agfk BADEN-WÜRTTEMBERG

Modellvorhaben zum Einsatz von Schutzstreifen außerorts

Abschlussbericht

Impressum

Auftraggeberin

Arbeitsgemeinschaft
Fahrrad- und Fußgängerfreundlicher Kommunen
in Baden-Württemberg e. V. (AGFK-BW)

c/o NVBW - Nahverkehrsgesellschaft Baden-Württemberg mbH
Wilhelmsplatz 11, 70182 Stuttgart

Auftragnehmer

BERNARD Gruppe ZT GmbH

Beratende Ingenieure VBI für Verkehrs- und Straßenwesen
ein Unternehmen der BERNARD Gruppe
Rathausplatz 2-8, 73432 Aalen
Telefon 07361 5707- 0
www.brenner-bernard.com
info@brenner-bernard.com

In Zusammenarbeit mit

Planungsbüro VIA eG

Marspfortengasse 6, 50667 Köln
Telefon 0221 789527-20
www.viakoeln.de
viakoeln@viakoeln.de

Bearbeitende

Günter Bendias, Projektleitung (BERNARD)
Lisa-Maria Schor (BERNARD)
Peter Gwiasda (VIA)
Andrea Bader (VIA)
Wienke Bellmann (VIA)
Kirsten Niklas (VIA)

Gefördert durch das Verkehrsministerium
des Landes Baden-Württemberg

Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR VERKEHR

Stuttgart/Aalen/Köln, 14.12.2022

INHALT

Inhaltsverzeichnis I
Anlagenverzeichnis IV
Kurzfassung V

1 Anlass und Aufbau der Untersuchung 1
1.1 Anlass und Aufgabenstellung 1
1.2 Aufbau der Untersuchung 2

2 Derzeitiger Erkenntnisstand der Wissenschaft 4
2.1 Grundlegende Untersuchungen in den Niederlanden 4
2.2 Forschung und Praxis in Dänemark und Schweden 5
2.3 Forschung und Praxis in der Schweiz 6
2.4 Erfahrungen aus Frankreich 8
2.5 Forschung in Deutschland 9
2.6 Folgerungen für die aktuelle Untersuchung 12

3 Untersuchungsstrecken 14
3.1 Auswahl der Untersuchungsstrecken 14
3.2 Untersuchungscluster 17
3.2.1 Einseitige Markierung von Schutzstreifen 17
3.2.2 Beidseitige Markierung von Schutzstreifen 18
3.2.3 Prüfung bzw. Aufbereitung der Planungen 19
3.3 Vorstellung der Untersuchungsstrecken (Steckbriefe) 21
3.3.1 Einseitige Markierung von Schutzstreifen 22
3.3.2 Beidseitige Markierung von Schutzstreifen 52
3.3.3 Markierung beidseitiger Piktogrammketten 62

4 Untersuchungsmethodik 66
4.1 Datenerhebung zur Videoerfassung 66
4.1.1 Vorher-Erhebungen 67
4.1.2 Nachher-Erhebungen 67
4.1.3 Ermittlung der Verkehrsmengen 68
4.2 Korrekturfaktoren 69
4.2.1 Wetterdaten 69
4.2.2 Abgleich mit Dauerzählstellen 69

4.3 Auswertung der Videobeobachtung 70
4.3.1 Linienfahrverhalten Kfz 70
4.3.2 Verhaltensbeobachtung Radverkehr und Rad-Kfz-Interaktionen 71
4.4 Untersuchungsfragen 76

5 Diskussion und Zusammenfassung der Ergebnisse der Videobeobachtungen 77
5.1 Verkehrsmengen im Rad- und Kfz-Verkehr 77
5.1.1 Untersuchung des Verkehrsaufkommens 77
5.1.2 Untersuchung der Seitenraumnutzung durch den Radverkehr 78
5.1.3 Beispiele 79
5.2 Verhaltensbeobachtungen 86
5.2.1 Fahrlinie und Orientierung des Radverkehrs 86
5.2.2 Akzeptanz von Schutzstreifen durch den Kfz-Verkehr 90
5.2.3 Interaktionsanalyse 95
5.2.4 Beteiligte im Untersuchungsfall (Abbildung 5-10) 98
5.2.5 Untersuchungsfälle 99
5.2.6 Verkehrliche Situation 103
5.2.7 Konstellation Überholen 106
5.2.8 Überholabstand 110
5.2.9 Piktogrammketten 112
5.3 Zusammenfassung der Ergebnisse 113
5.3.1 Wirkung auf die Radverkehrsnutzung 113
5.3.2 Wirkung auf die Interaktionen 113
5.3.3 Nutzung des Straßenraums durch die Verkehrsteilnehmenden 114
5.3.4 Begünstigende Faktoren 114
5.3.5 Schwerverkehrsanteil 115
5.3.6 Besonders zu prüfende Faktoren 115

6 Analyse des Unfallgeschehens 116
6.1 Methodik 116
6.2 Makroskopische Unfallanalyse 117
6.2.1 Unfallzahlen und -entwicklung (alle Unfälle) 117
6.2.2 Unfallschwere 118
6.2.3 Unfalltyp 119
6.2.4 Unfallbeteiligte 120
6.3 Mikroskopische Unfallanalyse 122
6.4 Fazit aus der Unfallanalyse 125

7 Gesamtbewertung und Ableitung von Einsatzgrenzen 127
7.1 Bewertung der Modellstrecken 127
7.1.1 Bewertungsschema/ Bewertungskriterien 127
7.1.2 Gesamtbewertung 131
7.2 Ableitung von Einsatzgrenzen 132
7.2.1 Einsatzgrenzen für die Markierung von einseitigen Schutzstreifen 134
7.2.2 Einsatzgrenzen für die Markierung von beidseitigen Schutzstreifen 135
7.3 Ergänzende Rahmenbedingungen (Abwägungsprozess) 136
7.3.1 Sichtbeziehungen 136
7.3.2 Geschwindigkeiten 137
7.3.3 Schwerverkehrsaufkommen 137
7.3.4 Führungsform/ Kontinuität/ Ortsrandlage 138

8 Abschliessende Planungsempfehlung 139
8.1 Empfehlungen zur Wahl der Führungsform 139
8.2 Empfehlungen zur Querschnittsgestaltung 140
8.2.1 Schutzstreifen 140
8.2.2 Kern-/ Restfahrbahn 140
8.3 Empfehlungen zur Markierung 142
8.3.1 Schutzstreifenmarkierung 142
8.3.2 Beschaffenheit der Markierung 143
8.3.3 Demarkierung vorhandener Leitlinie 143
8.3.4 Markierung von Piktogrammketten 144
8.4 Empfehlungen zur Kommunikation 144

Literaturverzeichnis 146
Abbildungsverzeichnis 148

Alle Abbildungen und Fotos wurden, wenn nicht anders angegeben, von den Auftragnehmern erstellt.

ANLAGENVERZEICHNIS

ANLAGE 1	Fragebogen zu Untersuchungsstrecken an die Kommunen/ Baulastträger
ANLAGE 2	Verkehrsmengen im Rad- und Kfz-Verkehr
ANLAGE 3	Verhaltensbeobachtung Rad- und Kfz-Verkehr (nach Kriterium)
ANLAGE 3.1	Fahrlinie und Orientierung des Radverkehrs
ANLAGE 3.2	Linienfahrverhalten im Kfz-Verkehr
ANLAGE 3.3	Untersuchungsfälle
ANLAGE 3.4	Verkehrliche Situation
ANLAGE 3.5	Überholkonstellation
ANLAGE 3.6	Überholabstand
ANLAGE 4	Verhaltensbeobachtung Rad- und Kfz-Verkehr (nach Ort)
ANLAGE 5	Ergänzende Unfallanalyse
ANLAGE 6	Bewertung der Modellstrecken

KURZFASSUNG

Die Anlage separater Radwege ist meist kurzfristig nicht realisierbar, baulich oft nur eingeschränkt möglich und zudem mit hohem Aufwand verbunden. Um dennoch unter bestimmten Voraussetzungen rasch zu Angeboten für den Radverkehr zu kommen, bieten sich Markierungen für den Radverkehr außerorts an. Dies ist bislang nur über eine Ausnahmegenehmigung der Obersten Straßenverkehrsbehörde möglich und - anders als in Nachbarländern - bislang nur in seltenen Fällen angewandt. Daher liegen für die Markierung von Schutzstreifen außerorts in Deutschland bisher nur wenig Erkenntnisse vor.

Aus diesem Grund beteiligte sich das Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg bereits 2014 an einem Forschungsprojekt des Bundes, mit dem die Erkenntnislücke für den Einsatz von Schutzstreifen außerorts für einstreifig befahrbare Kernfahrbahnen geschlossen werden sollte. Die Untersuchung zeigt überwiegend positive Tendenzen. Dennoch besteht u.a. aufgrund der begrenzten Fallzahl und des begrenzten Untersuchungszeitraumes weiterer Forschungsbedarf, vor allem auch für breitere Kern-/ Restfahrbahnen.

Um die vorliegenden Erkenntnisse weiter zu vertiefen, sollte ergänzend untersucht werden, ob und unter welchen Einsatzbedingungen (Verkehrsbelastung, Straßenbreiten, etc.) der Einsatz von Schutzstreifen außerorts empfohlen werden kann. Im Gegensatz zum bundesweiten Modellversuch mit schwachen Verkehrsbelastungen und Kernfahrbahnen, die den Begegnungsfall zweier Pkw nicht ermöglichen, sollten im aktuellen Modellvorhaben breitere Kernfahrbahnen betrachtet werden. Zu diesem Zweck wurden der stimulierende Einfluss auf den Radverkehr, aber auch Verhaltensänderungen, wie z.B. die Fahrbahnnutzung gegenüber der Seitenraumnutzung, untersucht. Besonders intensiv wurden die Interaktionen der Radfahrenden mit anderen Verkehrsteilnehmern, insbesondere bei Überholvorgängen analysiert.

Für die ausgewählten Untersuchungsstrecken erfolgte die Durchführung von Vorher-Erhebungen als Datenbasis für die Wirkungskontrolle. Anschließend wurden die Markierungslösungen umgesetzt und in der zweiten Phase des Projektes erneut untersucht.

Untersucht wurden 22 Modellstrecken mit Fahrbahnbreiten zwischen ca. 5,45 m und ca. 8,60 m sowie Kfz-Verkehrsstärken zwischen ca. 800 Kfz/ Tag und ca. 11.300 Kfz/ Tag, die mit einseitigen, beidseitigen oder alternierenden Schutzstreifen versehen wurden.

Ergebnisse der Untersuchung

Im Ergebnis wurde auf 19 von 22 Modellstrecken eine positive und leicht positive Wirkung der Schutzstreifen festgestellt. Auf 3 der 22 Untersuchungsstrecken wurde eine neutrale (uneinheitliche) Wirkung verzeichnet.

Auf der Grundlage des Forschungsvorhabens zu Schutzstreifen außerorts konnten folgende Einsatzgrenzen und Anforderungen an die Umsetzung definiert werden:

Grundsätzlich ist außerorts die Anlage eines straßenbegleitenden Radweges der Markierung von Schutzstreifen vorzuziehen. Die Markierung von Schutzstreifen ist insofern nicht als Standardlösung zu verstehen. Sie kann insbesondere dann in Betracht gezogen werden, wenn

- die Anlage eines straßenbegleitenden Radweges auf absehbare Zeit nicht realisierbar ist,
- damit die Durchgängigkeit des Radverkehrsnetzes sichtbar gemacht werden kann (Netzlückenschluss, z.B. durch Anknüpfung an bestehende Schutzstreifen innerorts),
- eine Verlagerung des Radverkehrs vom zu schmalen Seitenraum auf die Fahrbahn gewünscht ist,
- sowie als zeitlich befristete Übergangslösung.

Beidseitige Schutzstreifen außerorts können angewandt werden:

- ab einer Fahrbahnbreite von ca. 6,60 m
    - bis zu einer Verkehrsbelastung von ca. 4.000 Kfz am Tag
    - bis zu einer Verkehrsbelastung von ca. 200 Schwerverkehrsfahrten am Tag
- ab einer Fahrbahnbreite von ca. 7,50 m
    - bis zu einer Verkehrsbelastung von ca. 8.000 Kfz am Tag
    - bis zu einer Verkehrsbelastung von ca. 400 Schwerverkehrsfahrten am Tag
- ab einer Fahrbahnbreite von ca. 8,25 m
    - bis zu einer Verkehrsbelastung von ca. 12.000 Kfz am Tag
    - bis zu einer Verkehrsbelastung von ca. 600 Schwerverkehrsfahrten

Einseitige Schutzstreifen außerorts können angewandt werden:

- ab einer Fahrbahnbreite von ca. 5,50 m
    - bis zu einer Verkehrsbelastung von ca. 5.000 Kfz am Tag
    - bis zu einer Verkehrsbelastung von ca. 250 Schwerverkehrsfahrten am Tag
- ab einer Fahrbahnbreite von ca. 7,00 m

- bis zu einer Verkehrsbelastung von ca. 12.000 Kfz am Tag
- bis zu einer Verkehrsbelastung von ca. 600 Schwerverkehrsfahrten am Tag

Die zulässige Höchstgeschwindigkeit sollte bei 70 km/h oder niedriger liegen. Ergänzend sollten bei schmalen Kernfahrbahnen (≤ 4,50 m) ausreichende Sichtfelder vorhanden sein.

Die **Markierung einseitiger Schutzstreifen** ist gegenüber einer beidseitigen Markierung mit schmaler Kernfahrbahn zu bevorzugen, wenn

- auf einer Fahrbahnseite bereits ein regelkonformes Angebot im Seitenraum vorhanden ist,
- ein unzureichender Zweirichtungsradweg in Einrichtungsführung umgestaltet werden soll,
- bei Längsneigung der Strecke größere Breiten für den Schutzstreifen (bergauf oder bergab) zu empfehlen sind.

Der **Einsatz alternierender Schutzstreifen** kann auf Strecken mit wechselnder Längsneigung empfohlen werden. Dann sind die Schutzstreifen in der Regel bergauf zu markieren.

Was schränkt die Nutzbarkeit von Schutzsteifen ein?

- eingeschränkte Sichtbeziehungen, insbesondere Kurven und Kuppen,
- hohes Verkehrsaufkommen (ab 12.000 Kfz am Tag),
- erhebliches Schwerverkehrsaufkommen (ab 600 Schwerverkehrsfahrten am Tag),
- hohe Geschwindigkeiten.

Die Markierung einer **Piktogrammkette** ist sinnvoll, wenn die Breiten für Schutzstreifen oder andere regelkonforme Radverkehrsanlagen nicht ausreichen oder der weitere Verlauf der Radverkehrsführung im Zuge einer Engstelle oder im Kurvenbereich verdeutlicht werden soll.

Günstige Rahmenbedingungen

- niedrige Geschwindigkeiten und die damit verminderte Geschwindigkeitsdifferenz zwischen Rad- und Kfz-Verkehr,
- ausreichende Sichtbeziehungen zwischen den Verkehrsteilnehmern,
- Demarkierung der mittleren Leitlinie.

Die Markierung von Schutzstreifen und Piktogrammketten stellt in mehreren Nachbarländern auch außerorts eine Standardlösung dar. Die positiven Ergebnisse der zahlreichen Modellstrecken legen auch hierzulande deren Anwendung unter bestimmten Einsatzbedingungen nahe.

1 ANLASS UND AUFBAU DER UNTERSUCHUNG

1.1 Anlass und Aufgabenstellung

Vor allem durch die rasche Zunahme der Nutzung elektrounterstützter Fahrräder werden immer häufiger auch größere Entfernungen zurückgelegt. Dabei spielt die Topografie nicht mehr die einschränkende Rolle vergangener Zeiten. Die Potenziale lassen sich allerdings nur umfassend erschließen, wenn die Voraussetzungen durch eine sichere und attraktive Infrastruktur geschaffen sind. Außerorts und bei höheren Verkehrsbelastungen bedeutet dies die Anlage separater Radwege. Dies ist mit hohem Aufwand verbunden, kurzfristig nicht realisierbar und baulich oft nur eingeschränkt möglich. Um dennoch unter bestimmten Voraussetzungen rasch zu Angeboten für den Radverkehr zu kommen, bieten sich Markierungen für den Radverkehr außerorts an. Bislang wurde aber nicht ausreichend untersucht, ob Schutzstreifen auch außerorts eine sichere Verkehrsführung für den Radverkehr sein können.

Die Arbeitsgemeinschaft Fahrrad- und Fußgängerfreundlicher Kommunen in Baden-Württemberg e. V. (AGFK-BW) hat mit Unterstützung des Verkehrsministeriums Baden-Württemberg daher in einem Modellvorhaben über einen Projektzeitraum von drei Jahren (2019 - 2021) untersucht, ob und unter welchen Einsatzbedingungen (Verkehrsbelastung, Straßenbreiten, etc.) der Einsatz von Schutzstreifen empfohlen werden kann. Die Modellvorhaben sollen die Planenden bei der Arbeit unterstützen und dazu beitragen, die Anwendung konkreter Infrastrukturelemente zu erleichtern, die Verkehrssicherheit zu erhöhen und dabei möglichst alle Nutzergruppen berücksichtigen. Durch eine aktive Beteiligung der AGFK-Kommunen wurde eine möglichst praxisnahe und gewinnbringende Aufbereitung angestrebt.

Die Markierung von Schutzstreifen außerorts kann künftig eine Möglichkeit sein, um kurzfristig eine Führung für den Radverkehr für alle Verkehrsteilnehmenden sichtbar zu machen und damit die Verkehrssicherheit zu erhöhen. Im Gegensatz zum Bau von Radwegen ist die Markierung von Schutzstreifen relativ kurzfristig umsetzbar sowie deutlich kostengünstiger. Die Durchgängigkeit und Verbesserung von Radverkehrsnetzen kann damit vergleichsweise zügig umgesetzt werden. Dennoch gibt es vermehrt Bedenken zur Markierung von Schutzstreifen. Diese betreffen v. a. das subjektive Gefühl der Unsicherheit. Das Modellvorhaben soll dazu beitragen, die Chancen und Risiken bei der Anwendung von Schutzstreifen außerorts aufzuzeigen, die Maße und Einsatzbereiche sicherer Lösungen zu ermitteln und die Diskussion zur Markierung von Schutzstreifen zu versachlichen.

Bereits 2014 beteiligte sich das Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg an einem Forschungsprojekt des Bundes, mit dem die Erkenntnislücke für den Einsatz von

Schutzstreifen außerorts geschlossen werden sollte. Gegenstand der Untersuchung waren Straßen mit Fahrbahnbreiten, bei denen nach Abmarkierung der beidseitigen Schutzstreifen nur noch eine einstreifig befahrbare Kernfahrbahn verbleibt. Die Untersuchung zeigt überwiegend positive Tendenzen. Dennoch besteht u.a. aufgrund der begrenzten Fallzahl und des begrenzten Untersuchungszeitraumes weiterer Forschungsbedarf, vor allem auch für breitere Kern-/ Restfahrbahnen.

Im Gegensatz zum bundesweiten Modellversuch mit schwachen Verkehrsbelastungen und Kernfahrbahnen, die den Begegnungsfall zweier Pkw nicht ermöglichen, sollten im aktuellen Modellvorhaben breitere Kernfahrbahnen betrachtet werden. Die Einsatzbereiche zur Markierung ein- oder beidseitiger Schutzstreifen sollten nunmehr auch außerorts in Abhängigkeit von der Verkehrsbelastung und Struktur der Straße, den topografischen Verhältnissen und den gegebenen Straßenbreiten untersucht und bewertet werden.

Folgende Fragen standen im Fokus der Untersuchung:

- Unter welchen Einsatzbedingungen ist die Markierung ein- oder beidseitiger Schutzstreifen zu empfehlen?
- Welche Breiten für die Markierung von Schutzstreifen sind unter verschiedenen Einsatzbedingungen geeignet?
- Wird das Angebot vom Radverkehr angenommen?
- Wie verändert sich das Verhalten der Verkehrsteilnehmenden?
- Wie wirksam sind die neuen Angebote im Vergleich zum Ohne-Zustand?

1.2 Aufbau der Untersuchung

Die Untersuchung lehnt sich hinsichtlich des Aufbaus und der Methodik an das genannte Vorhaben außerorts an. Damit ist eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse und die Fortführung der Untersuchung möglich. Insgesamt lässt sich das Modellvorhaben in zwei Projektphasen gliedern:

- Phase I: Vorher-Untersuchungen
- Phase II: Nachher-Untersuchungen

In Projektphase I wurde zunächst, auf Grundlage einer Literaturanalyse und Analyse der geltenden Regelwerke, der aktuelle Erkenntnisstand der Wissenschaft zusammengestellt. Dies ermöglichte eine Fortführung der bestehenden Erkenntnisse und die danach ausgerichtete Identifikation von Untersuchungsstrecken. Für die ausgewählten Untersuchungsstrecken erfolgte die Durchführung von Vorher-Erhebungen als Datenbasis für die Wirkungskontrolle.

Anschließend wurden Planungshinweise zur Umsetzung formuliert sowie Markierungslösungen geprüft und aufbereitet. Auf dieser Grundlage erfolgte die Umsetzung der Maßnahmen durch die Modellkommunen und Baulastträger, bevor die Modellstrecken in der zweiten Phase des Projektes erneut untersucht wurden. Im Ergebnis konnten so durch einen Vorher-Nachher-Vergleich die Verkehrsmengen sowie das Verhalten der Verkehrsteilnehmenden in Bezug auf die Verkehrssicherheit beurteilt und Planungsempfehlungen abgeleitet werden.

Abbildung 1-1: Projektaufbau

2 DERZEITIGER ERKENNTNISSTAND DER WISSENSCHAFT

2.1 Grundlegende Untersuchungen in den Niederlanden

In den Niederlanden werden Schutzstreifen außerorts ausschließlich auf schwach belasteten Strecken des ländlichen Erschließungsnetzes eingesetzt. Dies ist immer mit der Anordnung einer Tempo 60–Zone verbunden (Ontwerpwijzer fietsverkeer, CROW 2006). Damit hat das Netzelement eine klare Aufgabe. Es ist das Kennzeichen der gering belasteten ländlichen Straßen ohne regionale oder überregionale Verbindungsfunktion. Die regionalen und überregionalen Landstraßen haben in den Niederlanden, bis auf wenige Ausnahmen, Radwege. Aus diesen beiden Elementen ergibt sich ein flächendeckendes Netz für den Radverkehr auch im ländlichen Raum.

Dabei wurden 1,50 m breite (in einigen Fällen auch 1,25 m breite) Schutzstreifen oft mit 3,00 m breiten Kernfahrbahnen kombiniert. Teilweise sind die Kernfahrbahnen noch schmaler, sodass Schutzstreifen auch bei 5,50 m Fahrbahnbreite möglich sind. In diesen Fällen ist eine Begegnung von Kfz innerhalb der Fahrgasse nicht möglich (Ontwerpwijzer fietsverkeer, 2006). Nach Einführung der Tempo 60-Zonen außerorts und der Anwendung von Schutzstreifen außerorts wurde eine Evaluation durch die niederländische Institution für Unfallforschung durchgeführt (SWOV 2010).

Die Begleitforschung in den Niederlanden führte zu folgenden Ergebnissen:

- Es wurden deutliche Reduktionen im Gesamtunfallgeschehen festgestellt, insbesondere an Knotenpunkten sowie bei Unfällen mit von der Fahrbahn abkommenden Kfz.
- Kfz halten einen größeren Abstand vom Fahrbahnrand als ohne die Markierungen und fahren bei Alleinfahrt überwiegend in der Kernfahrbahn.
- Schutzstreifen bewirken sowohl im Kfz-Verkehr als auch im Radverkehr einen „Kanalisierungseffekt“ mit stärkerer Bündelung der Fahrlinien.
- Beim Überholen von Radfahrenden verringern sich die Abstände zwischen Kfz und Rad, allerdings bei gleichzeitiger deutlicher Verringerung der Überholgeschwindigkeit.

Im aktuellen Regelwerk der Niederlande (Ontwerpwijzer fietsverkeer, 2016) werden die Einsatzkriterien wie folgt beschrieben:

Im Erschließungsnetz bei Tempo 60 oder darunter sind bei Kfz-Verkehrsstärken bis 2.500 Kfz am Tag je nach Fahrbahnbreite Mischverkehr oder Schutzstreifen (niederländisch „fietsstrokken“) empfohlen. Im Belastungsbereich zwischen 2.000 und 3.000 Kfz am Tag ist eine Einzelfallprüfung erforderlich. Ursprünglich waren Schutzstreifenbreiten von 1,50 m, aber auch 1,25 m auch in den Niederlanden üblich. Im aktuellen Regelwerk der Niederlande wird

empfohlen, Schutzstreifen 1,70 m breit anzulegen. Daraus ergibt sich folgende Minimaleinteilung: 1,70 m – 2,40 m – 1,70 m. Diese extrem schmalen Fahrgassen wären in Deutschland nicht zulässig, da sich nach deutschem Verkehrsrecht zwei Pkw innerhalb der Kernfahrbahn begegnen können müssen. In den Niederlanden wird diese Situation ganz anders gesehen. Hier ist eine Begegnung von Pkw innerhalb der Kernfahrbahn nicht das Ziel, sondern breite Flächen für den Radverkehr, um möglichst günstige Überholabstände gegenüber dem Radverkehr zu erreichen. Im Begegnungsfall wird der Schutzstreifen mit genutzt, wenn dort kein Radfahrender unterwegs ist. Daher ist es möglich, die Schutzstreifen auf Kosten der Kernfahrbahn zu verbreitern. Diese andere Interpretation ermöglicht die Markierung von Schutzstreifen auf Fahrbahnen bereits ab 5,80 m Breite, wie das folgende Bild einer ländlichen Erschließungsstraße (niederländisch „Erftoegangsweg“) zeigt.

Abbildung 2-1: Schutzstreifen außerorts in den Niederlanden (Foto: J. Thiemann-Linden)

2.2 Forschung und Praxis in Dänemark und Schweden

In Dänemark ist die Praxis ähnlich der in den Niederlanden. Dort sind es Landstraßen mit einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h bei überwiegender Erschließungsbedeutung (dänisch „Localvej“), die mit Schutzstreifen versehen werden. Die Untersuchung einzelner Strecken (Herrstett, 2007, zitiert nach Schlag, 2015) ergab, dass die Markierung von Seitenstreifen zur Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit führte. In einer Untersuchung in Schweden kamen die Forschenden zu einem anderen Ergebnis (Johannson, Lyckman, Rosander, 2008, zitiert nach Schlag). Hier nahmen die Kfz-Geschwindigkeiten nach Markierung des Schutzstreifens um 8 km/h ab. Vergleicht man die Untersuchungen aus Skandinavien mit denen zu einzelnen Strecken in den Niederlanden, auf denen sich die Geschwindigkeit kaum verändert hat, ergibt sich hinsichtlich der Wirkung auf die Geschwindigkeit ein uneinheitliches Bild, das lediglich den Schluss zulässt, dass weniger die Markierung als die unterschiedlichen

Ausgangs- und Rahmenbedingungen hier eine Rolle spielen. Sowohl in Schweden als auch in den Niederlanden wurden punktuell optisch wirksame Fahrbahneinengungen vorgenommen. In dem hier abgebildeten dänischen Beispiel wurde auf flankierende Maßnahmen verzichtet.

Abbildung 2-2: Schutzstreifen außerorts in Dänemark (Foto: T. Schönefeld)

2.3 Forschung und Praxis in der Schweiz

In der Schweiz unterscheidet sich die Praxis deutlich von der in den Niederlanden und in Skandinavien. Dort sind sogenannte Radstreifen[1], die unseren Schutzstreifen entsprechen, nicht an eine spezielle zulässige Höchstgeschwindigkeit oder Kfz-Verkehrsstärke gebunden. Auch bei Kfz-Belastungen von mehr als 10.000 Kfz am Tag werden die Schutzstreifen eingesetzt. Ebenso werden Schutzstreifen bei sehr unterschiedlichen Breiten markiert. Diese Führungsform wird in der Schweiz als „Kernfahrbahn“ bezeichnet (siehe Abbildung 2-3). In der Schweiz wird nicht scharf zwischen der Markierung von Schutzstreifen und Radfahrstreifen innerorts und außerorts unterschieden, weshalb in der Mehrzahl der Studien alle Typen untersucht werden.

Die Grundlagenuntersuchung zu diesem Thema ist „Kernfahrbahnen auf Außerortsstrecken“ (Frossard, 2006) und befasste sich mit 15 Strecken, teilweise als Vorher-Nachher-Untersuchung. Die wichtigsten Ergebnisse seien hier kurz genannt:

- Außerorts werden die Schutzstreifen bei Fahrbahnbreiten von unter 7,50 m in sehr hohem Maß vom Kfz-Verkehr befahren.

[1] In der Schweiz gibt es die Unterscheidung zwischen „Radstreifen“, die mit unterbrochenem Schmalstrich markiert sind und unseren Schutzstreifen entsprechen, und „Radfahrstreifen“, die mit durchgezogenem Schmalstrich markiert sind, und unseren Radfahrstreifen entsprechen. Zur Vereinfachung wird im Weiteren für den „Radstreifen“ die deutsche Bezeichnung „Schutzstreifen“ verwendet.

- Die Vorher-Nachher-Vergleiche ergaben, dass die Markierung von Schutzstreifen eine nur sehr geringe geschwindigkeitsreduzierende Wirkung auf den Kfz-Verkehr hat.
- Radfahrende äußern sich in der Regel positiv zu den Schutzstreifen.
- Es wird nach Einführung einer Kernfahrbahn weiter entfernt vom Straßenrand gefahren.

Hinsichtlich des Sicherheitsgewinns äußert sich die Forschungsarbeit eher zurückhaltend und empfiehlt bei schmalen Kernfahrbahnen (Gesamtbreite ≤ 7,50 m) eine zulässige Höchstgeschwindigkeit von 60 km/h. Höhere Geschwindigkeiten setzten entsprechend breitere Querschnitte voraus. Hier werden auf der Kernfahrbahn entsprechend Mittelmarkierungen empfohlen.

Eine Untersuchung mit dem plakativen Titel „Mehr Sicherheit durch Kernfahrbahnen?“ (Dietker, Sommer, Frossard und Steiner, 2012) kam zu dem Ergebnis, dass diese Frage nicht eindeutig mit Ja oder Nein beantwortet werden kann. Immerhin kann jedoch festgestellt werden, dass sich unter „normalen Verhältnissen“ die Gefährdungssituation für Radfahrende nicht verschlechtert. Das heißt: Kernfahrbahnen können markiert werden, um das Radverkehrsnetz zu vervollständigen und Angebote zu schaffen, wo bauliche Maßnahmen kurz- und mittelfristig nicht umsetzbar sind. Ebenso wird der visuelle und farbliche Hinweis auf die Existenz von Radfahrenden auf einem Straßenabschnitt als positiver Faktor angesehen. Die Markierung von Schutzstreifen wird von der Mehrzahl der Radfahrenden als Verbesserung empfunden. Dies ist aber nicht zwingend der Fall, da sich die subjektive Einschätzung der Radfahrenden unterscheidet.

Abbildung 2-3: Schutzstreifen außerorts in einer für die Schweiz typischen Konstellation

In der Praxis hat sich in der Schweiz durchgesetzt, auf höher belasteten Straßen und Geschwindigkeiten über 60 km/h Schutzstreifen von 1,80 m bei Fahrbahnen von 3,00 m zu empfehlen, die z.B. bei geringem Schwerverkehr auch auf 1,50 m reduziert werden können (Anlagen für den Veloverkehr, Kanton Bern, 2021).

2.4 Erfahrungen aus Frankreich

Zur Vervollständigung des Bildes soll an dieser Stelle noch aus einer Studie der Cerema (Französische Forschungsstelle für Unfallforschung und Risikobewertung) hingewiesen werden, die in jüngerer Zeit an Landstraßen in Mittelfrankreich mit einer Belastung von 6.000 bis 8.000 Kfz/Tag durchgeführt wurde. Die Ergebnisse sollen hier kurz zusammengefasst werden:

- Die Einrichtung von Kernfahrbahn und Radstreifen[2] (entspricht den Schutzstreifen in Deutschland) wird von Radfahrenden überwiegend positiv bewertet. Sie bekräftigt, dass auf dieser Strecke mit Radfahrenden zu rechnen ist und gibt diesen damit ein verbessertes Sicherheitsgefühl.
- Die Markierung von Schutzstreifen hat wenig Einfluss auf die Fahrgeschwindigkeiten.
- Die Markierungen führen jedoch dazu, dass Radfahrende von Kraftfahrzeugen mit geringerem Abstand überholt werden: Vor der Einrichtung einer Kernfahrbahn erfolgten 22 % bzw. 17 % der Überholvorgänge mit einem Abstand unter 1,00 m. Nach der Einrichtung der Kernfahrbahn waren es 46 % bzw. 31 %.
- Nicht bekannt ist die Geschwindigkeit der Kraftfahrzeuge zum Zeitpunkt des Überholens.
- Die Radfahrenden haben die geringeren Überholabstände nicht als problematisch wahrgenommen.

2 Die in Frankreich markierten „Radstreifen“ entsprechen den Schutzstreifen in Deutschland. Zur Vereinfachung wird im Weiteren für den „Radstreifen“ die deutsche Bezeichnung „Schutzstreifen“ verwendet.

- Im Allgemeinen benutzen Kraftfahrzeuge die Kernfahrbahn.
- Alle Radfahrenden nutzten die eingerichteten Schutzstreifen.
- Die Einrichtung der Schutzstreifen wird auch von Fußgängern und Joggern genutzt und positiv bewertet
- Die Forschungsnehmer schlagen vor, die Schutzstreifen 1,40 m bis 1,50 m breit anzulegen und nicht das in Frankreich mögliche Mindestmaß von 1,00 m zu nutzen.

Abbildung 2-4: Schutzstreifen außerorts in Frankreich (Quelle: „Évaluation d'une Chaussée à Voie Centrale Banalisée Site de Villequier en Seine-Maritime")

Die Ergebnisse der Forschungsarbeit ergänzen die bereits in den Jahren 2013/14 vorgenommenen Pilotstudien in Villequier (Département Seine-Maritime), deren Ergebnisse im Internet verfügbar sind[3]. Hierbei handelt es sich um eine mäßig belastete Straße (3.570 Kfz/ Tag) und eine einstreifige Kernfahrbahn.

2.5 Forschung in Deutschland

In Deutschland gibt es vereinzelt Schutzstreifenmarkierungen außerorts, die schon seit vielen Jahren existieren. Hier ist zum Beispiel der Kreis Euskirchen in Nordrhein-Westfalen zu nennen (siehe Abbildung 2-5). Diese markierten Strecken wurden allerdings bis heute nicht wissenschaftlich evaluiert, sodass lediglich festgehalten werden kann, dass die Strecken seit über

[3] www.cerema.fr/fr/actualites/evaluation-chaussees-voie-centrale-banaliseequels

15 Jahren nicht unfallauffällig geworden sind und somit auch nie die Notwendigkeit gesehen wurde, sie zu demarkieren.

Abbildung 2-5: Schutzstreifen im Kreis Euskirchen

In den Jahren 2014 bis 2016 wurde im Auftrag des Landes Mecklenburg-Vorpommern ein Modellversuch zur Markierung von Schutzstreifen außerorts[4] durchgeführt. Dieser wurde durch eine Untersuchung von drei Straßenabschnitten in Baden-Württemberg ergänzt[5]. Diese Untersuchungen stellen die bislang einzige Forschungsarbeit für Deutschland dar.

Untersucht wurden schwach bis mäßig belastete Landstraßen mit 600 bis 4.000 Fahrzeugen am Tag mit überwiegend einstreifiger Kernfahrbahn. Die Gesamtbreite der untersuchten Querschnitte betrug zwischen 5,20 m und 7,50 m bei einem Schwerpunkt bei Querschnitten unter 6,50 m. Die Anzahl von 150 Fahrzeugen des Schwerverkehrs durfte nicht überschritten werden. Eine Geschwindigkeitsbegrenzung auf 70 km/h (in Einzelfällen 50 km/h) war ebenso Voraussetzung für die Teilnahme am Modellvorhaben. Damit orientierte sich die Stichprobe des Vorhabens am niederländischen Beispiel und hatte das „ländliche Erschließungsnetz“ im Fokus.

Im Rahmen des Modellvorhabens wurden folgende Untersuchungen durchgeführt:

- Erhebungen zu den Verkehrsstärken des Kfz- und Radverkehrs
- Unfallanalyse
- Geschwindigkeitsmessungen des Kfz-Verkehrs

---

[4] Alrutz, D; Blase, A.; „Schutzstreifen außerorts - Modellversuch zur Markierung von Schutzstreifen außerorts und zur Untersuchung der Auswirkungen auf die Sicherheit und Attraktivität im Radverkehrsnetz“, Hannover 2017.

[5] Alrutz, D; Busek, St.; „Schutzstreifen außerorts“ im Auftrag des Ministeriums für Verkehr Baden-Württemberg; Hannover 2019.

- Befragungen des Kfz- und Radverkehrs
- Stationäre Videobeobachtungen
- Verhaltensbeobachtungen im Rahmen von Verfolgungsfahrten
- Befragung regionaler Expertinnen und Experten

Die wichtigsten Ergebnisse der Studie von Alrutz und Blase (2017) werden hier noch einmal kurz dargestellt:

- Die Anzahl der Radfahrenden nahm über alle Querschnitte um ca. 25 % zu, wobei Wettereinflüsse nicht dokumentiert und berücksichtigt wurden, sodass ein Einfluss nicht auszuschließen ist.
- Die Anzahl der Unfälle nimmt im Vorher-Nachher-Vergleich ab. Dies ist auch in Bezug auf die Radverkehrsunfälle festzustellen, wegen der geringen Zahl der Radverkehrsunfälle aber nicht signifikant.
- Die durchschnittliche Geschwindigkeit des Kfz-Verkehrs sinkt bei der Einführung der Schutzstreifen leicht, insbesondere bei einstreifigen Kernfahrbahnen und Fahrzeugen des Schwerverkehrs. Allerdings nimmt bei größeren Fahrbahnbreiten die Fahrgeschwindigkeit des Kfz-Verkehrs sogar zu, allerdings vor dem Hintergrund, dass in den meisten Fällen zusätzlich eine Höchstgeschwindigkeit von 70 km/h eingeführt wurde. Im Endergebnis kann also keine geschwindigkeitsreduzierende Wirkung festgestellt werden.
- Im Rahmen der Befragungen wurde deutlich, dass die Mehrzahl der Verkehrsteilnehmenden die Maßnahme positiv bewertete. Dies traf sowohl auf die Kfz-Nutzenden als auch in noch höherem Maße auf die Radfahrenden zu.
- Die Bewertung durch die befragten Experten fiel ebenfalls überwiegend positiv aus. Als Hauptproblem wurde die mangelnde Akzeptanz der Geschwindigkeitsreduzierung genannt.

Auf der Grundlage dieser Erkenntnisse werden folgende Hinweise gegeben:

- Bei Belastungen unter 2.000 Kfz/Tag können Schutzstreifen bei Fahrbahnbreiten von 5,50 m und mehr nach den Ergebnissen dieser Untersuchung eingesetzt werden.
- Bedingt durch den Untersuchungsansatz und die Untersuchungsbeispiele können keine Aussagen zu Fahrbahnbreiten über 7,50 m gemacht werden.
- Bei höheren Belastungen als 2.000 Kfz/Tag bis etwa 4.000 Kfz/Tag und Fahrbahnbreiten von deutlich unter 6,00 m sollten Schutzstreifen außerorts vorbehaltlich genauerer Forschungsergebnisse vorerst nicht eingesetzt werden.
- Für Kfz-Verkehrsstärken über 4.000 Kfz/Tag können aufgrund des Untersuchungsansatzes keine Empfehlungen gegeben werden.

- Kurven und Kuppen sind grundsätzlich kein Ausschlussgrund für Schutzstreifen.

2.6 Folgerungen für die aktuelle Untersuchung

Aus den Untersuchungen lässt sich folgern, dass zu einigen Aspekten bereits gut belegte Erkenntnisse und Praxiserfahrungen vorliegen. Dies betrifft insbesondere die Anwendung von Schutzstreifen im ländlichen Erschließungsnetz bei gleichzeitiger Begrenzung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit auf 60 bzw. 70 km/h. Auf eine vertiefte Untersuchung dieses Segmentes wurde in dieser Vorher-Nachher-Untersuchung daher verzichtet. Zum einen wurden die Ergebnisse der Untersuchung von Alrutz et al. für das Bundesverkehrsministerium und das Land Baden-Württemberg als ausreichend aussagekräftig angesehen, zum anderen sind die langjährigen Praxiserfahrungen aus den Niederlanden und Dänemark hier durchaus übertragbar, so dass die vorliegende Untersuchung andere Schwerpunkte setzen konnte.

In den meisten der hier ausgewerteten Untersuchungen wird darauf hingewiesen, dass Schutzstreifen außerorts keine Geschwindigkeitsdämpfung zur Folge haben. Dort, wo diese festgestellt wurden, sind flankierende Maßnahmen erfolgt, z.B. durch Fahrbahneinengungen an den Bushaltestellen in dem schwedischen Beispiel oder die Anordnung einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 70 km/h, wie in der Untersuchung von Alrutz. Auf die Untersuchung der Wirkungen auf die Geschwindigkeitsverteilung des Kfz-Verkehrs wird vor dem Hintergrund dieses Erkenntnisstandes verzichtet. Dies umso mehr, als dass die zulässige Höchstgeschwindigkeit in den untersuchten Streckenabschnitte sehr unterschiedlich war und zwischen 50 und 100 km/h variiert.

In der hier vorliegenden Untersuchung werden, aufbauend auf die oben skizzierten Ergebnisse, folgende Aspekte besonders berücksichtigt:

- Hinsichtlich der Zu- und Abnahme des Radverkehrs werden auch die Wettereinflüsse berücksichtigt, um eine positive Wirkung der Schutzstreifen auf die Fahrradnutzung nachweisen zu können.
- Die Anwendung von einseitigen Schutzstreifen außerorts wurde bislang nur in Einzelfällen untersucht, sodass hier Erkenntnisbedarf besteht.
- Durch eine Bewertung der einzelnen Situationen im Verkehrsablauf in einer Vorher-Nachher-Untersuchung wird eine Methodik zur Gesamtbewertung der einzelnen Strecken entwickelt.
- Auf der Grundlage dieser Bewertungen können Zusammenhänge zwischen Fahrbahnbreiten und Kfz-Verkehrsstärken festgestellt werden.
- Auf der Grundlage dieser Ergebnisse werden Einsatzbereiche definiert, bei denen einseitige und beidseitige Schutzstreifen außerorts zum Einsatz kommen können.

Diese Untersuchung hat also einen ausgeprägten Anwendungsbezug. Im Ergebnis soll eine Handreichung zur Bewertung der örtlichen Verkehrssituation durch die Planenden und Straßenverkehrsbehörden stehen.

3 UNTERSUCHUNGSSTRECKEN

Unterschiedliche räumliche und verkehrliche Voraussetzungen können zu differenzierten Einsatzempfehlungen führen. Es ist daher von entscheidender Bedeutung, möglichst unterschiedliche Fälle und zur Absicherung der Ergebnisse jeweils mehrere Beispiele zu untersuchen. Die Auswahl der Untersuchungsstrecken erfolgte daher für verschiedene Untersuchungscluster.

3.1 Auswahl der Untersuchungsstrecken

Die Markierung von Schutzstreifen außerorts ist aktuell nur über eine Ausnahmegenehmigung der Obersten Straßenverkehrsbehörde möglich. In wenigen Fällen wurde diese in Baden-Württemberg bereits beantragt und eine Markierung außerorts umgesetzt.

Im Zuge der Auswahl von Untersuchungsstrecken wurden zunächst die bei der Obersten Straßenverkehrsbehörde vorliegenden Anträge auf eine Ausnahmegenehmigung geprüft und die Strecken hinsichtlich der Eignung für den Modellversuch bewertet. Weitere Untersuchungsstrecken wurden per Aufruf von den AGFK-Mitgliedskommunen sowie nach einem Aufruf über die Verkehrsbehörden des Landes generiert. Um ein möglichst breites Spektrum - hinsichtlich der Fahrbahnbreite und der Verkehrsbelastung - unterschiedlicher Stecken zu erhalten, wurden darüber hinaus geeignete Strecken gezielt durch die Gutachter identifiziert.

Grundlage für die Abfrage nach Modellstrecken bei den AGKF-Mitgliedskommunen sowie den Verkehrsbehörden des Landes bildete eine Projektskizze zur Information einschließlich Datenblatt zur Abfrage relevanter Datengrundlagen für die gemeldete Modellstrecke, wie beispielsweise Verkehrsmengen, Fahrbahnbreiten oder örtlicher Rahmenbedingungen (vgl. Anlage 1).

Insgesamt wurden außerorts 22 Modellstrecken identifiziert und für die Untersuchung ausgewählt. Diese sind in Abbildung 3-1 und in Tabelle 1 zusammengestellt sowie im Kapitel 3.3 in Steckbriefen beschrieben. Die Kfz-Verkehrsstärken beziehen sich dabei auf die im Rahmen der Untersuchung im Nachher-Fall mit Schutzstreifen ermittelten Werte. Die Fahrbahnbreiten können im Streckenverlauf variieren.

Auf den Strecken im Rems-Murr-Kreis (Winnenden-Schwaikheim) sowie zwischen Moos und Bankholzen waren zum Zeitpunkt der Untersuchungen bereits beidseitige Schutzstreifen markiert. Für diese Strecke wurden lediglich Nachher-Erhebungen durchgeführt. Für alle weiteren Strecken konnten Vorher-Nachher-Untersuchungen erfolgen.

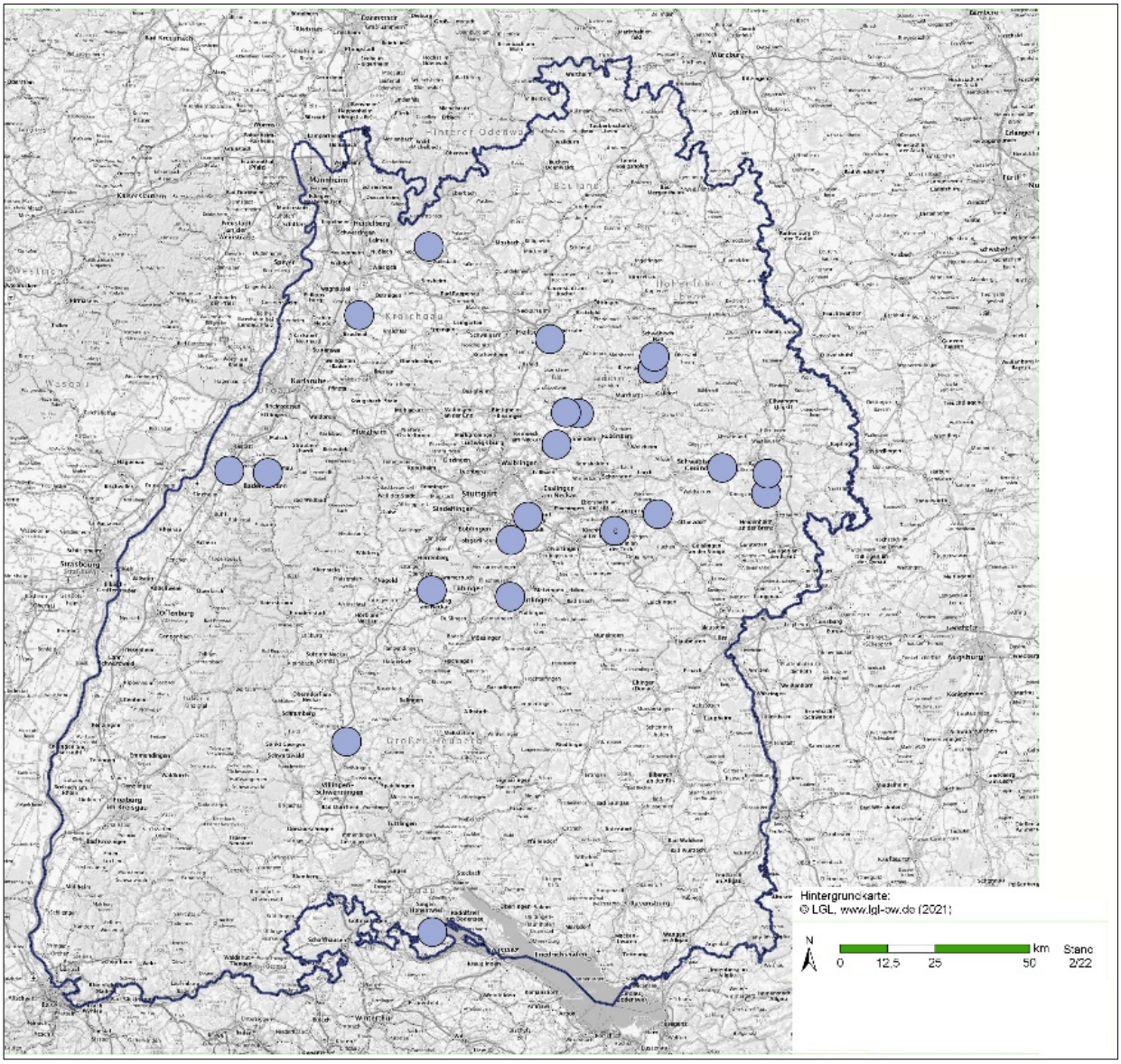


Abbildung 3-1: Übersicht der untersuchten Modellstrecken

Nr.	Kommune/ Landkreis	Straßenname bzw. -nummer	Fahrbahnbreite im Querschnitt [m]	$DTV_{w\ (nachher)}$ [Kfz/ 24h]
Einseitige Markierung				
1	Aalen	Alte Heidenheimer Str.	6,45	4.280
2	Backnang	Roßlauf	5,95	2.810
3	Backnang	Schöntaler Str.	5,85	775
4	Bühlingen/ Lauffen o.R.	K 5542	6,15	3.230
5	Eislingen/ Fils, Krummwälden	Brückenstraße	6,00	3.620
6	Filderstadt	Waldenbucher Str.	7,30	5.940
7	Heilbronn	K 9550	5,95	2.380
8	Holzen/ Egringen	K 6351	5,90	4.470
9	Königsbronn	Hoppeleshalde	6,20	1.430
10	Lautern/ Mögglingen	K 3282	5,95	2.890
11	Ostfildern, Scharnhausen	Kreuzbrunnenstraße	7,40	11.230
12	Rastatt, Gaggenau	K 3705	6,40	2.810
13	Reutlingen	Dietweg	7,15	8.220
14	Rhein-Neckar-Kreis, Epfenbach	L 530	5,50	2.450
15	Rottenburg a.N., Oberndorf	K 6938	6,10	3.730
Beidseitige Markierung				
16	Baden-Baden	K 9617 [Nord]	8,60	7.410
17	Baden-Baden	L 67 [Süd]	8,00	11.030
18	Moos/ Bankholzen	L 193	7,20	3.150
19	Winnenden/ Schwaikheim	K 1911	8,10	6.470
20	Zeutern/ Östringen	K 3586	7,55	2.510
Piktogrammkette				
21	Tullau	K 2597 [Ost]	5,45	2.690
22	Tullau	K 2597 [West]	5,95	2.770

Tabelle 1: Übersicht der ausgewählten Untersuchungsstrecken

Bei diesem Umfang der Strecken war es noch möglich, eine Einzelfallbetrachtung und -bewertung durchzuführen. Ebenfalls konnten so konkrete örtliche Einflussfaktoren berücksichtigt und entscheidende Impulse für Einsatzempfehlungen abgeleitet werden, die in einer großen statistischen Gesamtmenge nicht hätten betrachtet werden können.

3.2 Untersuchungscluster

Unterschiedliche Verhaltensweisen und Erkenntnisse waren insbesondere in Abhängigkeit von unterschiedlichen Verkehrsstärken und unterschiedlichen Fahrbahnbreiten zu erwarten. Dabei müssen hohe Verkehrsbelastungen und geringe Fahrbahnbreiten nicht zwangsläufig zu kritischeren Situationen führen als geringere Verkehrsbelastungen und größere Fahrbahnbreiten. Um die geeigneten Einsatzbereiche belastbar zu bestimmen, wurden Untersuchungscluster gebildet, die Modellstrecken diesen zugeordnet und die Untersuchung möglichst mehrerer Anwendungsfälle je Cluster angestrebt.

Sowohl einseitige als auch beidseitige Schutzstreifen können geeignete Maßnahmen für den Radverkehr darstellen. Es ist zu erwarten, dass einseitige Schutzstreifen insbesondere auf Abschnitten mit Längsneigung beziehungsweise auf Strecken, auf welchen auf einer Fahrbahnseite bereits ein regelkonformes Angebot im Seitenraum vorhanden ist, geeignet sind. Beidseitige Schutzstreifen eignen sich besonders für Strecken ohne bzw. mit geringer Längsneigung, auf welchen der Radverkehr in beiden Richtungen gleichermaßen gesichert geführt werden soll. Diese grundsätzlich verschiedenen Anwendungsfälle sollten jeweils mit ausreichend Beispielen untersucht werden. Durchgehend rot eingefärbte Schutzstreifen konnten im Rahmen des Modellprojektes nicht umgesetzt werden und sind daher nicht Bestandteil der Untersuchung.

3.2.1 Einseitige Markierung von Schutzstreifen

Für den Anwendungsfall einseitiger Markierungen konnten 15 Modellstrecken ausgewählt werden. Für alle Strecken sind Vorher-Nachher-Untersuchungen möglich.

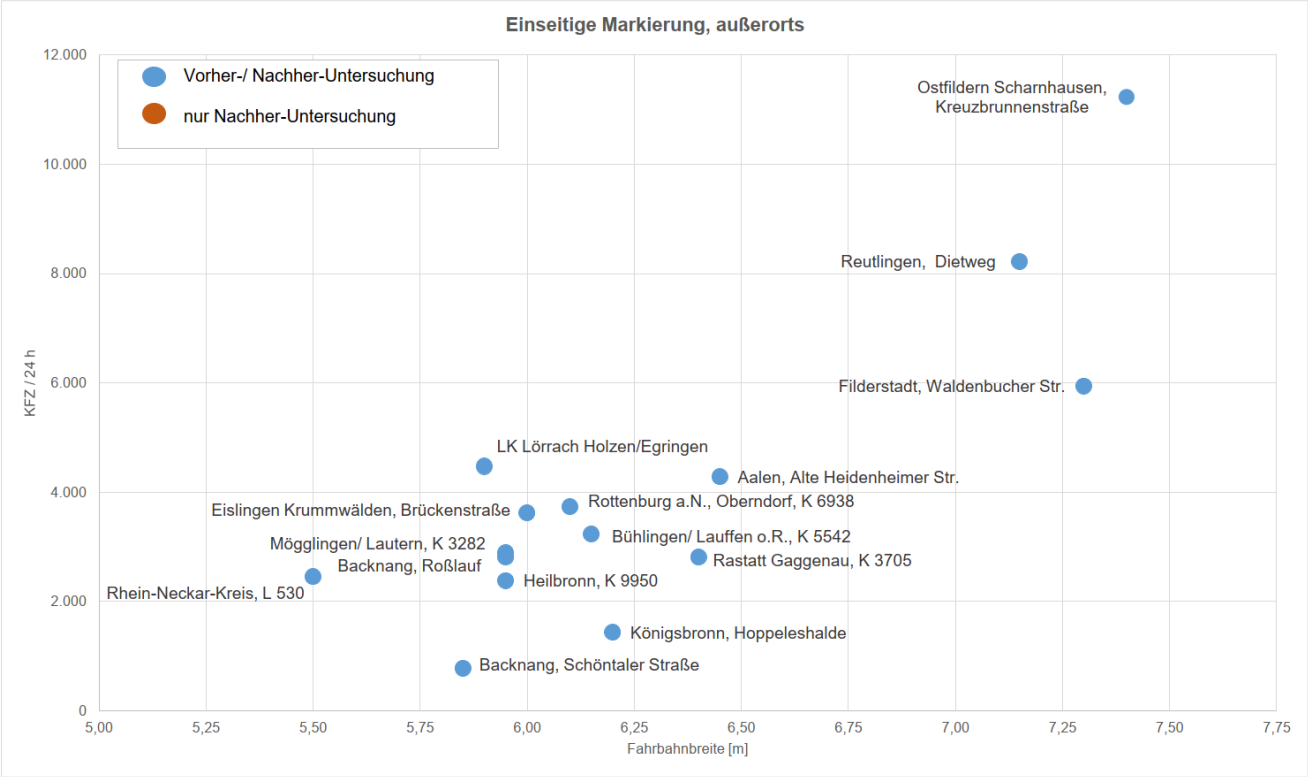


Abbildung 3-2: Einordnung der Untersuchungsfälle zur einseitigen Markierung von Schutzstreifen

3.2.2 Beidseitige Markierung von Schutzstreifen

Für den Anwendungsfall einer beidseitigen Markierung von Schutzstreifen konnten nur wenige geeignete Untersuchungsstrecken identifiziert werden. Die sieben ausgewählten Strecken sind in der nachfolgenden Abbildung nach der Fahrbahnbreite und der Kfz-Verkehrsstärke im Erhebungsquerschnitt dargestellt. Auf den beiden Strecken in Tullau wurde aufgrund der geringen Breite beidseitig eine Piktogrammkette aufgebracht und untersucht. Der gutachterliche Vorschlag von beidseitigen Einfärbungen bei zugleich einstreifiger Kernfahrbahn wurde seitens des Baulastträgers nicht weiterverfolgt. Für die Strecken Winnenden/ Schwaikheim sowie Moos/ Bankholzen erfolgte nur die Nachher-Untersuchung, da die Strecken zum Zeitpunkt der Untersuchung bereits umgesetzt waren.

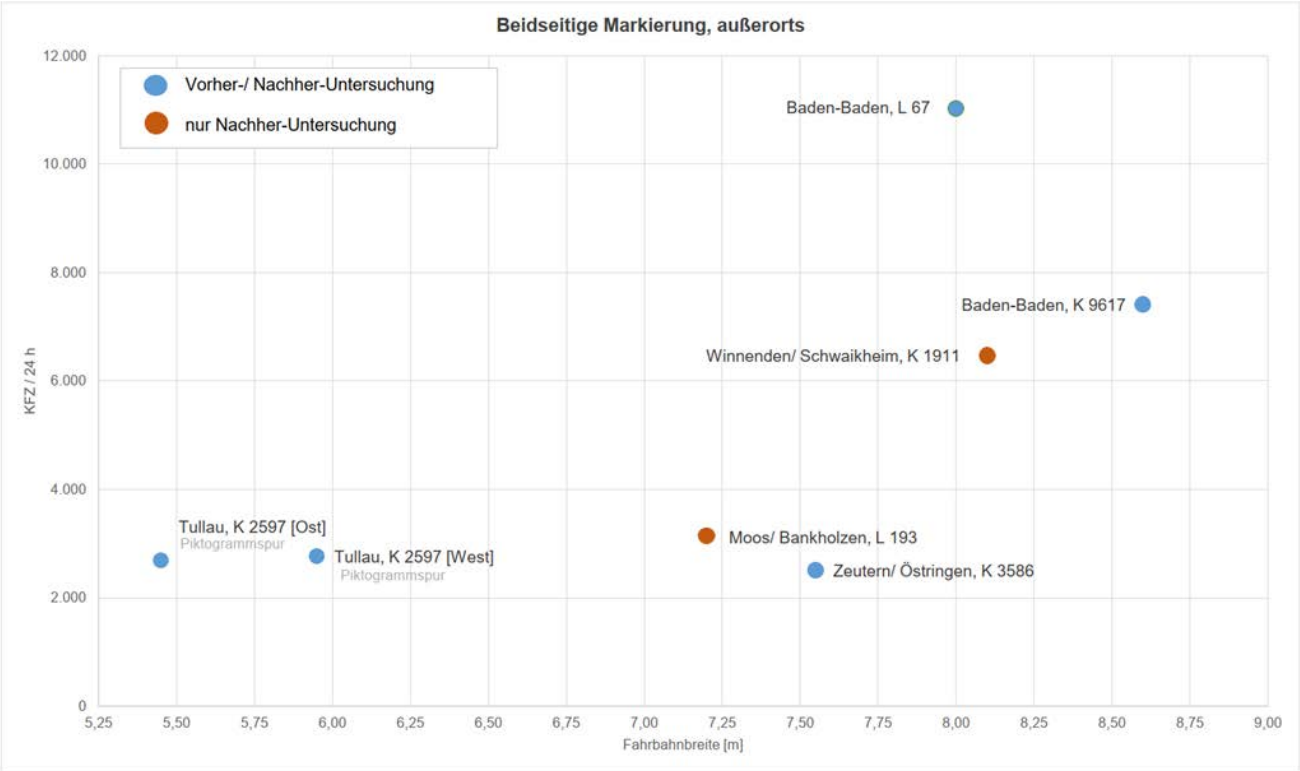


Abbildung 3-3: Einordnung der Untersuchungsfälle zur beidseitigen Markierung von Schutzstreifen

Das Untersuchungskollektiv umfasst Strecken mit Fahrbahnbreiten zwischen ca. 5,45 m (Tullau) und ca. 8,60 m (Baden-Baden) sowie mit Kfz-Verkehrsstärken zwischen ca. 800 Kfz/ 24 h (Backnang) und ca. 11.250 Kfz/ 24 h (Baden-Baden).

3.2.3 Prüfung bzw. Aufbereitung der Planungen

In wenigen Fällen lagen bereits fertige Planungen zur Markierung von Schutzstreifen vor. In den übrigen Fällen wurden die Akteure aufgerufen, die Planungen zeitnah aufzubereiten. Vorliegende Planungen wurden geprüft und in Abstimmung mit den Akteuren ggf. weiter optimiert. In einigen Fällen wurden Planungen durch die Planungsbüros erstellt und mit den Akteuren vor Ort abgestimmt.

Nr.	Kommune/ Landkreis	Straßenname bzw. -nummer	Richtung Schutzstreifen	Seitenräume/ Nutzung RV
Einseitige Markierung[6]				
1	Aalen	Alte Heidenheimer Str.	bergab	beidseitig/ RV zugelassen
2	Backnang	Roßlauf	bergab	einseitig/ RV berg-auf
3	Backnang	Schöntaler Str.	bergauf	einseitig/ kein RV
4	Bühlingen/ Lauffen o.R.	K 5542	bergauf	einseitig/ RV in Fahrtrichtung
5	Eislingen/ Fils, Krummwälden	Brückenstraße	bergauf	einseitig/ kein RV
6	Filderstadt	Waldenbucher Str.	bergauf	kein Seitenraum
7	Heilbronn	K 9550	alternierend bergauf	kein Seitenraum
8	Holzen/ Egringen	K 6351	eben	kein Seitenraum
9	Königsbronn	Hoppeleshalde	bergauf	kein Seitenraum
10	Lautern/ Mögglingen	K 3282	bergab	einseitig/ RV berg-auf
11	Ostfildern, Scharnhausen	Kreuzbrunnenstraße	bergauf	einseitig/ RV in Fahrtrichtung
12	Rastatt, Gaggenau	K 3705	bergauf	einseitig/ kein RV
13	Reutlingen	Dietweg	alternierend eben	einseitig/ RV zugelassen
14	Rhein-Neckar-Kreis, Epfenbach	L 530	alternierend bergauf	kein Seitenraum
15	Rottenburg a.N., Oberndorf	K 6938	bergab	kein Seitenraum

Tabelle 2: Übersicht der ausgewählten Untersuchungsstrecken (einseitige Markierung) mit Angaben zum Verlauf des Schutzstreifens und zu den Seitenräumen

6 Beidseitige Schutzstreifenquerschnitte in der Untersuchung immer ohne Seitenräume

3.3 Vorstellung der Untersuchungsstrecken (Steckbriefe)

Zu jedem Streckenabschnitt sind alle wichtigen Informationen zur Strecke vor und nach der Markierungsmaßnahme in einem Steckbrief zusammengefasst. Insgesamt wurden 22 Modellstrecken untersucht. Bei zwei Modellstrecken fand keine Vorher-Untersuchung statt, lediglich eine Nachher-Untersuchung wurde durchgeführt, da die Strecken zum Zeitpunkt der Untersuchung bereits markiert waren.

Die Steckbriefe erstrecken sich jeweils über zwei Seiten. Die erste Seite enthält alle wichtigen Informationen zur Örtlichkeit (u.a. Kommune/ Kreis, Baulastträger, Abschnittslänge) sowie eine Kartendarstellung der Lage im Netz und ein Foto des Vorher-Zustandes. Darüber hinaus sind die allgemeinen Kenndaten im Bestand (u.a. Fahrbahnbreiten, Verkehrsstärken im Kfz- und Radverkehr, Längsneigung) sowie zusätzliche Besonderheiten zum Streckenabschnitt gelistet. Die zweite Seite bildet den Nachher-Zustand ab. Neben den Details zur umgesetzten Markierungslösung (u.a. Breite der Schutzstreifen bzw. Rest-/ Kernfahrbahn) ist die Markierungslösung ebenfalls in Querschnitt und Foto dargestellt. Zusätzlich sind die Ergebniskenndaten mit umgesetzter Markierung, analog zu den Vorher-Erhebungen, gelistet und gegebenenfalls Besonderheiten zur Strecke benannt.

Die nachfolgenden Steckbriefe sind nach Anwendungsfall in ein- bzw. beidseitige Markierung von Schutzstreifen sowie der Markierung beidseitiger Piktogrammketten gegliedert und zusätzlich in alphabetischer Reihenfolge nach Kommune/ Kreis aufgeführt.

3.3.1 Einseitige Markierung von Schutzstreifen

3.3.1.1 Aalen, Alte Heidenheimer Straße – Vorher

Örtlichkeit

Landkreis	Ostalbkreis	Gemeinde	Aalen - Unterkochen
Straße / Baulast	Alte Heidenheimer Str./ Gemeinde	zuständig	Stadt Aalen
von	K 3332	bis	Aalen
Abschnittslänge	0,695 km		

Lage im Netz *(Kartengrundlage: openstreetmap)*

Blickrichtung Nordwesten

Allgemeine Kenndaten im Bestand

Fahrbahnbreite	6,45 m	Mittelmarkierung	nicht vorhanden
Längsneigung	2 -3 %	Seitenraum	beidseitig

Erhebungszeitraum	09-2019	Richtung NW	Richtung SO	Querschnitt
DTV_W[1] / SV-Anteil		2.970 / 1,7 %	2.500 / 1,8 %	5.470/ 1,8 %
Radverkehrsmenge auf Fahrbahn[1]		59	34	93
RVmenge im Seitenraum[1] in Fahrtrichtung		54	78	132
RVmenge im Seitenraum[1] in Gegenrichtung		5	1	6
zulässige Geschwindigkeit		70 km/h	70 km/h	

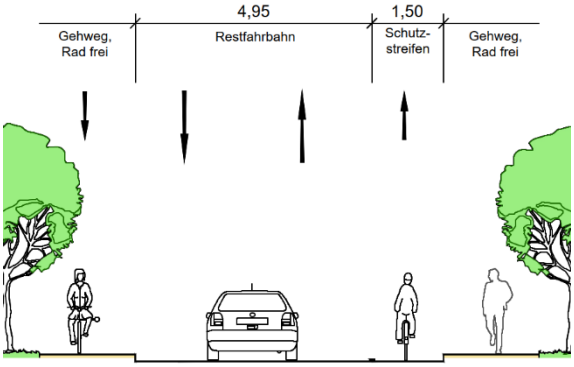
Hinweise/ Besonderheiten zur Strecke

[1] Durchschnittlicher täglicher Verkehr aus drei Messtagen (Di-Do)

Aalen, Alte Heidenheimer Straße – Nachher

Markierungsmaßnahme

	Richtung NW	Richtung SO	Kern-/ Restfahrbahn
Markierung	Schutzstreifen	-	
Breite Markierungsmaßnahme	1,50 m	-	4,95 m
Bemerkungen	Schutzstreifen in Gefällerichtung		



Querschnitt mit Markierung (Blickrichtung Nordwest)

Blickrichtung Nordwesten

Ergebniskenndaten mit Markierung

Erhebungszeitraum 06-2020	Richtung NW	Richtung SO	Querschnitt
DTV$_W$[1] / SV-Anteil	2.310 / 1,5 %	1.970 / 1,9 %	4.280 / 1,7 %
Radverkehrsmenge auf Fahrbahn[1]	72	24	96
RVmenge im Seitenraum[1] in Fahrtrichtung	13	46	59
RVmenge im Seitenraum[1] in Gegenrichtung	1	2	3
zulässige Geschwindigkeit	50 km/h	50 km/h	

Hinweise/ Besonderheiten zur Strecke

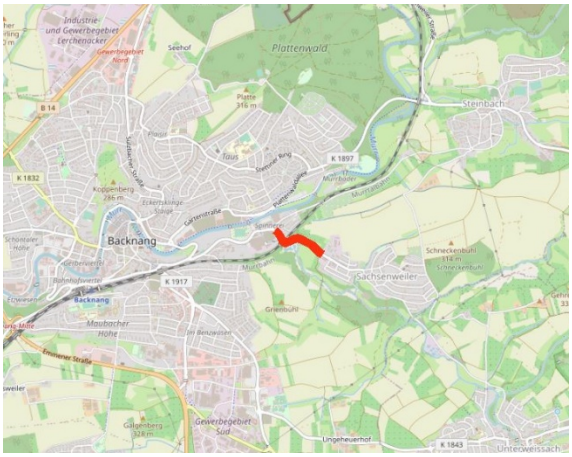
Da bergauf bereits ein bestehendes Radverkehrsangebot vorhanden ist (Seitenraum mit Freigabe für den Radverkehr), wurde der Schutzstreifen bergab markiert.

[1] Durchschnittlicher täglicher Verkehr aus drei Messtagen (Di-Do)

3.3.1.2 Backnang, Roßlauf – Vorher

Örtlichkeit

Landkreis	Rems-Murr-Kreis	Gemeinde	Backnang
Straße / Baulast	Roßlauf / Gemeinde	zuständig	Stadt Backnang
von	Spinnerei	bis	Sachsenweiler
Abschnittslänge	0,510 km		



Lage im Netz *(Kartengrundlage: openstreetmap)*

Blickrichtung Südosten

Allgemeine Kenndaten im Bestand

Fahrbahnbreite	5,95 m	Mittelmarkierung	ja, Demarkierung
Längsneigung	5 - 6 %	Seitenraum	einseitig, i.R. Südosten

Erhebungszeitraum	10-2019	Richtung NW	Richtung SO	Querschnitt
DTV_W[1] / SV-Anteil		1.450 / 4,9 %	1.450 / 4,8 %	2.900 / 4,9%
Radverkehrsmenge auf Fahrbahn[1]		29	8	37
RVmenge im Seitenraum[1] in Fahrtrichtung		-	52	52
RVmenge im Seitenraum[1] in Gegenrichtung		-	16	16
zulässige Geschwindigkeit		100 km/h	100 km/h	

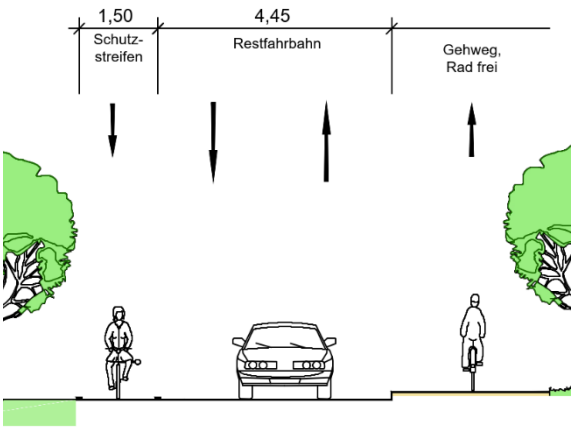
Hinweise/ Besonderheiten zur Strecke

[1] Durchschnittlicher täglicher Verkehr aus drei Messtagen (Di-Do)

Backnang, Roßlauf – Nachher

Markierungsmaßnahme

	Richtung NW	Richtung SO	Kern-/ Restfahrbahn
Markierung	Schutzstreifen	-	
Breite Markierungsmaßnahme	1,50 m	-	4,45 m
Bemerkungen	Schutzstreifen in Gefällerichtung, Unterbrechung in Innenkurve		



Querschnitt mit Markierung

Blickrichtung Südosten

Ergebniskenndaten mit Markierung

Erhebungszeitraum 07-2020	Richtung NW	Richtung SO	Querschnitt
DTV$_{W}$[1] / SV-Anteil	1.390 / 5,2 %	1.420 / 5,3 %	2.810 / 5,2 %
Radverkehrsmenge auf Fahrbahn[1]	123	12	135
RVmenge im Seitenraum[1] in Fahrtrichtung	-	129	129
RVmenge im Seitenraum[1] in Gegenrichtung	-	19	19
zulässige Geschwindigkeit	100 km/h	100 km/h	

Hinweise/ Besonderheiten zur Strecke

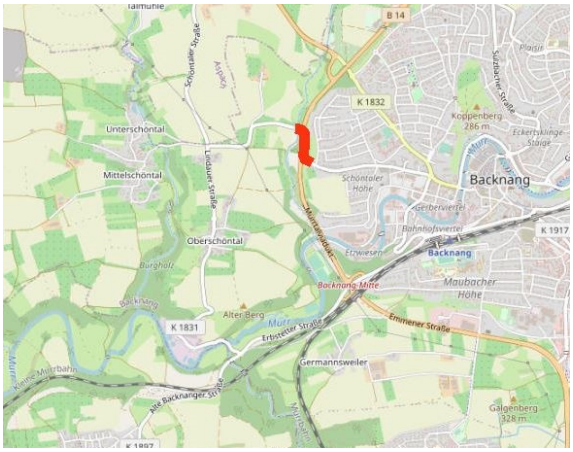
Da bergauf bereits ein bestehendes Radverkehrsangebot vorhanden ist (Seitenraum mit Freigabe für den Radverkehr), wurde der Schutzstreifen bergab markiert.

[1] Durchschnittlicher täglicher Verkehr aus drei Messtagen (Di-Do)

3.3.1.3 Backnang, Schöntaler Straße – Vorher

Örtlichkeit

Landkreis	Rems-Murr-Kreis	Gemeinde	Backnang
Straße / Baulast	Schöntaler Straße	zuständig	Stadt Backnang
von	Radweganfang (Unterführung B14)	bis	Backnang
Abschnittslänge	0,330 km		



Lage im Netz *(Kartengrundlage: openstreetmap)*

Blickrichtung Norden

Allgemeine Kenndaten im Bestand

Fahrbahnbreite	5,85 m	Mittelmarkierung	nicht vorhanden
Längsneigung	4 - 5 %	Seitenraum	z.T. einseitig, i.R. Süden

Erhebungszeitraum	10-2019	Richtung N	Richtung S	Querschnitt
DTV_W[1] / SV-Anteil		400 / 5,5 %	410 / 6,1 %	810 / 5,8 %
Radverkehrsmenge auf Fahrbahn[1]		8	10	18
RVmenge im Seitenraum[1] in Fahrtrichtung		0	-	0
RVmenge im Seitenraum[1] in Gegenrichtung		1	-	1
zulässige Geschwindigkeit		100 km/h	100 km/h	

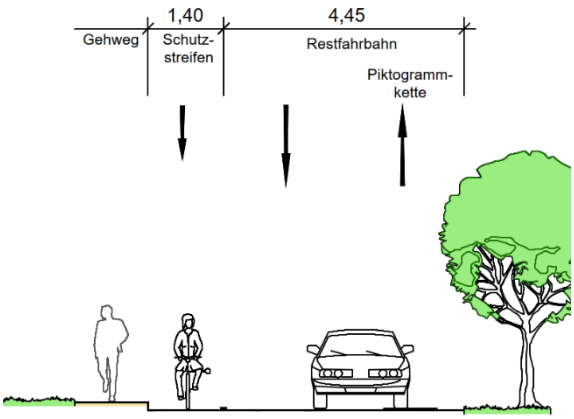
Hinweise/ Besonderheiten zur Strecke

[1] Durchschnittlicher täglicher Verkehr aus drei Messtagen (Di-Do)

Backnang, Schöntaler Straße - Nachher

Markierungsmaßnahme

	Richtung N	Richtung S	Kern-/ Restfahrbahn
Markierung	Piktogrammkette	Schutzstreifen	
Breite Markierungsmaßnahme		1,40 m	4,45 m
Bemerkungen	auf nördlichen Abschnitt beidseitig Piktogrammkette		



Querschnitt mit Markierung (Blickrichtung Norden)

Blickrichtung Norden

Ergebniskenndaten mit Markierung

Erhebungszeitraum 10-2020	Richtung N	Richtung S	Querschnitt
DTV $_W$[1] / SV-Anteil	390 / 5,5 %	385 / 6,1 %	775 / 5,8 %
Radverkehrsmenge auf Fahrbahn[1]	20	17	37
RVmenge im Seitenraum[1] in Fahrtrichtung	3	-	3
RVmenge im Seitenraum[1] in Gegenrichtung	2	-	2
zulässige Geschwindigkeit	100 km/h	100 km/h	

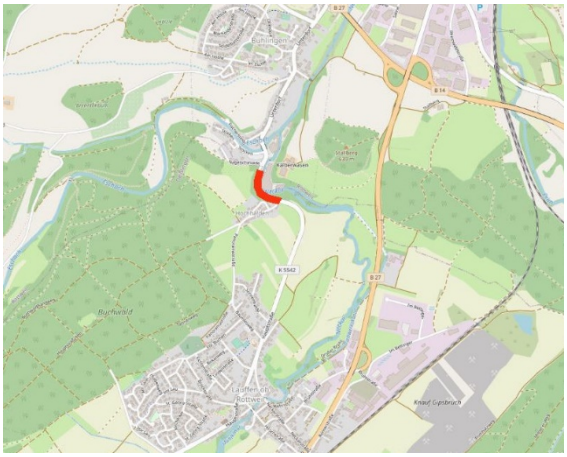
Hinweise/ Besonderheiten zur Strecke

[1] Durchschnittlicher täglicher Verkehr aus drei Messtagen (Di-Do)

3.3.1.4 Bühlingen/ Lauffen ob Rottweil, K 5542 – Vorher

Örtlichkeit

Landkreis	Rottweil	Gemeinde	Deißlingen
Straße / Baulast	K 5542 / Kreis	zuständig	Kreis Rottweil
von	Bühlingen	bis	Hochhalden
Abschnittslänge	0,280 km		



Lage im Netz *(Kartengrundlage: openstreetmap)*

Blickrichtung Südosten

Allgemeine Kenndaten im Bestand

Fahrbahnbreite	6,15 m	Mittelmarkierung	nein
Längsneigung	4 - 5 %	Seitenraum	einseitig, i.R. Nordwesten

Erhebungszeitraum	10-2019	Richtung SO	Richtung NW	Querschnitt
DTV_W[1] / SV-Anteil		1.740 / 3,0 %	1.700 / 2,9 %	3.440 / 3,0 %
Radverkehrsmenge auf Fahrbahn[1]		24	8	31
RVmenge im Seitenraum[1] in Fahrtrichtung		-	42	42
RVmenge im Seitenraum[1] in Gegenrichtung		-	20	20
zulässige Geschwindigkeit		60 km/h	60 km/h	

Hinweise/ Besonderheiten zur Strecke

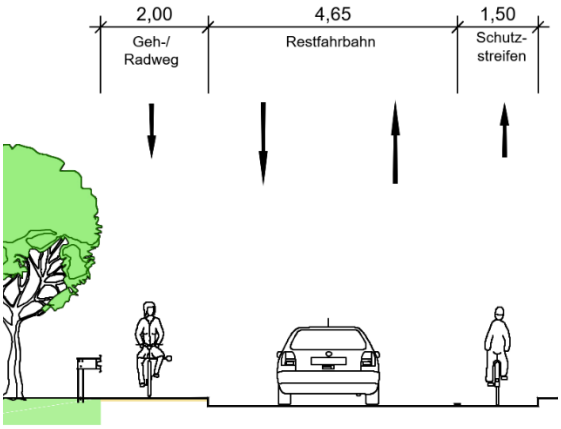
Lückenschluss zwischen Ortslage und straßenbegleitendem Radweg, Bushaltebucht im Streckenverlauf

[1] Durchschnittlicher täglicher Verkehr aus drei Messtagen (Di-Do)

Bühlingen/ Lauffen ob Rottweil, K 5542 – Nachher

Markierungsmaßnahme

	Richtung SO	Richtung NW	Kern-/ Restfahrbahn
Markierung	Schutzstreifen	-	
Breite Markierungsmaßnahme	1,50 m	-	4,65 m
Bemerkungen	westlich Bushaltestelle: Schutzstreifenbreite 1,25 m		



Querschnitt mit Markierung (Blickrichtung Südosten)

Blickrichtung Südosten

Ergebniskenndaten mit Markierung

Erhebungszeitraum 06-2020	Richtung SO	Richtung NW	Querschnitt
DTV$_W$[1] / SV-Anteil	1.600 / 3,0 %	1.630 / 3,3 %	3.230 / 3,1 %
Radverkehrsmenge auf Fahrbahn[1]	166	33	199
RVmenge im Seitenraum[1] in Fahrtrichtung	-	187	187
RVmenge im Seitenraum[1] in Gegenrichtung	-	18	18
zulässige Geschwindigkeit	60 km/h	60 km/h	

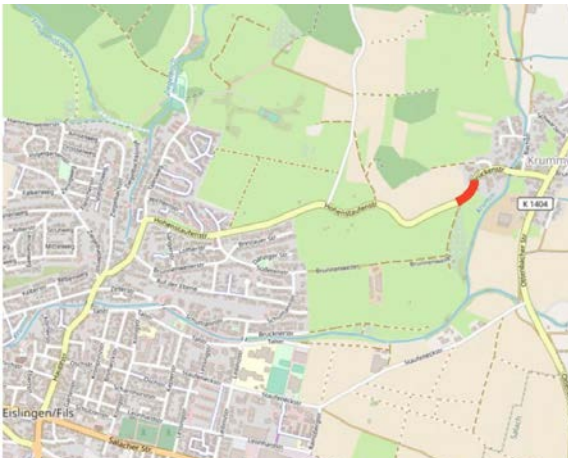
Hinweise/ Besonderheiten zur Strecke

[1] Durchschnittlicher täglicher Verkehr aus drei Messtagen (Di-Do)

3.3.1.5 Eislingen / Fils, Krummwälden, Brückenstraße – Vorher

Örtlichkeit

Landkreis	Göppingen	Gemeinde	Eislingen / Fils
Straße / Baulast	Brückenstraße / Stadt	zuständig	Stadt Eislingen / Fils
von	OD-Grenze Krummwälden	bis	Abzweig Radweg zum Schulzentrum
Abschnittslänge	0,385 km		



Lage im Netz *(Kartengrundlage: openstreetmap)*

Blickrichtung Südwesten (außerorts)

Allgemeine Kenndaten im Bestand

Fahrbahnbreite	6,00 m	Mittelmarkierung	ja, Demarkierung
Längsneigung	ca. 9 % in Richtung SW	Seitenraum	einseitig, i.R. Nordosten

Erhebungszeitraum	10-2019	Richtung SW	Richtung NO	Querschnitt
DTV_W[1] / SV-Anteil		2.000 / 1,2 %	1.858 / 1,5 %	3.858 / 1,4 %
Radverkehrsmenge auf Fahrbahn[1]		1	3	4
RVmenge im Seitenraum[1] in Fahrtrichtung		-	2	2
RVmenge im Seitenraum[1] in Gegenrichtung		-	3	3
zulässige Geschwindigkeit		70 km/h	70 km/h	

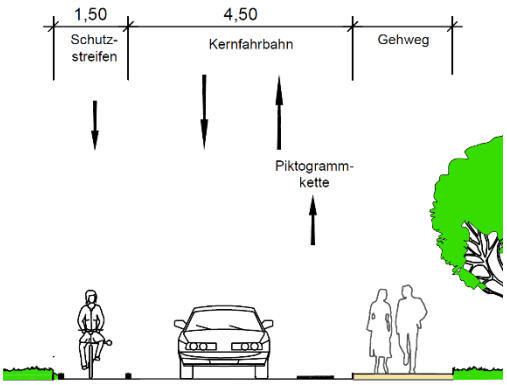
Hinweise/ Besonderheiten zur Strecke

[1] Durchschnittlicher täglicher Verkehr aus drei Messtagen (Di-Do)

Eislingen / Fils, Krummwälden, Brückenstraße – Nachher

Markierungsmaßnahme

	Richtung SW	Richtung NO	Kern-/ Restfahrbahn
Markierung	Schutzstreifen	Piktogrammkette	
Breite Markierungsmaßnahme	1,50 m	-	4,50 m
Bemerkungen	Schutzstreifen in Richtung der Steigung		



Querschnitt mit Markierung (Blickrichtung Nordosten)

Blickrichtung Nordosten (Ortseingang)

Ergebniskenndaten mit Markierung

Erhebungszeitraum 09-2020	Richtung SW	Richtung NO	Querschnitt
DTV$_W$[1] / SV-Anteil	1.872 / 1,5 %	1.751 / 1,7 %	3.623 / 1,6 %
Radverkehrsmenge auf Fahrbahn[1]	22	27	48
RVmenge im Seitenraum[1] in Fahrtrichtung	-	3	3
RVmenge im Seitenraum[1] in Gegenrichtung	-	5	5
zulässige Geschwindigkeit	70 km/h	70 km/h	

Hinweise/ Besonderheiten zur Strecke

[1] Durchschnittlicher täglicher Verkehr aus drei Messtagen (Di-Do)

3.3.1.6 Filderstadt (OT Plattenhardt), Waldenbucher Straße (L 1209) – Vorher

Örtlichkeit

Landkreis	Esslingen	Gemeinde	Stadt Filderstadt
Straße / Baulast	Waldenbucher Straße / L1209	zuständig	Stadt Filderstadt
von	Plattenhardt / Reutestraße	bis	L 1185 (Nürtinger Straße)
Abschnittslänge	2,835 km		

Lage im Netz *(Kartengrundlage: openstreetmap)*

Blickrichtung Osten, Zufahrt Auf der Heid

Allgemeine Kenndaten im Bestand

Fahrbahnbreite	7,30 m	Mittelmarkierung	ja, Demarkierung
Längsneigung	bis 7% in Richtung Osten	Seitenraum	nicht vorhanden

Erhebungszeitraum	10-2019	Richtung SW	Richtung NO	Querschnitt
DTV_W[1] / SV-Anteil		3.263 / 3,3 %	3.233 / 2,8 %	6.496 / 3,1 %
Radverkehrsmenge auf Fahrbahn[1]		9	8	18
RVmenge im Seitenraum[1] in Fahrtrichtung		-	-	-
RVmenge im Seitenraum[1] in Gegenrichtung		-	-	-
zulässige Geschwindigkeit		70 km/h	70 km/h	

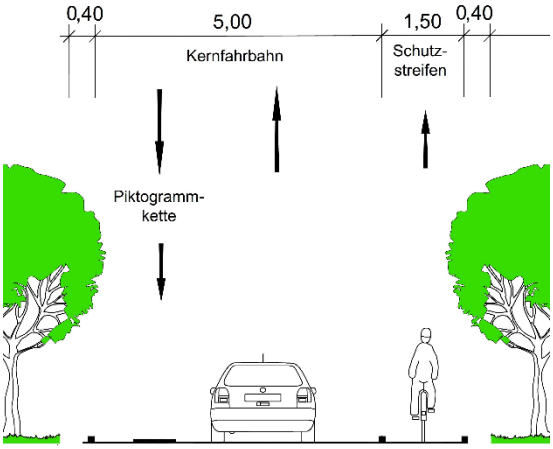
Hinweise/ Besonderheiten zur Strecke

[1] Durchschnittlicher täglicher Verkehr aus drei Messtagen (Di-Do)

Filderstadt (OT Plattenhardt), Waldenbucher Straße (L 1209) – Nachher

Markierungsmaßnahme

	Richtung SW	Richtung NO	Kern-/ Restfahrbahn
Markierung	Piktogrammkette	Schutzstreifen	
Breite Markierungsmaßnahme	-	1,50 m	5,00 m
Bemerkungen	Schutzstreifen in Richtung der Steigung		



Querschnitt mit Markierung (Blickrichtung Osten)

Blickrichtung Osten, Zufahrt Auf der Heid

Ergebniskenndaten mit Markierung

Erhebungszeitraum	10-2020 // 06/07-2021	Richtung SW	Richtung NO	Querschnitt
DTV $_W$[1] / SV-Anteil		3.015 / 4,2 %	2.927 / 3,6 %	5.943 / 3,9 %
	// Nacherhebung	3.052 / 3,9 %	2.892 / 3,6 %	5.943 / 3,7 %
Radverkehrsmenge auf Fahrbahn[1]		15	15	30
	// Nacherhebung	27	25	52
RVmenge im Seitenraum[1] in Fahrtrichtung		-	-	-
	// Nacherhebung	-	-	-
RVmenge im Seitenraum[1] in Gegenrichtung		-	-	-
	// Nacherhebung	-	-	-
zulässige Geschwindigkeit		70 km/h	70 km/h	

Hinweise/ Besonderheiten zur Strecke

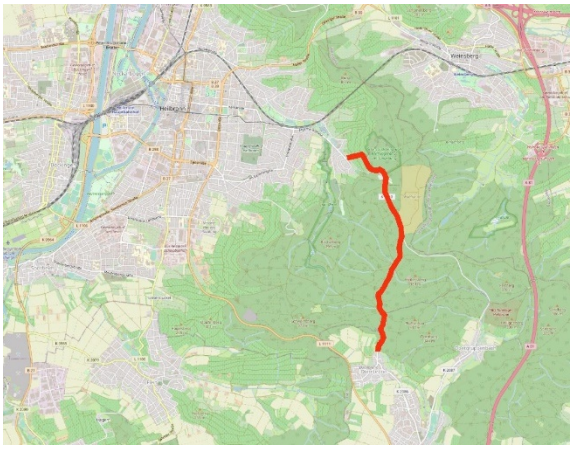
Beidseitig sind breite (bis zu 0,5 m) Fahrbahnrandbereiche vorhanden, die z.T. mit genutzt werden.
In einer Einzelfallentscheidung wurde VZ 277.1 angeordnet.

[1] Durchschnittlicher täglicher Verkehr aus drei Messtagen (Di-Do)

3.3.1.7 Heilbronn, K 9550 – Vorher

Örtlichkeit

Landkreis	Stadt-/ Landkreis Heilbronn	Gemeinde	Heilbronn/ Untergruppenbach
Straße / Baulast	K 9950	zuständig	Stadt Heilbronn
von	Hansjakobstraße / Militärbrücke	bis	Donnbronn
Abschnittslänge	4,100 km		



Lage im Netz *(Kartengrundlage: openstreetmap)*

Blickrichtung Süden

Allgemeine Kenndaten im Bestand

Fahrbahnbreite	5,95 m	Mittelmarkierung	nicht vorhanden
Längsneigung	1 - 5 %	Seitenraum	nicht vorhanden

Erhebungszeitraum	09-2019	Richtung N	Richtung S	Querschnitt
DTV $_W$[1] / SV-Anteil		1.350 / 1,0 %	1.090 / 1,6 %	2.440 / 1,2 %
Radverkehrsmenge auf Fahrbahn[1]		12	10	22
RVmenge im Seitenraum[1] in Fahrtrichtung		-	-	-
RVmenge im Seitenraum[1] in Gegenrichtung		-	-	-
zulässige Geschwindigkeit		50 km/h	50 km/h	

Hinweise/ Besonderheiten zur Strecke

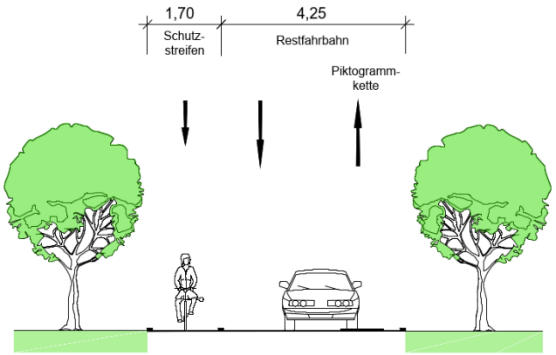
kurviger Streckenverlauf durch den Wald, abschnittsweise Längsparkstände

[1] Durchschnittlicher täglicher Verkehr aus drei Messtagen (Di-Do)

Heilbronn, K 9550 – Nachher

Markierungsmaßnahme

	Richtung N	Richtung S	Kern-/ Restfahrbahn
Markierung	Schutzstreifen	Piktogrammkette	
Breite Markierungsmaßnahme	1,70 m		4,25 m
Bemerkungen	Schutzstreifen alternierend, Schutzstreifenbreite variierend		



Querschnitt mit Markierung (Blickrichtung Süden)

Blickrichtung Süden

Ergebniskenndaten mit Markierung

Erhebungszeitraum 06-2020	Richtung N	Richtung S	Querschnitt
DTV $_W$[1] / SV-Anteil	1.230 / 0,5 %	1.150 / 0,6 %	2.380 / 0,5 %
Radverkehrsmenge auf Fahrbahn[1]	66	48	114
RVmenge im Seitenraum[1] in Fahrtrichtung	-	-	-
RVmenge im Seitenraum[1] in Gegenrichtung	-	-	-
zulässige Geschwindigkeit	50 km/h	50 km/h	

Hinweise/ Besonderheiten zur Strecke

[1] Durchschnittlicher täglicher Verkehr aus drei Messtagen (Di-Do)

3.3.1.8 Königsbronn, Hoppeleshalde – Vorher

Örtlichkeit

Landkreis	Heidenheim	Gemeinde	Königsbronn
Straße / Baulast	Hoppeleshalde / Gemeinde	zuständig	Gemeinde Königsbronn
von	Zanger Str.	bis	Forstweg
Abschnittslänge	1,640 km		

Lage im Netz *(Kartengrundlage: openstreetmap)*

Blickrichtung Süden

Allgemeine Kenndaten im Bestand

Fahrbahnbreite	6,20 m	Mittelmarkierung	nicht vorhanden
Längsneigung	6 - 7 %	Seitenraum	nicht vorhanden

Erhebungszeitraum	10-2019	Richtung S	Richtung N	Querschnitt
DTV_W[1] / SV-Anteil		810 / 3,1 %	960 / 2,9 %	1.770 / 3,0 %
Radverkehrsmenge auf Fahrbahn[1]		8	6	14
RVmenge im Seitenraum[1] in Fahrtrichtung		-	-	-
RVmenge im Seitenraum[1] in Gegenrichtung		-	-	-
zulässige Geschwindigkeit		60 km/h	60 km/h	

Hinweise/ Besonderheiten zur Strecke

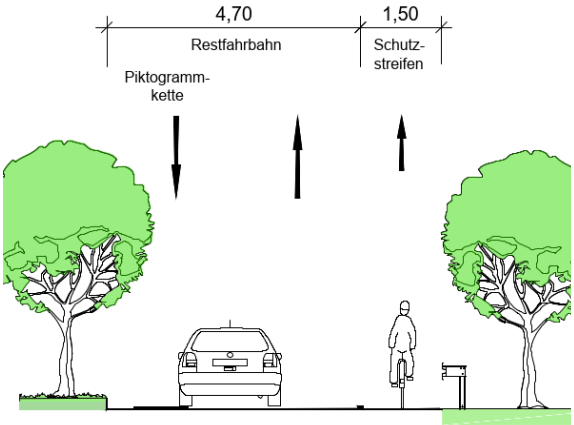
Landesstraßenparallele Gemeindestraße, kurviger Streckenverlauf

[1] Durchschnittlicher täglicher Verkehr aus drei Messtagen (Di-Do)

Königsbronn, Hoppeleshalde - Nachher

Markierungsmaßnahme

	Richtung S	Richtung N	Kern-/ Restfahrbahn
Markierung	Schutzstreifen	-	
Breite Markierungsmaßnahme	1,50 m	-	4,70 m
Bemerkungen	im Knotenpunktbereich: Markierung beidseitig		



Querschnitt mit Markierung (Blickrichtung Süden)

Blickrichtung Süden

Ergebniskenndaten mit Markierung

Erhebungszeitraum 05-2021	Richtung S	Richtung N	Querschnitt
DTV$_W$[1] / SV-Anteil	700 / 5 %	730 / 5 %	1.430 / 5 %
Radverkehrsmenge auf Fahrbahn[1]	3	3	6
RVmenge im Seitenraum[1] in Fahrtrichtung	-	-	-
RVmenge im Seitenraum[1] in Gegenrichtung	-	-	-
zulässige Geschwindigkeit	60 km/h	60 km/h	

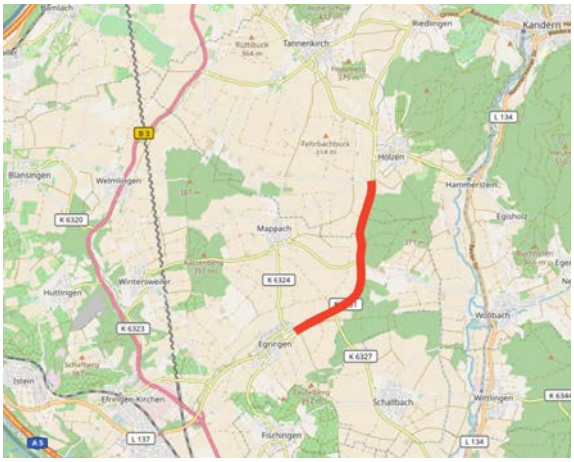
Hinweise/ Besonderheiten zur Strecke

[1] Durchschnittlicher täglicher Verkehr aus drei Messtagen (Di-Do)

3.3.1.9 Holzen / Egringen, K 6351 – Vorher

Örtlichkeit

Landkreis	Lörrach	Gemeinde	Holzen
Straße / Baulast	Kanderner Straße / K 6351	Zuständig	LK Lörrach
von	Egringen OD-Grenze	bis	Holzen - Auf dem Sausenhard
Abschnittslänge	3,255 km		



Lage im Netz *(Kartengrundlage: openstreetmap)*

Blickrichtung Südosten

Allgemeine Kenndaten im Bestand

Fahrbahnbreite	5,90 m	Mittelmarkierung	ja, Demarkierung
Längsneigung	1-2 % Richtung Norden	Seitenraum	nicht vorhanden

Erhebungszeitraum	10-2019	Richtung NO	Richtung SW	Querschnitt
DTV_W[1] / SV-Anteil		2.399 / 2,8 %	2.427 / 3,0 %	4.826 / 2,9 %
Radverkehrsmenge auf Fahrbahn[1]		17	7	24
RVmenge im Seitenraum[1] in Fahrtrichtung		-	-	-
RVmenge im Seitenraum[1] in Gegenrichtung		-	-	-
zulässige Geschwindigkeit		70 (100) km/h[7]	70 (100) km/h	

Hinweise/ Besonderheiten zur Strecke

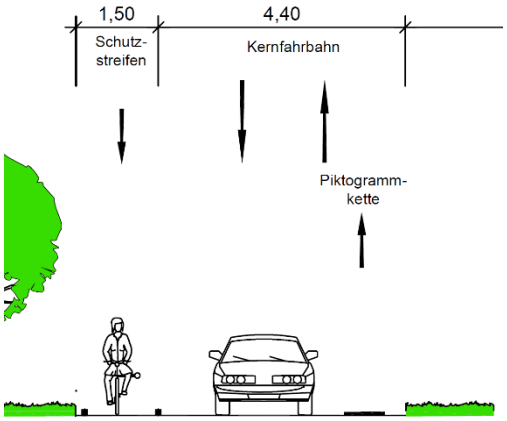
[1] Durchschnittlicher täglicher Verkehr aus drei Messtagen (Di-Do)

[7] Bedeutet: 70 km/h an der Messstelle, 100 km/h im weiteren Verlauf

Holzen / Egringen, K 6351 - Nachher

Markierungsmaßnahme

	Richtung NO	Richtung SW	Kern-/ Restfahrbahn
Markierung	Schutzstreifen	Piktogrammkette	
Breite Markierungsmaßnahme	ca. 1,50 m	-	ca. 4,40 m
Bemerkungen	Schutzstreifen in Richtung der Steigung		



Querschnitt mit Markierung (Blickrichtung Südosten)

Blickrichtung Südosten

Ergebniskenndaten mit Markierung

Erhebungszeitraum 07-2020	Richtung NO	Richtung SW	Querschnitt
DTV $_W$[1] / SV-Anteil	2.206 / 3,0 %	2.265 / 3,2 %	4.471 / 3,1 %
Radverkehrsmenge auf Fahrbahn[1]	61	40	101
RVmenge im Seitenraum[1] in Fahrtrichtung	-	-	-
RVmenge im Seitenraum[1] in Gegenrichtung	-	-	-
zulässige Geschwindigkeit	70 (100) km/h	70 (100) km/h	

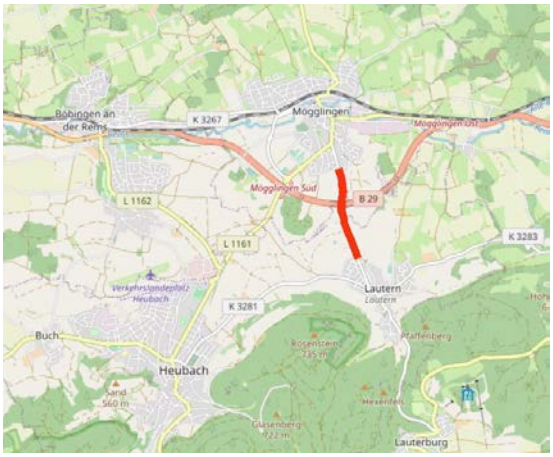
Hinweise/ Besonderheiten zur Strecke

[1] Durchschnittlicher täglicher Verkehr aus drei Messtagen (Di-Do)

3.3.1.10 Lautern/ Mögglingen, K 3282 – Vorher

Örtlichkeit

Landkreis	Ostalbkreis	Gemeinde	Heubach/ Mögglingen
Straße / Baulast	K 3282 / Kreis	zuständig	Ostalbkreis
von	Lautern	bis	Mögglingen
Abschnittslänge	1,280 km		



Lage im Netz *(Kartengrundlage: openstreetmap)*

Blickrichtung Süden

Allgemeine Kenndaten im Bestand

Fahrbahnbreite	5,95 m	Mittelmarkierung	ja, Demarkierung
Längsneigung	2 - 3 %	Seitenraum	einseitig, i.R. Süden

Erhebungszeitraum	09-2019	Richtung N	Richtung S	Querschnitt
DTV_W[1] / SV-Anteil		1.290 / 5,8 %	1.250 / 5,6 %	2.540 / 5,7 %
Radverkehrsmenge auf Fahrbahn[1]		13	7	20
RVmenge im Seitenraum[1] in Fahrtrichtung		-	21	21
RVmenge im Seitenraum[1] in Gegenrichtung		-	12	12
zulässige Geschwindigkeit		100 km/h	100 km/h	

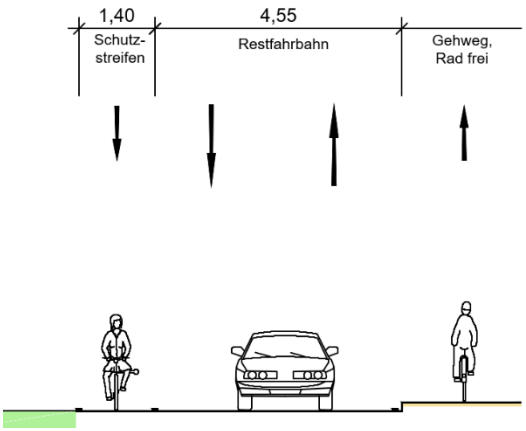
Hinweise/ Besonderheiten zur Strecke

[1] Durchschnittlicher täglicher Verkehr aus drei Messtagen (Di-Do)

Lautern/ Mögglingen, K 3282 – Nachher

Markierungsmaßnahme

	Richtung N	Richtung S	Kern-/ Restfahrbahn
Markierung	Schutzstreifen		
Breite Markierungsmaßnahme	1,40 m		4,55 m
Bemerkungen	Schutzstreifen in Gefällerichtung		



Querschnitt mit Markierung (Blickrichtung Süden)

Blickrichtung Süden

Ergebniskenndaten mit Markierung

Erhebungszeitraum 07-2020	Richtung N	Richtung S	Querschnitt
DTV$_W$[1] / SV-Anteil	1.440 / 5,4 %	1.450 / 5,3 %	2.890 / 5,4 %
Radverkehrsmenge auf Fahrbahn[1]	70	21	91
RVmenge im Seitenraum[1] in Fahrtrichtung	-	54	54
RVmenge im Seitenraum[1] in Gegenrichtung	-	12	12
zulässige Geschwindigkeit	100 km/h	100 km/h	

Hinweise/ Besonderheiten zur Strecke

Da bergauf bereits ein bestehendes Radverkehrsangebot vorhanden ist (Seitenraum mit Freigabe für den Radverkehr), wurde der Schutzstreifen bergab markiert.

[1] Durchschnittlicher täglicher Verkehr aus drei Messtagen (Di-Do)

3.3.1.11 Ostfildern (OT Scharnhausen), Kreuzbrunnenstraße (L 1192) – Vorher

Örtlichkeit

Landkreis	Esslingen	Gemeinde	Ostfildern, OT Scharnhausen
Straße / Baulast	Kreuzbrunnenstraße / L 1192	Zuständig	Stadt Ostfildern
von	Haltestelle Scharnhausen Sonnenhalde	bis	Parallelweg bei Haus Nr.135
Abschnittslänge	0,200 km		

Lage im Netz *(Kartengrundlage: openstreetmap)*

Blickrichtung Nordosten

Allgemeine Kenndaten im Bestand

Fahrbahnbreite	7,40 m	Mittelmarkierung	vorhanden, Demarkierung
Längsneigung	ca. 4 % Richtung Nordosten	Seitenraum	einseitig, i.R. Südwesten

Erhebungszeitraum	10-2019	Richtung NO	Richtung SW	Querschnitt
DTV_W[1] / SV-Anteil		6.651 / 3,8 %	6.285 / 3,7 %	12.936 / 3,7 %
Radverkehrsmenge auf Fahrbahn[1]		5	5	11
RVmenge im Seitenraum[1] in Fahrtrichtung		-	23	23
RVmenge im Seitenraum[1] in Gegenrichtung		-	29	29
zulässige Geschwindigkeit		70 km/h	70 km/h	

Hinweise/ Besonderheiten zur Strecke

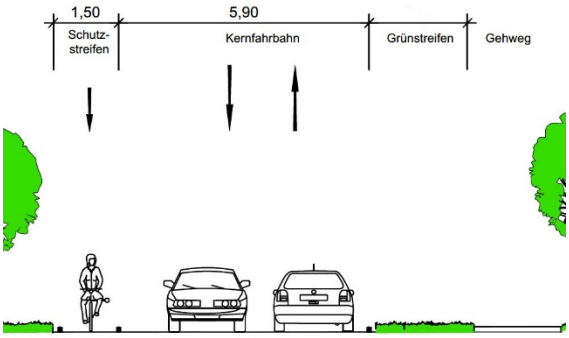
Der Seitenraum ist in Fahrtrichtung für den Radverkehr geöffnet, in Gegenrichtung nicht.

[1] Durchschnittlicher täglicher Verkehr aus drei Messtagen (Di-Do)

Ostfildern (OT Scharnhausen), Kreuzbrunnenstraße (L 1192) – Nachher

Markierungsmaßnahme

	Richtung NO	Richtung SW	Kern-/ Restfahrbahn
Markierung	Schutzstreifen	-	
Breite Markierungsmaßnahme	1,50 m	-	5,90 m
Bemerkungen			



Querschnitt mit Markierung (Blickrichtung Südwest)

Blickrichtung Südwesten

Ergebniskenndaten mit Markierung

Erhebungszeitraum 07-2020	Richtung NO	Richtung SW	Querschnitt
DTV$_{w}$[1] / SV-Anteil	5.688 / 4,4 %	5.544 / 4,2 %	11.233 / 4,3 %
Radverkehrsmenge auf Fahrbahn[1]	20	17	38
RVmenge im Seitenraum[1] in Fahrtrichtung	-	38	38
RVmenge im Seitenraum[1] in Gegenrichtung	-	38	38
zulässige Geschwindigkeit	70 km/h	70 km/h	

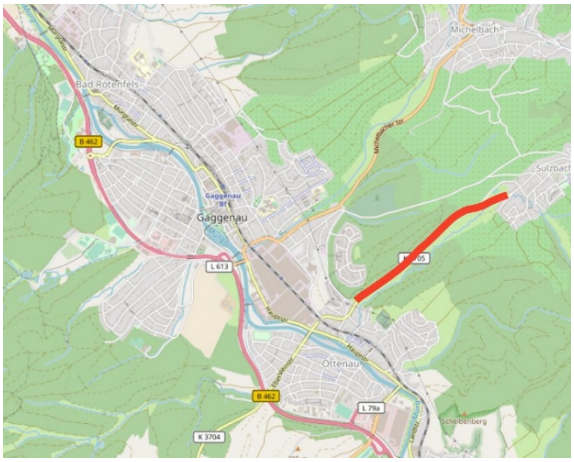
Hinweise/ Besonderheiten zur Strecke

[1] Durchschnittlicher täglicher Verkehr aus drei Messtagen (Di-Do)

3.3.1.12 Rastatt, Gaggenau, Sulzbacher/ Ottenauer Straße (K 3705) - Vorher

Örtlichkeit

Landkreis	Rastatt	Gemeinde	Gaggenau
Straße / Baulast	Sulzbacher / Ottenauer Str. / K 3705	Zuständig	Landkreis Rastatt
von	Gaggenau-Sulzbach / Herrenwiesenstr.	bis	Gaggenau
Abschnittslänge	1,740 km		



Lage im Netz *(Kartengrundlage: openstreetmap)*

Blickrichtung Nordosten

Allgemeine Kenndaten im Bestand

Fahrbahnbreite	6,40 m	Mittelmarkierung	vorhanden, Demarkierung
Längsneigung	ca. 1 % Richtung Süden	Seitenraum	einseitig, i.R. Nordosten

Erhebungszeitraum	10-2019	Richtung NO	Richtung SW	Querschnitt
DTV_W[1] / SV-Anteil		1.413 / 2,5 %	1.420 / 2,2 %	2.832 / 2,4 %
Radverkehrsmenge auf Fahrbahn[1]		4	23	27
RVmenge im Seitenraum[1] in Fahrtrichtung		26	-	26
RVmenge im Seitenraum[1] in Gegenrichtung		9	-	9
zulässige Geschwindigkeit		100 km/h	100 km/h	

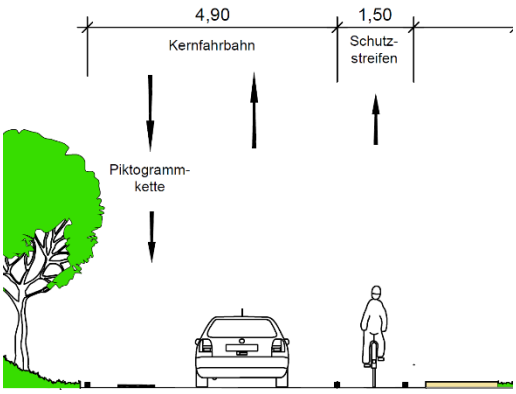
Hinweise/ Besonderheiten zur Strecke

[1] Durchschnittlicher täglicher Verkehr aus drei Messtagen (Di-Do)

Rastatt, Gaggenau, Sulzbacher/Ottenauer Straße (K 3705) – Nachher

Markierungsmaßnahme

	Richtung NO	Richtung SW	Kern-/ Restfahrbahn
Markierung	Schutzstreifen	-	
Breite Markierungsmaßnahme	ca. 1,50 m	-	ca. 4,90 m
Bemerkungen			



Querschnitt mit Markierung (Blickrichtung Nordosten)

Blickrichtung Nordosten

Ergebniskenndaten mit Markierung

Erhebungszeitraum 10-2020	Richtung NO	Richtung SW	Querschnitt
DTV$_W$[1] / SV-Anteil	1.396 / 2,3 %	1.412 / 2,2 %	2.808 / 2,3 %
Radverkehrsmenge auf Fahrbahn[1]	14	24	38
RVmenge im Seitenraum[1] in Fahrtrichtung	7	-	7
RVmenge im Seitenraum[1] in Gegenrichtung	2	-	2
zulässige Geschwindigkeit	70 km/h	70 km/h	

Hinweise/ Besonderheiten zur Strecke

[1] Durchschnittlicher täglicher Verkehr aus drei Messtagen (Di-Do)

3.3.1.13 Reutlingen, Dietweg – Vorher

Örtlichkeit

Landkreis	Reutlingen	Gemeinde	Reutlingen
Straße / Baulast	Dietweg / Gemeinde	zuständig	Stadt Reutlingen
von	K 6726	bis	L 378
Abschnittslänge	0,760 km		

Lage im Netz *(Kartengrundlage: openstreetmap)*

Blickrichtung Südwesten

Allgemeine Kenndaten im Bestand

Fahrbahnbreite	7,15 m	Mittelmarkierung	abschnittsweise, Demarkierung
Längsneigung	2 - 3 %	Seitenraum	einseitig, i.R. Südwesten

Erhebungszeitraum	10-2019	Richtung NO	Richtung SW	Querschnitt
DTV_W[1] / SV-Anteil		4.370 / 1,5 %	4.330 / 1,5 %	8.700 / 1,5 %
Radverkehrsmenge auf Fahrbahn[1]		28	47	75
RVmenge im Seitenraum[1] in Fahrtrichtung		-	74	74
RVmenge im Seitenraum[1] in Gegenrichtung		-	79	79
zulässige Geschwindigkeit		50 km/h	50 km/h	

Hinweise/ Besonderheiten zur Strecke

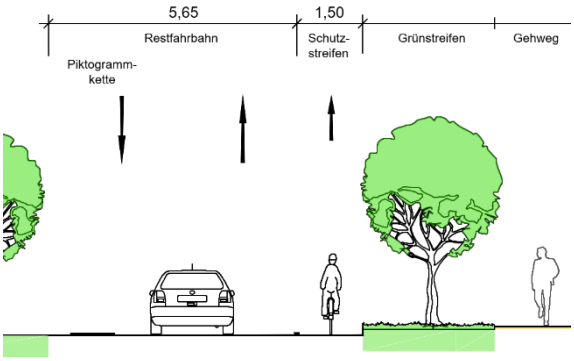
Innerorts-Charakter

[1] Durchschnittlicher täglicher Verkehr aus drei Messtagen (Di-Do)

Reutlingen, Dietweg – Nachher

Markierungsmaßnahme

	Richtung NO	Richtung SW	Kern-/ Restfahrbahn
Markierung	Schutzstreifen	-	
Breite Markierungsmaßnahme	1,50 m	-	5,65 m
Bemerkungen	Schutzstreifen alternierend		



Querschnitt mit Markierung (Blickrichtung Südwest)

Blickrichtung Südwesten

Ergebniskenndaten mit Markierung

Erhebungszeitraum 06-2020	Richtung NO	Richtung SW	Querschnitt
DTV$_W$[1] / SV-Anteil	4.120 / 1,9 %	4.100 / 1,6 %	8.220 / 1,8 %
Radverkehrsmenge auf Fahrbahn[1]	214	340	554
RVmenge im Seitenraum[1] in Fahrtrichtung	-	27	27
RVmenge im Seitenraum[1] in Gegenrichtung	-	59	59
zulässige Geschwindigkeit	50 km/h	50 km/h	

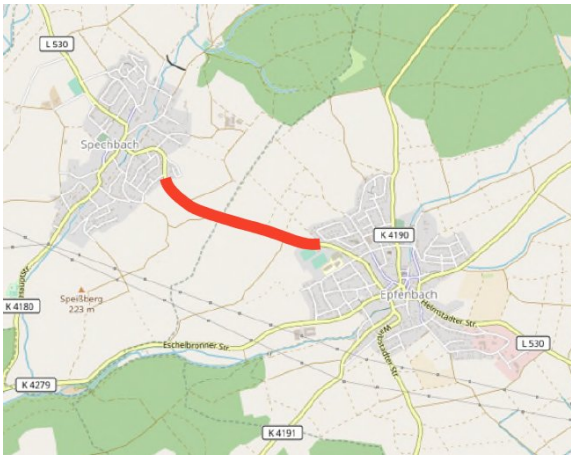
Hinweise/ Besonderheiten zur Strecke

[1] Durchschnittlicher täglicher Verkehr aus drei Messtagen (Di-Do)

3.3.1.14 Rhein-Neckar-Kreis - Epfenbach - Vorher

Örtlichkeit

Landkreis	Rhein-Neckar-Kreis	Gemeinde	Epfenbach
Straße / Baulast	Wolfstraße / Spechbacher Str. / L 530	Zuständig	Rhein-Neckar-Kreis
von	Spechbach	bis	Epfenbach
Abschnittslänge	1,260 km		



Lage im Netz *(Kartengrundlage: openstreetmap)*

Blickrichtung Osten

Allgemeine Kenndaten im Bestand

Fahrbahnbreite	ca. 5,50 m	Mittelmarkierung	vorhanden
Längsneigung	1-2 % Richtung Osten	Seitenraum	keiner

Erhebungszeitraum	05-2020	Richtung NW	Richtung SO	Querschnitt
DTV_W[1] / SV-Anteil		1.183 / 5,9 %	1.207 / 5,8 %	2.390 / 5,9 %
Radverkehrsmenge auf Fahrbahn[1]		17	14	31
RVmenge im Seitenraum[1] in Fahrtrichtung		-	-	-
RVmenge im Seitenraum[1] in Gegenrichtung		-	-	-
zulässige Geschwindigkeit		70 km/h	70 km/h	

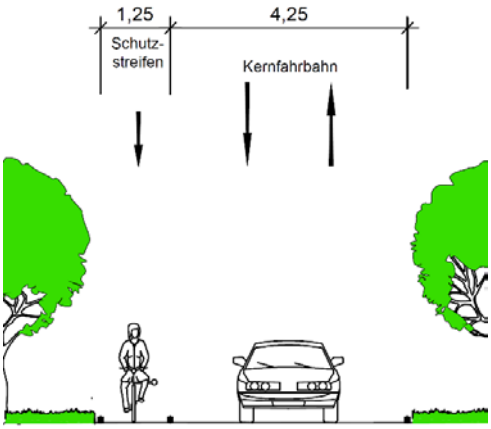
Hinweise/ Besonderheiten zur Strecke

[1] Durchschnittlicher täglicher Verkehr aus drei Messtagen (Di-Do)

Rhein-Neckar-Kreis - Epfenbach - Nachher

Markierungsmaßnahme

	Richtung NW	Richtung SO	Kern-/ Restfahrbahn
Markierung	Schutzstreifen /-	- / Schutzstreifen	
Breite Markierungsmaßnahme	1,25 m	1,25 m	4,25 m
Bemerkungen	Schutzstreifen wird alternierend aufgebracht		



Querschnitt mit Markierung (Blickrichtung Südosten)

Blickrichtung Nordwesten

Ergebniskenndaten mit Markierung

Erhebungszeitraum 06-2021	Richtung NW	Richtung SO	Querschnitt
DTV$_W$[1] / SV-Anteil	1.226 / 5,9 %	1.228 / 5,6 %	2.454 / 5,8 %
Radverkehrsmenge auf Fahrbahn[1]	4	6	10
RVmenge im Seitenraum[1] in Fahrtrichtung	-	-	-
RVmenge im Seitenraum[1] in Gegenrichtung	-	-	-
zulässige Geschwindigkeit	70 km/h	70 km/h	

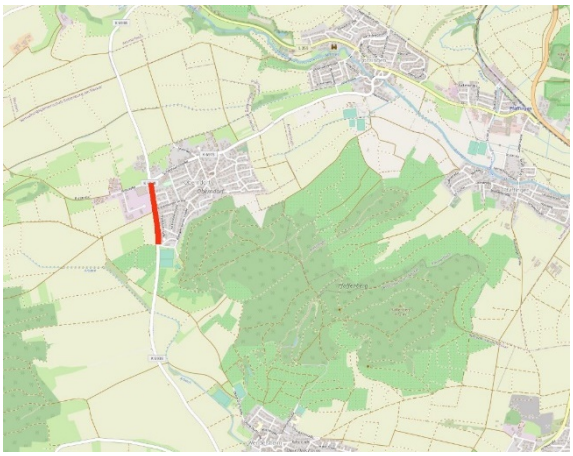
Hinweise/ Besonderheiten zur Strecke

[1] Durchschnittlicher täglicher Verkehr aus drei Messtagen (Di-Do)

3.3.1.15 Rottenburg a.N. (OT Oberndorf), K 6938 – Vorher

Örtlichkeit

Landkreis	Tübingen	Gemeinde	Rottenburg a.N. - Oberndorf
Straße / Baulast	K 6938 / Kreis	zuständig	Landkreis Tübingen
von	Wendelsheimer Str.	bis	Schönbuchstraße
Abschnittslänge	0,520 km		



Lage im Netz *(Kartengrundlage: openstreetmap)*

Blickrichtung Norden

Allgemeine Kenndaten im Bestand

Fahrbahnbreite	6,10 m	Mittelmarkierung	ja, Demarkierung
Längsneigung	> 2 %	Seitenraum	nicht vorhanden

Erhebungszeitraum	10-2019	Richtung N	Richtung S	Querschnitt
DTV_W[1] / SV-Anteil		2.960 / 3,5 %	3.040 / 3,4 %	6.000 / 3,5 %
Radverkehrsmenge auf Fahrbahn[1]		7	9	16
RVmenge im Seitenraum[1] in Fahrtrichtung		-	-	-
RVmenge im Seitenraum[1] in Gegenrichtung		-	-	-
zulässige Geschwindigkeit		70 km/h	100 km/h	

Hinweise/ Besonderheiten zur Strecke

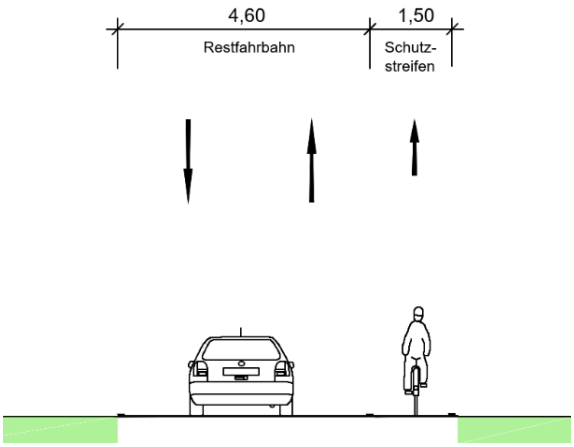
Bau eines Radweges östlich der K 6938 aus Naturschutzgründen nicht möglich. Westlich gelegener landwirtschaftlicher Weg ist in Fahrtrichtung Norden sehr steil ansteigend, die alternative Führung durch den Ort eher umwegig.

[1] Durchschnittlicher täglicher Verkehr aus drei Messtagen (Di-Do)

Rottenburg a.N. (OT Oberndorf), K 6938 – Nachher

Markierungsmaßnahme

	Richtung N	Richtung S	Kern-/ Restfahrbahn
Markierung	Schutzstreifen	-	
Breite Markierungsmaßnahme	1,50 m	-	4,60 m
Bemerkungen	Schutzstreifen in Gefällerichtung		



Querschnitt mit Markierung (Blickrichtung Norden)

Blickrichtung Norden

Ergebniskenndaten mit Markierung

Erhebungszeitraum ausstehend 2021	Richtung N	Richtung S	Querschnitt
DTV$_W$[1] / SV-Anteil	1.870 / 4 %	1.850 / 4 %	3.720 / 4 %
Radverkehrsmenge auf Fahrbahn[1]	18	11	29
RVmenge im Seitenraum[1] in Fahrtrichtung	-	-	-
RVmenge im Seitenraum[1] in Gegenrichtung	-	-	-
zulässige Geschwindigkeit	70 km/h	100 km/h	

Hinweise/ Besonderheiten zur Strecke

[1] Durchschnittlicher täglicher Verkehr aus drei Messtagen (Di-Do)

3.3.2 Beidseitige Markierung von Schutzstreifen

3.3.2.1 Moos / Bankholzen, L 193 – Vorher

Örtlichkeit

Landkreis	Konstanz	Gemeinden	Moos / Bankholzen
Straße / Baulast	Schienerbergstr. / Mooswaldstr. / L 193	Zuständig	LRA Konstanz
von	Moos	bis	Bankholzen
Abschnittslänge	1,165 km		

Lage im Netz *(Kartengrundlage: openstreetmap)*

Allgemeine Kenndaten im Bestand

Fahrbahnbreite	7,20 m	Mittelmarkierung	nicht vorhanden
Längsneigung	ca. 1 % Richtung Süden	Seitenraum	nicht vorhanden

Erhebungszeitraum	-	Richtung Norden	Richtung Süden	Querschnitt
DTV_W[1] / SV-Anteil		-	-	-
Radverkehrsmenge auf Fahrbahn[1]		-	-	-
RVmenge im Seitenraum[1] in Fahrtrichtung		-	-	-
RVmenge im Seitenraum[1] in Gegenrichtung		-	-	-
zulässige Geschwindigkeit		-	-	

Hinweise/ Besonderheiten zur Strecke

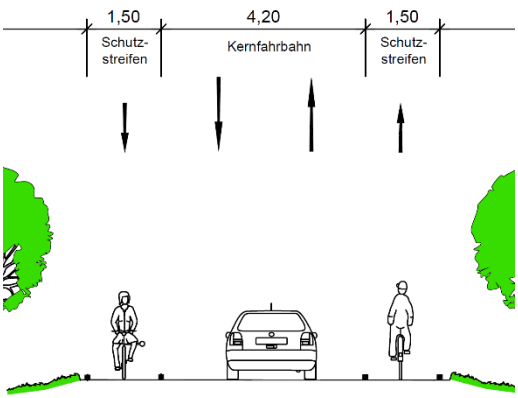
Es wurde keine Vorher-Untersuchung durchgeführt, da Schutzstreifen bereits vor Beginn des Modellvorhabens markiert war.

[1] Durchschnittlicher täglicher Verkehr aus drei Messtagen (Di-Do)

Moos / Bankholzen, L 193 - Nachher

Markierungsmaßnahme

	Richtung Norden	Richtung Süden	Kern-/ Restfahrbahn
Markierung	Schutzstreifen	Schutzstreifen	
Breite Markierungsmaßnahme	1,50 m	1,50 m	ca. 4,20 m
Bemerkungen			



Querschnitt mit Markierung (Blickrichtung Süden)

Blickrichtung Süden

Ergebniskenndaten mit Markierung

Erhebungszeitraum 07-2020	Richtung Norden	Richtung Süden	Querschnitt
DTV $_W$[1] / SV-Anteil	1.580 / 4,5 %	1.573 / 5,1 %	3.153 / 5,3 %
Radverkehrsmenge auf Fahrbahn[1]	119	102	221
RVmenge im Seitenraum[1] in Fahrtrichtung	-	-	-
RVmenge im Seitenraum[1] in Gegenrichtung	-	-	-
zulässige Geschwindigkeit	70 km/h	70 km/h	

Hinweise/ Besonderheiten zur Strecke

[1] Durchschnittlicher täglicher Verkehr aus drei Messtagen (Di-Do)

3.3.2.2 Baden-Baden Oos – Sandweier Nordabschnitt, K 9617 – Vorher

Örtlichkeit

Landkreis	Stadtkreis Baden-Baden	Gemeinde	Stadt Baden-Baden
Straße / Baulast	Sandweierer Str. / K 9617	Zuständig	Stadt Baden-Baden
von	Sandweier	bis	Anschlussstelle B 3
Abschnittslänge	0,350 km		

Lage im Netz *(Kartengrundlage: openstreetmap)*

Blickrichtung Norden

Allgemeine Kenndaten im Bestand

Fahrbahnbreite	8,60 m	Mittelmarkierung	vorhanden
Längsneigung	2 % Richtung Südosten	Seitenraum	keiner

Erhebungszeitraum	05-2020	Richtung Süden	Richtung Norden	Querschnitt
DTV_W[1] / SV-Anteil		3.596 / 2,9 %	3.646 / 3,0 %	7.242 / 2,9 %
Radverkehrsmenge auf Fahrbahn[1]		35	30	65
RVmenge im Seitenraum[1] in Fahrtrichtung		-	-	-
RVmenge im Seitenraum[1] in Gegenrichtung		-	-	-
zulässige Geschwindigkeit		70 km/h	70 km/h	

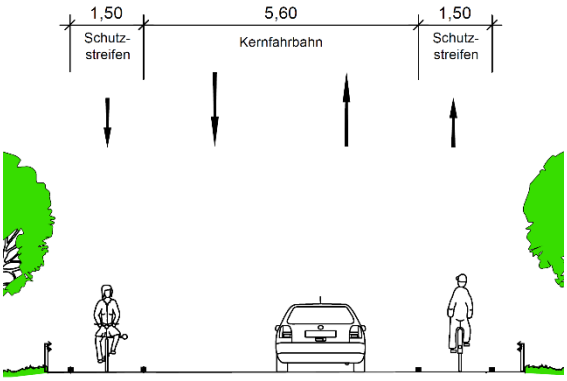
Hinweise/ Besonderheiten zur Strecke

[1] Durchschnittlicher täglicher Verkehr aus drei Messtagen (Di-Do)

Baden-Baden Oos - Sandweier Nordabschnitt, K 9617- Nachher

Markierungsmaßnahme

	Richtung Süden	Richtung Norden	Kernfahrbahn
Markierung	Schutzstreifen	Schutzstreifen	
Breite Markierungsmaßnahme	1,50 m	1,50 m	5,60 m
Bemerkungen			



Querschnitt mit Markierung (Blickrichtung Süden)

Blickrichtung Süden

Ergebniskenndaten mit Markierung

Erhebungszeitraum 06-2021	Richtung Süden	Richtung Norden	Querschnitt
DTV$_W$[1] / SV-Anteil	3.652 / 2,5 %	3.760 / 2,3 %	7.412 / 2,4 %
Radverkehrsmenge auf Fahrbahn[1]	43	36	79
RVmenge im Seitenraum[1] in Fahrtrichtung	-	-	-
RVmenge im Seitenraum[1] in Gegenrichtung	-	-	-
zulässige Geschwindigkeit	70 km/h	70 km/h	

Hinweise/ Besonderheiten zur Strecke

[1] Durchschnittlicher täglicher Verkehr aus drei Messtagen (Di-Do)

3.3.2.3 Baden-Baden Oos – Sandweier Südabschnitt, L 67 – Vorher

Örtlichkeit

Landkreis	Stadtkreis Baden-Baden	Gemeinde	Stadt Baden-Baden
Straße / Baulast	Sandweierer Str. / L 67	Zuständig	Stadt Baden-Baden
von	Anschlussstelle B 3	bis	Ortseingang Baden-Oos
Abschnittslänge	0,8 km		

Lage im Netz *(Kartengrundlage: openstreetmap)*

Blickrichtung Süden

Allgemeine Kenndaten im Bestand

Fahrbahnbreite	8,00 m	Mittelmarkierung	vorhanden
Längsneigung	2 % Richtung Südosten	Seitenraum	keiner

Erhebungszeitraum	05-2020	Richtung Süden	Richtung Norden	Querschnitt
DTV_W[1] / SV-Anteil		5.344 / 3,9 %	5.279 / 3,7 %	10.723 / 3,8 %
Radverkehrsmenge auf Fahrbahn[1]		39	45	84
RVmenge im Seitenraum[1] in Fahrtrichtung		-	-	-
RVmenge im Seitenraum[1] in Gegenrichtung		-	-	-
zulässige Geschwindigkeit		70 km/h	70 km/h	

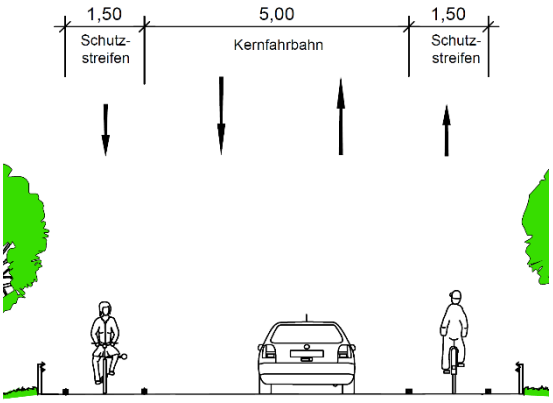
Hinweise/ Besonderheiten zur Strecke

[1] Durchschnittlicher täglicher Verkehr aus drei Messtagen (Di-Do)

Baden-Baden Oos – Sandweier Südabschnitt, L 67 – Nachher

Markierungsmaßnahme

	Richtung Süden	Richtung Norden	Kernfahrbahn
Markierung	Schutzstreifen	Schutzstreifen	
Breite Markierungsmaßnahme	1,50 m	1,50 m	5,00 m
Bemerkungen			



Querschnitt mit Markierung (Blickrichtung Norden)

Blickrichtung Norden

Ergebniskenndaten mit Markierung

Erhebungszeitraum 06-2021	Richtung Süden	Richtung Norden	Querschnitt
DTV $_{W}$[1] / SV-Anteil	5.509 / 4,0 %	5.523 / 4,0 %	11.032 / 4,0 %
Radverkehrsmenge auf Fahrbahn[1]	46	38	84
RVmenge im Seitenraum[1] in Fahrtrichtung	-	-	-
RVmenge im Seitenraum[1] in Gegenrichtung	-	-	-
zulässige Geschwindigkeit	70 km/h	70 km/h	

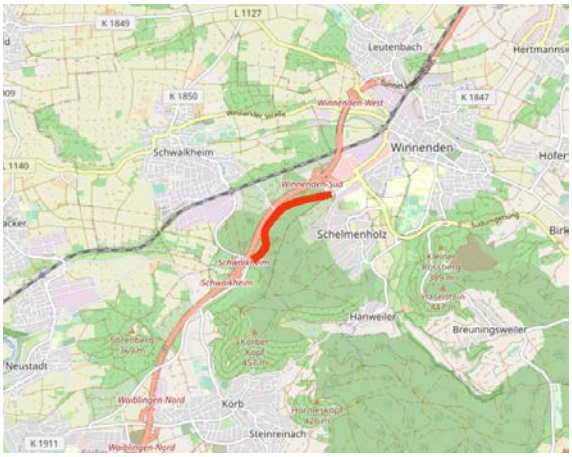
Hinweise/ Besonderheiten zur Strecke

[1] Durchschnittlicher täglicher Verkehr aus drei Messtagen (Di-Do)

3.3.2.4 Winnenden/ Schwaikheim, K 1911 – Vorher

Örtlichkeit

Landkreis	Rems-Murr-Kreis	Gemeinde	Winnenden/ Schwaikheim
Straße / Baulast	K 1911 / Kreis	zuständig	Rems-Murr-Kreis
von	Winnenden	bis	Kreisverkehr K 1850 / K 1911
Abschnittslänge	1,490 km		



Lage im Netz *(Kartengrundlage: openstreetmap)*

Allgemeine Kenndaten im Bestand

Fahrbahnbreite	8,10 m	Mittelmarkierung	ja
Längsneigung	< 3 %	Seitenraum	nicht vorhanden

Erhebungszeitraum	-	Richtung N	Richtung S	Querschnitt
DTV_W[1] / SV-Anteil		-	-	-
Radverkehrsmenge auf Fahrbahn[1]		-	-	-
RVmenge im Seitenraum[1] in Fahrtrichtung		-	-	-
RVmenge im Seitenraum[1] in Gegenrichtung		-	-	-
zulässige Geschwindigkeit		-	-	

Hinweise/ Besonderheiten zur Strecke

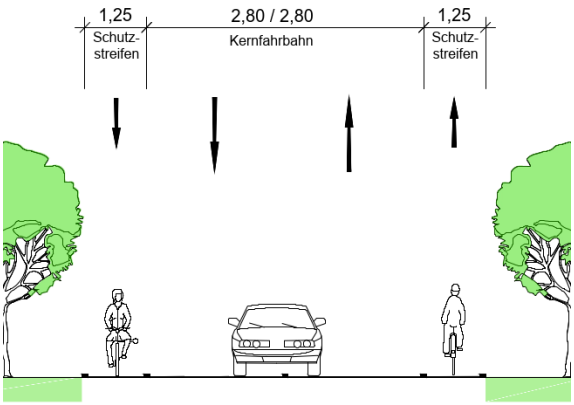
Schutzstreifen ist bereits vor Beginn des Modellvorhabens markiert.

[1] Durchschnittlicher täglicher Verkehr aus drei Messtagen (Di-Do)

Winnenden/ Schwaikheim, K 1911 - Nachher

Markierungsmaßnahme

	Richtung N	Richtung S	Kern-/ Restfahrbahn
Markierung	Schutzstreifen	Schutzstreifen	
Breite Markierungsmaßnahme	1,25 m	1,25 m	2,80 m / 2,80 m
Bemerkungen	Mittelmarkierung		



Querschnitt mit Markierung (Blickrichtung Südwest)

Blickrichtung Südwesten

Ergebniskenndaten mit Markierung

Erhebungszeitraum 06-2020	Richtung N	Richtung S	Querschnitt
DTV$_w$[1] / SV-Anteil	3.540 / 2,6 %	2.930 / 2,4 %	6.470 / 2,5 %
Radverkehrsmenge auf Fahrbahn[1]	105	116	221
RVmenge im Seitenraum[1] in Fahrtrichtung	-	-	-
RVmenge im Seitenraum[1] in Gegenrichtung	-	-	-
zulässige Geschwindigkeit	70 km/h	70 km/h	

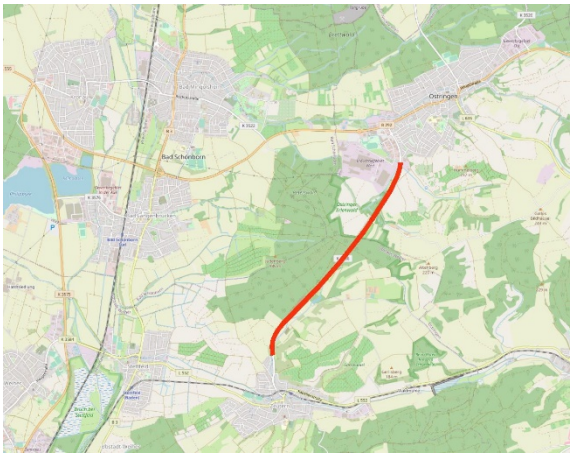
Hinweise/ Besonderheiten zur Strecke

[1] Durchschnittlicher täglicher Verkehr aus drei Messtagen (Di-Do)

3.3.2.5 Zeutern/ Östringen, K 3586 – Vorher

Örtlichkeit

Landkreis	Karlsruhe	Gemeinde	Ubstadt-Weiher / Östringen
Straße / Baulast	K 3586 / Kreis	zuständig	Landkreis Karlsruhe
von	Zeutern	bis	Östringen
Abschnittslänge	3,62 km		



Lage im Netz *(Kartengrundlage: openstreetmap)*

Blickrichtung Norden

Allgemeine Kenndaten im Bestand

Fahrbahnbreite	7,55 m	Mittelmarkierung	ja, Demarkierung
Längsneigung	< 1 %	Seitenraum	nicht vorhanden

Erhebungszeitraum	10-2019	Richtung N	Richtung S	Querschnitt
DTV_W[1] / SV-Anteil		1.580 / 4,8 %	1.510 / 5,2 %	3.090 / 5,0 %
Radverkehrsmenge auf Fahrbahn[1]		3	1	4
RVmenge im Seitenraum[1] in Fahrtrichtung		-	-	-
RVmenge im Seitenraum[1] in Gegenrichtung		-	-	-
zulässige Geschwindigkeit		100 km/h	100 km/h	

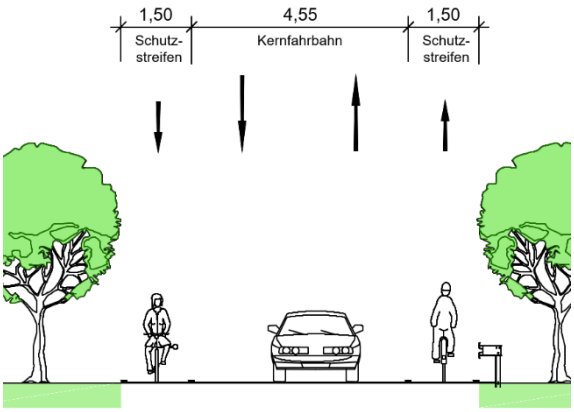
Hinweise/ Besonderheiten zur Strecke

[1] Durchschnittlicher täglicher Verkehr aus drei Messtagen (Di-Do)

Zeutern/ Östringen, K 3586 - Nachher

Markierungsmaßnahme

	Richtung N	Richtung S	Kern-/ Restfahrbahn
Markierung	Schutzstreifen	Schutzstreifen	
Breite Markierungsmaßnahme	1,50 m	1,50 m	4,55 m
Bemerkungen			



Querschnitt mit Markierung (Blickrichtung Norden)

Blickrichtung Norden

Ergebniskenndaten mit Markierung

Erhebungszeitraum 06-2020	Richtung N	Richtung S	Querschnitt
DTV $_W$[1] / SV-Anteil	1.250 / 3,8 %	1.260 / 4,2 %	2.510 / 4,0 %
Radverkehrsmenge auf Fahrbahn[1]	27	34	61
RVmenge im Seitenraum[1] in Fahrtrichtung	-	-	-
RVmenge im Seitenraum[1] in Gegenrichtung	-	-	-
zulässige Geschwindigkeit	100 km/h	100 km/h	

Hinweise/ Besonderheiten zur Strecke

[1] Durchschnittlicher täglicher Verkehr aus drei Messtagen (Di-Do)

3.3.3 Markierung beidseitiger Piktogrammketten

3.3.3.1 Tullau, K 2597 (Ost) – Vorher

Örtlichkeit

Landkreis	Schwäbisch Hall	Gemeinde	Schwäbisch Hall/ Rosengarten
Straße / Baulast	K 2597 / Kreis + Stadt	zuständig	Kreis Schwäbisch Hall
von	Tullau	bis	Steinbacher Straße
Abschnittslänge	1,457 km		

Lage im Netz *(Kartengrundlage: openstreetmap)*

Blickrichtung Nordosten

Allgemeine Kenndaten im Bestand

Fahrbahnbreite	5,45 m	Mittelmarkierung	nicht vorhanden
Längsneigung	1,5 %	Seitenraum	nicht vorhanden

Erhebungszeitraum	04-2020	Richtung SW	Richtung NO	Querschnitt
DTV_W[1] / SV-Anteil		1.070 / 2,3 %	1.270 / 1,8 %	2.340 / 2,0 %
Radverkehrsmenge auf Fahrbahn[1]		19	24	43
RVmenge im Seitenraum[1] in Fahrtrichtung		-	-	-
RVmenge im Seitenraum[1] in Gegenrichtung		-	-	-
zulässige Geschwindigkeit		70 km/h	70 km/h	

Hinweise/ Besonderheiten zur Strecke

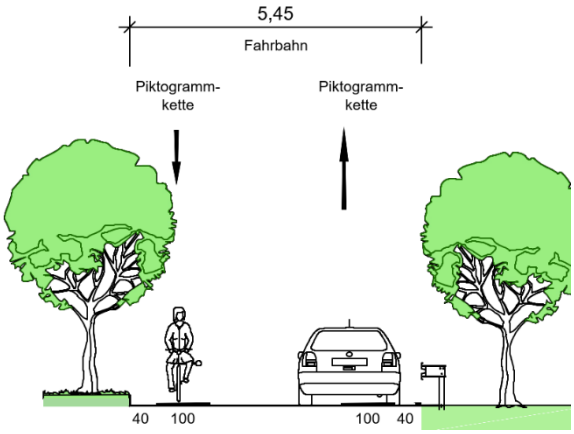
Teil des Kocher-Jagst-Radweges

[1] Durchschnittlicher täglicher Verkehr aus drei Messtagen (Di-Do)

Tullau, K 2597 (Ost) - Nachher

Markierungsmaßnahme

	Richtung SW	Richtung NO	Kern-/ Restfahrbahn
Markierung	Piktogrammkette	Piktogrammkette	
Breite Markierungsmaßnahme			
Bemerkungen	Piktogramme jeweils im Abstand von 50 m		



Querschnitt mit Markierung (Blickrichtung Nordosten)

Blickrichtung Nordosten

Ergebniskenndaten mit Markierung

Erhebungszeitraum 07-2020	Richtung N	Richtung S	Querschnitt
DTV $_W$[1] / SV-Anteil	1.220 / 1,5 %	1.470 / 1,5 %	2.690 / 1,5 %
Radverkehrsmenge auf Fahrbahn[1]	86	126	212
RVmenge im Seitenraum[1] in Fahrtrichtung	-	-	-
RVmenge im Seitenraum[1] in Gegenrichtung	-	-	-
zulässige Geschwindigkeit	70 km/h	70 km/h	

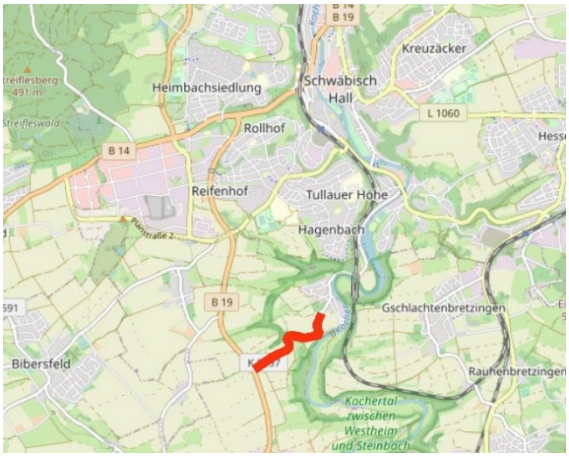
Hinweise/ Besonderheiten zur Strecke

[1] Durchschnittlicher täglicher Verkehr aus drei Messtagen (Di-Do)

3.3.3.2 Tullau, K 2597 (West) – Vorher

Örtlichkeit

Landkreis	Schwäbisch Hall	Gemeinde	Schwäbisch Hall/ Rosengarten
Straße / Baulast	K 2597 / Kreis	zuständig	Kreis Schwäbisch Hall
von	B 19	bis	Tullau
Abschnittslänge	1,168 km		



Lage im Netz *(Kartengrundlage: openstreetmap)*

Blickrichtung Westen

Allgemeine Kenndaten im Bestand

Fahrbahnbreite	5,95 m	Mittelmarkierung	ja, Demarkierung
Längsneigung	1,5 % bis ca. 10 %	Seitenraum	nicht vorhanden

Erhebungszeitraum	04-2020	Richtung O	Richtung W	Querschnitt
DTV_W[1] / SV-Anteil		1.270 / 1,8 %	1.070 / 2,0 %	2.340 / 1,9 %
Radverkehrsmenge auf Fahrbahn[1]		2	1	3
RVmenge im Seitenraum[1] in Fahrtrichtung		-	-	-
RVmenge im Seitenraum[1] in Gegenrichtung		-	-	-
zulässige Geschwindigkeit		100 km/h	100 km/h	

Hinweise/ Besonderheiten zur Strecke

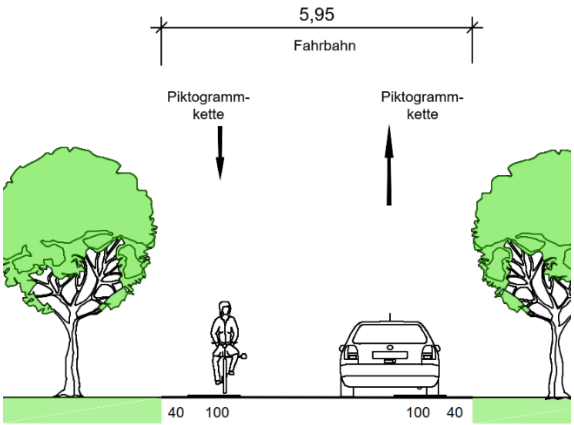
Gefälleabschnitt im mittleren Abschnitt der Strecke

[1] Durchschnittlicher täglicher Verkehr aus drei Messtagen (Di-Do)

Tullau, K 2597 (West) - Nachher

Markierungsmaßnahme

	Richtung O	Richtung W	Kern-/ Restfahrbahn
Markierung	Piktogrammkette	Piktogrammkette	
Breite Markierungsmaßnahme			
Bemerkungen	Piktogramme jeweils im Abstand von ca. 50 m		



Querschnitt mit Markierung (Blickrichtung Osten)

Blickrichtung Osten

Ergebniskenndaten mit Markierung

Erhebungszeitraum 07-2020	Richtung O	Richtung W	Querschnitt
DTV$_W$[1] / SV-Anteil	1.510 / 2,0 %	1.260 / 2,2 %	2.770 / 2,1 %
Radverkehrsmenge auf Fahrbahn[1]	12	11	23
RVmenge im Seitenraum[1] in Fahrtrichtung	-	-	-
RVmenge im Seitenraum[1] in Gegenrichtung	-	-	-
zulässige Geschwindigkeit	100 km/h	100 km/h	

Hinweise/ Besonderheiten zur Strecke

-

[1] Durchschnittlicher täglicher Verkehr aus drei Messtagen (Di-Do)

4 UNTERSUCHUNGSMETHODIK

4.1 Datenerhebung zur Videoerfassung

Um einen Effekt der Maßnahmen besser beurteilen zu können, wurden an allen betroffenen Querschnitten Vorher- und Nachher-Erhebungen durchgeführt.
Erhoben wurden drei aufeinander folgende Werktage (72 Stunden), in der Regel Dienstag bis Donnerstag. Gelegentlich gab es Abweichungen aufgrund von Baumaßnahmen, dann wurde ausnahmsweise der anliegende Montag oder Freitag mit einbezogen.

Die Verkehrserhebung erfolgte mit Scout-Videoerfassungsgeräten der Firma Miovision (nebenstehend abgebildet). Mit einer speziellen Weitwinkelkamera wurden in ca. sechs Metern Höhe Videoaufnahmen, unter Berücksichtigung der geltenden Datenschutzbestimmungen in der bestmöglichen Bildqualität, angefertigt. So standen über den gesamten Erfassungszeitraum Videos der Untersuchungsstelle zur weiteren Auswertung zur Verfügung (Videoausschnitt: Abbildung 4-2).

Anhand des Videomaterials erfolgte die Ermittlung der Verkehrsstärken des Kfz- und Radverkehrs auf der Fahrbahn durch die Firma Miovision. Für die Zählungen im Seitenraum, sofern dieser vorhanden war, die Verhaltensbeobachtung des Kfz- und Radverkehrs und das Linienfahrverhalten wurden die Videos von den beteiligten Büros auf Grundlage der vorliegenden Videoaufnahmen direkt ausgewertet.

Der zeitliche Abstand zwischen Vorher- und Nachher-Erhebung war unterschiedlich groß. Es wurde aber darauf geachtet, dass die Nachher-Erhebung frühestens sechs Wochen nach Abschluss der Markierungsarbeiten erfolgte, um den Verkehrsteilnehmerinnen und Verkehrsteilnehmern ausreichend Zeit zur Gewöhnung zu lassen.

Abbildung 4-1: Montage der Videokameras an den Untersuchungsstrecken

An Referenz-Querschnitten, die bereits vor Untersuchungsbeginn über markierte Schutzstreifen verfügten und nicht geändert oder ergänzt werden sollten, erfolgte die Untersuchung im Design der Nachher-Erhebung.

4.1.1 Vorher-Erhebungen

Die Vorher-Erhebungen erfolgten vor der Markierung der Schutzstreifen zwischen Mitte September und Ende Oktober 2019. Einige nachgemeldete Untersuchungsquerschnitte wurden im Frühjahr 2020 untersucht. Durch Einschränkungen und Unregelmäßigkeiten im Verkehrsgeschehen durch den Beginn der Corona-Pandemie spielt der jeweilige Erhebungszeitraum möglicherweise eine Rolle, was in dieser Untersuchung bei der Darstellung und Bewertung der Ergebnisse entsprechende Berücksichtigung findet.
Die Vorher-Untersuchungen stellen die Datenbasis für die Wirkungskontrolle dar. Für eine uneingeschränkte Vergleichbarkeit wurde darauf geachtet, dass – soweit möglich – im Erhebungszeitraum keine Umleitungen, Baustellen oder ähnliche Abweichungen vorlagen.

4.1.2 Nachher-Erhebungen

Die Nachher-Untersuchungen griffen die Inhalte der Vorher-Untersuchungen auf und hielten die Beobachtungsbedingungen möglichst konstant. Sie wurden am gleichen Standort durchgeführt, sodass der Beobachtungsauschnitt der gleiche wie in der Vorheruntersuchung war. Es wurden auch die gleichen Zeiträume erfasst, also 72 Stunden an den Werktagen Dienstag, Mittwoch und Donnerstag. Zwei Merkmale, die Jahreszeiten und das Wetter, konnten nicht konstant gehalten werden. Hier wurden Korrekturfaktoren angewendet, die in Abschnitt 4.2 beschrieben sind.

Die Nachher-Erhebungen erfolgten in mehreren Blöcken, die sich durch die Umsetzungsfortschritte der Markierungsarbeiten ergaben. Zwischen Abschluss der Schutzstreifen-Markierungsarbeiten und der Datenerhebung wurde eine Eingewöhnungsphase von mindestens sechs Wochen eingehalten.

- Da viele Beispielprojekte bis zum April/ Mai 2020 umgesetzt waren, erfolgte ein erster Nachher-Erhebungsblock zwischen Anfang Juni bis Mitte Juli 2020.
- Für Projekte, die im Laufe des Sommers 2020 markiert wurden, darunter auch einige nachgemeldete Projekte, erfolgte die Nacherhebung in einem zweiten Block von Mitte September bis Ende Oktober 2020.
- Für einige Projekte, die erst kurz vor den Herbstferien 2020 umgesetzt wurden bzw. Ende 2020 noch nicht umgesetzt waren, erfolgte ein dritter Nacherhebungs-Block im Frühjahr / Sommer 2021 zwischen Mai und Ende Juni.

Vorher- und Nachher-Untersuchungen, die im gleichen Design am selben Standort durchgeführt werden, ermöglichen die Wirkungskontrolle.

4.1.3 Ermittlung der Verkehrsmengen

Die Auswertung des Videomaterials zur Ermittlung der Verkehrsmengen („Zählung“) erfolgte auf der Basis der Video-Erhebungen durch die Firma Miovision, die mit einer speziellen Software die Fahrzeuge richtungsbezogen und nach Fahrzeugklassen getrennt auswertet. Dabei wird eine Verlässlichkeit der erhobenen Daten von mindestens 85 % garantiert, die mit der Qualität händischer Erhebungen durch Zählpersonal vergleichbar ist. Die Verkehrsklassen Pkw, Lieferwagen, Lkw, Bus, Lastzug und Radverkehr wurden auf der Fahrbahn getrennt erfasst. Für die grafische Darstellung erfolgte aus Gründen der Übersichtlichkeit nachträglich eine Zusammenfassung zu „Leichtverkehr“ (Pkw, Lieferwagen und Krad), „Schwerverkehr“ (Lkw, Lastzug und Bus) und „Radverkehr“.

Abbildung 4-2: Videomaterial als Auswertungsgrundlage

Die ergänzenden Erhebungen im Seitenraum wurden anhand des Videomaterials ebenfalls richtungsbezogen vom Zählpersonal durchgeführt. Sie diente der Ausdifferenzierung des Radverkehrs nach Nutzung des Seitenraumes oder der Fahrbahn. Es wurde nur der Radverkehr erfasst.

Die Darstellung der Zählergebnisse erfolgte in 15-Minuten-Intervallen. Auf diese Weise entstand ein aussagekräftiger Tagesgang für den Gesamtverkehr und für einzelne Verkehrsarten. So ließen sich auch Vergleiche zwischen den unterschiedlichen Tagesgängen durchführen.

4.2 Korrekturfaktoren

Zusätzlich zu den Witterungsverhältnissen, die z.T. einen erheblichen Einfluss auf die Radverkehrsmengen hatten, kamen in dieser Untersuchung auch Einschränkungen durch die Corona-Pandemie hinzu, die etwa ab März 2020 wirksam wurden. Um die Auswirkungen von Schutzstreifen auf den Radverkehr besser von den übrigen Einflüssen abgrenzen zu können, wurden die gemessenen Radverkehrsmengen mit den verfügbaren Daten von Dauerzählstellen für den Radverkehr und den Wetterdaten abgeglichen.

4.2.1 Wetterdaten

In einem ersten Schritt wurden für jeden Messquerschnitt die relevanten Wetterdaten für alle Messtage der Vorher- und Nachher-Erhebung ermittelt. Dazu gehörten die Minimal- und Maximaltemperatur in °C, die Niederschlagsmenge in mm und die Sonnenscheindauer in Stunden. Diese Daten wurden für jeden Messtag separat erhoben und für die Vorher- und Nachher-Untersuchung getrennt grafisch bearbeitet und gegenübergestellt. Die Wetterverhältnisse wurden anschließend bei der Bewertung der Modellstrecken berücksichtigt (vgl. Kapitel 7.1.1). Wenn für einen Messort keine Wetterdaten verfügbar waren, wurden möglichst vergleichbare Zählstellen in der Nähe und mit vergleichbarer Höhenlage ausgewertet.

4.2.2 Abgleich mit Dauerzählstellen

Um die Auswirkungen der Corona-Pandemie bzw. der damit verbundenen Einschränkungen nach Möglichkeit zu eliminieren, wurden die erhobenen Zähldaten mit Daten aus Dauerzählstellen verglichen. An folgenden Standorten standen Daten zur Verfügung:

- Böblingen
- Karlsruhe
- Freiburg
- Heidelberg
- Heilbronn
- Konstanz
- Stuttgart

Die tagesgenauen Verkehrsmengen der Radverkehrs-Dauerzählstellen wurden für die Vorher- und Nachher-Erhebung den erhobenen Daten der Messorte gegenübergestellt. So konnte der tatsächlich auf die Schutzstreifenmarkierung entfallende Effekt besser abgeschätzt werden.
Im Mittel wurde an den gelisteten Dauerzählstellen eine Erhöhung der Radverkehrsmengen um den Faktor von ca. 1,3 festgestellt. Diese Erhöhung ist eher jahreszeitlich bzw. pandemiebedingt und kann nicht den Schutzstreifen zugeschrieben werden.

4.3 Auswertung der Videobeobachtung

4.3.1 Linienfahrverhalten Kfz

Die Untersuchung des Linienfahrverhaltens erfolgte anhand des Videomaterials der Nachher-Untersuchung. Dabei wurde auf der Seite der neu markierten Schutzstreifen ermittelt, wie viele Kfz sich im unbeeinflussten Zustand im Längsverkehr bzw. bei entgegenkommenden Kfz am Schutzstreifen orientieren. Folgende Zustände wurden richtungsbezogen ausgewertet und grafisch dargestellt:

- Kfz fährt deutlich außerhalb des Schutzstreifens
- Kfz fährt auf der Schutzstreifenmarkierung bzw. im Bereich der Markierung
- Kfz überfährt deutlich die Schutzstreifenmarkierung, befährt den Schutzstreifen

	Mit Gegenverkehr	Ohne Gegenverkehr
Schutzstreifen wird (über längere Strecke) überfahren		
Es wird auf der Schutzstreifenmarkierung gefahren		
Schutzstreifen wird nicht überfahren		

Abbildung 4-3: Bewertungsbeispiele Linienfahrverhalten Kfz

Die Beobachtung begann mit dem ersten Untersuchungstag (Dienstag) um 7:00 Uhr und wurde fortgeführt, bis in jeder der untersuchten Fahrtrichtungen (mit Schutzstreifenmarkierung) jeweils mindestens 200 Fahrzeuge ausgewertet werden konnten. Bei stark richtungsbezogenen Verkehrsströmen erfolgte ein Teil der Untersuchung am Nachmittag. Es wurden alle aufeinander folgenden Fahrten ohne Radverkehrsbeteiligung ausgewertet.

4.3.2 Verhaltensbeobachtung Radverkehr und Rad-Kfz-Interaktionen

Das Videomaterial wurde ebenfalls für die Dokumentation von Verhaltensbeobachtungen mit Beteiligung des Radverkehrs verwendet. Zur Erleichterung der Auswertungsarbeiten wurden vorab alle Videosegmente, die Radverkehrsbewegungen enthielten, zu einem Gesamtvideo zusammengeschnitten. Besonders an Querschnitten mit geringen Radverkehrszahlen wurde so das Auffinden von Untersuchungsfällen mit Radverkehrsbeteiligung deutlich erleichtert.
Da das Radverkehrsaufkommen an den verschiedenen Querschnitten sehr unterschiedlich ausfiel, wurden die Anzahl der auszuwertenden Beobachtungen bei sehr großen Radverkehrsmengen begrenzt.
In der Regel wurden alle drei erhobenen Tage ausgewertet. Bei Querschnitten, die am ersten oder zweiten Tag bereits mehr als 150 Radfahrende pro Tag mit mehr als 20 Überholvorgängen pro Fahrtrichtung aufwiesen, wurde auf die Auswertung des zweiten und/oder dritten Tages verzichtet, da bei erheblichem Mehraufwand keine größere Genauigkeit der Ergebnisse zu erwarten war. Ausgewertet wurde aber mindestens ein ganzer Tag, um alle Verkehrssituationen zu erfassen. Zur besseren Vergleichbarkeit wurde die Zeitspanne für die Nachher-Untersuchung der Vorher-Untersuchung (1 bis 3 Tage) angepasst, auch wenn bereits zu einem früheren Zeitpunkt die vergleichbare Anzahl an Untersuchungsfällen erreicht wurde.

Die **Interaktionsanalyse** wurde auf der Grundlage der folgenden drei Bewertungsgruppen unterschiedlicher Merkmale durchgeführt:

1. Verkehrsteilnehmerbeschreibende Merkmale
   (Fahrtrichtung, Beteiligte im Untersuchungsfall)
2. Konstellationsbeschreibende Merkmale
   (Untersuchungsfall mit Beteiligung Radfahrender, Konstellation Überholvorgang, Verkehrliche Situation)
3. Verhaltensbeschreibende Merkmale Radfahrender und Kfz
   (Fahrlinie, Orientierung, Verhalten während des Überholvorganges von Radfahrenden sowie die Nutzung des Seitenraumes in Gegenrichtung, Überholabstand zum Radfahrenden und das Verhalten des Kfz beim Überholvorgang).

Bei den **Untersuchungsfällen** mit Beteiligung Radfahrender und der **verkehrlichen Situation** wurden interaktionsfreie Bewegungen (Alleinfahrten oder Begegnungen), konfliktfreie Interaktionen (Überholen, angepasstes Hintereinanderfahren), Konflikte und Unfälle unterschieden.

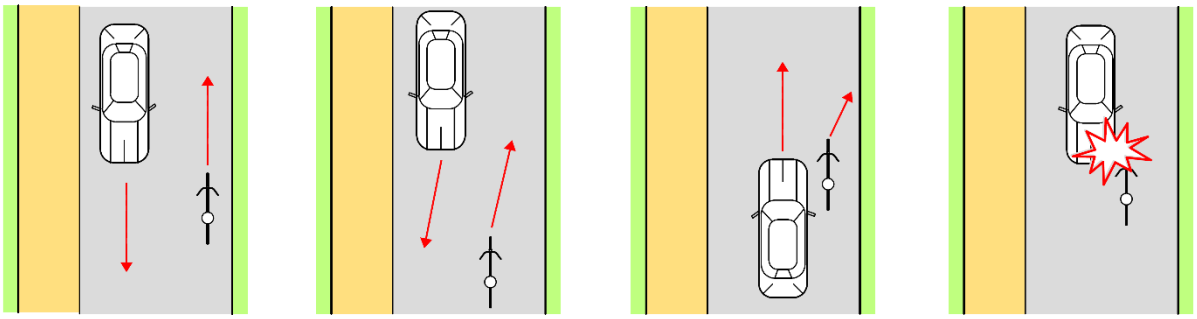


Abbildung 4-4: Verkehrliche Situationen

Die Konflikte und Interaktionen wurden hinsichtlich ihrer Konstellation beschrieben und quantitativ ausgewertet.

Überholkonstellationen wurden unterschieden nach:

- Überholen eines Radfahrenden mit Gegenverkehr Rad auf gleicher Höhe
- Überholen mit Gegenverkehr, der nicht abgewartet wird
- Überholen mit Gegenverkehr, der abgewartet wird
- Überholen ohne Gegenverkehr

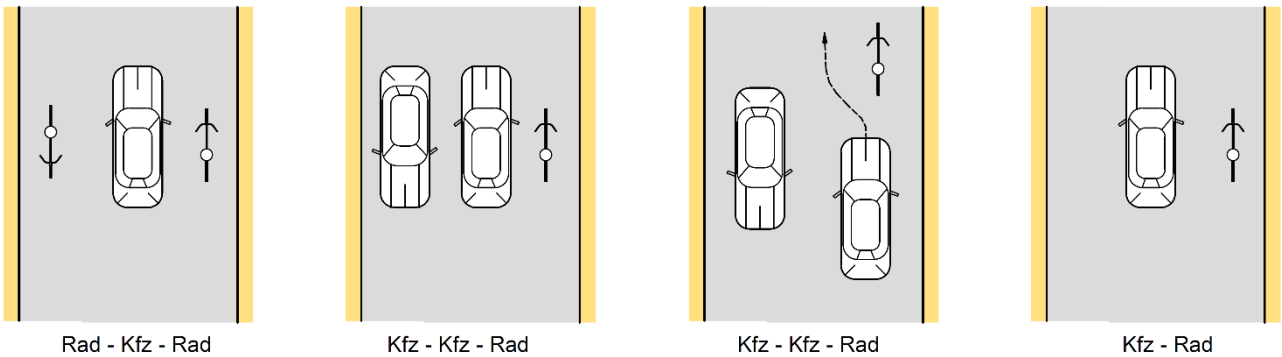


Abbildung 4-5: Überholkonstellationen

Eine typische Konstellation war das Überholen eines Radfahrenden durch einen Pkw bei gleichzeitigem Gegenverkehr (Kfz), der nicht abgewartet wurde und dem daraus resultierenden zu geringen Überholabstand. Die Interaktions- und Konfliktdichte wurde mit dem Verkehrsaufkommen in Beziehung gesetzt. Dadurch sollten Hinweise auf Einsatzgrenzen bestimmter Maßnahmentypen gewonnen werden. Die Interaktionsanalyse der Vorher-Untersuchung diente als Vergleichsfall für die Nachher-Untersuchung.

Die **Auswertung** der Interaktionen und Konflikte erfolgte auf der Basis der Minutenintervalle, in denen ein Radfahrender erfasst wurde. Bei Alleinfahrten und Begegnungen ohne Interaktion wurde dies nur quantitativ erfasst. Lediglich die **Fahrlinie und die Orientierung der Radfahrenden** auf der Fahrbahn wurden bestimmten Merkmalen zugeordnet. Interaktionen und Konflikte wurden anhand von definierten Kriterien unterschieden. Da es sich überwiegend um Interaktionen beim Überholvorgang handelte, wurden diese einzeln betrachtet und dem jeweiligen Typ zugeordnet.

Die **Überholabstände** wurden in folgende Überholtypen unterschieden:

- Fall 1: Überholen bei vollständigem Fahrstreifenwechsel und mit mehr als ausreichendem Sicherheitsabstand zum Radfahrenden
- Fall 2: Überholen bei teilweisem Fahrstreifenwechsel und mit „ausreichendem“ Sicherheitsabstand zum Radfahrenden
- Fall 3: Überholen bei teilweisem Fahrstreifenwechsel und mit zu geringem Sicherheitsabstand zum Radfahrenden
- Fall 4: Überholen ohne Fahrstreifenwechsel und damit meist mit unzureichendem Abstand

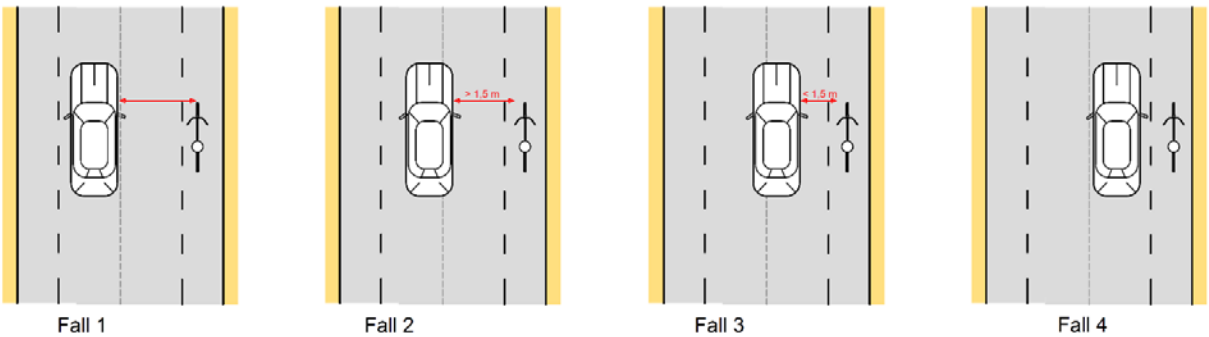


Abbildung 4-6: Überholabstände

In allen vier Fällen wurde bewertet, ob Gegenverkehr vorhanden war und wenn ja, ob dieser durch den Überholenden abgewartet wurde oder eine Überholung des Radfahrenden bei Gegenverkehr und meist geringem Überholabstand erfolgte.

Zu Beginn der Untersuchung war der mittlerweile gesetzlich vorgeschriebene Mindestabstand beim Überholen außerorts von 2,00 m noch nicht rechtskräftig. Um die Vergleichbarkeit mit der Nachher-Untersuchung zu ermöglichen, musste daher bei allen Untersuchungen ein Überholabstand von mehr als 1,50 m als ausreichend gewertet werden.

Für jeden Untersuchungsfall wurde das Fahrverhalten des Radfahrenden bezüglich seiner **Orientierung** im Straßenraum dokumentiert. Orientierte sich der Radfahrende vorwiegend

- Fall 1: am Fahrbahnrand
- Fall 2: mit Abstand zum Fahrbahnrand (ca. 0,5 m) bzw. mittig auf Schutzstreifen
- Fall 3: außerhalb der Schutzstreifenmarkierung.

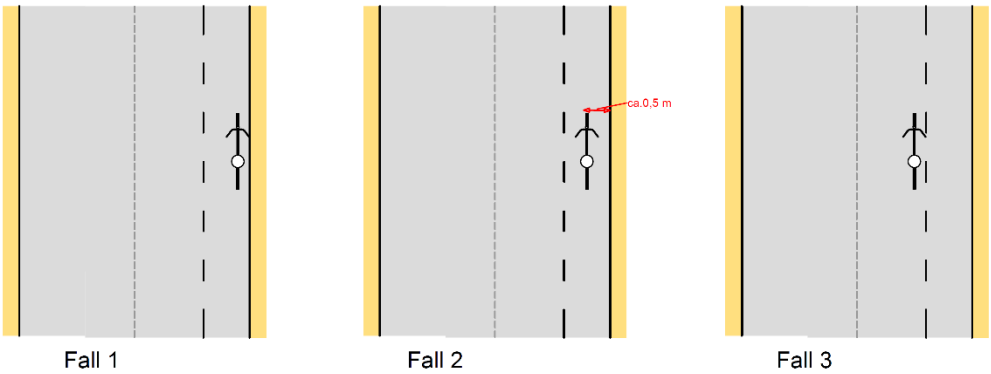
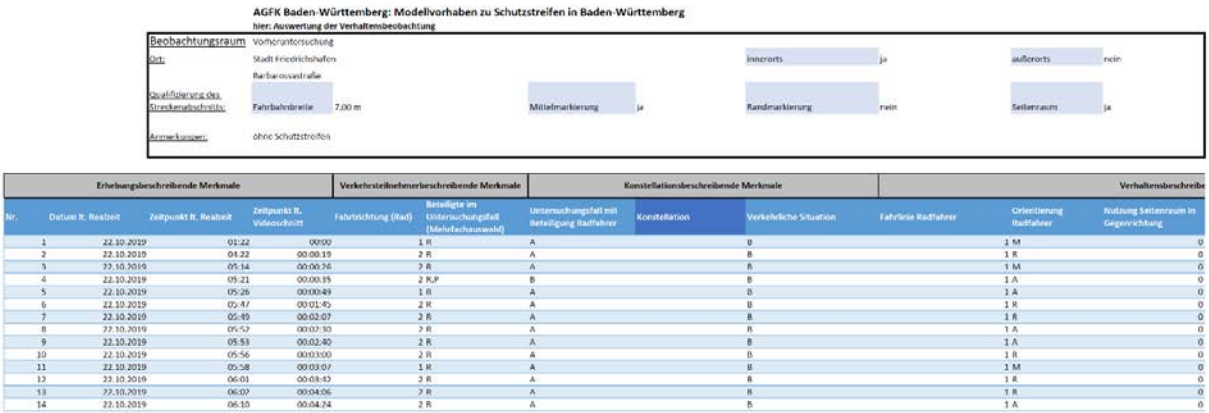


Abbildung 4-7: Orientierungen der Radfahrenden

Im Ergebnis lagen Erkenntnisse zur Interaktionshäufigkeit vor.

Die Wahrscheinlichkeit bestimmter Konstellationen im Verhältnis zu Verkehrsstärken sollte Hinweise auf die Einsatzbereiche bestimmter Lösungen geben. Die Vorher-Untersuchung sollte zudem die Vergleichsbasis dafür liefern, ob sich das Überholverhalten geändert hat.
Die Dokumentation der Untersuchungsfälle erfolgte in Excel-Tabellen, die im weiteren Verlauf die Grundlage für die grafische Darstellung der Auswertungsergebnisse bildeten, die wiederum die Basis für Vergleiche, Zusammenhänge und Interpretationen waren (Abbildung 4-8).



AGFK Baden-Württemberg: Modellvorhaben zu Schutzstreifen in Baden-Württemberg
hier: Auswertung der Verhaltensbeobachtung

Beobachtungsraum	Vorheruntersuchung						
Ort:	Stadt Friedrichshafen Barbarossastraße			innerorts	ja	außerorts	nein
Qualifizierung des Streckenabschnitts:	Fahrbahnbreite	7,00 m	Mittelmarkierung	ja	Randmarkierung	nein	Seitenraum	ja
Anmerkungen:	ohne Schutzstreifen						

Erhebungsbeschreibende Merkmale				Verkehrsteilnehmerbeschreibende Merkmale		Konstellationsbeschreibende Merkmale			Verhaltensbeschreibe	
Nr.	Datum R. Realzeit	Zeitpunkt R. Realzeit	Zeitpunkt R. Videoschnitt	Fahrtrichtung (Rad)	Beteiligte im Untersuchungsfall (Mehrfachauswahl)	Untersuchungsfall mit Beteiligung Radfahrer	Konstellation	Verkehrliche Situation	Fahrlinie Radfahrer	Orientierung Radfahrer	Nutzung Seitenraum in Gegenrichtung
1	22.10.2019	01:22	00:00	1 R	A			B		1 M	0
2	22.10.2019	04:22	00:00:19	2 R	A			B		1 R	0
3	22.10.2019	05:14	00:00:26	2 R	A			B		1 M	0
4	22.10.2019	05:21	00:00:35	2 R,P	B			B		1 A	0
5	22.10.2019	05:26	00:00:49	1 R	A			B		1 A	0
6	22.10.2019	05:47	00:01:45	2 R	A			B		1 R	0
7	22.10.2019	05:49	00:02:07	2 R	A			B		1 R	0
8	22.10.2019	05:52	00:02:30	2 R	A			B		1 A	0
9	22.10.2019	05:53	00:02:40	2 R	A			B		1 A	0
10	22.10.2019	05:56	00:03:00	2 R	A			B		1 R	0
11	22.10.2019	05:58	00:03:07	1 R	A			B		1 M	0
12	22.10.2019	06:01	00:03:43	2 R	A			B		1 R	0
13	22.10.2019	06:07	00:04:06	2 R	A			B		1 R	0
14	22.10.2019	06:10	00:04:24	2 R	A			B		1 A	0

Abbildung 4-8: Ausschnitt: Aufnahme der Untersuchungsfälle nach Kriterien

Bei der **Nachher-Untersuchung** wurde die Interaktionsanalyse in gleicher Weise und mit den gleichen Bewertungsmerkmalen wiederholt. Es wurde eine Anzahl der Untersuchungsfälle in ähnlicher Größenordnung wie in der Vorher-Untersuchung angestrebt. Da mindestens ein Tag in die Auswertung eingehen sollte, konnte die Zahl der Untersuchungsfälle aufgrund des gesteigerten Radverkehrsaufkommens in den meisten Fällen erhöht werden und somit ein noch genaueres Ergebnis abgebildet werden.

Die Auswertung der Nachher-Ergebnisse erfolgte in gleicher Weise wie die Vorher-Untersuchung, um eine Vergleichbarkeit der Daten zu gewährleisten. Wichtig bei der Auswertung und Bewertung war eine Differenzierung zufälliger Schwankungen und nachhaltiger Veränderungen durch die Markierung von Schutzstreifen.

4.4 Untersuchungsfragen

Folgende Thesen sollten durch die gewonnenen Erkenntnisse aus dem Vorher-Nachher-Vergleich überprüft werden:

- Durch die Markierung von Schutzstreifen nimmt das Radverkehrsaufkommen signifikant zu.
- Gleichzeitig nimmt die Seitenraumnutzung – wo vorhanden – zugunsten der Fahrbahnnutzung signifikant ab.
- Insbesondere nimmt der kritische linke Radverkehr im Seitenraum zugunsten der Fahrbahnnutzung signifikant ab.
- Der Abstand des Radverkehrs zum Fahrbahnrand nimmt mit der Markierung von Schutzstreifen zu und wird einheitlicher.
- Die Anzahl der Überholvorgänge nimmt mit der Markierung von Schutzstreifen ab.
- Der Anteil der Konflikte nimmt mit der Markierung von Schutzstreifen signifikant ab (riskante Manöver wie z.B. das Überholen bei Gegenverkehr mit deutlicher Unterschreitung des Mindestabstandes zum Radverkehr).
- Bei einseitigen Schutzstreifen wird dieser nicht oder nur selten linksseitig, in falsche Richtung, genutzt, wenn die Fahrtrichtung durch Piktogramme verdeutlicht wird.
- Piktogrammketten sind als Einzelelement oder als Verbund mit einseitigen Schutzstreifen geeignet, den Radverkehr zu sichern.

5 DISKUSSION UND ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE DER VIDEOBEOBACHTUNGEN

Aus der Vielzahl der Ergebnisse werden hier einzelne typische Fälle beispielhaft grafisch dargestellt. Alle Ergebnisse der untersuchten Querschnitte und weitere Details sind im Anhang aufgeführt.

5.1 Verkehrsmengen im Rad- und Kfz-Verkehr

In diesem Kapitel wurden die folgenden Thesen untersucht:

Thesen:

- Durch die Markierung von Schutzstreifen nimmt das Radverkehrsaufkommen signifikant zu.
- Gleichzeitig nimmt die Seitenraumnutzung zugunsten der Fahrbahnnutzung signifikant ab.
- Insbesondere nimmt der kritische linke Radverkehr im Seitenraum zugunsten der Fahrbahnnutzung signifikant ab.

5.1.1 Untersuchung des Verkehrsaufkommens

Sowohl im Zuge der Vorher- als auch der Nachher-Untersuchung wurden Verkehrszählungen durchgeführt, die sowohl den Radverkehr als auch den Kfz-Verkehr erfassten. Dabei wurden auch die Radfahrenden gezählt, die den Seitenraum, also in der Regel die Gehwege, nutzten. Auf der Grundlage dieser Erhebung konnten folgende Erkenntnisse gewonnen werden:
Während sich die Kfz-Verkehrsmengen in der Regel nicht auffallend veränderten, nahm der Radverkehr in den meisten Fällen zu, zum Teil sogar deutlich.

Von den insgesamt 20 vorher und nachher untersuchten Querschnitten konnten 10 aufgrund zu niedriger Fallzahlen oder stark abweichender Witterungsverhältnisse nicht gewertet werden. Von den bewertbaren 10 Fällen nahm in neun Fällen der Radverkehr um mehr als 50 % zu. Spitzenreiter ist Heilbronn (K 9950) mit einem mehr als fünfmal höheren Radverkehrsaufkommen. Nur in einem Fall kam es zur Abnahme (Rastatt Gaggenau: 69 %). Dies ist wahrscheinlich auf das schlechtere Wetter gegenüber der Vorher-Untersuchung (höhere Niederschlagsmengen über mehrere Tage) zurückzuführen.
Die Ergebnisse wurden mit den Belastungsdaten vergleichbarer Dauerzählstellen abgeglichen, um nach Möglichkeit die witterungs- und Corona-bedingten Änderungen zu berücksichtigen.

Bei der Nutzung der Seitenräume (Gehwege, z.T. ohne Öffnung für den Radverkehr) kam es in nahezu allen Fällen zur Abnahme (differenzierte Darstellung in Tabelle 3). In 7 von 9 Fällen wurde eine Abnahme >15 %P ermittelt und positiv bewertet. Auch bei der linksseitigen Seitenraumnutzung konnten in fast allen Fällen Abnahmen verzeichnet werden. Zu Abnahmen >15 %P kam es bei der linksseitigen Seitenraumnutzung in 4 Fällen.

5.1.2 Untersuchung der Seitenraumnutzung durch den Radverkehr

An neun Untersuchungsquerschnitten außerorts gibt es einen begleitenden Gehweg, an nahezu allen erfolgte nach der Schutzstreifenmarkierung eine Reduzierung des Radverkehrs im Seitenraum zugunsten der Fahrbahnnutzung (vgl. Tabelle 3). Dies spricht für eine durchgehend gute Akzeptanz der angebotenen Schutzstreifen.

	Nutzung Seitenraum					
	gesamt			linksseitig		
	vorher	nachher	Differenz in %-Punkten	vorher	nachher	Differenz in %-Punkten
Einseitige Markierung						
Aalen, Alte Heidenheimer Str.	60%	39%	-21%P	3%	2%	-1%P
Backnang, Roßlauf	65%	53%	-12%P	15%	7%	-8%P
Backnang, Schöntaler Str.	2%	4%	+2%P	2%	3%	+1%P
Bühlingen/ Lauffen o.R., K 5542	67%	51%	-16%P	22%	5%	-17%P
Eislingen/Fils, Krummwälden, Brückenstraße	56%	14%	-42%P	33%	9%	-24%P
Lautern/ Mögglingen, K 3282	63%	42%	-21%P	23%	8%	-15%P
Ostfildern Scharnhausen, Kreuzbrunnenstraße	83%	67%	-16%P	46%	34%	-12%P
Rastatt, Gaggenau, K 3705	52%	18%	-34%P	14%	4%	-10%P
Reutlingen, Dietweg	67%	13%	-54%P	33%	9%	-24%P

Tabelle 3: Seitenraumnutzung durch den Radverkehr mit/ohne Schutzstreifen

Obenstehende Tabelle zeigt die absoluten Unterschiede in Prozentpunkten zwischen den Vorher-/ Nachher-Erhebungen. Auf eine relative Differenzdarstellung in Prozent wurde verzichtet, da bei Strecken mit geringen Radverkehrsmengen und mit geringem Anteil an Seitenraumnutzung kleinste absolute Veränderungen (z.T. um weniger als 5 Radfahrende) vergleichsweise groß erscheinen würden und die relative, prozentuale Veränderung dann wenig aussagefähig ist.

5.1.3 Beispiele

Beispiele lassen sich nur bei den Querschnitten mit einseitiger Führung finden, bei den hier untersuchten Strecken mit beidseitig markierten Schutzstreifen waren keine Seitenräume vorhanden.

In **Lautern / Mögglingen** liegt an der Untersuchungsstelle die einzige Anlage im Seitenraum auf der Westseite. Nach Markierung des Schutzstreifens kommt es bei vergleichbaren guten Witterungsbedingungen zu einer Verdreifachung der Radverkehrsmenge (siehe Abbildung 5-1). Diese beruht vor allem auf einer starken Zunahme des Radverkehrs auf der Fahrbahn. In Richtung Süden kommt es im Seitenraum (in Fahrtrichtung) etwa zur gleichen anteiligen Zunahme des Radverkehrs. Dagegen verändert sich in Gegenrichtung der linksseitige Radverkehr in absoluter Menge kaum, was vor dem Hintergrund der deutlichen Radverkehrszunahme zu einer starken anteiligen Abnahme führt.

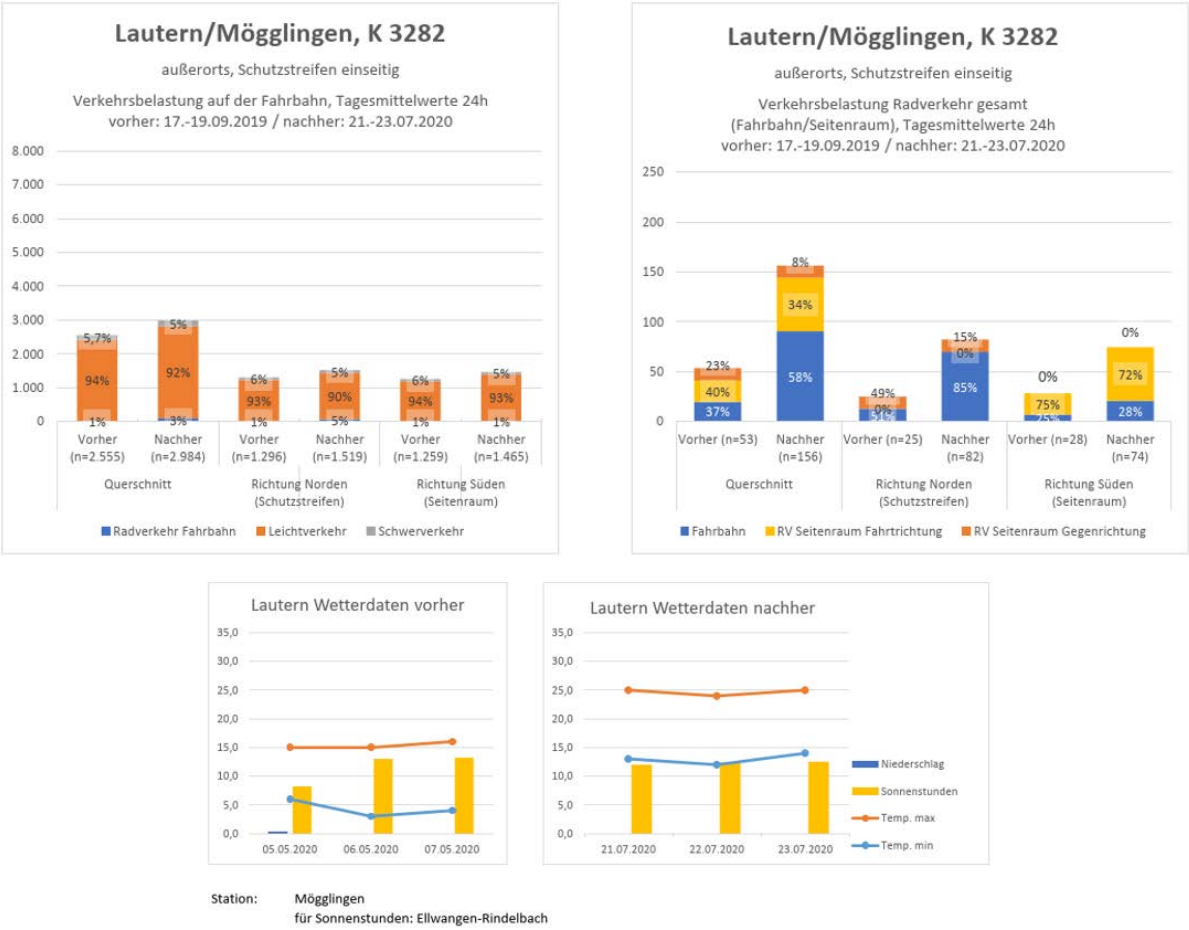


Abbildung 5-1: Verkehrsentwicklung in Lautern/Mögglingen vor und nach Markierung des Schutzstreifens für den Gesamtverkehr und Radverkehr (außerorts, Schutzstreifen einseitig)

Ein vergleichbares Ergebnis zeigt Abbildung 5-2 aus **Backnang Roßlauf**.

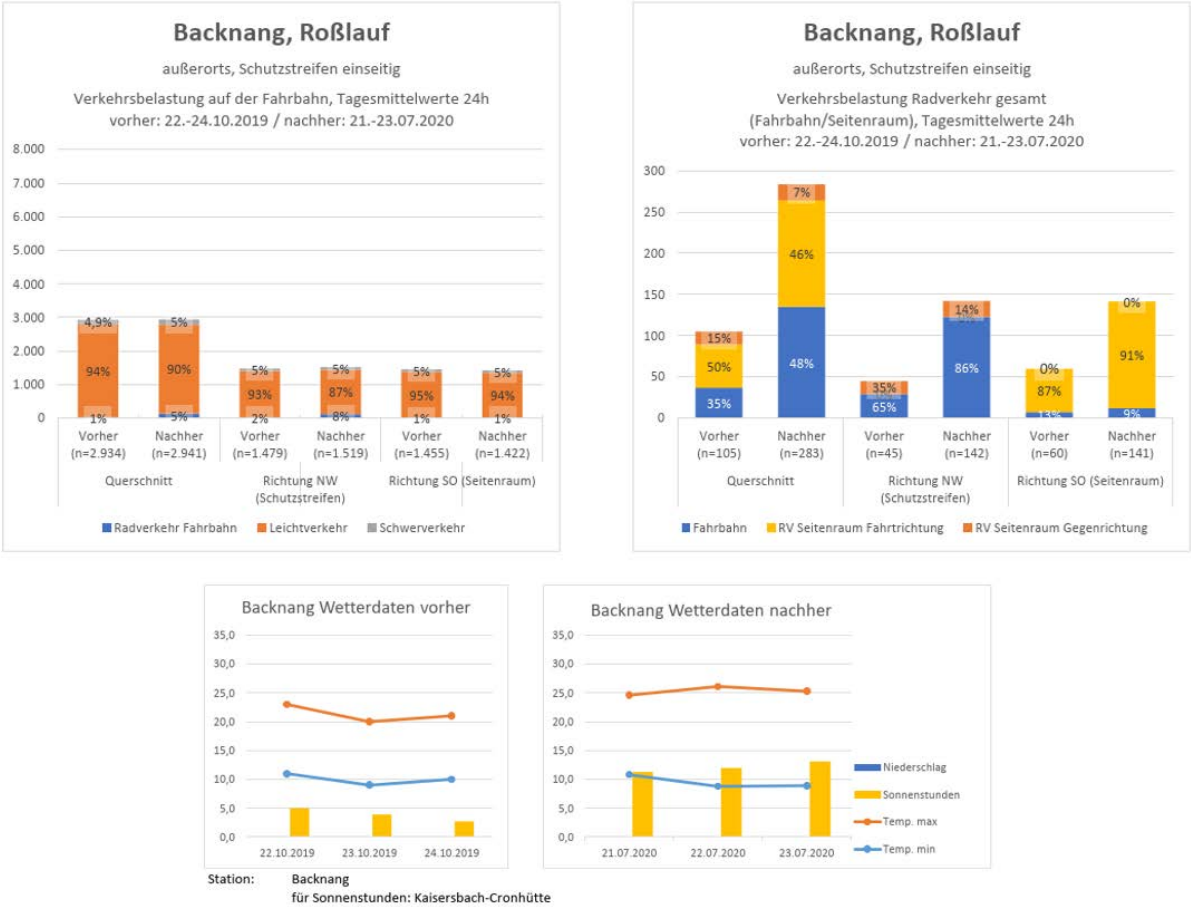


Abbildung 5-2: Verkehrsentwicklung Backnang Roßlauf vor und nach Markierung der Schutzstreifen für den Gesamtverkehr und Radverkehr (außerorts, Schutzstreifen einseitig)

In **Rastatt Gaggenau, K 3705** befinden sich Schutzstreifen und Seitenraumanlage auf derselben Straßenseite, der Südseite. Durch ungünstigere Witterungsverhältnisse während der Nachher-Untersuchung zeigt sich insgesamt eine Abnahme des Radverkehrs (Abbildung 5-3). Diese lässt sich allerdings nur beim Radverkehr im Seitenraum beobachten, während der Radverkehr auf der Fahrbahn sogar zunimmt. Insbesondere auf der Südseite, also in gleicher Richtung wie der (einseitig) markierte Schutzstreifen findet eine deutliche Verlagerung vom Seitenraum auf die Fahrbahn statt. In Gegenrichtung geht der (linksseitige) Radverkehr im Seitenraum fast komplett zurück, während sich die Radverkehrsmenge auf der Fahrbahn kaum ändert.

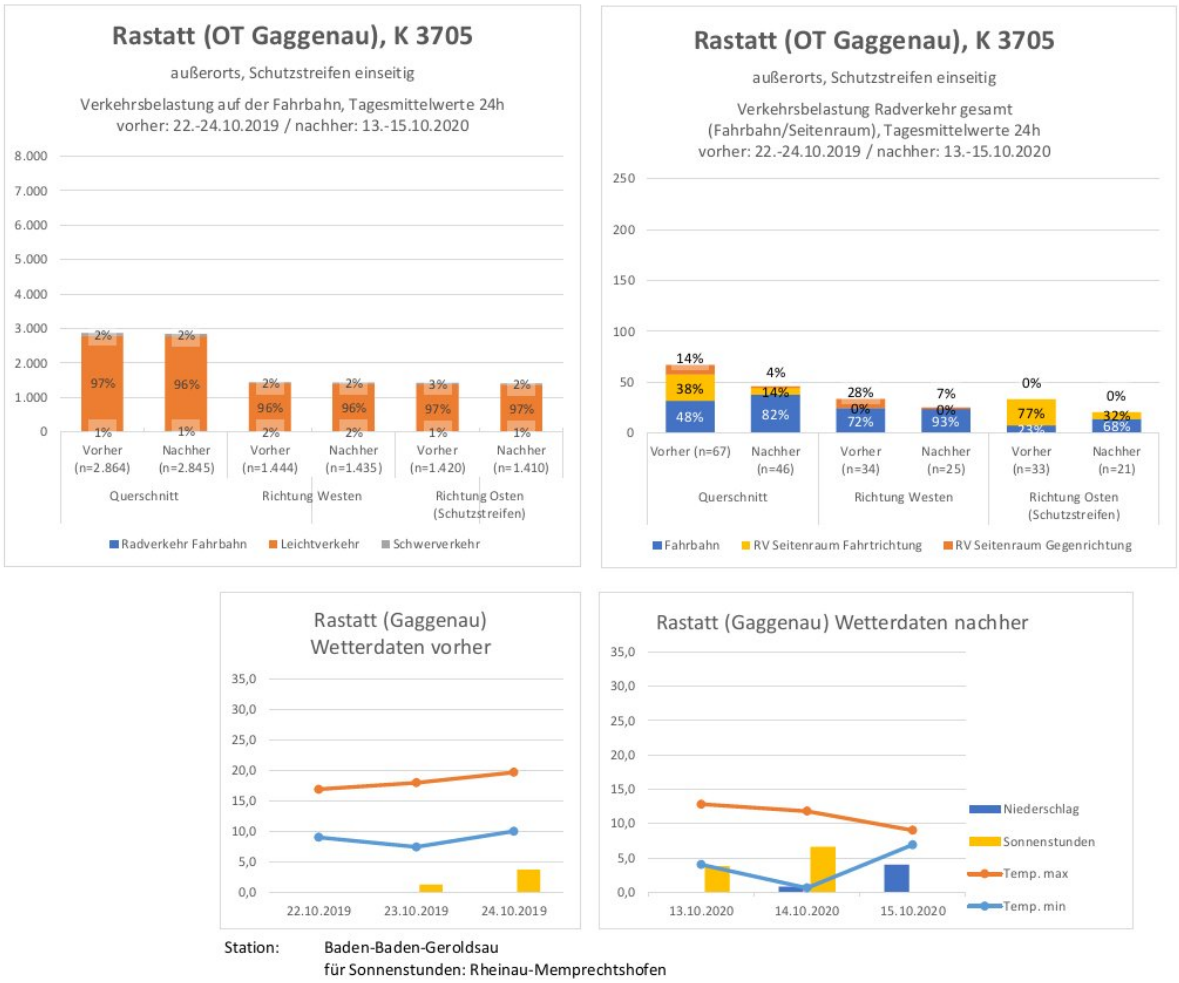


Abbildung 5-3: Verkehrsentwicklung Rastatt Gaggenau, K 3705 vor und nach Markierung des Schutzstreifens für den Gesamtverkehr und Radverkehr (außerorts, Schutzstreifen einseitig)

In **Reutlingen, Dietweg** kommt es ebenfalls zu einer absoluten Abnahme des Radverkehrs im Seitenraum, allerdings bei deutlicher Zunahme der Radverkehrsmenge insgesamt (Abbildung 5-4). Zum Teil ist dies sicher auf das bessere Wetter zurückzuführen. Aber während sich bei einigen vorangestellten Beispielen die Zunahme des Radverkehrs auch im Seitenraum zeigte, findet hier auch absolut eine deutliche Verlagerung vom Seitenraum auf die Fahrbahn statt.

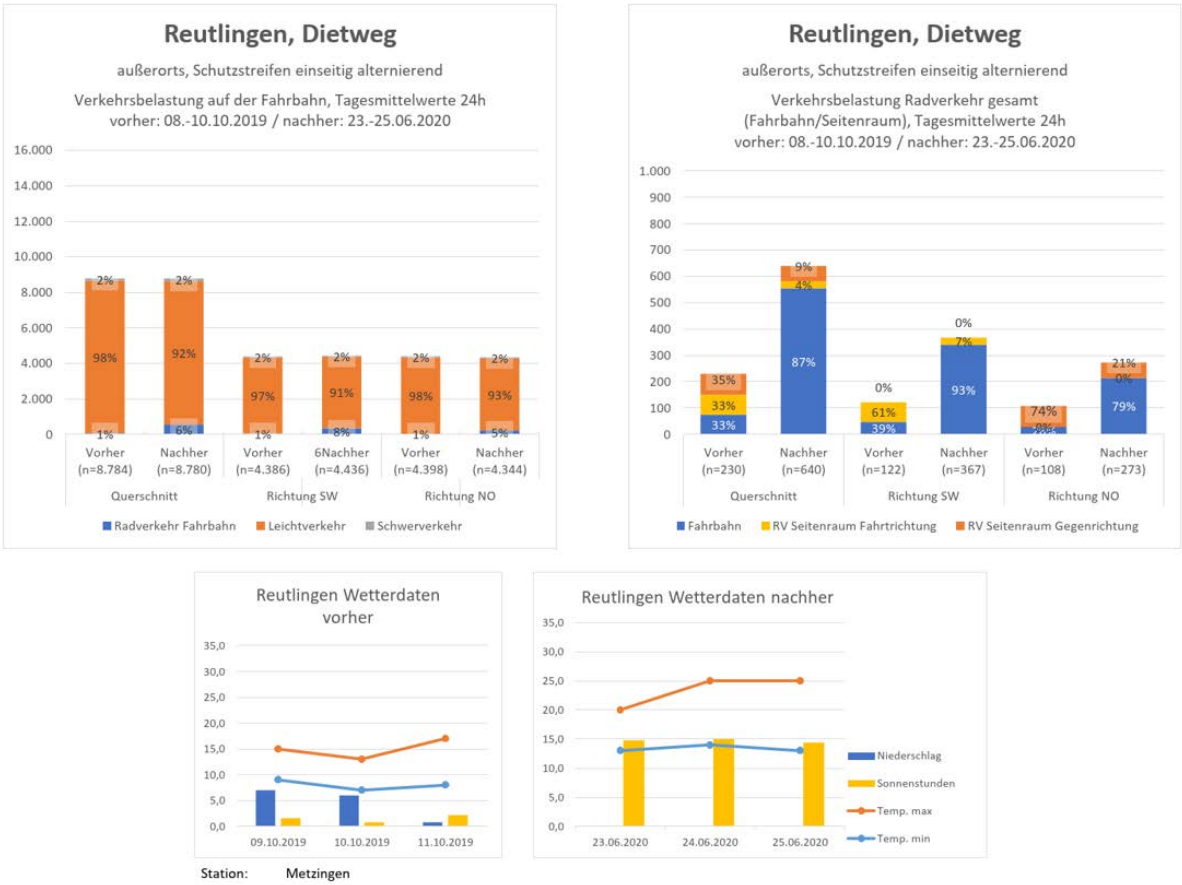


Abbildung 5-4: Verkehrsentwicklung Reutlingen, Dietweg vor und nach Markierung des Schutzstreifens für den Gesamtverkehr und Radverkehr (außerorts, Schutzstreifen einseitig)

Der Querschnitt an der **Alten Heidenheimer Str. in Aalen** verfügt als einziger untersuchter Abschnitt über beidseitig angelegte Seitenräume. Als weitere Besonderheit kommt es bei der Nachher-Erhebung zu einer Abnahme der Gesamtverkehrsmenge, die in Aalen auch von einer Abnahme der Radverkehrsmenge begleitet wird (siehe Abbildung 5-5). Diese lässt sich allerdings auf die deutlich schlechteren Wetterbedingungen zurückführen. Interessanterweise nimmt der Radverkehr nur im Seitenraum ab, während die Radverkehrsmenge auf der Fahrbahn unverändert bleibt, auf der Schutzstreifenseite sogar zunimmt.

Abbildung 5-5: Verkehrsentwicklung Aalen, Alte Heidenheimer Straße, vor und nach Markierung der Schutzstreifen für den Gesamtverkehr und Radverkehr (außerorts, Schutzstreifen einseitig)

In **Ostfildern Scharnhausen / Kreuzbrunnenstraße** kommt es ebenfalls zu einer Abnahme der Gesamtverkehrsmenge, allerdings bei gleichzeitiger Zunahme des Radverkehrs (Abbildung 5-6). Aufgrund der sehr hohen Verkehrsbelastung kommt es dabei allerdings kaum zu einer Umverteilung vom Seitenraum auf die Fahrbahn, absolut nimmt der Radverkehr auf dem Gehweg sogar zu. Da nur auf einer Seite ein Seitenraum vorhanden ist, der in beiden Richtungen etwa gleich stark genutzt wird, wird nur durch eine parallele Zunahme des Radverkehrs auf der Fahrbahn eine relative Abnahme des Radverkehrs im Seitenraum erwirkt.

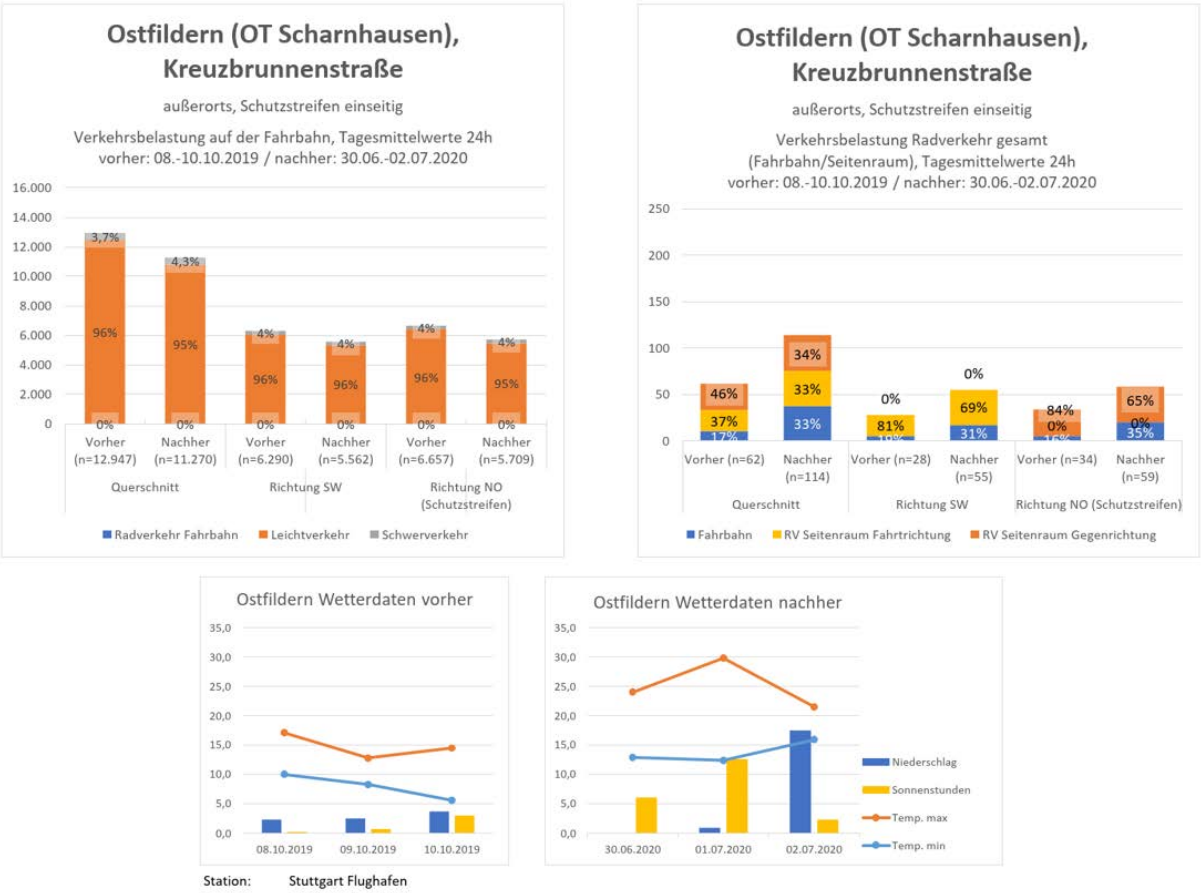


Abbildung 5-6: Verkehrsentwicklung Ostfildern Scharnhausen, Kreuzbrunnenstraße vor und nach Markierung der Schutzstreifen für den Gesamtverkehr und Radverkehr (außerorts, Schutzstreifen einseitig)

Zusammenfassung der Erkenntnisse:

- Mit der Markierung von Schutzstreifen nimmt das Radverkehrsaufkommen signifikant zu. Diese Befunde waren fast durchgängig und auch nach Berücksichtigung der jahreszeitlichen Schwankungen nachweisbar.
- Mit der Markierung von Schutzstreifen nimmt die Seitenraumnutzung zugunsten der Fahrbahnnutzung ab. Diese Erkenntnis war auf nahezu allen Untersuchungsabschnitten mit Nebenanlagen nachweisbar.
- Mit der Markierung von Schutzstreifen nimmt der kritische (linke) Radverkehr zugunsten der Fahrbahnnutzung ab.

5.2 Verhaltensbeobachtungen

5.2.1 Fahrlinie und Orientierung des Radverkehrs

In diesem Kapitel wurde folgende These untersucht:

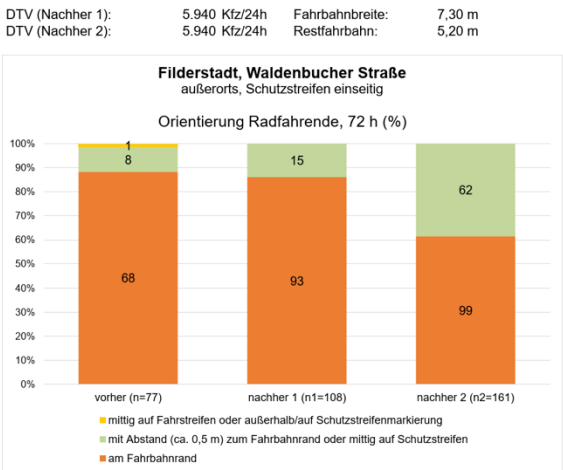
These:

- Der Abstand des Radverkehrs zum Fahrbahnrand nimmt mit der Markierung von Schutzstreifen zu und wird einheitlicher.

Beim Fahrverhalten bezogen auf die **Fahrlinie** der Radfahrenden, also entweder geradlinig oder mehr oder weniger pendelnd zu fahren („Schlangenlinien“), ließ sich nach der Markierung von Schutzstreifen keine Änderung feststellen. Bereits vor der Markierung wurden nicht geradlinige Fahrten nur in seltenen Einzelfällen festgestellt. Eine leichte Pendelbewegung bergauf konnte besonders bei sehr sportlichen Radfahrenden festgestellt werden. Diese trat aber unabhängig von dem Vorhandensein eines Schutzstreifens auf. Auf eine Darstellung des Vorher-Nachher-Vergleiches wird daher hier verzichtet.

Bei der **Orientierung** des Radverkehrs auf der Fahrbahn, also dem Abstand, der zum Fahrbahnrand oder dem Bordstein eingehalten wird, ließ sich dagegen eine deutliche Verhaltensänderung bei den Radfahrenden feststellen: Nach der Markierung von Schutzstreifen fuhren die Radfahrenden in nahezu allen Fällen zu einem größeren Teil mittig auf dem Schutzstreifen und mit mindestens 0,5 m Abstand zum Fahrbahnrand. In den meisten Untersuchungsfällen (16 von 20) waren es nach der Markierung sogar mehr als 50 % der Radfahrenden, die nicht direkt am Fahrbahnrand und damit in einem Bereich erhöhter Sturzgefahr, sondern eher mittig auf dem Schutzstreifen mit sicherem Abstand zum Bordstein (mehr als 0,50 m) fuhren. In acht Fällen waren es sogar mehr als 75 % aller Radfahrenden, was positiv bewertet wurde. Vor der Schutzstreifenmarkierung fuhren in diesem Bereich meist weniger als 50 % der Radfahrenden (14 von 20 Fälle), in 5 Fällen waren es sogar weniger als 25 %.

Die Entwicklung zeigt sich deutlich in



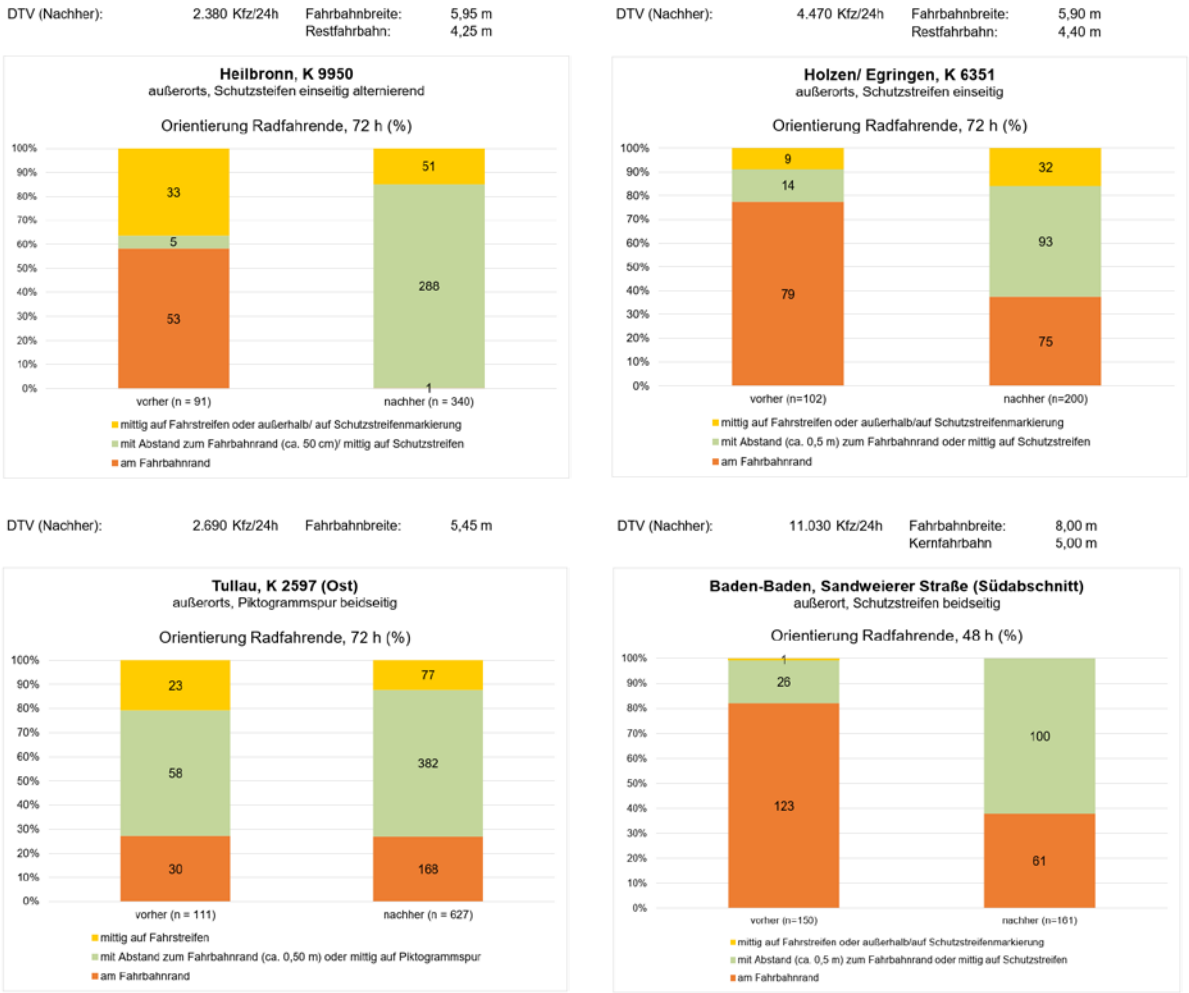


Abbildung 5-7: Während vor der Schutzstreifenmarkierung noch viele Radfahrende dicht am Fahrbahnrand (orange) oder auch mitten auf der Straße (grün) fuhren, nahm dieser Anteil nach der Markierung meist deutlich ab. In 12 von 20 Untersuchungsfällen betrug die Abnahme der Fahrten am Bordstein mehr als 15 %, was zu einer positiven Bewertung führte. Dafür stieg der Anteil der Radler, die in der Mitte des Schutzstreifens fuhren (gelb) fast überall deutlich an. Auch der Anteil der mittig auf dem Fahrstreifen bzw. außerhalb des Schutzstreifens fahrenden Radler (grün) veränderte sich in den meisten Fällen nach Markierung der Schutzstreifen kaum oder nahm sogar ab, z.T. deutlich (in Heilbronn, K 9959 von 36 auf 15 %). Das ist ein Zeichen dafür, dass die Radfahrenden sich auf dem Schutzstreifen ausreichend sicher fühlen und nicht durch mittiges Fahren auf der Fahrbahn auf ihre Präsenz aufmerksam machen müssen.

Ausnahmen traten nur bei bestimmten Sonderfällen auf:

Zum Beispiel nahm bei einem einzigen Fallbeispiel, Backnang Roßlauf, der Anteil der Radfahrenden, die mit Abstand zum Fahrbahnrand bzw. mittig im Schutzstreifen fuhren (gelb), ab

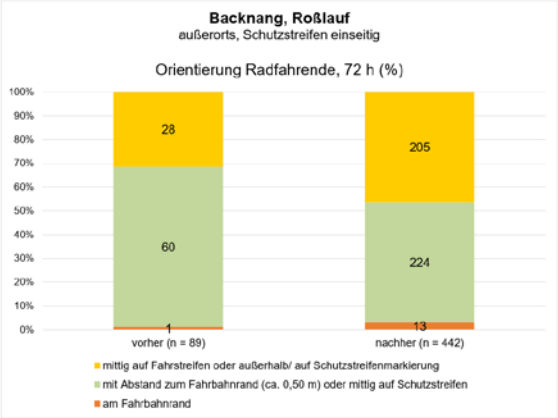
(von 67 auf 51 %). Dem gegenüber erfolgte eine Zunahme vor allem im Bereich außerhalb des Schutzstreifens/ mittig auf der Fahrbahn (grün) – Der einseitige Schutzstreifen wurde auf diesem Streckenabschnitt bei starker Längsneigung (5 - 6 %) bergab markiert, um im Seitenraum Konflikte zwischen Fußgängern bzw. langsam bergauffahrenden Radfahrenden und schnell bergabfahrenden Radfahrenden zu reduzieren. Die starke Längsneigung und die zugleich sehr kurvige und schlecht einsehbare Streckenführung liefert Gründe dafür, dass ein großer Anteil der Radfahrenden (46 %) mittig auf dem Fahrstreifen und damit außerhalb der Schutzstreifenmarkierung fährt, z.B. auch um rechtzeitig gesehen zu werden oder um eine Überholung auszuschließen. Die Folgerung, dass der Schutzstreifen offenbar überflüssig ist, ist sicher die falsche. Die Tatsache, dass sich der Radverkehr auf dieser Relation auf der Fahrbahn mehr als vervierfacht hat (sonst kaum Veränderung), legt eher den Rückschluss nahe, dass der Schutzstreifen unter den gegebenen Umständen mit 1,50 m noch zu schmal markiert ist. Bei der Markierung von Schutzstreifen in Gefällerichtung muss immer eine Abwägung erfolgen. Bei Längsneigungen über 6 % sollte die Markierung einer Piktogrammkette in Erwägung gezogen werden, um das Angebot für den Radverkehr sichtbar zu machen.

Einen weiteren Sonderfall stellt die Waldenbucher Straße in Filderstadt dar: Auf diesem Streckenabschnitt wurde zwar eine deutliche Verlagerung des Radverkehrs aus dem Randbereich in die Mitte des Schutzstreifens beobachtet, aber auch nachher[8] fuhren noch mehr als 60 % der Radfahrenden am Rand – der Höchstwert in der Untersuchung. Ein Grund lässt sich in den sehr breiten Randstreifen finden, die außerhalb der Fahrbahnrandmarkierung in diesem Bereich noch rund 0,50 m erreichen. Da auf der Waldenbucher Straße der Kfz-Verkehr trotz breiter Restfahrbahn (5,00 m) besonders häufig den Schutzstreifen überfährt, weichen Radfahrende, die auf dem Schutzstreifen bergauf unterwegs sind, offenbar weiter zur Seite hin aus. Hier wird durch die einseitige Addition der Breiten von Schutzstreifens (1,50 m) und Randstreifen der Kfz-Verkehr optisch zu weit aus der Mitte heraus verlagert, sodass sowohl der Kfz- als auch der Radverkehr ihre Fahrlinie entsprechend anpassen. Hilfreich ist (bei Neumarkierungen) ein Applizieren der Fahrbahnrandmarkierung möglichst weit am Fahrbahnrand.

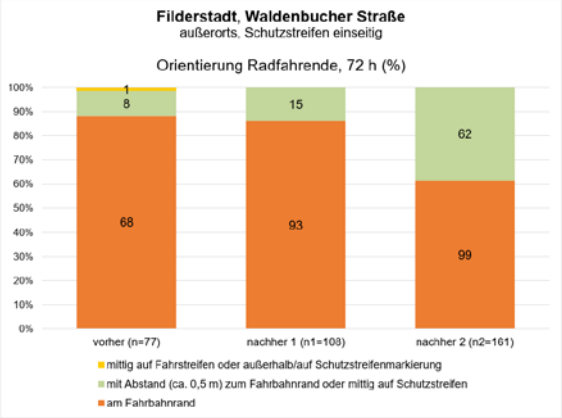
Als Sonderfall sind auch die beiden Untersuchungsfälle (Tullau) zu betrachten, bei denen beidseitig Piktogrammketten aufgebracht wurden. Auch hier ist der Trend zu einer gebündelteren Führung des Radverkehrs zu beobachten, wenn auch nicht so deutlich ausgeprägt.

8 Dieses Ergebnis wurde erst bei der zweiten Nachher-Erhebung erzielt. Bei der ersten Nachher-Erhebung 6 Wochen nach den Markierungsarbeiten fuhren noch rund 85 % der Radfahrenden am Rand. Aufgrund allgemein schlechter Ergebnisse, die auf eine zu kurze Gewöhnungszeit schließen ließen, wurde die Untersuchung 8 Monate später wiederholt.

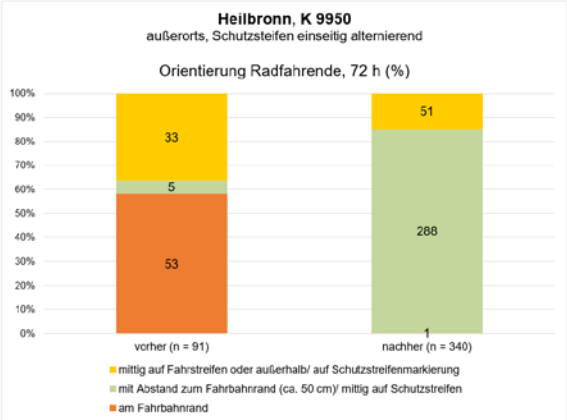
DTV (Nachher): 2.810 Kfz/24h Fahrbahnbreite: 5,95 m Restfahrbahn 4,45 m



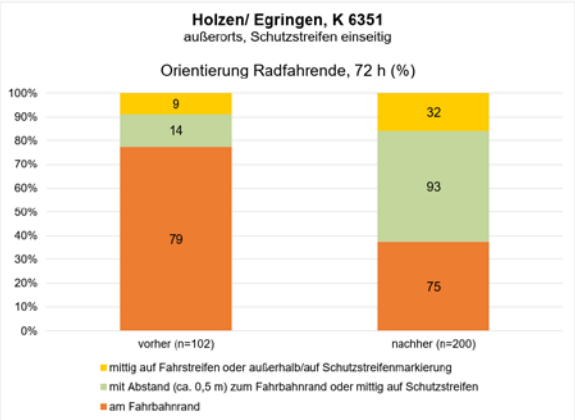
DTV (Nachher 1): 5.940 Kfz/24h Fahrbahnbreite: 7,30 m
DTV (Nachher 2): 5.940 Kfz/24h Restfahrbahn: 5,20 m



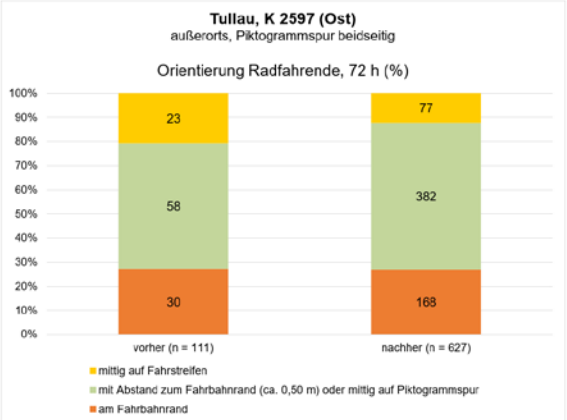
DTV (Nachher): 2.380 Kfz/24h Fahrbahnbreite: 5,95 m Restfahrbahn: 4,25 m



DTV (Nachher): 4.470 Kfz/24h Fahrbahnbreite: 5,90 m Restfahrbahn: 4,40 m



DTV (Nachher): 2.690 Kfz/24h Fahrbahnbreite: 5,45 m



DTV (Nachher): 11.030 Kfz/24h Fahrbahnbreite: 8,00 m Kernfahrbahn 5,00 m

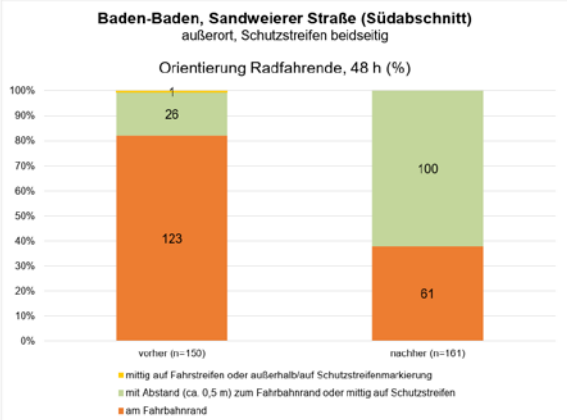


Abbildung 5-7: Orientierung der Radfahrenden auf der Fahrbahn ohne und mit Schutzstreifenmarkierung

Zusammenfassung der Erkenntnisse:

- Die Orientierung des Radverkehrs auf der Fahrbahn wird durch die Markierung von Schutzstreifen einheitlicher und erfolgt in den meisten Fällen seltener am Fahrbahnrand.
- Bei starken Gefällestrecken sollten breitere Schutzstreifen markiert werden, bei schlechter Einsehbarkeit durch Kurven und Kuppen sind mittig auf dem Fahrstreifen markierte Piktogrammketten eher zu empfehlen.
- Die Fahrbahnrandmarkierung sollte möglichst weit außen am Fahrbahnrand aufgebracht werden, um die gesamte Verkehrsfläche einzubeziehen und Irritationen der Verkehrsteilnehmenden durch einen weiteren „Streifen“ zu vermeiden.
- Auch Piktogrammketten eignen sich zur Bündelung des Radverkehrs auf bestimmten Fahrlinien.

5.2.2 Akzeptanz von Schutzstreifen durch den Kfz-Verkehr

Ein weiterer untersuchter Aspekt war die Nutzung des Straßenraums durch Kfz, wenn nicht unmittelbar Radfahrende in der Nähe waren.

Die Akzeptanz des Schutzstreifens durch den Kfz-Verkehr ergab sich aus dem Anteil des Überfahrens des Schutzstreifens bei unbeeinflusster Fahrt, d.h. als Alleinfahrt der Kfz ohne entgegenkommenden oder zu überholenden Rad- oder Kfz-Verkehr.

Unterschieden werden folgende drei Fälle:

- Fahren außerhalb des Schutzstreifens
- Fahren auf der Markierung
- Fahren innerhalb des Schutzstreifens

Es wurde festgestellt, dass auch ohne Gegenverkehr der Schutzstreifen häufig überfahren wird (vgl. Tabelle 4). Die Vermutung, dass der Schutzstreifen bei Gegenverkehr häufiger überfahren wird als ohne Gegenverkehr, wurde bestätigt.

Bei **einseitig geführten Schutzstreifen** ist eine Abhängigkeit der Überfahrrate von der Restfahrbahnbreite bestenfalls im Gegenverkehr auszumachen. Dort liegt sie unter 4,90 m

Restfahrbahnbreite zwischen 84 % und 100 %, ab 5 m zwischen 50 % und 60 % mit Filderstadt als Ausreißer (98 %), bei 5,90 m (Ostfildern) bei 42 %.
Ohne Gegenverkehr wird der Schutzstreifen bis zu einer Restfahrbahnbreite von 4,50 m von 60-100 % der Kfz überfahren. Bis 4,90 m beträgt die Überfahrrate 40-80 %, bei größeren Restfahrbahnbreiten überfahren nur noch 15-21 % der Kfz den Schutzstreifen, während 27-45 % außerhalb des Schutzstreifens unterwegs sind. Ausreißer ist auch hier Filderstadt: Bei immerhin 5,00 m Restfahrbahnbreite überfahren auch ohne Gegenverkehr 86% der Kfz den Schutzstreifen. Begünstigt wird das Überfahren des Schutzstreifens sicherlich durch die begrenzte Einsehbarkeit der Strecke (Steigung, Innenkurve), die ein rechtzeitiges Erkennen des Gegenverkehrs erschwert. In Eislingen (stärkere Steigung und Kurvenlage, geringere Fahrbahn- und Restfahrbahnbreite, gleiche maximal zulässige Geschwindigkeit) ist die Akzeptanz des Schutzstreifens allerdings mit 30% deutlich höher.
Ein positiver Ausreißer ist die L 530 im Rhein-Neckar-Kreis (Epfenbach): Trotz einer sehr schmalen Restfahrbahn von 4,25 m überfahren ohne Gegenverkehr nur 61 % der Kfz den Schutzstreifen, was wahrscheinlich mit der geringen Kfz-Belastung und der überwiegend guten Sicht zusammenhängt.

Bei **beidseitig geführten Schutzstreifen** ist bei Fahrten ohne Gegenverkehr kein eindeutiger Zusammenhang mit der Kernfahrbahnbreite zu beobachten. Es ist z.B. unverständlich, warum bei einer Kernfahrbahnbreite von fast 5,60 m (Baden-Baden, K 9617) ohne Gegenverkehr noch 45 % der Kfz den Schutzstreifen überfahren. Deutlich ist der Effekt einer **Mittelmarkierung** (Winnenden). Hier überfahren ohne Gegenverkehr nur 6 % der Kfz den Schutzstreifen, mit Gegenverkehr sind es 14 %. Das sind mit Abstand die niedrigsten Werte der gesamten Untersuchung. Auch die Fahrzeuge, die eindeutig außerhalb des Schutzstreifens fahren, erreichen mit 64 % ohne und 36 % mit Gegenverkehr Spitzenwerte mit deutlichem Abstand zu vergleichbaren Abschnitten ohne Mittelmarkierung. Gleichzeitig führt die Mittelmarkierung jedoch zu engen Überholabständen, da Kfz spurtreu fahren (vgl. Kapitel 5.2.8).

Insgesamt ist ab einer Kern-/Restfahrbahnbreite von 4,55 m mit einem Anteil der Fahrten außerhalb des Schutzstreifens ohne Gegenverkehr von rund 50 % (beidseitige Schutzstreifen) bzw. 40 % (einseitige Schutzstreifen) und mehr eine recht gute Akzeptanz des Schutzstreifens gegeben. Eine positive Auswirkung lässt sich bei einer **beidseitigen** Markierung von Schutzsteifen beobachten: Bei gleichen Kern-/Restfahrbahnbreiten wird der Schutzstreifen deutlich stärker respektiert. Bei einseitigen Schutzstreifen kommt der negative Effekt möglicherweise dadurch zustande, dass einseitige Schutzstreifen in dieser Untersuchung v.a. auf Steigungsstrecken markiert wurden. Bei der Berganfahrt ist die Sicht auf den Gegenverkehr nicht an allen Stellen gegeben, und, da der Kfz-Verkehr in der Gegenrichtung nicht ausweichen kann,

wird vermutlich aus Sicherheitsgründen der Schutzstreifen mitbenutzt, wenn kein Radverkehr unterwegs ist.
Vor diesem Hintergrund zeigt sich insgesamt eine höhere Akzeptanz der beidseitig gegenüber den einseitig angelegten Schutzstreifen.

		Linienfahrverhalten Kfz / Schutzstreifen					
	(Kern-) Fahrbahnbreite [m]	Ohne Gegenverkehr			Mit Gegenverkehr		
		außerhalb	Markierung	innerhalb	außerhalb	Markierung	innerhalb
Einseitige Markierung							
Aalen, Alte Heidenheimer Str.	6,45 (4,95)	31%	48%	21%	10%	37%	53%
Backnang, Roßlauf	5,95 (4,45)	1%	31%	68%	0%	13%	87%
Backnang, Schöntaler Str.	5,85 (4,45)	1%	14%	86%	0%	0%	100%
Bühlingen/ Lauffen o.R., K 5542	6,15 (4,65)	16%	36%	48%	0%	16%	84%
Eislingen Krummwälden, Brückenstr.	6,00 (4,50)	1%	29%	70%	0%	11%	89%
Filderstadt, Waldenbucher Str.	7,30 (5,00)	0%	13%	86%	0%	2%	98%
Heilbronn, K 9950	5,95 (4,25)	*Auswertung für Heilbronn nicht durchgeführt. Schutzstreifen im untersuchten Querschnitt alternierend.*					
Königsbronn, Hoppeleshalde	6,20 (4,70)	17%	14%	69%	0%	2%	98%
Holzen/ Egringen, K 6351	5,90 (4,40)	1%	1%	98%	0%	0%	100%
Lautern/ Mögglingen, K 3282	5,95 (4,55)	16%	42%	42%	0%	0%	100%
Ostfildern, Scharnhausen, Kreuzbrunnenstraße	7,40 (5,90)	27%	53%	20%	10%	48%	42%
Rastatt, Gaggenau, K 3705	6,40 (4,90)	1%	38%	61%	0%	0%	100%
Reutlingen, Dietweg	7,15 (5,65)	45%	41%	15%	2%	40%	59%
Rhein-Neckar-Kreis, L 530	5,50 (4,25)	5%	34%	61%	0%	4%	96%
Rottenburg a.N., Oberndorf, K 6938	6,10 (4,60)	3%	14%	82%	1%	0%	99%
Beidseitige Markierung							
Moos/ Bankholzen, L 193	7,20 (4,20)	7%	39%	54%	2%	21%	77%
Baden-Baden (Nordabschnitt), K 9617	8,60 (5,60)	21%	34%	45%	7%	33%	60%
Baden-Baden (Südabschnitt), L 67	8,00 (5,00)	24%	28%	47%	2%	27%	71%
Winnenden/ Schwaikheim, K 1911	8,10 (2,80[9])	64%	30%	6%	36%	49%	14%
Zeutern/ Östringen, K 3586	7,55 (4,55)	36%	40%	23%	17%	39%	44%

Tabelle 4: Linienfahrverhalten der Kfz am Schutzstreifen. Helle Zelleneinfärbung bei einem Anteil von mehr als 30 %, dunkle Färbung bei mehr als 65 %

Als Abhängigkeit der Akzeptanz von der zulässigen Höchstgeschwindigkeit ließ sich bei einseitig angelegten Schutzstreifen eine Tendenz erkennen: Bei einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h war die Akzeptanz deutlich besser als bei größeren

9 Je Fahrtrichtung

Geschwindigkeiten, die untereinander keine weitere Tendenz erkennen ließen. Bei beidseitig angelegten Schutzstreifen ließ sich aufgrund der Beispielauswahl und der geringen Anzahl keine Abhängigkeit nachweisen.

Bei Querschnitten, die trotz offensichtlich guter Verkehrsbedingungen keine ausreichende Akzeptanz der Schutzstreifen zeigen, ist ggf. Aufklärung nötig.

Abbildung 5-8: Linienfahrverhalten des Kfz-Verkehrs bei einseitig oder beidseitig angelegten Schutzstreifen ohne und mit Gegenverkehr

Zusammenfassung der Erkenntnisse:

- ab einer **Kern-/Restfahrbahnbreite von 4,55 m** ist die Akzeptanz des Schutzstreifens ohne Gegenverkehr mit mindestens 50 % (beidseitige Schutzstreifen) bzw. 40 % (einseitige Schutzstreifen) gegeben.
- Bei einer **beidseitigen** Markierung von Schutzsteifen lässt sich bei gleichen Kern-/Restfahrbahnbreiten eine positive Auswirkung beobachten
- Eine Mittelmarkierung führt zu einer deutlich besseren Akzeptanz der Schutzstreifen. Da sie aber zu geringeren Überholabständen führt (s. Kap. 5.2.8), sollte sie nur bei ausreichenden Platzverhältnissen markiert werden.

5.2.3 Interaktionsanalyse

In diesem Kapitel wurden folgende Thesen untersucht:

Thesen:

- Die Anzahl der Überholvorgänge nimmt mit der Markierung von Schutzstreifen ab.
- Der Anteil der Konflikte nimmt mit der Markierung von Schutzstreifen signifikant ab (riskante Manöver wie z.B. das Überholen bei Gegenverkehr mit deutlicher Unterschreitung des Mindestabstandes zum Radverkehr).
- Piktogrammketten sind als Einzelelement oder als Verbund mit einseitigen Schutzstreifen geeignet, den Radverkehr zu sichern.

Die Interaktionsanalyse wurde durchgeführt, um Hinweise zum Verhalten des Kfz- und des Radverkehrs vor und nach den Markierungsmaßnahmen zu erhalten.

Sowohl im Zuge der Vorher-Untersuchung als auch der Nachher-Untersuchung wurde das Verkehrsgeschehen drei Tage gefilmt. Dabei sollten auch bei schwach vom Radverkehr frequentierten Strecken so viele Radfahrende wie möglich erfasst werden, um eine Bewertung zu ermöglichen.

Es wurde die Vorher- und Nachher-Auswertung von jeweils mindestens 150 Untersuchungsfällen für jeden Querschnitt angestrebt, davon mindestens 20 Überholvorgänge Kfz / Rad je Fahrtrichtung. Aufgrund extrem niedriger Fallzahlen an einzelnen Querschnitten (< 10) wurden diese Ergebnisse wegen nicht repräsentativer Aussagekraft aus der Gesamtbewertung herausgenommen (siehe Kapitel 7.1.1).

Besonderes Interesse galt den Überholvorgängen und dem Überholabstand zwischen Kfz und Radfahrenden. Die untersuchten Kriterien, wie u.a. Überholen mit oder ohne Gegenverkehr, Einschätzung des Überholabstandes, Konflikte Kfz/Rad, sind in Abbildung 5-9 als Beispiel für den Querschnitt „Baden-Baden, Sandweierer Straße (Nordabschnitt)“ aufgezeigt. Im Anlagenteil sind alle untersuchten Querschnitte als Vorher-Nachher-Vergleich dokumentiert.

Die unterschiedlichen Kriterien werden im Folgenden einzeln untersucht. Dabei werden Vorher-Situationen den Nachher-Situationen gegenübergestellt. Bei den Werten innerhalb der Säulen handelt es sich um absolute Zahlen.
Bei Querschnitten mit bereits länger bestehenden einseitigen Schutzstreifenmarkierungen ohne Vorher-Untersuchung (Vergleichsfälle) ist folglich nur die rechte Säule (Nachher-Untersuchung) dargestellt. Alle Ergebnisse erscheinen aber im Folgenden themenbezogen. Die Ergebnisse werden nicht für die Fahrtrichtungen getrennt dargestellt, sondern vorher wie nachher als Querschnitt zusammengefasst.

In der oberen linken Grafik der Abbildung 5-9 (Situationen mit Radfahrenden) ist die Anzahl der ausgewerteten Situationen mit Beteiligung eines Radfahrenden dargestellt. Die Anzahl der Situationen darf nicht mit der Anzahl der gezählten Radfahrenden verwechselt werden. Es können zahlenmäßige Unterschiede auftreten. Zum Beispiel können mehr Situationen mit Radfahrenden auftreten, als Radfahrende gezählt wurden, da ein und derselbe Radfahrende möglicherweise im Untersuchungsabschnitt an unterschiedlichen Überholsituationen beteiligt sein kann. Jede Überholung wird dann als Situation getrennt erfasst und bewertet (z.B. Überholung einmal ohne Gegenverkehr, einmal mit Gegenverkehr). Auf der anderen Seite wurden drei und mehr Radfahrende als Gruppe zu einer Situation zusammengefasst.

Die Grafik rechts unten „Orientierung Radfahrender auf der Fahrbahn“ wurde bereits in Kapitel 5.2.1 „Fahrlinie und Orientierung des Radverkehrs“ betrachtet.

Im Folgenden werden die **Verkehrsteilnehmerbeschreibenden Merkmale** „Beteiligte im Untersuchungsfall“, **Konstellationsbeschreibenden Merkmale** „Untersuchungsfälle“ und „Verkehrliche Situation“ sowie die **Verhaltensbeschreibenden Merkmale** „Verhalten während des Überholvorganges“ und „Überholabstand zum Radfahrenden“ untersucht.

Abbildung 5-9: Beispiel Baden-Baden, Sandweierer Straße (Nordabschnitt): Alle Untersuchungskriterien im Vorher-Nachher-Vergleich

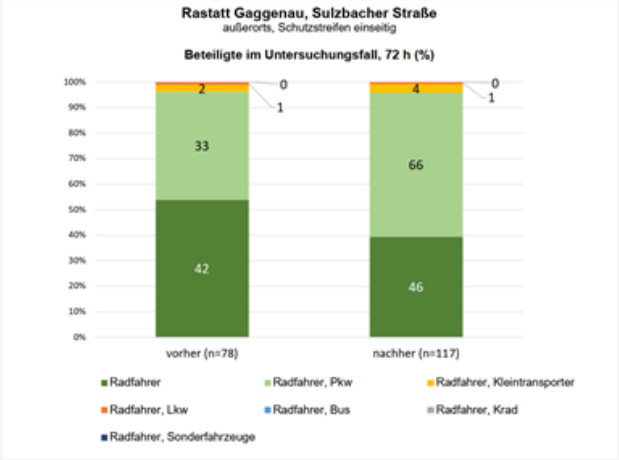
5.2.4 Beteiligte im Untersuchungsfall (Abbildung 5-10)

Der häufigste untersuchte Fall ist die Interaktion zwischen Radfahrenden und Pkw (helles Grün). Interaktionen mit allen anderen Kfz-Arten, wie Lkw (orange), Kleintransporter (gelb), Busse (blau) oder Krafträder (grau), spielen in den meisten Untersuchungsfällen nur eine untergeordnete Rolle. In Baden-Baden auf der Sandweierer Straße (L 67) ist allerdings ein vergleichsweise hoher Lkw-Anteil bei den Interaktionen der Nachher-Untersuchung zu verzeichnen.

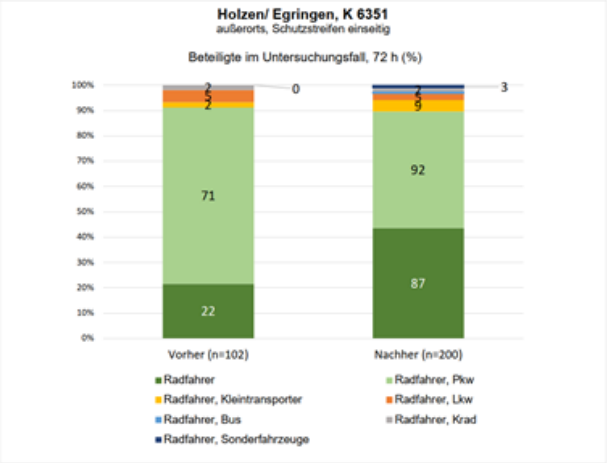
Bei den dunkelgrünen Säulen, die z.T. einen Anteil bis über 40 % (in Einzelfällen auch über 50 %) erreichen, handelt es sich um Alleinfahrten von Radfahrenden, die allein oder in Gruppen ohne andere Verkehrsteilnehmende den Querschnitt passierten. Diese Fahrten wurden zur Orientierung der Radfahrenden auf der Fahrbahn (unbeeinflusst) ausgewertet, sie gehen aber nicht in die Interaktionsanalysen ein.

Aus Schwankungen der einzelnen Anteile kann nicht auf eine unterschiedliche Zusammensetzung des Kfz-Verkehrs Vorher / Nachher rückgeschlossen werden, da jeweils nur die Zeitsegmente betrachtet wurden, in denen Radverkehr stattfand. Eine mehrfach beobachtete Zunahme der Alleinfahrten (dunkelgrün) Nachher kann darauf hindeuten, dass eine Radverkehrszunahme außerhalb der Haupt-Kfz-Belastung stattgefunden hat.

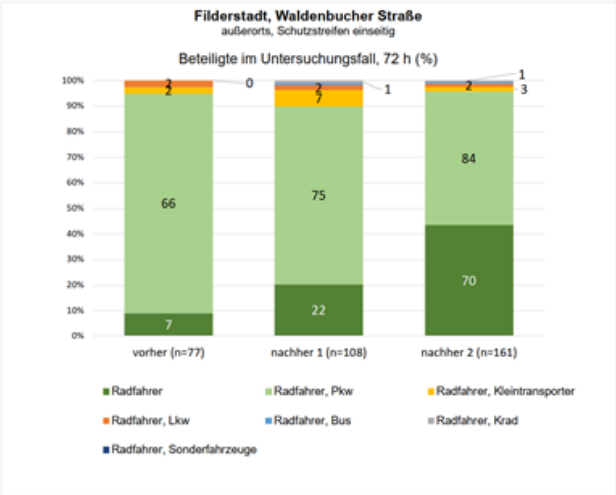
DTV (Nachher): 2.810 Kfz/24h Fahrbahnbreite: 6,40 m
Restfahrbahn: 5,15 m



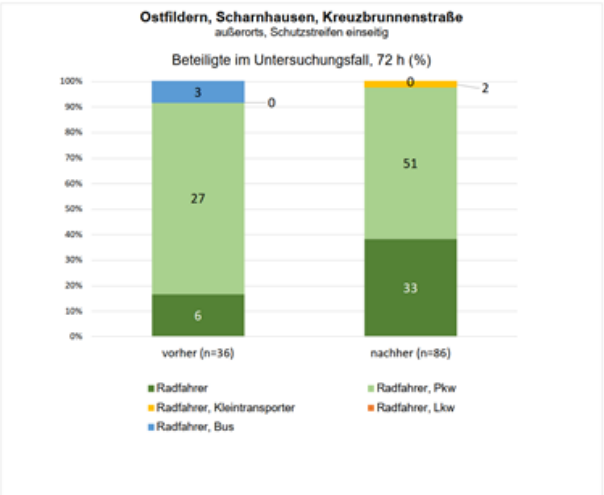
DTV (Nachher): 4.470 Kfz/24h Fahrbahnbreite: 5,90 m
Restfahrbahn: 4,40 m



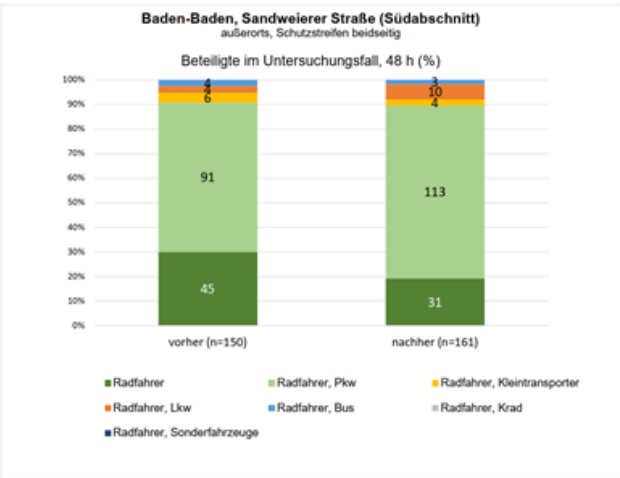
DTV (Nachher 1) 5.940 Kfz/24h Fahrbahnbreite: 7,30 m
DTV (Nachher2) 5.940 Kfz/24h Restfahrbahn: 5,00 m



DTV (Nachher): 11.240 Kfz/24h Fahrbahnbreite: 7,40 m
Restfahrbahn: 5,90 m



DTV (Nachher): 11.030 Kfz/24h Fahrbahnbreite: 8,00 m
Kernfahrbahn: 5,00 m



DTV (Nachher): 7.410 Kfz/24h Fahrbahnbreite: 8,60 m
Kernfahrbahn: 5,60 m

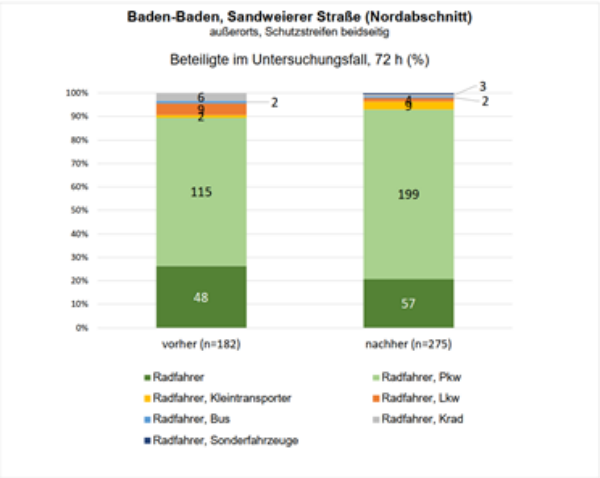


Abbildung 5-10: Beteiligte bei der Interaktion mit Radfahrenden

5.2.5 Untersuchungsfälle

Jede Situation wurde einem von vier Untersuchungsfällen zugeordnet:

- Alleinfahrt
- Begegnung
- Hintereinanderfahren
- Überholung

Bei den beiden ersten Fällen, unbeeinflusste **Alleinfahrt** und **Begegnung**, handelt es sich nicht um eine Interaktion. Sie sind für Radfahrende in der Regel unabhängig vom Vorhandensein einer Radverkehrsanlage im Hinblick auf die Sicherheit als unproblematisch zu bewerten. Bei den beiden letzten Fällen, **Hintereinanderfahren** (Kfz muss sich der Geschwindigkeit des Radfahrenden anpassen, da das Überholen aus verschiedenen Gründen nicht möglich ist) und **Überholung**, handelt es sich um Interaktionen, die sich auf die objektive und subjektive Sicherheit der Radfahrenden auswirken (Beispiele siehe *Abbildung 5-12*).

Die Untersuchungsfälle mit Überholung durch ein Kfz werden in den folgenden Kapiteln „5.2.7 Konstellation Überholen“ und „5.2.8 Überholabstand“ genauer untersucht. Bei der Überholkonstellation ist auch der seltene sicherheitsrelevante Sonderfall eines entgegenkommenden Radfahrenden berücksichtigt, der etwa auf gleicher Höhe mit einem im Überholvorgang befindlichen Kfz fährt und von diesem aufgrund des zu geringen Sicherheitsabstandes - Kfz/Rad in Gegenrichtung - in seiner Fahrweise beeinträchtigt wird.

Beim Anteil der Überholungen und Hintereinanderfahrten an der Gesamtzahl der Untersuchungsfälle zeigen sich keine eindeutigen Tendenzen an Zu- oder Abnahme nach der Markierung von Schutzstreifen. Hintereinanderfahrten haben meist einen geringen Anteil (< 5 %). Hohe Anteile (ca. 10 %) werden durch die Markierung von Schutzstreifen dann eher geringer als größer.

Bei den **Überholungen** kommt es in den meisten Fällen (10 von 18) zu keiner Änderung gegenüber der Vorheruntersuchung, wobei nur Änderungen von mehr als 5 Prozentpunkten als Änderung gewertet wurden (siehe Abbildung 5-11). In sechs Fällen kommt es zu einer leichten (mindestens 5 %-Punkte), in 4 Fällen sogar zu einer deutlichen Abnahme (mind. 10 %-Punkte), in zwei Fällen kommt es dagegen zu leichten, in einem Fall sogar zu einer deutlichen Zunahme. Bei den beiden Sonderfällen, in denen nur Piktogrammketten markiert wurden, kam es in beiden Fällen zu einer leichten Zunahme der Überholungen (5-10 %-Punkte).
Die besonders starken Abnahmen beim Anteil der Überholungen gehen einher mit gesunkenen Kfz-Belastungen bei gleichzeitiger z.T. deutlicher Zunahme der Radverkehrsmenge.

Bei den **Hintereinanderfahrten** zeigt sich ein ähnlich wenig differenziertes Bild: Bei nur 6 von 18 Fällen kommt es zu Änderungen, dabei halten sich Zu- und Abnahme die Waage. Bei den Piktogrammketten kommt es bei einer von beiden zu einer deutlichen Zunahme.

Insgesamt ist festzustellen, dass die Markierung von Schutzstreifen außerorts zu keiner eindeutigen Änderung des Anteils der Überholvorgänge oder Hintereinanderfahrten führt. Eine Abnahme des Kfz-Verkehrs bei gleichzeitiger Zunahme des Radverkehrs führt dagegen häufig zu einer deutlichen Abnahme des Anteils an Überholvorgängen.

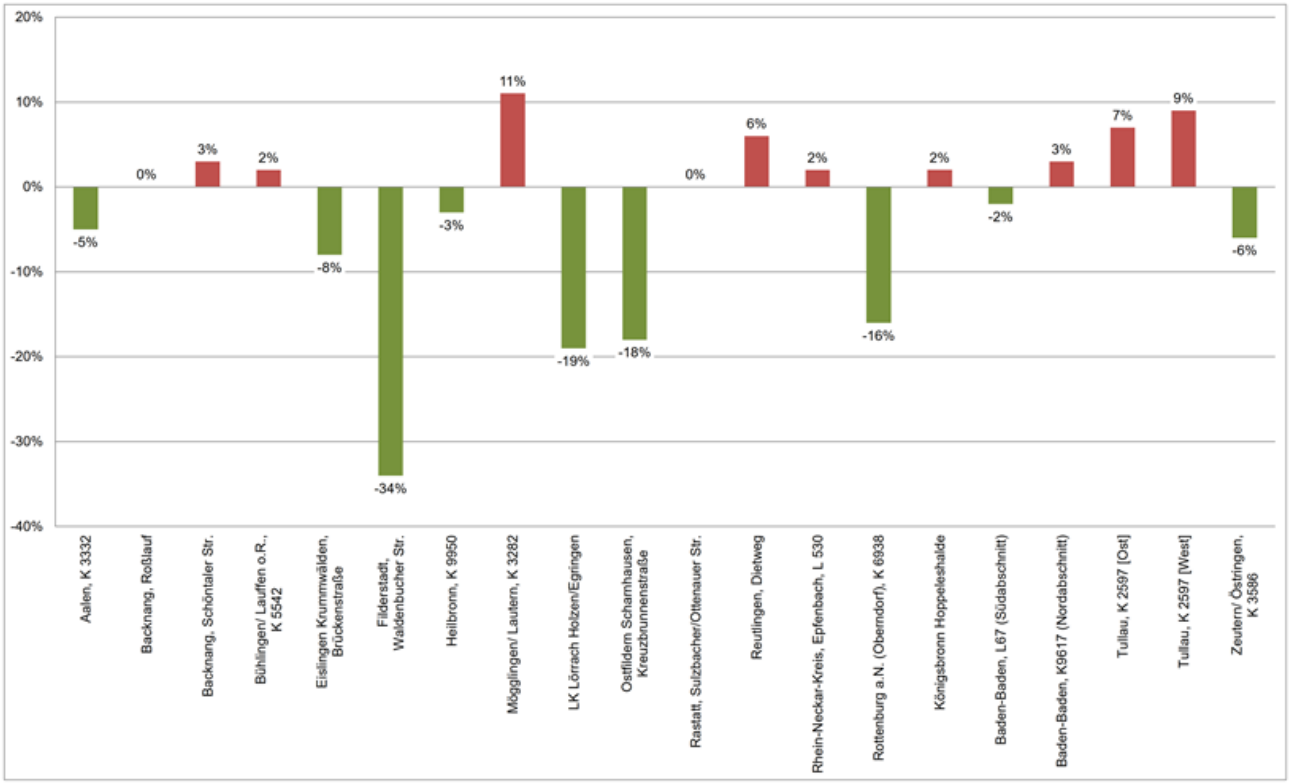


Abbildung 5-11: Tendenz Überholvorgänge

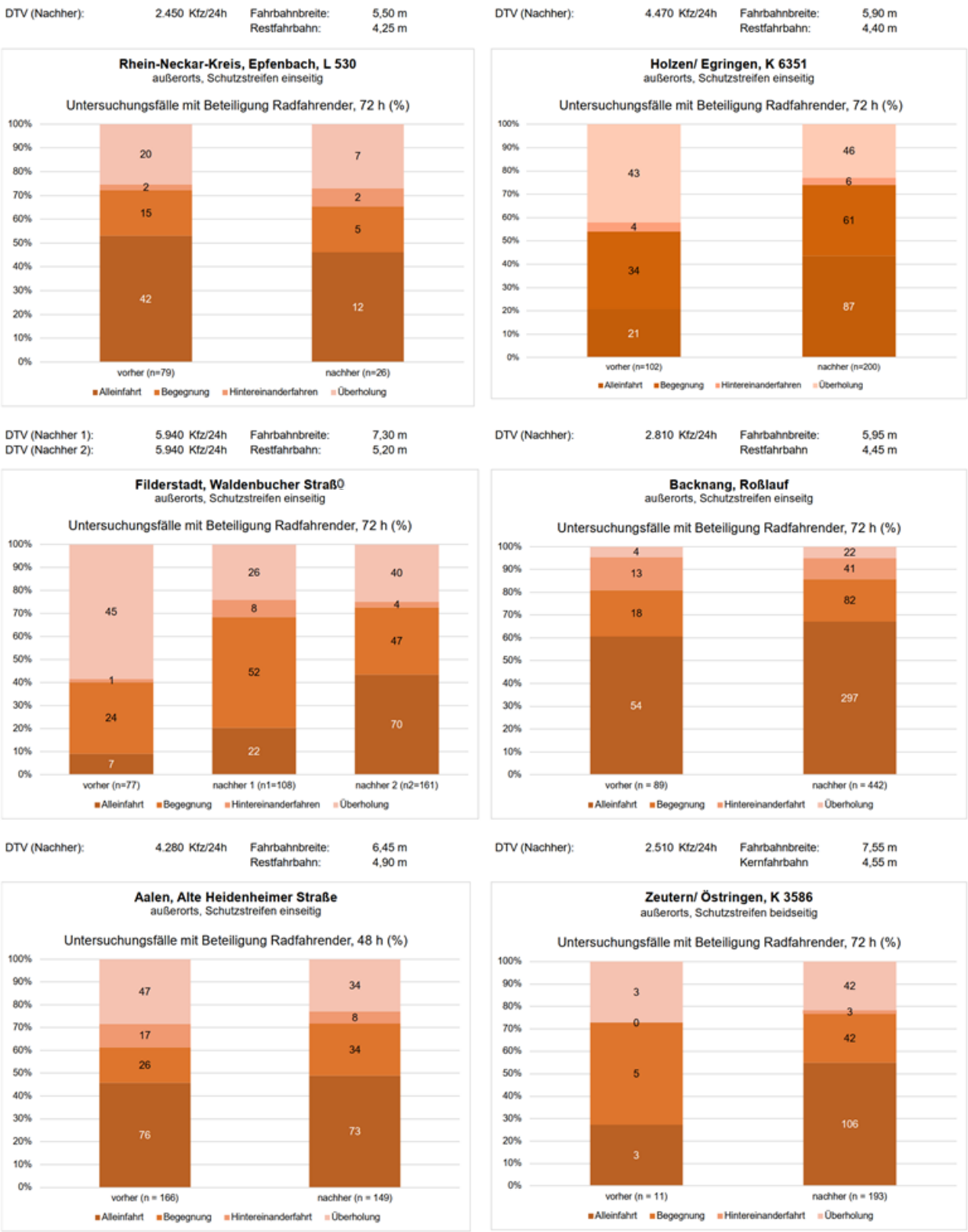


Abbildung 5-12: Untersuchungsfälle mit Beteiligung Rad

Zusammenfassung der Erkenntnisse:

- Der Anteil der Überholvorgänge ist bei bis zu ca. 6.000 Kfz/Tag relativ niedrig (unter 25 % der beobachteten Fälle).
- Der Anteil der Überholvorgänge wird durch die Markierung von Schutzstreifen nicht in eindeutiger Tendenz verändert.

5.2.6 Verkehrliche Situation

Zur Bewertung der verkehrlichen Situation (Abbildung 5-13) wurden die Fälle in folgende Untersuchungsfälle unterteilt:

- interaktionsfreie Bewegung
- konfliktfreie Interaktion
- Konflikt
- Unfall

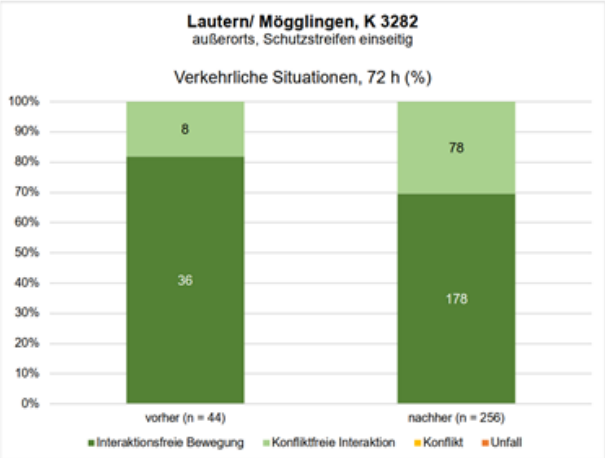
Zur **interaktionsfreien Bewegung** zählen die unbeeinflussten Alleinfahrten und Begegnungen ohne Überholvorgänge. Zu **konfliktfreien Interaktionen** sind Hintereinanderfahren und Überholungen ohne erkennbaren Konflikt zusammengefasst. Zu einem **Konflikt** kommt es, wenn mindestens einer der beiden beteiligten Verkehrsteilnehmer Ausweichbewegungen oder andere Maßnahmen erkennen lässt, die der Verhinderung eines Unfalls dienen wie z.B. abruptes Abbremsen, Ausweichen / Abdrängen von der Fahrlinie oder Anhalten. Als **Unfall** wird bewertet, wenn in Folge der Interaktion z. B. der Radfahrende vom anderen Verkehrsteilnehmer (Kfz) erfasst wird oder auch ohne Kontakteinwirkung stürzt.

Die Auswertung der Verhaltensbeobachtungen zeigte, dass auf allen untersuchten Streckenabschnitten keine Unfälle und nur sehr wenige Konflikte verzeichnet wurden. Bei insgesamt 22 Untersuchungsfällen (15 einseitig, davon 3 einseitig alternierend und 7 beidseitig markierte, davon 2 nur nachher und 2 mit Piktogrammketten) wurde vorher an lediglich vier Untersuchungsstellen je eine Situation als Konflikt eingestuft (Rottenburg, Baden-Baden Sandweierer Str. Nord, Tullau K 2597 Ost und West). In der Nachher-Untersuchung wurden ebenfalls an vier Untersuchungsstellen Konflikte festgestellt (je ein Konflikt in Reutlingen (Dietweg) und Tullau K 2597 Ost und West, zwei Konflikte in Rottenburg). Durch die z.T. erhebliche Zunahme der Radverkehrsmengen führt dies aber nicht zu einem anteiligen Anstieg der Fallzahlen, sondern eher zur Abnahme.

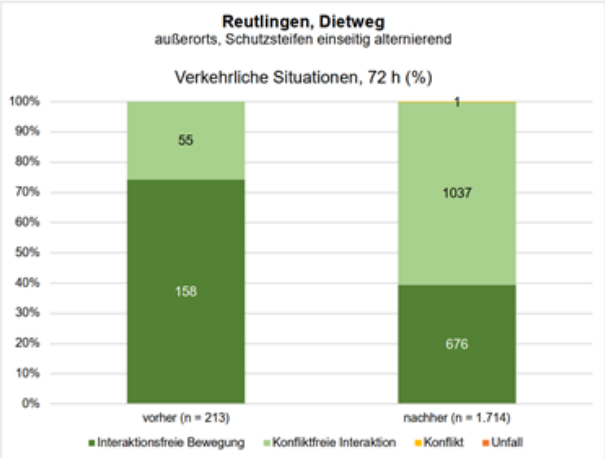
Konflikte konnten ausschließlich bei Überholvorgängen beobachtet werden. Eine Beschreibung von typischen Konfliktsituationen ist aber nicht möglich, da es sich bei den wenigen Konflikten um stark voneinander abweichende Einzelfälle handelt.

In Baden-Baden Sandweierer Straße wurde z.B. als Konflikt gewertet, dass zwei Radler nebeneinander fuhren, als ein Pkw zum Überholen ansetzte. Beide wurden ausreichend bis knapp überholt, der äußere musste allerdings rechts rüberfahren, was eine Reaktion darstellt. In Rottenburg a.N. ist ein Radfahrender, ohne Beachtung des Kfz-Verkehrs, aus der untergeordneten Einmündung auf den Schutzstreifen auf der Kreisstraße gefahren. Der Kfz-Fahrer war zum Ausweichen gezwungen, um einen Unfall zu vermeiden. Vergleichbar zeigte sich eine Situation auf der Modellstrecke in Tullau, bei welcher ein Radfahrender ohne erkennbaren Grund plötzlich am Fahrbahnrand gehalten hat. Auch hier war der Kfz-Fahrer zum Ausweichen gezwungen. In Reutlingen wurde ein Konflikt verzeichnet, als ein Radfahrer aus der gegenüberliegenden Zufahrt in falsche Fahrtrichtung auf der Schutzstreifen einfahren wollte. Der Radfahrer musste abrupt bremsen, da ein Kfz entgegenkam.

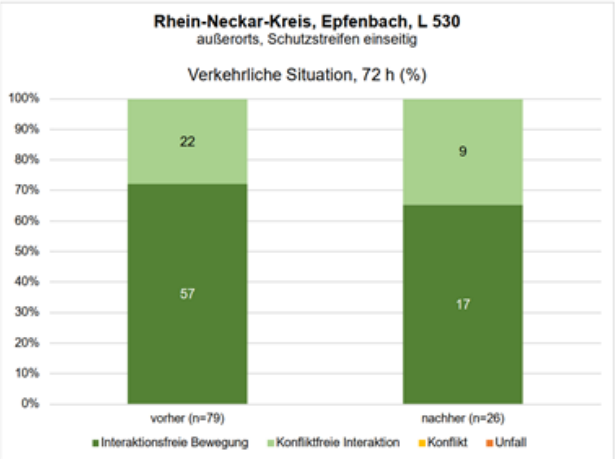
DTV (Nachher): 2.890 Kfz/24h Fahrbahnbreite: 5,95 m Restfahrbahn: 4,55 m



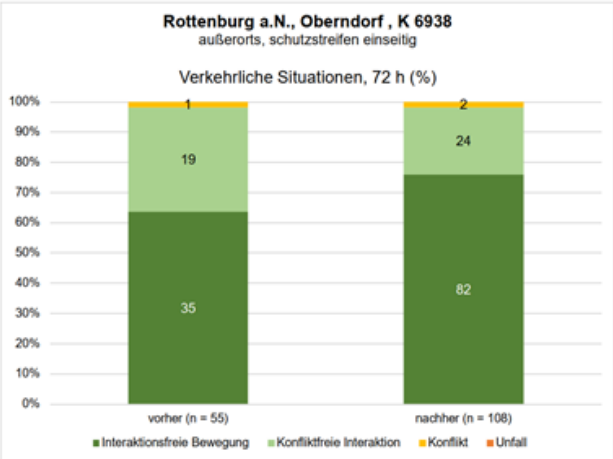
DTV (Nachher): 8.220 Kfz/24h Fahrbahnbreite: 7,15 m Kernfahrbahn 5,80 m



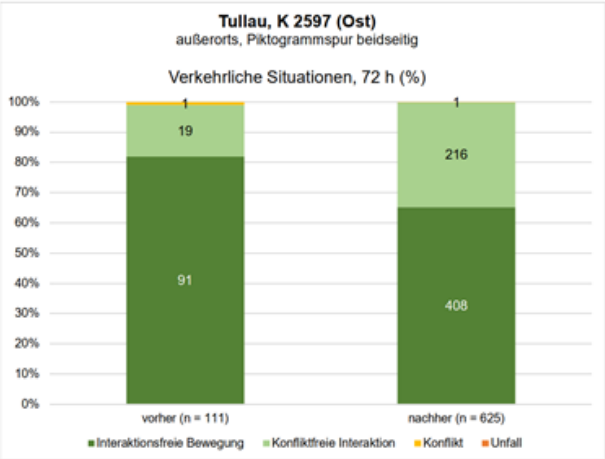
DTV (Nachher): 2.450 Kfz/24h Fahrbahnbreite: 5,50 m Restfahrbahn: 4,25 m



DTV (Nachher): 3.730 Kfz/24h Fahrbahnbreite: 6,10 m Kernfahrbahn: 4,60 m



DTV (Nachher): 2.690 Kfz/24h Fahrbahnbreite: 5,45 m



DTV (Nachher): 7.410 Kfz/24h Fahrbahnbreite: 8,60 m Kernfahrbahn 5,60 m

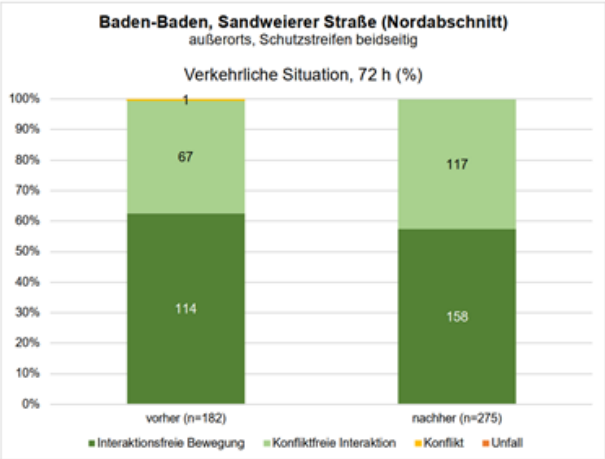


Abbildung 5-13: Verkehrlichen Situationen

Zusammenfassung der Erkenntnisse:

- Auf den untersuchten Strecken sind sowohl vorher als auch nachher sehr wenige bis nahezu keine Konflikte verzeichnet worden. Im Vergleich konnten nachher anteilig weniger Konflikte als vorher beobachtet werden. Die Aktionen der Verkehrsteilnehmenden untereinander waren, bis auf ganz wenige Ausnahmen, von gegenseitiger Rücksichtnahme geprägt.
- Auch in hochbelasteten Abschnitten traten keine Konflikte auf.
- Unfälle konnten im Zeitraum der Vorher-Nachher-Untersuchung keine festgestellt werden.

5.2.7 Konstellation Überholen

Zur Bewertung der Überholkonstellation (

Abbildung 5-14) wurden folgende Untersuchungsfälle unterschieden:

- Überholen ohne Gegenverkehr
- Überholen mit Gegenverkehr, der abgewartet wird
- Überholen mit Gegenverkehr, der nicht abgewartet wird
- Überholen eines Radfahrenden bei entgegenkommendem Radfahrenden auf gleicher Höhe

Die weitaus überwiegende Überholkonstellation (57 % bis über 90 %) ist das Überholen eines Radfahrenden durch einen Pkw ohne Gegenverkehr. Dabei korreliert der Anteil der Überholvorgänge ohne Gegenverkehr nicht eindeutig mit der Verkehrsstärke.

Für eine steigende Tendenz von Überholvorgängen, bei denen der Gegenverkehr nicht abgewartet wird, konnten mehrere Kriterien beobachtet werden:

- Bei beidseitig markierten Strecken wird regelmäßig bei Gegenverkehr überholt.
  Bei einseitig markierten Strecken wird nur in Einzelfällen, dabei in 1/3 der Strecken gar nicht bei Gegenverkehr überholt.
- Ab einer Restfahrbahnbreite von 4,50 m wird vereinzelt, ab 4,90 m häufig bei Gegenverkehr überholt. Bei weniger als 4,50 m wird i.d.R. nicht bei Gegenverkehr überholt.
- Ab einer Kfz-Verkehrsstärke von etwa 3.000 Kfz/24h kommt es gelegentlich zu Überholungen im Gegenverkehr, ab 5.000-6.000 Kfz/24h ist dieses Verhalten häufiger zu beobachten.

In Heilbronn resultiert das Überholen im Gegenverkehr z.B. aus der Tatsache, dass es sich bei zwei der drei überholenden Kfz um Motorräder handelte. Hieraus ergeben sich daher trotz schmaler Kernfahrbahn keine Konflikte.

Bei einer großen Restfahrbahnbreite von 5,60 m bzw. 5,90 m und einer hohen Verkehrsbelastung ist die Tendenz uneinheitlich. Während in Ostfildern die Überholungen im Gegenverkehr (allerdings bei sehr geringer Fallzahl) zunehmen, gehen sie an der Sandweierer Straße in Baden Baden anteilig zurück. Da die Versuchstrecke in Baden Baden ein Jahr später als die in Ostfildern untersucht wurde, kann über die Wirkung des gesetzlich vorgegebenen 2 Meter-Überholabstandes spekuliert werden.

Ab einer Verkehrsstärke von ca. 5.000 - 6.000 Kfz/24 h ist eine deutlich steigende Tendenz von Überholvorgängen zu verzeichnen, bei denen der Gegenverkehr nicht abgewartet wird. Bei Fahrbahnbreiten von ca. 6,75 m, wo ein Überholen bei Gegenverkehr noch möglich ist, resultiert daraus häufig ein zu geringer Überholabstand.

Abbildung 5-14: Überholkonstellation mit und ohne Gegenverkehr

Zusammenfassung der Erkenntnisse:

- Bei beidseitig markierten Strecken wird regelmäßig bei Gegenverkehr überholt, bei einseitig markierten Strecken nur in Einzelfällen auf bis zu 2/3 der Strecken.
- Ab einer Restfahrbahnbreite von < 4,50 m wird i.d.R. nicht bei Gegenverkehr überholt, ab 4,50 m vereinzelt, ab 4,90 m häufig.
- Ab einer Kfz-Verkehrsstärke von etwa 3.000 Kfz/24h kommt es gelegentlich (< 5 %), ab 5.000-6.000 Kfz/24h häufiger zu Überholungen im Gegenverkehr (maximal 25 %).
- Der Anteil der Überholvorgänge bei Gegenverkehr ist insgesamt relativ niedrig (unter 25 % der beobachteten Fälle).
- Die Leitlinie wird beim Überholen im Gegenverkehr als Orientierungshilfe benutzt. Daher sind breite Schutzstreifen - auch auf Kosten der Kernfahrbahn – von Vorteil. Radfahrende haben dann mehr Platz und keinen Bedarf, noch nach rechts auszuweichen.

5.2.8 Überholabstand

Zur Bewertung der Überholabstände (Abbildung 5-15) wurden folgende Untersuchungsfälle unterschieden:

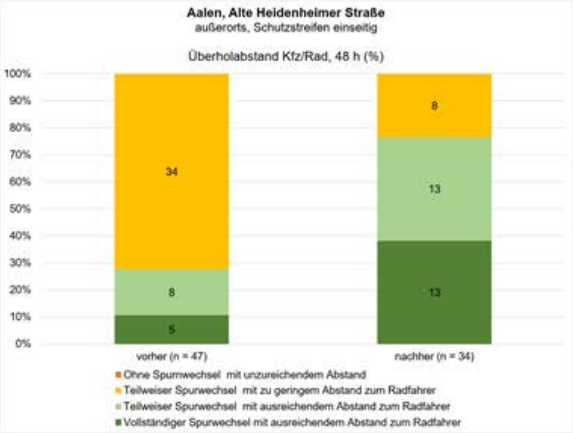
- Überholen ohne Fahrstreifenwechsel mit unzureichendem Abstand
- teilweiser Fahrstreifenwechsel mit zu geringem Abstand zum Radfahrenden
- teilweiser Fahrstreifenwechsel mit „ausreichendem“ Abstand zum Radfahrenden
- vollständiger Fahrstreifenwechsel mit ausreichendem Abstand zum Radfahrenden

Tendenzen:

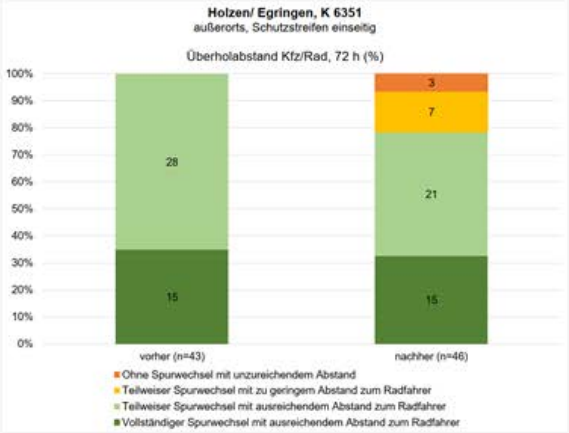
- Durch beidseitige Markierung von Schutzstreifen kommt es zur deutlichen Reduktion des Anteils kritischer Überholabstände ohne Spurwechsel (Baden-Baden). Dies korrespondiert mit der geringeren Anzahl der Überholungen im Gegenverkehr.
- Durch eine Mittelmarkierung wird das Ausweichen auf die gegenüberliegende Fahrbahn tendenziell unterbunden, sodass anteilig enger überholt wird (Winnenden).
- Bei einseitiger Markierung nehmen die zu engen Überholabstände in den meisten Fällen zu, bei hohen Belastungszahlen (ca. 5.000 Kfz/Tag) und breiter Restfahrbahn (ab ca. 5,00 m) gilt das auch für die kritischen Überholabstände (Reutlingen, Ostfildern, Filderstadt). Dabei kommt es aber nicht zu mehr Konflikten (in Reutlingen ein Fall mehr bei Verzwanzigfachung der Interaktionen).
- Bei sehr schmalen Rest-/Kernfahrbahnen (4,20 m - 4,25 m) wird nur selten zu knapp überholt, der Anteil der Überholungen mit ausreichendem Abstand nimmt nach der Markierung im Vergleich eher zu. Bei breiteren Fahrbahnen ist das Ergebnis gemischt und z.T. sehr unterschiedlich. Es hängt möglicherweise von anderen Faktoren ab.
- Bei niedrigen Geschwindigkeiten (50-60 km/h) nimmt nach Markierung der Schutzstreifen der Anteil der Kfz tendenziell zu, die einen ausreichenden Überholabstand einhalten. Meistens sogar deutlich.

Bei den Überholabständen wirken sich mehrere Faktoren unterschiedlich aus, sodass keine einheitlichen Tendenzen festgestellt werden konnte. Kritisch zu sehen sind mittlere Fahrbahnbreiten, bei denen ein Überholen des Radverkehrs im Gegenverkehr noch möglich ist, aber zu sehr geringem Überholabstand führt. Hier wirken sich niedrigere Geschwindigkeiten positiv aus.

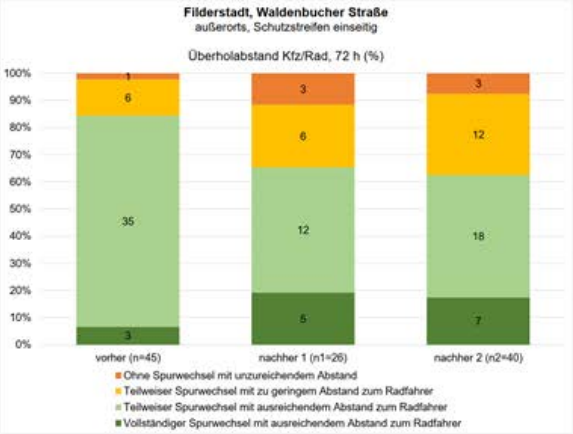
DTV (Nachher): 4.280 Kfz/24h Fahrbahnbreite: 6,45 m
Kernfahrbahn 4,90 m



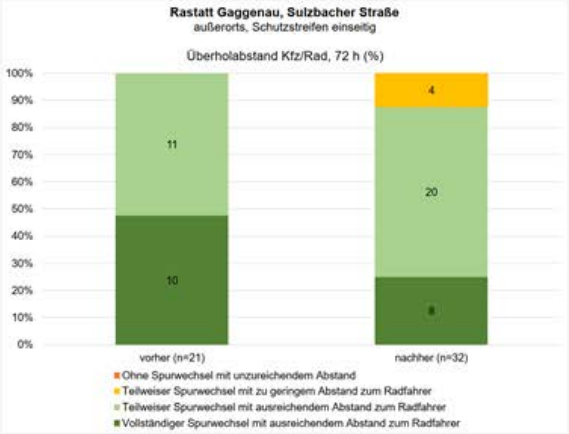
DTV (Nachher): 4.470 Kfz/24 h Fahrbahnbreite: 5,90 m
Kernfahrbahn: 4,40 m



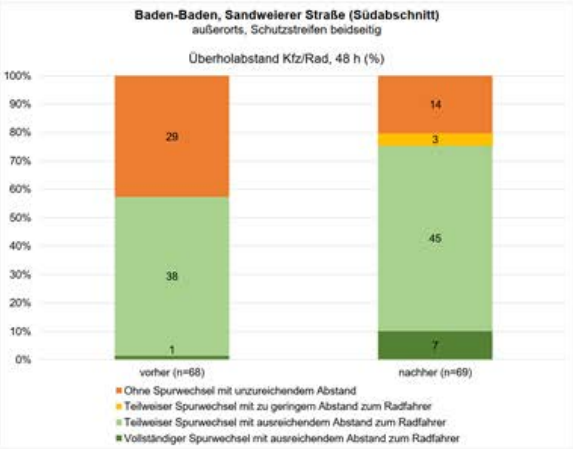
DTV (Nachher 1: 5.940 Kfz/24 h Fahrbahnbreite: 7,30 m
DTV (Nachher 2: 5.940 Kfz/24 h Kernfahrbahn: 5,00 m



DTV (Nachher): 2.810 Kfz/24 h Fahrbahnbreite: 6,40 m
Kernfahrbahn: 5,15 m



DTV (Nachher): 11.030 Kfz/24 h Fahrbahnbreite: 8,00 m
Kernfahrbahn: 5,00 m



DTV (Nachher): 6.470 Kfz/24 h Fahrbahnbreite: 8,10 m
Kernfahrbahn: 5,60 m

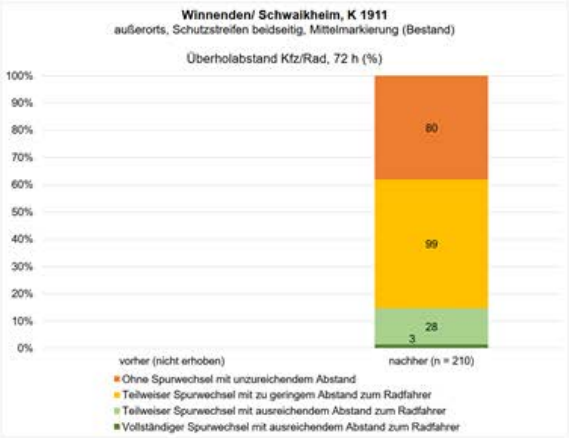


Abbildung 5-15: Überholabstände Kfz/Rad

Zusammenfassung der Erkenntnisse:

- Eine beidseitige Markierung führt zu einer deutlichen Reduktion der kritischen Überholabstände; eine Mittelmarkierung wirkt dabei kontraproduktiv.
- Bei einseitiger Markierung nehmen zu enge Überholabstände zu, bei hohen Belastungen auch die kritischen. Daher ist auf breite Schutzstreifen und eine Restfahrbahnbreite > 5,00 m zu achten.
- Bis 4.000 Kfz/24 h wird nicht bzw. selten mit zu geringem Abstand überholt.
- Bei Fahrbahnbreiten zwischen ca. 6,75 m und 7,50 m wird häufig mit zu geringem Abstand überholt.

5.2.9 Piktogrammketten

Bei einseitigen Schutzstreifen wurde auf der gegenüberliegenden Seite eine Piktogrammkette markiert. Die Markierung einer Piktogrammkette ist in der Regel anzuwenden, wenn die Breiten für Schutzstreifen nicht ausreichen und der weitere Verlauf der Radverkehrsführung auch im Zuge einer Engstelle verdeutlicht werden soll.

Bei der Auswertung ergab sich kein eindeutiges Bild. Da der Radverkehr deutlich zunahm, ist tendenziell von einer positiven Wirkung auszugehen. Die tendenzielle Abnahme der Konflikte spricht für eine gute Verwendbarkeit von Piktogrammketten, auch wenn der Anteil kritischer Überholvorgänge zunahm. Aufgrund der sehr geringen Fallzahl der Vorher-Untersuchung und einer Auswertung von nur zwei Querschnitten (Tullau) lässt sich aus den ermittelten Ergebnissen allerdings keine eindeutige Tendenz feststellen.

Da es aber insgesamt keine Auffälligkeiten gab, ist davon auszugehen, dass auch Piktogrammketten geeignet sind, den Radverkehr zu fördern und sichtbar zu machen. Bei der Markierung ist auf einen ausreichenden Abstand zum Bordstein (sofern vorhanden) bzw. zum Fahrbahnrand (z.B. auch in Kurven und vor Kuppen) zu achten (wie in den Untersuchungsfällen vorgenommen), um die gewünschte Fahrlinie zu verdeutlichen. Radfahrende sollen u.a. ermutigt werden, mittiger auf dem Fahrstreifen zu fahren, um die Gefahr von Stürzen bzw. dem Abkommen von der Fahrbahn zu vermeiden.

Bei einseitiger Markierung eines Schutzstreifes bergauf ist die Markierung einer Piktogrammkette in Gegenrichtung zu empfehlen.

Zusammenfassung der Erkenntnisse:

- Piktogrammketten sind als Einzelelement oder als Verbund mit einseitigen Schutzstreifen zur Sicherung des Radverkehrs geeignet.

5.3 Zusammenfassung der Ergebnisse

5.3.1 Wirkung auf die Radverkehrsnutzung

Sowohl im Zuge der Vorher- als auch der Nachher-Untersuchung wurden Verkehrszählungen durchgeführt, die sowohl den Radverkehr als auch den Kfz-Verkehr erfassten. Dabei wurden auch die Radfahrenden gezählt, die den Seitenraum, also in der Regel die Gehwege, nutzten. Auf der Grundlage dieser Erhebung konnten folgende Erkenntnisse gewonnen werden:

- Mit der Markierung von Schutzstreifen nimmt das Radverkehrsaufkommen signifikant zu. Diese Befunde waren fast durchgängig und auch nach Berücksichtigung der jahreszeitlichen Schwankungen und der Auswirkungen der Corona-Einschränkungen nachweisbar.
- Mit der Markierung von Schutzstreifen nimmt die Seitenraumnutzung zugunsten der Fahrbahnnutzung ab. Dieses Ergebnis war auf nahezu allen Untersuchungsabschnitten mit Nebenanlagen feststellbar.
- Mit der Markierung von Schutzstreifen nimmt der kritische (linke) Radverkehr zugunsten der Fahrbahnnutzung ab.

5.3.2 Wirkung auf die Interaktionen

Sowohl im Zuge der Vorher- als auch der Nachher-Untersuchung wurde das Verkehrsgeschehen drei Tage gefilmt, um auch eine Auswertung der schwach vom Radverkehr frequentierten Strecken zu ermöglichen. Auf der Grundlage dieser Auswertung konnten folgende Erkenntnisse gewonnen werden:

- Die Markierung von Schutzstreifen wirkt sich nicht signifikant auf die Anzahl oder den Anteil der Überholvorgänge aus.
- Auf den untersuchten Strecken sind sowohl vorher als auch nachher nahezu keine Konflikte zu beobachten, auch auf hochbelasteten Abschnitten nicht. Tendenziell nimmt die Konfliktrate ab

5.3.3 Nutzung des Straßenraums durch die Verkehrsteilnehmenden

Schutzstreifen werden häufig vom Kfz-Verkehr überfahren, auch ohne unmittelbare Beteiligung Radfahrender bzw. auch wenn der Gegenverkehr dies nicht erfordert.

Das Respektieren des Schutzstreifens (ohne Gegenverkehr) war bei beidseitig markierten Schutzstreifen höher (46 – 94 % der Kfz-Fahrenden) als bei einseitig markierten (2 – 85 %). Für einseitig sowie beidseitig markierte Schutzstreifen ließ sich ein Effekt durch die Breite der Kernfahrbahn nachweisen (mehr Akzeptanz bei zunehmender Breite). Bei einer Kern-/Restfahrbahn von 4,55 m respektierten ca. 50 % der Kfz die Schutzstreifen, mit steigender Kernfahrbahnbreite nahm die Akzeptanz zu. Die täglichen Radverkehrsmengen wirkten sich dabei nicht als begünstigend aus.

In jedem Fall wird der Schutzstreifen von den Kfz als Orientierungslinie genutzt, wenn Radfahrende vorhanden sind. Umgekehrt orientieren sich die Radfahrenden nach Markierung der Schutzstreifen nicht mehr so stark am Fahrbahnrand, sondern eher zur Mitte des Schutzstreifens hin.
Aus dieser Beobachtung lassen sich folgende Erkenntnisse gewinnen:

- Die Orientierung des Radverkehrs auf der Fahrbahn wird durch die Markierung von Schutzstreifen einheitlicher und ist seltener auf den Fahrbahnrand ausgerichtet.
- Bei einer Rest-/Kernfahrbahnbreite von 4,55 m und mehr werden Schutzstreifen ohne Gegenverkehr von der Mehrheit der Kfz respektiert. Beidseitige Markierung der Schutzstreifen oder einer Mittelmarkierung wirken dabei unterstützend.
- Ist **Radverkehr** auf der Fahrbahn, wird der Schutzstreifen häufig **als Orientierungslinie** genutzt. Dies kann in der Folge eher zu engem Überholen des Radfahrenden führen.
- **Besonders** enge und **kritische Überholabstände** werden mit der Markierung von breiten Schutzstreifen (≥ 1,40 m) aufgrund der Fahrstreifenorientierung jedoch **verringert**.

5.3.4 Begünstigende Faktoren

Über die oben angesprochenen Erkenntnisse hinaus gibt es weitere Faktoren, die eine Nutzung von Schutzstreifen begünstigen und die bei der Abwägung entsprechend positiv berücksichtigt werden sollten:

- Niedrige Geschwindigkeiten und die damit verminderte Geschwindigkeitsdifferenz zwischen Rad- und Kfz-Verkehr sind begünstigende Faktoren.
- Ausreichende Sichtbeziehungen zwischen den Verkehrsteilnehmern sollten selbstverständlich sein.

- Da die Leitlinie beim Überholen im Gegenverkehr als Orientierungshilfe benutzt wird, sind breite Schutzstreifen von Vorteil.

5.3.5 Schwerverkehrsanteil

Der höchste festgestellte Schwerverkehrsanteil lag außerorts bei 5,8 % (Backnang Schöntaler Straße mit 47 Fahrten, Rhein-Neckar-Kreis Epfenbach-Spechbach mit 142 Fahrten) bzw. 480 Schwerverkehrsfahrten am Tag (Ostfildern Scharnhausen, das entspricht einem Schwerverkehrsanteil von 4,3 %). Die erfassten Überholvorgänge wurden, bis auf wenige Ausnahmen, mit ausreichendem Überholabstand durchgeführt. Dies ist auch dadurch zu erklären, dass ein Überholen im Gegenverkehr bei Schwerverkehrsbeteiligung auf den meisten Straßenquerschnitten nicht möglich ist und die überwiegende Mehrzahl der schweren Fahrzeuge vor dem Überholvorgang den Gegenverkehr abwartet.

Da bei diesen Schwerverkehrsmengen keine sicherheitsrelevanten Besonderheiten festgestellt werden konnten, können außerorts bis zu 600 Schwerverkehrsfahrten als unbedenklich eingestuft werden. Dies entspricht bei ca. 12.000 Kfz/ Tag einem Schwerverkehrsanteil von 5 %.

5.3.6 Besonders zu prüfende Faktoren

Als mögliche, einschränkende Faktoren sind zu benennen:

- eingeschränkte Sichtbeziehungen, z.B. durch Einbauten, Straßenbegleitgrün, Kurven und Kuppen
- hohes Verkehrsaufkommen (ab ca. 12.000 Kfz am Tag)
- hoher Schwerverkehrsanteil (bis zu 600 Schwerverkehrsfahrten am Tag traten auf den Untersuchungstrecken keine Probleme auf).
- Hier hängt der Einsatz von der Fahrbahnbreite und der Verkehrsstärke und damit von der Anzahl der zu erwartenden Überholvorgänge ab.

6 ANALYSE DES UNFALLGESCHEHENS

6.1 Methodik

Die Unfallanalyse wurde für die 22[10] untersuchten Modellstrecken (Übersicht Abbildung 3-1) als Vorheranalyse für einen 3-Jahres-Zeitraum von 2017-2019 durchgeführt. In der Kommune Winnenden im Rems-Murr-Kreis sowie auf der Strecke Moos-Bankholzen lag bereits eine Radverkehrsmarkierung vor. Hier wurde der 3-Jahres-Zeitraum vor der Markierung (12.07.2016) betrachtet.

In die makroskopische Unfallanalyse werden alle Unfälle der Modellstrecken einbezogen. In die mikroskopische Unfallanalyse werden alle Unfälle mit Personenschäden und einer Beteiligung von Radfahrenden einbezogen.

Eine Unfallanalyse für den Nachher-Zeitraum innerhalb der Projektlaufzeit war nicht möglich. Die Unfallanalyse schafft jedoch einen Vergleichswert, sodass mit vertretbarem Aufwand später eine Evaluation durchgeführt werden kann.

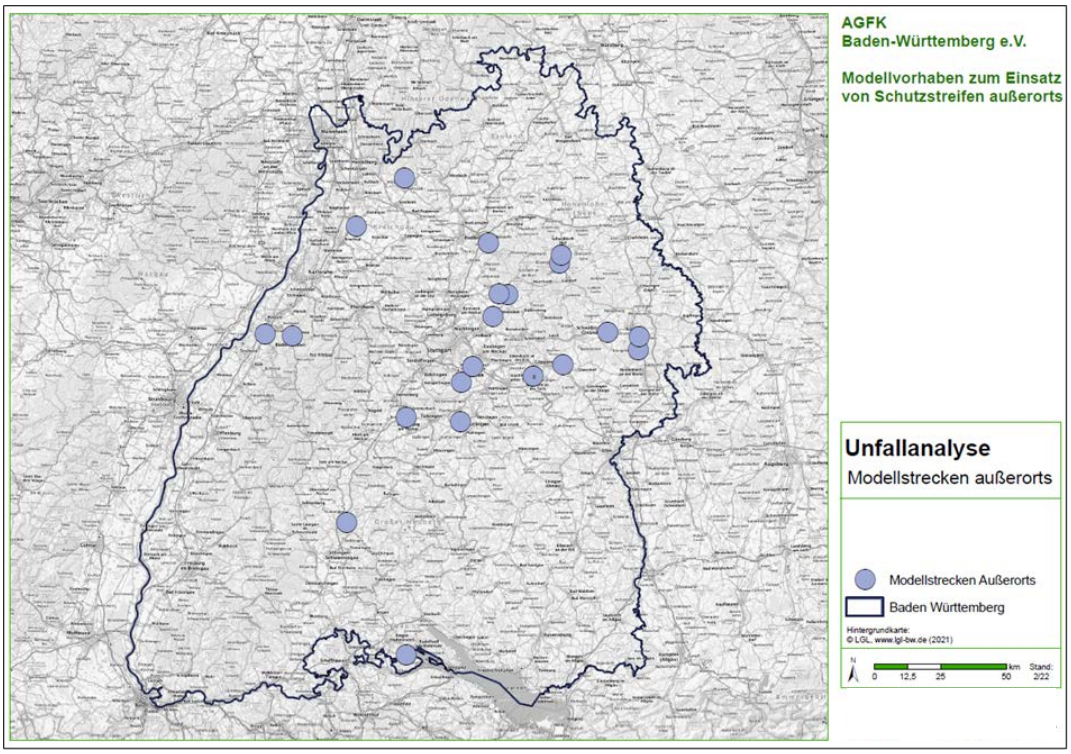


Abbildung 6-1: Übersicht der untersuchten Modellstrecken

[10] Für die Kommune Moos/ Bankholzen im Landkreis Konstanz lagen nur Nachher-Daten vor. In der Kommune Königsbronn lagen keine Unfälle auf der Modellstrecke vor.

6.2 Makroskopische Unfallanalyse

In der makroskopischen Unfallanalyse werden alle Unfälle der Modellstrecken hinsichtlich der erfassten Unfallmerkmale untersucht. Die zur Verfügung stehenden Verkehrsunfalldaten der Jahre 2017 bis 2019 an den Modellstrecken wurden im Geografischen Informationssystem (GIS) räumlich verortet und nach Unfallschwere, -typ und -beteiligung kategorisiert. Dieses hat zum Ziel, einen quantitativen Eindruck über das Unfallgeschehen insgesamt zu bekommen und das Unfallgeschehen im Radverkehr entsprechend einordnen zu können.

6.2.1 Unfallzahlen und -entwicklung (alle Unfälle)

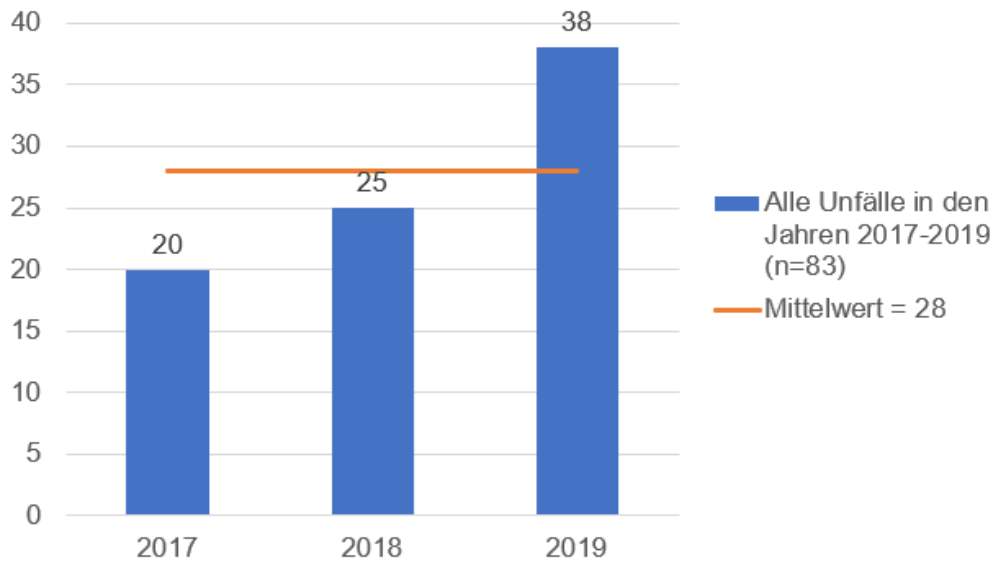


Abbildung 6-2: Unfälle nach Unfalljahr

Die Gesamtzahl aller polizeilich registrierten Unfälle in den Jahren 2017 bis 2019 betrug 83. Zusätzlich wurden drei Unfälle vor diesem Zeitraum in der Kommune Winnenden registriert. In diesem Zeitraum wurden demnach pro Jahr durchschnittlich 28 Unfälle auf den Modellstrecken polizeilich registriert. Über die drei Jahre ist eine Steigerung erkennbar.

Die Betrachtung der Unfälle mit Personenschaden zeigt ein ähnliches Bild. Von den 86 Unfällen sind 45 Unfälle mit Personenschaden. Zwei dieser Unfälle sind der Kommune Winnenden zuzuordnen.

Diese Tendenzen, die ganz unterschiedliche und räumlich getrennte Strecken betreffen, lassen sich im Rahmen dieser Untersuchung nicht erklären.

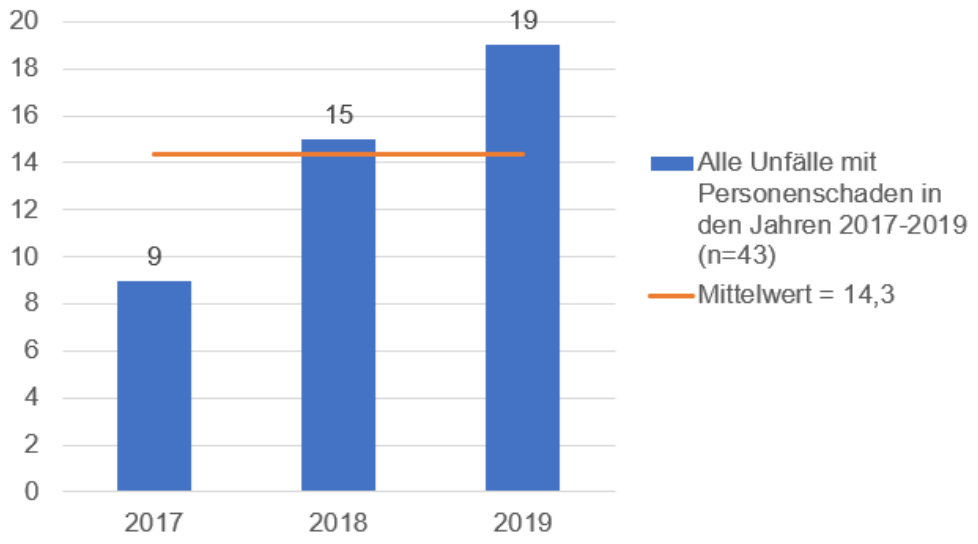


Abbildung 6-3: Unfälle mit Personenschaden nach Unfalljahr.

Auch hier ist über die drei Jahre fast eine Verdoppelung erkennbar.

6.2.2 Unfallschwere

Die Schwere der Unfälle spiegelt diese Entwicklung wider und zeigt auch bei den Unfällen mit Personenschäden eine deutliche Steigerung. Allerdings konzentriert sich diese Steigerung auf die Unfälle mit Leichtverletzten. Die Unfälle mit Schwerverletzten bleiben in etwa auf dem gleichen Niveau.

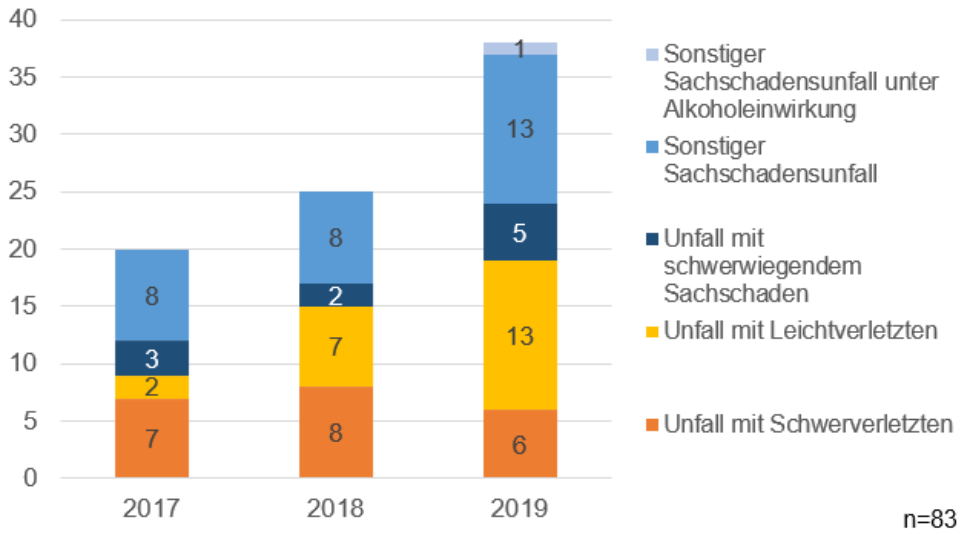


Abbildung 6-4: Unfälle nach Unfalljahr und Kategorie

In den untersuchten drei Jahren ereignete sich kein Unfall mit Todesfolge. Es wurden 21 Unfälle mit Schwerverletzten (drei mit Beteiligung Radfahrender bzw. Pedelec-Fahrender) und

22 Unfälle mit Leichtverletzten im Zeitraum 2017 bis 2019 registriert. In der Kommune Winnenden kam es im 3-Jahres-Zeitraum vor der Markierung der Schutzstreifen zu zwei Unfällen mit Leichtverletzten.
Auf der Strecke Zeutern-Östringen kam es nach der Vorheruntersuchung sogar zu einem tödlichen Fahrradunfall. Dieser ereignete sich aber in einer Phase, in der die Schutzstreifenmarkierung auf Grund von Deckenerneuerungen demarkiert war. Dies muss bei einer späteren Nachher-Untersuchung berücksichtigt werden.

6.2.3 Unfalltyp

Ein zweites wesentliches Merkmal der Unfalluntersuchung ist der Unfalltyp. Der Unfalltyp beschreibt die Konfliktsituation, in der es zum Unfall gekommen ist.

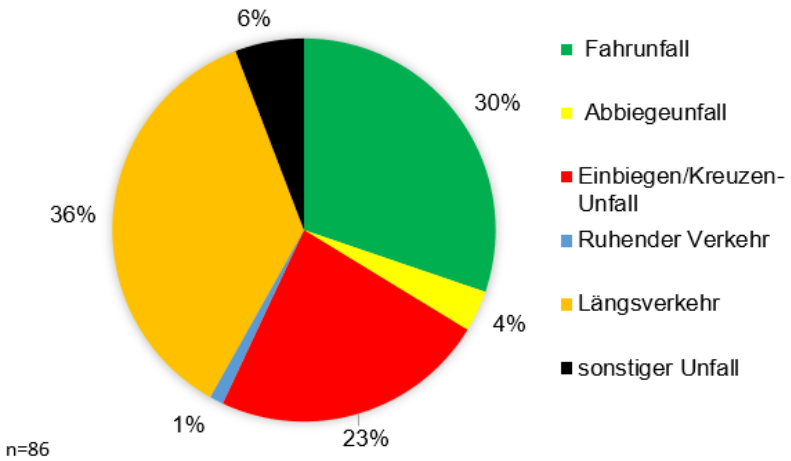


Abbildung 6-5: Unfälle nach Unfalltyp

Nach Unfalltypen aufgeschlüsselt sind Unfälle im Längsverkehr und der Unfalltyp „Fahrunfall“ die häufigsten. Damit lassen sich 66 % aller Unfälle dem Unfallort Strecke zuordnen. Dies ist ein signifikanter Unterschied zu den Unfällen innerorts, wo das Verhältnis zwischen Strecken- und Knotenpunktunfällen nahezu umgekehrt ist. Die Untersuchung der Interaktionen und Konflikte auf der Strecke ist also für die Außerortsstrecken von besonders hoher Bedeutung.

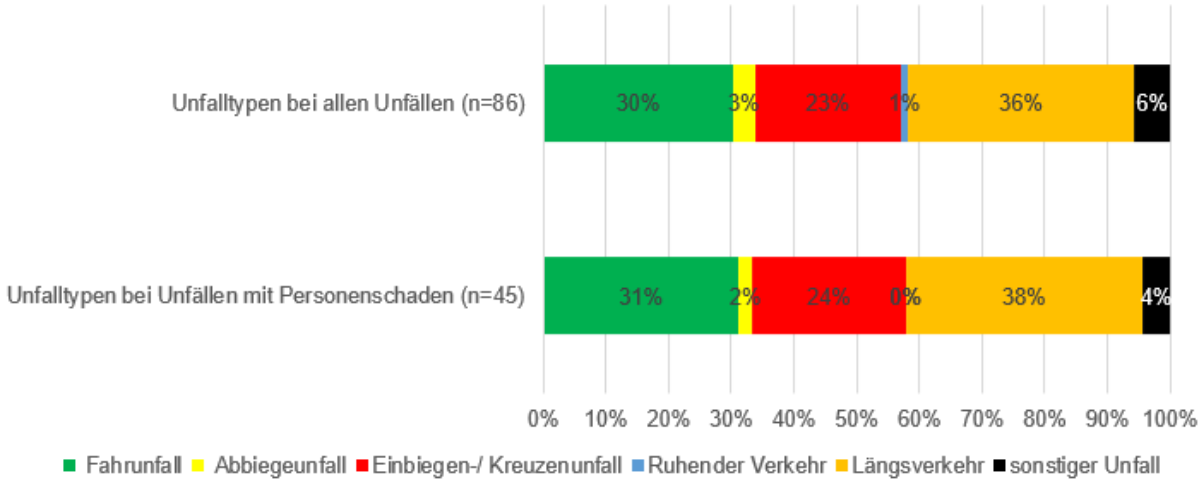


Abbildung 6-6: Vergleich alle Unfälle und Unfälle nur mit Personenschaden nach Unfalltyp

Vergleicht man die Unfälle mit Personenschaden mit allen Unfällen, so fällt auf, dass die Verteilung nahezu gleichbleibt. Es gibt zumindest in dieser Untersuchung keinen Hinweis auf einen Unfalltyp, der besonders viele Personenschäden zur Folge hat.

6.2.4 Unfallbeteiligte

Für die Unfälle auf den Modellstrecken wurden auch die Angaben zur Unfallbeteiligung ausgewertet: Betrachtet man die Beteiligtenkombinationen ohne Alleinunfälle (60 Unfälle), so haben nahezu alle Unfälle den Unfallgegner Pkw als ersten oder zweiten Unfallbeteiligten.

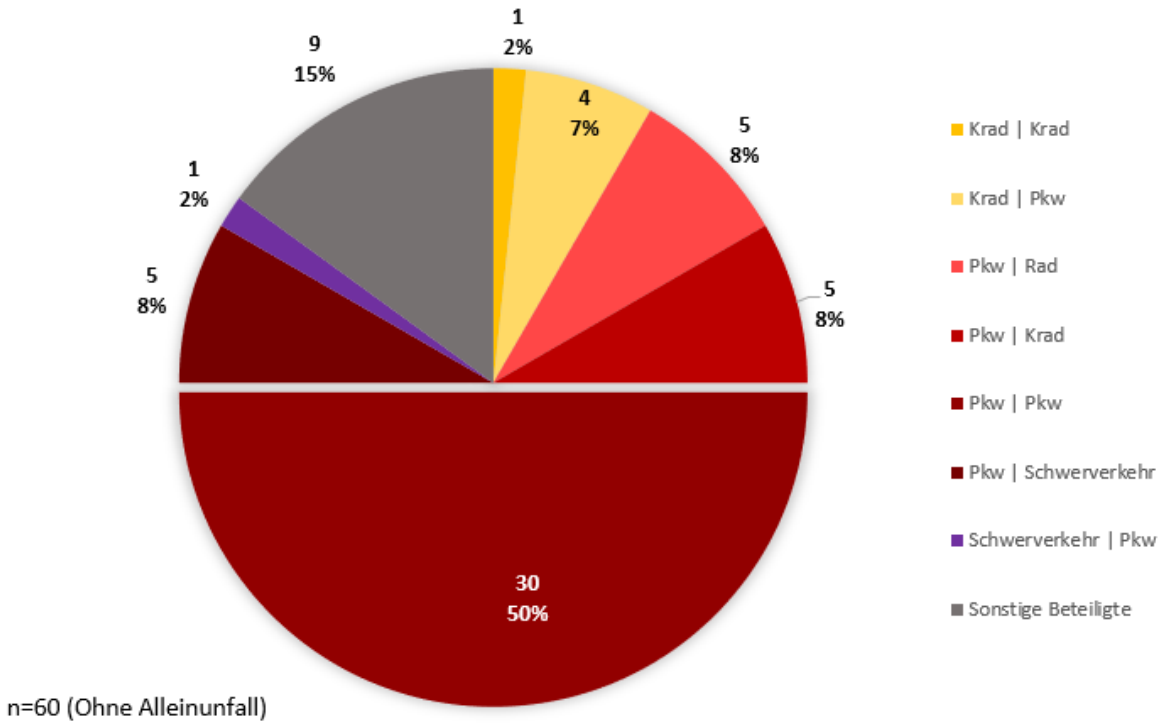


Abbildung 6-7: Erster und zweiter Unfallbeteiligter an Unfällen

Betrachtet man die Beteiligtenkombinationen bezogen auf die Radfahrenden, so geschehen auf den Modellstrecken insgesamt nur 8 % der Unfälle (5 Unfälle) mit Radfahrerbeteiligung. Bezieht man die Alleinunfälle mit ein, dann gibt es insgesamt 6 (7 %) Unfälle mit Radfahrerbeteiligung.

Insbesondere bei Alleinunfällen sind erhebliche Dunkelziffern zu berücksichtigen. Allerdings steht in der vorliegenden Studie der Konflikt KFZ/Rad im Vordergrund, wobei die Pkw/Rad-Unfälle mit Personenschäden überwiegend aktenkundig werden.

6.3 Mikroskopische Unfallanalyse

In die mikroskopische Unfallanalyse wurden die Unfälle mit Radverkehrsbeteiligung einbezogen. Die mikroskopische Unfallanalyse geht über die Auswertung der standardisiert erfassten Unfallmerkmale hinaus. Sie wertet die Unfallhergänge der Radverkehrsunfälle mit Personenschaden aus, die aus dem Unfallbericht und aus möglicherweise ergänzend angefertigten Unfallskizzen abgeleitet werden können.

Grundsätzliches Ziel dieser Untersuchung ist es, typische Unfallhergänge zu identifizieren. Dabei kann bestimmt werden, ob infrastrukturell bedingte Verkehrssicherheitsprobleme vorliegen oder individuelles Fehlverhalten im Vordergrund steht. Die Unfälle, die mit der Infrastruktur in Zusammenhang stehen, sind für eine spätere Evaluation von Bedeutung. Von den 22 untersuchten Straßenabschnitten sind 16 unfallfrei und 6 weisen Unfälle mit Radfahrenden auf (siehe Tabelle 5).

Ein Unfall davon geschah in den Jahren 2017 bis 2019 in Moos/ Bankholzen. Da zu diesem Zeitpunkt bereits eine Schutzstreifenmarkierung auf der Strecke vorhanden war, gehört dieser Unfall schon zur Nachher-Analyse und wird nicht in die Makroanalyse eingeschlossen.

Nr.	Kommune/ Landkreis	Straßenname bzw. -nummer	Radverkehrsunfälle in den Jahren 2017 -2019
Einseitige Markierung			
9	Holzen/ Egringen	K 6351	2
13	Reutlingen	Dietweg	1
14	Rhein-Neckar-Kreis, Epfenbach - Spechbach	L 530	1
Beidseitige Markierung			
16	Moos/ Bankholzen	L 193	1[11]
19	Winnenden/ Schwaikheim	K 1911	1[12]
Piktogrammkette			
21	Tullau	K 2597 [Ost]	1

Tabelle 5: Untersuchungsabschnitte mit Radverkehrsunfällen

Auf den 6 Modellstrecken wurden insgesamt 7 Radverkehrsunfälle polizeilich registriert. Davon sind alle Unfälle mit Personenschaden.

Für diese 7 Radverkehrsunfälle mit Personenschaden wurden Unfallhergänge bzw. Unfalltexte zur Verfügung gestellt. Die Unfälle wurden detailliert analysiert und daraufhin bewertet, ob die Unfälle ihre Ursache im Zusammenhang mit den baulichen und verkehrstechnischen

[11] Der Unfall auf der Stecke Moos - Bankholzen wurde nach der Markierung der Schutzstreifen registriert

[12] Dieser Unfall wurde 2016 vor der Markierung des Schutzstreifens polizeilich registriert.

Gegebenheiten haben können. Die mikroskopischen Unfalldaten, die zur Verfügung gestellt worden sind, stehen in Hinblick auf ihre Relevanz in Bezug auf die Infrastruktur in folgendem Verhältnis:

- 5 Unfälle wurden bei detaillierter Überprüfung des Unfallhergangs und des Unfallortes aufgrund dieser Bewertungskriterien als relevant angesehen.
- 2 Unfälle wurden als nicht relevant eingestuft, da es sich um Unfälle ohne Bezug zur Infrastruktur handelte

Als nicht relevant wurden zwei Unfälle gewertet, die auf individuelles Fehlverhalten (kommt alleinverantwortlich zum Sturz) zurückgehen oder keine Relevanz zur Modellstrecke haben (Der Radfahrende befand sich zum Zeitpunkt des Knotenpunktunfalls nicht auf der Straße mit dem Schutzstreifen).

Typische Unfallkonstellationen auf den Modellstrecken

Da die Anzahl der Radverkehrsunfälle sehr gering ist, kann keine quantitative Analyse durchgeführt werden. Im Rahmen der Betrachtung der Unfallkonstellationen können jedoch aus anderen Studien bekannte, typische Unfallkonstellationen auf den Modellstrecken identifiziert werden.

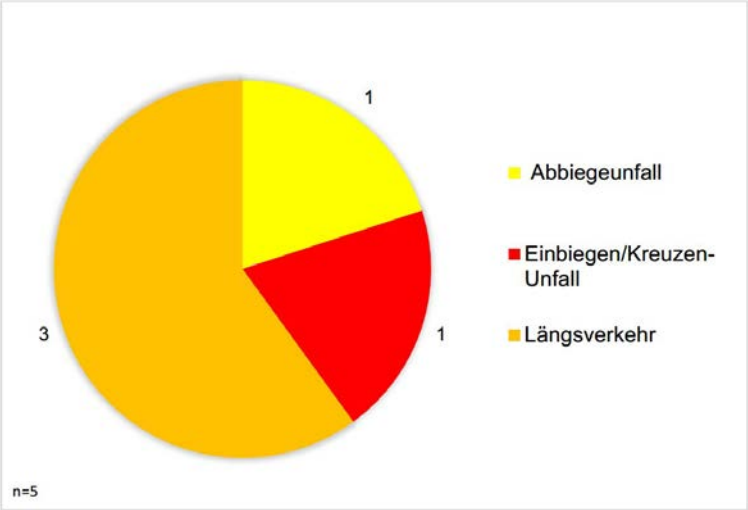


Abbildung 6-8: Unfalltypen der relevanten Unfälle

Diese „typischen Unfallkonstellationen“ werden im Folgenden, nach Unfalltyp geordnet, kurz erläutert und in Bezug auf ihre Radverkehrsrelevanz dargestellt.

Betrachtet man die Kategorien **Einbiegen/Kreuzen-Unfall** und **Abbiegeunfall** zusammen, so sind zwei von fünf der relevanten Unfälle mit Radfahrerbeteiligung Unfälle an Knotenpunkten. Dies weicht deutlich von der Verteilung der Unfälle insgesamt ab, wo fast zwei Drittel den Unfällen auf der Strecke zuzuordnen waren.

Ein Einbiegen-Kreuzen-Unfall hat sich in der Kommune Holzen/ Egringen auf der Kreisstraße ereignet.
Hier fuhr der Radfahrende auf der Kreisstraße. Auf Höhe des Knotenpunktes übersah der Pkw den Radfahrenden und nahm diesem die Vorfahrt (Verkehrszeichen 205).

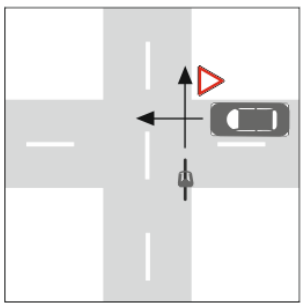


Abbildung 6-9: Unfallkonstellation: Einfahrender Kfz mit Radfahrendem auf der Fahrbahn

Abbiege-Unfälle sind sehr häufige Unfalltypen bei Unfällen mit Radverkehrsbeteiligung. Die ERA nennt unter anderem folgendes Beispiel für häufige Abbiege-Unfälle mit Radfahrerbeteiligung (Siehe Grafik) [13]:

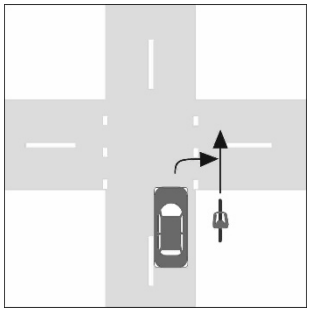


Abbildung 6-10: Unfallkonstellation: Abbiege-Unfälle mit geradeaus fahrenden Radfahrenden im Seitenraum (nach ERA, S.38)

Ein ähnlicher Unfall ist auf der Kreisstraße in Reutlingen geschehen. In diesem Fall befand sich der Radfahrende nicht auf dem Gehweg, sondern auf der Straße in Höhe des Fahrzeuganhängers des Pkw. Hierbei schnitt der Pkw den Radfahrenden (Pedelec).

Insgesamt drei relevante Unfälle werden dem Unfalltyp „**Unfälle im Längsverkehr**“ zugeordnet. Hierunter werden zwei Überholunfälle und ein Auffahrunfall zugeordnet.

13 Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA). Köln, 2010, Seite 38

Beide Überholunfälle sowie der Auffahrunfall in Epfenbach (Rhein-Neckar-Kreis) geschahen mit dem Unfallgegner Pkw. Sowohl beim Überholvorgang auf der Kreisstraße in Winnenden (Rems-Murr-Kreis) als auch bei der Landesstraße in Moos/ Bankholzen wurde der erforderliche Seitenabstand nicht eingehalten, wodurch der Radfahrende vom Pkw touchiert wurde.
An der der Landesstraße in Epfenbach könnte ein Schutzstreifen tatsächlich positiv wirksam werden. Auf der Strecke Moos Bankholzen ereignete sich der Unfall trotz des Schutzstreifens, der dort schon seit einigen Jahren markiert ist.

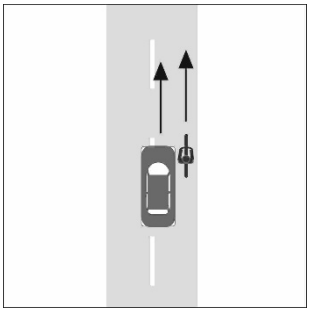


Abbildung 6-11: Unfallkonstellation: zu geringer Seitenabstand

In Winnenden wurde bereits drei Monate nach dem Unfall ein Schutzstreifen markiert. Im 3-Jahreszeitraum nach Markierung ist kein Radverkehrsunfall aufgetreten. In Moos/ Bankholzen ist der Unfall nach der Markierung geschehen. Hier hat eine über 80-Jährige Person, mit ca. 70 km/h auf gerader Strecke im Trockenen und bei Tageslicht, den Radfahrenden auf dem Schutzstreifen übersehen.

6.4 Fazit aus der Unfallanalyse

Die Zahl der Fahrradunfälle auf den Modellstrecken ist niedrig. Daher kann auch nicht erwartet werden, dass durch die Markierung von Schutzstreifen ein signifikanter Rückgang des Unfallgeschehens erreicht wird. Im Rahmen der Betrachtung der Unfallkonstellationen konnten einzelne Unfallkonstellationen auf den Modellstrecken identifiziert werden, die für Außerortsstrecken recht typisch sind.

Folgerungen für die Nachher-Analyse zu den Unfällen

Auffällig ist die relative Häufigkeit von Unfällen an Knotenpunkten in der Makroanalyse. Zumindest die zusätzliche Gefährdung an Einmündungen der Modellstrecken kann durch die Reduktion der widerrechtlichen Nutzung des Seitenraumes durch Verlagerung des Radverkehrs auf die Fahrbahn vermindert werden. Bei den deutlich häufiger vorkommenden Unfällen auf der Strecke wird deutlich, dass enges Überholen und Abdrängen der Radfahrenden ohne Schutzstreifen durchaus vorkommen.
Bei den Unfällen, die durch zu enges Überholen oder gar Auffahren zustande kommen, ist es interessant zu überprüfen, ob diese durch die Markierung eines Schutzstreifens reduziert werden können. Naheliegend wäre dies, aber statistisch signifikant können die Ergebnisse bei der

geringen Anzahl von Unfällen natürlich nicht sein. Der Unfall auf der Strecke Moos-Bankholzen spricht dagegen, ist aber zum jetzigen Zeitpunkt noch als singuläres Ereignis zu betrachten.
In der Zwischenzeit hat sich auch durch die Novelle der StVO eine neue Sachlage ergeben: Der Überholabstand ist im Verhaltensrecht festgeschrieben, und zwar unabhängig davon, ob ein Schutzstreifen markiert ist oder nicht.
Es wird im Rahmen der Unfalluntersuchung zu prüfen sein, ob die Einführung des Überholabstandes von 2,00 m zu einer Verhaltensänderung führt und diese sich im Unfallgeschehen niederschlägt.

7 GESAMTBEWERTUNG UND ABLEITUNG VON EINSATZGRENZEN

Aufbauend auf den Vorher-Nachher-Untersuchungen und der Analyse der Verkehrsbeobachtungen erfolgt in diesem Kapitel eine Bewertung der einzelnen Modellstrecken nach einheitlichen Kriterien. In einer Gesamtbewertung können hieraus für die Markierung von Schutzstreifen außerorts geeignete Einsatzgrenzen abgeleitet werden.

7.1 Bewertung der Modellstrecken

7.1.1 Bewertungsschema/ Bewertungskriterien

Die Bewertung erfolgte für alle Modellstrecken auf Basis eines einheitlichen Bewertungsschemas, welches neben den Radverkehrsmengen die Ergebnisse der Verhaltensbeobachtungen sowie weitere deskriptive Faktoren berücksichtigt und eine Bewertung in positive, indifferente oder negative Wirkung ermöglicht. In untenstehender Tabelle sind die Bewertungskriterien dargestellt und nachfolgend weiter erläutert:

Bewertungskriterien	**positiv (+)**	**indifferent (o)**	**negativ (-)**
Radverkehrszählungen			
Radverkehrsmenge gesamt (Mittel pro Tag)	Zunahme > 50%	+ 50 % bis - 20%	Abnahme > 20%
Seitenraumnutzung (Mittel pro Tag)	Abnahme > 15%P	Veränderung +/- 15 %P	Zunahme > 15%P
Linker Radverkehr (Mittel pro Tag)	Abnahme > 15%P	Veränderung +/- 15 %P	Zunahme > 15%P
Verhaltensbeobachtungen			
Untersuchungsfall Überholvorgänge	Abnahme > 15%P	Veränderung +/- 15 %P	Zunahme > 15%P
Untersuchungsfälle Hintereinanderfahrten	Zunahme > 15%P	Veränderung +/- 15 %P	Abnahme > 15%P
Konfliktrate (Nachher)	< 2%	2% - 3%	> 3 %
Überholkonstellation (Nachher)	< 10%	10% - 20%	> 20%
Überholkonstellation (Entwicklung)	Abnahme > 15%P	Veränderung +/- 15 %P	Zunahme > 15%P
Überholabstand (Nachher)	< 10%	10% - 20%	> 20%
Überholabstand (Entwicklung)	Abnahme > 15%P	Veränderung +/- 15 %P	Zunahme > 15%P
Orientierung Radfahrende (Nachher)	> 75%	75% - 50%	< 50%
Orientierung Radfahrende (Entwicklung)	Abnahme > 15%P	Veränderung +/- 15 %P	Zunahme > 15%P
Deskriptive Faktoren/ Individuelle Situation			
Sichtverhältnisse			
Kurvigkeit			
Längsneigung			
zulässige Geschwindigkeit			
ggf. streckenspezifische Kriterien			

Tabelle 6: Bewertungsschema

Radverkehrszählungen

Ein wesentlicher Indikator für die Wirkung von Schutzstreifen sind Veränderungen der Radverkehrsmenge. Dies umfasst sowohl die Menge von Radfahrenden auf der Fahrbahn als auch Radverkehr im Seitenraum. Die folgenden drei Kriterien wurden in Bezug auf die Verkehrsmengen untersucht und in die Bewertung aufgenommen:

- Radverkehrsmenge gesamt (Mittel pro Tag)

  Gegenübergestellt wird die über alle drei Tage gemittelte Radverkehrsmenge pro Tag aus den Vor- bzw. Nachher-Erhebungen. Durch die Markierung von Schutzstreifen wird ein Angebot für den Radverkehr geschaffen. Eine Zunahme der Radverkehrsmenge zeigt, dass sich durch die Markierungslösung die (subjektive) Sicherheit für viele Radfahrende erhöht und die Strecke für den Radverkehr attraktiver wird. Eine Zunahme des Radverkehrs wird daher als positiv gewertet.

  Um jahreszeitlich bzw. pandemiebedingte Schwankungen auszuschließen, wird eine Erhöhung der Radverkehrsmenge erst ab einer Zunahme von mehr als 50% dem Schutzstreifen zugeschrieben und als positiv bewertet. Durch Vergleichszählungen wurde festgestellt, dass eine Erhöhung der Radverkehrsmengen um den Faktor von ca. 1,3 auch ohne Verbesserung des Infrastrukturangebotes auftreten (vgl. auch Kapitel 4.2).

- Seitenraumnutzung (Mittel pro Tag)

  Schutzstreifen können dazu beitragen, unerwünschten Radverkehr im Seitenraum auf die Fahrbahn zu verlagern. Gegenübergestellt wird der prozentuale Anteil der Seitenraumnutzung in Bezug auf die Gesamtradverkehrsmenge im Vorher-Nachher-Vergleich. Eine Abnahme der Radverkehrsmenge im Seitenraum um mehr als 15 %-Punkte wird als positiv gewertet.

- Linker Radverkehr (Mittel pro Tag)

  Mit der Markierung von Schutzstreifen kann vor allem auch der kritische linke Radverkehr zugunsten der Fahrbahnnutzung reduziert werden. Gegenübergestellt wird der prozentuale Anteil des linken Radverkehrs in Bezug auf die Gesamtradverkehrsmenge im Vorher-Nachher-Vergleich. Eine Abnahme um mehr als 15 %-Punkte wird als positiv gewertet.

Verhaltensbeobachtungen

Neben den Veränderungen der Radverkehrsmengen geben die Analysen der Verhaltensbeobachtungen im Kfz- und Radverkehr Rückschlüsse auf eine eher positive oder eher negative Wirkung der Schutzstreifen. Die nachfolgenden Kriterien werden im Detail bewertet:

- **Überholvorgänge (Entwicklung)**
  Führt die Markierung von Schutzstreifen zu einer Abnahme des Anteils an Überholvorgängen um mehr als 15 %-Punkte, so wird dies als positiv bewertet.

- **Untersuchungsfälle Hintereinanderfahrten**
  Im Umkehrschluss bedeutet eine Zunahme des Anteils an Hintereinanderfahrten (mit angepasster Geschwindigkeit und Abstand) ebenfalls eine Erhöhung der Sicherheit im Radverkehr und erhält eine positive Wertung (bei Zunahme um mehr als 15 %-Punkte).

- **Konfliktrate (Nachher)**
  Zusätzlich beschreibt die Konfliktrate den Anteil der Konflikte an allen stattfindenden Interaktionen. Eine Konfliktrate von weniger als 2 % wird im Zusammenhang mit der Markierung von Schutzstreifen als noch positiv bewertet.

- **Überholkonstellation (Nachher)**
  Bewertet wird der prozentuale Anteil negativer Konstellationen in der Nachher-Untersuchung. Als negative Überholkonstellationen werden das „Überholen mit Gegenverkehr (der nicht abgewartet wird)“ und das „Überholen eines Radfahrenden bei entgegenkommendem Radfahrenden auf gleicher Höhe“ gewertet. Ein Anteil von weniger als 10 % wird als positiv berücksichtigt.

- **Überholkonstellation (Entwicklung)**
  Zeigt sich im Vorher-Nachher-Vergleich eine Abnahme der negativen Konstellationen (vgl. Kriterium „Überholkonstellation (Nachher)“) um mehr als 15 %-Punkte, so wird dies ebenfalls als positive Entwicklung dem Schutzstreifen zugeschrieben.

- **Überholabstand (Nachher)**
  Enges Überholen führt zu einer besonderen Gefährdung des Radverkehrs und ist daher möglichst zu unterbinden. Erfolgt ein geringer Anteil (weniger als 10 %) aller Überholvorgänge im Nachher-Fall mit einem zu geringem Überholabstand, ist dies noch als positiv zu werten. Höhere Anteile werden als neutral oder negativ eingestuft.

- **Überholabstand (Entwicklung)**
  Wird durch die Markierung von Schutzstreifen ein enges Überholen reduziert, d.h. zeigt sich im Vorher-Nachher-Vergleich eine Reduzierung der Überholvorgänge mit zu geringem Abstand um mehr als 15 %-Punkte, wird eine positive Wertung vorgenommen.

- **Orientierung Radfahrende (Nachher)**

Schutzstreifen tragen dazu bei, dass die Orientierung der Radfahrenden auf der Fahrbahn einheitlicher und seltener am Fahrbahnrand erfolgt. Liegt der Anteil der Radfahrenden, die den Schutzstreifen mittig befahren, über 75 %, so wird dies als positiv gewertet.

- **Orientierung Radfahrende (Entwicklung)**
  Nimmt der Anteil der Radfahrenden, die dicht am Fahrbahnrand fahren, im Vorher-Nachher-Vergleich um mehr als 15 %-Punkte ab, so erfolgt ebenfalls eine positive Wertung.

Abweichungen von 15 % (-Punkte) sind im Verkehrswesen eine gängige Größenordnung (vgl. beispielweise v85-Geschwindigkeit). Damit werden kleinere Schwankungen abgefangen und erst tatsächliche Grenzüberschreibungen registriert.

Deskriptive Faktoren/ Individuelle Situation

Darüber hinaus wurde die individuelle Streckensituation über folgende deskriptive Faktoren weiter beschrieben:

- Sichtverhältnisse
- Kurvigkeit
- Längsneigung
- zulässige Geschwindigkeit
- ggf. streckenspezifische Kriterien

Ausnahmen bei der Wertung

In Einzelfällen ist es nicht möglich gewesen, Modellstrecken in allen Kriterien zu bewerten. Folgende Gründe konnten zum Ausschluss der Wertung ausgewählter Kriterien führen:

- Um die Beeinflussung der Bewertung durch stark **unterschiedliche Witterungsbedingungen** auszuschließen, wurden Zunahmen des Radverkehrs bei deutlich besserem Wetter und Abnahmen des Radverkehrs bei deutlich schlechterem Wetter in der Nachher-Untersuchung nicht gewertet. So wurden die Kriterien zur Radverkehrsmenge von der Wertung ausgeschlossen, wenn eine Differenz von zwei oder mehr Regentagen (als Kriterium für schlechtes Wetter) vorlag. Als Regentage wurden Tage mit mehr als 3 l/m² angesetzt.
- Darüber hinaus wurden Kriterien von der Bewertung ausgenommen, wenn der Bewertung eine zu geringe Anzahl an Untersuchungsfällen (**Fallzahl < 10**) zu Grunde gelegt werden musste.
- Für zwei Modellstrecken konnten im Rahmen des Projektes keine Vorher-Untersuchungen durchgeführt werden, da die Strecken bereits vor Projektbeginn umgesetzt waren.

Für diese Strecken ist bei ausgewählten Kriterien **kein Vorher-Nachher-Vergleich möglich**.

7.1.2 Gesamtbewertung

Auf Basis des im vorangegangenen Kapitel beschriebenen Bewertungsschemas wurden alle Modellstrecken einheitlich bewertet und hinsichtlich der Wirkung des Schutzstreifens untersucht. Eine detaillierte Übersicht der Bewertung für jede Modellstrecke kann den Anlagen entnommen werden.

Abschließend konnte auf Basis der Einzelbewertungen in den Kriterien eine Gesamtbewertung für jede Strecke abgeleitet werden. Die Einordnung in positiv, leicht positiv, neutral oder negativ erfolgte auf Grundlage von Tabelle 7:

	weniger als zwei Kriterien ohne Wertung	zwei bis drei Kriterien ohne Wertung (*)	mehr als drei Kriterien ohne Wertung (**)
negativ	≤ -1	≤-2	≤-2
neutral	0 - 1	-1 - 0	-1 - 0
leicht positiv	2 - 3	1 - 2	1
positiv	≥ 4	≥ 3	≥ 2

Tabelle 7: Gesamtbewertung in Abhängigkeit der Anzahl der zu wertenden Kriterien

Die Gesamtbewertung berücksichtigte die Anzahl der zu wertenden Kriterien. Konnten aufgrund der in Kapitel 7.1.1 genannten Gründe mindestens zwei Kriterien nicht bewertet werden (zum Beispiel aufgrund stark unterschiedlicher Witterungsbedingungen), dann erfolgte eine abweichende Einordnung in die Gesamtbewertung. Die Gewichtung erfolgt durch Auswahl und Zusammenstellung der Kriterien selbst, so dass die Kriterien der Verkehrssicherheit dadurch stärker gewichtet sind als die Kriterien der Attraktivität.

Im Ergebnis wurde auf 19 von 22 Modellstrecken eine positive und leicht positive Wirkung der Schutzstreifen festgestellt. Auf 3 der 22 Untersuchungsstrecken wurde eine neutrale (uneinheitliche) Wirkung verzeichnet. Auf einer Strecke wurde zunächst eine negative Wirkung festgestellt (Filderstadt, Waldenbucher Str.). In diesem Fall war die Eingewöhnungszeit zu kurz und die Fallzahl sehr gering, sodass die Untersuchung nach neun Monaten wiederholt wurde. Nach der zweiten Untersuchung konnte eine ausreichende Fallzahl (gleichbedeutend mit einer deutlichen Zunahme des Radverkehrs) als auch insgesamt eine leicht positive Wirkung festgestellt werden. Die Nachuntersuchung zeigte nunmehr einen deutlichen Gewöhnungseffekt.

Damit zeigen sich auf den Modellstrecken überwiegend positive Ergebnisse. Im Zuge der Untersuchungen wurde ein ausgewählter Querschnitt erhoben und ausgewertet. Aus zahlreichen

Rückmeldungen von Akteuren und Nutzenden konnten auch Hinweise zu anderen Querschnitten aufgenommen und in die Überlegungen zur Ausgestaltung der Markierungslösungen einbezogen werden. Auch das Thema der subjektiven Sicherheit wurde im Rahmen der Untersuchung nicht abgefragt. Empfindungen hierzu konnten jedoch ebenfalls durch die Rückmeldung der Nutzenden erfasst werden. Grundsätzlich sind bei einigen Strecken noch Detailverbesserungen nötig und auch möglich.

Folgende Rückmeldungen wurden beispielsweise von Nutzenden bzw. den Akteuren vor Ort benannt:

- Baden Baden: positive Rückmeldung hinsichtlich der wachsenden Nutzung des neuen Angebotes und der sich günstig entwickelnden Überholabstände auf Grund der entfernten Mittelmarkierung
- Backnang, Roßlauf: positive Rückmeldung zur Unterbrechung des Schutzstreifens im Kurvenbereich (aufgrund hoher Geschwindigkeiten im Radverkehr bergab)
- Filderstadt/Heilbronn: Nutzende weisen auf die Rutschgefahr für Motorradfahrende (im Kurvenbereich) hin
- Holzen/ Egringen: Tempo 100 in Kombination mit Schutzstreifenmarkierung wird als besonders kritisch eingestuft, insbesondere aufgrund der kurvigen und z.T. unübersichtlichen Streckenführung
- Königsbronn: Schutzstreifen mit einer Breite von ca. 1,50 – 1,75 m wird außerorts, ohne Begrenzung durch Bordstein, als sehr großzügig empfunden
- Rottenburg a.N.: Beginn des Schutzstreifens sollte vorab mit der Markierung von 2 - 3 Rad-Piktogrammen angekündigt werden, damit Kfz-Fahrende sich rechtzeitig einordnen können
- Ostfildern: (Scharnhausen) Fehlende Demarkierung/ Neumarkierung der Fahrbahnbegrenzungslinie führt zu optischer Verschmälerung des Schutzstreifens
- Zeutern/ Östringen: Tempo 100 in Kombination mit Schutzstreifenmarkierung wird als kritisch eingestuft

7.2 Ableitung von Einsatzgrenzen

In der Regel ist außerorts die Anlage eines straßenbegleitenden Radweges der Markierung von Schutzstreifen vorzuziehen. Ist die Anlage eines Radweges beispielsweise auf absehbare

Zeit nicht realisierbar, so kann die Markierung eines Schutzstreifens für ausgewählte Strecken in Betracht gezogen werden (vgl. auch Kapitel 8.1).

Zur Ableitung von Einsatzgrenzen wurden die Ergebnisse der Vorher- und Nachher-Untersuchungen bezogen auf die Fahrbahnbreite und die Verkehrsstärke in zwei Diagrammen (Abbildung 7-1 und Abbildung 7-2) dargestellt. Die Diagramme differenzieren zwischen einer ein- bzw. beidseitigen Markierung von Schutzstreifen. Die Einfärbung der Einzelbeispiele (Punkte) spiegelt die jeweilige Wirkung der Schutzstreifen aus der Gesamtbewertung (grün = positive Wirkung, hellgrün = leicht positiv, gelb = neutrale Wirkung, rot = negative Wirkung) wider (vgl. Kapitel 7.1.2).

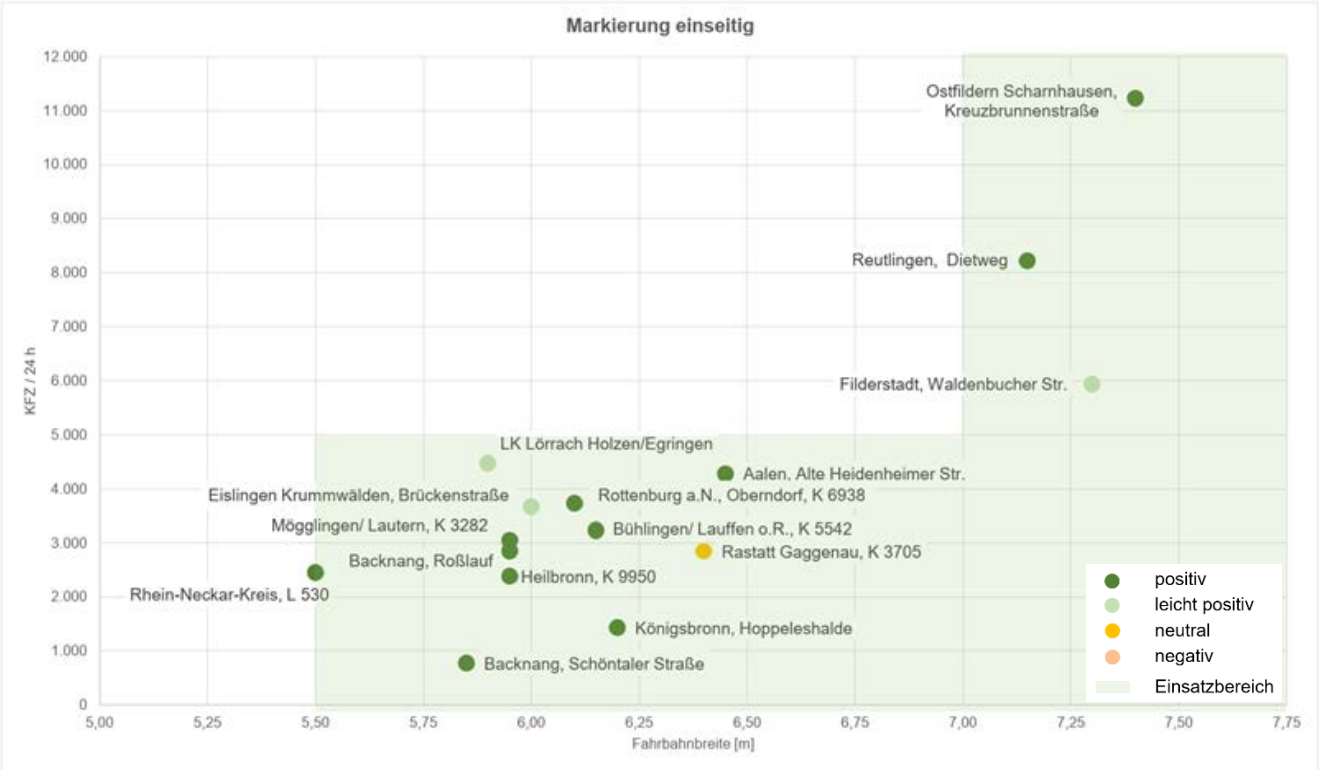


Abbildung 7-1: Ableitung von Einsatzgrenzen zur einseitigen Markierung von Schutzstreifen

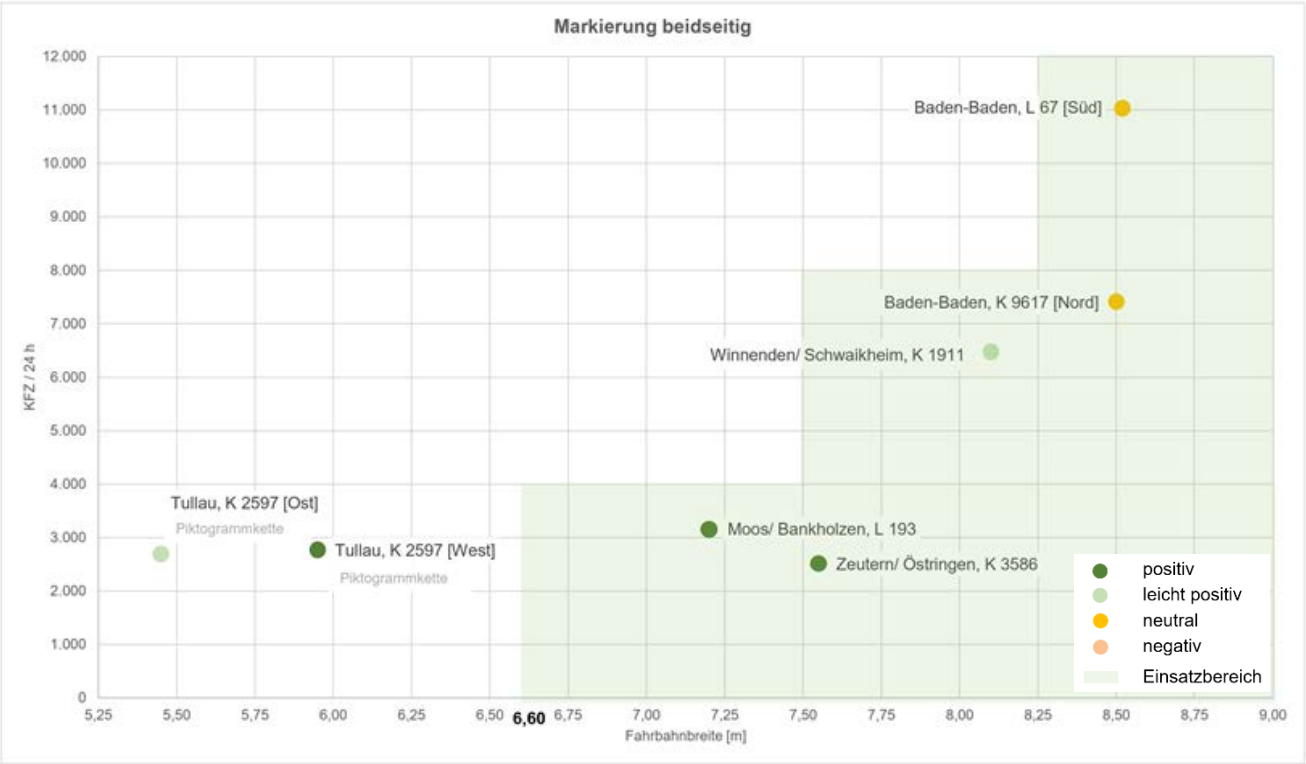


Abbildung 7-2: Ableitung von Einsatzgrenzen zur beidseitigen Markierung von Schutzstreifen

Die Einsatzbereiche, die auf der Basis des heutigen Wissens für die Markierung von Schutzstreifen außerorts grundsätzlich empfohlen werden können, sind in den Diagrammen grün unterlegt und werden im Nachfolgenden genauer erläutert. Für eine ausreichende Berücksichtigung von streckenspezifischen Besonderheiten sollten, zusätzlich zur Prüfung der Verkehrsstärke und der Fahrbahnbreite, weitere Faktoren vor Ort geprüft und Markierungsmaßnahmen erst nach sorgfältiger Abwägung angeordnet werden (vgl. auch Kapitel 7.3). Schutzstreifen sind nicht für jede Verbindung ein geeignetes Mittel zur Sicherung des Radverkehrs.

7.2.1 Einsatzgrenzen für die Markierung von einseitigen Schutzstreifen

Die Markierung einseitiger Schutzstreifen außerorts kann bis zu einer Verkehrsbelastung von ca. 5.000 Kfz/ Tag grundsätzlich ab einer verfügbaren Fahrbahnbreite von ca. ≥ 5,50 m empfohlen werden. Bei dieser Fahrbahnbreite ist die Markierung eines einseitigen Schutzstreifens mit einer Breite von 1,40 m bei einer verbleibenden Restfahrbahn von 4,10 m möglich. Bei Verkehrsbelastungen zwischen ca. 5.000 Kfz/ Tag und ca. 12.000 Kfz/ Tag sind größere Breiten anzusetzen, da verkehrliche Interaktionen häufiger stattfinden. Für diesen Belastungsbereich wird eine Fahrbahnbreite von ca. ≥ 7,00 m empfohlen. Für Verkehrsbelastungen über ca. 12.000 Kfz/ Tag können keine Aussagen getroffen werden.

7.2.2 Einsatzgrenzen für die Markierung von beidseitigen Schutzstreifen

Die Markierung beidseitiger Schutzstreifen außerorts zeigt bei Verkehrsbelastungen bis zu ca. 4.000 Kfz/ Tag grundsätzlich ab einer verfügbaren Fahrbahnbreite von ca. ≥ 6,60 m (leicht) positive Ergebnisse. Bei dieser Fahrbahnbreite ist die Markierung beidseitiger Schutzstreifen mit einer Breite von 1,25 m bei einer verbleibenden Kernfahrbahn von 4,10 m möglich. Im Regelfall sollte die Markierung von Schutzstreifen jedoch mit einer Breite von möglichst ≥ 1,40 m dimensioniert werden. Bei einer Verkehrsbelastung zwischen ca. 4.000 Kfz/ Tag und ca. 8.000 Kfz/ Tag sollten Fahrbahnbreiten ab ca. ≥ 7,50 m angesetzt werden. Bei Verkehrsbelastungen zwischen ca. 8.000 Kfz/ Tag und ca. 12.000 Kfz/ Tag sollten Schutzstreifen erst ab einer verfügbaren Fahrbahnbreite von mindestens ca. 8,25 m markiert werden. Für Verkehrsbelastungen über ca. 12.000 Kfz/ Tag können keine Aussagen getroffen werden.

Bei Fahrbahnbreiten um ca. 6,50 m (bei einseitigen Schutzstreifen) und um ca. 7,00 m (bei beidseitigen Schutzstreifen) ist ein Überholen bei Gegenverkehr möglich. Der Einsatz von Schutzstreifen ist dann insbesondere bei höheren Verkehrsbelastungen durch ergänzende Maßnahmen zu sichern. Bevor schmale Schutzstreifen von 1,25 m Breite markiert werden, sollten daher schmale Kernfahrbahnen mit Schutzstreifen von einer Breite ≥ 1,40 m markiert werden. Dies trägt zu größeren Abständen bei, falls, entgegen des in der gültigen StVO vorgeschriebenen Überholabstandes von 2,00 m, bei Gegenverkehr doch überholt werden sollte. Diese Ausweitung der Schutzstreifen auf Kosten der Kernfahrbahn kann dazu beitragen, die Problematik der mittleren Fahrbahnbreiten mit ihren zu geringen Überholabständen zu entschärfen.

Empfehlungen zur Wahl der Führungsform, der Aufteilung der Fahrbahn für unterschiedliche Fahrbahnbreiten sowie Hinweise zur Markierung können Kapitel 8 entnommen werden.

7.3 Ergänzende Rahmenbedingungen (Abwägungsprozess)

Im vorangegangenen Kapitel wurden, in Abhängigkeit von der Fahrbahnbreite und der Verkehrsstärke, Einsatzgrenzen dargestellt, die auf Basis des heutigen Wissens grundsätzlich für die Markierung von Schutzstreifen außerorts empfohlen werden können. Über die Definition der Grenzen von Fahrbahnbreite und Verkehrsstärke hinaus gibt es weitere Faktoren, die eine Nutzung von Schutzstreifen begünstigen oder negativ beeinflussen können. Die nachfolgend aufgeführten Kriterien sollten daher vor Anordnung der Markierungsmaßnahmen vor Ort geprüft und abgewogen werden.

Folgende streckenspezifischen Besonderheiten sollten in den Abwägungsprozess einbezogen werden:

- Sichtbeziehungen
- Geschwindigkeiten
- Schwerverkehrsaufkommen
- Führungsform/ Kontinuität/ Ortsrandlage.

7.3.1 Sichtbeziehungen

Eingeschränkte Sichtbeziehungen können bei schmalen Kern-/ Restfahrbahnen sowohl für den Rad- als auch für den Kfz-Verkehr zu gefährlichen Situationen führen. Werden bei schmalen Kern-/ Restfahrbahnen die Schutzstreifen nicht befahren, ist die Begegnung zweier Pkw nur mit eingeschränkten Bewegungsspielräumen möglich. Dies kann bei zusätzlich eingeschränkt einsehbarem Streckenverlauf dazu führen, dass das Erfordernis zur Mitbenutzung des Schutzstreifens nicht rechtzeitig erkannt wird und eine kritische Begegnungssituation entsteht. Bei ausreichenden Sichtbeziehungen können Kfz-Lenkende im Voraus auf die verkehrliche Situation reagieren.

Sichtverhältnisse können außerorts vor allem durch Straßenbegleitgrün sowie Kurven und Kuppen eingeschränkt werden. Hindernisse sind vor Umsetzung der Markierungsmaßnahmen daher möglichst zu entfernen beziehungsweise durch eine Umgestaltung des Straßenraums zu beseitigen. Andernfalls sollte auf eine Markierung von Schutzstreifen bei zugleich schmaler Kern-/ Restfahrbahn auf dem betreffenden Abschnitt verzichtet werden. Eine detaillierte Prüfung wird, aufgrund der geringen Eingriffsmöglichkeiten, vor allem für sehr kurvige und topografisch bewegte Strecken empfohlen. Bei schmalen Kernfahrbahnen (≤ 4,50 m) sollen Schutzstreifen daher nur bei ausreichenden Sichtfeldern umgesetzt werden.

7.3.2 Geschwindigkeiten

Allein durch die Markierung von Schutzstreifen ergibt sich kein Bedarf zur Reduzierung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit im Kfz-Verkehr. Vielmehr sind Streckenabschnitte, auf welchen der Radverkehr grundsätzlich gefördert werden soll, vorab hinsichtlich des Erfordernis einer Geschwindigkeitsreduzierung zu prüfen. Niedrige Geschwindigkeiten und die damit verminderte Geschwindigkeitsdifferenz zwischen Rad- und Kfz-Verkehr begünstigen durch die Verbesserung der subjektiven Sicherheit die Führung des Radverkehrs.

Auf Strecken außerorts, für die die Markierung von Schutzstreifen in Betracht gezogen wird, sollte die zulässige Höchstgeschwindigkeit bei 70 km/h oder niedriger liegen. Dies ist für die subjektive wie auch für die objektive Sicherheit hilfreich.

7.3.3 Schwerverkehrsaufkommen

Zusätzlich zur Verkehrsstärke des Kfz-Verkehrs ist die des Schwerverkehrs im Abwägungsprozess zu berücksichtigen. Insbesondere beim Überholen und bei Abbiegevorgängen können Lastkraftwagen oder Busse eine Gefährdung für den Radverkehr darstellen.

Im Rahmen der Untersuchungen konnten, in Abhängigkeit von der Fahrbahnbreite, nachfolgende Schwerverkehrsanteile als unbedenklich eingestuft werden:

Beidseitige Schutzstreifen außerorts können angewendet werden:

- ab einer Fahrbahnbreite von ca. 6,60 m bis zu einer Verkehrsbelastung von ca. 200 Schwerverkehrsfahrten am Tag
- ab einer Fahrbahnbreite von ca. 7,50 m bis zu einer Verkehrsbelastung von ca. 400 Schwerverkehrsfahrten am Tag
- ab einer Fahrbahnbreite von ca. 8,25 m bis zu einer Verkehrsbelastung von ca. 600 Schwerverkehrsfahrten

Einseitige Schutzstreifen außerorts können angewendet werden:

- ab einer Fahrbahnbreite von ca. 5,50 m bis zu einer Verkehrsbelastung von ca. 250 Schwerverkehrsfahrten am Tag
- ab einer Fahrbahnbreite von ca. 7,00 m bis zu einer Verkehrsbelastung von ca. 600 Schwerverkehrsfahrten am Tag

Bei höheren Schwerverkehrsmengen ist der Einsatz von Schutzstreifen außerorts im Einzelfall abzuwägen.

7.3.4 Führungsform/ Kontinuität/ Ortsrandlage

Eine durchgängige Führung des Radverkehrs sollte bei der Abwägung zur Markierung von Schutzstreifen positiv berücksichtigt werden.
Sind innerorts auf einem Streckenabschnitt beispielsweise bereits Schutzstreifen markiert, so wird die Weiterführung der Markierung außerorts ebenfalls empfohlen, sofern die Anlage eines straßenbegleitenden Radweges nicht möglich ist beziehungsweise, wenn es eine Netzlücke zu schließen gilt. Gleiches gilt für Abschnitte unterschiedlicher Führungsformen für den Radverkehr. Wesentlich hierbei ist die Sicherstellung einer durchgängig sicheren und für alle Verkehrsteilnehmenden verständlichen Führung der Radfahrenden.

8 ABSCHLIESSENDE PLANUNGSEMPFEHLUNG

Auf Grundlage dieser Untersuchung sowie der Erfahrungen aus dem benachbarten Ausland, insbesondere der Schweiz und Frankreich, die auch auf stärker belasteten Außerortsstraßen Schutzstreifen einsetzen, werden im Nachfolgenden abschließende Planungsempfehlungen zum Einsatz und zur Ausgestaltung von Schutzstreifen außerorts gegeben. In diese Überlegungen sind neben den Ergebnissen aus den Vorher-Nachher-Untersuchungen auch zahlreiche Hinweise von Nutzenden und Akteuren, nach Plausibilisierung vor Ort, eingeflossen.

8.1 Empfehlungen zur Wahl der Führungsform

Grundsätzlich ist außerorts die Anlage eines straßenbegleitenden Radweges der Markierung von Schutzstreifen vorzuziehen. Die Markierung von Schutzstreifen ist insofern nicht als Standardlösung zu verstehen. Sie kann insbesondere dann in Betracht gezogen werden, wenn

- die Anlage eines straßenbegleitenden Radweges auf absehbare Zeit nicht realisierbar ist,
- damit die Durchgängigkeit des Radverkehrsnetzes sichtbar gemacht werden kann (Netzlückenschluss, z.B. durch Anknüpfung an bestehende Schutzstreifen innerorts),
- eine Verlagerung des Radverkehrs vom zu schmalen Seitenraum auf die Fahrbahn gewünscht ist
- sowie als zeitlich befristete Übergangslösung.

Es sind jeweils die konkreten örtlichen Besonderheiten und Anforderungen an die Umsetzung zu beachten.

Im Rahmen der Untersuchung wurde deutlich, dass neben der Fahrbahnbreite und der Kfz-Verkehrsstärke streckenspezifische Besonderheiten (Geschwindigkeit, Kurvigkeit, Sichtbeziehungen, Längsneigung, etc.) ausschlaggebend für die Eignung von Schutzstreifen sind. Dies betrifft insbesondere auch den Einsatz von Schutzstreifen mit schmalen Kern-/ Restfahrbahnen. Infolgedessen sollten unter Berücksichtigung der empfohlenen Einsatzgrenzen und Planungsempfehlungen für alle künftigen Planungen streckenspezifische Einzelfallprüfungen durch vor Ort vorgenommen werden. Es sind gegebenenfalls ergänzende Maßnahmen wie zum Beispiel die Anordnung einer Geschwindigkeitsbegrenzung oder das Freihalten von Sichthindernissen vorzusehen. Darüber hinaus wird eine Evaluierung der Radverkehrsführung empfohlen.

8.2 Empfehlungen zur Querschnittsgestaltung

Bei der Markierung von Schutzstreifen ist die Aufteilung der verfügbaren Fahrbahnbreite für die Sicherheit des Radverkehrs von besonderer Bedeutung. In diesem Kapitel werden daher Empfehlungen zur Querschnittsgestaltung im Hinblick auf die Breite von Schutzstreifen und Kern-/ Restfahrbahn unter bestimmten Rahmenbedingungen benannt. Die Messung der Fahrbahnbreite erfolgt dabei von Fahrbahnrand zu Fahrbahnrand (Asphaltkante oder Bord, nicht Leitlinie).

8.2.1 Schutzstreifen

Das Regelmaß für die Markierung von Schutzstreifen beträgt 1,50 m, mindestens sollte eine Breite von 1,40 m angewendet werden. Das Mindestmaß gemäß ERA 2010 von 1,25 m sollte nur bei schmalen Fahrbahnen in begründeten Anwendungsfällen zum Einsatz kommen, wie z.B. an punktuellen Engstellen. Bei Strecken mit Längsneigung sowie bei kurviger Streckenführung und/ oder eingeschränkter Sicht sind nach Möglichkeit größere Breiten für den Schutzstreifen zu wählen.

8.2.2 Kern-/ Restfahrbahn

Außerorts sind Kern-/ Restfahrbahnen ab 4,10 m möglich. Im Rahmen der Untersuchungen wurden Kern-/ Restfahrbahnen zwischen 4,15 m und 5,90 m Breite untersucht. Schmale Kern-/ Restfahrbahnen ≤ 4,50 m wurden auf sechs der 22 Modellstrecken markiert.

Bei der Querschnittsgestaltung ist zugunsten einer hohen Akzeptanz grundsätzlich darauf zu achten, dass das Verhältnis von Schutzstreifen und Kern-/ Restfahrbahn ausgewogen ist und die Breiten zueinander passen. Außerorts sind Kern-/ Restfahrbahnen ab 4,10 m und Schutzstreifen ab 1,25 m möglich. Bei breiteren Fahrbahnen sollen zunächst die Schutzstreifen auf 1,40 m Breite dimensioniert werden und danach beide Maße gleichmäßig erhöht werden. Die Markierung des Schutzstreifens wird dabei hälftig zum Schutzstreifen und hälftig zur Kern-/ Restfahrbahn gezählt (je 6 cm).

Der Einsatz von Schutzstreifen mit schmalen Kern-/ Restfahrbahnen ist in Abhängigkeit von den konkreten örtlichen Bedingungen und streckenspezifischen Besonderheiten im Detail zu prüfen (z.B. Geschwindigkeit, Kurvigkeit, Sichtbeziehungen, Längsneigung, Anteil Schwerverkehr, Anteil ortskundiger Verkehr, etc.). Es sind gegebenenfalls ergänzende Maßnahmen vorzusehen. Bei sehr kurviger Streckenführung und/ oder eingeschränkter Sicht ist auf die Markierung einer schmalen Kern-/ Restfahrbahn zu verzichten. In diesen Fällen sind Kern-/ Restfahrbahnen größer 4,50 m anzusetzen.

Borde führen zu größeren Abständen, die der Kfz-Verkehr zum Fahrbahnrand einhält. Folglich sind außerorts sowohl bei der Restfahrbahnbreite (bei einseitiger Führung) als auch bei der Schutzstreifenbreite jeweils Zuschläge von 10-20 cm zu berücksichtigen.

8.3 Empfehlungen zur Markierung

8.3.1 Schutzstreifenmarkierung

Für die Markierung von Schutzstreifen außerorts werden die grundsätzlichen Empfehlungen der ERA 2010 sowie der Musterlösungen für Radverkehrsanlagen in Baden-Württemberg für Schutzstreifen innerorts übernommen.

Darüber hinaus haben sich im Rahmen der Untersuchungen bei der Markierung von Schutzstreifen außerorts folgende Markierungslösungen als sinnvoll gezeigt:

- Bei Schutzstreifenmarkierung in Bereichen mit Längsneigung und/ oder eingeschränkten Sichtverhältnissen ist ein Aussetzen der Markierung des Schutzstreifens im Kurvenbereich zu empfehlen (Beispiel Backnang, Roßlauf). Dies verhindert, dass Kfz-Verkehr zu weit in die Gegenfahrbahn gerät. Stattdessen sollten Radfahrpiktogramme in einem Abstand von etwa 1,25 m vom Fahrbahnrand markiert werden. Den Radfahrenden wird so nahegelegt, den rechten Fahrbahnrand zu verlassen. Dies bewirkt, dass sie besser gesehen werden und weniger sturzgefährdet sind.
- Vor Beginn und nach dem Ende des Schutzstreifens sollten Fahrrad-Piktogramme mit Richtungspfeilen markiert werden. Diese sollten in einem Abstand von etwa 1,25 m zum rechten Fahrbahnrand aufgebracht werden. Der Beginn eines Schutzstreifens kann zusätzlich durch Roteinfärbung kenntlich gemacht werden. Die Markierung von Fahrrad-Piktogrammen zur Ankündigung des Schutzstreifens hilft Kfz-Lenkenden, sich frühzeitig auf Radverkehr einzustellen.
- Das Verflechten im Bereich von Fahrbahnteilern ist eine gängige Situation, z.B. an Kreisverkehren. Um dort den Radverkehr nicht mehr eng zu überholen und ein Hintereinanderfahren zu erzeugen, soll der Schutzstreifen im Bereich der Engstelle (< 3,75 m) nicht durchgezogen werden. Zur Verbesserung der Situation wird eine Verdeutlichung des Verflechtungsbereichs durch die Markierung weiterer Rad-Piktogramme auf Höhe der Engstelle empfohlen. Diese sollten im Abstand von etwa 1,25 m zum rechten Fahrbahnrand aufgebracht werden.
- In Knotenpunktbereichen wird eine bauliche bzw. mindestens eine markierungstechnische Reduzierung des Einmündungstrichters empfohlen, um hohen Geschwindigkeiten des Kfz-Verkehrs beim Ein- und Abbiegen entgegenzuwirken.
- Leitlinien sollten möglichst an der Asphaltkante (mit einem Abstand von ca. 12 cm) markiert sein, um die Breite des Schutzstreifens optisch nicht einzuengen bzw. um die Schutzstreifen nicht unverhältnismäßig zu verbreitern. Im Bestand ist aber in der Regel von einer Demarkierung bzw. Ummarkierung abzusehen.
- Auf starken Gefällestrecken sind ggf. breitere Schutzstreifen zu markieren.

Der Abstand zwischen den Piktogrammen sollte außerorts in der Regel etwa 50 m betragen. Zusätzlich ist darauf zu achten, dass Piktogramme bei Gefahrensituationen (Zufahrten etc.) markiert werden. Der Abstand der Piktogramme zum Bord ist in Abhängigkeit von Kurven, Gefälle, Fahrbahnbreite etc. zu wählen. Piktogramme im Zuge von Schutzstreifen sollten mittig markiert werden. Mindestens am Anfang und am Ende von Schutzstreifenmarkierungen ist die Markierung von Richtungspfeilen in der Fahrtrichtung sinnvoll.

8.3.2 Beschaffenheit der Markierung

An konfliktträchtigen oder schlecht einsehbaren Knotenpunkten und Zufahrten wird eine vollflächige, i.d.R. rote Einfärbung der Furten empfohlen. Wenn eine bessere Akzeptanz der Kfz-Fahrenden erzielt werden soll, ist auch die Einfärbung ganzer Schutzstreifenabschnitte empfehlenswert (so praktiziert in der Region Hannover), Zur Minderung der Rutschgefahr bei Nässe ist der farbige Belag aufzurauen oder mit rutschfestem Granulat zu versehen.

Da sich die Markierung selbst nicht in gleichem Maße rutschhemmend umsetzen lässt, sollte bei schmalen Fahrbahnen und engen Kurven gegebenenfalls auf die Markierung im Kurvenbereich - zugunsten von Piktogrammen - verzichtet werden. Damit wird einem Wegrutschen insbesondere von Motorrädern entgegengewirkt.

8.3.3 Demarkierung vorhandener Leitlinie

Bei breiteren Fahrbahnen lassen sich Überholabstände vergrößern. Am Beispiel der Außerorts-Modellstrecke Winnenden-Schwaikheim konnte aufgezeigt werden, dass die Markierung einer Leitlinie (Mittelmarkierung) und von Schutzstreifen zu fahrstreifentreuem Fahrverhalten im Kfz-Verkehr und damit zu engem Überholen des Radverkehrs führen. Vorhandene Leitlinien sollten daher bei Markierung von Schutzstreifen grundsätzlich demarkiert werden bzw. bei Neumarkierung nicht markiert werden.
Eine Leitlinie kann markiert werden, wenn die Breite der Fahrstreifen mindestens 2,75 m und die Breite der Schutzstreifen mindestens 1,40 m (mit Borden mindestens 1,50 m) beträgt. Dies gilt insbesondere in Kurvenlagen, bei schlechter Sicht auf den Gegenverkehr, z.B. in Kuppenlagen und dort, wo sich Linksabbieger aufstellen müssen, um den Gegenverkehr abzuwarten.

Bei Demarkierung der Mittelmarkierung wird empfohlen, die Mittelmarkierung durchgehend mit einer Breite von ca. 20 - 25 cm auszufräsen. Irritationen durch Phantom-Markierungen, die sich auch auf Assistenzsysteme auswirken, können so weitestgehend vermieden werden.

8.3.4 Markierung von Piktogrammketten

Die Markierung einer Piktogrammkette ist anzuwenden, wenn die Breiten für Schutzstreifen oder andere regelkonforme Radverkehrsanlagen nicht ausreichen oder der weitere Verlauf der Radverkehrsführung im Zuge einer Engstelle oder im Kurvenbereich verdeutlicht werden soll. Dies bestätigen auch aktuelle Untersuchungen zur Wirkung von Piktogrammen (Koppers, Ruf, Gerlach, Leven, & Hagemeister, 2021). Darüber hinaus ist bei einseitiger Markierung eines Schutzstreifens, wenn kein Angebot im Seitenraum vorhanden ist, die Markierung einer Piktogrammkette in Gegenrichtung zu empfehlen.

8.4 Empfehlungen zur Kommunikation

Bei der Umsetzung neuer infrastruktureller Maßnahmen im Radverkehr ist eine intensive begleitende Kommunikation von besonderer Bedeutung. Dies gilt insbesondere für neue Lösungen und deren Regelungen. Eine umfassende Kommunikation, zum Beispiel in Form von Bürgerinformationsveranstaltungen, Informationsflyern und -plakaten oder Pressemitteilungen, kann aufkommende Fragen und Unklarheiten frühzeitig beantworten und damit dazu beitragen, dass die Akzeptanz solcher neuen Lösungen steigt.

Kommunikation wird dabei in allen Phasen der Maßnahmenrealisierung empfohlen – vor, während und nach der Markierung. Hierzu hat die AFGK-BW die folgenden ansprechenden und leicht verständlichen Informationsmaterialien aufbereitet und den teilnehmenden Akteuren im Rahmen des Modellprojektes zur Verfügung gestellt:

- Leitfaden „Erfolgreiche Kommunikation zum Thema Schutzstreifen“
- Faktenblatt „Schutzstreifen“
- Leitfaden „Einsatz von Markierungslösungen zur Sicherung des Radverkehrs“
- Vorlagen für Pressemitteilungen, Musteranschreiben, Einladungstexte etc.
- Argumentationshilfe (FAQ)

Diese Unterlagen sind für die Markierung von Schutzstreifen außerorts zu erweitern.

Darüber hinaus wurde im Rahmen des Modellversuchs auf allen Strecken durch ein entsprechendes Hinweisschild (vgl. Abbildung 8-1) auf den Modellversuch zur Markierung von Schutzstreifen außerorts hingewiesen. Es wird empfohlen, auch nach dem Modellversuch, zu Beginn einer Markierung auf die entsprechende Neuerung hinzuweisen.

Abbildung 8-1: Hinweisschild im Rahmen des Modellprojektes (Quelle: Stadt Reutlingen)

LITERATURVERZEICHNIS

Alrutz, D., Busek, S., Willlhaus, E., Blase, A., Fohlmeister, F., Luft, S., Krausse, P. (2017): Schutzstreifen außerorts, Modellversuch zur Abmarkierung von Schutzstreifen außerorts und zur Untersuchung der Auswirkungen auf die Sicherheit und Attraktivität im Radverkehrsnetz im Auftrag des Ministeriums für Energie, Infrastruktur und Digitalisierung in Mecklenburg-Vorpommern

Alrutz, D., Busek, S. (2019): Schutzstreifen außerorts, Modellversuch zur Abmarkierung von Schutzstreifen außerorts und zur Untersuchung der Auswirkungen auf die Sicherheit und Attraktivität im Radverkehrsnetz im Auftrag des Ministeriums für Verkehr Baden-Württemberg

Cerema (2014): Évaluation d'une Chaussée à Voie Centrale Banalisée Site de Villequier en Seine-Maritime

Cerema (2015): Évaluation de deux sections de CVCB dans l'Hérault

CROW (2006/2016): Ontwerpwijzer fietsverkeer. EdeDörnenburg, K.; Frossard, J. L., Steiner, R. (2016): Grundlagen für die Dimensionierung von sicheren Veloverkehrsanlagen (Forschungsprojekt VSS 2010/207). Zürich

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV). (2010). Empfehlungen für Radverkehrsanlagen: ERA.

Frossard, J. L. (2006): Kernfahrbahnen auf Ausserortsstraßen (Forschungsauftrag SVI 2000/388). Zürich.

Frossard, J. L., Dietiker, J. Sommer, I., Steiner, R. (2012): Mehr Sicherheit dank Kernfahrbahnen? (Forschungsauftrag SVI2004/053). Zürich.

HENDRIKS, R. (2012): Een fietsstrook, omdat er vak niets beters is. In: fietsverkeer Nr. 29, S. 25-29. fietsberaad.nl/library/fietsverkeer/Fietsverkeer_29.pdf

IST – Tiefbauamt des Kantons Bern (2010): Arbeitshilfe Kernfahrbahn.

IST – Tiefbauamt des Kantons Bern (2021): Anlagen für den Veloverkehr

JAARSMA, R. et al. (2011): Making minor rural road network safer: The effects of 60 km/h-zones. In: Accident Analysis & Prevention, Band 43, Heft 4, S. 1508-1515. Amsterdam.

Kolrep-Rometsch, H., Leitner, R., Platho, C., Richter, T., Schreiber, A. & Schreiber, M. (2013). Abbiegeunfälle Pkw/Lkw und Fahrrad (Forschungsbericht Nr. 21 / Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. Unfallforschung der Versiche-rer). Berlin.

Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg (2017). Musterlösungen für Radverkehrsanlagen in Baden-Württemberg (abrufbar unter https://www.aktivmobil-bw.de/radverkehr/radnetz/das-radnetz/)

SCHLAG, B. et al. (2015): Auswirkungen von Querschnittsgestaltung und längsgerichteten Markierungen auf das Fahrverhalten auf Landstraßen (=Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Heft V 249). Bergisch Gladbach

SWOV (Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid; Hrsg.) (2010): Fact Sheet: Shoulders on rural access roads. Leidschendam.

VAN DER KOOI, R. M. & DIJKSTRA, A. (2003): Enkele gedragseffecten van suggestivstroken op smalle rurale wegen. Evaluatie van de aanleg van rijlopers en suggestiestroken op erftoegangswegen buiten de bebouwde kom. Leidschendam (=SWOV Rapport 2003-17). Leidschendam.

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1-1: Projektaufbau ... 3
Abbildung 2-1: Schutzstreifen außerorts in den Niederlanden ... 5
Abbildung 2-2: Schutzstreifen außerorts in Dänemark ... 6
Abbildung 2-3: Schutzstreifen außerorts in einer für die Schweiz typischen Konstellation ... 8
Abbildung 2-4: Schutzstreifen außerorts in Frankreich ... 9
Abbildung 2-5: Schutzstreifen im Kreis Euskirchen ... 10
Abbildung 3-1: Übersicht der untersuchten Modellstrecken ... 15
Abbildung 3-2: Einordnung der Untersuchungsfälle zur einseitigen Markierung von Schutzstreifen ... 18
Abbildung 3-3: Einordnung der Untersuchungsfälle zur beidseitigen Markierung von Schutzstreifen ... 19
Abbildung 4-1: Montage der Videokameras an den Untersuchungsstrecken ... 66
Abbildung 4-2: Videomaterial als Auswertungsgrundlage ... 68
Abbildung 4-3: Bewertungsbeispiele Linienfahrverhalten Kfz ... 70
Abbildung 4-4: Verkehrliche Situationen ... 72
Abbildung 4-5: Überholkonstellationen ... 72
Abbildung 4-6: Überholabstände ... 73
Abbildung 4-7: Orientierungen der Radfahrenden ... 74
Abbildung 4-8: Ausschnitt: Aufnahme der Untersuchungsfälle nach Kriterien ... 74
Abbildung 5-1: Verkehrsentwicklung in Lautern/Mögglingen vor und nach Markierung des Schutzstreifens für den Gesamtverkehr und Radverkehr (außerorts, Schutzstreifen einseitig) ... 79
Abbildung 5-2: Verkehrsentwicklung Backnang Roßlauf vor und nach Markierung der Schutzstreifen für den Gesamtverkehr und Radverkehr (außerorts, Schutzstreifen einseitig) ... 80
Abbildung 5-3: Verkehrsentwicklung Rastatt Gaggenau, K 3705 vor und nach Markierung des Schutzstreifens für den Gesamtverkehr und Radverkehr (außerorts, Schutzstreifen einseitig) ... 81
Abbildung 5-4: Verkehrsentwicklung Reutlingen, Dietweg vor und nach Markierung des Schutzstreifens für den Gesamtverkehr und Radverkehr (außerorts, Schutzstreifen einseitig) ... 82
Abbildung 5-5: Verkehrsentwicklung Aalen, Alte Heidenheimer Straße, vor und nach Markierung der Schutzstreifen für den Gesamtverkehr und Radverkehr (außerorts, Schutzstreifen einseitig) ... 83
Abbildung 5-6: Verkehrsentwicklung Ostfildern Scharnhausen, Kreuzbrunnenstraße vor und nach Markierung der Schutzstreifen für den Gesamtverkehr und Radverkehr (außerorts, Schutzstreifen einseitig) ... 84
Abbildung 5-7: Orientierung der Radfahrenden auf der Fahrbahn ohne und mit Schutzstreifenmarkierung ... 89
Abbildung 5-8: Linienfahrverhalten des Kfz-Verkehrs bei einseitig oder beidseitig angelegten Schutzstreifen ohne und mit Gegenverkehr ... 94
Abbildung 5-9: Beispiel Baden-Baden, Sandweierer Straße (Nordabschnitt): Alle Untersuchungskriterien im Vorher-Nachher-Vergleich ... 97
Abbildung 5-10: Beteiligte bei der Interaktion mit Radfahrenden ... 99
Abbildung 5-11: Tendenz Überholvorgänge ... 101
Abbildung 5-12: Untersuchungsfälle mit Beteiligung Rad ... 102
Abbildung 5-13: Verkehrlichen Situationen ... 105
Abbildung 5-14: Überholkonstellation mit und ohne Gegenverkehr ... 108
Abbildung 5-15: Überholabstände Kfz/Rad ... 111
Abbildung 6-1: Übersicht der untersuchten Modellstrecken ... 116
Abbildung 6-2: Unfälle nach Unfalljahr ... 117
Abbildung 6-3: Unfälle mit Personenschaden nach Unfalljahr. ... 118

Abbildung 6-4: Unfälle nach Unfalljahr und Kategorie 118
Abbildung 6-5: Unfälle nach Unfalltyp 119
Abbildung 6-6: Vergleich alle Unfälle und Unfälle nur mit Personenschaden nach Unfalltyp 120
Abbildung 6-7: Erster und zweiter Unfallbeteiligter an Unfällen 121
Abbildung 6-8: Unfalltypen der relevanten Unfälle 123
Abbildung 6-9: Unfallkonstellation: Einfahrender Kfz mit Radfahrendem auf der Fahrbahn 124
Abbildung 6-10: Unfallkonstellation: Abbiege-Unfälle mit geradeaus fahrenden Radfahrenden im Seitenraum 124
Abbildung 6-11: Unfallkonstellation: zu geringer Seitenabstand 125
Abbildung 7-1: Ableitung von Einsatzgrenzen zur einseitigen Markierung von Schutzstreifen 133
Abbildung 7-2: Ableitung von Einsatzgrenzen zur beidseitigen Markierung von Schutzstreifen 134
Abbildung 8-1: Hinweisschild im Rahmen des Modellprojektes 145