

# Schutzstreifen außerorts

## Ministerium für Energie, Infrastruktur und Digitalisierung Mecklenburg-Vorpommern

Modellversuch zur Abmarkierung von Schutzstreifen außerorts  
und zur Untersuchung der Auswirkungen auf die Sicherheit  
und Attraktivität im Radverkehrsnetz



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Schutzstreifen außerorts

Modellversuch zur Abmarkierung von Schutzstreifen außerorts und zur Untersuchung der Auswirkungen auf die Sicherheit und Attraktivität im Radverkehrsnetz

Schlussbericht Dezember 2017

### Gesamtprojektleitung

Ministerium für Energie, Infrastruktur und Digitalisierung  
Mecklenburg-Vorpommern  
Schlossstraße 6-8  
19053 Schwerin

### Regionale Partner

Amt Dömitz-Malliß  
Fontanestadt Neuruppin  
Landkreis Grafschaft Bentheim  
Landkreis Konstanz  
Landkreis Northeim

Landkreis Ravensburg  
Landkreis Rhein-Erft-Kreis  
Landkreis Stormarn  
Stadt Köln  
Stadt Stuttgart

### Projektbearbeitung

Planungsgemeinschaft Verkehr – PGV Alrutz  
Adelheidstraße 9 b  
D - 30171 Hannover  
Telefon 0511 220601-80  
Telefax 0511 220601-990  
E-Mail [info@pgv-hannover.de](mailto:info@pgv-hannover.de)  
[www.pgv-alrutz.de](http://www.pgv-alrutz.de)

AB Stadtverkehr – A. Blase  
Alte Bahnhofstraße 1-3  
D - 53173 Bonn  
Telefon 0228 3905090  
Telefax 0228 3905091  
E-Mail [bonn@ab-stadtverkehr.de](mailto:bonn@ab-stadtverkehr.de)  
[www.ab-stadtverkehr.de](http://www.ab-stadtverkehr.de)

Urbanus GbR  
An der Untertrave 81-83  
23552 Lübeck  
Telefon 0451 7062666  
Telefax 0451 7062667  
E-Mail [luft@urbanus-luebeck.de](mailto:luft@urbanus-luebeck.de)  
[www.urbanus-luebeck.de](http://www.urbanus-luebeck.de)

- Projektleitung: Bernd Sievers  
Ministerium für Energie, Infrastruktur und Digitalisierung  
Tel.: 0385 / 5888431  
bernd.sievers@em.mv-regierung.de
- Bearbeitung: Dankmar Alrutz (PGV-Alrutz GbR)  
Stefanie Busek (PGV-Alrutz GbR)  
Elke Willhaus (PGV-Alrutz GbR)  
Arne Blase (AB Stadtverkehr)  
Fabian Fohlmeister (AB Stadtverkehr)  
Stefan Luft (Urbanus GbR)  
Peter Krausse (Urbanus GbR)
- Lenkungsgruppe: Adenstedt, Frank (LK Grafschaft Bentheim)  
Angenendt, Wilhelm (AB Stadtverkehr GbR) †  
Bode, Karl-Rudolf (NLStBV)  
Brohm, Dr. Markus (Deutscher Landkreistag)  
Bürger-Faigle, Kirsten (BMVI)  
Colmer, Hendrik (Stadt Köln)  
Ehbrecht, Pia (Amt Dömitz-Malliß)  
Fiedler, Edgar (MIL Brandenburg)  
Fockenga, Dagmar (Kreis Stormarn)  
Geers, Jens (LK Grafschaft Bentheim)  
Heinzmann, Bettina (BMVI)  
Hornbach, Fritz (MWAV Niedersachsen)  
Hörmann, Wilhelm (ADFC)  
Jurascheck, Jan (Fontanestadt Neuruppin)  
Weidemann, Janet (BMVI)  
Lambrecht, Holger (LK Northeim)  
Leyendecker, Jochen (BMVI)  
London, Peter (MWEBWV NRW)  
Öhmann, Michael (MVI Baden-Württemberg)  
Schreck, Benjamin (BAST)  
Schütz, Christiane (BMVI)  
Schumann, André (LK Northeim)  
Sievers, Bernd (MEID Mecklenburg-Vorpommern)  
Stöckert, Dr. Ralph (BMVI)  
Wachotsch, Ulrike (Umweltbundesamt)  
Zünskes, Ralf (Rhein-Erft-Kreis)

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## **Inhalt**

<b>1</b>	<b>Anlass und Ziele der Untersuchung .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Methodisches Vorgehen und Arbeitsschritte der Untersuchung ...</b>	<b>5</b>
2.1	Projektstruktur und -beteiligte.....	5
2.2	Untersuchungsansatz .....	6
2.3	Auswahl der Untersuchungsstrecken .....	7
2.4	Bausteine der Evaluation .....	11
2.5	Durchführung der Untersuchung .....	17
<b>3</b>	<b>Derzeitiger Erkenntnisstand.....</b>	<b>22</b>
<b>4</b>	<b>Zusammenfassende Ergebnisse der Untersuchung .....</b>	<b>23</b>
4.1	Einführende Anmerkungen .....	23
4.2	Entwicklung der Radverkehrsstärken .....	24
4.3	Unfallgeschehen .....	25
4.4	Geschwindigkeitsmessungen Kfz-Verkehr .....	28
4.5	Stationäre Videobeobachtung und Verfolgungsfahrten .....	31
4.6	Befragungen von Verkehrsteilnehmenden, Expertinnen und Experten.....	36
<b>5</b>	<b>Folgerungen aus den Untersuchungsergebnissen .....</b>	<b>38</b>
5.1	Folgerungen aus den Ergebnissen .....	38
5.2	Hinweise zur Ausbildung und zur Öffentlichkeitsarbeit .....	41
5.3	Offene Fragen und weiterer Untersuchungsbedarf.....	43
<b>6</b>	<b>Fazit .....</b>	<b>45</b>
<b>7</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>47</b>

## 1 Anlass und Ziele der Untersuchung

Mit Einführung der Schutzstreifen durch die sogenannte „Fahrradnovelle“ 1997 in die Straßenverkehrsordnung (StVO) wurden diese in Kreisverkehren sowie außerorts aus Verkehrssicherheitsgründen ausgeschlossen. Für Außerortsstrecken erfolgte dies seinerzeit mangels vorhandener Erkenntnisse: „Inwieweit außerorts die Anordnung eines Schutzstreifens in Betracht kommen kann, muss noch durch entsprechende Forschungsarbeiten geklärt werden.“ (BRat-Drs. 375/97, S. 30<sup>1</sup>). Dieses Forschungsdefizit soll durch die vorliegende Untersuchung aufgegriffen werden.

Soweit nach den Regelwerken ab bestimmten Kfz-Verkehrsstärken eine Erforderlichkeit zur Sicherung des Radverkehrs gegeben ist, sind gemeinsame Geh- und Radwege das Standardelement zur Führung des Radverkehrs außerorts. Gleichwohl kann es auch in außerörtlichen Bereichen unterhalb der verkehrlichen Gegebenheiten, bei denen die Anlage von Radwegen aus Sicherheitsgründen notwendig ist, einen Bedarf zur Sicherung des Radverkehrs sowie zur Verbesserung und Verdeutlichung der Radverkehrsführung geben. Schutzstreifen außerorts könnten insbesondere dort in Betracht kommen, wo bauliche Lösungen nicht zwingend notwendig sind oder baulich und umweltrechtlich nicht in Frage kommen.

Im Rahmen des durch den Nationalen Radverkehrsplan 2020 (NRVP) geförderten Projektes „Schutzstreifen außerorts – Modellversuch zur Abmarkierung von Schutzstreifen außerorts und zur Untersuchung der Auswirkungen auf die Sicherheit und Attraktivität im Radverkehrsnetz“ wurde diese besonders für den ländlichen Raum verkehrlich und ökologisch interessante Lösung erprobt und wissenschaftlich begleitet. Ziele des Projektes waren:

- die Auswirkungen der Markierung von Schutzstreifen auf die Verkehrssicherheit sowie die Akzeptanz und das Verhalten der Verkehrsteilnehmenden zu ermitteln,
- die Ergebnisse unter Berücksichtigung des generellen Erkenntnisstandes zur Sicherung und Förderung des Radverkehrs zu bewerten,
- übertragbare Folgerungen für die Anwendbarkeit und die Ausbildungsanforderungen an Schutzstreifen außerorts abzuleiten bzw. ggf. weiteren Untersuchungsbedarf aufzuzeigen,
- darzulegen, ob Anpassungsbedarf für eine Weiterentwicklung verkehrsrechtlicher Bestimmungen und der technischen Regelwerke besteht.

---

<sup>1</sup> Bundesrat 1997

Die vorliegende Untersuchung ist wie folgt aufgebaut:

- In einem kompakten Hauptteil werden das methodische Vorgehen erläutert (Kap. 2), die wesentlichen Ergebnisse zusammenfassend dargestellt (Kap. 3 und 4) und Folgerungen im Hinblick auf die Untersuchungsziele aufgezeigt (Kap. 5).
- In einem umfangreichen Anhang werden die Ergebnisse der einzelnen Untersuchungsschritte näher erläutert.

## 2 Methodisches Vorgehen und Arbeitsschritte der Untersuchung

### 2.1 Projektstruktur und -beteiligte

Das Gesamtvorhaben im Rahmen der Förderung durch den Nationalen Radverkehrsplan 2020 ist insgesamt dreistufig ausgelegt:

- In **Phase I** des Projektes wurden die grundlegenden Kriterien der Untersuchung festgelegt, das methodische Vorgehen für die Evaluation erörtert und die konkreten Untersuchungsstrecken ausgewählt (vgl. Kap. 2.3). Sie diente damit im Wesentlichen der Vorbereitung der Projektphase II.
- Die **Phase II** bildete den Schwerpunkt des Projektes und des vorliegenden Untersuchungsberichtes. In dieser Phase wurden die Markierungen auf den Untersuchungsstrecken mit Genehmigung der Obersten Straßenverkehrsbehörden der Länder umgesetzt und einer Evaluation im Vorher-Nachher-Vergleich unterzogen.
- In der **Phase III** des Projektes sind die nach Abschluss der Phase II nicht den geltenden verkehrsrechtlichen Bestimmungen entsprechenden Markierungen in Abhängigkeit von den Anordnungen der Obersten Straßenverkehrsbehörden ggf. wieder rückgängig zu machen.

Beteiligte an dem Vorhaben waren

- die **Gesamtprojektleitung**, vertreten durch das Ministerium für Energie, Infrastruktur und Digitalisierung des Landes Mecklenburg-Vorpommern,
- die **regionalen Partner** als Baulastträger bzw. zuständige Gebietskörperschaft der einzelnen Untersuchungsstrecken,
- die **Sachverständigenbüros**, die die Evaluation im Vorher-Nachher-Vergleich auf den in Phase I bestimmten Modellstrecken durchführten sowie
- der **Fördergeber** Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (**BMVI**) sowie die **Bundesbehörden** Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) und Umweltbundesamt (UBA, als Projektbegleitung (im Auftrag des BMVI).

Aus diesen Beteiligten wurde unter Hinzuziehung von Experten des Deutschen Landkreistages, des ADFC und des ADAC die projektbegleitende **Lenkungsgruppe** gebildet, die das Projekt über seine gesamte Laufzeit steuerte. Insgesamt kam die Lenkungsgruppe zu neun Sitzungen in den Projektphasen I und II zusammen.

Formal außerhalb des NRVP-Projektes, jedoch mit gleichem inhaltlichem und methodischem Ansatz, beteiligte sich auch das **Land Baden-Württemberg** mit drei Untersuchungsstrecken an dem Vorhaben. Diese Strecken wurden bei der Aufbereitung und Bewertung der Ergebnisse in das Gesamtvorhaben integriert.

## 2.2 Untersuchungsansatz

Die Rahmenbedingungen für die Pilotstudie wurden in der Projektphase I festgelegt und von allen Beteiligten mitgetragen:

- Gegenstand der Untersuchung sind Straßen mit Fahrbahnbreiten, bei denen nach Abmarkierung der beidseitigen Schutzstreifen nur noch eine einstreifig befahrbare Kernfahrbahn verbleibt.
- Schutzstreifen außerhalb geschlossener Ortslagen wurden von der Lenkungsgruppe nicht als dauerhafter Ersatz für aus Gründen der Verkehrssicherheit erforderliche, bauliche Radverkehrsanlagen angesehen. Die Kfz-Stärke war deshalb auf einen Belastungsbereich begrenzt, bei dem nach den technischen Regelwerken keine straßenbegleitenden Radwege erforderlich sind.
- Aufgrund der potenziellen Gefährdung des Radverkehrs (z.B. mögliche Sogwirkung beim Vorbeifahren von Lkw) und zum Ausschluss von Risiken im Rahmen der Untersuchung wurde vereinbart, dass auf allen Untersuchungsstrecken grundsätzlich eine zulässige Höchstgeschwindigkeit von höchstens 70 km/h bestehen soll und ggf. anzuordnen ist. In der Lenkungsgruppe bestand Einvernehmen, dass eine Differenzierung der Wirkungen dieser Merkmale im Rahmen der Untersuchung nicht möglich sein würde<sup>2</sup>. Die zu erfassenden Wirkungen sollen sich deshalb auf das Maßnahmenpaket „Schutzstreifen mit zul. Höchstgeschwindigkeit 70 km/h“ beziehen (bis auf wenige Strecken, bei denen schon vorher eine herabgesetzte Höchstgeschwindigkeit galt).
- Die Dauer des Gesamtprojektes richtete sich nach dem im Rahmen der NRVP-Förderung möglichen Bewilligungszeitraumes von maximal 36 Monaten. Den Beteiligten war bewusst, dass aufgrund dieser Zeit-

---

<sup>2</sup> Ein Ansatz, zunächst die zul. Höchstgeschwindigkeiten herab zu setzen und nach einer Zwischenuntersuchung dann die Schutzstreifen zu markieren, war in dem zeitlichen und finanziellen Rahmen der Untersuchung nicht möglich.

vorgabe für die Bewertung des Unfallgeschehens keine belastbaren Ergebnisse zu erreichen waren<sup>3</sup>.

- Die zentrale Fragestellung der Untersuchung bezieht sich auf die derzeitige Begrenzung des Einsatzes von Schutzstreifen auf Innerortsstraßen mit einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von bis zu 50 km/h gemäß VwV-StVO zu Absatz 4 Satz 2. Als wesentliches Ergebnis war deshalb aufzuzeigen, ob durch Schutzstreifen außerorts (und bei höheren zulässigen Geschwindigkeiten als 50 km/h) zusätzliche Sicherheitsrisiken entstehen können, die ein Aufrechterhalten der derzeitigen Begrenzung begründen lassen.

### 2.3 Auswahl der Untersuchungsstrecken

Für das Modellvorhaben war die Bereitschaft von Straßenbaulastträgern, die vorgesehenen Markierungen mit finanzieller Eigenbeteiligung durchzuführen sowie das Projekt aktiv zu begleiten und zu unterstützen, eine unabdingbare Voraussetzung. An der Projektbeantragung beim Fördergeber hatten sich deshalb bereits regionale Partner beteiligt, die bereit waren, Untersuchungsstrecken in das Vorhaben einzubringen. Eine entsprechende Vorauswahl von Strecken lag zu Beginn des Vorhabens vor. Aufgrund der nachfolgend erläuterten Rahmenbedingungen für die Streckenauswahl wurde aus diesem Streckenkollektiv die endgültige Festlegung der Untersuchungsstrecken getroffen. Um eine ausgewogenere Verteilung der Untersuchungsparameter (hier insbesondere Kfz-Verkehrsstärke und Fahrbahnbreite) zu erreichen, konnten im Rahmen der Projektphase I zusätzlich noch einzelne Strecken weiterer Projektpartner berücksichtigt werden. Mit Beginn der Projektphase II (Evaluation) waren die Untersuchungsstrecken bereits festgelegt. Das Land Baden-Württemberg brachte sich nachträglich in das Projekt ein. Auch hier wurden potenzielle Untersuchungsstrecken vorgegeben, aus denen eine Auswahl zu treffen war.

Die wichtigsten Festlegungen der Lenkungsgruppe für die Auswahl der Untersuchungsstrecken sind nachfolgend aufgeführt:

#### **Straßenkategorie und Radverkehrsführung**

- Schwerpunktartig wurden Nahbereichsstraßen entsprechend der Verbindungsfunktionsstufe IV nach RIN betrachtet. Straßen der Verbindungsfunktionsstufe III, die in ihrer verkehrlichen und baulichen Charakteristik mit Nahbereichsstraßen vergleichbar sind, waren nicht ausgeschlossen. Damit konnten unter dem Aspekt der Straßenklassifizierung Gemeindeverbindungsstraßen, Kreisstraßen und schwächer belastete Landesstraßen zu den Untersuchungsstrecken gehören.

---

<sup>3</sup> Im Verlauf der Untersuchung wurde der Zeitraum auf zwei Jahre erweitert.

- Voraussetzung war eine bislang bestehende Führung des Radverkehrs im Mischverkehr auf der Fahrbahn. Auch für den Radverkehr alternativ nutzbare parallele Wirtschaftswege sollten nicht bestehen.

### **Räumliche Lage der Strecken**

- Die Strecken sollten außerhalb der verkehrsrechtlichen Grenzen von Ortsdurchfahrten (Ortstafel) liegen. Sie konnten direkt an eine Ortslage anschließen, auch wenn der Abschnitt noch Bestandteil einer straßenrechtlichen Ortsdurchfahrt ist (OD-Stein).
- Streusiedlungen, z. B. gekennzeichnet durch eine Ortshinweistafel (Z 385 StVO), konnten einbezogen sein.
- Die Mindestlänge der zu markierenden Strecken sollte möglichst 1 km betragen.

### **Zulässige Höchstgeschwindigkeit**

- Die maximal zulässige Höchstgeschwindigkeit auf den Untersuchungsstrecken sollte 70 km/h betragen. Eine Anforderung, dass dieses Limit bereits im Vorher-Zustand bestand, war nicht gegeben.
- Auf Teilstrecken mit besonderer Charakteristik oder Gefahrenlagen (z. B. scharfe Kurven) waren auch geringere Höchstgeschwindigkeiten (bis 50 km/h) möglich.

### **Kfz-Verkehrsstärke**

- Die Kfz-Stärke sollte einen Belastungsbereich, bei dem nach den „Empfehlungen für Radverkehrsanlagen“ (ERA 2010) Radwege empfohlen werden (vgl. ERA 2010, Tab. 19), nicht übersteigen. Unter Berücksichtigung der vorgesehenen zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 70 km/h war deshalb eine Kfz-Belastung von bis zu 4.000 Kfz/Tag möglich.
- Etwa 150 Kfz/Tag sollte die Obergrenze für die Stärke des Schwerverkehrs sein.
- Die Untersuchungsstrecken sollten ein Spektrum unterschiedlicher Kfz-Stärken abdecken.

### **Querschnittsausbildung**

- Grundsätzlich sollten nur Straßen mit Fahrbahnbreiten einbezogen werden, bei denen nach Abmarkierung der beidseitigen Schutzstreifen eine einstreifig befahrbare Kernfahrbahn verbleibt. Diese sollte mindestens so breit sein, dass alle regulären Fahrzeuge sie ohne Mitbelegung des Schutzstreifens befahren konnten. Schmale Kernfahrbahnen, die ein durchgehendes Befahren der Schutzstreifen durch breite Fahrzeuge erfordern würden, waren ausgeschlossen.

- Die Mindestbreite der Kernfahrbahn wurde auf 2,75 m festgelegt. Zusätzlich einer Mindestbreite der beidseitigen Schutzstreifen von 1,25 m ergab sich eine Mindestfahrbahnbreite von 5,25 m.
- Die Obergrenze der Fahrbahnbreite betrug 8,00 m. Dies ermöglichte beidseitige Schutzstreifen mit dem Regemaß von 1,50 m und eine Kernfahrbahn von 5,00 m.

### **Radverkehrsstärke und Radverkehrsnetz**

- Das Erreichen einer bestimmten Radverkehrsstärke war kein Auswahlaspekt. Zum einen war die Radverkehrsstärke vor Untersuchungsbeginn in der Regel nicht bekannt, zum anderen war den Mitgliedern der Lenkungsgruppe bewusst, dass sich die Radverkehrsstärken zumeist auf einem niedrigen Niveau bewegen dürften, wie es den bundesweiten Erfahrungen für Außerortsstraßen in vorwiegend ländlichen Räumen entspricht.
- Die Untersuchungsstrecken konnten, mussten aber nicht, Bestandteil eines regionalen Radverkehrsnetzes oder überregionaler Radrouten sein. Der ursprüngliche Ansatz, Untersuchungsstrecken im Netzzusammenhang zu bewerten, konnte durch die an vorrangig anderen Kriterien orientierte Streckenauswahl in den empirischen Erhebungen nicht verfolgt werden.

Insgesamt wurden von den regionalen Partnern zunächst 30 potenzielle Untersuchungsstrecken gemeldet. Da diese in hohem Maße niedrige Verkehrsstärken und geringe Fahrbahnbreiten aufwiesen, erfolgte ein weiterer Aufruf nach Streckenmeldungen, durch den sich eine ausgewogenere Verteilung über das gesamte angestrebte Untersuchungsspektrum ergab.

Auf der Grundlage der vereinbarten Kriterien wurden insgesamt 15 Untersuchungsstrecken aus fünf Bundesländern und sieben verschiedenen Gebietskörperschaften (Städte, Gemeinden und Landkreise) ausgewählt. Ergänzend wurden für das Land Baden-Württemberg drei weitere Strecken (aus insgesamt neun zur Auswahl stehenden) in das Kollektiv aufgenommen.

Das Untersuchungskollektiv umfasst damit insgesamt 18 Strecken aus sechs Bundesländern. Tab. 2-1 und Bild 2-1 zeigen die ausgewählten Strecken und die wichtigsten Streckenmerkmale. Die Strecken decken ein Belastungsspektrum von wenigen 100 bis knapp über 4.000 Kfz/Tag ab und weisen Fahrbahnbreiten zwischen etwa 5,20 bis 7,50 m (Regelquerschnitt) auf. Die Breiten können im Streckenverlauf variieren. Die Kfz-Verkehrsstärken beziehen sich dabei auf die im Rahmen der Untersuchung auf den Strecken im Nachher-Zustand mit Schutzstreifen ermittelten Werte.

Strecke	Straße	Kommune	Ø Kfz/d <sub>w</sub>	Fahrbahnbreite (m)	Länge (m)
KL3	K 10	Stadt Köln	4.080	5,25 - 5,50	850
BM1	K 10	Rhein-Erft-Kreis	3.950	5,20 - 5,30	1.550
OD4	K 97	Lk Stormarn	3.300	6,05 - 6,10	1.235
NOM4	K 424	Lk Northeim	2.930	6,50	2.300
BW2	L 193	Lk Konstanz	2.920	7,00	1.100
BW1	Stadtstraße	Stadt Stuttgart	2.810	5,25 - 6,10	800
KL2 <sup>4</sup>	K 9	Stadt Köln	2.710	5,25 - 6,50	2.400
KL5	Stadtstraße	Stadt Köln	2.620	6,20 - 6,50	1.100
BM2	K 46	Rhein-Erft-Kreis	2.190	5,35 - 6,45	1.950
BW3	L 319	Lk Ravensburg	1.760	6,00 - 6,50	4.000
OD3	K 79	Lk Stormarn	1.690	6,50	2.825
OD5	K 98	Lk Stormarn	1.530	6,20	3.120
NOM2	K 515	Lk Northeim	1.100	5,50 - 6,00	1.600
NOH2	K 40	Lk Grafschaft Bentheim	1.010	5,25	7.700
NOM3	K 641	Lk Northeim	680	7,10 - 7,50	3.600
OPR1	Stadtstraße	Stadt Neuruppin	680	5,50 (- 8,10 in Kurve)	1.700
LWL3	K 42	Lk Ludwigslust-Parchim	560	5,25 - 5,80	5.400
LWL2	K 41	Lk Ludwigslust-Parchim	480	5,00 - 5,80	5.900

Tab. 2-1: Übersicht der Untersuchungsstrecken mit Kfz-Verkehrsstärken im Nachher-Zustand (eigene Darstellung)  
 Die angegebenen Streckenkürzel werden im Weiteren aufgegriffen.  
 Strecken NOM2 und NOH2 mit Roteinfärbung des Schutzstreifens

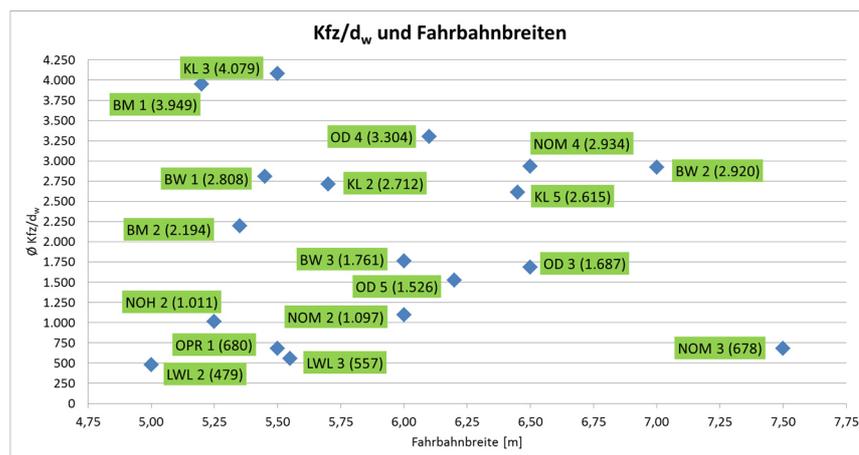


Bild 2-1: Untersuchungsstrecken nach Kfz-Verkehrsstärke (Kfz/d<sub>w</sub> im Nachher-Zustand) und Fahrbahnbreiten im Erhebungsabschnitt (eigene Darstellung)

<sup>4</sup> Einzige Strecke mit einseitigem Schutzstreifen

## 2.4 Bausteine der Evaluation

Die Evaluation der Wirkungen von Schutzstreifen außerorts basiert vor allem auf empirischen Erhebungen mit Vorher-Nachher-Vergleich für die Untersuchungsstrecken. Dabei wurde den Nachher-Erhebungen bzgl. des Erhebungsumfanges ein größeres Gewicht beigemessen, um die Verhaltensweisen und Einstellungen der Verkehrsteilnehmenden in Bezug auf die Schutzstreifen zuverlässiger erfassen zu können. Gleichwohl bestand in der Lenkungsgruppe Einvernehmen, dass aufgrund der begrenzten Anzahl der Fallbeispiele, dem zeitlich vorgegebenen Untersuchungsrahmen mit nur begrenztem Nachher-Zeitraum sowie den finanziellen Rahmenbedingungen nicht alle Fragestellungen zu dem Thema abschließend und belastbar zu klären sein werden. Antworten werden erwartet auf die zentrale Frage nach möglichen sicherheitsrelevanten Risiken durch die Maßnahme, die eine Beibehaltung des derzeitigen Ausschlusses von Schutzstreifen außerorts in der VwV-StVO (hinsichtlich des grundsätzlichen Untersuchungsansatzes vgl. auch Kap. 2.2) begründen lassen.

Die einzelnen Erhebungsbausteine werden nachfolgend kurz vorgestellt. Ausführliche Darstellungen des Vorgehens in den einzelnen Arbeitsschritten sind dem Anhang zu entnehmen.

- **Analyse des derzeitigen Erkenntnisstandes im In- und Ausland**

Da in Deutschland Schutzstreifen außerorts noch nicht zum Einsatz kommen können, werden die Erfahrungen zu Schutzstreifen innerorts sowie zu dem Regelquerschnitt der „Richtlinien für die Anlage von Landstraßen“ (RAL 2012) zur Entwurfsklasse 4 herangezogen, um aus den hierzu vorliegenden Erkenntnissen ggf. Rückschlüsse für die Bewertung der Ergebnisse dieser Untersuchung ziehen zu können. Aus dem europäischen Ausland (insbesondere Niederlande, Schweiz) liegen bereits Erfahrungen zu Schutzstreifen außerorts vor. Allerdings ist darauf hinzuweisen, dass hier zum Teil andere Rahmenbedingungen und gesetzliche Vorgaben bestehen, sodass eine Vergleichbarkeit mit den Bedingungen in Deutschland nicht gegeben ist.

- **Erhebungen zu den Verkehrsstärken des Kfz- und Radverkehrs**

Die Kfz-Verkehrsstärken sind für den Untersuchungsansatz ein wesentlicher Bewertungsfaktor. Jeweils mehrtägige Erhebungen dienen dazu, aktuelle Daten zum Verkehrsaufkommen (DTV) und zur Größenordnung des Schwerverkehrs für die genauen Untersuchungsabschnitte zu erhalten.

Rad Fahrende wurden vorher und nachher jeweils an einem Tag für vier Stunden erfasst, um einen Eindruck von der Stärke und Zusammensetzung sowie der Entwicklung des Radverkehrs im Untersuchungszeitraum zu erhalten. Ob Veränderungen in der Radverkehrsstärke maßgeblich auf die Schutzstreifen zurückzuführen sind, lässt

sich allerdings aus den Ergebnissen nicht ableiten. Im Sinne der zentralen Fragestellung der Untersuchung wäre eine Abnahme des Radverkehrs jedenfalls als auffällig zu bewerten.

- **Unfallanalyse**

Mit der Unfallanalyse soll ermittelt werden, ob und welche Auswirkungen der Markierung von Schutzstreifen (in Kombination mit Tempo 70) auf die Verkehrssicherheit zu erkennen sind. Für den Vorher-Zeitraum konnte das Unfallgeschehen zumeist für fünf Jahre herangezogen werden, für den Nachher-Zeitraum standen für die Strecken des NRVP-Vorhabens zwei Jahre, für die später dazu gekommenen Fallbeispiele in Baden-Württemberg ein Jahr zur Verfügung. Aufgrund dieses eingeschränkten und durch den Untersuchungsrahmen vorgegebenen Nachher-Zeitraumes sind insbesondere für den Radverkehr keine hinreichenden Fallzahlen und gesicherte Aussagen zu erwarten. Für das Gesamtunfallgeschehen können zumindest Tendenzen der Unfallcharakteristik festgestellt werden. Hinsichtlich der Unfallentwicklung im Vorher-Nachher-Vergleich wurde eine Sonderauswertung für 15 Strecken mit einheitlich drei Jahren vorher und zwei Jahren nachher durchgeführt. Im Hinblick auf die zentrale Fragestellung ist ferner das Auftreten oder Ausbleiben von Unfällen zu bewerten, die erkennbar mit der Maßnahme im Zusammenhang stehen.

Erfasst und ausgewertet wurden alle wesentlichen Merkmale des Unfallgeschehens (u.a. Unfallzahlen und -folgen, Unfallgegner, Unfallursachen und -typen).

- **Geschwindigkeitsmessungen des Kfz-Verkehrs**

Nicht angepasste Geschwindigkeiten sind eine wesentliche Unfallursache. Die Entwicklung des Geschwindigkeitsniveaus im Vorher-Nachher-Vergleich ist deshalb ein wesentlicher Bewertungsfaktor in Bezug auf die Verkehrssicherheit.

Die Messungen erfolgten auf den Modellstrecken vorher und nachher jeweils über mehrere Tage. Zur Bewertung eines längeren Nachher-Zeitraumes wurde auf den Strecken über ein Jahr nach der Markierung eine erneute Messung durchgeführt. Als wesentliche Kenngröße zur Beschreibung des Geschwindigkeitsverhaltens wurde die werktägliche  $V_{85}$  herangezogen (Gesamtverkehr, teilweise auch Schwerverkehr). Betrachtet wurde auch die Überschreitung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit. Neben der obligatorischen Messung bei gestreckter Linienführung wurden für einige Untersuchungsstrecken auch besondere Situationen (Kurve, Kuppe) in die Erhebung einbezogen.

Die Ergebnisse lassen Tendenzen der Entwicklung des Geschwindigkeitsverhaltens in Bezug auf das Maßnahmenpaket Schutzstreifen in Verbindung mit einer Reduzierung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit auf 70 km/h erwarten. Für sechs Strecken mit gleichbleibender zu-

lässiger Höchstgeschwindigkeit (50 bzw. 70 km/h) vorher wie nachher sind die Ergebnistendenzen aufgrund der geringen Fallzahl weniger abgesichert. Die Auswertung ist auf die zentrale Fragestellung ausgerichtet, ob durch die Maßnahme zusätzliche Sicherheitsrisiken im Geschwindigkeitsverhalten aufgetreten sind.

- **Befragungen des Kfz- und Radverkehrs**

Die Befragung der Verkehrsteilnehmenden auf den Untersuchungsstrecken diente der Ermittlung des Kenntnisstandes zur Regelung sowie der subjektiven Einschätzung der Maßnahme und der Verkehrssicherheit.

Aus der Gesamtheit der Untersuchungsstrecken wurden insgesamt zehn Strecken für die Durchführung der Befragungen von Kfz-Fahrenden und Rad Fahrenden ausgewählt, die das Spektrum der Untersuchungsfälle bzgl. Fahrbahnbreite und Kfz-Stärke widerspiegeln. Mit Unterstützung der örtlichen Polizei wurden insgesamt 546 Kfz Fahrende und 81 Rad Fahrende (bei letzteren alle, die im Erhebungszeitraum die Strecke befuhren) befragt. Obwohl die Befragungen nur im Nachher-Zustand durchgeführt wurden, konnte durch die Fragestellungen die subjektive Bewertung der Veränderung gegenüber dem Vorher-Zustand erfasst werden.

Die Ergebnisse lassen eine zuverlässige Bewertung der Einschätzung der Maßnahme durch die Pkw Fahrenden erwarten. Im Hinblick auf die zentrale Fragestellung ist von Interesse, ob die Maßnahme verstanden und akzeptiert wird.

- **Stationäre Videobeobachtungen**

Mit den Videobeobachtungen wurde das Verkehrsverhalten auf den Modellstrecken im Vorher-Nachher-Vergleich erfasst und gegenübergestellt. Dabei wurden typische Verhaltensmuster und unterhalb der Unfallschwelle liegende Problemkonstellationen herausgearbeitet. Aufgrund der Erhebungen können Aussagen gemacht werden:

- zur Akzeptanz der Schutzstreifen durch die Verkehrsteilnehmenden,
- zur Querschnittsbelegung bei Alleinfahrt, d.h. ohne Interaktion mit einem anderen Verkehrsteilnehmenden im Erhebungsabschnitt,
- zu Seitenabständen bei Überholungen und Begegnungen zwischen Kfz- und Radverkehr sowie zu situativen Geschwindigkeiten,
- zu kritischen Situationen bei Interaktionen zwischen Verkehrsteilnehmenden.

Das Radverkehrsaufkommen war aufgrund der Auswahlkriterien auf keiner Modellstrecke annähernd stark genug, um innerhalb der etwa 50 m langen Untersuchungsabschnitte eine aussagekräftige Fallzahl

an „echten“ Interaktionen zwischen Kfz- und Radverkehr beobachten zu können. Daher wurden derartige Interaktionen durch zusätzlichen Einsatz Rad fahrenden Erhebungspersonals selbst erzeugt. Insgesamt lag der Anteil erzeugter Interaktionen zwischen Kfz- und Radverkehr an allen beobachteten Interaktionen bei rund 90 %. Für die Verwendbarkeit der hieraus resultierenden Erhebungsergebnisse sind folgende Faktoren unabdingbar:

- Das Rad Fahrende Erhebungspersonal ist für die Kfz Fahrenden nicht von „echten“ Rad Fahrenden zu unterscheiden.
- Die erzeugten Radfahrten finden nach den gleichen Verhaltensmustern (z. B. Abstände vom Fahrbahnrand, Querschnittsbelegung im Schutzstreifen) statt wie die „echten“ Radfahrten (dies wurde für jeden Erhebungsschritt auch im Nachhinein überprüft).
- Für Interaktionen mit erzeugtem Radverkehr wird ausschließlich das Verhalten der Pkw bzw. Lkw Fahrenden gegenüber diesem Radverkehr ausgewertet.
- Verhaltensweisen der Rad Fahrenden wurden ausschließlich an Hand der „echten“ Radfahrten bewertet.

Die Methodik wurde in der Lenkungsgruppe eingehend diskutiert und unter den o.a. Voraussetzungen akzeptiert.

Die jeweils mehrstündigen Verhaltensbeobachtungen wurden für alle Strecken vorher und nachher auf einem Erhebungsabschnitt mit gestreckter, übersichtlicher Linienführung sowie auf einzelnen ausgewählten Strecken für Sondersituationen (Kurven, Kuppen) durchgeführt. Insgesamt wurden in 187 Erhebungsstunden knapp 24.000 Verkehrsteilnehmende erfasst, darunter ca. 2.400 erzeugte<sup>5</sup> und 860 „echte“ Radfahrten sowie 2.081 Interaktionen (im Untersuchungsabschnitt) zwischen Kfz Fahrenden und Rad Fahrenden.

Für wichtige Auswerteschritte (u.a. Vorbeifahrabstände und -geschwindigkeiten) mit Relevanz für die zentrale Fragestellung nach speziellen Sicherheitsrisiken durch die Markierung der Schutzstreifen können aussagekräftige Ergebnisse erwartet werden. Bei weiteren Differenzierungen nach einzelnen Randbedingungen werden Tendenzen aufgezeigt.

- **Verhaltensbeobachtungen im Rahmen von Verfolgungsfahrten**  
Die Erhebungen wurden nur im Nachher-Zustand auf acht ausgewählten Modellstrecken durchgeführt.  
Mit den Verfolgungsfahrten von Kfz sollte ergänzend zu den stationären Beobachtungen das linienhafte Geschwindigkeits- und Fahrverhalten der Kfz im Streckenverlauf erfasst werden. Die Erfassung erfolgte

---

<sup>5</sup> Nicht alle erzeugten Radfahrten führten im Untersuchungsabschnitt zu einer Interaktion.

durch ein mit Video ausgestattetes Kfz. Insgesamt konnten ca. 680 Kfz bei Alleinfahrt sowie etwa 540 Begegnungssituationen (Kfz-Kfz) und 34 Begegnungen mit Rad Fahrenden (nur „echte“ Rad Fahrende) erfasst werden.

Mit den Ergebnissen können die ermittelten Verhaltensweisen des Kfz-Verkehrs im Rahmen der stationären Videobeobachtungen um Eindrücke und Tendenzen des linienhaften Verhaltens ergänzt werden. Eingeschränkt wird die Aussagekraft dadurch, dass bei deutlichem Überschreiten der zulässigen Höchstgeschwindigkeit durch das zu verfolgende Kfz die Verfolgung abgebrochen werden musste.

In einem weiteren Erhebungsschritt wurde das Verhalten von Kfz Fahrenden bei Überholung bzw. Begegnung eines Rad Fahrenden (mit Videokamera ausgestattetes Erhebungspersonal) im Streckenverlauf beobachtet. Insgesamt konnten dabei 720 Interaktionen aufgezeichnet werden. Die Ergebnisse sind insbesondere im Hinblick auf eine Verdichtung der Eindrücke zum Verhalten von Kfz Fahrenden, die Rad Fahrende überholen, von Interesse.

- **Befragung regionaler Expertinnen und Experten**

Um einen Eindruck von den Einstellungen der bei den regionalen Partnern vor Ort am Abstimmungsprozess beteiligten Expertinnen und Experten (Straßenbaulastträger, Straßenverkehrsbehörde, Polizei, beteiligte oder anliegende Kommunen, ggf. Verkehrsverbände) zu erhalten, wurden diese vorher und nachher schriftlich hinsichtlich einer Bewertung der Maßnahme und des Modellvorhabens befragt. Die Rücklaufquote lag bei der Vorher-Befragung bei 59 und bei der Nachher-Befragung bei 47 Fragebögen. Die Ergebnisse sind aufgrund der geringen Fallzahl nur als Eindrücke zu werden. Auf die zentrale Fragestellung haben sie nur eine begrenzte Relevanz, da die Nachher-Befragung noch vor Kenntnis der Untersuchungsergebnisse erfolgte.

Tab. 2-2 gibt einen Überblick über die durchgeführten empirischen Erhebungen und die Anzahl der dabei jeweils beteiligten Untersuchungsfälle. Auch für die Evaluationsbausteine, bei denen die Erhebungen für alle Strecken durchgeführt wurden, konnten nicht immer alle 18 Strecken in die Auswertung einbezogen werden (so stand in Baden-Württemberg nur ein Unfalljahr für den Nachher-Zeitraum zur Verfügung, wegen technischer Probleme bei der Radarmessung in Neuruppin konnte die Geschwindigkeitsmessung vorher nicht einbezogen werden, die Strecke mit einseitigem Schutzstreifen wurde in der Regel gesondert betrachtet).

Erhebungsart	Vorher-Nachher	Anzahl der Untersuchungsstrecken
Expertenbefragung	Vorher-Nachher-Vergleich	alle
Querschnittszählung Radverkehr	Vorher-Nachher-Vergleich	alle
Geschwindigkeitsmessung Kfz-Verkehr	Vorher-Nachher-Vergleich (zwei Nachher-Messungen)	alle
Videobeobachtungen	Vorher-Nachher-Vergleich	alle
Befragung der Verkehrsteilnehmenden	nur nachher	10 Strecken
Verfolgungsfahrten	nur nachher	8 Strecken
Unfalldaten	Vorher (3-5 J.), Nachher (1-2 J.)	alle

Tab. 2-2: Überblick der empirischen Erhebungen (eigene Darstellung) (vgl. Anlage 1 im Anhang)

### Auswerteaspekte

Grundsätzlich erfolgte für jede Strecke eine individuelle Auswertung der Ergebnisse. Für die zusammenfassende Bewertung der Ergebnisse wurden die Strecken nach den Merkmalsausprägungen (Cluster) gruppiert, die die Kfz-Verkehrsstärke und die Fahrbahnbreite als die beiden für eine Bestimmung von Einsatzbereichen der Schutzstreifen außerorts als wesentlich anzusehenden Parameter betreffen. Für den Kfz-Verkehr wurde dabei auf den erhobenen mittleren werktäglichen Verkehr (Kfz/d<sub>w</sub>) abgestellt. Bild 2-2 zeigt die Einordnung der Strecken nach Kfz/d<sub>w</sub> und Fahrbahnbreiten sowie die Unterteilung in ein sechsfeldriges Cluster („6-Feld-Cluster“).

Die Auswertung erfolgte je nach Erhebungsbaustein<sup>6</sup> nach folgender Einteilung:

- nach dem 6-Feld-Cluster Kfz-Verkehrsstärke/Fahrbahnbreite (niedrig/schmal, niedrig/mittel, niedrig/hoch, hoch/schmal, hoch/mittel, hoch/breit),
- nach der Kfz-Verkehrsstärke (niedrig < 2.000 Kfz/ d<sub>w</sub> und hoch ≥ 2.000 Kfz/ d<sub>w</sub>),
- nach Fahrbahnbreite (schmal ≤ 5,50 m, mittel ≤ 6,25 m und breit > 6,25 m).

Für die Bewertung der Geschwindigkeiten kam zusätzlich als Auswerteaspekt hinzu, ob die zulässige Höchstgeschwindigkeit als Maßnahmenpaket zusammen mit der Markierung der Schutzstreifen herabgestuft wurde, oder ob schon im Vorher-Zustand eine reduzierte zulässige Höchstgeschwindigkeit bestand.

Ergänzend wurde wegen des sich abzeichnenden Einflusses auch eine gesonderte Auswertung der Strecken mit Roteinfärbung der Schutzstreifen

<sup>6</sup> Aufgrund von Einflüssen anderer Faktoren oder einer nicht ausreichenden Datengrundlage können nicht für jeden Erhebungsbaustein alle Cluster ausgewertet werden.

sowie fallweise für weitere Einzelaspekte (z.B. Vorhandensein einer deutlich sichtbaren „Phantommarkierung“ durch die Wegnahme der Leitlinie) vorgenommen (vgl. Anlage 2 im Anhang). Zumeist separat ausgewertet wird eine Strecke mit nur einseitigem Schutzstreifen (BW1)<sup>7</sup>.

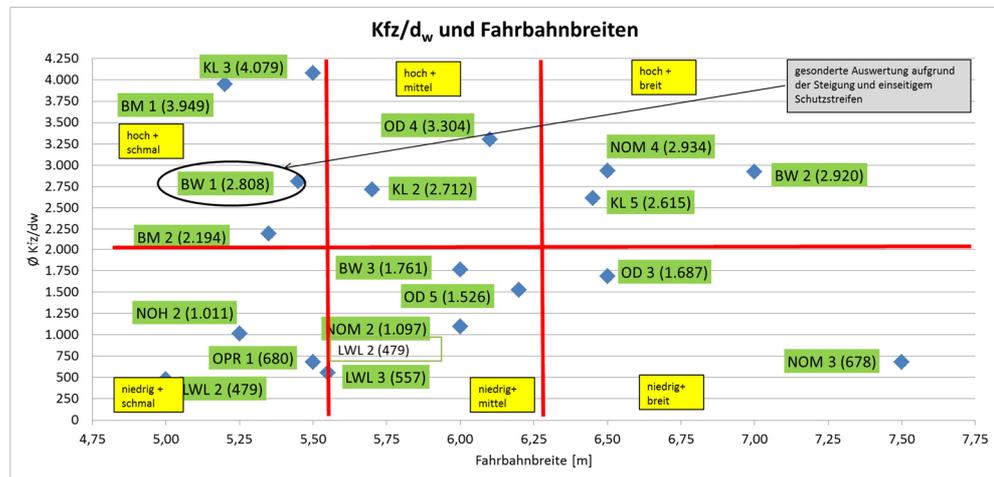


Bild 2-2: Einteilung der Untersuchungsstrecken nach Clustern bzgl. Kfz-Verkehrsstärke und Fahrbahnbreite (eigene Darstellung)

## 2.5 Durchführung der Untersuchung

Nach Ablauf eines vorgegebenen Zeitfensters für die Durchführung der Vorher-Erhebungen wurden die Markierungen der Schutzstreifen sowie weitere, damit in Zusammenhang stehende Änderungen verkehrsrechtlicher Regelungen auf den Strecken (z.B. Reduzierung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit) von den regionalen Projektpartnern in eigener Verantwortung und Zuständigkeit ausgeführt. Voraussetzung dazu waren entsprechende verkehrsrechtliche Anordnungen der Obersten Straßenverkehrsbehörden der beteiligten Länder.

Als Hilfestellung für die Umsetzung der Markierung wurden in der Phase I des Projektes von der Lenkungsgruppe mit maßgeblicher Unterstützung der BASt Vorgaben zur Ausbildung der Schutzstreifen erarbeitet, die nachfolgend erläutert werden:

- Eine Mittelmarkierung wird nicht vorgesehen. Vorhandene Leitlinien sind zu demarkieren.
- Die Schutzstreifenmarkierung erfolgt fahrbahnseitig gemäß ERA 2010 mit 1 m Strich/1 m Lücke (als Schmalstrich). Die Schutzstreifenmarkierung liegt innerhalb der Breite des Schutzstreifens (Bild 2-3).
- Es soll eine ununterbrochene Fahrbahnbegrenzung vorgesehen werden. Diese kann im Rahmen des Versuchs bei Fahrbahnbreiten unter 5,50 m möglichst nah an der Grenze des bituminösen Belags angeordnet werden. Die Fahrbahnbegrenzung wird regelmäßig nicht zur

<sup>7</sup> Die Ergebnisse für diese Strecke werden nur im Anhang dargestellt.

Breite des Schutzstreifens hinzu gezählt. Nur in Ausnahmefällen, wenn sich eine Kernfahrbahnbreite von weniger als 2,75 m ergäbe, kann die Fahrbahnbegrenzung als innerhalb der Schutzstreifenbreite gewertet werden.

- Die Schutzstreifen sollen an Kuppen und in Kurven durchgehend markiert werden. Eine Unterbrechung kann in kurzen Engstellen erfolgen, wenn die Mindestmaße unterschritten werden müssten.
- Die Schutzstreifen sollen auch bei wechselnder Fahrbahnbreite im Streckenverlauf mit einer weitgehend gleichbleibenden Breite durchgeführt werden. Die variable Breite soll weitgehend in der Kernfahrbahn untergebracht werden (Tab. 2-3).
- Die Markierungen sollen in weiß ausgeführt werden (keine Gelbmarkierung).
- Fahrradpiktogramme sind regelmäßig vorzusehen. Die Abstände können bei den Untersuchungsstrecken variieren. Den Piktogrammen können Richtungspfeile zugeordnet werden.
- Eine flächige Roteinfärbung der Schutzstreifen ist nicht als Regellösung vorgesehen. Sie kam auf Veranlassung der regionalen Projektpartner auf zwei Strecken zum Einsatz.
- Die Ausbildung der Markierung bei verschiedenen Knotenpunkttypen wird in Bild 2-4 dargestellt. Spezielle Hilfen zum Linksabbiegen für den Radverkehr an Knotenpunkten soll es nicht geben.

Bei einigen Untersuchungsstrecken wurden wegen der zum Teil inhomogenen baulichen Bedingungen an den Straßenkörpern (z. B. Fahrbahnbreite) Anpassungen in den Details der Ausbildung vorgenommen oder ergänzende Markierungslösungen (z. B. Überleitung von einem Radweg auf die Fahrbahn mit Schutzstreifen, Bild 2-5) ausgeführt.

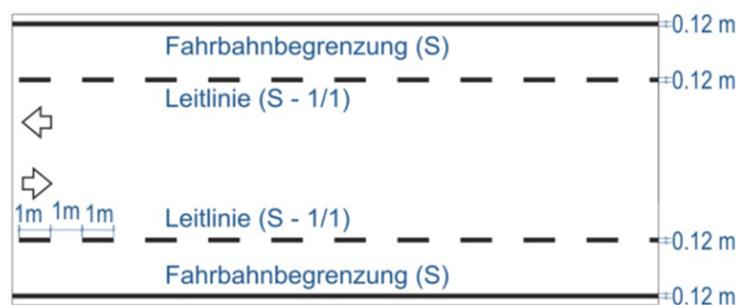


Bild 2-3: Markierung von Schutzstreifen außerorts (Quelle: BAST 2012 im Rahmen der Phase I des Projektes)

Fahrbahn- breite (Fb)	Randstreifen (inkl. Z 295)*	Schutz- streifen (inkl. Z 340)	Kernfahr- bahn	Schutz- streifen (inkl. Z 340)	Randstreifen (inkl. Z 295)*
5,00	0,25	0,875	2,75	0,875	0,25
5,25	0,25	1,00	2,75	1,00	0,25
5,50	0,25	1,125	2,75	1,125	0,25
<b>5,75</b>	<b>0,25</b>	<b>1,25</b>	<b>2,75</b>	<b>1,25</b>	<b>0,25</b>
<b>6,00</b>	<b>0,25</b>	<b>1,25</b>	<b>3,00</b>	<b>1,25</b>	<b>0,25</b>
<b>6,25</b>	<b>0,25</b>	<b>1,375</b>	<b>3,00</b>	<b>1,375</b>	<b>0,25</b>
<b>6,50</b>	<b>0,25</b>	<b>1,50</b>	<b>3,00</b>	<b>1,50</b>	<b>0,25</b>
<b>6,75</b>	<b>0,25</b>	<b>1,50</b>	<b>3,25</b>	<b>1,50</b>	<b>0,25</b>
<b>7,00</b>	<b>0,25</b>	<b>1,50</b>	<b>3,50</b>	<b>1,50</b>	<b>0,25</b>
<b>7,25</b>	<b>0,25</b>	<b>1,50</b>	<b>3,75</b>	<b>1,50</b>	<b>0,25</b>
<b>7,50</b>	<b>0,25</b>	<b>1,50</b>	<b>4,00</b>	<b>1,50</b>	<b>0,25</b>

Tab. 2-3: Breiten von Kernfahrbahn und Schutzstreifen bei unterschiedlichen Fahrbahnbreiten (Quelle: BASt 2012 im Rahmen der Phase I des Projektes)

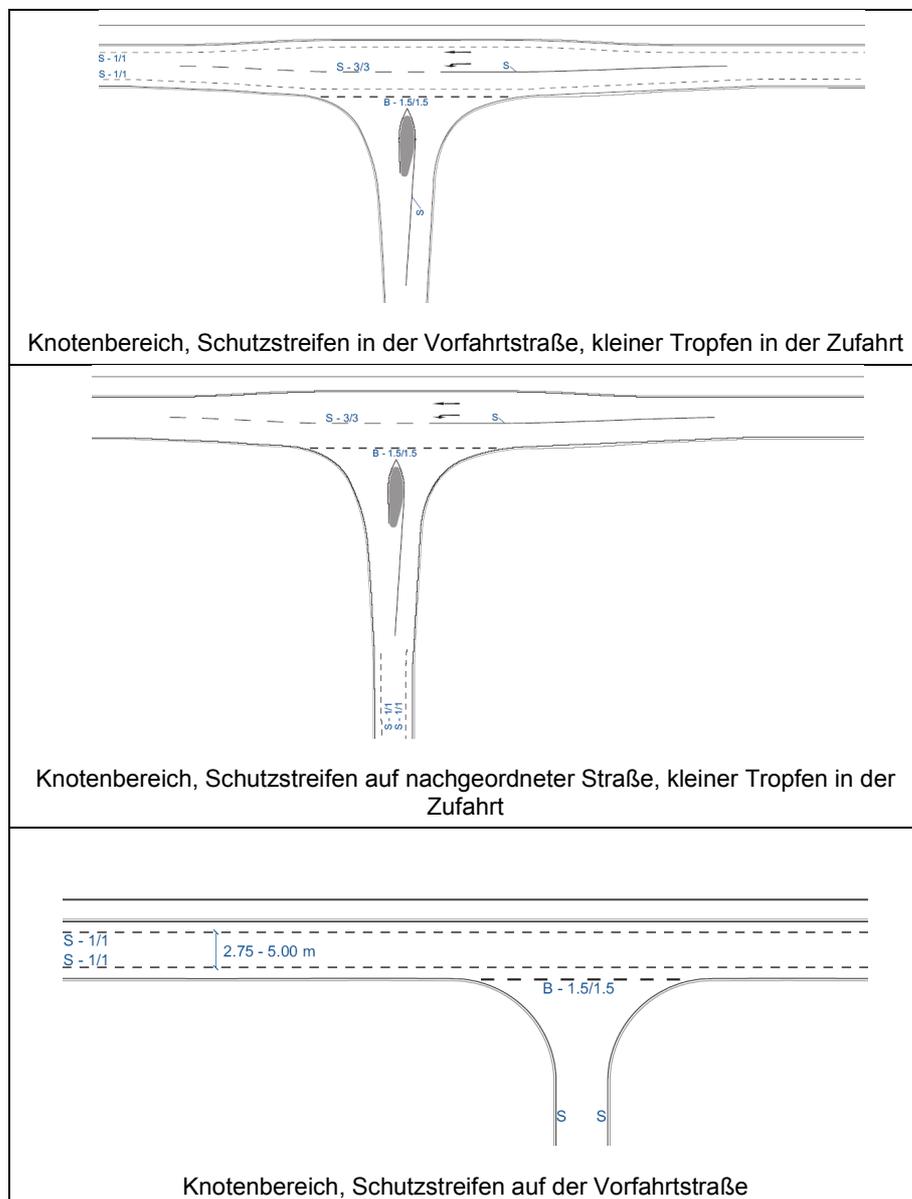


Bild 2-4: Markierung der Schutzstreifen an Knotenpunkten (Quelle: BASt 2012 im Rahmen der Phase I des Projektes)

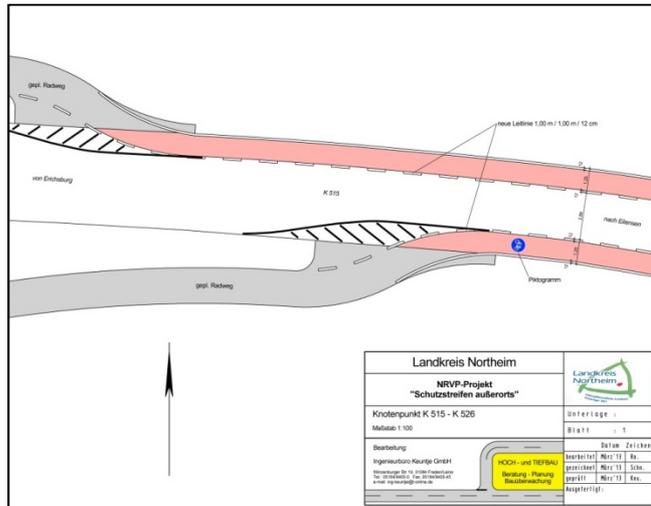


Bild 2-5: Übergang Radweg auf die Fahrbahn (eigene Darstellung nach Markierungsplan Lk Northeim)

Um die Verkehrsteilnehmerinnen und Verkehrsteilnehmer auf die Besonderheit der Regelung aufmerksam zu machen, wurden auf fast allen Strecken<sup>8</sup> Hinweisschilder während der Versuchsphase aufgestellt (Bild 2-6). Eine projektbegleitende Information und Öffentlichkeitsarbeit in der Presse oder anderen Medien erfolgte insbesondere in der Anfangsphase nach Markierung der Schutzstreifen (vgl. Anhang A-14). Sie wurde im weiteren Verlauf des Vorhabens bewusst zurück gefahren, um keine Situation zu erzeugen, die nicht einem Normalbetrieb entspräche. Aus dem gleichen Grund wurde im Untersuchungszeitraum auf den Modellstrecken auch auf polizeiliche Kontrollen verzichtet.



Bild 2-6: Hinweiszeichen zur Kennzeichnung der Untersuchungsstrecken  
 (Bild links Quelle: BAST 2012 im Rahmen der Phase I des Projektes; Bild rechts Untersuchungsstrecke Landkreis Storman, Foto Urbanus GbR)

Nach der offiziellen Eröffnung des Vorhabens in Köln am 07. Juni 2013 wurden die übrigen Markierungen und Beschilderungen auf den Strecken

<sup>8</sup> Kein Hinweisschild auf den Strecken in Nordrhein-Westfalen (BM1, BM2, KL2, KL3, KL5)

des NRVP-Vorhabens in den Folgemonaten bis September 2013 umgesetzt. Die nachträglich hinzugekommen Strecken in Baden-Württemberg wurden im April/Mai 2014 markiert. Nach einer Eingewöhnungszeit von mindestens vier Monaten erfolgten die Nachher-Erhebungen auf allen Strecken im Herbst 2013 bis Frühsommer 2014. Entsprechend einer Empfehlung der Lenkungsgruppe wurde die ursprünglich auf Ende 2014 befristete Projektlaufzeit um ein Jahr verlängert. Dies ermöglichte im Frühjahr und Sommer 2015 die Durchführung weiterer Geschwindigkeitsmessungen auf den Strecken, sowie für die meisten Strecken die Einbeziehung eines zweiten Unfalljahres (ausgenommen die Strecken in Baden-Württemberg).

Zwei Streckenbeispiele mit Vorher-Nachher-Gegenüberstellung zeigen die Bilder Bild 2-7 und Bild 2-8. Die vollständige Darstellung aller Modellstrecken inkl. weiterer Detailangaben ist im Anhang dokumentiert.



Bild 2-7: Strecke LWL 3, Lk Ludwigslust-Parchim: DTV 680 Kfz/Tag, Fahrbahnbreite 5,50 m (Fotos: Urbanus GbR)



Bild 2-8: Strecke NOM 2, Lk Northeim: DTV 1.100 Kfz/Tag, Fahrbahnbreite 6,00 m (Fotos: PGV-Alrutz GbR)

### 3 Derzeitiger Erkenntnisstand

Die Ergebnisse deutscher Untersuchungen zu Schutzstreifen innerorts zeigen positive Tendenzen bzgl. der Unfallschwere und des Geschwindigkeitsverhaltens von Kfz. Eher negativ sind leicht verringerte Überholabstände zwischen Kfz- und Radverkehr zu bewerten (OHM et al. 2015).

Im Rahmen einer Untersuchung zu Landstraßen mit Querschnitt in Anlehnung an die Entwurfsklasse 4 nach RAL wurde festgestellt, dass der Kfz-Verkehr bei schmalen, durch eine Leitlinie abmarkierte Bereiche am Fahrbahnrand wie angestrebt einen höheren Abstand zum Fahrbahnrand einhält und bei Gegenverkehr rechtzeitig auf den Randbereich der Fahrbahn ausweicht. Konflikte mit dem Radverkehr konnten nicht festgestellt werden. Im Rahmen des Vorher-Nachher-Unfallvergleiches auf den fünf Untersuchungsstrecken wurden keine maßnahmebedingten Veränderungen festgestellt. Eher negativ ist das vorher wie nachher überhöhte Geschwindigkeitsniveau zu bewerten. Aufgrund dieser Ergebnisse wurde der Einsatz der Markierungen für die Entwurfsklasse 4 der RAL empfohlen (SCHLAG et al. 2015).

Im europäischen Ausland kommen Schutzstreifen außerorts mit einer dem Untersuchungsansatz vergleichbaren entwurfstechnischen Ausbildung und Zielsetzung bereits seit längerem zum Einsatz. Am konsequentesten ist ihre Anwendung in den Niederlanden auf Landstraßen mit vorrangiger Erschließungsfunktion. Überwiegend besteht dort eine zulässige Höchstgeschwindigkeit von 60 km/h (als Zonenanordnung) und die Schutzstreifen (suggestiestrooken) sind oft rot eingefärbt (Bild 3-1). Bei der Bewertung ist zu berücksichtigen, dass in den Niederlanden die verkehrsrechtliche Vorgabe gemäß deutscher StVO, dass Schutzstreifen nur bei Bedarf von Kfz befahren werden dürfen, nicht besteht, wenn kein Fahrradpiktogramm markiert ist. Auf ihnen darf auch gehalten und geparkt werden (RVV 1990). „Suggestiestrooken“ in den Niederlanden haben dementsprechend verkehrsrechtlich einen geringeren Status bzgl. der Schutzwirkung als Schutzstreifen in Deutschland. Dies ist bei der Bewertung der folgenden Ergebnisse<sup>9</sup> zu berücksichtigen, ebenso dass die Verkehrsteilnehmenden bereits seit langem Erfahrungen mit dieser Lösung haben:

- Es wurden deutliche Reduktionen im Unfallgeschehen festgestellt, insbesondere an Knotenpunkten sowie bei Unfällen mit abkommenden Kfz von der Fahrbahn.
- Kfz halten einen größeren Abstand vom Fahrbahnrand als ohne die Markierungen und fahren bei Alleinfahrt überwiegend in der Kernfahrbahn.

---

<sup>9</sup> Literaturhinweise vgl. Anhang Kap. 2

- Schutzstreifen bewirken sowohl im Kfz-Verkehr als auch im Radverkehr einen „Kanalisierungseffekt“ mit stärkerer Bündelung der Fahrlinien.
- Beim Überholen von Rad Fahrenden verringern sich die Abstände zwischen Kfz und Rad bei gleichzeitiger Verringerung der Überholgeschwindigkeit.



Bild 3-1: Beispielstrecken mit Schutzstreifen außerorts aus den Niederlanden (Fotos PGV-Alrutz)

## 4 Zusammenfassende Ergebnisse der Untersuchung

### 4.1 Einführende Anmerkungen

Nachfolgend werden die wichtigsten Ergebnisse der in Kapitel 2 erläuterten Arbeitsbausteine vorgestellt. Die Zusammenstellung der Ergebnisse soll als Überblick dienen und die daraus abgeleiteten Folgerungen (vgl. Kap. 5) nachvollziehbar machen. Sie kann jedoch zur eingehenden Bewertung der Ergebnisse des Vorhabens die Auseinandersetzung mit der detaillierten Ergebnisbeschreibung im Anhang des Berichtes nicht ersetzen.

Bei der Wertung der Ergebnisse ist zu berücksichtigen:

- Schutzstreifen wurden zum Zeitpunkt der Versuchsphase auch innerorts noch im Vergleich zu Radwegen oder Radfahrstreifen eher selten eingesetzt (OHM et al. 2015).
- Da Schutzstreifen außerorts gemäß StVO nicht zulässig sind und sich ihre Anwendung bisher nur auf die wenigen Einzelfälle dieses Modellvorhabens beschränkt, dürfte den meisten Verkehrsteilnehmenden, die die Untersuchungsstrecken nutzen, eine solche Maßnahme kaum anderswo in Deutschland bekannt sein. Die mit der Anwendung von Standardlösungen<sup>10</sup> zu erwartenden Wirkungen können deshalb noch gar nicht aufgetreten sein. So beruht gerade der Grundgedanke der

<sup>10</sup> Das Prinzip der Standardisierung von Entwurfs- und Betriebsmerkmalen liegt den einschlägigen aktuellen Entwurfsregelwerken der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen zugrunde und dient der Erhöhung der Verkehrssicherheit durch die Einheit von Entwurf, Bau und Betrieb von Straßen (vgl. hierzu u.a. RAL 2012, Kap. 2.2 und Einführungsroundschreiben des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung ARS 08/2013 zur RAL).

selbsterklärenden Straße<sup>11</sup> auf einer Standardisierung der Elemente im Sinne einer Einheit von Entwurf und Betrieb.

- Auf den Strecken ist der Radverkehr zumeist sehr gering. Die Radverkehrsstärke war kein Auswahlkriterium.
- Für den Nachher-Zeitraum stand nur ein begrenzter Untersuchungszeitraum zur Verfügung. Neben dem nur bis zu zweijährigen Unfallzeitraum betrifft dies vor allem die Verhaltensbeobachtungen, die nach dem vereinbarten Untersuchungsansatz bereits drei bis elf Monate nach der Markierung der Schutzstreifen durchgeführt werden mussten. Positive oder negative Gewöhnungseffekte im Verkehrsverhalten konnten deshalb noch nicht abgeleitet werden.
- Aufgrund der von der Lenkungsgruppe aus Sicherheitserwägungen festgelegten Kombination der Markierung von Schutzstreifen mit einer gleichzeitigen Begrenzung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit auf maximal 70 km/h sind für die meisten Modellstrecken nicht die Wirkungen von Schutzstreifen allein bewertbar, sondern die des Maßnahmenpaketes „Schutzstreifen in Verbindung mit Tempo 70“. Eine Differenzierung, welche Teilmaßnahme dabei welchen Anteil an den Wirkungen hat, ist nicht beabsichtigt.

Die folgende Zusammenstellung wird dort, wo dies sinnvoll möglich ist, in Ergebnisse mit eher positiven oder eher negativen Tendenzen gegliedert.

## 4.2 Entwicklung der Radverkehrsstärken

Bei den Zählergebnissen des Radverkehrs ergaben sich im Vorher-Nachher-Vergleich zwischen den einzelnen Untersuchungstrecken Schwankungen, die zum Teil auf unterschiedliche Witterungsbedingungen am Erhebungstag zurückgeführt werden können (Bild 4-1).

---

<sup>11</sup> Das Entwurfsprinzip der selbsterklärenden Straßen (Self-explaining Road SER) ist ein gängiger Fachbegriff in der Verkehrssicherheitsforschung und beschreibt das Ziel einer Straße, die durch Einsatz standardisierter Elemente in Entwurf und Betrieb ein der jeweiligen Straßenkategorie entsprechendes verkehrssicheres Verhalten der Verkehrsteilnehmenden unterstützt und sie vor „negativen Überraschungen“ schützt. Das Prinzip wird in den aktuellen Entwurfsregelwerken, wie der RAL 2012 aufgegriffen. Literatur u.a. Wissenschaftlicher Beirat des BMVBS 2010, LIPPARD, D. 2012, RICHTER, T. 2013.

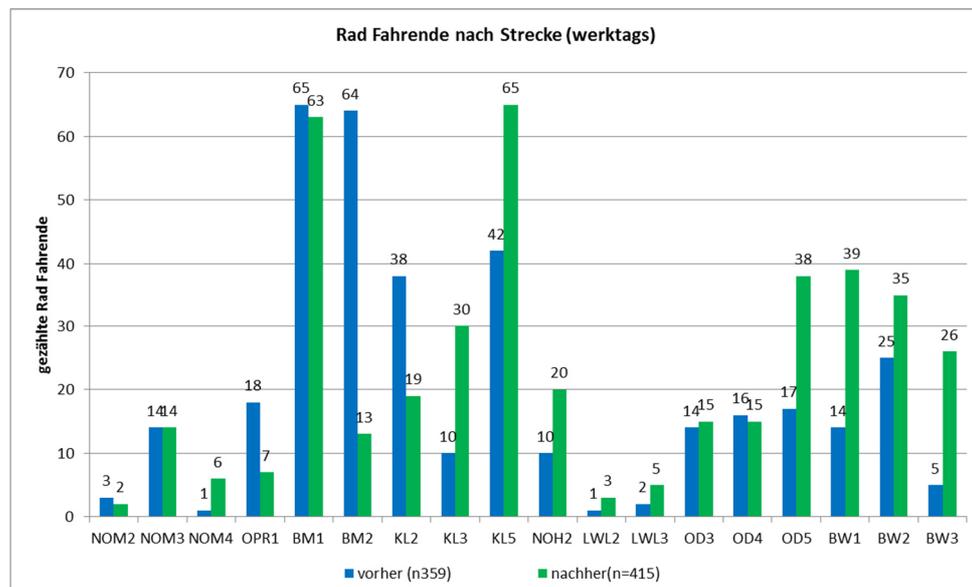


Bild 4-1: Anzahl Rad Fahrende auf den Untersuchungsstrecken (4-Stunden-Zählungen an einem Werktag) (eigene Darstellung)

Auf einem insgesamt geringen Niveau der Radverkehrsstärke ergaben sich auf drei Strecken spürbare Abnahmen und auf sieben Strecken deutliche Zunahmen des Radverkehrs. Über alle Strecken wurden insgesamt 25 % mehr Rad Fahrende (Steigerung um 125) erfasst als vorher.

Ob diese Entwicklung auf die Markierung der Schutzstreifen zurückzuführen ist, kann aus den Ergebnissen allerdings nicht abgeleitet werden. Im Zusammenhang mit der großen Zustimmung, die die Maßnahme bei den Rad Fahrenden erfuhr (vgl. Kap. 4.6) kann eine zumindest teilweise Wirkung in dieser Hinsicht vermutet werden. Eine Schlussfolgerung, dass die Maßnahme den Radverkehr von der Nutzung der Strecken abhält, lässt sich nicht ableiten.

### 4.3 Unfallgeschehen

Auf den Untersuchungsstrecken ereigneten sich insgesamt 219 polizeilich erfasste Unfälle (167 vorher bei größerem Untersuchungszeitraum<sup>12</sup> und 52 nachher<sup>13</sup>. Über den gesamten Untersuchungszeitraum war der Unfalltyp „Sonstiger Unfall“ dominierend, gefolgt von Fahrnfällen und Unfällen im Längsverkehr. Auf den meisten Strecken waren Wildunfälle die weitaus häufigste Ursache. Oft war auch die nicht angepasste Geschwindigkeit als Unfallursache zu verzeichnen. Entsprechend dieser Unfallcharakteristik waren über drei Viertel der erfassten Unfälle Alleinunfälle. Ansonsten ereigneten sich die meisten Unfälle zwischen zwei Pkw.

<sup>12</sup> Überwiegend fünf Jahre, in Einzelfällen drei oder vier Jahre

<sup>13</sup> Überwiegend zwei Jahre, in Einzelfällen ein Jahr

Für den zahlenmäßigen Vorher-Nachher-Vergleich wurden nur die 15 Strecken herangezogen, für die einheitlich drei Jahre vorher und zwei Jahre nachher zur Verfügung standen. Aus Gründen der Vergleichbarkeit wurden auch nur diese Untersuchungsjahre betrachtet. Somit standen für diese Auswertung 106 Unfälle vorher und 47 Unfälle nachher zur Verfügung. Mit den genannten Einschränkungen hinsichtlich der Belastbarkeit der Aussagen können folgende Tendenzen in der Entwicklung des Unfallgeschehens aufgezeigt werden:

- Insgesamt ging die Zahl der Unfälle pro Jahr unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Zeiträume vorher (drei Jahre) und nachher (zwei Jahre) um etwa ein Drittel zurück. Die Unfälle mit Personenschaden gingen stärker zurück. Unfälle mit getöteten Personen ereigneten sich nur im Vorher-Zustand (2 in 3 Jahren).
- Die Zahl der Unfälle pro Jahr ging für alle Unfälle auf zehn von 15 Modellstrecken zurück, auf vier Strecken nahm sie zu. Bezogen auf die Unfälle mit Personenschaden stehen neun Strecken mit Abnahmen zwei Strecken mit Zunahmen gegenüber (bei den übrigen Strecken keine Veränderung).
- Diese insgesamt positiven Tendenzen werden auch bei Betrachtung der Unfalldichten nach den Untersuchungsclustern bestätigt (Bild 4-2). Über alle hier betrachteten 15 Strecken mit zwei Nachher-Unfalljahren ergab sich ein Rückgang von knapp 0,3 Unfällen pro km und Jahr. Besonders stark ausgeprägt ist der Rückgang bei den Straßen mit hohen Kfz-Verkehrsstärken.

Bezüglich der Unfallcharakteristik ergaben sich im Vorher-Nachher-Vergleich folgende Tendenzen (Gesamtkollektiv der Unfälle):

- Die zum Teil im Vorfeld und in der Öffentlichkeit befürchteten negativen Auswirkungen wegen der nur einstreifigen Kernfahrbahn (z. B. Frontalzusammenstöße mit schweren Folgen) sind nicht eingetreten.
- Unfälle mit sich begegnenden Kfz (Streifen der Fahrzeuge oder unkontrolliertes Ausweichen) ereigneten sich auf Strecken mit schmalen Fahrbahnen, auf deren vergleichbare Unfälle auch im Vorher-Zustand auftraten.
- Unfälle der Unfalltypen Einbiegen/Kreuzen und Abbiegen, die vor allem den Knotenpunkten zuzuordnen sind, traten nach Markierung der Schutzstreifen kaum noch auf (Rückgang von 13 auf zwei bzw. von etwa 8 auf 4 % Anteil an allen Unfällen).
- Die Zahl der verunglückten Rad Fahrenden ist wegen der geringen Fallzahl kaum bewertbar (vorher neun Unfälle, nachher zwei). Im Nachher-Zeitraum gab es neben einem Alleinunfall nur einen Unfall mit Beteiligung eines Kfz (ohne Personenschaden). Dies ist vor dem Hintergrund der festgestellten Zunahme des Radverkehrs zu bewerten.

Es sind keine Rad Fahrenden in erkennbarem Zusammenhang mit den Schutzstreifen verunfallt.

- Ein Rückgang von Unfällen, bei denen Kfz von der Fahrbahn abgekommen sind, ist nicht nachzuweisen.

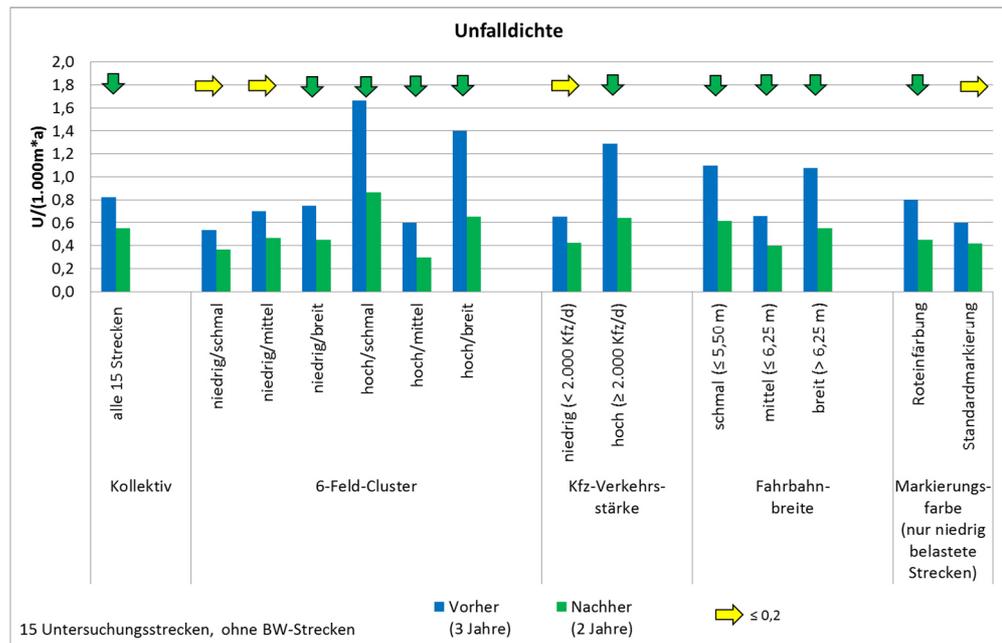


Bild 4-2: Unfalldichte im Vorher-Nachher-Vergleich nach Untersuchungsklustern. Der grüne Pfeil kennzeichnet Strecken mit positiver Entwicklung, der gelbe Pfeil solche mit einer nur geringen Veränderung bis 0,2 U/(1.000\*a) (nur 15 Strecken mit Unfallzeitraum nachher 2 Jahre, Zeitraum vorher einheitlich 3 Jahre; eigene Darstellung)

Auch wenn aufgrund der fehlenden Belastbarkeit der Unfalldaten nicht gesichert von einer sicherheitserhöhenden Wirkung der Schutzstreifen gesprochen werden kann, lassen sich mit Bezug auf die zentrale Untersuchungsfragestellung im Umkehrschluss auch keine negativen Auswirkungen der Maßnahme bzgl. des Unfallgeschehens ableiten.

In der Untersuchung konnte nur ein zweijähriger Nachher-Zeitraum (nur ein Jahr für die drei Strecken in Baden-Württemberg) ausgewertet werden. Um zu einer belastbaren Beurteilung der Unfallentwicklung zu gelangen, ist zumindest eine Betrachtung des Unfallgeschehens über drei Jahre anzustreben.

## 4.4 Geschwindigkeitsmessungen Kfz-Verkehr

Für die Bewertung der Geschwindigkeitsentwicklung standen 16 Strecken mit beidseitigen Schutzstreifen zur Verfügung. Die nachfolgenden Ergebnisse beziehen sich auf die Kenngröße der  $V_{85}$ .

Über alle Untersuchungsstrecken zusammen ergeben sich unterschiedliche Tendenzen, wobei insbesondere bei der Differenzierung nach Teilkollektiven die jeweils geringen Fallzahlen bei den Untersuchungsstrecken zu berücksichtigen sind (Bild 4-3). Hinzuweisen ist auch darauf, dass auf sechs Strecken bereits vorher eine Geschwindigkeitsbegrenzung auf 50 bzw. 70 km/h bestand (vgl. Kap. 2.4).

- Bei der Hälfte der Strecken zeigten sich bzgl. der  $V_{85}$  Abnahmen von mehr als 3 km/h, auf 5 Strecken nahmen die Geschwindigkeiten um mehr als 3 km/h zu.
- Im Mittel aller Strecken ergab sich eine Geschwindigkeitsreduktion der  $V_{85}$  von etwa 5 km/h.
- Bei höheren Kfz-Verkehrsstärken ( $> 2.000$  Kfz/d<sub>w</sub>) gab es im Mittel einen Rückgang der  $V_{85}$  über alle untersuchten Fahrbahnbreiten.
- Für Strecken mit breiten Fahrbahnen lassen sich bei geringen Kfz-Verkehrsstärken Zunahmen der Geschwindigkeiten erkennen, bei hohen Kfz-Verkehrsstärken ergeben sich dagegen tendenziell Abnahmen.
- Bei Strecken mit hohen Ausgangsgeschwindigkeiten im Vorher-Zustand mit  $V_{85}$  über 90 km/h war die Tendenz zu einem Geschwindigkeitsrückgang besonders ausgeprägt, sodass sich insgesamt eine Nivellierung der Geschwindigkeitsniveaus ergibt.
- Bei den beiden Strecken mit Roteinfärbung der Schutzstreifen ergaben sich auch bei niedriger Kfz-Belastung deutlichere Rückgänge als bei den meisten anderen Strecken im vergleichbaren Belastungsbereich.
- Besonders für den Lkw-Verkehr ergaben sich deutliche Abnahmen von im Mittel 12 km/h ( $V_{85}$ ) gegenüber dem Vorher-Zustand.
- Bei Kuppen und Kurven wurde insgesamt langsamer gefahren als auf gerader Strecke. Die Rückgänge im Vorher-Nachher-Vergleich waren nicht größer als auf den geraden Streckenabschnitten.

Diese Tendenzen blieben auch im zweiten Jahr nach der Markierung der Schutzstreifen weitgehend erhalten. Es waren bis auf Einzelfälle weder weitere positive noch negative Entwicklungen über den längeren Zeitraum zu verzeichnen.

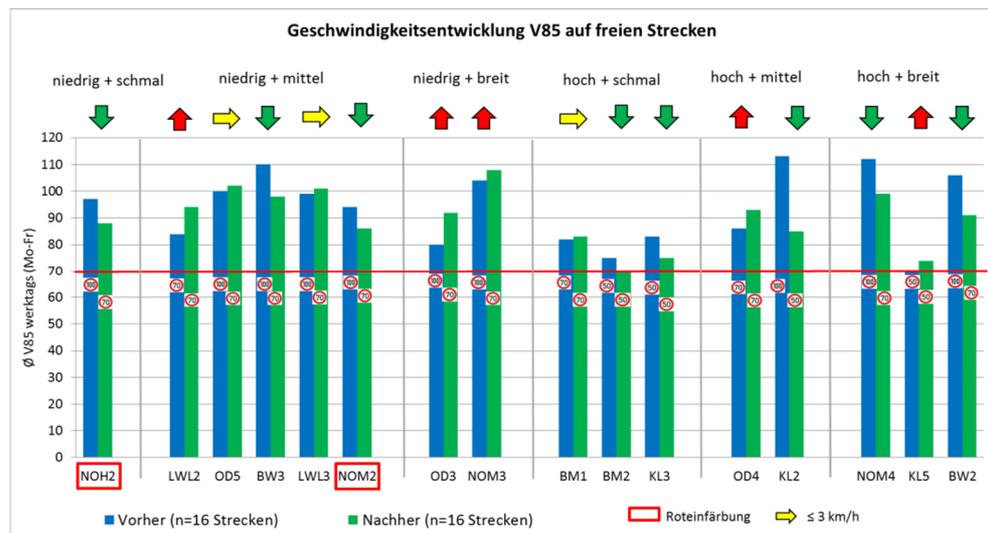


Bild 4-3: Geschwindigkeitsentwicklung der  $V_{85}$  nach Strecken. Der grüne bzw. rote Pfeil kennzeichnet Strecken mit positiver bzw. negativer Entwicklung, der gelbe Pfeil solche mit einer nur geringen Veränderung bis 3 km/h (eigene Darstellung)

Bei der Bewertung der Ergebnisse ist zu beachten, dass bei zehn Modellstrecken gleichzeitig mit der Markierung der Schutzstreifen die zulässige Höchstgeschwindigkeit reduziert wurde. Bei sechs Strecken war sie auch vorher bereits auf 70 bzw. 50 km/h reduziert und blieb über den Untersuchungszeitraum unverändert. Die nachfolgenden Ergebnistendenzen sind vor dem Hintergrund der geringen Fallzahlen zu bewerten (Bild 4-4):

- Bei den Strecken mit vorher wie nachher Tempo 50 gab es zweimal eine positive und einmal eine negative Entwicklung. Die Geschwindigkeiten dieser Strecken liegen auf dem insgesamt geringsten Niveau. Bei den Strecken mit vorher und nachher Tempo 70 gab es in zwei Fällen negative Entwicklungen und einmal ein etwa gleichbleibendes Niveau. Insgesamt lässt sich damit für Strecken ohne Veränderung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit keine Tendenz hinsichtlich einer Veränderung nachweisen. Es kann allerdings vermutet werden, dass die Schutzstreifenmarkierung allein bei bereits bestehendem Tempo 70 keine geschwindigkeitsreduzierenden Wirkungen auslöst.
- Bei den zehn Strecken mit dem Maßnahmenpaket Schutzstreifen und gleichzeitige Reduktion der zulässigen Höchstgeschwindigkeit ergaben sich in sechs Fällen Abnahmen und in zwei Fällen Zunahmen. Beide Strecken mit Zunahmen liegen in dem Cluster niedrige Kfz-Verkehrsstärke und breite Fahrbahn. Diese Ergebnisse lassen erkennen, dass durch die Kombination beider Maßnahmen in den meisten Fällen eine Geschwindigkeitsreduktion erreichbar ist.

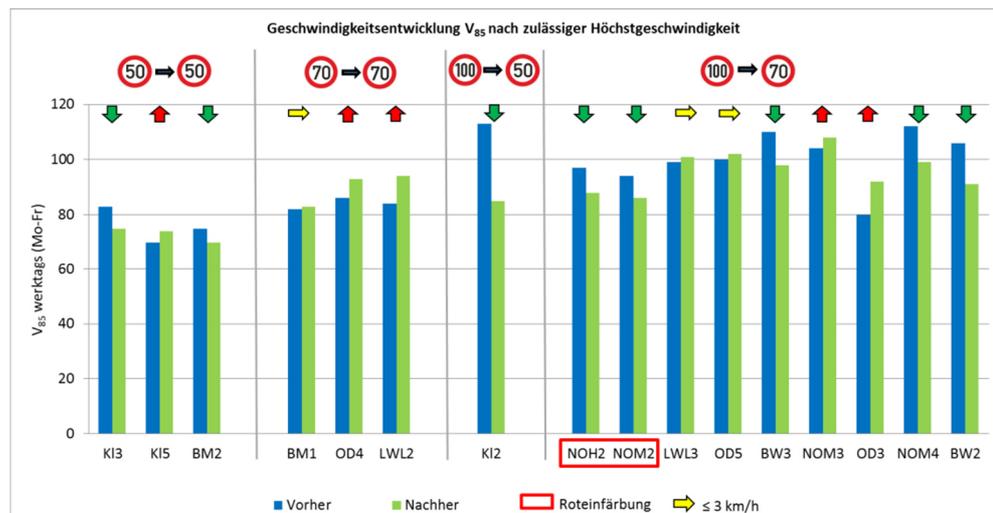


Bild 4-4: Geschwindigkeitsentwicklung nach der Veränderung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit (eigene Darstellung)

Als kritisch sind folgende Ergebnisse zu bewerten:

- Das Geschwindigkeitsniveau ist insgesamt vorher wie nachher deutlich zu hoch. Die gemessenen Maximalgeschwindigkeiten liegen großenteils deutlich über 100 km/h. Dieses Ergebnis korrespondiert auch mit den Erkenntnissen anderer Untersuchungen zum Geschwindigkeitsverhalten auf Außerortsstraßen (vgl. SCHLAG 2015).
- Die reduzierten zulässigen Höchstgeschwindigkeiten werden im Nachher-Zustand in einem nur geringen Umfang eingehalten. Auf den Strecken mit verringerter zulässiger Höchstgeschwindigkeit liegt der Anteil der Übertretungen zwischen etwa 60 und 90 %. Diese Erkenntnisse korrespondieren mit den Ergebnissen aus anderen Untersuchungen (vgl. SCHLAG 2015) und sind auch bekannt von der Einrichtung von Tempo 30-Zonen (bei vorher Tempo 50) und verkehrsberuhigten Bereichen.

Eine einheitliche Tendenz in der Geschwindigkeitsentwicklung ist aus den Ergebnissen nicht belastbar abzuleiten. Gleichwohl überwiegen die Aspekte, die auf eine geschwindigkeitsreduzierende Wirkung des in dem Vorhaben vorgenommenen Maßnahmenpakets aus Markierung der Schutzstreifen und Reduktion der zulässigen Höchstgeschwindigkeit hinweisen. Allerdings nimmt in Verbindung mit der Senkung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit der Anteil der Geschwindigkeitsübertretungen rechnerisch zu. Eine Differenzierung, ob die Schutzstreifenmarkierung oder die Senkung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit einen stärkeren Einfluss hat, war durch den Untersuchungsansatz nicht vorgesehen.

## 4.5 Stationäre Videobeobachtung und Verfolgungsfahrten

Die Untersuchungsergebnisse wiesen entsprechend dem breiten Spektrum an Kfz-Stärken und Fahrbahnbreiten auf den Untersuchungstrecken erhebliche Streuungen auf. Für die Bewertung der Ergebnisse ist darauf hinzuweisen, dass 90 % der Interaktionen mit Beteiligung radfahrenden Erhebungspersonals erfolgten. Eine Beeinflussung des Kfz-Verkehrs, dessen Verhalten bewertet wurde, war dadurch nicht gegeben (vgl. Kap. 2.4). Aufgrund des Umfangs der Einzelergebnisse werden in dieser zusammenfassenden Darstellung nur die wichtigsten Ergebnistendenzen aufgegriffen.

### Alleinfahrt von Rad- und Kfz-Verkehr (Bild 4-5)

- Sämtliche beobachteten („echten“) Rad Fahrenden befuhren den Schutzstreifen wie vorgesehen. Ihr Abstand zum Fahrbahnrand zeigte gegenüber dem Vorher-Zustand keine Veränderungen.
- Insgesamt wurde die Markierung vom Kfz-Verkehr zu wenig akzeptiert und auch ohne erkennbare Notwendigkeit (d.h. ohne Gegenverkehr) im Schutzstreifen gefahren. Insgesamt nutzten lediglich 15 % der Pkw und 11 % der Lkw Fahrenden die Kernfahrbahn. Modellstrecken mit einer vergleichsweise weniger hohen Nutzung der Kernfahrbahn (unter 80 %) weisen tendenziell eher geringe Kfz-Verkehrsstärken auf und sind häufiger dem schmalen oder mittleren Breitenspektrum zuzuordnen (Fahrbahnbreite  $\leq 6,50$  m).
- Diese Ergebnisse der stationären Beobachtungen wurden auch durch die Verfolgungsfahrten bestätigt. Es wurde keine einzige Fahrt mit komplett durchgehender Kernfahrbahnnutzung bei Alleinfahrt festgestellt. Auf vier der acht Untersuchungstrecken trat sogar im Streckenverlauf überhaupt keine Kernfahrbahnnutzung auf.
- Aufgrund des überwiegend sehr geringen Anteils der Kernfahrbahnnutzung war im Vorher-Nachher-Vergleich kein einheitliches Muster hinsichtlich der Entwicklung der Randabstände der Kfz bei Alleinfahrt zu erkennen. Im Mittel vergrößerten sich die Abstände der Kfz zum Fahrbahnrand leicht, besonders die geringen Abstände traten seltener auf.
- Das Fahrverhalten bei Alleinfahrt im Bereich von Kuppe und Kurve war stark von der Akzeptanz des Schutzstreifens auf gerader Strecke abhängig. Es wurden keine besonderen Auffälligkeiten (z.B. hinsichtlich kritischer Situationen) im Verhalten im Vergleich zu den geraden Streckenabschnitten festgestellt. Für die Kurven wurde anhand der Gegenüberstellung von Kurveneinfahrt und -ausfahrt deutlich, dass die Kurvengeometrie das bestimmende Merkmal für die Flächenbelegung ist. So ergaben sich Unterschiede nach der Fahrtrichtung des Kfz. In Rechtskurven wurde der Schutzstreifen häufiger überfahren als auf den geraden Abschnitten, in Linkskurven deutlich weniger. Eine auffäl-

lige Veränderung der Fahrposition war auch bei den Verfolgungsfahrten nicht festzustellen.

- Die beiden Strecken mit Roteinfärbung der Schutzstreifen wiesen mit Abstand die geringste Belegung der Schutzstreifen durch Pkw auf (43 % bzw. 64 %)n<sup>14</sup>.

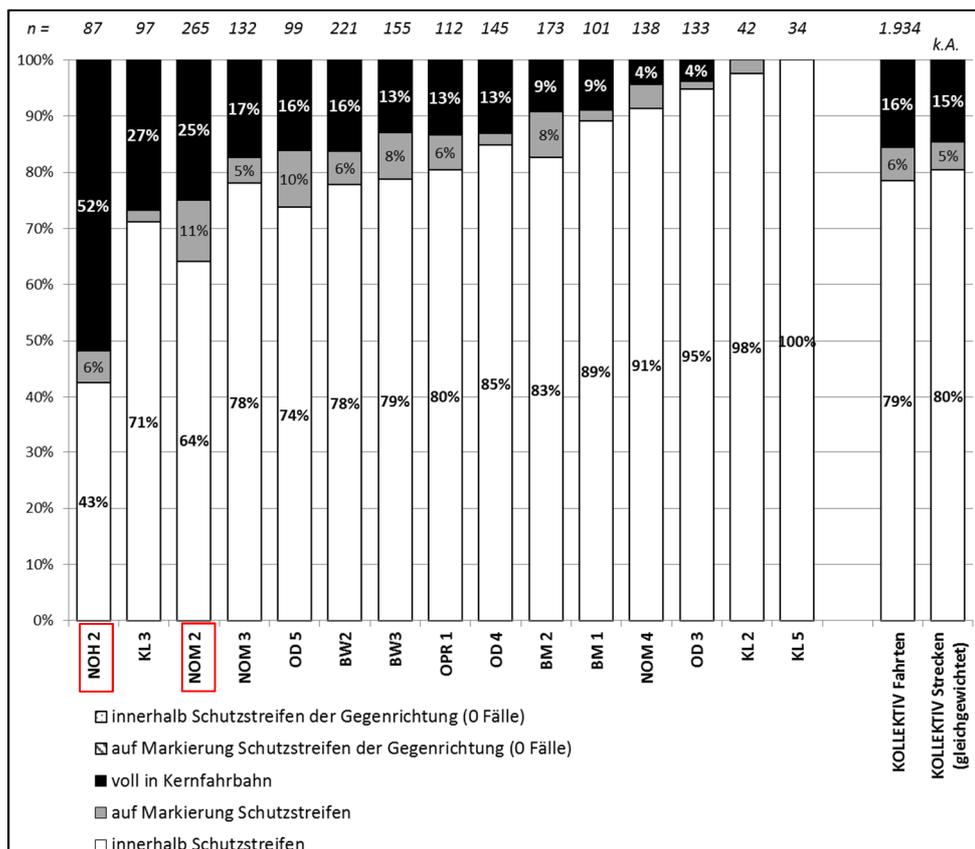


Bild 4-5: Flächenbelegung Pkw bei Alleinfahrt auf geradlinger Strecke (eigene Darstellung)

### Überholen Kfz-Rad

- Beim Überholen traten im Vorher-Nachher-Vergleich geringere Seitenabstände zwischen Pkw und Rad auf (im Mittel Verringerung um 0,10 m auf 1,45 m). Dies entspricht auch den Erkenntnissen aus anderen Untersuchungen zu Schutzstreifen (vgl. Kap. 3).  
 Die seitlichen Abstände beim Überholen Kfz-Rad verringerten sich in der Nachher-Situation auf zwölf von 15 Modellstrecken. Niveau und Ausprägung des Rückgangs ist dabei von den Streckenmerkmalen

<sup>14</sup> Die Strecke NOH2, die die weitaus höchste Akzeptanz der Regelung aufweist, liegt im niederländischen Grenzbereich. Es ist anzunehmen, dass zahlreichen Nutzerinnen und Nutzern vergleichbare Strecken aus den Niederlanden bekannt sind. Dort ist die Schutzstreifenbelegung durch Pkw vergleichsweise gering, obwohl nach holländischem Verkehrsrecht die Nutzung der Schutzstreifen nicht ausdrücklich auf den Bedarfsfall beschränkt ist.

abhängig. Auf schmalen Strecken mit höherer Kfz-Belastung ( $Kfz/d_w > 2.000$  Kfz/Tag) wurden in der Nachher-Situation deutlich höhere Anteile von als kritisch einzuschätzenden Abständen unter 1,0 m gemessen. Im Ergebnis wurden die Entwicklungen auf drei Modellstrecken (BM1, BM2 und NOM4) als besonders ungünstig bewertet.

Auf mittelbreiten und breiten Strecken wurde hingegen eine Verringerung der seitlichen Abstände vor allem bei den höheren, eher als unkritisch zu bewertenden Abständen gemessen.

Insgesamt lagen nachher rund 10 % der Überholabstände bei einem Meter und darunter, etwa 50 % der Überholabstände lag über 1,50 m (Bild 4-6).

- Die Geschwindigkeiten beim Überholen Kfz-Rad waren in der Nachher-Situation tendenziell geringer (Verringerung der  $V_{85}$  um mehr als 5 km/h auf sieben von 15 Modellstrecken; Anstieg der  $V_{85}$  um  $\geq 5$  km/h auf zwei Strecken). Vor allem die hohen Überholgeschwindigkeiten gingen anteilig zurück (Bild 4-7). Der stärkste Rückgang war bei den breiten Fahrbahnen mit im Mittel deutlich höherem Ausgangsgeschwindigkeitsniveau zu verzeichnen.

Bei den Verfolgungsfahrten konnte festgestellt werden, dass die Kfz Fahrenden vor dem Überholvorgang überwiegend ihre Geschwindigkeit reduzierten.

- Beim Überholen Pkw-Rad ohne Gegenverkehr wurde nur in 11 % aller beobachteten Fälle der gegengerichtete Schutzstreifen vom überholenden Pkw mitbenutzt. Auch auf den schmalen Strecken wurde im Mittel nur in 18 % der Fälle der gegengerichtete Schutzstreifen mitgenutzt, obwohl dadurch ein anzustrebender größerer seitlicher Abstand zum Rad Fahrenden möglich gewesen wäre. Insgesamt ist beim Überholen auf schmalen und mittelbreiten Fahrbahnen eine Bündelung der Fahrlinien im – in Fahrtrichtung – linken Bereich der Kernfahrbahn sowie der Markierungslinie des gegengerichteten Schutzstreifens festzustellen (Kanalisierungseffekt).

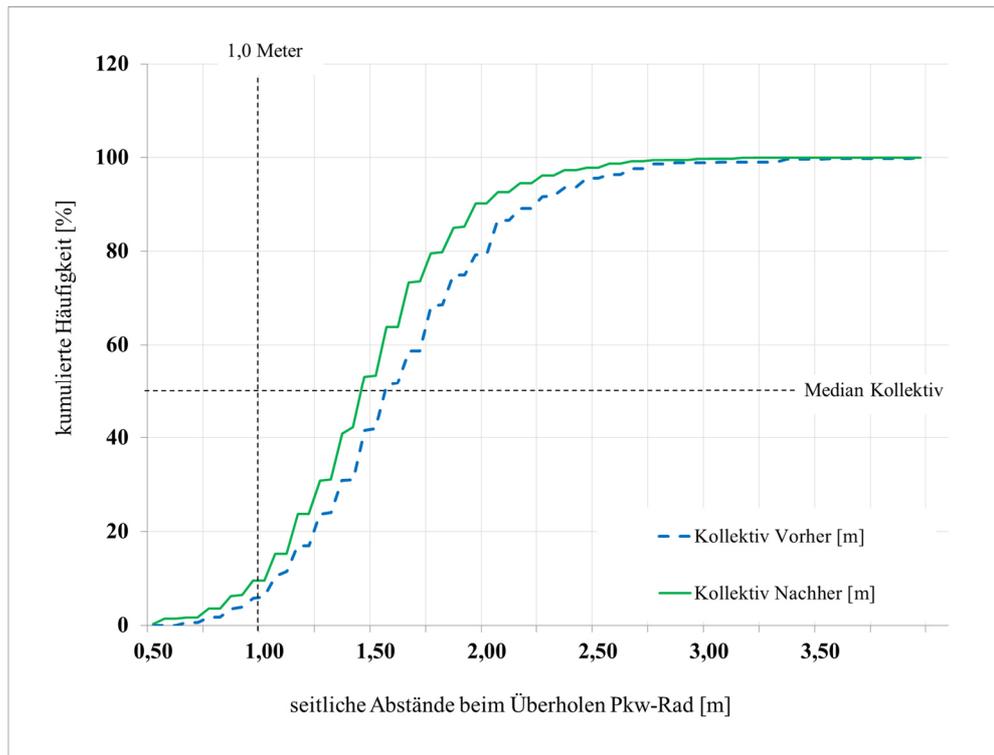


Bild 4-6: Seitliche Abstände beim Überholen Pkw-Rad (eigene Darstellung)

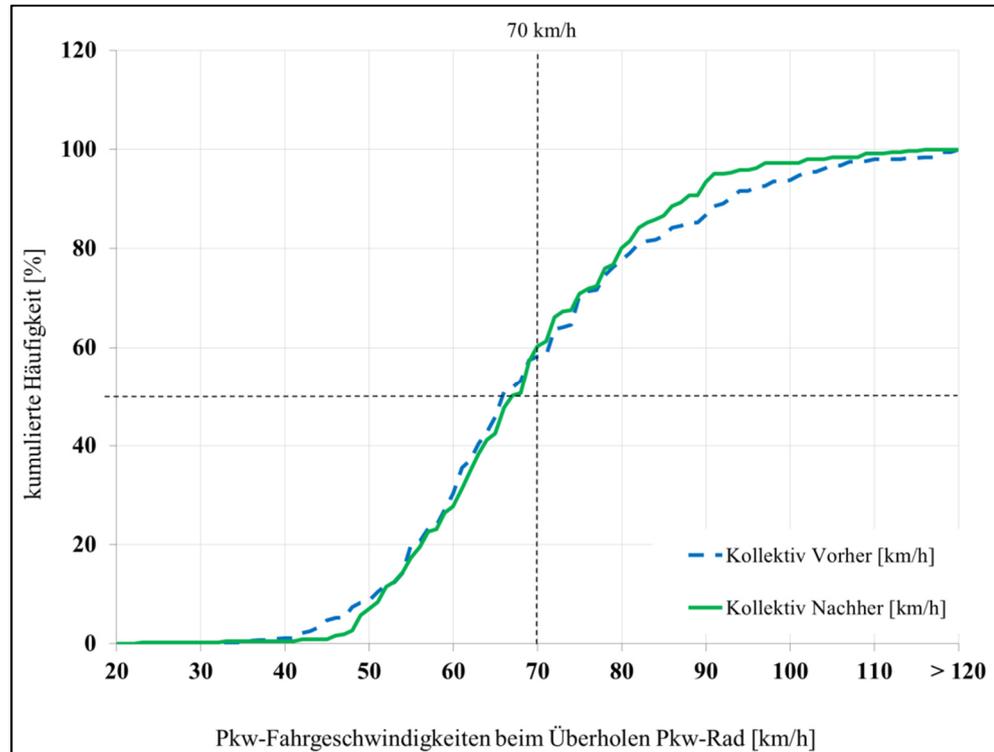


Bild 4-7: Pkw-Fahrgeschwindigkeiten beim Überholen Pkw-Rad / Kollektiv (eigene Darstellung)

- Konfliktbehaftete Überholungen von Rad Fahrenden durch Pkw bei gleichzeitigem Kfz-Begegnungsverkehr traten nur auf Strecken mit hö-

heren Kfz-Verkehrsstärken häufiger auf. Im Vorher-Nachher-Vergleich konnten bei diesen komplexen Interaktionen hinsichtlich Häufigkeit und Schwere keine negativen Entwicklungen beobachtet werden. So sank die Zahl der komplexen Situationen im Nachher-Zustand um knapp 20 %, obwohl der Erhebungszeitraum nachher größer war als vorher. Bei geringen Fallzahlen wurde sogar eine leichte Tendenz zur Erhöhung der seitlichen Abstände sowie zum Rückgang konfliktbehafteter Abläufe auf schmalen Strecken beobachtet.

Im Rahmen der Verfolgungsfahrten konnte beobachtet werden, dass das Überholen bei Begegnungsverkehr vielfach bis zum Passieren des Gegenverkehrs zurückgestellt wurde. Vereinzelt kam es dabei aber auch zu dichtem Auffahren auf den Rad Fahrenden durch das nachfolgende Kfz. Von insgesamt rund 1.300 Interaktionen, die im Rahmen der Verfolgungsfahrten mit dem Pkw bzw. dem Rad erfasst wurden, wurden 106 als komplexe Situationen eingestuft, bei denen ein Verkehrsteilnehmer reagieren musste, um einen schweren Konflikt zu vermeiden (z.B. Begegnung Kfz-Kfz bei gleichzeitiger Präsenz eines Rad Fahrenden). 10 dieser komplexen Situationen wurden qualitativ als unsicher eingestuft.

### **Begegnungen zwischen entgegen kommenden Kfz-Rad**

- Die Beobachtungen für das Begegnen Kfz-Rad stehen in Zusammenhang mit der geringen Akzeptanz der Regelung „Schutzstreifen außerorts“ bei Alleinfahrt. Da ca. 80 % der Kfz bei Alleinfahrt den Schutzstreifen ihrer Fahrtrichtung belegten, war von vornherein ein so großer Abstand zum entgegenkommenden Radverkehr gegeben, dass in der Begegnungssituation kein Bedarf zur Anpassung des Spurverhaltens bestand. Im Falle einer Begegnung mit einem Rad Fahrenden wurden die Schutzstreifen von rund 90 % der Kfz überfahren.
- Mit (anzustrebender) Steigerung der Kernfahrbahnnutzung könnte theoretisch das Konfliktpotenzial für den Begegnungsfall ansteigen. Die Ergebnisse für Strecken mit höherer Akzeptanz der Kernfahrbahnnutzung bei Alleinfahrt bieten hierfür jedoch keine Anhaltspunkte. Auch auf diesen Strecken wurden im Begegnungsfall ausreichende seitliche Abstände durch Ausweichen auf den Schutzstreifen in Fahrtrichtung hergestellt. Insgesamt ist aus den Ergebnissen für das Begegnen im Vorher-Nachher-Vergleich keine sicherheitsrelevante Verringerung der seitlichen Abstände zu erkennen.

## **Zusammenfassung Verhaltensbeobachtungen**

Zusammenfassend sind als negative Wirkungen zu nennen:

- Geringe Akzeptanz der Schutzstreifen durch den Kfz-Verkehr bei Alleinfahrten und
- Verringerung der Seitenabstände von Kfz beim Überholen von Rad Fahrenden mit kritischen Ausprägungen bei der Kombination hoher Kfz-Verkehrsstärken mit schmalen Fahrbahnen.

Dem stehen als positive Ergebnisse entgegen:

- Verringerung der situativen Geschwindigkeiten der Kfz beim Überholen gegenüber dem Vorher-Zustand und
- Abstände beim Begegnungsvorgang Kfz-Rad, die im Mittel bei 2,33 m liegen (auch bei schmalen Fahrbahnen zumeist deutlich über 1,50 m).

## **4.6 Befragungen von Verkehrsteilnehmenden, Expertinnen und Experten**

Auf den Strecken waren sowohl bzgl. des Kfz- als auch des Radverkehrs ganz überwiegend regelmäßige Nutzerinnen und Nutzer unterwegs, die die Strecke schon vor dem Befahrungstag gut kannten. Die Ergebnisse sind zusammenfassend:

- Von den Kfz Fahrenden wurden bei der Frage nach der Beurteilung der Maßnahme insgesamt bei allen Merkmalskombinationen (Cluster) deutlich mehr positive als negative Bewertungen abgegeben (insgesamt 58 % positive und 20 % negative Bewertung) (Bild 4-8). Sie hielten die Markierung für verständlich, schätzten die Sicherheit für den Radverkehr als höher ein (jeweils rund 70 %) und befürworteten zu über 60 % auch die dauerhafte Einführung der Schutzstreifen.
- Diese Zustimmung war insbesondere bei schmalen Fahrbahnen ausgeprägt, auch die Strecken mit rot eingefärbten Schutzstreifen erhielten eine überdurchschnittliche Befürwortung.
- Bei den befragten Rad Fahrenden fiel die Bewertung noch positiver aus. So bewertete über 80 % die Maßnahme insgesamt als positiv (Bild 4-8), über 90 % befürworteten eine dauerhafte Einführung der Regelung.
- Die Selbsteinschätzungen des eigenen Verhaltens (z. B. mittigeres und langsames Fahren) stimmten bei den befragten Kfz Fahrenden nur bedingt mit dem gemessenen tatsächlichen Verhalten aller Verkehrsteilnehmenden überein.
- Eher kritisch sehen die Kfz Fahrenden die Wirkung der Markierung auf die Sicherheit des Kfz-Verkehrs. Etwa ein Drittel der Befragten hielt die Markierung für den Kfz-Verkehr für weniger sicher, nur 23 % hielten sie für sicherheitserhöhend. Über 40 % gab die Antwort „teils-teils“.
- Die Kenntnis der Regelung „Schutzstreifen“ ist den meisten befragten Personen nicht hinreichend klar. So gaben 44 % der befragten Kfz

Fahrenden an, man dürfe den Schutzstreifen befahren, müsse aber auf den Radverkehr achten. Nur ein Drittel gab korrekt an, dass der Streifen nur bei Bedarf befahren werden darf.

Insgesamt trifft die Regelung bei den Verkehrsteilnehmenden auf Zustimmung. Die Regelkenntnis ist eindeutig nicht ausreichend. Hier kann ein Grund für die geringe Akzeptanz der Schutzstreifen liegen (vgl. Kap. 4.5).

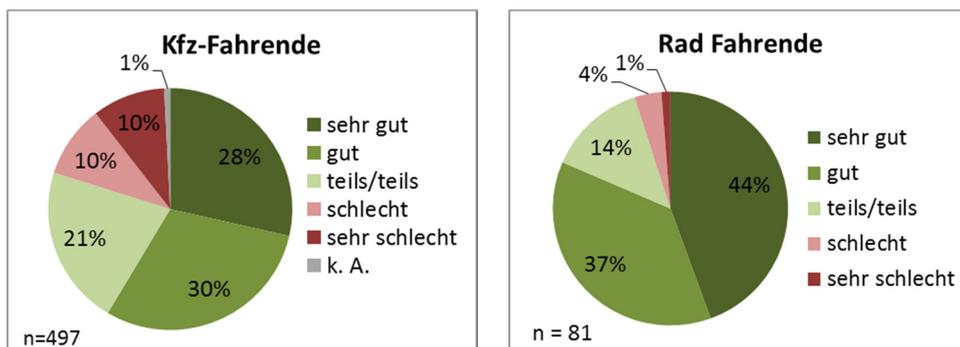


Bild 4-8: Beurteilung der Markierung insgesamt (eigene Darstellung)

Von den regionalen Expertinnen und Experten<sup>15</sup> wird die Maßnahme in der Gesamttendenz überwiegend zustimmend bewertet. Die Markierung von Schutzstreifen außerorts wird als Maßnahme zur Förderung des Radverkehrs angesehen (vorher und nachher gleich gute Bewertung). Allerdings zeigt sich im Vorher-Nachher-Vergleich, dass anfänglich positive Erwartungen, z. B. in Bezug auf das Geschwindigkeitsverhalten und die Akzeptanz der Schutzstreifen durch den Kfz-Verkehr, als noch nicht ausreichend erreicht angesehen werden<sup>16</sup>. Aus Sicht der regionalen Expertinnen und Experten wäre deshalb bzgl. Aufklärung und Öffentlichkeitsarbeit ein höherer Aufwand wünschenswert gewesen. Bei einem weiteren Betrieb der Strecken und insbesondere bei einer bundesweiten Einführung der Maßnahme bestünde hier Nachholbedarf.

<sup>15</sup> 59 Antwortende vorher, 47 nachher)

<sup>16</sup> Die genauen Evaluationsergebnisse waren den Experten bei der Nachher-Befragung nicht bekannt.

## **5 Folgerungen aus den Untersuchungsergebnissen**

### **5.1 Folgerungen aus den Ergebnissen**

Insgesamt liefert das Vorhaben als Pilotstudie zu diesem in Deutschland erstmals erprobten Lösungsansatz zur Führung des Radverkehrs im Zuge von Landstraßen Erkenntnisse zu den verhaltens- und sicherheitsorientierten Wirkungen sowie zur Einschätzung der Maßnahme. Sie kann jedoch insbesondere aufgrund der begrenzten Zahl der Untersuchungsfälle und der zeitlichen Begrenzung des Vorhabens nicht zu allen wesentlichen Fragestellungen der Einsetzbarkeit von Schutzstreifen auf Außerortsstraßen mit einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von maximal 70 km/h belastbare Antworten geben.

Die Ergebnisse ergeben in ihrer Gesamtheit kein homogenes Bild. So wurden neben tendenziell positiv zu bewertenden Befunden auch solche aufgezeigt, die eine kritische Betrachtung erfordern. Eine differenzierte Betrachtung der Folgerungen ist deshalb notwendig. Dabei steht die Fragestellung im Vordergrund, ob durch die zu untersuchende Maßnahme Sicherheitsrisiken entstehen, die den Einsatz von Schutzstreifen außerorts generell ausschließen oder ob sie unter bestimmten, noch zu definierenden Einsatzbedingungen als anwendbar angesehen werden.

Als eher positiv zu bewertende Erkenntnisse sind zu nennen:

- Die festgestellten Tendenzen des Unfallgeschehens deuten - unter Berücksichtigung der fehlenden Belastbarkeit der Ergebnisse - auf eine positive Entwicklung der Verkehrssicherheit bzgl. des Maßnahmenpakets „Schutzstreifen mit einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 70 km/h“ hin. Dies betrifft u.a. die Zahl der Unfälle sowohl insgesamt als auch bzgl. des Radverkehrs, die Unfallschwere sowie die Unfälle an Knotenpunkten. Unfälle, die erkennbar mit der Maßnahme zusammenhängen, konnten nicht erfasst werden. Negative Wirkungen in Bezug auf das Unfallgeschehen sind aus den Ergebnissen nicht ableitbar.
- Das Geschwindigkeitsverhalten zeigt bzgl. der gefahrenen Geschwindigkeiten für das Maßnahmenpaket „Schutzstreifen mit Tempo 70“ mehr positive als negative Tendenzen auf. Dies betrifft auch die stärkere Senkung der besonders hohen Geschwindigkeitsniveaus aus dem Vorher-Zustand, die Geschwindigkeiten an Kurven und Kuppen sowie die von Lkw. Auch nach einem Jahr Gewöhnungszeit gingen die Geschwindigkeiten zumeist nicht auf das alte Niveau zurück. Auch wenn bei den Einzelergebnissen auch Zunahmen des Geschwindigkeitsniveaus auftraten, können daraus keine generellen geschwindigkeitserhöhenden Wirkungen des Maßnahmenpakets „Schutzstreifen mit Tempo 70“ abgeleitet werden.

- Die Videobeobachtungen zeigen eine vollständig regelkonforme Nutzung der Schutzstreifen durch die „echten“ Rad Fahrenden. Bei den Interaktionen ergeben sich überwiegend situationsangepasste Verhaltensweisen der Kfz bei Überholungen und Begegnungen mit dem Radverkehr. Insbesondere im Bereich niedriger Kfz-Verkehrsstärken und bei mittleren und breiteren Fahrbahnen (bezogen auf das Untersuchungsspektrum) werden – auch bei im Mittel geringfügigen Abnahmen - ausreichende Sicherheitsabstände eingehalten. Gleichzeitig wird beim Überholen von Rad Fahrenden durch Kfz mit geringeren Geschwindigkeiten als im Vorher-Zustand gefahren. Die Bündelung der Fahrlinien von Kfz beim Überholen von Rad Fahrenden entlang der Leitlinie des gegengerichteten Schutzstreifens erleichtert die Einschätzung des gegenseitigen Verhaltens von Kfz- und Radverkehr.
- Sowohl die befragten Kfz Fahrenden als auch die Rad Fahrenden bewerteten die Maßnahme insgesamt als ausgesprochen positiv.
- Auch wenn die Entwicklung der Nutzerzahlen im Radverkehr keine wesentliche Fragestellung der Untersuchung war, weisen die Ergebnisse der Radverkehrszählungen vor dem Hintergrund der hohen Zustimmung der Rad Fahrenden zu der Maßnahme darauf hin, dass eine Erhöhung der Radverkehrsnutzung auf den Strecken als wahrscheinlicher als eine Abnahme zu werten ist.
- In den Niederlanden gibt es bereits seit langem Lösungen auf Außerortsstraßen, die bzgl. der Einsatzbedingungen und der Querschnittsgestaltung mit den hier untersuchten Fällen vergleichbar sind. Die Erfahrungen bzgl. Sicherheit und Verhalten mit diesen Lösungen sind überwiegend positiv. Auch wenn die unterschiedlichen rechtlichen und verkehrlichen Rahmenbedingungen keine Vergleichbarkeit zulassen, lassen sich aus diesen Erkenntnissen zumindest keine Folgerungen ableiten, die einen Einsatz von Schutzstreifen außerorts in Deutschland ausschließen.

Als eher negativ zu bewertende Erkenntnisse sind zu nennen:

- Trotz der Reduzierung der gefahrenen Geschwindigkeiten bleiben die Geschwindigkeitsniveaus deutlich zu hoch. Bei den Strecken des Maßnahmenpakets „Einrichtung der Schutzstreifen bei gleichzeitiger Reduzierung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit“ ergeben sich dadurch erhebliche Überschreitungshäufigkeiten der zulässigen Höchstgeschwindigkeit. Dies gilt auch für die Strecken, bei denen bereits vorher eine zulässige Höchstgeschwindigkeit von 70 km/h oder – auf insgesamt niedrigerem Niveau - 50 km/h bestand. Schutzstreifen allein sind danach keine geeignete Maßnahme, um angepasste Geschwindigkeiten zu erzielen.
- Die Regelung, dass Schutzstreifen nur bei Bedarf überfahren werden dürfen, wird von den Kfz Fahrenden auch ohne Präsenz anderer Ver-

kehrsteilnehmender in zu geringem Maße akzeptiert. Vermutet werden kann, dass neben der geringen Kenntnis der Regelung Kfz Fahrende einen unter Umständen mehrfachen Wechsel von der Kernfahrbahn in den Schutzstreifen bei Begegnungsverkehr zu vermeiden suchen. Dies kann der Grund sein, warum bei höheren Kfz-Verkehrsstärken die Akzeptanz der Regelung spürbar geringer ausfällt als bei geringeren Belastungen.

- Als sicherheitsrelevantes Problem im Zusammenhang mit der Markierung der Schutzstreifen ist das häufigere Auftreten verringerter Seitenabstände von Kfz beim Überholen von Rad Fahrenden in einem potenziell kritischen Bereich bei der Kombination hoher Kfz-Verkehrsstärken mit schmalen Fahrbahnen zu werten. Dies ist insbesondere vor dem Hintergrund der hohen gefahrenen Geschwindigkeiten auf den Strecken als kritisch zu werten.
- Die Kenntnis der Regelung bei den Kfz Fahrenden ist verbesserungsbedürftig. Dies gilt insbesondere bzgl. der Kenntnis der Zulässigkeit des Überfahrens von Schutzstreifen.

Zusammenfassend lässt sich aus den Ergebnissen ableiten, dass für den Einsatz von Schutzstreifen außerorts bei einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 70 km/h keine für das gesamte Untersuchungsspektrum geltenden negativen Entwicklungen in Bezug auf die Verkehrssicherheit abzuleiten sind. Inwieweit tendenziell positive Wirkungen zu erwarten sind, wäre im Einzelnen durch weitere Untersuchungen zu erhärten (vgl. Kap. 5.3). Der mit einem mangelnden Kenntnisstand begründete generelle Ausschluss von Schutzstreifen außerorts in der VwV-StVO sollte deshalb aufgehoben werden. Schutzstreifen könnten dann zukünftig unter Beachtung bestimmter Voraussetzungen und Einsatzbedingungen als mögliches Element zur Führung und Förderung des Radverkehrs auf Landstraßen in Betracht gezogen werden. Desungeachtet bedarf es weitergehender Untersuchungen, um die Einsatzbereiche weiter zu konkretisieren.<sup>17</sup>

Aus der vorliegenden Untersuchung können diese Einsatzbedingungen bzgl. der genauen Ausprägungen von Kfz-Verkehrsstärke und Fahrbahnbreite nicht abgesichert und exakt hergeleitet werden. Nachfolgend werden unter diesem Vorbehalt 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. In Ausnahmefällen, z. B. bei Engstellen, kann eine Breite von 5,25 m in Betracht kommen.

---

<sup>17</sup> vgl. hierzu Vorgehen bei der zunächst versuchsweisen Einrichtung der Möglichkeit zur Öffnung von Einbahnstraßen für den gegengerichteten Radverkehr mit der StVO-Novelle 1997.

- 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. Hier liegt nach den Regelwerken (ERA, RAL) aber auch bereits der Einsatzbereich baulich getrennter Radwege (bzw. gemeinsamer Geh- und Radwege) vor.
- Kurven und Kuppen sind grundsätzlich kein Ausschlussgrund für Schutzstreifen. In diesem Zusammenhang sollte jedoch örtlich das Erfordernis einer weiteren Begrenzung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit geprüft werden.

Über die Untersuchungsergebnisse hinausgehend wird empfohlen, dass die Schutzstreifen vor allem auf überörtlichen Radverkehrsverbindungen eingesetzt werden, wo der Radverkehr eine nicht unerhebliche Bedeutung aufgrund der angebotenen Quellen und Ziele oder der Freizeitrelevanz der Strecke besitzt oder dies zu erwarten ist. Davon ist besonders dann auszugehen, wenn es sich um Bestandteile eines überörtlichen Radverkehrsnetzes (z. B. Netz des Landkreises) oder eine radtouristische Route handelt.

Die vorstehend genannten Einsatzbedingungen gelten für das Maßnahmenpaket aus Schutzstreifen und einer reduzierten Höchstgeschwindigkeit auf in der Regel 70 km/h. Auch im Ausland (insbesondere Niederlande) wurden die vorliegenden Erfahrungen mit dem Einsatz von Schutzstreifen bei (zumeist noch weitergehend) reduzierten Geschwindigkeiten gewonnen.

## 5.2 Hinweise zur Ausbildung und zur Öffentlichkeitsarbeit

### Ausbildung von Schutzstreifen außerorts

Hinsichtlich der Ausbildungsanforderungen kann gefolgert werden, dass die Vorgaben aus der Projektphase I (vgl. Kap. 2.6) im Wesentlichen bestätigt wurden. Die Musterzeichnungen der BAST können deshalb zunächst grundsätzlich weiter verwendet werden.

Eine Roteinfärbung der Schutzstreifen könnte nach den Ergebnissen verstärkende positive Wirkungen haben. Bevor die Roteinfärbung als eine Regelausbildung zur Anwendung kommt, sollten Erfahrungen auf breiterer Basis gesammelt werden, da die vorliegenden Erkenntnisse nur auf den Ergebnissen von zwei Beispielstrecken beruhen.

Phantommarkierungen, die durch eine Wegnahme der mittleren Leitlinie entstehen, können ungünstige Wirkungen haben (Ergebnis aus der Befragung der Verkehrsteilnehmenden) und sollten deshalb möglichst schwach sichtbar gehalten werden. Günstig ist die Durchführung der Markierung im Kontext mit einer ohnehin anstehenden Deckenerneuerung.

Weitere, aus dem allgemeinen Erkenntnisstand abgeleitete Hinweise sind:

- Die Markierungen sind retroreflektierend auszuführen.
- Piktogramme sollten am Beginn der Schutzstreifen sowie etwa alle 300 bis 400 m und an Knotenpunkten eingesetzt werden. Richtungspfeile können den Piktogrammen zugeordnet werden.
- Bei einer Roteinfärbung des Schutzstreifens ist auf eine ausreichende Griffbarkeit des Belags zu achten.
- Die Fahrbahn­ränder sollten für den Radverkehr gut befahrbar ausgebildet werden. In diesem Kontext ist bei weiteren Untersuchungen zu prüfen, ob grundsätzlich die Markierung einer Fahrbahn­begrenzung erforderlich und sinnvoll ist. Da sie in einem gewissen Abstand vom befestigten Fahrbahnrand markiert werden muss, reduziert sie die verfügbare Breite für die Schutzstreifenmarkierungen.
- Es wird empfohlen, den Beginn eines Schutzstreifens nicht abrupt in voller Breite zu markieren, sondern „Adaptionsstrecken“ mit einer gleitend zunehmenden Breite auszuführen. Dies gilt auch beim Übergang eines baulichen Radweges in einen Schutzstreifen.
- Zu prüfen ist bei Kurven und Kuppen mit eingeschränkten Sichtverhältnissen außer einer weitergehenden Beschränkung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit die Anbringung von nach rechts weisenden Markierungspfeilen im Vorfeld der Situation.

### **Öffentlichkeitsarbeit und Verkehrssicherheitsarbeit**

Es hat sich gezeigt, dass die Kenntnis der Regelung nicht ausreichend ist. Dies gilt sowohl für Schutzstreifen generell als auch für die hier behandelte spezielle Ausführung mit einstreifiger Kernfahrbahn. Mit Einführung dieser Regelung sollte deshalb eine umfassende Öffentlichkeitsarbeit sowohl bundesweit und auf Ebene der Länder als auch im Zuge der jeweiligen Strecken vor Ort durchgeführt werden, um die Kenntnis der Regelung und des gewünschten Fahrverhaltens zu transportieren. Es empfiehlt sich dazu, möglichst zentral einheitliche Informationsmaterialien zur Verfügung zu stellen, um eine gleichartige Ausrichtung der Empfehlungen zu gewährleisten.

Eine zielgruppenspezifische Öffentlichkeitsarbeit und Verkehrsaufklärung soll zur Erhöhung des Kenntnisstands der rechtlichen Regelungen von Schutzstreifen beitragen. Zu erwägen sind großformatige Informationspla-

kate zum korrekten Verhalten in der Einführungsphase einer Maßnahme (vgl. hierzu Bild 2-5 aus Dänemark im Anhang).

Die Aufklärung sollte gleichermaßen an Rad Fahrende und Kfz Fahrende adressiert sein. Verstärkt transportiert werden sollten dabei auch die Aspekte, dass Schutzstreifen der gleichen Fahrtrichtung nur bei Bedarf zu nutzen sind, und dass bei Überholvorgängen auch der gegengerichtete Schutzstreifen überfahren werden darf, wenn dies zum Erreichen ausreichender Sicherheitsabstände zum überholten Rad Fahrenden erforderlich ist.

Zur Erhöhung der Sicherheit ist auf das Einhalten der zulässigen Höchstgeschwindigkeit hinzuwirken. Punktuelle Überwachungen durch die Polizei auf Strecken mit hohen Geschwindigkeitsübertretungen (ggf. auch mit stationären Anlagen) sollten entsprechend eingesetzt werden.

### **5.3 Offene Fragen und weiterer Untersuchungsbedarf**

Da mit dem Modellvorhaben noch nicht alle Fragen der Einsatzmöglichkeiten abschließend geklärt werden konnten, sollten noch bestimmte Fragestellungen vertiefend untersucht werden. Für zahlreiche Teilergebnisse konnten u.a. aufgrund der begrenzten Fallzahl und des begrenzten Untersuchungszeitraumes lediglich Tendenzen aufgezeigt werden.

Für eine direkt auf dem Modellvorhaben aufbauenden Vertiefungsuntersuchung wird empfohlen, die bestehenden Untersuchungsstrecken weiter bestehen zu lassen und nach Möglichkeit um weitere Strecken zu ergänzen, mit denen die nachfolgenden Aspekte in ihrer Aussagekraft weiter gefestigt werden können. Auf diese Weise wäre es auch möglich, Langzeitwirkungen über mehrere Jahre (z. B. bzgl. des Unfallgeschehens und des Verkehrsverhaltens) zu ermitteln.

Folgende noch offene Fragen bzw. Untersuchungsansätze sind zu nennen:

- Vertiefende Analyse des Unfallgeschehens auf der Basis von möglichst fünf Jahren, mindestens jedoch drei Jahren nachher.
- Ein wesentlicher Aspekt zur Präzisierung der Einsatzbedingungen betrifft die Untersuchung der vertretbaren oberen Grenzen der Kfz-Verkehrsstärken im Zusammenhang mit der Fahrbahnbreite. Dabei sollten auch Risiken, die im Zusammenhang von im Pulk fahrenden Kfz auftreten, näher untersucht werden.
- Untersuchung der Anwendung von Schutzstreifen außerorts bei größeren Fahrbahnbreiten über 7,50 m bis hin zu Breiten, die auch eine Pkw-Begegnung in der Kernfahrbahn erlauben.
- Erhärtung der Ergebnisse zum Geschwindigkeitsverhalten. Dabei sollte eine differenzierte Bewertung der Wirkungen hinsichtlich einer Senkung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit und der Markierung der

Schutzstreifen erfolgen, z.B. in dem zunächst die zulässige Geschwindigkeit reduziert wird und in einem nächsten Evaluationsschritt die Schutzstreifen hinzukommen. In diesem Kontext kann auch die Frage betrachtet werden, ob Schutzstreifen bei einem Belassen von Tempo 100 Verbesserungen in der Sicherheit und dem Verhalten bewirken können.

- Die Bedeutung der Roteinfärbung sollte anhand weiterer Modellstrecken oder ggf. durch Vorher-Nachher-Vergleich auf einer der bestehenden Modellstrecken ohne Roteinfärbung näher untersucht werden. Aufgrund der nicht unbeträchtlichen Kosten einer dauerhaften Roteinfärbung sind hier auch Kosten-Nutzen-Aspekte einzubeziehen.
- Bzgl. der Standardmarkierung ist insbesondere die Notwendigkeit und Sinnhaftigkeit einer durchgezogenen Fahrbahnbegrenzungslinie bei Fahrbahnbreiten von 6 m und darunter zu untersuchen.
- Untersucht werden sollte, ob es zwischen der Markierung für EKL 4-Straßen nach RAL und den Schutzstreifen zu Missverständnissen in der Bedeutung kommen kann.
- Belastbare Fallzahlen über das Verhalten der Verkehrsteilnehmenden an Kurven und Kuppen lassen sich für die Interaktionen Begegnen Kfz-Rad, komplexe Interaktionen sowie im Fall der Begegnung Kfz-Kfz voraussichtlich aussagekräftig durch Simulation oder Langzeitstudien erzielen.

An Strecken mit hoher Akzeptanz des Schutzstreifens bei Alleinfahrt ist dabei das Verhalten an Kuppen und Linkskurven mit geringen Sichtweiten durch Erhöhung der Fallzahlen näher zu untersuchen. In diesem Fall kann auch der Einsatz von nach rechts weisenden Markierungspfeilen sowie eine weitergehende Geschwindigkeitsreduzierung geprüft werden.

- Knotenpunkte mit untergeordneten Straßen sind im Zuge von Straßen mit der Verbindungsfunktionsstufe IV eher selten und verkehrlich unbedeutend. Deshalb konnten diesbezüglich für das Untersuchungskollektiv keine zielführenden Verhaltensbeobachtungen durchgeführt werden. Auch wenn hier nach den Unfallergebnissen und qualitativen Eindrücken durch Schutzstreifen keine neuen Sicherheitsrisiken entstehen, sollte dieser Fragestellung bei einer breiter aufgestellten Untersuchung nachgegangen werden. In diesem Kontext ist zu überprüfen, ob die in der Untersuchungsphase aufgezeigten Markierungsvorschläge weiter verwendet werden können.
- Der Umgang mit innerhalb der Markierungsstrecken liegenden kurzen Ortsdurchfahrten bei weitgehend gleichbleibender Streckencharakteristik (Unterbrechen oder Durchführen der Schutzstreifen) ist auch im Zusammenhang mit innerörtlichen Schutzstreifen bei schmalen Fahrbahnen zu diskutieren.

- Mit anzustrebender Steigerung der Kernfahrbahnnutzung bei Alleinfahrt steigt potenziell das Konfliktpotenzial für den Begegnungsfall. Dies gilt vor allem beim Begegnen Lkw-Rad auf schmalen Strecken. Es ist mit größeren Fallzahlen als bei der vorliegenden Untersuchung zu prüfen, in welchem Umfang ein Verbleiben in der Kernfahrbahn beim Begegnungsfall stattfindet und ob dadurch eine sicherheitsrelevante Verringerung der Begegnungsabstände resultiert.
- Die Wirkung einer konsequenten Geschwindigkeitsüberwachung sowie einer verstärkten Information und Öffentlichkeitsarbeit ist zu prüfen. Dabei sollten u.a. auch Hinweistafeln nach dänischem Vorbild geprüft werden.
- Unabhängig von der Regelung „Schutzstreifen außerorts“ wurden komplexe Situationen mit hohem Konfliktpotenzial, insbesondere bei Fahrzeugpulk, mit Gegenverkehr beobachtet. Einzelne Kfz Fahrende neigen hier zu Überholungen von Rad Fahrenden, obwohl die Fahrbahnbreite dies mit ausreichenden Sicherheitsabständen nicht zulässt. Dieser Aspekt sollte hinsichtlich der generellen Eignung einer Fahrbahnführung an Strecken mit hoher Verkehrsstärke untersucht werden (Vergleich Mischverkehr und „Schutzstreifen außerorts“).
- Ebenso hat sich unabhängig von der zu untersuchenden Fragestellung das Fehlen gesicherter Erkenntnisse über als ausreichend bzw. angemessen einzustufende Überholabstände (bzw. als gefährlich zu bewertende Abstände) in Abhängigkeit vom Geschwindigkeitsniveau und der Art des überholenden Kfz als relevantes Erkenntnisdefizit herausgestellt.

## 6

### Fazit

Die verkehrssicherheitsrelevanten Ergebnistendenzen der Untersuchung weisen darauf hin, dass durch das Maßnahmenpaket „Schutzstreifen mit zulässiger Höchstgeschwindigkeit von maximal 70 km/h“ bei einer Anwendung in den hier empfohlenen Einsatzbereichen (vgl. Kap. 5.1), keine neue Gefährdungslage für den Rad- und Kfz-Verkehr entsteht. Schutzstreifen außerorts mit einstreifigen Kernfahrbahnen können deshalb unter den genannten Randbedingungen als Lösungsmöglichkeit zur Führung des Radverkehrs auf schwächer belasteten Straßen empfohlen werden. Sie können innerhalb der empfohlenen Einsatzbereiche eine geeignete Maßnahme zur Führung des Radverkehrs sein und bei weiterer Verbreitung insbesondere in vorwiegend ländlichen Räumen eine entsprechende Wirkung „in der Fläche“ erzielen.

Schutzstreifen außerorts können und sollen allerdings keinen aus Sicherheitsgründen erforderlichen getrennten Radweg ersetzen. Sie sind deshalb

auch keine Maßnahme, um schon bestehende erhebliche Sicherheitsdefizite für den Radverkehr auf Landstraßen zu beseitigen.

Mit der vorliegenden Untersuchung konnte ein wichtiger Beitrag zur Beseitigung des vom Bundesrat 1997 festgestellten Kenntnisdefizits geleistet werden. Erforderlich für die weitere Anwendung der Regelung „Schutzstreifen außerorts“ ist eine entsprechende Verankerung im Verkehrsrecht. Dies bedarf zumindest einer Änderung der VwV-StVO<sup>18</sup>. Dabei zu berücksichtigen ist, dass die Untersuchungsergebnisse nur Empfehlungen zu der Maßnahmenkombination Schutzstreifen in Verbindung mit Tempo 70 (oder niedriger) zulassen.

Mit einer Aufnahme der Möglichkeit zu Schutzstreifen außerorts im Verkehrsrecht ist diese Lösung auch im technischen Regelwerk, hier insbesondere RAL und ERA, zu verankern. Anzustreben ist, dass Schutzstreifen außerorts entsprechend dem Ansatz der RAL ein standardisiertes Entwurfselement mit entsprechendem Wiedererkennungswert für schwächer belastete Außerortsstraßen für den Radverkehr werden. Denkbar ist, dass damit ein weiteres Standardelement für EKL 4-Straßen eingeführt wird, für die es dann zwei Regelquerschnitte gibt:

- Der derzeitige Regelquerschnitt für EKL 4-Straßen mit seitlichen Randstreifen von 0,50 m Breite kommt auf allen Straßen, die dem nahräumigen Verkehr dienen, bei geringer Verkehrsfunktion für den Radverkehr in Betracht.
- Ein Regelquerschnitt mit Schutzstreifen könnte dann auf EKL 4-Straßen mit Verbindungsfunktion (z. B. durch ein überörtliches Radverkehrsnetz) für den Radverkehr in Betracht kommen.

Angesichts der deutlichen Breitenunterschiede der abmarkierten seitlichen Räume sowie des regelmäßig markierten Fahrradpiktogramms erscheint die Verwechslungsgefahr für die Verkehrsteilnehmenden gering.

---

<sup>18</sup> Soweit noch Bedenken hinsichtlich der Anwendung bestehen, ist zu prüfen, ob eine befristete Regelung analog der Regelung zur Öffnung von Einbahnstraßen für Radverkehr mit Begleitung durch ein entsprechendes Forschungsvorhaben in Betracht kommen kann.

## 7

### Literaturverzeichnis

- BUNDESRAT (Hrsg.) 1997: Drucksache 375/97: Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Änderung der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur StVO.
- CROW 2007: Design manual for bicycle traffic. (=CROW-record 25). Ede
- CROW 2014: Discussienotitie fiets – en kantstroken. Utrecht.  
[fietsberaad.nl/library/repository/bestanden/Discussienotitie\\_fietsstroken\\_11feb2014-def.pdf](http://fietsberaad.nl/library/repository/bestanden/Discussienotitie_fietsstroken_11feb2014-def.pdf)
- FGSV (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen; Hrsg.) 1980: Richtlinien für die Markierung von Straßen. Teil 2: Anwendung von Fahrbahnmarkierungen. (RMS-2). (=FGSV-Nummer 330/2). Köln.
- FGSV (Hrsg.) 2010: Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA). (=FGSV-Nummer 284) Köln.
- FGSV (Hrsg.) 2012: Merkblatt zur Örtlichen Unfalluntersuchung in Unfallkommissionen (M Uko). Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen. Köln.
- FGSV (Hrsg.) 2013: Richtlinien für die Anlage von Landstraßen (RAL). (FGSV-Nummer 201). Köln.
- FGSV (Hrsg.) o.J. (in Bearbeitung): Merkblatt für die Übertragung des Prinzips der Entwurfsklassen nach den RAL auf bestehende Straßen (M EKLBest). Köln.
- FROSSARD, J. L. 2007: Kernfahrbahnen auf Außerortsstrecken. Referat zur SVI-Fachtagung am 05.09.2007. 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](http://fietsberaad.nl/library/fietsverkeer/Fietsverkeer_29.pdf)
- IST – Tiefbauamt des Kantons Bern 2010: Arbeitshilfe Kernfahrbahn.  
[http://www.bve.be.ch/bve/de/index/strassen/strassen/signalisation/markierung/signalisation/markierungen.assetref/dam/documents/BVE/TBA/de/TBA\\_ST\\_SR\\_Kernfahrbahn\\_Arbeitshilfe.pdf](http://www.bve.be.ch/bve/de/index/strassen/strassen/signalisation/markierung/signalisation/markierungen.assetref/dam/documents/BVE/TBA/de/TBA_ST_SR_Kernfahrbahn_Arbeitshilfe.pdf)
- 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.  
[sciencedirect.com/science/article/pii/S0001457511000522](http://sciencedirect.com/science/article/pii/S0001457511000522) (Abstract)
- KAULEN, R. et al. 2014: Gutachten zum Einsatz von einseitigen, alternierenden und beidseitigen Schutzstreifen auf schmalen Fahrbahnen innerorts. Aachen & München.  
[bw.de/fileadmin/user\\_upload/Projekte/Modellprojekt\\_Schutzstreifen/SVK-AGFK-BW\\_Gutachten-Schutzstreifen\\_Langfassung\\_Web.pdf](http://bw.de/fileadmin/user_upload/Projekte/Modellprojekt_Schutzstreifen/SVK-AGFK-BW_Gutachten-Schutzstreifen_Langfassung_Web.pdf)
- LIPPARD, D. 2012: Von der fehlerverzeihenden zur selbsterklärenden Straße, Referat auf dem DVR-Presseseminar im November 2012

- OHM, D. et al. 2015: Führung des Radverkehrs im Mischverkehr auf innerörtlichen Hauptverkehrsstraßen. (Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Heft V 257). 2015  
[bast.opus.hbz-nrw.de/volltexte/2015/1401/pdf/V257b.pdf](http://bast.opus.hbz-nrw.de/volltexte/2015/1401/pdf/V257b.pdf) (Hauptteil)  
[bast.opus.hbz-nrw.de/volltexte/2015/1401/pdf/V257\\_Anlagen.pdf](http://bast.opus.hbz-nrw.de/volltexte/2015/1401/pdf/V257_Anlagen.pdf) (Anlagen)
- REICHENBACH, M. & Affolter, R. 2003: Straßen mit Gemischtverkehr: Anforderungen aus Sicht der Zweiradfahrer. Bern.
- RICHTER, T. 2013: Kolloquium Richtlinien für die Anlage von Landstraßen (RAL); Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen. Köln  
RVV 1990, Reglement verkeersregels en verkeerstekens 1990, zuletzt geändert zum 1. Januar 2017.  
[wetten.overheid.nl/BWBR0004825/2017-01-01](http://wetten.overheid.nl/BWBR0004825/2017-01-01)
- 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  
[bast.opus.hbz-nrw.de/volltexte/2015/1147/pdf/V249b\\_ELBA.pdf](http://bast.opus.hbz-nrw.de/volltexte/2015/1147/pdf/V249b_ELBA.pdf)
- SCHILLER, C., ZIMMERMANN, F. und BOHLE, W. 2011: Hochrechnungsmodell von Stichprobenzählungen für den Radverkehr. Excel-Tool und Bericht zu dem FE-Vorhaben 77.495 des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS). Technische Universität Dresden, Institut für Verkehrsplanung und Straßenverkehr und PGV - Planungsgemeinschaft Verkehr.
- StVO, Straßenverkehrs-Ordnung vom 6. März 2013 (BGBl. I S. 367), Neufassung gem. V. v. 6.3.2013 I 367, in Kraft getreten am 1.4. 2013, geändert durch Art. 2 V v. 15.9.2015 I 1573. [www.gesetze-im-internet.de/stvo\\_2013/](http://www.gesetze-im-internet.de/stvo_2013/)
- SWOV (Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid; Hrsg.) 2010: Fact Sheet: Shoulders on rural access roads. Leidschendam.  
[fietsberaad.nl/library/repository/bestanden/FS\\_Driving\\_strips.pdf](http://fietsberaad.nl/library/repository/bestanden/FS_Driving_strips.pdf)
- VAN DER KOOI, R. M. & DIJKSTRA, A. 2003: Enkele gedragseffecten van suggestivestroken op smalle rurale wegen. Evaluatie van de aanleg van rijlopers en suggestiestroken op erftoegangswegen buiten de bebouwde kom. Leidschendam (=SWOV Rapport 2003-17). Leidschendam.  
[swov.nl/rapport/R-2003-17.pdf](http://swov.nl/rapport/R-2003-17.pdf)
- VULLRIEDE, N. 2014: Schutzstreifen außerorts – Ein neues Entwurfselement für den Radverkehr. Bachelorarbeit an der TU Braunschweig.
- VwV-StVO, Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Straßenverkehrs-Ordnung vom 22. Oktober 1998, in der Fassung vom 11.11.2014. Download 16.12.2014  
[www.verwaltungsvorschriften-im-internet.de/bsvwbund\\_26012001\\_S3236420014.htm](http://www.verwaltungsvorschriften-im-internet.de/bsvwbund_26012001_S3236420014.htm)

WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT BEIM BMVBS: Sicherheit zuerst – Möglichkeiten zur Erhöhung der Straßenverkehrssicherheit in Deutschland; Papier des Beirats vom 21.07.2010

ZWEIBRÜCKEN, K. 2000: Optimierte Führung des Veloverkehrs an engen Straßenabschnitten (Kernfahrbahnen). (=SVI-Forschungsauftrag 44/97). Bern.