener Straße	Mischverkehr - Radverkehrsanlage	MV - RFS	ARAS	mittel
6	Leipzig	K.-Liebknecht-Str.	Riemannstr.	Mischverkehr - Radverkehrsanlage	MV - RFS		mittel
7	Leipzig	K.-Liebknecht-Str.	Shakespearestr.	Mischverkehr - Radverkehrsanlage	MV - RFS		mittel
8	Reutlingen	Peter-Rossegger- Straße	Alteburgstraße	Mischverkehr - Radverkehrsanlage	MV - RFS		mittel
9	Darmstadt	Grafenstraße (Nord)	Bleichstraße	Mischverkehr - Radverkehrsanlage	MV - RFS		mittel
10	München	Isartalstraße	Kapuzinerstraße	Mischverkehr - Radverkehrsanlage	MV - RFS		mittel
11	München	Seeriderstraße	Einsteinstraße	Mischverkehr - Radverkehrsanlage	MV - RFS		groß
12	Münster	Schlossplatz	Frauenstr.	Mischverkehr - Radverkehrsanlage	MV - RW		mittel
13	Bamberg	Am Heidelsteig	Zollnerstraße	Mischverkehr - Radverkehrsanlage	MV - RW		klein
14	Bamberg	Am Heidelsteig	Memmelsdorfer Straße	Mischverkehr - Radverkehrsanlage	MV - RW		klein
15	Darmstadt	Holzhofallee	Berliner Allee	Mischverkehr - Radverkehrsanlage	MV - RW		groß
16	München	Stielerstraße	Lindwurmstraße (West)	Mischverkehr - Radverkehrsanlage	MV - RW		mittel
17	München	Oberländerstraße (Ost)	Implerstraße (Nord)	Mischverkehr - Radverkehrsanlage	MV - RW		klein
18	München	Trogerstraße	Einsteinstraße	Mischverkehr - Radverkehrsanlage	MV - RW		groß
19	München	Garmischer Straße	Ehrwalder Straße	Radverkehrsanlage - Mischverkehr	RFS - MV		mittel
20	München	Garmischer Straße	Treffauerstraße	Radverkehrsanlage - Mischverkehr	RFS - MV		mittel
21	Düsseldorf	Aachener Str. Nord	Karolingerstr.	Radverkehrsanlage - Mischverkehr	RFS - MV		mittel
22	Düsseldorf	Aachener Str. Süd	Karolingerstr.	Radverkehrsanlage - Mischverkehr	RFS - MV		mittel
23	Köln	Subbelrather Str. West	Leyendecker Str. Süd	Radverkehrsanlage - Mischverkehr	RFS - MV		mittel
24	Stuttgart	Augsburger Straße	Dennerstraße	Radverkehrsanlage - Mischverkehr	RFS - MV	Sonderfall	mittel
25	Stuttgart	Löwentorstraße (Nord)	Sparrhämlingsweg	Radverkehrsanlage - Mischverkehr	RFS - MV		groß
26	Stuttgart	Löwentorstraße (Süd)	Sparrhämlingsweg	Radverkehrsanlage - Mischverkehr	RFS - MV		groß

Tab. 5.2: Erhebungsstellen Pilotversuch

Nr.	Stadt	Zufahrt	Ausfahrt	Typ	Radverkehrs- führung	Besonderheit	KP- Größe
27	Köln	Venloer Straße	Spichernstr.	Radverkehrsanlage - Mischverkehr	RW - MV		mittel
28	Münster	Maximilianstr. West	Kanalstr.	Radverkehrsanlage - Mischverkehr	RW - MV		klein
29	München	Dachauer Straße	Moosburger Straße	Radverkehrsanlage - Mischverkehr	RW - MV		groß
30	Bamberg	Marienbrücke	Heinrichskamm	Radverkehrsanlage - Mischverkehr	RW - MV		klein
31	Düsseldorf	Prinz-Georg-Straße	Vagedesstraße	Radverkehrsanlage - Radverkehrsanlage	RFS - RFS		groß
32	Münster	Engelstr.	Hafenstr.	Radverkehrsanlage - Radverkehrsanlage	RFS - RFS	Sonderfall	klein
33	Stuttgart	Mönchfeldstraße	Veitstraße	Radverkehrsanlage - Radverkehrsanlage	RFS - RFS		mittel
34	München	Ehrwalder Straße	Garmischer Straße	Radverkehrsanlage - Radverkehrsanlage	RFS - RFS		mittel
35	Stuttgart	Taubenheimer Straße (Süd)	Waiblinger Straße (Ost)	Radverkehrsanlage - Radverkehrsanlage	RFS - RFS		groß
36	Münster	Hafenstr.	Engelstr.	Radverkehrsanlage - Radverkehrsanlage	RFS - RW		klein
37	München	Kapuziner-Straße (Ost)	Thalkircher Straße (Nord)	Radverkehrsanlage - Radverkehrsanlage	RFS - RW		groß
38	Düsseldorf	Vagedestr. Ost	Prinz-Goerg-Str. Nord	Radverkehrsanlage - Radverkehrsanlage	RFS - RW		groß
39	Darmstadt	Heinheimer Straße	Rhönring	Radverkehrsanlage - Radverkehrsanlage	RW - RFS		mittel
40	München	Treffauerstraße	Garmischer Straße	Radverkehrsanlage - Radverkehrsanlage	RW - RFS	ARAS, Sonderfall	mittel
41	München	Friedrich-Eckert- Straße	Daglfinger Straße	Radverkehrsanlage - Radverkehrsanlage	RW - RW		mittel
42	München	Denninger Straße	Friedrich-Eckert- Straße	Radverkehrsanlage - Radverkehrsanlage	RW - RW		mittel
43	Bamberg	Feldkirchstraße	Memmelsdorfer Straße	Radverkehrsanlage - Radverkehrsanlage	RW - RW		mittel

Tab. 5.2: Erhebungsstellen Pilotversuch (Fortsetzung)

- Externer Vortrag durch Dr. Dirk Boenke: „Aspekte des Fußverkehrs beim Rechtsabbiegen von Rad Fahrenden bei Rot“, dabei auch Thematisierung:
 - der Verkehrssicherheit des Fußverkehrs bei der bisherigen Grünpfeil-Regelung und
 - der barrierefreien Gestaltung von Knotenpunkten
- Diskussion und Auswahl der Untersuchungsstellen
- Kategorie 1: Untersuchungsstelle ist geeignet und kommt in die engere Auswahl.
- Kategorie 2: Untersuchungsstelle ist grundsätzlich geeignet, wird aber aus anderen inhaltlichen (z. B. sehr schmale Zufahrt) oder organisatorischen Gründen (z. B. Untersuchungsstadt ist überrepräsentiert, ausreichend Fälle in Typisierungskategorie) vorerst nicht in die engere Auswahl übernommen.
- Kategorie 3: Untersuchungsstelle wird aufgrund von Ausschlusskriterien nicht weiter betrachtet.

Ziel des Workshops war die Auswahl von mindestens 40 Stellen an LSA-Knotenpunkten. Hierfür wurden alle gemeldeten Untersuchungsstellen (auch mehrere je LSA-Knotenpunkt möglich) in drei Priorisierungs-Kategorien eingeteilt:

Im Rahmen des Workshops konnten zusätzlich auch Verständnisfragen zur Auswahl der Untersuchungsstellen diskutiert und damit die Randbedingungen für den Pilotversuch konkretisiert werden.

Einzelne Städte und verschiedene Knotenpunkttypen waren unterrepräsentiert. Daher wurden im Nachgang zum Workshop noch neue Vorschläge der Städte geprüft.

5.4 Finale Auswahl Untersuchungsstellen

Nach der Festlegung der Vorauswahl wurden Vor-Ort-Besichtigungen aller Untersuchungsstellen durch den Forschungsnehmenden durchgeführt.

Hierbei stand neben einer nochmaligen Überprüfung der Auswahlkriterien vor allem die Identifizierung von Montagemöglichkeiten für die Videokameras im Mittelpunkt. Es wurde geprüft, wo Kameras an Lichtoder LSA-Masten angebracht werden können, sodass:

- eine ausreichende Sicht in die Zufahrt und Ausfahrt der Untersuchungsstelle besteht und
- keine Sichthindernisse wie Baumbewuchs oder größere Schildertafeln die Sicht behindern.

Hier mussten einige Stellen wieder aus dem Untersuchungskollektiv entfernt werden, da keine Möglichkeiten für die Anbringung von Kameras gefunden werden konnten.

In der finalen Auswahl wiederum mussten weitere Untersuchungsstellen ausgeschlossen werden, da eine Anbringung des Verkehrszeichens (Grünpfeil nur für Rad Fahrende) an einigen Stellen nicht möglich war.

In Tabelle 5.2 sind die Knotenpunkte bzw. Fahrbeziehungen aufgelistet, an denen der Pilotversuch durchgeführt wurde. Insgesamt wurden mit 43 Stellen mehr als die angebotenen 40 Stellen ausgewertet, um Ausweichmöglichkeiten zu schaffen, falls die Kameraanbringung durch den Erhebungsdienstleister doch nicht möglich ist oder Kameraaufnahmen aus anderen Gründen (u. a. temporäre Sichtverdeckungen durch z. B. größere Fahrzeuge) nicht verwertbar sind.

6 Methodik

6.1 Allgemeines

Grundvoraussetzung für die Einführung eines Grünpfeils für Rad Fahrende ist, dass ein möglicher

Komfortgewinn für den Radverkehr nicht zu Ungunsten der Verkehrssicherheit der anderen Verkehrsteilnehmenden (insbesondere der zu Fuß Gehenden) sowie den Rad Fahrenden selbst ausfällt. Für eine Bewertung der Regelung werden die Verkehrssituation sowie das Verkehrsverhalten der folgenden Aspekte bewertet:

- Verkehrsstärke:
 - Gibt es Verkehrsstärkebereiche hinsichtlich der konfligierenden Ströme, bei denen eine Anwendung der Regelung nicht zu empfehlen ist?
- Akzeptanz:
 - Ändert die Regelung das Verhalten der Rad Fahrenden oder führt sie zur Verdeutlichung bzw. Legalisierung eines Verhaltens, das ohnehin schon in der Realität zu beobachten ist?
- Anhaltepflicht:
 - In welchem Maße wird sich eine Akzeptanz der bei Rot rechtsabbiegenden Rad Fahrenden in Bezug auf die Anhaltepflicht einstellen?
- Sicherheitsrelevantes Verhalten (Interaktionen, Abbiegegeschwindigkeiten, Bewegungslinien):
 - Wie verändert sich die Zahl und Intensität der Interaktionen zwischen den betroffenen Verkehrsteilnehmenden?
 - Wie verändern sich die Abbiegegeschwindigkeiten nach Einführung der neuen Regelung?
 - Wie viele Rad Fahrende benutzen illegal den Gehweg, um bei Rot rechts abzubiegen und wie verändert sich diese Zahl mit Einführung der neuen Regelung?
- Verkehrsablauf/Komfort (Wartezeit, Anzahl der Halte, Platzbedarf)
 - In welchem Maße ändern sich Wartezeiten und Anzahl der Halte für den Radverkehr?
 - Wie stellen sich Rad Fahrende an der Haltlinie auf und wie verändert sich das Aufstellverhalten bei Anordnung der neuen Regelung?

Die o. g. Aspekte werden vor dem Hintergrund der baulichen und verkehrsorganisatorischen Eigenschaften der ausgewählten Zufahrten bewertet. Hierzu wird die Typisierung (vgl. Kapitel 4.6) der verschiedenen Zu- und Ausfahrtenkombinationen zugrunde gelegt. Weitere Eigenschaften (bspw. Signalprogrammemeigenschaften) sowie die Verteilung

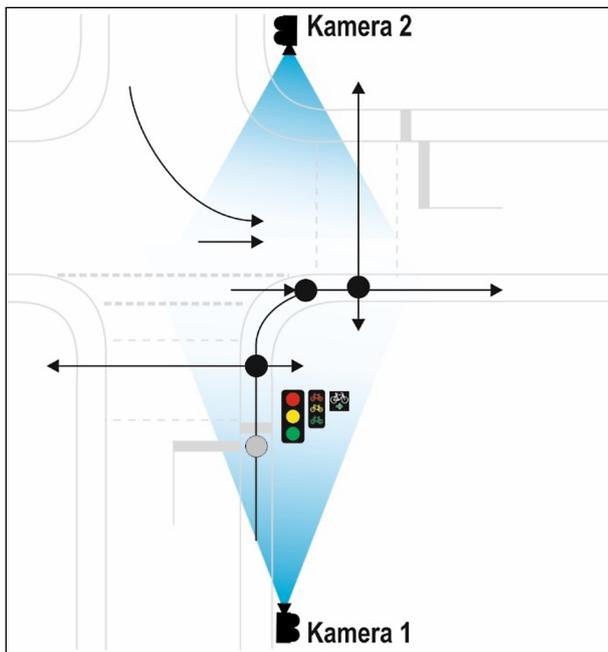


Bild 6.1: Versuchsaufbau der Videobeobachtungen

der Kenngrößen innerhalb der einzelnen Stellen werden qualitativ bewertet.

Für die Erhebung des Verkehrsverhaltens kommen je Zufahrt zwei Kameras zur Anwendung, sodass sowohl die Zufahrt als auch die Ausfahrt der rechtsabbiegenden Rad Fahrenden sowie die für die Rad Fahrenden relevanten Signalgeber in der Zufahrt und die für die kreuzenden Ströme in der Ausfahrt erfasst werden können (siehe Bild 6.1). Die Kameras werden in einer Höhe von etwa 3 bis 5 m installiert.

Die Untersuchung mit und ohne Grünpfeil umfasst 43 Stellen. Grundsätzlich erfolgten die Messungen am Nachmittag, wobei der Zeitraum zwischen 15.00 Uhr und 18.00 Uhr ausgewertet wurde. In Einzelfällen wurde aufgrund von Wetter- bzw. Lichtverhältnissen der Erhebungszeitraum um maximal eine Stunde verschoben. An acht Zufahrten erfolgten zusätzlich Messungen am Vormittag (Auswertzeitraum 7.00 Uhr bis 10.00 Uhr).

Ergänzend werden die Unfalldaten für den Nachher-Zeitraum ausgewertet. Auch wenn der Nachher-Zeitraum für eine aussagekräftige Unfallanalyse zu kurz ist, lassen sich ggf. Hinweise für die Interpretation der Verhaltensdaten ableiten.

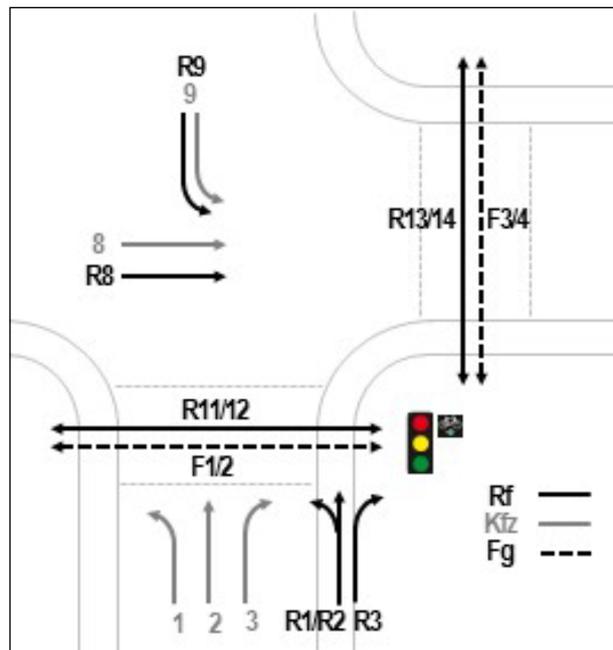


Bild 6.2: Ströme der Verkehrsstärkenbetrachtung

6.2 Erhebung der Verkehrsstärken

Grundsätzlich werden die Verkehrsstärken der rechtsabbiegenden Rad Fahrenden selbst sowie der Ströme erfasst, mit denen die rechtsabbiegenden Rad Fahrenden potenziell konfigieren. Bild 6.2 zeigt die erhobenen Verkehrsströme und die Bezeichnung der Ströme.

Nicht für alle Führungsformen teilen sich rechtsabbiegende Rad Fahrende eine Fläche mit den abgebildeten Kfz-Strömen. Wird der Radverkehr in der Zufahrt auf einer Radverkehrsanlage geführt, erfolgt dies weitestgehend konfliktfrei mit auf der Fahrbahn fahrenden Kfz. Ebenso entfallen Konfliktflächen mit geradeausfahrenden Kfz von links und linksabbiegenden Kfz von gegenüber, wenn eine Radverkehrsanlage in der Ausfahrt vorliegt. In diesen Fällen wurden die Verkehrsstärken der Kfz nicht erhoben. Dies wird nachfolgend in der Bewertung der Interaktionen für die Exposition einbezogen.

6.3 Bewertung der Interaktionen

Interaktionen sind grundsätzlich definiert als Abstimmung des Verhaltens zwischen zwei Verkehrsteilnehmenden, um bei zeitlicher und räumlicher Annäherung einen Zusammenstoß zu vermeiden. Es werden nur Interaktionen erfasst, solange die betrachteten rechtsabbiegenden Rad Fahrenden in Bewegung sind.

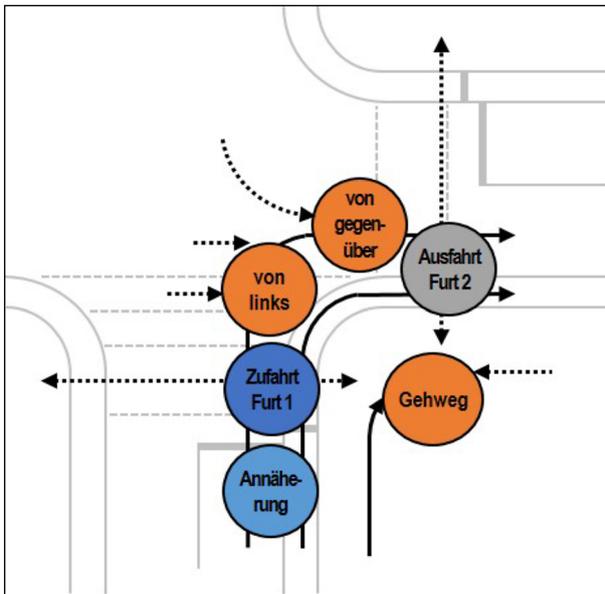


Bild 6.3: Konfliktpunkte rechtsabbiegender Rad Fahrer

Die Interaktionen von rechtsabbiegenden Rad Fahrern werden grundsätzlich nach den möglichen Konfliktpunkten kategorisiert (siehe Bild 6.3), wobei nach Zufahrt (blau), Knotenpunkttinnenbereich (orange) und Ausfahrt (grau) unterschieden wird. Ort und mögliche Interaktionsbeteiligte werden im Folgenden kurz beschrieben, wobei die Interaktionen stets aus Sicht der rechtsabbiegender Rad Fahrer erfasst werden:

- Zufahrt – Annäherung: haltende Rad Fahrende oder Kfz in der Zufahrt
- Zufahrt – Furt 1: querende Rad Fahrende oder zu Fuß Gehende auf der Furt in der Zufahrt
- Knotenpunkttinnenbereich von links: querende Rad Fahrende auf Radverkehrsfurt oder geradeausfahrende Rad Fahrende oder Kfz auf der Fahrbahn von links
- Knotenpunkttinnenbereich von gegenüber: entgegenkommende linksabbiegender Rad Fahrer oder Kfz
- Knotenpunkttinnenbereich auf dem Gehweg: Rad Fahrende oder zu Fuß Gehende auf Gehweg im Längsverkehr
- Ausfahrt – Furt 2: parallel querende Rad Fahrer oder zu Fuß Gehende auf Furt in der Ausfahrt

Um Unterschiede in der Verkehrsstärke zwischen der Untersuchung mit und ohne Grünpfeil-Regelung als Einflussfaktor auf die Interaktionsanzahl abzubilden, wird sowohl die Verkehrsstärke der rechtsabbiegender Rad Fahrer selbst, als auch die Verkehrsstärke des jeweils konfligierender

Stroms als Exposition in die Interaktionsrate einbezogen. Wie in Abschnitt 7.1 beschrieben interagieren bei einigen Anlagentypen nicht alle Ströme mit dem rechtsabbiegender Rad Fahrer. Tabelle 6.1 zeigt, jeweils für den Anlagentypen, welche Ströme als Exposition in die Interaktionsraten der sechs Konfliktpunkte eingehen.

Die Bewertung der Kritikalität einer Interaktion erfolgt grundsätzlich in zwei Stufen. In einer ersten Stufe werden die Interaktionen qualitativ beurteilt. Um dabei subjektive Einflüsse auszuschließen, werden Definitionen von Interaktionsstufen zugrunde gelegt, bei denen zunächst grundsätzlich bewertet wird, ob sich Verkehrsteilnehmende regelwidrig verhalten (MAIER & HANTSCHHEL, 2015). Liegt regelwidriges Verhalten vor, wird in einem weiteren Schritt überprüft, ob Verkehrsteilnehmende ihr Verhalten anpassen, um eine Kollision zu vermeiden. Passen die nicht bevorrechtigten Verkehrsteilnehmenden ihr Verhalten so an, dass die bevorrechtigten Verkehrsteilnehmenden ihre Bewegungslinie und Geschwindigkeit nicht verändern müssen, ist dies eine Interaktion ohne Behinderung. Müssen bevorrechtigte Verkehrsteilnehmende ihr Verhalten anpassen, wird dies als Interaktion mit Behinderung bewertet. Reagiert niemand, kommt es zur Kollision. In Bild 6.4 wird der Prozess der Bewertung der Interaktionen verdeutlicht. Eine verbale Beschreibung der Interaktionsstufen ist in Tabelle 6.2 zu finden.

Als Anpassung des Verhaltens werden Reaktionen wie bspw. bremsen/stehebleiben, beschleunigen oder ausweichen unabhängig von der Intensität der Bewegung gewertet.

Neben einer qualitativen Einordnung der Interaktionen, ob es zu Behinderungen kommt oder nicht, wird die Dimension der Intensität von Interaktionen in einer zweiten Stufe quantitativ ermittelt. Dazu wird für die beobachteten Interaktionen, in denen die Verkehrsteilnehmenden dieselbe Fläche nacheinander nutzen, die Post-Encroachment-Time (PET) ermittelt. Die PET ist die Zeitspanne zwischen dem Verlassen der Konfliktfläche durch einen Verkehrsteilnehmenden und dem Erreichen der Konfliktfläche durch konkurrierende Verkehrsteilnehmende (ALLEN et al., 1977). Die in verschiedenen Quellen vorgeschlagene Einstufung der PET-Werte in Bezug auf deren Kritikalität auf Basis von Grenzwerten wird allerdings nicht als sinnvoll erachtet, da entsprechend aussagekräftige empirische Grundlagen für deren Einteilung fehlen. Viel-

Interaktionsbereich	Zufahrt				Knotenpunkttinnenbereich						Ausfahrt	
	Annäherung		Furt 1		VT von links		VT von gegenüber		VT auf dem Gehweg		Furt 2	
Beteiligung	Rad	Kfz	Rad	Fuß	Rad	Kfz	Rad	Kfz	Rad	Fuß	Rad	Fuß
MV-MV	R1/R2	1,2,3	R11/12	F1/2	R8	8	R9	9	-	-	R13/14	F3/4
MV-RVA	R1/R2	1,2,3	-	F1/2	R11/12	-	R9	-	-	-	R13/14	F3/4
RVA-MV	R1/R2	-	R11/12	F1/2	R8	8	R9	9	-	-	R13/14	F3/4
RVA-RVA	R1/R2	-	-	F1/2	R11/12	-	R9	-	-	-	R13/14	F3/4

Tab. 6.1: Interaktionsgegner zur Expositionsermittlung nach Konfliktpunkt und Anlagentyp

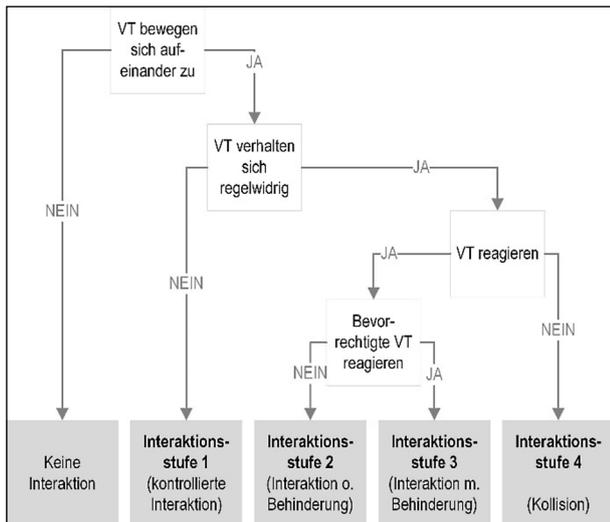


Bild 6.4: Entscheidungsbaum zur Bewertung der Interaktionen

Interaktionsstufe	Beschreibung
1 (kontrollierte Interaktion)	Die Beteiligten verhalten sich regelkonform, und reagieren kontrolliert.
2 (Interaktion ohne Behinderung)	Mindestens ein Beteiligter verhält sich nicht regelkonform, es steht aber noch so viel Raum und Zeit zur Verfügung, dass die vorfahrtrechtlich übergeordneten Verkehrsteilnehmenden ihr Verhalten nicht anpassen müssen.
3 (Interaktion mit Behinderung)	Mindestens ein Beteiligter verhält sich nicht regelkonform und die vorfahrtrechtlich übergeordneten Verkehrsteilnehmenden müssen ihr Verhalten anpassen, um eine Kollision zu vermeiden.
4 (Kollision)	Mindestens ein Beteiligter verhält sich nicht regelkonform und die Beteiligten berühren sich.

Tab. 6.2: Verbale Beschreibung der Interaktionsstufen

mehr wird die Verteilung der PET-Werte ohne und mit Grünpfeil-Regelung analysiert, um die Frage zu beantworten, ob die Einführung der Regelung bspw. zu einem risikoreicheren Verhalten der Rad Fahrenden führt (relativer Vergleich, keine absolute Bewertung).

Eine Erhebung der Time to Collision (TTC) wird nicht als zielführend erachtet, da eine Einordnung hinsichtlich eines Sicherheitsrisikos auf Basis in der Literatur vorgeschlagener Grenzwerte nicht immer eindeutig ist. Zudem kann die TTC nur für Interaktionen und Zeitpunkte berechnet werden, an denen Interaktionsbeteiligte sich (bei gleichbleibender Geschwindigkeit und Richtung) tatsächlich auf Kollisionskurs befinden. Schon ein geringes Verpassen führt dazu, dass eine TTC nicht berechnet werden kann auch wenn die Konfliktsituation nicht als sicher bezeichnet werden kann (FGSV, 2012).

Zur Darstellung der erhobenen PET im Vergleich ohne und mit Grünpfeil werden Häufigkeitsverteilungen je Interaktionstyp und Infrastruktur (Typisierung) verwendet. Berücksichtigt werden nur Interaktionen, bei denen sich die Wege der Beteiligten kreuzen (Interaktionen in der Zufahrt Furt 1, im Knotenpunkt von links und von gegenüber und in der

Ausfahrt Furt 2). Dabei wird unterschieden, ob rechtsabbiegende Rad Fahrende vor den Interaktionsbeteiligten kreuzen oder die Konflikfläche nach Verlassen der Interaktionsbeteiligten erreichen. Die ermittelte qualitative Interaktionsstufe wird dabei nicht berücksichtigt, da es auch bei Interaktionen der Stufe 1 zu geringen Zeitlücken zwischen Beteiligten kommen kann.

6.4 Weitere Erhebungen und Auswertungen

Bewegungslinien

An allen Erhebungsstellen werden für den Zeitraum von drei Stunden die Bewegungslinien (z. B. Wechseln auf den Gehweg im Knotenbereich) der rechtsabbiegenden Rad Fahrenden erfasst. Dabei wird neben den Streckentypen auch unterschieden, ob die Rad Fahrenden bei Rot oder bei Grün rechts abbiegen.

Aufstellungen

Für alle rechtsabbiegenden Rad Fahrenden wird analysiert, ob sie sich hinter anderen Fahrzeugen

aufstellen. Dabei wurden folgende Anzahlen erhoben:

- Anzahl der Kfz hintereinander (nur wenn in der Zufahrt der Radverkehr im Mischverkehr fährt)
- Anzahl der Rad Fahrenden hintereinander
- Anzahl der Rad Fahrenden nebeneinander.

Wenn Rad Fahrende bei Rot an der LSA ankamen und sich direkt hinter der Haltlinie bzw. als erstes aufstellten um bei Grün rechts abzubiegen, wurden diese nicht erhoben, da sie nicht durch andere Verkehrsteilnehmende in der Annäherung vom Abbiegen bei Rot abgehalten wurden.

Abbiegegeschwindigkeiten

Es werden die Abbiegegeschwindigkeiten aller rechtsabbiegenden Rad Fahrenden erhoben, die bei Rot oder Grün durchfahren. Bei der Geschwindigkeit handelt es sich um die mittlere Abbiegegeschwindigkeit. Zur Ermittlung der Geschwindigkeiten wurde je Pilotstelle ein fester Streckenabschnitt (i. d. R. von der Haltlinie der Zufahrt bis zur Furtmarkierung in der Ausfahrt) auf der Fahrbahn/Radverkehrsanlage und auf dem Gehweg definiert.

Wartezeit

Die Wartezeit wird für alle bei Rot ankommenden Rad Fahrenden ermittelt. Dabei haben Rad Fahrende, die ohne Halt fahren, eine Wartezeit von 0 Sekunden. Für haltende Rad Fahrende wird die Wartezeit zwischen der ersten Stillstandsekunde und der Weiterfahrt ermittelt.

Abstände

An fünf Pilotstellen wurden die Abstände von rechtsabbiegenden Rad Fahrenden zu stehenden Kfz oder Rad Fahrenden erhoben, wenn sie diese in der Annäherung des Knotenpunktes überholten.

Der Überholabstand ist je nach Interaktionsbeteiligten definiert als der lichte

- Abstand Radspur – Radspur bei der Überholung haltender Rad Fahrender reduziert um zwei halbe Lenkerbreiten (2 x 35 cm)
- Abstand Radspur zur Außenkante des Kfz-Rads bei der Überholung haltender Kfz (nur bei Mischverkehr) reduziert um eine halbe Lenkerbreite (35 cm) und die Breite eines Außenspiegels (15 cm).

Die Auswahl der Pilotstellen erfolgte anhand einer möglichst hohen Anzahl von Rad Fahrenden, sowohl geradeaus fahrende als auch rechtsabbiegende, um eine hohe Wahrscheinlichkeit für Überholungen zu haben. Außerdem wurden unterschiedliche Führungsformen gewählt. An drei Stellen fahren Rad Fahrende in der Zufahrt im Mischverkehr und an zwei Stellen auf einer Radverkehrsanlage.

Unfallgeschehen

Zur Bewertung der Verkehrssicherheit des Grünpfeils für Rad Fahrende wird das Unfallgeschehen vor Einführung der Regelung und während des Pilotversuches analysiert und verglichen. Dafür werden folgende Kollektive am gesamten Knotenpunkt betrachtet:

- Ohne Grünpfeil: Unfälle der Jahre 2013 bis 2017
- Mit Grünpfeil: Unfälle vom Beginn des Pilotversuches (zwischen Januar und März 2019) bis 31.12.2019

Für einzelne Stellen liegen keine Unfalldaten der Kategorie 5 (Sachschaden) vor, sofern diese keine Unfälle mit Beteiligung von Rad Fahrenden enthielten. Daher ergeben sich folgende Teilkollektive:

- U(P): Unfälle mit Personenschaden am Knotenpunkt (Kat.1-3)
- U(SS): Unfälle mit schwerwiegendem Sachschaden (Kat. 4 und 6)
- U(S): Unfälle mit Sachschaden (Kat. 5)
- $U_{RR}(P,S)$: Unfälle mit Beteiligung von Rad Fahrenden am Knotenpunkt
- $U_{RR}(P,S)$ Pilotzufahrt: Unfälle mit Beteiligung von Rad Fahrenden, die aus der Pilotzufahrt kommen.

7 Ergebnisse

7.1 Verkehrsstärken

Die Betrachtung der Verkehrsstärken liefert Informationen zur Anzahl der rechtsabbiegenden Rad Fahrenden sowie zu der Exposition der konfligierenden Ströme.

Die Bandbreite der Verkehrsstärke der rechtsabbiegenden Rad Fahrenden differenziert nach Anlagentyp ist in Bild 7.1 dargestellt. Dabei zeigt jeweils der

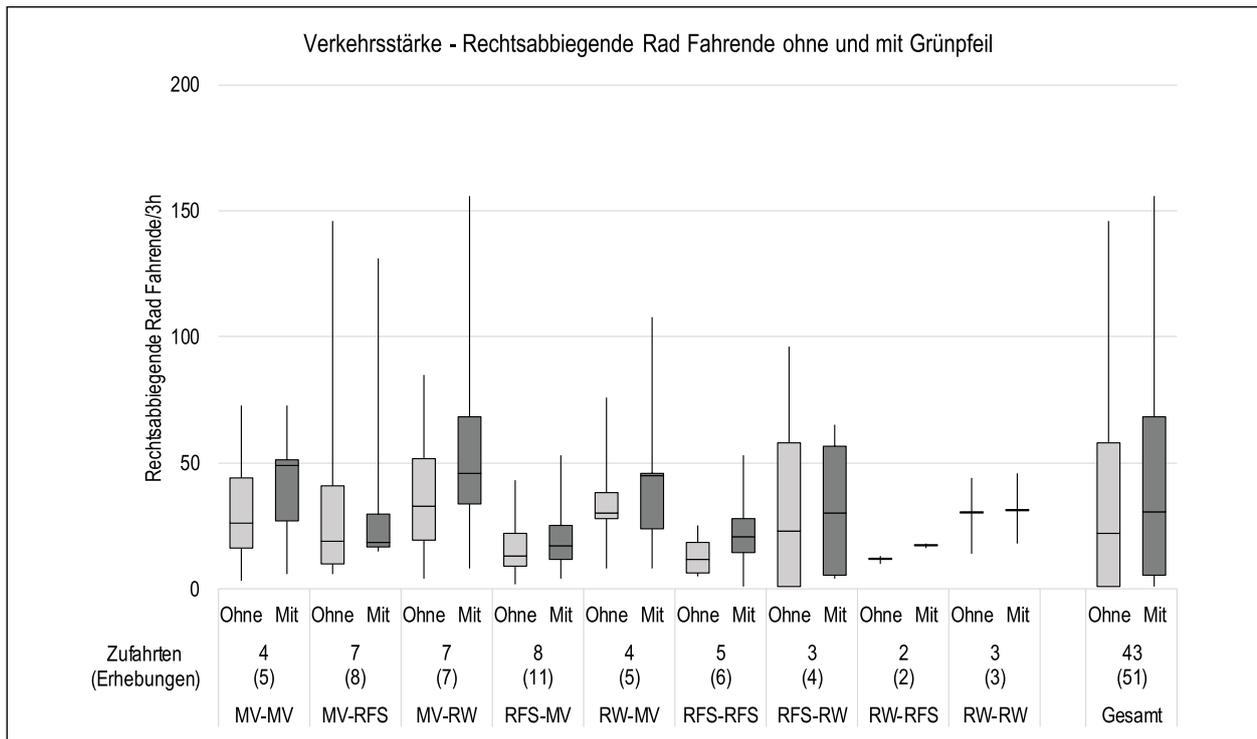


Bild 7.1: Bandbreite der Verkehrsstärken der rechtsabbiegenden Rad Fahrenden

Typ	R1/R2	R3	K1-K3	R8/R9	K8/K9	F1/2	F3/4	R11/12	R13/14
MV-MV	27 %	18 %	5 %	45 %	-11 %	-5 %	-20 %	3 %	12 %
MV-RFS	-2 %	25 %	-19 %	-4 %		-3 %	-9 %	14 %	-2 %
MV-RW	57 %	39 %	-6 %	41 %		20 %	-4 %	47 %	10 %
RFS-MV	29 %	38 %		-12 %	-13 %	-12 %	-8 %	34 %	3 %
RW-MV	28 %	32 %		23 %	-32 %	13 %	5 %	25 %	17 %
RFS-RFS	77 %	53 %		7200 %		22 %	20 %	19 %	-16 %
RFS-RW	-10 %	24 %		0 %		-6 %	-22 %	21 %	16 %
RW-RFS	48 %	83 %		38 %		-15 %	-11 %	32 %	39 %
RW-RW	8 %	7 %		100 %		-17 %	-12 %	18 %	57 %
Gesamt	25 %	30 %	-7 %	31 %	-17 %	1 %	-7 %	24 %	10 %

Tab. 7.1: Zu- und Abnahme der Verkehrsstärken in der Untersuchung ohne und mit Grünpfeil nach Verkehrsstrom und Anlagentyp

hellgraue Balken die Verkehrsstärke in der Erhebung ohne Grünpfeil-Regelung und der dunkelgraue Balken die Verkehrsstärke der rechtsabbiegenden Rad Fahrenden mit Grünpfeil-Regelung. An den Stellen, an denen zusätzlich eine Erhebung im Vormittagszeitraum stattfand, werden je zwei 3-h-Zeiträume bewertet, die Anzahl der Erhebungen je Anlagentyp ist in der Datenbeschriftung vermerkt.

Die Verkehrsstärke der rechtsabbiegenden Rad Fahrenden hat über alle Typen des Untersuchungskollektivs tendenziell zugenommen. Insgesamt wurden in der Untersuchung ohne Grünpfeil 1.414 rechtsabbiegende Rad Fahrende an den 43 Stellen und in der Untersuchung mit Grünpfeil 1.768 rechtsabbiegende Rad Fahrende (+25 %) beobachtet. Dies wird hauptsächlich auf die abweichenden Zeiträume der Beob-

achtung zurückgeführt (ohne Grünpfeil: September/Oktober; mit Grünpfeil: Juli/August). In den 3 Stunden-Intervallen bogen an den Einzelstellen in der Untersuchung ohne Grünpfeil im Mittel 28 Rad Fahrende rechts ab, während in der Untersuchung mit Grünpfeil im Mittel 35 rechtsabbiegende Rad Fahrende je Zufahrt beobachtet wurden.

Auch die Verkehrsstärken der konfligierenden Ströme weichen in der Erhebung ohne und mit Grünpfeil voneinander ab (siehe Tabelle 7.1). So ist die Verkehrsstärke der gradeausfahrenden und linksabbiegenden Rad Fahrenden in der Zufahrt ähnlich wie die Verkehrsstärke der rechtsabbiegenden Rad Fahrenden um 30 % gestiegen, während die Verkehrsstärke des motorisierten Verkehrs in der Zufahrt um 7 % sank. Die Verkehrsstärken anderer

Rad Fahrenden-Ströme (geradeausfahrende von links und linksabbiegende von gegenüber) liegen im Zeitraum mit Grünpfeil im Mittel um 31 % höher als im Zeitraum ohne Grünpfeil.

Die Zahl der zu Fuß Gehenden auf den Furten der Zu- und Ausfahrt sank in der Untersuchung mit Grünpfeil um 3 %, während die Verkehrsstärke der Rad Fahrenden auf den Furten um ca. 22 % stieg.

Die Einzeldaten der Verkehrsstärken werden an dieser Stelle nicht weiter interpretiert und sind im Anhang A.3 dokumentiert.

Zusammenfassend zeigt die Betrachtung der Verkehrsstärken:

- Die Anzahl der rechtsabbiegenden Rad Fahrenden haben im Nachher-Zeitraum mit Grünpfeil zugenommen.
- Es besteht daher die Notwendigkeit, die Exposition konfligierender Ströme bei den Interaktionsraten aufgrund starker Abweichungen in der Betrachtung ohne (Vorher) und mit (Nachher) Grünpfeil zu berücksichtigen.

7.2 Akzeptanz

Die Auswertungen zur Akzeptanz sollen Erkenntnisse darüber bringen, ob und wie

- eine Einführung der Grünpfeil-Regelung das Verhalten der Rad Fahrenden verändert
- die Legalisierung des Rechtsabbiegens bei Rot Auswirkungen auf die Rotlichtakzeptanz geradeausfahrender Rad Fahrender hat
- die Einführung der Grünpfeil-Regelung zu Veränderungen in der Gehwegnutzung bei rechtsabbiegenden Rad Fahrenden bei Rot führt

In der Verhaltensauswertung wurden im Vorher-Zeitraum ohne Grünpfeil:

- 8.294 geradeausfahrende Rad Fahrende und
- 1.414 rechtsabbiegende Rad Fahrende erfasst, von denen 569 (40 %) bei Rot abbogen.

Im Nachher-Zeitraum mit Grünpfeil wurden:

- 10.312 geradeausfahrende Rad Fahrende und
- 1.765 rechtsabbiegende Rad Fahrende erfasst, von denen 894 (51 %) bei Rot abbogen.

Zur Beantwortung der Fragestellungen zur Rotlichtakzeptanz wurden lediglich Rad Fahrende betrachtet, die bei Rot an der Zufahrt ankamen. Eine detaillierte Übersicht über die beobachteten Rad Fahrenden befindet sich in Bild 7.2.

Bild 7.3 zeigt die Rotlichtakzeptanz rechtsabbiegender Rad Fahrender ohne und mit Grünpfeil differenziert nach den Zu- und Ausfahrtstypen im Vergleich. Die Vorher-Messungen haben bereits ge-

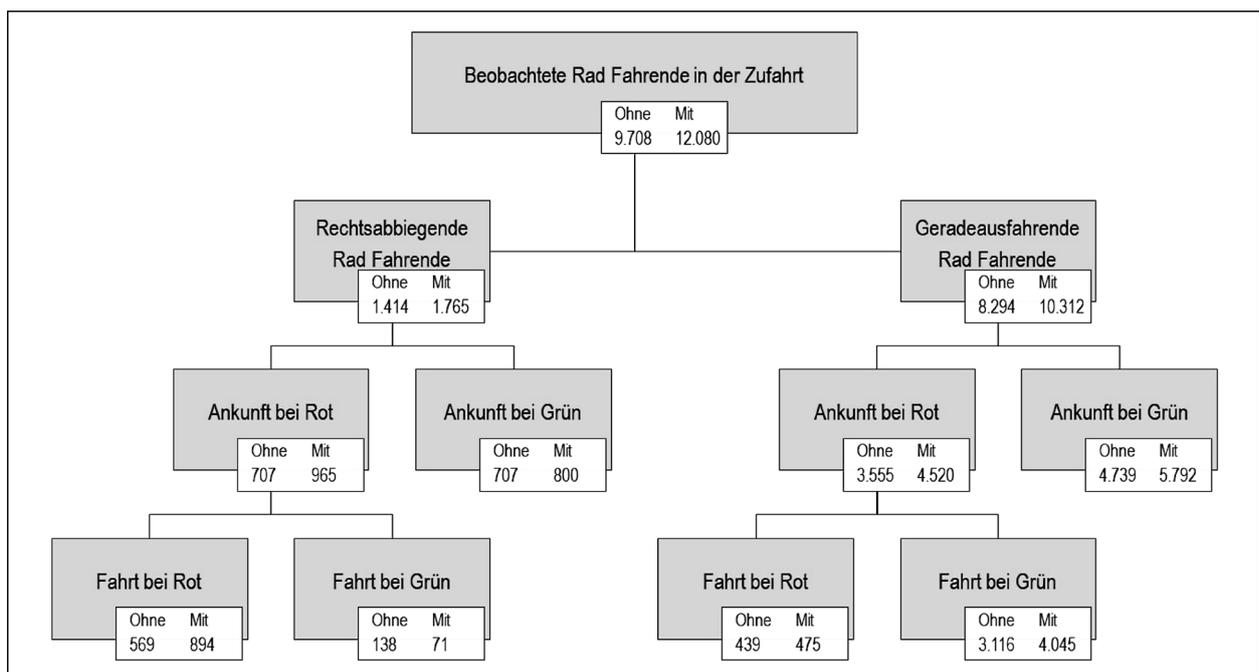


Bild 7.2: Übersicht über die beobachteten Rad Fahrenden in der Verhaltensanalyse

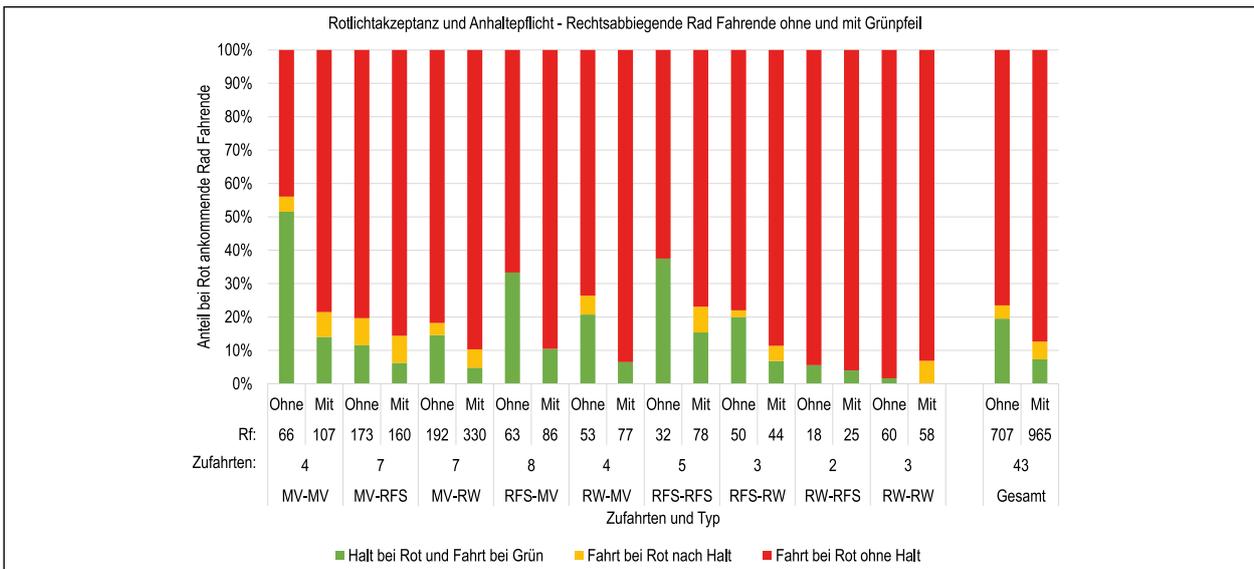


Bild 7.3: Rotlichtakzeptanz rechtsabbiegender Rad Fahrender ohne und mit Grünfeil (nur Rad Fahrende, die bei Rot ankommen)

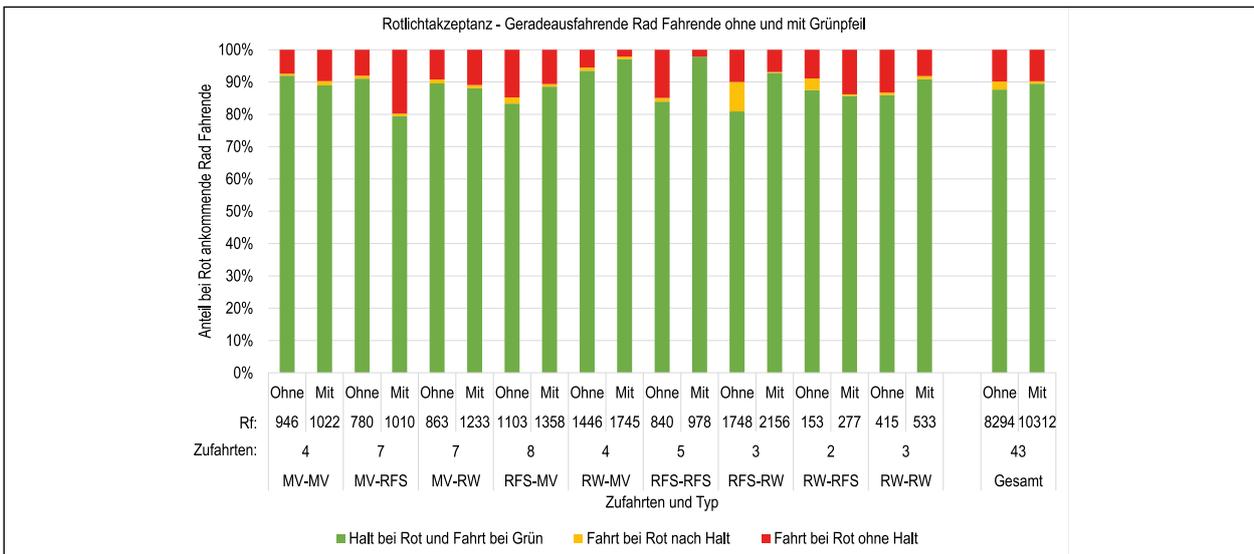


Bild 7.4: Rotlichtakzeptanz geradeausfahrender Rad Fahrender ohne und mit Grünfeil (nur Rad Fahrende, die bei Rot ankommen)

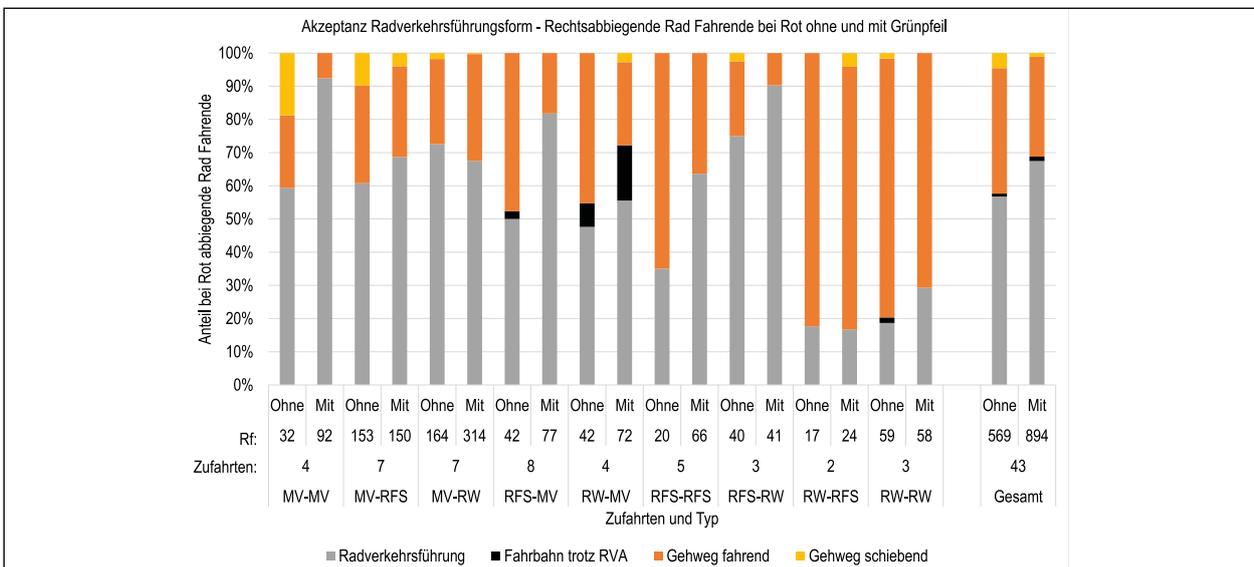


Bild 7.5: Akzeptanz der Radverkehrsführungsform beim Rechtsabbiegen bei Rot ohne und mit Grünfeil

zeigt, dass 81 % der rechtsabbiegenden Rad Fahrenden das Rotlicht missachten. Nach Einführung der Grünpfeil-Regelung biegen 92 % der rechtsabbiegenden Rad Fahrenden bei Rot ab. Die deutlichsten Zunahmen sind beim Typ MV-MV zu beobachten. Es lässt sich schlussfolgern, dass die Anordnung des Grünpfeils eine Auswirkung auf das Verhalten der rechtsabbiegenden Rad Fahrenden hat. Gleichzeitig führt die Einführung des Grünpfeils an Zufahrten mit bereits geringer Rotlichtakzeptanz ohne Grünpfeil (RW-RW; RW-RFS) zu keiner Veränderung des Verhaltens. Dieses Ergebnis wird durch die Betrachtung der Einzelstellen bestätigt (siehe A.3, Bild-A 1) – größere Streuungen innerhalb der Typen sind nur bei sehr kleinen Zahlen zu beobachten.

Lediglich 6 % der bei Rot rechts abbiegenden Rad Fahrenden halten bei Rot auch an.

Für den Vorher-Zeitraum (ohne Grünpfeil) wurde zusätzlich geprüft, ob neben den gestalterischen Aspekten auch die mittleren Wartezeiten einen Einfluss auf die Rotlichtakzeptanz der rechtsabbiegenden Rad Fahrenden haben. Bild-A 2 (siehe A.5) zeigt den Zusammenhang zwischen Rotlichtakzeptanz und mittlerer Wartezeit. Dabei zeigt sich eine leichte Tendenz für die sinkende Akzeptanz bei steigenden mittleren Wartezeiten an Stellen mit Radverkehrsanlagen in der Ausfahrt. An Stellen mit Mischverkehr in der Ausfahrt ist die Rotlichtakzeptanz unabhängig von der Wartezeit hoch. Zusammenfassend ist festzustellen, dass die mittleren Wartezeiten einen eher geringen Einfluss auf die Rotlichtakzeptanz der rechtsabbiegenden Rad Fahrenden haben.

Den Vergleich der Rotlichtakzeptanz geradeausfahrender Rad Fahrender im Vorher- und Nachher-Zeitraum zeigt Bild 7.3. Über alle Zu- und Ausfahrtstypen ist festzustellen, dass sich die Rotlichtakzeptanz im Nachher-Zeitraum kaum verändert bzw. leicht erhöht hat (90 % gegenüber 86 % im Vorher-Zeitraum). Diese Zunahme ist über alle Zu- und Ausfahrtstypen festzustellen, mit Ausnahme des Typs MV-RFS. Der umgekehrte Trend des Typs MV-RFS ist auf die Einzelstellen 9 bis 11 zurückzuführen (siehe A.7, Bild-A 4).

Entsprechend den vorliegenden Ergebnissen kann nicht davon ausgegangen werden, dass die Anordnung des Grünpfeils einen wesentlichen Einfluss auf die Rotlichtakzeptanz der geradeausfahrenden Rad Fahrenden hat.

Bild 7.5 zeigt die Akzeptanz der Radverkehrsführungsform beim Rechtsabbiegen bei Rot ohne und Grünpfeil.

Über alle Zu- und Ausfahrtstypen hat die Gehwegnutzung der rechtsabbiegenden Rad Fahrenden mit Grünpfeil abgenommen (von 38 % auf 30 %; ohne Rad Fahrende auf dem Gehweg schiebend). Mit Ausnahme des Typs MV-RW zeigt sich diese Tendenz auch innerhalb der Zu- und Ausfahrtstypen.

Zusammenfassend zeigt sich, dass mit Einführung der Grünpfeil-Regelung

- sich der Anteil der rechtsabbiegenden Rad Fahrenden erhöht hat, die (mit oder ohne Halt) bei Rot rechts abbiegen,
- die Anhaltepflicht der bei Rot rechtsabbiegenden Rad Fahrenden in nur 6 % der Fälle beachtet wird,
- sich die Rotlichtakzeptanz der geradeausfahrenden Rad Fahrenden nur unwesentlich verändert hat und
- der Anteil der Gehwegnutzung, wenn bei Rot rechts abgebogen wird, leicht abgenommen hat.

7.3 Interaktionen

7.3.1 Beteiligte und Interaktionsstufen

Den folgenden Interpretationen ist voranzustellen, dass das absolute Niveau der Interaktionen in Bezug auf die objektive Verkehrssicherheit nicht beurteilt werden kann, da valide Grundlagenforschungen zum Thema fehlen. Die Interpretation der Ergebnisse fokussiert daher vor allem die relative Veränderung der Interaktionen sowie die Rangfolge der Interaktionshäufigkeiten der Typen untereinander.

Im Vorher-Zeitraum ohne Grünpfeil wurden für 543 bei Rot rechtsabbiegende Rad Fahrende 411 Interaktionen erfasst. Im Nachher-Zeitraum mit Grünpfeil wurden für 884 bei Rot rechtsabbiegende Rad Fahrende 816 Interaktionen erfasst. An diesen Interaktionen sind im Vorher-Zeitraum 47 % (259 Rf) und im Nachher-Zeitraum 52 % (462 Rf) der bei Rot rechtsabbiegenden Rad Fahrenden beteiligt (siehe Tabelle 7.2).

Differenziert nach den Konfliktpunkten ergibt sich mit Grünpfeil in der Annäherung und mit Verkehrsteilnehmenden von links eine Zunahme der Anteile

Konfliktpunkt	Anteil der bei Rot rechtsabbiegenden Rad Fahrenden mit Interaktion [%]	
	ohne Grünpfeil	mit Grünpfeil
gesamt	46	52
Annäherung	19	26
Furt 1	12	12
von links	11	19
Furt 2	5	5

Tab. 7.2: Anteil der bei Rot rechtsabbiegenden Rad Fahrenden mit Interaktion

der bei Rot rechtsabbiegenden Rad Fahrenden, für die mindestens eine Interaktion registriert wurde. Hinsichtlich der Interaktionen auf der Furt 1 sowie Furt 2 verändern sich die Anteile nach Einführung der Grünpfeil-Regelung nicht (siehe Tabelle 7.2).

Die Interaktionsraten (IR) rechtsabbiegender Rad Fahrender bei Rot ohne und mit Grünpfeil differenziert nach Annäherung, Furt 1 (Zufahrt), Knotenpunktbereich und Furt 2 (Ausfahrt) im Überblick zeigt Bild-A 6 (siehe A.9). Bei dieser und weiteren Auswertungen zu den Interaktionen, wird sich auf die IR (Interaktionen bezogen auf die Anzahl der rechtsabbiegenden Rad Fahrenden und Interaktionsbeteiligte; vgl. Kapitel 6.3, Tabelle 6.1) bezogen. Nach Bild-A 6 (siehe Anhang A.9) lässt sich ganz generell ableiten, dass mit Anordnung der Grünpfeil-Regelung eine Zunahme der IR zu erkennen ist. Über alle dargestellten Typen und Konfliktpunkte ergibt sich eine mittlere IR von

- 0,09 Interaktionen/ (10^{-3} Interaktionsbeteiligte*rechtsabbiegende Rad Fahrende) ohne Grünpfeil und
- 0,13 Interaktionen/ (10^{-3} Interaktionsbeteiligte*rechtsabbiegende Rad Fahrende) mit Grünpfeil.

Differenziert nach den Typen zeigt sich mit Ausnahme von MV-RW und RW-RW über alle Typeneine Zunahme der IR mit Grünpfeil.

Die Bewertung nach Beteiligten und Interaktionsstufen erfolgt differenziert nach den einzelnen Konfliktpunkten (siehe Kapitel 6.3, Bild 6.3). Danach wird unterschieden in Interaktionen

- in der Annäherung (siehe Bild 7.6 und Bild 7.7),
- auf der Furt 1 in der Zufahrt (siehe Bild 7.8 und Bild 7.9),

- mit vorfahrrechtlich übergeordneten Verkehrsteilnehmenden von links (siehe Bild 7.10 und Bild 7.11),
- auf dem Gehweg (siehe Bild 7.12 und Bild 7.13) sowie
- auf der Furt 2 in der Ausfahrt (siehe Bild 7.14 und Bild 7.15).

Interaktionen zwischen rechtsabbiegenden Rad Fahrenden bei Rot vs. Rad Fahrende/Kfz von gegenüber werden in den folgenden Auswertungen nicht explizit betrachtet. Hinsichtlich dieser Konstellation wurden insgesamt 6 (von 411) Interaktionen innerhalb von 5 (von 43) Zufahrten ohne Grünpfeil sowie 12 (von 826) Interaktionen innerhalb von 8 (von 43) Zufahrten mit Grünpfeil registriert. Ein eindeutiger Vergleich differenziert nach den Anlagetypen ist auf Basis dieser Zahlen nicht möglich. Die Auswertungen zu den Interaktionsraten und -stufen sind in A.12, Bild-A 12 bis Bild-A 15 zu finden.

Unter Verwendung der IR (vgl. Kapitel 6.3, Tabelle 6.1) werden für jeden Interaktionspunkt die absoluten Zahlen differenziert nach den Beteiligten sowie die anteilmäßige Verteilung der Interaktionsstufen betrachtet.

Es ist zu beachten, dass, außerhalb der Annäherung, jedem bei Rot rechtsabbiegenden Rad Fahrenden im Vorher-Zeitraum (ohne Grünpfeil) mindestens die Interaktionsstufe 2 zugewiesen wird. Grund ist das regelwidrige Verhalten durch das Abbiegen bei Rot. Im Nachher-Zeitraum (mit Grünpfeil) ist dies der Fall, wenn vor dem Rechtsabbiegen bei Rot nicht gehalten wird. Das wurde in 94 % der Fälle beobachtet.

Die Ergebnisse der Auswertungen der Interaktionen in der Annäherung sind in Bild 7.6 und Bild 7.7 dargestellt (IR absolut und Interaktionsstufen). Dabei werden bei Vorhandensein einer Radverkehrsanlage in der Zufahrt¹² Interaktionen zwischen Rad Fahrenden und Kfz nicht berücksichtigt, da für diese Fälle keine Exposition (Kfz- Verkehrsstärke in der Zufahrt) vorliegt. Dieser Konstellation wurden insgesamt 5 Interaktionen innerhalb von 13 Zufahrten im Vorher-Zeitraum (ohne Grünpfeil) sowie 26 Interaktionen innerhalb von 20 Zufahrten im Nachher-Zeitraum (mit Grünpfeil) zugeordnet. Im Kapitel 7.5 wird dies differenziert nach Schlingelfahrten von Rad Fahrenden ausgewertet. Die Betrachtung

¹² Typen RFS-MV, RW-MV, RFS, RFS, RFS, RW, RW-RFS, RW-RW

der Interaktionen in der Annäherung differenziert nach den Beteiligten zeigt, dass

- mit Ausnahme der Typen MV-MV und RW-RW die IR in der Annäherung zunehmen.
- die Zunahme am deutlichsten innerhalb der Typen MV-RFS und RFS-RW ist.
- vorrangig andere Rad Fahrende als Interaktionsbeteiligte betroffen sind (auch innerhalb von Zufahrten mit der Führung des Radverkehrs im Mischverkehr).

Anhang A.9, Bild-A 7 zeigt die entsprechende Betrachtung der Einzelstellen. Eine vertiefte Analyse der Einzelstellen erfolgt außerdem in Kapitel 7.3.3.

Die Betrachtung der Interaktionsstufen ergibt, dass mit Ausnahme der Typen MV-MV und RW-MV die Interaktionen der Stufen 2 (Interaktion ohne Behinderung) und 3 (Interaktionen mit Behinderung) anteilmäßig zunehmen. Dass anteilmäßig mehr Interaktionen registriert wurden, bei denen eine Abstimmung des Verhaltens erforderlich ist, ist auch mit einer Zunahme der Verkehrsstärken (siehe Tabelle 7.1) und damit der Verkehrsdichten zu erklären: Trotz der Berücksichtigung der Verkehrsstärke in der IR lässt sich damit nicht abbilden, dass mit zunehmender Verkehrsstärke und gleichbleibender Fläche häufiger eine Abstimmung des Verhaltens erforderlich ist. Dass häufiger eine Abstimmung des Verhaltens erforderlich ist, bedeutet allerdings nicht

zwangsläufig, dass risikoreiches Verhalten häufiger auftritt. Inwiefern eine Zunahme der Interaktionshäufigkeit und -schwere tatsächlich zu Unfällen führt, wird nicht abschließend beantwortet werden können.

Die Betrachtung der Einzelstellen zeigt der Anhang A.6, Bild-A 8.

Die IR auf der Furt 1 (Zufahrt) differenziert nach den Beteiligten zeigt Bild 7.8. Die Verteilung auf die Interaktionsstufen ist in Bild 7.9 dargestellt. Auf der Furt 1 (Zufahrt) sind sowohl zu Fuß Gehende als auch Rad Fahrende beteiligt. Im Vergleich zu den Typen MV-RFS und MV-RW ist die Anzahl der registrierten Interaktionen bei den anderen Typen vergleichsweise gering. Daher werden nur für die Typen MV-RFS und MV-RW Tendenzen abgeleitet. Dabei zeigt sich, dass die IR mit Einführung der Grünpfeil-Regelung abgenommen hat. Gemittelt über alle Typen ergibt sich eine Zunahme der IR.

Die Bewertung der Interaktionsstufen zeigt, dass die kontrollierten Interaktionen mit Grünpfeil leicht zugenommen haben. Am stärksten prägt sich das für die Typen mit den meisten Interaktionen aus (MV-RFS und MV-RW).

Dies wird darauf zurückgeführt, dass den bei Rot rechtsabbiegenden Rad Fahrenden im Vorher-Zeitraum (ohne Grünpfeil) immer mindestens die Interaktionsstufe 2 zugewiesen wird, da durch das Ab-

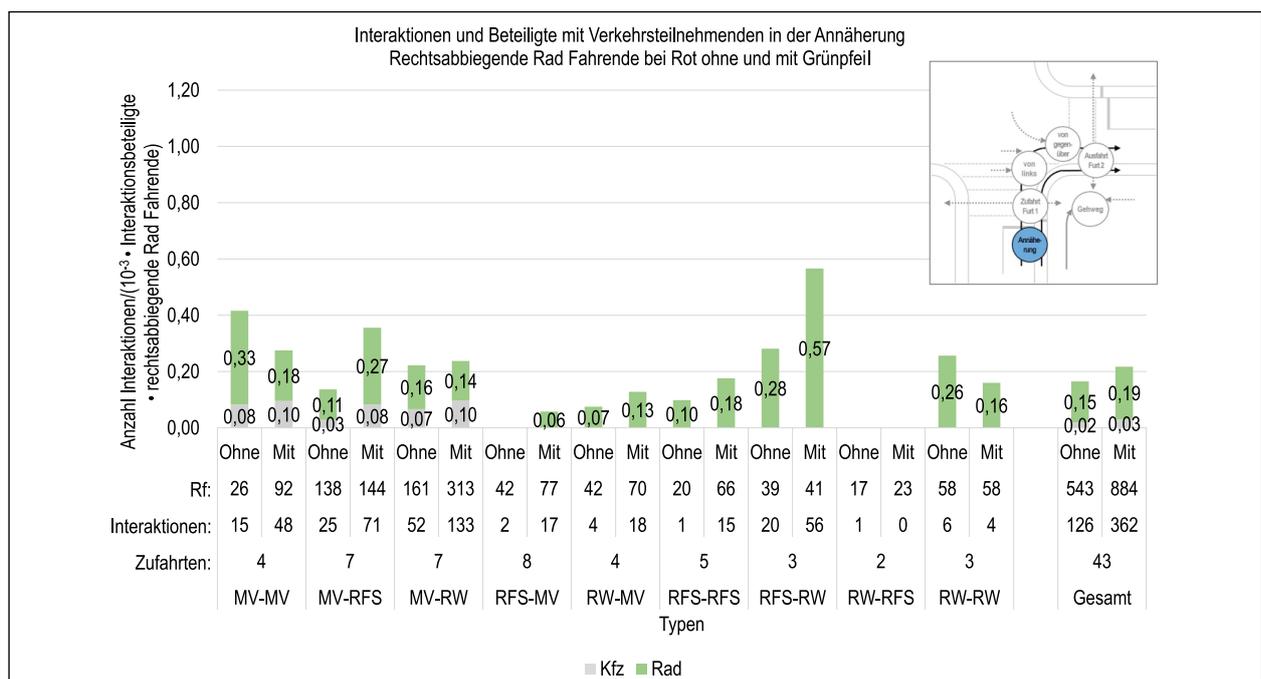


Bild 7.6: Interaktionsraten und Beteiligte in der Annäherung (rechtsabbiegende Rad Fahrende vs. haltende Kfz /Rad Fahrende) ohne und mit Grünpfeil

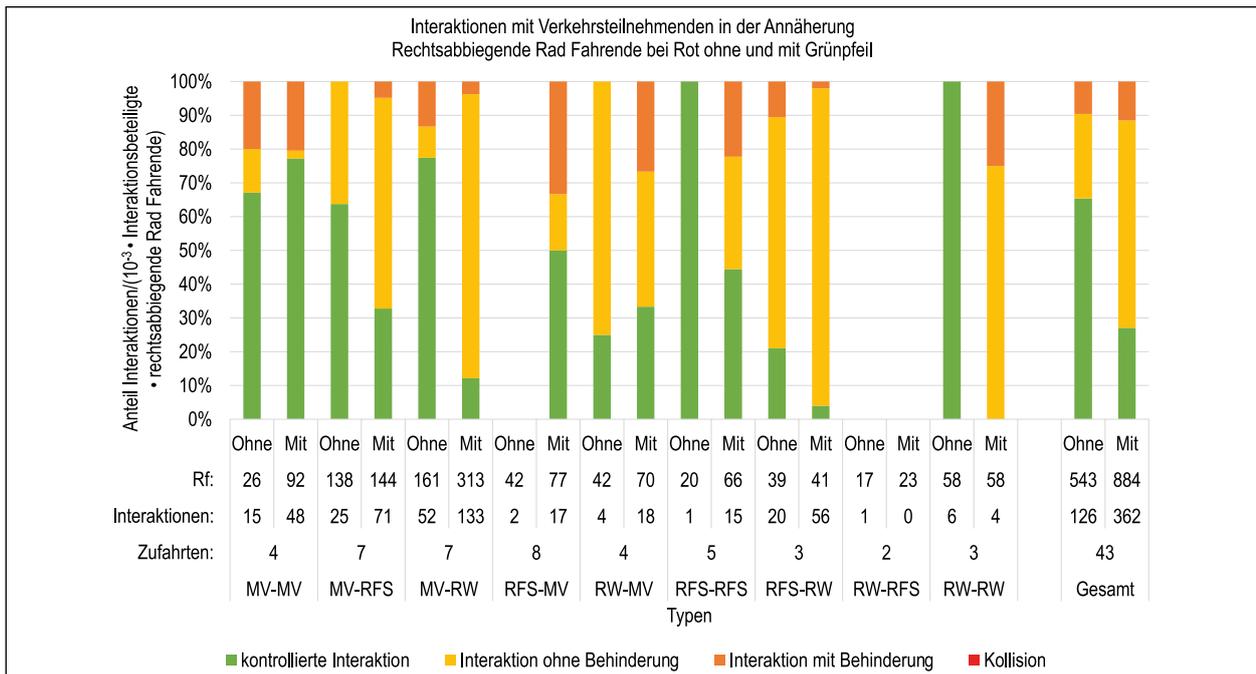


Bild 7.7: Interaktionsstufen und Beteiligte in der Annäherung (rechtsabbiegende Rad Fahrende vs. haltende Kfz /Rad Fahrende) ohne und mit Grünpfeil

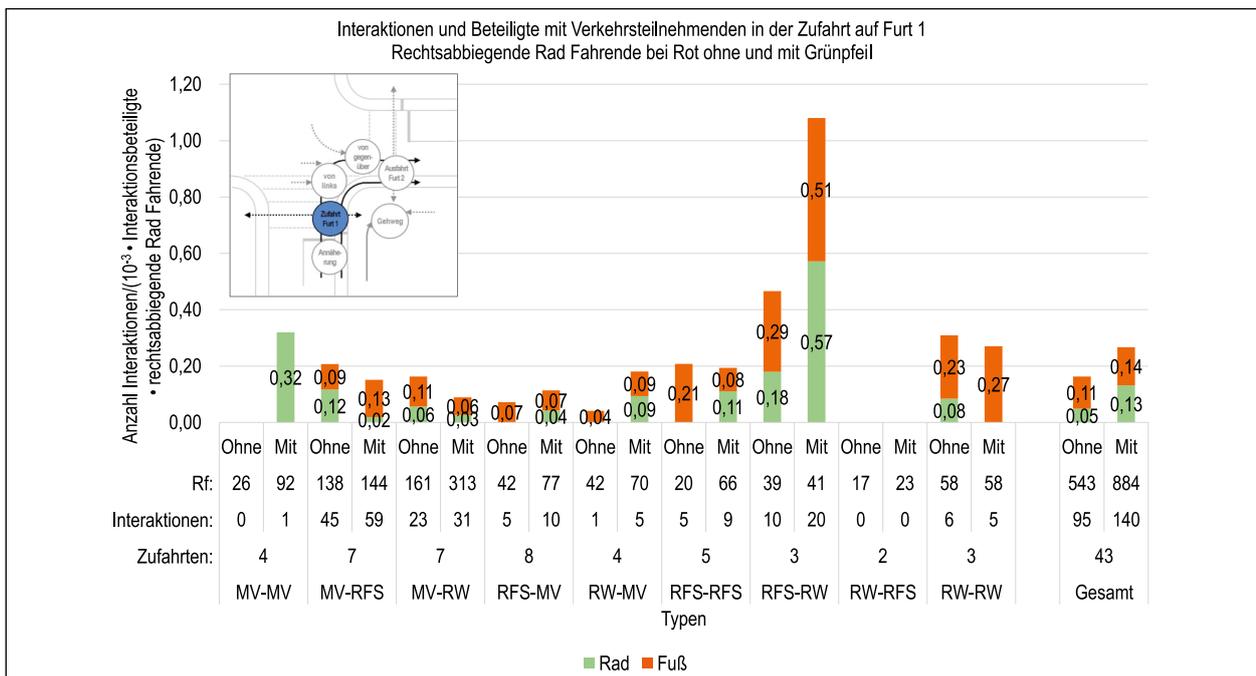


Bild 7.8: Interaktionsraten und Beteiligte auf der Furt 1 (Zufahrt; rechtsabbiegende Rad Fahrende vs. querende zu Fuß Gehende/ Rad Fahrende) ohne und mit Grünpfeil

biegen bei Rot regelwidriges Verhalten vorliegt (selbst bei einem Anhalten vor dem Rechtsabbiegen). Mit Grünpfeil werden Interaktionen als kontrollierte Interaktionen registriert, sobald vor dem Rechtsabbiegen gehalten wird und im weiteren Verlauf keine*r der Beteiligten reagieren muss. Betrachtet man nur die Typen MV-RFS und MV-RW lässt sich zusammenfassend ableiten, dass beim Rechtsabbiegen bei Rot mit Grünpfeil im Mittel etwa

jede*r vierte Rad Fahrende die Anhaltepflicht beachtet, sofern zu Fuß Gehende oder Rad Fahrende vor selbigen queren, auch wenn die Anhaltepflicht insgesamt in 94 % der Fälle missachtet wird (vgl. Kapitel 7.2, Bild 7.3).

Auswertungen zu den Einzelstellen sind in A.11, Bild-A 9 (IR und Beteiligte) sowie Bild-A 10 (Interaktionsstufen) dargestellt.

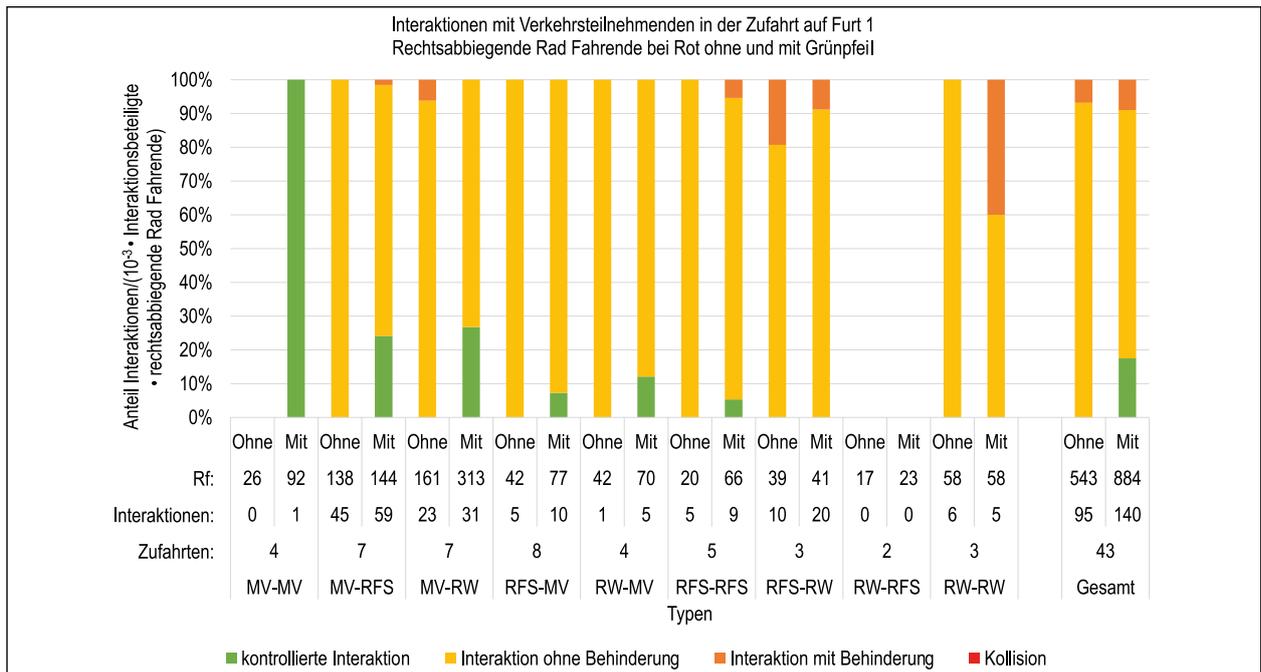


Bild 7.9: Interaktionsstufen auf der Furt 1 (Zufahrt; rechtsabbiegende Rad Fahrende vs. querende zu Fuß Gehende/Rad Fahrende) ohne und mit Grünpfeil

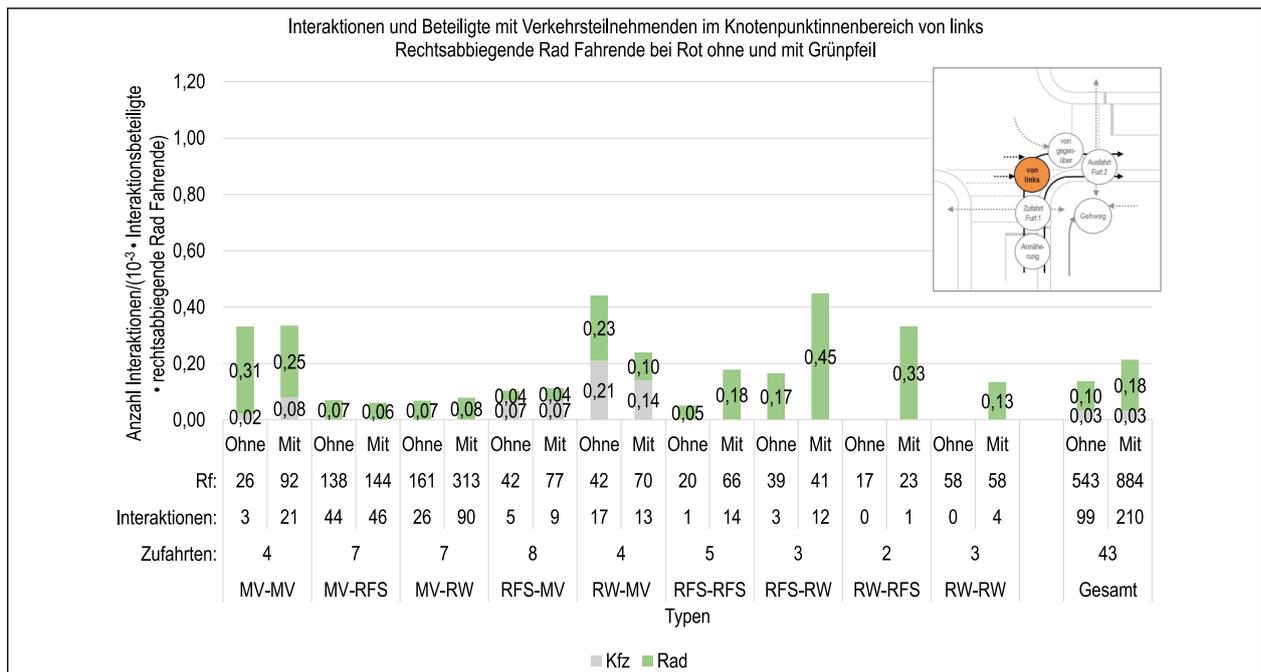


Bild 7.10: Interaktionsraten und Beteiligte im Knotenpunkttinnenbereich von links (rechtsabbiegende Rad Fahrende vs. Kfz/ Rad Fahrende von links) ohne und mit Grünpfeil

Die IR im Knotenpunkttinnenbereich mit Verkehrsteilnehmenden von links differenziert nach den Beteiligten zeigt Bild 7.10. Für die Betrachtung der Beteiligten werden IR mit Kfz nur dort berechnet, wo der Radverkehr in der Ausfahrt im Mischverkehr geführt wird. Es wurden keine Interaktionen zwischen rechtsabbiegenden Rad Fahrenden bei Rot auf einer Radverkehrsanlage in der Ausfahrt mit Kfz von links beobachtet. Generell zeigt sich, dass

- tendenziell eher Rad Fahrende als Kfz als Interaktionsbeteiligte betroffen sind,
- innerhalb der Zu- und Ausfahrttypen MV-RFS und MV-RW keine Veränderung des Verhaltens mit Einführung der Grünpfeil-Regelung zu erkennen ist,
- innerhalb des Zu- und Ausfahrttyps RW-MV die IR abgenommen haben,

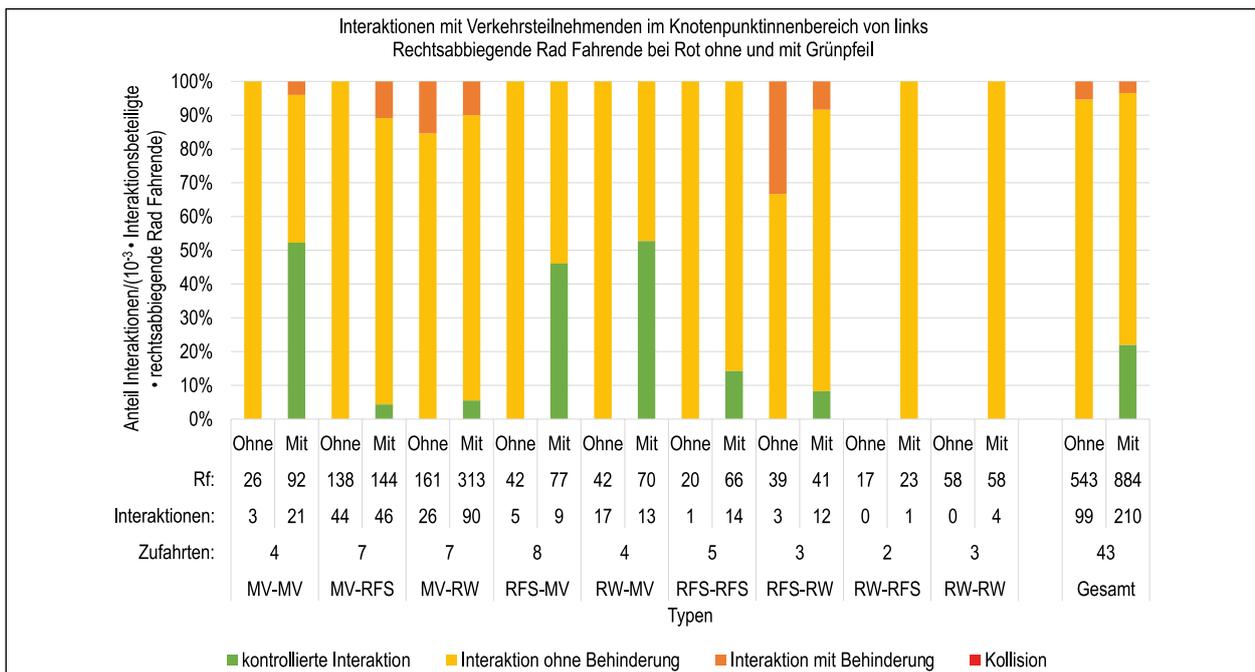


Bild 7.11: Interaktionsstufen im Knotenpunkttinnenbereich von links (rechtsabbiegende Rad Fahrende vs. Kfz/ Rad Fahrende von links) ohne und mit Grünpfeil

- innerhalb der Zu- und Ausfahrttypen RFS-RFS und RFS-RW die IR zugenommen haben und
- innerhalb der anderen Typen vergleichsweise geringe Zahlen an Interaktionen (und damit auch der Unterschiede Vorher und Nachher) registriert wurden, womit kein eindeutiger Rückschluss auf eine Veränderung des Verhaltens mit Grünpfeil-Regelung abzuleiten ist.

Die Betrachtung der Interaktionsstufen (Bild 7.11) zeigt, dass wie im Bereich der Furt 1 in der Zufahrt (vgl. Bild 7.9) mit Grünpfeil-Regelung geringfügig mehr kontrollierte Interaktionen auftreten. Dies ist auf die (wenn auch nur in wenigen Fällen) eingehaltene Anhaltepflicht zurückzuführen.

Die Betrachtung der Einzelstellen ist im Anhang A.12, Bild-A 11 (IR und Beteiligte) und Bild-A 12 dargestellt.

Die IR auf dem Gehweg mit zu Fuß Gehenden (und Rad Fahrenden beim Typ MV-RFS) haben sich mit Anordnung der Grünpfeil-Regelung reduziert (siehe Bild 7.12). Eine Ausnahme stellen die Typen RW-MV, RFS-RFS, RFS-RW dar. Dies ist plausibel, da die Gehwegnutzung mit Grünpfeil weniger häufig auftritt (vgl. Kapitel 7.2, Bild 7.5). Allerdings ist hier auch auf die generell geringe Zahl an Interaktionen hinzuweisen.

Hinsichtlich der Interaktionsstufen (siehe Bild 7.13) sind keine Veränderungen hinsichtlich der Einführung der Grünpfeil-Regelung abzuleiten.

Die Betrachtung der Einzelstellen zeigt A.14, Bild-A 17 (IR und Beteiligte) und Bild-A 18 (Interaktionsstufen).

Die Ergebnisse der Auswertungen der Interaktionen auf Furt 2 in der Ausfahrt sind in Bild 7.14 (IR absolut und Beteiligte) sowie in Bild 7.15 (Interaktionsstufen) dargestellt. Für diese Interaktionen bilden die querenden zu Fuß Gehenden und Rad Fahrenden in der Ausfahrt die Exposition.

Da diese Ströme in der Regel gleichzeitig mit den Rad Fahrenden freigegeben werden, treten Interaktionen mit bei Rot rechtsabbiegenden Rad Fahrenden nur in den Räum- und Zwischenzeiten oder mit bei Rot laufenden/fahrenden Verkehrsteilnehmenden auf der Furt der Ausfahrt statt.

Die Betrachtung der Interaktionen in der Ausfahrt differenziert nach den Beteiligten zeigt, dass

- im Vergleich zu den vorangegangenen Auswertungen die geringsten Zahlen (absolut) von Interaktionen registriert wurden. Auf dieser Basis ist kein eindeutiger Rückschluss auf eine Veränderung des Verhaltens mit Grünpfeil-Regelung abzuleiten.

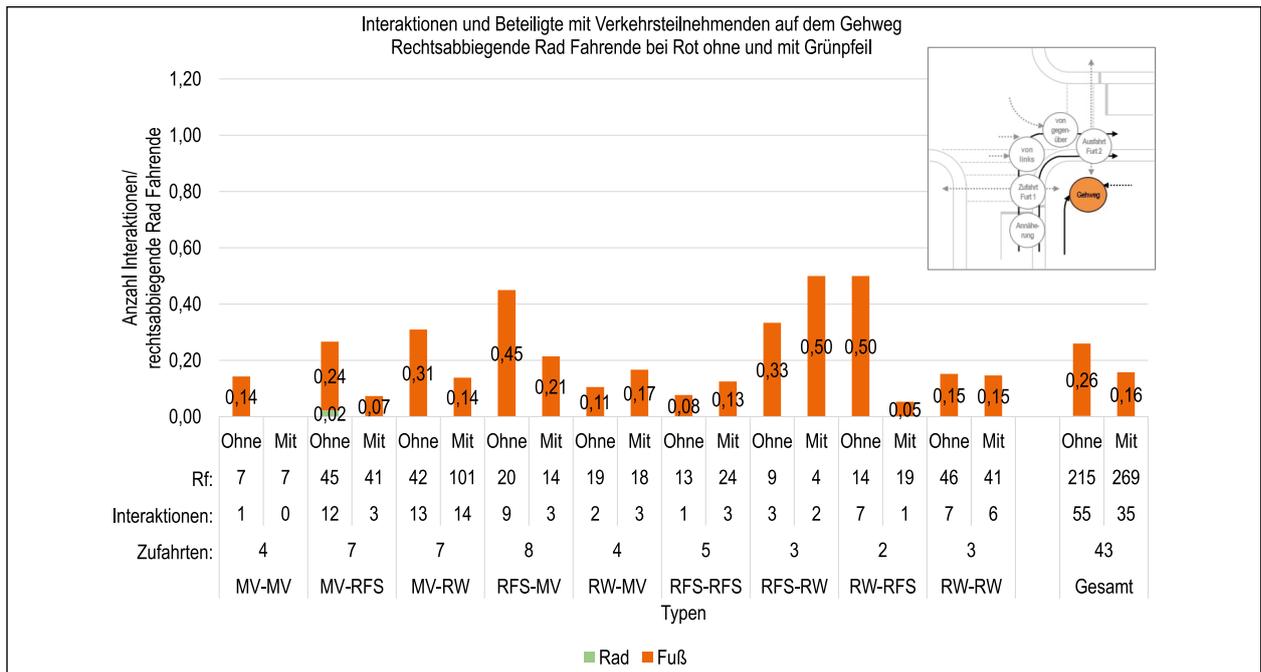


Bild 7.12: Interaktionsraten und Beteiligte auf dem Gehweg (rechtsabbiegende Rad Fahrende vs. zu Fuß Gehende /Rad Fahrende) ohne und mit Grünpfeil

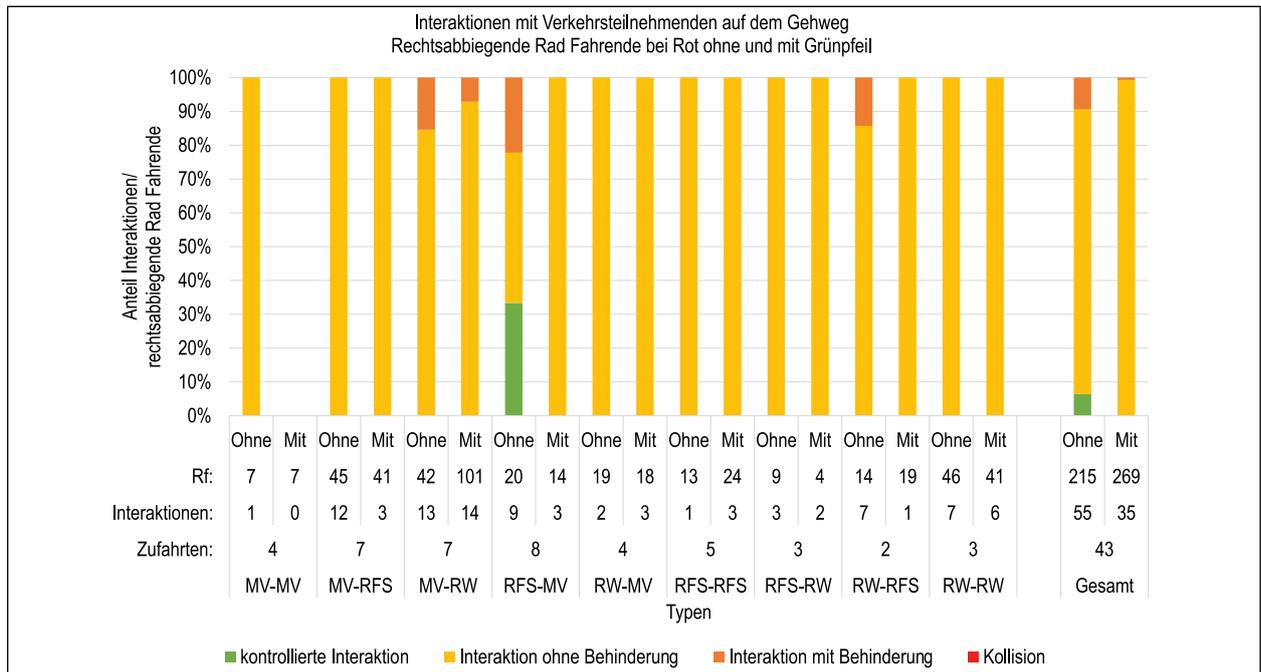


Bild 7.13: Interaktionsstufen auf dem Gehweg (rechtsabbiegende Rad Fahrende vs. zu Fuß Gehende /Rad Fahrende) ohne und mit Grünpfeil

- zu Fuß Gehende und Rad Fahrende gleichermaßen beteiligt sind.

Die Betrachtung der Interaktionsstufen lässt ebenfalls keinen Rückschluss auf eine Veränderung des Verhaltens mit Grünpfeil-Regelung zu.

Die Betrachtung der Einzelstellen zeigt der Anhang A.15, Bild-A 19 (IR und Beteiligte) sowie Bild-A 20 (Interaktionsstufen).

Zusammenfassend zeigt sich, dass durch die (mit wenigen Ausnahmen) vergleichsweise geringe Anzahl an Interaktionen eine eindeutige Ableitung von Tendenzen zwischen den Zu- und Ausfahrtstypen bzw. hinsichtlich der Bewertung von sicherheitsrelevanten Verhaltensänderungen bei Anordnung des Grünpfeils nicht möglich ist.

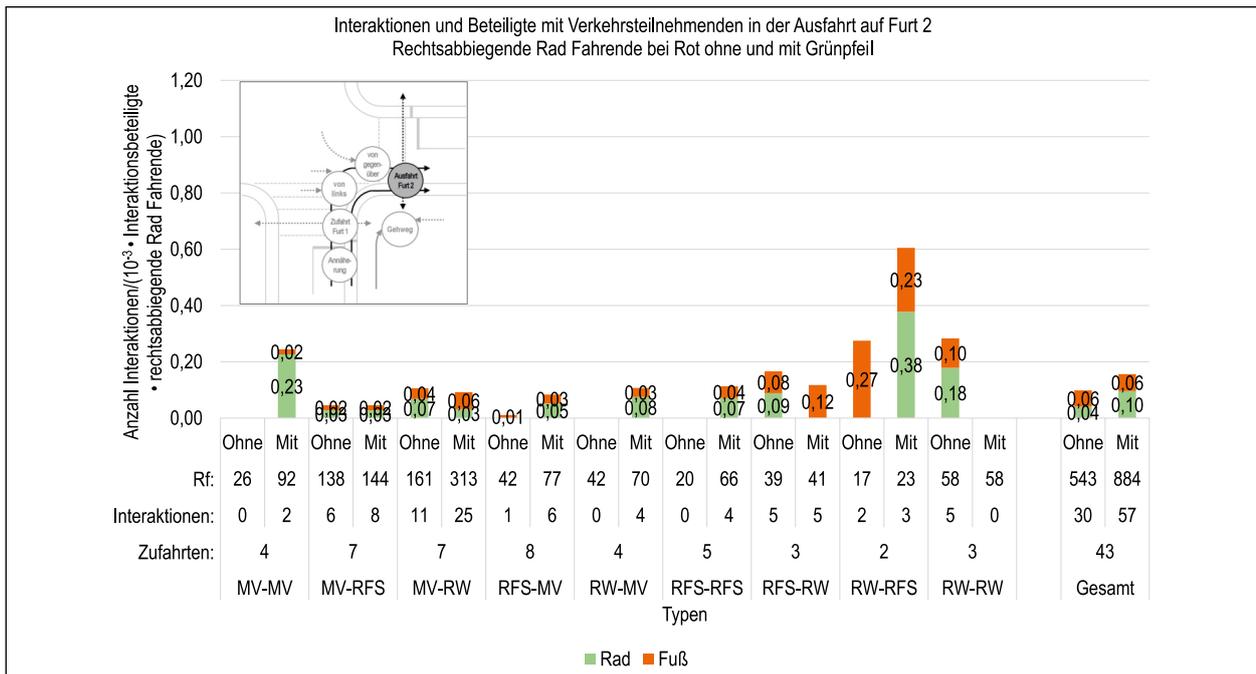


Bild 7.14: Interaktionsraten und Beteiligte auf der Furt 2 (Ausfahrt; rechtsabbiegende Rad Fahrende vs. querende zu Fuß Gehende /Rad Fahrende) ohne und mit Grünpfeil

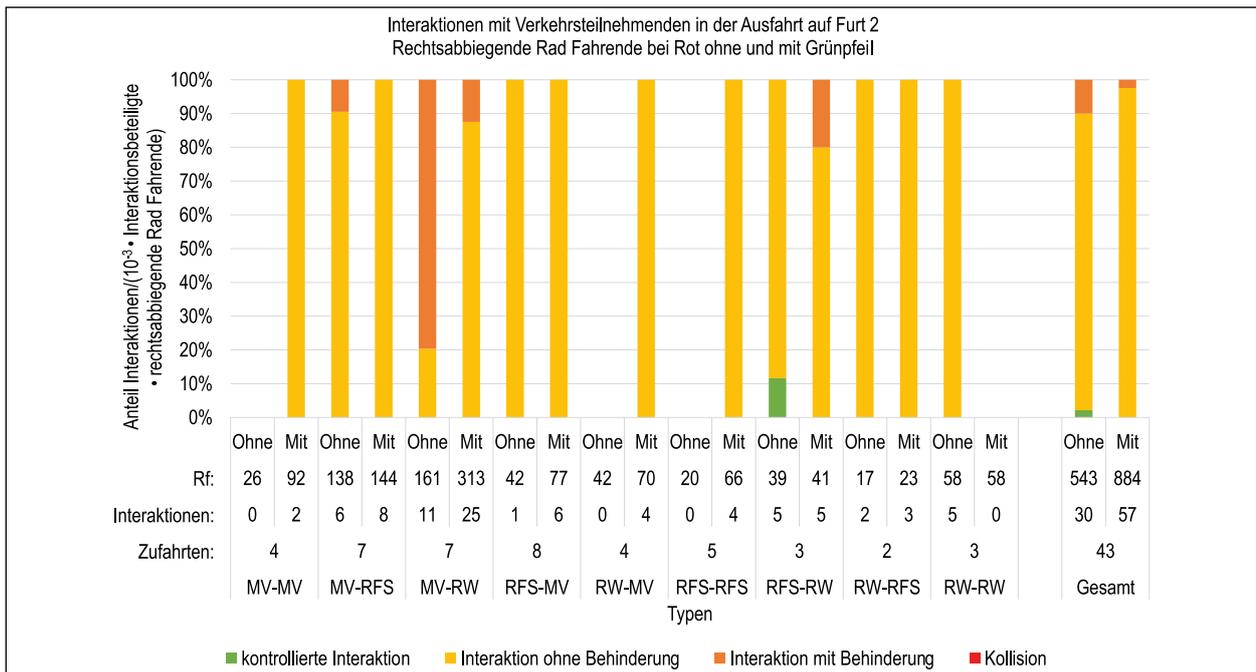


Bild 7.15: Interaktionsstufen auf der Furt 2 (Ausfahrt; rechtsabbiegende Rad Fahrende vs. querende zu Fuß Gehende /Rad Fahrende) ohne und mit Grünpfeil

Die nach den Konfliktpunkten differenzierte Analyse ergibt, dass in der Annäherung

- die IR mit Grünpfeil bis auf wenige Ausnahmen leicht zugenommen haben,
- sowohl ohne als auch mit Grünpfeil vorrangig andere Rad Fahrende an den Interaktionen mit rechtsabbiegenden Rad Fahrenden beteiligt sind,

- eine Verschiebung zu den schwerwiegenden Interaktionen der Stufe 2 und 3 mit Grünpfeil beobachtet wurde.

Für die Furt 1 (Zufahrt) lässt sich zusammenfassend feststellen, dass

- sowohl mit als auch ohne Grünpfeil die Anzahl der Interaktionen sehr gering ist,
- vorrangig zu Fuß Gehende beteiligt sind,

- weder eine Verbesserung noch eine Verschlechterung hinsichtlich der IR mit Einführung der Grünpfeil-Regelung eindeutig abzuleiten ist,
- der Anteil der kontrollierten Interaktionen mit Einführung der Grünpfeil-Regelung leicht steigt.

Im Knotenpunktinnenbereich zeigt sich, dass bei Interaktionen mit Verkehrsteilnehmenden von links

- eher Rad Fahrende als Kfz beteiligt sind,
- die IR innerhalb der Typen MV-RFS und MV-RW gleichgeblieben sind und innerhalb der Typen RFS-RFS und RFS-RW die IR zugenommen haben,
- innerhalb der anderen Typen vergleichsweise geringe Zahlen an Interaktionen registriert wurden, sodass weder eine Verbesserung noch eine Verschlechterung der IR mit Einführung der Grünpfeil-Regelung eindeutig abzuleiten ist.

Interaktionen mit linksabbiegenden Verkehrsteilnehmenden von gegenüber treten so selten auf, dass der Einfluss der Grünpfeil-Regelung auf diese Interaktionen nicht bewertet werden kann bzw. dass für diese Konstellation wenige Konflikte zu erwarten sind.

Interaktionen mit zu Fuß Gehenden und Rad Fahrenden auf dem Gehweg haben sich mit Anordnung der Grünpfeil-Regelung reduziert, wenngleich die absolute Anzahl an Interaktionen mit und ohne Grünpfeil vergleichsweise gering ist.

Für Interaktionen auf Furt 2 (Ausfahrt) lässt sich zusammenfassend feststellen, dass

- im Vergleich zu den anderen Konfliktpunkten die geringsten Zahlen von Interaktionen registriert wurden,
- zu Fuß Gehende und Rad Fahrende gleichermaßen beteiligt sind.

7.3.2 Intensität (PET)

Die Intensität der Konflikte wird anhand der PET bewertet. Dafür werden nur Interaktionen betrachtet, bei denen die PET geringer als 5 Sekunden ist und bei denen sich die Wege der Interaktionsbeteiligten kreuzen. Die Interaktionstypen, für die PET erhoben werden konnten, sind in Bild 7.16 farblich markiert. Bei den Interaktionen mit Beteiligten von links wird im Folgenden nach Rad Fahrenden und Kfz als Interaktionsbeteiligte unterschieden.

Insgesamt konnten für 412 Interaktionen ohne Grünpfeil-Regelung und 556 Interaktionen mit Grünpfeil-Regelung die PET ausgewertet werden. Die Stichprobe teilt sich gemäß Tabelle 7.3 auf Interaktionen bei Grün und Interaktionen bei Rot auf.

Die Interaktionen können weiterhin danach unterschieden werden, dass rechtsabbiegende Rad Fahrende vor oder nach Interaktionsbeteiligten die Konfliktfläche erreichen:

- Rad Fahrende kreuzen vor Interaktionsbeteiligten: Rad Fahrende sehen den Abstand zum Interaktionsbeteiligten als ausreichend an und erreichen die Konfliktfläche als erstes. Die PET entspricht jedoch nicht zwingend der von Rad Fahrenden eingeschätzten Zeitlücke, sondern ist auch von der Reaktion (bremsen, beschleunigen) der Interaktionsbeteiligten abhängig.

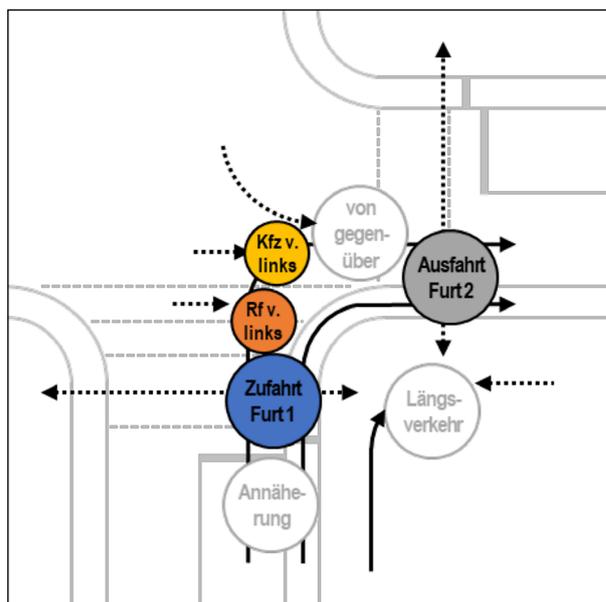


Bild 7.16: Interaktionen mit ermittelbarem PET

Typ	Interaktionen bei Grün		Interaktionen bei Rot	
	Ohne Grünpfeil	Mit Grünpfeil	Ohne Grünpfeil	Mit Grünpfeil
MV-MV	21	13	4	26
MV-RFS	31	50	84	83
MV-RW	27	40	66	103
RFS-MV	48	26	6	32
RFS-RFS	20	32	4	26
RFS-RW	23	25	11	35
RW-MV	28	20	15	29
RW-RFS	1	1	5	3
RW-RW	9	7	9	5
Gesamt	208	214	204	342

Tab. 7.3: Aufteilung der auswertbaren PET auf Pilottypen

- Rad Fahrende befahren nach den Interaktionsbeteiligten die Konfliktfläche: Die messbare PET als Zeitlücke zu Interaktionsbeteiligten ist vorrangig von den Rad Fahrenden eingeschätzt und gewählt. Kleinere Zeitlücken können sicherheitskritisch sein, da die Interaktionsbeteiligte auch nach Verlassen der Interaktionsfläche ihre Geschwindigkeit und Richtung ändern können. Dies wirkt sich zwar nicht auf die PET aus, unter Umständen jedoch auf den räumlichen Abstand zwischen den Interaktionsbeteiligten.

Bereits ohne Grünpfeil ist ein Großteil der Rad Fahrenden bei Rot rechts abgebogen. Es stellt sich die Frage, ob aufgrund der Grünpfeil-Regelung daraus resultierende Interaktionen in ihrer Intensität stärker oder schwächer geworden sind.

In Bild 7.17 sind die Häufigkeitsverteilungen der PET für Interaktionen rechtsabbiegender Rad Fahrender bei Rot dargestellt, bei denen Rad Fahrende als erstes die Interaktionsfläche erreichen. Insgesamt verteilen sich die Häufigkeiten der PET beim Vergleich mit und ohne Grünpfeil-Regelung ähnlich und zeigen nur geringe Abweichungen. In der Tendenz sind die Veränderungen eher positiv, dass bedeutet, es wurden mit Grünpfeil (durchgezogene Linien) weniger häufig kleinere PET gemessen als ohne Grünpfeil (gestrichelte Linien). Während ohne Grünpfeil insgesamt 53 % der Interaktionen eine

PET unter 2 s aufwies, wurde mit Grünpfeil-Regelung nur bei 36 % der Interaktionen eine PET kleiner 2 s gemessen. Die Intensität der Interaktionen mit zu Fuß Gehenden liegt sowohl in der Zu- als auch in der Ausfahrt auf einem ähnlichen Niveau. Im Vergleich ohne und mit Grünpfeil zeigt sich vor allem ein Rückgang kleinerer PETs bis 2,5 s.

Bild 7.18 zeigt die Häufigkeitsverteilungen der PET der Interaktionen rechtsabbiegender Rad Fahrender bei Rot, bei denen Rad Fahrende als zweites die Interaktionsfläche erreichen. Auch hier zeigt sich eine Tendenz zu weniger kleineren PET mit Grünpfeil-Regelung. Ohne Grünpfeil wurde bei 55 % der Interaktionen eine PET unter 2 s gemessen. Mit Grünpfeil-Regelung sank dieser Wert auf 45 %. Optische Ausreißer sind vor allem auch auf eine kleinere Stichprobe zurückzuführen. Im Vergleich der einzelnen Interaktionstypen zeigt sich, dass Interaktionen mit von links kommenden Rad Fahrenden im Knotenpunkt häufiger kleinere PET aufweisen als Konflikte mit querenden zu Fuß Gehenden in der Zufahrt, nicht aber in der Ausfahrt. Zu Fuß Gehende bewegen sich jedoch langsamer fort als Rad Fahrende und benötigen somit länger, um die Interaktionsfläche zu verlassen. Daher kann aus einer größeren Zeitlücke nicht abgeleitet werden, dass der räumliche Abstand zwischen zu Fuß Gehenden und hinter ihnen kreuzenden Rad Fahrenden größer ist als zwischen Rad Fahrenden und hinter ihnen Kreuzenden Rad Fahrenden.

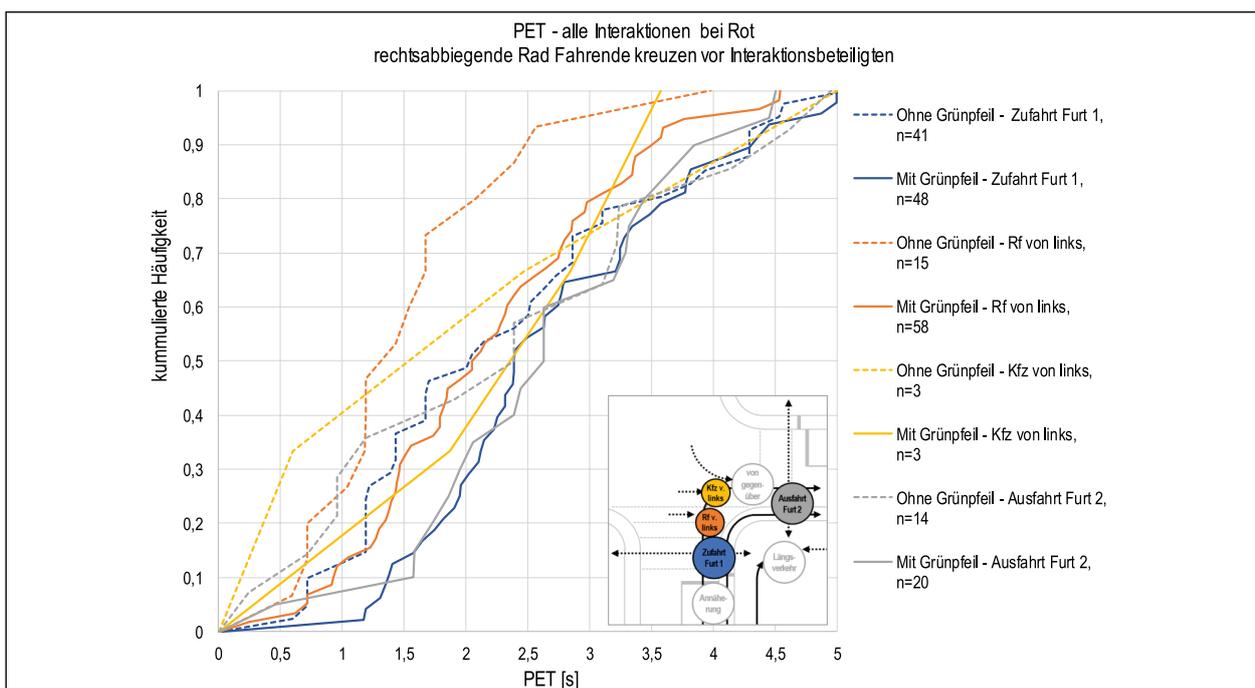


Bild 7.17: Häufigkeitsverteilung PET für alle Interaktionen rechtsabbiegender Rad Fahrender bei Rot über alle Pilotstellen, Rechtsabbiegende Rad Fahrende kreuzen vor Interaktionsbeteiligten

Die Aufteilung der Interaktionen mit auswertbaren PET nach der vorliegenden Infrastruktur führt je nach Pilotstellentyp zu sehr kleinen Kollektiven der einzelnen Interaktionstypen. Daher wird auf die einzelne Darstellung der Häufigkeitsverteilungen verzichtet. Die Auswertung der einzelnen Pilotstellentypen zeigte in keinem Fall ein dem oben beschriebenen Ergebnis entgegengesetztes Bild. Entweder liegen die Häufigkeitsverteilungen mit und ohne Grünpfeil auf gleichem Niveau oder die Intensität

der Interaktionen hat mit Grünpfeil-Regelung abgenommen.

Der Vergleich der PETs von Interaktionen bei Grün und Rot wurde für den Zeitraum der angeordneten Grünpfeil-Regelung analysiert. Es sollen potenzielle Unterschiede in der Intensität der Interaktionen rechtsabbiegender Rad Fahrer bei Rot und bei Grün bewertet werden. Die Abbildungen der Häufigkeitsverteilungen (Bild 7.19 und Bild 7.20) zeigen

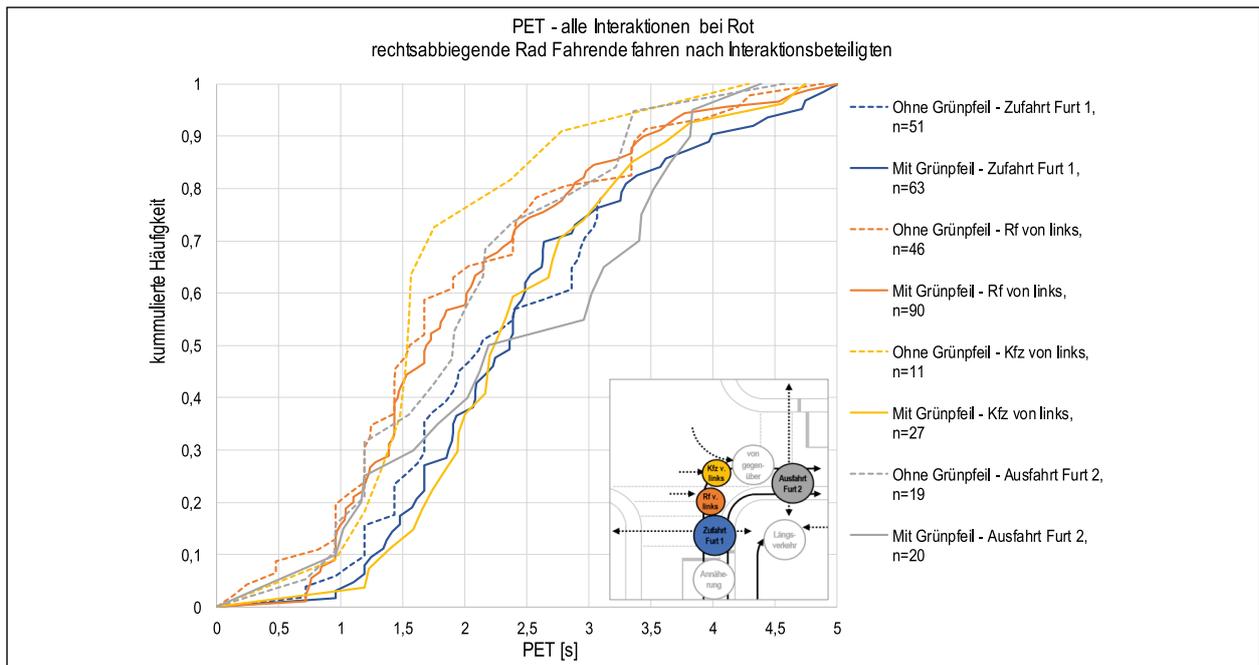


Bild 7.18: Häufigkeitsverteilung PET für alle Interaktionen rechtsabbiegender Rad Fahrer bei Rot über alle Pilotstellen, Rechtsabbiegende Rad Fahrer fahren nach Interaktionsbeteiligten

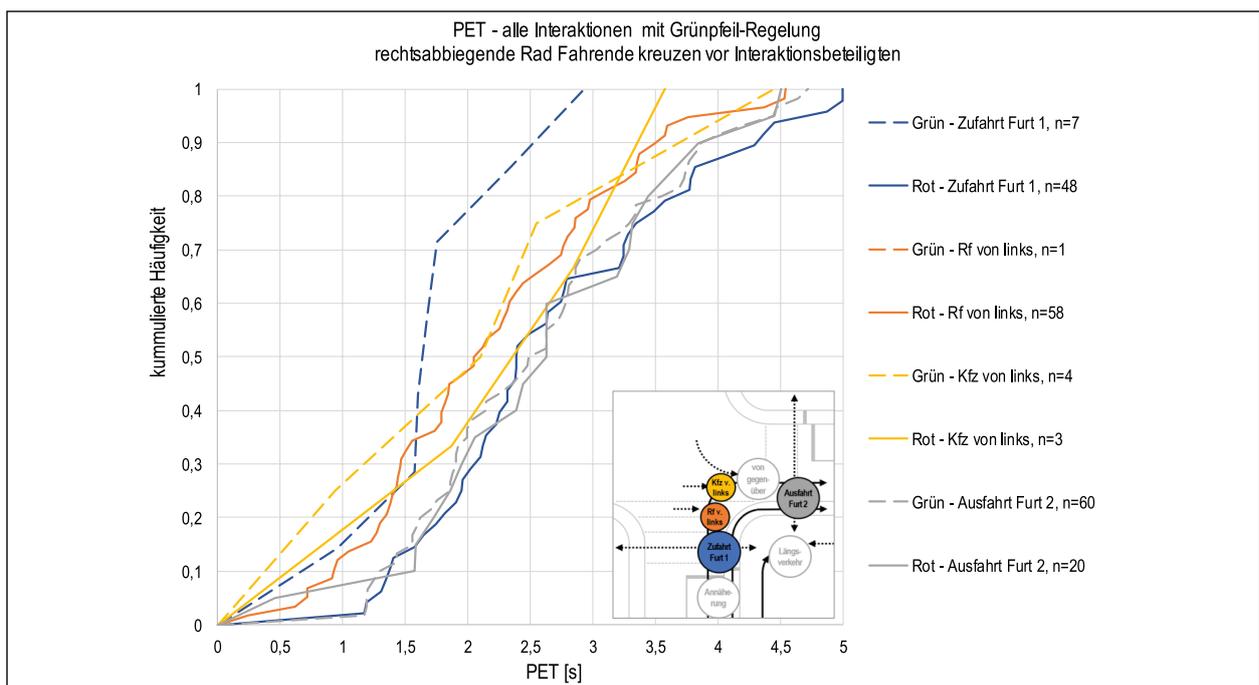


Bild 7.19: Häufigkeitsverteilung PET für alle Interaktionen rechtsabbiegender Rad Fahrer mit Grünpfeil über alle Pilotstellen, Rechtsabbiegende Rad Fahrer kreuzen vor Interaktionsbeteiligten

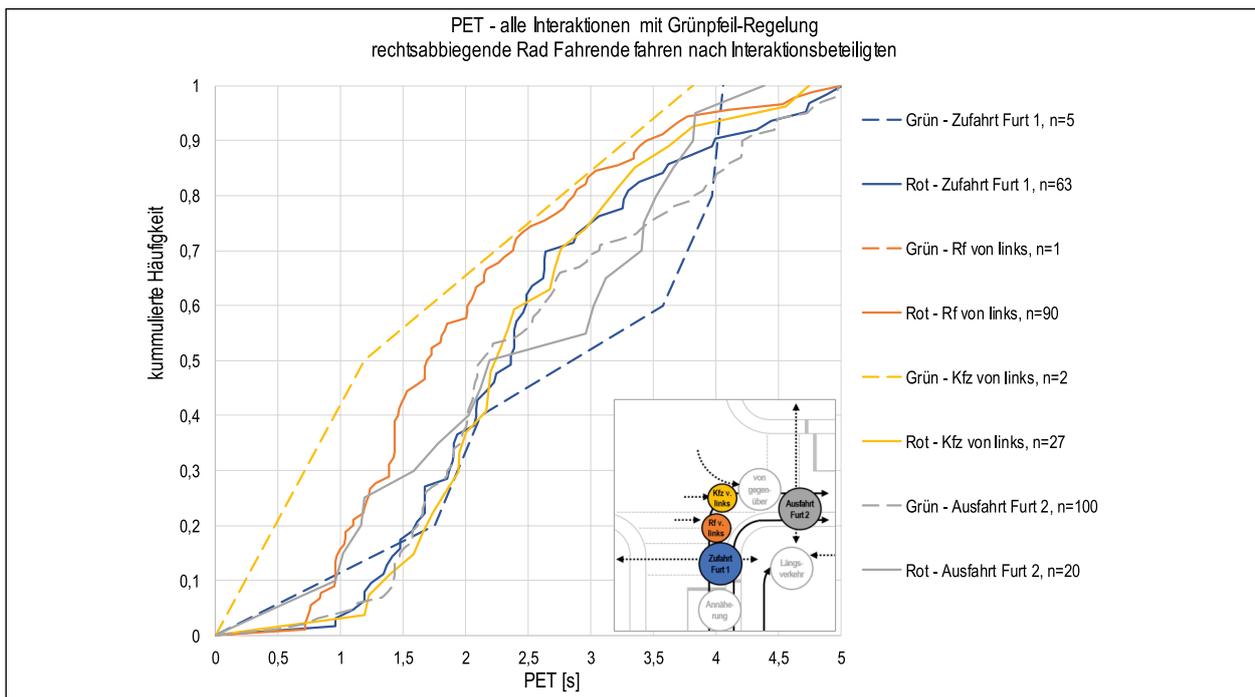


Bild 7.20: Häufigkeitsverteilung PET für alle Interaktionen rechtsabbiegender Rad Fahrender mit Grünpfeil über alle Pilotstellen, Rechtsabbiegende Rad Fahrende fahren nach Interaktionsbeteiligten

weder bei Interaktionen, in denen der Rad Fahrende vor den Interaktionsbeteiligten kreuzt, noch wenn er als zweites die Interaktionsfläche erreicht, einen nennenswerten Unterschied in der Intensität der PET. Einzelne Interaktionstypen, die in den Abbildungen häufiger kleinere PET aufweisen und stärker von anderen Häufigkeitsverteilungen abweichen, sind vor allem Interaktionen, die entweder nur bei Grün oder nur bei Rot häufiger auftreten. Vor allem die Interaktion zwischen rechtsabbiegenden Rad Fahrenden bei Rot und von links kommenden Rad Fahrenden, bei denen rechts abbiegende Rad Fahrende als zweites die Konfliktfläche erreichen, weist häufiger kleinere PETs auf.

Zusammenfassend lässt sich zur Intensität der Interaktionen sagen, dass mit Einführung der Grünpfeil-Regelung

- eine leichte Tendenz zu häufiger größeren PETs erkennbar ist¹³. Dies gilt sowohl für Interaktionen, bei denen Rad Fahrende vor Interaktionsbeteiligten kreuzen, als auch für Rad Fahrende, die nach Interaktionsbeteiligten fahren,
- die Intensität der Interaktionen mit zu Fuß Gehenden sowohl in der Zu- als auch in der Ausfahrt auf einem ähnlichen Niveau liegt (wenn

Rad Fahrende vor Interaktionsbeteiligten kreuzen),

- Interaktionen mit von links kommenden Rad Fahrenden im Knotenpunkt häufiger kleinere PET aufweisen als Interaktionen mit querenden zu Fuß gehenden in der Zufahrt (wenn Rad Fahrende nach Interaktionsbeteiligten fahren),
- vor allem die Interaktion zwischen rechtsabbiegenden Rad Fahrenden bei Rot und von links kommenden Rad Fahrenden (wenn Rad Fahrende nach Interaktionsbeteiligten fahren) häufiger kleinere PETs aufweist als andere Interaktionstypen.

Ein Unterschied in den Häufigkeitsverteilungen der PET zwischen den einzelnen Typen der Pilotstellen konnte, auch auf Grund sehr kleiner Kollektive, nicht festgestellt werden. Mit den Ergebnissen wird die Auffälligkeit der Interaktion zwischen rechtsabbiegenden mit von links kommenden Rad Fahrenden aus dem Kapitel 7.3.1 unterstrichen. Auch bei Betrachtung der PET wird diese Interaktion als im Vergleich kritischste Interaktion eingeordnet.

7.3.3 Einzelstellenanalyse

Um Empfehlungen hinsichtlich der Infrastruktur oder Einsatzgrenzen hinsichtlich der Verkehrsstär-

¹³ Größere PETs werden üblicherweise als weniger sicherheitskritisch eingeordnet, da mehr Reaktionszeit und Reaktionsraum den Interaktionsbeteiligten zur Verfügung steht.

Bereich	Pilot- stelle	Typ	Anzahl Interak- tionen	Rechtsabbie- gende Rad Fahrende bei Rot [Rf /3h]	Verkehrsstär- ke Beteiligte [V /3h]	Auffälligkeiten	
						Verkehrlich (Beteiligte)	Infrastruktur
Annäherung	5	MV- RFS	10	19	238 Rf (in 6h) 553 Kfz (in 6h)	<ul style="list-style-type: none"> • leichte Zunahme Rf • leichte Abnahme Kfz 	<ul style="list-style-type: none"> • MV in der Zufahrt • ARAS
	11	MV- RFS	37	32	185 Rf 215 Kfz	<ul style="list-style-type: none"> • leichte Zunahme Rf und Kfz 	<ul style="list-style-type: none"> • MV in der Zufahrt
	17	MV- RW	50	54	276 Rf 730 Kfz	<ul style="list-style-type: none"> • leichte Zunahme Rf und Kfz • generell hohe Verkehrsstärke 	<ul style="list-style-type: none"> • MV in der Zufahrt
	30	RW- MV	5	17	316 Rf	<ul style="list-style-type: none"> • leichte Zunahme Rf 	<ul style="list-style-type: none"> • schmaler Radweg aufgrund von Eckausrundung
	34	RFS- RFS	7	18	152 Rf	<ul style="list-style-type: none"> • leichte Zunahme Rf 	<ul style="list-style-type: none"> • ARAS
	37	RFS- RW	49	33	1048 Rf	<ul style="list-style-type: none"> • starke Zunahme Rf • generell die meisten Rf im Kollektiv 	<ul style="list-style-type: none"> • keine Auffälligkeiten
Furt 1	11	MV- RFS	30	32	497 Fg + Rf	<ul style="list-style-type: none"> • leichte Abnahme Fg und Rf • generell hohe Verkehrsstärken 	<ul style="list-style-type: none"> • Sicht eingeschränkt (enge Bebauung, Baustelle im Nachher-Zeitraum)
	37	RFS- RW	20	33	341 Fg + Rf	<ul style="list-style-type: none"> • leichte Abnahme Fg und Rf • generell die meisten Rf im Kollektiv in der Annäherung → viele Abstimmungen in der Annäherung → weniger Aufmerksamkeit auf der Furt 	<ul style="list-style-type: none"> • keine Auffälligkeiten
von Links	11	MV- RFS	31	32	485 Rf	<ul style="list-style-type: none"> • starke Zunahme Rf • generell hohe Verkehrsstärke 	<ul style="list-style-type: none"> • Sicht eingeschränkt (enge Bebauung, Baustelle im Nachher-Zeitraum)
	18	MV- RW	22	35	501 Rf	<ul style="list-style-type: none"> • starke Zunahme Rf • generell hohe Verkehrsstärke 	<ul style="list-style-type: none"> • kompakte Zufahrt (kurze Radverkehrsfurt) → kurze Wege → geringe Reaktionszeit
	37	RFS- RW	11	33	131 Rf	<ul style="list-style-type: none"> • leichte Abnahme • generell die meisten Rf im Kollektiv in der Annäherung → viele Abstimmungen in der Annäherung → weniger Aufmerksamkeit im Knotenpunkttinnenbereich 	<ul style="list-style-type: none"> • keine Auffälligkeiten
Furt 2	14	MV- RW	10	29	184 Fg + Rf	<ul style="list-style-type: none"> • leichte Zunahme Fg und Rf • durchschnittliche Verkehrsstärke 	<ul style="list-style-type: none"> • Radweg in der Ausfahrt nicht gut erkennbar • Fg stehen teilweise auf Radweg

Tab. 7.4: Ergebnis Einzelstellenanalyse

ke abzuleiten, wurden aufbauend auf den bisherigen Erkenntnissen die einzelnen Pilotstellen separat analysiert. Hierzu wurden die Betrachtungen der Einzelstellen zugrunde gelegt (vgl. A.9 bis A.15), wobei zunächst für jeden Konfliktpunkt Stellen identifiziert wurden, innerhalb derer eine deutliche Zunahme der Interaktionsrate IR mit Einführung der Grünpfeil-Regelung zu verzeichnen war. Darauf aufbauend wurden die Pilotstellen genauer analysiert, bei denen je Konfliktpunkt ≥ 5 Interaktionen registriert wurden. Die Analyse erfolgte hinsichtlich verkehrlicher (Veränderung Verkehrsstärke, gene-

relle Höhe der Verkehrsstärke) und infrastruktureller Auffälligkeiten. Die Ergebnisse dieser Analyse sind in Tabelle 7.4 dargestellt. Differenziert nach den Konfliktpunkten zeigt die Einzelstellenanalyse, dass Interaktionen in der Annäherung mit Grünpfeil zugenommen haben, wenn

- der Radverkehr im Mischverkehr geführt wird,
- aufgeweitete Radaufstellstreifen (ARAS) vorhanden sind,

- die Verkehrsstärke in der Zufahrt hoch ist bzw. zugenommen hat.

Interaktionen auf der Furt 1 in der Zufahrt und Interaktionen mit Rad Fahrenden von links werden begünstigt, wenn

- die Sicht nach links und rechts eingeschränkt ist (auch durch temporäre Einflüsse wie Baustellen),
- hohe Verkehrsstärken auf der Furt vorliegen,
- sich die Komplexität der Situation durch eine hohe Verkehrsstärke in der Pilotzufahrt erhöht.

Starke Zunahmen innerhalb der Furt 2 in der Ausfahrt konnten nur an einer Pilotstelle beobachtet werden. An dieser Stelle ist der Radweg in der Ausfahrt schlecht erkennbar. Das führt in der Folge dazu, dass zu Fuß Gehende nicht gesehen werden, die auf die Freigabe warten und zum Teil auf dem Radweg stehen.

7.4 Bewegungslinien

Über alle Erhebungsstellen wurden für den Zeitraum von drei Stunden die Bewegungslinien der rechtsabbiegenden Rad Fahrenden erfasst. Es wurden die Streckentypen unterschieden sowie die Bewegungslinien getrennt nach rechtsabbiegenden Rad Fahrenden bei Rot und bei Grün dargestellt (siehe Tabelle 7.5 bis Tabelle 7.8). Die Bewegungslinien stellen eine Ergänzung zu der Analyse der Akzeptanz der Radverkehrsführung in Kapitel 7.2 dar. Die Bewegungslinien ermöglichen die Beurteilung

der Charakteristik der Gehwegnutzung durch rechtsabbiegende Rad Fahrende.

Mischverkehr – Mischverkehr:

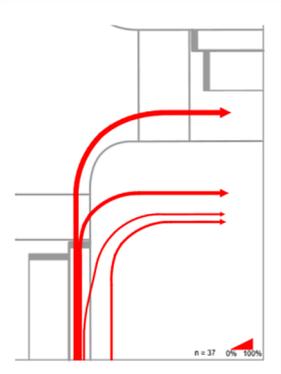
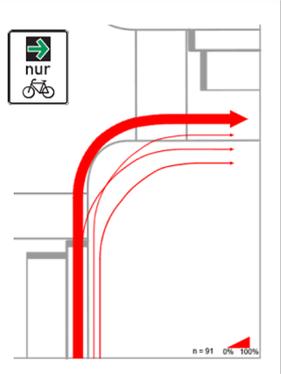
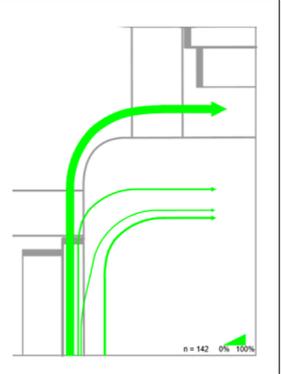
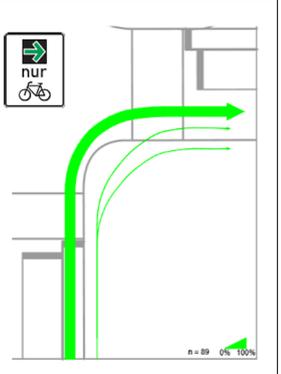
Ohne Grünpfeil bogen mehr Rad Fahrende bei Grün als bei Rot rechts ab. In beiden Situationen wurde teilweise auf den Gehweg ausgewichen. Bei Rot wurde dabei vermehrt erst auf Höhe der Fußgängerfurt oder kurz davor auf den Gehweg ausgewichen (siehe Tabelle 7.5).

Mit Grünpfeil erhöht sich der Anteil der Rad Fahrenden auf der Fahrbahn, sowohl bei Rot als auch bei Grün. Wenn über den Gehweg abgebogen wird, dann fahren die Rad Fahrenden fast ausschließlich auch in der Zufahrt schon auf dem Gehweg.

Mischverkehr – Radfahrstreifen

Ohne Grünpfeil nutzen die bei Grün rechtsabbiegenden Rad Fahrenden in den meisten Fällen den vorgesehenen Weg auf der Fahrbahn. Die bei Rot abbiegenden Rad Fahrenden fuhren im Knotenpunkttinneren und in der Ausfahrt zum Teil auf dem Gehweg, zum Teil auf dem Radfahrstreifen, siehe Tabelle 7.6. Bei den Beobachtungen konnte kein Zusammenhang zwischen dem Ausweichen auf den Gehweg und den von links kommenden Rad Fahrenden auf dem Radfahrstreifen erkannt werden. Frühzeitiges Ausweichen auf den Gehweg stand vor allem im Zusammenhang mit vor der LSA wartenden Fahrzeugen.

Besonderheiten ließen sich nur an einer Stelle beobachten: An einem Knotenpunkt befindet sich eine Tankstelle rechts der Abbiegebeziehung, über deren Fläche fast alle rechtsabbiegenden Rad Fah-

Typ	Rechtsabbiegen bei Rot		Rechtsabbiegen bei Grün	
	Ohne Grünpfeil	Mit Grünpfeil	Ohne Grünpfeil	Mit Grünpfeil
Mischverkehr-Mischverkehr MV-MV	 n = 37	 n = 91	 n = 142	 n = 89

Tab. 7.5: Bewegungslinien rechtsabbiegender Rad Fahrender, Typ Mischverkehr-Mischverkehr

renden fahren. An einer ähnlichen Pilotstelle mit angrenzender Tankstelle wurde dies nicht beobachtet.

Mit Grünpfeil fährt ein etwas größerer Anteil rechtsabbiegender Rad Fahrender bei Rot und Grün auf der Fahrbahn und dem Radfahrstreifen. Die Gehwegfahrten sind jedoch weiterhin vorhanden und zeigen kein klares Muster. Es wird entweder der Gehweg (und auch die angrenzende Tankstelle) als Abkürzung genutzt, auf Höhe der Furt in der Zufahrt auf den Gehweg gewechselt oder vom Gehweg über die Furt in der Ausfahrt auf den Radfahrstreifen gefahren.

Mischverkehr – Radweg

Ohne Grünpfeil nutzten die meisten Rad Fahrenden auch bei Rot den vorgesehenen Abbiegeweg, siehe Tabelle 7.6. Wenn dennoch über den Gehweg rechts abgebogen wurde, dann wurde meist kurz vor der Haltlinie auf den Gehweg gewechselt. In wenigen Fällen wurde auch in der Zufahrt schon der Gehweg genutzt, da vor der LSA viele Fahrzeuge warteten.

Mit Grünpfeil vergrößert sich der Anteil der Rad Fahrenden, die bei Rot den vorgesehenen Abbiegeweg nutzen, nur gering. Es verbleiben Gehwegfahr-

ten bei denen die Rad Fahrenden auch in der Ausfahrt weiter auf dem Gehweg bleiben. Bei Grün werden wie auch ohne Grünpfeil nur wenige Gehwegfahrten in der Zufahrt beobachtet, während in der Ausfahrt von fast allen Rad Fahrenden der Radweg gewählt wird.

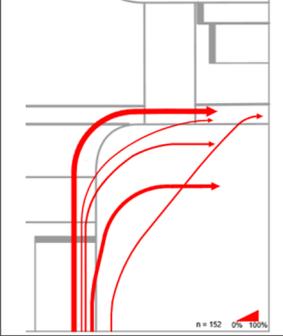
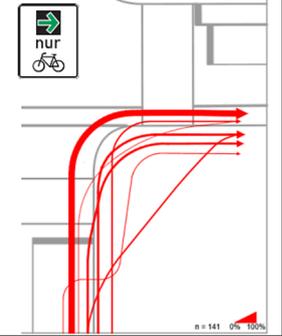
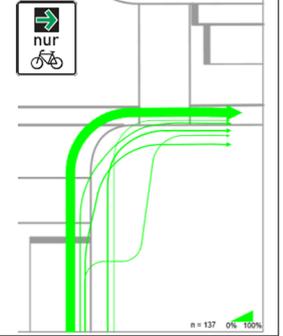
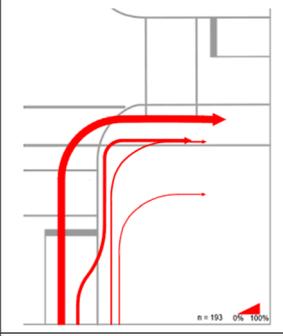
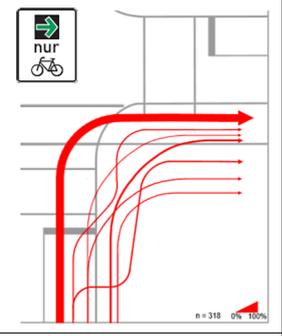
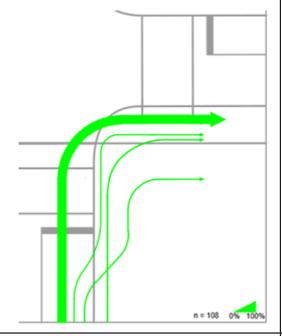
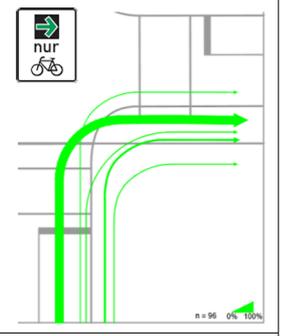
Radfahrstreifen – Mischverkehr

Ohne Grünpfeil wurde bei Rot vermehrt über den Gehweg abgebogen, wie in Tabelle 7.7 erkennbar ist. Der Gehweg wurde vor dem Knotenpunkt und im Knotenpunktbereich genutzt. Fast alle Rad Fahrenden fuhren auf Höhe der Fußgängerfurt in der Ausfahrt wieder auf die Fahrbahn.

Mit Grünpfeil erhöht sich sowohl bei Rot als auch bei Grün der Anteil der Rad Fahrenden, die vom Radfahrstreifen in den Mischverkehr abbiegen. Bei Grün nutzen mit Grünpfeil im Gegensatz zur Beobachtung ohne Grünpfeil einzelne Rad Fahrende auch in der Ausfahrt den Gehweg.

Radweg – Mischverkehr

Ohne Grünpfeil bogen sowohl bei Rot als auch bei Grün Rad Fahrende teilweise nach rechts über den Gehweg ab, siehe Tabelle 7.7. Bei Grün wechselten Rad Fahrende erst auf Höhe der Haltlinie auf den

Typ	Rechtsabbiegen bei Rot		Rechtsabbiegen bei Grün		
	Ohne Grünpfeil	Mit Grünpfeil	Ohne Grünpfeil	Mit Grünpfeil	
Mischverkehr - Radverkehrsanlage	MV-RFS	 n = 152	 n = 141	 n = 143	 n = 137
	MV-RW	 n = 193	 n = 318	 n = 108	 n = 96

Tab. 7.6: Bewegungslinien rechtsabbiegender Rad Fahrender, Typ Mischverkehr Radverkehrsanlage

Typ	Rechtsabbiegen bei Rot		Rechtsabbiegen bei Grün	
	Ohne Grünpfeil	Mit Grünpfeil	Ohne Grünpfeil	Mit Grünpfeil
Radverkehrsanlage - Mischverkehr	<p>n = 44</p>	<p>n = 46</p>	<p>n = 152</p>	<p>n = 90</p>
	<p>n = 44</p>	<p>n = 65</p>	<p>n = 140</p>	<p>n = 154</p>

Tab. 7.7: Bewegungslinien rechtsabbiegender Rad Fahrender, Typ Radverkehrsanlage Mischverkehr

Gehweg, um in der Ausfahrt die Fahrbahn zu umfahren. Bei Rot wechselten Rad Fahrende tendenziell frühzeitig auf den Gehweg und umfahren die Haltlinie.

Mit Grünpfeil reduziert sich der Anteil der Gehwegfahrten bei Rot leicht. In den verbleibenden Fällen wird die Haltlinie seltener umfahren. Die Rad Fahrenden wechseln nach Überfahren der Haltlinie auf den Gehweg. Dort fahren sie weiter und wechseln nicht auf die Fahrbahn. Teilweise wird beim Rechtsabbiegen bei Rot mit Grünpfeil schon in der Zufahrt auf der Fahrbahn gefahren. Dies ist sowohl mit als auch ohne Grünpfeil auch bei Grün zu beobachten.

Radfahrstreifen – Radfahrstreifen

Ohne Grünpfeil bogen nur wenige Rad Fahrende bei Rot rechts ab, dann jedoch vermehrt über den Gehweg. Der Wechsel erfolgte dabei meist weit vor dem Knotenpunkt, wie Tabelle 7.8 zeigt. Im Bereich der Fußgängerfurt in der Ausfahrt wurde teilweise zurück auf den Radfahrstreifen gewechselt.

Mit Grünpfeil steigt die anteilige Nutzung des Radfahrstreifen sowohl in der Zu- als auch Ausfahrt, vor allem bei Rot, deutlich an. Beim Abbiegen bei Grün wurde nicht mehr beobachtet, dass in der Ausfahrt

die Fahrbahn anstatt des Radfahrstreifens genutzt wurde.

Radfahrstreifen – Radweg

Fast alle Rad Fahrenden fahren an den Pilotstellen auf den vorgesehenen Flächen, sowohl mit als auch ohne Grünpfeil (siehe Tabelle 7.8). Dies ist unabhängig davon, ob sie bei Rot oder Grün abbiegen. Nur vereinzelt, wird nach dem Abbiegen nicht der Radweg, sondern die Fahrbahn genutzt.

Radweg (mit ARAS) – Radfahrstreifen

Für diesen Typ konnte eine Stelle ausgewertet werden (Sonderfall). Der Radweg wird kurz vor der Haltlinie in eine aufgeweitete Radaufstellfläche auf der Fahrbahn überführt (siehe Tabelle 7.8). Ohne Grünpfeil zeigte sich, dass rechtsabbiegender Rad Fahrende diese Verschwenkung nur selten berücksichtigen. Sowohl bei Rot als auch bei Grün wird meist über den Gehweg abgelenkt.

Mit Grünpfeil verändert sich dieses Verhalten nur bei Grün. Rechtsabbiegender Rad Fahrende bei Rot nutzen weiterhin den Gehweg.

Typ	Rechtsabbiegen bei Rot		Rechtsabbiegen bei Grün		
	Ohne Grünpfeil	Mit Grünpfeil	Ohne Grünpfeil	Mit Grünpfeil	
Radverkehrsanlage - Radverkehrsanlage	RFS-RFS	 n = 20	 n = 62	 n = 60	 n = 58
	RFS-RW	 n = 40	 n = 42	 n = 103	 n = 81
	RW-RFS	 n = 17	 n = 16	 n = 6	 n = 4
	RW-RW	 n = 62	 n = 58	 n = 29	 n = 36

Tab. 7.8: Bewegungslinien rechtsabbiegender Rad Fahrender, Typ Radverkehrsanlage Radverkehrsanlage

Radweg – Radweg

Ohne Grünpfeil kürzten rechtsabbiegende Rad Fahrende bei Rot fast immer über den Gehweg ab (siehe Tabelle 7.8). Dabei wurde teilweise auch rechts am LSA-Mast vorbeigefahren.

Mit Grünpfeil erhöht sich der Anteil derer, die links am LSA-Mast bei Rot und bei Grün vorbeifahren. Der Gehweg wird dabei nur im Kurvenbereich für einen kurzen Bereich befahren. Bei Rot abbiegende Rad Fahrende verbleiben jedoch vielfach auch in der Ausfahrt auf dem Gehweg.

Zusammenfassend kann aus der Erhebung der Bewegungslinien rechts abbiegender Rad Fahrer abgeleitet werden, dass mit Einführung der Grünpfeil-Regelung

- sich bei allen Pilottypen der Anteil der Rad Fahrer, die über den Gehweg abbiegen, reduziert hat,
- sowohl bei Rot als auch bei Grün anteilmäßig häufiger der vorgesehene Fahrweg genutzt wird. Dies gilt etwas stärker für Fahrbahnführungen als für Seitenraumführungen und betrifft sowohl die Zufahrt als auch die Ausfahrt,
- seltener vor der Haltlinie auf den Gehweg gewechselt wird, um die LSA zu umfahren.

7.5 Überholabstände

An fünf Pilotstellen wurden in einem Zeitraum von jeweils drei Stunden für insgesamt 151 Überholvorgänge seitliche Abstände zwischen Verkehrsteilnehmern ermittelt. In Bild 7.21 ist die Stichprobe der Abstandsmessungen je Pilotstelle dargestellt. Dabei wird unterschieden, ob jeweils ein Kfz oder ein Rad Fahrer überholt wurde. Wurden mehrere Fahrzeuge nacheinander überholt, wurden die jeweiligen Überholabstände separat berücksichtigt. An Stellen mit Radfahrstreifen oder Radweg wurden keine Abstände zu haltenden Kfz erhoben, da sich diese auf einem anderen Teil der Fahrbahn befinden. Bei den drei analysierten Pilotstellen mit Mischverkehr in der Zufahrt wurden insgesamt 90 Kfz von rechtsabbiegenden Rad Fahrer überholt. Eine Überholung haltender Rad Fahrer konnte in 61 Fällen beobachtet werden. Ein Vergleich der Anzahl der Überholvorgänge mit und ohne Grünpfeil zeigt bei drei von fünf Pilotstellen mehr Überholungen mit Grünpfeil. Dabei sind jedoch auch die veränderten Verkehrsaufkommen zu berücksichtigen.

Je Überholvorgang wurde aufgenommen, ob rechtsabbiegende Rad Fahrer rechts oder links an den Fahrzeugen vorbeifuhren. Bild 7.22 zeigt die Überholungen haltender Kfz in der Annäherung des Knotenpunktes. Nur in fünf von 90 Fällen wurden Kfz links überholt. Der Großteil der Rad Fahrer fährt am rechten Fahrbahnrand vor bis zur Haltlinie. Schlängelfahrten, bei denen Rad Fahrer erst links und dann rechts oder andersherum Kfz überholt haben, wurden nicht beobachtet.

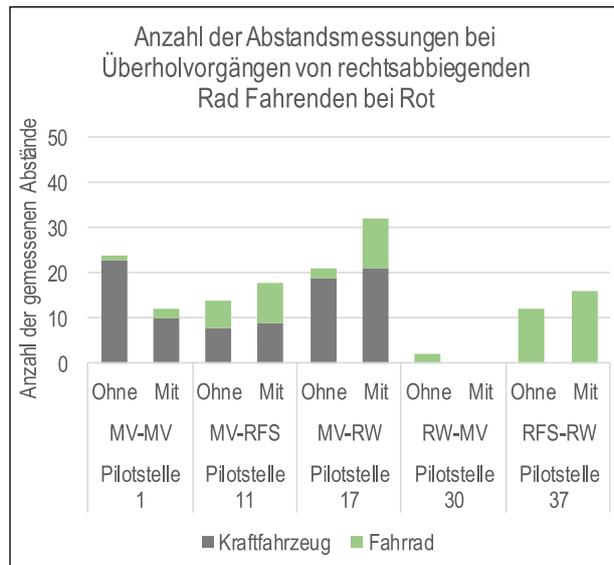


Bild 7.21: Anzahl der Abstandsmessungen bei Überholvorgängen von rechtsabbiegenden Rad Fahrern bei Rot

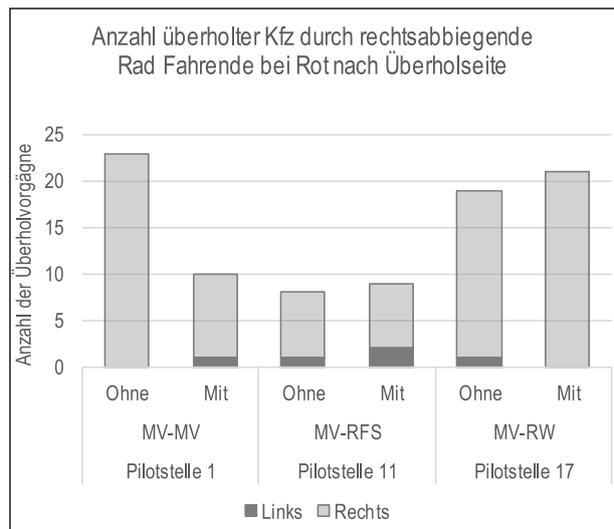


Bild 7.22: Anzahl der Überholungen von Kfz durch rechtsabbiegende Rad Fahrer bei Rot nach Überholseite

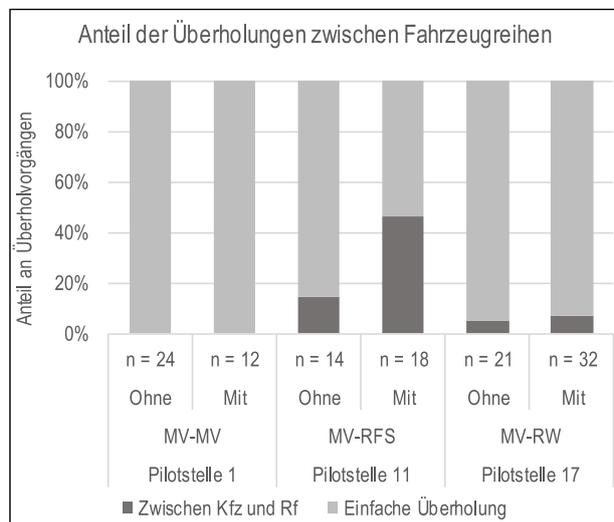


Bild 7.23: Anteil der Überholungen zwischen Fahrzeuggreihen

Zusätzlich wurde bei den Stellen mit Mischverkehr in der Annäherung erhoben, ob Rad Fahrende zwischen haltenden Kfz und haltenden Rad Fahrenden vor bis zur Haltlinie fahren. Das Fahren zwischen Fahrzeugreihen ist nach § 5 Abs. 8 StVO nicht zugelassen (vgl. Kapitel 2.1). In Bild 7.23 sind die Anteile der Überholungen zwischen Fahrzeugreihen dargestellt. An der Pilotstelle vom Typ MV-RFS konnte ein deutlicher Anstieg der Überholungen zwischen Fahrzeugreihen von Kfz und Rad Fahrenden mit Grünpfeil-Regelung beobachtet werden. An den anderen Stellen traten nahezu keine oder gar keine Fahrten zwischen Fahrzeugreihen von haltenden Kfz und haltenden Rad Fahrenden auf.

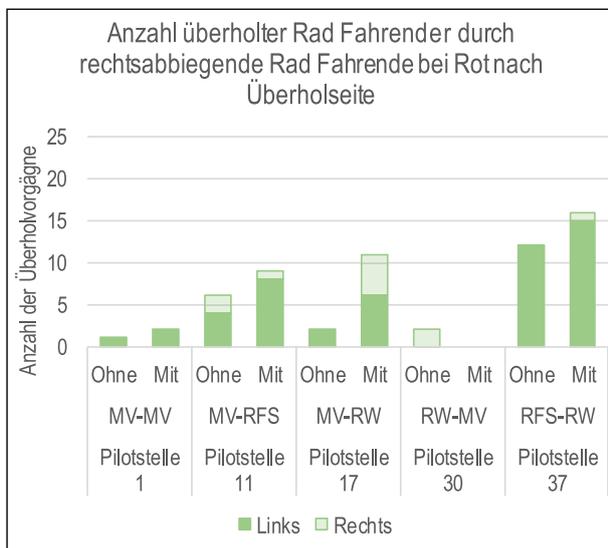


Bild 7.24: Anzahl der Überholungen von Rad Fahrenden durch rechtsabbiegende Rad Fahrende bei Rot nach Überholseite

In Bild 7.24 sind die Überholungen haltender Rad Fahrender in der Annäherung dargestellt. Auch dabei wurden mit Grünpfeil bei vier von fünf Stellen mehr Überholungen festgestellt. 81 % der Rad Fahrenden überholen haltende Rad Fahrende auf deren linken Seite. Im Gegensatz dazu überholten an der Pilotstelle vom Typ MV-RW mit Grünpfeil knapp 50 % der Rad Fahrenden auf der rechten Seite. Dabei handelt es sich nicht um Gehwegfahrten sondern um Überholvorgänge auf der Fahrbahn. Rad Fahrende, die an dieser Stelle links abbiegen wollen, stellen sich meist auch innerhalb des Fahrstreifens links auf, sodass rechts abbiegende Rad Fahrende am rechten Fahrbahnrand durchfahren können. Schlingelfahrten, bei denen Rad Fahrende erst links und dann rechts oder andersherum Rad Fahrende überholt haben, wurden nicht beobachtet. Zwei Rad Fahrende wurden dabei beobachtet, wie sie zwischen zwei weit auseinander haltenden Rad Fahrenden hindurch fahren.

Die Überholabstände, die rechtsabbiegende Rad Fahrende zu Kfz einhalten, sind in Bild 7.25 dargestellt. Nur beim Typ MV-RW wurden mit Grünpfeil kleinere Abstände zum überholten Kfz gemessen. Die Abstände unterscheiden sich jedoch in Abhängigkeit der vorliegenden Fahrstreifenbreite. An der Stelle vom Typ MV-MV ist der Fahrstreifen 5 m breit, sodass sich Kfz mittig bzw. weit links aufstellen können und Rad Fahrende auf dem Schutzstreifen mit im Mittel 96 cm lichtem Abstand (bei angeordnetem Grünpfeil) an Kfz vorbei fahren können. Die beiden Stellen vom Typ MV-RFS/RW weisen mit einer

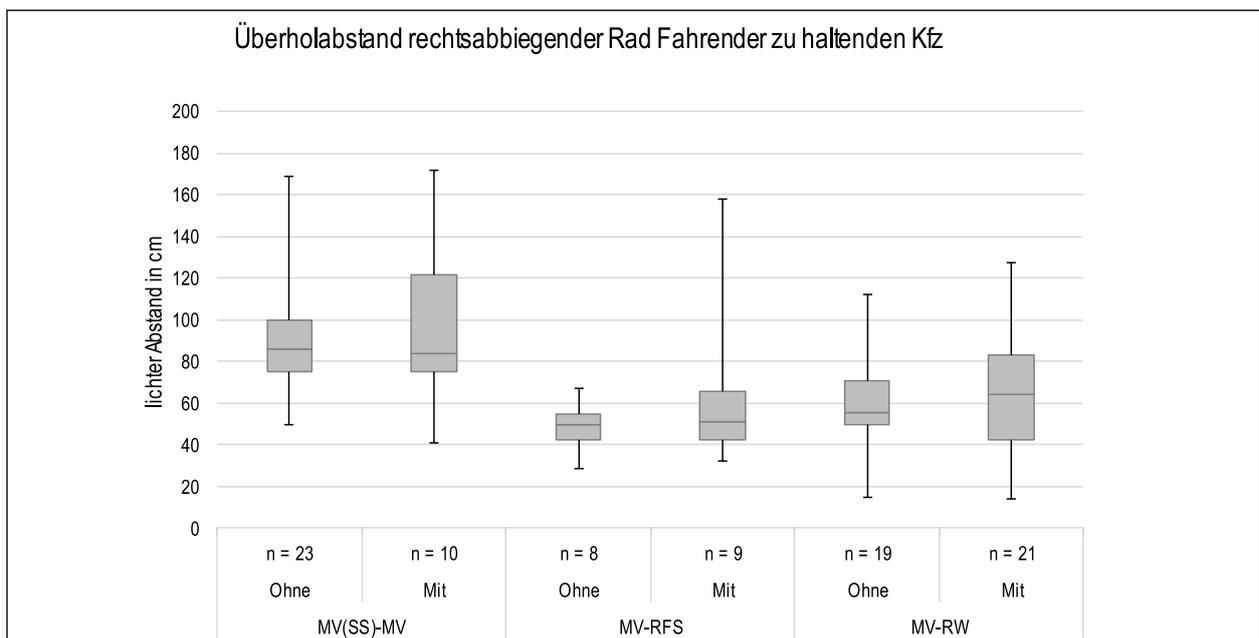


Bild 7.25: Überholabstand rechtsabbiegender Rad Fahrender zu haltenden Kfz

Fahrstreifenbreite von 4 m eine geringere Breite auf. Das führt auch zu im Mittel rund 30 cm kleineren Überholabständen.

In Bild 7.26 sind die lichten Überholabstände zu haltenden Rad Fahrenden dargestellt. Diese sind geringer als die Abstände zu haltenden Kfz, die Mediane liegen zwischen 30 und 64 cm. Veränderungen der Abstände im Vergleich ohne und mit Grünpfeil sind nur beim Typ RFS-RW erkennbar, für die anderen Typen sind die Stichprobengrößen teilweise zu unterschiedlich bzw. zu klein.

Zusammenfassend lässt sich aus der Analyse von Überholabständen von rechtsabbiegende Rad Fahrende zu haltenden Fahrzeugen ableiten, dass mit Einführung der Grünpfeil-Regelung

- an drei Pilotstellen mehr Überholungen als ohne Grünpfeil beobachtet werden konnten,
- Kfz weiterhin rechts überholt werden,
- haltende Rad Fahrende je nach Platzverfügbarkeit auch rechts überholt werden, ohne dabei auf den Gehweg auszuweichen,
- die lichten Überholabstände zu haltenden Kfz (Mediane zwischen 50 und 86 cm) im Mittel 20 cm größer sind als zu Rad Fahrenden (Mediane zwischen 30 und 63 cm),
- Überholabstände sich je nach verfügbarer Fahrstreifenbreite unterscheiden.

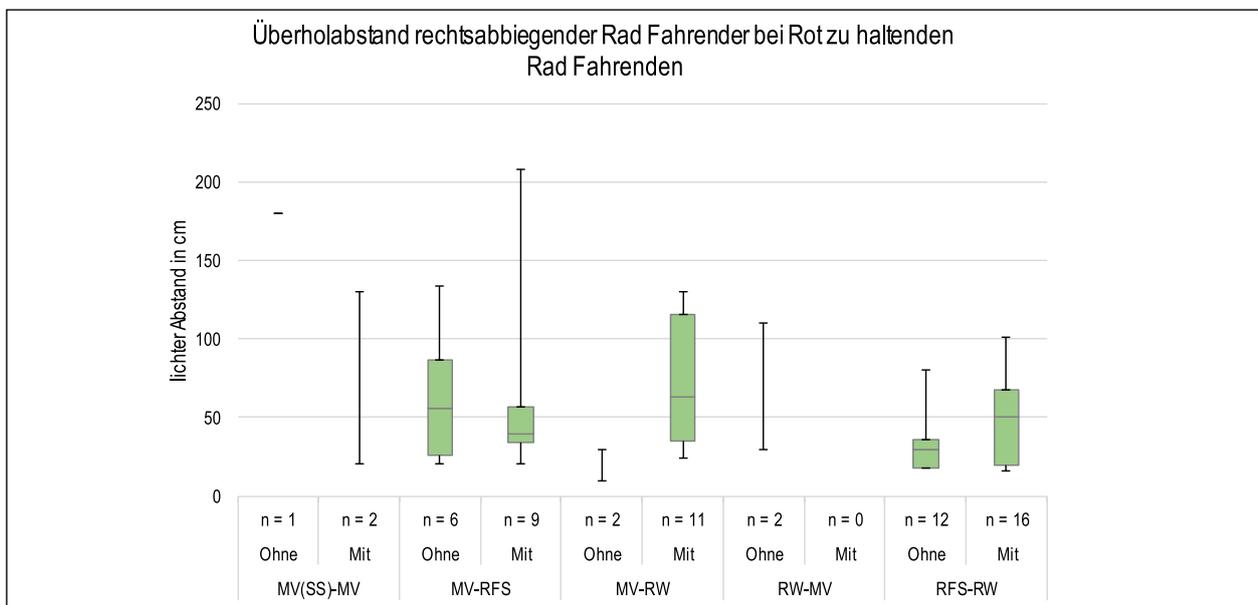


Bild 7.26: Überholabstand rechtsabbiegender Rad Fahrender bei Rot zu haltenden Rad Fahrenden

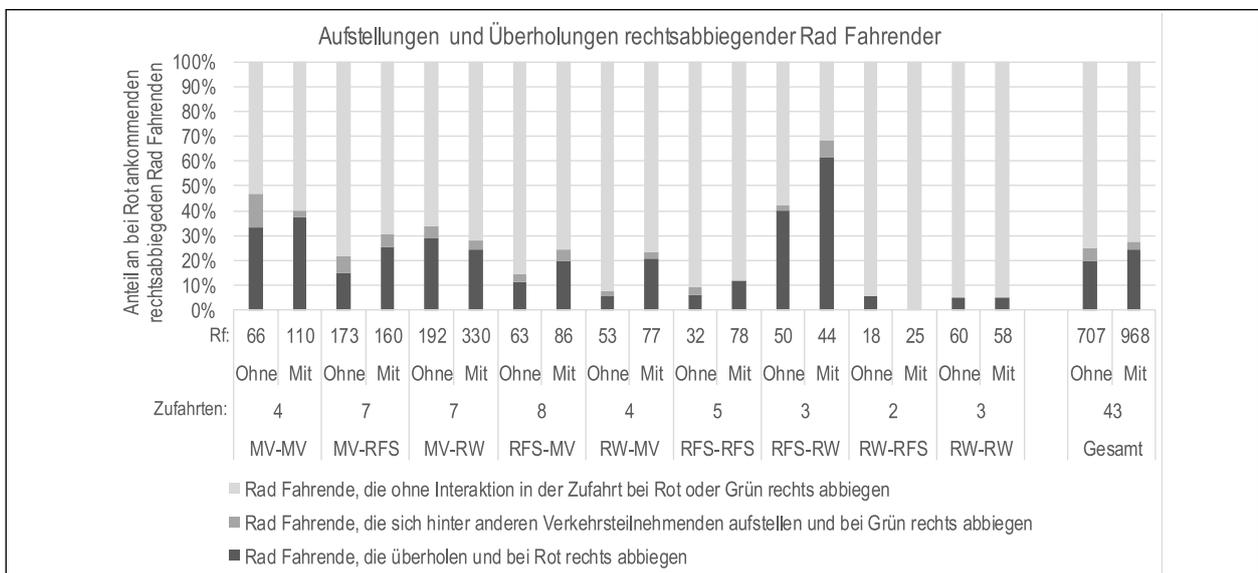


Bild 7.27: Anteile der Aufstellungen und Überholungen rechts abbiegender Rad Fahrender

7.6 Aufstellungen

Rad Fahrende, die bei Rot rechts abbiegen möchten, interagieren mit haltenden Kfz oder haltenden Rad Fahrenden in der Annäherung (siehe Kapitel 7.3). Diese Interaktionen stellen entweder Überholungen der Verkehrsteilnehmenden oder Aufstellungen hinter bzw. neben diesen dar. Um festzustellen, ob andere Verkehrsteilnehmende in der Zufahrt die Möglichkeit zur Nutzung des Grünpfeils beeinflussen, wurden von allen Interaktionen in der Zufahrt die Aufstellungen näher betrachtet. Erhoben wurden rechts abbiegende Rad Fahrende, die sich hinter Fahrzeugen aufstellten. Dabei wurden folgende Daten erhoben:

- Anzahl der Kfz hintereinander (nur wenn in der Zufahrt der Radverkehr im Mischverkehr fährt),

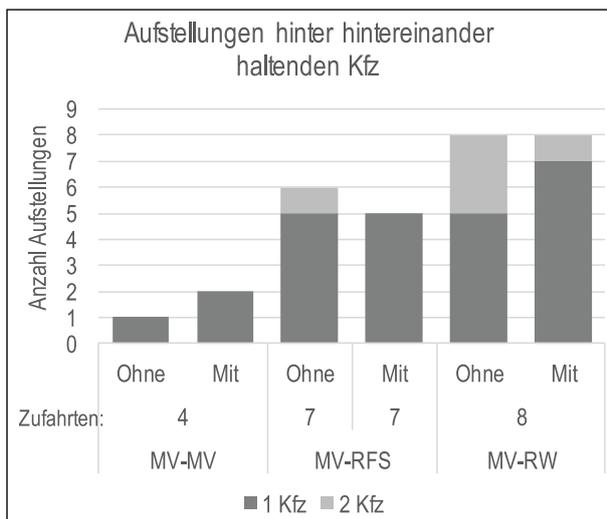


Bild 7.28: Anzahl Aufstellungen rechts abbiegender Rad Fahrender hinter hintereinander haltenden Kfz

- Anzahl der Rad Fahrenden hintereinander,
- Anzahl der Rad Fahrenden nebeneinander.

Rad Fahrende, welche bei Rot an der LSA ankamen und sich als erstes hinter der Haltlinie aufstellten, um bei Grün rechts abzubiegen, wurden nicht erhoben. Diese Rad Fahrenden werden nicht durch andere Fahrzeuge in der Annäherung vom Abbiegen bei Rot abgehalten.

In Bild 7.27 sind für die bei Rot ankommenden rechtsabbiegenden Rad Fahrenden die Anteile der Überholungen und Aufstellungen angegeben. Bei den Typen MV-MV und RFS-RW wurden die größten Anteile (über 40 %) an Rad Fahrenden beobachtet, die bei Rot ankommen und vor dem Abbiegen mit anderen Verkehrsteilnehmenden interagieren. Über alle Pilotstellen hinweg gibt es sowohl mit als auch ohne Grünpfeil mehr Rad Fahrende, die haltende Verkehrsteilnehmende überholen, anstatt sich hinter diesen aufzustellen. In dieser Abbildung ist nicht dargestellt, inwiefern der Anteil der Rad Fahrenden mit Interaktionen in der Zufahrt von der Stärke der konfigrierenden Ströme abhängt. Der Vergleich der Interaktionsrate unter Berücksichtigung der Interaktionsbeteiligten ohne und mit Grünpfeil findet sich in Kapitel 7.3.1. Haltende Kfz führen nur in wenigen Fällen dazu, das Rad Fahrende nicht bei Rot rechts abbiegen (Bild 7.28). Rad Fahrende stellen sich häufiger hinter Rad Fahrenden und neben haltenden Kfz anstatt hinter haltenden Kfz in der Annäherung auf. Wenn sich Rad Fahrende hinter haltenden Kfz aufstellen, dann sind dies maximal zwei Kfz.

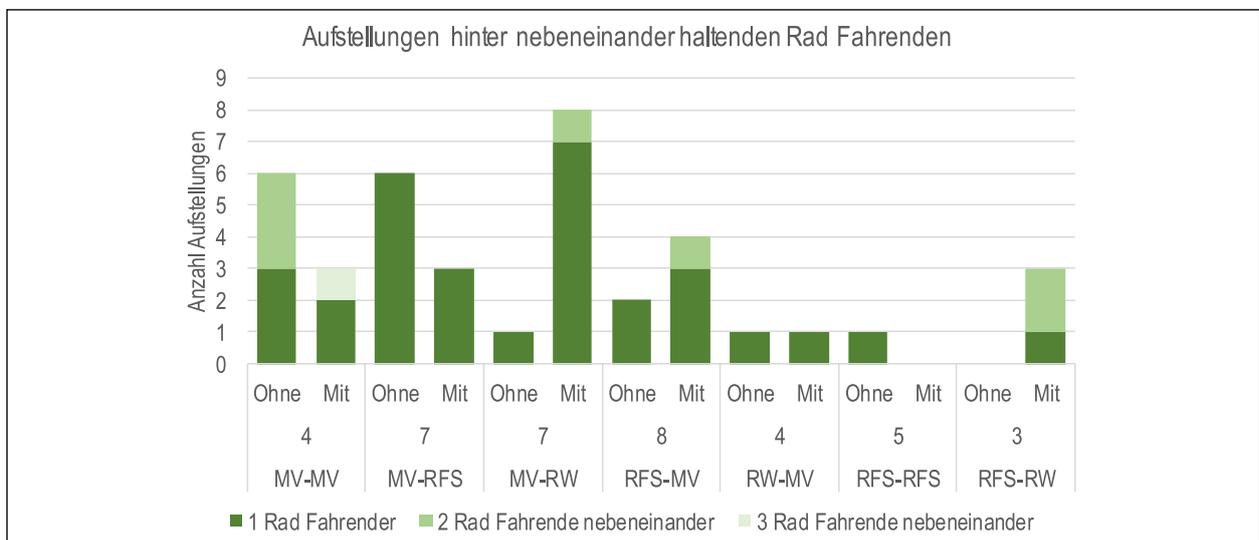


Bild 7.29: Anzahl Aufstellungen rechts abbiegender Rad Fahrender hinter nebeneinander haltenden Rad Fahrenden

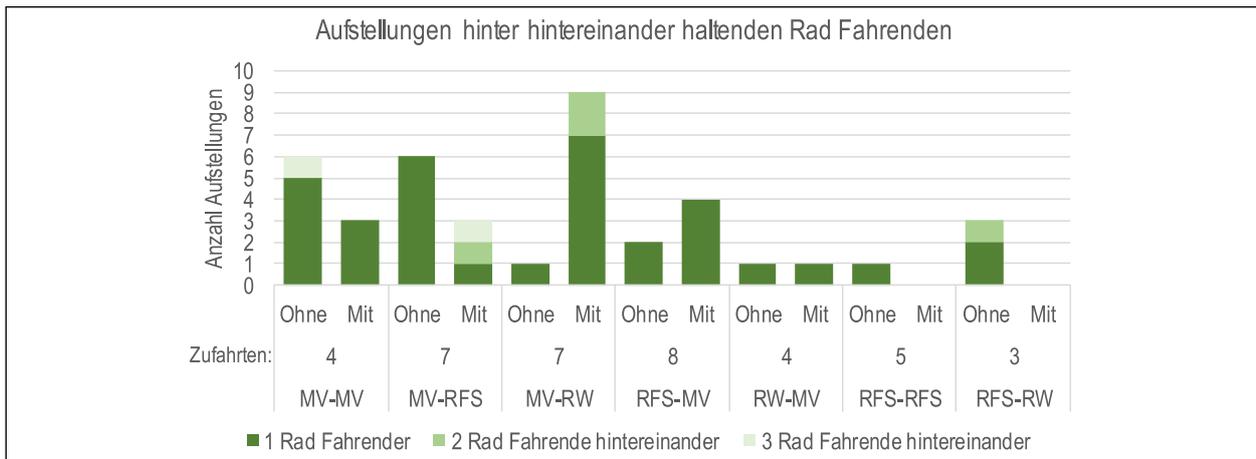


Bild 7.30: Anzahl Aufstellungen rechts abbiegender Rad Fahrender hinter hintereinander haltenden Rad Fahrenden

Aufstellungen von rechts abbiegenden Rad Fahrenden konnten eher selten und nicht an allen Pilotstellen beobachtet werden. An den Pilotstellen der Typen RW-RFS und RW-RW wurden keine Aufstellungen beobachtet, daher werden diese in den folgenden Abbildungen nicht dargestellt. Bild 7.29 und Bild 7.30 zeigen, hinter wie vielen Rad Fahrenden, die nebeneinander hintereinander stehen, gehalten wird. Nur in einem Fall führten drei Rad Fahrende nebeneinander dazu, dass ein rechts abbiegender Rad Fahrender sich hinter diesen aufstellte. In den meisten Fällen reichten einzelne sich aufstellende Rad Fahrende aus, damit Rad Fahrende nicht vorbeifahren und rechts abbiegen.

Zusammenfassend lässt sich zum Aufstellverhalten rechtsabbiegender Rad Fahrender sagen, dass mit Einführung der Grünpfeil-Regelung Aufstellungen sehr selten bleiben und deutlich häufiger überholt wird. Sowohl ohne als auch mit Grünpfeil können bereits einzelne haltende Verkehrsteilnehmende dazu führen, dass hinter diesen gewartet und nicht bei Rot rechts abgebiegen wird.

7.7 Abbiegegeschwindigkeiten

Die Geschwindigkeiten wurden für durchfahrende rechtsabbiegender Rad Fahrende bei Rot und Grün erhoben. Zuerst soll bewertet werden, ob sich das Verhalten der Rad Fahrenden durch die Grünpfeil-Regelung verändert. Der Vergleich der Abbiegegeschwindigkeiten bei Rot ohne und mit Grünpfeil-Regelung (Bild 7.31) zeigt einen geringen Anstieg des Medians (0,7 km/h) der mit Grünpfeil gefahrenen Geschwindigkeiten gegenüber den Geschwindigkeiten ohne Grünpfeil (Mittelwert des Medians über

alle Typen jeweils 13 km/h). Die Differenzierung der gefahrenen Geschwindigkeiten an den Zu- und Ausfahrtstypen zeigt keine klare Tendenz dahingehend, dass die Rad Fahrenden ihre Geschwindigkeit aufgrund der Grünpfeil-Regelung erhöhen. Wenn Mischverkehr in der Zufahrt vorliegt, wurden mit Grünpfeil-Regelung höhere maximale Geschwindigkeiten beobachtet, welche sich allerdings nicht auf den Median auswirken. Für die anderen Typen sind die Veränderungen stark inhomogen (MV in der Ausfahrt) oder aufgrund geringer Anzahl an Rad Fahrenden nicht aussagekräftig.

Die Betrachtung der mittleren Geschwindigkeiten rechtsabbiegender Rad Fahrender bei Rot auf dem Gehweg im Vergleich zur Fahrbahn/RVA (siehe A.16) zeigt niedrigere Geschwindigkeiten.

Bild 7.32 zeigt die Abbiegegeschwindigkeiten der Rad Fahrenden mit Grünpfeil-Regelung bei Rot und Grün. Dabei weisen rechtsabbiegender Rad Fahrende bei Rot im Vergleich zu Rad Fahrenden bei Grün im Durchschnitt geringere Geschwindigkeiten auf (Mittelwert des Medians über alle Typen: 13km/h bei Rot, 15 km/h bei Grün).

Rad Fahrende biegen tendenziell schneller ab, wenn

- der Radverkehr in der Ausfahrt im Mischverkehr oder
- auf einer eigenen und in Zu- sowie Ausfahrt gleichen Anlage geführt wird.

Bild 7.33 zeigt zusätzlich den Vergleich von Geschwindigkeitsdifferenzen bei Grün und bei Rot fahrender Rad Fahrender ohne und mit Grünpfeil. Es wird deutlich, dass:

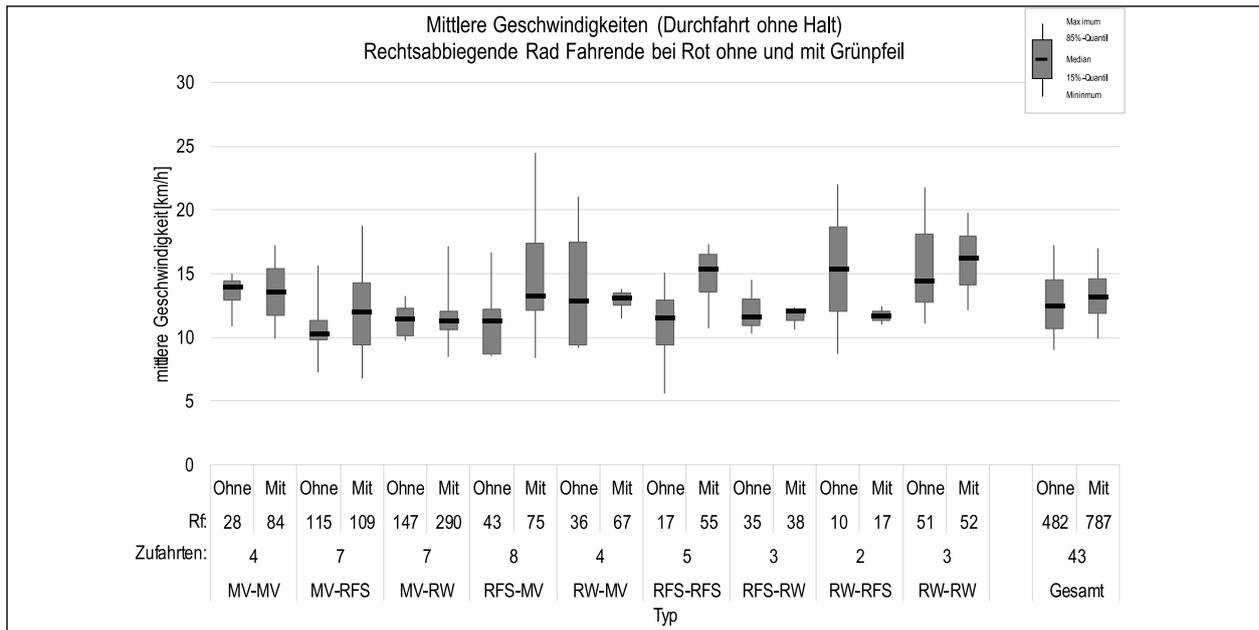


Bild 7.31: Bandbreite der Abbiegegeschwindigkeiten von rechtsabbiegenden Rad Fahrenden (ohne Halt) bei Rot ohne und mit Grünpfeil

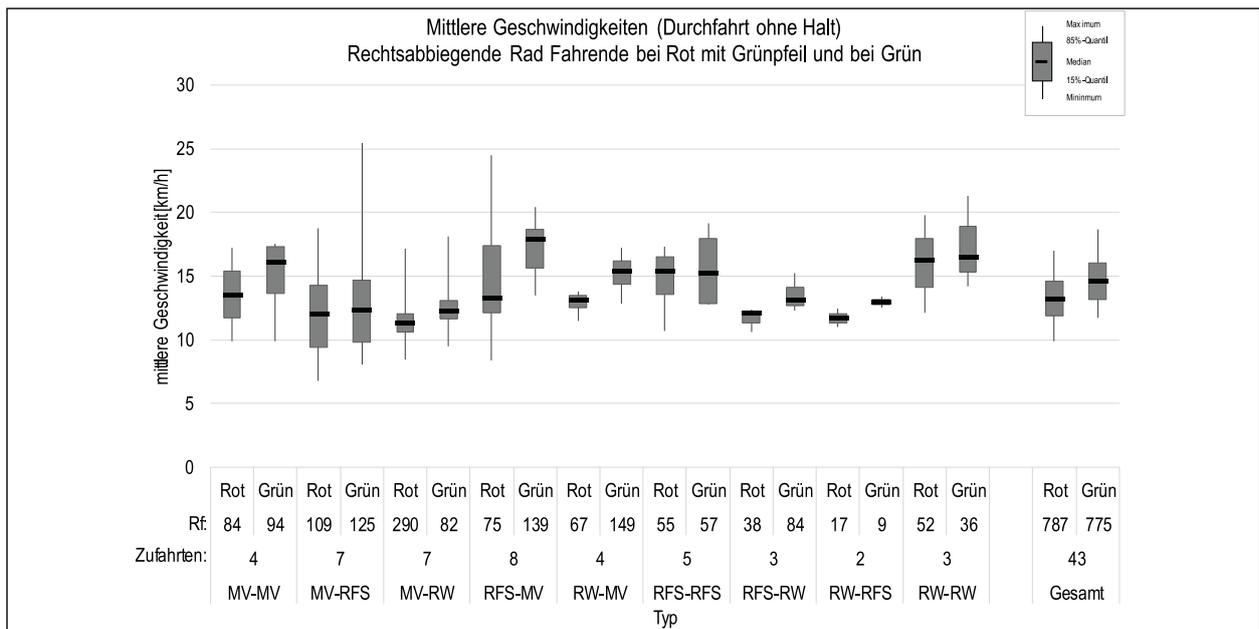


Bild 7.32: Bandbreite der Abbiegegeschwindigkeiten von rechtsabbiegenden Rad Fahrenden (ohne Halt) bei Rot und Grün mit Grünpfeil

- sich aufgrund der Grünpfeil-Regelung bei den Typen MV-MV, MV-RFS, RFS-MV, RFS-RFS sowie RW-RW die Abbiegegeschwindigkeiten bei Rot sich denen bei Grün angleichen und
- sich aufgrund der Grünpfeil-Regelung bei den Typen RW-MV, RFS-MV sowie RW-RFS die Abbiegegeschwindigkeiten bei Rot im Vergleich zu denen bei Grün verringern.

Im Mittel gleichen sich die Geschwindigkeitsdifferenzen aus, wobei für die bei Grün rechtsabbiegenden Rad Fahrenden keine Geschwindigkeitsverän-

derungen zwischen Vorher- und Nachher-Messung festzustellen sind (siehe Bild-A 22).

Zusammenfassend lässt sich ableiten, dass

- die Einführung des Grünpfeils bei mehreren Typen zu einer leichten Erhöhung der Abbiegegeschwindigkeiten der bei Rot rechtsabbiegenden Rad Fahrenden führt (das trifft nicht für die Typen RW-MV, RFS-MV, RW-RFS sowie MV-RW zu) und
- die Anpassung noch ausgeprägter ist, wenn dabei der Gehweg benutzt wird.

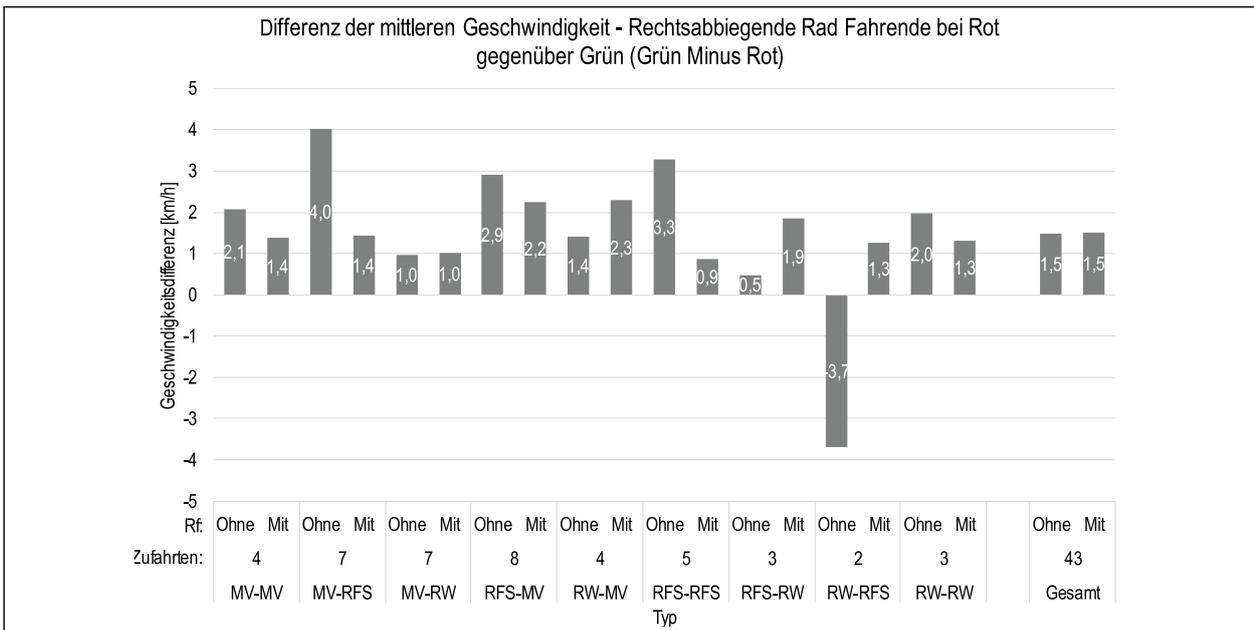


Bild 7.33: Geschwindigkeitsdifferenz der Abbiegeschwindigkeiten von rechtsabbiegenden Rad Fahrenden (ohne Halt) bei Rot und Grün ohne und mit Grünpfeil

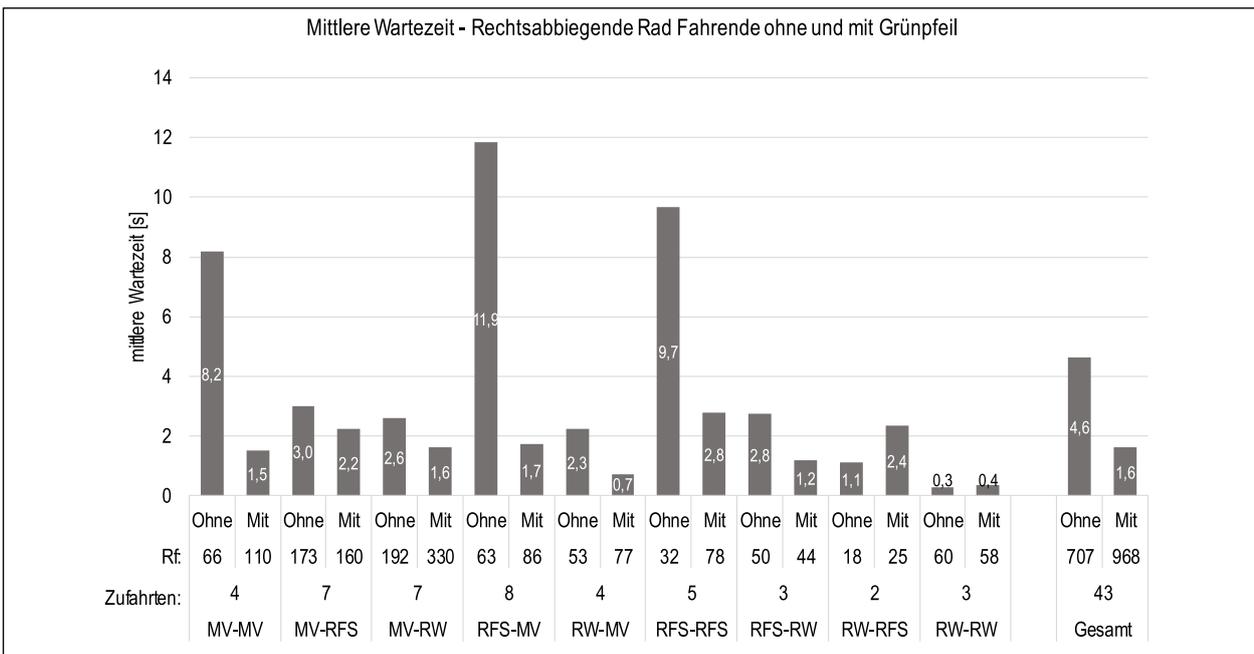


Bild 7.34: Mittlere Wartezeit der rechtsabbiegenden Rad Fahrenden ohne und mit Grünpfeil

7.8 Wartezeiten

Die Wartezeiten werden hier hinsichtlich des möglichen Reisezeitgewinns bewertet. Aus diesem Grund wird zuerst die Wartezeit von allen bei Rot ankommenden Rad Fahrenden mit einbezogen. Für alle Rad Fahrenden ergeben sich mittlere Wartezeiten nach Bild 7.34, wobei jeweils die Wartezeit über die Typen ohne und mit Grünpfeil-Regelung verglichen wird.

Über alle Typen zeigt sich ein mittlerer Wartezeitgewinn von ca. 3 Sekunden (Mittelwert über die Mittel-

werte der Typen). Die Wartezeit sinkt für alle Typen mit Grünpfeil-Regelung gegenüber der Betrachtung ohne Grünpfeil. Große Veränderungen werden vor allem bei mittleren Wartezeiten oberhalb von 3 Sekunden ohne Grünpfeil festgestellt.

Wird nur die Wartezeit der bei Rot ankommenden und regelkonform rechtsabbiegenden Rad Fahrenden betrachtet (Ohne Grünpfeil: Warten auf Grün; Mit Grünpfeil: Halt an der Haltelinie oder warten auf Grün), ergeben sich mittlere Wartezeiten nach Bild 7.35. Auch für diese Betrachtung ergibt sich im

Typ	Nr.	Unfallgeschehen ohne Grünpfel					Unfallgeschehen mit Grünpfel				
		U(P)/a	U(SS)/a	U(S)/a	U _{Rf} (P,S)/a	U _{Rf} (P,S)/a Pilotzufahrt	U(P)/a	U(SS)/a	U(S)/a	U _{Rf} (P,S)/a	U _{Rf} (P,S)/a Pilotzufahrt
MV- MV	1	0,6	0	-	0	0	0	0	-	0	0
	2	1,6	0,4	3,6	0,8	-	0	0	1	1	-
	3	0	0	0,8	0,2	-	0	0	0	0	0
	4	0,6	0,2	1	0,2	0	0	0	1	0	0
MV - RFS	5	0,4	0	2,4	0,2		0	0	0	0	0
	6	1	0,2	3,2	1	0,2	1	0	1	1	0
	7	0,8	0,2	1,6	0,6	0	1	1	3	1	0
	8	1,6	0	1	0,8	0,2	4	0	0	2	0
	9	0,4	0	3,8	0	0	2	0	4	1	1
	10	0,2	0	1,4	0,2	0	3	0	1	1	0
	11	1,6	0,4	3,8	1,6	0,4	1	0	2	0	0
MV- RW	12	1,4	0	2,2	0,4	-	0	0	1	0	0
	13	0,4	0	0,4	0,4	0,4	0	0	2	0	0
	14	0,2	0	0,6	0,2	0	2	0	0	0	0
	15	0,4	0,2	1,8	0,2	0	1	0	3	1	0
	16	0,4	0	0,6	0	0	2	0	0	1	0
	17	0,4	0	1,4	0,8	0	0	0	2	1	0
	18	1,6	0,4	3,8	1,6	0,4	1	0	2	0	0
RFS- MV	19	1,4	0,2	1,6	0,4	0	1	0	3	0	0
	20	1,4	0,2	1,6	0,4	0,2	1	0	3	0	0
	21	0,4	0	2,4	0,2	-	0	0	0	0	0
	22	0,4	0	2,4	0,2	-	0	0	0	0	0
	23	1,2	0,2	2,2	0,6	0	1	0	-	0	0
	24	1	0,2	0,8	1	0	0	0	2	0	0
	25	1	0	0,8	0,2	1	1	0	1	0	0
	26	1	0	0,8	0,2	0	1	0	1	0	0
RW- MV	27	1,2	0	-	1	-	2	1	-	2	0
	28	0	0	0,8	0,2	-	0	0	0	0	0
	29	1,2	0,2	0,6	0,2	0	2	0	2	1	1
	30	0,4	0	0,2	0,6	0,4	1	0	0	1	1
RFS- RFS	31	1,2	0,6	-	0,8	0,2	1	3	15	1	0
	32	0,2	0	5	0,6	-	1	1	5	0	0
	33	0,2	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0
	34	1,4	0,2	1,6	0,4	0	1	0	3	0	0
	35	1,6	0,4	1,8	0,2	1	3	0	2	1	0
RFS - RW	36	0,2	0	5	0,6	-	1	1	5	0	0
	37	2	0	2,8	1,6	0	3	1	1	0	0
	38	1,2	0,6	-	0,8	0,2	1	3	15	1	0
RW- RFS	39	0,4	0	0,8	0	0	0	0	3	0	0
	40	1,4	0,2	1,6	0,4	0,2	1	0	3	0	0
RW- RW	41	0,4	0	1,4	0,4	0	1	0	1	2	1
	42	0,4	0	1,4	0,4	0,2	1	0	1	2	1
	43	0,2	0	0	0,2	0,2	1	0	0	1	0

Tab. 7.9: Unfallgeschehen der Pilotstellen im Vergleich ohne und mit Grünpfel

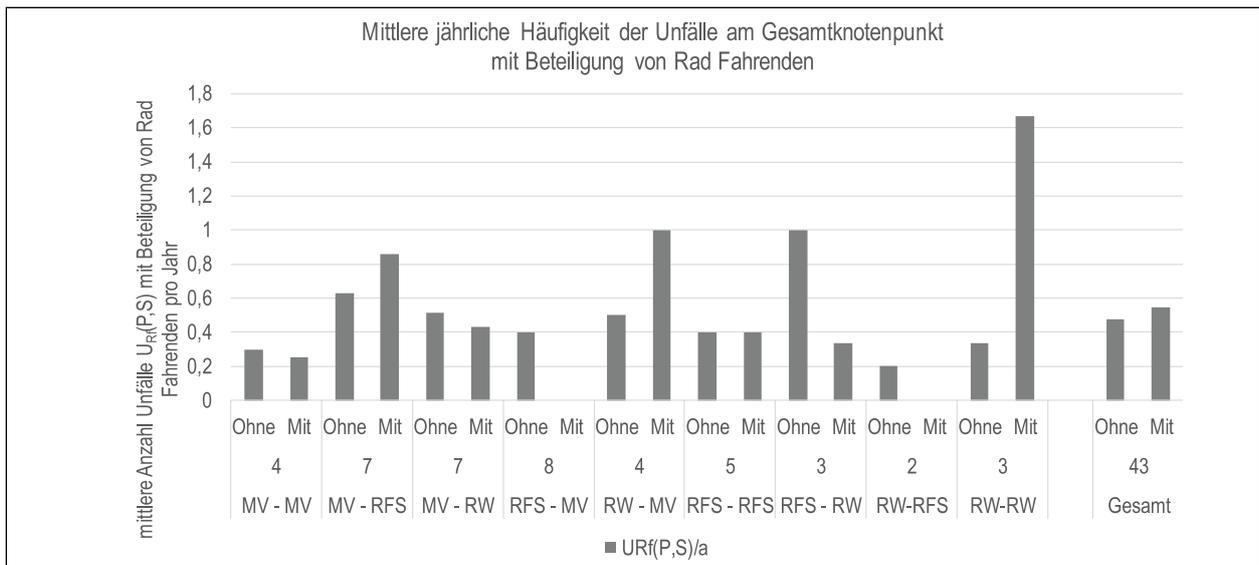


Bild 7.36: Mittlere jährliche Häufigkeit der Unfälle am Gesamtknotenpunkt mit Beteiligung von Rad Fahrenden

Furt 1 in der Zufahrt noch der Furt 2 in der Ausfahrt. Nur an zwei Stellen, an denen es bereits im Vorher-Zeitraum einen Unfall mit Rad Fahrenden aus der Pilotzufahrt gab, ereignete sich auch im Nachher-Zeitraum mit Grünpfeil ein Unfall mit Beteiligung von Rad Fahrenden. Es lassen sich jedoch keine Gemeinsamkeiten dieser Unfälle mit und ohne Grünpfeil feststellen.

Auffällig waren zwei Einbiege-Unfälle mit Kfz-Beteiligung, die einer Pilotzufahrt zugeordnet werden konnten. Diese ereigneten sich im Zeitraum des Pilotversuchs und bei beiden wurde das Rotlicht missachtet. Unter Umständen wurde hier der Grünpfeil für Rad Fahrende fälschlicherweise als Grünpfeil für alle Fahrzeuge interpretiert. Ob die Fahrzeuge an der Einmündung nach links oder rechts einbiegen wollten, ist den Unfallhergangstexten nicht entnehmbar.

7.10 Fazit

Die Zusammenfassung der Ergebnisse erfolgt anhand der Analyseziele in Kapitel 6.1.

Ändert die Regelung das Verhalten der Rad Fahrenden oder führt sie zur Verdeutlichung bzw. Legalisierung eines Verhaltens, das ohnehin schon in der Realität zu beobachten ist?

- Der Anteil der rechtsabbiegenden Rad Fahrenden, die bei Rot rechts abbiegen, hat sich insgesamt erhöht. Es wurden keine Veränderungen

innerhalb derjenigen Zu- und Ausfahrttypen festgestellt, an denen die Rotlichtakzeptanz schon ohne Grünpfeil sehr gering war.

- Die Rotlichtakzeptanz der geradeausfahrenden Rad Fahrenden hat sich nur unwesentlich verändert. Es gab vereinzelt sehr leichte Anstiege der Rotlichtakzeptanz.
- Eine Legalisierung des bereits vorher festgestellten Verhaltens (Fahren bei Rot) ist nicht eingetreten, da der Großteil der Rad Fahrenden ohne Halt bei Rot rechts abbiegt.

In welchem Maße wird sich eine Akzeptanz der bei Rot rechtsabbiegenden Rad Fahrenden in Bezug auf die Anhaltepflicht einstellen?

- Die Anhaltepflicht der bei Rot rechtsabbiegenden Rad Fahrenden wird in 6 % der Fälle beachtet. Ein Anhalten ist dabei als Stillstand des Rades definiert.

Wie verändert sich die Zahl und Intensität der Interaktionen zwischen den betroffenen Verkehrsteilnehmenden?

- Es wurde mit und ohne Grünpfeil eine insgesamt geringe Anzahl an Interaktionen auch bei hoher Anzahl von beobachteten Rad Fahrenden festgestellt¹⁴. Eine eindeutige Ableitung von Tendenzen aufgrund teilweise kleiner Zahlen zwischen den Zu- und Ausfahrttypen ist daher kaum möglich.

¹⁴ Das absolute Niveau der Interaktionen kann in Bezug auf die objektive Verkehrssicherheit nicht beurteilt werden, da valide Grundlagenforschungen zum Thema fehlen. Die Interpretation der Ergebnisse fokussiert daher vor allem die relative Veränderung der Interaktionen sowie die Rangfolge der Interaktionshäufigkeiten der Typen untereinander.

- Die nach den Konfliktpunkten differenzierte Analyse ergibt, dass in der Annäherung die Interaktionsrate IR mit Grünpfeil bis auf wenige Ausnahmen zugenommen hat. Zudem haben mit Grünpfeil Interaktionen der Stufen 2 und 3 mit Grünpfeil anteilmäßig zugenommen. Eine Ursache dafür ist, dass mit zunehmender Verkehrsstärke und gleichbleibender Fläche eine Abstimmung des Verhaltens häufiger erforderlich ist. Unabhängig von der Einführung der Grünpfeil-Regelung hat sich gezeigt, dass vorrangig andere Rad Fahrende an den Interaktionen beteiligt sind. Eine gesonderte Auswertung der Überholungen innerhalb der Annäherung an fünf ausgewählten Pilotstellen hat ergeben, dass Kfz vorrangig rechts überholt werden. Rad Fahrende wurden mit Ausnahme von einer Stelle meist links überholt. Die Überholabstände sind abhängig von der zur Verfügung stehenden Fläche in der Zufahrt. Generell halten Rad Fahrende größere lichte Abstände zu haltenden Kfz als zu haltenden Rad Fahrenden ein.
- Für die Furt 1 (Zufahrt) lässt sich zusammenfassend feststellen, dass sowohl mit als auch ohne Grünpfeil die Anzahl der Interaktionen (mit vorrangig zu Fuß Gehenden) vergleichsweise gering ist. Es ist weder eine Verbesserung noch eine Verschlechterung hinsichtlich der Interaktionsrate (IR) mit Einführung der Grünpfeil-Regelung abzuleiten. Der Anteil der kontrollierten Interaktionen nimmt mit Einführung der Grünpfeil-Regelung leicht zu. Dies ist aber vielmehr eine Folge der Regeländerung (Definitionsfrage) als tatsächliche Verhaltensänderungen. Denn Interaktionen mit Grünpfeil werden als kontrollierte Interaktionen registriert, sobald die Anhaltepflicht befolgt wird und im weiteren Verlauf keine*r der Beteiligten reagieren muss. Ohne Grünpfeil ist das Fahren bei Rot regelwidrig, unabhängig davon, ob davor angehalten wird oder nicht. Die Intensität der Interaktionen beschrieben über die PET nimmt mit Grünpfeil-Regelung leicht ab: Es treten weniger häufig PET kleiner als 2,5 Sekunden auf.
- Für den Knotenpunktinnenbereich zeigt sich, dass bei Interaktionen mit Verkehrsteilnehmenden von links tendenziell eher Rad Fahrende als Kfz beteiligt sind. Eindeutige Tendenzen hinsichtlich einer Verbesserung oder Verschlechterung hinsichtlich der IR mit Einführung der Grünpfeil-Regelung können nicht abgeleitet werden. Die Betrachtung der PET zeigt, dass sich die In-

tensität der Interaktionen im Vergleich ohne und mit Grünpfeil nicht verändert, wenngleich diese Interaktionen (Rad Fahrende vs. Rad Fahrende) die kleinsten PET-Werte aufweisen.

- Interaktionen im Knotenpunktinnenbereich mit linksabbiegenden Verkehrsteilnehmenden von gegenüber treten so selten auf, dass der Einfluss der Grünpfeil-Regelung auf diese Interaktionen nicht bewertet werden kann bzw. hinsichtlich dieser Konstellation auch wenige Konflikte (im Vergleich zu anderen Konfliktbereichen) zu erwarten sind.
- Interaktionen mit zu Fuß Gehenden und Rad Fahrenden auf dem Gehweg haben sich mit Anordnung der Grünpfeil-Regelung reduziert, wenngleich in diesem Bereich die absolute Anzahl an Interaktionen vergleichsweise gering ist.
- Für Interaktionen auf Furt 2 (Ausfahrt) lässt sich zusammenfassend feststellen, dass im Vergleich zu den anderen Konfliktpunkten die geringsten Zahlen von Interaktionen registriert wurden. Es sind daher keine Verhaltensänderungen mit Einführung der Grünpfeil-Regelung abzuleiten. An den Interaktionen sind zu Fuß Gehende und Rad Fahrende als Interaktionsgegner gleichermaßen beteiligt. Die Intensität der Interaktionen beschrieben über die PET nimmt mit Grünpfeil-Regelung leicht ab: Es treten seltener PET kleiner als 2,5 Sekunden auf.

Wie verändern sich die Abbiegegeschwindigkeiten nach Einführung der neuen Regelung?

- Die Einführung des Grünpfeils führt zu einer leichten Erhöhung der Abbiegegeschwindigkeiten bei Rot.
- Rad Fahrende, die bei Rot rechts abbiegen, passen ihr Verhalten im Vergleich zum Rechtsabbiegen bei Grün stärker an (geringe Geschwindigkeiten). Diese Anpassung lässt aber mit Grünpfeil-Regelung etwas nach.
- Die Anpassung der Geschwindigkeit ist noch ausgeprägter, wenn Rad Fahrende den Gehweg benutzen.

Wie viele Rad Fahrende benutzen illegal den Gehweg, um bei Rot rechts abzubiegen und wie verändert sich diese Zahl mit Einführung der neuen Regelung?

- Ohne Grünpfeil-Regelung nutzen etwas mehr als 40 % der rechtsabbiegenden Rad Fahren-

den den Gehweg (als Abkürzung; im Mittel über alle Typen).

- Der Anteil der Gehwegnutzung beim Rechtsabbiegen bei Rot hat mit Einführung der Grünpfeil-Regelung abgenommen (im Mittel auf ca. 30 %).
- Anhand der beobachteten Bewegungslinien wird deutlich, dass auch seltener vor der Haltlinie auf den Gehweg gewechselt wird. Wenn Gehwegfahrten stattfinden, dann wird entweder weit im Voraus in der Zufahrt der Gehweg befahren oder erst nach der Haltlinie auf den Gehweg gewechselt. Insgesamt wird daher seltener die LSA umfahren.

In welchem Maße ändern sich Wartezeiten für den Radverkehr?

- Über alle Typen zeigt sich für bei Rot ankommende und regelkonform rechtsabbiegende Rad Fahrende ein mittlerer Wartezeitgewinn von ca. 4 Sekunden (Mittelwert über die Mittelwerte der Typen). Die Wartezeit sinkt über alle Typen mit Grünpfeil-Regelung gegenüber der Betrachtung ohne Grünpfeil.

Wie stellen sich Rad Fahrende an der Haltlinie auf und wie verändert sich das Aufstellverhalten bei Anordnung der neuen Regelung?

- Insgesamt stellen sich weniger als 5 % der bei Rot ankommenden rechts abbiegenden Rad Fahrenden hinter anderen Verkehrsteilnehmenden auf. Die meisten biegen ohne Interaktion in der Annäherung bei Rot rechts ab. Aufstellungen hinter anderen Verkehrsteilnehmenden sind demnach selten und stehen nicht im Zusammenhang mit der Anzahl der davor befindlichen Fahrzeuge, da schon einzelne Fahrzeuge zu Aufstellungen führen.

8 Zusammenfassung und Empfehlungen

Der Pilotversuch des erlaubten Rechtsabbiegens von Rad Fahrenden bei Rot durch die Anordnung eines Grünpfeils für Rad Fahrende umfasste 43 Pilotstellen in neun Städten. Die Pilotstellen weisen unterschiedliche Kombinationen der Radverkehrsführung in den betroffenen Zu- und Ausfahrten der untersuchten Knotenpunkte auf. Untersucht wurden sowohl Stellen mit Mischverkehr als auch Stellen mit Radfahrstreifen oder Radwegen in der Zu- und/

oder der Ausfahrt. Die Evaluation des Pilotversuchs basiert maßgeblich auf der Auswertung von Veränderungen im Verhalten der betroffenen Verkehrsteilnehmenden (Vorher-Nachher-Vergleich).

Durch die eingangs formulierten Forschungsfragen (vgl. Kapitel 1.2) können die Untersuchungsergebnisse und die daraus abgeleiteten Empfehlungen wie folgt zusammengefasst werden.

Welche rechtlichen und entwurfstechnischen Rahmenbedingungen sind für das Rechtsabbiegen bei Rot für Rad Fahrende relevant?

Die Analyse der Rechtsvorschriften (vgl. Kapitel 2.1) hat gezeigt, dass alle Festlegungen nach StVO und VwV-StVO auf das Rechtsabbiegen bei Rot für Rad Fahrende nach vorherigem Anhalten übertragbar sind.

Die bestehende Grünpfeil-Regelung nur "aus dem rechten Fahrstreifen abzubiegen" wurde mit der StVO-Novelle 2020 erweitert. In Zukunft darf auch von Radfahrstreifen und Radwegen (mit Fahrbahnsignalgeber) rechts abgebogen werden. Rechtlich nicht erlaubt bleibt das Durchfahren zwischen Fahrzeugreihen.

In den technischen Regelwerken wird der Grünpfeil aktuell nur in den Richtlinien für Lichtsignalanlagen thematisiert (RiLSA). In den Empfehlungen für Fußverkehrsanlagen (EFA) wird der Einsatz des Grünpfeils aus Sicht der zu Fuß Gehenden generell nicht empfohlen. In den Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA) werden in Bezug auf das Rechtsabbiegen vor allem entwurfstechnische Lösungen zur freien Führung des rechtsabbiegenden Radverkehrs (ohne zusätzliche Beschilderung und ohne Anhaltepflicht bei Rot) vorgeschlagen.

Welche Schlussfolgerungen können aus – schon heute zu beobachtenden – Verkehrssituationen in lichtsignalgeregelten Zufahrten gezogen werden, bei denen Rad Fahrende rechts (oder auch teilweise links) an verkehrsbedingt haltenden motorisierten Fahrzeugen überholen?

Das direkte Unfallgeschehen von rechtsabbiegenden Rad Fahrenden wurde bisher kaum untersucht. Der Anteil solcher Unfallsituationen am gesamten Unfallgeschehen mit Radverkehrsbeteiligung ist aber sehr gering. Sicherheitsrelevante Verhaltensweisen des Radverkehrs, welche für den vorliegenden Pilotversuch eine Rolle spielen könnten, betreffen das regelwidrige und regelkonforme Linksfah-

ren (Benutzung linker Fahrbahnseite oder des linken Gehoder Radwegs), regelwidrige Benutzung des Gehwegs, die Rotlichtmissachtung sowie erhöhte Geschwindigkeiten.

In einer aktuellen Studie zum Verhalten an Z 720 StVO wurde festgestellt (auf Basis einer sehr kleinen Stichprobe), dass der Großteil der rechtsabbiegenden Rad Fahrenden bei Rot nicht vorher anhält.

Keine einheitlichen Erkenntnisse bestehen zur Rotlichtmissachtung im Radverkehr z. B. über den Zusammenhang zwischen der Missachtung und der Unfallhäufigkeit. Es wird jedoch deutlich, dass Rad Fahrenden die Regeln zum Verhalten bei Rot bekannt sind und ein ausgeprägtes Bewusstsein für Regelübertritte besteht.

Hinweise darauf, dass die Einführung der Regelung Rechtsabbiegen bei Rot ohne vorheriges Anhalten tendenziell die Rotlichtmissachtung an anderen Knotenpunkten ohne diese Regelung begünstigt, liefert nur eine einzige Studie aus Belgien.

Welche Erfahrungen können aus bestehenden Pilotversuchen zum Rechtsabbiegen bei Rot für Rad Fahrende in anderen Ländern genutzt werden (u. a. Zusammenhänge zwischen Konflikten und Unfällen, um mögliche Konfliktpotenziale auch ohne entsprechende Unfallauswertezentren bewerten zu können)?

Pilotversuche und Verkehrsregelungen zum Rechtsabbiegen bei Rot für Rad Fahrende im Ausland sind nur bedingt mit dem Pilotversuch in Deutschland vergleichbar. Grund hierfür sind die unterschiedlichen Regelungen zum Anhalten. In Deutschland – analog zu den Festlegungen im Wiener Übereinkommen – handelt es sich um ein Rechtsabbiegen bei Rot für Rad Fahrende nach vorherigem Anhalten. In allen beschriebenen internationalen Pilotprojekten und Verkehrsregelungen kann das Rechtsabbiegen bei Rot ohne vorheriges Anhalten erfolgen. Unabhängig davon wurden trotzdem die Erfahrungen und Hinweise zu Pilotversuchen des Rechtsabbiegens in diesem Forschungsprojekt aufgeführt.

Dabei konnten insgesamt wenig bis kaum Verhaltensänderungen mit Einführung der Regelung festgestellt werden, was darauf zurückzuführen ist, dass auch vor der Anordnung der Verkehrszeichen häufig bei Rot rechts abgebogen wird. Auch hinsichtlich des Unfallgeschehens haben sich in allen Studien keine Auffälligkeiten gezeigt. Eine Studie zeigte allerdings, dass die Einführung der Regelung

(Rechtsabbiegen bei Rot ohne vorheriges Anhalten) tendenziell die Rotlichtmissachtung an anderen Knotenpunkten ohne diese Regelung begünstigen kann.

Welche Straßenraum- bzw. Knotenpunktsituationen – unterschieden nach Zu- und Ausfahrt – sind für eine Bewertung zu berücksichtigen? Gibt es Unterschiede, die zu einer differenzierten Bewertung der Rahmenbedingungen und der möglichen Auswirkungen des Rechtsabbiegens bei Rot für Rad Fahrende führen?

Bei der Auswahl der Pilotstellen wurden zuallererst die Ausschlusskriterien aus bisher geltenden gesetzlichen Regelungen zur Anordnung des Grünpeils (VwV-StVO zu § 37 Abs. 2 StVO, Nr. XI) berücksichtigt:

- eingeschränkte Sicht auf kreuzende Ströme
- signalisierte Führung der entgegenkommenden
- Linksabbiegenden (nur bei Mischverkehrsführung in der Ausfahrt)
- Gleise müssen gekreuzt oder befahren werden
- mehrere markierte Rechtsabbiegestreifen
- LSA dient der Schulwegsicherung
- LSA wird häufig von mobilitätseingeschränkten Personen genutzt
- Radinfrastruktur ist in beide Fahrtrichtungen
- freigegeben bzw. wird in beide Fahrtrichtungen genutzt
- Separat signalisierter Rechtsabbiegestreifen für den Kfz-Verkehr

Darüber hinaus ergab die fachliche Diskussion zur Auswahl der Pilotstellen folgende weitere Ausschlusskriterien für den Pilotversuch:

- Knotenpunkte, an denen aktuell Unfallhäufungen vorliegen
- Gemeinsame Geh- und Radwege (Zeichen 240 StVO)
- Gemeinsame Signalisierung des Radverkehrs mit dem Fußverkehr (Kombination der Signalträger mit den Symbolen Fuß- und Radverkehr)
- Separate Signalisierung des rechtsabbiegenden Kfz-Verkehrs und eigene Signalisierung des Radverkehrs

Obertyp	konkreter Typ
Mischverkehr- Mischverkehr	MV-MV
Mischverkehr- Radverkehrsanlage	MV-RFS MV-RW
Radverkehrsanlage- Mischverkehr	RFS-MV RW-MV
Radverkehrsanlage- Radverkehrsanlage	RFS-RFS RFS-RW RW-RFS RW-RW

Tab. 8.1: Typisierung der Pilotstellen

- Aufstellfläche für das Linksabbiegen mit indirekter Radverkehrsführung im Bereich der rechtsabbiegenden Fahrzeuge

Die Pilotstellen wurden zuerst anhand der Führungsform des Radverkehrs in Zu- und Ausfahrt typisiert und gruppiert. Die Analysen der Erhebungen im Vorher-Zeitraum ohne Grünpfeil zeigten, dass das Verhalten der Rechtsabbiegenden vor allem davon abhängt, ob eine Radverkehrsanlage vorhanden ist oder nicht. Dadurch ergeben sich vier Obertypen und neun konkrete Typen, wie in Tabelle 8.1 dargestellt.

Welche Aspekte spielen beim Design eines Verkehrs- oder Zusatzzeichens für das Rechtsabbiegen bei Rot ausschließlich für Rad Fahrende eine Rolle? Wie kann eine einfache Verständlichkeit erreicht werden, sodass Verwechslungen mit dem derzeitigen Grünpfeil für alle Verkehrsteilnehmenden minimiert aber gleichzeitig die bestehenden Regelungen auch weitestgehend genutzt werden können?

Das Verkehrszeichen wurde in enger Abstimmung mit der BAST, dem BMVI und dem BLFA-StVO entwickelt. Dabei wurden folgende Randbedingungen berücksichtigt:

- Das Grünpfeilzeichen Z 720 StVO soll unverändert bleiben.
- Für die Pilotstudie wird das Verkehrszeichen Z 720 StVO um den Zusatz „nur Radverkehr“ ergänzt.
- Die Verwechslungsgefahr soll möglichst gering sein.

Daraus ist das in Bild 8.1 dargestellte Verkehrszeichen entstanden. Es enthält den Grünpfeil (Z 720 StVO) in verkleinerter Form sowie den Zusatz „nur



Bild 8.1: Grünpfeil mit Zusatz „nur Radverkehr“ auf weißer Trägerplatte (zukünftig Z 721 StVO)

Radverkehr“ auf einer Trägerplatte mit den Abmessungen 420 x 231 mm.

Das Verkehrszeichen wurde mit der letzten StVO-Novelle 2020 in § 37 StVO aufgenommen.

Zur Anbringung wird empfohlen, das Verkehrszeichen an den Fahrbahnsignalgebern anzubringen.

Welche Veränderungen lassen sich bei Einrichtung einer radspezifischen Grünpfeil-Regelung (oder ggf. anderer Alternativen) in Bezug auf das Verhalten der Verkehrsteilnehmenden sowie den Verkehrsablauf beobachten?

Die Veränderungen im Verhalten der Verkehrsteilnehmenden generell sowie aller bzw. der rechtsabbiegenden Rad Fahrenden sind bei Anordnung der neuen Grünpfeil-Regelung insgesamt gering. Mit Grünpfeil biegen etwas mehr Rad Fahrende bei Rot ab (92 %) als ohne (81 %). Insgesamt kann aber nicht von einem regelkonformen Verhalten gesprochen werden, da im Mittel nur 6 % der rechtsabbiegenden Rad Fahrenden bei Rot die Anhaltepflicht befolgt haben.

Für die Interaktionsraten haben sich insgesamt geringe Zunahmen mit Grünpfeil ergeben, auch wenn hier die Aussagefähigkeit aufgrund kleiner Zahlen eingeschränkt ist.

Im Annäherungsbereich der Zufahrten mit Grünpfeil haben sich die Interaktionsraten leicht sowie die Anteile der Interaktionen erhöht, bei denen eine Abstimmung des Verhaltens erforderlich ist. Ein Grund hierfür ist das erhöhte Radverkehrsaufkommen im Nachher-Zeitraum mit Grünpfeil bei gleichbleibend verfügbarem Platzangebot. Es sind dabei vorrangig andere (geradeausfahrende) Rad Fahrende an den Interaktionen beteiligt. Überholungen durch rechtsabbiegende Rad Fahrende erfolgen meist rechts von den Kfz sowie links von haltenden Rad Fahren-

den. An einer Stelle mit Mischverkehrsführung in der Zufahrt wurde eine deutliche Zunahme der Fahrten zwischen Fahrzeugreihen von Kfz und Rad Fahrenden beobachtet. Insgesamt betrachtet halten Rad Fahrende größere lichte Abstände zu haltenden Kfz als zu haltenden Rad Fahrenden ein.

Auf der ersten Furt (Furt 1) sind keine wesentlichen Veränderungen in den Interaktionsraten feststellbar bei – im Vergleich zu anderen Konfliktbereichen – niedrigen Interaktionsraten.

Im Knotenpunktinnenbereich sind vor allem die Interaktionen mit Rad Fahrenden von links relevant und durch die geringsten kritischen Zeitlücken (PET) gekennzeichnet. Diese Zeitlücken ändern sich aber nicht mit Anordnung des Grünpfeils.

Interaktionen mit zu Fuß Gehenden sowie anderen Rad Fahrenden auf dem Gehweg haben sich mit der Grünpfeil-Regelung reduziert, wenn auch hier insgesamt ein geringes Niveau vorher und nachher festgestellt wurde.

Veränderungen der Interaktionsraten auf der zweiten Furt (Furt 2) können aufgrund der geringen Anzahl der Interaktionen nicht aussagekräftig beurteilt werden.

Insgesamt nehmen die kritischen Zeitlücken über alle Konfliktbereiche hinweg im Mittel ab.

Die Anordnung des Grünpfeils führt zu einer leichten Angleichung der Abbiegegeschwindigkeiten bei Rot (leichter Anstieg) an diejenigen bei Grün. Auf dem Gehweg wird demgegenüber angepasster mit niedrigeren Abbiegegeschwindigkeiten gefahren. Die regelwidrige Nutzung des Gehwegs durch rechtsabbiegende Rad Fahrende sinkt im Mittel von ca. 40 % im Vorher-Zeitraum auf ca. 30 % im Nachher-Zeitraum mit Grünpfeil.

Welche Schlussfolgerungen lassen sich aus den Beobachtungen für die zukünftige Verkehrssicherheit (Zu- und Abnahme von Konflikten) sowie den Verkehrsablauf (z. B. Reduzierung Halte und/oder Wartezeit im Radverkehr) ziehen?

Insgesamt und unabhängig von der Verkehrssicherheit wurden im Mittel durch den Einsatz der Grünpfeil-Regelung sowohl über alle rechtsabbiegenden Rad Fahrenden als auch über die regelkonform abbiegenden Rad Fahrenden Wartezeitgewinne von 3 - 4 Sekunden beobachtet. Verkehrsrechtlich bleibt es bei einem größtenteils regelwidrigen Verhalten,

da die Anhaltepflicht kaum befolgt wird. Inwiefern dies auf eine fehlende Regelkenntnis bei den Rad Fahrenden (und dementsprechend ggf. notwendige Informationskampagnen) oder auf die trotz Regelkenntnis bewusst erfolgte Regelmisachtung zurückgeführt werden kann, bleibt auf Basis der vorliegenden Ergebnisse unklar.

Sollte das Rechtsabbiegen bei Rot ausschließlich für Rad Fahrende grundsätzlich in Bezug auf die positiven (u. a. Verbesserung Verkehrsablauf für Radverkehr) und negativen Auswirkungen (z. B. Verschlechterung der Verkehrssicherheit) weiter verfolgt werden?

Eine generelle Ablehnung der Grünpfeil-Regelung nur für rechtsabbiegende Rad Fahrende lässt sich aus den vorliegenden Ergebnissen der Konfliktanalysen nicht ableiten. Einzelne Situationen wie z. B. ausreichende Sichtbeziehungen, klare Trennung von Gehweg und Radverkehrsanlage im Seitenraum, erhöhtes Radverkehrsaufkommen von links oder die zur Verfügung stehenden Breiten in der Zufahrt sind Ansatzpunkte für potenzielle Einschränkungen der Grünpfeil-Regelung bzw. Ansatzpunkte für Nachbesserungen, um eine Grünpfeil-Regelung zu ermöglichen. Zentrales Kriterium der vorliegenden Studie für eine Ablehnung der Grünpfeil-Regelung wäre eine Zunahme der kritischen Situationen und Verhaltensweisen.

Außerdem hat die Untersuchung gezeigt, dass sich lediglich 6 % der bei Rot rechtsabbiegenden Rad Fahrenden an die Anhaltepflicht halten. Es hat sich aber auch gezeigt, dass dadurch keine Erhöhung von Behinderungen oder kritischeren Manövern ausgeht. Dies kann auch durch internationale Pilotversuche bestätigt werden. So kann bspw. in der Schweiz, Frankreich, Belgien und Dänemark das Rechtsabbiegen bei Rot auch ohne vorheriges Anhalten praktiziert werden. Eine Zunahme von Behinderungen oder kritischen Situationen konnte dort nicht beobachtet werden. Alle genannten Länder haben das Wiener Übereinkommen über den Straßenverkehr unterzeichnet und ratifiziert.

Müssen zusätzliche, über die bisherige Grünpfeil-Regelung hinausgehende Ausschlusskriterien für das Rechtsabbiegen bei Rot für Rad Fahrende formuliert werden, um negative Veränderungen in der Verkehrssicherheit an den betroffenen Knotenpunkten zu reduzieren und positive Veränderungen für den Verkehrsablauf auch tatsächlich nutzbar zu machen?

In der Betrachtung der Einzelstellen zeigte sich, dass hinsichtlich der Infrastruktur Zufahrten mit Führungen im Mischverkehr und Zufahrten mit aufgeweiteten Radaufstellstreifen (ARAS) zu erhöhten Interaktionsraten in der Annäherung führen. Die Bewertung dieser Interaktionen weist jedoch nicht zwangsläufig auf negative Veränderungen der objektiven Verkehrssicherheit (Anzahl und Schwere von Unfällen) hin.

Wenn in der Ausfahrt ein Radweg vorliegt, sollte dieser deutlich von dem Gehweg abgegrenzt sein (Roteinfärbung, Materialwechsel, Bord) und/oder ausreichend große Warteflächen für zu Fuß Gehende zur Verfügung stehen, um Interaktionen zwischen bei Rot rechts abbiegenden Rad Fahrenden und bei Rot wartenden zu Fuß Gehenden (die sich evtl. auf dem Radweg aufstellen) in der Ausfahrt vorzubeugen.

Hinsichtlich der Verkehrsstärken zeigen sich Auffälligkeiten bei Interaktionen mit zu Fuß Gehenden und Rad Fahrenden auf der Furt in der Zufahrt (Furt 1) und bei Interaktionen mit Rad Fahrenden von links, wenn die Radverkehrsstärke in der entsprechenden Zufahrt bei gleichzeitig geringem Anteil an rechtsabbiegenden Rad Fahrenden (< 10 %) sehr hoch (> 250 Rad Fahrende / Spitzenstunde) ist. Einen zusätzlichen Einfluss auf diese Interaktionen hat die Verkehrsstärke der Rad Fahrenden in der Zufahrt. Ist diese hoch, steigen tendenziell auch die Interaktionen mit Verkehrsbeteiligten auf der Furt der Zufahrt und von links, weil die komplexere Situation in der Annäherung die Aufmerksamkeit hinsichtlich anderer Verkehrsteilnehmender mindern kann. Daher sollte die Grünpfeil-Regelung an Zufahrten mit hohen Verkehrsstärken querender Radverkehrsströme von links kritisch geprüft werden.

Hinsichtlich der Anordnung der Grünpfeil-Regelung und damit die Verwaltungsvorschrift der StVO (VwV-StVO) betreffend wird empfohlen, dass die VwV-StVO zu § 37 Abs. 2 StVO, Nr. XI, 1. wie folgt angepasst wird: „Der Einsatz des Schildes mit grünem Pfeil auf schwarzem Grund (Grünpfeil) sowie des Schildes zur Beschränkung der Regelung auf den Radverkehr kommt nur in Betracht, wenn der Rechtsabbieger Fußgänger- und Fahrzeugverkehr der freigegebenen Verkehrsrichtungen nach links und rechts ausreichend einsehen kann, um die ihm auferlegten Sorgfaltspflichten zu erfüllen. Eine ausreichende Einsehbarkeit ist gewährleistet, wenn 1 m hinter der Haltlinie von der Mitte des Fahrstreifens oder der Radverkehrsanlage aus 30 m weit

entfernte konfligierende Verkehrsströme der kreuzenden Straße (Mitte der Radverkehrsanlage oder Mitte des anliegenden Fahrstreifens) eingesehen werden können.“

Weiterhin sollte innerhalb der VwV-StVO zu § 37 Abs. 2 StVO, Nr. XI, 1 nach dem Anstrich g) folgendes ergänzt werden:

h) sich im Bereich des rechtsabbiegenden Radverkehrs eine Aufstellfläche für das Linksabbiegen mit indirekter Radverkehrsführung befindet.

Zusätzlich zu den o. g. Kriterien sollte das Schild zur Beschränkung des Grünpfeils auf den Radverkehr nicht zur Anwendung kommen, wenn

i) in der entsprechenden Zufahrt in den letzten drei Jahren mindestens drei Unfälle mit Radverkehrsbeteiligung registriert wurden.

j) die Radverkehrsstärke in der Zufahrt mehr als 250 Rad Fahrende/Spitzenstunde beträgt und der Anteil der rechtsabbiegenden Rad Fahrenden gleichzeitig unter 10 % liegt.

k) der Radverkehr in der Zufahrt auf einem gemeinsamen Geh- und Radweg (Zeichen 240 StVO) geführt wird.

l) der Radverkehr gemeinsam mit dem Fußverkehr signalisiert wird (Kombination der Signalträger mit den Symbolen Fuß- und Radverkehr).

Literatur

ALBRECHT, F.; BRÜHNING, E.; FRENZEL, K.-H.; KRAUSE, K.; MEEWES, V.; SCHNABEL, W.; TOPP, H. (1999): „Rechtsabbiegen bei Rot mit Grünpfeil“. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt). Heft V72. Bergisch Gladbach

ALLEN, B.; SHIN, B; COOPER, P. (1977): „Analysis of traffic conflicts and collisions, Dept. Of Civil Engineering“. in: VAN DER HORST, C. (1990): „A time-based analysis of road user behaviour in normal and critical encounters“. TNO Institute for Perception. Soesterberg, The Netherlands.

ALRUTZ, D.; BOHLE, W.; MAIER, R.; ENKE, M.; POHLE, M.; ZIMMERMANN, F.; ORTLEPP, J.; SCHREIBER M. (2015). Einfluss des Radver-

- kehrsaufkommens und Radverkehrsinfrastruktur auf das Unfallgeschehen. Berlin: Unfallforscher der Versicherer UDV des GDV (Forschungsbericht Nr. 29)
- ALRUTZ, D.; BOHLE, W.; MÜLLER, H.; PRAHLOW, H.; HACKE, U; LOHMANN, G. (2009). Unfallrisiko und Regelakzeptanz von Fahrradfahrern. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt). Heft V184. Bergisch Gladbach
- Belgisch Instituut voor Verkeersveiligheid (2012): „Proefproject in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest met de toelating voor fietsers om rechtsaf door rood te rijden (B22) of om rechtdoor door rood te rijden (B23) – verslag van een voor en naevaluatie“. URL: [http://www.vias.be/en/research/notre-publications/?sort=publication_date%20desc&themes\[\]=Cyclists](http://www.vias.be/en/research/notre-publications/?sort=publication_date%20desc&themes[]=Cyclists). Veröffentlicht am: 28.11.2012. Letzter Zugriff: 17.10.2017
- Beratungsstelle für Unfallverhütung (2017): „Radfahrer – Rechtsabbiegen bei Rot“. Empfehlungen Verkehrstechnik. URL: https://www.bfu.ch/de/Documents/03_Fuer_Fachpersonen/05_Verkehrstechnik/Empfehlungen/bfuGrundlagen/Radfahrer%20%E2%80%93%20Rechtsabbiegen%20bei%20Rot.pdf. Letzter Zugriff: 17.10.2017
- BOUSKA, W.; LEUE, A. (2013): „StVO – Straßenverkehrs-Ordnung, Textausgabe mit Erläuterungen“. 24. Auflage. Jehle-Verlag. München.
- Bundesministerium für Verkehr (1994): „Siebzehnte Verordnung zur Änderung straßenverkehrsrechtlicher Vorschriften vom 14. Dezember 1993“. In: Verkehrsblatt 3/1994. Verkehrsblatt-Verlag. Dortmund.
- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2012): Verordnung zur Neufassung der Straßenverkehrs-Ordnung (StVO) vom 26.07.2012. Drucksache 428/12
- Bundesministerium für Verkehr und Digitale Infrastruktur (2012): „Frankreich: „Grüner Pfeil“ exklusiv für Radfahrer“. URL: <https://nationaler-radverkehrsplan.de/de/aktuell/nachrichten/grue-nerpfeil-exklusiv-fuer-radfahrer>. Letzte Änderung: 19.09.2012. Letzter Zugriff: 17.10.2017
- Certu (2012): „Cédez-le-passage cyclist au feu rouge“. Fiche N°05, Lyon
- CROW fietsberaad (2013): „Brussels Gewest kiest voor rechtdoor-door-rood“ URL: <http://www.fietsberaad.nl/index.cfm?lang=nl§ion=nieuws&mode=newsArticle&repository=Brussels+Gewest+kiest+voor+rechtdoor-door-rood>. Veröffentlicht am: 15.09.2013. Letzter Zugriff: 17.10.2017
- CROW fietsberaad (2017): URL: <https://www.flickr.com/photos/fietsberaad/3716825234>. Letzter Zugriff: 17.10.2017
- DE CEUNYNCK, T.; DANIELS, S.; VANDERSPIJKEN, B.; BRIJS, K.; HERMANS, E.; BRIJS, T.; WETS, G. (2013): „Is There a Spillover Effect of a Right Turn on Red Permission for Bicyclists?“. Proceedings, International Cycling Safety Conference 2013. 20-21 November 2013, Helmond, The Netherlands. URL: <https://uhdspace.uhasselt.be/dspace/bitstream/1942/16162/1/Deceunico.pdf>. Letzter Zugriff: 13.10.2017
- EGELER, C.; ERZINGER, F.; WÄLTI, M.; BLUMENSTEIN, A.; KAUFFMANN, V.; SCHADE, J.; RÖSSGER, L.; SCHLAG, B. (2015): „Langsamverkehrsfreundliche Lichtsignalanlagen“. Forschungsprojekt SVI 2011/024 auf Antrag der Schweizerischen Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI). URL: <http://www.mobilityplatform.ch>. Letzter Zugriff: 23.10.2017
- ERIKSSON, A (2016): „Evaluering af højresving tilladt for rødt for cykler“. København K: Transport og Bygningsministeriet, Vejdirektoratet.
- ERKE, H.; GSTALTER, H. (1985): „Verkehrskonflikttechnik, Handbuch für die Durchführung und Auswertung von Erhebungen“. Bergisch-Gladbach : Bundesanstalt für Straßenwesen, Bereich Unfallforschung, 1985. Unfallund Sicherheitsforschung, Straßenverkehr, Heft 52.
- Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen (1992): „Richtlinien für Lichtsignalanlagen (RiLSA) – Lichtzeichenanlagen für den Straßenverkehr“. Ausgabe 1992 – Teilfortschreibung 2003. Köln.

- Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen (2002): „Empfehlungen für Fußgängerverkehrsanlagen – EFA“. Ausgabe 2002. Köln.
- Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen (2005): „Hinweise zur Signalisierung des Radverkehrs – HSRa“. Ausgabe 2005. Köln.
- Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen (2006): „Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen – RAS 06“. Ausgabe 2015. Köln.
- Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen (2010): „Empfehlungen für Radverkehrsanlagen ERA“. Ausgabe 2010. Köln.
- Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen (2012): „Empfehlungen für Verkehrserhebungen – EVE“. Ausgabe 2012. Köln.
- Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen (2015): „Richtlinien für Lichtsignalanlagen (RiLSA) – Lichtzeichenanlagen für den Straßenverkehr“. Ausgabe 2015. Köln.
- U.S. Department of Transportation – Federal Highway Administration (FHWA 2009): “Manual on Uniform Traffic – Control Devices (MUTCD)”. 2009 Edition. Washington
- GERLACH, J.; SEIPEL, S.; POSCHADEL, S.; BOENKE, D. (2014): „Sichere Knotenpunkte für schwächere Verkehrsteilnehmer“. Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V., Unfallforschung der Versicherer. Berlin.
- HANTSCHHEL, S.; ENKE, M. (2017): „NRVP 2020 – Rad Fahrende und zu Fuß Gehende auf gemeinsamen und getrennten selbstständigen Wegen – Verträglichkeit, Verkehrsablauf und Gestaltung“. 1. Zwischenbericht (unveröffentlicht).
- JAKOB, G. (2000): „Einsatz des Grünpfeils – Erfahrungen in Wiesbaden“. Beitrag anlässlich eines Seminars des VSVI (Verein der Straßenbau- und Verkehrsingenieure) zu den „Grundlagen der Steuerung von Lichtsignalanlagen“. Friedberg
- JOHNSON, M.; NEWSTEAD, S. CHARLTON, J. OXLEY, J. (2011): „Riding through red lights: The rate, characteristics and risk factors of non-compliant urban commuter cyclists“. In: Accident Analysis and Prevention 43 (2011), Seite 323–328
- JOHNSON, M.; CHARLTON, J. OXLEY, J. NEWSTEAD, S. (2013): „Why do cyclists infringe at red lights? An investigation of Australian cyclists’ reasons for red light infringement“. In: Accident Analysis and Prevention 50 (2013), Seite 840-847
- JOUANNOT, T.; HIRON, B. (2016): „Extension du domaine d’emploi du cédez-le-passage cycliste au feu rouge“ Centre d’études et d’expertise sur les risques, l’environnement, la mobilité et l’aménagement (CEREMA), Lyon
- Köln, Stadt (2017): „Der Grünpfeil“, „Grünpfeil für den Radverkehr“. URL: <http://www.stadtkoeln.de/leben-in-koeln/verkehr/ampeln/der-gruenpfeil>. Letzter Zugriff: 13.10.2017
- LAPPE, T. (2017): „Ermittlung von Surrogate Safety Measures (SSM) anhand rekonstruierter Trajektorien von Unfallgegnern“. Studienarbeit. TU Dresden.
- Le Parisien (2013): „Lille : les cyclistes autorisés à griller les feux rouge“. URL: <http://www.leparisien.fr/automobile/securite>
- routiere/lille-les-cyclistes-autorises-a-griller-les-feux-rouge-19-09-2013-3150565.php Artikel vom: 19.09.2017. Letzter Zugriff: 24.10.2017
- Ma Commune (2013): “A Besançon, les cyclistes peuvent désormais passer au feu rouge à certains carrefours”. URL: <http://www.macommu-ne.info/article/a-besancon-les-cyclistes-peuvent-passer-au-feu-rouge-acertains-carrefours-88441>». Artikel vom: 11.09.2013. Letzter Zugriff: 24.10.2017
- MAIER R.; HANTSCHHEL, S.; ORTLEPP, J.; BUTTERWEGGE, P. (2015): „Sicherheit von Grünpfeilen“. Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V., Unfallforschung der Versicherer. Berlin. URL: <http://udv.de/de/publikationen/forschungsberichte/sicherheit-gruenpfeilen>. Letzter Zugriff: 13.10.2017
- Ministère de l’intérieur, La Sécurité Routière (2012): „Une nouvelle signalisation à destination des cyclistes“. URL: <http://www.securite-routiere.gouv.fr/connaître-les-regles/questions-frequentes/une-nouvellesignalisation-a-destination-des>

- cyclistes. Letzte Änderung: 13.08.2012. Letzter Zugriff: 17.10.2017
- MITTERREITER (2016): „Grünpfeil für Radfahrer“, Landeshauptstadt München, Kreisverwaltungsreferat; Vortrag im Rahmen des FGSV AA 3.3 am 10./11.10. 2016 in Hannover
- München, Stadt (2017): „Grünpfeilschild“, „Erstmalig und einmalig in München: Grünpfeilschild für Radfahrer“. URL: <https://www.muenchen.de/rat-haus/Stadtverwaltung/Kreisverwaltungsreferat/Verkehr/Verkehrssteuerung/Gruenpfeilschild.html>. Letzter Zugriff: 13.10.2017
- National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA 1995): „The Safety Impact of Right Turn on Red: Report to Congress“. URL: <https://one.nhtsa.gov/people/outreach/traftech/1995/TT086.htm>. Artikel vom: Februar 1995. Letzter Zugriff: 24.10.2017
- ORTLEPP, J.; NEUMANN, V.; UTZMANN, I. (2008): Verbesserung der Verkehrssicherheit in Münster. Unfallforschung der Versicherer. Berlin
- OHM, D.; FIEDLER, F.; ZIMMERMANN, F.; KRAXENBERGER, T.; MAIER, R.; HANTSCHHEL, S.; OTTO, M. (2015) Führung des Radverkehrs im Mischverkehr auf innerörtlichen Hauptverkehrsstrassen. Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Straßenwesen BAST (Berichte der BAST, Unterreihe Verkehrstechnik, Heft V257)
- RICHARDSON, M.; CAULFIELD, B. (2015): „Investigating traffic light violations by cyclists in Dublin City Centre“. In: Accident Analysis and Prevention 84 (2015), Seite 65-73
- RETTING, R. A.; NITZBURG, M. S.; FARMER, C. M.; KNOBLAUCH, R. L. (2002): „Field Evaluation of Two Methods for Restricting Right Turn on Red to Promote Pedestrian Safety“. In: ITE Journal 1/2002. Washington.
- RISSE, R.; KABA, A.; STEINBAUER, J.; RAMME, W.; ZUZAN, W.D. (1991): „Handbuch zur Erhebung von Verkehrskonflikten mit Anleitung zur Beobachterschulung“. Lebensraum Verkehr, kleine Fachbuchreihe des KfV.
- Hoofddirectie van de Waterstaat, Hoofdafdeling Bestuurlijke en Juridische Zaken (1990): „Reglement verkeersregels en verkeerstekens 1990 (RVV 1990)“. URL: <http://wetten.overheid.nl/>
- BWBR0004825/2017-07-01. Letzter Zugriff: 17.10.2017
- SCHLEINITZ, K. (2016). Regelwidriges Verhalten von Pedelec und Fahrradfahrern. Berlin: Symposium „Mehr Radverkehr – aber sicher!“ am 21.09.2016
- SCHÖBER, C. (2015): „Untersuchung der Eignung von Surrogate Safety Measures (SSM) zur Beschreibung des Unfallgeschehens an lichtsignalgeregelten Knotenpunkten in Städten“. Diplomarbeit. TU Dresden.
- SCHROBITZ, U.; KRAUSE, K.; SCHNABEL, W. (1992): „Untersuchung der Vor- und Nachteile des Rechtsabbiegens beim Farbzeichen „Rot“ durch die Regelung „Grüner Pfeil““. Forschungsbericht der Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST). Bergisch Gladbach
- SCHÜLLER, H.; NIESTEGGE, M.; ROßMERKEL, M.; SCHADE, J.; RÖßGER, L.; REHBERG, K.; MAIER, R. (2017). Systematische Untersuchung sicherheitsrelevanten Fußgängerverhaltens. Stuttgart/Dresden: bisher unveröffentlichter Schlussberichtsentwurf zum FE-Projekt FE 82.602/2013 der BAST
- STÖRR, M.; HUBER, C.; PÖLLENDORFER, D. (2017): „Pilotversuch velofreundliche Lichtsignalanlagen – Rechtsabbiegen bei Rot für Velos, Fuss und Veloverkehrsphase“. URL: <http://www.mobilitaet.bs.ch/velo/pilotversuch/velofreundliche-lsa.html>. Letzter Zugriff: 17.10.2017
- STRAUSS, C. (2019): „Analyse des Unfallgeschehens rechtsabbiegender Rad Fahrer an Knotenpunkten mit LSA“. Studienarbeit. TU Dresden.
- Süddeutsche Zeitung (2017): „Radeln bei Rot – ganz legal“. URL: <http://www.sueddeutsche.de/auto/strassenverkehrradeln-bei-rot-ganz-legal-1.3406955>. Artikel vom: 07.03.2017. Letzter Zugriff: 13.10.2017
- TAZ (2017): „Kommentar Grüner Pfeil für Fahrräder: Was gibt's da noch zu prüfen?“. URL: <http://www.taz.de/!5386901/>. Artikel vom 08.03.2017. Letzter Zugriff: 13.10.2017
- Theorie Nederland (2017): „Verkeerslichten“. URL: <http://www.theorienederland.nl/les-3verkeerslichten>. Letzter Zugriff: 17.10.2017

- THOM, O. (2014): „Untersuchung der Eignung von Surrogate Safety Measures (SSM) zur Beschreibung von Unfall und kritischen Situationen“. Diplomarbeit. TU Dresden.
- Unfallforscher der Versicherer (UDV), (2016). Typische Unfälle zwischen Pkw und Radfahrern. Gesamtverband der Deutschen Versicherer GDV (Unfallforschung kompakt, Nr. 55)
- Vejdirektoratet (2017): „Cyklister kan svinge til højre for rødt lys i udvalgte kryds“. URL: http://www.vejdirektoratet.dk/DA/viden_og_data/temaer/trafiksikkerhed/cykelhojresving_for_rodt/Sider/default.aspx. Letzte Änderung: 02.02.2017. Letzter Zugriff: 17.10.2017
- von BELOW, A.: Verkehrssicherheit von Radfahrern – Analyse sicherheitsrelevanter Motive, Einstellungen und Verhaltensweisen. Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Straßenwesen (Heft M264) „Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Straßenverkehrs-Ordnung (VwV-StVO)“. Vom 26. Januar 2001 in der Fassung vom 22. Mai 2017. Berlin/Bonn 2017
- WELT (2017): „Bei Rot fahren soll Radeln in der Stadt sicherer machen“. URL: <https://www.welt.de/politik/deutschland/article162636462/Bei-Rot-fahren-soll-Radeln-in-der-Stadt-sicherer-machen.html>. Artikel vom: 07.03.2017. Letzter Zugriff 13.10.2017
- WU, CH.; YAO, L.; ZHANG, K. (2012): „The redlight running behavior of electric bike riders and cyclists at urban intersections in China: An observational study“. In: Accident Analysis and Prevention 49 (2012), Seite 186-192
- ZEGEER, C. V.; CYNECKI, M. J. (1985): „Methods of increasing Pedestrian Safety at Right-Turn-On-Red Intersections“. Federal Highway Administration. Georgetown Pike.
- ## Bilder
- Bild 2.1: Freies Rechtsabbiegen für den Radverkehr mit gesonderter Führung des geradeaus fahrenden Radverkehrs (ERA 2010)
- Bild 2.2: Signaltafel Rechtsabbiegen bei Rot für Rad Fahrende in Basel (Quelle: STÖRR et al., 2017)
- Bild 2.3: Informationstafel Rechtsabbiegen bei Rot für Rad Fahrende in Basel (Quelle: STÖRR et al., 2017)
- Bild 2.4: Empfehlungen zu Sichtverhältnissen und notwendige Sichtweiten für die Anordnung des Rechtsabbiegens bei Rot für Rad Fahrende (Quelle: bfu, 2017)
- Bild 2.5: Rechtsabbiegevorgänge Rad Fahrender bei Rot (ohne Anhalten) mit (Vorher) und ohne (Nachher, nicht regelwidrig) Rotlichtmissachtung ohne Fußgängerquerungen (Quelle: EGELER et al., 2015)
- Bild 2.6: Möglichkeiten des Fahrens bei Rot für Rad Fahrende bei einem Pilotversuch in Brüssel (Quelle: BIVV, 2012)
- Bild 2.7: Verkehrszeichen für die Freigabe bei Rot für Rad Fahrende bei einem Pilotversuch in Brüssel (Quelle: BIVV, 2012)
- Bild 2.8: Zusatzverkehrszeichen für RTOR in Dänemark (Quelle: ERIKSSON, 2016)
- Bild 2.9: Gestaltungsvorschlag für RTOR in Dänemark (Quelle: Vejdirektoratet, 2018)
- Bild 2.10: (ständige) Zusatzverkehrszeichen für RTOR in Frankreich (Quelle: JOUANNOT & HIRON, 2016)
- Bild 2.11: (temporäre) Zusatzverkehrszeichen für RTOR in Frankreich (Quelle: Instruction interministérielle sur la Signalisation Routière, 2012)
- Bild 2.12: kritische bevorrechtigte Ströme bei erhöhtem Schwerverkehrsanteil (Quelle: CERTU, 2016)
- Bild 2.13: Beschilderung Rechtsabbiegen bei Rot für Rad Fahrende in den Niederlanden (TN, 2017; CROW, 2017)

- Bild 3.1: Grünpfeil (Z 720 StVO) mit Zusatz „nur Radverkehr“ auf weißer Trägertafel
- Bild 3.2: Empfehlung Anbringung Verkehrszeichen zum Rechtsabbiegen bei Rot für Rad Fahrende
- Bild 4.1: Typisierung der Knotenpunkte
- Bild 6.1: Versuchsaufbau der Videobeobachtungen
- Bild 6.2: Ströme der Verkehrsstärkenbetrachtung
- Bild 6.3: Konfliktpunkte rechtsabbiegender Rad Fahrender
- Bild 6.4: Entscheidungsbaum zur Bewertung der Interaktionen
- Bild 7.1: Bandbreite der Verkehrsstärken der rechtsabbiegenden Rad Fahrenden
- Bild 7.2: Übersicht über die beobachteten Rad Fahrenden in der Verhaltensanalyse
- Bild 7.3: Rotlichtakzeptanz rechtsabbiegender Rad Fahrender ohne und mit Grünpfeil (nur Rad Fahrende, die bei Rot ankommen)
- Bild 7.4: Rotlichtakzeptanz geradeausfahrender Rad Fahrender ohne und mit Grünpfeil (nur Rad Fahrende, die bei Rot ankommen)
- Bild 7.5: Akzeptanz der Radverkehrsführungsform beim Rechtsabbiegen bei Rot ohne und mit Grünpfeil
- Bild 7.6: Interaktionsraten und Beteiligte in der Annäherung (rechtsabbiegende Rad Fahrende vs. haltende Kfz /Rad Fahrende) ohne und mit Grünpfeil
- Bild 7.7: Interaktionsstufen und Beteiligte in der Annäherung (rechtsabbiegende Rad Fahrende vs. haltende Kfz /Rad Fahrende) ohne und mit Grünpfeil
- Bild 7.8: Interaktionsraten und Beteiligte auf der Furt 1 (Zufahrt; rechtsabbiegende Rad Fahrende vs. querende zu Fuß Gehende/Rad Fahrende) ohne und mit Grünpfeil
- Bild 7.9: Interaktionsstufen auf der Furt 1 (Zufahrt; rechtsabbiegende Rad Fahrende vs. querende zu Fuß Gehende/Rad Fahrende) ohne und mit Grünpfeil
- Bild 7.10: Interaktionsraten und Beteiligte im Knotenpunkttinnenbereich von links (rechtsabbiegende Rad Fahrende vs. Kfz/ Rad Fahrende von links) ohne und mit Grünpfeil
- Bild 7.11: Interaktionsstufen im Knotenpunkttinnenbereich von links (rechtsabbiegende Rad Fahrende vs. Kfz/ Rad Fahrende von links) ohne und mit Grünpfeil
- Bild 7.12: Interaktionsraten und Beteiligte auf dem Gehweg (rechtsabbiegende Rad Fahrende vs. zu Fuß Gehende /Rad Fahrende) ohne und mit Grünpfeil
- Bild 7.13: Interaktionsstufen auf dem Gehweg (rechtsabbiegende Rad Fahrende vs. zu Fuß Gehende /Rad Fahrende) ohne und mit Grünpfeil
- Bild 7.14: Interaktionsraten und Beteiligte auf der Furt 2 (Ausfahrt; rechtsabbiegende Rad Fahrende vs. querende zu Fuß Gehende /Rad Fahrende) ohne und mit Grünpfeil
- Bild 7.15: Interaktionsstufen auf der Furt 2 (Ausfahrt; rechtsabbiegende Rad Fahrende vs. querende zu Fuß Gehende /Rad Fahrende) ohne und mit Grünpfeil
- Bild 7.16: Interaktionen mit ermittelbaren PET
- Bild 7.17: Häufigkeitsverteilung PET für alle Interaktionen rechtsabbiegender Rad Fahrender bei Rot über alle Pilotstellen, Rechtsabbiegende Rad Fahrende kreuzen vor Interaktionsbeteiligten
- Bild 7.18: Häufigkeitsverteilung PET für alle Interaktionen rechtsabbiegender Rad Fahrender bei Rot über alle Pilotstellen, Rechtsabbiegende Rad Fahrende fahren nach Interaktionsbeteiligten
- Bild 7.19: Häufigkeitsverteilung PET für alle Interaktionen rechtsabbiegender Rad Fahrender mit Grünpfeil über alle Pilotstellen, Rechtsabbiegende Rad Fahrende kreuzen vor Interaktionsbeteiligten
- Bild 7.20: Häufigkeitsverteilung PET für alle Interaktionen rechtsabbiegender Rad Fahrender mit Grünpfeil über alle Pilotstellen, Rechtsabbiegende Rad

- Fahrende fahren nach Interaktionsbeteiligten
- Bild 7.21: Anzahl der Abstandsmessungen bei Überholvorgängen von rechtsabbiegenden Rad Fahrenden bei Rot
- Bild 7.22: Anzahl der Überholungen von Kfz durch rechtsabbiegende Rad Fahrende bei Rot nach Überholseite
- Bild 7.23: Anteil der Überholungen zwischen Fahrzeugreihen
- Bild 7.24: Anzahl der Überholungen von Rad Fahrenden durch rechtsabbiegende Rad Fahrende bei Rot nach Überholseite
- Bild 7.25: Überholabstand rechtsabbiegender Rad Fahrender zu haltenden Kfz
- Bild 7.26: Überholabstand rechtsabbiegender Rad Fahrender bei Rot zu haltenden Rad Fahrenden
- Bild 7.27: Anteile der Aufstellungen und Überholungen rechts abbiegender Rad Fahrender
- Bild 7.28: Anzahl Aufstellungen rechts abbiegender Rad Fahrender hinter hintereinander haltenden Kfz
- Bild 7.29: Anzahl Aufstellungen rechts abbiegender Rad Fahrender hinter nebeneinander haltenden Rad Fahrenden
- Bild 7.30: Anzahl Aufstellungen rechts abbiegender Rad Fahrender hinter hintereinander haltenden Rad Fahrenden
- Bild 7.31: Bandbreite der Abbiegegeschwindigkeiten von rechtsabbiegenden Rad Fahrenden (ohne Halt) bei Rot ohne und mit Grünpfeil
- Bild 7.32: Bandbreite der Abbiegegeschwindigkeiten von rechtsabbiegenden Rad Fahrenden (ohne Halt) bei Rot und Grün mit Grünpfeil
- Bild 7.33: Geschwindigkeitsdifferenz der Abbiegegeschwindigkeiten von rechtsabbiegenden Rad Fahrenden (ohne Halt) bei Rot und Grün ohne und mit Grünpfeil
- Bild 7.34: Mittlere Wartezeit der rechtsabbiegenden Rad Fahrenden ohne und mit Grünpfeil
- Bild 7.35: Mittlere Wartezeit der bei Rot ankommenden und regelkonform rechtsabbiegenden Rad Fahrenden ohne und mit Grünpfeil
- Bild 7.36: Mittlere jährliche Häufigkeit der Unfälle am Gesamtknotenpunkt mit Beteiligung von Rad Fahrenden
- Bild 8.1: Grünpfeil mit Zusatz „nur Radverkehr“ auf weißer Trägertafel (zukünftig Z 721)

Tabellen

- Tab. 5.1: Typisierung der Erhebungsstellen des Pilotversuches
- Tab. 5.2: Erhebungsstellen Pilotversuch
- Tab. 6.1: Interaktionsgegner zur Expositionsermittlung nach Konfliktpunkt und Anlagentyp
- Tab. 6.2: Verbale Beschreibung der Interaktionsstufen
- Tab. 7.1: Zu- und Abnahme der Verkehrsstärken in der Untersuchung ohne und mit Grünpfeil nach Verkehrsstrom und Anlagentyp
- Tab. 7.2: Anteil der bei Rot rechtsabbiegenden Rad Fahrenden mit Interaktion
- Tab. 7.3: Aufteilung der auswertbaren PET auf Pilottypen
- Tab. 7.4: Ergebnis Einzelstellenanalyse
- Tab. 7.5: Bewegungslinien rechtsabbiegender Rad Fahrender, Typ Mischverkehr Mischverkehr
- Tab. 7.6: Bewegungslinien rechtsabbiegender Rad Fahrender, Typ Mischverkehr Radverkehrsanlage
- Tab. 7.7: Bewegungslinien rechtsabbiegender Rad Fahrender, Typ Radverkehrsanlage Mischverkehr
- Tab. 7.8: Bewegungslinien rechtsabbiegender Rad Fahrender, Typ Radverkehrsanlage Radverkehrsanlage
- Tab. 7.9: Unfallgeschehen der Pilotstellen im Vergleich ohne und mit Grünpfeil
- Tab. 8.1: Typisierung der Pilotstellen

Schriftenreihe

Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen

Unterreihe „Verkehrstechnik“

2018

- V 300: **Untersuchungen zur Optimierung von Schadstoff-rückhalt und Standfestigkeit von Banketten**
Werkenthin, Kluge, Wessolek
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter [https:// bast.opus.hbz-nrw.de/](https://bast.opus.hbz-nrw.de/) heruntergeladen werden.
- V 301: **Sicherheitsbewertung von Arbeitsstellen mit Gegenverkehrstrennung**
Kemper, Sümmermann, Baier, Klemps-Kohnen
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter [https:// bast.opus.hbz-nrw.de/](https://bast.opus.hbz-nrw.de/) heruntergeladen werden.
- V 302: **Entwicklung einer Fahrstreifenreduktionsbeeinflussungsanlage für Baustellen auf BAB**
Heinrich, Maier, Papageorgiou, Papamichail, Schober, Stamatakis
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter [https:// bast.opus.hbz-nrw.de/](https://bast.opus.hbz-nrw.de/) heruntergeladen werden.
- V 303: **Psychologische Wirkungen von Arbeitsstellenlängen, -staffelung und -gestaltung auf die Verkehrsteilnehmer**
Scotti, Kemper, Oeser, Haberstroh, Welter, Jeschke, Skottke € 19,50
- V 304: **Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2015**
Fitschen, Nordmann € 31,00
Die Ergebnisdateien können als kostenpflichtiger Download unter: www.schuenemann-verlag.de heruntergeladen werden. € 15,00
- V 305: **Pilotversuche zur Behandlung der Abwässer von PWC-Anlagen**
Hartmann, Londong € 16,00
- V 306: **Anpassung des bestehenden Straßennetzes an das Entwurfskonzept der standardisierten Straßen – Pilotprojekt zur Anwendung des M EKLBest**
Lippold, Wittig
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter [https:// bast.opus.hbz-nrw.de/](https://bast.opus.hbz-nrw.de/) heruntergeladen werden.
- V 307: **Evaluation des Sicherheitsaudits von Straßen in der Planung**
Baier, Baier, Klemps-Kohnen, Bark, Beaulieu, Theis € 17,50
- V 308: **Überarbeitung und Aktualisierung des Merkblattes für die Ausstattung von Verkehrsrechner- und Unterzentralen (MARZ 1999)**
Gerstenberger, Hösch, Listl, Schwietering
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter [https:// bast.opus.hbz-nrw.de/](https://bast.opus.hbz-nrw.de/) heruntergeladen werden.
- V 309: **Photokatalytische Oberflächen zur Minderung von Stickoxidbelastungen an Straßen – TiO₂-Pilotstudie Lärmschutzwand**
Baum, Lipke, Löffler, Metzger, Sauer € 16,50
- V 310: **Umweltfreundlicher Straßenbelag – photokatalytischer Stickstoffdioxidabbau unter Nutzung der Nanotechnologie**
Wang, Oeser, Steinauer
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter [https:// bast.opus.hbz-nrw.de/](https://bast.opus.hbz-nrw.de/) heruntergeladen werden.
- V 311: **Feldversuch mit Lang-Lkw**
Irzik, Kranz, Bühne, Glaeser, Limbeck, Gail, Bartolomaeus, Wolf, Sistenich, Kaundinya, Jungfeld, Ellmers, Kübler, Holte, Kaschner
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter [https:// bast.opus.hbz-nrw.de/](https://bast.opus.hbz-nrw.de/) heruntergeladen werden.

V 312: **Sicherheitswirkung, Dauerhaftigkeit und Lärmemission von eingefrästen Rüttelstreifen**

Hegewald, Vesper, Irzik, Krautscheid, Sander, Lorenzen, Löffler, Ripke, Bommert
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter [https:// bast.opus.hbz-nrw.de/](https://bast.opus.hbz-nrw.de/) heruntergeladen werden.

2019

- V 313: **Tausalzverdünnung und -rückhalt bei verschiedenen Entwässerungsmethoden – Modellberechnungen**
Braun, Klute, Reuter, Rubbert € 18,50
- V 314: **Übergreifende verkehrstechnische Bewertung von Autobahnstrecken und -knotenpunkten**
Hartmann, Vortisch, Vieten, Chatzipanagiotidou, Haug, Spangler € 18,50
- V 315: **Telematisch gesteuertes Kompaktparken für das Lkw-Parkraummanagement auf Rastanlagen an BAB – Anforderungen und Praxiserprobung**
Kappich, Westermann, Holst € 15,50
- V 316: **Akustische Wirksamkeit alter Lärmschutzwände**
Lindner, Hartmann, Schulze, Hübelt € 18,50
- V 317: **Wahrnehmungspsychologische Aspekte (Human Factors) und deren Einfluss auf die Gestaltung von Landstraßen**
Schlag, Anke, Lippold, Wittig, Walther € 22,00
- V 318: **Unfallkommissionsarbeit – Unterstützung durch einen webbasierten Maßnahmenkatalog zur Beseitigung von Unfallhäufungen**
Wolf, Berger, Bärwolff € 15,50
- V 319: **Vermeidung von abflussschwachen Zonen in Verwindungsbereichen – Vergleich und Bewertung von baulichen Lösungen**
Lippold, Vettters, Ressel, Alber
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter [https:// bast.opus.hbz-nrw.de/](https://bast.opus.hbz-nrw.de/) heruntergeladen werden.
- V 320: **Einsatzbereiche und Entwurfselemente von Rad-schnellverbindungen**
Malik, Lange, Andriessse, Gwiasda, Erler, Stein, Thiemann-Linden € 18,00
- V 322: **Automatisch gesteuerte Streustoffausbringung durch Nutzung neuer mobiler Sensoren**
Hausmann € 18,00
- V 323: **Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2016**
Fitschen, Nordmann € 31,50
Die Ergebnisdateien können als kostenpflichtiger Download unter: www.schuenemann-verlag.de heruntergeladen werden. € 15,00
- #### 2020
- V 321: **Dynamisches umweltsensitives Verkehrsmanagement**
Diegmann, Wurstthorn, Breitenbach, Düring, Schönharting, Kraus, Klemm, Voigt, Kohlen, Löhner € 20,00
- V 324: **Konzept zur Bewertung des Verkehrsablaufs an Knotenpunkten mit und ohne LSA**
Vortisch, Buck, Leyn, Baier, Schuckkieß, Schimpf, Schmotz
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter [https:// bast.opus.hbz-nrw.de/](https://bast.opus.hbz-nrw.de/) heruntergeladen werden.
- V 325: **Entwurfsparameter von Hochleistungsstraßen innerhalb bebauter Gebiete**
D. Schmitt, J. Gerlach, M. Schwedler, F. Huber, H. Sander
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter [https:// bast.opus.hbz-nrw.de/](https://bast.opus.hbz-nrw.de/) heruntergeladen werden.
- V 326: **Straßenverkehrszählung 2015 – Methodik der manuellen Zählungen**
Schmidt, Frenken, Mahmoudi € 15,50
- V 327: **Straßenverkehrszählung 2015 – Ergebnisse**
Frenken, Mahmoudi € 16,50

V 328: **Anprallprüfungen an Fahrzeug-Rückhaltesystemen und Entwicklung von Nachrüstlösungen**
Meisel, Balzer-Hebborn, Eilmers, Jungfeld, Klostermeier, Kübler, Schmitz, Schwedhelm, Yu
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter [https:// bast.opus.hbz-nrw.de/](https://bast.opus.hbz-nrw.de/) heruntergeladen werden.

V 329: **Streckenbezogene Glättevorhersage**
Schedler, Gutbrod, Müller, Schröder € 24,50

V 330: **Führung des Radverkehrs an Landstraßen**
Baier, Leu, Rittershaus
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter [https:// bast.opus.hbz-nrw.de/](https://bast.opus.hbz-nrw.de/) heruntergeladen werden.

V 331: **Leitfaden für die Streckenfreigabe für den Einsatz von Lang-Lkw**
Lippold, Schemmel, Förg, Süßmann € 17,00

V 332: **Räumliche Linienführung von Autobahnen**
Lippold, Zösch
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter [https:// bast.opus.hbz-nrw.de/](https://bast.opus.hbz-nrw.de/) heruntergeladen werden.

V 333: **Passive Schallschutzmaßnahmen – Akustische Wirksamkeit**
Hänisch, Heidebrunn € 17,00

V 334: **Akustische Wirksamkeit von Lärmschutzwandaufsätzen**
Lindner, Kluth, Ruhnau, Schulze € 17,00

V 335: **Ermittlung aktualisierter Grundlagen für Beschleunigungsvergütungen in Bauverträgen**
Geistefeldt, Hohmann, von der Heiden, Finkbeiner € 16,00

V 336: **Vergleich der Detektoren für die Verkehrserfassung an signalisierten Knotenpunkten**
Ungureanu, Ilić, Radon, Rothe, Reichert, Schober, Stamatakis, Heinrich € 18,50

V 337: **Bridge-WIM Pilotversuch – Begleitung und Auswertung**
Kathmann, Scotti, Kucera € 18,50

2021

V 338: **Streckenbeeinflussungsanlagen – Entwurf eines regelungstechnischen Modells zur verbesserten Harmonisierung des Verkehrsablaufs**
Schwietering, Schwietering, Maier, Hakenberg, Pyta, Abel
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter [https:// bast.opus.hbz-nrw.de/](https://bast.opus.hbz-nrw.de/) heruntergeladen werden.

V 339: **Aktualisierung der Datenbank MARLIS**
Schneider, Turhan, Pelzer
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter [https:// bast.opus.hbz-nrw.de/](https://bast.opus.hbz-nrw.de/) heruntergeladen werden.

V 340: **Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2017**
Fitschen, Nordmann € 31,00

V 341: **Lebenszykluskostenbewertung von Schutzeinrichtungen**
Eckert, Hendrich, Horlacher, Kathmann, Scotti, von Heel
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter [https:// bast.opus.hbz-nrw.de/](https://bast.opus.hbz-nrw.de/) heruntergeladen werden.

V 342: **Entwicklung eines aktuellen, echtzeit-verfügbaren Key Performance Indicator (KPI) Systems für das deutsche Autobahnnetz**
Peter, Janko, Schick, Waßmuth, Friedrich, Bawidamann € 21,00

V 343: **Kreisverkehre an Landstraßen Auswirkungen der Erkennbarkeit und der Zufahrtsgestaltung auf die Verkehrssicherheit**
Schmotz, Schröter, Schemmel, Lippold, Schulze € 21,50

V 344: **Verkehrsträgerübergreifende Lärmkumulation in komplexen Situationen**
Popp, Eggers, Heidebrunn, Cortes € 21,00

V 345: **Aufbau einer Datenbank zur Berechnung exemplarischer Lärmsituationen mit Geräuschemissionsdaten der Straße und meteorologischen Daten**

Liepert, Skowronek, Eberlei, Crijenkovic, Müller, Schady, Elsen
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter [https:// bast.opus.hbz-nrw.de/](https://bast.opus.hbz-nrw.de/) heruntergeladen werden.

V 346: **Zusammenhang reduzierter Geräuschgrenzwerte mit den in-use Geräuschemissionen bei unterschiedlichen Verkehrssituationen**
Müller, Huth, Liepert € 15,00

V 347: **Chancen in der Verkehrsbeeinflussung durch Fahrzeug-Infrastruktur-Kommunikation**
Schwietering, Löbbeling, Spangler, Gabloner, Busch, Roszak, Dobmeier, Neumann
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter [https:// bast.opus.hbz-nrw.de/](https://bast.opus.hbz-nrw.de/) heruntergeladen werden.

V 348: **Einsatz und Verkehrssicherheit von Fußgängerüberwegen**
Bohle, Busek, Schröder € 18,50

V 349: **Straßenbepflanzung und Verkehrssicherheit – Ermittlung unfallbeeinflussender Merkmale auf Basis empirischer Modelle unter besonderer Berücksichtigung der Bepflanzung im Seitenraum an Landstraßen**
Schreck-von Below € 22,00

V 350: **Wirksamkeit von Lärmschutzwandaufsätzen**
Bartolomaeus, Strigari, Sammet
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter [https:// bast.opus.hbz-nrw.de/](https://bast.opus.hbz-nrw.de/) heruntergeladen werden.

V 351: **Effektivität und Wirtschaftlichkeit der Streustofflagerung – TAUSALA II**
Hollдорf, Cypra, Pape
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter [https:// bast.opus.hbz-nrw.de/](https://bast.opus.hbz-nrw.de/) heruntergeladen werden.

2022

V 352: **Abriebe von Fahrbahnoberflächen**
Düring, Schmidt, Johannsen € 19,00

V 353: **Nutzung der C2X-basierten ÖV-Priorisierung an signalisierten Knotenpunkten**
Gay, Grimm, Otto, Partzsch, Gersdorf, Gierisch, Löwe, Schütze € 16,00

V 354: **Anwendung der Methode BIM in Konformität mit den Regelwerken der FGSV und des IT-Ko**
Radenberg, Müller, König, Hagedorn, Geistefeldt, Hohmann, Heinrichs, Stiehler, Kortemeyer in Vorbereitung

V 355: **Pilotversuch des Rechtsabbiegens von Rad Fahrern bei Rot**
Niestegge, Schüller, Hantschel, Schröter, Gerike
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter [https:// bast.opus.hbz-nrw.de/](https://bast.opus.hbz-nrw.de/) heruntergeladen werden.

Fachverlag NW in der Carl Ed. Schünemann KG
Zweite Schlachtpforte 7 · 28195 Bremen
Tel. +(0)421/3 69 03-53 · Fax +(0)421/3 69 03-48

Alternativ können Sie alle lieferbaren Titel auch auf unserer Website finden und bestellen.

www.schuenemann-verlag.de

Alle Berichte, die nur in digitaler Form erscheinen, können wir auf Wunsch als »Book on Demand« für Sie herstellen.