



DRadEsel

Schlussbericht



12/2022

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Zuwendungsempfänger: Technische Universität Chemnitz Institut für Psychologie Forschungsgruppe Allgemeine und Arbeitspsychologie Wilhelm-Raabe-Str. 43, 09120 Chemnitz	Förderkennzeichen: VB1913
Vorhabenbezeichnung: DRadEsel - Beleuchtung der Dunkelziffer sicherheitskritischer Ereignisse zwischen Radfahrenden, Radfahrenden und PKW, Fußgängern sowie ÖPNV: Eine repräsentative stationäre Beobachtungsstudie an urbanen Verkehrsknotenpunkten mit Interviews in Deutschland	
Laufzeit des Vorhabens: 01.08.2019 – 30.06.2022	
Berichtszeitraum: 01.08.2019 – 30.06.2022	

Autor/-innen

Springer-Teumer, Sabine; Kreuzlein, Maria; Hartwich, Franziska; Krems, Josef. F.

Projektleitung

Prof. Dr. Josef F. Krems



INHALTSVERZEICHNIS

I. KURZE DARSTELLUNG	3
I.1. Aufgabenstellung	3
I.2. Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde	3
I.3. Planung und Ablauf des Vorhabens	4
I.4. Wissenschaftlicher und technischer Stand.....	7
I.5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen	9
II. EINGEHENDE DARSTELLUNG	10
II.1. Verwendung der Zuwendung und erzielttes Ergebnis im Einzelnen	10
II.1.1 AP1: Literaturrecherche	10
II.1.2 AP2: Erhebungsinstrument und Machbarkeitsstudie.....	13
II.1.3 AP3: Repräsentative Beobachtungsstudie.....	22
II.1.4 AP4: Organisation, Berichtlegung und Verbreitung.....	47
II.2. Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises.....	48
II.3. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit	49
II.4. Voraussichtlicher Nutzen.....	49
II.5. Während der Durchführung des Vorhabens bekannt gewordener Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen.....	50
II.6. Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen des Ergebnisses nach Nr. 5 BNBest-NRVP	52
IV. LITERATURVERZEICHNIS	53



I. KURZE DARSTELLUNG

I.1. Aufgabenstellung

Forschende auf dem Gebiet der Radverkehrssicherheit gehen von einer hohen Zahl amtlich nicht-registrierter Unfälle und sicherheitskritischer Situationen (SKS) aus, in denen Radfahrende involviert sind. Mit dem Erlebnis eines solchen Ereignisses wächst die Wahrscheinlichkeit, das Fahrrad als umweltfreundliches Mobilitätsmittel seltener oder nicht mehr zu nutzen, was auf ein verringertes Sicherheitsempfinden als Folge zurückzuführen sein kann. Neben unzureichender Radinfrastruktur können auch das Verhalten anderer Verkehrsteilnehmender sowie zeitliche und witterungsbedingte Faktoren ursächlich für derartige Unfälle und SKS sein. Zum Zeitpunkt der Antragsstellung für das vorliegende Forschungsvorhaben existierte noch keine repräsentative Datengrundlage, mithilfe derer die Prävalenz von SKS in Deutschland hätte abgebildet und entsprechende Maßnahmen zur Erhöhung der Radverkehrssicherheit hätten eingeleitet werden können. Aus diesem Grund bestand das wesentliche Ziel von DRadEsel darin, eine möglichst repräsentative Aussage über die Häufigkeit von SKS Radfahrender untereinander sowie zwischen Radfahrenden und weiteren Verkehrsteilnehmenden zu treffen. Basierend auf vordefinierten Kreuzungssituationen im urbanen Mischverkehr sollten zudem infrastrukturelle, zeitliche sowie personelle Einflussfaktoren Berücksichtigung finden. Als Teilziele wurden hierzu die Entwicklung eines Erhebungsinstrumentariums für die Erfassung von SKS mittels Beobachtung und halbstandardisierter Interviews, dessen Prüfung im Rahmen einer Machbarkeitsstudie sowie die Durchführung der repräsentativen stationären Feldstudie in drei deutschen Großstädten definiert. Darüber hinaus sollten die gewonnenen Erkenntnisse und das entwickelte Erhebungsinstrumentarium nicht nur auf wissenschaftlichen Fachtagungen und Konferenzen verwertet, sondern daraus auch Gestaltungs- und Handlungsempfehlungen für die Kommunen abgeleitet werden.

I.2. Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Die Forschungsgruppe Allgemeine und Arbeitspsychologie (AAP) der TU Chemnitz verfügt über umfangreiche inhaltliche sowie methodische (z.B. Wegetagebücher, Fragebögen, Interviews, Beobachtungen, Datenlogging, Naturalistische Fahrstudien) Expertise im Bereich der Radverkehrsforschung, welche in früheren Projekten erworben und aufgebaut wurde. Vorprojekte, die bei der Bearbeitung des Forschungsvorhabens DRadEsel von entscheidendem Vorteil waren, werden nachfolgend aufgelistet:

- [Routenwahl von Fahrradfahrern](#): Entwicklung einer Methodik zur Untersuchung der Determinanten der Routenwahl von Radfahrern (BASt, 2017-2018)
- [Helmnutzung und regelwidriges Verhalten von Pedelec- und Fahrradfahrern](#): Untersuchung regelwidrigen Fahrverhaltens wie Rotlichtverstöße, regelwidrige Nutzung von Gehwegen oder Fahren entgegen der Fahrtrichtung hinsichtlich begünstigender Faktoren wie infrastruktureitige Probleme (UDV, 2015-2016)
- [Pedelec Naturalistic Cycling Study](#): Untersuchung von Aspekten des Moibilitäts- und Sicherheitsverhaltens von Zweiradfahrenden (i. B. Pedelecs) (UDV, 2012-2014)
- [Rad^{im}Fokus](#): Entwicklung und Evaluation eines verkehrsträgerübergreifenden Warn- und Unterstützungssystems, welches zur Reduzierung von Fahrradunfällen beitragen soll (EFRE, 2019-2021)



- [Häufigkeit von Fahrerablenkung](#): Durchführung einer repräsentativen Befragung an Raststätten und innerstädtischen Parkplätzen; Sammlung von Erfahrungen in großangelegten repräsentativen Studien (BASt, 2016-2018)
- [Freiluftlabor 'Neue Mobilität' am Sachsenring](#): Erfolgreiche Umsetzung und Evaluation einer innovativen Technologie sowie Auszeichnung durch ein Expertenkomitee ("The Human Factors and Ergonomics Society") (Freistaat Sachsen, 2013-2016)

Weitere Voraussetzungen für die Durchführung des Vorhabens waren darüber hinaus die Verfügbarkeit von Infrastruktur und Personal (wissenschaftliche Mitarbeiter/-innen, Hilfskräfte und Forschungspraktikant/-innen) der TU Chemnitz für Literaturrecherchen, Durchführung und Auswertung der Machbarkeits- und Feldstudie. Weiterhin wurden vorab Abbruchkriterien und Lösungsansätze definiert, um auf etwaige Störeinflüsse kurzfristig reagieren zu können (vgl. Kapitel I.3). Die Zusammenarbeit mit dem zu Projektbeginn einberufenen Projektbeirat stellte darüber hinaus den Einbezug kommunaler und regionaler Interessen und Kenntnisse sicher.

I.3. Planung und Ablauf des Vorhabens

Die Projektarbeit der TU Chemnitz erstreckte sich über den Zeitraum vom 01.08.2019 bis zum 30.06.2022 (Gesamtlaufzeit: 35 Monate) und beinhaltete vier Arbeitspakete (AP). Eine Übersicht des Arbeitsplans ist in Abbildung 1 im Gantt-Chart dargestellt.

Arbeitspakete \ Projektmonat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35			
AP1: Literaturrecherche																																						
AP2: Erhebungsinstrument und Machbarkeitsstudie																																						
AP3: Repräsentative Beobachtungsstudie																																						
AP4: Organisation, Berichtlegung und Verbreitung																																						

ABBILDUNG 1. Arbeitsplan im Zeitverlauf.

Die ursprüngliche Laufzeit war für 26 Monate angesetzt. Aufgrund der COVID-19-Pandemie wurde die Projektlaufzeit allerdings zwei Mal kostenneutral verlängert (Verlängerung 1: um 3 Monate bis 31.12.2021; Verlängerung 2: um weitere 6 Monate bis 30.06.2022), um alle Aufgaben durchführen und alle Ziele erreichen zu können. Dies betraf vorrangig die Realisierung von Erhebungen in der kühleren Jahreszeit im Rahmen der repräsentativen Beobachtungsstudie, da diese aufgrund der damals geltenden Einschränkungen bezüglich Dienstreisen und Kontakten nicht möglich waren. Durch die Laufzeitverlängerung war die Durchführung der Feldstudie zumindest in drei der ursprünglich geplanten vier Erhebungswellen möglich. Während der Projektlaufzeit sind keine Forschungs- und Entwicklungsergebnisse von dritter Seite bekannt geworden, die für die Durchführung des Vorhabens relevante Änderungen notwendig gemacht hätten.

Nachfolgend werden die Arbeiten der vier Arbeitspakete zusammenfassend dargestellt:

AP1: Literaturrecherche

Basierend auf einer umfangreichen und projektbegleitenden Literaturrecherche bestanden die Ziele des Arbeitspakets darin, sowohl eine Definition von SKS Radfahrender zu entwickeln als auch Erkenntnisse zu



potentiellen infrastrukturellen, zeitlichen und personellen Einflussfaktoren auf SKS und das Sicherheitsempfinden zu erlangen.

AP2: Erhebungsinstrument und Machbarkeitsstudie

Zur Erhebung der Häufigkeit von SKS und des Sicherheitsempfindens als auch zur möglichst breiten Erfassung potentieller Einflussfaktoren auf diese beiden Konstrukte bestand das übergeordnete Ziel von AP2 in der Entwicklung eines Erhebungsinstrumentariums inkl. Schulungsmaterial für die Beobachtung von SKS sowie Interviews mit Radfahrer/-innen zu SKS und dem Sicherheitsempfinden. Das konzipierte Erhebungsinstrumentarium sollte im Anschluss im Rahmen einer einwöchigen Machbarkeitsstudie im Realverkehr in Chemnitz getestet und anschließend dahingehend optimiert werden, dass es in der repräsentativen Feldstudie verwendet werden kann. Ein weiteres Ziel bestand in der Veröffentlichung des Erhebungsinstrumentariums.

AP3: Repräsentative Beobachtungsstudie

Die Arbeiten in AP3 umfassten die Durchführung und Datenanalyse der repräsentativen Feldstudie zur Ermittlung der Häufigkeit von SKS Radfahrender, deren Sicherheitsempfinden sowie Einflussfaktoren darauf. Die Entwicklung eines geeigneten Erhebungskonzeptes stellte dabei ein Teilziel dar. Zur Gewährleistung der Repräsentativität der Studie sollte dieses zeitliche (Jahreszeit, Wochentag, Uhrzeit), kontextuelle (Witterung, Stadt) sowie infrastrukturelle (verschiedene urbane Kreuzungssituationen) Aspekte berücksichtigen. Entsprechend wurden die drei deutschen Städte Karlsruhe, Chemnitz und Wiesbaden ausgewählt, in denen die Erhebung stattfinden sollte. Grundlage für die Auswahl stellten die Bewertungen des Fahrradklimatests 2018 bezüglich des wahrgenommenen Sicherheitsempfindens in verschiedenen deutschen Städten dar. Im Rahmen von DRadEsel wurde eine Stadt mit der besten (Karlsruhe), mittleren (Chemnitz) und schlechtesten (Wiesbaden) Bewertung ausgewählt. Weiterhin sollte die Erhebung in 4 Erhebungswellen analog zu den Jahreszeiten stattfinden. Eine Erhebungswelle sah dabei eine sechstägige (Montag bis Samstag) Erhebung von täglich je 07.00 bis 18.00 Uhr pro Stadt vor. Der Erhebungsplan der repräsentativen Feldstudie kann Abbildung 2 entnommen werden.

2020						2021												
Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	März	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1 Mo	1	1	1	1	1	1	1 Mo	1 Mo	1 Mo	1 Mo	1 Mo	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31

ABBILDUNG 2. Erhebungsplan der repräsentativen Beobachtungsstudie (rot: Chemnitz, grün: Karlsruhe, blau: Wiesbaden).

Weitere Teilziele von AP3 bestanden in der Festlegung ausgewählter, über die Städte hinweg vergleichbarer Kreuzungssituationen, an denen die Datenerhebungen stattfinden sollten, der Schulung der



Beobachtenden und Interviewenden, der Durchführung per se sowie in der Aufbereitung und Analyse der gesammelten Daten.

AP4: Organisation, Berichterlegung und Verbreitung

Als administratives Arbeitspaket gehörten zu den Aufgaben des AP4 einerseits die Projektorganisation, wie z.B. die Projektablaufkontrolle und -koordination (z.B. Stellenkoordination, Überwachung von Meilensteinen, Kommunikation mit dem Projektträger und dem Projektbeirat, Organisation von Projektbeiratstreffen, Projektevaluation). Andererseits diente dieses Arbeitspaket der Berichterlegung des Projektfortschritts (Zwischenberichte, Abschlussbericht für Projektträger) als auch der Verbreitung und wissenschaftlichen Kommunikation der im Projekt erzielten Ergebnisse und gesammelten Erkenntnisse (z.B. auf Fachtagungen, in wissenschaftlichen Publikationen, vor dem Projektbeirat).

Begleitend zu den Arbeitspaketen wurden folgende Meilensteine (MS) sowie Zielerreichungs- und Abbruchkriterien festgelegt:

MS1: Definition der sicherheitskritischen Situationen und überblicksartige Zusammenstellung der identifizierten Einflussfaktoren

Zielerreichungskriterien:

- Der Projektträger stimmt der Definition zu.
- Aus 8 Vorschlägen für zu beobachtende Kreuzungssituationen werden 4 relevante durch den Projektbeirat ausgewählt.
- Es können mindestens 10 Einflussfaktoren für das halbstandardisierte Interview und den Beobachterleitfaden festgelegt werden.

MS2: Durchführung der Machbarkeitsstudie und Fertigstellung des Erhebungsinstrumentariums inkl. Schulungsmaterial

Zielerreichungs- & Abbruchkriterien:

- Es werden mindestens 70 Interviews im Zeitraum der Machbarkeitsstudie (eine Woche) durchgeführt. Falls die Teilnahmequote zu gering ausfallen sollte, werden alternative Erhebungsstrategien (z.B. Online-Fragebogen) entworfen oder eine Ressourcenverschiebung (z.B. Interviewende werden Beobachtende) und umgesetzt. Anstelle der Durchführung von Interviews ist die Untersuchung weiterer Kreuzungssituationen als weitere Alternative denkbar.
- Radfahrende, die eine sicherheitskritische Situation erlebt hatten, können angesprochen werden.
- Die Arbeitsteilung zwischen Beobachtenden und Interviewenden funktioniert mit dem entworfenen Untersuchungsdesign.
- Der Projektträger stimmt dem finalen Erhebungsinstrumentarium für die repräsentative Feldstudie zu.

MS3: Durchführung und Abschluss der repräsentativen Beobachtungsstudie

Zielerreichungs- und Abbruchkriterien:

- Die Gesamtstichprobenzahl von mind. 864 geführten Interviews wird erreicht. Bei Nichterreichen dieser Anzahl wird ein nachträglicher Online-Fragebogen eingesetzt.
- Die Grundrate an Radfahrenden an den Kreuzungsbereichen ist ausreichend hoch (>5 Radfahrende pro Tag).



MS4: Besprechung erster vorläufiger Ergebnisse der stationären Beobachtungsstudie

Zielerreichungs- und Abbruchkriterien:

- Diskussion erster vorläufiger Ergebnisse und Austausch über weitere interessante Analysen mit dem Projektbeirat sowie dem UBA/BMDV.
- Sollten bis zu diesem Zeitpunkt Daten von mind. zwei Kreuzungssituationen noch nicht vorliegen, wird die Besprechung zeitlich nach hinten verlegt.

MS5: Vorstellung aller Projektergebnisse in einer Abschlussbesprechung und Einreichung des abschließenden Ergebnisberichts

Zielerreichungs- und Abbruchkriterien:

- Die Projektergebnisse sowie die Methode werden dem UBA/BMDV vorgestellt. Voraussetzung dafür ist die vollständige Auswertung aller untersuchten Kreuzungssituationen und Städte sowie Analyse der Einflussfaktoren. Dabei wird eine zusammenfassende Projektevaluation vorgestellt.
- Der abschließende Ergebnisbericht wird eingereicht.

Alle Meilensteine konnten innerhalb der Projektlaufzeit erfüllt werden.

I.4. Wissenschaftlicher und technischer Stand

Für viele Radfahrende zählen SKS zu Herausforderungen, denen sie sich bei der Bewältigung der täglichen Wegstrecken stellen müssen (Aldred & Croweller, 2015). SKS stellen ein Problem dar, das Werneke et al. (2015) etwa als unangenehme oder beängstigende Situationen beschreiben, da für Radfahrende aus subjektiver Sicht ein hohes Gefährdungsrisiko besteht, einen Unfall zu erleiden. Den Forschenden zufolge können SKS basierend auf dem Ausgang eines solchen Ereignisses klassifiziert werden. Sie differenzieren dabei zwischen den folgenden drei Arten von SKS: 1. Unfälle: Sturz des Radfahrenden ausgelöst durch Stabilitätsverlust, z.B. bei Kollisionen oder Fahrbahnglätte; 2. Ereignisse mit verringerter Fahrstabilität ohne Sturz, bei denen z.B. bei der Fahrt durch ein Schlagloch eine Ausgleichsbewegung vorgenommen werden muss; 3. Subjektiv als unangenehm und riskant wahrgenommene Situationen ohne Unfall oder Stabilitätsverlust, z.B. beim Überholtwerden mit einem als zu gering empfundenen Abstand (Werneke et al., 2015). Zum Zeitpunkt der Antragsstellung des vorliegenden Forschungsvorhabens existierte noch keine umfassende Definition bzw. Abgrenzung der Bezeichnung „sicherheitskritische Situation“ (SKS), anhand derer die Häufigkeit dieser Ereignisse hätte erfasst und Einflussfaktoren darauf hätten betrachtet werden können, sodass keine gemeinsame Vergleichsgrundlage vorlag. Dies ist insofern wichtig, als dass für sicherheitsfördernde Maßnahmen wie infrastrukturelle Änderungen meist konkrete Unfallzahlen ausschlaggebend sind (Baier et al., 2013). Wenngleich die Häufigkeit von Unfällen mit schwerverletzten Radfahrer/-innen als gesichert gilt (von Below, 2016), gehen Expert/-innen davon aus, dass die Unfalldunkelziffer leicht verletzter Radfahrer/-innen weitaus höher ist (Zwipp et al., 2012; ADAC, 2015). Grund dafür ist, dass meist amtliche Statistiken wie polizeilich registrierte Ereignisse oder Krankenhausberichte herangezogen werden, um Häufigkeitsaussagen über derartige Ereignisse zu treffen. Alleinunfälle und mildere, dennoch sicherheitskritische Ereignisse werden darin nicht berücksichtigt – deren Einbezug wird jedoch bereits gefordert (Baier et al., 2013). Befunde aus nationalen und internationalen Studien zum Ausmaß dieses sogenannten Underreportings variieren stark, sodass eine Übertragbarkeit auf Deutschland nicht bzw. nur eingeschränkt möglich ist (von Below, 2016). Darüber hinaus stellt die bisherige Erfassungsmethode über Unfallstatistiken lediglich Post-hoc-Informationen über den Unfallhergang bereit, was auf Verzerrungen schließen lässt und z.B. keine Auskunft darüber



abgibt, wie sich involvierte Verkehrsteilnehmende im zeitlichen Verlauf verhielten (Werneke et al., 2015). Weitere Methoden, die neben Unfallberichten und Hospitalisierungszahlen bereits angewandt wurden, um die Prävalenzen von SKS zu erfassen, sind beispielsweise Wegetagebuch-Methoden oder Befragungen (z.B. Joshi et al., 2001; Aldred & Croweller, 2015). Die von den untersuchten Radfahrer/-innen abgegebenen Selbstberichte und Selbstauskünfte beruhen allerdings auf deren subjektiver Einschätzung der Kritikalität eines Ereignisses und deren individuellem Verständnis von Kritikalität. Problematisch bei dieser Vorgehensweise vor dem Hintergrund einer validen Erfassung von SKS sind zudem die Selbstselektion der Stichprobe, sozial erwünschtes Verhalten (Stroebe et al., 2014) sowie Erinnerungsverzerrungen und -fehler (Hassan, 2005). Um kritische Szenarien zu identifizieren, die mit bloßem Auge ggf. nicht sichtbar wären und um effizient große Datenmengen zu generieren, sollten subjektive Methoden dennoch Verwendung finden. Objektive Erhebungsmethoden sind dagegen weitaus aufwändiger, wobei Beobachtungen (direkt und indirekt) die gängigsten sind. Besonders positiv ist das Kosten-Nutzen-Verhältnis bei direkten Beobachtungen, die ähnlich wie Verkehrszählungen z.B. stationär an definierten Punkten im Realverkehr stattfinden. Im Vergleich dazu werden bei indirekten Beobachtungen Kameras und/ oder Sensoren an den Fahrrädern von Proband/-innen angebracht, um das Verhalten der Radfahrenden bei alltäglichen Fahrten im Verkehr zu begleiten und aufzuzeichnen. Da es für eine ausreichend große Stichprobe eines langen Erhebungszeitraums bedarf und die gewonnenen Daten im Anschluss an die Datenaufzeichnungsperiode zudem gesichtet und relevantes Verhalten bewertet werden muss, ist das Kosten-Nutzenverhältnis bei indirekten Beobachtungen eher negativ. Ein multimodaler Ansatz bestehend aus subjektiven Methoden und direkten Beobachtungen scheint daher sinnvoll und erfolgsversprechend (von Below, 2016).

Aus der bisherigen Forschung in diesem Bereich stellten sich verschiedene Faktoren heraus, die einen Einfluss auf das Auftreten von SKS beim Radfahren bzw. von Unfällen mit Radbeteiligung zu haben scheinen. Dazu gehören beispielsweise *infrastrukturelle Gegebenheiten*: Generell zeigte sich, dass an innerstädtischen Knotenpunkte im Vergleich zu linear verlaufenden bzw. anderen Straßenabschnitten ein erhöhtes Unfallrisiko besteht (z. B. Burbidge & Shea, 2018; Johnson, Charlton, Oxley, & Newstead, 2010; Svensson & Pauna-Gren, 2015), wobei Unfälle an Knotenpunkten häufiger und schwerer auftreten (Schleinitz, 2016). Welche Charakteristika von diesen Knotenpunkten im Speziellen das Auftreten von Fahrradunfällen und SKS begünstigen, war zum Zeitpunkt der Antragsstellung noch nicht bekannt. Darüber hinaus fanden Dozza und Werneke (2014) bzw. Werneke et al. (2015) ein erhöhtes Risiko für SKS in Kreuzungsnähe, insbesondere bei Sichtbehinderungen (z.B. Werbetafeln, Bäume), sowie auf unzureichend instandgehaltenen Straßen und Streckenabschnitten mit fehlender oder unzureichender Fahrradinfrastruktur. Ein besonders hohes Gefährdungspotenzial scheint auch von Kreuzungen ohne jegliche Form der Verkehrsregulierung (z.B. Ampeln, Fahrbahnmarkierungen) auszugehen (Johnson et al., 2010; Schleinitz, 2016). Mithilfe von DRadEsel sollte weiterer Aufschluss über den Einfluss bestimmter Charakteristika von Knotenpunkten auf das Auftreten von SKS erlangt werden. Neben infrastrukturellen Gegebenheiten zeigte sich im Vorfeld auch der Einfluss beteiligter *Interaktionspartner* (IP) auf SKS: Interessanterweise stellen deutschen Unfallstatistiken zufolge Pkw-Fahrende mit 75 % die häufigsten Unfallgegner dar (Statistisches Bundesamt, 2017), während einer deutschen Naturalistic Cycling Study zufolge nur 43 % der konflikthafter Fahrrad-Interaktionen mit motorisierten Verkehrsteilnehmenden stattfand (Schleinitz et al., 2015). Bisherige Betrachtungen von Ursachen für die berichteten Unfälle und konflikthafter Interaktionen zeigten, dass Unfälle mit Radbeteiligung meist durch Vorfahrtsmissachtungen durch abbiegende Kfz entstehen; für konflikthafter Interaktion ist meist eine fehlende Blickabsicherung beim Kreuzen der eigenen Fahrbahn ursächlich. Zusätzlich scheinen auch *personelle Faktoren* wie Alter, Geschlecht und Persönlichkeitsfaktoren (Risikobereitschaft) einen Einfluss auf das Auftreten von SKS zu haben: Hinsichtlich des Geschlechts zeichnete sich allerdings ein heterogenes Bild in der bisherigen Forschung. Während einige Forschende finden (z.B. Aldred &



Crosweiler, 2015), dass Frauen häufiger an SKS beteiligt sind als Männer, finden andere Gegensätzliches (z.B. Frings et al., 2012). Bekannt ist, dass Männer und Frauen ein unterschiedliches Risikoempfinden und ein entsprechendes Verhalten zeigen (z.B. Feenstra et al., 2011; Puchades et al., 2018). Weiterhin fanden beispielsweise Aldred & Crosweiler (2015) einen Einfluss des Alters auf SKS, bei dem Jüngere (bis 55 Jahre) häufiger SKS erleben als Ältere (ab 55 Jahre). Im Kontext *zeitlicher Faktoren* zeigte sich daneben, dass SKS an Wochentagen wahrscheinlicher sind als an Wochenenden und dass der Großteil von Fahrradunfällen (69 %) in der wärmeren Jahreszeit von April bis September registriert wurde (Statistisches Bundesamt, 2017). Zu beachten ist, dass die Anzahl von Fahrradunfällen nicht an der Grundrate von Radfahrenden relativiert wurde, die in der wärmeren Jahreszeit typischerweise höher ist. Demzufolge können hierzu keine Aussagen über die Gefährdungslage der Radfahrenden getroffen werden. All diese Faktoren sollten in DRadEsel Berücksichtigung finden, um das Verständnis hinsichtlich der Entstehung und Prävalenz von SKS zu vertiefen.

I.5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Während der Projektlaufzeit arbeitete die AAP vorrangig mit dem erweiterten Projektbeirat bestehend aus IAOV Chemnitz, LMU München, TU Berlin, Hochschule Karlsruhe, den lokalen ADFC-Zweigstellen (Chemnitz, Karlsruhe, Wiesbaden) und den Kommunen (Stadt Chemnitz, Stadt Karlsruhe, Stadt Wiesbaden) zusammen. Mit dieser Zusammensetzung aus Vertretern von Projekten mit ähnlichen Interessenfeldern wurde das Ziel der Qualitätssicherung verfolgt.

Treffen (virtuell und in Präsenz) mit dem erweiterten Projektbeirat fanden beispielsweise zur Vorstellung und Diskussion von Ergebnissen (z.B. Definition SKS, Erhebungsinstrumentarium, Ergebnisse aus Machbarkeitsstudie und repräsentativer Feldstudie) statt. Zudem unterstützte der erweiterte Projektbeirat bei der allgemeinen und lokalen Knotenpunktauswahl und wirkte bei der Feinabstimmung des Erhebungskonzeptes für die repräsentative Feldstudie mit.

Darüber hinaus erfolgte die Präsentation und Diskussion der Methode, Definition von SKS und Studienergebnisse vor und mit weiteren Interessengruppen, wie dem Forschungsbegleitkreis des NRVP sowie dem Grünen Kreisverband Chemnitz (AG Stadtentwicklung und Mobilität).



II. EINGEHENDE DARSTELLUNG

II.1. Verwendung der Zuwendung und erzielt es Ergebnis im Einzelnen

II.1.1 AP1: Literaturrecherche

Ziele:

Das Ziel von AP1 war die Erstellung einer Definition für sicherheitskritische Situationen von Radfahrenden basierend auf einer umfangreichen Literaturrecherche. Die Literaturrecherche zielte darüber hinaus darauf ab, eine umfassende Zusammenstellung des bisherigen Wissens zu SKS von Radfahrenden zu generieren sowie deren konzeptionelle und methodische Untersuchung daraus abzuleiten. Dabei sollten beispielsweise auch nationale und internationale Studienergebnisse zu verschiedenen Einflussfaktoren darauf, aber auch auf das Sicherheitsempfinden von Radfahrenden im Straßenverkehr betrachtet werden. Vorbereitend auf die Arbeiten in AP2 und AP3 sollte darüber hinaus eine Vorauswahl der zu untersuchenden Kreuzungssituation getroffen und in einer Projektbeiratssitzung abgestimmt werden.

Methoden:

In einem ersten Schritt wurden vorrangig Fachartikel und abgeschlossene Studien mit themenverwandten Inhalten recherchiert. Die Recherche zeigte, dass in der bisherigen Forschung bis dato keine einheitliche Definition für SKS existierte, sondern je nach Forschungsgegenstand Teilaspekte von SKS beleuchtet und definiert wurden. Daher wurden die gefundenen Definitionsansätze und Schwerpunkte im Anschluss in einer Definition vereint, welche die systematische Beobachtung und Kategorisierung von SKS Radfahrender erlaubt. Die erstellte Definition wurde mit Projektträger und Projektbeirat abgestimmt. Im nächsten Schritt wurden zusätzlich offizielle Unfallstatistiken basierend auf polizeilichen Unfallaufnahmen und Hospitalisierungen sowie Forschungsprojekte von nationaler, aber auch internationaler Herkunft in die Recherche einbezogen. Aus den Rechercheergebnissen wurden daneben Kreuzungssituationen identifiziert, die für die Betrachtung der Dunkelziffer von SKS von besonderem Interesse sind, da generell wenige Befunde dazu existierten oder die Befundlage diesbezüglich ein heterogenes Bild aufwies.

Ergebnisse:

Als Teilergebnis der Literaturrecherchen und entsprechender Abstimmungen wurde für die systematische Beobachtung und Kategorisierung von SKS folgende Definition aufgestellt:

Als sicherheitskritische Situationen (SKS) werden Beinahe-Unfälle als auch alleinverschuldete Ereignisse von Radfahrenden definiert. Beobachtbare SKS sind demnach

1. Situationen, in denen Radfahrenden spontane Verhaltensveränderungen (d.h. Geschwindigkeits- oder Richtungsänderungen) zur Vermeidung von Zusammenstößen mit anderen Verkehrsteilnehmenden oder Objekten vornehmen müssen (z.B. durch Nichteinhaltung der Straßenverkehrsordnung seitens anderer Verkehrsteilnehmender) sowie
2. alleinverschuldete Situationen, in denen Radfahrenden ohne Fremdeinwirkung außer Balance geraten und als Konsequenz
 - a. entweder vom Fahrrad fallen,



- b. vom Fahrrad absteigen müssen oder
- c. stark schwanken, ohne vom Fahrrad absteigen zu müssen oder zu fallen.

Bei beobachtbaren Geschwindigkeitsänderung reduzieren Radfahrende ihre Geschwindigkeit drastisch durch die Nutzung der Bremsen beziehungsweise führen einen Pedalierstopp durch. Alternativ beschleunigen sie zügig, um eine Kollision zu vermeiden. Bei beobachtbaren Richtungsänderungen bewegen Radfahrende den Fahrradlenker stark nach rechts oder links, um Personen oder Objekten auszuweichen und eine Kollision zu vermeiden.

Als Abgrenzung zu offiziell erfassten Unfällen bleiben Radfahrende in SKS physisch unversehrt, beziehungsweise müssen in Folge nicht im Krankenhaus behandelt werden.

Die Kategorisierung von SKS in Ereignisse mit sowie ohne Beteiligung weiterer Interaktionspartner/-innen (IP) impliziert laut Definition folgende weitere Unterteilung:

- SKS mit IP:
 - Spezifikation des/der IP: z.B. Pkw, Lkw, Radfahrer/-in, zu Fuß Gehende/-r
 - Sicherheitskritische Verhaltensweise, die zu SKS geführt hat: z.B. Querverkehr von links, zu geringer Abstand beim Überholen, plötzliches Öffnen von Fahrzeugtüren (Dooring)
- SKS ohne IP (alleinverschuldet):
 - Ursache für SKS: z.B. Schlagloch, unebene Fahrbahnoberfläche, Glatteis, ungesichertes Gepäck

Schließlich bildet die zusätzliche Unterteilung der Arten beobachtbarer spontaner Verhaltensänderungen seitens der betrachteten Radfahrenden die Kernkomponente der Definition, da diese spontanen Verhaltensänderungen ausschlaggebend für die Einstufung einer Situation als sicherheitskritisch sind. Diese können sich z.B. in einem Stabilitätsverlust mit oder ohne Fall, Ausweichmanövern, dem Abbremsen oder Beschleunigen manifestieren.

Die Schlussfolgerungen, die aus der weiteren Recherche zu SKS und dem Sicherheitsempfinden von Radfahrenden im Straßenverkehr gezogen werden können sind in Tabelle 1 dargestellt.

TABELLE 1. Themen und Ergebnisse der Literaturrecherche zu SKS.

Thema	Rechercheergebnis
<i>Unfallzahlen mit Radfahrendenbeteiligung (welt- und deutschlandweit)</i>	Die Statistiken zeigen, dass der Anteil der verkehrstoten Radfahrer/-innen pro Millionen Einwohner in den letzten Jahren anstieg. Vor dem Hintergrund der anzunehmenden hohen Dunkelziffer amtlich nicht registrierter Unfälle und SKS wird der Bedarf der verstärkten Betrachtung des Themas deutlich.
<i>SKS Prävalenzen</i>	Bisherige Befunde zu Prävalenzen von SKS aus verschiedenen Ländern verdeutlichten eindrücklich, wie hoch die Herausforderung der realistischen Quantifizierung von SKS mit den bisher eingesetzten Methoden ist. Zudem veranschaulichten die unterschiedlichen Prävalenzen, dass ein direkter Vergleich der Studien untereinander und eine Übertragung auf den deutschen Raum nicht ohne weiteres möglich ist, aufgrund der unterschiedlichen inhaltlichen und methodischen Schwerpunkte, der unterschiedlichen Definitionen von SKS sowie der kulturellen (verkehrlichen) Unterschiede.



<i>Definitionsfindung von SKS</i>	Bisherige Arbeiten auf diesem Forschungsgebiet zeigten, dass Situationen einerseits subjektiv aus Sicht der Radfahrenden selbst und andererseits objektiv von außenstehenden Personen anhand vorgegebener Kriterien bewertet werden können. Entsprechend existieren methodisch unterschiedlich geprägte Definitionsansätze für SKS, welche in einer einheitlichen Definition zusammengefasst wurden (vgl. Kapitel II.1.1).
<i>Kategorisierung von SKS</i>	In zentralen Forschungsarbeiten wurden bereits einige Kategorisierungen von SKS vorgenommen. Die im Rahmen der Recherche identifizierten, anschließend thematisch zusammengefassten sowie geordneten Kategorien bildeten die Grundlage für die Erstellung des Erhebungsinstrumentariums zur breiten Erfassung von beobachtbaren und wahrgenommenen SKS. Das Erhebungsinstrumentarium inkl. der erarbeiteten Kategorien wird in Kapitel II.1.2 vorgestellt.
<i>Methoden zur Erhebung von SKS</i>	Die Zusammenschau der Vor- und Nachteile der in bisheriger Forschung angewandter subjektiver und objektiver Methoden mündete in der Empfehlung, einen multimodalen Ansatz bestehend aus direkten Beobachtungen und halbstandardisierten Interviews zu wählen, um SKS umfänglich und effizient unter Berücksichtigung des individuellen Sicherheitsempfindens der Radfahrenden zu erfassen. Diese Erkenntnis war zentral für die Generierung des Erhebungsdesigns und Erhebungsinstrumentariums, welche in den folgenden Kapiteln dargestellt werden.
<i>Einflussfaktoren auf SKS und Sicherheitsempfinden</i>	Da ein Teilziel von DRadEsel darin bestand, den Einfluss verschiedener Faktoren auf das Auftreten von SKS und das Sicherheitsempfinden von Radfahrenden zu untersuchen, konzentrierte sich die Recherche zudem auf Befunde zu Einflussfaktoren wie der Infrastruktur, zeitlichen Aspekten, personellen Faktoren und IP auf SKS und das Sicherheitsempfinden. Die Erkenntnisse flossen ebenfalls in die Gestaltung des Erhebungsinstrumentariums ein.

Weiterhin wurden im Zuge der Literaturrecherche insgesamt zwölf Kreuzungssituationen identifiziert, an denen die Beobachtung von SKS besonders relevant sind. In Abstimmung mit dem Projektträger und dem Projektbeirat wurden daraus die folgenden fünf Kreuzungssituationen extrahiert, die im Rahmen der Machbarkeitsstudie untersucht werden sollten:

1. Kreuzung mit getrenntem Fuß-/Radweg: Interaktionen zwischen Radfahrenden untereinander, sowie Pkw und Radfahrenden als auch zu Fuß Gehenden und Radfahrenden ist zu erwarten; insbesondere an Kreuzungen mit Mittelinsel (s. Abbildung 3, 1).
2. Kreuzung mit Radfahrstreifen (Schutzstreifen) in Mittellage: Interaktionen zwischen Radfahrenden und Kfz im Allgemeinen sowie rechtsabbiegenden, den Schutzstreifen querenden Kfz werden erwartet (s. Abbildung 3, 2).
3. Kreuzung mit vorgezogener Haltlinie und mit Box: Hierzu gab es noch keine Studien (s. Abbildung 3, 3).



4. Kreisverkehre ohne Radverkehrsanlage (RVA): In der Literatur gab es hierzu lediglich Ergebnisse zu Unfällen in Kreisverkehren, die zeigten, dass in Kreisverkehren mit RVA mehr Unfälle geschehen als ohne Anlage (s. Abbildung 3, 4).
5. Radverkehrsführung direkt hinter ÖPNV-Haltestellen: Interaktionen mit ein- und aussteigenden Passagieren werden erwartet (s. Abbildung 3, 5).

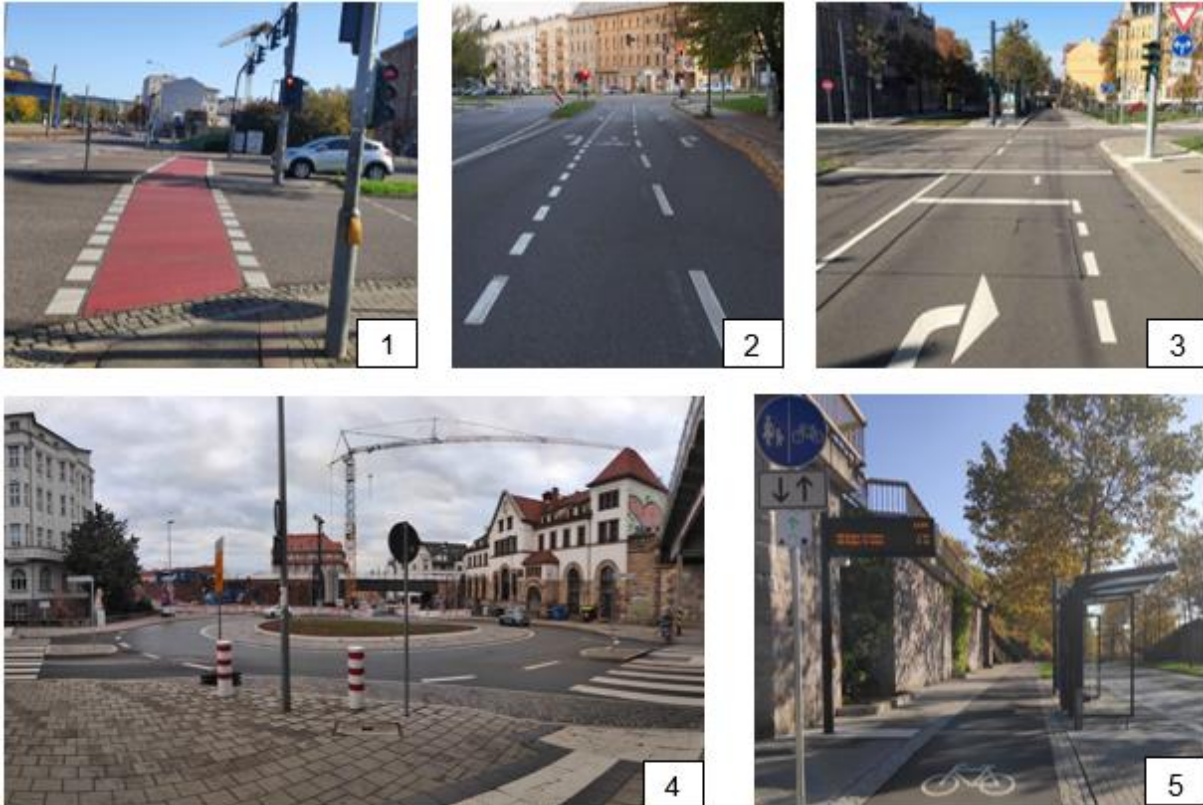


ABBILDUNG 3. Auswahl von zu untersuchenden Kreuzungssituationen für Machbarkeitsstudie (1: Getrennter Fuß-/ Radweg, 2: Radfahrstreifen in Mittellage, 3: Vorgezogene Haltelinie mit Box, 4: Kreisverkehr ohne RVA, 5: Radverkehrsführung hinter ÖPNV-Haltestelle entlang).

II.1.2 AP2: Erhebungsinstrument und Machbarkeitsstudie

Ziele:

Das übergeordnete Ziel von AP2 bestand in der Entwicklung eines Erhebungsinstrumentariums inkl. Schulungsmaterial für die Erhebung der Prävalenz von SKS als auch für die Erfassung des Sicherheitsempfindens von Radfahrer/-innen. Gleichzeitig sollten damit potentielle Einflussfaktoren auf diese beiden Konstrukte möglichst breit erfasst und schließlich analysiert werden können. Die Methode, auf der das Erhebungsinstrumentarium aufbaute, sollte multimodal gestaltet sein, d.h. die Erhebung der relevanten Variablen mittels direkter Beobachtung als auch mittels halbstandardisierter Interviews vorsehen. Als weiteres Ziel von AP2 galt es, das entwickelte Erhebungsinstrumentarium im Rahmen einer einwöchigen Machbarkeitsstudie im Realverkehr in Chemnitz zu testen und anschließend entsprechend der damit gesammelten Erfahrungen zu optimieren, um es schließlich im Rahmen der in AP3 geplanten repräsentativen Feldstudie anzuwenden. Als Zielgröße wurde eine Gesamtzahl von 70



halbstandardisierten Interviews festgelegt. Folgende Fragestellungen sollten mithilfe der Machbarkeitsstudie beantwortet werden:

- Prozessevaluation:
 - Wie gut ist das entwickelte Erhebungskonzept inkl. -instrumentarium im Feld umsetzbar?
 - Was sind Hindernisse in der Durchführung?
 - Wo besteht Optimierungspotential?
 - Wie gut ist die Schätzungsgenauigkeit bezüglich des Stichprobenumfangs interviewter Radfahrer/-innen? (Vergleich der Annahme mit der tatsächlichen Anzahl)
- Statistische Evaluation:
 - Wie hoch ist die Prävalenz von SKS?
 - Wie nehmen die Radfahrer/-innen die Sicherheit an den untersuchten Kreuzungssituationen wahr?

Damit auch andere Forschende SKS in weiteren Kontexten erfassen und somit die Datengrundlage erweitern können, sollte das Erhebungsinstrumentarium darüber hinaus frei zugänglich veröffentlicht werden.

Methoden:

Erhebungsinstrumentarium:

Das in der Machbarkeitsstudie eingesetzte und evaluierte Erhebungsinstrumentarium umfasste einen Beobachtungsbogen, einen Interviewleitfaden, einen Radverkehrszählungsbogen sowie dazugehöriges Schulungsmaterial. Alle Dokumente wurden basierend auf der in AP1 beschriebenen Literaturrecherche entwickelt.

Der Beobachtungsbogen ist zur Dokumentation von Situationen angedacht, die der entwickelten Definition nach als sicherheitskritisch eingestuft werden. Für den Beobachtungsbogen wurde folgender kategorialer Aufbau gewählt, bei dem die beobachtende Person Zutreffendes aus Blickrichtung der betreffenden radfahrenden Person ankreuzt:

- Rahmenbedingungen:
 - Zeitliche Aspekte: Datum, Uhrzeit, Erhebungsort, Kreuzungssituation
 - Merkmale der radfahrenden Person: Geschlecht, Alter (in Gruppen)
- Fahrradseitige Merkmale:
 - Art des Fahrrads: z.B. City-Bike, Mountainbike
 - Motorisierung: Pedelec / motorisiert
 - Ausrüstung: z.B. Helmnutzung, Kindersitz
- SKS mit IP:
 - beobachtetes sicherheitskritisches Verhalten: z.B. Auffahren (von hinten), nahes Einordnen, RVA blockiert, frontal (andere Verkehrsteilnehmende nähern sich Radfahrenden frontal)
 - beteiligte IP: z.B. Pkw, Motorrad, zu Fuß Gehende
- SKS ohne IP: Grund für SKS: z.B. Glatteis, Laub, freihändiges Fahren
- Verhalten der radfahrenden Person: z.B. Stabilitätsverlust mit / ohne Fall, Ausweichmanöver
- Einhaltung der Straßenverkehrsordnung seitens der radfahrenden Person:
 - Einhaltung (ja / nein)



- Falls "nein", Art des Verstoßes: z.B. Geisterfahren, Rotlichtverstoß, unerlaubtes Fahren auf dem Gehweg
- Interviewteilnahme (ja / nein)
- Sonstiges:
 - Witterungsbedingungen: z.B. Bewölkung und Niederschlag
 - Temperatur
 - Sonnen-auf- und -untergangszeit
- Anmerkungen

Mithilfe des Interviewleitfadens sollten darüber hinaus vorrangig Radfahrer/-innen befragt werden, die zuvor eine der definierten Kreuzungssituationen passiert haben, um eine Einschätzung zur empfundenen Sicherheitskritikalität in dieser Situation, aber auch zum Sicherheitsempfinden in der Vergangenheit zu erhalten. Der Interviewleitfaden war so konzipiert, dass grundsätzlich jede/-r Radfahrer/-in am Interview teilnehmen konnte, unabhängig davon, ob zuvor eine entsprechende Kreuzungssituation durchfahren worden war. Das halbstandardisierte Interview bestand aus einer Kombination von geschlossenen als auch offenen Fragen und war nach den folgenden Kategorien aufgebaut:

- Rahmenbedingungen:
 - Zeitliche Aspekte: Datum, Uhrzeit, Erhebungsort, Kreuzungssituation
 - Merkmale der Radfahlerin / des Radfahrers: Geschlecht, Alter (in Gruppen)
 - Verkehrsdichte: Skala 1 (kein Verkehr) – 10 (Stau)
 - Kreuzungssituation durchfahren: ja / nein
- Fahrradseitige Merkmale:
 - Art des Fahrrads: z.B. City-Bike, Mountainbike
 - Motorisierung: Pedelec / motorisiert
 - Ausrüstung: z.B. Helmnutzung, Kindersitz
- SKS in Kreuzungssituation erlebt: ja / nein; falls nein: weiter mit Fragen zu SKS in der Vergangenheit; falls ja:
 - Mündliche Beschreibung der SKS
 - SKS mit IP:
 - sicherheitskritisches Verhalten (aus Radfahrer/-in-Perspektive): z.B. Auffahren (von hinten), nahes Einordnen, RVA blockiert
 - beteiligte IP: z.B. Pkw, Motorrad, zu Fuß Gehende
 - SKS ohne IP: Grund für SKS: z.B. Glatteis, Laub, freihändiges Fahren
 - Verhalten der Radfahlerin / des Radfahrers: z.B. Stabilitätsverlust mit / ohne Fall, Ausweichmanöver
 - Einhaltung der Straßenverkehrsordnung seitens der Radfahlerin / des Radfahrers:
 - Einhaltung (ja / nein)
 - Falls "nein":
 - Art des Verstoßes: z.B. Geisterfahren, Rotlichtverstoß, unerlaubtes Fahren auf dem Gehweg
 - mündliche Begründung für Verstoß
- SKS in der Vergangenheit
 - Anzahl SKS in den letzten 7 Tagen
 - Anzahl SKS in den letzten 2 Wochen



- Häufigkeit des Auftretens ausgewählter SKS in den letzten 7 Tagen und Beteiligung von IP
- Mündliche Schilderung einer besonders in Erinnerung gebliebenen SKS
- Nennung und Beschreibung besonders kritischer Verkehrsknotenpunkte
- Angaben zur aktuellen Fahrt (z.B. Anlass, Dauer, zurückgelegte Strecke, Fahrerfahrung)
- Sicherheitsempfinden als Radfahrer/-in in Chemnitz: z.B. situativ, in der Vergangenheit, in Chemnitz im Allgemeinen
- Kenntnis über die Studie (im Sinne der Wirkungsevaluation)
- Kenntnis des ADFC-Fahrradklimatests
- Ideen zur Vermeidung von SKS an der untersuchten Kreuzungssituation
- Anmerkungen
- Sonstiges:
 - Kreuzungssituation
 - Witterungsbedingungen: z.B. Bewölkung und Niederschlag
 - Temperatur
 - Sonnenauf- und -untergangszeit

Weiterhin sollte die Anzahl radfahrender Personen, die die Kreuzungssituation durchfahren, stündlich auf dem tabellarischen Radverkehrszählungsbogen notiert werden. Zu allen Teilen des Erhebungsinstrumentariums wurden Schulungsmaterialien erarbeitet, die deren korrekte Anwendung erklären.

Machbarkeitsstudie:

Zur Testung des entwickelten Erhebungsinstrumentariums wurde die Machbarkeitsstudie im Zeitraum vom 04.-08.11.2019 jeweils von 08.00 bis 17.00 Uhr in Chemnitz an den in AP1 ausgewählten Kreuzungssituationen durchgeführt. Für die Beobachtungen wurden zwei und für die Durchführung der Interviews drei Personen eingeplant. Um Standzeiten zu minimieren, waren insgesamt 8 Personen zeitversetzt eingeteilt. Neben den Projektmitarbeiterinnen waren zusätzlich Studierende der TU Chemnitz an der Durchführung der Studie beteiligt, welche im Vorfeld über einen E-Mailverteiler akquiriert sowie im Rahmen einer Informationsveranstaltung geschult wurden und in diesem Kontext ihr Forschungspraktikum ableisteten. Etwa zwei Wochen vor der Erhebung wurden Informationen über die Durchführung der Studie über verschiedene Medien geteilt, um die Teilnahmebereitschaft zu erhöhen. Zudem informierten Posteraufsteller, die während der Durchführung der Machbarkeitsstudie in der Nähe der Erhebungsorte positioniert waren, über die Zwecke der Studie. Um auf Absagen für eine Vor-Ort-Teilnahme an den Interviews flexibel reagieren zu können, wurde der Interviewleitfaden vorab zusätzlich in eine Online-Befragung konvertiert. Der tägliche Ablauf bestand aus dem morgendlichen Aufbau der Beobachtungs- und Interviewstandorte sowie einer kurzen Einweisung der Interviewenden und Beobachtenden. Die Beobachtungsstandorte wurden so gewählt, dass die Sicht auf die interessierenden Kreuzungsbereiche permanent gegeben war, ohne die Radfahrenden zu beeinflussen. Die Interviewstandorte waren in etwa 30 Metern Abstand zum Beobachtungsort lokalisiert, wobei das Augenmerk darauf lag, möglichst viele der Radfahrenden ansprechen zu können, die zuvor den interessierenden Kreuzungsbereich passiert hatten. Die Aufgabe der Beobachtenden bestand darin, die Grundrate der Radfahrenden im Kreuzungsbereich mittels Handzähler zu erfassen. Darüber hinaus sollten beobachtete SKS einerseits protokolliert und andererseits die Interviewenden per Walke-Talkie über die SKS informiert werden, damit diese wiederum



die betreffende Person gezielt ansprechen und zu der soeben erlebten Situation befragen konnten. Interviewende waren mit der Aufgabe betraut, alle Radfahrer/-innen anzusprechen und zu interviewen, die am Interviewstandort vorbeikamen, vorrangig jedoch diejenigen, die zuvor den interessierenden Kreuzungsbereich passiert hatten. Zur Aufzeichnung der Antworten auf die offen gestellten Fragen wurden Diktiergeräte verwendet. Die Interviewdauer betrug im Schnitt 15 Minuten. Radfahrer/-innen, die vor Ort nicht teilnehmen konnten, wurden Handzettel mit darauf enthaltenen Kurzlinks ausgehändigt, die zur Online-Variante des Interviews führten.

Über den Erhebungszeitraum hinweg konnten auf diese Weise 1202 Radfahrer/-innen in den interessierenden Kreuzungsbereichen beobachtet und 175 Personen befragt werden. Der überwiegende Anteil der befragten Radfahrer/-innen war männlich (63 %) und im Schnitt 38 Jahre alt ($SD = 15.8$). Die befragten Frauen (36 %) waren im Durchschnitt 36 Jahre ($SD = 33.0$) alt. Hinsichtlich des Fahreranlasses gab jede/r zweite an, auf dem Weg zur oder von der Arbeit kommend zu sein. Die durchschnittlich zurückgelegte Wegstrecke betrug zum Zeitpunkt des Interviews 4.9 Kilometer ($SD = 7.6$). Die Fahrtzeit bis dahin lag bei ca. 22.5 Minuten ($SD = 39.2$). Im Mittel lag der Zielort der Fahrt noch 3.8 Kilometer ($SD = 7.6$) entfernt. Die überwiegende Mehrheit der Radfahrer/-innen nutzte ein Trekkingrad oder Mountainbike (ca. 60 %, 22.9 % City-Bike, 9.7 % Rennrad). Die Hälfte der Interviewten trug einen Fahrradhelm (54.9 %). Hinsichtlich der Fahrradnutzung zeigte sich, dass die überwiegende Mehrheit (80 %) im Sommer 2019 beinahe täglich mit dem Fahrrad unterwegs war (17.1 % 1-3 Tage pro Woche; 2.9 % 1-3 Tagen pro Monat). Im Winter 2019 war das seltener der Fall. Insgesamt gaben hier 38 % an, täglich mit dem Rad gefahren zu sein. Ein Drittel (33 %) nutzte das Rad an 1-3 Tagen pro Woche und 8.6 % der Interviewten fuhr im Winter 2019 nie bzw. fast nie Fahrrad. Die durchschnittliche Fahrerfahrung der Interviewten lag bei 22.8 Jahren ($SD = 15.6$).

Das zeitigste Interview wurde 7:55 Uhr durchgeführt; das späteste 17:01 Uhr. Sonnenaufgänge fanden im Erhebungszeitraum zwischen 07:05 Uhr und 07:11 Uhr statt; Sonnenuntergänge zwischen 16:32 Uhr und 16:37 Uhr. Die mittlere Temperatur lag bei 8.9°C. In 83 % aller Befragungen gab es keinen Niederschlag (9 % leichter Niederschlag). Es war überwiegend bewölkt (62 %), seltener sonnig (17 %). In 88 % aller Befragungen war der Straßenzustand trocken.

Ergebnisse:

Prävalenz sicherheitskritischer Situationen:

Von den 175 Personen, die im Rahmen der Machbarkeitsstudie am Interview teilnahmen, gaben 33 (10 %) an, soeben eine SKS erlebt zu haben. Mindestens ein Interaktionspartner (IP) war bei 28 Personen an der SKS beteiligt; 5 Radfahrer/-innen berichteten von mindestens einer soeben erlebten SKS ohne weiteren IP. Radfahrer/-innen, die eine SKS mit mindestens einem IP erlebt hatten, gaben im Interview als häufigste Ursachen dafür blockierte RVA, geringe Abstände beim Überholen sowie Querverkehr an. Nicht als Ursache benannt wurden aggressives Verhalten und Dooring. Der am häufigsten benannte IP war der PKW (72 %). Etwa ein Viertel aller IP in SKS machten LKW, andere Radfahrende, zu Fuß Gehende, Bus oder sonstige IP aus. Motorräder, elektrisierte Kleinräder, Straßenbahnen und Tiere wurden nicht genannt. Alle anderen Situationen, welche als sicherheitskritisch erlebt wurden, entstanden ohne IP (15 %). Als ursächlich für die SKS wurde dabei Folgendes angegeben: „Ampelschaltung“, „Baustelle“, „unübersichtliche Führung“, Bordstein, „über Rot [fahren]“. Als Reaktion auf die soeben erlebte SKS berichteten die interviewten Radfahrer/-innen am häufigsten von Abbremsen (42 %), gefolgt von Ausweichmanövern (29 %). Keiner der Interviewten gab an, einen Stabilitätsverlust mit Fall als Folge der SKS gehabt zu haben. Darüber hinaus



gab die Mehrheit der Interviewten (73%, $n = 24$) an, in der SKS die StVO eingehalten zu haben. Bei den 9 Radfahrer/-innen, welche die StVO verletzt hatten, war das unerlaubte Fahren auf dem Gehweg/ in der Fußgängerzone mit einem Anteil von 34% der am häufigsten genannte Verstoß, gefolgt von der Nichtnutzung eines vorhandenen Radwegs (25%).

Im Zuge der in der Machbarkeitsstudie durchgeführten Beobachtungen wurde bei insgesamt 17 (1.4 %) der 1202 Radfahrenden Situationen beobachtet, die per Definition (s. Kapitel 10II.1.1) als sicherheitskritisch eingestuft werden konnten. Daran beteiligt waren 10 Männer und 7 Frauen, deren Alter geschätzt und Altersgruppen zugeordnet wurde. Die meisten Radfahrenden ($n = 10$) wurden der Gruppe der 20-29-Jährigen zugeordnet. Am häufigsten wurden Interaktionen mit Querverkehr beobachtet (38 %). Nicht beobachtet wurden aggressive Verhaltensweisen anderer Verkehrsteilnehmer, Dooring und SKS, in denen die IP frontal aufeinander zufuhren. In allen beobachteten SKS war mindestens ein IP involviert, welcher am häufigsten ein PKW (37 %) war. Vergleichsweise häufig wurden zu Fuß Gehende (26%) und LKW (21 %) als IP beobachtet. Als Reaktion auf die beobachteten SKS und zur Vermeidung von Zusammenstößen wurden am häufigsten Ausweichmanöver (48 %) und spontanes Bremsen (30 %) beobachtet. Keine beobachtete SKS hatte einen Stabilitätsverlust mit Fall zur Folge. Bei 6 der Radfahrenden, bei denen eine SKS beobachtet wurde, wurde zudem mindestens ein Verstoß gegen die StVO dokumentiert. In drei Fällen war dies die Vorfahrtsmissachtung, zweimal wurde unerlaubt auf dem Fußweg gefahren und je einmal wurden ein Rotlichtverstoß begangen sowie das Handy während der Fahrt genutzt.

Sicherheitskritische Situationen in der Vergangenheit:

Im Mittel gaben die im Rahmen der Machbarkeitsstudie Interviewten an, in den letzten sieben Tagen 2.6 SKS und in den letzten zwei Wochen 5.3 SKS erlebt zu haben. Es wird angenommen, dass die Befragten den Wert einfach verdoppelt haben. Je weiter das zu erinnernde Ereignis in der Vergangenheit liegt, desto wahrscheinlicher werden Erinnerungsverzerrungen, wodurch die tatsächliche Zahl der Fälle überschätzt werden könnte. Umso bessere Erinnerungsleistungen werden erzielt, je kürzer zu erinnernde Ereignisse zurückliegen. Daher wurde sich für die repräsentative Beobachtungsstudie auf die Frage zu SKS in den letzten sieben Tagen beschränkt.

Darüber hinaus sollten die Befragten für die vergangenen sieben Tage angeben, wie häufig sie verschiedene vorgegebene SKS erlebt hatten und wie häufig jeweils die unterschiedlichen IP beteiligt waren. Insgesamt wurden 1423 SKS genannt ($M = 8.1$ SKS/Person). In 96 % der 1569 SKS war mindestens 1 IP ($M = 1.1$ IP/SKS) beteiligt. Die am häufigsten genannte SKS war das Passieren mit zu geringem Abstand (51 %) und PKW war der häufigste IP (74 %).

Sicherheitskritische Verkehrsknotenpunkte in Chemnitz:

Ein in der Machbarkeitsstudie häufig berichtetes Problem waren plötzlich endende Radwege. Nicht vorhandene oder vorher endende Radwege wurden häufig als ursächlich dafür genannt, dass Kreuzungen und Kreisverkehre als sicherheitskritisch wahrgenommen werden. Darüber hinaus wurde berichtet, dass Ampelschaltungen mit langen Wartezeiten das Fahren bei Rot begünstigten. Unzureichend große Verkehrsinseln führten zu einem größeren Unsicherheitsempfinden seitens der Radfahrer/-innen. Weiterhin als grundsätzlich sicherheitskritisch betrachtet wurden enge Straßen mit parkenden Autos und Bushaltestellen mit wartenden Passagieren.



Sicherheitsempfinden:

Das subjektive Sicherheitsempfinden wurde im Interview der Machbarkeitsstudie auf verschiedene Arten erhoben: Zum einen standen standardisierte Items zur Verfügung, die bereits in anderen internationalen Umfragen genutzt wurden. Zum anderen wurden Items aus dem ADFC-Fahrradklima-Test eingesetzt. Die Auswertung der standardisierten Items zeigte, dass das Sicherheitsempfinden Radfahrer/-innen in Chemnitz neutral bis leicht unsicher ist. Radfahrer/-innen, die angaben, gerade zuvor eine SKS erlebt zu haben, bewerteten die gerade erlebte Situation ($t(170) = 7.06, p < .001, d = 1.36$) und auch vergangene Situationen ($t(173) = 5.45, p < .001, d = 1.05$) tendenziell unsicherer als Personen ohne vorhergehende SKS. Wird das Sicherheitsempfinden für die verschiedenen untersuchten Kreuzungssituationen im Vergleich betrachtet, zeigt sich, dass sich Radfahrer/-innen beim Durchfahren der vorgezogenen Haltelinie am sichersten fühlen, gefolgt von der RVA nahe der ÖPNV-Haltestelle und dem getrennten Fuß- und Radweg. Vor allem dann, wenn Radfahrer/-innen auf der Straße (im Mischverkehr) fahren, sind die Bewertungen des Sicherheitsempfindens eher neutral bis unsicher (s. Abbildung 4).

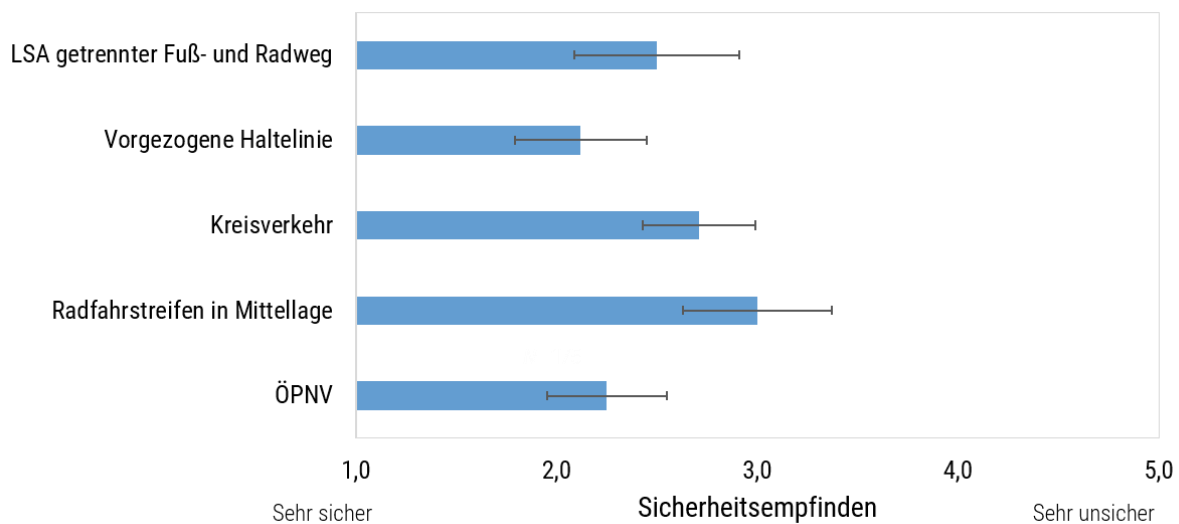


ABBILDUNG 4. Bewertung des Sicherheitsempfindens für die in der Machbarkeitsstudie untersuchten Kreuzungssituationen im Vergleich ($M, 95\%$ -KI).

Der Vergleich der Sicherheitsbewertungen des ADFC-Fahrradklimatests 2018 von Chemnitz mit den Angaben der Radfahrer/-innen, die im Rahmen von DRadEsel auf die ADFC-Fahrradklimatest-Items antworteten, ergab darüber hinaus Folgendes: Über die eingesetzten Items hinweg fühlten sich die in DRadEsel-Befragten weniger gefährdet ($t(174) = -5.70, p < .001, d = -0.49$, und schätzten die Konfliktrate zwischen Radfahrenden und zu Fuß-Gehenden ($t(174) = -8.99, p < .001, d = -0.78$) sowie zwischen Radfahrenden und Pkw-Fahrenden ($t(174) = -6.78, p < .001, d = -0.59$) als geringer, also seltener, ein als die Befragten des ADFC-Fahrradklimatests 2018 (s. Abbildung 5). Diese tendenziell besseren Bewertungen sind vermutlich auf die Interviewsituation zurückzuführen. Alle Items des Fahrradklimatests (2018) werden im Rahmen eines Online-Fragebogens erhoben, daher sind Erinnerungsverzerrungen nicht ausgeschlossen.

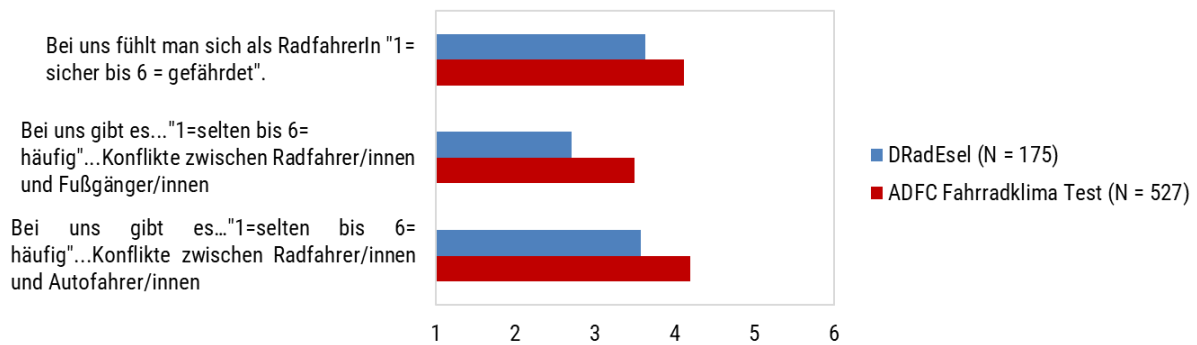


ABBILDUNG 5. Vergleich ADFC-Fahrradklimatest 2018 vs. DRadEsel (Machbarkeitsstudie 2019).

Online-Befragung:

Insgesamt nahmen 20 Personen an der Online-Befragung als Backup zum Vor-Ort-Interview der Machbarkeitsstudie teil. Generell sollte die Option der Online-Befragung Datenverluste durch abgelehnte Interviews vor Ort vermeiden, jedoch sind Erinnerungsverzerrungen nicht auszuschließen. Daher sollten sich Analysen vorrangig auf die vor Ort gewonnenen Daten beziehen und die Auswertung beider Interviewmethoden getrennt erfolgen.

Prozessevaluation:

Die Machbarkeitsstudie zeigte, dass die Erhebung sowohl von beobachtbaren als auch von als sicherheitskritisch wahrgenommenen Situationen mittels des konzipierten Erhebungsinstrumentariums grundsätzlich möglich ist.

Bezüglich der angewendeten Methode konnten folgende Schlüsse gezogen werden: Die Information über die Durchführung der Studie und somit auch die Akquise der Proband/-innen über regionale Zeitungen und soziale Medien erwies sich als sehr vielversprechend und wurde daher auch für die repräsentative Beobachtungsstudie beibehalten. Die Informationszettel für die Online-Befragung wurden gerne und häufig angenommen. Dennoch füllten nur 20 Radfahrer/-innen diese Online-Befragungen aus. Trotz der geringen Rücklaufquote sollte diese Back-up-Interview-Version weiterhin bestehen bleiben, auch wenn dadurch Erinnerungsverzerrungen nicht auszuschließen sind. Bei der Auswertung ist dies zu berücksichtigen. Es zeigte sich darüber hinaus, dass eine beobachtende Person sowie mindestens zwei (zu Stoßzeiten auch drei) Interviewende ideal für Chemnitz sind und nicht wie angenommen zwei Beobachtende eingesetzt werden müssen. Während der Machbarkeitsstudie wurde versucht, die Beobachtung mittels Videokameras als Alternative zur direkten Beobachtung durch Personen vor Ort zu realisieren. Zur Einhaltung des Datenschutzes wurden die Kameras mit Folien beklebt, die eine Unschärfe bzw. Verpixelung des Gefilmten erzeugen sollten. Das im Anschluss gesichtete Datenmaterial verdeutlichte jedoch, dass die Erkennbarkeit von SKS nachträglich nicht mehr möglich ist. Deswegen wurde dieser Ansatz der Beobachtung nach Rücksprache mit dem Projektträger verworfen.

Insgesamt wurde in der Machbarkeitsstudie eine relativ geringe Anzahl von SKS beobachtet. Jedoch ergab die Auswertung der Daten, dass die überwiegende Mehrheit der Teilnehmenden sehr versierte Radfahrer/-innen waren, welche sowohl im Sommer als auch im Winter 2019 ihr Fahrrad mindestens mehrmals wöchentlich nutzten. Aus diesem Grund wurde davon ausgegangen, dass die geringe Anzahl der beobachteten SKS auf die ausgeprägte Übung und Erfahrung im Radfahren zurückzuführen ist. Es wurde



vermutet, dass bei einer ganzjährigen Beobachtung auch Radfahrende beobachtet werden können, die weniger versiert sind, weshalb mit einer höheren Anzahl beobachtbarer SKS zu anderen Jahreszeiten gerechnet wurde. Die Methode der Beobachtung sollte aus diesem Grund auf jeden Fall beibehalten werden. Auch das Interview erwies sich als geeignete Methode, um subjektiv erlebte sicherheitskritische Situationen zu erheben. Hier gab knapp 1/5 der Befragten an, soeben eine SKS erlebt zu haben. Die Kategorien für SKS-Ursachen sowie Reaktionen darauf erwiesen sich zudem als geeignet. In der Kategorie „Sonstiges“ wurden keine weiteren Kategorien genannt oder beobachtet, die einzeln in das Erhebungsmaterial aufgenommen werden sollten.

Die Einflussfaktoren „Sicherheitsempfinden“ sowie „Verkehrsdichte“ sollten unbedingt weiterhin erhoben werden, da bereits in der Machbarkeitsstudie Unterschiede zwischen dem situativen und allgemeinen Sicherheitsempfinden in Ansätzen zu erkennen waren.

Die im Rahmen der Machbarkeitsstudie untersuchte Stichprobengröße war nicht ausreichend, um Aussagen über den Einfluss infrastruktureller Merkmale auf die Prävalenz sicherheitskritischer Situationen treffen zu können. Dies war jedoch nicht der Anspruch der Machbarkeitsstudie, sondern vielmehr jener der repräsentativen Feldstudie, deren Erhebungsumfang so geplant wurde, dass derartige Aussagen zulässig sind.

Die offenen Fragen ermöglichten zudem die Erhebung kritischer Verkehrsknotenpunkte in Chemnitz. Dies sollte auch für die repräsentative Studie beibehalten werden, um den einzelnen Kommunen Rückmeldung zu weiteren Knotenpunkten geben zu können, die nicht Gegenstand der Untersuchung waren.

Insgesamt waren für die repräsentative Beobachtungsstudie kleine Anpassungen des Erhebungsmaterials notwendig. Im Detail wurde das Layout für eine bessere Übersichtlichkeit angepasst, das Gendern wurde vereinheitlicht und der Interviewleitfaden wurde ergänzt durch die Definition der SKS. Durch die Kombination aus Beobachtung und Interview gelang es, zwischen mit objektiven Kriterien erfassten SKS und von den Radfahrer/-innen subjektiv wahrgenommenen SKS zu unterscheiden. Für die Erhebung der Häufigkeit zurückliegender sicherheitskritischer Ereignisse war dies bisher nicht der Fall, da der ursprüngliche Interviewleitfaden keine Definition explizit und ausführlich vorgab. Für die finale Fassung des Instruments wurde daher eine zweimalige Befragung der Radfahrer/-innen bezüglich der Häufigkeit erlebter SKS in der Vergangenheit angedacht – im ersten Schritt ohne Kenntnis der in DRadEsel erarbeiteten Definition und im zweiten Schritt mit Kenntnis dieser. Dieses Vorgehen sollte ein breiteres Verständnis über das subjektive Sicherheitsempfinden der Radfahrer/-innen ermöglichen. Zusätzlich sollte in der repräsentativen Feldstudie erfasst werden, ob und wie viel die Befragten in den letzten Tagen Rad gefahren sind, um beispielsweise die Angabe, keine SKS erlebt zu haben, besser begründen zu können. Daneben wurde die Radverkehrszählung dahingehend spezifiziert, dass eine differenzierte Betrachtung der Radfahrenden möglich ist, welche (a) die jeweils definierten Beobachtungsbereiche passieren (stundenweise nach geschätztem Alter und Geschlecht mittels Strichliste), (b) am oder im Beobachtungsbereich sowie am Interviewstandort vorbeikommen (Bestimmung der Interview-Teilnahmequote mittels Handzähler) und (c) darüber hinaus am Beobachtungsbereich vorbeikommen, nicht aber unter (a) oder (b) gelistet sind (Bestimmung des Gesamt-Radverkehrsaufkommens in der interessierenden Kreuzungssituation mittels Handzähler). Der Radverkehrszählungsbogen wurde entsprechend angepasst. Weiterhin wurde auch der tägliche Erhebungszeitraum verlängert: Statt um 08.00 Uhr sollten die Erhebungen bereits um 07.00 Uhr beginnen und statt um 17.00 Uhr erst um 18.00 Uhr enden, um auch die Rush-Hour-Zeiten abdecken zu können. Für die repräsentative Feldstudie war zudem die Untersuchung von vier der in der Machbarkeitsstudie betrachteten fünf Kreuzungssituationen angedacht.



Auf die „Radverkehrsführung hinter ÖPNV-Haltestelle entlang“ (s. Abbildung 3, 5) wurde verzichtet, da bei dieser Art Infrastruktur eine Beobachtung von und Befragung zu SKS stark von der Taktung der dort verkehrenden ÖPNV-Fahrzeuge abhängig ist, was eine zusätzliche konfundierende Variable darstellen kann.

II.1.3 AP3: Repräsentative Beobachtungsstudie

Ziele:

Das wesentliche Ziel von AP3 bestand in der Durchführung und Auswertung der repräsentativen Feldstudie, um folgende Forschungsfragen beantworten zu können:

- In welchem Verhältnis stehen die Häufigkeit amtlich registrierter Unfälle und die Häufigkeit von SKS?
- Welchen Einfluss haben unterschiedliche Kreuzungssituationen auf die Häufigkeit von SKS?
- Welchen Einfluss haben unterschiedliche Kreuzungssituationen auf das allgemeine und temporäre Sicherheitsempfinden Radfahrer/-innen?
- In welchem Zusammenhang stehen die Fahrradfreundlichkeits-Bewertung der Stadt und die Häufigkeit von SKS?
- Welchen Einfluss haben personelle, infrastrukturelle und zeitliche Faktoren auf das Auftreten von SKS und das Sicherheitsempfinden Radfahrer/-innen?
- Wie häufig treten SKS zwischen Radfahrer/-innen und verschiedenen weiteren Verkehrsteilnehmenden auf?
- Welche Gestaltungs- und Handlungsempfehlungen für Kommunen lassen sich aus den gewonnenen Erkenntnissen ableiten?

Als Grundlage zur Bearbeitung des AP 3 dienten die Vorarbeiten und Erkenntnisse der vorangegangenen APs. Darauf aufbauend bestanden die Teilziele von AP3 im Vorfeld der tatsächlichen Erhebung in der Entwicklung eines Erhebungskonzeptes, in dessen Rahmen die Festlegung der Erhebungsstädte sowie zugehöriger Kreuzungssituationen, Erhebungs- und Dateneingabezeiträume erfolgte. Darüber hinaus waren Beobachtende und Interviewende zu akquirieren und zu schulen, um eine standardisierte Erhebung zu gewährleisten und einen potentiellen Beobachtendeneinfluss zu reduzieren.

Methoden:



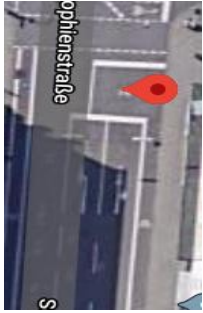









Erhebungskonzept:

Zur Gewährleistung der Repräsentativität der Studie wurde ein Erhebungskonzept entworfen, das diesen Aspekt sowohl bei der Stichprobenszusammensetzung und deren Größe als auch hinsichtlich der zu untersuchenden Einflussfaktoren adressiert. Zunächst wurde sich darauf verständigt, die Erhebungen in Karlsruhe, Chemnitz und Wiesbaden durchzuführen, da dies drei vergleichbar große Städte sind (<200.000 Einwohnende), die sich in ihrer Fahrradfreundlichkeit gemäß der Bewertungen des Sicherheitsempfindens im Rahmen des ADFC-Fahrradklimatests 2018 unterschieden. Karlsruhe erzielte damals im Vergleich die beste, Wiesbaden die schlechteste Bewertung und Chemnitz lag im Mittelfeld. Als nächstes wurden in Absprache mit den jeweiligen Kommunen, Hochschulen und lokalen ADFC-Zweigstellen von Karlsruhe und Wiesbaden konkrete Kreuzungssituationen identifiziert, welche von ihrem infrastrukturellen Aufbau her vergleichbar zu den in der Machbarkeitsstudie in Chemnitz gewählten waren. Diese können

Tabelle 2 entnommen werden.



TABELLE 2. Übersicht der in der repräsentativen Feldstudie untersuchten Kreuzungssituationen (Bilder: eigene Aufnahmen, <https://www.google.de/maps>).

	Getrennter Fuß-/ Radweg	Radfahrstreifen in Mittellage (RiM)	Vorgezogene Haltelinie (mit Box)	Kreisverkehr ohne RVA
Karlsruhe	 Rheinhafenstr. / Daxlander Str.	 Rheinhold-Frank- Str. / Amalienstr.	 Rheinhold-Frank- Str. / Sophienstr.	 Rondellplatz
Chemnitz	 Reichsstraße / Zwickauer Str.	 Reichenhainer Str. / Bernsbachplatz	 Reichenhainer Str. / Lutherstraße	 Südbahnhof
Wiesbaden	 Mainzer Str. / Bundesstraße 54	 Rheinstraße / Bahnhofstraße	 Rheinstraße / Karlstraße	 Otto-Wels-Str. / Goerdelstraße

Um den Einfluss der verschiedenen Jahreszeiten untersuchen zu können, wurden ursprünglich vier Erhebungswellen geplant, die verteilt über das Jahr 2020 hinweg realisiert werden sollten (vgl. Abbildung 6).



2020											
Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
1	1	1	1	1	1 Mo 2	1	1	1	1 KW40	1	1
2	2	2 Mo	2 KW14	2	2	2 KW27	2	2	2	2 Mo	2 KW49
3 KW01	3 Mo	3	3	3	3	3	3 Mo 3	3 KW36	3	3	3
4	4	4	4	4 Mo	4 KW23	4	4	4	4	4	4
5	5	5 KW10	5	5	5	5	5	5	5 Mo	5 KW45	5
6 Mo	6 KW06	6	6 Mo	6	6	6 Mo	6 KW32	6	6	6	6
7	7	7	7	7 KW19	7	7	7	7 Mo 4	7	7 Mo	7 Mo
8	8	8	8	8	8 Mo	8	8	8	8 KW41	8	8
9 KW02	9	9 Mo	9 KW15	9	9	9 KW28	9	9	9	9 Mo	9
10	10 Mo	10	10	10	10	10	10 Mo	10 KW37	10	10	10 KW50
11	11	11	11	11 Mo	11 KW24	11	11	11	11	11	11
12	12	12 KW11	12	12	12	12	12	12	12 Mo	12 KW46	12
13 Mo	13 KW07	13	13 Mo	13	13	13 Mo	13 KW33	13	13	13	13
14	14	14	14	14 KW20	14	14	14	14 Mo 4	14	14	14 Mo
15	15	15	15	15	15 Mo 2	15	15	15	15 KW42	15	15
16 KW03	16	16 Mo	16 KW16	16	16	16 KW29	16	16	16	16 Mo	16
17	17 Mo	17	17	17	17	17	17 Mo	17 KW38	17	17	17 KW51
18	18	18	18	18 Mo	18 KW25	18	18	18	18	18	18
19	19	19 KW12	19	19	19	19	19	19	19 Mo	19 KW47	19
20 Mo	20 KW08	20	20 Mo 1	20	20	20 Mo 3	20 KW34	20	20	20	20
21	21	21	21	21 KW21	21	21	21	21 Mo 4	21	21	21 Mo
22	22	22	22	22	22 Mo	22	22	22	22 KW43	22	22
23 KW04	23	23 Mo 1	23 KW17	23	23	23 KW30	23	23	23	23 Mo	23
24	24 Mo	24	24	24	24	24	24 Mo	24 KW39	24	24	24 KW52
25	25	25	25	25 Mo 2	25 KW26	25	25	25	25	25	25
26	26	26 KW13	26	26	26	26	26	26	26 Mo	26 KW48	26
27 Mo	27 KW09	27	27 Mo	27	27	27 Mo 3	27 KW35	27	27	27	27
28	28	28	28	28 KW22	28	28	28	28 Mo	28	28	28 Mo
29	29	29	29	29	29 Mo	29	29	29	29 KW44	29 Mo	29
30 KW05		30 Mo 1	30 KW18	30	30	30 KW31	30	30	30	30	30
31		31		31		31	31 Mo		31		31

ABBILDUNG 6. Ursprünglicher Zeitplan zur Durchführung der Erhebungswellen 1-4 für das Jahr 2020 (rot: Chemnitz, grün: Karlsruhe, blau: Wiesbaden).

Aufgrund der COVID-19-Pandemie und den damit verbundenen Restriktionen hinsichtlich Kontakten und Reisen musste der Erhebungsplan angepasst werden (s. Kapitel I.3, Abbildung 2). Tatsächlich realisiert werden konnten drei Erhebungswellen. Diese deckten die Jahreszeiten Sommer, Herbst und Winter ab. Eine Erhebungswelle bestand immer aus einer sechstägigen Erhebung (Montag bis Samstag) von täglich jeweils 07.00 bis 18.00 Uhr zeitversetzt in jeder der drei Städte Karlsruhe, Chemnitz und Wiesbaden. Dieses Vorgehen ermöglichte zusätzlich die Analyse von Effekten, die möglicherweise auf den Wochentag, aber auch auf die Uhrzeit zurückzuführen sind.

Das ursprüngliche Erhebungskonzept sah außerdem vor, dass jede Kreuzungssituation im Rahmen der gesamten Erhebungswellen an jedem Wochentag einmal untersucht wurde und entsprechend sechs Erhebungstage pro Kreuzungssituation und Stadt vorliegen. Durch die Reduktion um eine Erhebungswelle wurde am getrennten Fuß-/Radweg sowie am Kreisverkehr ohne RVA jeweils an vier Tagen und am RiM sowie an der vorgezogenen Haltelinie mit Box jeweils an fünf Tagen pro Stadt erhoben.

Vor Durchführungsbeginn der repräsentativen Feldstudie wurde ein Ethikantrag (Antragskennung: V-374-15-SS-DRadEsel-16032020) bei der Ethikkommission der TU Chemnitz eingereicht und genehmigt. Weiterhin bestanden die Aufgaben vorab in der Akquise von Personen, die vor Ort als Beobachtende und Interviewende eingesetzt werden konnten. Diese setzten sich überwiegend aus Studierenden des Faches Psychologie der TU Chemnitz, aber auch aus Studierenden der Hochschule Karlsruhe und der Hochschule Wiesbaden zusammen, welche die Erhebungen im Rahmen eines Praktikums, einer Abschlussarbeit oder einer Tätigkeit als Hilfskraft unterstützen. Über den gesamten Erhebungszeitraum hinweg wurde die Durchführung, Aufbereitung und Auswertung der Studie durch insgesamt 66 Studierende und 3



wissenschaftliche Mitarbeitende realisiert. Um eine sachgerechte und möglichst standardisierte Durchführung der Beobachtungen und Interviews sicherzustellen, erhielten alle beobachtenden und interviewenden Personen im Vorfeld eine Schulung. Diese bestand aus dem Selbststudium der in AP2. (s. Kapitel II.1.2) erstellten schriftlichen Schulungsmaterialien, einem online durchgeführten Seminar zur Durchsprache und Übung der Aufgaben sowie der Einweisung durch die leitenden wissenschaftlichen Mitarbeitenden vor Ort.

Ebenso wie bereits bei der Machbarkeitsstudie wurden jeweils ca. zwei Wochen vor der Erhebung Informationen über die Durchführung der Studie über die lokalen Medien geteilt, um die Teilnahmebereitschaft zu erhöhen. Das Vorgehen und der Ablauf während der Durchführung der Studie waren analog wie bei der Machbarkeitsstudie in AP2 (vgl. Kapitel II.1.2, Methode) beschrieben unter Berücksichtigung der sich daraus ergebenden Optimierungsbedarfe. Darüber hinaus zeigte sich in Karlsruhe und speziell zu Stoßzeiten ein vergleichsweise hohes Radverkehrsaufkommen. Daher wurden zeitweise für die Beobachtungen zwei und für die Interviews drei Personen eingesetzt.

Stichprobenbeschreibung:

Mit dem ursprünglichen Erhebungskonzept wurde mit einer Zielgröße von 864 Interviews gerechnet. Diese Zahl ergibt sich aus den angenommenen 72 Erhebungstagen, d.h. 24 Erhebungstage pro Stadt (=4 Kreuzungssituationen x 6 Erhebungstage), einer achtstündigen Erhebung pro Tag und der Annahme, dass basierend auf Erfahrungswerten etwa 1.5 Interviews pro Stunde geführt werden können. Bereits nach den ersten beiden Erhebungswellen im Sommer und Herbst 2020 wurde diese angestrebte Stichprobengröße mit 1232 geführten Interviews überschritten. Die Gesamtzahl aller im Rahmen der drei realisierten Erhebungswellen geführten Interviews beträgt 1569. Diese verteilten sich auf die untersuchten Kreuzungssituationen in etwa gleich (s. Abbildung 7).

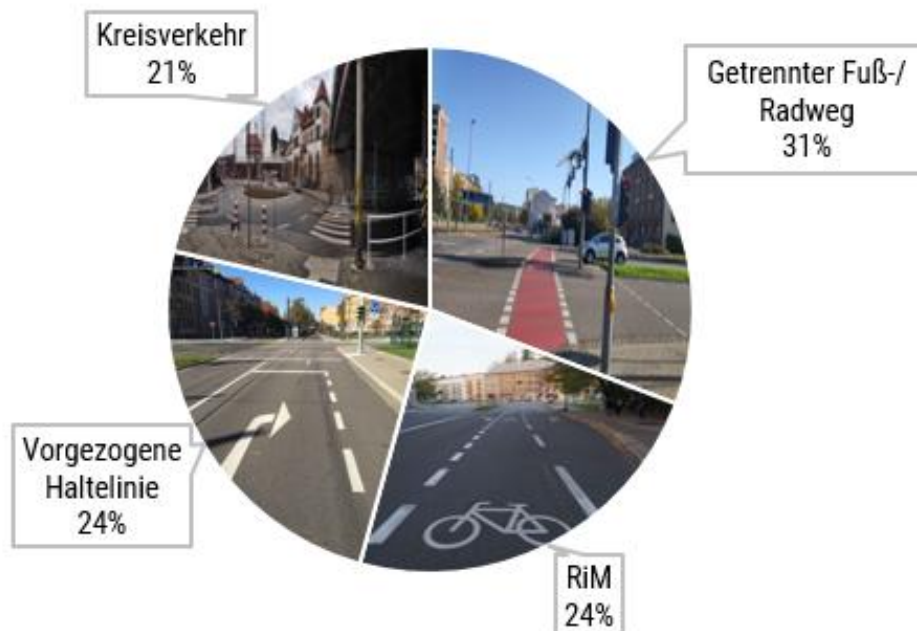


ABBILDUNG 7. Verteilung der Gesamtzahl der Interviews auf die untersuchten Kreuzungssituationen ($N_{\text{Interviews}} = 1569$).

Von den interviewten Radfahrer/-innen gaben 62 % an, zuvor den definierten Beobachtungsbereich passiert zu haben. Zudem wurden 34676 Radfahrende gezählt, die die jeweils definierten



Beobachtungsbereiche passierten. Die über die drei Erhebungswellen hinweg erfassten Radfahrenden in den definierten Beobachtungsbereichen sind im Diagramm in Abbildung 8 getrennt nach den untersuchten Kreuzungssituationen und Erhebungsstädten dargestellt.

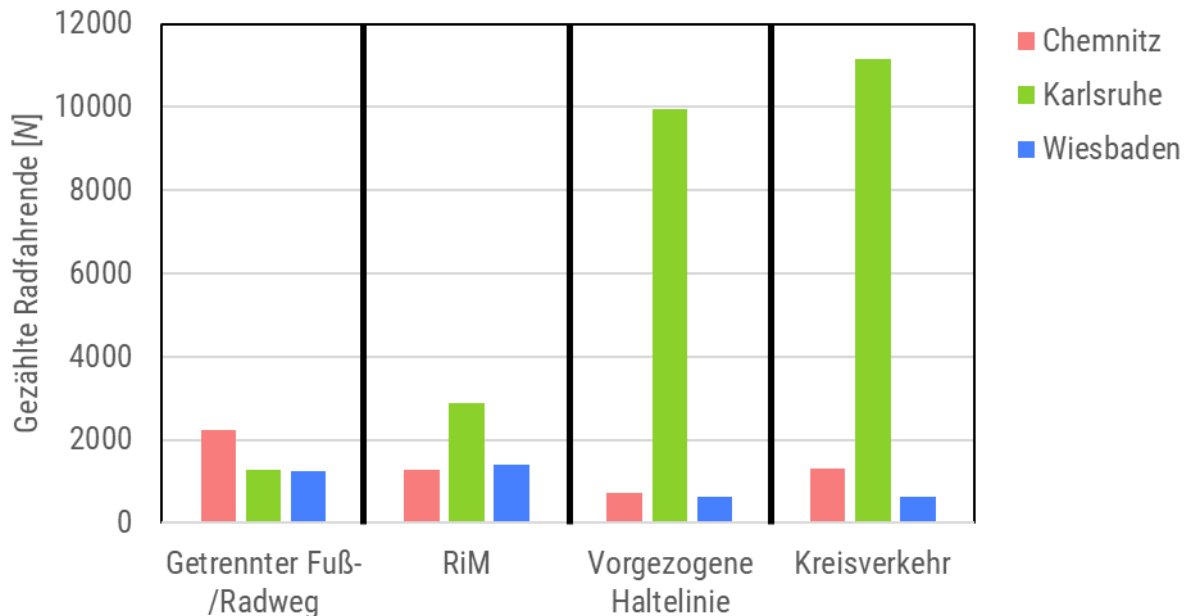


ABBILDUNG 8. Anzahl Radfahrender in den definierten Beobachtungsbereichen ($N_{\text{Radfahrende}} = 34676$).

Aus Abbildung 8 ist ersichtlich, dass das Radverkehrsaufkommen an den beobachteten Kreuzungsbereichen in Karlsruhe im Städtevergleich am stärksten war, wobei der Kreisverkehr aufgrund seiner Lage auf einer Hauptfahrradroute das höchste Radverkehrsaufkommen aufwies. Weiterhin zeigen die Daten, dass der getrennte Fuß-/Radweg in Chemnitz im Vergleich zu den untersuchten Äquivalenten in Wiesbaden und Karlsruhe am höchsten frequentiert war. Das Radverkehrsaufkommen in Wiesbaden war dagegen vergleichsweise gering.

Die beobachteten Radfahrenden im definierten Beobachtungsbereich wiesen ein fast ausgeglichenes Geschlechterverhältnis auf (männlich: 55 %) und wurden am häufigsten der Altersgruppe der 20- bis 29-Jährigen (27 %) zugewiesen. Die Altersverteilung kann dem Diagramm in Abbildung 9 entnommen werden.

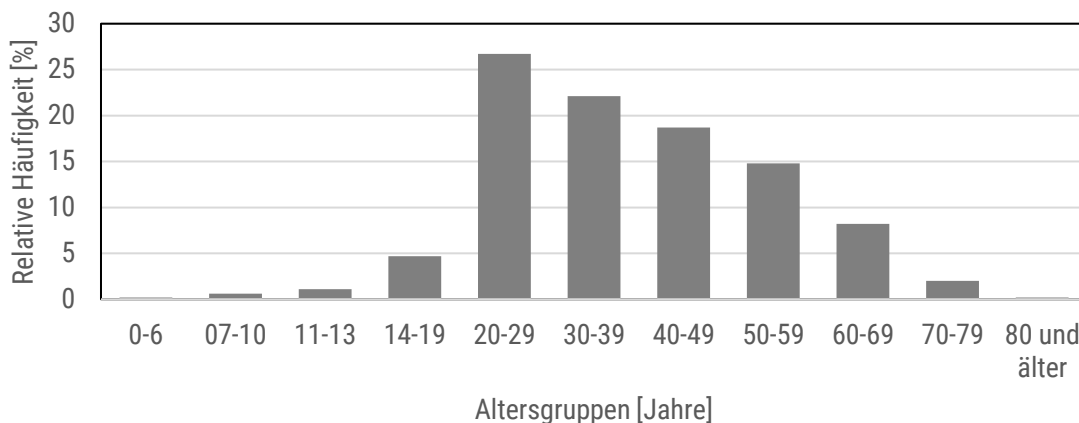


ABBILDUNG 9. Altersgruppen-Verteilung der beobachteten Radfahrenden im definierten Beobachtungsbereich ($N_{\text{Radfahrende}} = 34676$).



Die Interviewteilnehmenden, die angaben, zuvor den definierten Bereich passiert zu haben, wiesen ebenfalls ein beinahe ausgeglichenes Geschlechterverhältnis auf (männlich: 58 %) und waren im Mittel 44 Jahre alt ($SD = 16$). Der Großteil war zum Zeitpunkt des Interviews darüber hinaus mit einem Trekking- bzw. Mountainbike (58 %, City-Bike: 31 %) unterwegs und etwa die Hälfte trug dabei einen Fahrradhelm (48 %). Weiterhin verfügten die Befragten im Durchschnitt über 30 Jahre ($SD = 17$) Fahrerfahrung mit dem Fahrrad. Gefragt nach der Fahrradnutzung gaben 54 % für den Winter 2020 und 80 % für die sonstige Zeit des Jahres 2020 an, das Fahrrad überwiegend täglich zu nutzen. Hauptsächlich wurde das Fahrrad dabei für den Weg zur bzw. von der Arbeit (40 %) genutzt (Freizeit: 21 %, Erledigungen und Einkauf: jeweils 14 %).

- Datenaufbereitung und -Auswertung
 - Wirkungsevaluation:
 - Einfluss unterschiedlicher Kreuzungssituationen auf die Häufigkeit sicherheitskritischer Situationen
 - Einfluss unterschiedlicher Kreuzungssituationen auf das allgemeine und temporäre Sicherheitsempfinden
 - Einfluss der Fahrradfreundlichkeits-Bewertung der Stadt auf die Häufigkeit sicherheitskritischer Situationen

Dateneingabe, -aufbereitung und -analyse:

Im Anschluss an jede Erhebungswelle erfolgte die Eingabe, Aufbereitung und Analyse der gewonnenen Daten zur empirischen Untersuchung der in AP2 identifizierten Faktoren. Für die Interviews wurden dazu die Antworten auf geschlossene Fragen in eine zuvor vorbereitete SPSS-Matrix eingegeben, um anschließend deskriptive und inferenzstatistische Analysen (binär logistische Regressionen, t-Tests, ANOVAs) durchführen zu können. Die Antworten auf offene Fragen lagen als Audiodateien vor und wurden zunächst sortiert, in Excel transkribiert und anschließend einer qualitativen Analyse unterzogen. Die beobachteten SKS wurden ebenfalls in eine SPSS-Matrix übertragen und einer Plausibilitätsprüfung unterzogen. Darüber hinaus wurden die händisch dokumentierten Verkehrszählungsdaten in Excel erfasst und derart in SPSS aufbereitet, dass jedem in den definierten Beobachtungsbereichen gezählten Radfahrenden eine Zeile zugeordnet wurde, in welcher er bzw. sie mit Hilfe der kategorialen Variablen Erhebungswelle, Erhebungsort, Kreuzungssituation, Altersgruppe, Geschlecht, Erlebnis einer SKS, Uhrzeit, Wochentag sowie Witterungsverhältnissen beschrieben wurde. Die auf diese Weise erzeugte Datenstruktur diente der Durchführung von binär logistischen Regressionen zur Analyse des Einflusses ausgewählter Faktoren auf die Auftretenswahrscheinlichkeit von SKS.

Zur Bestimmung der Dunkelziffer von SKS wurden offizielle Unfalldaten aus dem [Statistikportal der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder](#), kurz „Unfallatlas“, als vergleichende Statistik herangezogen. Der Unfallatlas stellt polizeilich erfasste Unfälle u.a. mit den Koordinaten, den beteiligten Verkehrsteilnehmenden und zeitlichen Informationen des Unfallgeschehens als Open Data online zur Verfügung. Zu jeder in DRadEsel untersuchten Kreuzungssituation wurden anhand der Koordinaten die korrespondierenden Unfälle mit Radbeteiligung in diesen Bereichen herausgefiltert. Aufgrund dessen, dass derartige Unfälle äußerst seltene Ereignisse darstellen, wurden diese für den Zeitraum von zwei Jahren (2019 und 2020) zusammengefasst und die SKS-Prävalenzen entsprechend skaliert (Faktor: 40.56), da eine feingranularere Skalierung keine sinnvollen Aussagen mehr zugelassen hätte. Dieses Vorgehen wurde gewählt, da die Skalierung auf zwei, drei und fünf Jahre ein gängiges Maß bei



Unfallstatistiken ist und bei niedrigen Unfallzahlen bereits ein Unfall das errechnete Verhältnis drastisch verändern kann.

Ergebnisse:

Dunkelziffer von SKS

Zur Bestimmung der Dunkelziffer von SKS wurden zunächst die im Rahmen der Beobachtungen sowie Interviews erfassten absoluten Häufigkeiten derartiger Ereignisse extrahiert und getrennt nach Städten kumuliert (s. Tabelle 3).

TABELLE 3. DRadEsel-SKS-Prävalenzen an untersuchten Kreuzungssituationen (absolute Häufigkeiten kumuliert für 3 Erhebungswochen pro Stadt).

	SKS Beobachtung	SKS Interviews
Chemnitz	56	54
Karlsruhe	281	73
Wiesbaden	45	45
Gesamt	382	172

Aus Tabelle 3 geht hervor, dass die SKS-Prävalenzen in Form absoluter Häufigkeiten aus Beobachtungen und Interviews in den einzelnen Städten ähnlich hoch sind, wobei Karlsruhe eine Ausnahme bildet. Dort wurden mehr SKS bei Radfahrenden beobachtet als diese im Interview genannt wurden. Diese Abweichung kann auf das generell hohe Radverkehrsaufkommen in Karlsruhe zurückzuführen sein, bei dem die Beobachtung im Vergleich zum Interview eine zeit-effiziente Methode zur Erfassung von SKS darstellt.

Wie im vorangegangenen Abschnitt beschrieben wurden diese absoluten SKS-Häufigkeiten auf zwei Jahre hochskaliert, um mit den offiziellen Unfallzahlen der betrachteten Bereiche einen gemeinsamen Nenner zum Vergleich miteinander zu bilden. Die so kalkulierten SKS-Zahlen sowie die absoluten Unfallhäufigkeiten der beiden Jahre 2019 und 2020 sind in Tabelle 4 dargestellt. Die blauen Zahlen stellen darüber hinaus die SKS-Häufigkeiten im Verhältnis zu einem Unfall dar.

TABELLE 4. Vergleich offizieller Unfallstatistiken mit DRadEsel-SKS-Prävalenzen (absolute Häufigkeiten) für ausgewählte Kreuzungssituationen (Skalierung auf 2 Jahre).

	Unfälle (2019 & 2020)	SKS Beobachtung	SKS Interviews
Chemnitz	2 pro 1 Unfall:	2271 1136	2190 1095
Karlsruhe	8 pro 1 Unfall:	11397 1425	2961 370
Wiesbaden	2 pro 1 Unfall:	1825 913	1825 913
Gesamt	12 pro 1 Unfall:	15493 1291	6976 581

Tabelle 4 zeigt eindrucksvoll, wie groß das Dunkelfeld nicht offiziell erfasster SKS von Radfahrer/-innen ist. Insgesamt wurden SKS ca. 600-mal häufiger berichtet und ca. 1300-mal häufiger beobachtet als diese



in offiziellen Statistiken erfasst wurden. Damit zeigen die DRadEsel-Daten die hohe Relevanz der verstärkten Betrachtung von Unfallvorstufen auf.

Prävalenzen von SKS

Werden die SKS-Prävalenzen jeweils relativiert an den Verkehrszählungs- bzw. Gesamtinterviewzahlen in definierten Beobachtungsbereichen betrachtet, zeigt sich bei den Beobachtungen ein Verhältnis von 1.1 % (382 SKS von 34.676 gezählten Radfahrenden) und bei den Interviews 17.6 % (172 berichtete SKS von 978 interviewten Radfahrer/-innen, die zuvor den definierten Beobachtungsbereich passierten).

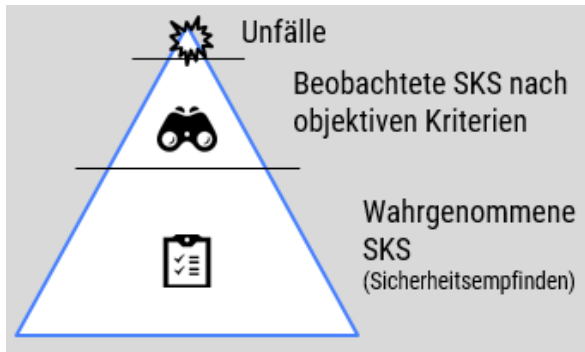


ABBILDUNG 10. Eisbergmodell zur Veranschaulichung von Unfällen, beobachteten SKS und wahrgenommenen SKS.

Wie Abbildung 10 zu entnehmen ist, verdeutlicht die Relativierung noch stärker, dass eine alleinige Betrachtung von Unfalldaten zur Ableitung von Maßnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit beim Radfahren nicht ausreicht. Diese bilden lediglich die Spitze des Eisberges. Stattdessen ist es sinnvoll, Erkenntnisse aus Beobachtungen von und Interviews mit Radfahrer/-innen zusätzlich zu berücksichtigen, da diese Aufschluss über potentiell vorliegende Sicherheitsdefizite geben. Besonders das Sicherheitsempfinden scheint darüber hinaus eine wichtige Rolle zu spielen. Für mit dem bloßen Auge und anhand objektiver Kriterien nicht erkennbare SKS spiegeln die Interviews die

subjektive Wahrnehmung der Radfahrer/-innen bezüglich der vorherrschenden Sicherheit wider, was beispielsweise Anhaltspunkte für die Nicht-Nutzung des Fahrrads als Mobilitätsmittel, von bestimmten Streckenabschnitten oder Infrastrukturen gibt.

SKS mit IP vs. alleinverschuldet. Generell geschah der überwiegende Teil von SKS unter Beteiligung mindestens eines weiteren IP. Dies zeigte sich sowohl für die beobachteten (93 %) als auch für die berichteten (90 %) SKS. Dagegen ereignete sich lediglich ein geringer Anteil von SKS alleinverschuldet bzw. ohne Beteiligung weiterer IP. Im Speziellen lagen die Zahlen für SKS mit IP in den Erhebungsstädten für Chemnitz bei 94 % (Beobachtung) bzw. 89 % (Interview), für Karlsruhe bei 92 % (Beobachtung) bzw. 90 % (Interview) und für Wiesbaden bei 99 % (Beobachtung) bzw. 89 % (Interview). Zu beachten ist, dass die häufige Beteiligung von IP an SKS der Auswahl der Kreuzungssituationen geschuldet und daher eine Generalisierung hinsichtlich der Häufigkeitsverteilung alleinverschuldeter SKS und SKS mit IP nicht zulässig ist.

Interaktionspartner (IP). Die Analysen der beobachteten und berichteten SKS ergaben, dass PKWs den Haupt-IP in nicht allein verschuldeten SKS (Beobachtung: 66.6 %, Interview: 51.4 %). Diesen folgten andere Radfahrende (Beobachtung: 15.5 %, Interview: 19.1 %) und zu Fuß Gehende (Beobachtung: 10.5 %, Interview: 8.6 %). Die Aufschlüsselung der beteiligten IP ist in Abbildung 11 dargestellt. Im Städtevergleich wurde dieses Bild erneut gefunden (Beobachtung: s. Abbildung 12, Interview: s. Abbildung 13). PKWs als Haupt-IP bildeten in Chemnitz den höchsten Anteil; andere Radfahrende waren in Karlsruhe am vergleichsweise häufigsten in SKS involviert.

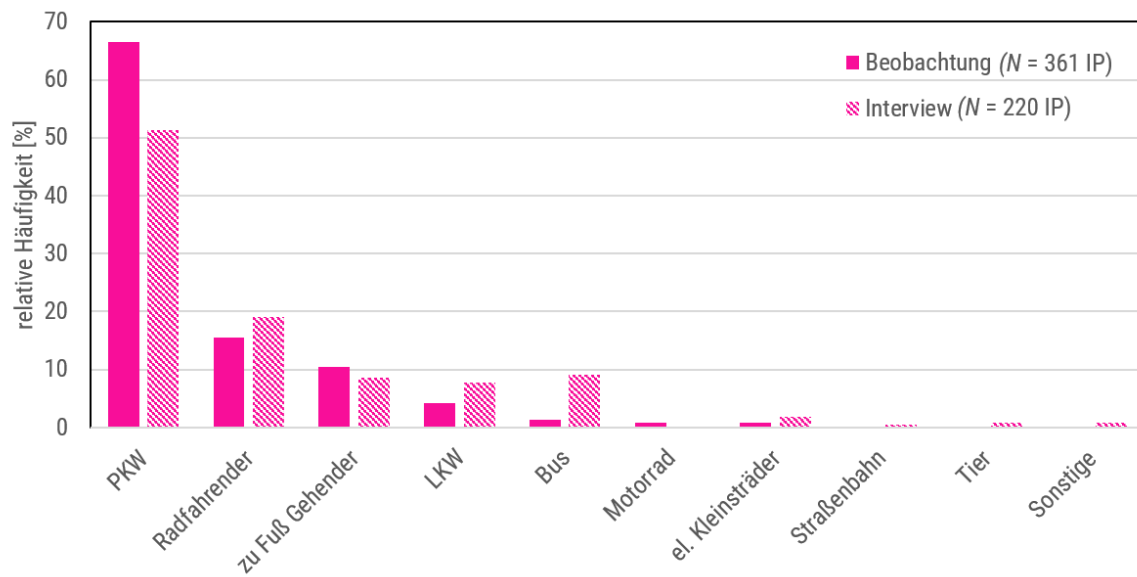


ABBILDUNG 11. In beobachtete sowie berichtete SKS involvierte IP.

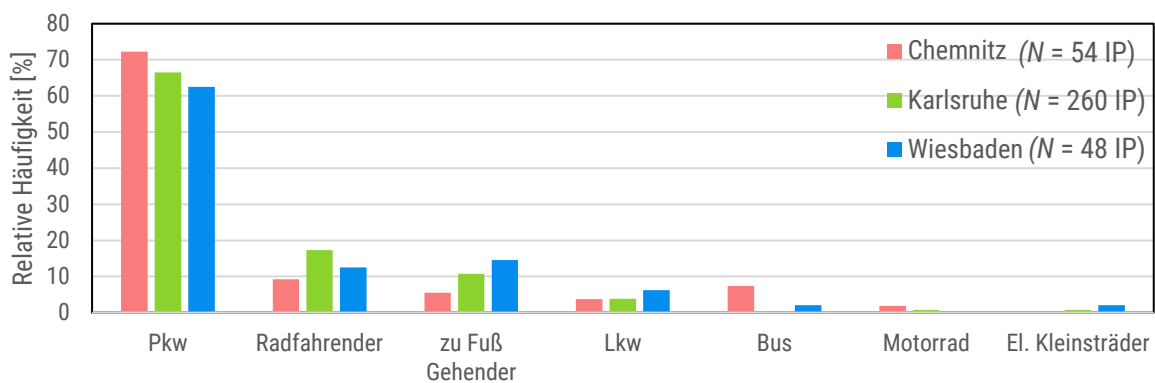


ABBILDUNG 12. In beobachtete SKS involvierte IP - getrennt nach Erhebungsstädten.

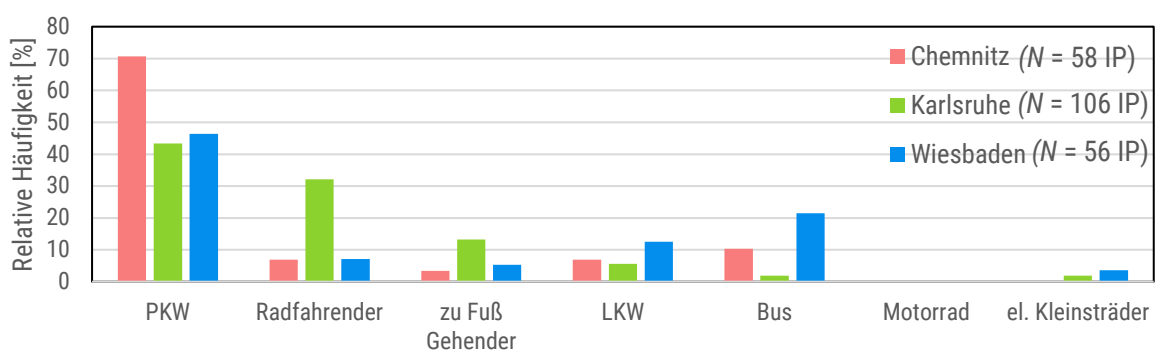


ABBILDUNG 13. In berichtete SKS involvierte IP - getrennt nach Erhebungsstädten.

Gründe für SKS mit IP. Mittels Beobachtungsbogen und Interviewleitfaden wurde darüber hinaus erfasst, welche Verhaltensweisen der Beteiligten einer SKS vorausgingen. Das Balkendiagramm Abbildung 1 visualisiert die relativen Häufigkeiten der erfassten Verhaltensweisen. Daraus geht hervor, dass die häufigsten Ursachen für beobachtete als auch berichtete SKS ein zu geringer eingehaltener Abstand beim Überholen sowie blockierte RVA waren. Bei der Beobachtung erwies sich zudem aus der Perspektive der betrachteten Radfahrenden von links kommender Querverkehr (\cong Längsunfall beim Rechtsabbiegen) als



weitere häufige Ursache. Im Rahmen der Interviews wurde zusätzlich das nahe Einordnen als häufige Ursache für SKS genannt.

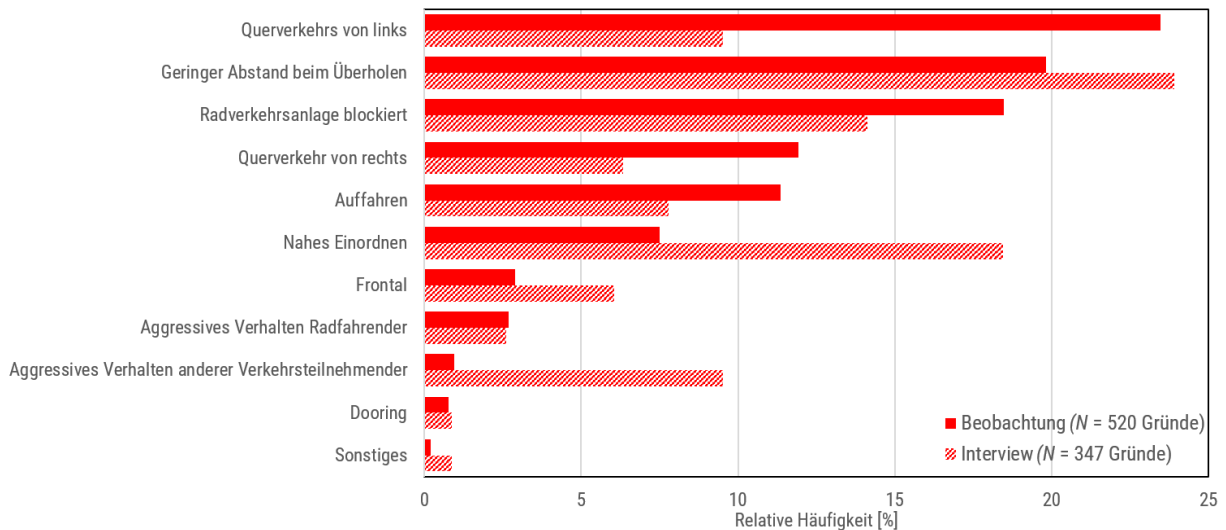


ABBILDUNG 14. Für SKS ursächliche Verhaltensweisen.

Weiterhin erfolgte die getrennte Betrachtung der für SKS ursächlichen Verhaltensweisen nach den untersuchten Kreuzungssituationen (vgl. Abbildung 15). Wie vermutet verdeutlicht diese, dass die Ursachen für SKS abhängig sind von den infrastrukturellen Gegebenheiten. Die untersuchten Kreuzungssituationen unterscheiden sich entsprechend nicht nur in den Prävalenzen für das Auftreten von SKS, sondern auch in deren Ursachen. Im Detail stellten bei beobachteten SKS blockierte RVA die Hauptgefährdungsquelle an getrennten Fuß- und Radwegen (35 %) sowie an RiMs (36 %) dar. An Kreisverkehren ohne RVA waren dies von rechts kommender Querverkehr (28 %, aus Blickrichtung der Radfahrenden) und an vorgezogenen Haltelinien mit Box zu gering eingehaltene Abstände beim Überholen (35 %; s. Abbildung 15).

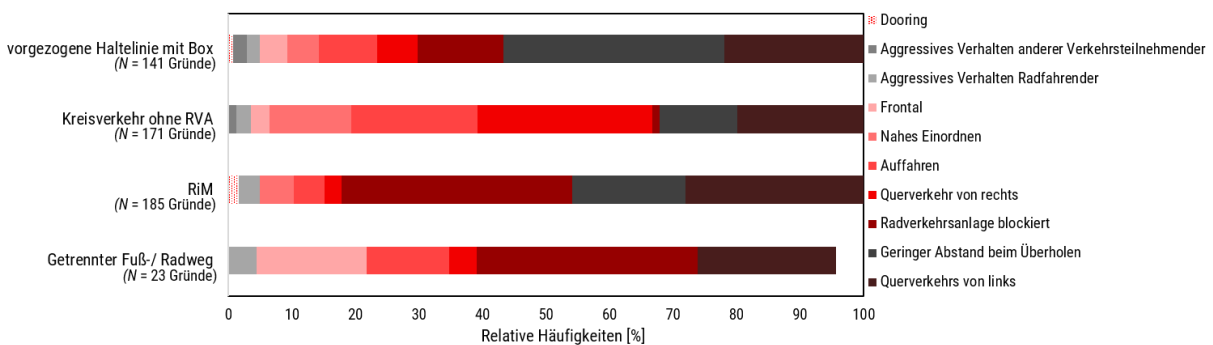


ABBILDUNG 15. Für beobachtete SKS ursächliche Verhaltensweisen - getrennt nach untersuchten Kreuzungssituationen.

Bei berichteten SKS stellte von links kommender Querverkehr (aus Blickrichtung der Radfahrenden) die Hauptgefährdungsquelle an getrennten Fuß- und Radwegen (22 %) dar. An allen anderen untersuchten Kreuzungssituationen wurden zu gering eingehaltene Abstände als häufigste Ursachen für SKS berichtet (RiM: 26 %; Kreisverkehr ohne RVA: 27 %; vorgezogene Haltelinie mit Box: 23 %; s. Abbildung 16).

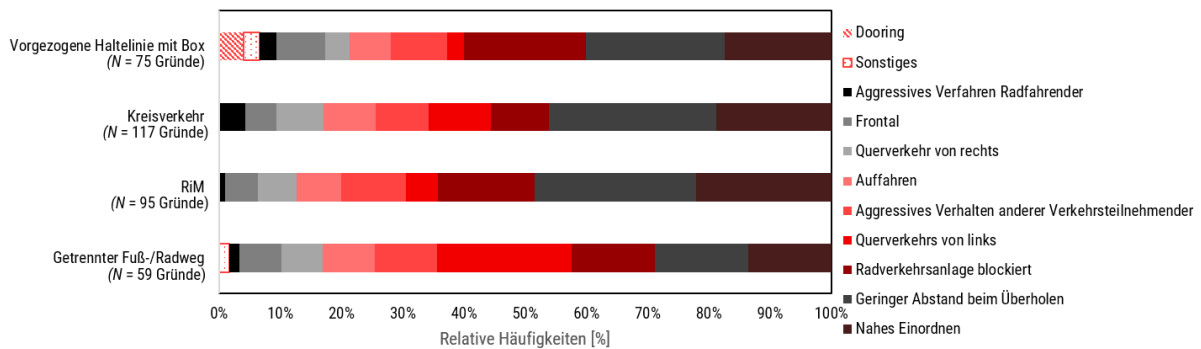


ABBILDUNG 16. Für berichtete SKS ursächliche Verhaltensweisen - getrennt nach untersuchten Kreuzungssituationen.

Gründe für SKS ohne IP: Wie bereits oben angemerkt, geschahen alleinverschuldete SKS im Vergleich zu SKS mit IP selten. Daher werden im Folgenden lediglich absolute Häufigkeiten (keine relativen) berichtet. Neben den vorgegebenen Gründen wurden besonders viele weitere Gründe für alleinverschuldete SKS beobachtet bzw. berichtet, welche überwiegend bedingt durch das eigene Verhalten der Radfahrer/-innen und seltener durch die Infrastruktur waren. Die häufigste Ursache für SKS ohne IP war sowohl bei der Beobachtung ($n = 14$) als auch bei den Interviews ($n = 5$) das Erleben eines Stabilitätsverlustes beim Absteigen, Warten oder Anfahren an Ampeln. Eine weitere häufige Gefährdungsquelle bei beobachteten SKS ohne IP stellte mitgeführtes Gepäck ($n = 6$) dar, das beispielsweise nicht ordnungsgemäß gesichert war und die Fahrt behinderte. In den Interviews wurde darüber hinaus das Fahren über bzw. das Verhaken in Gleisen viermal als ursächlich für eine SKS ohne IP berichtet.

Verhalten der Radfahrer/-innen: Als Reaktion auf SKS wurden am häufigsten Abbremsmanöver (Beobachtung: 40 %; Interviews: 51 %) gefolgt von Ausweichmanövern (Beobachtung: 39 %; Interviews: 27 %) beobachtet als auch berichtet (s. Abbildung 17). Seltener erlebten die Radfahrer/-innen einen Stabilitätsverlust oder beschleunigten, um einen Unfall abzuwenden. Als „sonstige“ Reaktionen wurden zudem das Absteigen vom Rad, Klingeln und zusätzliche Schulterblicke beobachtet.

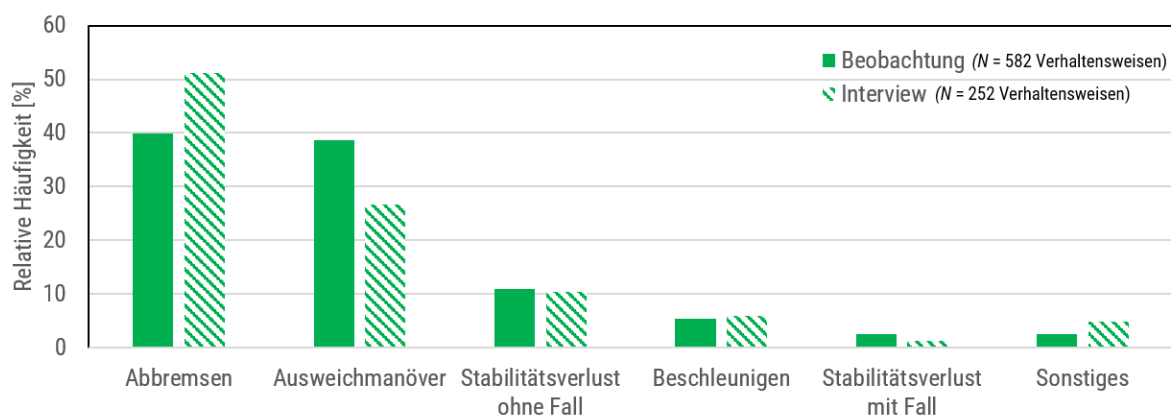


ABBILDUNG 17. Beobachtete und berichtete Verhaltensweisen der Radfahrer/-innen als Reaktion auf SKS.

Verstöße gegen die Straßenverkehrsordnung (StVO) in SKS: Insgesamt hielt sich die Mehrheit der Personen mit SKS an die StVO (Beobachtung: 82 %; Interviews: 77 %). Unter den 67 beobachteten Personen, die die StVO in ihrer SKS nicht einhielten, erwies sich die Nicht-Nutzung vorhandener Radwege (26 %) als häufigster beobachteter StVO-Verstoß. Für die 37 Personen, die berichteten, die StVO in der erlebten SKS nicht eingehalten zu haben, zeigte sich zudem das unerlaubte Fahren auf dem Gehweg bzw. in der Fußgängerzone (24 %) als der am häufigsten berichtete StVO-Verstoß. Speziell bei der Beobachtung



wurden einige Verstöße genannt, die der Kategorie „Sonstiges“ (36 %) zugeordnet wurden. Dazu zählten vorrangig die Missachtung von Mindestabständen ($n = 11$) und der Vorfahrt ($n = 7$) als auch das Befahren der Kreuzung trotz Rückstaus ($n = 3$; vgl. Abbildung 18).

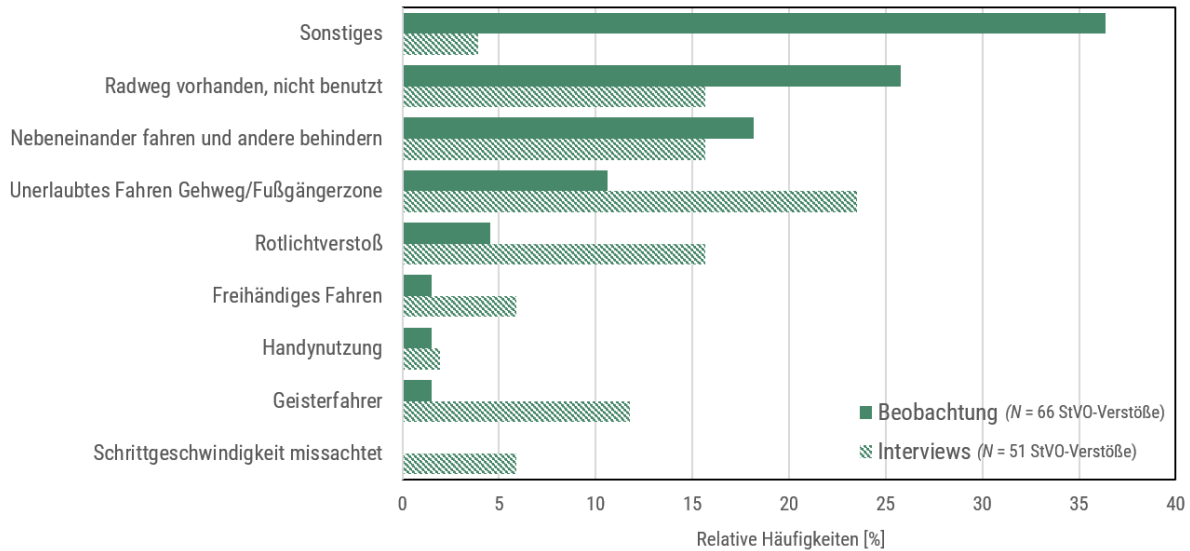


ABBILDUNG 18. Beobachtete und berichtete StVO-Verstöße der Radfahrer/-innen in SKS.

Einflussfaktoren auf SKS

Zur Bestimmung des Einflusses personeller (Alter, Geschlecht), infrastruktureller (Kreuzungssituation, Stadt) und zeitlicher (Jahreszeit, Wochentag, Uhrzeit) Faktoren auf das Auftreten von SKS wurden im nächsten Schritt inferenzstatistische Analysen bzw. insbesondere binär logistische Regressionen durchgeführt, wobei das Berichten bzw. Auftreten einer SKS die abhängige Variable (Kriterium) und die betrachteten Einflussfaktoren jeweils die unabhängigen Variablen (Prädiktoren) darstellten. Bei kategorialen Faktoren mit mehr als zwei Stufen wurden zunächst Balkendiagramme erstellt, um visuell zu prüfen, welche Kategorien Extreme darstellen. Diese Extreme wurden im Anschluss als Referenzkategorien für die binär logistischen Regressionen ausgewählt. In die Analyse flossen ausschließlich Radfahrer/-innen ein, die die jeweils definierten Beobachtungsbereiche der untersuchten Kreuzungssituationen passiert hatten.

Personelle Einflussfaktoren: Die binär logistischen Regressionen ergaben, dass weder das Alter noch das Geschlecht einen Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit des Auftretens (Beobachtung: $\chi^2(2) = 5.63, p = .060, R_N^2 = .00$) bzw. des Berichtens ($\chi^2(2) = .79, p = .675, R_N^2 = .00$) von SKS haben. Für die Beobachtungsdaten zeigt das Regressionsmodell jedoch, dass es tendenziell wahrscheinlicher ist, dass Männer in SKS involviert sind als Frauen (s. Tabelle 5).

TABELLE 5. Binär logistische Regression - Beobachtung: Koeffizienten für personelle Einflussfaktoren.

	β	p	SE	OR (Exp(B))	95% KI
Geschlecht (Ref.: Frauen)	-.23	.030	.11	0.79	0.64 – 0.98
Altersgruppen	-.04	.291	.03	0.97	0.90 – 1.03

Einen Überblick über die Altersgruppen- und Geschlechterverteilung der Radfahrer/-innen, bei denen eine SKS beobachtet wurde bzw. die eine SKS berichteten, gibt Abbildung 19.

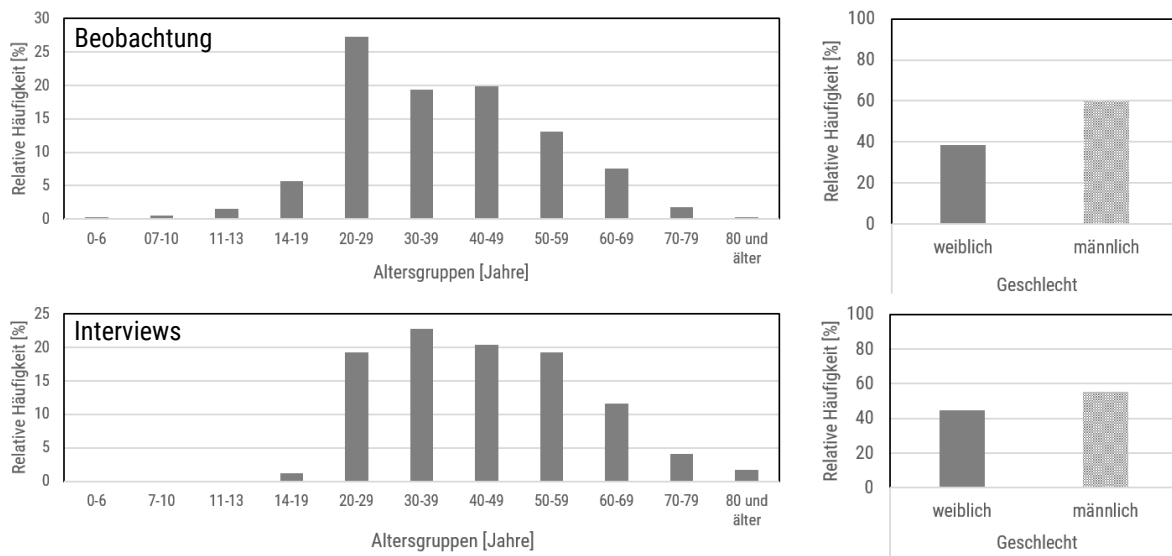


ABBILDUNG 19. Altersgruppen- und Geschlechterverteilung der Radfahrer/-innen mit SKS (oben: Beobachtung – N = 382 SKS, unten: Interviews – N = 172 SKS).

Infrastrukturelle Einflussfaktoren: Die binär logistischen Regressionen mit den untersuchten Kreuzungssituationen als Prädiktoren ergaben einen signifikanten Einfluss der Infrastruktur auf die Wahrscheinlichkeit des Auftretens (Beobachtung: $\chi^2(3) = 85.92, p < .001, R_N^2 = .02$) bzw. Berichtens (Interviews: $\chi^2(3) = 9.23, p = .026, R_N^2 = .02$) von SKS. An den betrachteten RiMs ist die Beobachtung einer SKS fünfmal ($OR(Exp(B)) = 4.93$) und das Berichten einer SKS zweimal ($OR(Exp(B)) = 1.97$) wahrscheinlicher als an den betrachteten getrennten Fuß- und Radwegen. Darüber hinaus zeigten die Analysen der Beobachtungsdaten, dass das Beobachten von SKS an den RiMs gegenüber allen anderen untersuchten Kreuzungssituationen am wahrscheinlichsten ist (s. Tabelle 6).

TABELLE 6. Binär logistische Regression - Beobachtung: Koeffizienten für infrastrukturellen Einflussfaktor "Kreuzungssituation".

	β	p	SE	OR (Exp(B))	95% KI
RiM (Ref.: getr. Fuß-/Radweg)	1.60	<.001	.23	4.93	3.16 – 7.69
vorg. Haltelinie (Ref.: getr. Fuß-/Radweg)	0.68	.003	.23	1.97	1.26 – 3.10
Kreisverkehr (Ref.: getr. Fuß-/Radweg)	0.67	.003	.23	1.96	1.25 – 3.06
Vorg. Haltelinie (Ref.: RiM)	-0.92	<.001	.13	0.40	0.31 – 0.52
Kreisverkehr (Ref.: RiM)	-0.92	<.001	.13	0.40	0.31 – 0.51

Zur Veranschaulichung der SKS-Anteile pro Kreuzungssituation dienen Abbildungen Abbildung 20 (Beobachtungsdaten) und Abbildung 21 (Interviewdaten).

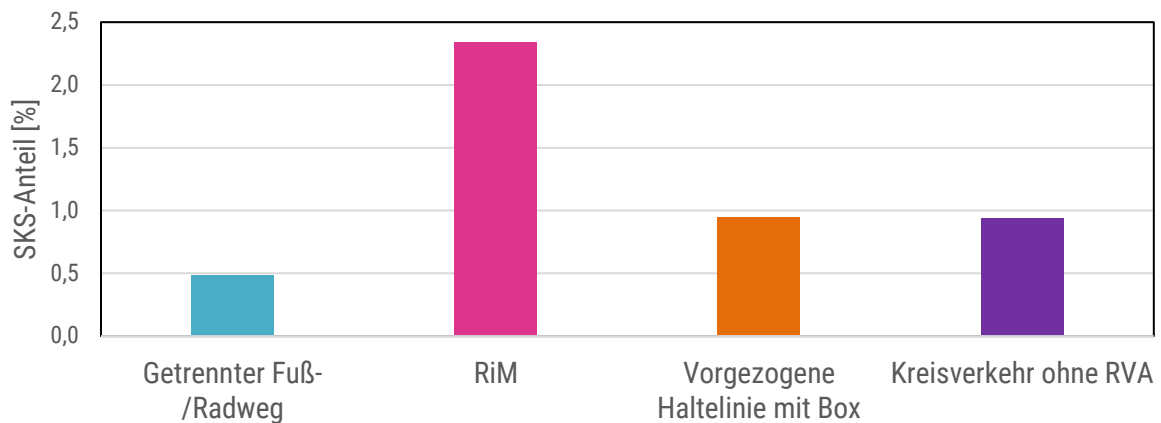


ABBILDUNG 20. SKS-Anteile für betrachtete Kreuzungssituationen – Beobachtung ($N = 382$ SKS).

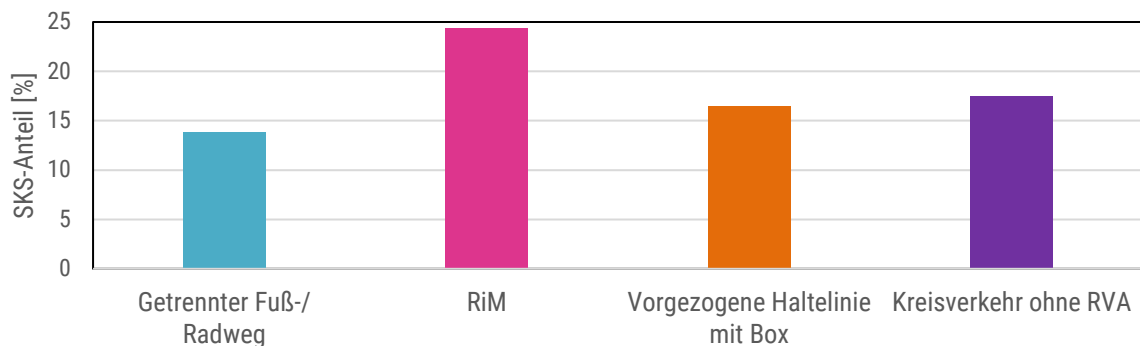


ABBILDUNG 21. SKS-Anteile für betrachtete Kreuzungssituationen – Interviews ($N = 172$ SKS).

Als weiterer infrastruktureller bzw. kontextueller Einflussfaktor auf SKS wurde die Erhebungsstadt (Karlsruhe, Chemnitz und Wiesbaden) untersucht. Ausgehend von der Annahme, dass in Städten mit positiver Bewertung im ADFC-Fahrradklimatest in Bezug auf die Sicherheit weniger SKS stattfinden, wurden binär logistische Regressionen gerechnet. Die binär logistischen Regressionen zeigten weder für die Beobachtungs- ($\chi^2(2) = 0,38, p = .825, R_N^2 = .00$) noch für die Interviewdaten ($\chi^2(2) = 2,11, p = .348, R_N^2 = .00$) einen signifikanten Einfluss der Erhebungsstadt auf die Wahrscheinlichkeit des Auftretens bzw. Berichtens von SKS. Werden die SKS-Anteile getrennt nach den Erhebungsstädten betrachtet, zeigt sich jedoch sowohl für die Beobachtungen (s. Abbildung 21) als auch für die Interviews (s. Abbildung 22) rein visuell, dass Wiesbaden die Stadt mit den höchsten SKS-Anteilen ist, gefolgt von Karlsruhe und Chemnitz.

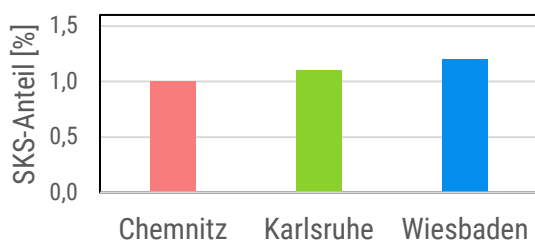


ABBILDUNG 23. SKS-Anteile für Erhebungsstädte – Beobachtungen ($N = 382$ SKS).

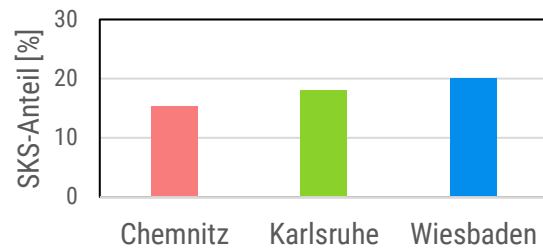


ABBILDUNG 22. SKS-Anteile für Erhebungsstädte – Interviews ($N = 172$ SKS).



Hinsichtlich der Fahrradfreundlichkeitsbewertung der Städte im ADFC-Fahrradklimatests 2018, in dem Karlsruhe am besten, Wiesbaden am schlechtesten abschnitt und Chemnitz im Mittelfeld lag, sind lediglich für die Stadt Wiesbaden vergleichbare Richtungen für die Fahrradfreundlichkeit und SKS-Anteile zu finden. Für die anderen beiden Städte kehrt sich dieses Bild um.

Zeitliche Einflussfaktoren: Weitere binär logistische Regressionen wurden durchgeführt, um den Einfluss der Jahreszeit (Sommer, Herbst, Winter), des Wochentags (Montag – Samstag) und der Uhrzeit (stundenweise von 07.00 – 18.00 Uhr) auf die Wahrscheinlichkeit des Auftretens bzw. Berichtens von SKS zu untersuchen. Für die Interviewdaten ergab die Analyse keinen signifikanten Einfluss der untersuchten zeitlichen Faktoren auf die Wahrscheinlichkeit des Berichtens von SKS ($\chi^2(17) = 22.60, p = .163, R_N^2 = .04$). Die vergleichbar hohen SKS-Anteile der verschiedenen Jahreszeiten (s. Abbildung 24), Wochentagen (s. Abbildung 27) und Uhrzeiten (s. Abbildung 29) zu denen die Radfahrer/-innen zu SKS befragt wurden sind in den dazugehörigen Diagrammen visualisiert. Für die Beobachtungsdaten zeigte die Analyse dagegen für alle untersuchten zeitlichen Faktoren einen signifikanten Einfluss auf die Auftretenswahrscheinlichkeit von SKS auf ($\chi^2(17) = 98.43, p < .001, R_N^2 = .03$). Für die Jahreszeiten bedeutet dies, dass die Beobachtung einer SKS sowohl im Sommer ($OR(Exp(B)) = 2.64$) als auch im Herbst ($OR(Exp(B)) = 2.87$) dreimal wahrscheinlicher ist als im Winter (vgl. Abbildung 24, Tabelle 7).

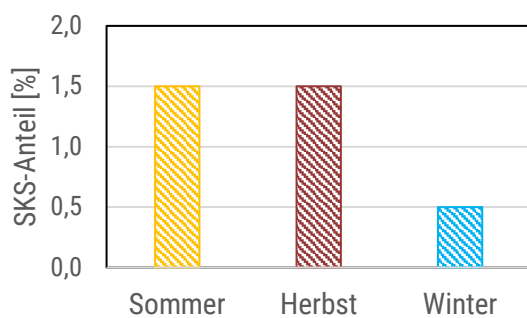


ABBILDUNG 25. SKS-Anteile für Jahreszeiten – Beobachtungen ($N = 382$ SKS).

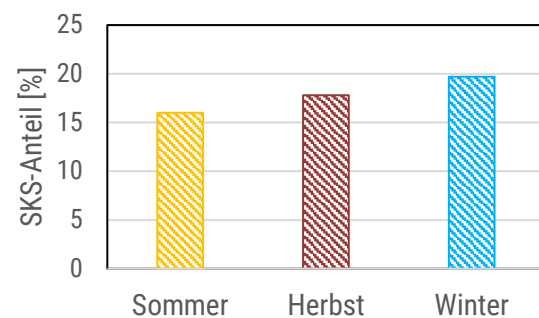


ABBILDUNG 24. SKS-Anteile für Jahreszeiten – Interviews ($N = 172$ SKS).

TABELLE 7. Binär logistische Regression - Beobachtung: Koeffizienten für zeitlichen Einflussfaktor "Jahreszeit".

	β	p	SE	$OR (Exp(B))$	95% KI
Sommer (Ref.: Winter)	0.97	<.001	.15	2.64	1.97 – 3.54
Herbst (Ref.: Winter)	1.05	<.001	.14	2.87	2.18 – 3.78

Eine mögliche Erklärung für dieses Ergebnis könnte darin bestehen, dass im Winter tendenziell eher erfahrene Personen das Fahrrad nutzen. Andere Radfahrende kompensieren möglicherweise ein geringeres Sicherheitsempfinden hinsichtlich bestimmter RVA durch deren Nicht-Nutzung. In Bezug auf die Wochentage, an denen die Erhebungen stattfanden, zeigte sich, dass die Beobachtung einer SKS



mittwochs ($OR(\text{Exp}(B)) = 1.68$) und donnerstags ($OR(\text{Exp}(B)) = 1.73$) jeweils doppelt so wahrscheinlich ist wie samstags (s. Abbildung 26, Tabelle 8).

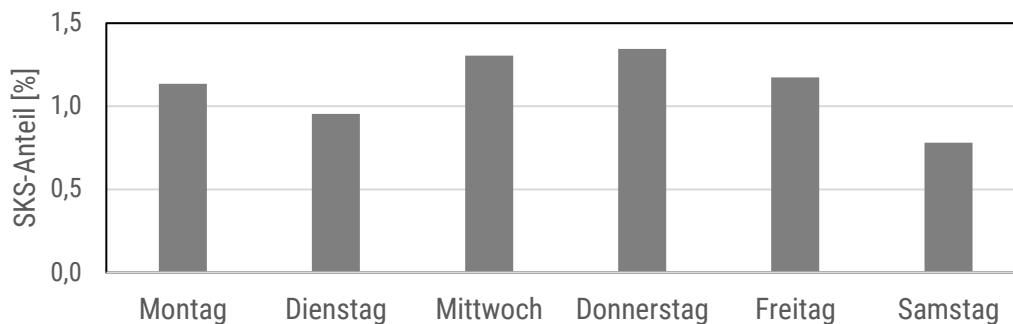


ABBILDUNG 26. SKS-Anteile für Wochentage – Beobachtungen ($N = 382$ SKS).

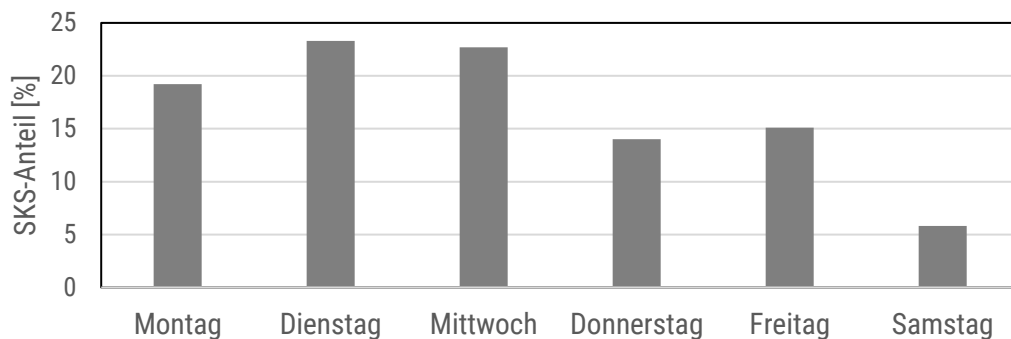


ABBILDUNG 27. SKS-Anteile für Wochentage – Interviews ($N = 172$ SKS).

TABELLE 8. Binär logistische Regression - Beobachtung: Koeffizienten für zeitlichen Einflussfaktor "Wochentag".

	β	p	SE	$OR (\text{Exp}(B))$	95% KI
Montag (Ref.: Samstag)	0.38	.070	.21	1.46	0.97 – 2.19
Dienstag (Ref.: Samstag)	0.20	.298	.19	1.22	0.84 – 1.79
Mittwoch (Ref.: Samstag)	0.52	.007	.19	1.68	1.15 – 2.44
Donnerstag (Ref.: Samstag)	0.55	.007	.20	1.73	1.16 – 2.58
Freitag (Ref.: Samstag)	0.41	.051	.21	1.51	1.00 – 2.28

Die Ergebnisse sind vor dem Hintergrund zu betrachten, dass sich z.B. der Zweck der Radnutzung (beruflich vs. freizeitlich), die gewählten Strecken (Hauptverkehrsadern vs. Freizeitrouten) als auch das generelle Verkehrsaufkommen an Werktagen und am Wochenende unterscheiden. Ebenfalls einen Einfluss auf die Auftretenswahrscheinlichkeit von SKS scheint die Uhrzeit zu haben. Die binär logistische Regression zeigte, dass es im Vergleich zu Erhebungen zwischen 09.00 und 10.00 Uhr zu allen anderen Zeiten wahrscheinlicher ist eine SKS zu beobachten. Einzige Ausnahmen bilden die Zeiträume zwischen 10.00 und 11.00 Uhr, 14.00 und 16.00 Uhr sowie zwischen 17.00 und 18.00 Uhr (s. Abbildung 28, Tabelle 9). Die erhöhten SKS-Anteile zu den genannten Uhrzeiten im Vergleich zum Vormittagszeitraum können auf das erhöhte Verkehrsaufkommen und die dadurch erhöhte Komplexität während der Stoßzeiten zurückzuführen sein, was das Auftreten von SKS wahrscheinlicher macht. Eine Untersuchung dieser Hypothese ist mittels der DRadEsel-Daten nicht möglich, da das Gesamtverkehrsaufkommen lediglich zum Zeitpunkt der Beobachtung von SKS, nicht aber zu allen anderen Zeiten kontinuierlich erfasst wurde, was allerdings auch nicht für DRadEsel zentral war. Interessanterweise ist der Verlauf der Anteile der berichteten SKS (s. Abbildung 29) im visuellen Vergleich zu den beobachteten SKS (s. Abbildung 28)



speziell zu Stoßzeiten gegenläufig. Möglicherweise spielt hier die Erfahrung der SKS-Exposition und somit die Gewohnheit eine zentrale Rolle, weshalb Radfahrer/-innen SKS vergleichsweise seltener berichten.

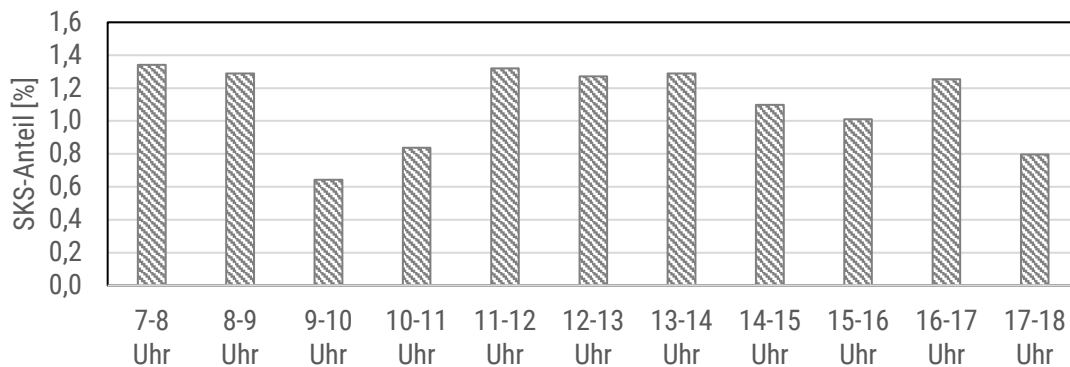


ABBILDUNG 28. SKS-Anteile für Uhrzeiten – Beobachtungen (N = 382 SKS).

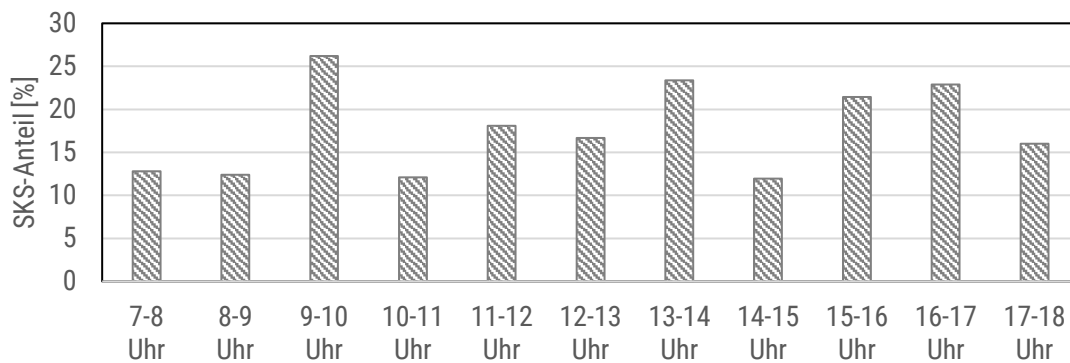


ABBILDUNG 29. SKS-Anteile für Uhrzeiten – Interviews (N = 172 SKS).

TABELLE 9. Binär logistische Regression - Beobachtung: Koeffizienten für zeitlichen Einflussfaktor "Uhrzeit".

	β	p	SE	OR (Exp(B))	95% KI
07.00-08.00 Uhr (Ref.: 09.00-10.00 Uhr)	0.71	.017	.30	2.03	1.14 – 3.61
08.00-09.00 Uhr (Ref.: 09.00-10.00 Uhr)	0.66	.024	.29	1.93	1.09 – 3.42
10.00-11.00 Uhr (Ref.: 09.00-10.00 Uhr)	0.24	.484	.34	1.26	0.66 – 2.44
11.00-12.00 Uhr (Ref.: 09.00-10.00 Uhr)	0.70	.019	.30	2.01	1.12 – 3.60
12.00-13.00 Uhr (Ref.: 09.00-10.00 Uhr)	0.70	.019	.30	2.00	1.12 – 3.56
13.00-14.00 Uhr (Ref.: 09.00-10.00 Uhr)	0.72	.014	.29	2.05	1.16 – 3.61
14.00-15.00 Uhr (Ref.: 09.00-10.00 Uhr)	0.55	.060	.29	1.74	0.98 – 3.10
15.00-16.00 Uhr (Ref.: 09.00-10.00 Uhr)	0.45	.129	.29	1.56	0.88 – 2.78
16.00-17.00 Uhr (Ref.: 09.00-10.00 Uhr)	0.66	.019	.28	1.94	1.12 – 3.63
17.00-18.00 Uhr (Ref.: 09.00-10.00 Uhr)	0.22	.472	.30	1.24	0.69 – 2.23



Sicherheitsempfinden

Zur Bestimmung des Einflusses personeller (Alter, Geschlecht), infrastruktureller (Kreuzungssituation, Stadt) und zeitlicher (Jahreszeit, Wochentag, Uhrzeit) Faktoren auf das Sicherheitsempfinden der Radfahrer/-innen, die am Interview teilnahmen, wurden unabhängige t-Tests sowie einfaktorielle ANOVAs mit dem Sicherheitsempfinden als abhängige Variable (AV) und den Einflussfaktoren als unabhängige Variablen (UV) berechnet. Zudem wurden unabhängige t-Tests berechnet, um den Einfluss des Berichtens von SKS (UV) auf das Sicherheitsempfinden (AV) zu untersuchen. Insgesamt wurden drei Items in die Analyse einbezogen, welche wie folgt lauteten: „Auf einer Skala von 1 bis 5 wie sicher fühl(t)en Sie sich...1) beim Durchfahren der vergangenen Situation?, 2) beim Durchfahren dieser oder vergleichbarer Situationen in der Vergangenheit?, 3) als Radfahrer/-in in Ihrer Stadt im Allgemeinen?. Mit „Situation“ ist dabei der jeweils definierte Beobachtungsbereich jeder Kreuzungssituation gemeint. Die Antwortskala reichte von 1 – „sehr sicher“ bis 5 – „sehr unsicher“. Aus Gründen der besseren Lesbarkeit werden die Items im Folgenden abgekürzt mit 1) „Situation“, 2) „Vergangenheit“ und 3) „Allgemein“.

Radfahrer/-innen *mit vs. ohne SKS im definierten Bereich*: Generell schätzten die Interviewteilnehmenden die allgemeine Sicherheit als Radfahrer/-in als sicher bis neutral ein. Werden Radfahrende im definierten Bereich betrachtet, die dort eine SKS vs. keine SKS erlebt haben, ergeben die t-Test-Ergebnisse für alle drei Items signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen (s. Abbildung 30).

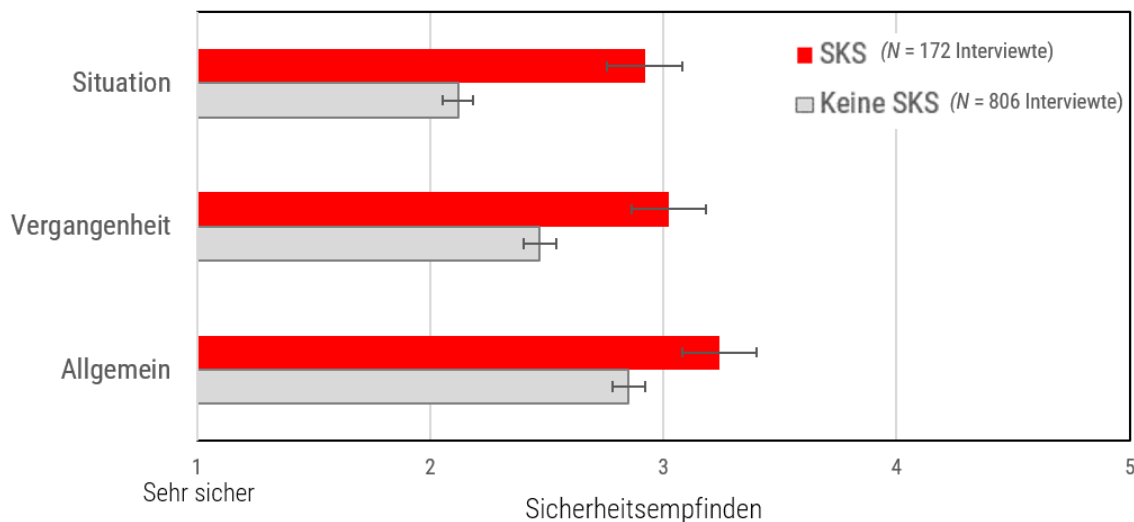


ABBILDUNG 30. Sicherheitsempfinden der Radfahrer/-innen mit vs. ohne SKS im definierten Bereich (M , 95 %-KI).

Radfahrer/-innen, die angaben, gerade eine SKS erlebt zu haben, bewerten die kurz zuvor durchfahrene Situation ($t(976) = 9.33, p < .001, d = 0.78$), vergangene vergleichbare Situationen ($t(976) = 6.42, p < .001, d = 0.54$) und das Sicherheitsempfinden in ihrer Stadt im Allgemeinen ($t(976) = 4.70, p < .001, d = 0.40$) schlechter (d.h. fühlten sich unsicherer) als Personen ohne vorhergehende SKS.

Personelle Einflussfaktoren: Zur Untersuchung des Einflusses des Geschlechts auf das Sicherheitsempfinden wurden unabhängige t-Tests durchgeführt. Über alle drei Items hinweg zeigen sich signifikant niedrigere Werte für Männer als für Frauen, was darauf hindeutet, dass Männer ein höheres Sicherheitsempfinden zu haben scheinen als Frauen (Situation: $t(974) = -2.06, p = .040, d = -0.13$; Vergangenheit: $t(1560) = -4.20, p < .001, d = -0.22$; Allgemein: $t(144.91) = 4.05, p < .001, d = -0.24$; s.



Abbildung 31). Für diese Ergebnisse im Zusammenhang mit den oben dargestellten Befunden zu SKS (tendenziell höhere Wahrscheinlichkeit, bei Männern eine SKS zu beobachten als bei Frauen), kann folgende mögliche Erklärung gegeben werden: Es ist denkbar, dass Frauen ihr geringeres Sicherheitsempfinden durch die Nicht-Nutzung von als gefährlich eingeschätzten RVA oder auch durch ein entsprechend angepasstes, sichereres Verhalten als Männer kompensieren, wodurch bei weiblichen Radfahrenden weniger SKS beobachtet werden können.

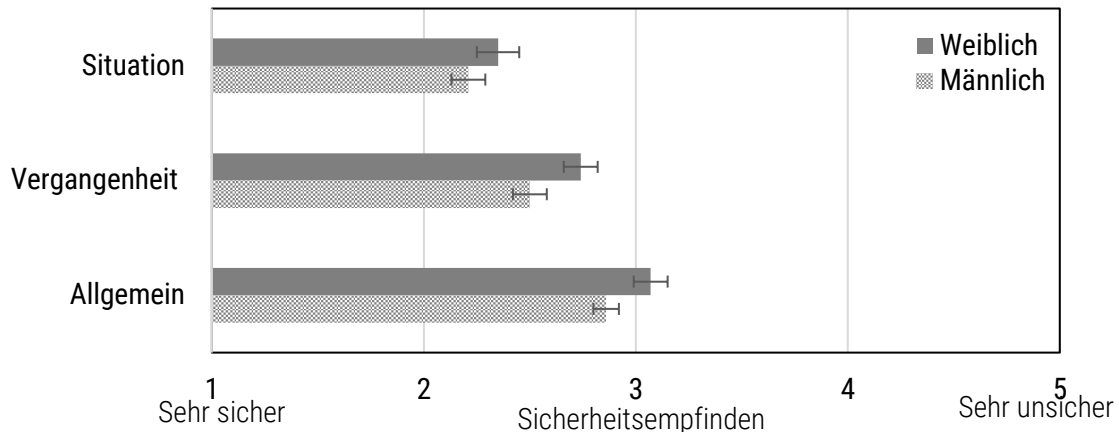


ABBILDUNG 31. Sicherheitsempfinden der Radfahrer/-innen – personeller Einflussfaktor "Geschlecht" (M , 95 %-KI; Situation: $n_{\text{weiblich}} = 409$, $n_{\text{männlich}} = 567$; Vergangenheit und Allgemein: $n_{\text{weiblich}} = 668$, $n_{\text{männlich}} = 894$).

Einfaktorielle ANOVAs wurden durchgeführt, um zudem den Einfluss verschiedener Altersgruppen auf das Sicherheitsempfinden der Radfahrer/-innen zu analysieren. In Abbildung 32 sind die Mittelwerte der drei Items zum Sicherheitsempfinden für alle Altersgruppen dargestellt.

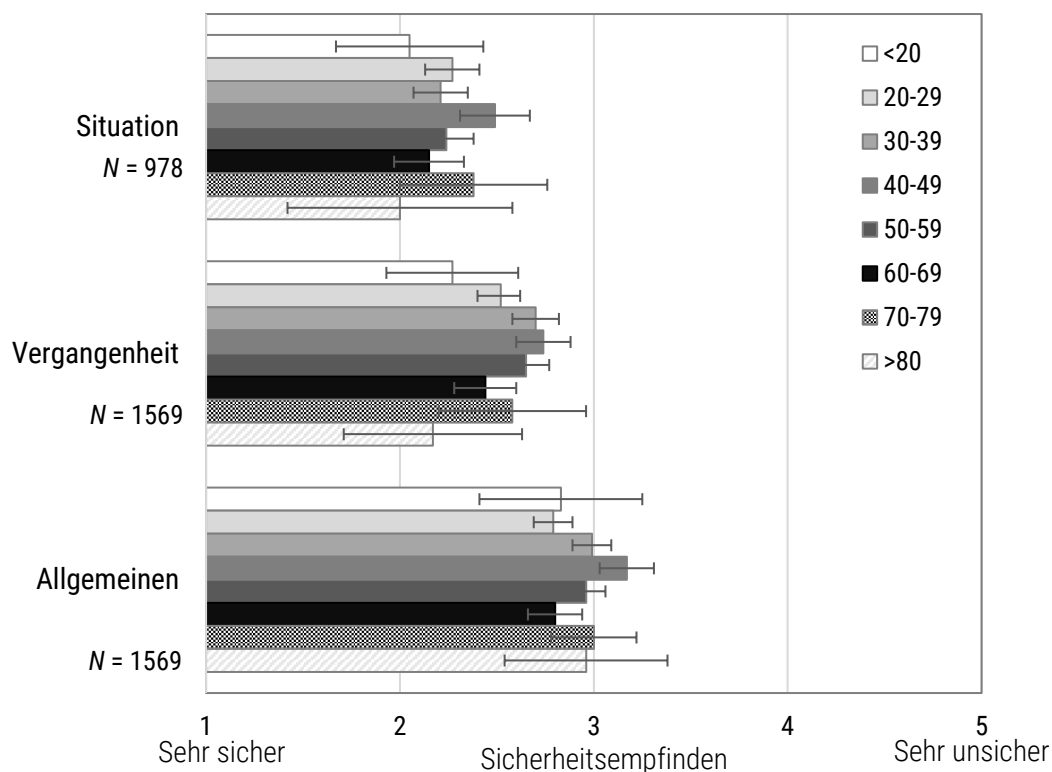


ABBILDUNG 32. Sicherheitsempfinden der Radfahrer/-innen – personeller Einflussfaktor "Alter" (M , 95 %- KI).



Anders als bei den Ergebnissen zu SKS zeigen sich für die Bewertung des Sicherheitsempfindens Unterschiede in den Altersgruppen nur punktuell für vergangene Situationen ($F(7,1561) = 2.87, p = .006, \eta^2 = .01$) und für das Sicherheitsempfindens im Allgemeinen ($F(7, 205.11) = 3.44, p = .002, \eta^2 = .02$), nicht aber für das situative Sicherheitsempfinden ($F(7, 137.28) = 1.44, p = .194, \eta^2 = .01$). Für vergangene Situationen ergeben die Post-hoc-Tests keinen Aufschluss darüber, welche Altersgruppen sich im Speziellen voneinander unterscheiden. Dies könnte methodisch bedingt durch die kleine Auflösung der Altersgruppen sein. Bei der Bewertung des allgemeinen Sicherheitsempfindens zeigen die Post-hoc-Tests dagegen, dass die Gruppe der 40-49-Jährigen die Sicherheit in ihrer jeweiligen Stadt signifikant schlechter bewerten als dies die Gruppen der 20-29-Jährigen ($p < .001$) sowie der 60-69-Jährigen ($p = .004$) tun. Es wird vermutet, dass die ältere Gruppe ein höheres allgemeines Sicherheitsempfinden aufweist, da diese seltener beruflich bedingt zu Stoßzeiten unterwegs ist. Die Gründe für die Bewertung wurden allerdings nicht erfasst.

Infrastrukturelle Einflussfaktoren: Zur Analyse des Einflusses infrastruktureller Faktoren auf das Sicherheitsempfinden wurden die untersuchten Kreuzungssituationen als UV in die einfaktoriellen ANOVAs einbezogen, wobei lediglich das situative Sicherheitsempfinden als AV betrachtet wurde. Die ANOVAs wurden sowohl für alle Radfahrer/-innen, die die jeweiligen definierten Bereiche der Kreuzungssituationen passiert haben durchgeführt (s. Abbildung 33, „Gesamt“), als auch getrennt nach denjenigen Radfahrer/-innen, die berichteten, dort eine SKS (s. Abbildung 33, „SKS“) bzw. keine SKS (s. Abbildung 33, „ohne SKS“) erlebt zu haben.

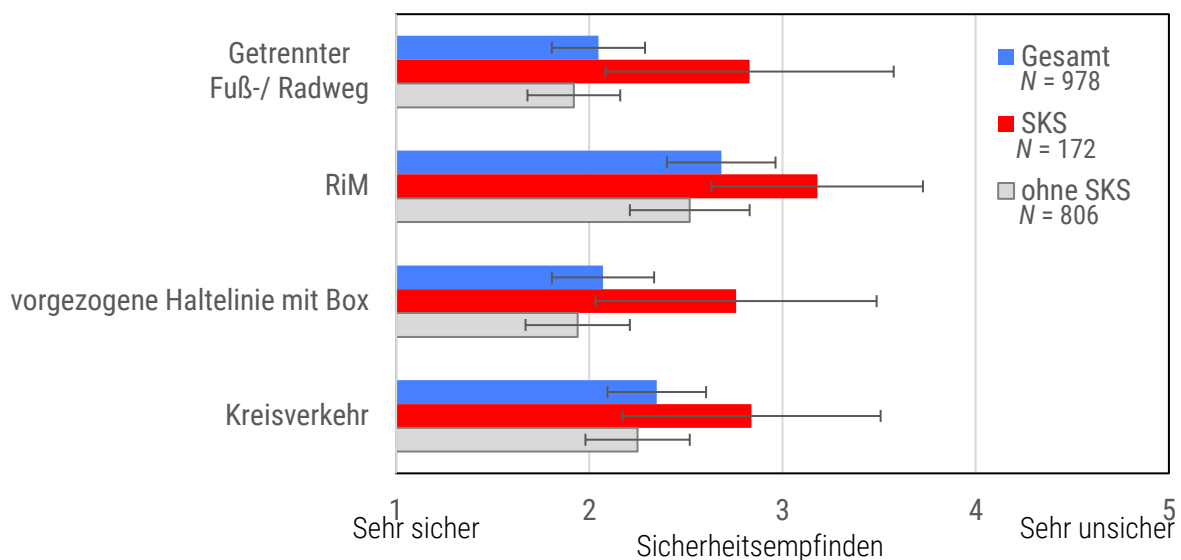


ABBILDUNG 33. Situatives Sicherheitsempfinden der Radfahrer/-innen im definierten Beobachtungsbereich – infrastruktureller Einflussfaktor "Kreuzungssituation" ($M, 95\% \text{-KI}$).

Die Analyse zeigte, dass die Radfahrer/-innen im Gesamten die in DRadEsel untersuchten Kreuzungssituationen signifikant unterschiedlich sicher bewerten ($F(3,974) = 18.90, p < .001, \eta^2 = .06$). Der getrennte Fuß- und Radweg wird am sichersten, gefolgt von der vorgezogenen Haltelinie und dem Kreisverkehr bewertet. Am negativsten, aber dennoch relativ positiv schätzen die Radfahrer/-innen den RiM ein. Diese Richtung der Ergebnisse wurde bereits bei den SKS-Anteilen pro Kreuzungssituation gefunden. Darüber hinaus finden sich ebenfalls signifikante Unterschiede in der Bewertung des Sicherheitsempfindens zwischen den Kreuzungssituationen, wenn keine SKS erlebt wurde ($F(3, 802) = 14.92, p < .001, \eta^2 = .06$). Anders verhält es sich, wenn eine SKS erlebt wurde. In diesem Fall finden sich keine Unterschiede in der Bewertung des Sicherheitsempfindens zwischen den untersuchten



Kreuzungssituationen ($F(3,168) = 1.42, p = .238, \eta^2 = .03$), was darauf schließen lässt, dass das Erlebnis einer SKS generell das Gefühl der Sicherheit mindert, unabhängig von der Kreuzungssituation.

Als weiterer infrastruktureller bzw. kontextueller Einflussfaktor auf das Sicherheitsempfinden wurde die Erhebungsstadt (Karlsruhe, Chemnitz und Wiesbaden) untersucht, wobei alle drei Items zum Sicherheitsempfinden in die Analysen einbezogen wurden. Das Diagramm in Abbildung 34 zeigt, dass Karlsruhe die Stadt mit der im Städtevergleich am besten bewerteten Sicherheit, gefolgt von Chemnitz und Wiesbaden ist.

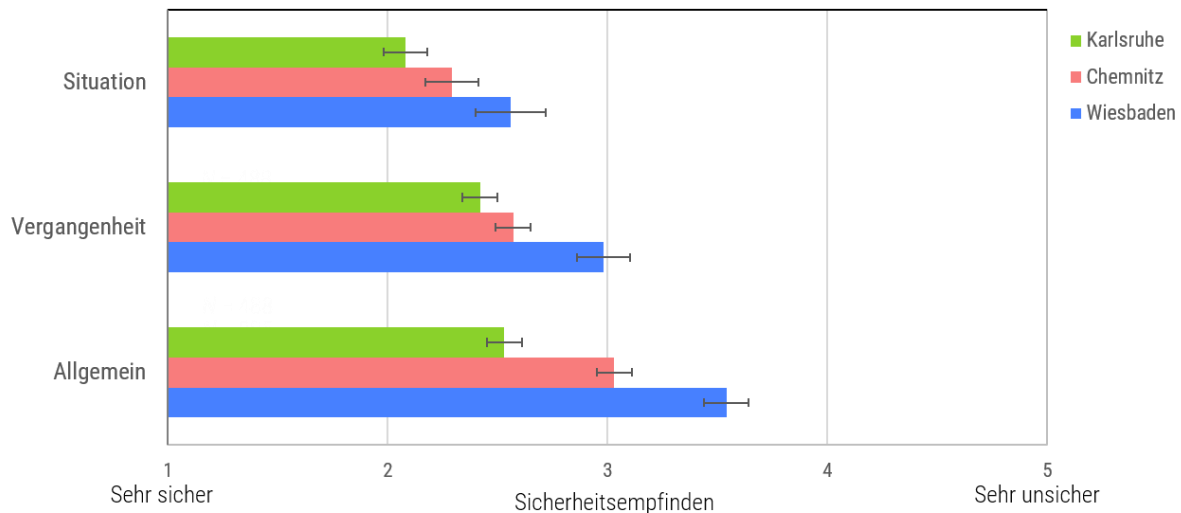


ABBILDUNG 34. Sicherheitsempfinden der Radfahrer/-innen – infrastruktureller Einflussfaktor "Stadt" (M, 95 %- KI; Situation: $n_{\text{Karlsruhe}} = 403, n_{\text{Chemnitz}} = 350, n_{\text{Wiesbaden}} = 225$; Vergangenheit und Allgemein: $n_{\text{Karlsruhe}} = 636, n_{\text{Chemnitz}} = 588, n_{\text{Wiesbaden}} = 345$).

Die einfaktoriellen ANOVAs zeigen zudem für jedes Item signifikante Unterschiede zwischen den Städten und auch die Post-hoc-Vergleiche ergaben für alle Städtevergleiche pro Item signifikante Unterschiede (s. Tabelle 10).

TABELLE 10. Sicherheitsempfinden der Radfahrer/-innen – Post-hoc Vergleiche zwischen den Städten als infrastruktureller Einflussfaktor (p -Werte)¹.

	KA – C	KA – WI	C – WI
Situation	.015	<.001	.009
Vergangenheit	.029	.000	.000
Allgemein	.000	.000	.000

¹Hochbergs GT2.

Diese Ergebnisse spiegeln wider, was bereits die Fahrradfreundlichkeitsbewertung des ADFC-Fahrradklimatests 2018 ergab, welche die Grundlage für die Auswahl der DRadEsel-Kreuzungssituationen bildete. Dabei erzielte Karlsruhe die beste Bewertung (3.3) bezüglich des Sicherheitsgefühls. Chemnitz lag im Mittelfeld (4.2) und Wiesbaden bildete das Schlusslicht (5.3).



Zeitliche Einflussfaktoren: Als zeitliche Einflussfaktoren auf das Sicherheitsempfinden wurden die Jahreszeit (Sommer, Herbst, Winter), der Wochentag (Montag bis Samstag) sowie die Uhrzeit (stundenweise von 07.00 bis 18.00 Uhr) der Erhebungen mittels einfaktorieller ANOVAs analysiert. Für die Faktoren Wochentag und Uhrzeit wurde jeweils ausschließlich das situative Sicherheitsempfinden der Radfahrer/-innen in den definierten Beobachtungsbereichen betrachtet; für die Jahreszeit wurden alle drei Items zum Sicherheitsempfinden analysiert. Die Analysen zeigen bei der Bewertung des Sicherheitsempfindens für keines der Items einen signifikanten Unterschied aufgrund der Jahreszeit (Situation: $F(2,975) = 2.00, p = .136, \eta^2 = .00$; Vergangenheit: $F(2,1566) = 0.33, p = .722, \eta^2 = .00$; Allgemein: $F(2,1566) = 0.40, p = .670, \eta^2 = .00$). Dies ist auch aus dem Balkendiagramm in Abbildung 35 ersichtlich, bei dem über die Jahreszeiten hinweg ähnliche Bewertungen pro Item stattfanden.

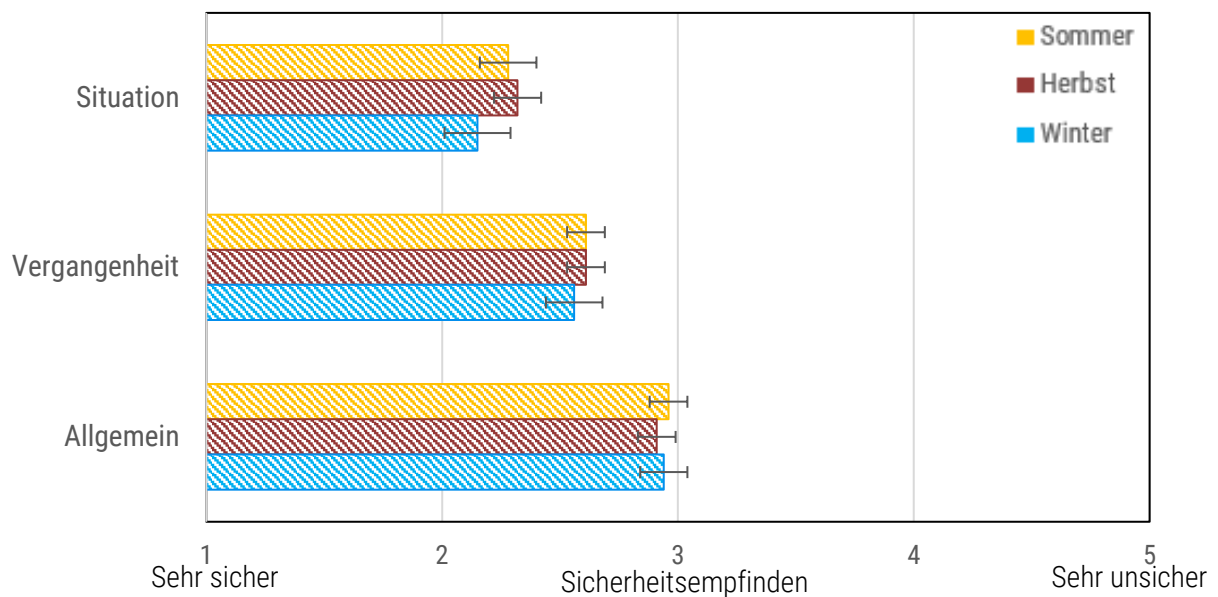


ABBILDUNG 35. Sicherheitsempfinden der Radfahrer/-innen – zeitlicher Einflussfaktor "Jahreszeit" ($M, 95$ %-KI; Situation: $n_{\text{Sommer}} = 364, n_{\text{Herbst}} = 382, n_{\text{Winter}} = 233$; Vergangenheit und Allgemein: $n_{\text{Sommer}} = 622, n_{\text{Herbst}} = 611, n_{\text{Winter}} = 337$).

Ebenfalls keine signifikanten Unterschiede in der Bewertung des Sicherheitsempfindens beim Durchfahren der definierten Beobachtungsbereiche ergaben die Analysen aufgrund des Wochentags ($F(5, 972) = 0.94, p = .454, \eta^2 = .01$; vgl. Abbildung 36).

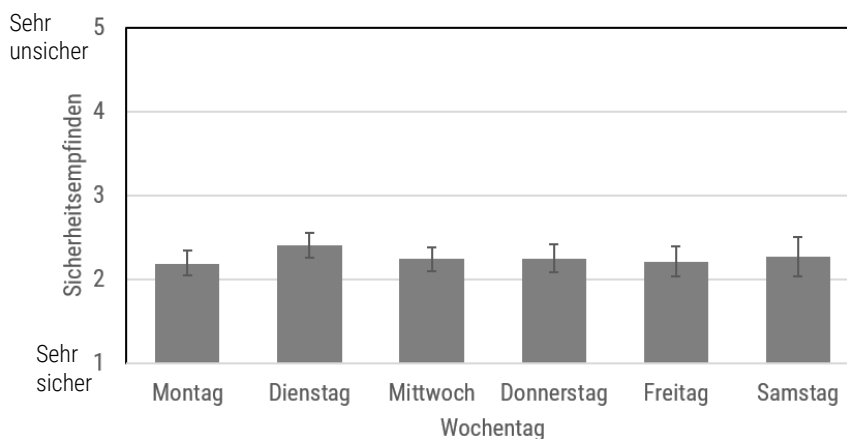


ABBILDUNG 36. Sicherheitsempfinden der Radfahrer/-innen – zeitlicher Einflussfaktor "Wochentag" ($M, 95$ %-KI, $N = 978$).



Im Einklang stehend mit den zuvor berichteten Ergebnissen zu zeitlichen Einflussfaktoren auf das Sicherheitsempfinden, aber auch auf das Auftreten bzw. Berichten von SKS wurden im Mittel ebenfalls keine signifikanten Unterschiede in der Bewertung des Sicherheitsempfindens aufgrund der Uhrzeit beim Durchfahren der definierten Beobachtungsbereiche gefunden ($F(10, 377.37) = 0.83, p = .599, \eta^2 = .01$). Abbildung 37 veranschaulicht die Mittelwerte des situativen Sicherheitsempfindens für die Erhebungen stundenweise.

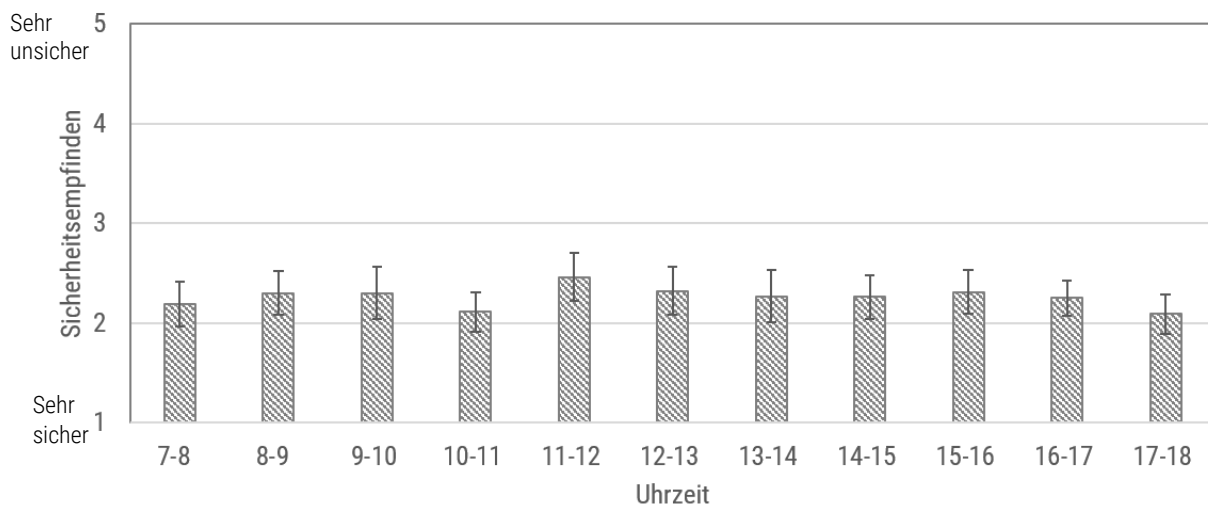


ABBILDUNG 37. Sicherheitsempfinden der Radfahrer/-innen – Zeitlicher Einflussfaktor „Uhrzeit“ (M , 95 %-KI, $N = 978$).

(Gestaltungs-) Empfehlungen zur Vermeidung von SKS

Ein abschließendes Ziel von AP3 bestand darin, aus den gewonnenen Erkenntnissen erste Gestaltungs- und Handlungsempfehlungen für Kommunen abzuleiten. Dazu werden im Folgenden die wichtigsten Erkenntnisse zusammengefasst und mit Empfehlungen basierend auf Literaturrecherchen sowie Meinungen der teilnehmenden Fahrradexpert/-innen an der Abschlusspräsentation angereichert.

Hinsichtlich der Prävalenzen von SKS ergaben die Analysen der im Rahmen von DRadEsel gewonnenen Daten, dass SKS ca. 1300-mal häufiger beobachtet und ca. 600-mal häufiger berichtet werden als Unfälle (in den Jahren 2019 und 2020) amtlich registriert werden. Aus diesem Befund ist ersichtlich, dass eine alleinige Betrachtung von amtlich registrierten Unfällen als Basis zur Gestaltung des Radverkehrs nicht ausreichend und der Einbezug von Unfallvorstufen dringend erforderlich ist. Darüber hinaus verdeutlicht die Relativierung der erfassten und berichteten SKS an den Verkehrszählungs- und Interviewdaten, dass SKS ca. 16-mal häufiger berichtet als beobachtet werden (s. Eisbergmodell, Abbildung 10). Dies zeigt wiederum, dass die subjektive Wahrnehmung der Radfahrer/-innen eine zentrale Rolle bei der Bewertung der Verkehrssicherheit spielt und keinesfalls bei der Generierung von Maßnahmen vernachlässigt werden darf, da diese laut Nabors et al. (2012) u.a. das Fahrverhalten beeinflussen kann. Generelle Maßnahmen, die in der Literatur vorgeschlagen und von denen bereits zum Teil Gebrauch gemacht wird, um die Radverkehrssicherheit zu erhöhen, sind z.B. infrastrukturelle Änderungen, Sicherheitskampagnen, verstärkte Polizeikontrollen, Änderungen der Verkehrsführung, Erziehung bzw. Schulungen sowie intelligente Transportsysteme, wie z.B. Warn- und Unterstützungssysteme.





Zudem ergaben die DRadEsel-Analysen, dass mit ca. 90 % der Großteil aller SKS in der Interaktion mit weiteren Verkehrsteilnehmenden geschah. Wobei Pkw die Hauptgefährdenden, gefolgt von anderen



Radfahrenden und zu Fuß Gehenden darstellten. Daraufhin zu ergreifende Maßnahmen könnten darin bestehen, Informationskampagnen für verschiedene Verkehrsteilnehmende einzurichten, die z.B. bereits in der Grundschule durch Verkehrsunfallpräventionsprogramme zum Tragen kommen oder auch in Schulungen und Workshops bestehen können, um ggf. auch mit alten Gewohnheiten zu brechen (Zwipp et al., 2015). Weitere Maßnahmen zur Erhöhung der Radverkehrssicherheit sollten auf die Reduktion von Sichtbehinderungen abzielen, indem beispielsweise Bäume und Werbetafeln entfernt werden, die sich nähernde Radfahrende verdecken (Nabors et al., 2012). In diesem Kontext sollte auch die Signalgebung Bedürfnisse kreuzender Radfahrender berücksichtigen, sodass diesen einerseits genügend Zeit zum Überqueren von Kreuzungen bzw. Abbiegen bleibt und sie dabei andererseits nicht übersehen werden (Nabors et al., 2012). Ein zusätzlicher Ansatz könnte hierbei in der Verwendung von Warnsystemen bestehen, die Radfahrende, aber auch Kfz vor kritischen Situationen warnen (Springer et al., 2021; Kreißig et al., 2022) oder beim Abbiegen durch die Erkennung von Radfahrenden im toten Winkel unterstützen (z.B. Nabors et al., 2012; Zwipp et al., 2015). Laut Nabors et al. (2012) nimmt zudem die Schwere eines Unfalls, an dem eine Radfahrerin / ein Radfahrer und ein Pkw beteiligt sind, mit der Geschwindigkeit exponentiell zu. Daher könnte bereits die Einführung von Geschwindigkeitsbegrenzungen für Kfz zur Erhöhung Radverkehrssicherheit beitragen.

Weiterhin gingen die in Tabelle 11 dargestellten Gegebenheiten den erfassten SKS an den in DRadEsel untersuchten Kreuzungssituationen am häufigsten voraus. Erste Empfehlungen zur Reduktion des Unfall- bzw. SKS-Risikos, die aus diesen Ergebnissen abgeleitet werden können, sind ebenfalls Tabelle 11 zu entnehmen.

TABELLE 11. Zusammenfassung häufigster Gründe für SKS an DRadEsel-Kreuzungssituationen + erste Empfehlungen.

Kreuzungssituationen	Häufigste Gründe für SKS	Erste Empfehlungen
 Getrennter Fuß-/ Radweg	Querverkehr von links	Ampelblitzer, Ampelschaltung anpassen
 RiM	RVA blockiert, zu geringer Abstand beim Überholen	RiM einfärben / verbreitern, Fahrbahnbegrenzung aufrauen
 Vorgezogene Haltelinie mit Box	RVA blockiert, zu geringer Abstand beim Überholen	Box einfärben / verbreitern, Fahrbahnbegrenzung aufrauen
 Kreisverkehr ohne RVA	Querverkehr, zu nahes Einordnen (meist beim Ein-/ Ausfahren)	Ein- / Ausfahrspuren einfügen, Spiegel anbringen

Als Teil der Interviews wurde zusätzlich nach Ideen der teilnehmenden Radfahrer/-innen zur Reduktion von SKS an den untersuchten Kreuzungssituationen gefragt. Tabelle 12 fasst die gewünschten Gestaltungsprinzipien zusammen und gibt jeweils Beispiele für diese.



TABELLE 12. Von interviewten Radfahrer/-innen gewünschte Gestaltungsprinzipien für untersuchte Kreuzungssituationen ($N = 360$ Interviews).

Gewünschte Gestaltungsprinzipien	Beispiele
Trennung von Kfz- und Radverkehr	<ul style="list-style-type: none">• Gesonderte Ampelschaltung für Radfahrende• Bauliche Trennung• Führung mit zu Fuß Gehenden
Salientere Gestaltung von RVA	<ul style="list-style-type: none">• Farbliche Markierung• Physische Hervorhebung• Große gelbe Leuchte• Verbreiterung von RVA
Mehr Kontrollen und Regeln	<ul style="list-style-type: none">• Park-/Halteverbote auf RVA• Ampelblitzer

(Geschwindigkeits-) Reduktion des Kfz-Verkehrs

Weiterhin wurden DRadEsel-Analysen durchgeführt, um den Einfluss verschiedener Faktoren auf SKS und das Sicherheitsempfinden zu ermitteln. Es zeigte sich, dass das Alter und Geschlecht der Radfahrer/-innen generell keinen Einfluss auf das Auftreten von SKS haben. Jedoch weisen die Daten der Beobachtung darauf hin, dass SKS bei Männern tendenzielle wahrscheinlicher sind als bei Frauen. Interessanterweise war das Sicherheitsempfinden der befragten weiblichen Radfahrerinnen geringer als das der Männer. Darüber hinaus zeigten sich Unterschiede in den Altersgruppen bezüglich des Sicherheitsempfindens nur punktuell. Da das Sicherheitsempfinden eine große Rolle bei der Routenwahl von Radfahrer/-innen zu spielen scheint (vgl. Nabors et al., 2012; Caulfield et al., 2012; Lantz, 2011), ist eine grundlegende Empfehlung, RVA breit genug zu gestalten, um Sicherheitsbedenken aber auch Fahrradunfälle zu reduzieren (Elvik et al., 2009; Niehoff & Einem, 2015). Niehoff und Einem (2015) zufolge bieten breitere RVA genügend Aufstellfläche für Radfahrer/-innen, was wiederum zur erhöhten Nutzung des Fahrrads als Alltagsmittels beiträgt. Darüber hinaus verringern breitere RVA die durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit von Autos, was mit einem deutlichen Rückgang von Fahrradunfällen (Sakshaug, 1986; Gabestad, 1989) einhergeht und insbesondere an wenig komplexen Kreuzungen vorteilhaft ist (Jensen, 2008). Hinsichtlich der untersuchten Kreuzungssituationen schlossen sowohl die RiMs als auch die Kreisverkehre am schlechtesten im Vergleich ab: Dort wurden nicht nur die meisten SKS beobachtet und berichtet, sondern auch das Sicherheitsempfinden der Radfahrer/-innen war dort am geringsten. Gemäß eines ADFC-Positionspapiers sind RiMs vor allem dann vorteilhaft, wenn viele Radfahrende und wenig Kfz-Verkehr vorhanden sind. Um RiMs dennoch sicher zu gestalten, schlagen Zwipp et al. (2015) z.B. eine Breite von mindestens 1,85 m vor. Uneinigkeit herrscht über die Sicherheitswirkung roter Markierungen. Während Beyer et al. (2019) die rote Einfärbung von RiMs empfehlen, postulieren Schepers et al. (2011), dass dies eine negative Auswirkung auf die Sicherheit von Radfahrenden habe. Viele Studien haben gezeigt, dass die Konvertierung einer Kreuzung in einen Kreisverkehr zu einer geringeren Anzahl von Unfällen bei motorisierten Fahrzeugen und zu Fuß Gehenden führt (z.B. Canale et al., 2015; Elvik & Vaa, 2009; Hydén & Várhelyi, 2000). Eher unklar oder gar negativ ist der Effekt für Radfahrende (Daniels et al., 2008). In einer belgischen Studie hatte die Konvertierung von Kreuzungen zu Kreisverkehren einen Anstieg in der Anzahl von Fahrradunfällen mit Personenschaden um 27 % und von fatalen Unfällen von 41-46 % zur Folge (Daniels et al., 2008). Zu berücksichtigen ist, dass auch die Gestaltung von Kreisverkehren einen Einfluss auf die Fahrradsicherheit hat. Kreisverkehre mit RVA werden generell als sicherer eingestuft (Daniels et



al., 2011, 2009), da Radfahrende durch die klare Separierung eine höhere Kontrolle empfinden, da Ereignisse, wie das Ein- und Ausfahren, besser antizipiert werden können (Møller & Hels, 2008). Besonders das Ein- und Ausfahren führte auch in DRadEsel häufig zu Konflikten. Als Empfehlung zur Erhöhung der Radverkehrssicherheit an Kreisverkehren dient ein niederländisches Beispiel. Dort werden Radfahrende häufig auf einem getrennten Umlaufring um den Kreisverkehr geführt, wobei Pkw den Radfahrenden beim Ein- und Ausfahren Vorrang gewähren müssen (Hull & O'Holleran, 2014). In Bezug auf zeitliche Faktoren konnten anhand der in DRadEsel erfassten Daten generell kein Einfluss auf SKS und das Sicherheitsempfinden nachgewiesen werden. Lediglich für die Beobachtungen konnte der zeitliche Einfluss festgestellt werden. Der Vergleich der SKS-Anteil über die Jahreszeiten hinweg ergab, dass SKS im Winter seltener beobachtet, aber tendenziell häufiger berichtet werden als im Sommer und im Herbst. Grundsätzlich empfehlenswert ist die regelmäßige Kontrolle und Instandhaltung von RVA zur Erhöhung der Verkehrssicherheit aber auch Fahrqualität (Niehoff & Einem, 2015; Nabors et al., 2012). Besonders im Herbst und Winter sollte darauf geachtet werden, RVA zu räumen bzw. zu streuen (Sørensen & Mosslemi, 2009), da rutschige Oberflächen den Kontrollverlust beim Radfahren begünstigen (Nabors et al., 2012). Zusätzlich empfehlen Sørensen und Mosslemi (2009), auf eine ausreichende Straßenbeleuchtung insbesondere morgens und abends, aber auch in der dunklen Jahreszeit zu achten. Da die DRadEsel-Analysen daneben zeigten, dass SKS eher zu Rush-Hour-Zeiten (07.00-09.00 Uhr, 11.00-14.00 Uhr, 16.00-17.00 Uhr) als zu sonstigen Tageszeiten sowie eher unter der Woche als am Wochenende zu beobachten sind, könnte hier zudem eine Herabsetzung der Geschwindigkeitsbegrenzung eingeführt werden.

II.1.4 AP4: Organisation, Berichtlegung und Verbreitung

Ziele:

In AP4 wurden im Wesentlichen zwei Hauptziele verfolgt:

- (1) Organisation, Besprechung und Evaluation
- (2) Berichtlegung und Verbreitung

Zu Ziel (1) gehörten die administrativen Aufgaben der Projektorganisation inklusive der Projektablaufkontrolle und -organisation. Ziel (2) bestand darin, die im Rahmen des Projekts erworbenen Erkenntnisse hinsichtlich SKS und des Sicherheitsempfindens von Radfahrer/-innen sowohl in Form von Zwischenberichten und einem Abschlussbericht dem Projektträger rückzumelden als auch in Form von Publikationen der Öffentlichkeit zu kommunizieren, um durch den Austausch die Entwicklung des Radverkehrs hin zu mehr Sicherheit zu fördern.

Methoden & Ergebnisse:

Im Rahmen des Hauptziels (1) wurden Arbeitsverträge für wissenschaftliche Mitarbeitende der TU Chemnitz als auch für Hilfskräfte erstellt, um die fortlaufende Projektbearbeitung zu sichern. Insgesamt wirkten sechs wissenschaftliche Mitarbeitende sowie sechs Hilfskräfte an der Umsetzung des Vorhabens mit. Die Stellenkoordination sah zudem die finanzielle Administration, d.h. Mittelplanung vor. Durch die Einschränkungen aufgrund der COVID-19-Pandemie wurden Projektlaufzeitverlängerungen beantragt. Zum kontinuierlichen Expert/-innen-Austausch bezüglich der Konzeption, Evaluierung und Entwicklung des Erhebungsinstrumentariums als auch des Erhebungskonzepts der repräsentativen Feldstudie und der erzielten inhaltlichen Ergebnisse wurde darüber hinaus ein (erweiterter) Projektbeirat gebildet, der aus Mitgliedern der IAOV Chemnitz, LMU München, TU Berlin, Hochschule Karlsruhe, den lokalen ADFC-Zweigstellen (Chemnitz, Karlsruhe, Wiesbaden) und den Kommunen (Stadt Chemnitz, Stadt Karlsruhe, Stadt Wiesbaden) bestand. Zur Vorstellung und Diskussion von Ergebnissen zu verschiedenen DRadEsel-Teilzielen wurden Treffen mit dem Projektbeirat organisiert, welcher durch seine Expertise im



Radverkehrsbereich unterstützte. Generelle Projektinformationen wurden zudem über das Mobilitätsforum Bund (ursprünglich: NRVP-Portal) und über die DradEsel-Projektwebseite der TU Chemnitz geteilt. Informationen zur Durchführung der repräsentativen Feldstudie wurden jeweils ca. zwei Wochen vor den Erhebungen über die lokale Presse und sozialen Medien geteilt. Neben der Beschaffung von Untersuchungsmaterialien für die Studie fanden Ausschreibungen für Abschlussarbeiten und Forschungspraktika statt, welche von den wissenschaftlichen Mitarbeitenden betreut wurden. Weiterhin wurden folgende Prozess- und Wirkungsevaluationen durchgeführt:

- Prozessevaluation:
 - Evaluation des Erhebungsinstrumentariums durch die Interviewenden und Beobachtenden.
 - Stichprobenumfang: Die geschätzte Stichprobengröße lag bei 864 interviewten Personen für vier Erhebungswellen. Bereits nach der zweiten Erhebungswelle wurde dieser Schätzwert mit 1232 geführten Interviews überschritten. Die Gesamtzahl aller im Rahmen der drei realisierten Erhebungswellen geführten Interviews beträgt 1569.
 - Kommunikation mit dem Projektträger: Weitere Arbeiten bestanden in der Überwachung und Sicherstellung der fristgerechten Erreichung von Meilensteinen und der für das Vorhaben festgelegten Ziele. Statusmeldungen dazu wurden an den Projektträger kommuniziert sowie notwendige Abstimmungen zu administrativen als auch inhaltlichen Angelegenheiten mit ihm vorgenommen.
- Wirkungsevaluation:
 - ... der Pressearbeit: 25 % aller Befragten wussten von der Studie
 - ... der Akquise von Interviewteilnehmenden: 5 % der beobachteten Radfahrenden, die am Interviewstandort vorbeikamen, nahmen auch am Interview teil. 62 % aller Befragten hatten zuvor den definierten Beobachtungsbereich passiert.

Zur Erreichung des Hauptziels (2) wurden im Rahmen der Berichtlegung jährliche Zwischenberichte (inkl. zahlenmäßigen Verwendungsnachweisen) über die erfolgten Arbeiten im vergangene Haushaltsjahr sowie ein Abschlussbericht verfasst und dem Projektträger übermittelt. Zur Verbreitung und wissenschaftlichen Kommunikation der im Projekt erzielten Ergebnisse und gesammelten Erkenntnisse wurden Präsentationen, Fachartikel, Konferenzbeiträge und Qualifikationsarbeiten angefertigt. Eine detaillierte Auflistung der bereits erfolgten und der geplanten Publikationen kann Kapitel II.6 entnommen werden.

II.2. Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Das Projekt DRadEsel wurde von einem Team aus 6 wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen mit verkehrspsychologischer Expertise durchgeführt. Der größte Anteil der Projektmittel wurde zur Finanzierung der Entgelte der Teammitglieder genutzt. Darüber hinaus erforderte der hohe Anteil von Datenerhebungen im Feld (eine Machbarkeitsstudie sowie eine repräsentative Beobachtungsstudie mit drei Erhebungsphasen in jeweils drei deutschen Städten) weitere Mittel für folgende wichtigste Posten:

- Entgelte für sechs studentische Hilfskräfte zur Unterstützung der Datenerhebung im Feld,
- Reisekosten für die Durchführung von drei separaten Erhebungswochen in Karlsruhe, drei separaten Erhebungswochen in Wiesbaden und fünf separaten Erhebungswochen in Chemnitz (umfassen v.a. Anreise, Abreise, Standortwechsel vor Ort, Materialtransporte, Übernachtungskosten in Karlsruhe und Wiesbaden),



- Beschaffung von Ausstattung (z.B. Zelte, Handzähler, Datenspeichermedien) und Verbrauchsmaterialien (z.B. Papier für Erhebungsmaterialien, Infektionsschutzmaterialien, Handwärmer für Datenerhebung im Winter) für die Durchführung der Datenerhebungen im Feld.

II.3. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Zum Zeitpunkt der Antragsstellung des Vorhabens war der Einbezug von SKS zusätzlich zu konkreten Unfallzahlen keine gängige Methode zur Bestimmung des Ausmaßes der Radverkehrssicherheit und entsprechend zur Entwicklung und Umsetzung von Maßnahmen zur Erhöhung dieser. Allerdings bestanden Forderungen hierzu bereits (z.B. Baier et al., 2013), da anzunehmen war, dass Wirksamkeitsabschätzungen bisheriger verkehrsplanerischer Maßnahmen zur Erhöhung der Radverkehrssicherheit verzerrt und potentiell notwendige infrastrukturelle Änderungen dadurch vernachlässigt wurden. Problematisch war jedoch, dass eine repräsentative Grundlage von SKS zwischen Radfahrenden untereinander sowie weiteren Verkehrsteilnehmenden nicht bzw. nur vereinzelt bestand, aber nicht ohne Weiteres auf Deutschland übertragbar war. Nicht zuletzt war dies der Tatsache geschuldet, dass keine einheitliche Definition zur Abgrenzung des Begriffs „sicherheitskritische Situation“ und deren systematische Beobachtung bestand, mit deren Hilfe Prävalenzen derartiger Ereignisse untereinander vergleichbar wären. Weiterhin bestand der Bedarf an Methoden, mithilfe derer SKS effizient und umfassend erfasst werden können, um schließlich zu mehr Sicherheit und einer gesteigerten Attraktivität des Radverkehrs beizutragen. Die daraus resultierende häufigere Radnutzung führt darüber hinaus zur Entlastung der Umwelt. Entsprechend bestand die fachliche Notwendigkeit, diese Forschungslücke zu schließen.

Grundlegend für die erfolgreiche Umsetzung des Vorhabens galt die Verfügbarkeit umfangreicher Ressourcen zur Konzeption, Durchführung und Auswertung der repräsentativen Feldstudien sowie zur Administration des Projekts. Die TU Chemnitz als öffentliche Einrichtung hat jedoch nicht die Möglichkeit, Forschungs- und Entwicklungsleistungen vorzufinanzieren oder im Rahmen der Grundfinanzierung durchzuführen. Lediglich fiktive Eigenmittel wie Büroflächen am Institut für Psychologie, Software zur Durchführung, Auswertung und Präsentation (z.B. SPSS, Microsoft Office) und Stammpersonal für Verwaltungsaufgaben (z.B. Vertragserstellung, Bearbeitung von Abrechnungen) kann die TU Chemnitz in derartige Vorhaben einbringen. Aus diesem Grund bestand der Bedarf der öffentlichen finanziellen Förderung dieses anspruchsvollen Projektes. Die Möglichkeit der Finanzierung durch andere Einrichtungen wurde geprüft, bestand jedoch nicht.

II.4. Voraussichtlicher Nutzen

Durch die erfolgreiche Erstellung einer Definition für SKS, welche die systematische Beobachtung derartiger Situationen zulässt, durch die Entwicklung der Methode zur effizienten Erfassung von SKS in Form des Erhebungsinstrumentariums, durch die Generierung der großen Datengrundlage beobachteter sowie berichteter SKS sowie durch die im Vorhaben bzw. insbesondere im Rahmen der Feldstudie gewonnenen Erkenntnisse wurde ein Großteil der beschriebenen Forschungslücken (vgl. Kapitel I.1, Kapitel I.4 und Kapitel II.3) geschlossen bzw. Grundsteine zum Schließen weiterer Forschungslücken gelegt. Mit der Entwicklung und Validierung einer einheitlichen Definition als auch des Erhebungsinstrumentariums wurde eine Grundlage geschaffen, die bei Weiterverwendung durch andere Forschende zukünftig dazu beitragen wird, den Sicherheitsstatus des Radverkehrs realistischer



abzuschätzen und insbesondere die Vergleichbarkeit von beispielsweise Städten, Kreuzungssituationen und Einflussfaktoren zu gewährleisten. Darüber hinaus können Kommunen aus den gewonnenen Daten direkte Maßnahmen ableiten, um den Radverkehr sicherer zu gestalten. Ein weiterer Nutzen der Erkenntnisse und Ergebnisse des Vorhabens liegt in der nun vorhandenen empirischen Beweisgrundlage (Daten aus drei Erhebungswellen) dessen, dass SKS mehr Aufschluss über potentielle Sicherheitsdefizite geben als Unfallzahlen. Für Entscheidungsträger über die Auswahl und Umsetzung von sicherheitsfördernden Maßnahmen wurde somit der Weg geebnet für das zukünftige Hinzuziehen von SKS zu Unfallzahlen. Nicht zuletzt sind die Ergebnisse auch für die akademische Lehre und Nachwuchsgenerierung wertvoll, da ein für den Forschungs- und Entwicklungsstandort Deutschland zukunftsweisendes und nachhaltiges Thema bearbeitet wurde.

II.5. Während der Durchführung des Vorhabens bekannt gewordener Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen

Im Bereich der Forschung zu SKS von Radfahrenden und der Erhebung der Dunkelziffer dieser Ereignisse entstanden während der Durchführung des Vorhabens nur wenige neue relevante Forschungsarbeiten. Allerdings war festzustellen, dass die Forschung zur Underreporting-Problematik und entsprechenden Maßnahmen dagegen immer populärer wurde (z.B. Ibrahim et al., 2020; Young & White, 2020; von Stülpnagel & Lucas, 2020). Weitere Themen, die in diesem Kontext beforscht wurden, sind beispielsweise die Beziehung von Unfällen und Beinaheunfällen, der Einfluss ausgewählter Infrastrukturmerkmale auf die Konfliktenstehung (z.B. an Lichtsignalgeregelten Knotenpunkten, in Shared Space Umgebungen, bei Kreisverkehren), der Einfluss zeitlicher und witterungsbedingter Faktoren auf SKS, der Einfluss einzelner ausgewählter Interaktionspartner auf SKS von Radfahrenden (z.B. Radfahrende – zu Fuß Gehende, Radfahrende – motorisierte Fahrzeuge), sicherheitskritische Überholmanöver, das Sicherheitsempfinden von Radfahrer/-innen oder die Entwicklung von Warnsystemen für Radfahrende zu Vermeidung von SKS und Unfällen (z.B. Heinovski et al., 2019; Springer et al., 2021; Kreißig et al., 2022). Aktuelle Arbeiten definieren SKS jedoch entweder sehr generisch und unpräzise oder fokussieren nur auf Ausschnitte der in DRadEsel entwickelten Definition. Dabei wird sich meist lediglich auf einzelne Teilaspekte von SKS konzentriert. In einigen Untersuchungen erlaubt die gewählte Methode darüber hinaus nur einen geringfügigen Anteil von Analysen im Vergleich zu den Analysen, die anhand der mittels des Erhebungsinstrumentariums erfassten DRadEsel-Daten möglich sind, da meist nur einzelne Einflussfaktoren auf SKS betrachtet werden. Generell ist ein sehr breites Methodenspektrum in den aktuellen Forschungsarbeiten zur vorliegenden Thematik vorzufinden (vgl. Tabelle 13):

TABELLE 13. Angewandte Methoden und untersuchte Themen in bekannt gewordener Forschung zu SKS von Radfahrenden.

Methode	Inhaltlicher Fokus / Analysen
Interviews	Befragung zu Konflikten und wahrgenommener Sicherheit als Radfahrer/-in (Gkekas et al., 2020)
Beobachtungen	Analyse der Konfliktenstehung von Radfahrenden und zu Fuß Gehenden (Hilke, 2019)
Online-Fragebogen-Studien	Analyse von Angaben zu Kollisionen und Beinahe-Unfällen in der Vergangenheit (Mesimäki & Luoma, 2021)



Kameraaufnahmen	Analyse von Aufnahmen einer Stadtkamera zur Identifikation von SKS (Jeong et al., 2021)
Simulationsstudien (z.B. in VR)	Untersuchung von Abstand der Radfahrenden zu anderen Verkehrsteilnehmenden, Verkehrsaufkommen, Radinfrastruktur in standardisierter Umgebung (Nazemi et al., 2019)
Einsatz selbstlernender, auf KI beruhender Systeme	Zur automatisierten Erkennung und Analyse von SKS sowie zur Ableitung von Empfehlungen bzgl. SKS (z.B. Warnung; Ibrahim et al., 2020, 2021)
Analyse von Crowdsourcing-Daten	Aufzeichnung von Fahrten über Smartphone-App durch Radfahrende; parallele automatisierte Detektion von SKS durch Verwendung von Beschleunigungssensoren und GPS; manuelle Markierung von Position und Art von SKS sowie daran beteiligte Verkehrsteilnehmende manuell; Upload zusammen mit demographischen Daten: <ul style="list-style-type: none">- Analyse des Verhältnisses zwischen Beinaheunfällen und tatsächlichen Unfällen (Laberee et al., 2021)- Untersuchungen zu Charakteristika von SKS (Das et al., 2021)- Textuelle Analyse von Beschreibungen zum Hergang von Beinaheunfällen und Unfällen (Kwayu et al., 2021)
Naturalistische Studien / Videos	<ul style="list-style-type: none">- Analyse der Beziehung zwischen Unfällen aus Datenbanken und Beinaheunfällen aus naturalistischen Daten (Dozza, 2019)- Ausstattung von Fahrrädern mit Abstandssensoren und Videokameras; Analyse vom Abständen beim Überholen von Radfahrenden (Nolan et al., 2021; Beck et al., 2021; Cafisco et al., 2021)- Analyse unsicherer Ereignisse Radfahrender (Fraser und Meuleners, 2020)- Identifikation von SKS anhand naturalistischer Videos durch Experten (Cafisco et al., 2021)
Literaturreviews	<ul style="list-style-type: none">- Bisher eingesetzte Methoden zur Erfassung und untersuchte Einflussfaktoren auf SKS von Radfahrenden (Ibrahim et al., 2020)- Sicherheit an Kreisverkehren (Poudel et al., 2021)

Die in DRadEsel angewandte Methode der Kombination aus Interviews und Beobachtungen ist allerdings innovativ und vielversprechend, da mit einem überschaubaren Aufwand eine große Datengrundlage von SKS generiert werden kann und deren Analyse vielgliedrigen Aufschluss über Prävalenzen von SKS an ausgewählten Straßenbereichen, sowie über viele verschiedene potentielle Einflussfaktoren auf SKS liefert.



II.6. Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen des Ergebnisses nach Nr. 5 BNBest-NRVP

Während der Projektlaufzeit wurden folgende Ergebnisse bereits veröffentlicht:

- Erhebungsinstrumentarium: Veröffentlichung über den Publikationsserver der TU Chemnitz, einsehbar über DRadEsel-Projektseite: <https://www.tu-chemnitz.de/hsw/psychologie/professuren/fgaap/verkehr/DRadEsel.php>
 - Beobachtungsbogen
Kreußlein, M., Springer, S., & Hartwich, F. (2022). *DRadEsel-Beobachtungsbogen*. Technische Universität Chemnitz. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:ch1-qucosa2-794911>
 - Radverkehrszählungsbogen
Springer, S., Kreußlein, M., & Hartwich, F. (2022). *DRadEsel-Radverkehrszählungsbogen*. Technische Universität Chemnitz. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:ch1-qucosa2-794923>
 - Interviewleitfaden
Kreußlein, M., Springer, S., & Hartwich, F. (2022). *DRadEsel-Interviewleitfaden*. Technische Universität Chemnitz. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:ch1-qucosa2-794949>
 - Schulungsmaterialien
Springer, S., Kreußlein, M., & Hartwich, F. (2022). *DRadEsel-Schulungsmaterial Beobachtung sicherheitskritischer Situationen und Radverkehrszählung*. Technische Universität Chemnitz. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:ch1-qucosa2-794903>
Springer, S., Kreußlein, M., & Hartwich, F. (2022). *DRadEsel-Schulungsmaterial Interviews*. Technische Universität Chemnitz. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:ch1-qucosa2-794930>
- ICSC: Konferenz-Paper (Machbarkeitsstudie)
Springer, S., Kreußlein, M., Krems, J. F. (2021). Shedding Light on the Dark-Field of Cyclists' Safety Critical Events: A Feasibility Study in Germany. *Proceedings of 9th International Cycling Safety Conference ICSC 2021. Lund, Sweden*. https://www.icsc-2021.net/wp-content/uploads/Full%20papers/ICSC_2021_Full_paper_final_42.pdf.

Darüber hinaus wurde das Projekt DRadEsel sowie Teilergebnisse wie folgt präsentiert:

- ICSC 2020 (Lund –online): Präsentation von Ergebnissen aus der Machbarkeitsstudie
- 2 Vorträge im Forschungskolloquium der TU Chemnitz: Projektvorstellungen
- Grünen Kreisverband Chemnitz: Präsentation erster Ergebnisse

Zusätzlich erfolgte die Integration der Projektinhalte in die universitäre Ausbildung. Insgesamt entstanden in DRadEsel 5 Abschlussarbeiten und weitere 66 Studierende leisteten ihr Forschungspraktikum erfolgreich ab.

Weitere Veröffentlichungen in Form von Journal-Artikeln sind geplant bzw. in Arbeit:

- Überblicksartikel zu sicherheitskritischen Situationen von Radfahrenden
Geplantes Journal: *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*
- Prävalenzen von SKS (Beobachtung und Interview) im Vergleich zu Unfallzahlen (Dunkelziffer von SKS)
Geplantes Journal: *Transportation Research Part F*
- Ausgewählte Einflussfaktoren auf SKS (Beobachtung und Interview)
Geplantes Journal: *Accident Analysis & Prevention / Safety Science*



III. LITERATURVERZEICHNIS

- ADAC. (2015). Von https://www.adac.de/_mmm/pdf/statistik_5_2_fahrradfahrer_42808.pdf# abgerufen
- Aldred, R., & Croweller, S. (2015). Investigating the rates and impacts of near misses and related incidents among UK cyclists. *Journal of transport & health*, 3, S. 379-393.
- Baier, R., Göbbels, A., Klemps-Kohnen, A. (2013): Sicherheitskenngrößen für den Radverkehr. Bericht zum Forschungsprojekt: FE 82.0361/2009. Bundesanstalt für Straßenwesen. Bremen (Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen V, Verkehrstechnik). <https://bast.opus.hbz-nrw.de/opus45-bast/frontdoor/deliver/index/docId/704/file/V228b.pdf>
- Beck, B., Perkins, M., Olivier, J., Chong, D., & Johnson, M. (2021). Subjective experiences of bicyclists being passed by motor vehicles: The relationship to motor vehicle passing distance. *Accident Analysis & Prevention*, 155, 106102.
- Burbidge, S., & Shea, M. (2018). Measuring Systemic Impacts of Bike Infrastructure Projects. Utah. Dept. of Transportation. Research Division. Johnson, Charlton, Oxley, & Newstead, 2010
- Cafiso, S., Pappalardo, G., & Stamatidis, N. (2021). Observed risk and user perception of road infrastructure safety assessment for cycling mobility. *Infrastructures*, 6(11), 154.
- [Canale, S., Distefano, N., & Leonardi, S. \(2015\). Comparative analysis of pedestrian accidents risk at unsignalized intersections. *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering*. <https://doi.org/10.3846/bjrbe.2015.36>](https://doi.org/10.3846/bjrbe.2015.36)
- Caulfield, B., Brick, E., & McCarthy, O. T. (2012). Determining bicycle infrastructure preferences – A case study of Dublin. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 17(5), 413–417. doi:10.1016/j.trd.2012.04.001
- Daniels, S., Brijs, T., Nuyts, E., & Wets, G. (2009). Injury crashes with bicyclists at roundabouts: Influence of some location characteristics and the design of cycle facilities. *Journal of Safety Research*, 40(2), 141–148. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2009.02.004>.
- Daniels, S., Brijs, T., Nuyts, E., & Wets, G. (2011). Extended prediction models for crashes at roundabouts. *Safety Science*, 49(2), 198–207. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2010.07.016>.
- Daniels, S., Nuyts, E., & Wets, G. (2008). The effects of roundabouts on traffic safety for bicyclists: An observational study. *Accident Analysis and Prevention*, 40(2), 518–526. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2007.07.016>
- Das, S., Wie, Z., Kong, X., & Xiao, X. (2021). Mining crowdsourced data on bicycle safety critical events. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 10, 100360.
- Ding, H., Sze, N. N., Li, H., & Guo, Y. (2020). Roles of infrastructure and land use in bicycle crash exposure and frequency: A case study using Greater London bike sharing data. *Accident Analysis & Prevention*, 144, 105652.
- Dozza, M. (2020). What is the relation between crashes from crash databases and near crashes from naturalistic data? *Journal of Transportation Safety & Security*, 12(1), 37-51.
- Dozza, M., & Werneke, J. (2014). Introducing naturalistic cycling data: What factors influence bicyclists' safety in the real world?. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 24, 83-91.
- Elvik, R., Høy, A., Vaa, T., & Sørensen, M. (Eds.). (2009). *The handbook of road safety measures*. Emerald Group Publishing.



- Feenstra, H., Ruiters, R., Schepers, J., Peters, G., & Kok, G. (2011). Measuring risky adolescent cycling behaviour. *International journal of injury control and safety promotion*, 18(3), 181-187.
- Fraser, M. L., & Meuleners, L. B. (2020). Risk factors for unsafe events involving a motor vehicle for group riders (cyclists): A naturalistic case-crossover study. *Accident Analysis & Prevention*, 146, 105758.
- Gabestad, K. O. (1989). Gang/sykkelveg gjennom A ° sen i Nord-Trøndelag. Før/etterundersøkelse. TØI-notat 903. Transportøkonomisk institutt, Oslo. Zitiert nach: Elvik, R., Høy, A., Vaa, T., & Sørensen, M. (Eds.). (2009). *The handbook of road safety measures*. Emerald Group Publishing.
- Gkekas, F., Bigazzi, A., & Gill, G. (2020). Perceived safety and experienced incidents between pedestrians and cyclists in a high-volume non-motorized shared space. *Transportation research interdisciplinary perspectives*, 4, 100094.
- Hassan, E. (2005). Recall Bias can be a Threat to Retrospective and. *The Internet Journal of Epidemiology*, 3(2), 1-7.
- Heinovski, J., Stratmann, L., Buse, D. S., Klingler, F., Franke, M., Oczko, M. C. H., ... & Dressler, F. (2019, June). Modeling Cycling Behavior to Improve Bicyclists' Safety at Intersections-A Networking Perspective. *2019 IEEE 20th International Symposium on "A World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks" (WoWMoM)*, 1-8. IEEE.
- Hilke, D. (2019). *Analyse von Verkehrskonflikten im Seitenraum von Lichtsignalgeregelten Knotenpunkten* (Doctoral dissertation, Universität Wuppertal, Fakultät für Architektur und Bauingenieurwesen» Bauingenieurwesen» Dissertationen).
- Hull, A. & O'Holleran, C. (2014). Bicycle infrastructure: can good design encourage cycling? *Urban, Planning and Transport Research* 2(1), 369-406.
- Hydén, C., & Várhelyi, A. (2000). The effects on safety, time consumption and environment of large scale use of roundabouts in an urban area: A case study. *Accident Analysis and Prevention*, 32(1), 11-23. [https://doi.org/10.1016/S0001-4575\(99\)00044-5](https://doi.org/10.1016/S0001-4575(99)00044-5).
- Ibrahim, M. R., Haworth, J., Christie, N., & Cheng, T. (2021). CyclingNet: Detecting cycling near misses from video streams in complex urban scenes with deep learning. *IET Intelligent Transport Systems*, 15(10), 1331. <https://doi.org/10.1049/itr2.12101>
- Ibrahim, M. R., Haworth, J., Christie, N., Cheng, T., & Hailes, S. (2020). Cycling near misses: a review of the current methods, challenges and the potential of an AI-embedded system. *Transport Reviews*, 1-25.
- Jensen, S. U. (2008). Safety effects of blue cycle Crossings: A before-after study. *Accident Analysis and Prevention*, 40, 742-750.
- Jeong, J., Park, Y., & Park, S. (2021). Safety-critical events in bicycle lanes in Jongno, Seoul. *Journal of Urbanism: International Research on Placemaking and Urban Sustainability*, 1-24.
- Johnson, M., Charlton, J., Oxley, J., & Newstead, S. (2010). Naturalistic cycling study: identifying risk factors for on-road commuter cyclists. *Annals of advances in automotive medicine / Annual Scientific Conference ... Association for the Advancement of Automotive Medicine. Association for the Advancement of Automotive Medicine*, 54, 275-83.



- Joshi, M., Senior, V., & Smith, G. (2001). A diary study of the risk perceptions of road users. *Health, Risk and Society*, 3(3), 261-279.
- Kreißig, I., Springer, S., Krems, J.F. (2022). Cycling Safety at the Fore – Evaluation of a Cyclist Warning System from a User Perspective. In C. Stephanidis, M. Antona, S. Ntoa (eds), HCI International 2022 Posters. *HCI 2022. Communications in Computer and Information Science*, 1583, 223-230. Cham: Springer. doi:10.1007/978-3-031-06394-7_29.
- Kwayu, K. M., Kwigizile, V., Lee, K., Oh, J. S., & Nelson, T. (2021). Automatic topics extraction from crowdsourced cyclists near-miss and collision reports using text mining and Artificial Neural Networks. *International Journal of Transportation Science and Technology*.
- Laberee, K., Nelson, T., Branion-Calles, M., Ferster, C., & Winters, M. (2021). Crowdsourced bicycling crashes and near misses: Trends in Canadian cities. *Urban, Planning and Transport Research* 9(1), 449-463.
- Lantz, J. A. (2011). *Cycling in Los Angeles*. University of California. Los Angeles.
- Mesimäki, J., & Luoma, J. (2021). Near accidents and collisions between pedestrians and cyclists. *European Transport Research Review*, 13(1), 1-12.
- Møller, M., & Hels, T. (2008): Cyclists perception of risks in roundabouts. *Accident Analysis and Prevention* 40, 1055-1062
- Nabors, D., Goughnour, E., Thomas, L., DeSantis, W., & Sawyer, M. (2012). *Bicycle road safety audit guidelines and prompt lists* (No. FHWA-SA-12-018). United States. Federal Highway Administration. Office of Safety.
- Nazemi, M., van Eggermond, M. A., & Erath, A. (2019). Using virtual reality to study bicycle level of service for urban street segments. *Arbeitsberichte Verkehrs- und Raumplanung*, 1449.
- Niehoff, N., & Einem, T. V. (2015). *Bericht zum Radverkehr 2014*. Dritter Bericht zur Umsetzung der Radverkehrsstrategie 2008. DS.-Nr. 15/SVV/0682.
- Nolan, J., Sinclair, J., & Savage, J. (2021). Are bicycle lanes effective? The relationship between passing distance and road characteristics. *Accident Analysis & Prevention*, 159, 106184.
- Poudel, N., & Singleton, P. A. (2021). Bicycle safety at roundabouts: a systematic literature review. *Transport Reviews*, DOI: 10.1080/01441647.2021.1877207
- Puchades, V. M., Fassina, F., Fraboni, F., De Angelis, M., Prati, G., de Waard, D., & Pietrantonio, L. (2018). The role of perceived competence and risk perception in cycling near misses. *Safety science*, 105, 167-177.
- Richter, T., Beyer, O., Junghanns, L., Kramer, D., & Mross, M. (2019). Einsatzbereiche von Radfahrstreifen in Mittellage. *Berlin: Fachgebiet Straßenplanung und Straßenbetrieb*. https://www.strassenplanung.tu-berlin.de/fileadmin/fg96/forschung_projekte/RiM/Schlussbericht_RiM.pdf
- Sakshaug, K. (1986). Fartsgrenseundersøkelsen -85. Detaljerte resultater fra fartsdelen og ulykkesdelen. Notat 535/86 og 536/86. SINTEF Samferdselsteknikk, Trondheim. Zitiert nach: Elvik, R., Høy, A., Vaa, T., & Sørensen, M. (Eds.). (2009). *The handbook of road safety measures*. Emerald Group Publishing.



- Schepers, J. P., Kroeze, P. A., Sweers, W., & Wüst, J. C. (2011). Road factors and bicycle–motor vehicle crashes at unsignalized priority intersections. *Accident Analysis & Prevention*, 43(3), 853-861.
- Schleinitz, K. (2016). *Cyclists' road safety - Do bicycle type, age and infrastructure characteristics matter?* Doctoral dissertation. Chemnitz University of Technology.
- Schleinitz, K., Petzoldt, T., Franke-Bartholdt, L., Krems, J., & Gehlert, T. (2015). Conflict partners and infrastructure use in safety critical events in cycling - Results from a naturalistic cycling study. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 31, 99-111.
- Sørensen, M. W. J., & Mosslemi, M. (2009). *Subjective and objective safety-the effect of road safety measures on subjective safety among vulnerable road users. TØI report 1009/2009*
- Springer, S., Kreißig, I., Krems, J. F. (2021). User Centred Development of a Cyclists Warning System: Who should be warned and how? *Proceedings of 9th International Cycling Safety Conference ICSC 2021. Lund, Sweden*. Link.
- Statistisches Bundesamt. (2017). *Verkehrsunfälle 2016. Kraftrad- und Fahrradunfälle im Straßenverkehr*. Berlin: Statistisches Bundesamt (Destatis).
- Stroebe, W., Hewstone, M., & Jonas, K. (2014). Einführung in die Sozialpsychologie. *Sozialpsychologie*, 1-28. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Svensson, Å., & Pauna-Gren, J. (2015). Safety at cycle crossings: The relationship between motor vehicle drivers' yielding behaviour and cyclists' traffic safety. *Proceedings of 28th ICTCT Workshop in Ashdod, Israel on 29–30 October 2015*.
- von Below, A. (2016). *Verkehrssicherheit von Radfahrern: Analyse sicherheitsrelevanter Motive, Einstellungen und Verhaltensweisen (No. 264)*. BAST.
- von Stülpnagel, R., & Lucas, J. (2020). Crash risk and subjective risk perception during urban cycling: Evidence for congruent and incongruent sources. *Accident Analysis & Prevention*, 142, 105584.
- Werneke, J., Dozza, M., & Karlsson, M. (2015). Safety-critical events in everyday cycling - Interviews with bicyclists and video annotation of safety-critical events in a naturalistic cycling study. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 35, 199-212.
- Young, M., & Whyte, B. (2020) Cycling in Scotland: a review of cycling casualties, near misses and under-reporting. *Glasgow Centre of Population Health*.
- Zwipp, H., Barthel, P., Bönninger, J., Bürkle, H., Hagemeister, C., Hannawald, L., ... & Unger, T. (2015). Prävention von Fahrradfahrerunfällen. *Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie*, 153(02), 177-186.
- Zwipp, H., Ernstberger, A., Groschupf, V., Günther, K. P., Haase, M., Haasper, C., & ... & Lob, G. (2012). Prävention von Verkehrsunfällen äußerer Verkehrsteilnehmer (Fußgänger und Fahrradfahrer) in Deutschland. *Der Unfallchirurg*, 6, S. 554-565.

Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN	2. Berichtsart (Schlussbericht oder Veröffentlichung) Schlussbericht
3. Titel Schlussbericht: DRadEsel: Beleuchtung der Dunkelziffer sicherheitskritischer Ereignisse zwischen Radfahrenden, Radfahrenden und PKW, Fußgängern sowie ÖPNV: Eine repräsentative stationäre Beobachtungsstudie an urbanen Verkehrsknotenpunkten mit Interviews in Deutschland. Berichtszeitraum: 01.08.2019-30.06.2022.	
4. Autor(en) [Name(n), Vorname(n)] Springer-Teumer, Sabine Kreußlein, Maria Hartwich, Franziska Krems, Josef F.	5. Abschlussdatum des Vorhabens 30.06.2022
	6. Veröffentlichungsdatum
	7. Form der Publikation Document Control Sheet
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) Technische Universität Chemnitz - Fakultät für Human- und Sozialwissenschaften - Institut für Psychologie - Professur für Allgemeine und Arbeitspsychologie	9. Ber.-Nr. Durchführende Institution Technische Universität Chemnitz
	10. Förderkennzeichen VB1913
	11. Seitenzahl
12. Fördernde Institution (Name, Adresse) BMDV	13. Literaturangaben
	14. Tabellen
	15. Abbildungen
16. DOI (Digital Object Identifier)	
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum)	
18. Kurzfassung Sicherheitskritische Verkehrssituationen (SKS) bei RadfahrerInnen beinhalten ein hohes subjektives Gefährdungsrisiko, müssen aber nicht zwangsläufig zu Unfällen führen. Ziel des Projekts DRadEsel ist es, die Häufigkeit von SKS und deren Einflussfaktoren zu erfassen, um Infrastrukturverbesserungen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit zu fördern. Dazu wurde ein Erhebungsinstrument (Beobachtungsleitfaden und Interview) entwickelt, im Rahmen einer Machbarkeitsstudie evaluiert und weiterentwickelt. In den Jahren 2020 und 2021 wurden repräsentative Erhebung mit den Instrumenten in drei deutschen Großstädten durchgeführt. Insgesamt wurden 1569 Interviews geführt und 34.676 Radfahrende beobachtet. SKS wurden ca. 600-mal häufiger berichtet und 1300-mal häufiger beobachtet als offiziell erfasst. Bei den Beobachtungen lag die SKS-Prävalenz bei 1,1%, bei den Interviews bei 17,6%. Die meisten SKS involvierten einen weiteren Interaktionspartner, meist PKWs. Hauptursachen waren zu geringer Abstand beim Überholen und blockierte Radverkehrsanlagen. Weder Alter noch Geschlecht beeinflussten die SKS-Wahrscheinlichkeit. An Radverkehrsstreifen in Mittellage (RiM) war die SKS-Beobachtung fünfmal und die Berichterstattung zweimal wahrscheinlicher als an getrennten Fuß- und Radwegen. An RiMs zeigte sich die höchste SKS-Beobachtungswahrscheinlichkeit im Vergleich zu anderen Kreuzungssituationen. Die allgemeine Sicherheit wurde als neutral bis sicher ein. Radfahrende mit kürzlich erlebten SKS bewerteten ihre Sicherheit und die städtische Verkehrssituation schlechter als diejenigen ohne SKS-Erfahrung. Empfehlungen zur Vermeidung von SKS sind 1) Breitere Radverkehrsanlagen, 2) RiMs bei hoher Rad- und niedriger Kfz-Verkehrsdichte, 3) Kreisverkehrsgestaltung mit getrennten Umlaufwegen, 4) Einführung von Tempo 30, 5) Achtsamkeit und Rücksichtnahme aller Verkehrsteilnehmenden, 6) Regelmäßige Kontrolle und Instandhaltung von Radverkehrsanlagen, 7) Ausreichende Straßenbeleuchtung.	
19. Schlagwörter Dunkelziffer, sicherheitskritische Situationen, Safety-critical-events, Fahrradsicherheit, Sicherheitsempfinden, Fahrrad, Beobachtungsstudie, Interviewstudie	
20. Verlag	21. Preis

Nicht änderbare Endfassung mit der Kennung 1820422-2