

**Wirkung, Akzeptanz  
und Dauerhaftigkeit  
von Elementen der  
Fahrtrichtungstrennung  
auf Landstraßen**

**Fachveröffentlichung der  
Bundesanstalt für Straßenwesen**

**bast**

Im Auftrag der  
Bundesanstalt für Straßenwesen

FE 02.281/2007/AGB

Wirkung, Akzeptanz und  
Dauerhaftigkeit von Elementen der Fahrtrichtungstrennung auf  
Landstraßen

Schlussbericht

Im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen

FE 02.281/2007/AGB

Wirkung, Akzeptanz und Dauerhaftigkeit von Elementen der Fahrtrichtungstrennung auf Landstraßen

Schlussbericht

**Univ.-Prof. Dr.-Ing. Christian Lippold**

**Dipl.-Ing. Katrin Enzfelder**

Technische Universität Dresden

Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List"

Institute für Verkehrsanlagen

Lehrstuhl für Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen

Hettnerstraße 3, 01062 Dresden

**Prof. Dr.-Ing. Andreas Bark**

**Dipl.- Ing. René Kutschera M.Sc.**

Technische Hochschule Mittelhessen

Fachgebiet Straßenwesen und Vermessung

Wiesenstraße 14, 35390 Gießen

Dresden, März 2013

## Kurzfassung – Abstract

### Wirkung, Akzeptanz und Dauerhaftigkeit von Elementen zur Fahrtrichtungstrennung auf Landstraßen

Die Neufassung des deutschen Regelwerkes für den Entwurf von Landstraßen (RAL) verfolgt das Ziel wieder erkennbare Straßentypen zu schaffen. Damit sollen begreifbare Fahrräume gestaltet werden, die den Kraftfahrer veranlassen in Abhängigkeit vom Entwurfsstandard sein Fahrverhalten anzupassen.

Dafür sehen die RAL künftig vier Entwurfsklassen vor. Straßen verschiedener Entwurfsklassen sollen sich deutlich voneinander unterscheiden. Das Konzept wieder erkennbarer Straßen kann nur erreicht werden, wenn die geometrische Gestaltung mit einer eindeutigen Markierung und Beschilderung einher geht.

Auf Straßen mit einer großräumigen Verbindungsfunktion ist ein Regelquerschnitt RQ 15,5 mit alternierenden Überholstreifen vorgesehen. Die Fahrtrichtungen werden mit einem ein Meter breiten verkehrstechnischen Mittelstreifen voneinander getrennt.

Ziel des Projektes ist es, auf der Grundlage von Kenntnissen über die Wirkung, Akzeptanz und Kosten von Elementen zur Fahrtrichtungstrennung eine geeignete und dauerhafte Form zur Kennzeichnung durchgängiger Überholverbote zu ermitteln und zu empfehlen.

Auf Grundlage nationaler und internationaler Erfahrungen werden eigene Trennstreifentypen erarbeitet und auf vier Untersuchungsstrecken angeordnet. Die Breite des verkehrstechnischen Mittelstreifens variiert dabei zwischen 0,75 und 1,00 m.

Für jede Variante wird das Spur- und Geschwindigkeitsverhalten analysiert, regelwidrige Überholungen ermittelt und in einem Vorher-/Nachher-Vergleich gegenübergestellt. Darüber hinaus werden die Vor- und Nachteile der verschiedenen Varianten verglichen und die Akzeptanz der Kraftfahrer sowie der Straßenbauverwaltung ermittelt.

Im Ergebnis zeigte sich, dass die Gestaltung der Fahrtrichtungstrennung keinen Einfluss auf die Fahrgeschwindigkeiten hat. Auch das Spurverhalten bleibt größtenteils unverändert. Nur bei der Anordnung von der Fahrbahn aufragender Elemente stellt sich ein größerer Abstand zu Fahrtrichtungstrennung ein. Regelwidrige Überholungen wurden selten festgestellt. Die Befragung der Kraftfahrer ergab eine hohe Akzeptanz der Maßnahmen. Dabei werden farbige Richtungstrennungen bevorzugt. Die Bewertung der Kosten zeigte, dass die Variante „Schrägstrichgatter“ am wirtschaftlichsten ist. Von der Fahrbahn aufragende Elemente sind aufgrund der Probleme des

Straßenbetriebsdienstes und wegen der Neubildung von Eisglätte im Winter nicht zu empfehlen.

Für die Fahrtrichtungstrennung des RQ 15,5 wird daher eine farbige Variante empfohlen. Diese fördern im Sinne des Prinzips der RAL die Wiedererkennbarkeit, stoßen auf großen Zuspruch seitens der Straßenbauverwaltung sowie der Kraftfahrer und haben eine lange Haltbarkeit. Als Vorzugsvariante wird die Farbe RAL 6024 „verkehrsgrün“ empfohlen.

### Effect, acceptance and durability of elements for separating driving directions on highways

The redraft of the German guidelines for the design and alignment of rural highways (RAL) pursue the objective of creating recognizable road types. By that apperceptive driving spaces are created which influence the driving behaviour according to the design of the road.

To ensure this adaptation four design classes are part of the new RAL. These classes are supposed to be significantly different from each other. The concept of self-explaining roads can only be implemented if the geometrical design is combined with clear marking and signing.

For roads with a high linkage function in the network a typical cross section RQ 15,5 with alternating overtaking lanes is designated. Lanes of different driving directions are separated by a 1.00 m wide middle strip.

The aim of the project is to ascertain and recommend suitable and durable marking forms for consistent no overtaking lanes. These recommendations will be based on knowledge of effects, acceptance and costs.

Based on national and international experiences types of separating strips are developed and are applied on four different test sections. The width of the middle stripe varies between 0.75 m and 1.00 m.

Effects on the behavior in lane-keeping and speed-levels are analysed and irregular overtaking maneuver are ascertained for each type of separation. The results are then analysed through a before/after comparison. Furthermore the different types of separation are compared by their advantages and disadvantages and the acceptance by drivers as well as the Road Construction Authority is determined.

As a result, the design of the elements of separation has no influence on the driving speed. Also, the lane-keeping behavior stayed nearly the same. The distance to the separating elements increases by the use of rised elements. Irregular overtaking has not been detected. The survey revealed a high level of acceptance by drivers. By that separating elements in color were favored. The evaluation of the costs has proved the grid of

diagonal markings to be the most economical solution. Due to problems in road maintenance service and the development of ice on the road surface during the winter rised elements are not recommended.

For 2+1 cross section colored markings (traffic green) are recommended for separating opposing traffic. These contribute to the principle of recognizability, are accepted by Road Construction Authorities as well as drivers and have a long durability.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	7	4.7.2	B 67 - Nordrhein-Westfalen .....	52
<b>2</b>	<b>Literaturanalyse</b> .....	8	4.7.3	B 83 - Niedersachsen .....	53
2.1	Stand des Regelwerks .....	8	4.7.4	B 169 - Brandenburg.....	54
2.1.1	Nationale Richtlinien .....	8	<b>5</b>	<b>Ergebnisse</b> .....	57
2.1.2	Internationales Regelwerk .....	11	5.1	Geschwindigkeitsverhalten .....	57
2.1.3	Zusammenfassung .....	17	5.1.1	B 33 - Baden-Württemberg .....	57
2.2	Stand der Forschung .....	18	5.1.1.1	Lasermessungen .....	57
2.2.1	System Fahrer - Fahrzeug - Straße .....	18	5.1.1.2	Radar-Messungen .....	60
2.2.2	Geschwindigkeitsverhalten auf 2+1 Straßen .....	18	5.1.2	B 67 - Nordrhein-Westfalen .....	63
2.2.3	Überholverhalten auf 2+1 Straßen.....	19	5.1.2.1	Lasermessungen .....	63
2.2.4	Regelwidrige Überholungen auf 2+1 Straßen .....	20	5.1.2.2	Radarmessungen.....	65
2.2.5	Pulkverhalten auf 2+1 Straßen .....	21	5.1.3	B 83 - Niedersachsen .....	65
2.2.6	Spurverhalten in Zusammenhang mit der Fahrtrichtungstrennung.....	22	5.1.3.1	Lasermessungen .....	66
2.2.7	Elemente zur Fahrtrichtungstrennung.....	26	5.1.3.2	Radar-Messungen .....	66
2.2.8	Akzeptanz .....	29	5.1.4	B 169 - Brandenburg.....	67
2.2.9	Zusammenfassung .....	31	5.1.4.1	Lasermessungen .....	67
<b>3</b>	<b>Ziel der Untersuchung</b> .....	32	5.1.4.2	Radarmessungen.....	68
<b>4</b>	<b>Untersuchungsmethodik</b> .....	33	5.1.5	Zusammenfassung Geschwindig- keitsverhalten .....	69
4.1	Fahrverhalten .....	33	5.2	Spurverhalten.....	70
4.1.1	Geschwindigkeitsverhalten .....	33	5.2.1	B 33 - Baden-Württemberg .....	70
4.1.2	Spurverhalten.....	36	5.2.1.1	Spurlagen und Abstand zur Fahrtrichtungstrennung.....	70
4.1.3	Auswertung des Fahrverhaltens .....	37	5.2.1.2	Überfahrten der Fahrtrichtungstrennung.....	74
4.1.3.1	Geschwindigkeitsverhalten .....	38	5.2.1.3	Überfahrten des kritischen Wechselbereichs.....	74
4.1.3.2	Spurverhalten.....	39	5.2.1.4	Regelwidrige Überholungen.....	74
4.2	Regelwidrige Überholung.....	42	5.2.1.5	Abstand zur Fahrtrichtungstrennung - Überholfahrstreifen .....	74
4.3	Akzeptanz der Kraftfahrer .....	43	5.2.2	B 67 - Nordrhein-Westfalen .....	75
4.4	Erfahrungen der Straßenbau-und Verkehrsbehörden.....	45	5.2.2.1	Spurlagen und Abstand zur Fahrtrichtungstrennung.....	75
4.5	Unfallgeschehen .....	45	5.2.2.2	Überfahrten der Fahrtrichtungstrennung.....	80
4.6	Elemente zur Fahrtrichtungstrennung.....	46	5.2.2.3	Überfahrten des kritischen Wechselbereichs.....	80
4.7	Auswahl geeigneter Untersuchungsstrecken .....	47	5.2.2.4	Regelwidrige Überholungen.....	80
4.7.1	B 33 - Baden-Württemberg .....	49			

5.2.2.5 Abstand zur Fahrtrichtungstrennung - Überholfahrstreifen .....	81	<b>6</b>	<b>Schlussfolgerungen und Empfehlungen für die Umsetzung in das Regelwerk .....</b>	<b>113</b>
5.2.3 B 83 - Niedersachsen .....	81			
5.2.3.1 Spurlagen und Abstand zur Fahrtrichtungstrennung .....	81	<b>7</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>114</b>
5.2.3.2 Überfahrten der Fahrtrichtungstrennung .....	84	<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>118</b>
5.2.3.3 Überfahrten des kritischen Wechselbereichs.....	84		<b>Bilder .....</b>	<b>125</b>
5.2.3.4 Regelwidrige Überholungen.....	84		<b>Tabellen.....</b>	<b>128</b>
5.2.3.5 Abstand zur Fahrtrichtungstrennung - Überholfahrstreifen .....	85		<b>Anhang.....</b>	<b>131</b>
5.2.4 B 169 - Brandenburg.....	85			
5.2.4.1 Spurlagen und Abstand zur Fahrtrichtungstrennung .....	85			
5.2.4.2 Überfahrten der Fahrtrichtungstrennung .....	88			
5.2.4.3 Überfahrten des kritischen Wechselbereichs.....	88			
5.2.4.4 Regelwidrige Überholungen.....	88			
5.2.4.5 Abstand zur Fahrtrichtungstrennung - Überholfahrstreifen .....	88			
5.2.5 Zusammenfassung Spurverhalten .....	88			
5.3 Ergebnisse der Akzeptanzuntersuchung .....	90			
5.3.1 Verkehrsteilnehmerbefragung .....	90			
5.3.2 Erfahrungen der obersten und mittleren Straßenbaubehörden .....	97			
5.3.3 Einzelbefragung Straßenbehörden/ Straßenmeistereien.....	99			
5.4 Unfallgeschehen .....	107			
5.4.1 B 33 - Baden-Württemberg .....	107			
5.4.2 B 67 - Nordrhein-Westfalen .....	109			
5.4.3 B 83 - Niedersachsen .....	110			
5.4.4 B 169 - Brandenburg.....	110			
5.4.5 Zusammenfassung .....	112			

# 1 Einleitung

Die Europäische Kommission verabschiedete nach 2001 im Jahre 2009 erneut ein Konzept zur Erhöhung der Verkehrssicherheit. Damit strebt sie an, in den kommenden zehn Jahren die Anzahl der Verkehrstoten europaweit zu reduzieren. Im Jahr 2009 gab es europaweit noch 35.000 Verkehrstote, das sind 36 Prozent weniger als im Jahr 2001. In Deutschland ist die Zahl der Verkehrstoten um rund 40 Prozent zurückgegangen. Diese schon beachtlichen Ergebnisse sind auf die verschiedenen Maßnahmen, die sich auf unterschiedliche Bereiche der Verkehrssicherheit erstrecken, zurückzuführen (EUROPA, 2011).

Eine Verstärkung der Maßnahmen zur Erhöhung der Sicherheit in Deutschland soll im Bereich der Infrastruktur die Überarbeitung des deutschen Regelwerks leisten. Diese werden noch mehr als bisher schon die RAS-L, -Q und -K vor allem auf verkehrssichere Straßenentwürfe bzw. Entwurfsempfehlungen ausgelegt. Besonderer Schwerpunkt liegt dabei in der Durchsetzung der zulässigen Höchstgeschwindigkeiten und der Beeinflussung des Überholverhaltens, da hier das größte Sicherheitspotenzial vorliegt (LIPPOLD U. A., 2007; HARTKOPF / WEBER, 2005).

Um diese Ziele erreichen zu können, sind Entwurfsvorgaben für standardisierte und einfach begreifbare Fahr- und Straßenräume sowie Vorgaben für den Betrieb der Straßen erforderlich. Die im Entwurf befindlichen Richtlinien für die Anlage von Landstraßen (RAL) reduzieren daher die Anzahl der Regelquerschnitte und führen für jede Entwurfsklasse bestimmte Entwurfs- und Betriebsmerkmale in Lage und Höhe sowie für Knotenpunkte ein.

Für Landstraßen sehen die RAL künftig vier verschiedene Entwurfsklassen (EKL 1 bis 4) vor. Innerhalb einer solchen Entwurfsklasse soll das Erscheinungsbild der Straßen möglichst einheitlich sein. Straßen verschiedener Entwurfsklassen sollen sich deutlich voneinander unterscheiden. Mit der Ausprägung deutlich unterscheidbarer und wieder erkennbarer Straßentypen, soll der Kraftfahrer in der Lage sein, intuitiv die Bedeutung der Straße im Netz zu erkennen und sein Fahr- und Geschwindigkeitsverhalten in Abhängigkeit vom Entwurfsstandard anzupassen (RAL, ENTWURF 03/2008).

Erfahrungen aus der Praxis, aus Forschungsvorhaben und der Erfahrungsaustausch mit ausländischen Kollegen zeigten deutlich, dass das Konzept wiedererkennbarer Straßen (international häufig „selbsterklärend“ bezeichnet), nur erreicht werden kann, wenn die geometrische Gestaltung mit einer eindeutigen Markierung und Beschilderung einher geht.

Eine deutliche Beeinflussung des Fahr- und Überholverhaltens allein aus der Streckengeometrie ist bei realistischer Betrachtung wegen der baulichen Zwänge nur selten möglich (LIPPOLD U. A., 2006).

Die Gewährleistung sicherer Überholvorgänge nimmt in den RAL (FGSV, ENTWURF 03/2008) einen besonderen Stellenwert ein, da das Konzept der RAS-L (FGSV, 1995) der anteilig vorzuhaltenden Überholsichtweiten aufgegeben wird. An dessen Stelle rücken vollständig neue Anforderungen an Überholmöglichkeiten, die sich vor allem in der Gestaltung neuer Regelquerschnitte niederschlagen. Diese ermöglichen das Überholen vollständig, alternierend abschnittsweise oder gar nicht.

Um die Fahrtrichtungen sicher und wirksam voneinander zu trennen und dem Kraftfahrer zu signalisieren, auf welche Art das Überholen erlaubt ist, ist es nötig neben den verschiedenen Querschnitten auch unterschiedliche Fahrbahnmarkierungen vorzusehen, die nicht zuletzt zur Wiedererkennbarkeit der Straße beitragen sollen.

Gemäß den RAL (FGSV, ENTWURF 03/2008) ist für Straßen der Entwurfsklasse EKL 1 der Regelquerschnitt RQ 15,5 vorgesehen, der die Fahrtrichtungen mittels eines einen Meter breiten, verkehrstechnischen Mittelstreifens trennt. Die Ausbildung des verkehrstechnischen Mittelstreifens kann z. B. aus zwei profilierten Fahrstreifenbegrenzungslinien bestehen deren Zwischenraum farbig oder mit einer Schraffur ausgebildet werden kann. Alternativ ist die Anordnung aufragender Elemente (z. B. Sichtzeichen (Bischofsmützen), Leitschwellen, Markierungsknöpfe u.ä.) möglich.

Die vorliegende Untersuchung zielt darauf ab, auf der Grundlage von Kenntnissen über die Wirkung, Akzeptanz und Kosten zusätzlicher Elemente zur Fahrtrichtungstrennung und Querschnittsmarkierung eine geeignete und dauerhafte Form zur Kennzeichnung des verkehrstechnischen Mittelstreifens zu ermitteln und zu empfehlen.

Dazu werden nationale und internationale Erfahrungen in Bezug auf Wirksamkeit, Akzeptanz und Sicherheit bereits realisierter Gestaltungsvarianten von Fahrtrichtungstrennungen analysiert, eigene erarbeitet und hinsichtlich des Fahrverhaltens und der Verkehrssicherheit bewertet. In die Bewertung sollen Erfahrungen aus den Straßenbauverwaltungen bzgl. Wirtschaftlichkeit und Betriebsdienstfreundlichkeit einfließen.

## 2 Literaturanalyse

### 2.1 Stand des Regelwerks

#### 2.1.1 Nationale Richtlinien

Seit dem Jahr 2000 ist eine generelle Neustrukturierung des deutschen Regelwerks in Bearbeitung. Für Straßen außerhalb bebauter Gebiete (Kategoriengruppe A) und für anbaufreie Straßen innerhalb bebauter Gebiete (Kategoriengruppe BII und B III), die bisher in den sektoralen Entwurfsrichtlinien RAS-L, RAS-Q, RAS-K-1 und RAS-K-2 berücksichtigt wurden, sollen zukünftig die Richtlinien für die Anlage von Landstraßen RAL und die Richtlinien für die Anlage von Autobahnen RAA eingesetzt werden (DER ELSNER, 2008).

Als Hintergrund für die Überarbeitung der Richtlinien sind nach HARTKOPF/WEBER (2005) neben den Forderungen der Europäischen Kommission, die Anzahl der Verkehrstoten zu reduzieren, folgende zu nennen:

- Durch eine Vielzahl neuer Forschungserkenntnisse gelten die in sektoralen Entwurfsrichtlinien beschriebenen Empfehlungen als veraltet.
- Die Anwenderfreundlichkeit der getrennten Behandlung von Linienführung, Querschnittsgestaltung und Knotenpunktausbildung erwies sich als unpraktikabel.
- Zahlreiche Festlegungen, besonders in der RAS-L 1995, basieren auf zu detaillierten fahrdynamischen Modellen, die u. a. komplizierte Berechnungen enthalten und nicht hinreichend begründet werden können.
- Für Entwurfselemente werden in den verschiedenen Regelwerken lediglich Regelungen zu Grenzwerten getroffen, eine wechselseitige Abstimmung zwischen den Entwurfselementen fehlt und führt somit zu einer Vielzahl von Gestaltungsvarianten.

Ziel der neuen Richtlinien ist es, Entwurfselemente nach Entwurfsklassen kategoriebezogen festlegen, „sodass ausgewogene differenzierte Fahrräume entstehen, aus deren Erscheinungsbild [...] das aus Sicherheitsgründen erwünschte Fahrverhalten ersichtlich ist“ (DER ELSNER, 2008).

Das Konzept der Entwurfsklassen soll flexibel anwendbar, unkompliziert und verständlich sein. Dem Verkehrsteilnehmer sollen die unterschiedlichen Netzfunktionen der Straßen anhand von Wiedererkennungsmerkmalen verdeutlicht werden, sodass er in der Lage ist, sein Fahr- und Geschwindigkeitsverhalten in Abhängigkeit von der Straßenbedeutung anzupassen. Ein Wiedererkennungsmerkmal kann dabei nur etwas sein, das vom Kraftfahrer kontinuierlich wahrgenommen werden kann. Besonders gut eignet sich dafür die durchgängig vorhandene Straßenmarkierung.

### RAL - Richtlinien für die Anlage von Landstraßen (FGSV, Entwurf 03/2008)

Durch die beschriebene Neustrukturierung sind im Bereich der Landstraßen künftig vier Entwurfsklassen (EKL 1 - EKL 4) vorgesehen.

Entwurfsklasse	Straßenkategorie Verbindungsfunktion
EKL 1	LS I großräumige Straßenverbindung
EKL 2	LS II überregionale Straßenverbindung
EKL 3	LS III regionale Straßenverbindung
EKL 4	LS IV nahräumige Straßenverbindung

Tab. 2.1: Entwurfsklassen, Straßenkategorien und Verbindungsfunktion von Landstraßen nach RAL (FGSV, ENTWURF, 03/2008)

Die maßgebende Entwurfsklasse EKL 1 – EKL 4 (vgl. Tab. 2.1) ergibt sich auf Basis der Funktion einer Straße im Netz, der Straßenkategorie, des Streckentyps, des Verkehrsaufkommens und aus Umfeldbelangen. Straßen einer Entwurfsklasse sollen sich deutlich von Straßen anderer Entwurfsklassen unterscheiden, innerhalb ihrer Klasse aber möglichst einheitlich gestaltet werden.

Die Entwurfsklasse bestimmt Grenz- und Richtwerte für die Entwurfs- und Betriebselemente der jeweiligen Straße und tritt somit an die Stelle der bisher für den Entwurf zu wählenden Entwurfsgeschwindigkeit  $V_e$ .

Die RAL (FGSV, ENTWURF 03/2008) legen für jede Entwurfsklasse Regelquerschnitte fest:

Für Straßen der Entwurfsklasse EKL 1 sind nach Bild 2.1 einbahnig, dreistreifige Straßen des Regelquerschnitts RQ 15,5 mit einer wechselseitigen Folge von Überholfahrstreifen vorgesehen.

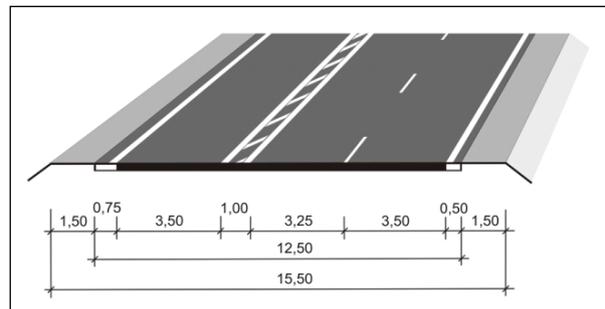


Bild 2.1: Regelquerschnitt RQ 15,5 nach RAL (FGSV, ENTWURF 03/2008)

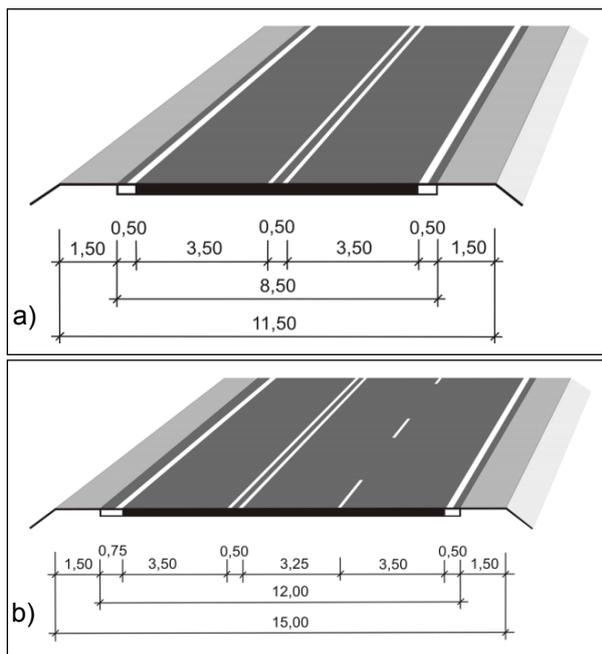
Dabei stellt eine Verengung von zwei auf einen Fahrstreifen eine „kritische Wechselstelle“ und eine Aufweitung von einem Fahrstreifen auf zwei eine „unkritische Wechselstelle“ dar. Dadurch entsteht auf „etwa 40 % jeder Fahrtrichtung eine verkehrrechtlich eindeutige, gesicherte Überholmöglichkeit“ (FGSV, ENTWURF, 03/2008).

Beide Fahrtrichtungen sind grundsätzlich durch zwei ununterbrochene Fahrstreifenbegrenzungen

voneinander abgetrennt. Diese soll so ausgeführt werden, dass sich einschließlich der 0,15 m breiten Fahrstreifenbegrenzung ein verkehrstechnischer Mittelstreifen mit einer Breite von 1,00 m ergibt. Die Fläche zwischen den weißen Linien sollte als Sperrfläche oder in einem auffälligen Grün gekennzeichnet werden. Dabei können zur Unterstützung der Richtungstrennung von der Fahrbahn aufragende Elemente wie überfahrbare Leitschwellen mit Schichtzeichen (Bischofsmützen) aufgebracht werden.

Der RQ 15,5 ist für Verkehrsbelastungen bis 19.000 Kfz/24h vorgesehen, die Verknüpfungen mit dem gleichrangigen oder nachgeordneten Netz erfolgen plan- oder teilplanfrei. Dem Entwurf wird wegen der Netzfunktion und den damit verbundenen Fahrweiten eine planerisch angemessene Geschwindigkeit von 110 km/h zugrunde gelegt. Diese als zulässige Höchstgeschwindigkeit ( $V_{zul}$ ) anzuordnen kann zweckmäßig sein.

Straßen der Entwurfsklasse EKL 2 werden mit dem, im Bild 2.2 dargestellten Regelquerschnitt RQ 11,5+ ausgestattet. Dieser zweistreifige Querschnitt, für einen DTV bis zu 17.000 Kfz/24h, wird auf Teilstrecken abschnittsweise mittels zusätzlicher Überholfahrstreifen dreistreifig aufgeweitet.



**Bild 2.2:** Regelquerschnitt 11,5+ a) ohne Überholfahrstreifen; b) mit Überholfahrstreifen (RAL ENTWURF 03/2008)

Für jede Fahrtrichtung sollten 20 % verkehrstechnisch eindeutige, gesicherte Überholmöglichkeiten bestehen. Auf Grund der Straßenkategorie und der Verbindungsfunktion und der regelmäßigen Trennung des Fahrtrichtungsverkehrs liegt dem Entwurf eine planerisch angemessene Geschwindigkeit von 100 km/h zugrunde. Knotenpunkte sollten in dieser Entwurfsklasse vorzugsweise teilplangleich oder als Einmündungen mit Lichtsignalanlage ausgebildet und auf eine  $V_{zul} = 70$  km/h beschränkt werden.

Von der Beschreibung der Ausbildung der Entwurfsklassen EKL 3 und EKL 4 wird an dieser Stelle abgesehen und auf die RAL verwiesen, da diese nicht zum Gegenstand des Projektes gehören. Aus Gründen der Vollständigkeit ist in diesem Zusammenhang noch zu erwähnen, dass bei Straßen der Entwurfsklassen EKL 1 bis EKL 3 bei sehr hohen Verkehrsbelastungen, z. B. in der Nähe von Siedlungsgebieten, ein Regelquerschnitt RQ 21 auf kurzen Streckenabschnitten (bis ca. 15 km) erforderlich sein kann.

### **M EKLBEST - Merkblatt für die Übertragung des Prinzips der Entwurfsklassen auf bestehende Straßen (FGSV, ENTWURF 10/2009)**

Die Neustrukturierung, die auszugsweise beschrieben wurde, kann auf das bestehende Straßennetz nur Schritt für Schritt übertragen werden. Um das Ziel standardisierter und möglichst wiedererkennbarer Straßen zu erreichen, muss im Anpassungsprozess des vorhandenen Netzes auf vielfältige Randbedingungen Rücksicht genommen werden. Strategien für diesen Anpassungsprozess sind zukünftig im „Merkblatt für die Übertragung des Prinzips der Entwurfsklassen auf bestehende Straßen - M EKLBEST (FGSV, ENTWURF 10/2009)“ geregelt.

Wurde eine im Bestand vorhandene Straße nach RIN (FGSV, 2009) der EKL 1 zugeteilt, so ist bei der Übertragung des Prinzips die zur Verfügung stehende Querschnittsbreite von Bedeutung.

Bei geringerer Querschnittsbreite als den in den RAL (FGSV, ENTWURF 03/2008) angegebenen Regelmaßen, soll zuerst der rechte Fahrstreifen der zweistreifigen Richtung und dann der Fahrstreifen der einstreifigen Richtung um jeweils 0,25 m verschmälert werden. Besteht weiterer Platzbedarf, sollen jeweils die Randstreifen (zuerst neben der einstreifigen Richtung, dann neben der zweistreifigen Richtung und dann erneut neben der einstreifigen Fahrtrichtung) um 0,25 m verkleinert werden. Als dritter Schritt ist die Reduzierung der Mittelstreifenbreite um 0,25 m angegeben.

Ist die vorhandene Querschnittsbreite größer als das in den RAL (FGSV, ENTWURF 03/2008) angegebene Regelmaß, so soll zuerst eine Verbreiterung des Randstreifens neben der zweispurigen Richtung, dann neben der einspurigen Fahrtrichtung, dann erneut neben der zweispurigen Richtung und folglich neben der einspurigen Richtung um 0,25 m erfolgen. Weiterhin kann eine Verbreiterung der Fahrstreifen (zuerst der linke im der zweistreifigen Fahrtrichtung, dann Fahrstreifen in der einstreifigen Fahrtrichtung, dann rechter Fahrstreifen in der zweistreifigen Fahrtrichtung) um 0,25 m vorgenommen werden. Bei weiterhin vorhandenem Platzangebot wird eine erneute Verbreiterung des Randstreifens neben der einstreifigen Fahrtrichtung um 0,25 m vorgeschlagen.

Demnach ist ein wesentliches Widererkennungsmerkmal der EKL 1 die Fahrbahnaufteilung mit

dem, zur Fahrtrichtungstrennung angeordneten verkehrstechnischen Mittelstreifen sowie der damit einhergehenden, kontinuierlich sichtbaren Längsmarkierung.

### StVO - Straßenverkehrs- Ordnung

Nach der Straßenverkehrs- Ordnung (StVO) sind Markierungen als Verkehrszeichen definiert und dienen dazu, die Sicherheit und Leistungsfähigkeit des Verkehrs zu erhöhen. Ihre Anordnung ist gesetzlich in der Straßenverkehrs- Ordnung (BMVBS, 1970, FASSUNG 2009) bzw. in der Verwaltungsvorschrift (VwV-StVO) geregelt.

Verkehrszeichen sind nach § 39 (2) bis (5) der StVO in Gefahrenzeichen, Vorschriftzeichen, Richtzeichen, Zusatzzeichen und Markierungen einzuteilen. Letztere sind Grundsätzlich weiß und nur als vorübergehende gültige Markierungen gelb auszuführen. Gelbe Markierungen können aus Markierungsknopfreihen, Markierungsleuchtknopfreihen, Leitschwellen oder Leitborden bestehen.

Markierungen können nach § 41 Abs. 1 (StVO) auch Ge- oder Verbote darstellen. Diese Vorschriftzeichen, nach Anlage 2 zu § 41 Abs. 1 (StVO), sind von jedem Verkehrsteilnehmer zu befolgen. Dazu gehören u. a. Zeichen 295 - Fahrstreifenbegrenzung und Fahrbahnbegrenzung, Zeichen 297.1 - Vorankündigungspfeil und Zeichen 298 - Sperrfläche.

Der Vorankündigungspfeil kündigt eine Fahrstreifenbegrenzung oder das Ende eines Fahrstreifens an. Die Ausführung kann aus Gründen der besseren Erkennbarkeit für die Kraftfahrer von der in Bild 2.3 dargestellten Form abweichen. Die Ausführung gibt das BMVBS noch bekannt.



**Bild 2.3: Zeichen 297.1 (li), Zeichen 295 (re) (StVO)**

Das Zeichen 295 darf von Fahrzeugen „auch nicht teilweise überfahren“ werden (Anlage 2 zu § 41 Abs. 1, StVO). Sie trennt den für den Gegenverkehr bestimmten Teil der Fahrbahn ab. Ist je Richtung mehr als ein Fahrstreifen vorhanden, so ist diese Trennung nach VwV StVO i.d.R. als doppelte Fahrstreifenbegrenzung auszuführen.

Ebenso vom Verkehrsteilnehmer nicht zu befahren sind nach § 43 Abs. 3 (StVO) „die durch Verkehrseinrichtungen (Anlage 4, Nr. 1 bis 7) gekennzeichneten Straßenflächen“. Zu diesen Verkehrseinrichtungen gehören u. a. Zeichen 628 und 629 Leitschwelle bzw. Leitbord mit Leitbake. Beide haben die Funktion einer vorübergehenden gültigen Markierung (Anlage 4 zu § 43 (3) StVO).

Die VwV StVO regelt in § 39 bis § 43 im Abschnitt IV „Allgemeines zu Markierungen“, dass diese „nach den Richtlinien für die Markierung von Straßen auszuführen“ sind. Zu § 43 (3) Anlage 4 (1) heißt es zusätzlich: „Die Sicherung von Arbeitsstellen und der Einsatz von Absperrgeräten erfolgt nach den Richtlinien für die Sicherung von Arbeitsstellen - RSA (FGSV, 1995)“.

### RMS - Richtlinien für die Markierung von Straßen

Nach RMS (FGSV, 1980/1993) werden Fahrbahnmarkierungen verwendet, um den Verkehr zu regeln, die Verkehrsteilnehmer zu warnen und optisch zu führen. Markierungen sind damit ein maßgebliches Mittel, um den vorhandenen Straßenraum zu gliedern und dessen Merkmale zu verdeutlichen. Sie vermitteln Verkehrsregeln und erleichtern die Verkehrsführung. Markierungen sind weiß und können neben Längs- und Quermarkierungen Linien, Sperrflächen, Pfeile, Schriftzeichen und Piktogramme darstellen. Auf einer zusammengehörigen Fläche sollen sie möglichst gleichartig sein und folgende Eigenschaften besitzen:

- hohe Tagsichtbarkeit (Kontrast zur Fahrbahndecke)
- hohe Nachtsichtbarkeit (Retroreflektion)
- Griffbarkeit
- Geometrie (randscharf und vollflächig gleichmäßig)
- Haltbarkeit

Markierungen bestehen aus einem Breit (B)- oder Schmalstrich (S). Auf Autobahnen und Kraftfahrstraßen beträgt die Strichbreite (S) = 0,15 m und (B) = 0,30 m, auf allen anderen Straßen ist ein Strichbreite von (S) = 0,12 m und (B) = 0,25 m angegeben.

Da Markierungen dem Stand der Technik entsprechen und verkehrssicher beschaffen sein müssen, wird auch dieses Regelwerk derzeit überarbeitet. Für weitere Ausführungen zu Markierungen sowie für Prüfverfahren zur Qualitätssicherung stehen folgende Richtlinien und Merkblätter zu Verfügung:

- TL M 06 - Technische Lieferbedingungen für Markierungsmaterialien (FGSV, 2006B) regeln die Anforderungen an die Lieferung von dauerhaften (weißen) und vorübergehenden (gelben) Markierungsmaterialien auf Straßen. Weiterhin geben sie Auskunft über Eigenschaften von Sichtzeichen (Bischofsmützen).
- ZTV M 02 - Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Markierungen auf Straßen (FGSV, 2002) beinhaltet Regelungen zu Anforderungen an Prüfverfahren (Sichtbarkeit, Griffbarkeit), Einsatz- und Applikationskriterien, der Demarkierung, der Gewähr-

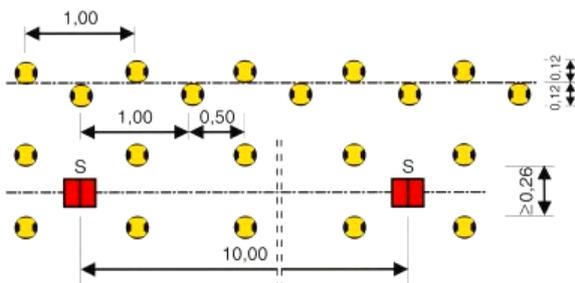
leistung und Abrechnung von Markierungsstoffen.

- Die Normen DIN EN 1436 (DIN, 2009) „Anforderungen an Markierungen auf Straßen“ und DIN EN 1790 (DIN, 1998) „Vorgefertigte Markierungen“ enthalten Bestimmungen für lichttechnische Eigenschaften bei unterschiedlichen Fahrbahnzuständen und Griffigkeitsanforderungen dauerhafter und vorübergehend gelber Markierungen.

### RSA - Richtlinien für die Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen

Die RSA (FGSV, 1995), die derzeit überarbeitet werden, regeln in Deutschland die verkehrsrechtliche Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen.

Im Teil A „Allgemeines“ heißt es, dass vorübergehende Markierungen in der nach StVO und RMS festgelegten Form in gelber Markierung oder gelben Markierungsknopfreihen auszuführen sind.

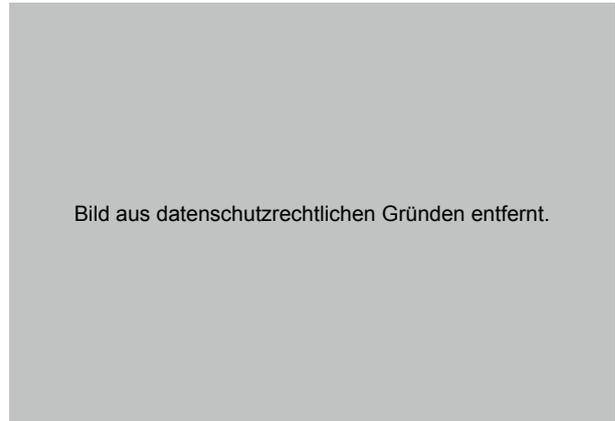


**Bild 2.4:** doppelte Fahrstreifenbegrenzung aus Markierungsknopfen und ggf. kleinen Sichtzeichen nach RSA (FGSV, 1995)

Zur Trennung des Gegenverkehrs bei Fahrbahnen mit mehr als einem Fahrstreifen ist somit eine gelbe, doppelte Fahrstreifenbegrenzung vorgesehen. Werden Doppelreihen aus Markierungsknopfen und ggf. kleine Sichtzeichen zur Trennung von entgegenkommenden (Behelfs-) Fahrstreifen eingesetzt, sind diese wie in Bild 2.4 auszuführen.

Im Abschnitt 5 der RSA „Bauliche Elemente“ wird darauf hingewiesen, dass zur Erhöhung der Leitwirkung und zur Reduzierung der Folgen von Verkehrsunfällen ergänzend zu den Markierungen durchgehend bauliche Elemente eingesetzt werden können. Dazu zählen z. B. Leitschwellen, die mindestens 250 mm breite, 25 - 120 mm hohe und ca. 1,00 m lange Einzelelemente haben (vgl. Bild 2.5). Diese Elemente werden miteinander verbunden und durch Leitbaken ergänzt. Es entsteht ein durchgehendes Längselement.

Weitere Ausführungen zu den Anforderungen an Gestaltung, Konstruktion und Lagestabilität von Leitelementen sind in den Technischen Lieferbedingungen für bauliche Leitelemente (TL- Leitelemente - FGSV, 1997) enthalten.



**Bild 2.5** Leitschwellen mit kleinen Leitbaken (www.herbert-sauer.de)

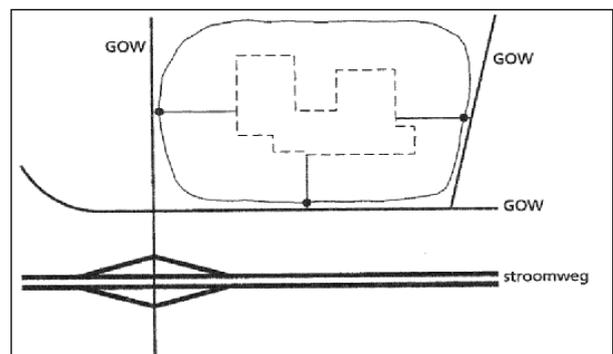
### 2.1.2 Internationales Regelwerk

Querschnitte mit der Betriebsform 2+1 werden zunehmend auch im Ausland für die Gewährleistung sicherer Überholmöglichkeiten verwendet. Das Konzept standardisierter und wieder erkennbarer Straßen hingegen wird bisher nur in den Niederlanden und in Dänemark verfolgt.

#### Niederlande

Die Niederlande setzen das Prinzip wieder erkennbarer Straßen mit der Gliederung von drei Straßentypen (vgl. Bild 2.6) um (C.R.O.W., 2002A). Dazu zählen:

- Hauptverkehrsstraßen (nationale und regionale Stroomwegen (autosnelweg))
- Erschließungsstraßen (Gebiedsontsluitingsweg, GOW Typ I und II)
- Verbindungsstraßen (Erftoegangswegen, EWT Typ I und II)



**Bild 2.6:** Straßenkategorien der Niederlande (C.R.O.W., 2002A)

**Hauptverkehrsstraßen** sind für eine zuverlässige Abwicklung von relativ großen Verkehrsstärken mit hoher Durchschnittsgeschwindigkeit ausgebildet. Sie werden in nationale (TYP I) und regionale Durchgangsstraßen (TYP II) gegliedert.



**Bild 2.7: Richtungstrennung von Stroomwegen in den Niederlanden (RIPCORD I SEREST, 2006)**

Die zulässige Höchstgeschwindigkeit nationaler Stroomwegen beträgt 120 km/h, die regionaler 100 km/h. Die nationalen Stroomwegen werden zweibahnig zweistreifig (2x2) ausgebildet. Regionale Stroomwegen können nach C.R.O.W. (2008) wie folgt ausgebildet sein:

- RSW 2x2 zweibahnig zweistreifig mit baulicher Richtungstrennung (vgl. Bild 2.7, links)
- RSW 2x1+1 zweibahnig einstreifig mit Überholfahrstreifen und baulicher Richtungstrennung (vgl. Anhang 1)
- RSW 2x1 zweibahnig einstreifig mit baulicher Richtungstrennung
- RSW 1x2+1 einbahnig zweistreifig mit Überholfahrstreifen und verkehrstechnischer Richtungstrennung (vgl. Anhang 1)
- RSW 1x2 einbahnig zweistreifig mit verkehrstechnischer Richtungstrennung (vgl. Bild 2.7 rechts)

**Erschließungsstraßen (GOW)** können wie regionale Stroomwegen (RSW) ausgebildet werden. Anstatt der baulichen Richtungstrennung werden bei den zweibahnigen Gebietserschließungsstraßen (TYP I) zur Trennung der Fahrrichtungen Mittelstreifen (middelberm) eingesetzt (vgl. Bild 2.8, links). Auf einbahnigen GOW - Typ II Straßen werden durchgehende bzw. unterbrochene, doppelte Fahrstreifenbegrenzungslinien vorgesehen (vgl. Bild 2.8, rechts).



**Bild 2.8: Richtungstrennung von GOW- Straßen in den Niederlanden (C.R.O.W., 2008)**

GOW- Straßen dienen der Erschließung von ländlichen und städtischen Gebieten, wobei sie nicht für den landwirtschaftlichen oder langsam fahrenden Verkehr freigegeben sind. Diese sind auf parallel angelegten Straßen zu führen. Die zulässige Höchstgeschwindigkeit auf GOW- Straßen beträgt außerhalb bebauter Gebiete 80 km/h, darüber hinaus herrscht kein generelles Überholverbot.

Bisher gab es in den Niederlanden nur Querschnitte der Form 2x1+1 (zweibahnig einstreifig mit zusätzlichen Überholfahrstreifen) oder 1x2+1 (einbahnig zweistreifig mit zusätzlichen Überholfahrstreifen). Diese Überholfahrstreifen waren jeweils nur für eine Richtung nutzbar. Am Ende der Überholfahrstreifen kam es zu Verkehrsstauungen, so dass die Kapazität von Querschnitten mit Überholfahrstreifen annähernd die gleiche war, wie die der Querschnitte ohne Überholmöglichkeit (WESTDIJK, 2008).

Erste positive Erfahrungen mit der **Querschnittsform 2+1** wurden in den Niederlanden auf der N 50 zwischen der Zwolle (A 28) und Kampen gewonnen. Auf diesem „Driestrooksweg“ ist die mittlere Fahrspur abwechselnd von beiden Fahrtrichtungen nutzbar. Über die Variante der Mittelstrennung auf dieser Strecke wurde in den Niederlanden lange diskutiert (SCHERMERS/VAN DER HOEK, 2004). Vorgesehen war die Errichtung von Stahlseil-Barrieren (Pflöcke mit gespannten Stahlseilen vgl. Bild 2.11). Diese Form der Richtungstrennung stieß in der Bevölkerung auf großen Widerstand, vor allem bei Motorradfahrern. Die Fahrtrichtungen der genannten Strecke sind nun mit einer Betonschutzwand getrennt.

Regelungen zur Anwendung von 2+1 Querschnitt sind im 2008 veröffentlichten Regelwerk „Tweestrooksweg met inhaalstroken“ (C.R.O.W., 2008), das die bisher gültigen Entwurfsrichtlinien um Querschnitte mit Überholfahrstreifen ergänzt, enthalten. In Tab. 2.1 sind diese Querschnittstypen zusammengefasst.

Straßentyp	Querschnittsform	Richtungstrennung	Maße [m]		Geschwindigkeit [km/h]
			Richtungstrennung ohne FB-Begrenzung	Richtungstrennung mit FB-Begrenzung	
<b>Stroomwegen</b>					
TYP II	2x1+1	Mittelstreifen	3,40	3,80	100
		Betonschutzwand	3,15	3,55	
	1x2+1	Stahlseil-Barriere	2,70	3,10	
		grüne Markierung	0,80	1,20	
<b>GOW</b>					
TYP I	2x1+1	Mittelstreifen	3,00	3,60	80
TYP II	1x2+1	doppelte Fahrstreifenbegrenzung	0,80	1,10	

Tab. 2.1: Zusammenfassung der Querschnittstypen der Niederlande (C.R.o.w., 2008)

Aus Gründen der Vollständigkeit soll an dieser Stelle auch der dritte niederländische Straßentyp Erwähnung finden. Die Erftoegangswegen sind Landstraßen, welche eine eingeschränkte Verkehrsfunktion haben und i.d.R. ohne Fahrtrichtungstrennung ausgebildet sind. Die zulässige Höchstgeschwindigkeit beträgt auf diesen Straßen 60 km/h.

### Dänemark

Laut dem dänischen Regelwerk Trafikarealer, Land - Tværprofiler - Håndbog“ (VEJDIREKTORATET, 2006A) werden Landstraßen nach ihrer Funktion in Gennemfartsvej (Schnellstraßen), Fordelingsvej (Erschließungsstraßen) und Lokalvej (Lokal- oder Ortsstraßen) gegliedert. Diese Klassifikation soll auf lange Sicht zu selbsterklärenden Straßen führen (RIPCORDEREST, 2006).

Eine Vielzahl der dänischen Straßen gilt aufgrund lokaler Gegebenheiten als multifunktional, wodurch eine weitere Unterkategorisierung notwendig wurde. Dabei handelt es sich nach Tab. 2.2 um unterschiedliche Geschwindigkeitsklassen die für festgelegte Querschnitte definiert sind.

Hastighedsklasse	Betegnelse	Ønsket hastighed
Høj	H <sup>+</sup>	120-130 km/h
	H	90-110 km/h
Middel	M <sup>+</sup>	80 km/h
	M	60-70 km/h
Lav	L <sup>+</sup>	40-50 km/h
	L	30 km/h

Tab. 2.2: Geschwindigkeitsklassen in Dänemark (VEJDIREKTORATET, 2006A)

Diese festgelegten Querschnitte setzen sich zusammen aus:

- 6 Fahrstreifen,
- 4 Fahrstreifen,
- 2 + 1 Fahrstreifen (“Two plus one”),
- 2 Fahrstreifen und
- 2 - 1 Fahrstreifen (“Two minus one”),

wobei insgesamt 18 verschiedene Varianten für die Anordnung von Straßen entstehen. Allen 18 Varianten ist in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit eine bestimmte Ausstattung zugeordnet. Für Querschnitte der Betriebsform 2+1 sind im Regelwerk drei Typen definiert (vgl. Bild 2.9).

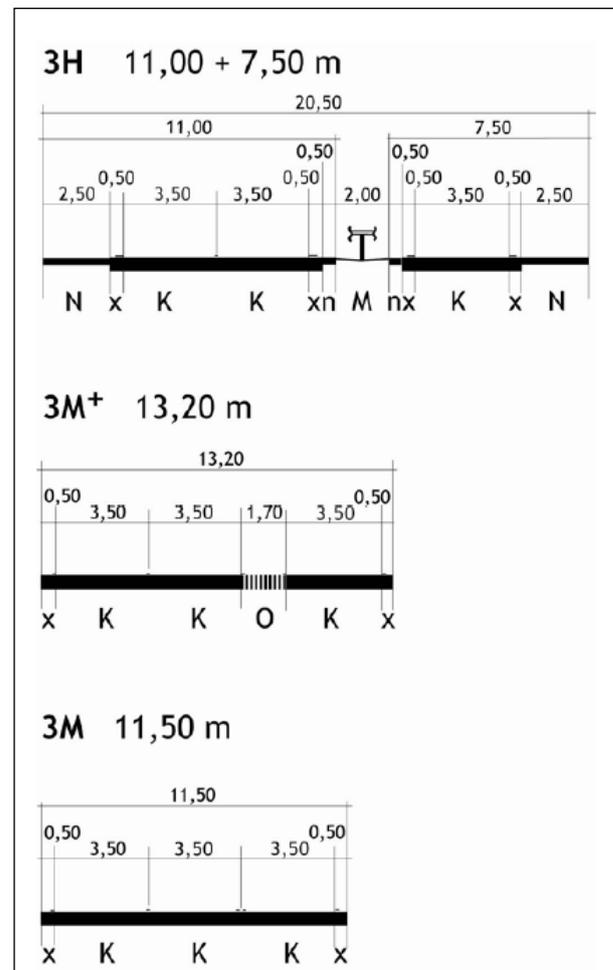


Bild 2.9: Regelquerschnitte für 2+1 Straßen in Dänemark (VEJDIREKTORATET, 2006A)

Jedem Querschnittstyp wird eine hohe bzw. mittlere Geschwindigkeitsklasse zugeteilt. Auf dem Regelquerschnitt 3H (vgl. Bild 2.10) kann bei einer baulichen Fahrtrichtungstrennung eine Geschwindigkeit zwischen 90 und 110 km/h angeordnet werden.



**Bild 2.10: 2+1 Straße in Dänemark, Querschnittstyp 3H (VEJDIREKTORATET, 2006B)**

Der Querschnitt 3M<sup>+</sup> ist mit einem 1,70 m breiten, verkehrstechnischen Mittelstreifen ausgestattet. Dieser ist mit „rumble strips“ versehen, welche im Fall einer regelwidrigen Überfahrt für eine haptische Rückmeldung sorgen. Die zulässige Höchstgeschwindigkeit beträgt 80 km/h.

Für den 11,5 m breiten Querschnitt 3M sind im Regelwerk zulässige Geschwindigkeiten zwischen 60 und 70 km/h angegeben. Zu Trennung des Richtungsverkehrs werden doppelte Fahrstreifenbegrenzungslinien aufgebracht.

### Schweden

In Schweden wurde in der Zeit zwischen 1955 und 1980 eine Vielzahl von Straßen mit einer Querschnittsbreite von 13,00 m angelegt. Diese Straßen wiesen eine Fahrstreifenbreite von 3,50 m und einen als Notfallstreifen geplanten Seitenstreifen von 3,00 m auf. Dieser Seitenstreifen wurde zunehmend von den Kraftfahrern als separate Spur genutzt, was in Konsequenz zu einem Sicherheitsrisiko wurde, da die Breite der Straße zum Schnellfahren verleitete und zum Überholen trotz Gegenverkehr einlud.

Im Jahre 1997 entstand in Schweden, als Grundlage für die zukünftige Verkehrssicherheitsarbeit, die so genannte „Vision Zero“. Die Vision hat den ethischen Hintergrund, dass niemand im Straßenverkehr getötet oder schwer verletzt werden sollte. Da nahezu ein Viertel aller Verkehrstoten auf 13,00 m breiten Landstraßen starben, ist die Umgestaltung dieser Straßen zu einbahnig dreistreifigen Fahrbahnen mit Stahlseil-Barrieren (vgl. Bild 2.11) als Fahrtrichtungstrennung als beispielhaft für diese „Vision Zero“ anzusehen (TRB, 2009).



**Bild 2.11: 2+1 Straße in Schweden mit Stahlseil-Barrieren (TRB, 2003)**

Die erste Straße, die nach diesem Prinzip ausge-

staltet wurde, war die E4 nördlich von Gävle. Die Strecke wurde zuerst als Pilotstrecke für die Dauer von einem Jahr für den Verkehr freigegeben. Das Resultat der Umgestaltung war ein Rückgang der Unfälle mit Schwerverletzten aufgrund der Gewährleistung sicherer Überholvorgänge (VÄGVERKET, 2006).

Die Abbildungen zur Querschnittsauteilung enthält Anhang 1.

Nach (LARSSON U. A., 2003) wurden bis 2002 insgesamt rund 630 km der 13,00 m breiten Straßen in 2+1 Straßen mit Stahlseil-Barriere zur Trennung der Fahrtrichtungen umgewandelt.

Diese Umgestaltung hatte folgende Auswirkungen auf das Unfallgeschehen:

Bei zweistreifigen Straßen (13,00 m), die autobahnähnlich betrieben wurden (planfreie Knotenpunkte), führte die Umwandlung zu einer Reduktion der Unfälle mit Getöteten und Schwerverletzten von etwa 45 bis 50 %. Dabei wurden alle Unfalltypen betrachtet. Unfälle mit Getöteten wurden bis zu 90 % reduziert.

Bei den o. g. mit 13,00 m überbreiten Straßen ohne Fahrtrichtungstrennung konnte die Zahl der Unfälle mit Getöteten und Schwerverletzten von 35 bis 50 % reduziert werden. Dabei wurden ebenfalls alle Unfalltypen betrachtet. Unfälle mit Getöteten geschehen bis zu 76 % weniger.

Die Verbesserung der Sicherheit ist auf die Reduzierung der Aufprallenergie, die durch das Anfahren der Stahlseil-Barriere geringer ist als bei einem entgegenkommenden Fahrzeug oder festen Objekt am Straßenrand zurückzuführen. Wenn es zum Unfall kommt und ein Fahrzeug in die Stahlseil-Barriere fährt entstehen meist leichte oder keine Verletzungen, was zur Erhöhung der Anzahl der Unfälle mit leichtem Personenschaden oder Sachschaden führte.

Auch innerhalb Arbeitszone bei Reparaturen ist die Sicherheit das wichtigste Anliegen. Reparaturen werden mit einem „Truck Mounted Attenuator (TMA)“ vom Fahrzeug aus durchgeführt. Die Überholspur wird gesperrt und für jede Richtung nur ein Fahrstreifen freigegeben. Ein gravierender Vorfall geschah als ein Pkw mit hoher Geschwindigkeit in diese Straßensperreinrichtung fuhr und verunfallte. Andere Bedenken sind Straßensperren im Notfall und bei Durchführung von Einsatzfahrten.

Bei der baulichen Trennung mit Stahlseil-Barrieren werden folgende Anforderungen an die Wartung gestellt:

- Minimierung der Reparaturen durch regelmäßige Kontrolle der Fahrbahn und Brücken, um Anzahl der Umleitungen gering zu halten
- Leitpfosten waschen etc. soll bei niedrigen Verkehrsaufkommen durchgeführt werden

- Schnee sollte so geräumt werden, dass auf jeder Seite neben der Stahlseil-Barriere mind. 0,4 m frei und somit die Markierungen sichtbar sind.

Seit Januar 2008 sind rund 1.800 km der so genannten „collision-free roads“ für den Verkehr freigegeben (CARLSSON, 2009). Die Fahrrichtungen werden auf allen 2+1 Straßen durch Stahlseil-Barrieren voneinander getrennt (vgl. Bild 2.11).

### Irland

Auch in Irland werden die Fahrrichtungen von 2+1 Straßen ebenfalls durch Stahlseil-Barrieren voneinander getrennt. Dieses System wurde aufgrund der positiven Erfahrungen, die in Schweden mit dieser Art von Richtungstrennung gemacht wurden, eingeführt (NRA, 2004).



**Bild 2.12: 2+1 Straße in Irland mit Stahlseil-Barrieren (NRA, 2004)**

Insgesamt waren im Jahr 2004 vier 2+1 Straßen mit diesem System ausgestattet. Die Querschnittsaufteilung befindet sich in Anhang 1.

### Finnland

Die erste Straße mit einem 2+1 Querschnitt in Finnland wurde 1991 für den Verkehr freigegeben. In dieser Zeit galt es einen Kompromiss zwischen der Verkehrsqualität von Autobahnen und der Kostenersparnis beim Neu- und Ausbau von zweistreifigen Straßen zu finden (TRB, 2003).

Straßen mit einem Überholfahrstreifen wurden entweder mit einer doppelten Fahrstreifenbegrenzung oder mit einer baulichen Richtungstrennung (Stahlkonstruktion) ausgestattet (vgl. Bild 2.13).



**Bild 2.13: 2+1 Straße in Finnland mit doppelter Fahrstreifenbegrenzung (TRB, 2003) bzw. baulicher Richtungstrennung (TIEHAL-**

### LINTO, 2003)

Bei einer Fahrrichtungstrennung mittels Markierung beträgt die Fahrbahnbreite 13,50 m und bei einer baulichen Trennung der Fahrrichtungen 15,00 m. Die zulässige Höchstgeschwindigkeit auf diesen Straßen beträgt 100 km/h.

Finnlands erste dreistreifige Straße mit einer Stahlenschutzplanke zur Trennung der Fahrrichtungen wurde im Oktober 2002 für den Verkehr freigegeben. Die „Route 54“ liegt zwischen den Ortschaften Loppi und Launonen, hat einen DTV von 5.500 Kfz/24h und eine zulässige Höchstgeschwindigkeit von 100 km/h in den Sommermonaten und 80 km/h in den Wintermonaten. In der Untersuchung von MÄKELÄ/BÄCK (2003) werden die Erfahrungen mit Stahlenschutzplanken auf 2+1 Straßen während der Winterzeit beschrieben. Im Ergebnis zeigt sich, dass der Aufwand der Arbeiten des Winterdienstes auf dieser Straße klar höher ist, als auf anderen Straßen. Der Einsatz der Schneepflüge erhöht sich um 85 %. Es werden 34 % mehr Salz und 28 % mehr Sand benötigt. Darüber hinaus sind 60 % mehr Fahrten für die Glättung der Fahrbahn nötig. Die Kosten dafür sind ca. um 48 % höher als auf 2+1 Straßen mit Markierung als Fahrrichtungstrennung. Die Autoren empfehlen eine Anordnung von Stahlenschutzplanken zur Trennung der Fahrrichtungen auf 2+1 Straßen nur bei einem hohen Unfallaufkommen oder anderen Störungen, die zu Frontalunfällen führen können.

### Frankreich

Im den französischen Richtlinien „Aménagement des Routes Principales“ (SETRA, 1994) werden Straßen in drei Kategorien unterteilt:

- Straßen vom Typ L
- Straßen vom Typ T
- Straßen vom Typ R

Straßen des Typs L sind zweibahnige Fernstraßen (Autobahnen), die nochmals in die Bauart L 100 und L 120 gegliedert werden und auf denen eine zulässige Höchstgeschwindigkeit zwischen 110 und 130 km/h vorgeschrieben ist.

Einbahnig zwei- oder dreistreifige Schnellstraßen mit einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 90 km/h sind dem Straßentyp T zugeordnet. Weiterhin wird die Kategorie T in Straßen, die durch hügelige Landschaften (T 100) und Straßen, die durch flaches Gelände (T 80) führen gegliedert. Die Anbindung an das gleichrangige bzw. nachgeordnete Netz erfolgt über planfreie Knotenpunkte. In der Vergangenheit wurde dieser Straßentyp in Frage gestellt, weil generell zu schnell gefahren wurde. Aus diesem Grund wurden, wie in Bild 2.14 dargestellt, farbige Mittelstreifen oft auch in Kombination mit akustischen Vorrichtungen (rumble strips) nachgerüstet.

Typ R Straßen sind ein- oder zweibahnige Überlandstraßen, die, wie Straßen des Typs T, je nach Gelände in R 60 oder R 80 unterteilt werden.



**Bild 2.14: Schnellstraße (Typ T) in Frankreich mit farbigen Mittelstreifen (RIPCORD ISEREST, 2006)**

### Großbritannien und Nord Irland

Die britischen Straßen lassen sich in die folgenden drei Hauptkategorien einteilen:

- Trunk Roads (Motorways (M))
- Class 1/Principal roads (A- Roads)
- Class 2 (B- Roads)
- Class 3 (C-Roads)
- Unclassified

Die Motorways entsprechen den deutschen Autobahnen, A- Straßen sind mit deutschen Bundesstraßen vergleichbar, B- Straßen haben eine lokale oder regionale Bedeutung. Darüber hinaus gibt es C- Straßen und nicht eingestufte Straßen für ein niedrigeres Verkehrsaufkommen (DfT, 2008/DRDNI, 2009).

Querschnitte mit gesicherten Überholmöglichkeiten werden „Single Carriageway with 3 Lanes (WS 2+1)“ genannt und werden bei Straßen der Kategorie A und B eingesetzt.



**Bild 2.15: 2+1 Straße in Großbritannien, mit roten verkehrstechnischen Mittelstreifen (C.R.O.W., 2008)**

Zur Trennung der Fahrtrichtung empfiehlt die

Richtlinie „Design Manual for Roads and Bridges TD 70/08“ (HIGHWAY AGENCY, 2008) eine 0,15 m breite, weiße doppelte Fahrstreifenbegrenzung. Zwischen den Linien befindet sich ein 0,70 m breiter Zwischenraum, der mit einer weißen Schraffur ausgefüllt ist. In Schottland und Nord Irland befindet sich diese Schraffur auf rotem Untergrund (vgl. Bild 2.15).

### Österreich

Der Einsatz von einbahnig dreistreifigen Querschnitten in Österreich ist nach RVS 03.03.33 (FSV, 2008) in folgenden Fällen sinnvoll:

- Neubau von Hauptverkehrsstraßen (z. B. Ortsumfahrungen)
- Neubau von Schnellstraßen und Autobahnen (Zwischenausbau mit geringen Prognoseverkehrsmengen)
- Umgestaltung bestehender Straßen durch Ummarkierung ohne oder mit Umbau (Verbreiterung)

Der zweckmäßige Einsatzbereich der Querschnitte wird mit 7.000 bis 18.000 Kfz/24 h angegeben.

Bei einer im Zuge von Neu- oder Umbau entstehenden 2+1 Straße erfolgt die Trennung der Fahrtrichtungen i.d.R. über einem 0,75 m breiten „Trennstreifen“ (vgl. Anhang 1).

Dieser Trennstreifen dient nach RVS 03.03.33 (FSV, 2008) zur Aufnahme der Längsmarkierung, die im Regelfall als doppelte Fahrstreifenbegrenzung ausgebildet wird. Bei Bogenradien unterhalb 600 m ist eine Verbreiterung des Trennstreifens auf eine Breite von 1,00 m vorgeschrieben.

Werden bestehende Straßen zu einem 2+1 Querschnitt ummarkiert, wird eine Mindestbreite der befestigten Fahrbahn von 11,00 m empfohlen. Steht eine Breite zwischen 11,00 m und der aus Anhang 1 ersichtlichen Regeldimensionierung (13,00 m) zur Verfügung, ist die zusätzlich vorhandene Breite folgendermaßen aufzuteilen:

- im ersten Schritt ist der Trennstreifen auf 0,75 m zu verbreitern,
- im zweiten Schritt sind die Randstreifen auf 0,50 m zu verbreitern,
- im dritten Schritt ist der Überholstreifen auf 3,25 m zu verbreitern und
- im vierten Schritt ist die verbleibende Breite zu gleichen Teilen auf die äußeren Fahrstreifen aufzuteilen.

Ist die Fahrbahnbreite größer als 13,00 m wird zuerst der Trennstreifen auf 1,00 m verbreitert.

Für den Sonderfall, dass ein 2+1 Querschnitt für den Zwischenausbau angewandt wird, sind folgende Punkte zu beachten:

- Die Mindestlänge des kritischen Wechselbereichs beträgt 200 m.

- Im kritischen Wechselbereich ist die Beton-schutzwand in dessen Mitte zu verziehen (Verziehung 1:20).
- Bei der Trassierung der Wechselbereiche im Lageplan ist zu beachten, dass die Fahrbahn infolge der unterschiedlichen Bankettbreiten asymmetrisch auf der Straßenkrone liegt.

### 2.1.3 Zusammenfassung

Die Neustrukturierung des Deutschen Regelwerks verfolgt u. a. das Ziel Verkehrsunfälle mit Todesfolge zu reduzieren. Im Landstraßenbereich werden dafür vier Entwurfsklassen eingeführt. Sie sollen innerhalb einer Klasse möglichst gleich gestaltet sein, sich aber von den anderen Entwurfsklassen deutlich unterscheiden. Dabei vermitteln klassenspezifische Wiedererkennungsmerkmale, wie die Straßenmarkierung in Verbindung mit dem Regelquerschnitt, dem Verkehrsteilnehmer die Netzfunktion der Straße. Damit soll erreicht werden, dass die Kraftfahrer intuitiv ihr Fahrverhalten den Gegebenheiten innerhalb der Entwurfsklasse anpassen.

Um die Wiedererkennbarkeit der Entwurfsklasse herzustellen gibt es verschiedene Möglichkeiten. Auf Straßen der Entwurfsklasse EKL 1 eignet sich dafür der ein Meter breite, verkehrstechnische Mittelstreifen. Somit bleibt der verkehrsregelnden Charakter der herkömmlichen Markierung bestehen.

Eine Gestaltung der Richtungstrennung erlaubt unter bestimmten Bedingungen auch die Übertragung der Wiedererkennungsmerkmale auf bereits bestehende Straßen, ohne dass diese umgebaut werden müssen. Ein Blick in die Richtlinien der europäischen Nachbarn bestätigt dies und zeigt, dass bei der Ausbildung der Fahrtrichtungstrennung jedes Land seine eigene Philosophie verfolgt.

In den Niederlanden, in Frankreich und in Großbritannien bzw. Nord Irland werden zur Fahrtrichtungstrennung breitere (0,70 bis 1,00 m) Farbmarkierungen verwendet, die beidseitig mit einer Fahrstreifenbegrenzung eingefasst sind. Die in Deutschland auf 2+1 Querschnitten bisher übliche doppelte Fahrstreifenbegrenzung kommt in gelber Farbe auch in Dänemark und Finnland in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit zum Einsatz. Darüber hinaus werden dort und auch in Schweden und Irland bauliche Elemente zur Trennung der Fahrtrichtungen verwendet. In Schweden und Irland werden Stahlseil-Barrieren und in Dänemark und Finnland kommen Stahlschutzplanken zum Einsatz. Die Anwendung dieser Systeme führte zu einer Verbesserung der Verkehrssicherheit. Dem gegenüber stehen Probleme, die im Notfall- und Winterdienstmanagement auftreten sowie deren Mehrkosten, die dadurch verursacht werden.

## 2.2 Stand der Forschung

### 2.2.1 System Fahrer - Fahrzeug - Straße

Wird ein fahrendes Einzelfahrzeug als ein Regelsystem verstanden, so besteht es nach DURTH, (1974) „augenscheinlich aus dem Fahrer als Regler und den Fahrzeug als Regelstrecke“. Die Straße, auf der sich das Fahrzeug bewegt, stellt die Führungsgröße dar, der Fahrweg des einzelnen Fahrzeuges die Regelgröße. Der Ablauf dieser Fahrt kann durch Störgrößen (vorausfahrende oder entgegenkommende Fahrzeuge, vorherrschenden Umweltbedingungen) beeinflusst werden.

Für eine sichere Fahrt sind zwei Stellgrößen notwendig. Die Längsregelung erfolgt über die Beschleunigung bzw. Verzögerung und die Querrege- lung über den Lenkradeinschlag. Während der Fahrt nimmt der Fahrer als Regler und einziges aktives Glied des Regelkreises Informationen aus seiner Umwelt über die Sinnesorgane auf. Dies geschieht zu etwa 90 % über den visuellen Kanal (Optik) und zu rund 10 % über die Haptik, die Akustik und die Propriozeptorik (WEISE/DURTH, 1997). Die dabei wahrgenommenen Dinge, Gebilde oder Gestalten werden vom Fahrer nicht Punkt für Punkt erfasst, sondern sie vermitteln ihm von selbst, ohne dass er sie im Einzelnen für sich analysieren muss, eine fertige Gegebenheit innerhalb des Wahrnehmungsfeldes.

Der Hauptteil dieser Wahrnehmung wird vom Fahrer nicht bewusst wahrgenommen. Er wirkt sich über unbewusste Reflexe in charakteristischen Steuerbewegungen oder in Blickbewegungen auf den Fahrer aus. Die wahrgenommenen Gebilde werden als gegenwärtige Meldung im Bewusstsein bewertet. Sie werden entweder über Bewegungen umgesetzt, als unbrauchbar vergessen oder im Gedächtnis gespeichert. Dieser „Speichervorgang“ geschieht im Kurzzeit- (z. B. zulässige Höchstgeschwindigkeit) oder Langzeitgedächtnis (z. B. Verkehrsregeln).

Während des zeitlichen und räumlichen Verlaufs der Fahrt verändernden sich die Wahrnehmungsfelder und aus der Umgebung kommen o.g. Störgrößen hinzu. Der Fahrer befindet sich somit in einem ständigen Abwägungsprozess zwischen Informationsaufnahme und Handeln, welches sich u. a. auf sein Geschwindigkeits- und Spurverhalten auswirkt.

### 2.2.2 Geschwindigkeitsverhalten auf 2+1 Straßen

In bisherigen Untersuchungen zu 2+1 Straßen wurde ein inhomogenes Geschwindigkeitsverhalten ermittelt.

SCHAECHTERLE/LINDER (1987) stellten bei ihrer Untersuchung auf der B 471 bei Dachau fest, dass

die Geschwindigkeitsdifferenz zwischen einstreifigen und zweistreifigen Abschnitten mit zunehmender Verkehrsstärke ansteigt. Grund dafür ist, dass die Geschwindigkeit auf den einstreifigen Abschnitten bei hoher Verkehrsstärke abnimmt. Dabei wird in diesen Abschnitten zu Beginn schneller gefahren als am Ende. In den Abschnitten mit Überholfahrstreifen wurde zu Beginn langsamer gefahren als am Ende. Die Analyse der Reisegeschwindigkeiten aller Fahrzeuge ergab, dass die Geschwindigkeiten in den Bereichen mit einem Fahrstreifen niedriger sind als in den mit zwei Fahrstreifen. Dabei sind die Geschwindigkeiten des in Fahrtrichtung an zweiter Stelle angeordneten, zweistreifigen Abschnitts höher als die im ersten.

WEBER/LÖHE (2004) beobachteten einen Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit und Fahrstreifenanzahl je Richtung unter bestimmten Randbedingungen. Die Untersuchung ergab einen Geschwindigkeitsanstieg in Bereichen mit Überholfahrstreifen bei zunehmender Abschnittslänge und zunehmenden SV-Anteil. Bei besonders weiten Knotenpunktabständen wurde ein geringerer Anstieg der Geschwindigkeit festgestellt. Das Geschwindigkeitsniveau ist insgesamt hoch. Die  $V_{85}$  liegt mit Werten von bis zu 125 km/h deutlich über der zulässigen Höchstgeschwindigkeit.

Hohe Geschwindigkeiten auf 2+1 Straßen stellt auch CARLSSON (2009) in Schweden fest. Vor Einführung der Stahlseil-Barrieren in das Regelwerk, verglich er 13,00 m überbreite Straßen mit dreistreifigen Straßen und Stahlseil-Barrieren als Fahrtrichtungstrennung miteinander. Es wurde festgestellt, dass die Geschwindigkeiten auf Straßen mit Markierung geringfügig höher sind als bei Straßen mit Stahlseil-Barrieren. Bei einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von  $V_{zul} = 110,0$  km/h wurde durchschnittlich 108,5 km/h gefahren. Dabei besteht zwischen ein- und zweistreifigen Bereichen eine Geschwindigkeitsdifferenz von 5,0 km/h. Auf dem Überholfahrstreifen der zweistreifigen Richtung wurden Geschwindigkeiten bis zu 120,0 km/h ermittelt.

Die Untersuchungen zum Einfluss unterschiedlich langer Überholfahrstreifen auf das Geschwindigkeitsverhalten der Projektgruppe AOSI (LIPPOLD U. A., 2009) ergaben ebenfalls ein hohes Geschwindigkeitsniveau. Dabei wurden einbahnig zweistreifige Straßen (Vorher) abschnittsweise mit einem Überholfahrstreifen (Nachher) versehen und ein Vorher-/Nachher- Vergleich vorgenommen. Auf allen fünf Untersuchungsstrecken konnten im Nachher-Zeitraum Geschwindigkeiten oberhalb der  $V_{zul} = 100$  km/h festgestellt werden. Geschwindigkeitsmessungen auf den Überholfahrstreifen ergaben eine  $V_{85}$  zwischen 126 km/h und 138 km/h.

Auch IRZIK (2008) ermittelte in seiner Dissertation zum Überholverhalten auf 2+1 Straßen  $V_{85}$  Ge-

schwindigkeiten in den einstreifigen Bereichen verschiedener Untersuchungsstrecken vom 100,2 bis 106,2 km/h. Weiterhin gibt er eine gemessene Maximalgeschwindigkeit von  $V_{\max} = 132$  km/h an.

### 2.2.3 Überholverhalten auf 2+1 Straßen

Das Überholverhalten auf 2+1 Straßen wurde bereits in mehreren Untersuchungen analysiert. Um es zu erläutern, wird nachstehend auf Arbeiten eingegangen, die sich mit dem Überholverhalten auf einbahnig zweistreifigen Landstraßen beschäftigten. Die Erkenntnisse dieser Arbeiten werden auf 2+1 Straßen bezogen.

Nach NETZER (1966) liegt eine Überholung dann vor, „wenn ein Verkehrsteilnehmer einen auf der gleichen Spur und in gleicher Richtung sich bewegendem langsameren Verkehrsteilnehmer einholt, bei Erreichen des Ausbiegeabstands durch einen S- Bogen eine seitliche Versetzung ausführt, um zu Überholenden auf der links von der ursprünglichen Spur befindlichen Parallelspur vorbeifährt und nach einem zweiten S-Bogen wieder auf die ursprüngliche Spur zurückkehrt.“

Nach IRZIK (2008) muss diese Definition für Straßen mit einer 2+1- Führung abgewandelt und erweitert werden: „Eine Überholung liegt dann vor, wenn ein Verkehrsteilnehmer einen auf dem gleichen Fahrstreifen und in gleicher Richtung sich bewegendem langsameren Verkehrsteilnehmer einholt, bei Erreichen des Ausbiegeabstands durch einen S- Bogen eine seitliche Versetzung ausführt (Ausscheren), auf dem linken Fahrstreifen an dem auf dem rechten Fahrstreifen zu Überholenden innerhalb eines Überholabschnitts vorbeifährt und nach einem zweiten S- Bogen wieder auf den rechten Fahrstreifen zurückkehrt (Einscheren).“

Beide Definitionen der Überholung beschreiben einen abgeschlossenen Überholvorgang. Die Einteilung von Überholvorgängen in verschiedene Überholtypen zeigt jedoch, dass Überholvorgänge aus einer, aber auch aus mehreren Überholungen bestehen können (NETZER, 1966; STEIERWALD U. A., 1986; ROOS, 1989, IRZIK, 2008):

- Typ 1: Einfachüberholung: Genau ein Fahrzeug überholt ein vorausfahrendes Fahrzeug
- Typ 2: Aktive Mehrfachüberholung: Genau ein Fahrzeug überholt mehrere Fahrzeuge innerhalb einer Zeitlücke
- Typ 3: Passive Mehrfachüberholung: Mehrere Fahrzeuge überholen ein Fahrzeug in der gleichen Zeitlücke
- Typ 4: Doppelüberholung: Ein oder mehrere Fahrzeuge überholen ein oder mehrere Fahrzeuge

Darüber hinaus teilen STEIERWALD U. A., 1986 und WILSON/BEST, 1982 (aus DURTH/HABERMEHL, 1986) Überholvorgänge unterschieden in folgende zwei

Überholarten ein:

- Fliegende Überholung: Zwei Fahrzeuge bewegen sich mit konstanter, aber unterschiedlicher Geschwindigkeiten. Bedingt durch die Geschwindigkeitsdifferenz wird das langsamere Fahrzeug überholt.
- Beschleunigte Überholung: Der Überholer und der zu Überholende bewegen sich mit Ausgangsgeschwindigkeit fort. Bei einer sich bietenden Überholmöglichkeit beschleunigt das nachfolgende Fahrzeug und überholt. Der so Überholte fährt mit gleich bleibender Geschwindigkeit weiter.

Nach IRZIK (2008) treten auf 2+1 Strecken nur die Überholtypen 1 und 4 auf, da eine Betrachtung der Zeitlücken entfällt. Grund dafür ist, dass die Pulkbildung im einstreifigen Streckenbereich stattfindet. Die erste Überholung zu Beginn des Überholabschnitts ist i.d.R. immer die beschleunigte Überholung (Überholart 2). Innerhalb des Überholabschnitts wird meist eine fliegende Überholung (Überholart 1) durchgeführt.

Die Phasen eines Überholvorgangs lassen sich nach NETZER, 1966; DURTH/HABERMEHL, 1986; ROOS, 1989, IRZIK, 2008 wie folgt zusammenfassen:

- Phase 1: Zwei Kraftfahrzeuge fahren hintereinander auf der gleichen Fahrspur. Das nachfolgende Fahrzeug muss gegebenenfalls seine Geschwindigkeit dem vorausfahrenden Fahrzeug anpassen.
- Phase 2: Das nachfolgende Fahrzeug schert nach links aus. Mit Erreichen des Überholfahrstreifens endet diese Phase.
- Phase 3: Das langsamere Fahrzeug wird vom Überholer passiert. Letzterer verbleibt auf der Überholspur bis zwischen ihm und dem langsamen Fahrzeug ein Sicherheitsabstand besteht.
- Phase 4: Der Überholer schert zurück auf den rechten Fahrstreifen. Das langsame Fahrzeug befindet sich auf der gleichen Fahrspur hinter ihm.
- Phase 5: Beide Fahrzeuge fahren ohne Geschwindigkeitsbeeinflussung weiter, die Überholung ist beendet.

Auf Straßen mit einer 2+1-Verkehrsführung kann aufgrund einer Fahrstreifenaddition die erste Phase des Überholvorgangs (Ausscheren) entfallen, wenn der Pulkführer auf die addierte Fahrspur wechselt und er von Nachfolger aus dem Durchgangsstrom überholt wird.

## 2.2.4 Regelwidrige Überholungen auf 2+1 Straßen

Regelwidrige Überholungen auf 2+1- Querschnitten können am kritischen bzw. unkritischen Wechsel (Sperrflächenüberfahrten) oder an der Fahrtrichtungstrennung (Befahren bzw. Überqueren) in einstreifigen Bereichen auftreten. Nachstehende Untersuchungen thematisieren diese Sachverhalte.

Erste wissenschaftliche Aussagen über den Einsatz und die Verkehrssicherheit dreistreifiger Querschnitte wurden 1982 mit der Ummarkierung eines Teilstücks der B 33 bei Gengenbach möglich. Die Ummarkierung war Gegenstand eines Modellversuches (MEEWES/MAIER, 1984), mit dem Ziel, durch einen Vorher-/ Nachher- Vergleich Kenntnisse über Vor- und Nachteile von 2+1-Führung zu erlangen.

Bezüglich des Überholverhaltens wurde nach der Ummarkierung festgestellt, dass kritische Überholvorgänge auftreten wenn „entweder die Sperrfläche am Ende der zweistreifigen Abschnitte mindestens zur Hälfte überfahren wird oder die Sperrlinie zwischen dem einstreifigen und zweistreifigen Bereich von Kraftfahrern überfahren wird“ (MEEWES/MAIER, 1984).

Die Fahrtrichtungstrennung des b2+1 Querschnitts bestand in dem Modellversuch aus einer doppelten Fahrstreifenbegrenzung, die 0,50 m der Querschnittsfläche einnahm. Überholungen im einstreifigen Bereich wurden in den „Nachher-Beobachtungen in sechs Stunden insgesamt zweimal festgestellt“. Weiterhin wird darauf hingewiesen, dass Hochrechnungen auf eine durchschnittliche Anzahl derart gefährlicher Fahrmanöver nicht möglich sind.

1992 wurde der Schlussbericht der Projektgruppe „Zwischenquerschnitte“ veröffentlicht (BRANNOLTE U. A., 1992). Ziele der Forschungsarbeit waren die Beurteilung des Verkehrssicherheitsniveaus von Zwischenquerschnitten, die Entwicklung von Einsatzkriterien und die Ableitung von Empfehlungen für die Straßenbauverwaltungen.

Zwischenquerschnitte die untersucht wurden, waren Querschnitte mit einer Kronenbreite von 14,00 bis 22,00 m. In der Forschungsarbeit wurden 17 Strecken untersucht, wovon sechs zu b2+1 Querschnitten umgestaltet wurden. Die B 33 aus dem bereits erläuterten Modellversuch war ebenfalls Untersuchungsgegenstand.

Im Ergebnis des Vorher-/Nachher- Vergleichs wurden auf den 2+1 Querschnitten nach der Umgestaltung nur noch halb so große Unfallkostenraten im Vergleich zu den an außerörtlichen Bundesstraßen üblichen ermittelt. Begründet wurde dieser positive Befund mit dem Rückgang der Zahl schwerer Unfälle mit Gegenverkehrsbeteiligung.

Eine generelle Abnahme der Unfallschwere war nicht zu verzeichnen, da diese „wegen der fehlenden baulichen Richtungstrennung immer noch doppelt so groß ist wie auf Autobahnen“.

Da Überholmanöver im einstreifigen Bereich nicht ausgeschlossen werden können, wurde empfohlen den Querschnittstyp b2+1 als Kraftfahrstraße zu betreiben und landwirtschaftlichen Verkehr sowie Fußgänger- und Radverkehr auf Seitenwegen abzuwickeln.

Regelwidrige Überholungen waren auch ein Untersuchungsbestandteil des Forschungsauftrags der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) „Beurteilung des dreistreifigen Querschnittstyps unter besonderer Berücksichtigung des Schwerverkehrs“ (BICKELHAUPT, 1991).

Die Ermittlung der regelwidrigen Überholungen erfolgte über einen größeren räumlichen Streckenabschnitt mit einer Länge von ca. 1,0 km mit Hilfe von Videobeobachtungen. Betrachtet wurden drei Untersuchungsstrecken:

- B 10 bei Landau
- B 33 bei Gengenbach und die
- B 294 bei Waldkirch.

Auf der B 10 wurden Videobeobachtung über einen Zeitraum von 19 Stunden, auf der B 33 und der B 294 über jeweils 14 Stunden durchgeführt. Die geringe Anzahl der Ereignisse ließ nach BICKELHAUPT (1991) eine zusammenfassende Darstellung der Beobachtungen zu.

Insgesamt konnten in 47 Stunden Beobachtungsmaterial 72 regelwidrige Überholungen festgestellt werden (vgl. Tab. 2.3).

Überholer	Überholter			Summe
	Pkw	SV	Krad	
Pkw	11	4	12	27
Motorrad	37	4	4	45
Summe	48	8	16	72

**Tab. 2.3: Regelwidrige Überholungen in den einstreifigen Abschnitten: Zusammenfassung der drei Untersuchungsstrecken B 10, B 33, B 249 (BICKELHAUPT, 1991)**

In 45 Fällen (62,5 %) sind Motorräder und in 27 Fällen (37,5 %) Pkws den überholenden Fahrzeugen zuzuordnen. Die überholten Fahrzeuge setzen sich zu 67 % aus Pkw, zu 11 % aus Fahrzeugen des Schwerlastverkehrs und zu 22 % aus Kleinkrafträdern zusammen. Die Hälfte aller Motorradüberholungen erfolgte innerhalb der Breite des einstreifigen Fahrstreifens ohne Überfahren der Sperrlinie. Eine Inanspruchnahme der gesamten Breite der Gegenfahrspur, trat in sechs Fällen der insgesamt 72 erfassten Überholungen auf.

Bei allen Überholvorgängen wurden fast ausschließlich frei fahrende Pkw überholt, eine Ge-

fähdung oder Behinderung entgegenkommender Fahrzeuge wurde nicht ermittelt, da in den meisten Fällen kein Gegenverkehr vorhanden war.

Auch in der Unfallbetrachtung weisen alle drei Strecken eine ähnliche Verteilung auf. Sie wurde je Strecke für unterschiedliche Zeiträume (B 10 - 2 Jahre, B 33 - 7 Jahre, B 294 - 3 Jahre) vorgenommen. Am häufigsten wird Unfalltyp 7 (sonstiger Unfall) gefolgt von Unfalltyp 6 (Unfall im Längsverkehr) registriert. Besonders schwere Unfallfolgen weist Unfalltyp 1 (Fahrerunfall, ca. 30 % aller erfassten Unfälle) auf, hier kamen 48 (60 %) aller verunglückten Personen zu Schaden. Der Anteil der Unfälle im Längsverkehr liegt bei 15 %. Damit geschahen Unfälle dieses Typs nur halb so oft wie Fahrerunfälle.

Auf allen drei Untersuchungstrecken ereignete sich je nur ein Unfall, der durch regelwidrige Überholungen in den einstreifigen Streckenabschnitten verursacht wurde. Die Unfälle waren zweimal der Kategorie 3 und einmal der Kategorie 5 zugeordnet.

Auch UNGER (2001) ist der Ansicht, dass „Frontalzusammenstöße [...] trotz der geregelten Überholungsituation auf den dreistreifigen Abschnitten der Betriebsform b2+1 nicht auszuschließen“ sind. In ihrer Dissertation untersuchte sie in einem Vorher-/Nachher-Vergleich die Auswirkungen einer zusätzlichen Straßenausstattung auf das Fahrverhalten. Als Untersuchungsstrecke wurde die B 49 zwischen Limburg und Gießen ausgewählt. Dort wurden bauliche Leitelemente als zusätzliche Fahrtrichtungstrennung auf den Abschnitten Allendorf - Merenberg und Niederbiehl - Oberbiehl eingebaut (Bild 2.16).



**Bild 2.16: bauliche Leitelemente und Erfassung des Spurverhaltens, B 49 (UNGER, 2001)**

In dem Untersuchungszeitraum vom einem Jahr konnten vor dem Einbau der Leitelemente 80 Unfälle (7/1994 - 7/1995), mit Leitelementen 125 (9/1995 - 9/1996) Streckenunfälle und nach dem Abbau der baulichen Richtungstrennung 75 Unfälle ermittelt werden. Dabei wurden weniger Unfälle mit schwerem Personenschaden, eine leichte höher Anzahl an Unfällen mit leichtem Personenschaden und eine stärkere Zunahme der Unfälle mit Sachschaden ermittelt.

Statistisch gesicherte Aussagen zum Einfluss der Leitelemente kann nur bei einer Unfalluntersuchung über einen Zeitraum von mindestens drei Jahren gegeben werden. Darüber hinaus wurde die Eingewöhnungsphase nach Einbau der Elemente, in der sich eine hohe Anzahl an Streckenunfällen ereignete, in die Unfallanalyse mit einbezogen. Dennoch, so UNGER (2001) wird mit der Verwendung baulicher und/oder betrieblicher Maßnahmen eine Verbesserung der Verkehrssicherheit sichtbar. Die guten Trenn- und Führungseigenschaften vermitteln dem Fahrer mehr Sicherheit, welche auch zu höheren Geschwindigkeiten führen, die aber keine nachteilige Wirkung auf das Unfallgeschehen zeigten.

Die Untersuchung von Sperrflächenüberfahrten war u. a. Bestandteil der Dissertation von IRZIK (2009). Er stellte fest, dass sowohl zu Beginn des Überholstreifens (unkritischer Wechsel) als auch am Ende (kritischer Wechsel) die Sperrfläche für Überholungen genutzt wurde. LIPPOLD U. A., (2009) bestätigen im Rahmen des AOSI-Projekts (vgl. Abschnitt 2.2.2) dieses Verhalten mit dem Zusatz, dass auf kurzen Überholabschnitten (bis 750 m) die Sperrfläche am häufigsten überfahren wird.

## 2.2.5 Pulkverhalten auf 2+1 Straßen

Überholungen und somit auch regelwidrige Überholungen lassen sich u. a. auf eine bestehende Geschwindigkeitsdifferenz zwischen zwei hintereinander fahrenden Fahrzeugen zurückführen. Durch zu geringe Zeitlücken im Gegenverkehr kommt es auf einbahnig zweistreifigen Straßen zu einer Bildung von Fahrzeugpulk. Auf Straßen mit einer 2+1-Führung beschränkt sich diese Pulkbildung auf den einstreifigen Bereich (Überholverbot) sowie auf den Bereich am Ende des Überholstreifens.

Fahrzeugpulk oder -kolonnen werden nach den Begriffsbestimmungen (FGSV, 2000) als „Fahrzeuge in einer Fahrzeugreihe, von denen jedes außer dem ersten in seinem Geschwindigkeitsverhalten durch ein vorausfahrendes Fahrzeug beeinflusst wird.“ Nach ROOS (1989) kann der Fahrer des ersten Fahrzeugs, der Pulkführer, seine Geschwindigkeit frei wählen. Somit gehört er nicht zum Pulk. ROOS (1989) gibt darüber hinaus in seiner Arbeit einen Überblick über verschiedene Pulkdefinitionen. Demnach basiere das „am häufigsten benutzte Kriterium zur Quantifizierung von Pulks [...] auf dem zeitlichen Abstand aufeinander folgender Fahrzeuge.“ Eine Beeinflussung der Geschwindigkeitswahl liegt somit dann vor, wenn die Zeitlücke zwischen zwei Fahrzeugen unter einen bestimmten Grenzwert fällt. In der Dissertation von ROOS (1989) sind weitere Ansätze der Pulkabgrenzung (durch Weglücken oder psychophysiologische Aspekte) nachzulesen.

IRZIK (2008) ermittelte, dass die Entstehung eines

Pulks und das Anwachsen einer Fahrzeugkolonne von der Verkehrsstärke abhängig sind. Weitere Einflüsse konnten in Rahmen dieser Arbeit nicht zu quantifiziert werden.

LIPPOLD U. A. (2009) (vgl. Abschnitt 2.2.2) untersuchten im Rahmen des AOSI- Projekts auch den Einfluss unterschiedlich langer Überholfahrstreifen auf das Pulkverhalten. Vor dem Überholabschnitt befand sich ein einbahnig zweistreifiger Abschnitt mit angeordnetem Überholverbot. In diesem Abschnitt bildeten sich nach o. g. Definition Fahrzeugpulks. Die Analyse der Pulks zeigte, dass die Strecken, die mit einem Überholfahrstreifen kürzerer oder mittlerer Länge (600 - 750 m) ausgestattet sind, in der Lage sind Pulks aufzulösen und damit Überholdruck abzubauen. Im Vergleich zum Vorher-Zustand (gesamte Strecke einbahnig zweistreifig, ohne Überholfahrstreifen) befinden sich im zweistreifigen Abschnitt nun einer größere Anzahl an Fahrzeugpulks, jedoch mit geringerer Pulklänge.

### 2.2.6 Spurverhalten in Zusammenhang mit der Fahrtrichtungstrennung

In der Untersuchung von UNGER (2001) (vgl. 2.2.4) wurde neben dem Überholverhalten auch das Spurverhalten beobachtet. Die Analyse des seitlichen Abstandsverhaltens mittels Videoaufzeichnungen und markierten Abstandslinien auf der Fahrbahn (vgl. Bild 2.16) zeigt, dass deutlich mehr Abstand zu der baulichen Fahrtrichtungstrennung gehalten wurde als ohne bauliche Trennung.

Im Rahmen der Untersuchung von SAGBERG (2006) wurde das Fahrverhalten für zwei neue Gestaltungsvarianten zur Trennung der Fahrtrichtungen an zweistreifigen Landstraßen in Norwegen erfasst und ausgewertet. Zur Bewertung der Wirkungen wurden die Gestaltungsvarianten auf zwei Abschnitten der Fernstraße E 6 in den Bezirken Oppland und Østfold aufgebracht. Die Bewertung der Wirkungen erfolgte anhand von Vorher-/Nachher-Untersuchungen. Hierzu wurden die gefahrenen Geschwindigkeiten und die seitliche Fahrzeugposition erfasst und ausgewertet.

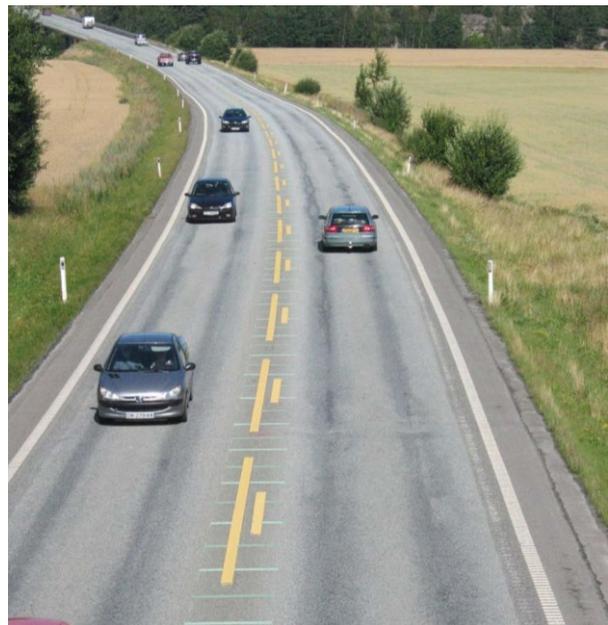
Beide Gestaltungsvarianten zur Trennung der Fahrtrichtungen wiesen eine Breite vom 1,00 m auf. Die erste untersuchte Variante bestand aus zwei gelben profilierten Markierungen mit einer Strichbreite von 0,20 m, die parallel in der Mitte der Fahrbahn auf eine Länge von 8,8 km aufgebracht wurden (vgl. Bild 2.17).



**Bild 2.17: Gestaltungsvariante 1 (SAGBERG, 2006)**

Die im Bestand vorhandene Markierung wurde zuvor entfernt. Zwischen den beiden neuen Markierungen wurden zusätzlich zwei Zeilen mit gefrästen so genannten „milled-in rumble strips“ angeordnet.

Für die Gestaltungsvariante 2 (Länge 17,6 km) wurden 1,00 m lange, grüne Markierungen quer zur Fahrtrichtung mit einer Strichbreite von 0,10 m und in einem Abstand von 1,50 m über die im Bestand vorhanden gelbe Mittelmarkierung aufgebracht (vgl. Bild 2.18).



**Bild 2.18: Gestaltungsvariante 2 (SAGBERG, 2006)**

Mithilfe digitaler Videoaufnahmen wurde für beide Varianten die seitliche Fahrzeugposition erfasst (vgl. Bild 2.19). Als Bezugslinie für die Erfassung wurde die Mitte der Straße gewählt. Für jedes Fahrzeug wurde der Abstand von der Straßenmitte zum linken Außenspiegel bestimmt. Die Videoaufnahmen wurden tagsüber außerhalb der Hauptverkehrszeiten zwischen 11:00 Uhr und 14:15 Uhr aufgenommen.

Auf der Untersuchungsstrecke 1 wurden vor der Ummarkierung die Positionen von 723 Fahrzeugen und nach der Ummarkierung die Positionen von

1.876 Fahrzeugen erhoben. Auf der Untersuchungsstrecke 2 konnten keine Fahrzeugpositionen vor der Ummarkierung erfasst werden.

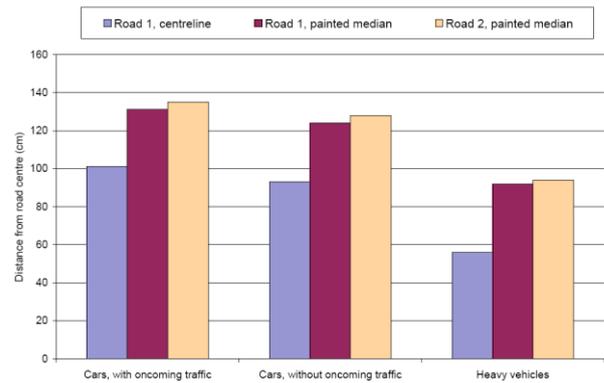


**Bild 2.19: Erfassung der Fahrzeugposition (SAGBERG, 2006)**

Das untersuchte Kollektiv nach der Ummarkierung auf der zweiten Untersuchungsstrecke bestand aus 2.108 Fahrzeugen. Für den Vorher-Nachher-Vergleich der seitlichen Fahrzeugpositionen beider Gestaltungsvarianten wurde der Vorher-Zeitraum der ersten Gestaltungsvariante zugrunde gelegt.

Aufgrund der erfassten Zeit- und Richtungsinformationen war es darüber hinaus möglich, den Einfluss entgegenkommender Fahrzeuge auf die seitliche Fahrzeugposition zu untersuchen. Entgegenkommender Verkehr wurde in den Fällen berücksichtigt, in denen in entgegen gesetzter Fahrtrichtung fahrende Fahrzeuge innerhalb von drei Sekunden vor oder nach dem zu messenden Fahrzeug den Messquerschnitt passiert haben. Die Erfassung der seitlichen Fahrzeugposition wurde getrennt für Pkw und Lkw durchgeführt.

Der Unterschied in der seitlichen Fahrzeugposition zwischen den beiden untersuchten Gestaltungsvarianten zur Trennung der Fahrtrichtungen ist gering. Er variiert zwischen 2 und 5 cm für die erfassten Fahrzeugkategorien und Bedingungen. Im Vergleich zum Referenzquerschnitt (Fahrstreifenbegrenzungslinie vgl. Bild 2.19) ergab sich für die beiden untersuchten Gestaltungsvarianten für Pkw im Mittel ein um ca. 30 cm größerer mittlerer Abstand von der Straßenmitte zum linken Außen Spiegel.



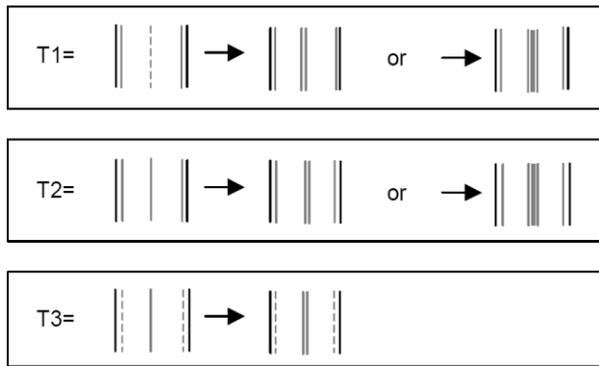
Road 1, centreline:	Referenzquerschnitt
Road 1, painted median:	Gestaltungsvariante 1
Road 2, painted median:	Gestaltungsvariante 2
Cars, with oncoming traffic:	Pkw mit Gegenverkehr
Cars, without oncoming traffic:	Pkw ohne Gegenverkehr
Heavy vehicles:	Schwerverkehr

**Bild 2.20: durchschnittlicher Fahrzeugabstand zum Gegenverkehr (SAGBERG, 2006)**

Pkw mit Gegenverkehr halten unabhängig von der untersuchten Markierungsvariante einen um ca. 10 cm größeren Abstand von der Mitte der Fahrbahn ein. Für Schwerverkehrsfahrzeuge konnte eine Zunahme des seitlichen Abstands im Vergleich zum Referenzquerschnitt (Road 1, centreline) um ca. 36 cm festgestellt werden (vgl. Bild 2.20). Die absolute Zunahme des Abstands zwischen sich begegnenden Fahrzeugen beträgt im Vergleich zur konventionellen Gestaltungsvariante (Referenzquerschnitt: Road 1, centreline) zwischen 60 - 72 cm.

Neben der seitlichen Fahrzeugposition wurden die Geschwindigkeitsdaten einer ortsfesten Messstelle zur Erhebung der Fahrzeuggeschwindigkeit an der Untersuchungsstrecke 1 ausgewertet. Im betrachteten Zeitraum (nach der Ummarkierung) konnte laut SAGBERG (2006) eine Reduzierung der durchschnittlichen Geschwindigkeit um 2,7 km/h festgestellt werden.

Die von DAVIDSE/VAN DRIEL/GOLDENBELD (2003) durchgeführte Metaanalyse fasst mehrere Quellen zur Wirkung von Markierungen zusammen. Im Bereich Außerortsstraßen, so genannte „Through Roads“, wurden u. a. die Wirkungen auf das Geschwindigkeitsverhalten und auf die seitliche Fahrzeugposition untersucht. Die Analyse nach Bild 2.21 erfolgte für drei verschiedene Varianten vom Mittelmarkierungen (T1 - T3).



Nicht in allen von DAVIDSE/VAN DRIEL/GOLDEN-BELD (2003) angeführten Untersuchungen wurde, wie Tab. 2.2 (Anzahl der untersuchten Fälle) zeigt, eine Wirkung auf das Geschwindigkeitsverhalten und auf die seitliche Fahrzeugposition ermittelt.

Aufgrund des kleinen Stichprobenumfangs können keine signifikanten Aussagen über die Wirkung der untersuchten Gestaltungsvarianten abgeleitet werden.

**Bild 2.21: untersuchte Ummarkierungen (DAVIDSE VAN DRIEL/GOLDENBELD, 2003)**

	Type T1 (n=6)	Type T2 (n=6)	Type T3 (n=4)
Year	1996-1998	1976/77, 1998	1995
Country	NL	NL (67%) USA (33%)	UK
Road type	2-lane road outside urban area	2-lane road outside urban area	2-lane road outside urban area
Speed limit	80 km/hour	72 km/hour (33%) 80 km/hour (67%)	97 km/hour
Research design	Before vs after (33%) Experimental vs control road: on the same road (67%)	Before vs after (67%) Experimental vs control road: on the same road (33%)	Before vs after
Observation method	Static observations	Static observations	Driving simulator
No of observations (mean)			
- baseline situation	3607	3143	56
- experimental situation	3771	3156	56
Effect on speed (sd)	4 km/h (0) n=2	4 km/h (0) n=2	-2 km/h (2) n=4
Effect on lateral position (sd)	4 cm (13) n=4	-6 cm (16) n=6	28 cm (34) n=4

**Tab. 2.2: Untersuchungsergebnisse für die Umgestaltungsvarianten T1 - T3 (DAVIDSE/VAN DRIEL/GOLDENBELD 2003)**

Im Jahre 2003 wurde vom Danish Road Directorate ein Maßnahmenkatalog zur Reduzierung und Anpassung von Geschwindigkeiten auf Landstraßen entwickelt. In diesem Rahmen untersuchte HERRSTEDT (2006) in der Gegend um South Jutland zwei unterschiedliche Varianten der Markierung von Mittellinien. Diese Varianten wurden auf einer Straße aufgebracht, die einen DTV von 10.000 Kfz/24h und einen Schwerlastanteil von 9 - 14 % aufwies.

Variante A wurde (vgl. Bild 2.22 (li)) auf einem 2,3 km langen und Variante B (vgl. Bild 2.22 (re)) auf einem 2,5 km langen Testabschnitt aufgetragen. Die Breite des markierten Mittelbereichs beträgt 1,00 m und der Abstand zwischen den grünen Quermarkierungen 0,60 m.



**Bild 2.22: Centre line marking, design A (li), design B (re) (HERRSTEDT, 2006)**

Die weiße Längsmarkierung hat eine Strichlänge von 5,00 m und ist in einem Verhältnis 1:2 aufgebracht. Auf beiden Untersuchungsabschnitten ist kein Überholverbot angeordnet.

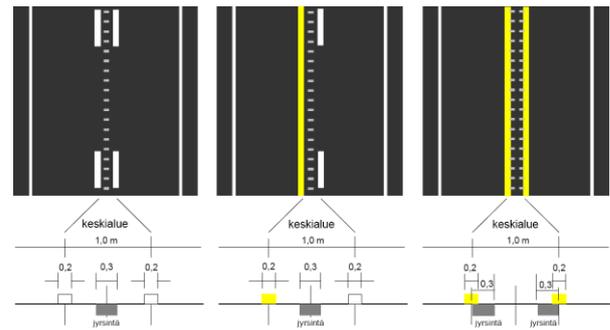
Ziel der Untersuchung war es, mit geringen Mittlereinsatz die Anzahl der Frontalunfälle zu minimieren.

Die vorgestellten Markierungsvarianten haben einen positiven Effekt auf die Verkehrssicherheit. Eine abschließende Unfalluntersuchung wurde aber auf Grund von Änderungen der Behördenstruktur bzw. derer Zuständigkeiten nicht vorgenommen (HERRSTEDT, 2012). Einen signifikanten Einfluss auf das Geschwindigkeitsverhalten kann den Gestaltungsvarianten jedoch nicht zugesprochen werden. Geschwindigkeitskontrollen der Behörden haben ergeben, dass die durchschnittliche Geschwindigkeit mit einem Rückgang von 1-2 km/h als unverändert bezeichnet werden kann.

Befragungen, die zu beiden Gestaltungsvarianten durchgeführt wurden, zeigen allgemein, dass ca. 80 % der Befragten der Meinung waren, dass das Überholen erlaubt sei, ca. 13 % hingegen sprachen sich für die Anordnung eines Überholverbots aus. Weiterhin gaben rund 20 % der Personen an, dass sie nicht vor dem Ende der Teststrecken überholt haben. Beobachtungen vor Ort bestätigen diesen Sachverhalt im Vergleich zu den angrenzenden Straßenabschnitten mit herkömmlicher Markierung. Aus der Befragung ging weiterhin hervor, dass rund 85 % der Personen die Gestaltungsvariante A bevorzugen und Zufriedenheit über die neuen Markierungen zum Ausdruck

brachten.

In Finnland untersuchten GRUZDAITIS/RAJAMÄKI (2009) die Wirkung von 1,00 m breiten Mittelmarkierungen zweistreifiger Straßen auf das Fahrverhalten, das Überholverhalten und die Akzeptanz von Kraftfahrern. Dazu wurden auf zwei Untersuchungstrecken (Route 3 und Route 23) statt einer Leit- oder Fahrstreifenbegrenzungslinie die in Bild 2.23 dargestellten Varianten im Abstand von 0,80 m aufgebracht. Die Markierung hat eine Breite von 0,20 m und innerhalb der Markierungen befinden sich in Querrichtung zusätzlich 0,30 m breite Rumble Strips.



**Bild 2.23: Mittelmarkierung und Rumble Strips (GRUZDAITIS/ RAJAMÄKI, 2009)**

Für die Untersuchung des Fahr- und Überholhaltens wurden die drei Nachher-Varianten nicht unterschieden. Der Vergleich fand lediglich zwischen vorher schmaler und nachher breiter Markierungsvariante statt. Eine Unterscheidung erfolgte nur bei der Befragung der Kraftfahrer.

Im Ergebnis der Untersuchung wurde festgestellt, dass die Maßnahme am meisten das Spurverhalten beeinflusst. Alle Fahrzeuge halten einen größeren Abstand zur Fahrtrichtungstrennung, Pkw eine höhere Distanz als Lkw. Auch der Abstand zwischen entgegenkommenden Fahrzeugen stieg an. Auf der Untersuchungstrecke „Route 3“ war dieser Abstand mit 1,16-1,46 m größer als auf der zweiten Untersuchungstrecke (0,72 - 1,10 m).

Bei der Analyse des Überholhaltens wurde auf der „Route 3“ keine Veränderung festgestellt. Dort wurden im Vorher-/Nachher- Vergleich 0,017 Überholungen/Kfz·km festgestellt. Auf der Untersuchungstrecke 23 wurden vorher 0,006 und nachher 0,004 Überholungen/Kfz·km ermittelt. Demzufolge gehen die Autorinnen von einem leichten Einfluss der Markierungen auf das Überholverhalten aus.

Ein Einfluss auf das Geschwindigkeitsverhalten konnte nicht festgestellt werden. Dieses blieb mit Änderungen von rund 0,5 km/h annähernd gleich.

Die Befragungen der Kraftfahrer ergaben positive Rückmeldungen. Fast 100% der Befragten beantworteten die Frage nach der Bedeutung der Markierung richtig, ca. 80 % der Befragten erachteten die Markierung als gut für die Verkehrssicherheit und

ca. 75 % aller Befragten sind der Meinung dass diese Art von Markierung häufiger zur Anwendung kommen sollte.

Im Jahr 2011 wurden von NYBERG/RAJAMÄKI/LAINE die gleichen drei Markierungsvarianten auf den Straßen „Route 8“ und „Route 9“ ebenfalls auf das Fahrverhalten, das Überholverhalten und die Akzeptanz von Kraftfahrern untersucht. Unterschied zur Studie von GRUZDAITIS/RAJAMÄKI (2009) war der Abstand zwischen den parallelen Markierungsvarianten. Dieser betrug nun 0,70 m. Auch hier wurde keine separate Betrachtung zwischen der Vorher-Variante und den drei Nachher-Varianten vorgenommen.

Im Ergebnis zu den einzelnen Untersuchungsschwerpunkten zeigten sich im Geschwindigkeits-, und Überholverhalten (kein Einfluss) sowie zur Akzeptanz ähnliche Resultate wie in der Untersuchung von 2009.

Im Spurverhalten wurde festgestellt, dass ein größerer Abstand zur Fahrstreifenbegrenzung nur an einem Messquerschnitt besteht, an den übrigen Messquerschnitten blieb der Abstand im Vergleich zum Vorher-Zustand unverändert. Der Abstand zwischen den entgegengesetzten fahrenden Fahrzeugen war bereits im Vorher-Zustand größer als erwartet und blieb unverändert. Aus diesen Gründen empfehlen die Autoren, die einen Vergleich mit den Ergebnissen der Studie von 2009 vorgenommen haben, den Einsatz einer 1,00 m breiten Fahrtrichtungstrennung.

### 2.2.7 Elemente zur Fahrtrichtungstrennung

Die beschriebenen Untersuchungen und Regelwerke zeigen, dass eine Vielzahl verschiedener Elemente der Fahrtrichtungstrennung existiert. Im Folgenden wird eine Auswahl betrieblicher und baulicher Trennungen auf Grundlage des AOSI-Maßnahmenkatalogs vorgestellt.

Betriebliche Elemente zur Fahrtrichtungstrennung sind Markierungen. Sie tragen zur Sicherheit im Straßenverkehr bei, da sie als Verkehrszeichen (§ 41 StVO, vgl. Abs. 2.1.1) Verkehrsteilnehmer bestimmte Verhaltensweisen vorschreiben. Sie können wie folgt ausgebildet sein:

- Fahrstreifenbegrenzung (Z 295 StVO; vgl. Bild 2.24, Typ 1)
- Doppelte Fahrstreifenbegrenzung (vgl. Bild 2.24, Typ 2)
- Fahrstreifenbegrenzung profiliert (vgl. Bild 2.24, Typ 3)
- Doppelte Fahrstreifenbegrenzung profiliert (vgl. Bild 2.24, Typ 4)



**Bild 2.24: Varianten von Fahrtrichtungstrennungen (LIPPOLD U. A., 2003)**

Im AOSI Projekt (LIPPOLD U. A., 2003) wurden letztlich u. a. die doppelte Fahrstreifenbegrenzung mit einer Schraffur dazwischen (vgl. Bild 2.25) zur Trennung der Fahrtrichtungen eingesetzt. Die Analyse der Regelwerke der europäischen Nachbarländer zeigt, dass die Füllung breit markierter Mittelstreifen auch farblich ausfallen kann (vgl. Bild 2.8, Abs. 2.1.2).



**Bild 2.25: Schraffur (LIPPOLD U. A., 2011)**

Fahrbahnmarkierungen bieten nicht immer eine ausreichende optische Führung. Zur zusätzlichen Sicherung des Verkehrs werden Leit- und Schutz-

einrichtungen wie bauliche Leitelemente (Leit-schwellen, -wände und -borde) genutzt. Somit können Fahrbahntrennungen auch aus einer baulich/betrieblichen Kombination bestehen:

- Markierter Mittelstreifen in Kombination mit Sichtzeichen („Bischofsmützen“, vgl. Bild 2.24 Typ 5)
- Markierter Mittelstreifen in Kombination mit Schwellen quer zur Fahrbahn (vgl. Bild 2.24, Typ 6)
- Markierter Mittelstreifen in Kombination mit Schwellen längs zur Fahrbahn (vgl. Bild 2.16)

Rein bauliche Elemente zur Trennung von Fahr-richtungen sind:

- Stahlschutzwand (vgl. Bild 2.24, Typ 8)
- Betonschutzwand (vgl. Bild 2.24, Typ 9)
- Stahlseil-Barriere (vgl. Bild 2.11, Abs. 2.1.2, Schweden)

In Deutschland werden derzeit Straßen mit einer 2+1 Führung mit einer doppelten Fahrstreifenbegrenzung versehen (vgl. TYP 2). Eine Ausnahme bilden dabei wenige Straßen (vgl. LIPPOLD U. A., 2003), auf denen der Abstand zwischen den Linien vergrößert wurde.

Ein Beispiel für eine bauliche Trennung der Fahr-richtungen in Verbindung mit der Betriebsform 2+1 ist die B 303 (S 3 neu) in Österreich. Sie befindet sich in der Nähe von Wien mit einer Gesamtlänge von 47,3 km (vgl. Bild 2.26).

Bei der Strecke handelt es sich um den Umbau der Landesstraße von einem bestehenden 2+1-Querschnitt auf einen 2+1-Querschnitt mit baulicher Mitteltrennung (Betonschutzwand).

Bild aus datenschutzrechtlichen Gründen entfernt.

**Bild 2.26: Lage der B 303/S 3 neu (wikipedia.org)**

Der Abschnitt von Stockerau Nord bis Hollabrunn Süd (vgl. Anhang 4) ist bereits durchgehend planfrei befahrbar. Hintergrund der Umbauarbeiten ist u. a. ein schwerer Unfall, der sich im Oktober 2006 zwischen Sierndorf und Obermallebarn ereignete. Ein Pkw, der in Richtung Stockerau vermutlich mit Tempo 160 km/h unterwegs war kollidierte auf der Sperrfläche mit einem voll besetzten, in Gegenrichtung fahrenden Pkw. Alle

sechs beteiligten Personen starben.

Daraufhin beschloss das Land Niederösterreich gemeinsam mit der Autobahnen- und Schnellstraßen- Finanzierungs- Aktiengesellschaft (ASFINAG) einen Ausbau der Straße in Form einer mittigen Betonschutzwand bei Beibehaltung des 2+1 Querschnittes. Dies erfolgte auch in Hinblick auf die Übernahme der B 303 durch die ASFINAG als Schnellstraße S 3 und einer künftigen „Bemautbarkeit“. Der Umbau der Strecke begann im Juli 2008. Die Arbeiten wurden im Herbst 2009 abgeschlossen (ROSSIPAU, 2009).

Für den Umbau wurde nach RVS 03.03.33 (FSV, 2008) der Querschnitt RQ 15,9 mit 15,9 m Kronen- und 12,9 m Fahrbahnbreite herangezogen (vgl. Anhang 1). Dieser Querschnitt mit einer Betonschutzwand zur Trennung der Fahrtrichtungen ist für den Zwischenausbau empfohlen. Die Straße hat als Schnellstraße einen autobahnähnlichen Status.

Dabei sind die Überholfahrstreifen mit einer Breite von  $B = 3,0$  m nicht zum Befahren von breiteren Fahrzeugen, wie Lkw und Bussen geeignet. Weiterhin verfügt der Querschnitt über einen tragfähig hergestellten, unbefestigten Seitenstreifen (vgl. Bild 2.27).



**Bild 2.27: S 3, einstreifige Richtung mit Seitenstreifen (eigenes Foto, 2010)**

Während des Umbaus der Strecke mit einer Fahrtrichtungstrennung von 0,7 bis 1,5 m Breite und Betonschutzwand traten zusätzlich Probleme auf. Unter anderen konnte die Kronenbreite von 15,9 m in Brücken-, Wechsel- und Lärmschutzwandbereichen nicht eingehalten werden.

Es entstanden Engstellen, die gerade im Falle eines Unfalls problematisch werden. Aus diesem Grund wurde ein Unfall und Bergungskonzept entwickelt und Hinweistafeln und Vorankündigungen, wie in Bild 2.28 dargestellt, auf der Strecke installiert.

Durch die dreisprachige Vorankündigung (Deutsch, Englisch, Tschechisch) und durch die Symbolik ist das Verhalten der Verkehrsteilnehmer in Brückenbereichen ohne Seitenstreifen bei Stau bzw. Unfällen gesichert. Darüber hinaus wird der Bereich durch beidseits gelbe Markierung auf die

Engstelle hingewiesen. Auf der Seite der Betonschutzwand wird dies durch leuchtend gelbe Markierungsfarbe und rechtsseitig durch das Anbringen von kleinen Leittafeln (0,8 x 0,15 m) und gelb-grünen Sichtzeichen (Reflektortafeln) realisiert (vgl. Bild 2.29)

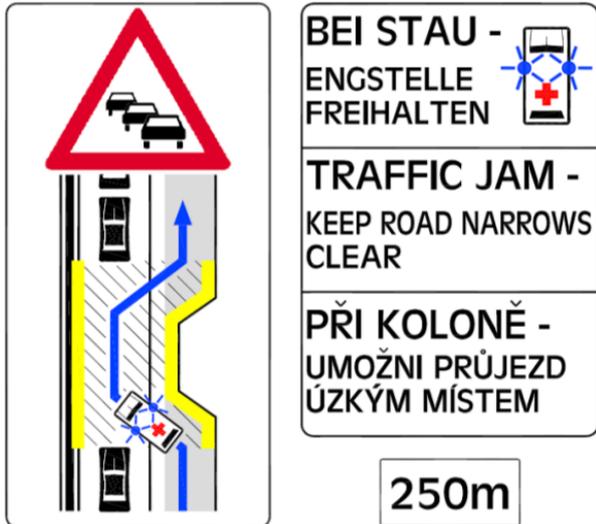


Bild 2.28: Vorankündigung der Engstelle (ROSSIPAU, 2009)



Bild 2.29: Engstelle mit gelber Markierung

Im Falle eines Unfalls benutzen die Rettungsfahrzeuge in der einstreifigen Richtung den unbefestigten aber tragfähigen Seitenstreifen. Weiterhin ist es möglich die Bergung von der Seite aus durchzuführen, die nicht vom Unfall betroffen ist (über die Leitwand hinweg).

Als Bodenmarkierung wurden Fahrstreifenbegrenzungslinien mit einer Strichstärke von  $B = 0,20\text{ m}$  und Leitlinien mit einer Breite von  $B = 0,15\text{ m}$  aufgebracht.

An den kritischen Wechselbereichen sollen die Blickpunkte der Kraftfahrer durch Reflektoren vom „Hindernis“ Leitwand abgewendet werden. Dafür wurden auf den Fahrstreifenbegrenzungen bzw. der Sperrfläche reflektierende Knöpfe eingefräst, welche die Spurführung im Wechselbereich unterstützen sollen. An der Leitwand selbst wurden kleinere Reflektoren angebracht. Die Sperrflächen, über die die Leitwand verläuft wurden als volle Fläche schraffiert (ROSSIPAU, 2009).

Um die Wirkung der Betonschutzwand zu ermitteln, wurde von der Straßenbauabteilung Niederösterreich, Fachbereich Planung und Verkehr eine Zusammenstellung der Unfälle mit Personenschäden vorgenommen. Nach Tab. 2.4 ereigneten sich in den Jahren vor der Umgestaltung mit der Betriebsform 2+1 und doppelter Fahrstreifenbegrenzung als Fahrtrichtungstrennung zwischen 10 bis 25 Unfälle mit Personenschaden. Im Vorherzustand geschahen bis fünf Unfälle mit einem Frontalzusammenstoß, wobei bis zu sieben Personen getötet wurden. Nach der Umgestaltung des Querschnitts mit mittiger Betonschutzwand als Element der Fahrtrichtungstrennung ging die Anzahl der Unfälle mit Personenschaden auf acht zurück, wobei sich sechs Personen schwer oder leicht verletzt. Es ist seit der Umgestaltung kein Verkehrsteilnehmer tödlich verunglückt.

Jahr	Unfälle mit Personenschaden	davon schwer und leicht Verletzte	Frontalzusammenstöße	dabei Getötet
2002	24	26	2	4
2003	19	13	3	2
2004	25	23	5	3
2005	16	8	1	2
2006	11	5	2	7
2007	10	9	0	0
2008	14	16	2	2
2009	14	13	1	2
1. Jahr nach Fertigstellung	8	6	0	0

Tab. 2.4: Unfallsituation der B303 alt / S3 neu ab 2002 Vor und nach Fertigstellung der mittigen Leitwand (ROSSIPAU, 2010)

## 2.2.8 Akzeptanz

Bei der Umsetzung neuer Varianten von Fahrtrichtungstrennungen ist die Untersuchung der Akzeptanz der Verkehrsteilnehmer von großer Bedeutung. Im Ergebnis stellt sich heraus, ob eine Maßnahme verständlich und allgemein anerkannt ist oder nicht. Unter Akzeptanz versteht man die „... zustimmende Einstellung einer Person zu einer bestimmten Maßnahme, wobei die Bereitschaft besteht, sich gegenüber der betreffenden Maßnahme konstruktiv zu verhalten bzw. mit ihr selbstverständlich umzugehen.“ (STERN/SCHLAG, 2001). Darüber hinaus wird eine Maßnahme von mehreren Personen akzeptiert, wenn in einer Befragung von Betroffenen mehrheitlich Zustimmung geäußert wird und gleichzeitig die Beobachtung des Verhaltens der Verkehrsteilnehmer zeigt, dass sich dieses dem Zweck der Maßnahme anpasst.

Nach LUCKE (1995) lässt sich der Begriff Akzeptanz als eine Beziehung zwischen dem Akzeptanzsubjekt, -objekt und -kontext definieren. Die Akzeptanz bezieht sich dabei immer auf das Objekt. Solch ein Objekt kann beispielsweise wie in der vorliegenden Untersuchung das Ausstattungselement der Fahrtrichtungstrennung sein. Das Subjekt der Akzeptanz sind akzeptierende Personen, wie z. B. die Kraftfahrer, die an der Befragung teilnehmen. Der Akzeptanzkontext setzt das Objekt und das Subjekt der Akzeptanz in Beziehung.

Für die Untersuchung der Akzeptanz durch Befragungen gibt es nach SCHADE (2005) eine entscheidende Voraussetzung für die Bewertung von unterschiedlichen Lösungen: die Befragten müssen wissen, zu welchen Lösungsvarianten sie Stellung nehmen sollen. Eine Befragung ist somit nur an den Stellen sinnvoll, an denen die Maßnahmen umgesetzt werden. Anderenfalls kann eine Unterstützung durch Fotos die Vorstellung verstärken und ein mögliches Empfinden prognostiziert werden.

Nach RAAB-STEINER/BENESCH (2008) können Befragungen in verschiedenen Kriterien wie z. B. nach dem Standardisierungsgrad oder nach der Kommunikationsart gegliedert werden. Darüber hinaus können Befragungen nach der Thematik in Ein-Themen oder Mehr-Themen-Befragungen eingeteilt werden (JAKOB/ EIRMBTER, 2000).

Eine Befragung kann aufgebaut nach den Standardisierungsgrad, folgende Ausprägungen aufweisen:

- voll standardisiert (nicht gestaltbarer, starrer Ablauf)
- teilstandardisiert (teilweise gestaltbarer Ablauf)
- nicht standardisiert (gestaltbarer, flexibler Ablauf)

Dieser Grad der Standardisierung bezieht sich auf die Antwortmöglichkeiten, die Fragereihenfolge,

die Frageformulierung und auf die Interviewsituation (RAAB-STEINER U. A., 2008 und KONRAD, 1999).

Nach JACOB U. A., (2000); MAYER (2009) und KONRAD, (1999) lassen sich Befragungen nach der Kommunikationsart wie folgt durchführen:

- mündlich (Face-to-Face)
- telefonisch
- schriftlich
- Online via Internet

Bei der mündlichen Befragung befragt ein Interviewer zufällig ausgewählte Personen zu einem bestimmten Thema. Dies hat den Vorteil, dass er bei nicht Verständnis einer Frage eine Umformulierung vornehmen oder diese durch Bildmaterial verdeutlichen kann.

Bei einer Telefonbefragung können Hilfsmittel wie Fotos nicht verwendet werden. Die schriftliche und die Online-Befragung geschehen ganz ohne Hilfestellung eines Interviewers. Der Rücklauf bei der schriftlichen Befragung per Post ist meist gering. Bei der Online-Befragung können hingegen viel mehr Personen angeschrieben werden, sodass hier der Rücklauf auch höher ist. Weiterhin ist auch die Auswertung vereinfacht, da die Daten bereits digital zur Verfügung stehen.

Von der Stichprobengröße hängt ab, ob sich aus den Befragungsdaten eine gesicherte Aussage ableiten lässt. Nach RAAB-STEINER U. A., (2008) ist eine Stichprobe „eine kleine Teilmenge der sogenannten Grundgesamtheit...“. Da die Grundgesamtheit nicht abgebildet werden kann, muss von der Stichprobe auf die Grundgesamtheit geschlossen werden.

Nach SCHADE (2005) sind die wichtigsten Stichprobenarten folgende:

- Einfache Zufallsstichprobe
- Geschichtete Zufallsstichprobe
- Klumpenstichprobe
- Ad-hoc-Stichprobe

Die Zufallsstichprobe wird am häufigsten angewendet. Dabei liegen bei der der Einfachen Zufallsstichprobe keine Informationen zur Verteilung der Variablen der Grundgesamtheit vor. Die geschichteten Zufallsstichproben werden vor der Befragung in homogene, aber unterschiedliche Schichteten eingeteilt. Bei der Klumpenstichprobe werden aus einer vorgruppierten Teilmenge der Grundgesamtheit, sich ähnelnde Klumpen gebildet und daraus Zufallsstichproben gezogen. Bei der Ad-hoc-Stichprobe hingegen werden mehrere zufällig ausgewählte Klumpen vollständig untersucht.

Die Beurteilung des Stichprobeumfangs erfolgt in der Literatur unterschiedlich. RAAB-STEINER U. A., (2008) sind der Meinung, dass für eine repräsentative Stichprobe mindestens 30 (bzw. 50) Fälle untersucht werden sollten. JACOB U. A. (2000)

hingegen empfiehlt grobe Richtgrößen für den Mindeststichprobenumfang in Abhängigkeit von den Analysezielen und der Grundgesamtheit:

- 2.000 bis 3.000 Personen: für repräsentative Bevölkerungsumfragen
- 1.000 Personen: für repräsentative allgemeine Bevölkerungsumfragen mit vorwiegend deskriptiver Zielsetzung (z. B. Wahlumfragen/ Politbarometer)
- 500 Personen: für repräsentative Umfragen in spezifischen homogenen Gruppen
- 100 bis 200 Personen: für repräsentative Umfragen in spezifischen homogenen Gruppen mit deskriptiver Zielsetzung

Ein Stichprobenumfang von 20 Personen gibt JACOB U. A. (2000) als absolutes Minimum an, als Mindestgröße hält er einen Umfang von 100 Personen als empfehlenswert. Dadurch steige die Wahrscheinlichkeit, typischen Strukturen der Grundgesamtheit erfassen zu können ohne Ausreißer berücksichtigen zu müssen.

LIPPOLD U. A. (2003) wählten für die Akzeptanzuntersuchung auf jeder Strecke eine Stichprobe von insgesamt 130 Kraftfahrern je Richtung aus.

Der Aufbau des Fragebogens sollte nach RAAB-STEINER U. A., (2008) in die Teile Einleitung, Fragenteil, Abschlussteil gegliedert sein. Der einleitende Teil sollte positives Interesse bei der befragten Person wecken und auf die Anonymität der Befragung hinweisen, da dies die Antwortbereitschaft erhöht. Am Ende der Befragung sollte eine Danksagung erfolgen und Hinweise gegeben werden wo die Ergebnisse veröffentlicht werden.

Der Fragenteil soll in Anhängigkeit der Standardisierung wie folgt aufgebaut sein:

- Zumutbare Gesamtlänge
- Einteilung in Abschnitte, sinnvolle Abfolge der Fragen
- Besser geschlossene als offene Fragen (vereinfachte Auswertung)
- Kurze und prägnante Antwortmöglichkeiten
- Keine suggestive, stereotype oder stigmatisierende Formulierung der Fragen

Geschlossene Fragestellungen geben dem Befragten die Antwortmöglichkeiten vor, und die für ihn passende wird angekreuzt. Vorteil dabei ist eine einfache Auswertbarkeit, nachteilig hingegen ist, dass nicht alle Antwortmöglichkeiten berücksichtigt werden können. Bei offenen Fragen hat der Befragte die Möglichkeit, eine Antwort zugeben, die vorher nicht eingrenzt wurde. Vorteil dabei ist eine Antwortvielfalt, die allerdings erschwert auszuwerten ist. Die Mischform aus offenen und geschlossenen Fragen gibt die Möglichkeit Antworten vorgegeben und eine weitere Meinung des Befragten zu erheben.

Die Antworten der Befragten entsprechen nach

RAAB-STEINER U. A. (2008) folgenden Antwortformaten:

- freie,
- gebundene,
- dichotome
- Ratingskalen.

Offene Fragestellungen sind mit dem freien Antwortformat verknüpft. Die Fragestellung kann frei beantwortet werden. Beim gebundenen Antwortformat werden mehrere, verschiedene Antwortmöglichkeiten vorgegeben. Beim dichotomen Antwortformat hingegen sind es nur zwei Antwortmöglichkeiten (z. B. Ja/Nein- oder richtig/falsch). Bei Ratingskalen kann der Befragte eine Abstufung zwischen den vorgegebenen Antwortmöglichkeiten vornehmen. Diese Ratingskalen werden entsprechend der Fragestellung aufgebaut und können nach verschiedenen Gesichtspunkten unterschieden werden. Des Weiteren werden nach ROHRMANN (1978) fünfstufige Skalen von Befragten bevorzugt

## 2.2.9 Zusammenfassung

Während des Fahrprozesses gilt der Kraftfahrer als einzige aktive und somit handelnde Person. Er nimmt zu ca. 90 % der Informationen aus der Umwelt über seine Augen auf. Diese Informationen werden als Gesamtbild bewusst oder unbewusst wahrgenommen, analysiert und folgend umgesetzt oder ausgesondert. Die Umsetzung kann über die Anpassung bzw. Änderung des Fahrverhaltes erfolgen.

Auf Straßen mit einer 2+1- Führung werden allgemein hohe, über der zulässigen Höchstgeschwindigkeit liegende Geschwindigkeitsniveaus festgestellt. Dabei wird in den Bereichen mit Überholstreifen schneller gefahren als in den einstreifigen Bereichen.

Diese Geschwindigkeitsdifferenzen können dazu führen, dass in einem Überholabschnitt die gesamte Länge und die anschließende Sperrfläche zum Überholen genutzt wird, um im folgenden einstreifigen Abschnitt unbehindert weiter fahren zu können. Wird dann zu einem vorausfahrenden Fahrzeug aufgeschlossen, muss die Geschwindigkeit angepasst werden. In diesem Fall können Fahrzeugpulks entstehen, die im nächsten Überholabschnitt wieder aufgelöst werden. Anderenfalls kann die Geschwindigkeitsdifferenz zwischen vorausfahrenden und nachfolgenden Fahrzeug zu regelwidrigen Überholungen durch das Überfahren der Richtungstrennung führen. Dieser Fall kommt jedoch selten vor.

Aus den Untersuchungen zum Fahrverhalten bei veränderter Fahrtrichtungstrennung gehen viele verschiedene Ansätze zu deren Gestaltung hervor. Diese finden sich teilweise bereits in den Regelwerken verschiedener europäischer Länder wieder

(vgl. 2.1.2). Die Analyse des Spurverhaltens zeigt deutlich, dass zu einer baulichen Fahrtrichtungstrennung mehr Abstand gehalten wird, als zu einer betrieblichen Trennung durch eine Markierung. Wird diese Markierung in einem verbreiterten Abstand aufgetragen, stellt sich ebenfalls ein größerer Abstand zwischen entgegenkommenden Fahrzeugen ein. Ein direkter Einfluss auf das Geschwindigkeitsverhalten konnte hingegen bei keiner Variante festgestellt werden. Dabei müssen die zulässigen Höchstgeschwindigkeiten beachtet werden.

Aussagen zur Wirkung der Varianten auf die Verkehrssicherheit sind nur für bauliche Elemente wie Stahlseil-Barriere, Stahl- und Betonschutzwand bekannt. Sie wirken sich äußerst positiv auf die Verkehrssicherheit aus, haben aber Nachteile im Notfall und Winterdienstmanagement. Diese Nachteile führen zu höheren Kosten für den Bau- lastträger. Eine Erhöhung der Unfallzahlen wurde bei der Verwendung von Leitschwellen in Kombination mit Sichtzeichen ermittelt.

Die Einstellung der Kraftfahrer zu den Varianten der Fahrtrichtungstrennung wurde teilweise durch Befragungen ermittelt. Die Mehrheit der Kraftfahrer ist den Maßnahmen gegenüber positiv eingestellt und versteht diese. Die Bewertung der Akzeptanz der Maßnahme durch Befragungen ist wichtig für den Erfolg einer neuen Maßnahme. Diese sollten vor Ort mit einer repräsentativen Stichprobe von Kraftfahrern durchgeführt werden.

Aus allen Ausführungen zu den verschiedenen Elementen der Fahrtrichtungstrennung zeigt sich, dass diese betrieblich (z. B. Markierungen), baulich (z. B. Schwellen) oder aus der Kombination beider bestehen können. In Deutschland werden auf Straßen mit einer 2+1- Führung derzeit die Richtungen mit einer doppelten Fahrstreifenbegrenzung getrennt. Dabei wurden bereits aus verkehrssicherheitsgründen auf einigen Straßen die Abstände zwischen der doppelten Fahrstreifenbegrenzung vergrößert.

### 3 Ziel der Untersuchung

Die Analyse des nationalen Regelwerks zeigt, dass mit der Überarbeitung der Richtlinien für die Anlage von Landstraßen ein neues Prinzip im Bereich des Straßenentwurfs verfolgt wird. Mit der Einführung von Entwurfsklassen, sollen dem Fahrer vier verschiedene Straßentypen bewusst gemacht werden. Dazu wird sich klassenspezifischen Wiedererkennungsmerkmalen wie Querschnitt, Markierung oder Knotenpunktart bedient. Dabei besitzt die Markierung den Vorteil, dass sie für den Verkehrsteilnehmer kontinuierlich sichtbar ist und bis zu einem bestimmten Maß auch auf Bestandsstraßen dem neuen Prinzip angepasst werden kann.

Die Regelwerke der europäischen Nachbarländer zeigen, dass ein Prinzip wieder erkennbarer und standardisierter Straßen funktionsfähig umgesetzt werden kann. Die Gestaltung der Wiedererkennungsmerkmale ist dabei von Land zu Land unterschiedlich.

Allgemein gilt aber, dass der Verkehrsteilnehmer die jeweilige Entwurfs- oder Straßenklasse bewusst oder unbewusst erkennen und sein Fahrverhalten den Gegebenheiten anpassen soll.

Für Straßen der Entwurfsklasse EKL 1 ist das wesentliche Wiedererkennungsmerkmal der verkehrstechnische Mittelstreifen.

Im Rahmen des Projektes soll geprüft werden, welche Elemente der Fahrtrichtungstrennung das Prinzip der RAL (FGSV, Entwurf, 03/2008) widergeben und dabei wirksam, sicher und wirtschaftlich sind, sowie von den Verkehrsteilnehmern akzeptiert werden.

Die Analyse regelwidriger Überfahrungen bei der Anwendung neuer Varianten der Richtungstrennung ist dabei von besonderer Bedeutung.

Das Ziel des Projektes ist es, auf der Grundlage von Kenntnissen über die Änderung des Fahrverhaltens und über die Akzeptanz der Verkehrsteilnehmer bei der Verwendung neuer Varianten der Richtungstrennung die Wirkung dieser Maßnahme zu ermitteln.

Weiterhin sollen über die Kosten und die Dauerhaftigkeit Aussagen zur Wirtschaftlichkeit der verwendeten Varianten getätigt werden.

Folgende Aspekte sind zu untersuchen:

- sichere Befahrbarkeit - Fahrverhalten (Geschwindigkeits- und Spurverhalten) der Verkehrsteilnehmer
- Akzeptanz der Maßnahmen bei den Verkehrsteilnehmern
- Kosten der verschiedener Maßnahmen
- Lebensdauer verschiedener Maßnahmen (Haltbarkeit/Betriebsdienst)
- Verkehrssicherheit

Bei der Analyse der genannten Punkte ist die rechtliche Durchsetzbarkeit von Seiten der Verkehrsbehörden zu berücksichtigen.

Im Ergebnis des Projektes sollen Empfehlungen gegeben werden, die bei Bedarf in der Planungspraxis umsetzbar sind.

## 4 Untersuchungsmethodik

Ausgehend vom Untersuchungsziel, der Empfehlung einer wirksamen und dauerhaften Variante der Fahrtrichtungstrennung, wird die Untersuchungsmethodik in vier verschiedene Schritte gegliedert.

Für die Analyse der Befahrbarkeit bei verschiedenen Varianten zur Fahrtrichtungstrennung, sind Informationen zum **Fahrverhalten** notwendig und das **Unfallgeschehen** zu untersuchen.

Um die Wirksamkeit und Durchsetzbarkeit verschiedener Varianten zur Fahrtrichtungstrennung zu ermitteln, sind die Kenntnisse über **Erfahrungen des Straßenbetriebsdienstes** erforderlich. In diesem Zuge können auch bereits erste Erfahrungen bezüglich der Dauerhaftigkeit der untersuchten Varianten erhoben werden.

Informationen zur **Akzeptanz der Kraftfahrer** zu den Elementen, lassen sich durch gezielte Befragungen ermitteln.

### 4.1 Fahrverhalten

Das Fahrverhalten lässt sich über das Geschwindigkeits-, Beschleunigungs- und Spurverhalten beschreiben. Maßgebend für die vorliegende Untersuchung ist auch die Betrachtung des Überholverhaltens bei angeordneten Überholverbot.

Da u. a. die Wirksamkeit von unterschiedlichen Gestaltungsmaßnahmen analysiert wird, sind dabei Vorher-/Nachher- Messungen notwendig.

Für Untersuchungsabschnitte an denen die Durchführung eines Vorher-/Nachher- Vergleiches nicht möglich ist (z. B. Neubau eines Streckenabschnittes), soll die Wirksamkeit mit einem Mit/Ohne-Vergleich der Maßnahmen untereinander durchgeführt werden.

Untersuchungen zum Fahrverhalten lassen sich im realen Straßenumfeld und im Fahrsimulator durchführen. Erfahrungen mit Simulatoruntersuchungen (LIPPOLD U. A., 2005 und 2008) zeigen, dass diese Untersuchungsmethode für die Betrachtung regelwidriger Überholungen und für die mittelfristige Auswirkung auf die Verkehrssicherheit nicht zielführend ist, da eine Beobachtung über einen längeren Zeitraum nicht möglich ist.

Fahrverhaltensuntersuchungen im realen Feld haben zum Erreichen des Forschungsziels im vorliegenden Fall nur begrenzte Aussagekraft. Theoretisch ist zu erwarten, dass unterschiedliche Elemente von Fahrtrichtungstrennungen keinen nennenswerten Einfluss auf Geschwindigkeiten oder Beschleunigungen haben. Da ein solcher Einfluss andererseits auch nicht gänzlich auszuschließen ist, werden Geschwindigkeitsmessungen an den ausgewählten Querschnitten vorgesehen.

Von maßgeblichem Interesse sind aber die (verkehrswidrige) Überfahungshäufigkeit des Überholverbotes (bei unterschiedlichen Typen) und die daraus resultierende Verkehrsgefährdung. Das bedeutet also, dass die angeordneten Überholverbote durchgängig zu beobachten sind. Wie die Erfahrungen aus AOSI (LIPPOLD U. A., 2006) gezeigt haben, sind hierfür in größeren Abständen verlegte Induktionsschleifen wirkungslos, da sie das Überholen nur punktuell erfassen können.

#### 4.1.1 Geschwindigkeitsverhalten

Zur Ermittlung des Geschwindigkeitsverhaltens stehen verschiedene Messverfahren zu Auswahl.

Radargeräte, beispielsweise in einzelnen Leitpfosten, ermöglichen eine wetterunabhängige und unbeeinflusste Geschwindigkeitsmessung, die auch bei Nacht erfolgen kann; eine visuelle Kontrolle der Messergebnisse in Form von Bildern ist bei diesem Verfahren jedoch nicht möglich.

Der Einbau von mindestens zwei Induktionsschleifen pro Messquerschnitt und Fahrstreifen erlaubt auch eine Messung zu jeder Tageszeit. Die Fahrzeit von Beginn der ersten in einem Fahrstreifen verlegten Induktionsschleife bis zum Beginn der zweiten Schleife stellt die grundlegende Messgröße dar. Der Einbau von Messschleifen war wirtschaftlichen Gesichtspunkten nicht sinnvoll. Eine Untersuchungstrecke sollte mindestens drei Überholabschnitte aufweisen, so dass 18 Induktionsschleifen je Strecke notwendig wären. Diese hätten noch dazu im Vorher- und Nachher- Zustand neu verlegt werden müssen.

Ein weiteres Verfahren für die Erfassung des Geschwindigkeitsverhaltens stellen Verfolgungsfahrten dar. Dabei wird einem ungehindert fahrenden Fahrzeug, in einem Abstand von mindestens 4 Sekunden gefolgt. Verfolgungsfahrten haben den Vorteil, dass Daten kontinuierlich über einen längeren Streckenabschnitt aufgenommen werden können. Der höhere Aufwand erlaubt jedoch nur die Erhebung eines wesentlich kleineren Kollektivs. Um statisch abgesicherte Aussagen zum Geschwindigkeitsverhalten zu erhalten, ist nach LIPPOLD (1997) je Richtung (und Überholabschnitt) die Verfolgung von mindestens 30 Fahrzeugen notwendig.

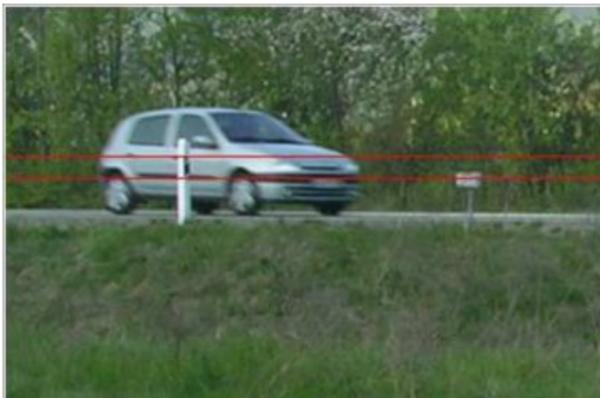
Im vorliegenden Projekt soll aufgrund der positiven Erfahrungen (LIPPOLD U. A., 2008) und der vergleichsweise schnellen Erhebung großer Fahrzeugkollektive ein Laserscanner vom Typ SICK LMS 200 (vgl. Bild 4.1, links) zum Einsatz kommen.

Bild aus datenschutzrechtlichen Gründen entfernt.

**Bild 4.1:** Laserscanner SICK LMS 200 (li) und Scanner- Stativ zur Tragung der Messungen als Vermessungsarbeit (re)

Der Scanner misst mit einer konstanten Aufzeichnungsfrequenz von 8,33 Hz die Entfernung von Objekten, die sich in einem Bereich von 180° und maximal 80 m Entfernung um den Scannerstandort befinden. Die Erfassung von Objekten erfolgt dabei mit einer Auflösung von 0,5°-Schritten. Durchfährt ein Fahrzeug den Erfassungsbereich des Scanners mit einer Geschwindigkeit von 100 km/h, so wird dessen Position alle 3,33 m erfasst.

Beginn und Anfang des Messquerschnitts wurden vor Ort in Abhängigkeit vom Standort des Laserscanners ermittelt. Die Höhe der Scanebene über der Fahrbahnoberfläche entspricht in etwa der Höhe der schwarzen Markierungen an den Leitpfosten (vgl. Bild 4.2).



**Bild 4.2:** Positionierung der Scannerebene (CHALES-DE BEAULIEU, 2011)

Aus dem Zeitabstand zweier aufeinander folgender Scans (12 ms) und den zugehörigen Fahrzeugpositionen kann die Momentangeschwindigkeit eines Fahrzeugs berechnet werden.

Die vorhandene Auswertungssoftware wurde im Rahmen der Forschungsarbeit „Einfluss der Straßenbepflanzung und Straßenraumgestaltung auf das Verhalten der Verkehrsteilnehmer und auf die Sicherheit im Straßenverkehr an Außerortsstraßen“ (LIPPOLD U. A., 2008) entwickelt und erfolgreich eingesetzt. Sie ist für die Erfassung von Geschwindigkeits- und Spurverhalten bei Kurvenfahrten ausgerichtet und wurde für das vorliegende Projekt für Messungen in geraden Messabschnitten erweitert.

Im Gegensatz zu den in Leitpfosten montierten Messeinrichtungen lässt sich der Laserscanner nicht vollständig verbergen. Aus diesem Grund wurde der Laserscanner bei freiem Umfeld auf ein in Bild 4.1 (rechts) dargestelltes Stativ montiert, um den Anschein von Vermessungsarbeiten zu erwecken. Dadurch sollte der Fahrer nicht den Eindruck haben, dass es sich bei der Messung um eine Geschwindigkeitskontrolle handelt. Auf diese Weise sollte die Beeinflussung des Fahrverhaltens minimiert werden.

Während der Berechnung der Geschwindigkeiten, zeigte sich im Laufe der Untersuchung ein niedriges Geschwindigkeitsniveau, das dem aus der Literatur bekannten (vgl. Abschnitt 2.2.2) nicht entspricht. Es wurde davon ausgegangen, dass das Fahrverhalten der Kraftfahrer durch den schwer zu verbergenden Laserscanner beeinflusst wurde.

Aus diesem Grund soll an dieser Stelle bereits auf die zusätzlich im Rahmen der Querschnittsmessungen durchgeführten Radarmessungen eingegangen werden.

Für diese Untersuchung stand der Technischen Hochschule Mittelhessen das Radarmessgerät TOPO.SLP der Firma RTB zur Verfügung. Die Radartechnik wurde bei diesem Gerät in einem Standardleitpfosten integriert (vgl. Bild 4.3).

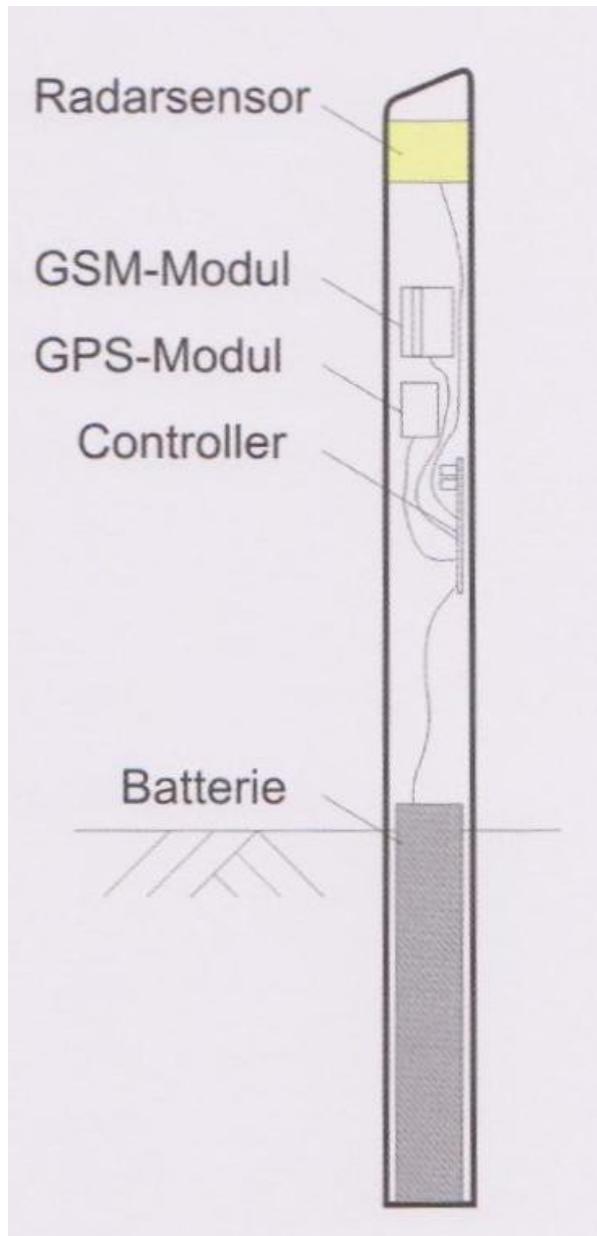


**Bild 4.3:** Radarmessgerät TOPO.SLP (RTB, 2011)

Die Positionierung im Messquerschnitt erfolgte durch den „Austausch“ eines vorhandenen Leitpfostens. Diese für den Verkehrsteilnehmer bekannte Straßenausstattung ermöglichte somit eine

verdeckte Geschwindigkeitsmessung.

Für die exakte Ausrichtung und einen sicheren Stand während der Messung wurde aufgrund der Abmessungen des Leitpfostens ein Fundament mit einer Tiefe von 0,55 m betoniert (vgl. Bild 4.4).



**Bild 4.4: Querschnitt Radarmessgerät TOPO. SLP (RTB, 2009)**

Bei der Positionierung des Leitpfostens am rechten Fahrbahnrand wurde darauf geachtet, dass sich im zu erfassenden Bereich der Straße keine Objekte oder Gegenstände befinden. Weiterhin ist es wichtig den Pfosten in einem Winkel vom  $90^\circ$  zum Untergrund ( $\pm 2^\circ$ ) und senkrecht zur Fahrbahn ( $\pm 5^\circ$ ) zu installieren.

Der Radarsensor befindet sich im oberen Teil des Leitpfostens. Er sendet und empfängt das am Fahrzeug reflektierte und danach dopplerverschobene Radarsignal. Das darunter eingebaute GSM-Modul ermöglicht eine Übertragung der

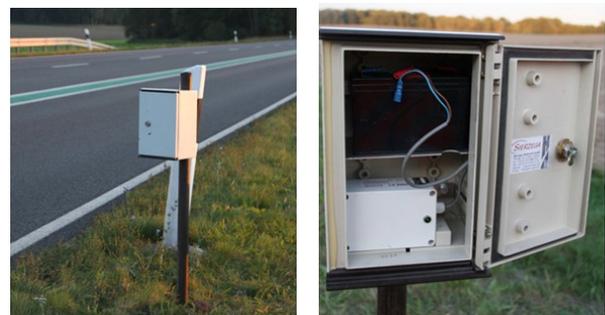
aufgenommenen Daten zu einem externen Server. Alternativ ist ein Datenexport über eine Bluetooth-Schnittstelle direkt vor Ort möglich. Das unter dem GSM-Modul angebrachte GPS-Modul ermöglicht eine satellitengestützte Bestimmung der exakten Position des Messgerätes. Die Stromversorgung des Messgerätes erfolgt durch den im unteren Teil des Pfostens befindlichen 12 Volt Akku.

Mit dem Radargerät TOPO.SLP war die Erfassung der Geschwindigkeiten generell für einen Fahrstreifen in Messrichtung möglich. Dabei wurde neben der Erhebung der Geschwindigkeiten auch eine Klassifizierung des Fahrzeugkollektivs vorgenommen. Diese erfolgte über die Geräuschmessung mit Hilfe des (in Anlehnung an die Technischen Lieferbedingungen für Streckenstationen (TLS) der BAST (2002)) eingebauten Mikrofons.

Das erhobene Datenmaterial wurde vor Ort durch eine Bluetooth Verbindung zwischen Net- oder Notebook und TOPO.SLP ausgelesen. Der interne Speicher des Gerätes erfasst mehr als 500.000 Fahrzeuge, damit auch längerfristige Erhebungen möglich sind.

Die Geschwindigkeitsmessungen, die von der TU Dresden durchgeführt wurden, erfolgten parallel und aus wirtschaftlichen Gründen einem mit Seitenradargerät vom Typ „SR4 Traffic-Counter“ der Firma Sierzega.

Dies besteht aus einem  $300 \times 250 \times 160$  mm großen, wasserfesten Gehäuse, welches an einem ca. 60 mm starken Rohrpfosten angebracht wurde. Der Hersteller empfiehlt einem Abstand zwischen Fahrbahnrand und Messgerät von 0,5 und 4,0 m. Andere Untersuchungen (z. B. LIPPOLD U. A., 2011, SCHÜLLER, 2010). bestätigen diese Empfehlung. Im Gehäuse sind der Radarsensor und ein Akkumulator zur Stromversorgung enthalten. Die erhobenen Messdaten wurden während der Aufnahme im Radarmodul gespeichert. Die Übertragung der Daten erfolgte am Ende der Messung auf ein „Personal Digital Assistant (PDA)“ mit der Software „Bluetooth“.



**Bild 4.5: Messanordnung des Seitenradars (Busch, 2011)**

Das Gerät ermöglichte ebenfalls die Datenerhebung großer Fahrzeugkollektive und ist auch eher unauffällig im Straßenraum. Daher kann auch hier von einer verdeckten Geschwindigkeitsmessung

ausgegangen werden, die Fahrzeugführer in ihrer Fahrweise nicht beeinflusste.

#### 4.1.2 Spurverhalten

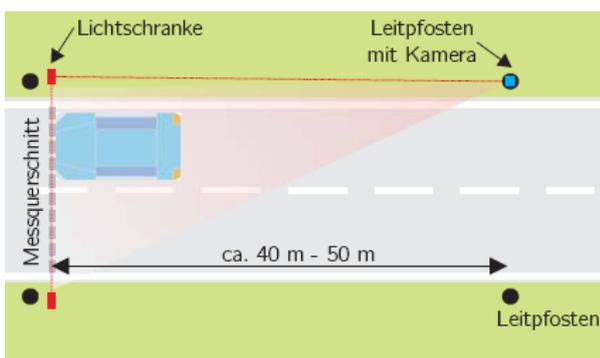
Auch das Spurverhalten kann mit unterschiedlichen Verfahren analysiert werden. Hierbei sind z. B. videobasierte Aufzeichnungen zu nennen, die dann, mit Hilfe einer Software ausgewertet werden (vgl. Bild 4.6).



**Bild 4.6: Videoauswertung der Spurverhaltensanalyse (LIPPOLD U. A., 2003)**

Die digitale Videokamera wurde in diesem Fall in einem Leitpfosten integriert und ist für die Kraftfahrer nicht erkennbar. Der Messquerschnitt ist ca. 40 m bis 50 m vom Standort der Kamera entfernt, so dass das Kamerabild durch Zoomen ausgerichtet wird. Das gezoomte Bild soll möglichst die volle Bildbreite in Anspruch nehmen. Um die Durchfahrt der Fahrzeuge stationsgenau nachvollziehen zu können, wurde am Messquerschnitt eine Lichtschranke, errichtet (vgl. Bild 4.7).

Das dargestellte Messverfahren eignet sich besonders gut für schmale, schwach belastete Querschnitte mit einer großen Anzahl frei fahrender Fahrzeuge. In diesem Projekt ist der Einsatz aufgrund des hohen Auswerteaufwand und des Aufbaus, der bei Verkehrsstärken eines RQ 15,5 zu gefährlich wäre, nicht verwendbar.



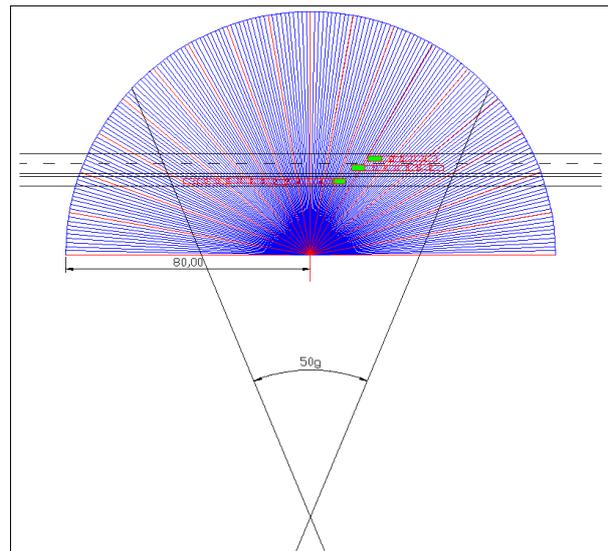
**Bild 4.7: Anordnung der Messeinrichtung zum Messen des Spurverhaltens (LIPPOLD U. A., 2003)**

Für die Ermittlung des Spurverhaltens kommt der, bereits im Abschnitt 4.1.1 beschriebene Laserscanner zum Einsatz.

Um die Position eines Fahrzeuges im Fahrstreifen zu ermitteln, ist zuerst die Erfassung der Fahrbahn notwendig. Dies geschieht mit Hilfe eines Reflektors, welcher vor der Messung entlang der Fahrstreifenbegrenzungslinien der jeweiligen Fahrtrichtung in einem Abstand von ca. 5,0 m aufgestellt und gescannt wird.

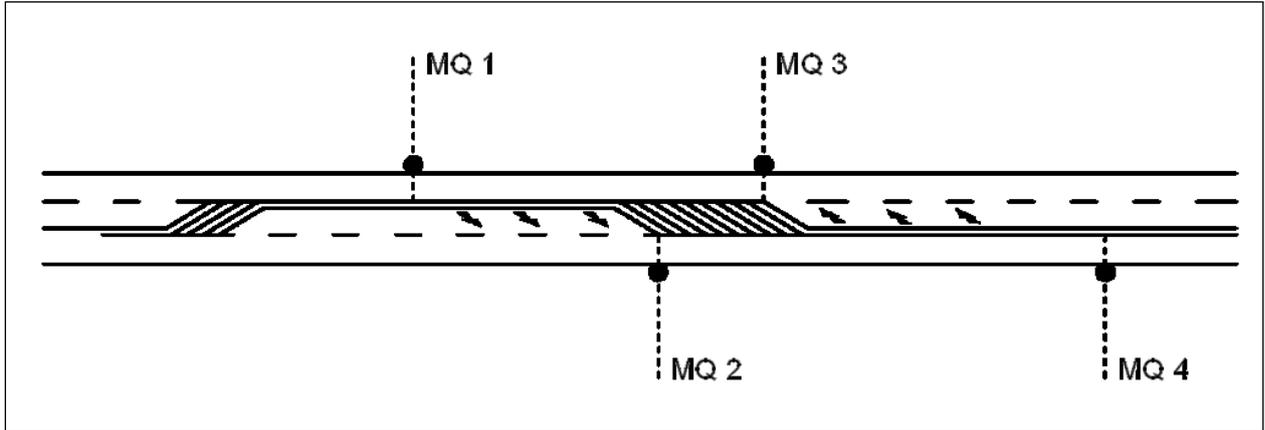
Die Messungen mittels Laserscanner wurden an unterschiedlichen Standorten des Versuchsabschnitts der jeweiligen Straße durchgeführt. Dabei sind die jeweiligen Standorte für den Vorher-/Nachher- Vergleich identisch. Bei einem Mit/Ohne Vergleich wird der Scanner entsprechend in den jeweiligen Abschnitten aufgestellt.

In dieser Untersuchung wurden die zwei Standorte in die Betrachtung des Spurverhaltens mit einbezogen. Diese befanden sich in der Mitte des einstreifigen Abschnitts und jeweils am Beginn des kritischen Wechsels (beide Fahrtrichtungen). Durch die Messungen mit dem Laserscanner in der Mitte des Querschnitts, kann der Abstand der Fahrzeuge zum verkehrstechnischen Mittelstreifen analysiert werden.



**Bild 4.8: Standort des Laserscanners zur Ermittlung des Spurverhaltens im einstreifigen Bereich**

Der Standort am kritischen Wechsel wurde in die Untersuchung einbezogen, um Aussagen zu möglichen Sperrflächenüberfahren in Verbindung mit der Richtungstrennung zu erhalten. Dabei wurde der Laserscanner an den jeweiligen Messquerschnitten auf der Straßenseite aufgebaut, auf der sich der einstreifigen Richtung des Überholabschnitts befindet (vgl. Bild 4.8).



**Bild 4.9:** schematische Darstellung der Standorte des Laserscanners in den unterschiedlichen Messquerschnitten

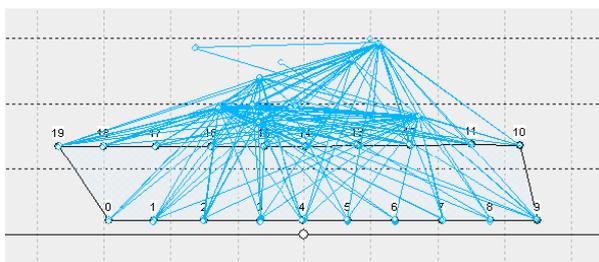
Um eine möglichst große Anzahl an Fahrzeugen zu erfassen, scannte der Laser fortlaufend über mehrere Stunden an allen Messquerschnitten, die schematisch in Bild 4.9 dargestellt sind.

#### 4.1.3 Auswertung des Fahrverhaltens

Zur Auswertung des Geschwindigkeits- und Spurverhaltens, das mittels Laserscanner erhoben wurde, dienen die Programme ScanFahrbahn und ScanAlyse der TU Dresden (Lehrstuhl SVA). Diese wurden in Rahmen des Forschungsprojektes „Einfluss der Straßenbepflanzung und Straßenraumgestaltung auf das Verhalten der Verkehrsteilnehmer und auf die Sicherheit im Straßenverkehr an Außerortsstraßen“ (LIPPOLD U.A., 2005) programmiert und für das vorliegende Projekt weiterentwickelt.

Um die Position eines Fahrzeuges im Querschnitt zu bestimmen, ist zunächst die Erfassung der Fahrbahnkanten als Bezugskante notwendig. Dazu werden zu Beginn der Messung einzelne Reflektorpositionen entlang der Fahrbahn durch sogenannte Referenzscans aufgezeichnet.

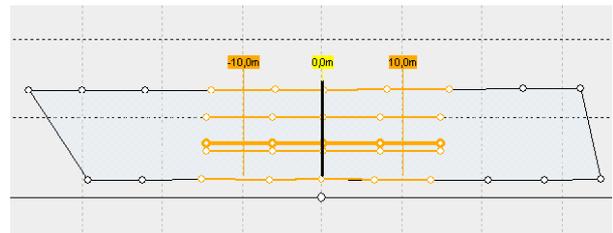
Diese Referenzscans bzw. die Reflektorstandorte werden mit dem Programm ScanFahrbahn dargestellt, nicht benötigte Punkte (z. B. in maximaler Entfernung oder sich nicht bewegende) werden gelöscht. Die Reflektorstandorte werden anschließend mit einem Polygon verbunden (vgl. Bild 4.10).



**Bild 4.10:** Erzeugung des Fahrbahnpolygons mit ScanFahrbahn

Mit dem Programm ScanAlyse können Kurven mit konstantem Radius, Geraden und Klothoiden abgebildet werden.

Auf Grundlage der erzeugten Polygone werden die inneren und äußeren Fahrbahnkanten und die restlichen Markierungen (Sperrflächen, Leitlinien, Fahrtrichtungstrennungen) modelliert (vgl. Bild 4.11).

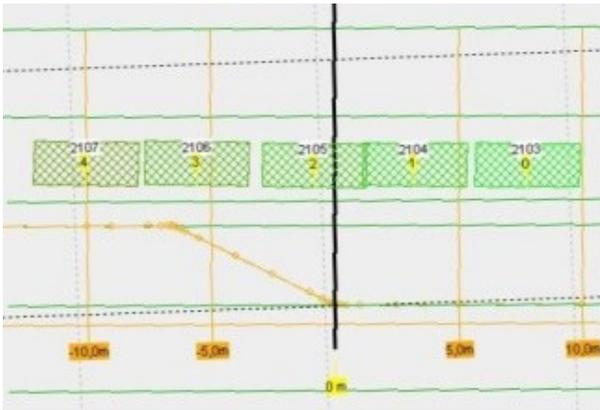


**Bild 4.11:** Erzeugung der Fahrbahn und zugehörige Elemente mit ScanFahrbahn

Die erstellte Fahrbahn ist die Grundlage für die Darstellung und Auswertung des Geschwindigkeits- und Spurverhaltens der erfassten Fahrzeugdaten.

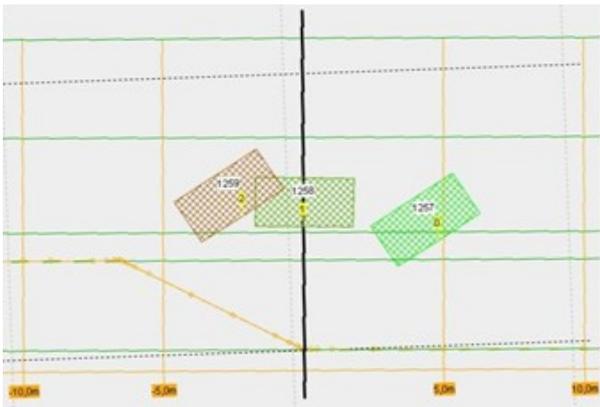
Im nächsten Arbeitsschritt werden die erstellten Fahrbahnlinien sowie die gemessenen Fahrzeuge in das Programm ScanAlyse eingelesen. Die Fahrzeugdaten bestehen zunächst aus Punktwolken. Festpunkte (z. B. Bäume, Verkehrszeichen oder Leitpfosten) und Punkte, die sich außerhalb der Fahrbahn befinden, wurden in der weiteren Auswertung nicht weiter berücksichtigt. Aus den verbleibenden Punkten/Punktwolken wurden mit einem Objekterkennungsalgorithmus Fahrzeugkanten errechnet.

Im Ergebnis können die Spurverläufe einzelner Fahrzeuge dargestellt und ausgewertet werden (vgl. Bild 4.12)



**Bild 4.12: Spurverlauf eines an mindestens vier Positionen erkannten Fahrzeuges (ADLER, 2010)**

Fahrzeuwerkerkennungen, die fehlerhaft sind, z. B. durch verdrehte Positionen oder falsch erkannte Fahrzeugkanten werden gelöscht (vgl. Bild 4.13). Eine falsche Erkennung kann z. B. aus der Form und der Farbe der Fahrzeuge auf Grund der hieraus resultierenden Reflektionseigenschaften vorkommen.



**Bild 4.13: Spurverlauf eines fehlerhaft erkannten Fahrzeuges (ADLER, 2010)**

Für die Ermittlung des Geschwindigkeits- und Spurverhaltens werden die erfassten Fahrzeuge aufgrund der Fahrzeuglänge in Pkw und Lkw unterteilt. Ein Pkw weist dabei eine Länge zwischen 3,0 und 6,0 m auf, ein Lkw zwischen 12,0 und 20,0 m (CHALES-DE BEAULIEU, 2011). Das Kollektiv der Fahrzeuge mit einer Länge zwischen 6,0 m und 12,0 m (z. B. Kleintransporter, Sprinter, Pkw mit Anhänger oder kleinere Lkw <7,5 t) wird nicht betrachtet. Für dieses Kollektiv gelten auf Landstraßen unterschiedliche zulässige Höchstgeschwindigkeiten. So müssen „Sprinter“ eine zulässige Höchstgeschwindigkeit von 100 km/h einhalten, während für Lkw nur eine zulässige Höchstgeschwindigkeit von 60 km/h auf Landstraßen gilt. Diese würden damit die Ergebnisse der Untersuchung für frei fahrende Pkw und im Umkehrschluss für Lkw verfälschen.

#### 4.1.3.1 Geschwindigkeitsverhalten

Die Geschwindigkeiten der Fahrzeuge, die mit dem Laserscanner erfasst wurden, ermittelt die Software ScanAllyse direkt sowie gleitend. Während bei der direkten Berechnung nur jeweils die erste und letzte Fahrzeugposition für die Berechnung der Geschwindigkeit berücksichtigt wird, werden bei der gleitenden Berechnung alle erkannten Fahrzeugpositionen berücksichtigt.

Für die Auswertung des Geschwindigkeitsverhaltens gehen alle Fahrzeuge ein, die mindestens an vier Positionen vom Laserscanner erkannt wurden. So können die Geschwindigkeiten über mehrere erfasste Fahrzeugpositionen betrachtet und durch die (gleitende) Berechnung Geschwindigkeitsänderungen innerhalb des Messerquerschnitts berücksichtigt werden.

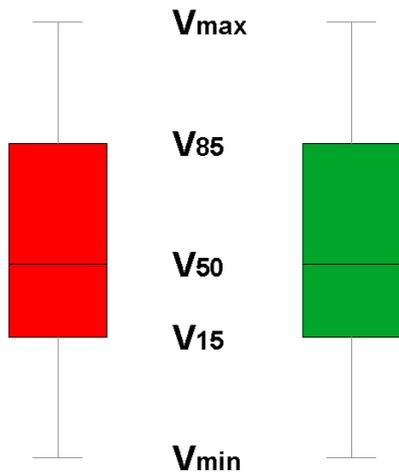
Für die Berechnung der Geschwindigkeiten der Pkw werden alle frei fahrenden Fahrzeuge im Messquerschnitt berücksichtigt. Bei dem Kollektiv der Lkw werden im einstreifigen Bereich neben den frei fahrenden auch für die Pulkführer für die Berechnung einbezogen. Es wird davon ausgegangen, dass Lkw aufgrund der Fahrzeugabmessungen nicht vom Nachfolgeverkehr beeinflusst werden.

Die Geschwindigkeitsdaten, die mittels Seitenradar aufgezeichnet werden, konnten durch den Export des \*.SR4-Datenformats in ein Excel-Datenformat umgewandelt und berechnet werden.

Mit Hilfe des Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest werden alle ermittelten Geschwindigkeiten auf Ausreißer und Extremwerte geprüft und um eine Verfälschung der Stichprobe zu vermeiden bereinigt. Nach deren Ausschluss im Zuge der statistischen Prüfung, werden folgende Geschwindigkeiten für jeden Messquerschnitt berechnet:

- $V_{85}$  - Geschwindigkeit, die von 85 % der Verkehrsteilnehmer unterschritten und von 15 % der Fahrer überschritten wird
- $V_{50}$  - Median aller Geschwindigkeitseinzelergebnisse
- $V_{15}$  - Geschwindigkeit, die von 15 % der Verkehrsteilnehmer unterschritten und von 85 % der Fahrer überschritten wird.

Die Ergebnisse werden getrennt für jede Fahrzeugklasse in Form von Box-Whisker-Diagrammen aufbereitet (vgl. Bild 4.14). Die Messwerte der Vorher- Untersuchung wurden dabei in rot und die der Nachher-Untersuchung in grün dargestellt. Weil diese Diagramme eine Übersicht über alle, für den jeweiligen Querschnitt ermittelten Geschwindigkeiten geben, soll zur näheren Erläuterung des Geschwindigkeitsverhaltens zusätzlich eine Tabelle mit den Ergebnissen der  $V_{85}$  und deren Differenzen herangezogen werden.



**Bild 4.14:** Darstellung der Box-Whisker-Diagramme

#### 4.1.3.2 Spurverhalten

Das Spurverhalten beschreibt die Position eines Fahrzeugs im Fahrstreifen. Es stellt eine geometrische Größe dar, die z. B. den Abstand der Fahrzeugachse oder des Fahrzeuggrands zum Fahrbahnrand oder einer anderen Bezugsgröße repräsentiert.

Die Analyse des Spurverhaltens erfolgt nach folgenden drei Kriterien:

- Position im einstreifigen Fahrstreifen mittels fahrgeometrisch-sicherheitsorientierten (FS) Spurlagenmodell (LIPPOLD U. A., 2003)
- Abstand zur Fahrtrichtungstrennung (einstreifige Richtung)
- Überfahrten der Fahrtrichtungstrennung in der Mitte der Überholfahrstreifen
- Überfahrten der Sperrfläche am kritischen Wechsel

Während die FS-Spurlagen bereits mit Hilfe des Laserscanners ermittelt werden konnten, wird für die Überfahrten der Sperrflächen und Fahrtrichtungstrennungen zusätzlich zur Laserscanner-Messung eine Videoanalyse durchgeführt.

Das Kollektiv für Ermittlung des Spurverhaltens besteht aus Fahrzeugen, die mindestens an drei Positionen vom Laserscanner erkannt werden. Dadurch entsteht ein ausreichend großes Kollektiv für die Analyse des Spurverhaltens an einem Querschnitt (Laserscanner-Position 0+000 schwarze Linie, vgl. Bild 4.12).

Für das Kollektiv der Pkw werden alle frei fahrenden Fahrzeuge im Messquerschnitt berücksichtigt. Das Kollektiv der Lkw umfasst neben den frei fahrenden Fahrzeugen auch die Pulkführer.

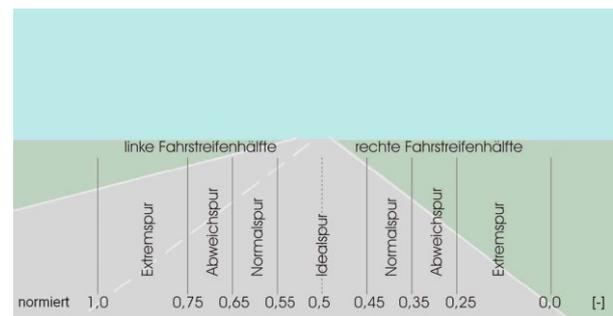
#### Position im einstreifigen Fahrstreifen mittels FS-Spurlagen

Mit dem fahrgeometrisch-sicherheitsorientierten FS-Spurlagenmodell wird die Position der Fahrzeugachse innerhalb der Fahrspur beschrieben.

Innerhalb des Modells wird die Fahrbahn in sieben Spurlagen aufgeteilt. Die Fahrstreifenachse stellt dabei die Symmetrieachse dar. Die Abstände zwischen der Fahrbahnachse und der Fahrzeugachse zum rechten bzw. zum linken Fahrbahnrand beschreiben die Spurlagen Idealspur, Normalspur, Abweichspur und Extremspur.

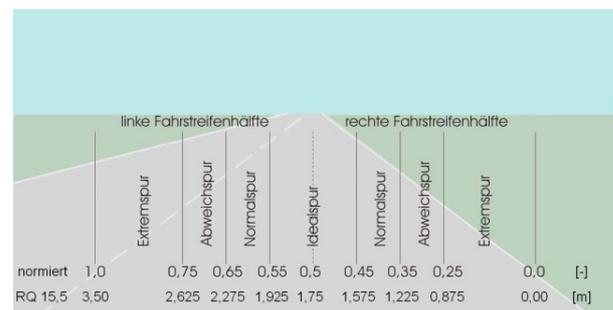
Bei einer „Idealen“ Position ist die Fahrzeugachse identisch mit der Fahrstreifenachse. Innerhalb des Fahrstreifens besteht zu beiden Seiten des Fahrzeugs somit der größte Sicherheitsabstand zur Fahrstreifenbegrenzung bzw. zur Leitlinie.

Diese Einteilung ist auf Grundlage der Normierung des rechten Fahrbahnrand (0) und der linken Fahrstreifenbegrenzung (1) möglich (vgl. Bild 4.15).



**Bild 4.15:** Einteilung der FS-Spurlagen (LIPPOLD U. A., 2003)

Die Normierung der Spurlagen nach LIPPOLD U. A., (2003), wurde für die vorliegende Untersuchung von SCHOLLBACH (2009) nach Bild 4.16 angepasst.



**Bild 4.16:** Spurlagen für den einstreifigen Bereich des RQ 15,5 (SCHOLLBACH, 2009)

Die Spurlagen lassen sich wie folgt definieren:

Die Idealspur beschreibt das Fahren in unmittelbarer Nähe zur Fahrstreifenmitte (0,5 x FSB (Fahrstreifenbreite)). Dieser Bereich wird links und rechts der Mitte mit 0,05 x FSB abgegrenzt. Die Gesamtbreite der Spurlage beträgt somit 0,1 x FSB (vgl. Bild 4.17).



**Bild 4.17: Schematische Darstellung Idealspur (ADLER, 2010)**

Die Normalspur repräsentiert wie in Bild 4.18 dargestellt, einen geringen Versatz von der Mitte des Fahrstreifens. Der Bereich hat die dreifache Ausdehnung der Idealspur. Links und rechts der Fahrstreifenmitte wird der Bereich mit  $0,15 \times \text{FSB}$  begrenzt.



**Bild 4.18: Schematische Darstellung Normalspur (ADLER, 2010)**

Die Abweichspur beschreibt einen stärkeren Versatz der Fahrzeuge von der Mitte des Fahrstreifens als bei der Ideal- bzw. Normalspur (vgl. Bild 4.19). Die Abweichspur befindet sich im Bereich  $(0,25 \text{ bis } 0,35) \times \text{FSB}$  bzw.  $(0,65 \text{ bis } 0,75) \times \text{FSB}$ .



**Bild 4.19: Schematische Darstellung Abweichspur (Adler, 2010)**

In Bild 4.20 wird die Extremspur dargestellt. Dieser Bereich ist eine Erweiterung der Abweichspur.

Durch die Breite der Fahrzeuge befahren diese den Fahrbahnrand oder können bis in den Nachbar- bzw. Gegenfahrstreifen hinein reichen. Fahrzeuge in diesen Randbereichen weichen stark von einer Fahrt in Fahrstreifenmitte ab. Die Bereiche der Extremspur sind kleiner als  $0,25 \times \text{FSB}$  und größer als  $0,75 \times \text{FSB}$ .

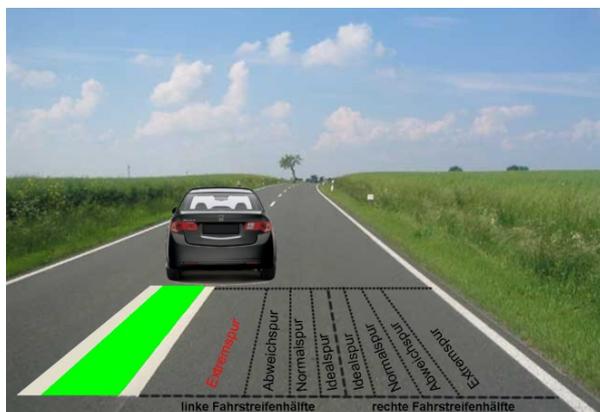
Alle von der Idealspur abweichenden Spurlagen können sich nach links zur Fahrbahnmitte oder nach rechts zum Fahrbahnrand ergeben.



**Bild 4.20: Schematische Darstellung Extremspur (ADLER, 2010)**

Befindet sich ein Lkw mit der rechten Fahrzeugkante auf der Fahrstreifenbegrenzung (0), dann ist seine Fahrzeugachse  $1,25 \text{ m}$  von dieser entfernt. Die Position der Fahrzeugachse entspricht dann dem äußeren Rand der Spurlage „Normalspur“ (vgl. Bild 4.23). Somit befinden sich Lkw nur bei den Spurlagen „Idealspur“ und „Normalspur“ innerhalb ihres Fahrstreifens. Die Spurlagen Abweich- und Extremspur treten nur bei der Fahrt außerhalb des eigenen Fahrstreifens auf.

Pkw befinden sich hingegen bei den Spurlagen „Idealspur“, „Normalspur“ und „Abweichspur“ auf ihrem Fahrstreifen. Stellen sich bei einem Fahrstreifen mit einer Breite von  $B = 3,50 \text{ m}$  die linke „Extremspur“ ein, würden Teile des Fahrzeuges über den eigenen Fahrstreifen hinaus ragen (vgl. Bild 4.21).



**Bild 4.21: Schematische Darstellung linke Extremspur (ADLER, 2010)**

Schließt an den Fahrstreifen eine Fahrtrichtungstrennung mit einer Breite von  $B = 1,00\text{ m}$  an, ragen nur bei der Lage der Pkw-Achse innerhalb des verkehrstechnischen Mittelstreifens Fahrzeugteile in den angrenzenden Fahrstreifen (vgl. Bild 4.22

und Bild 4.23)

Folgende schematische Übersicht verdeutlicht diesen Sachverhalt anhand der Fahrzeugmaße  $1,75\text{ m}$  für Pkw /  $2,50\text{ m}$  für Lkw.

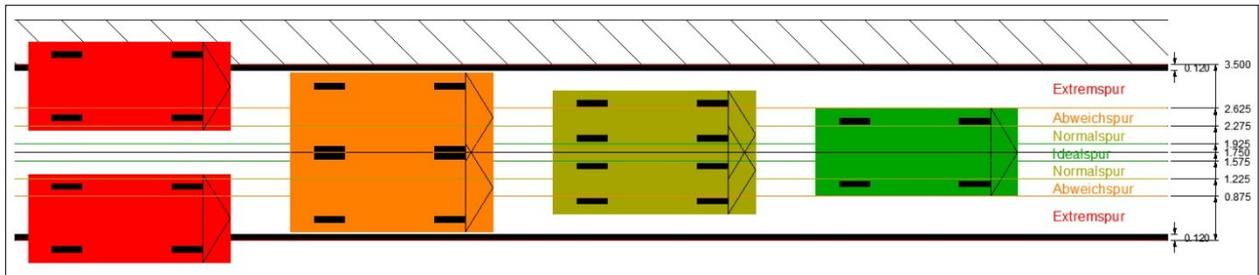


Bild 4.22: Pkw Spurlagen für den einstreifigen Bereich des RQ 15,5, bei einer Fahrstreifenbreite von 3,50 m

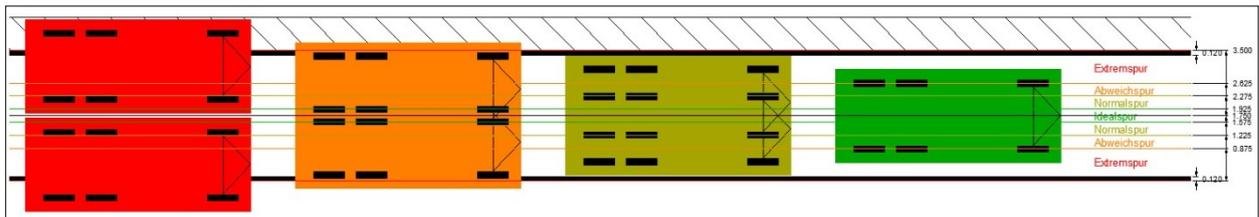


Bild 4.23: Lkw Spurlagen für den einstreifigen Bereich des RQ 15,5, bei einer Fahrstreifenbreite von 3,50 m

#### Abstand zur Fahrtrichtungstrennung (einstreifige Richtung)

Die Bezugslinie für die Berechnungen des Abstands der linken Fahrzeugkante zur Fahrtrichtungstrennung ist wie aus Bild 4.24 erkennbar die Fahrstreifenbegrenzungslinie.

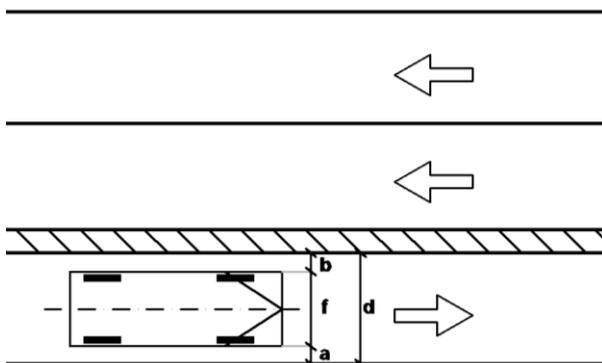


Bild 4.24: Maßgebende Abstände zur Ermittlung des Abstands zur Fahrtrichtungstrennung

mit:  $a$  = Abstand rechte Fahrzeugkante zur Außenseite der rechten Fahrbahnrandmarkierung

$b$  = Abstand rechte Fahrzeugaußenkante zur Fahrtrichtungstrennung

$d$  = Fahrstreifenbreite

$f$  = Fahrzeugmaß  $1,75\text{ m}$  /  $2,50\text{ m}$

Der Abstand  $a$  kann aus der Messung der Einzelfahrzeuge bestimmt werden. Zur Berechnung des

Abstands  $b$  wird eine Fahrzeugbreite nach den RAS (FGSV 2006A) von  $1,75\text{ m}$  angenommen (für Lkw  $2,50\text{ m}$ ).

$$b = d - (a + f) \quad \text{Glg. (1)}$$

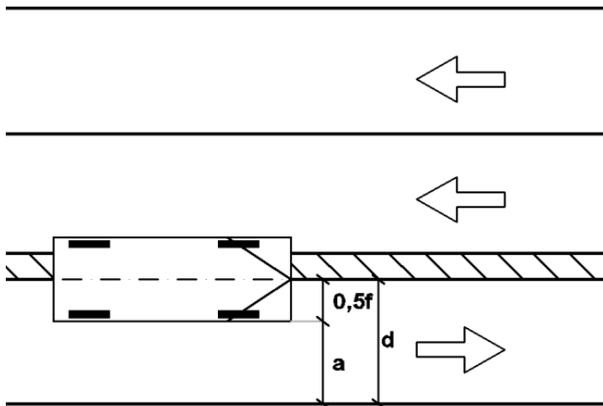
#### Abstand zur Fahrtrichtungstrennung (zweistreifige Richtung)

Neben der Auswertung des Spurverhaltens der einstreifigen Richtung, wurde auch das Spurverhalten des Überholfahrstreifens untersucht. Dabei erfolgte die Analyse der Daten, ähnlich wie bei der Ermittlung des Abstandes zur Fahrtrichtungstrennung der einstreifigen Fahrtrichtung. Die Auswertung erfolgt für alle Pkw die auf dem Fahrstreifen erfasst wurden unabhängig vom Pulkverhalten. Dabei ist zu beachten, dass Fahrzeuge auf dem Überholfahrstreifen nur erkannt werden können, wenn diese nicht durch ein Fahrzeug auf den Einzelfahrstreifen verdeckt wurden und sich kein weiteres Fahrzeug auf dem rechten Fahrstreifen der zweistreifigen Fahrtrichtung befunden hat. Die Berechnungen des Abstandes zwischen der linken Fahrzeugkante und der Fahrtrichtungstrennung könnten dabei ähnlich wie in der einstreifigen Richtung (vgl. Bild 4.24, Abstand  $a$ ) aus der Software ScanAlyse entnommen werden.

#### Überfahrten der Fahrtrichtungstrennung in der Mitte der Überholfahrstreifen

Für die Ermittlung von Überfahrten der Fahrtrichtungstrennung können auch neben der Auswertung der Videoanalyse die Messungen des Laserscanners herangezogen werden. Die Analyse der Daten erfolgt ähnlich wie bei der Ermittlung des

Abstandes zur Fahrtrichtungstrennung. Überfahrten der Fahrtrichtungstrennung werden dann registriert, wenn ein Fahrzeug mindestens mit der halben Fahrzeugbreite  $B$  (für Pkw  $B = 0,875$  m und für Lkw  $B = 1,75$  m) über die Begrenzung ragen (vgl. Bild 4.25) Eine Überfahrt der Fahrtrichtungstrennung liegt dann vor, wenn  $0,5f + a \geq d$  ist.



**Bild 4.25: Maßgebende Abstände zur Ermittlung von Überfahrten der Fahrtrichtungstrennung**

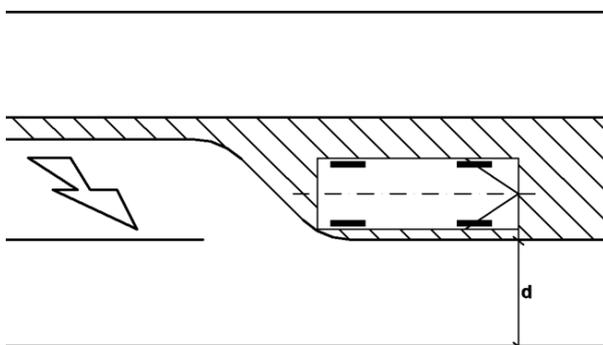
mit:  $a$  = Abstand rechte Fahrzeugkante zur Außenseite der rechten Fahrbahnrandmarkierung

$d$  = Fahrstreifenbreite

$0,5f$  = halbes Fahrzeugmaß  $0,875$  m /  $1,75$  m

#### Überfahrten der Sperrfläche am kritischen Wechsel

Ein Überfahren der Sperrfläche am kritischen Wechsel, im Folgenden auch Sperrflächenüberfahrt genannt, kann beim Wechsel vom zweistreifigen Bereich zum einstreifigen Bereich auftreten. Das Fahrzeugkollektiv wurde mit der Software ScanAlyse und der Lage des kritischen Wechsels aus dem ermittelten Fahrzeugpolygon auf unerwünschte Überfahrten untersucht.



**Bild 4.26: Maßgebende Abstände zur Ermittlung von Sperrflächenüberfahrten**

Erhoben wurden dabei nur Fahrzeuge, die wie in Bild 4.26 dargestellt, mit der gesamten Fahrzeuglänge auf der Sperrfläche des kritischen Wechsels befinden. Eine Überfahrt der Sperrfläche tritt dann

auf, wenn der Abstand der rechten Fahrzeugkante größer gleich der Fahrstreifenbreite ( $d$ ) ist.

## 4.2 Regelwidrige Überholung

Für die Untersuchung der regelwidrigen Überholungen ist für das Forschungsprojekt die Überfahrhäufigkeit der verschiedenen Überholverbotstypen von Bedeutung. Aus der Analyse der Literatur geht hervor, dass regelwidrige Überfahrten nur durch Beobachtungen längerer Abschnitte zu ermitteln sind.

Da die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Verstößen von zahlreichen Faktoren wie der Verkehrssituation, physiologischen und psychologischen Voraussetzungen des Fahrers, der Streckengeometrie und der vorhandenen Sichtweite beeinflusst wird und von einer hohen Wirksamkeit der untersuchten Varianten ausgegangen werden kann, handelt es sich bei solchen Überfahrten um seltene Ereignisse.

Um Trennstreifenüberfahrten über eine gewählte Streckenlänge zu erfassen, wurden manuelle Methoden (Beobachtung und Zählung der Überfahrten per Hand), Videobeobachtung oder die automatische Erfassung durch in den Trennstreifen eingebaute Sensoren geprüft.

Manuelle Methoden erfordern einen hohen Personal- und Zeitaufwand und ermöglichen nur zeitlich begrenzte Erfassungen. Diese Methode soll daher nur zum Einsatz kommen, wenn aufgrund örtlicher Bedingungen andere Messverfahren ausgeschlossen sind (z. B. kein geeigneter Standort für Videokameras vorhanden).

Auch die technische Machbarkeit des Verlegens von Überfahrdetektoren längs zur Fahrbahn über die Gesamtlänge des Trennstreifens eines Überholabschnitts wurde vorab geprüft. Die Vorteile dieser Methode liegen in der Nichtsichtbarkeit der Messeinrichtungen für den Verkehrsteilnehmer, der lückenlosen Datenerfassung über lange Zeiträume, der Unabhängigkeit von Witterung und Lichtverhältnissen und der automatisierten Auswertung. Nachteilig ist hingegen, dass auf diese Weise keine Vorher-Untersuchungen möglich sind, da das System erst im Zuge des Streckenumbaus eingebracht werden könnte und keine Erfahrungen zu externen Kosten vorhanden sind.

Für die Untersuchung der Trennstreifenüberfahrten wurde daher auf Videobeobachtungen zurückgegriffen. Diese können über einen längeren Zeitraum durchgeführt werden, müssen aber ebenfalls manuell ausgewertet werden. Eine Beobachtung des Verkehrsgeschehens bei Nacht ist mit dieser Methodik derzeit nicht möglich.

Die Kameras wurden dabei so aufgestellt, dass sie von den Verkehrsteilnehmern nicht wahrgenommen werden konnten. Somit kann ein Einfluss auf das (verkehrswidrige) Verhalten ausgeschlossen

werden. Die Positionierung der Kameras wurde in Abhängigkeit von den örtlichen Gegebenheiten und der Anforderung, alle relevanten Bereiche zu überwachen, bestimmt.

Für die Untersuchung des regelwidrigen Überholverhaltens ist die Überfahrfähigkeit der verschiedenen Überholverbotstypen von besonderem Interesse. Die Aufzeichnung des Verkehrsgeschehens erfolgte deshalb kontinuierlich über mehrere Stunden an mehreren Messquerschnitten je Überholabschnitt.

Da es sich bei der Überfahrt des verkehrstechnischen Mittelstreifens um einen bewussten Verstoß gegen die StVO handelt und von einer hohen Wirksamkeit der im Bestand vorhandenen Gestaltungsvariante ausgegangen werden kann, handelt es sich bei solchen Überfahrten um seltene Ereignisse.

Die Auswertung der digitalen Videoaufzeichnungen erfolgte manuell am Bildschirm. Mit Hilfe der Videosoftware war es möglich, die Videos langsamer bzw. schneller abzuspielen, um Fehleinschätzungen zu minimieren.

Für Sequenzen, in denen eine regelwidrige Überholung stattfindet, wurden das entsprechende Video und der Zeitpunkt in einer Tabelle notiert. Dabei wird in regelwidrige Überholungen im Vorher- und Nachher- Zustand unterschieden.

### 4.3 Akzeptanz der Kraftfahrer

Nach der beschriebenen Definitionen (vgl. Abschnitt 2.2.8) umfasst die Akzeptanz sowohl eine Stellungnahme zu einer Maßnahme als auch angemessene Reaktionen darauf.

Im Rahmen des Projektes werden deshalb an den Messstrecken mündliche Befragungen im Einzelinterview mit den Fahrzeugführern durchgeführt.

Dabei sollen sich die Kraftfahrer zu den einzelnen Markierungsvarianten sowie zu deren Umsetzung äußern (vgl. Anhang 2).

Die Reaktionen der Verkehrsteilnehmer auf die Maßnahme werden mit Fragen zum Fahrverhalten in den ein- und zweistreifigen Streckenabschnitten analysiert. Dabei liegt der Schwerpunkt der Fragen auf dem Überholverhalten, wobei zwischen dem Überholverhalten des Befragten und dem anderer Verkehrsteilnehmer unterschieden wurde, um sozial erwünschte Antworttendenzen zu reduzieren. Befragte berichten eher von verkehrswidrigem Verhalten anderer Verkehrsteilnehmer als eigene Verstöße zuzugeben, so dass aus diesen Angaben ebenfalls Rückschlüsse auf die Akzeptanz gezogen werden können.

Zusätzlich werden die Kraftfahrer zum Sicherheitsempfinden befragt, weil sich dieses auf das Geschwindigkeitsverhalten auswirken kann.

Zur Bewertung und Einordnung der Ergebnisse wird auch nach persönlichen Angaben der Kraftfahrer und deren Fahrgewohnheiten gefragt.

Die Befragung erfolgt unmittelbar nachdem die Kraftfahrer den Untersuchungsabschnitt befahren haben, da der Fahrer noch unter dem Eindruck der durchfahrenden Strecke steht. Sie wird direkt im oder neben dem Straßenraum mit Unterstützung der Polizei durchgeführt. Die Kraftfahrer haben also vor der Durchfahrt der Messstrecke keine Kenntnis von der anschließenden Befragung. Die Antworten der Befragung werden aus Zeitgründen durch Interviewer auf dem jeweiligen Fragebogen notiert. Das hat ebenfalls den Vorteil, dass die Probanden sich auf die Frage konzentrieren und eine überlegte Antwort formulieren können.

Die Erstellung des Fragebogens mit den o. g. Inhalten erfolgt mit Unterstützung von Verkehrspsychologen der BAST und der TU Dresden. Ergebnis ist ein teil-standardisierter Fragebogen, dessen Vorteil neben der ökonomischen und schnellen Auswertung darin besteht, dass die vorgegebene Abfolge der Fragen den Einfluss durch die unterschiedlichen Interviewer minimiert und somit die Objektivität erhöht. Darüber hinaus werden die Befragungen je Messstrecke von den gleichen Personen durchgeführt, um eine möglichst gleiche Interviewsituation für alle Befragten zu schaffen.

Das geschlossene Antwortformat des Fragebogens zwingt den Befragten zu einer Stellungnahme (BORTZ/DÖRING, 1995). Beim Fahrverhalten und bei der Akzeptanz ist es von Interesse, wie die Maßnahme auf die Befragten wirkt bzw. ob die Einstellung der Befragten positiv bzw. negativ ausfällt. Deshalb kommen bei diesen Fragestellungen überwiegend Alternativantworten zum Einsatz. Eine Ausnahme bilden die Fragen zur Sicherheit, deren Antworten auf einer fünfstufigen Ratingskala angegeben werden sollen. Diese Mehrfachabstufung erleichtert die Beantwortung und ermöglicht im Vergleich zu Alternativantworten eine detaillierte Betrachtung.

Zwei Fragen zur Akzeptanz (Vorteil/Nachteil, Fragen 16/17 vgl. Anhang 2) werden im offenem Antwortformat in den Fragebogen aufgenommen. Dieses Format bietet den Befragten genügend Spielraum für eigene und einfallsreiche Antworten und ermöglicht so zusätzliche Informationen (BORTZ/DÖRING, 1995).

#### Durchführung und Auswertung

Für die Befragung werden durch die Polizei ausschließlich Pkw-Fahrer beider Geschlechter ausgewählt, die alle Altersgruppen vertreten. Weiterhin wird darauf geachtet, dass die Teilnehmer der Befragung zufällig ausgewählt wurden, so dass neben Fahrzeugen mit einheimischen Kennzeichen auch Fahrzeuge mit Kennzeichen nicht angrenzender Landkreise teilnahmen.

Der Befragungsort wird jeweils mit den Straßenbaubehörden, der Polizei und der Straßenmeisterei angestimmt. Er befindet sich jeweils direkt am oder kurz nach Ende der Untersuchungsstrecke (vgl. Bild 4.27).



**Bild 4.27: Vorankündigung und Absperrbereich des Befragungsortes**

Damit die Behinderung des fließenden Verkehrs gering gehalten und ein sicheres Anhalten der Verkehrsteilnehmer gewährleistet werden kann, wurde in einem ausreichenden Abstand zum Befragungsort ein Geschwindigkeitstrichter angeordnet sowie eine auffällige Ankündigung vorgenommen.

Die Befragungen werden auf den verschiedenen Untersuchungsstrecken fahrtrichtungsbezogen durchgeführt. Auf Strecken, bei denen durchgängig nur eine Variante getestet wird, ist nur ein Befragungsstandort nötig.

Je Fahrtrichtung werden jeweils 120 Kraftfahrer befragt. Vor der eigentlichen Befragung stellen sich die Interviewer mit Namen und die Einrichtung, von der Sie kommen, vor. Danach erklären sie kurz das Thema der Befragung und geben eine ungefähre Dauer (zwischen fünf und zehn Minuten) an, um Kraftfahrer zur (kurzen) Teilnahme zu ermutigen. Verkehrsteilnehmer die nicht an der Befragung teilnehmen können oder wollen, werden auf einer Liste vermerkt, um den Anteil der Ablehnenden zu ermitteln.

Der Fragebogen besteht aus folgenden sechs Teilen (vgl. Anhang 2).

- Einleitung
- Einstreifige Bereiche
- Zweistreifige Bereiche
- Präferenz der vorhandenen Gestaltungsvarianten
- Gesamtstrecke
- Varianten der Fahrtrichtungstrennung

Im ersten Teil werden vier Fragen zur Fahrstrecke, zur Befahrungshäufigkeit, zum Fahrtgrund und zur allgemeinen Aufmerksamkeit gestellt.

Im zweiten Teil des Fragebogens werden fünf Fragen zur Beeinflussung des Fahrverhaltens, zur

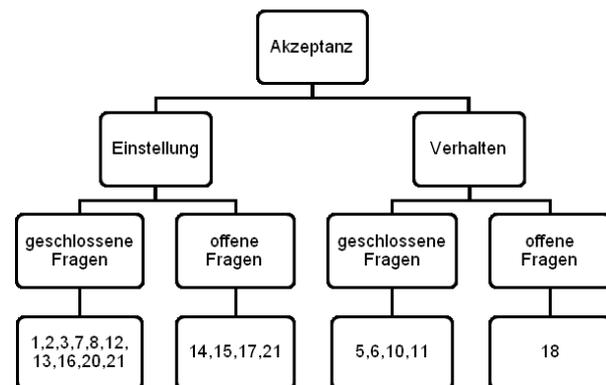
Überholhäufigkeit, zur Akzeptanz des Überholverbots und zu den Längen der einstreifigen Bereiche sowie zur wahrgenommenen Sicherheit in diesem Bereich gestellt.

Der darauffolgende dritte Teil des Fragebogens enthält Fragen zur Überholhäufigkeit und zur Akzeptanz zu den Längen der zweistreifigen Bereiche.

Im vierten Teil soll eine Präferenz der Gestaltungsvarianten durch die Befragten getroffen werden. Dafür sollen sie als erstes angeben, welche Varianten bei der Durchfahrt wahrgenommen haben und anschließend ein Ranking für das Sicherheitsempfinden der Varianten erstellen.

Fragen zur Straßengestaltung deren Vor- und Nachteile, zum Sicherheitsempfinden auf der Gesamtstrecke, sowie zur Einstellung zu Straßen mit Überholfahrstreifen werden im fünften Teil gestellt.

Im Anschluss sollen die Kraftfahrer unabhängig von der Untersuchungsstrecke, anhand von Fotos zusätzlicher Varianten der Fahrtrichtungstrennung eine Präferenz angeben. Darüber hinaus enthält der Fragebogen einen Teil mit allgemeinen Angaben zur Person, zum Fahrertyp, zur persönlichen Erfahrung, sowie zur Reisezeit.



**Bild 4.28: Aufbau des Fragebogens zur Ermittlung der Akzeptanz**

Die Akzeptanz der Maßnahme setzt sich aus offenen oder geschlossenen Fragen zur Einstellung der Verkehrsteilnehmer zu den Untersuchungsstrecken oder zum Verhalten, welches sie an die Gegebenheiten anpassen, zusammen (vgl. Bild 4.28).

Die Aufbereitung der Fragebögen erfolgt für die geschlossenen Fragen mit Hilfe einer Codierung der Antwortmöglichkeiten. Diese Codierung erfolgt mittels Excel-Tabellen und wird für alle Fragebögen der verschiedenen Untersuchungsstrecken einheitlich übernommen. Mit ihr können Häufigkeitstabellen erstellt werden, die anschließend als Diagramme für die Auswertung zur Verfügung stehen. Für Fragen mit offenem Antwortformat werden bei der Eintragung in die Excel-Tabellen Cluster gebildet.

Die Auswertung wird zuerst für jede Untersuchungsstrecke separat (und je nach Fahrtrichtung) vorgenommen. Im Anschluss erfolgt ein Vergleich der Ergebnisse aller Befragungen.

#### 4.4 Erfahrungen der Straßenbau- und Verkehrsbehörden

Um verschiedene Varianten der Richtungstrennung zu vergleichen, sind auch Erfahrungen aus dem Straßenbetriebsdienst zur Dauerhaftigkeit und Wirtschaftlichkeit zu erheben.

Dafür sollen Mitarbeiter der obersten und mittleren Straßenbauverwaltungen und des Straßenbetriebsdienstes befragt werden. Dazu werden die obersten Behörden, aller Bundesländer angeschrieben und um Stellungnahme zu angewendeten Varianten der Fahrtrichtungstrennung in im jeweiligen Verantwortungsbereich und die Benennung von Ansprechpartnern in den Straßenmeistereien gebeten. Dem Schreiben wird eine Übersicht zu verschiedenen Varianten der Fahrtrichtungstrennung beigelegt (vgl. Anhang 3).

Der Fragebogen enthält Fotos von verschiedenen Systemen zur Fahrtrichtungstrennung. Die angeschriebenen Behörden sollen sich zu folgenden Punkten äußern:

- Material/Ausführung,
- Kosten in Euro je Kilometer,
- Lebensdauer in Jahren,
- Überholmöglichkeit (bei Betriebsdienstarbeiten),
- Dauerhaftigkeit/Eignung im Winterdienst und
- Fahrerakzeptanz (persönliche Einschätzung, ob sich die Kraftfahrer an das Überholverbot halten).

Es werden keine Antwortmöglichkeiten vorgegeben, sodass der Beantwortende die Felder frei ausfüllen kann.

Alle zurückgesendeten Fragebögen werden nach Bundesländern/Regionen sortiert und in Excel eingegeben, so dass eine Übersichtstabelle mit allen Antworten zu den vorgegebenen Fahrtrichtungstrennungen entsteht. Sie werden im Ergebnisteil zusammengefasst wiedergegeben.

Neben der Befragung der obersten und mittleren Straßenbauverwaltungen sollen auch Einzelgespräche mit den Personen durchgeführt werden, die für die Umgestaltung der Strecke verantwortlich sind. Das sind Vertreter der jeweiligen Straßenbaubehörde, der jeweiligen Straßenmeistereien, sowie für einzelne Strecken der Polizei und der zuständigen Straßenverkehrsbehörde. In der Befragung sollen folgende Fragestellungen beantwortet werden:

- Wie viel hat die Umgestaltung gekostet?
- Gab es Probleme bei der Ausführung bzw. Umsetzung?
- Welches Material wurde für die Markierungen benutzt?
- Wie dauerhaft sind die Markierungen?
- Gab es Probleme beim Straßenbetriebsdienst?
- Welche Erfahrungen wurden insbesondere im Winter gemacht?
- Gab es Probleme mit der Verkehrssicherheit?
- Hat sich die Variante der Fahrtrichtungstrennung bewährt?
- Werden solche Varianten wieder eingesetzt?
- Gibt es Alternativen die zur Trennung der Fahrtrichtungen angewandt werden können?

Für jeden Befragungstermin wurde ein Fragebogen erstellt, der an die verschiedenen Strecken und Elementen der Fahrtrichtungstrennung angepasst ist. Im Ergebnissteil erfolgt eine allgemeingültige Zusammenfassung der Erfahrungen. Die Fragebögen werden allen Beteiligten vor der Befragung zur Vorbereitung zur Verfügung gestellt.

#### 4.5 Unfallgeschehen

Die Auswirkungen der Varianten der Fahrtrichtungstrennung auf die Verkehrssicherheit sollen auf der Grundlage einer Unfallanalyse bewertet werden. Für alle Untersuchungsstrecken werden die Unfalldaten der zurückliegenden Jahre sowie die Unfalldaten ein Jahr nach der Umgestaltung der Maßnahme erhoben und die maßgebenden Unfallkenngrößen (Unfallraten, Unfalldichten, Unfallkostenraten und -kostendichten) berechnet.

Der Betrachtungszeitraum beträgt aufgrund der vorgesehenen Projektlaufzeit ein Jahr. Dies lässt den Vergleich der Unfallkenngrößen für einen Einjahres-Zeitraum (jeweils vorher/nachher) zu. Statistisch abgesicherte Aussagen, insbesondere zu den Unfällen mit schweren Personenschäden erlaubt der Einjahres-Vergleich jedoch nicht. Die Unfallanalyse hat daher und vor allem wegen des geringen Streckenkollektives vor allem nachrichtlichen Charakter.

An den ausgewählten Untersuchungsstrecken wird ein Vorher-/Nachher-Vergleich vorgenommen. An den Strecken, an denen ein Referenzabschnitt vorhanden ist, erfolgte eine Mit/Ohne-Betrachtung des Unfallgeschehens.

Die Berechnung der Unfallkenngrößen erfolgt nach dem „Merkblatt zur Örtlichen Unfalluntersuchung in Unfallkommissionen“ M Uko, (FGSV 2012).

## 4.6 Elemente zur Fahrtrichtungstrennung

Aus der Literaturanalyse, wurden für die vorliegende Untersuchung verschiedene Varianten zur Fahrtrichtungstrennung abgeleitet.

Von vornherein wurde die Untersuchung rein baulicher Elemente (Stahl- bzw. Betonschutzwand, Stahlseil-Barriere) ausgeschlossen. Grund dafür ist, dass eine bauliche Trennung für diesen Querschnitt nach dem Konzept der RAL (FGSV, Entwurf 03/2008) nicht vorgesehen ist.

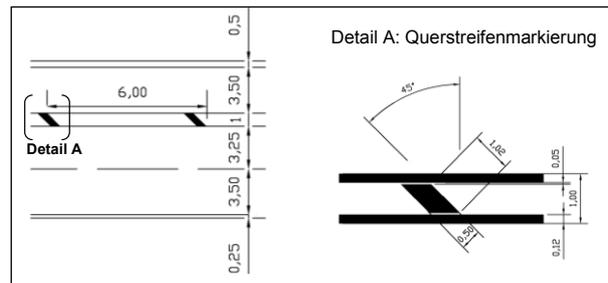
Darüber hinaus zeigt die Untersuchung aus Österreich (vgl. Abschnitt 2.2.7), dass der Einsatz einer baulichen Trennung der Fahrtrichtungen nur mit sehr hohem Aufwand in der Herstellung sowie in der Verkehrssicherung möglich ist.

Von den Elementen zur Fahrtrichtungstrennung, die in Kombination mit Markierungen aufgebracht werden, wurden Schichtzeichen (in Folgenden „Bischofsmützen“ genannt) ausgewählt.

Bischofsmützen sind überfahrbare Fahrbahnteiler, die in Verbindung mit weißer Markierung in einem Abstand von 6,00 m angeordnet werden. Der Vorteil dieser Art von Richtungstrennung ist deren Leitfunktion. Außerdem stellt sich im Falle einer Überfahrt ein „Lerneffekt“ durch die haptische Rückmeldung ein. Nachteilig hingegen ist die Dauerhaftigkeit der Elemente, da sie häufig beschädigt werden.

Weiterhin wurden unterschiedliche Markierungsvarianten des verkehrstechnischen Mittelstreifens diskutiert.

So können zum Beispiel in können Anlehnung an die RMS (FGSV, 1980/1993) in den Mittelstreifen weiße Schrägmarkierungen bzw. Schraffuren in einem Winkel von  $45^\circ$ , mit einem Breitstrich von 0,50 m in einem Abstand von 6,00 m (vgl. Bild 4.29) eingebracht werden. Diese Variante ist ein für den Verkehrsteilnehmer bekanntes Element. Es wurde auch eine Anwendung einer rot/weißen Schrägmarkierung (in Anlehnung an Leittafeln) im Wechsel in den verkehrstechnischen Mittelstreifen geprüft. Die Vorteile dieser Variante werden in der Verständlichkeit und Begreifbarkeit gesehen. Wegen der vorhandenen Nachteile bei den Kosten und der Wahrnehmung (Flimmern infolge langer Betrachtung) scheidet sie jedoch aus.



**Bild 4.29: Markierung Schraffur nach RMS (FGSV, 1980/1993)**

Die Verwendung von profilierter Markierung für den verkehrstechnischen Mittelstreifen war auch Diskussionsgegenstand. Da diese Variante bedeuten würde, dass kein weiteres Element zur zusätzlichen Erkennbarkeit vorhanden ist, sollen profilierte Markierungen nur in Verbindung mit Schräg- oder farbiger Markierung eingesetzt werden. Vorteil ist auch hier der „Lerneffekt“ durch die haptische Rückmeldung.

Mögliche farbige Markierungen, die im Straßenumfeld geeignet wären sind grün, gelb, rot und orange. Die Farbe Blau wird aufgrund des geringeren Kontrastes zur Fahrbahn ausgeschlossen. Darüber hinaus ist sie durch den ruhenden Verkehr „belegt“. Für die Trennung der Fahrtrichtungen mit dem gewünschten Ziel, dass regelwidrige Überholungen verhindert werden sollen, kommt von den übrigen nur die Farbe orange in Frage.

Die anderen Farben werden aus den folgenden Gründen ausgeschlossen:

- ROT: Gefahr durch Fehlleitung von Radfahrern in Knotenpunktbereichen, da eine Anwendung der Variante im Bestand auch an plangleichen Knotenpunkten nicht ausgeschlossen werden kann.
- GELB: Assoziation mit Baustellenmarkierung
- GRÜN: gilt nicht als Warnfarbe, jedoch wurde darüber diskutiert, ob die Verwendung von GRÜN - wie in den Niederlanden - nicht die Vereinheitlichung und Begreifbarkeit des Systems Straße im europäischen Kontext fördern würde.

Weiterhin besteht bei der Verwendung von farbigen Markierungen die Gefahr, dass die Wirkung der doppelten Fahrstreifenbegrenzung durch die farbliche Markierung stark zurücktreten könnte.

## 4.7 Auswahl geeigneter Untersuchungsstrecken

Die diskutierten Varianten zur Fahrtrichtungstrennungen sollen umgesetzt und erprobt werden. Als Untersuchungsstrecken kommen hierfür einbahnig, dreistreifige Landstraßen in Frage, deren Querschnitt so breit ist, dass ein 0,75 m bis 1,00 m breiter verkehrstechnischer Mittelstreifen markiert werden kann. Die Abschnittslängen sollten variieren, als zweckmäßig werden zunächst Abschnitte zwischen 2 km und 5 km angesehen. Konkret wird sich das Streckenkollektiv erst unter Berücksichtigung weiterer Randbedingungen (z. B. Knotenpunktabstände, Sichtverhältnisse, Gestaltung der Übergänge in Überholverbotsabschnitte) auswählen lassen. Die Sichtweiten sollten in einer Größenordnung von ca. 250 m bis ca. 800 m liegen, also etwa in einem Bereich zwischen der halben und der anderthalbfachen Haltesichtweite ( $0,5 \times S_h \leq \text{vorh } S_h \leq 1,5 \times S_h$ ).

Das Unfallgeschehen auf den Untersuchungsstrecken soll durch Unfälle im Längsverkehr bzw. insbesondere durch Überholunfälle geprägt sein.

Die Auswahl der Untersuchungsstrecken erfolgte durch Anfragen der Obersten Straßenbauverwaltungen ausgewählter Flächenbundesländer. Die Bereitschaft der Straßenbauverwaltungen und der Verkehrsbehörden zur Mitwirkung war grundlegend gegeben.

Für die vorliegende Untersuchung stehen insgesamt vier Versuchstrecken in den vier Ländern Baden-Württemberg, Brandenburg, Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen zur Verfügung (vgl. Bild 4.30).

In Tab. 4.1 sind die wesentlichen Merkmale der Messstrecken zusammengefasst und Tab. 4.2 enthält eine Gegenüberstellung der Varianten der Fahrtrichtungstrennung vorher und nachher.

Bild aus datenschutzrechtlichen Gründen entfernt.

Bild 4.30: Lage Untersuchungsstrecken (Karte: wikipedia.org)

Bundesland	Baden-Württemberg		Nordrhein-Westfalen	Niedersachsen	Brandenburg
Untersuchungsstrecke	B 33		B 67	B 83	B 169
Abschnitt	Abschnitt 1	Abschnitt 2			
Länge [km]	5,6	4,2	4,2	3,5	3,0
Vzul [km/h]	100	100	100	100	100
DTV (2005) [Kfz/24 h]	17.680	16.540	8.400/7.400	11.110	10.030
SV-Anteil (2005) [%]	11	12	11/13	8	8
Betriebsform Vorher	2+1 Vor-/Nachher-Vergleich	1+1 (Überholverbot)	2+1 Vor-/Nachher-Vergleich	2+1 Referenzstrecke	2+1 Vor-/Nachher-Vergleich
Betriebsform Nachher	2+1	2+1	2+1	2+1	2+1
Überholabschnitte	2	3	3	3	2
Querschnittsbreite Vorher [m]	15,5	10,6	15,5	15,5	15,5
Querschnittsbreite Nachher [m]	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5
Fahrtrichtungstrennung Vorher [m]	0,50 Sichtzeichen	einfache Fahrstreifen- bergrenzungslinie	1,00 verkehrstechnischer Mittelstreifen	doppelte Fahrstreifen- bergrenzungslinie	0,75 verkehrstechnischer Mittelstreifen
Fahrtrichtungstrennung Nachher [m]	1,00 verkehrstechnischer Mittelstreifen	0,75 verkehrstechnischer Mittelstreifen	1,00 verkehrstechnischer Mittelstreifen	0,75 verkehrstechnischer Mittelstreifen	0,75 verkehrstechnischer Mittelstreifen
Verkehrsfreigabe/Ummarkierung	März 2008	März 2008	November 2008	Juni 2009	Dezember 2009

Tab. 4.1: Wesentliche Merkmale der Untersuchungsstrecken

Bundesland Untersuchungs- strecken	Baden-Württemberg B 33		Nordrhein-Westfalen B 67		Niedersachsen B 83		Brandenburg B 169	
	Vorher	Nachher	Vorher	Nachher	Referenzabschnitt	Nachher	Vorher	Nachher
Überhol- abschnitt 1								
Überhol- abschnitt 2								
Überhol- abschnitt 3								
Überhol- abschnitt 4/5								
Überhol- abschnitt 6								

Tab. 4.2: Gegenüberstellung Varianten der Fahrtrichtungstrennung je Untersuchungsstrecke

#### 4.7.1 B 33 - Baden-Württemberg

##### Allgemeines

Die B 33 ist eine wichtige Fernstraßenverbindung zwischen der A 5 im Rheintal bei Offenburg und der Schwäbischen Alb sowie der A 81. Die Untersuchungsstrecke mit einer Gesamtlänge von rund 9,8 km befindet sich zwischen Gengenbach und Biberach. Aufgrund der unterschiedlichen Regelquerschnitte im Vorher-Zustand wurde die Untersuchungsstrecke in zwei Abschnitte unterteilt.

Der erste Untersuchungsabschnitt mit einer Länge von rund 5,6 km befindet sich zwischen Gengenbach und Biberach (vgl. Bild 4.31). Dieser hatte bereits im Vorher-Zustand einen dreistreifigen Querschnitt RQ 15,5.



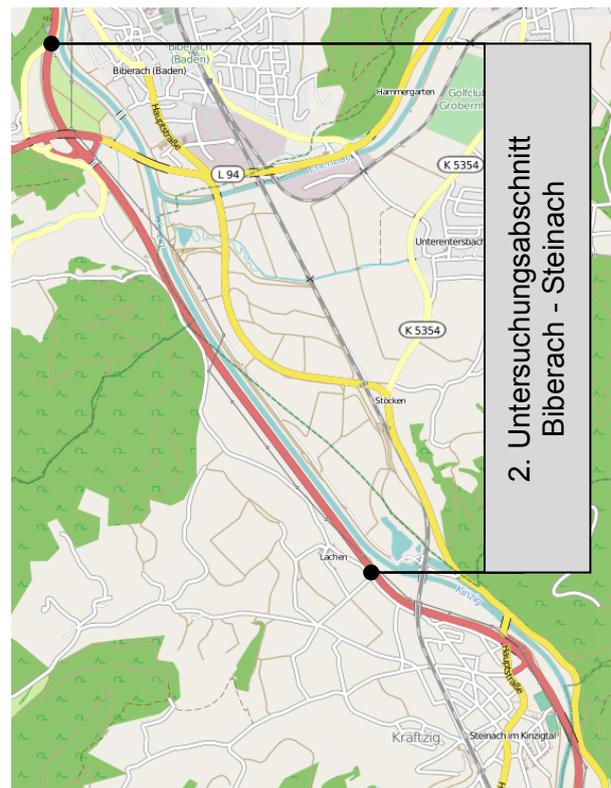
**Bild 4.31: B 33 Untersuchungsabschnitt 1, Gengenbach - Biberach (Karte: openstreetmap, 2013)**

Der zweite Untersuchungsabschnitt mit einer Länge von rund 4,2 km befindet sich zwischen Biberach und Steinach (vgl. Bild 4.32). Im Gegensatz zum ersten Abschnitt wurde der Verkehr hier im Vorher-Zustand auf einem zweistreifigen Querschnitt abgewickelt. Dieser Abschnitt wurde im

Zuge des Forschungsprojekts dreistreifig ausgebaut.

Die großzügige Trassierung der B 33 ist maßgeblich durch die geografische Lage im Kinzigtal geprägt. Der kleinste Radius im ersten Untersuchungsabschnitt beträgt 800 m (RP FREIBURG, 2005); im zweiten Abschnitt 450 m (RP FREIBURG, 2009). Zwischen der AS Gengenbach Süd und der AS Biberach Nord beträgt die durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke 17.680 Kfz/24 h und der SV-Anteil 11,3 %. Im Abschnitt zwischen der AS Biberach Nord und Steinach liegt der DTV bei 16.540 Kfz/24 h und der SV-Anteil bei 12,3 % (RP Freiburg, 2005).

Aufgrund einer Häufung von Unfällen im Dreijahreszeitraum zwischen dem 1.12.2000 und dem 30.11.2003 (insgesamt 22 Unfälle (14 x U(P) und 6 x U(S), mit 3 Getöteten, 9 Schwerverletzten und 19 Leichtverletzten) wurde die zulässige Höchstgeschwindigkeit im gesamten Untersuchungsabschnitt sowie auf dem angrenzenden Streckenabschnitten auf 80 km/h beschränkt. Diese Beschränkung wurde nach Abschluss der Ummarkierungsarbeiten wieder aufgehoben.

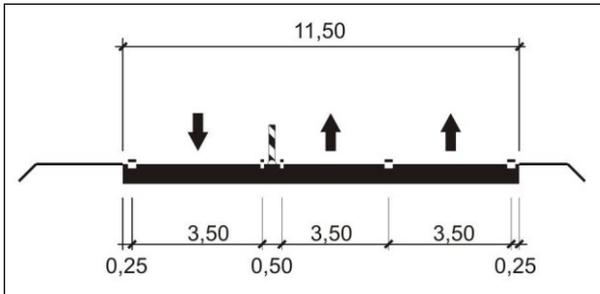


**Bild 4.32: B 33 Untersuchungsabschnitt 2, Biberach - Steinach (Karte: openstreetmap, 2013)**

Die angrenzenden Abschnitte vor und nach den beschriebenen Streckenabschnitten sind zweistreifig und mit einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von  $V_{zul} = 80$  km/h betrieben.

### Querschnitt Untersuchungsabschnitt 1

Der Querschnitt des Untersuchungsabschnitts 1 entspricht im Vorher-Zustand mit einer Kronenbreite von 11,50 m einem Regelquerschnitt RQ 15,5 nach RAS-Q-96; die Breiten der Fahrstreifen weichen jedoch von denen der RAS-Q-96 ab (vgl. Bild 4.33).



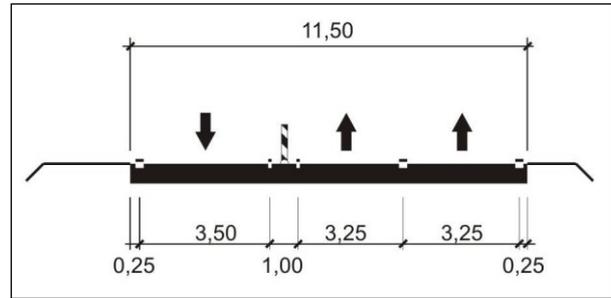
**Bild 4.33: Querschnittsaufteilung nach RAS-Q (FGSV, 1996) im ersten Untersuchungsabschnitt (Vorher-Zustand)**

Die Trennung der Fahrtrichtungen erfolgte im Vorher-Zustand mit zwei Fahrstreifenbegrenzungslinien die in einem Abstand von 0,50 m auf die Fahrbahn aufgebracht wurden. Im Jahr 2004 wurden zusätzlich Bischofsmützen zwischen den Fahrstreifenbegrenzungslinien aufgestellt. Diese sollten die Aufmerksamkeit der Verkehrsteilnehmer erhöhen und die Trennung der Fahrstreifen unterstützen. Im Bereich der freien Strecke wurden Bischofsmützen in einem Abstand von 25 m aufgestellt (vgl. Bild 4.34). Unmittelbar vor den kritischen Wechselstellen wurden die Bischofsmützen verdichtet angeordnet. Die letzte Bischofsmütze befand sich jeweils am Anfang der Sperrfläche.



**Bild 4.34: Trennung der Fahrtrichtungen freie Strecke (Station 1+400 Richtung Offenburg, 07/2004 - 05/2009)**

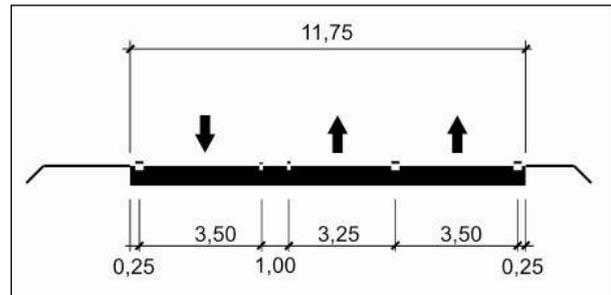
Da die Breite der befestigten Fahrbahn im Vorher-Zustand um einen Meter geringer war, als es die erforderliche Breite zur richtliniengerechten Markierung des Regelquerschnitts RQ 15,5 nach den RAL (FGSV, Entwurf, 03/2008) erfordert, war es für die Umgestaltung notwendig, die Breite einzelner Querschnittselemente zu reduzieren. In Abstimmung mit dem RP Freiburg, der Polizeidirektion Offenburg sowie der zuständigen Verkehrsbehörde wurde die in Bild 4.35 dargestellte Querschnittsaufteilung festgelegt.



**Bild 4.35: Querschnittsaufteilung im ersten Untersuchungsabschnitt (Nachher-Zustand)**

### Querschnitt Untersuchungsabschnitt 2

Im Untersuchungsabschnitt 2 betrug die befestigte Breite des vorhandenen zweistreifigen Querschnitts 10,60 m. Auch in diesem Untersuchungsabschnitt war bereits weitgehend ein Überholverbot angeordnet. Die befestigte Breite des neu geplanten Ausbauquerschnitts war mit 11,75 m bereits vor Beginn des Projekts planfestgestellt worden. Somit war auch hier die Breite einzelner Querschnittselemente zu reduzieren. In Abstimmung mit allen Projektbeteiligten wurde der in Bild 4.36 dargestellte Querschnitt festgelegt.



**Bild 4.36: Querschnittsaufteilung im zweiten Untersuchungsabschnitt (Nachher-Zustand)**

### Überholabschnitte und Varianten der Fahrtrichtungstrennung

Nach Abschluss der Umbauarbeiten stehen für den Verkehr zwischen Gegenbach und Steinach insgesamt sechs Überholabschnitte mit vier unterschiedlichen Gestaltungsvarianten zwischen den Fahrstreifenbegrenzungslinien zur Verfügung.

- Überholabschnitt 1, Bischofsmützen
- Überholabschnitt 2, Schrägstrichgatter
- Überholabschnitt 3, orange Farbmarkierung in Kombination mit Bischofsmützen
- Überholabschnitt 4, orange Farbmarkierung
- Überholabschnitt 5, orange Farbmarkierung
- Überholabschnitt 6, Schrägstrichgatter



**Bild 4.37: Gestaltungsvariante Überholabschnitt 1 (Station 0+600)**



**Bild 4.41: Gestaltungsvariante Überholabschnitt 5 (Station 7+750)**



**Bild 4.38: Gestaltungsvariante Überholabschnitt 2 (Station 2+750)**



**Bild 4.42: Gestaltungsvariante Überholabschnitt 6 (Station 8+400)**



**Bild 4.39: Gestaltungsvariante Überholabschnitt 3 (Station 3+850)**



**Bild 4.40: Gestaltungsvariante Überholabschnitt 4 (Station 6+000)**

Alle Varianten haben im Nachher-Zustand einen 1,00 m breiten verkehrstechnischen Mittelstreifen. Aufgrund der Um- und Ausbaurbeiten im zweiten Untersuchungsabschnitt ergeben sich neue Abschnittslängen. Diese können Tab. 4.3 entnommen werden.

	Abschnittslänge [m]	
	Vorher-Zustand	Nachher-Zustand
Überholabschnitt 1	1.480	1.480
Überholabschnitt 2	1.050	1.660
Überholabschnitt 3	1.000	1.160
Überholabschnitt 4	1.660	1.580
Überholabschnitt 5	-	1.420
Überholabschnitt 6	-	1.520

**Tab. 4.3: Abschnittslängen im Vorher- und Nachher-Zustand**

Die Abfolge der Gestaltungsvarianten wurde so gewählt, dass nach Fertigstellung aller Überholabschnitte die auffälligsten Gestaltungsvarianten für einfallende Fahrzeuge aus beiden Fahrtrichtungen in der Mitte der Strecke liegen.

Anhang 4 enthält eine schematische Darstellung der Untersuchungsstrecken, die Lage der Überholabschnitte und Wechselstellen sowie der Anordnung der Messquerschnitte.

### 4.7.2 B 67 - Nordrhein-Westfalen

#### Allgemeines

Die B 67n verläuft von der A 3 bei Isselburg über Bocholt, Borken und Reken bis zur A 43 bei Dülmen und ist Bestandteil einer seit Ende der 1960er Jahre geplanten leistungsfähigen Ost-West-Verbindung im Münsterland. Aufgrund zahlreicher Planungswiderstände sind bisher nur einzelne Abschnitte in Betrieb (IHK, 2008).

Dazu zählt der Abschnitt von der A 3 bis Bocholt-Ost, Bocholt bis Rhede und der, als Untersuchungsstrecke vom Land NRW zur Verfügung gestellte, dreistreifige Abschnitt von Borken bis Reken/Maria Veen. Zur A 43 und weiter nach Dülmen führt derzeit noch die zweistreifige Landesstraße L 554/L600.

Der Untersuchungsabschnitt beginnt an der Anschlussstelle AS 34 der A 31 - Borken und ist rund 4,2 km lang (vgl. Bild 4.43). Die Strecke hat mit ihren langen Geraden und großen Radien eine gestreckte Linienführung. Landwirtschaftliche Wege werden über- bzw. unterführt. Weiterhin verfügt sie über einen planfreien, einen teilplanfreien und ein plangleichen Knotenpunkt. Die zulässige Höchstgeschwindigkeit beträgt auf dem gesamten Untersuchungsabschnitt 100 km/h.

Die Straße wird mit einer Betriebsform 2+1 betrieben. Der DTV im ersten Abschnitt der Strecke (AS 34 Borken - AS Reken (L 608) beträgt rund 8.400 Kfz/24h. Nach der Anschlussstelle Reken (L 608) geht die Verkehrsstärke auf rund 7.400 Kfz/24 h zurück.

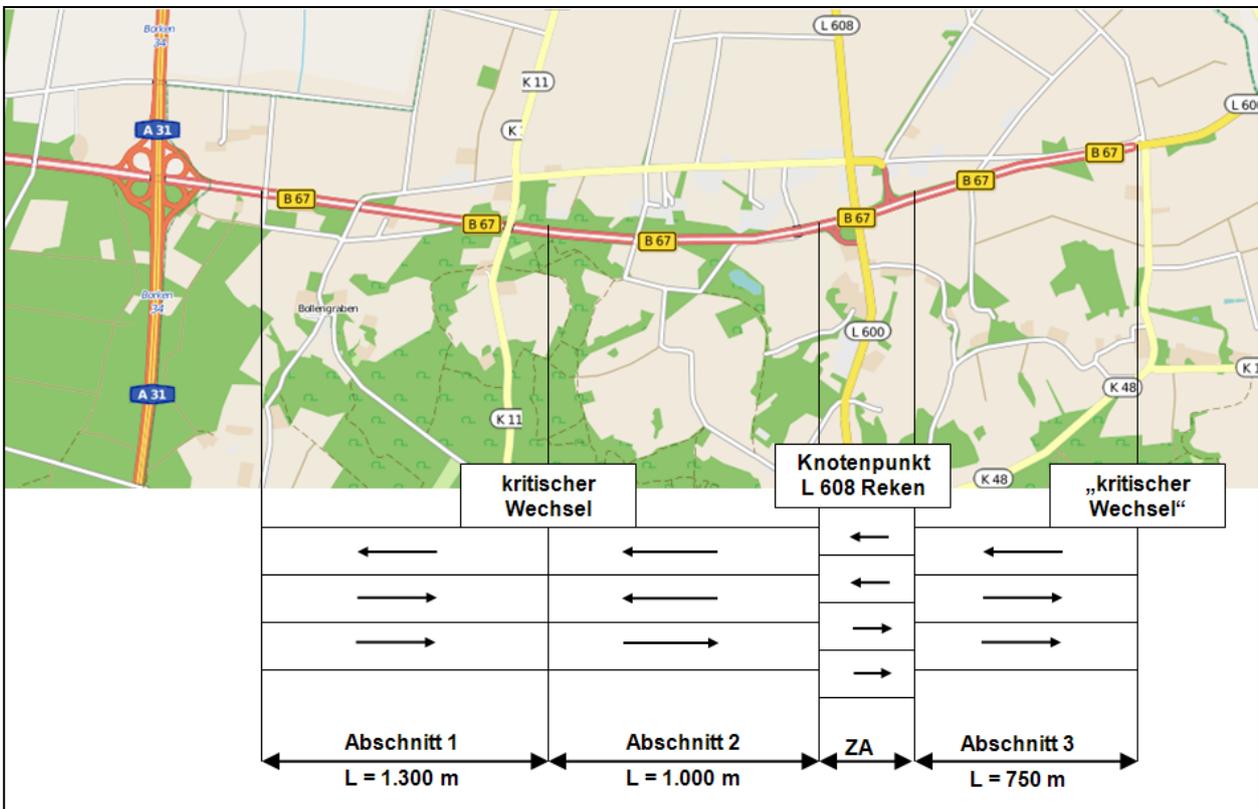


Bild 4.43: Lage der Untersuchungsstrecke B 67 Borken - Maria Veen (Karte: openstreetmap, 2013)

#### Querschnitt

Der Querschnitt wurde in Anlehnung an den Entwurf der RAL (FGSV, 03/2008) ausgebaut und markiert.

Die vorhandene befestigte Breite der Strecke beträgt im Vorher- und Nachher- Zustand 12,00 m (vgl. Bild 4.44). Nur im Bereich der Anschlussstelle wird die Strecke auf 14,00 m aufgeweitet.

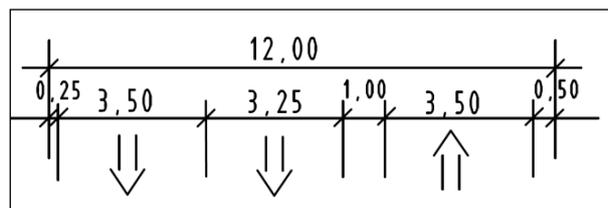


Bild 4.44: Querschnitt B 67 Borken - Maria Veen (STRABEN.NRW, 2007)

## Überholabschnitte und Varianten der Fahrtrichtungstrennung

Die Untersuchungsstrecke verfügt über drei Überholabschnitte und einen für die vorliegende Untersuchung nicht relevanten Zwischenabschnitt (Anschlussstelle Reken). Die Trennung der Fahrrichtungen erfolgt im Bereich der freien Strecke ( $B = 12,00\text{ m}$ ) mit einem verkehrstechnischen Mittelstreifen mit einer Breite von  $B = 1,00\text{ m}$ . Im Bereich der Anschlussstelle Reken ( $B = 14,00\text{ m}$ ) hat dieser Streifen noch eine Breite von  $B = 0,50\text{ m}$ .

Für die Nachher-Untersuchung wurden folgende Elemente zur Fahrtrichtungstrennung festgelegt (vgl. Bild 4.45):

- Überholabschnitt 1, Schrägstrichgatter
- Überholabschnitt 2, Bischofsmützen
- Zwischenabschnitt: Kombination aus orangener Farbe und Bischofsmützen, wird innerhalb der Untersuchung nicht betrachtet
- Überholabschnitt 3, orangefarbige Markierung (Farbton RAL 2009 „verkehrsorange“)



**Bild 4.45: Varianten der Fahrtrichtungstrennung Vorher (oben links) und Nachher (SCHOLLBACH, 2009)**

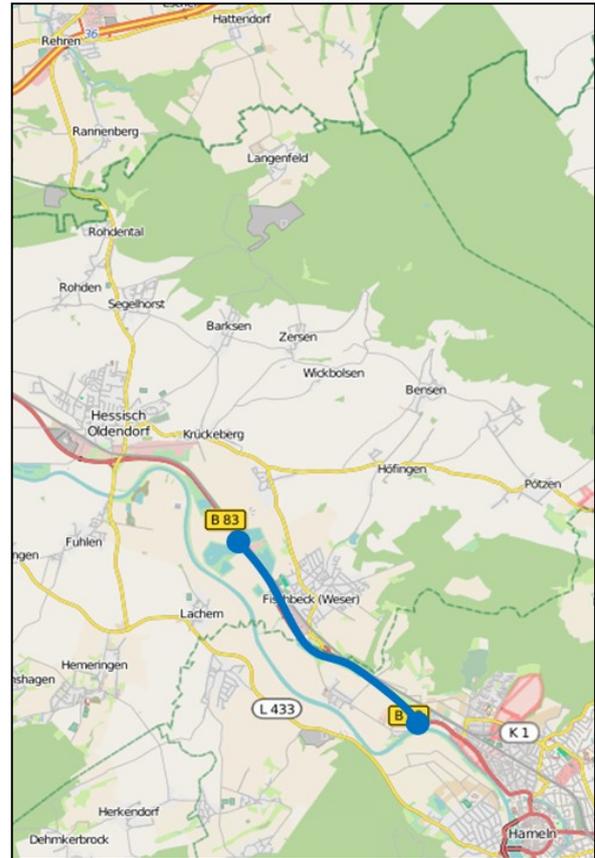
Die Reihenfolge der Varianten wurde so festgelegt, dass auffällige Elemente (in diesem Fall die Bischofsmützen) unabhängig von der Fahrtrichtung im Überholabschnitt 2 angebracht wurden.

Die Markierung bzw. Befestigung der Bischofsmützen erfolgte im November 2008. Eine schematische Übersicht und die Lage der Überholabschnitte und Wechselstellen sowie der Messquerschnitte enthält Anhang 4.

### 4.7.3 B 83 - Niedersachsen

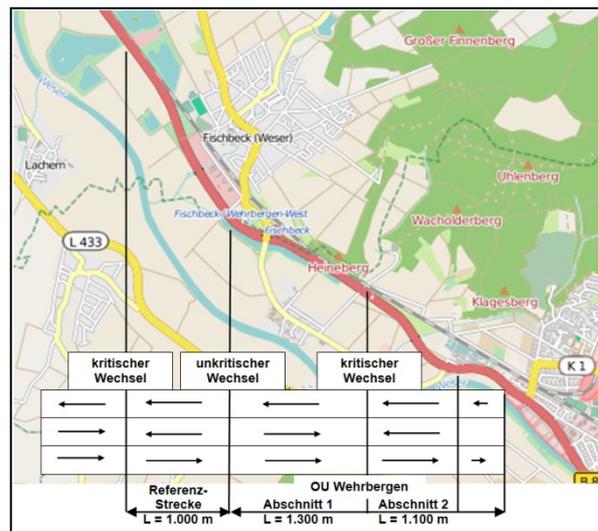
#### Allgemeines

Die Bundesstraße B 83 verläuft in Nord-Süd Richtung durch die Bundesländer Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen und Hessen. Die Untersuchungsstrecke befindet sich im Bundesland Niedersachsen, im Bereich der Ortsumgehung (OU) Wehrbergen, bei der Stadt Hameln (vgl. Bild 4.46).



**Bild 4.46: Lage der Untersuchungsstrecke B 83 (Karte: openstreetmap, 2013)**

Bei der Untersuchungsstrecke handelt es sich um einen Neubauabschnitt mit einer Gesamtlänge von rund 3,5 km. Dieser schließt direkt an den bestehenden dreistreifigen Querschnitt der B 83 an und wird für die Untersuchung als Referenzquerschnitt herangezogen (vgl. Bild 4.47).



**Bild 4.47: Übersichtsplan B 83, OU Wehrbergen (Karten: openstreetmap, 2013)**

Die Linienführung der B 83 ist mit großen Radien und Geraden gestreckt, die zulässige Höchstgeschwindigkeit beträgt 100 km/h. Das nachgeordnete Netz kreuzt die Untersuchungsstrecke planfrei.

Die Untersuchungstrecke endet am plangleichen, lichtsignalgesteuerten Knotenpunkt ( $V_{zul} = 70 \text{ km/h}$ ) Wehrbergen.

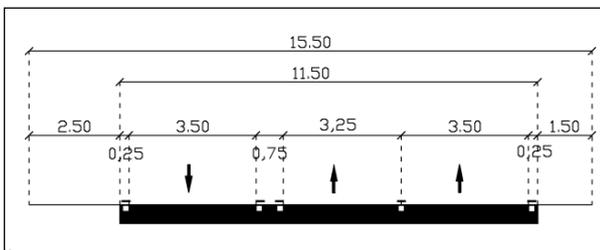
Die zulässige Höchstgeschwindigkeit beträgt bis zum plangleichen Knotenpunkt  $V_{zul} = 100 \text{ km/h}$ . Die dreistreifige Straße mit der Betriebsform 2+1 wird als Kraftfahrstraße betrieben.

Die Verkehrsstärke auf dem Untersuchungsabschnitt beträgt 11.110 Kfz/24h bei einem Schwerlastanteil von 8 % (Zählung 2010).

#### Querschnitt

Der Querschnitt des Referenzabschnitt ist ein RQ 15,5 nach den RAS-Q (FGSV, 1996). Beide Fahrrichtungen werden mit einer doppelten Fahrstreifenbegrenzung voneinander getrennt. Diese doppelte Fahrstreifenbegrenzung besteht aus zwei durchgehenden Schmalstrichen, welche jeweils eine Breite von 0,12 m haben. Es ergibt sich so eine Gesamtbreite der Fahrtrichtungstrennung von rund 0,50 m.

Der Neubauabschnitt wurde ebenfalls nach den RAS-Q (FGSV, 1996) geplant. Dieser RQ 15,5 wurde jedoch im Rahmen des Projektes verändert. Die doppelte Fahrstreifenbegrenzung wurde in einem Abstand von rund 0,50 m zwischen einander markiert. Diese Verbreiterung geschah zu Lasten der Fahrstreifenbreite des einstreifigen Bereichs. Die Fahrtrichtungstrennung weist damit insgesamt eine Breite von 0,75 m auf.



**Bild 4.48: Querschnitt B 83 OU Wehrbergen**

#### Überholabschnitte und Varianten der Fahrtrichtungstrennung

Die Fläche zwischen der doppelten Fahrstreifenbegrenzungslinie mit einer Breite von rund 0,50 m ist auf der Neubaustrecke mit der Farbe RAL 6024 „Verkehrsgrün“ ausgefüllt (vgl. Bild 4.49). Dabei verläuft die grüne Markierung bis in die kritischen Wechsel hinein.



**Bild 4.49: Markierung kritischen Wechsel**

Die Markierung und Verkehrsfreigabe der Ortsumgehung erfolgte im Juni 2009. Eine schematische Übersicht und die Lage der Überholabschnitte und Wechselstellen sowie der Messquerschnitte enthält Anhang 4.

### 4.7.4 B 169 - Brandenburg

#### Allgemeines

Die Bundesstraße B 169 ist insgesamt 257 km lang und verläuft durch die Bundesländer Sachsen und Brandenburg.

An der BAB 13, AS Schwarzheide beginnt die sogenannte „Oder-Lausitz-Trasse“. Diese folgt dem Verlauf der B 169 an Senftenberg und Drebkau vorbei bis zur Bundesautobahn A 15 bei Cottbus. Drebkau erhielt infolge eines Infrastrukturprojektes, das den Ausbau der gesamten „Oder-Lausitz-Trasse“ mit einem dreistreifigen Querschnitt vorsieht, eine neue Ortsumgehung. Der nachfolgende Streckenabschnitt Drebkau - Klein Oßing wurden bereits in den Jahren davor dreistreifig ausgebaut (vgl. Bild 4.50).

Da die Ortsumgehung Drebkau als Neubauabschnitt für den Verkehr im Dezember 2009 freigegeben wurde, konnten hier keine Daten im Vorher-Zustand erhoben werden.

Für eine Vorher-/Nachher-Untersuchung steht deshalb nur der Bereich zwischen Drebkau (Netzknoten 4351031) und dem Knotenpunkt Schorbus (Netzknoten 4351003) zur Verfügung (vgl. Bild 4.51).

Der Versuchsabschnitt besteht aus zwei Überholabschnitten und hat eine Gesamtlänge von rund 3,0 km. Die zulässige Höchstgeschwindigkeit beträgt 100 km/h. Die Strecke weist eine Verkehrsstärke von 10.030 Kfz/24h und einem Schwerlastanteil von 7,9 % auf.

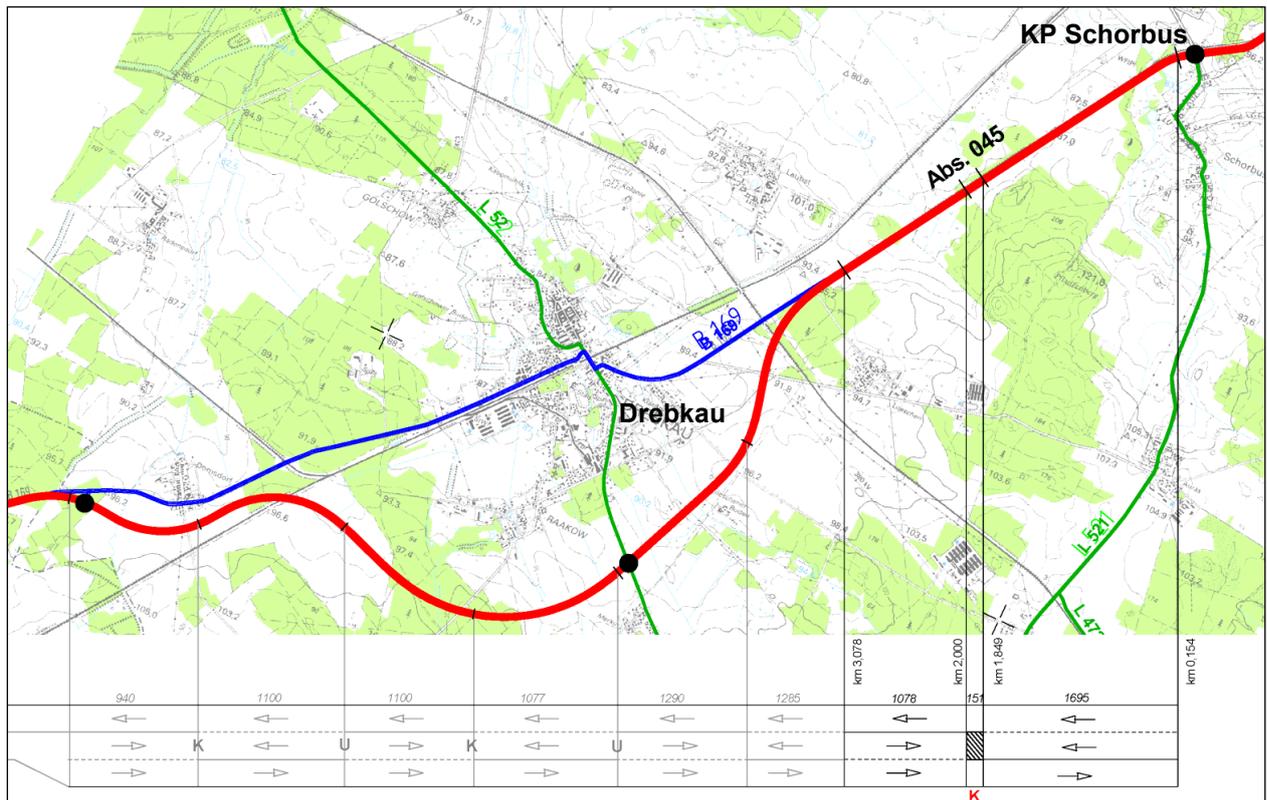


Bild 4.50: Übersichtsplan der B 196 OU Drebkau - Knotenpunkt Schorbus (BERNER, 2009)



Bild 4.51: B 196, Ortsumgehung Drebkau

Beide Überholanschnitte befinden sich von Beginn an (Knotenpunkt Schorbus) bis zum Übergang zur OU Drebkau in einer Geraden.

#### Querschnitt

Der Querschnitt des Versuchsabschnitts entspricht einem abgewandelten Regelquerschnitt RQ 15,5 nach RAS-Q (FGSV, 1996). Dabei wurde die Richtungstrennung auf 0,75 m verbreitert, und die Fahrbahnbreite im einstreifigen Bereich um 0,25 m verschmälert (Bild 4.52).

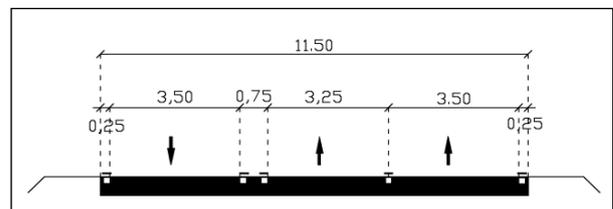


Bild 4.52: Querschnitt B 169 Drebkau - Schorbus

Weiterhin variieren im Streckenverlauf die Breiten der Querschnittselemente. Das nimmt der Kraftfahrer bei der Durchfahrt jedoch nicht wahr. So weist die Fahrtrichtungstrennung unterschiedliche Breiten von  $B = 0,60$  bis  $0,80$  m auf.

#### Überholabschnitte und Varianten der Fahrtrichtungstrennung

Die verbreiterte doppelte Fahrstreifenbegrenzung beider Überholabschnitte ist im Vorher-Zustand mit einer profilierten Markierung ausgestattet. Die Richtungstrennung des ersten Überholabschnitts (Fahrtrichtung Drebkau) wurde zusätzlich mit einer (nicht profilierten) weißen Farbmarkierung ( $B = 0,12$  m) versehen (vgl. Bild 4.53 (ii)). Damit entsteht während der Fahrt der Eindruck, dass die Fahrrichtungen durch zwei parallele Breitstriche voneinander getrennt sind.



**Bild 4.53: Richtungstrennung B 196 Vorher-Zustand (BERNER, 2009)**

Der zweite Überholabschnitt weist einen verkehrstechnischen Mittelstreifen aus, der mit breiten Schrägstrichen (vgl. Bild 4.53, rechts) gefüllt ist.

Für den Nachher-Zustand bleibt die profilierte Markierung erhalten. Die zusätzlich vorhandene Markierung wird abgestrahlt und mit der Farbe „Verkehrsgrün“ (RAL 6024) überstrichen. Die grüne Farbe soll innerhalb des kritischen Wechsels enden (vgl. Bild 4.54).



**Bild 4.54: Richtungstrennung B 169 Nachher-Zustand (BERNER, 2009)**

Eine schematische Übersicht und die Lage der Überholabschnitte und Wechselstellen sowie der Messquerschnitte enthält Anhang 4.

## 5 Ergebnisse

Die Ergebnisse sind im Folgenden nach dem jeweiligen Untersuchungsschwerpunkt getrennt vorgestellt. Abschnitt 6 enthält eine abschließende Zusammenführung der Ergebnisse mit daraus abgeleiteten Empfehlungen.

### 5.1 Geschwindigkeitsverhalten

Das Geschwindigkeitsverhalten wurde jeweils im einstreifigen Bereich der verschiedenen Überholabschnitte (freie Strecke) erhoben. Die Bezeichnung der Messquerschnitte (MQ) innerhalb der Überholabschnitte wurde in Stationierungsrichtung aufsteigend wie in Bild 4.9 beispielhaft dargestellt vorgenommen. Die Geschwindigkeiten wurden mit dem Laserscanner und mit dem Radargerät aufgezeichnet. In folgenden werden diese Messverfahren Laser- bzw. Radarmessungen genannt.

#### 5.1.1 B 33 - Baden-Württemberg

##### 5.1.1.1 Lasermessungen

Bei den nachfolgenden Betrachtungen zur B 33 werden die Ergebnisse des MQ 1 nach Bild 4.9 dargestellt. An den kritischen bzw. unkritischen Wechsellinien wurden bei der B 33 keine Messungen vorgenommen. Der Messquerschnitt entspricht daher in diesem Fall dem Überholabschnitt.

Die Vorher-Messungen an den bestehenden dreistreifigen Abschnitten der B 33 zwischen Gengenbach und Biberach wurden im März 2009 an den Messquerschnitten MQ 1 – MQ 3 durchgeführt. In diesen drei Abschnitten wurde die bestehende Deckschicht anschließend abgefräst und eine neue Deckschicht sowie die Markierungen aufgebracht. Die hierfür erforderlichen Arbeiten wurden im Anschluss an die Vorher-Messungen Anfang April begonnen und konnten Ende Mai 2009 fertiggestellt werden. Mit der Verkehrsfreigabe wurde die zulässige Höchstgeschwindigkeit in diesen drei Abschnitten von 80 auf 100 km/h angehoben. Die Kosten für die Deckenerneuerung betragen rund 795.000 €. Für die erforderlichen Markierungen inkl. der Bischofsmützen wurden rund 95.000 € investiert.

Die Nachher-Messungen in diesem Abschnitt wurden im Oktober 2009 durchgeführt.

An dem in Fahrtrichtung Villingen-Schwenningen angrenzenden Streckenabschnitt (Messquerschnitte MQ 4 - MQ 6) zwischen Biberach und Steinach wurden dagegen umfangreiche Baumaßnahmen erforderlich, da dieser im Bestand nur zweistreifig ausgebaut war. Darüber hinaus wurden zwei bestehende Knotenpunkte sowie ein Brückenbauwerk angepasst. Die Arbeiten konnten nach einigen Verzögerungen im August 2011 abgeschlossen werden. Insgesamt wurden rund 1,8 Mio. € für

den Ausbau dieses Abschnitts aufgewendet.

Für die Messquerschnitte MQ 1 – MQ 3 wurden im Vorher-Zustand mit dem Laserscanner insgesamt 6.500 auswertbare Fahrzeuge erfasst. In den bestehenden, einstreifigen Bereichen, in dem die drei neuen Überholabschnitte (Messquerschnitte MQ 4 - MQ 6) erstellt wurden, wurden keine Vorher-Messungen durchgeführt. Das auswertbare Kollektiv für die Nachher-Messungen an allen sechs Messquerschnitten betrug rund 8.800 Fahrzeuge.

Ein Vorher-/Nachher-Vergleich ist nur für die ersten drei Abschnitte (MQ 1 - MQ 3) möglich.

Im Vorher-Zustand hatten alle drei bereits bestehenden Überholabschnitte gleiche Gestaltungsvarianten. Der verkehrstechnische Mittelstreifen hatte eine Breite von  $B = 0,50$  m und war mit einer doppelten Fahrstreifenbegrenzung und Bischofsmützen ausgestattet. Die zulässige Höchstgeschwindigkeit, die im gesamten Untersuchungsabschnitt sowie in den angrenzenden Streckenabschnitten angeordnet war betrug  $V_{zul} = 80$  km/h.

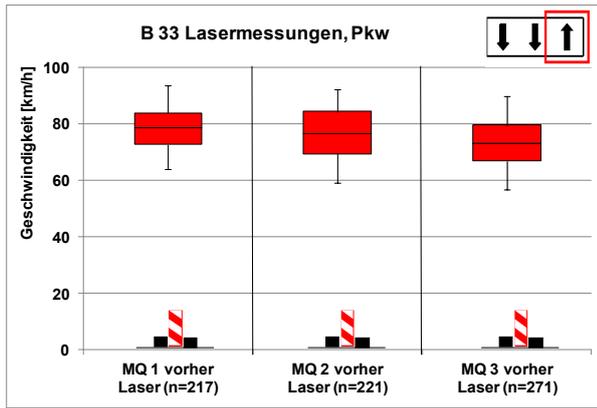
Die Erfassung der Geschwindigkeiten im ersten Messquerschnitt erfolgte mittels Laserscanner verdeckt durch die vorhandene Bepflanzung im Seitenraum. Im zweiten Messquerschnitt wurde der Laserscanner rund 20 m vom Fahrbahnrand entfernt, außerhalb des unmittelbaren Sichtfelds, in einem angrenzenden Feld aufgestellt. Lediglich im dritten Untersuchungsabschnitt war aufgrund der vorhandenen Straßenausstattung, der Bepflanzung und der Lage der Gradienten eine verdeckte Messung nicht möglich. Hierbei war der Laserscanner für die Verkehrsteilnehmer sichtbar.

Für die drei Messquerschnitte wurden die ermittelten Geschwindigkeiten der Lasermessung auf Extremwerte geprüft und bereinigt (vgl. Abschnitt 4.1.3.1). Für frei fahrende Pkw ergeben sich die folgenden Geschwindigkeiten (vgl. Tab. 5.1).

	MQ 1 vorher Laser (n=217)	MQ 2 vorher Laser (n=221)	MQ 3 vorher Laser (n=271)
<b>Max</b>	93,8	92,4	90,1
<b>V<sub>85</sub></b>	84,1	84,5	79,7
<b>Median</b>	78,6	76,7	73,3
<b>V<sub>15</sub></b>	72,8	69,5	66,9
<b>Min</b>	64,1	59,1	56,8

**Tab. 5.1: Geschwindigkeiten [km/h] frei fahrender Pkw B 33 im Vorher-Zustand ( $V_{zul} = 80$  km/h)**

Die Geschwindigkeiten der frei fahrenden Fahrzeuge (bei  $V_{zul} = 80$  km/h) variieren in den ersten beiden Messquerschnitten in engen Grenzen ( $\Delta V_{85} = 0,4$  km/h). Für diese beiden Abschnitte ist davon auszugehen, dass eine Beeinflussung durch die eingesetzte Messtechnik auf Grund des Standorts gering war (vgl. Bild 5.1).



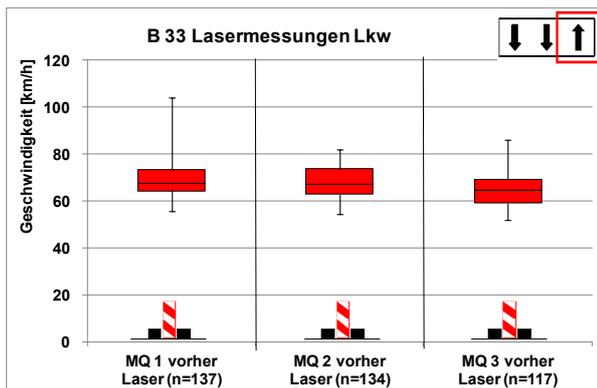
**Bild 5.1:** Geschwindigkeiten frei fahrender Pkw B 33 im Vorher-Zustand ( $V_{zul} = 80$  km/h)

Auch für das Kollektiv der frei fahrenden Lkw sowie der Pulkführer zeigt sich nach Tab. 5.2 in den ersten beiden Überholabschnitten (MQ 1 und MQ 2) ein vergleichbares Geschwindigkeitsverhalten.

	MQ 1 vorher Laser (n=137)	MQ 2 vorher Laser (n=134)	MQ 3 vorher Laser (n=117)
Max	104,0	81,9	86,3
$V_{85}$	73,3	73,8	69,1
Median	67,5	67,3	64,7
$V_{15}$	64,3	62,8	59,1
Min	55,5	54,2	51,9

**Tab. 5.2:** Geschwindigkeiten [km/h] frei fahrender Lkw und Pulkführer B 33 im Vorher-Zustand

Im Messquerschnitt MQ 1 und MQ 2 wurde jeweils eine  $V_{85}$  von rund 73 km/h ermittelt. Dies entspricht einer Differenz von ( $\Delta V_{85} = 0,5$  km/h). Auf Messquerschnitt MQ 3 wurden rund 4 km/h niedrigere Geschwindigkeiten  $V_{85}$  festgestellt.



**Bild 5.2:** Geschwindigkeiten frei fahrender Lkw und Pulkführer B 33 im Vorher-Zustand

Im Nachher-Zustand wurden in den sechs Untersuchungsabschnitten vier unterschiedliche Gestal-

tungsvarianten umgesetzt. In den Messquerschnitten MQ 1 und MQ 3 wurden u. a. Bischofsmützen angeordnet. In Fahrtrichtung Villingen-Schwenningen ergeben sich für die Überholabschnitte folgenden Gestaltungsvarianten für den verkehrstechnischen Mittelstreifen:

- Überholabschnitt 1: Bischofsmützen
- Überholabschnitt 2: Schrägstrichgatter
- Überholabschnitt 3: Bischofsmützen / Verkehrsorange
- Überholabschnitt 4: Verkehrsorange
- Überholabschnitt 5: Verkehrsorange
- Überholabschnitt 6: Schrägstrichgatter

Die Erfassung im ersten und im fünften Messquerschnitt erfolgte gut verdeckt durch die vorhandene Bepflanzung im Seitenraum. Im zweiten und im sechsten Messquerschnitt wurde der Laserscanner rund 20 m vom Fahrbahnrand entfernt, in einem angrenzenden Acker aufgestellt. Im dritten Untersuchungsabschnitt war eine verdeckte Erfassung aufgrund der vorhandenen Straßenausstattung, der Bepflanzung und der Lage der Gradienten nicht möglich.

Für die Messquerschnitte, in denen Bischofsmützen angeordnet wurden, wurden für das Kollektiv der frei fahrenden Pkw die geringsten Geschwindigkeiten  $V_{85}$  festgestellt. Für Messquerschnitt MQ 4 (ohne Bischofsmützen), der sich rund 200 m vor dem Beginn des Verzögerungstreifens der AS Biberach Süd befand, wurden vergleichbar niedrige Geschwindigkeiten  $V_{85}$  festgestellt. Hier kann ein Einfluss der ortskundigen Kraftfahrer, die an der Anschlussstelle ausfahren und vorausschauend ihre Geschwindigkeit reduzieren nicht ausgeschlossen werden.

In den Messquerschnitten mit einem Schrägstrichgatter im verkehrstechnischen Mittelstreifen (MQ 2 und MQ 6) wurden mit 100,0 km/h und 101,1 km/h nahezu gleiche  $V_{85}$  für frei fahrende Pkw festgestellt (vgl. Tab. 5.3). Im fünften Messquerschnitt, mit einem „verkehrsorangenen“ Mittelstreifen beträgt die  $V_{85}$  100,7 km/h.

Lässt man den Messquerschnitt MQ 4, aufgrund seiner Lage vor der AS Biberach Süd, außer Acht, so kann für die Querschnitte mit Bischofsmützen im verkehrstechnischen Mittelstreifen im Vergleich zu denen ohne, eine rund 5 km/h geringere  $V_{85}$  festgestellt werden (vgl. Bild 5.3).

	MQ 1 nachher Laser (n=116)	MQ 2 nachher Laser (n=119)	MQ 3 nachher Laser (n=235)	MQ 4 nachher Laser (n=195)	MQ 5 nachher Laser (n=206)	MQ 6 nachher Laser (n=230)
Max	114,8	113,6	105,5	109,8	113,7	115,7
V <sub>85</sub>	94,2	100,0	91,2	94,5	100,7	101,1
Median	83,9	90,9	79,6	82,9	90,1	92,3
V <sub>15</sub>	72,5	81,5	68,8	67,4	79,5	78,5
Min	52,4	65,4	50,0	54,9	65,6	63,7

Tab. 5.3: Geschwindigkeiten [km/h] frei fahrender Pkw an der B 33 im Nachher-Zustand (V<sub>zul</sub>=100 km/h)

	MQ 1 nachher Laser (n=120)	MQ 2 nachher Laser (n=65)	MQ 3 nachher Laser (n=55)	MQ 4 nachher Laser (n=101)	MQ 5 nachher Laser (n=90)	MQ 6 nachher Laser (n=143)
Max	87,0	79,9	90,1	78,0	81,4	84,4
V <sub>85</sub>	73,2	73,5	76,2	71,0	73,8	74,2
Median	67,3	67,9	69,0	66,8	68,0	68,9
V <sub>15</sub>	61,8	63,0	67,7	63,1	64,7	64,5
Min	54,5	59,1	54,5	56,5	58,9	56,6

Tab. 5.4: Geschwindigkeiten [km/h] frei fahrender Lkw und Pulkführer B 33 im Nachher-Zustand

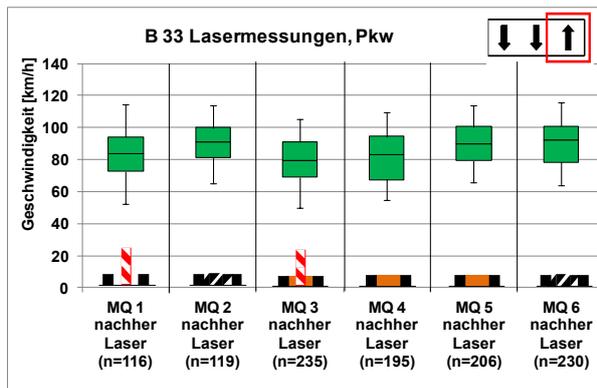


Bild 5.3: Geschwindigkeiten frei fahrender Pkw B 33 im Nachher-Zustand

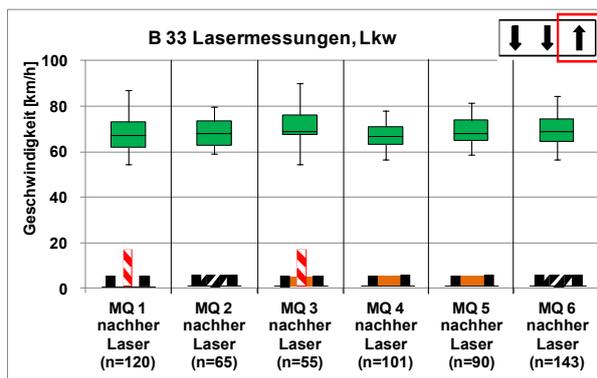


Bild 5.4: Geschwindigkeiten frei fahrender Lkw und Pulkführer B 33 im Nachher-Zustand

Da auf den Messquerschnitten MQ 1 - MQ 3 im Vorher-Zustand eine zulässige Höchstgeschwindigkeit von 80 km/h und im Nachher-Zustand eine V<sub>zul</sub> von 100 km/h angeordnet war, soll ein Geschwindigkeitsvergleich zwischen den Querschnitten mit aufragenden Elementen und denen ohne aufragende Elemente vorgenommen werden. Dabei zeigt sich, dass bei den Varianten „Bi-

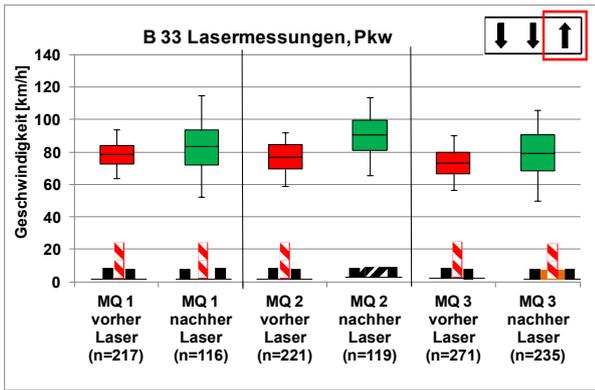
schofsmützen“ und „Verkehrorange mit Bischofsmützen“ niedrigere Geschwindigkeiten V<sub>85</sub> ermittelt wurden, als bei der Variante „Schrägstrichgatter“ und „verkehrsorangene Markierung“.

Auf den drei Messquerschnitten (MQ 2, MQ 5 und MQ 6), mit Schrägstrichgatter und orangefarbenen verkehrstechnischem Mittelstreifen, wurde eine V<sub>85</sub> von je 100,0 100,7 und 101,1 km/h ermittelt (vgl. Tab. 5.3). Diese Geschwindigkeiten (in Durchschnitt 100,6 km/h) sind um 6,4 km/h höher als bei der Variante „Bischofsmützen“ (MQ 1) und um 9,2 km/h höher als bei der Variante „Verkehrorange mit Bischofsmützen“ (MQ 3).

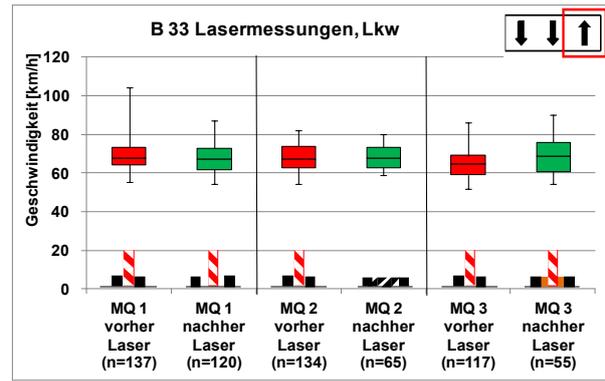
Für das Kollektiv der freifahrenden Lkw und der Lkw als Pulkführer konnten dagegen nur geringe Differenzen im Geschwindigkeitsverhalten ermittelt werden. Die V<sub>85</sub> liegt nach Tab. 5.4 zwischen 71,0 km/h im Messquerschnitt MQ 4 und 76,2 km/h im Messquerschnitt MQ 3.

Den Vorher-/Nachher-Vergleich der ersten drei Messquerschnitte zeigen Bild 5.5 und Bild 5.6. Dort sind die G V<sub>85</sub> an allen drei Querschnitten nach der Umgestaltung höher, als im Vorher-Zeitraum. In den Abschnitten mit Bischofsmützen (MQ 1 und MQ 3) beträgt der Anstieg der V<sub>85</sub> 10,1 km/h bzw. 11,5 km/h; im Messquerschnitt MQ 2 mit dem Schrägstrichgatter beträgt der Anstieg sogar 15,5 km/h.

Diese Erhöhung ist aber maßgeblich auf die Änderung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit sowie der Deckschicht zurückzuführen.



**Bild 5.5:** Geschwindigkeiten frei fahrender Pkw B 33 im Vorher-/Nachher-Vergleich ( $V_{zul}=80\text{km/h}$  /  $V_{zul}=100\text{ km/h}$ )



**Bild 5.6:** Geschwindigkeiten frei fahrender Lkw und Pulkführer B 33 im Vorher-/ Nachher-Vergleich

	MQ 1 vorher Laser (n=217)	MQ 1 nachher Laser (n=116)	MQ 2 vorher Laser (n=221)	MQ 2 nachher Laser (n=119)	MQ 3 vorher Laser (n=271)	MQ 3 nachher Laser (n=235)
<b>Max</b>	93,8	114,8	92,4	113,6	90,1	105,8
<b><math>V_{85}</math></b>	84,1	94,2	84,5	100,0	79,7	91,2
<b>Median</b>	78,6	83,9	76,7	90,9	73,3	79,6
<b><math>V_{15}</math></b>	72,8	72,5	69,5	81,5	66,9	68,8
<b>Min</b>	64,1	52,4	59,1	65,4	56,8	50,0

**Tab. 5.5:** Geschwindigkeiten [km/h] frei fahrender Pkw an der B 33 im Vorher-/Nachher-Vergleich ( $V_{zul}=80\text{km/h}$  /  $V_{zul}=100\text{ km/h}$ )

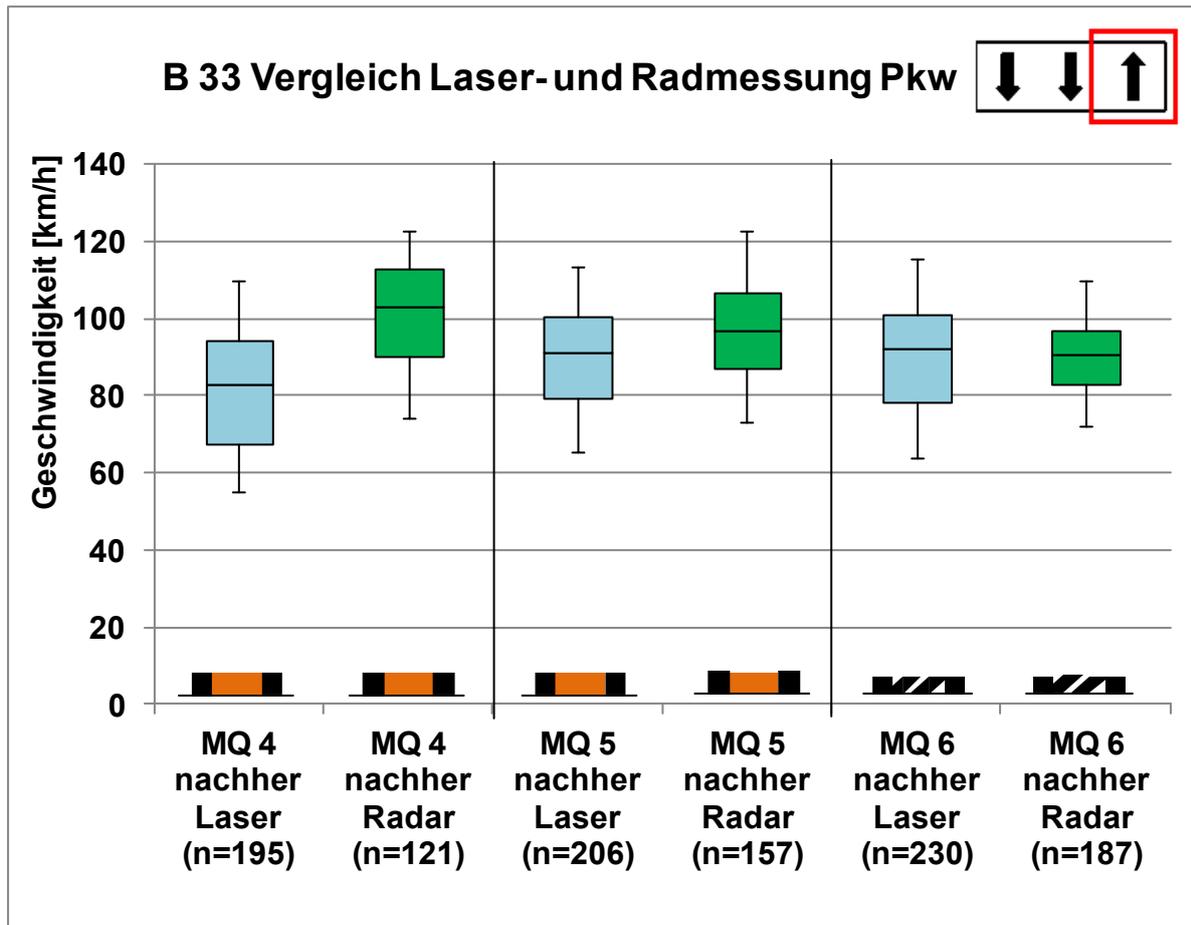
	MQ 1 vorher Laser (n=137)	MQ 1 nachher Laser (n=120)	MQ 2 vorher Laser (n=134)	MQ 2 nachher Laser (n=65)	MQ 3 vorher Laser (n=117)	MQ 3 nachher Laser (n=55)
<b>Max</b>	104,0	87,0	81,9	79,9	86,3	90,1
<b><math>V_{85}</math></b>	73,3	73,2	73,8	73,5	69,1	76,2
<b>Median</b>	67,5	67,3	67,3	67,9	64,7	69,0
<b><math>V_{15}</math></b>	64,3	61,8	62,8	63,0	59,1	60,7
<b>Min</b>	55,5	54,5	54,2	59,1	51,9	54,5

**Tab. 5.6:** Geschwindigkeiten [km/h] frei fahrender Lkw und Pulkführer B 33 im Vorher-/Nachher-Vergleich

### 5.1.1.2 Radar-Messungen

An den Messquerschnitten MQ 4 bis MQ 6 wurden zeitgleich zu den Geschwindigkeitsmessungen mit dem Laserscanner auch Messungen mit Seitenradargeräten durchgeführt. Diese wurden rund 200 m vor dem Messquerschnitt für die Lasermes-

sungen aufgestellt. Die in den Leitpfosten integrierten Radarsensoren ermöglichen eine verdeckte Messung. Von keinem der Messquerschnitte aus konnte der in 200 m Entfernung angeordnete Rotationslaser erkannt werden. Die Ergebnisse der Messungen sind in Tab. 5.7 und Bild 5.7 dargestellt.



**Bild 5.7: Geschwindigkeiten frei fahrender Pkw B 33 - Vergleich Laser- und Radarmessungen**

Am Messquerschnitt MQ 4 lag die  $V_{85}$  mittels Radar bei 113,0 km/h. Diese ist um 18,5 km/h höher als die der Lasermessung. Es ist aufgrund der Lage des Messquerschnitts von einer Sichtbarkeit des Laserscanners und somit von einer Beeinflussung der Kraftfahrer auszugehen. Darüber hinaus befindet sich der Standort des MQ 4 des Laserscanners rund 200 m vor dem Beginn des Verzögerungstreifens der AS Biberach Süd. Somit kann hier auch ein Einfluss ortskundiger, die ihre Geschwindigkeit reduzieren und diese Ausfahrt nutzen nicht ausgeschlossen werden.

Im Vergleich dazu zeigen die Ergebnisse der Radarmessungen an den Messquerschnitten MQ 5 und MQ 6 deutlich geringere Unterschiede auf. So wurde am Messquerschnitt MQ 5 mit dem Radargerät eine um 5,9 km/h höhere  $V_{85}$  ermittelt. Am

Messquerschnitt MQ 6 lag die  $V_{85}$  dagegen mit dem Laserscanner um 3,1 km/h höher.

Die Messung mit dem Laserscanner erfolgte im Messquerschnitt MQ 5 verdeckt durch die vorhandene Bepflanzung im Seitenraum. Im Messquerschnitt MQ 6 wurde der Laserscanner rund 20 m vom Fahrbahnrand entfernt außerhalb des unmittelbaren Sichtfelds, in einem angrenzenden Feld aufgestellt, eine Tarnung war hierbei nicht möglich.

Die Ergebnisse der Radarmessungen der Lkw können Tab. 5.8 und Bild 5.8 entnommen werden. Dabei fallen die zuvor beschriebenen Unterschiede in den 85 % Geschwindigkeiten geringer aus. Der Unterschied der  $V_{85}$  im Messquerschnitt MQ 4 beträgt für das Kollektiv der Lkw 15,2 km/h.

	MQ 4 nachher Laser (n=195)	MQ 4 Radar St-0,200 (n=121)	MQ 5 nachher Laser (n=206)	MQ 5 Radar St-0,200 (n=157)	MQ 6 nachher Laser (n=230)	MQ 6 Radar St-0,200 (n=187)
Max	109,8	123,0	113,7	123,0	115,7	110,0
V <sub>85</sub>	94,5	113,0	100,7	106,6	101,1	97,0
Median	82,9	103,0	91,1	97,0	92,3	91,0
V <sub>15</sub>	67,4	90,0	79,5	87,0	78,5	83,0
Min	54,9	74,0	65,6	73,0	63,7	72,0

Tab. 5.7: Geschwindigkeiten [km/h] frei fahrender Pkw B 33 im Laser- und Radarmessungen (V<sub>zul</sub>=100 km/h)

	MQ 4 nachher Laser (n=29)	MQ 4 Radar St-0,200 (n=20)	MQ 5 nachher Laser (n=51)	MQ 5 Radar St-0,200 (n=41)	MQ 6 nachher Laser (n=62)	MQ 6 Radar St-0,200 (n=39)
Max	76,1	88,0	85,3	81,0	83,9	73,0
V <sub>85</sub>	70,8	86,0	74,9	74,0	74,4	69,0
Median	65,7	77,0	68,2	70,0	68,8	65,0
V <sub>15</sub>	64,0	72,9	64,5	66,0	64,8	62,0
Min	55,9	70,0	60,8	61,0	56,7	59,0

Tab. 5.8: Geschwindigkeiten [km/h] frei fahrender Lkw B 33 im Laser- und Radarmessungen

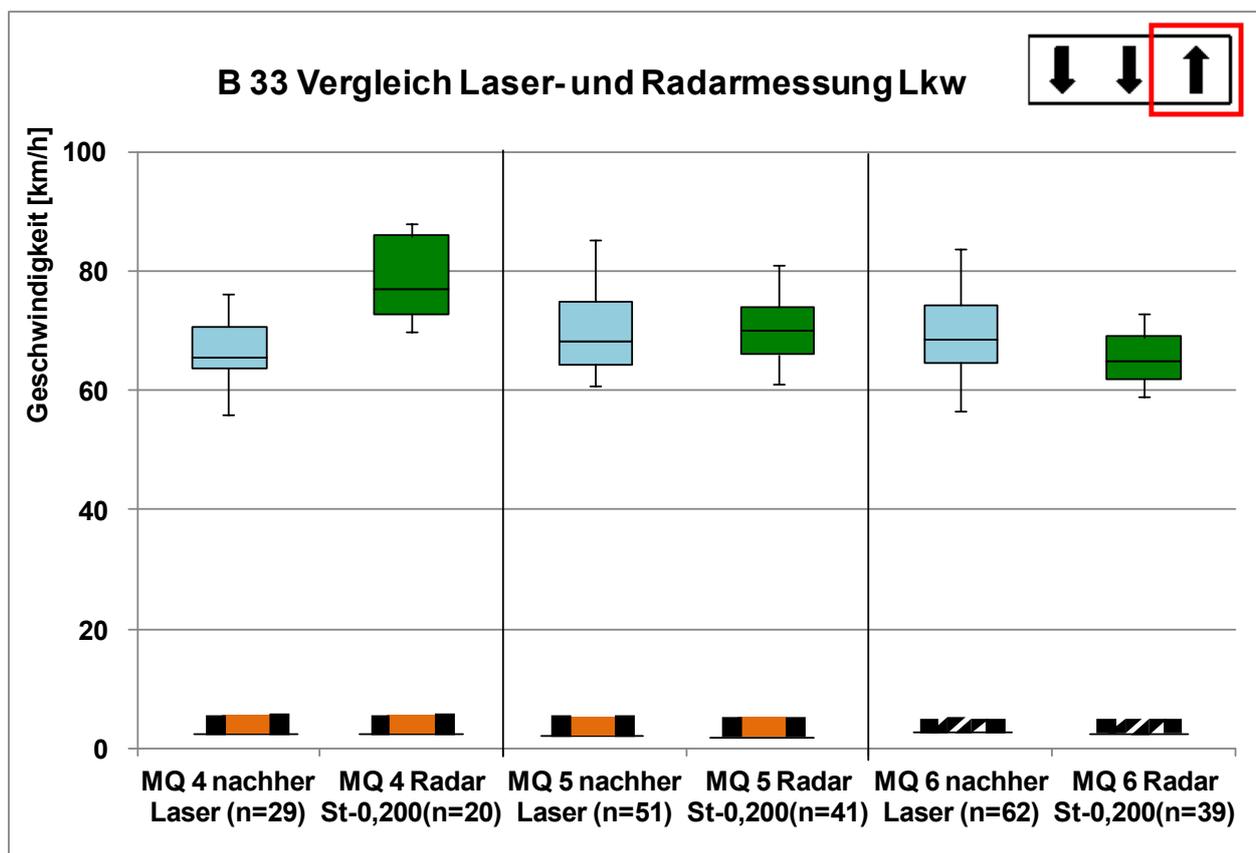


Bild 5.8: Geschwindigkeiten frei fahrender Lkw B 33 - Vergleich Laser- und Radarmessungen

Aufgrund der vorgefundenen Randbedingungen kann die Geschwindigkeitsmessung mittels Laserscanner im MQ 4 als stark beeinflusst bewertet werden.

Im Gegensatz dazu fallen die Unterschiede zwischen den Geschwindigkeitsmessungen mittels

Radarscanner in den Messquerschnitten MQ 4 und MQ 5 deutlich geringer aus, so dass hier von einem geringem Einfluss ausgegangen werden kann. Die um 6,4 km/h höhere V<sub>85</sub> aus den Radarmessungen am MQ 4 im Vergleich zu denen am MQ 5 die sich bei gleicher Gestaltung des Mittelsteifens ergeben, kann durch die höhere

Längsneigung im MQ 4 erklärt werden. Dieser Einfluss wirkt sich scheinbar stärker auf das Geschwindigkeitsverhalten aus, als der Einfluss der beiden Gestaltungsvarianten MQ 5 (Verkehrsorange) und im MQ 6 (Sperrfläche/Gatter).

**5.1.2 B 67 - Nordrhein-Westfalen**

Die Erhebung des Geschwindigkeitsverhaltens auf der B 67 erfolgte mittels Laserscanner im September 2008 (Vorher- Untersuchung) und im Dezember 2009 (Nachher-Untersuchung) auf trockener Fahrbahn und bei Tageslicht. Die Messungen der Geschwindigkeiten mittels Seitenradar wurden im Oktober 2011 durchgeführt. Eine ausreichend gute Tarnung des Laserscanners war aufgrund der örtlichen Gegebenheiten schwierig.

Die Messstrecke hat insgesamt drei Überholabschnitte. Bei der Vorher-Untersuchung war die Fahrtrichtungstrennung aller drei Abschnitte mit einer doppelten Fahrstreifenbegrenzung mit einer Breite von B = 1,00 m ausgestattet (vgl. Abschnitt 4.7.2).

Im Nachher-Zustand wurden drei verschiedene Varianten in die vorhandene Fahrtrichtungstrennung eingebracht. In Fahrtrichtung Borken ist folgende Reihenfolge von Messquerschnitten vorzufinden:

Überholabschnitt 1:

- MQ 1 kritischer Wechsel, Verkehrsorange
- MQ 2 freie Strecke, Verkehrsorange

Überholabschnitt 2:

- MQ 3 freie Strecke, Bischofsmützen
- MQ 4 kritischer Wechsel, Bischofsmützen

Überholabschnitt 3:

- MQ 5 kritischer Wechsel, Schrägstrichgatter
- MQ 6 freie Strecke, Schrägstrichgatter

Die Messquerschnitte MQ 1, MQ 4 und MQ 5 befinden sich an den kritischen Wechseln, die für die Auswertung des Geschwindigkeitsverhaltens nicht herangezogen wurden (siehe Abschnitt 5.2.2.3).

Insgesamt wurden mit dem Laserscanner an den für die Auswertung der Geschwindigkeit maßgebenden Querschnitten (MQ 2, MQ 3 und MQ 6) 9.000 Fahrzeuge erfasst. Davon wurden über 60 % in die Auswertung einbezogen.

**5.1.2.1 Lasermessungen**

Die Ergebnisse des Vorher-/Nachher-Vergleichs der Geschwindigkeitsdaten, die mittels Laserscanner erhoben wurden, sind in Bild 5.9 dargestellt. Es ist zu erkennen, dass sich die abgebildeten Geschwindigkeiten unabhängig von der Variante der Fahrtrichtungstrennung deutlich reduziert haben.

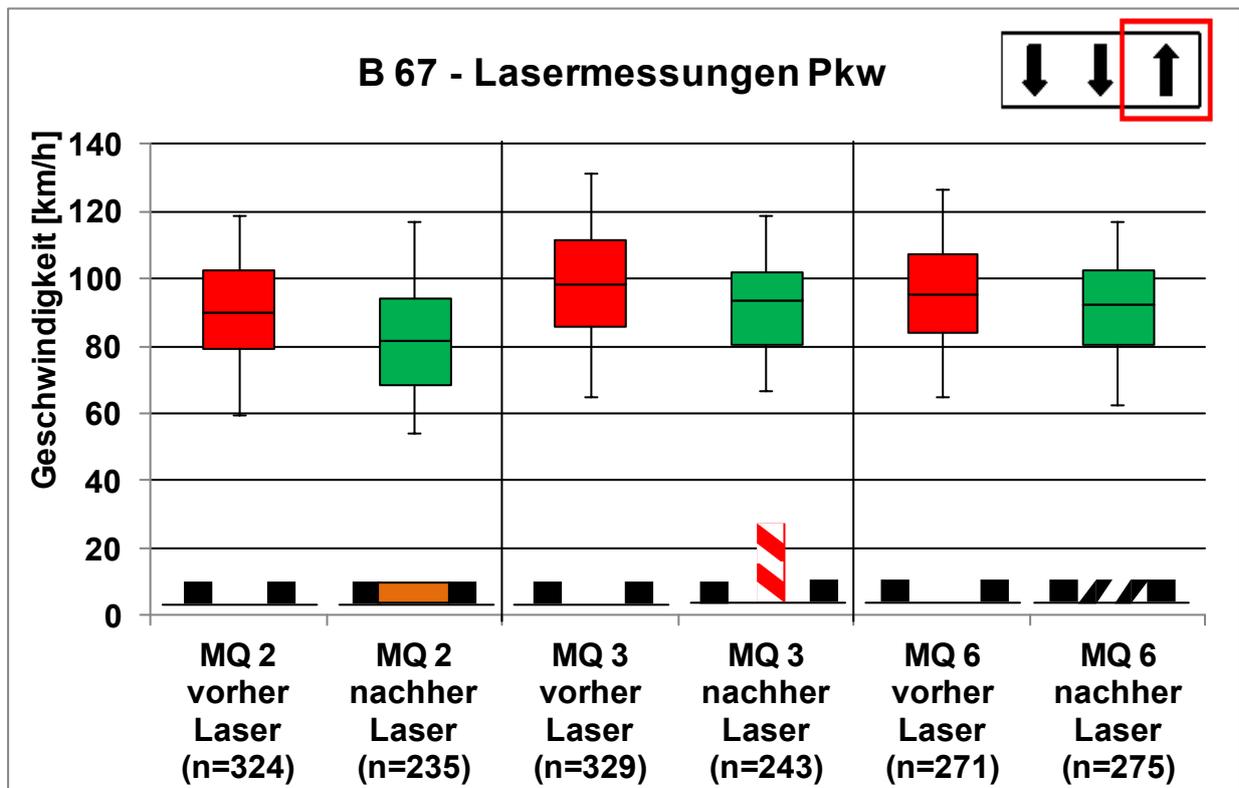


Bild 5.9: Geschwindigkeiten frei fahrender Pkw B 67 im Vorher-/Nachher-Vergleich

	MQ 2 vorher Laser (n=324)	MQ 2 nachher Laser (n=235)	MQ 3 vorher Laser (n=329)	MQ 3 nachher Laser (n=243)	MQ 6 vorher Laser (n=271)	MQ 6 nachher Laser (n=275)
<b>Max</b>	119	117,0	131,4	118,8	126,9	117
<b>V<sub>85</sub></b>	102,7	94,3	111,9	102,3	107,5	102,7
<b>Median</b>	90,2	82,0	98,5	94,0	95,7	92,6
<b>V<sub>15</sub></b>	79,3	68,9	85,7	80,4	84,2	80,5
<b>Min</b>	59,8	54,0	65,3	66,7	64,9	62,9

Tab. 5.9: Geschwindigkeiten [km/h] frei fahrender Pkw B 67 im Vorher-/Nachher-Vergleich

Bei der Betrachtung der Differenzgeschwindigkeiten zeigt sich die größte Geschwindigkeitsreduktion am Messquerschnitt MQ 3. Im Vorher-Zustand wurde eine  $V_{85} = 111,9$  km/h und im Nachher-Zustand eine  $V_{85} = 102,3$  km/h ermittelt. Das entspricht einer Reduktion von  $\Delta V_{85} = 9,6$  km/h. Diese Geschwindigkeitsdifferenz ist mit der auf MQ 2 ( $\Delta V_{85} = 8,4$  km/h) annähernd gleich. Vermutlich ist der Einfluss von aufragenden Elementen, wie der Bischofsmützen und einer so auffälligen Farbgebung in der Fahrtrichtungstrennung, auf das Geschwindigkeitsverhalten am stärksten. Mit einer Differenz von  $\Delta V_{85} = 4,8$  km/h auf MQ 6 ist der geringste Einfluss dem Schrägstrichgatter zuzuordnen.

Allgemein liegt das Geschwindigkeitsniveau der Messquerschnitte MQ 3 und MQ 6 im Vorher-Zustand mit einer  $V_{85}$  von 111,9 km/h bzw. 107,5 km/h deutlich über dem des MQ 2 ( $V_{85} = 102,7$  km/h). Im Nachher-Zustand wurde mit einer  $V_{85}$  von 94,3 km/h ebenfalls an MQ 2 die niedrigsten Geschwindigkeiten gemessen. Der Grund dafür ist möglicherweise der plangleiche Knotenpunkt, der sich am Ende der Messstrecke in Richtung Dülmen befindet. Die zulässige Höchstgeschwindigkeit am Knotenpunkt beträgt  $V_{zul} = 70$  km/h. Es ist nicht auszuschließen, dass Ortskundige bereits im Vorfeld ihre Geschwindigkeit dahingehend anpassen. Darüber hinaus könnten Einbiege-, Abbiege- und Kreuzenvorgänge sich auf das Fahrverhalten im einstreifigen Bereich auswirken.

Bei Analyse der Geschwindigkeitsdaten der Lkw konnte sowohl eine Reduktion als auch eine Erhöhung der Geschwindigkeiten festgestellt werden. Bild 5.10 zeigt bei den Messquerschnitten MQ 2 ( $\Delta V_{85} = 4,5$  km/h) und MQ 3 ( $\Delta V_{85} = 30,7$  km/h) einen Rückgang der Geschwindigkeiten  $V_{85}$  zwischen der Vorher- und Nachher- Untersuchung.

Im Messquerschnitt MQ 6 wurde dagegen zum Vorher- Zeitraum eine Differenz der  $V_{85}$  von 14,7 km/h festgestellt. Dieser Wert sowie die Differenz am Messquerschnitten MQ 3 (Vorher-Messung) lassen aufgrund der geringen Stichprobengröße von sieben bzw. acht Fahrzeugen keine realistische Aussage im Vorher-/Nachher-Vergleich zu.

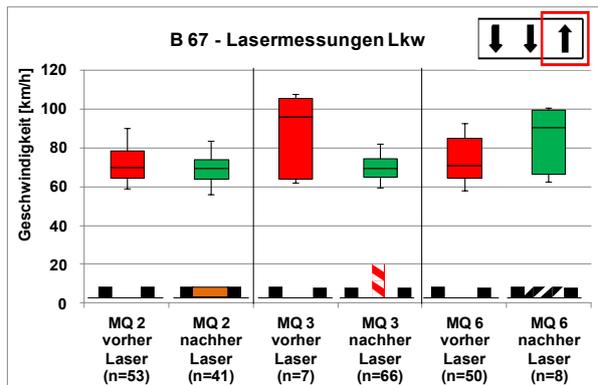


Bild 5.10: Geschwindigkeiten frei fahrender Lkw und Pulkführer B 67 im Vorher-/ Nachher-Vergleich

	MQ 2 vorher Laser (n=53)	MQ 2 nachher Laser (n=41)	MQ 3 vorher Laser (n=7)	MQ 3 nachher Laser (n=66)	MQ 6 vorher Laser (n=50)	MQ 6 nachher Laser (n=8)
<b>Max</b>	90,2	83,4	107,3	82,2	92,7	100,5
<b>V<sub>85</sub></b>	78,5	74,0	105,4	74,7	85,0	99,6
<b>Median</b>	69,8	69,5	95,8	69,4	70,9	90,4
<b>V<sub>15</sub></b>	64,5	64,2	64,2	65,3	64,5	66,7
<b>Min</b>	58,9	56,2	62,1	59,6	57,9	62,4

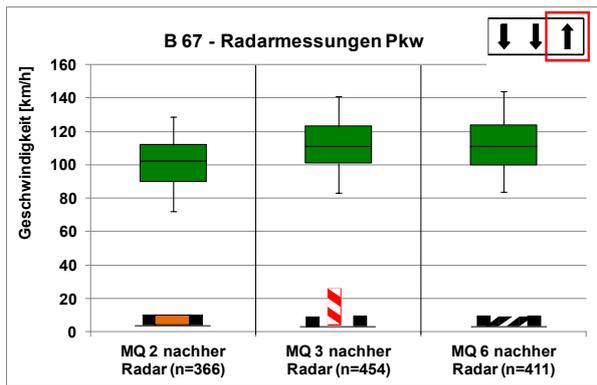
Tab. 5.10: Geschwindigkeiten [km/h] frei fahrender Lkw und Pulkführer B 67 im Vorher-/Nachher-Vergleich

### 5.1.2.2 Radarmessungen

Die Ergebnisse der zusätzlich im Oktober 2011 durchgeführte Radarmessungen sind in Bild 5.11 dargestellt. Allgemein ist unabhängig von der Fahrtrichtungstrennung ein höheres Geschwindigkeitsniveau festzustellen.

Am Messquerschnitt MQ 2 wurde eine  $V_{85}$  von 112,0 km/h ermittelt. Damit liegen die Werte der  $V_{85}$  mehr als 10,0 km/h unterhalb der Werte der anderen beiden Messquerschnitte. Der Grund dafür könnte auch hier wieder der bereits genannte, mit einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 70 km/h beschilderte Knotenpunkt am Ende des Messquerschnitts MQ 2 sein.

Am Messquerschnitt MQ 3 und MQ 6 konnte bei den Geschwindigkeiten  $V_{85}$  ein ähnliches Niveau festgestellt werden. Tab. 5.11 zeigt eine Geschwindigkeitsdifferenz der  $\Delta V_{85}$  von 1,0 km/h. Somit ist das reale Geschwindigkeitsverhalten vor allem anhand der Ergebnisse auf Messquerschnitt MQ 3 und MQ 6 abzuleiten. Dort liegen Geschwindigkeiten  $V_{85}$  von rund 123,5 km/h vor.



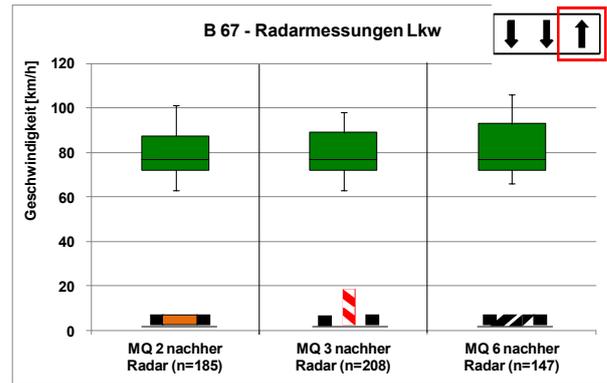
**Bild 5.11: Geschwindigkeiten frei fahrender Pkw B 67 - Radarmessungen**

	MQ 2 nachher Radar (n=366)	MQ 3 nachher Radar (n=454)	MQ 6 nachher Radar (n=411)
Max	129,0	141,0	144,0
$V_{85}$	112,0	123,0	124,0
Median	102,0	111,0	111,0
$V_{15}$	90,0	101,0	100,0
Min	72,0	83,0	84,0

**Tab. 5.11: Geschwindigkeiten [km/h] frei fahrender Pkw B 67 - Radarmessungen**

Die nach der Bereinigung der Ausreißer gemessenen Maximalgeschwindigkeiten in den Messquerschnitten MQ 3 (141,0 km/h) und MQ 6 (144,0 km/h) liegen weit über der zulässigen Höchstgeschwindigkeit. Sie zeigen ein insgesamt sehr hohes Geschwindigkeitsniveau bei den frei-fahrenden Pkw.

Die Ergebnisse für Lkw auf Grundlage der Radarmessungen sind in Bild 5.10 dargestellt. Es ist erkennbar, dass sich die Geschwindigkeiten  $V_{85}$  auf einem ähnlichen Niveau befinden.



**Bild 5.12: Geschwindigkeiten frei fahrender Lkw und Pulkführer B 67 - Radarmessungen**

Für Messquerschnitt MQ 2, auf dem Überholabschnitt mit der verkehrsoranen Fahrtrichtungstrennung, wurden aber mit 87,4 km/h im Vergleich zu 89,0 km/h (MQ 3) und 93,0 km/h (MQ 6) die geringsten  $V_{85}$  ermittelt (vgl. Tab. 5.12). Somit sind im Überholabschnitt mit der Variante „Bischofsmützen“ und „Verkehrsorange“ als Fahrtrichtungstrennung insgesamt langsamere Geschwindigkeiten festzustellen als bei der Trennung der Fahrtrichtungen mit einem Schrägstrichgatter.

	MQ 2 nachher Radar (n=185)	MQ 3 nachher Radar (n=208)	MQ 6 nachher Radar (n=147)
Max	101,0	98,0	106,0
$V_{85}$	87,4	89,0	93,0
Median	77,0	77,0	77,0
$V_{15}$	72,0	72,0	72,0
Min	63,0	63,0	66,0

**Tab. 5.12: Geschwindigkeiten [km/h] frei fahrender Lkw und Pulkführer B 67 - Radarmessungen**

Zusammenfassend zeigt sich für die Untersuchungsstrecke B 67 nach der Umgestaltung der drei Überholabschnitte ein Geschwindigkeitsrückgang im direkten Vorher-/Nachher-Vergleich. Die geringsten Differenzgeschwindigkeiten  $V_{85}$  wurden dabei für den Überholabschnitt mit dem Schrägstrichgatter als Fahrtrichtungstrennung ermittelt. Die Gestaltungsvariante „Verkehrsorange“ und „Bischofsmützen“ weisen ähnlich Differenzgeschwindigkeiten auf. Für die Geschwindigkeiten der Lkw können aufgrund der geringen Stichprobe keine Aussagen getroffen werden.

Die zusätzliche durchgeführte und für den Kraftfahrer nicht wahrnehmbare Radarmessung ergab ein insgesamt höheres Geschwindigkeitsniveau.

### 5.1.3 B 83 - Niedersachsen

Auf der Untersuchungsstrecke B 83 bei Hameln wurden die Geschwindigkeitsmessungen auf einem Referenzabschnitt, der mit einer doppelten Fahrstreifenbegrenzung, und auf zwei weiteren Querschnitten, die mit einem grünen verkehrstechnischen Mittelstreifen (B = 0,75 m) ausgestattet waren, durchgeführt. Die Tarnung des Laserscan-

ners war aufgrund der örtlichen Gegebenheiten schwierig. Insgesamt wurden durch den Laser-scanner rund 4.800 Fahrzeuge erfasst. Davon wurden über 60 % zur Ermittlung der maßgebenden Geschwindigkeiten herangezogen.

Die Lasermessungen erfolgten im Juli 2010 und Radarmessungen wurden im Oktober 2011 durchgeführt. In Fahrtrichtung Hameln ist folgende Reihenfolge von Messquerschnitten vorzufinden:

Referenzabschnitt:

- MQ 1 kritischer Wechsel, doppelte Fahrstreifenbegrenzung
- MQ 2 kritischer Wechsel, doppelte Fahrstreifenbegrenzung
- MQ 3 freie Strecke, doppelte Fahrstreifenbegrenzung

Überholabschnitt 1:

- MQ 4 freie Strecke, Verkehrsgrün
- MQ 5 kritischer Wechsel, Verkehrsgrün

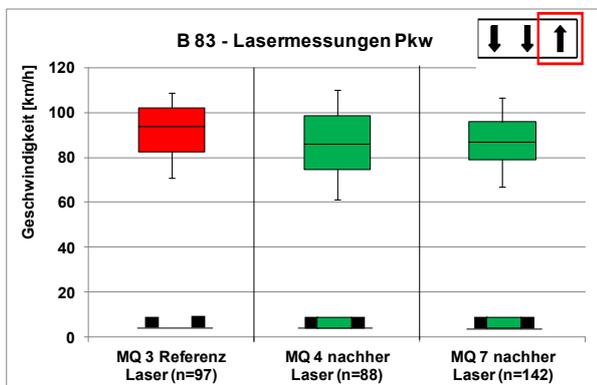
Überholabschnitt 2:

- MQ 6 kritischer Wechsel, Verkehrsgrün
- MQ 7 freie Strecke, Verkehrsgrün

Die Messquerschnitte MQ 1, MQ 2, MQ 5 und MQ 6 befinden sich an den kritischen Wechselbereichen, die in die Auswertung des Geschwindigkeitsverhaltens nicht einbezogen wurden (siehe Abschnitt 5.2.2.3).

### 5.1.3.1 Lasermessungen

Der Neubau der Ortsumgehung erlaubt keinen direkten Vorher-/Nachher-Vergleich. Aus diesem Grund wird ein Mit/Ohne Vergleich der Geschwindigkeiten vorgenommen. Die Geschwindigkeiten der beiden umgestalteten Überholabschnitte (MQ 4 und MQ 7) werden dabei mit dem Referenzabschnitt (MQ 3) verglichen.



**Bild 5.13: Geschwindigkeiten frei fahrender Pkw B 83**

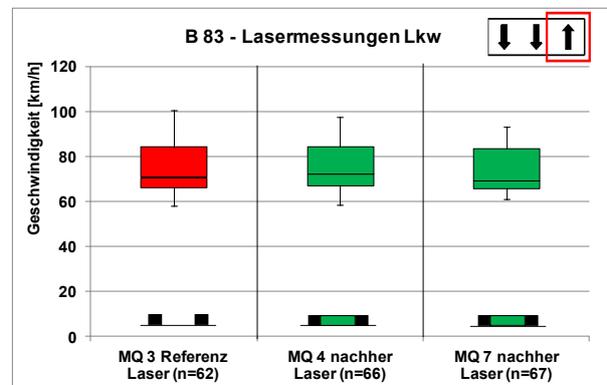
Bild 5.13 enthält das Geschwindigkeitsverhalten der frei fahrenden Pkw. Auf dem Referenzabschnitt (MQ 3) lag die Geschwindigkeit  $V_{85}$  bei 102,2 km/h. Auf den Querschnitten des Versuchsabschnitts wurde hingegen geringere Differenzgeschwindig-

keiten  $V_{85}$  festgestellt. An Messquerschnitt MQ 4 beträgt diese 98,7 km/h und an Messquerschnitt MQ 7 95,8 km/h. Somit liegen die  $V_{85}$  der genannten Querschnitte 3,5 km/h bzw. 6,4 km/h unterhalb der  $V_{85}$  des Referenzquerschnitts (vgl. Tab. 5.13).

	MQ 3 Referenz Laser (n=97)	MQ 4 nachher Laser (n=88)	MQ 7 nachher Laser (n=142)
Max	108,6	110,1	106,7
$V_{85}$	102,2	98,7	95,8
Median	94,1	86,0	86,6
$V_{15}$	82,6	74,7	79,0
Min	70,7	61,3	66,8

**Tab. 5.13: Geschwindigkeiten [km/h] frei fahrender Pkw B 83**

Das Geschwindigkeitsniveau im Referenzabschnitt ist bei vergleichbarer Linienführung somit etwas höher als auf der Versuchsstrecke.



**Bild 5.14: Geschwindigkeiten frei fahrender Lkw und Pulkführer B 83**

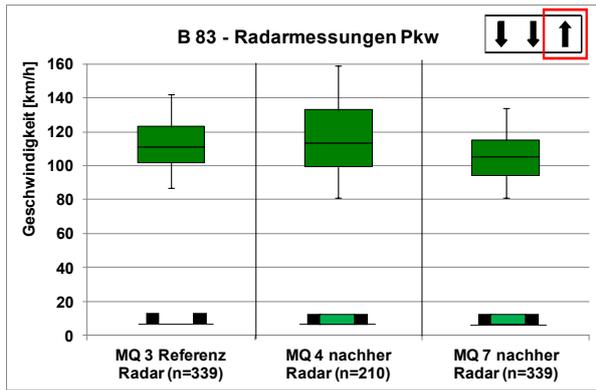
Bild 5.14 zeigt das Geschwindigkeitsverhalten der frei fahrenden Lkw und Pulkführer. Hierbei ist im Vergleich zwischen den Referenz- und Versuchsquerschnitten ein ähnliches Geschwindigkeitsverhalten zu erkennen. Auf allen drei Messquerschnitten betragen die Geschwindigkeiten  $V_{85}$  rund 84 km/h (vgl. Tab. 5.14).

	MQ 3 Referenz Laser (n=62)	MQ 4 nachher Laser (n=66)	MQ 7 nachher Laser (n=67)
Max	100,8	97,8	93,4
$V_{85}$	84,4	84,8	83,7
Median	70,9	72,7	69,4
$V_{15}$	66,5	67,4	66,1
Min	58,2	58,6	61,4

**Tab. 5.14: Geschwindigkeiten [km/h] frei fahrender Lkw und Pulkführer B 83**

### 5.1.3.2 Radar-Messungen

Die Ergebnisse der zusätzlich durchgeführten Radarmessungen zeigt Bild 5.15. Dabei sind Unterschiede der berechneten Geschwindigkeiten der einzelnen Messquerschnitte erkennbar.

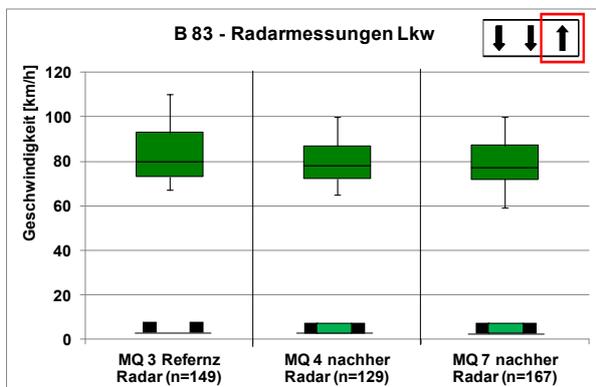


**Bild 5.15: Geschwindigkeiten frei fahrender Pkw B 83 - Radarmessungen**

Auf dem Referenzquerschnitt wurde an Messquerschnitt MQ 3 eine  $V_{85}$  von 123,0 km/h festgestellt. Die  $V_{85}$  am Messquerschnitt MQ 4 beträgt 133,0 km/h und liegt somit ca. 10 km/h über der  $V_{85}$  des Referenzquerschnitts. Der Grund für diesen Unterschied, liegt möglicherweise in der Trassierung des Abschnitts. Dieser besteht aus einer sehr langen, gut einsehbaren Geraden. Der Messquerschnitt MQ 7 hingegen, liegt in einem Kurvenbereich. Die Geschwindigkeit  $V_{85}$  an diesem Querschnitt beträgt 115,0 km/h und ist um 8,0 km/h niedriger als die bei Messquerschnitt MQ 3.

Der Einfluss der Trassierung ist bei den Ergebnissen der Lasermessungen nicht erkennbar. Es ist davon auszugehen, dass die Erkennbarkeit des Laserscanners einen größeren Einfluss auf das Fahrverhalten ausübt, da im Vergleich zu den Radarmessungen ein bis zu 30 km/h höheres Geschwindigkeitsniveau festgestellt wurde.

Bild 5.16 zeigt die Ergebnisse der Radarmessungen der Lkw. Dabei ist zwischen den Messquerschnitten der Versuchsstrecke und dem Referenzquerschnitt eine Geschwindigkeitsreduktion erkennbar.



**Bild 5.16: Geschwindigkeiten frei fahrender Lkw und Pulkführer B 83 - Radarmessungen**

Die Geschwindigkeiten  $V_{85}$  sind nach Tab. 5.15 am Messquerschnitt MQ 4 und MQ 7 der Versuchsstrecke mit 87,0 bzw. 87,1 km/h rund 6 km/h niedriger, als auf dem Referenzabschnitt.

	MQ 3 Referenz Laser (n=62)	MQ 4 nachher Laser (n=66)	MQ 7 nachher Laser (n=67)
Max	110,0	100,0	100,0
$V_{85}$	93,0	87,0	87,1
Median	80,0	78,0	77,0
$V_{15}$	73,0	72,2	71,9
Min	67,0	65,0	59,0

**Tab. 5.15: Geschwindigkeiten [km/h] frei fahrender Lkw und Pulkführer B 83**

Zusammenfassend zeigt der Mit/Ohne Vergleich mittels Laserscanner eine Geschwindigkeitsreduktion der Pkw nach der Umgestaltung der Fahrtrichtungstrennung. Die  $V_{85}$  der Lkw ist annähernd gleich. Die zeitlich versetzten Radarmessungen ergaben ein allgemein höheres Geschwindigkeitsniveau, wobei die  $V_{85}$  der Pkw, vermutlich aufgrund der Trassierung, bei grüner Fahrtrichtungstrennung höher ist als auf dem Referenzquerschnitt. Dies ist bei Lkw nicht zu beobachten. Hier ist  $V_{85}$  im grün markierten Teil geringer als auf dem Referenzabschnitt.

#### 5.1.4 B 169 - Brandenburg

Die Ermittlung des Geschwindigkeitsverhaltens mittels Laserscanner erfolgte auf der Untersuchungstrecke B 169 im Juli 2009 (Vorher-Messung) und im August 2010 (Nachher-Messung). Die Erhebung mittels Radarsystem erfolgte im September 2011.

Auf der Strecke wurden zwei Überholabschnitte für die Untersuchung umgestaltet. In Vorher-Zustand waren diese mit einer doppelten Fahrstreifenbegrenzung in einem Abstand von 0,75 m (vgl. Abschnitt 4.7.4) und im Nachher-Zustand mit einem grünen verkehrstechnischen Mittelstreifen ( $B = 0,75$  m) ausgestattet.

In Fahrtrichtung Senftenberg sind die Messquerschnitte der Reihe nach wie folgt angeordnet:

Überholabschnitt 1:

- MQ 1: freie Strecke, Verkehrsgrün
- MQ 2: kritischer Wechsel, Verkehrsgrün

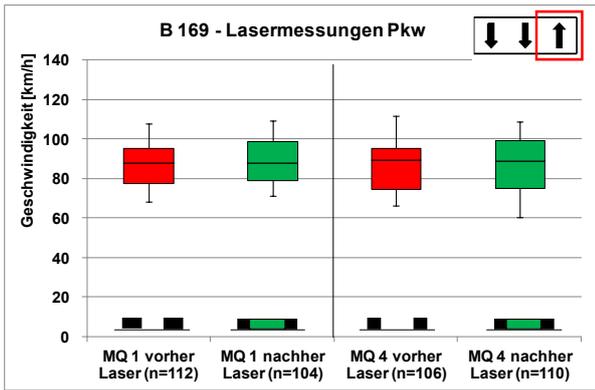
Überholabschnitt 2:

- MQ 3: kritischer Wechsel, Verkehrsgrün
- MQ 4: freie Strecke, Verkehrsgrün

Die Messquerschnitte MQ 1 und MQ 4 dienen der Analyse des Geschwindigkeitsverhaltens. Insgesamt wurden dafür rund 5.150 Fahrzeuge erfasst. Davon wurden rund 75 % für die Berechnung der maßgebenden Geschwindigkeiten genutzt.

##### 5.1.4.1 Lasermessungen

Der Vorher-/Nachher-Vergleich der Geschwindigkeiten der frei fahrenden Pkw ist in Bild 5.17 dargestellt. Insgesamt wurde auf beiden Messquerschnitten ein ähnliches Geschwindigkeitsniveau festgestellt.



**Bild 5.17: Geschwindigkeiten frei fahrender Pkw B 169**

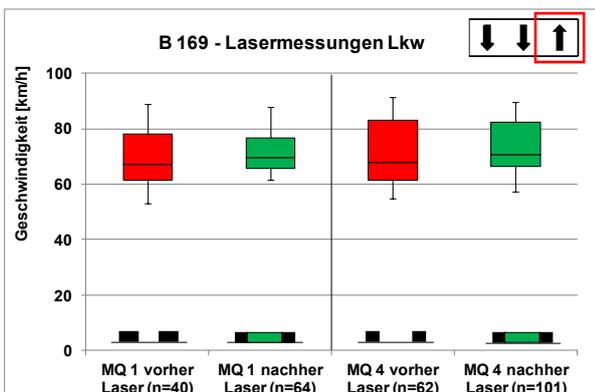
An Messquerschnitt MQ 1 wurde in der Vorher-Messung eine  $V_{85}$  von 95,5 km/h ermittelt. In der Nachher-Messung beträgt die  $V_{85}$  98,9 km/h. Dies entspricht einer Geschwindigkeitserhöhung von  $\Delta V_{85}$  von 3,4 km/h (vgl. Tab. 5.16).

	MQ 1 vorher Laser (n=112)	MQ 1 nachher Laser (n=104)	MQ 4 vorher Laser (n=106)	MQ 4 nachher Laser (n=110)
Max	107,9	109,2	111,8	108,6
$V_{85}$	95,5	98,9	95,4	99,5
Median	87,7	88,3	89,2	89,3
$V_{15}$	77,6	79,4	74,7	75,4
Min	68,4	71,3	66,3	60,6

**Tab. 5.16: Geschwindigkeiten [km/h] frei fahrender Pkw an der B 169**

Die Geschwindigkeitserhöhung am Messquerschnitt MQ 4 beträgt  $\Delta V_{85} = 4,1$  km/h.

Die Ergebnisse der Lasermessungen für Lkw zeigt Bild 5.18. Hier wurde, im Gegensatz zu den Pkw, ein deutlicher Unterschied zwischen den Messquerschnitten ermittelt. Die Geschwindigkeiten, die auf Messquerschnitt MQ 1 berechnet wurden, liegen ca. 5,0 km/h unterhalb der des Messquerschnitts MQ 4.



**Bild 5.18: Geschwindigkeiten frei fahrender Lkw und Pulkführer B 169**

Die minimalen Unterschiede zwischen der Vorher- und Nachher-Messungen sind auch bei den Ergebnissen der frei fahrenden Lkw und Pulkführer zu beobachten.

Allerdings wurde hier bei der neuen Fahrtrichtungstrennung eine leichte Reduzierung der Geschwindigkeiten ermittelt.

	MQ 1 vorher Laser (n=40)	MQ 1 nachher Laser (n=64)	MQ 4 vorher Laser (n=62)	MQ 4 nachher Laser (n=101)
Max	88,7	87,7	91,5	89,7
$V_{85}$	78,1	77,0	83,1	82,6
Median	67,0	69,8	67,7	70,8
$V_{15}$	61,3	65,7	61,4	66,5
Min	53,0	61,5	54,9	57,2

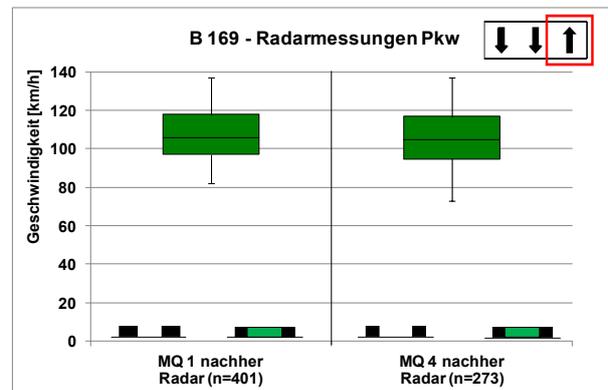
**Tab. 5.17: Geschwindigkeiten frei fahrender Lkw und Pulkführer B 169**

Am Messquerschnitt MQ 1 wurde im Nachher-Zustand eine  $V_{85}$  vom 77,0 km/h ermittelt. Dies entspricht einem Geschwindigkeitsrückgang von  $\Delta V_{85} = 1,1$  km/h gegenüber dem Vorher-Zustand (vgl. Tab. 5.17). Bei Messquerschnitt MQ 4 ergab die Berechnung der  $V_{85}$  der Vorher-Messung 83,1 km/h. Im Vergleich zur Nachher-Messung (82,6 km/h) entspricht dies eine Reduktion der  $V_{85}$  von 0,5 km/h.

### 5.1.4.2 Radarmessungen

Die nachträglich durchgeführten Radarmessungen zeigen wie auf den anderen Untersuchungsstrecken ein insgesamt höheres Geschwindigkeitsniveau im Gegensatz zur Lasermessung. Dieser Unterscheid besteht vor allem bei den frei fahrenden Pkw.

In Bild 5.19 sind die Ergebnisse der Pkw dargestellt. Mit 118,0 bzw. 117,0 km/h ist auf beiden Querschnitten die  $V_{85}$  nahezu gleich.



**Bild 5.19: Geschwindigkeiten frei fahrender Pkw B 169 - Radarmessungen**

Im Vergleich zu den Lasermessungen ist das eine Differenz von rund 20 km/h.

Bei den Ergebnissen der frei fahrenden Lkw und Pulkführer ist die Differenz zwischen den Laser- und Radarmessungen mit 8,0 bzw. 3,0 km/h geringer (vgl. Tab. 5.17 und Tab. 5.18). Ein Grund dafür ist sicherlich, die für Lkw gesetzlich vorgeschriebene Höchstgeschwindigkeit.

	MQ 1 nachher Radar (n=144)	MQ 4 nachher Radar (n=30)
<b>Max</b>	96,0	90,0
<b>V<sub>85</sub></b>	86,6	85,0
<b>Median</b>	75,0	75,0
<b>V<sub>15</sub></b>	70,0	66,1
<b>Min</b>	65,0	63,0

**Tab. 5.18: Geschwindigkeiten frei fahrender Lkw und Pulkführer B 169 - Radarmessungen**

Zusammenfassend wurde im direkten Vorher-/Nachher-Vergleich für Pkw eine minimale Erhöhung der Geschwindigkeiten nach der Umgestaltung festgestellt. Bei den Lkw ergab der Vergleich gleichbleibende Geschwindigkeiten  $V_{85}$ . Insgesamt ist auch auf dieser Strecke ein höheres Geschwindigkeitsniveau bei der Messung mittels Radarsystem festzustellen.

### 5.1.5 Zusammenfassung Geschwindigkeitsverhalten

Die Analyse des Geschwindigkeitsverhaltens auf den verschiedenen Untersuchungstrecken zeigt in Abhängigkeit von der Fahrzeugklasse und des Messsystems unterschiedliche Ergebnisse.

Die Geschwindigkeitswerte mit dem Laserscanner streuen sehr breit. Nur in wenigen Fällen liegen sie im Bereich der auch aus der Literatur bekannten hohen Geschwindigkeiten ( $V_{85} > V_{zul}$ ). Sehr häufig liegen die gemessenen Geschwindigkeiten aber im Bereich der zulässigen Höchstgeschwindigkeit.

Davon abweichend haben die Nachher-Messungen mit dem Seitenradar an den gleichen Messquerschnitten sehr viel höhere Geschwindigkeiten ergeben. Insofern stellt sich auch nach der Umgestaltung das aus der Literatur bekannte hohe Geschwindigkeitsniveau ein (vgl. Abschnitt 2.2.2). An den Messquerschnitten ist davon auszugehen, dass der Laserscanner als Messgerät trotz der Tarnung von den Pkw-Fahrern erkannt wurde und das Geschwindigkeitsverhalten beeinflusst hat. Die absolute Höhe der Fahrgeschwindigkeit sollte daher für die Bewertung der Maßnahmen nicht herangezogen werden.

Jedoch zeigen die Vorher-/Nachher-Messungen mit dem Laserscanner für Pkw Unterschiede zwischen den einzelnen Maßnahmen.

Bei der verkehrsgrün markierten Fahrtrichtungstrennung wurden auf den zwei verschiedenen Untersuchungstrecken (B 83, B 169) keine einheitlichen Ergebnisse ermittelt. Im Vorher-/Nachher-Vergleich auf der B 169 wurden leicht höhere und auf der B 83 im Mit/Ohne-Vergleich geringere Geschwindigkeiten  $V_{85}$  festgestellt.

Die Fahrtrichtungstrennung mit der Variante „Bischofsmützen“ ergab im direkten Vorher-/Nach-

her-Vergleich eine Reduzierung der Geschwindigkeiten  $V_{85}$  von rund 10 km/h (vgl. Tab. 5.19).

Variante der Fahrtrichtungstrennung/ Untersuchungsstrecke	Geschwindigkeitsdifferenz Pkw $\Delta V_{85}$ [km/h]	
	Vorher-/ Nachher-Vergleich	Mit-/ Ohne Vergleich
<b>Verkehrsgrün</b>		
B 83		-3,5 / -6,4
B 169	+3,4 / +4,1	
<b>Verkehrsorange</b>		
B 67	-8,4	
<b>Schrägstrichgatter</b>		
B 67	-4,8	
<b>Bischofsmützen</b>		
B 67	-9,6	

**Tab. 5.19: Geschwindigkeitsdifferenz Pkw  $\Delta V_{85}$**

Bei der Fahrtrichtungstrennung mit dem „Schrägstrichgatter“ wurde im Vorher-/Nachher-Vergleich eine Reduzierung der  $V_{85}$  von 4,8 km/h ermittelt (vgl. Tab. 5.19).

Auch bei der Variante „verkehrsorange“ wurde eine Reduzierung der Geschwindigkeit festgestellt (vgl. Tab. 5.19).

Auf der B 33 wurde ein Vergleich zwischen den Querschnitten mit aufragenden Elementen und ohne aufragende Elemente vorgenommen, da ein Vorher/Nachher-Vergleich und ein Mit/Ohne Vergleich hier nicht möglich war. Dabei zeigte für Pkw eine Erhöhung der Geschwindigkeiten: die Varianten Schrägstrichgatter und orangefarbenden verkehrstechnischem Mittelstreifen, ergaben im Vergleich mit Variante „Bischofsmützen“ eine Erhöhung von 6,4 km/h und die Varianten Schrägstrichgatter und orangefarbenden verkehrstechnischem Mittelstreifen, ergaben in Vergleich mit Variante „Verkehrsorange mit Bischofsmützen“ eine Erhöhung von 9,2 km/h.

Für frei fahrende Lkw und Pulkführer waren bei allen Varianten im Vorher-/Nachher-Vergleich keine Veränderungen zu beobachten. Bei Geschwindigkeiten  $V_{85}$  von rund 80 km/h kann sicherlich auf die (überschrittene) für Lkw geltende zulässige Höchstgeschwindigkeit von 60 km/h zurückgeführt werden. Auch hier wirkt sich die Maßnahme nicht auf das Geschwindigkeitsverhalten aus.

Die Untersuchung der Geschwindigkeit zeigt insgesamt sehr differenzierte Ergebnisse. Eine Reduzierung der Fahrgeschwindigkeit war jedoch auch kein ursprüngliches Maßnahmenziel und daher hypothetisch nicht zu erwarten.

## 5.2 Spurverhalten

Die Auswertung des Spurverhaltens erfolgte nach den in Abschnitt 4.1.3.2 beschriebenen Spurlagenmodell. Kritische Spurlagen (Befahren der Fahrtrichtungstrennung) sind dabei für Pkw die linke „Extremspur“ und für Lkw die linke „Abweich- und Extremspur“ (vgl. Bild 4.22 und Bild 4.23). Ebenfalls kritisch sind analog dazu die Spurlagen die rechte „Extremspur“ (Pkw) und die rechte „Abweich- und Extremspur“ (Lkw), bei denen die Fahrstreifenbegrenzungslinien befahren werden. Die in Fahrstreifenmitte liegenden Spurlagen „Idealspur“ und „Normalspur“ (rechts und links) entsprechen 0,35 m des Fahrstreifens. Befindet sich die Achse des Fahrzeugs in diesem Bereich, so wird weder die rechte noch die linke Fahrstreifenbegrenzung befahren. Da sich in diesen Bereich die Mehrheit der Fahrzeuge befinden, soll eine separate Darstellung der Nutzer der Idealspur nur in den Diagrammen vorgenommen werden. In den zusätzlich für die Beschreibung der Ergebnisse erstellten Tabellen wird aus Gründen der Übersicht die Idealspur mit der Normalspur zusammengefasst.

Im Folgenden werden die Ergebnisse getrennt nach den Varianten der Fahrtrichtungstrennung und nach der Untersuchungsstrecke vorgestellt. Dabei werden auch Angaben zum Abstand zur Fahrtrichtungstrennung (unabhängig von der Spurlage), zu den Überfahrten der Fahrtrichtungstrennung oder des kritischen Wechsels und zu den regelwidrigen Überholungen erfolgen.

Das Spurverhalten der Fahrzeuge auf dem rechten Fahrstreifen der zweistreifigen Fahrtrichtung ist für das vorliegende Forschungsvorhaben nicht von Belang.

### 5.2.1 B 33 - Baden-Württemberg

#### 5.2.1.1 Spurlagen und Abstand zur Fahrtrichtungstrennung

Im Vorher-Zustand waren alle drei bestehenden Überholabschnitte mit der gleichen Variante der Fahrtrichtungstrennung ausgestattet. Diese bestand aus einer doppelten Fahrstreifenbegrenzungslinie (0,50 m) und dazwischen aufgebrauchten Bischofsmützen. In Fahrtrichtung Villingen-Schwenningen ergeben sich für die Überholabschnitte im Nachher-Zustand folgende Gestaltungsvarianten für den verkehrstechnischen Mittelstreifen:

Untersuchungsabschnitt 1:

- Überholabschnitt 1: Bischofsmützen (MQ 1)
- Überholabschnitt 2: Schrägstrichgatter (MQ 2)
- Überholabschnitt 3: Bischofsmützen / Verkehrsorange (MQ 3)

Untersuchungsabschnitt 2

- Überholabschnitt 4: Verkehrsorange (MQ 4)
- Überholabschnitt 5 Verkehrsorange (MQ 5)
- Überholabschnitt 6: Schrägstrichgatter (MQ 6)

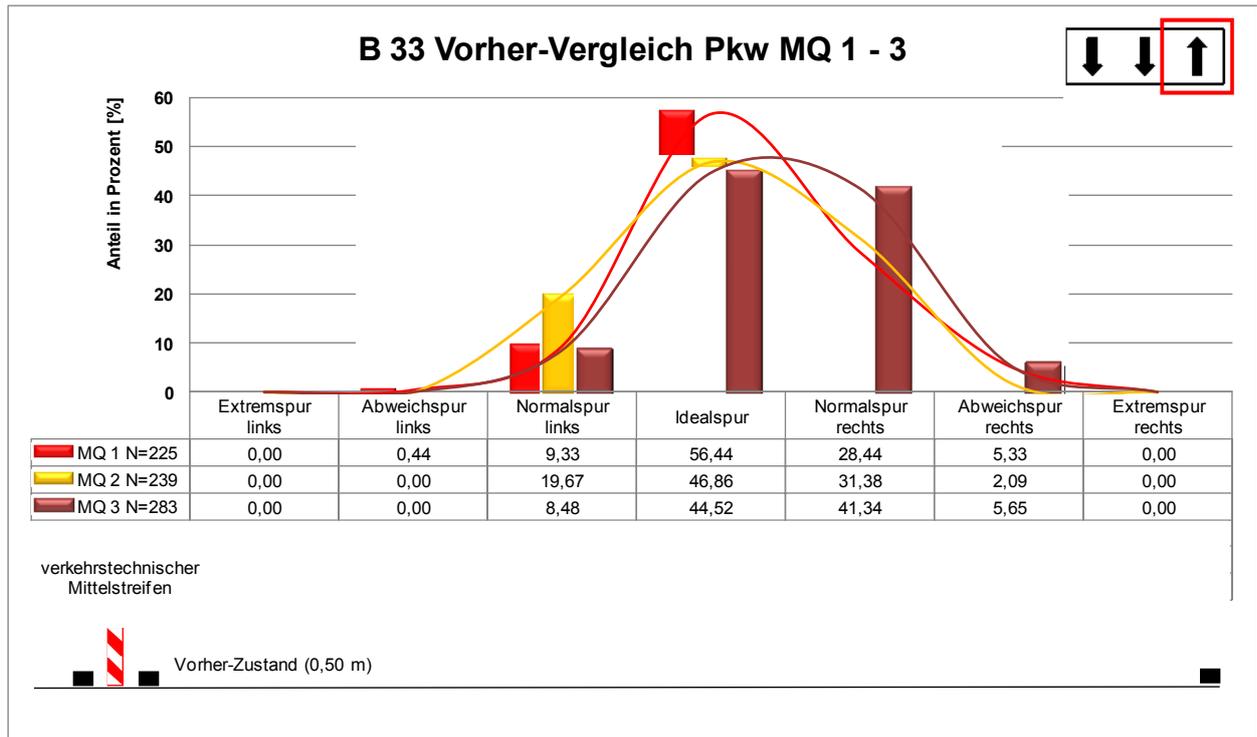
Für den ersten Untersuchungsabschnitt ist dabei ein Vorher-/Nachher- Vergleich des Spurverhaltens möglich, für den zweiten Untersuchungsabschnitt kann wird ein Mit/Ohne Vergleich zwischen den aufragenden Elementen und markierten verkehrstechnischem Mittelstreifen vorgenommen. Im Folgenden wird der Vorher-Zustand der Varianten des ersten Untersuchungsabschnittes vorgestellt:

Die Spurlagen der frei fahrenden Pkw in den Überholabschnitten 1 - 3 (MQ 1 - 3) unterscheiden sich nur geringfügig (vgl. Bild 5.20). Der zentrale Bereich des Fahrstreifens zwischen der linken und der rechten „Abweichspur“ nimmt 94,2 bis 97,9 % der Fahrzeuge auf. Der Anteil der Fahrzeuge auf der „Idealspur“ variiert zwischen 44,5 % und 56,4 %. Es wurden weder die linken noch die rechten „Extremspuren“ befahren.

	MQ 1		MQ 2		MQ 3	
	Anzahl	Anteil [%]	Anzahl	Anteil [%]	Anzahl	Anteil [%]
Extremspur links	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Abweichspur links	1	0,4	0	0,0	0	0,0
Normalspur links						
Idealspur	212	94,2	234	97,9	267	94,3
Normalspur rechts						
Abweichspur rechts	12	5,3	5	2,1	16	5,7
Extremspur rechts	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Summe:	225	100	239	100	283	100

**Tab. 5.20: Spurlagen frei fahrender Pkw im einstreifige Richtung MQ 1 - MQ 3, B 33**

Die linke „Abweichspur“ wird im ersten Messquerschnitt nur von einem Pkw befahren (vgl. Tab. 5.20). Dieses Fahrzeug hatte einen Abstand von 0,21 m zum in Fahrtrichtung linken Rand des verkehrstechnischen Mittelstreifens.



**Bild 5.20: Spurlagen frei fahrender Pkw, einstreifige Richtung MQ 1 - MQ 3, B 33**

Auch für das Kollektiv der frei fahrenden Lkw und der Pulkführer konnten nur geringe Abweichungen im Spurverhalten in den ersten drei Messquerschnitten festgestellt werden.

	MQ 1		MQ 2		MQ 3	
	Anzahl	Anteil [%]	Anzahl	Anteil [%]	Anzahl	Anteil [%]
Extremspur links	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Abweichspur links	5	3,0	4	2,6	0	0,0
Normalspur links						
Idealspur	159	97,0	152	97,4	140	100,0
Normalspur rechts						
Abweichspur rechts	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Extremspur rechts	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Summe:	164	100	156	100	140	100

**Tab. 5.21: Spurlagen frei fahrender Lkw und Pulkführer, einstreifige Richtung MQ 1 - MQ 3, B 33**

Der Anteil der Lkw, der den zentralen Bereich zwischen der linken und der rechten „Abweichspur“ befahren hat, liegt zwischen 96,9 % und 100 %. Auf der Idealspur steigt der Anteil im Vergleich zu dem Kollektiv der Pkw auf einen Bereich zwischen 60,0 und 70,5 % an (vgl. Anhang 5). In den ersten beiden Überholabschnitten wurde die linke „Abweichspur“ von fünf Fahrzeugen (MQ 1) bzw. vier Fahrzeugen (MQ 2) befahren. Dies führte dazu, dass diese neun Fahrzeuge die in Fahrtrichtung rechte Randmarkierung des verkehrstechnischen Mittelstreifens überfahren (vgl. Tab. 5.21 und Tab. 5.22). Dabei wurde eine überfahrene Breite von maximal 0,32 m registriert (vgl. Anhang 9).

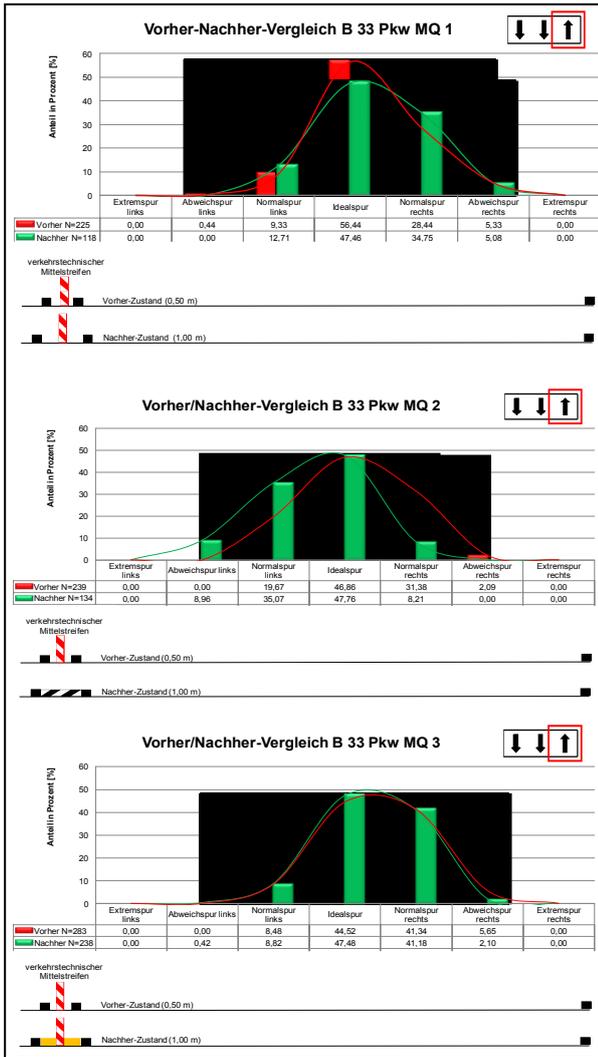
Überholabschnitt	Messquerschnitt	Zustand	Anzahl Pkw/Lkw	Befahrungen		Überfahren*	
				Pkw	Lkw	Pkw	Lkw
1	MQ1	Vorher	225/164	0	5	0	0
2	MQ2	Vorher	239/156	0	4	0	0
3	MQ3	Vorher	283/140	0	0	0	0

**Tab. 5.22: Anzahl Befahrungen, verkehrstechnischer Mittelstreifen MQ 1- MQ 3 (Vorher-Zustand), B 33 (\*mit halber Fahrzeugbreite)**

Im Folgenden werden die Spurlagen der ersten drei Abschnitte in einem Vorher-/Nachher-Vergleich gegenübergestellt (vgl. Bild 5.21).

Im ersten und im dritten Überholabschnitt (MQ 1 und MQ 3), in denen im Nachher-Zustand Bischofsmützen angeordnet wurden, ist fast keine Veränderung des Spurverhaltens festzustellen (vgl. Bild 5.21).

Im zweiten Messquerschnitt wurde im Nachher-Zustand auf eine Anordnung von Bischofsmützen verzichtet und ein Schrägstrichgatter markiert. Dabei konnte eine leichte Reduzierung des Abstandes zur Fahrtrichtungstrennung festgestellt werden. Rund 9 % der frei fahrenden Pkw wurden auf der linken „Ausweichspur“ lokalisiert; im Vorher-Zustand konnten dieser Spurlage keine Fahrzeuge zugeordnet werden. Auf den untersuchten Messquerschnitten wurde im Vorher-/Nachher-Vergleich keine Nutzung der „Extremspuren“ (links/rechts) festgestellt.



**Bild 5.21: Spurlagen frei Pkw, einstreifige Richtung MQ 1 - 3, B 33**

Der mittlere Abstand frei fahrender Pkw zur Fahrtrichtungstrennung nimmt in den Überholabschnitten 1 und 3 ab. Er verändert sich um 0,13 m bei MQ 1 um 0,07 m bei MQ 3 (vgl. Tab. 5.23). Dies entspricht rund dem Betrag der halben Fahrstreifenverbreiterung zwischen dem Zustand vor und nach der Umgestaltung (MQ 1 = 0,25 m / MQ 3 = 0,16 m). Im Überholabschnitt 2 (Schrägstrichgatter) wurde im Mittel ein geringerer Abstand zur Fahrtrichtungstrennung festgestellt.

Überholabschnitt	Messquerschnitt	Zustand	Anzahl	mittlerer Abstand FRT	Δ a
1	MQ 1	vorher	225	0,91	0,13
	MQ 1	nachher	118	1,04	
2	MQ 2	vorher	239	0,88	-0,13
	MQ 2	nachher	134	0,75	
3	MQ 3	vorher	283	0,99	0,07
	MQ 3	nachher	236	1,06	

**Tab. 5.23: mittlerer Abstand [m] frei fahrender Pkw zum verkehrstechnischen Mittelstreifen MQ 1 - MQ 3, B 33**

Die Spurlagen im ersten Überholabschnitt (MQ 1) zeigen im Vorher-/Nachher-Vergleich für frei

fahrende Lkw und Pulkführer eine leichte Verschiebung der Spurlagen in Richtung des Fahrbahnrandes (vgl. Anhang 5). Dabei wurde lediglich ein Fahrzeug (0,78 %) im Nachher-Zustand auf der linken Abweichspur ermittelt. Der Anteil der Fahrzeuge auf der linken Normalspur und auf der Idealspur ist ungefähr um den Betrag zurückgegangen (-5 % / -10 %), wie der Anteil der rechten Normalspur zugenommen hat (rund 25 %).

Im zweiten Überholabschnitt (MQ 2) wurde eine leichte Verschiebung des Spurverhaltens in Richtung der Fahrtrichtungstrennung ermittelt. Auf der linken Abweichspur nimmt der Anteil der Lkw um ca. 2 % zu (vgl. Anhang 5).

Für das Spurverhalten im dritten Überholabschnitt (MQ 3) ist ebenfalls eine leichte Verschiebung zur Fahrtrichtungstrennung ermittelt worden (vgl. Anhang 5).

Der mittlere Abstand der ausgewerteten der Lkw und Pulkführer zum verkehrstechnischen Mittelstreifen nimmt an den Messquerschnitten MQ 1 - 3 zu (vgl. Tab. 5.24). Der Fahrstreifen ist im Nachher-Zustand um 0,16 m breiter als vorher, so dass die Verlagerung unter Berücksichtigung der neuen Fahrstreifenbreite 0,07 m hin zur Fahrtrichtungstrennung beträgt. Die Erhöhung des Abstandes beträgt im Überholabschnitt 1 0,29 m (MQ 1). Im Überholabschnitt 2 mit 0,01 m (MQ 2) und Überholabschnitt 3 0,05 m (MQ 3) wurde im Mittel ähnliches Spurverhalten festgestellt werden.

Überholabschnitt	Messquerschnitt	Zustand	Anzahl	mittlerer Abstand FRT	Δ a
1	MQ 1	vorher	164	0,39	0,29
	MQ 1	nachher	131	0,68	
2	MQ 2	vorher	156	0,41	0,01
	MQ 2	nachher	70	0,42	
3	MQ 3	vorher	140	0,50	0,05
	MQ 3	nachher	65	0,55	

**Tab. 5.24: mittlerer Abstand [m] frei fahrender Lkw und Pulkführer zum verkehrstechnischen Mittelstreifen MQ 1 - MQ 3, B 33**

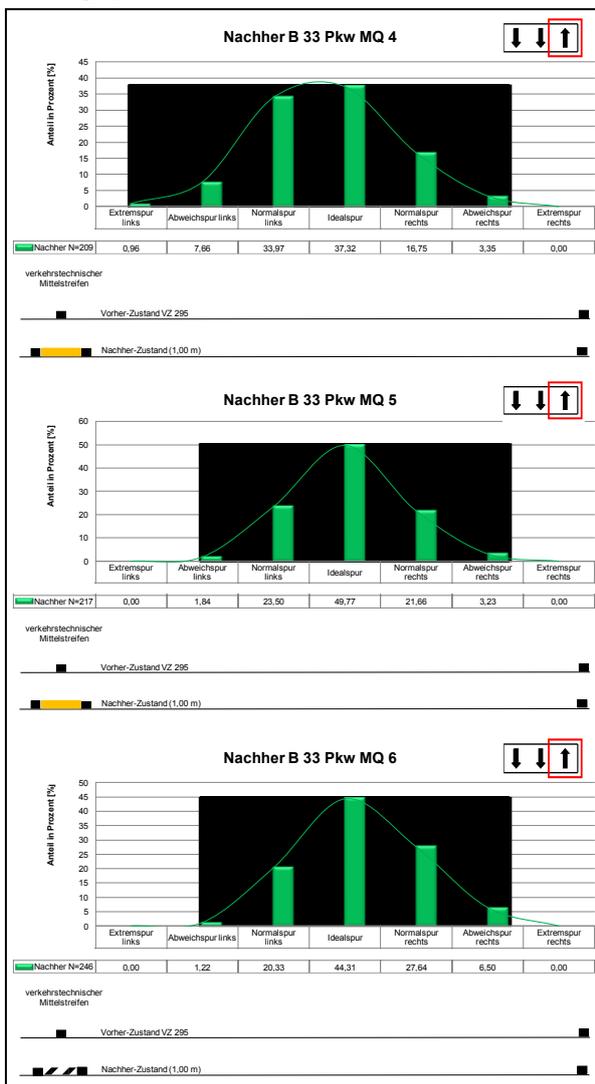
Sowohl im Vorher- als auch im Nachher-Zustand wurden jeweils die mittleren drei Spurlagen von den untersuchten Pkw und Lkw genutzt (vgl. Tab. 5.25). Befahrungen wurden nur im Vorher-Zustand von Lkw festgestellt.

Überholabschnitt	Messquerschnitt	Zustand	Anzahl Pkw/Lkw	Befahrungen		Überfahrten*	
				Pkw	Lkw	Pkw	Lkw
1	MQ1	Vorher	225/164	0	5	0	0
	MQ1	Nachher	118/131	0	0	0	0
2	MQ2	Vorher	239/156	0	4	0	0
	MQ2	Nachher	134/70	0	0	0	0
3	MQ3	Vorher	283/140	0	0	0	0
	MQ3	Nachher	238/65	0	0	0	0

**Tab. 5.25: Anzahl Befahrungen, verkehrstechnischer Mittelstreifen MQ 1-MQ 3 (Nachher-Zustand), B 33 (\*mit halber Fahrzeugbreite)**

Im Folgenden wird nun auf den zweiten Untersuchungsabschnitt der B 33 (Messquerschnitte MQ 4 bis 6). Eingegangen. Für diese ist kein Vorher-/Nachher-Vergleich möglich, da dieser Abschnitt im Vorher-Zustand lediglich zweistreifig ausgebaut war.

Obwohl die Messquerschnitte MQ 4 und MQ 5 mit der gleichen Gestaltungsvariante (Markierung verkehrsorange) ausgeführt wurden, ist hier ein abweichendes Spurverhalten feststellbar (vgl. Bild 5.22). Am Messquerschnitt MQ 4 wurden für das Kollektiv der freifahrenden Pkw zwei Fahrzeuge auf der linken Extremspur erfasst. Diese haben die Markierung des verkehrstechnischen Mittelstreifens um 0,01 m bzw. 0,03 m überfahren (vgl. Anhang 9).



**Bild 5.22: Spurlagen frei fahrender Pkw, einstreifige Richtung MQ 4 - 6, B 33**

Im Vergleich zum Messquerschnitt MQ 4 konnte für die beiden folgenden Messquerschnitte (MQ 5 verkehrsorange und MQ 6 Schrägstrichgatter) ein vergleichbares Spurverhalten festgestellt werden. In keinem der beiden Messquerschnitte wurden die Extremspuren befahren. Der Anteil der Fahrzeuge auf den zentralen Spurlagen (Normalspur rechts

und links, Idealspur) variiert zwischen 92,3 % und 94,9 %.

	MQ 4		MQ 5		MQ 6	
	Anzahl	Anteil [%]	Anzahl	Anteil [%]	Anzahl	Anteil [%]
Extremspur links	2	1,0	0	0,0	0	0,0
Abweichspur links	16	7,7	4	1,8	3	1,2
Normalspur links	184	88,0	206	94,9	227	92,3
Idealspur						
Normalspur rechts						
Abweichspur rechts	7	3,3	7	3,2	16	6,5
Extremspur rechts	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Summe:	209	100	217	100	246	100

**Tab. 5.26: Spurlagen frei fahrender Pkw, einstreifige Richtung MQ 4 - MQ 6, B 33**

Der mittlere Abstand frei fahrender Pkw zur Fahrtrichtungstrennung betrug nach Tab. 5.27 für den Messquerschnitt MQ 4 0,79, für MQ 5 0,87 m und für den Messquerschnitt MQ 6 0,96 m. Dies entspricht in etwa dem Abstand, der im Überholabschnitt 2 (MQ 2) mit dem Schrägstrichgatter ermittelt wurde (0,88 m, vgl. Tab. 5.23).

Überholabschnitt	Messquerschnitt	Zustand	Anzahl	mittlerer Abstand FRT	Δ a
4	MQ 4	-	-	-	-
	MQ 4	nachher	209	0,79	-
5	MQ 5	-	-	-	-
	MQ 5	nachher	217	0,87	-
6	MQ 6	-	-	-	-
	MQ 6	nachher	246	0,96	-

**Tab. 5.27: mittlerer Abstand [m] frei fahrender Pkw zum verkehrstechnischen Mittelstreifen MQ 4 - MQ 6, B 33**

Für das Kollektiv der freifahrenden Lkw und Pulkführer wurden im vierten Überholabschnitt (MQ 4) rund 94 % aller Fahrzeuge auf den zentralen Spuren (Normalspur rechts und links, Idealspur) erfasst. In den beiden folgenden Überholabschnitten (MQ 5 und MQ 6) konnten für diesen zentralen Bereich Anteile von 96,0 % und 100,0 % ermittelt werden (vgl. Tab. 5.28 und Anhang 5).

	MQ 4		MQ 5		MQ 6	
	Anzahl	Anteil [%]	Anzahl	Anteil [%]	Anzahl	Anteil [%]
Extremspur links	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Abweichspur links	7	6,3	3	3,0	0	0,0
Normalspur links	105	93,8	96	96,0	155	100,0
Idealspur						
Normalspur rechts						
Abweichspur rechts	0	0,0	1	1,0	0	0,0
Extremspur rechts	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Summe:	112	100	100	100	155	100

**Tab. 5.28: Spurlagen frei fahrender Lkw und Pulkführer, einstreifige Richtung MQ 4 - MQ 6, B 33**

Überholabschnitt	Messquerschnitt	Zustand	Anzahl	mittlerer Abstand FRT	$\Delta a$
4	MQ 4	-	-	-	-
	MQ 4	nachher	112	0,33	
5	MQ 5	-	-	-	-
	MQ 5	nachher	100	0,47	
6	MQ 6	-	-	-	-
	MQ 6	nachher	155	0,55	

**Tab. 5.29: mittlerer Abstand frei fahrender Lkw und Pulkführer zum verkehrstechnischen Mittelstreifen MQ 4 - MQ 6, B 33**

Im Überholabschnitt 5 (MQ 5) betrug der mittlere Abstand zur Fahrtrichtungstrennung, der unabhängig von den Spurlagen ermittelt wurde, 0,47 m und im MQ 6 0,55 m. Dies entspricht in etwa dem Abstand von 0,42 m, der für den Überholabschnitt 2 (MQ 2) ermittelt wurde (vgl. Tab. 5.29 und Tab. 5.24).

Trotz des eingehaltenen Abstands zur Fahrtrichtungstrennung geht aus den Ausführungen hervor, dass diese an den Messquerschnitten MQ 4 - MQ 6 insgesamt zehn Mal durch Lkw und zwei Mal durch frei fahrende Pkw befahren wurde (vgl. Tab. 5.30).

Überholabschnitt	Messquerschnitt	Zustand	Anzahl Pkw/Lkw	Befahrungen		Überfahrten*	
				PKW	LKW	PKW	LKW
4	MQ4	Nachher	209/112	2	7	0	0
5	MQ5	Nachher	217/100	0	3	0	0
6	MQ6	Nachher	246/155	0	0	0	0

**Tab. 5.30: Anzahl Befahrungen, verkehrstechnischen Mittelstreifen MQ 4-MQ 6 (Nachher-Zustand), B 33 (\*mit halber Fahrzeugbreite)**

Dabei wurde die Fahrtrichtungstrennung maximal rund 0,2 m befahren (vgl. Anhang 9).

### 5.2.1.2 Überfahrten der Fahrtrichtungstrennung

Zur Ermittlung von Überfahrten der Fahrtrichtungstrennung wurden die Messungen des Laserscanners herangezogen. Überfahrten der Fahrtrichtungstrennung gelten dann als solche, wenn ein Fahrzeug mindestens mit der halben Fahrzeugbreite B (für Pkw B = 0,875 m und für Lkw B = 1,75 m) über die Begrenzung ragen (vgl. Abschnitt 4.1.3.2).

Weder im Vorher- noch im Nachher-Zeitraum wurden Überfahrten der Fahrtrichtungstrennung mit halber Fahrzeugbreite registriert (vgl. Tab. 5.22, Tab. 5.25 und Tab. 5.30).

### 5.2.1.3 Überfahrten des kritischen Wechselbereichs

Auf die Analyse der Überfahrten am Kritischen Wechsel wurde auf dieser Untersuchungstrecke verzichtet, da im Vorher-Zustand „Bischofsmützen“ innerhalb des Wechselbereichs angeordnet waren und somit das Überfahren nicht wahrscheinlich war.

### 5.2.1.4 Regelwidrige Überholungen

Im Vorher-Zustand wurden zur Trennung der Fahrtrichtungen „Bischofsmützen“ angeordnet, so dass eine Überfahrt aus dem einstreifigen Bereich nicht möglich war und eine Videoanalysedeshalb entfallen konnte.

### 5.2.1.5 Abstand zur Fahrtrichtungstrennung - Überholfahrstreifen

Das Spurverhalten wurde für die einstreifige und für die zweistreifige Richtung der Überholabschnitte untersucht. Die Ermittlung des Abstandes zur Fahrtrichtungstrennung erfolgte ähnlich wie in der einstreifigen Fahrtrichtung (vgl. Abschnitt 4.1.3.2). Die Veränderung des mittleren Abstands aller Pkw zur Fahrtrichtungstrennung in den Messquerschnitten MQ 1 - MQ 3 kann Tab. 5.31 entnommen werden.

Für die Überholabschnitte 1 - 3 (MQ 1 und MQ 3), in denen im Nachher-Zustand Bischofsmützen angeordnet wurden, nimmt der Abstand zur Fahrtrichtungstrennung im Nachher-Zustand ab. Dies geht einher mit einer Reduzierung der Fahrstreifenbreite um rund 0,25 m. Für den Messquerschnitt MQ 1 wurde im Nachher-Zustand ein mittlerer Abstand zur Fahrtrichtungstrennung von 0,84 m berechnet. Der mittlere Abstand im Messquerschnitt MQ 3 beträgt im Nachher-Zustand 0,77 m. Im zweiten Überholabschnitt, bei dem im Nachher-Zustand auf eine Anordnung von Bischofsmützen verzichtet wurde, konnte keine Veränderung des Abstands zur Fahrtrichtungstrennung festgestellt werden. Der mittlere Abstand der ausgewerteten Fahrzeuge zum verkehrstechnischen Mittelstreifen beträgt 0,99 m.

Überholabschnitt	Messquerschnitt	Zustand	Anzahl	mittlerer Abstand FRT	$\Delta a$
1	MQ 1	vorher	220	1,13	-0,29
	MQ 1	nachher	125	0,84	
2	MQ 2	vorher	96	0,99	0
	MQ 2	nachher	80	0,99	
3	MQ 3	vorher	108	0,98	-0,21
	MQ 3	nachher	224	0,77	

**Tab. 5.31: mittlerer Abstand aller Pkw auf dem Überholfahrstreifen zum verkehrstechnischen Mittelstreifen Vorher-/ Nachher-Vergleich**

Tab. 5.32 enthält die mittleren Abstände aller Pkw zur Fahrtrichtungstrennung in den Messquerschnitten MQ 1 - MQ 6 nach der Umgestaltung aller Überholabschnitte. Im Messquerschnitt MQ 5 konnten lediglich zwei Pkw ermittelt werden die - 0,08 m und -0,075 m die Randmarkierung des verkehrstechnischen befahren haben (vgl. Anhang 9).

Überholabschnitt	Messquerschnitt	Zustand	Anzahl	mittlerer Abstand FRT
1	MQ 1	nachher	125	0,84
2	MQ 2	nachher	80	0,99
3	MQ 3	nachher	224	0,77
4	MQ 4	nachher	175	1,15
5	MQ 5	nachher	63	0,77
6	MQ 6	nachher	209	0,70

**Tab. 5.32: mittlerer Abstand aller Pkw auf dem Überholfahrstreifen zum verkehrstechnischen Mittelstreifen Nachher-Vergleich**

In allen andern Messquerschnitten war der minimale Abstand aller Pkw zur Fahrtrichtungstrennung größer als 0,10 m.

## 5.2.2 B 67 - Nordrhein-Westfalen

### 5.2.2.1 Spurlagen und Abstand zur Fahrtrichtungstrennung

Auf der Untersuchungsstrecke B 67 erfolgte die Ermittlung des Spurverhaltens auf drei Überholabschnitten.

Überholabschnitt 1:

- MQ 1 kritischer Wechsel, Verkehrsorange
- MQ 2 freie Strecke, Verkehrsorange

Überholabschnitt 2:

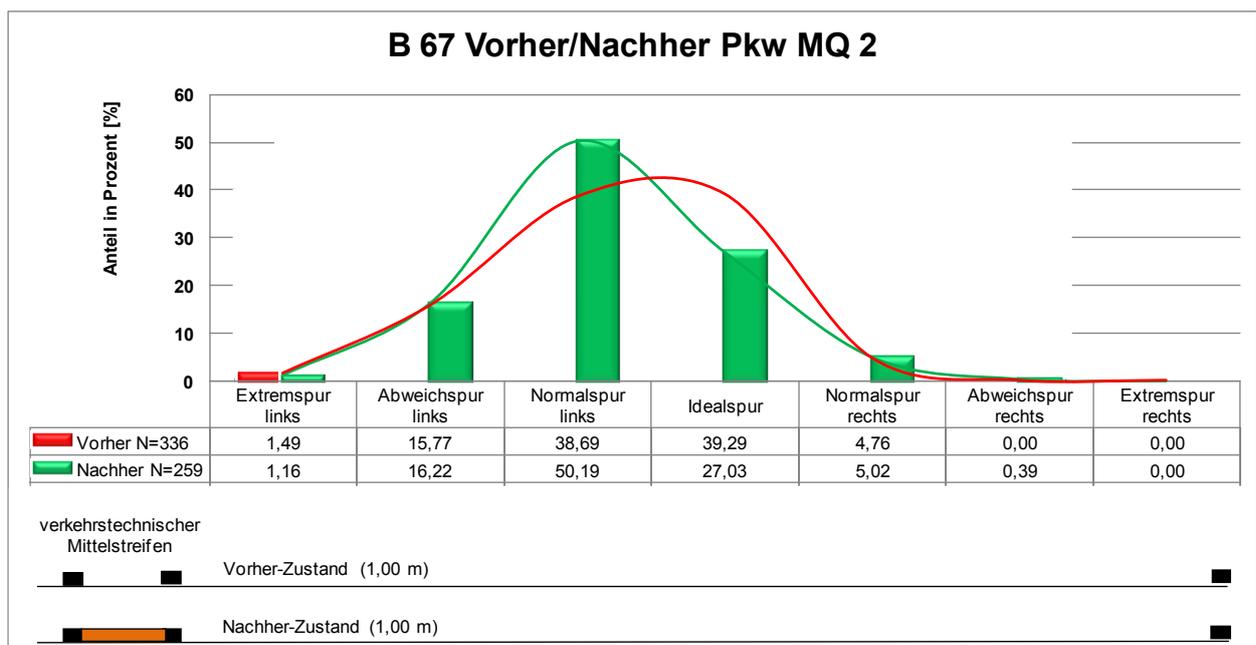
- MQ 3 freie Strecke, Bischofsmützen
- MQ 4 kritischer Wechsel, Bischofsmützen

Überholabschnitt 3:

- MQ 5 kritischer Wechsel, Schrägstrichgatter
- MQ 6 freie Strecke, Schrägstrichgatter

Die Messquerschnitten MQ 2, MQ 3 und MQ 6 werden für die Auswertung der Spurlagen und des Abstands zur Fahrtrichtungstrennung einem Vorher-/ Nachher- Vergleich gegenüber gestellt.

Die Messquerschnitte MQ 1, MQ 4 und MQ 5 befinden sich an den kritischen Wechseln, an den das Überfahren von Fahrzeugen ermittelt wird (siehe Abschnitt 5.2.2.3).



**Bild 5.23: Spurlagen frei fahrender Pkw, einstreifige Richtung MQ 2 - Verkehrsorange B 67**

### MQ 2 - Verkehrsorange

Die Darstellung der Spurlagen des Messquerschnitts MQ 2 im ersten Überholabschnitt zeigt im Vorher-/Nachher-Vergleich eine leichte Verschiebung des Spurverhaltens in Richtung der Fahrtrichtungstrennung (vgl. Bild 5.23).

Die Anteile der rechten „Normalspur“ und der „Idealspur“ reduzieren sich ungefähr um den Betrag, um den sich die Anteile der linken „Normalspur“ und der linken „Abweichspur“ erhöhen (rund 10 %). Eine Nutzung der linken „Extremspur“ durch die frei fahrenden Pkw wird im Nachher-

Zustand seltener festgestellt (vgl. Tab. 5.33). Die Spurlage „Extremspur“ links, bei der bereits ein Befahren der Fahrtrichtungstrennung stattfinden kann, wurde im Vorher-Zustand von fünf Fahrzeugen (1,5 %) und im Nachher-Zustand von drei Fahrzeugen (1,3 %) genutzt.

	MQ 2 vorher		MQ 2 nachher	
	Anzahl	Anteil [%]	Anzahl	Anteil [%]
Extremspur links	5	1,5	3	1,2
Abweichspur links	53	15,8	42	16,2
Normalspur links Idealspur Normalspur rechts	278	82,7	213	82,2
Abweichspur rechts	0	0,0	1	0,4
Extremspur rechts	0	0,0	0	0,0
Summe:	336	100	259	100

**Tab. 5.33: Spurlagen frei fahrender Pkw, einstreifige Richtung MQ 2, B 67**

Die Auswertung der Spurlagen der Lkw und Pulkführer zeigt eine ähnliche Verteilung der Spurlagen im Vorher-/Nachher-Vergleich (vgl. Tab. 5.34). Mit 88,7 bzw. 86,3 % nutzt die Mehrheit der Lkw die Spurlagen „Ideal- und Normalspur“ in Mitte des Fahrstreifens. Jeweils sechs Fahrzeugen konnten die Spurlage „Ausweichspur links“ im Vorher- und Nachher-Zustand zugeordnet werden. Dabei befahren die Lkw die in Fahrtrichtung rechte Randmarkierung des verkehrstechnischen Mittelstreifens. Lediglich ein Lkw wurde sowohl im Vorher-, als auch im Nachher-Zustand der Spurlage „Extremspur links“ (Farbfläche der Fahrtrichtungstrennung) zugeordnet. Anhang 5 enthält die Verteilung der Spurlagen.

	MQ 2 vorher		MQ 2 nachher	
	Anzahl	Anteil [%]	Anzahl	Anteil [%]
Extremspur links	1	1,6	1	2,0
Abweichspur links	6	9,7	6	11,8
Normalspur links Idealspur Normalspur rechts	55	88,7	44	86,3
Abweichspur rechts	0	0,0	0	0,0
Extremspur rechts	0	0,0	0	0,0
Summe:	62	100	51	100

**Tab. 5.34: Spurlagen frei fahrender Lkw und Pulkführer, einstreifige Richtung MQ 2, B 67**

Aufgrund der Ergebnisse der Spurlagen wird deutlich die Fahrtrichtungstrennung sowohl von Pkw als auch von Lkw im Vorher-Zustand und im Nachher-Zustand befahren werden (vgl. Tab. 5.35). Dabei ragen die Pkw maximal 0,24 m in die Fahrtrichtungstrennung hinein (vgl. Anhang 9).

Überholabschnitt	Messquerschnitt	Zustand	Anzahl Pkw/Lk	Befahrungen		Überfahrten*	
				Pkw	Lkw	Pkw	Lkw
1	MQ 2	vorher	336/62	5	7	0	0
	MQ 2	nachher	259/51	3	7	0	0

**Tab. 5.35: Anzahl Befahrungen, verkehrstechnischen Mittelstreifen MQ 2, B 67 (\*mit halber Fahrzeugbreite)**

Auch für Lkw und Pulkführer wurden Befahrungen von maximal 0,57 m auf der Fahrtrichtungstrennung ermittelt. Hierbei ist die Lage des Messquerschnitts in der Kurve (Linkskurve) zu berücksichtigen.

Unabhängig von den festgestellten Spurlagen und Überfahrten ist der mittlere Abstand zur Fahrtrichtungstrennung. Dieser wurde über alle frei fahrenden Pkw bzw. frei fahrenden Lkw und Pulkführer ermittelt (Tab. 5.36).

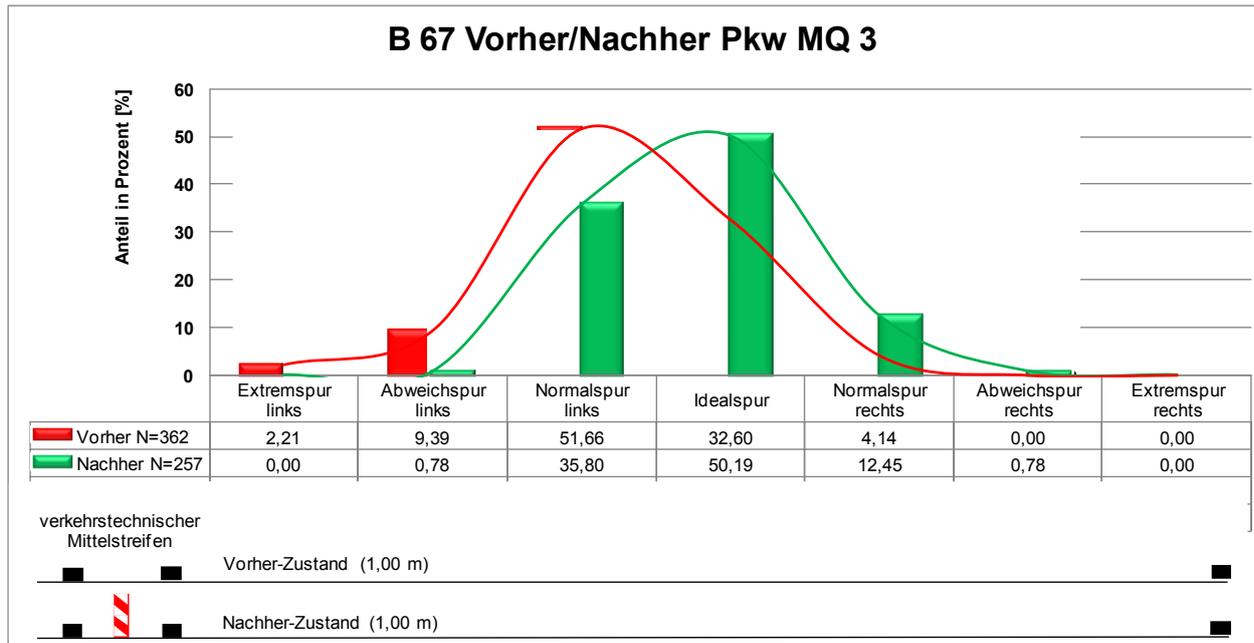
Überholabschnitt	Messquerschnitt	Zustand	Anzahl	mittlerer Abstand FRT	$\Delta a$
<b>Pkw</b>					
1	MQ 2	vorher	336	0,61	-0,05
	MQ 2	nachher	259	0,56	
<b>Lkw</b>					
1	MQ 2	vorher	62	0,25	0,02
	MQ 2	nachher	51	0,27	

**Tab. 5.36: mittlerer Abstand [m] zur Fahrtrichtungstrennung MQ 2, B 67**

Der Abstand der linken Pkw-Fahrzeugkante zur Fahrtrichtungstrennung ist im Nachher-Zustand mit 0,05 m ähnlich. Bei den Lkw bleibt der Abstand mit einer Differenz von 0,02 m ebenfalls annähernd gleich.

### MQ 3 - Sichtzeichen (Bischofsmützen)

In der einstreifigen Richtung des zweiten Überholabschnittes stieg am Messquerschnitt MQ 3 die Anzahl der frei fahrenden Pkw an, die einen größeren Abstand zur Fahrtrichtungstrennung halten. Wie in Bild 5.24 dargestellt, konnten im Vorher-Zustand rund 2,0 % der Pkw die Spurlage „Extremspur links“ zugeordnet werden. Diese insgesamt acht Fahrzeuge führen somit an der Randmarkierung der Fahrtrichtungstrennung oder auf ihr (vgl. Tab. 5.37). Im Nachher-Zustand ist diese Spurlage nicht mehr vertreten gewesen.



**Bild 5.24: Spurlagen frei fahrender Pkw, einstreifige Richtung MQ 2 - Bischofmützen B 67**

	MQ 3 vorher		MQ 3 nachher	
	Anzahl	Anteil [%]	Anzahl	Anteil [%]
Extremspur links	8	2,2	0	0,0
Abweichspur links	34	9,4	2	0,8
Normalspur links Idealspur	320	88,4	253	98,4
Normalspur rechts				
Abweichspur rechts	0	0,0	2	0,8
Extremspur rechts	0	0,0	0	0,0
Summe:	362	100	257	100

**Tab. 5.37: Spurlagen frei fahrender Pkw, einstreifige Richtung MQ 3, B 67**

Die Ideal- und Normalspurlagen, die aus geometrischen und sicherheitstechnischen Gründen als sinnvollste Fahrweise gelten, wurden im Vorher-Zustand 88,4 % der Pkw zugeordnet. Im Nachher-Zustand steigt dieser Wert um 10 %, so dass hier von einem größeren Abstand zur Fahrtrichtungstrennung gesprochen werden kann.

Die Ergebnisse der freifahrenden Lkw und Pulkführer zeigen diese Entwicklung noch deutlicher (vgl. Anhang 5), wobei hier auf den geringen Stichprobenumfang hingewiesen werden muss.

Im Vorher-Zustand wurden für zwei Fahrzeuge die Spurlagen „Extrem- und Abweichspur“ ermittelt. Dies entspricht einer Überfahring der Fahrtrichtungstrennung und einer Befahrung der Randmarkierung der Richtungstrennung. Im Nachher-Zustand konnte die Spurlage „Extremspur“ links keinem Fahrzeug zugeordnet werden. Das Befahren der Randmarkierung erfolgte von zwei Fahrzeugen („Abweichspur“ links).

	MQ 3 vorher		MQ 3 nachher	
	Anzahl	Anteil [%]	Anzahl	Anteil [%]
Extremspur links	1	14,3	0	0,0
Abweichspur links	1	14,3	2	2,8
Normalspur links Idealspur	5	71,4	69	97,2
Normalspur rechts				
Abweichspur rechts	0	0,0	0	0,0
Extremspur rechts	0	0,0	0	0,0
Summe:	7	100	71	100

**Tab. 5.38: Spurlagen frei fahrender Lkw und Pulkführer, einstreifige Richtung MQ 3, B 67**

Im Nachher-Zustand zeigt sich weiterhin, dass bei der Stichprobe von 71 Lkw, ein Anteil von 97,2 % den Spurlagen in Fahrstreifenmitte zugeordnet werden konnten (Tab. 5.38).

In Tab. 5.39 ist die Anzahl der Fahrzeuge zusammengestellt, die aufgrund der Nutzung der kritischen Spurlagen die Fahrtrichtungstrennung befahren.

Überholabschnitt	Messquerschnitt	Zustand	Anzahl Pkw/Lk	Befahrungen		Überfahrten*	
				Pkw	Lkw	Pkw	Lkw
2	MQ3	vorher	362/7	8	2	0	0
	MQ3	nachher	257/71	0	2	0	0

**Tab. 5.39: Anzahl Befahrungen, verkehrstechnischen Mittelstreifen MQ 3, B 67 (\*mit halber Fahrzeugbreite)**

Am Messquerschnitt MQ 3 wurde im Vorher-Zustand die Fahrtrichtungstrennung von Pkw und Lkw befahren. Dabei ragt ein Lkw bis zu 0,78 m in die Fahrtrichtungstrennung herein (vgl. Anhang 9). Im Nachher-Zustand führen die angeordneten

„Bischofsmützen“ dazu, dass kein Pkw über die Fahrrichtungstrennung fährt. Der Abstand beträgt dabei maximal 0,23 cm (vgl. Anhang 9).

Unabhängig davon zeigt die Berechnung des mittleren Abstands, dass Pkw und Lkw einen größeren Abstand zur Fahrrichtungstrennung einhalten (Tab. 5.40).

Überholabschnitt	Messquerschnitt	Zustand	Anzahl	mittlerer Abstand FRT	$\Delta a$
<b>Pkw</b>					
2	MQ 3	vorher	362	0,65	0,18
	MQ 3	nachher	257	0,83	
<b>Lkw</b>					
2	MQ 3	vorher	7	0,07	0,53
	MQ 3	nachher	71	0,60	

Tab. 5.40: mittlerer Abstand [m] zur Fahrrichtungstrennung MQ 3, B 67

Durch den Einsatz der „Bischofsmützen“ ist der Abstand in Nachher-Zustand bei Pkw um 0,18 m und bei Lkw um 0,53 m höher.

**MQ 6 - Schrägstrichgatter**

Die Daten für die Analyse des Spurverhaltens im dritten Überholabschnitt wurden am Messquerschnitt MQ 6 erhoben. Die Auswertung ergab ebenfalls einen höheren Abstand zur Fahrrichtungstrennung im Nachher-Zustand.

Im Vorher-Zustand konnte für drei Fahrzeuge die Spurlage „Extremspur“ links (0,9 %) und fünf Fahrzeuge die Spurlage „Ausweichspur“ links (4,3%) ermittelt werden. Im Nachher-Zustand befuhr lediglich ein Fahrzeug (0,3 %) die Randmarkierung der Fahrrichtungstrennung und nur noch sechs Fahrzeuge (1,9 %) konnten der „Abweichspur“ links zugeordnet werden. Der Anteil der „rechten Normalspur“ ist zugunsten der „Idealspur“ um 11,3 % zurückgegangen (vgl. Bild 5.25 und Tab. 5.41).

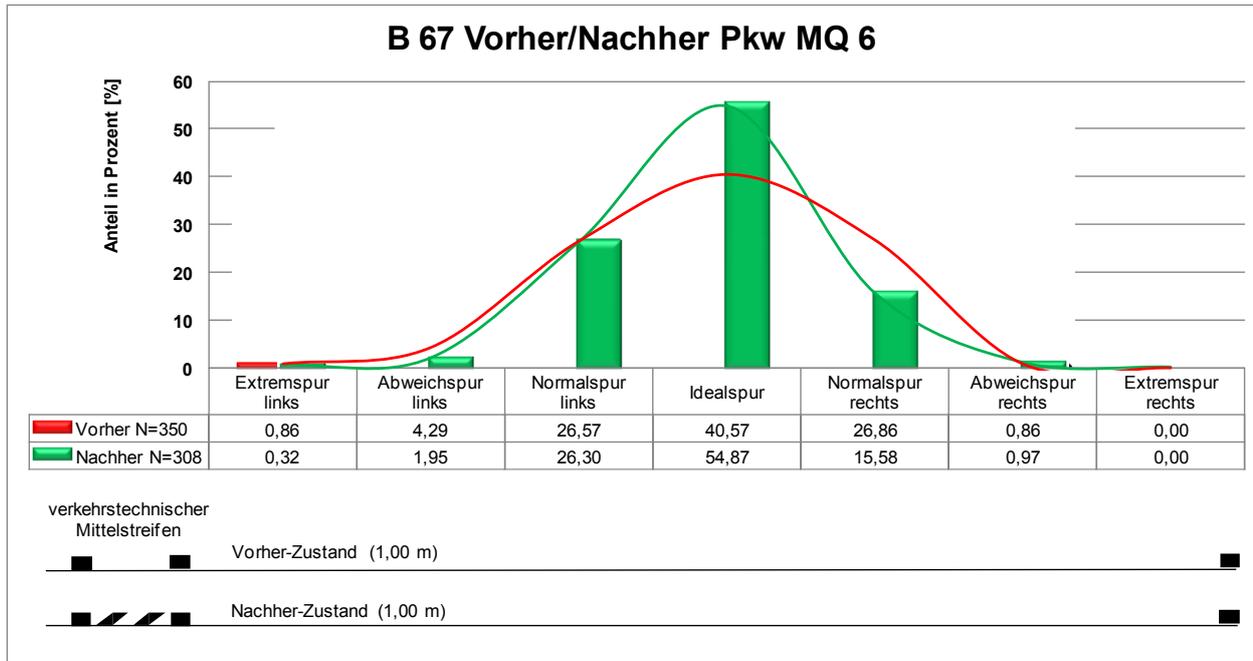


Bild 5.25: Spurlagen frei fahrender Pkw, einstreifige Richtung MQ 6 - Schrägstrichgatter B 67

	MQ 6 vorher		MQ 6 nachher	
	Anzahl	Anteil [%]	Anzahl	Anteil [%]
Extremspur links	3	0,9	1	0,3
Abweichspur links	15	4,3	6	1,9
Normalspur links	329	94,0	298	96,8
Idealspur				
Normalspur rechts				
Abweichspur rechts	3	0,9	3	1,0
Extremspur rechts	0	0,0	0	0,0
Summe:	350	100	308	100

Tab. 5.41: Spurlagen frei fahrender Pkw, einstreifige Richtung MQ 6

Insgesamt konnten im Vorher-, als auch im Nachher-Zustand mit 94,0 % und 96,8 % die Mehrheit der frei fahrenden Pkw den Spurlagen in Fahrstreifenmitte zugeordnet werden.

Betrachtet man die Ergebnisse der Spurlagen der Lkw und Pulkführer, so zeigt sich, dass der Anteil der Lkw, die der Idealspur zugeordnet wurden, um 18,5 % abnahm. Die Anteile der rechten und linken „Normalspur“ erhöhten sich um +7,4 % bzw. +14,8 %. Somit führen die meisten der Lkw im Vorher- und Nachher-Zustand eine Spurlage in Fahrstreifenmitte (vgl Anhang 5 und Tab. 5.42).

Die Spurlage „Abweichspur“ links wurde für ein

Fahrzeug in der Vorher- Untersuchung ermittelt. Im Nachher- Zustand, bei der jedoch mit einer Gesamtanzahl von N=9 Lkw eine sehr geringe Stichprobe in die Analyse eingeht, konnten weder die linke „Abweichspur“, noch die linke „Extremspur“ festgestellt werden.

	MQ 6 vorher		MQ 6 nachher	
	Anzahl	Anteil [%]	Anzahl	Anteil [%]
Extremspur links	0	0,0	0	0,0
Abweichspur links	1	3,7	0	0,0
Normalspur links Idealspur	26	96,3	9	100,0
Normalspur rechts				
Abweichspur rechts	0	0,0	0	0,0
Extremspur rechts	0	0,0	0	0,0
Summe:	27	100	9	100

**Tab. 5.42: Spurlagen frei fahrender Lkw und Pulkführer, einstreifige Richtung MQ 6, B 67**

Das zugehörige Spurlagen-Diagramm befindet sich in Anhang 5.

Allgemein benutzen sehr wenige Fahrzeuge die kritischen Spurlagen „Extremspur“ bzw. „Extrem- und Abweichspur“ bei Lkw. Dies bestätigen auch die ermittelten Befahrungen der Fahrtrichtungstrennung. Diese sind am Messquerschnitt MQ 6 gegenüber dem Vorher- Zustand sehr zurückgegangen (vgl. Tab. 5.43).

Überholabschnitt	Messquerschnitt	Zustand	Anzahl Pkw/Lkw	Befahrungen		Überfahren*	
				Pkw	Lkw	Pkw	Lkw
3	MQ6	vorher	350/27	3	1	0	0
	MQ6	nachher	308/9	1	0	0	0

**Tab. 5.43: Anzahl Befahrungen, verkehrstechnischen Mittelstreifen MQ 6, B 67 (\*mit hal-**

**ber Fahrzeugbreite)**

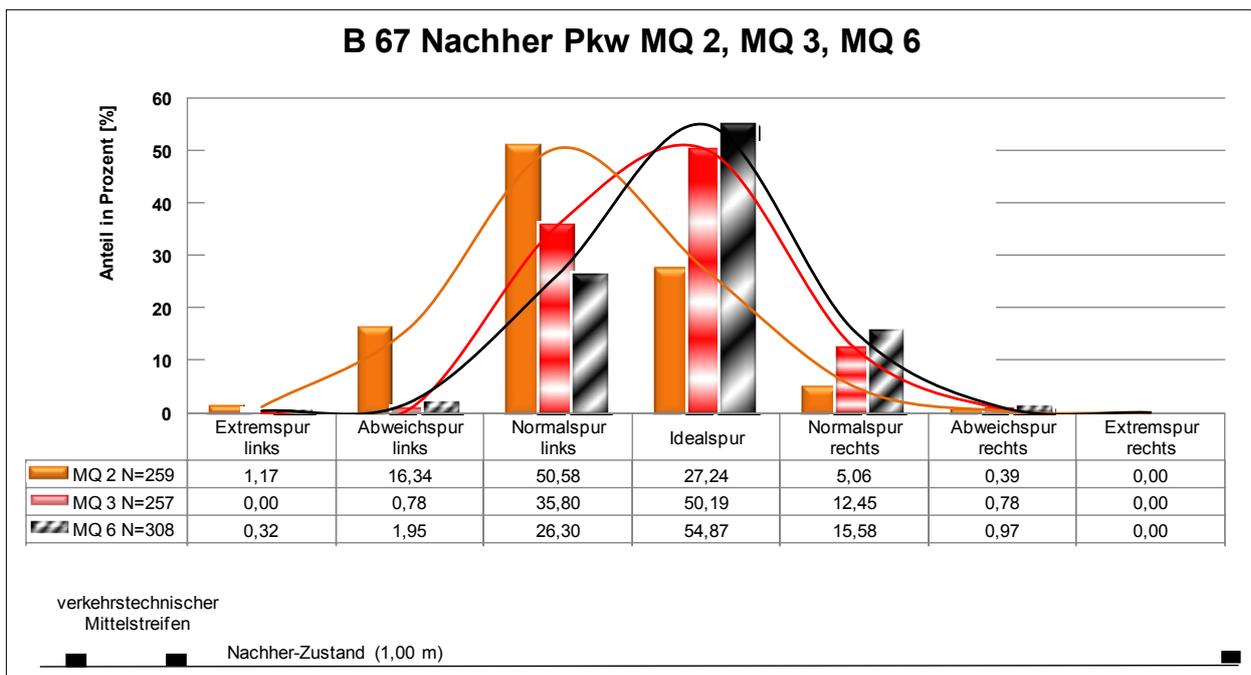
Während vor der Maßnahme noch drei Pkw die Fahrtrichtungstrennung bis zu 0,5 m befuhren, konnte nach der Umgestaltung nur noch eine Befahrung ermittelt werden (vgl. Anhang 9). Bei den frei fahrenden Lkw und Pulkführer wurde im Nachher-Zeitraum keine Befahrung festgestellt (vgl. Tab. 5.43).

Unabhängig von den Befahrungen ist der mittlere Abstand an Messquerschnitt MQ 6 nach Tab. 5.44 im Nachher-Zustand minimal höher als im Vorher-Zustand. Die Differenz beträgt für Pkw 0,07 m und für Lkw 0,06 m.

Überholabschnitt	Messquerschnitt	Zustand	Anzahl	mittlerer Abstand FRT	Δ a
<b>Pkw</b>					
3	MQ 6	vorher	350	0,79	0,07
	MQ 6	nachher	308	0,86	
<b>Lkw</b>					
3	MQ 6	vorher	27	0,39	0,06
	MQ 6	nachher	9	0,45	

**Tab. 5.44: mittlerer Abstand [m] zur Fahrtrichtungstrennung MQ 6, B 67**

Die Gegenüberstellung aller Nachher- Zustände zeigt, dass die Nutzung der mittleren Spurlagen („Normalspur“ und „Idealspur“) am häufigsten im zweiten (MQ 3) und dritten Überholabschnitt MQ 6 zu beobachten ist. Die frei fahrenden Pkw dieser Messquerschnitte halten bei den Varianten Bischofsmützen (MQ 3) und Schrägstrichgatter (MQ 6) den größten Abstand zur Fahrtrichtungstrennung (vgl. Bild 4.45).



**Tab. 5.45: Gegenüberstellung Spurlagen frei fahrender Pkw, einstreifige Richtung MQ 2, MQ 3, MQ 6 im Nachher-Zustand B 67**

	MQ 2 nachher		MQ 3 nachher		MQ 6 nachher	
	Anzahl	Anteil [%]	Anzahl	Anteil [%]	Anzahl	Anteil [%]
Extremspur links	3	1,2	0	0,0	1	0,3
Abweichspur links	42	16,3	2	0,8	6	1,9
Normalspur links Idealspur Normalspur rechts	213	82,9	253	98,4	298	96,8
Abweichspur rechts	1	0,4	2	0,8	3	1,0
Extremspur rechts	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Summe:	259	101	257	100	308	100

**Tab. 5.46: Gegenüberstellung Spurlagen frei fahrender Pkw, einstreifige Richtung MQ 2, MQ 3 und MQ 6 im Nachher-Zustand B 67**

Der größte Anteil der Pkw denen die Spurlagen in Fahrstreifenmitte zugeordnet werden konnte, wurde auf Messquerschnitt MQ 3 (98,4 %) ermittelt (vgl. Tab. 5.42).

Am Messquerschnitt MQ 2 wurde der geringste Anteil (82,9 %) der frei fahrenden Pkw auf den Spurlagen in Fahrspurmitte festgestellt. Somit wird bei der Variante „verkehrsorange“ der geringste Abstand zur Fahrtrichtungstrennung im Nachher-Zustand eingehalten.

Bei der Gegenüberstellung der Spurlagen im Vorher-Zustand zeigt sich das gleiche Ergebnis, auch hier wurde der geringste Abstand zur Fahrtrichtungstrennung am Messquerschnitt MQ 2 festgestellt (vgl. Anhang 5). Das ist plausibel, da sich der Messquerschnitt in der Kurve (Linkskurve) befindet und die Pkw ihr Fahrverhalten entsprechend anpassen.

Bei der Gegenüberstellung des Nachher-Zustands der Lkw wurde am Messquerschnitt MQ 2 („verkehrsorange“) ebenfalls ein geringerer Abstand zur Fahrtrichtungstrennung ermittelt als bei den übrigen Varianten der Fahrtrichtungstrennung (MQ 3 und MQ 6). Im Vorher-Zustand trifft dies (vermutlich auf Grund des geringen Stichprobenumfangs) nicht zu (vgl. Anhang 5).

### 5.2.2.2 Überfahrten der Fahrtrichtungstrennung

Die Fahrtrichtungstrennung gilt dann als „überfahren“, wenn sich mindestens die halbe Fahrzeugbreite auf der Fahrtrichtungstrennung befindet (vgl. 4.1.3.2). Dieses Verhalten wurde auf keinem der drei Überholabschnitte festgestellt. Es konnte lediglich das Befahren der Fahrtrichtungstrennung an den Messquerschnitten MQ 2, MQ 3 und MQ 6 mit weniger als der halben Fahrzeugbreite ermittelt werden (vgl. Tab. 5.35, Tab. 5.39, Tab. 5.43 und Anhang 9).

### 5.2.2.3 Überfahrten des kritischen Wechselbereichs

Der kritische Wechsel gilt als Überfahren, wenn sich ein Fahrzeug mit der gesamten Fahrzeugbreite innerhalb der Sperrfläche befindet. An keinem der drei Messquerschnitte MQ 1, MQ 4 und MQ 5 konnte eine Überfahrt ermittelt werden. Es wurden aber Befahrungen der Sperrfläche mit mindestens der halben Fahrzeugbreite für Pkw nach Tab. 5.47 festgestellt.

Überholabschnitt	Messquerschnitt	Zustand	Befahrungen		Überfahrten*	
			Pkw	Lkw	Pkw	Lkw
1	MQ1	Vorher	0	0	0	0
	MQ1	Nachher	0	0	0	0
2	MQ4	Vorher	3	0	0	0
	MQ4	Nachher	1	0	0	0
3	MQ5	Vorher	1	0	0	0
	MQ5	Nachher	2	0	0	0

**Tab. 5.47: Befahrungen der kritischen Wechselbereiche B 67**

Die festgestellten Befahrungen entsprechen einem Prozentsatz von unter 1,0 % aller erhobenen Fahrzeuge.

### 5.2.2.4 Regelwidrige Überholungen

Regelwidrige Überholungen wurden mittels Videokamera ermittelt. In der Vorher-Betrachtung wurden insgesamt sechs Überfahrten der durchgehenden Markierung und in der Nachher-Betrachtung wurde dies zwei Mal erfasst. Die Fahrtrichtungstrennung wurde dabei aus zwei verschiedenen Gründen überfahren. Zum einen wurde der verkehrstechnische Mittelstreifen beim einen Überholvorgang im einstreifigen Bereich mit einbezogen und zum anderen wurde er während eines Wendemanövers auf der Strecke, unter Mitbenutzung der dort vorhandenen Nothaltebucht überfahren (Bild 5.26). Beide Ursachen zum Überfahren der Fahrtrichtungstrennung traten jeweils gleich häufig in der Vorher- und in der Nachher-Messung auf.

In der Vorher-Messung wurden in allen Abschnitten der Messstrecke regelwidrige Überholungen festgestellt. In der Nachher-Messung traten sie an den Abschnitten mit dem Schraffur und der verkehrsorangenen Markierung in der Fahrtrichtungstrennung auf. Aufgrund der geringen Anzahl der beobachteten Überfahrten können keine grundsätzlichen Aussagen zu den verschiedenen Gestaltungsvarianten der Fahrtrichtungstrennung getroffen werden.



**Bild 5.26:** Beispiel von regelwidrigen Überfahrten der Fahrtrichtungstrennung B 67 anhand Videoanalysen (SCHOLLBACH 2009)

### 5.2.2.5 Abstand zur Fahrtrichtungstrennung - Überholfahrstreifen

Auf der Untersuchungsstrecke B 67 konnte nur eine geringe Anzahl von Fahrzeugen auf dem Überholfahrstreifen ermittelt werden. Grund dafür sind die Verkehrsstärke und der Standort des Laserscanners. Dieser war am Rand der einstreifigen Fahrtrichtung positioniert. Demzufolge wurden zuerst die Fahrzeuge der einstreifigen Richtung erfasst, wodurch es zu einer Verdeckung der überholenden Fahrzeuge der in der zweistreifigen Richtung kommen konnte. Der Abstand der wenigen erfassten Fahrzeuge auf dem Überholfahrstreifen zur Fahrtrichtungstrennung ist nach Tab. 5.48 unterschiedlich.

Überholabschnitt	Messquerschnitt	Zustand	Anzahl	mittlerer Abstand FRT	$\Delta a$
1	MQ 2	vorher	8	0,59	0,03
	MQ 2	nachher	5	0,62	
2	MQ 3	vorher	20	0,92	-0,25
	MQ 3	nachher	60	0,67	
3	MQ 6	vorher	42	0,43	0,02
	MQ 6	nachher	25	0,45	

**Tab. 5.48:** mittlerer Abstand [m] zur Fahrtrichtungstrennung aller Pkw auf dem Überholfahrstreifen, B 67

Eine Reduzierung des Abstandes zur Fahrtrichtungstrennung konnte an Messquerschnitt MQ 3 festgestellt werden. Auf dem Überholfahrstreifen der zweistreifigen Richtung wurde bei der Variante „Bischofsmützen“ im Nachher-Zustand ein geringerer Abstand zu Fahrtrichtungstrennung ermittelt. Auf dem Fahrstreifen der einstreifigen Richtung wurde hingegen ein größerer Abstand ermittelt (vgl. Tab. 5.40). Dieser Unterschied liegt möglicherweise daran, dass die Fahrer hier mehr Aufmerksamkeit auf den Überholvorgang legen.

An Messquerschnitt MQ 6 wurde ein gleichbleibender Abstand zur Fahrtrichtungstrennung berechnet.

### 5.2.3 B 83 - Niedersachsen

#### 5.2.3.1 Spurlagen und Abstand zur Fahrtrichtungstrennung

Die Analyse des Spurverhaltens auf der Untersuchungsstrecke B 83 erfolgt durch die Gegenüberstellung der erhobenen Daten der Referenz- und Versuchsstrecke.

In Fahrtrichtung Hameln ist folgende Reihenfolge von Messquerschnitten vorzufinden:

Referenzabschnitt:

- MQ 1 kritischer Wechsel, doppelte Fahrstreifenbegrenzung
- MQ 2 kritischer Wechsel, doppelte Fahrstreifenbegrenzung
- MQ 3 freie Strecke, doppelte Fahrstreifenbegrenzung

Überholabschnitt 1:

- MQ 4 freie Strecke, Verkehrsgrün
- MQ 5 kritischer Wechsel, Verkehrsgrün

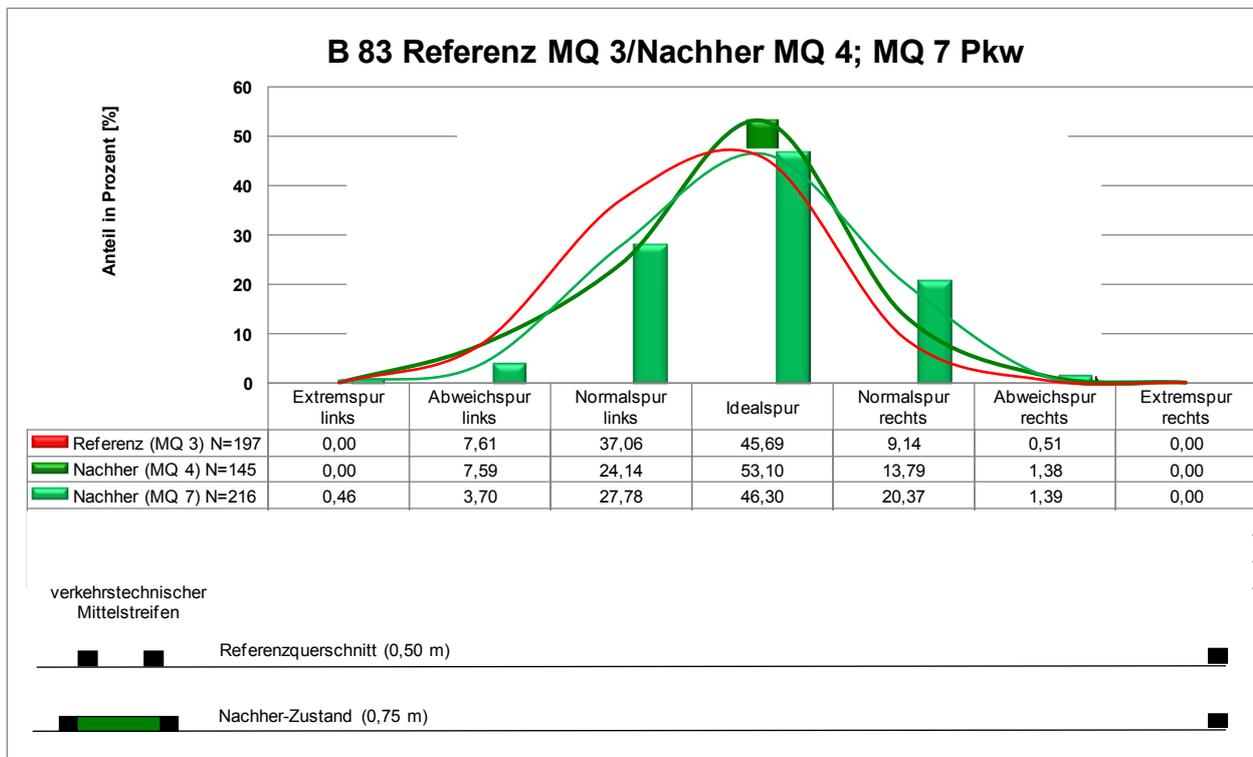
Überholabschnitt 2:

- MQ 6 kritischer Wechsel, Verkehrsgrün
- MQ 7 freie Strecke, Verkehrsgrün

Die Messquerschnitte MQ 1, MQ 2, MQ 5 und

MQ 6 befinden sich an den kritischen Wechselbereichen. Die Auswertung der Sperrflächenüberfahrten enthält Abschnitt 5.2.2.3.

In Bild 5.27 sind die Anteile der verschiedenen Spurlagen der Pkw der Messquerschnitte MQ 3 (Referenzquerschnitt), MQ 4 und MQ 7 (Nachher-Zustand) dargestellt. Es ist erkennbar, dass auf allen drei Querschnitten die Spurlagen in Fahrstreifenmitte am häufigsten ermittelt wurden. Auf dem Referenzquerschnitt konnte ein Anteil der rechten „Normalspurlage“ von 37,1 % ermittelt werden. Dieser ist um mehr als 10,0 % höher, als auf den Querschnitten des Versuchsabschnitts und deutet darauf hin, dass die frei fahrenden Pkw auf dem Referenzabschnitt näher an der Fahrtrichtungstrennung fahren, als auf den farbigen gestalteten.



**Bild 5.27: Gegenüberstellung Spurlagen frei fahrender Pkw im einstreifigen Bereich, B 83**

Dieses Verhalten wird auch dadurch bestätigt, dass auf dem Referenzquerschnitt MQ 3 insgesamt 15 Fahrzeugen die Spurlage „Abweichspur links“ zugeordnet werden konnte und diese Anzahl auf der Versuchsstrecke mit 11 bzw. acht Fahrzeugen geringer ist (vgl. Tab. 5.49).

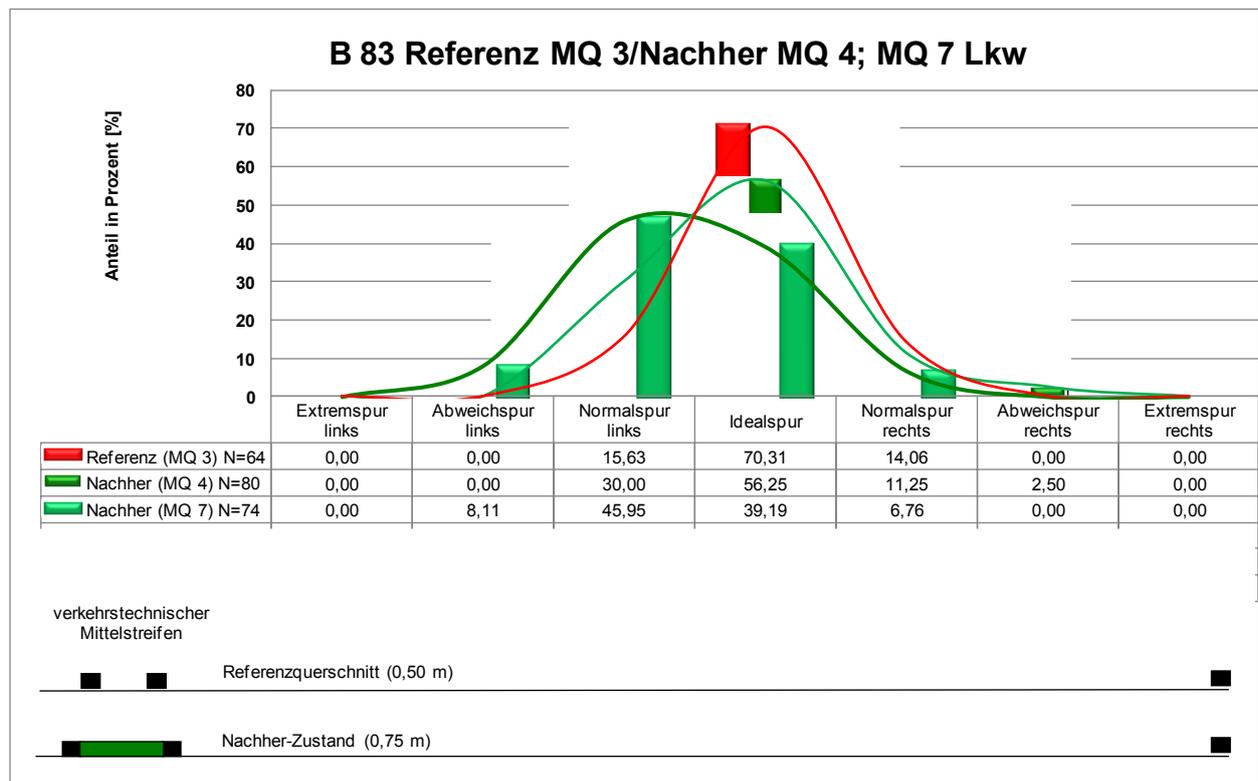
Der niedrige Anteil der Spurlage „Abweichspur links“ am Messquerschnitt MQ 7 (3,7 % und acht Fahrzeuge) und der vergleichsweise hohe Anteil der „Abweichspur rechts“ (20,4 % und 44 Fahrzeuge), zeigen, dass die Pkw am Rand des Fahrstreifens fahren. Dies ist plausibel, da sich der Messquerschnitt in einer Rechtskurve befindet.

Die Befahrung der Fahrtrichtungstrennung erfolgte durch ein Fahrzeug auf Messquerschnitt MQ 7 („Extremspur“).

	MQ 3 Referenz		MQ 4 nacher		MQ 7 nacher	
	Anzahl	Anteil [%]	Anzahl	Anteil [%]	Anzahl	Anteil [%]
Extremspur links	0	0,0	0	0,0	1	0,5
Abweichspur links	15	7,6	11	7,6	8	3,7
Normalspur links Idealspur Normalspur rechts	181	91,9	132	91,0	204	94,4
Abweichspur rechts	1	0,5	2	1,4	3	1,4
Extremspur rechts	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Summe:	197	100	145	100	216	100

Die Spurlagen für freifahrende Lkw und Pulkführer sind in Bild 5.28 dargestellt. Es ist erkennbar, dass auf dem Referenzquerschnitt nur die Spurlagen in Fahrstreifenmitte zugeordnet werden konnten. Im Gegensatz dazu befinden sich am Messquerschnitt MQ 7 sechs Fahrzeuge auf dem in Fahrtrichtung rechten Rand der Fahrtrichtungstrennung. Auf Messquerschnitt MQ 4 konnte für zwei Fahrzeuge die Spurlage „Abweichspur rechts“ ermittelt werden. Diese Fahrzeuge fahren auf der Fahrstreifenbegrenzungslinie

**Tab. 5.49: Gegenüberstellung Spurlagen frei fahrender Pkw im einstreifigen Bereich MQ 3 (Referenz), MQ 4 und MQ 7 (Nachher-Zustand) B 83**



**Bild 5.28: Gegenüberstellung Spurlagen frei fahrender Lkw und Pulkführer im einstreifigen Bereich, B 83**

	MQ 3 Referenz		MQ 4 nacher		MQ 7 nacher	
	Anzahl	Anteil [%]	Anzahl	Anteil [%]	Anzahl	Anteil [%]
Extremspur links	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Abweichspur links	0	0,0	0	0,0	6	8,1
Normalspur links Idealspur Normalspur rechts	64	100,0	78	97,5	68	91,9
Abweichspur rechts	0	0,0	2	2,5	0	0,0
Extremspur rechts	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Summe:	64	100	80	100	74	100

**Tab. 5.50: Gegenüberstellung Spurlagen frei fahrender Lkw und Pulkführer im einstreifigen Bereich, B 83**

Die farbige Gestaltung der Fahrtrichtungstrennung führt dazu, dass Lkw an Messquerschnitt MQ 7 weniger Abstand zur Richtungstrennung im Vergleich zum Referenzanschnitt halten. Im Messquerschnitt MQ 4 hat die farbige Gestaltung einen positiven Einfluss. Im Gegensatz zum Referenzquerschnitt wird ein wenig mehr Abstand zur Richtungstrennung eingehalten, ohne dabei zu nah am Fahrbahnrand zu fahren.

In Tab. 5.51 sind die Befahrungen durch Fahrzeuge mit weniger als einer halben Fahrzeugbreite dargestellt. Dies zeigt, dass auf beiden farbigen gestalteten Überholabschnitten (MQ 4 und MQ 7) die Fahrtrichtungstrennung befahren wurde.

Auf dem Referenzabschnitt (MQ 3) wurden keine Befahrungen registriert. Am Messquerschnitt MQ 4 und MQ 7 wurde eine größere Anzahl an Befahrungen der Richtungstrennung bei Lkw festgestellt. Am Messquerschnitt MQ 4 wurde mit 0,04 m bzw. 0,02 m lediglich die Randmarkierung befahren (vgl. Anhang 9). Am MQ 7 befahren die Lkw insgesamt sechs Mal die Fahrtrichtungstrennung.

Überholabschnitt	Messquerschnitt	Zustand	Anzahl Pkw/Lkw	Befahrungen		Überfahrten*	
				Pkw	Lkw	Pkw	Lkw
Referenz	MQ 3	ohne	197/64	0	0	0	0
1	MQ 4	mit	145/80	0	2	0	0
2	MQ 7	mit	216/74	1	6	0	0

**Tab. 5.51: Anzahl Befahrungen, verkehrstechnischen Mittelstreifen MQ 3, MQ 4, MQ 7, B 83 (\*mit halber Fahrzeugbreite)**

Unabhängig davon zeigt die Auswertung des mittleren Abstands der in Fahrtrichtung linken Fahrzeugkante zur Fahrtrichtungstrennung für Pkw einen ähnlichen mittleren Abstand. Bei den Lkw nimmt der Abstand zur Fahrtrichtungstrennung auf den Versuchsabschnitt ab (vgl. Tab. 5.52).

Überholabschnitt	Messquerschnitt	Zustand	Anzahl	mittlerer Abstand FRT
<b>Pkw</b>				
Referenz	MQ 3	ohne	197	0,75
1	MQ 4	mit	145	0,74
2	MQ 7	mit	216	0,77
<b>Lkw</b>				
Referenz	MQ 3	ohne	64	0,54
1	MQ 4	mit	80	0,40
2	MQ 7	mit	74	0,28

**Tab. 5.52: Gegenüberstellung mittlerer Abstand [m] zum verkehrstechnischen Mittelstreifen, B 83**

### 5.2.3.2 Überfahrten der Fahrtrichtungstrennung

Überfahrten der Fahrtrichtungstrennung mit mindestens einer halben Fahrzeugbreite wurden auf der Untersuchungsstrecke B 83 auf keinem Überholabschnitt festgestellt.

### 5.2.3.3 Überfahrten des kritischen Wechselbereichs

An den kritischen Wechselbereichen der einzelnen Überholabschnitte der B 83 konnten keine Überfahrten mit der gesamten Fahrzeugbreite festgestellt werden. Das Befahren von Fahrzeugen mit mindestens der halben Fahrzeugbreite wurde an allen Querschnitten für unter 1,0% der Fahrzeuge registriert (Tab. 5.53).

Überholabschnitt	Messquerschnitt	Zustand	Befahrungen		Überfahrten*	
			Pkw	Lkw	Pkw	Lkw
Referenz	MQ1	ohne	2	0	0	0
Referenz	MQ2	ohne	3	0	0	0
1	MQ5	mit	5	0	0	0
2	MQ6	mit	2	0	0	0

**Tab. 5.53: Befahrungen der kritischen Wechselbereiche B 83**

Freifahrende Lkw oder Pulkführer wurden auf dem Überholabschnitt nicht beobachtet.

### 5.2.3.4 Regelwidrige Überholungen

Die Videoanalyse der regelwidrigen Überholungen erfolgte zeitgleich mit den Laserscanner-Messungen. Insgesamt wurde das Verkehrsgeschehen von sieben verschiedenen Kamerapositionen aus auf großen Teilen der Messstrecke beobachtet (zwei Standpunkte auf der Referenzstrecke und fünf auf der Versuchsstrecke (vgl. Bild 5.29 und Anhang 4)). Dabei wurden Videos mit einer Gesamtlänge von 21 Stunden aufgezeichnet. Die manuelle Auswertung der sechs Stunden Video der Referenzstrecke und der 15 Stunden Material der Versuchsstrecke bestätigen die Ergebnisse der ermittelten Überfahrten der Fahrtrichtungstrennung, die mittels Laserscanner-Daten bestimmt wurden.

Es konnten weder auf dem Referenzabschnitt noch innerhalb der farbig gestalteten Überholabschnitte regelwidrige Überfahrten durch Pkw oder Lkw festgestellt werden.



**Bild 5.29. Standort Videokamera MQV 4, B 83**

Dennoch wurden auch Befahrungen beider Varianten der Fahrtrichtungstrennung ermittelt. Die doppelte Fahrstreifenbegrenzungslinie im Referenzquerschnitt wird insgesamt 26-mal befahren, der grün markierte verkehrstechnische Mittelstreifen 40-mal. Dabei handelt es sich jedoch nicht um regelwidrige Überholungen sondern um ein sehr links versetztes „Pendeln“ frei fahrender Fahrzeuge im eigenen Fahrstreifen, das aus den Querschnittsmessungen nicht ermittelt werden kann.

Da an keinem der beiden Streckenabschnitten eine regelwidrige Überfahrt der doppelten Fahrstreifenbegrenzung oder der grün markierten Fahrtrichtungstrennung festzugestellt wurde, können aus der Videoanalyse keine gesicherten Aussagen zur Wirkung von unterschiedlichen Gestaltungsvarianten der Fahrtrichtungstrennung getroffen werden.

### 5.2.3.5 Abstand zur Fahrtrichtungstrennung - Überholfahrstreifen

Die Ergebnisse des mittleren Abstands der Fahrzeuge auf dem Überholfahrstreifen zur Fahrtrichtungstrennung zeigt Tab. 5.54.

Überholabschnitt	Messquerschnitt	Zustand	Anzahl	mittlerer Abstand FRT
Referenz	MQ 3	ohne	73	0,83
1	MQ 4	mit	35	0,73
2	MQ 7	mit	58	0,82

**Tab. 5.54: mittlerer Abstand [m] aller Pkw auf dem Überholfahrstreifen zum verkehrstechnischen Mittelstreifen B 83**

Es ist erkennbar, dass auf dem Referenzabschnitt mit 0,83 m (N=73) ein ähnlicher Abstand zur Fahrtrichtungstrennung gehalten wird wie auf Messquerschnitt MQ 7 (N=58). Auf Messquerschnitt

MQ 4 wird im Gegensatz dazu rund 0,10 m weniger Abstand zur Fahrtrichtungstrennung eingehalten.

## 5.2.4 B 169 - Brandenburg

### 5.2.4.1 Spurlagen und Abstand zur Fahrtrichtungstrennung

Das Spurverhalten auf der Untersuchungstrecke B 169 wurde auf zwei Überholabschnitten erhoben.

In Fahrtrichtung Senftenberg sind die Messquerschnitte dort wie folgt angeordnet:

Überholabschnitt 1:

- MQ 1: freie Strecke, Verkehrsgrün
- MQ 2: kritischer Wechsel, Verkehrsgrün

Überholabschnitt 2:

- MQ 3: kritischer Wechsel, Verkehrsgrün
- MQ 4: freie Strecke, Verkehrsgrün

Im Folgenden werden die Ergebnisse in einem Vorher-/Nachher- Vergleich gegenübergestellt.

Auf Überholabschnitt 1 (MQ 1) ist nach Tab. 5.55 und nach der Darstellung der Spurlagen in Bild 5.30 eine leichte Verschiebung in Fahrstreifenmitte erkennbar.

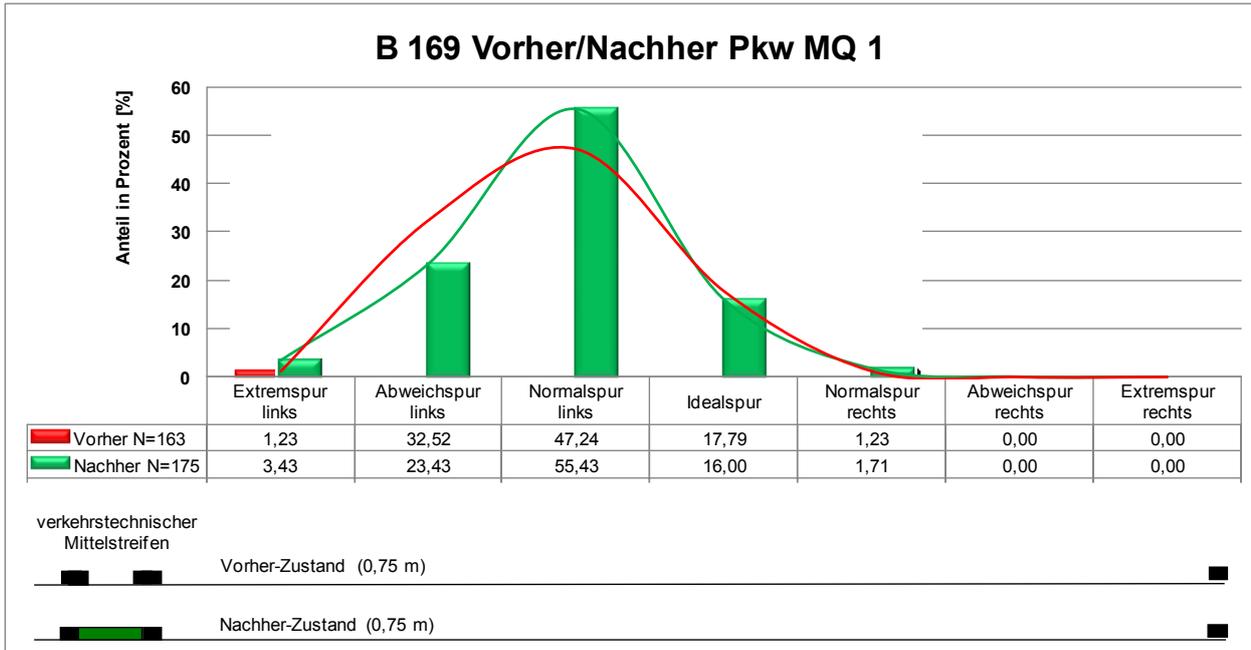
	MQ 1 vorher		MQ 1 nachher	
	Anzahl	Anteil [%]	Anzahl	Anteil [%]
Extremspur links	2	1,2	6	3,4
Abweichspur links	53	32,5	41	23,4
Normalspur links Idealspur Normalspur rechts	108	66,3	128	73,1
Abweichspur rechts	0	0,0	0	0,0
Extremspur rechts	0	0,0	0	0,0
Summe:	163	100	175	100

**Tab. 5.55: Spurlagen frei fahrender Pkw im einstreifigen Abschnitt MQ 1; B 169**

Im der Vorher- Untersuchung wurden 66,3 % und in der Nachher- Untersuchung 73,1 % der frei fahrenden Pkw den mittleren Spurlagen zugeordnet. Das entspricht einer Zunahme von 6,8 %.

Eine Abnahme der Anteile konnte bei den Fahrzeugen der „linken Abweichspur“ festgestellt werden. Dieser Spurlage konnten im Nachher-Zustand 9,1 % weniger Fahrzeuge zugeordnet werden.

Die Anteile der Spurlage „Extremspur links“, bei der sich die Pkw bereits auf der Randmarkierung der Fahrtrichtungstrennung befinden, nahmen im Nachher-Zustand von zwei auf sechs Fahrzeuge zu. Die Ursache dafür war nicht erkennbar.



**Bild 5.30: Spurlagen frei fahrender Pkw, einstreifige Richtung MQ 1 - Verkehrsgrün B 169**

Die Ergebnisse der frei fahrenden Lkw und Pulkführer sind in Anhang 5 und Tab. 5.56 enthalten. Danach wurde im Nachher-Zustand weniger Abstand zur Fahrtrichtungstrennung festgestellt.

Im Vorher-Zustand wurden insgesamt 95,7 % der Lkw den Spurlagen in Fahrstreifenmitte zugeordnet, in Nachher-Zustand waren es noch 89,7 %. Die Spurlage „Abweichspur links“ wurde im Vorher-Zustand zwei, im Nachher-Zustand 12 Fahrzeugen zugeteilt. Diese Fahrzeuge befahren den Rand der Fahrtrichtungstrennung. Die Spurlage „Extremspur links“ wurde weder im Vorher- noch im Nachher-Zeitraum festgestellt.

	MQ 1 vorher		MQ 1 nachher	
	Anzahl	Anteil [%]	Anzahl	Anteil [%]
Extremspur links	0	0,0	0	0,0
Abweichspur links	2	4,3	12	10,3
Normalspur links	45	95,7	104	89,7
Idealspur				
Normalspur rechts				
Abweichspur rechts	0	0,0	0	0,0
Extremspur rechts	0	0,0	0	0,0
Summe:	47	100	116	100

**Tab. 5.56: Spurlagen frei fahrender Lkw und Pulkführer, einstreifige Richtung MQ 1, B 169**

Wie aus den Spurlagen hervorgeht, konnten Fahrzeuge den kritischen Spurlagen zugeordnet werden. Die Fahrtrichtungstrennung wird im Nachher-Zustand häufiger befahren als vorher (vgl. Tab. 5.57).

Überholabschnitt	Messquerschnitt	Zustand	Anzahl Pkw/Lkw	Befahrungen		Überfahren*	
				Pkw	Lkw	Pkw	Lkw
1	MQ 1	vorher	163/47	2	2	0	0
	MQ 1	nachher	175/116	6	12	0	0

**Tab. 5.57: Anzahl Befahrungen, verkehrstechnischen Mittelstreifen MQ 1, B 169 (\*mit halber Fahrzeugbreite)**

Ein Pkw ragt maximal 0,1 m und ein Lkw maximal 0,27 m in die Fahrtrichtungstrennung hinein (vgl. Anhang 9).

Die Ergebnisse des mittleren Abstandes der Fahrzeuge zum verkehrstechnischen Mittelstreifen zeigen nach Tab. 5.58 eine leichte Erhöhung von 0,03 m für Pkw und einen Rückgang von 0,09 m für Lkw.

Überholabschnitt	Messquerschnitt	Zustand	Anzahl	mittlerer Abstand FRT	Δ a
<b>Pkw</b>					
1	MQ 1	vorher	163	0,47	0,03
	MQ 1	nachher	175	0,50	
<b>Lkw</b>					
1	MQ 1	vorher	47	0,32	-0,09
	MQ 1	nachher	116	0,23	

**Tab. 5.58: mittlerer Abstand [m] zur Fahrtrichtungstrennung, MQ 1, B 169**

Die Ergebnisse des zweiten Überholabschnitts (MQ 4) der Untersuchungsstrecke B 169 sind in Tab. 5.59 und in Bild 5.31 dargestellt. Im Vergleich zwischen Vorher- und Nachher-Zustand, wurde ein gleich bleibendes Spurverhalten festgestellt. Auch hier konnte die Mehrheit mit 99,3 bzw. 98,8 % den Spurlagen „Normalspur“ (rechts und links) und der „Idealspur“ zugeordnet werden.

	MQ 4 vorher		MQ 4 nachher	
	Anzahl	Anteil [%]	Anzahl	Anteil [%]
Extremspur links	0	0,0	0	0,0
Abweichspur links	1	0,7	0	0,0
Normalspur links Idealspur	144	99,3	159	98,8
Normalspur rechts				
Abweichspur rechts	0	0,0	2	1,2
Extremspur rechts	0	0,0	0	0,0
Summe:	145	100	161	100

Tab. 5.59: Spurlagen frei fahrender Pkw, einstreifige Richtung MQ 4, B 169

Zwei Fahrzeuge nutzten in der Nachher-Untersuchung die Spurlage „Ausweichspur rechts“, für die während der Vorher-Messung kein Fahrzeug ermittelt wurde.

Die Spurlage „Extremspur links“ konnte wiederum weder im Vorher- noch im Nachher-Zeitraum festgestellt werden.

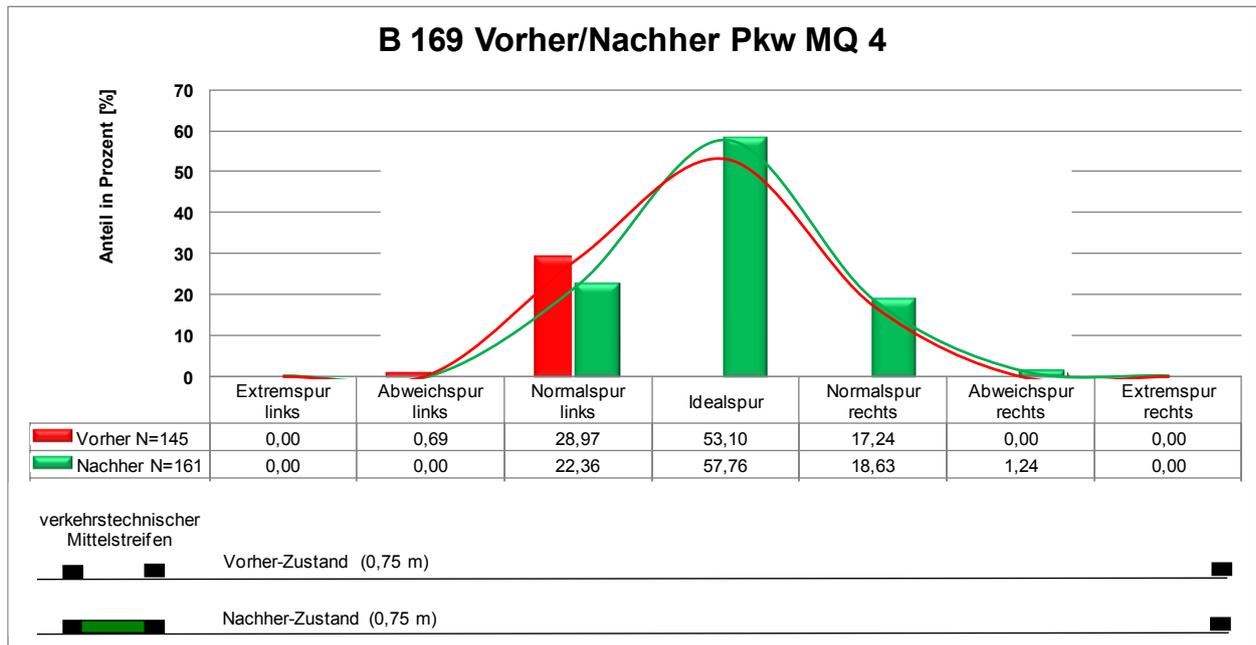


Bild 5.31: Spurlagen frei fahrender Pkw im einstreifigen Bereich MQ 4 - Verkehrsgrün B 169

Auch bei den Ergebnissen der frei fahrenden Lkw- und Pulkführern zeigt sich ein ähnliches Spurverhalten (vgl. Anhang 5).

Dabei fahren in den Spurlagen in Fahrstreifenmitte im Vorher- Zustand 100 % der Lkw. Lediglich ein Fahrzeug wurde im Nachher- Zustand der Spurlage „Ausweichspur rechts“ zugeordnet.

	MQ 4 vorher		MQ 4 nachher	
	Anzahl	Anteil [%]	Anzahl	Anteil [%]
Extremspur links	0	0,0	0	0,0
Abweichspur links	0	0,0	0	0,0
Normalspur links Idealspur	66	100,0	71	98,6
Normalspur rechts				
Abweichspur rechts	0	0,0	1	1,4
Extremspur rechts	0	0,0	0	0,0
Summe:	66	100	72	100

Tab. 5.60: Spurlagen frei fahrender Lkw und Pulkführer, einstreifige Richtung MQ 4,

B 169

Innerhalb der Spurlagen in Fahrstreifenmitte ist jedoch eine kleine Verschiebung der Spurlagen erkennbar (vgl. Anhang 5). In Vorher- Zustand nutzten mit 81,8 % der Fahrzeuge rund 27 % mehr die Spurlage „Idealspur“.

Zusammenfassend zeigt Tab. 5.64 die Befahrungen der Fahrrichtungstrennung der Messquerschnitte MQ 4. Befahrungen konnten weder im Vorher- noch im Nachher- Zustand durch Pkw oder Lkw festgestellt werden.

Überholabschni	Messquerschnitt	Zustand	Anzahl Pkw/Lkw	Befahrungen		Überfahrten*	
				Pkw	Lkw	Pkw	Lkw
2	MQ 4	vorher	145/66	0	0	0	0
	MQ 4	nachher	161/72	0	0	0	0

Tab. 5.61: Anzahl Befahrungen, verkehrstechnischen Mittelstreifen MQ 4, B 169 (\*mit halber Fahrzeugbreite)

Die mittleren Abstände zur Fahrtrichtungstrennung sind in Tab. 5.62 dargestellt.

Überholabschnitt	Messquerschnitt	Zustand	Anzahl	mittlerer Abstand FRT	$\Delta a$
<b>Pkw</b>					
2	MQ 4	vorher	145	0,95	0,05
	MQ 4	nachher	161	1,00	
<b>Lkw</b>					
2	MQ 4	vorher	66	0,60	0,17
	MQ 4	nachher	72	0,77	

Tab. 5.62: mittlerer Abstand [m] zur Fahrtrichtungstrennung, MQ 4, B 169

Sowohl für Pkw (0,05 m) als auch für Lkw (0,17 m) konnte eine leichte Erhöhung des Abstandes zur Fahrtrichtungstrennung festgestellt werden.

#### 5.2.4.2 Überfahrten der Fahrtrichtungstrennung

Überfahrten des verkehrstechnischen Mittelstreifens wurden auf der Untersuchungsstrecke B 169 nicht ermittelt. Befahrungen wurden nur im Messquerschnitt MQ 1 festgestellt (vgl. Tab. 5.57).

#### 5.2.4.3 Überfahrten des kritischen Wechselbereichs

Die kritischen Wechselbereiche der Untersuchungsstrecke B 169 wurden von keinem Fahrzeug in voller Breite für die Beendigung eines Überholvorganges überfahren. Befahrungen mit mindestens der halben Fahrzeugbreite erfolgte im Vorher- und im Nachher-Zustand nur von wenigen Fahrzeugen (< 1,0 %) (vgl. Tab. 5.63).

Überholabschnitt	Messquerschnitt	Zustand	Befahrungen		Überfahrten*	
			Pkw	Lkw	Pkw	Lkw
1	MQ2	Vorher	3	0	0	0
	MQ2	Nachher	2	0	0	0
2	MQ3	Vorher	3	0	0	0
	MQ3	Nachher	3	0	0	0

Tab. 5.63: Befahrungen der kritischen Wechselbereiche B 169

#### 5.2.4.4 Regelwidrige Überholungen

Aufgrund der Videoauswertung der Messquerschnitte der B 169 konnten keine regelwidrigen Überholungen festgestellt werden.

Aus den Aufnahmen konnten jedoch auch auf dieser Untersuchungsstrecke einige wenige Befahrungen ermittelt werden.

#### 5.2.4.5 Abstand zur Fahrtrichtungstrennung - Überholfahrstreifen

Die Abstände der Fahrzeuge des Überholfahrstreifens zur Fahrtrichtungstrennung sind im Vorher-/Nachher-Vergleich im ersten Überholabschnitt (MQ 1) mit 0,73 m identisch. Auf Überholab-

schnitt 2 (MQ 4) konnte mit einer Differenz von 0,06 m ein ähnlicher Abstand zwischen Vorher- und Nachher-Zustand ermittelt werden (Tab. 5.64).

Überholabschnitt	Messquerschnitt	Zustand	Anzahl	mittlerer Abstand FRT	$\Delta a$
1	MQ 1	vorher	49	0,73	0
	MQ 1	nachher	63	0,73	
2	MQ 4	vorher	91	0,30	-0,06
	MQ 4	nachher	58	0,24	

Tab. 5.64: mittlerer Abstand [m] zur Fahrtrichtungstrennung aller Pkw auf dem Überholfahrstreifen B 169

Demnach ist auf dieser Untersuchungsstrecke von keinem Einfluss der Fahrtrichtungstrennung auf das Abstandsverhalten während eines Überholvorgangs auszugehen.

### 5.2.5 Zusammenfassung Spurverhalten

Das Spurverhalten wurde auf allen Untersuchungsstrecken etwa in Abschnittsmittle der umgestalteten Überholbereiche erhoben und für die Analyse als „Spurlage“ dargestellt. Darüber hinaus wurden auch regelwidrige Überholungen beobachtet.

Die Ergebnisse zum Spurverhalten lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Insgesamt fuhren nur wenige Fahrzeuge in den kritischen Spurlagen „Extremspur“ (Pkw) und „Abweich- und Extremspur“ (Lkw). Somit befahren auch nur wenige Fahrzeuge die Fahrtrichtungstrennung oder die Fahrstreifenbegrenzungslinie.
- Die Mehrheit der Pkw- und Lkw- Fahrer befahren die Spurlagen in Fahrstreifenmitte.
- Der kleinste mittlere Abstand von Pkw zur Fahrtrichtungstrennung (0,47 m) wurde an der B 169 für einen 0,75 m breiten Mittelstreifen mit einer doppelten Fahrstreifenbegrenzung ermittelt.
- Der größte gemessene mittlere Abstand von Pkw zur Fahrtrichtungstrennung (1,06 m) wurde für den 1,00 m breiten verkehrstechnischen Mittelstreifen mit Bischofsmützen und Verkehrsorange ermittelt.
- Für die Varianten Schrägstrichgatter und Verkehrsorange konnte ein vergleichbares Spurverhalten auf der B 33 ermittelt werden.
- Die größte Zunahme des Abstands im Vorher-/Nachher-Vergleich wurde zur Fahrtrichtungstrennung mit Bischofsmützen ermittelt: Wurde im Vorher-Zustand kein aufragendes Element und im Nachher-Zustand Bischofsmützen angebracht, dann trat eine Verschiebung der

Spur in Richtung der Fahrbahnrand auf (B 67). Wurden vorher Bischofsmützen mit einem nachher markierten Schrägstrichgatter verglichen, verschob sich die Spur in Richtung der Fahrtrichtungstrennung (B 33).

- Bei einem Vergleich von Bischofsmützen im Vorher- und Nachher-Zustand, bei unterschiedlicher Breite (0,50 / 1,00 m) der Fahrtrichtungstrennung wurde keine Veränderung festgestellt (B 33). Ein Einfluss der Mittelstreifenbreite bei gleicher Gestaltung auf das Abstandsverhalten konnte somit nicht nachgewiesen werden. Dennoch ist zu berücksichtigen, dass der 1,00 m breite verkehrstechnische Mittelstreifen schon aufgrund seiner Abmessungen auch bei gleichem Abstandsverhalten zu einer Verbesserung der Trennwirkung führt.
- Im Mittel wird zu der Gestaltungsvariante ohne aufragende Elemente der geringste Abstand gehalten
- Überfahrungen der Fahrtrichtungstrennung der und der Sperrflächen mit der halben bzw. gesamten Fahrzeugbreite konnte auf keinem Überholabschnitt bzw. Wechselbereich messtechnisch mittels Laserscanner ermittelt werden. Es konnten jedoch Befahrungen der Fahrtrichtungstrennung bzw. der Sperrflächen ermittelt werden.
- Die Ergebnisse des Abstandes der Fahrzeuge auf dem Überholfahrstreifen zur Fahrtrichtungstrennung sind unterschiedlich. Es ist davon auszugehen, dass die Kraftfahrer sich hauptsächlich auf dem Überholvorgang konzentrieren und weniger auf den Abstand zur Fahrtrichtungstrennung.
- Regelwidrige Überholungen wurden auf den Strecken mittels Videoanalyse untersucht. Dabei wurden nur auf einer Untersuchungsstrecke (B 67) regelwidrige Überfahrten der Fahrtrichtungstrennung festgestellt. In der Vorher-Messung wurden sechs und in der Nachher-Messung zwei Überfahrten der durchgehenden Markierung erfasst. Aufgrund der geringen Anzahl der beobachteten Überfahrungen können keine grundsätzlichen Aussagen zu den verschiedenen Gestaltungsvarianten der Fahrtrichtungstrennung getroffen werden.

## 5.3 Ergebnisse der Akzeptanzuntersuchung

### 5.3.1 Verkehrsteilnehmerbefragung

#### Allgemeines

Die Verkehrsbefragungen wurden auf allen vier Messstrecken in Baden-Württemberg (B 33) Nordrhein-Westfalen (B 67), Niedersachsen (B 83) und Brandenburg (B 169) durchgeführt.

Messstrecke	Datum	Zeitraum	Befragte
B 33 (1)	19.04.2011	08:00 - 15:00	118
B 33 (2)	20.04.2011	08:00 - 15:00	120
B 67 (1)	24.11.2010	08:00 - 15:00	119
B 67 (2)	25.11.2010	08:00 - 15:00	120
B 83	22.06.2010	07:30 - 14:30	120
B 169	04.11.2010	08:00 - 14:00	123
<b>Summe</b>			<b>720</b>

Tab. 5.65: Übersicht zur Durchführung der Verkehrsbefragung

Aus Tab. 5.65 kann entnommen werden, wann und zu welcher Zeit die Befragungen durchgeführt wurden. Je Untersuchungsstrecke bzw. Fahrtrichtung wurden ca. 120 Kraftfahrer befragt.

Die Befragungsstandorte (vgl. Anhang 6) befinden sich streckenabhängig in folgenden Fahrtrichtungen:

- B 33 (1) Fahrtrichtung Haslach am Ende der Ausbaustrecke auf dem Linksabbiegerstreifen im Knotenpunktbereich
- B 33 (2) Fahrtrichtung Gengenbach Sperrfläche im Knotenpunktbereich
- B 67 (1) Fahrtrichtung Dülmen, am Ende der Ausbaustrecke
- B 67 (2) Fahrtrichtung Borken, auf dem Standstreifen vor dem Knotenpunkt am Ende des Untersuchungsabschnitts
- B 83 Fahrtrichtung Hameln, nach Ende der Ortsumgehung im Bereich einer Bushaltestelle
- B 169 Fahrtrichtung Senftenberg, nach Ende der Ortsumgehung Drebkau auf dem Standstreifen

Für die Darstellung einzelner Ergebnisse werden die Fahrtrichtungen der B 33 und B 67 aufgrund ähnlicher Ergebnisse zusammengefasst.

#### Antwortbereitschaft

Für die Befragungen wurden 1.019 Kraftfahrer von der Polizei angehalten. Es nahmen insgesamt 720 Verkehrsteilnehmer an der Befragung teil (vgl. Tab. 5.66).

Messstrecke	angehaltene Personen	Ablehner	Befragte	Prozent
B 33 (1)	162	44	118	27%
B 33 (2)	190	70	120	37%
B 67 (1)	186	67	119	36%
B 67 (2)	167	47	120	28%
B 83	168	48	120	29%
B 169	146	23	123	16%
<b>Summe</b>	<b>1019</b>	<b>299</b>	<b>720</b>	<b>-</b>

Tab. 5.66: Antwortbereitschaft nach einzelnen Messstrecken

Die übrigen 299 (29 %) Personen wurden als Ablehnende notiert, weil sie entweder aus Zeitgründen nicht an der Befragung teilnehmen konnten oder nicht den gesamten Untersuchungsabschnitt durchfahren hatten.

#### Geschlecht

Die Zusammensetzung der befragten Verkehrsteilnehmer unterscheidet sich zwischen den Untersuchungsstrecken.

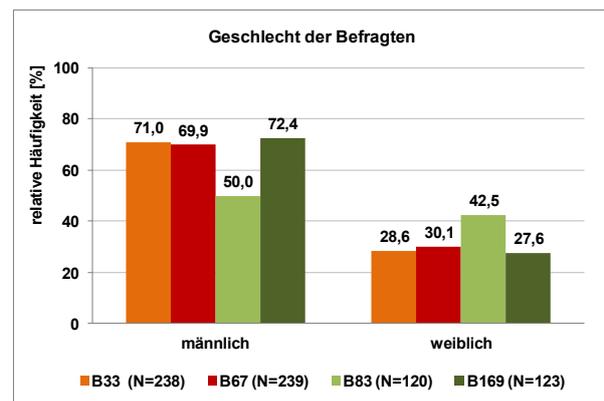


Bild 5.32: Geschlecht der Befragten

Bild 5.32 zeigt, dass auf der B 33 (Gengenbach), der B 67 (Borken) und der B 169 (Drebkau) 2/3 mehr Männer als Frauen befragt wurden. Auf der Untersuchungsstrecke B 83 (Hameln) ist dagegen ein ausgewogenes Verhältnis im Geschlecht der Befragten zu beobachten.

#### Alter der Befragten

Mit Hilfe des Geburtsjahres konnte ein Durchschnittsalter der Befragten von 49 Jahren (Jahrgang 1962, bezogen auf 2011) ermittelt werden.

#### Führerscheinwerb und Fahrleistung

Die Befragten besitzen ihren Führerschein im Mittel seit 1981 (30 Jahre). Dabei gab es sowohl Fahranfänger als auch Kraftfahrer, die ihren Führerschein schon länger als 60 Jahre hatten.

Die durchschnittliche Fahrleistung pro Jahr beträgt insgesamt 31.383 km (vgl. Tab. 5.67).

Unter-suchungsstrecke	Geburts-jahr	Führer-scheinbesitz	Jahresfahr-leistung [km/a]
B 33 (1) Haslach	1962	1981	33.694
B 33 (2) Gegenbach	1964	1984	30.639
B 67 (1) Dülmen	1959	1978	29.920
B 67 (2) Borken	1964	1983	34.546
B 83 Hameln	1960	1980	26.817
B 169 Drebkau	1961	1982	32.683
Durchschnitt	1962	1981	31.383

Tab. 5.67: Führerscheinbesitz und Fahrleistung nach Untersuchungsstrecke

**Befragungsergebnisse**

Im Folgenden werden, um Aussagen zur Akzeptanz zu ermitteln, die relativen Antworthäufigkeiten aller Fragen auf den jeweiligen Untersuchungsstrecken zu den einzelnen Fragenbereichen (vgl. Abschnitt 4.3) dargestellt.

**Einleitung**

Im einleitenden Teil der Verkehrsbefragung wurden die Kraftfahrer zu ihrer Wahrnehmung gefragt, ob „Ihrer Ansicht nach zwischen dieser Straße und anderen Landstraßen ein Unterschied besteht und wenn ja welcher?“

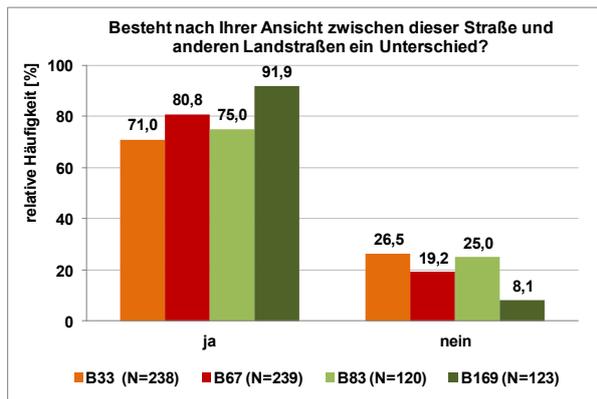


Bild 5.33: wahrgenommener Unterschied zu anderen Landstraßen

Die Mehrheit der Befragten gab an, einen Unterschied festzustellen (vgl. Bild 5.33). Auf die Frage welcher Unterschied festgestellt wurde, ähneln sich die Antworten auf den jeweiligen Untersuchungsstrecken (vgl. Tab. 5.68).

N gesamt	238	239	120	123
keine Änderung festgestellt (nein)	63	46	30	10
Änderung festgestellt (ja)	175	193	90	113
<b>Antworten</b>				
"wenn ja welche Änderung?"	B 33	B 67	B 83	B 169
Betriebsform/Ausbaustandart	66,9%	58,0%	54,4%	38,1%
Fahrtrichtungstrennung	8,0%	6,2%	33,3%	18,6%
höhere Verkehrsqualität	7,4%	17,6%	3,3%	29,2%
Überholmöglichkeit	3,4%	10,4%	1,1%	10,6%
sonstiges	14,3%	3,1%	6,7%	1,8%
keine Angabe von Gründen	0,0%	4,7%	1,1%	1,8%
Summe	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Tab. 5.68: persönlich wahrgenommene Unterschiede zu anderen Landstraßen

Die Ergebnisse zeigen, dass die Mehrheit der

Befragten, die einen Unterschied zu anderen Landstraßen festgestellt haben, den Ausbaustandart bzw. die Betriebsform als solchen nennen. Im Vergleich zwischen den Messstrecken stellen diese Änderung am häufigsten die Befragten der B 33 (ca. 70 %) fest. Grund dafür ist vermutlich, dass auf dieser Strecke ein sehr hohes Verkehrsaufkommen vorhanden und vor und nach dem Untersuchungsabschnitt ein einbahnig zweistreifiger Querschnitt ist.

Auf allen Untersuchungsstrecken wurde von den Befragten auch die Fahrtrichtungstrennung als Unterschied zu anderen Landstraßen genannt. Mit 33 % bzw. 19 % gaben die Personen auf der B 83 bzw. B 169 dies am häufigsten an. Im Gegenteil dazu empfinden mit 8% bzw. 6% der Befragten auf der B 33 bzw. B 67 relativ wenige Personen die Trennung der Fahrtrichtung als Unterschied zu anderen Landstraßen. Das deutet darauf hin, dass die Variante der Fahrtrichtungstrennung welche auf der B 83 und B 169 auffälliger ist als die Varianten auf der B 33 in Gegenbach bzw. B 67 in Borken, wo bei hier der Gewöhnungseffekt beachtet werden muss.

Die Überholmöglichkeit als Unterschied geben mit bis zu 11 % nur eine geringe Anzahl der Befragten an.

Unter dem Punkt „Sonstiges“ wurden u. a. folgende Unterschiede genannt:

- häufige Verkehrskontrollen
- mehr Unfälle/gefährlicher
- Beschränkung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit
- hohe Verkehrsstärke
- bewegte Trassierung
- Landschaft

**Einstreifige Bereiche**

Bei dem Vergleich der Geschwindigkeitsbeeinflussung durch andere Verkehrsteilnehmer in den einstreifigen Bereichen gab die Mehrheit der Befragten gab an, unbeeinflusst zu fahren (vgl. Bild 5.34).

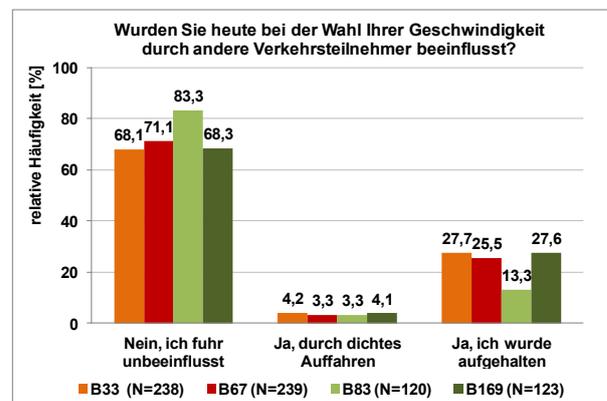


Bild 5.34: Beeinflussung des Fahrverhaltens in den einstreifigen Bereichen

Dabei muss der DTV und der SV-Anteil berücksichtigt werden.

Die Frage nach regelwidrigen Überholungen anderer Verkehrsteilnehmer ergab die in Tab. 5.69 zusammengestellten Antworten.

Wurden Sie heute im einstreifigen Abschnitt von anderen Fahrzeugen überholt?			
Untersuchungsstrecke	JA	NEIN	Enthaltung
B 33 (N = 238)	4,6%	95,4%	0,0%
B 67 (N = 239)	4,2%	95,8%	0,0%
B 83 (N = 120)	4,2%	94,2%	1,6%
B 169 (N = 123)	0,0%	100,0%	0,0%

Tab. 5.69: regelwidrige Überholungen in den einstreifigen Bereichen (Frage 6)

Nach den Angaben der Befragten ist das regelwidrige überholt werden in den einstreifigen Bereichen auf der B 33, der B 67 und der B 83 am Tag der Befragung vorgekommen. Auf der B 169 in Drebkau wurde diese Frage zu 100 % mit „nein“ beantwortet. Es ist zu vermuten, dass die Befragten diese Frage nicht auf den Tag der Befragung bezogen, sondern nach ihren Erfahrungen auf den Untersuchungsstrecken geantwortet haben. Am häufigsten wurden die Befragten auf den Messstrecken B 33 (trotz der hohen Verkehrsstärke) und B 67 in Borken, von anderen Fahrzeugen überholt. Dies lässt vermuten, dass die dort eingesetzten Varianten zur Fahrtrichtungstrennung nicht das gewünschte Überholverbot durchsetzen. Dabei ausgenommen ist die Variante „Bischöfsmützen“, da diese das Überholen so gut wie nicht gestattet.

Auf die Frage, ob das Überholverbot in den einstreifigen Bereichen für gerechtfertigt gehalten wird, wurde zu 95 % (N = 720) mit „ja“ geantwortet.

Die letzte Frage, die sich auf die einstreifigen Bereiche des Querschnitts bezieht, ist Frage 9: „Auf einer fünf-stufigen Skala von 1=sicher bis 5=unsicher: Wie sicher haben Sie sich im einstreifigen Bereich gefühlt, wenn Ihnen auf dem benachbarten Fahrstreifen Fahrzeuge entgegen kamen?“ Die Mehrheit der Personen beantwortete diese, das Sicherheitsempfinden betreffende Frage, mit „sicher“ bzw. „eher sicher“. Dabei fühlten sich mit rund 71% die Kraftfahrer auf der B 169 am sichersten. Auf den andern Untersuchungsstrecken gaben weniger Befragte an, sich sicher zu fühlen (vgl. Bild 5.35). Das ist möglicher Weise auf die Häufigkeit der angegebenen regelwidrigen Überholungen (vgl. Tab. 5.69) zurückzuführen.

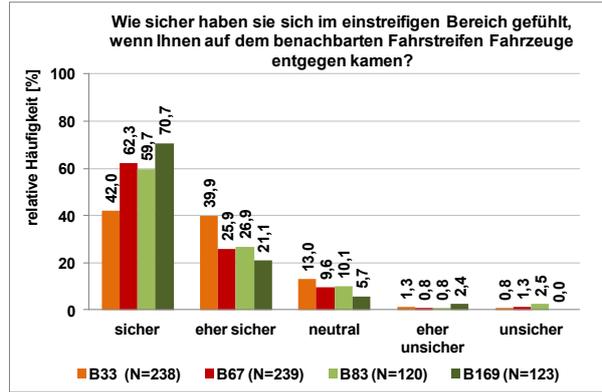


Bild 5.35: Sicherheitsempfinden in den einstreifigen Bereichen (Frage 9)

**Zweistreifige Bereiche**

Für die zweistreifigen Bereiche des Querschnitts wurden die Kraftfahrer nach ihrem Überholverhalten gefragt. Die Mehrheit der Befragten (rund 45 bis 60 %) gab an, höchstens drei Mal überholt zu haben. Öfter als drei Mal wurde mit rund 30 % am häufigsten auf der B 33 und der B 196 überholt. Rund 38 % der Befragten überholten auf der B 67 und der B 83 überhaupt nicht. Bild 5.36 veranschaulicht die Anteile der Antworten der einzelnen Untersuchungsstrecken.

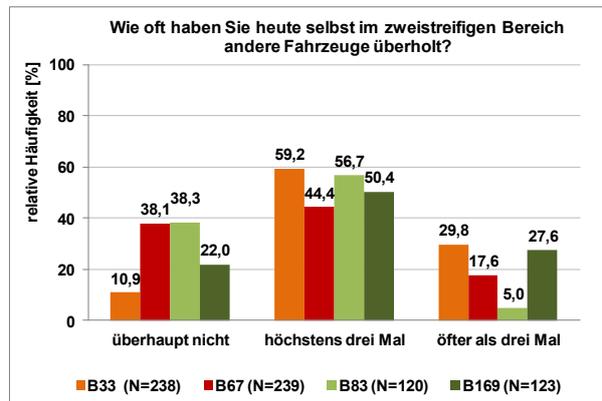
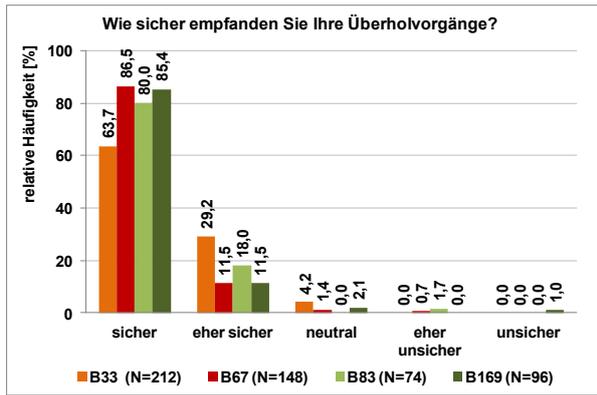


Bild 5.36: persönliches Überholverhalten in den zweistreifigen Bereichen (Frage 10)

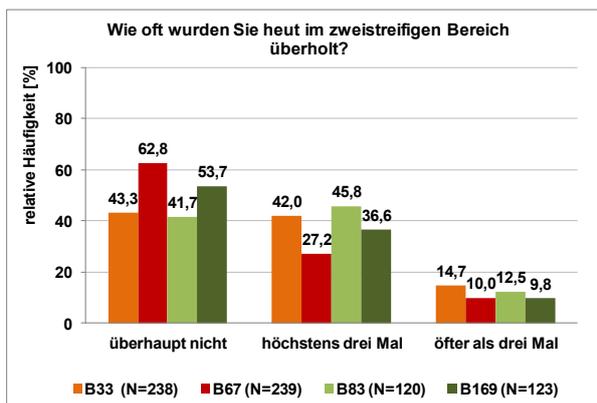
Personen, die angaben, andere Fahrzeuge überholt zu haben, sollten bei Frage 10 zusätzlich einschätzen, wie sicher sie sich dabei gefühlt haben. Wie beim Sicherheitsempfinden im einstreifigen Bereich, gab die Mehrheit der Befragten an, dass sie sich während der Überholung „sicher“ bzw. „eher sicher“ gefühlt haben (vgl. Bild 5.37).



**Bild 5.37: Sicherheitsempfinden in den zweistreifigen Bereichen (Frage 10.1)**

Im Vergleich mit der Einschätzung des Sicherheitsempfindens im einstreifigen Bereich (vgl. Bild 5.35), zeigt sich anhand der Anteile, dass sich die Personen im linken Fahrstreifen des zweistreifigen Bereichs sicherer fühlen. Grund dafür ist möglicherweise, dass sich die Kraftfahrer hierbei mehr auf den Überholvorgang als auf den Abstand zum Gegenverkehr konzentrieren.

Auf die Frage „Wie oft wurden Sie heute im zweistreifigen Bereich von anderen Fahrzeugen überholt?“ fielen die Antworten unterschiedlich aus. Wie aus Bild 5.38 erkennbar ist wurden die wenigsten Personen „öfter als drei Mal“ überholt. Auf der B 33 und der B 83 wurden die Kraftfahrer jeweils zu rund 40 % „höchstens drei Mal“ oder „überhaupt nicht“ überholt. Mit ca. 63 % am häufigsten, wurden die Befragten der B 67 „nicht überholt“, was mit der geringen Verkehrsstärke zu begründen ist.



**Bild 5.38: Überholverhalten anderer Kfz in den zweistreifigen Bereichen (Frage 11)**

Die Länge der Überholabschnitte empfinden durchschnittlich ca. 85 % der Befragten als „gerade richtig“ Rund 15 % der Befragten finden diese „zu kurz“, wobei die Untersuchungsstrecke B 33 in Gengenbach den höchsten Anteil (ca. 20 %) aufweist, und ca. 2 % der Befragten finden die Überholabschnitte „zu lang“.

**Präferenz der Gestaltungsvarianten**

Die Fragen Präferenz der Gestaltungsvarianten

der Fahrtrichtungstrennungen wurden mit Unterstützung von Fotos des gerade durchfahrenen Streckenabschnittes gestellt. Zuerst wurde danach gefragt, welche der Varianten der Fahrtrichtungstrennung die Kraftfahrer gerade wahrgenommen haben. Dabei waren jeweils alle Varianten der durchfahrenen Strecke als Antwortmöglichkeit vorgegeben.

Auf der B 33 in Gegenbach konnten die Kraftfahrer bei der Durchfahrt folgende Varianten wahrnehmen:

- Schrägstrichgatter
- Bischofsmütze
- orangene Farbmarkierung
- orangene Farbmarkierung in Kombination mit Bischofsmützen

B 33		Varianten
Anzahl	relative Häufigkeit	
30	12,61%	eine von vier
53	22,27%	zwei von vier
68	28,57%	drei von vier
83	34,87%	vier von vier
4	1,68%	keine
<b>238</b>	<b>100,00%</b>	

**Tab. 5.70: wahrgenommene Gestaltungsvarianten B 33 (Frage 13)**

Insgesamt nahmen nach Tab. 5.70 rund 35 % (N=83) alle vier Varianten der Fahrtrichtungstrennung wahr. Rund 29 % (N=68) der Befragten sahen bei Ihrer Durchfahrt der Untersuchungsstrecke drei von vier Varianten. Von diesen 68 Personen erinnerten sich 43 an das Schrägstrichgatter, jeweils 60 von 68 Personen an die Bischofsmützen und die orangene Markierung und 61 von 68 Personen an die Kombination aus orangener Markierung und Bischofsmütze.

Zwei von vier Gestaltungsvarianten erkannten insgesamt rund 22 % Kraftfahrer. Dabei erkannten die Variante der Bischofsmützen ohne farbige Markierung 12 Personen. Diese Variante ist somit am unauffälligsten. Das Schrägstrichgatter wurde von 17 Personen gesehen. Die Varianten farbige Markierung und farbige Markierung in Kombination mit Bischofsmützen wurde von 38 bzw. 39 Personen wahrgenommen.

Bei den 30 Personen, die nur eine Gestaltungsvariante gesehen haben ist ebenfalls die Variante der Bischofsmützen ohne farbige Markierung (2 Personen) und das Schrägstrichgatter (4 Personen) am unauffälligsten.

Rund 2 % der Befragten nahmen gar keine Variante zur Trennung des Gegenverkehrs war.

Die Untersuchungsstrecke B 67 wurde mit folgenden Gestaltungsvarianten zur Fahrtrichtungstrennung ausgestattet:

- Schräffur
- Bischofsmützen
- orangene Farbmarkierung

B 67		Varianten
Anzahl	relative Häufigkeit	
62	25,94%	eine von drei
94	39,33%	zwei von drei
75	31,38%	drei von drei
8	3,35%	keine
<b>239</b>	<b>100,00%</b>	

Tab. 5.71: wahrgenommene Gestaltungsvarianten B 67 (Frage 13)

Nach Tab. 5.71 sahen bei der Durchfahrt der Strecke insgesamt 75 Kraftfahrer (ca. 32 %) alle aufgebrachten Varianten. An zwei von drei Gestaltungsvarianten erinnerten sich 94 Kraftfahrer. Davon erkannten 21 von 94 Personen (ca. 22 %) das Schrägstrichgatter, 73 bzw. 74 (ca. 80 %) von 94 Personen nahmen die Variante der Bischofsmützen (ohne farbige Markierung) bzw. den orangefarbenen verkehrstechnischen Mittelstreifen wahr. Eine von drei Gestaltungsvarianten erkannten 62 Kraftfahrer, wobei auch das Schrägstrichgatter als unauffälligste Variante gilt (vgl. Tab. 5.71).

Rund 3 % der Befragten gaben an, sich an gar keine Trennung der Fahrtrichtungen zu erinnern.

Die Untersuchungsstrecken B 83 und B 196 wurden im Rahmen der Untersuchung einem grünen verkehrstechnischen Mittelstreifen markiert. Der Referenzabschnitt der B 83 und der Streckenabschnitt vor dem Untersuchungsabschnitt der B 169 sind mit einer doppelten Fahrstreifenbegrenzung ausgestattet.

B 83		Varianten
Anzahl	relative Häufigkeit	
7	5,83%	doppelte Fahrstreifenbegrenzung
24	20,00%	grüne Flächenmarkierung
88	73,33%	zwei von zwei
1	0,83%	keine
<b>120</b>	<b>100,00%</b>	

Tab. 5.72: wahrgenommene Gestaltungsvarianten B 83 (Frage 13)

Auf der B 83 (vgl. Tab. 5.72) sahen nur rund 6 % die doppelte Fahrstreifenbegrenzung, ca. 20 % konnten sich nach der Durchfahrt an die grüne Fahrtrichtungstrennung erinnern. Beide Varianten sahen insgesamt rund 74 % der Befragten.

B 196		Varianten
Anzahl	relative Häufigkeit	
0	0,00%	doppelte Fahrstreifenbegrenzung
95	77,24%	grüne Farbmarkierung
27	21,95%	zwei von zwei
1	0,81%	keine
<b>123</b>	<b>100,00%</b>	

Tab. 5.73: wahrgenommene Gestaltungsvarianten B 169 (Frage 13)

Ähnliche Ergebnisse wurden auf der B 169 ermittelt (vgl. Tab. 5.73). Keiner der Befragten nahm nur die doppelte Fahrstreifenbegrenzung als einzige Variante wahr. Rund 77 % hingegen haben nur die grüne Richtungstrennung gesehen. Beide Varianten wurden von ca. 22 % der Kraftfahrer gesehen.

Die zweite Frage zur Präferenz der Gestaltungsvarianten, bei der ebenfalls die Fotos zu Unterstützung herangezogen wurden, lautete: „Welche dieser Gestaltungen finden Sie als Trennung zum Gegenverkehr sicherer?“ Die Befragten sollten eine Rangfolge bilden, bei der „1=am sichersten, 2=sicher, 3=am unsichersten“ bedeutet.

B 33 (N=238)		Varianten
Anzahl	relative Häufigkeit	
5	2,10%	Schägstrichgatter
8	3,36%	Bischofsmützen
54	22,69%	orangene Farbmarkierung
165	69,33%	orangene Farbmarkierung + Bischofsmützen
6	2,52%	kein Unterschied
<b>238</b>	<b>100,00%</b>	

Tab. 5.74: Sicherheitsempfinden zu den Gestaltungsvarianten B 33 (Frage 14)

In Tab. 5.74 ist das Sicherheitsempfinden zu den Gestaltungsvarianten auf der Untersuchungsstrecke B 33 dargestellt. Mit rund 69 % am sichersten wurde die Variante orangene Farbmarkierung + Bischofsmützen bewertet. Rund 23 % der Befragten empfanden die Variante orangene Farbmarkierung als „am sichersten“. Die Varianten Schrägstrichgatter und Bischofsmützen (ohne farbige Markierung) wurden von rund 2 bzw. 3 % als sicherste Variante genannt.

Auf der Untersuchungsstrecke B 67 in Borken zeigt sich, dass ca. 49 % der Befragten die orange markierte Richtungstrennung „am sichersten“ empfanden. Von ca. 38 % wird die Variante der Richtungstrennung mit Bischofsmützen und von rund 10 % das Schrägstrichgatter als „am sichersten“ wahrgenommen (Tab. 5.75).

B 67 (N=239)		Varianten
Anzahl	relative Häufigkeit	
24	10,04%	Schrägstrichgatter
90	37,66%	Bischofsmützen
117	48,95%	orangene Farbmarkierung
8	3,35%	kein Unterschied
<b>239</b>	<b>100,00%</b>	

Tab. 5.75: Sicherheitsempfinden zu den Gestaltungsvarianten B 67 (Frage 14)

Auf den übrigen Untersuchungsstrecken (B 83 und B 169) wurde eine grüne Farbmarkierung als Trennung der Fahrtrichtung markiert. Hierbei empfinden die Befragten mit rund 87 bzw. 89 % die grüne Markierung als sicherere Trennungsvariante (vgl. Tab. 5.76).

B 83 (N=120)		Varianten
Anzahl	relative Häufigkeit	
6	5,00%	doppelte Fahrstreifenbegrenzung
105	87,50%	grüne Farbmarkierung
9	7,50%	kein Unterschied
<b>120</b>	<b>100,00%</b>	
B 169 (N=123)		Varianten
Anzahl	relative Häufigkeit	
7	5,69%	doppelte Fahrstreifenbegrenzung
109	88,62%	grüne Farbmarkierung
7	5,69%	kein Unterschied
<b>123</b>	<b>100,00%</b>	

Tab. 5.76: Sicherheitsempfinden zu den Gestaltungsvarianten B 83/B 169 (Frage 14)

Darüber hinaus gab es je Messstrecke auch Personen, die keinen Unterschied zwischen den Varianten wahrgenommen haben (B 33 (2,5 %), B 67 (3,3 %) B 83 (7,4 %) und B 169 (5,7 %)), da eine durchgezogene Linie „sowieso nicht überfahren werden dürfe“.

Nachdem die Teilnehmer der Befragung eine Rangfolge zum Sicherheitsempfinden gebildet hatten, wurden sie gebeten die bestplatzierte Lösung zu begründen. Dabei gaben die Personen folgendes zu ihrer besten Lösung an:

- Schrägstrichgatter (N=29):  
breiter, ausreichend als Fahrtrichtungstrennung, Farbe lenkt ab, unauffälliger, Gewohnheit, keine Zerstörung wie bei Bischofsmützen
- Bischofsmützen (N=98):  
Barriere, abschreckend, gute Trennung, hörbar

bei Überfahrt, Reflektionseigenschaften, rote Markierung gilt für Radweg

- orangene Farbmarkierung + Bischofsmützen (N=165):  
Signalfarbe, auffällig, Erkennbarkeit, gute, klare Trennung, Barriere, Abgrenzung, keine Überfahrt
- orangene Farbmarkierung (N=171):  
auffällig, Erkennbarkeit, Signalfarbe, breiter, kein Hindernis, Bischofsmützen sind unsicher
- grüne Farbmarkierung (N=214):  
auffälliger, breiter, fördert die Aufmerksamkeit
- doppelte Fahrstreifenbegrenzung (N=13):  
altbewährt, bekannt, grün verwirrt

Insgesamt 30 Personen gaben an, kein Unterschied bezüglich der Sicherheit zwischen den Varianten zu empfinden.

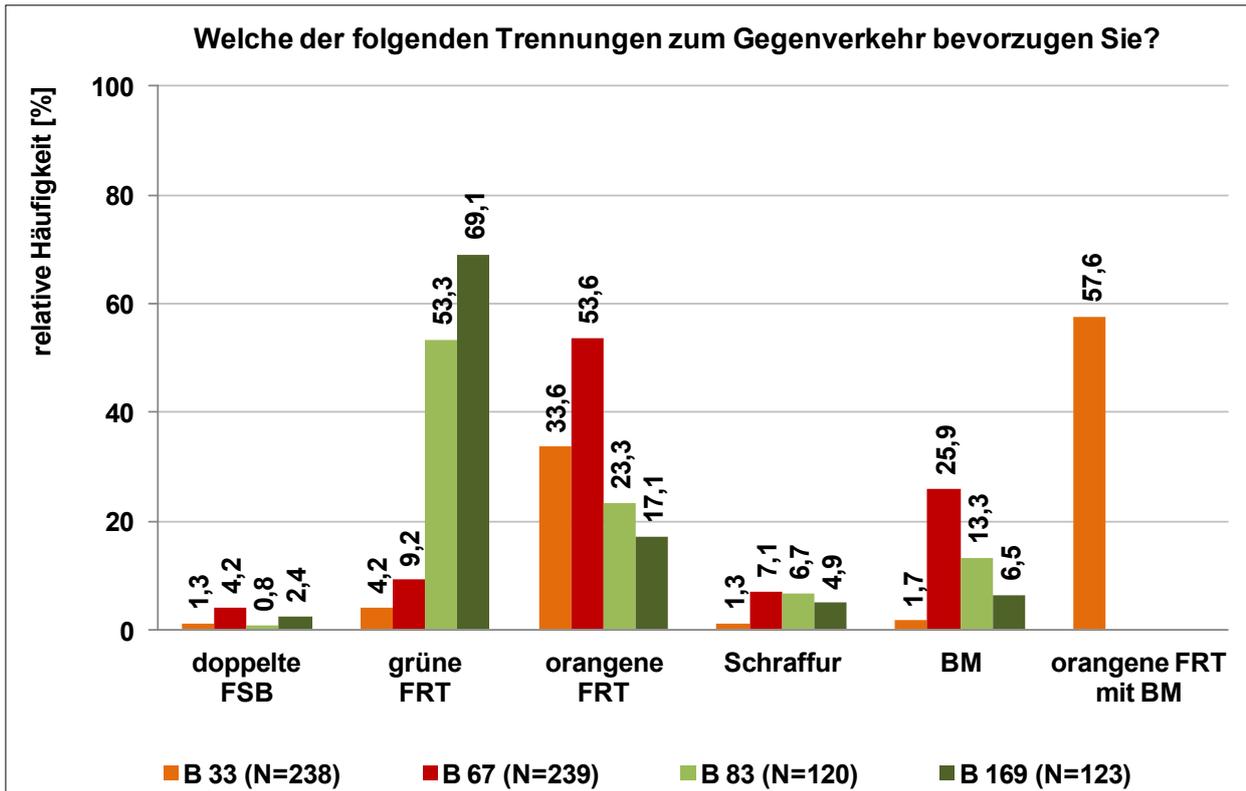
#### Gesamtstrecke

Die Fragestellungen zur Gesamtstrecke ergaben, dass insgesamt rund 96% aller Befragten (N=720) „den Wechsel zwischen dem ein- und zweistreifigen Bereichen für eine geeignete Art der Straßengestaltung“ halten und rund 96 % der Meinung sind, dass „man Landstraßen mit zusätzlichen Überholfahrstreifen häufiger bauen sollte“.

Die Frage, welche Vorteile, diese Art der Straßengestaltung dem Verkehrsteilnehmer bietet (Frage 17), beantwortete die Mehrheit der Befragten (N=509) mit „sicheres Überholen“ und „schnelleres Vorankommen“ (N=102). Weitere bezogen sich u. a. auf eine Weiterführung des dreistreifigen Querschnitts bis hin zu dem Wunsch eines vierstreifigen Ausbaus sowie die Erhöhung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit auf 120 km/h (Frage 21).

#### Zusätzliche Frage unabhängig von der Untersuchungsstrecke

Nachdem die Kraftfahrer alle Fragen bezüglich der durchfahrenen Untersuchungsstrecke beantwortet hatten, wurde ihnen eine zusätzliche, vom befahrenen Streckenabschnitt unabhängige Frage gestellt: „Welche der folgenden Trennungen zum Gegenverkehr bevorzugen Sie?“ (Frage 15). Teil dieser Frage waren Fotos (vgl. Anhang 6) der Varianten der anderen Untersuchungsstrecken, die den Kraftfahrern gezeigt wurden. In Bild 5.39 sind die Ergebnisse aller Strecken dargestellt. Bei der Variante „orangene Farbmarkierung in Kombination mit Bischofsmützen“ konnte nur die Untersuchungsstrecke B 33 dargestellt werden. Auf den anderen Messstrecken stand diese Variante den Befragten nicht als Foto zur Auswahl.



**Bild 5.39: streckenunabhängige Präferenz aller Gestaltungsvarianten**

Bild 5.39 zeigt weiterhin deutlich, dass die Variante „orangene Farbmarkierung in Kombination mit Bischofsmützen“ auf der B 33 mit 57,6 % von 137 Personen mehrheitlich bevorzugt wird.

Insgesamt fanden alle Befragten auf allen Strecken eine farbige Gestaltung der Richtungstrennung positiv. Auffällig dabei ist, dass die Befragten die farbige Gestaltung präferieren, die sie bei ihrer Durchfahrt gesehen haben. Darüber hinaus wird aber auch die jeweilige andere farbige Gestaltung der Richtungstrennung als „bevorzugt“ genannt: Auf der B 83 bzw. B 169 (ausgestattet mit einer grünen Farbmarkierung) bevorzugen rund 24 % bzw. 17 % die orangene Fahrtrichtungstrennung. Und umgekehrt sprechen sich immerhin rund 4 % bzw. 9 % der Kraftfahrer der B 33 bzw. B 67 für einen grünen verkehrstechnischen Mittelstreifen aus.

Die Variante der Fahrtrichtungstrennung mit „Bischofsmützen“ erhält insgesamt weniger Zustimmung als die farbigen Fahrtrichtungstrennungen. Dabei zeigt sich, dass auf der B 33 eine alleinige Richtungstrennung mit Bischofsmützen ohne Farbmarkierung mit 1,4 % keinen großen Zuspruch erhält. Das wiederum spricht für eine farbige Ausstattung in Kombination mit aufragenden Elementen. Auf der B 83 und B 169, auf denen keine aufragenden Elemente angebracht wurden, präferieren 13 % bzw. 7 % der Befragten die Variante der „Bischofsmützen“.

Die Anteile der Varianten „Schrägstrichgatter“ und

„doppelte Fahrstreifenbegrenzung“ sind auf allen Messstrecken niedriger als die der übrigen Varianten und werden insgesamt somit weniger als Trennung der Fahrtrichtungen bevorzugt.

Es ist weiterhin erkennbar, dass die Befragten die Fahrtrichtungstrennung am häufigsten bevorzugen, die sie gerade durchfahren haben.

Die Frage, die unabhängig von der gerade befahrenen Strecke beantwortet werden sollte, lässt im Ergebnis einen Einfluss der jeweiligen Messstrecken erkennen. Da aber die beiden Trennungsvarianten „doppelte Fahrstreifenbegrenzung“ und „Schraffur“ am wenigsten bevorzugt werden, stellen diese beiden Varianten offensichtlich für die Befragten keine ausreichende Möglichkeit der Trennung dar. Dabei muss auch der Aspekt der Gewohnheit und der Bekanntheit der Varianten berücksichtigt werden.

### Zusammenfassung

Durch die Verkehrsbefragungen zeigte sich eine hohe Akzeptanz der Maßnahmen auf allen Untersuchungsstrecken. Viele Kraftfahrer standen der Befragung sehr positiv gegenüber, weil sie nach Ihrer Meinung gefragt wurden und ihnen so das Gefühl gegeben wurde, einen Beitrag für eine sichere Straßengestaltung zu leisten.

Insgesamt ist der Mehrheit der Befragten ein Unterschied zu anderen Landstraßen, den sie in der „Betriebsform“, der „Fahrtrichtungstrennung“ und der „Verkehrsqualität“ sehen, aufgefallen. Die Mehrheit der Kraftfahrer fährt auf diesen Strecken

unbeeinflusst, hält das Überholverbot in den einstreifigen Bereichen für gerechtfertigt, empfindet die Länge der ein- und zweistreifigen Bereiche für „gerade richtig“ und spricht sich für eine häufigere Anwendung dieser Betriebsform aus.

Das Sicherheitsempfinden während eines Überholvorganges im zweistreifigen Bereich ist höher, („sicher bis eher sicher“) als das während des Fahrens im einstreifigen Bereich bei Gegenverkehr („sicher bis neutral“). Darüber hinaus geben immerhin 3,6 % aller Befragten (26 Personen) an, dass sie im einstreifigen Bereich überholt wurden. Dabei ist davon auszugehen, dass die Personen diese Frage auf Grund ihrer Erfahrungen beantworteten und nicht auf den Tag der Befragung bezogen.

Bei der Durchfahrt der Untersuchungsstrecken mit mehreren Gestaltungsvarianten (B 33/ B 67) erkannten ca. 30 % der befragten Kraftfahrer alle, und weitere 35 bzw. 40 % alle bis auf eine der aufgetragenen Gestaltungsvarianten.

Die Reihung der „als am sichersten“ empfundenen Fahrtrichtungstrennung ergab in Abhängigkeit von der Messstrecke, dass die Variante mit aufragenden Elementen (Bischofsmützen), auch in Kombination mit orangefarbiger Markierung sowie mit vergleichbaren Anteilen die farbige Fahrtrichtungstrennung als „am sichersten“ eingeschätzt wird.

Die Mehrheit aller Befragten bevorzugt als Trennung der Fahrtrichtungen eindeutig eine farbige Markierung sowie eine Kombination der orangefarbenen Markierung mit Bischofsmützen. Bischofsmützen ohne farbige Gestaltung werden weniger präferiert. Bekannte Elemente wie das Schrägstrichgatter und die herkömmliche doppelte Fahrstreifenbegrenzung werden nur von einer Minderheit als Fahrtrichtungstrennung bevorzugt.

Unabhängig von den bisherigen Ergebnissen soll an dieser Stelle noch darauf hingewiesen werden, dass keiner der Befragten bei den frei zu beantwortenden Fragen die profiliert Markierung nannte. Diese wurden auf der B 33 und B 169 zusätzlich eingesetzt. Möglicherweise ist das ein Hinweis darauf, dass diese Markierungen nicht Befahren und deshalb als solche nicht erkannt wurden. Darüber hinaus wurden die profilierten Markierungen auch nicht bei Frage 21 erwähnt, bei der die Befragten zusätzliche Anmerkungen zur Straßengestaltung geben konnten. Dies lässt vermuten, dass die auf den Untersuchungsstrecken vorhandenen Varianten als ausreichende Elemente zur Fahrtrichtungstrennungen angesehen werden.

### 5.3.2 Erfahrungen der obersten und mittleren Straßenbaubehörden

Wie in Abschnitt 4.4 beschrieben, wurden an die obersten und mittleren Straßenbaubehörden Fragebögen zu den Erfahrungen in Umgang und

Anwendung von Elementen zur Fahrtrichtung versandt und deren Antworten im Anschluss digitalisiert.

Insgesamt wurden 105 Fragebögen an die Behörden geschickt (vgl. Anhang 3). Der Rücklauf lag bei 52 Fragebögen, da nicht alle angeschriebenen Behörden einen RQ 15,5 in ihrem Zuständigkeitsbereich hatten. Darüber hinaus beantworteten einige Behörden (benachbarter Kreise) die Fragestellungen gemeinsam.

Für die Auswertung standen 175 Antworten zu den Systemen der Fahrtrichtungstrennung zur Verfügung. Dabei wurden am häufigsten Angaben zur einfachen und doppelten Fahrstreifenbegrenzungslinie gemacht.

Im Folgenden werden die Einschätzungen der Behörden, getrennt für jede bewertete Variante vorgestellt.

#### Einfache und doppelte Fahrstreifenbegrenzungslinie

Zu einfachen und doppelten Fahrstreifenbegrenzungslinien sind insgesamt 151 Antworten den Fragebögen zu entnehmen. In Tab. 5.77 sind die mittleren Preise und die durchschnittliche Lebensdauer angegeben.

Material	Fahrstreifenbegrenzungslinie N = 87				
	Plastik N= 50		Farbe	Aglomerate	profilierte Markierung
Ausführung	Heißplastik	Kaltplastik			
Anzahl	N = 28	N = 22			
Ø Preis [€/km]	2.821	1.830	350	2.029	3.100
Preis-spanne [€/km]	1.170 - 9.750	390 - 5.000	130 - 1.000	960 - 6.000	2.600 - 4.000
Lebensdauer [a]					
min Ø	5,5	4,1		3,5	4
max Ø	8,9	7,6		5,0	-
ges Ø	7,0	6,3	1,6	4,3	4,0

Material	Doppelte Fahrstreifenbegrenzungslinie N = 64				
	Plastik N= 38		Farbe	Aglomerate	profilierte Markierung
Ausführung	Heißplastik	Kaltplastik			
Anzahl	N = 25	N = 13	N = 2	N = 15	N = 3
Ø Preis [€/km]	5.704	3.708	540	3.566	3.850
Preis-spanne [€/km]	2.140 - 19.500	1.200 - 9.500	280 - 800	1.920 - 16.000	3.800 - 3.900
Lebensdauer [a]					
min Ø	5,5	4,0	-	4,3	-
max Ø	8,8	7,3	-	6,5	-
ges Ø	7,1	6,1	2,0	5,4	7,0

Tab. 5.77: Kosten [€/km] und Dauerhaftigkeit [a] einfache und doppelte Fahrstreifenbegrenzungslinie

Auf Regelquerschnitten RQ 15,5 wird eine doppelte Fahrstreifenbegrenzungslinie eingesetzt. Deshalb soll im Folgenden auf diese genauer eingegangen werden.

Die doppelte Fahrstreifenbegrenzungslinie kann als Heißplastik, Kaltplastik oder mit Farbe, Agglomeraten oder profiliert ausgeführt sein. Die höchste Lebensdauer hat im Durchschnitt mit rund sieben Jahren eine als Heißplastik hergestellte Markierung, die im Mittel 5.700 €/km kostet. Am günstigsten ist eine Ausführung der Markierung mit Farbe. Bei durchschnittlichen Kosten von 540 €/km

wird die Lebensdauer im Mittel auf zwei Jahre geschätzt. Dabei wurde mehrmals auf eine „regelmäßige Erneuerung“ zusätzlich hingewiesen.

Die Markierungen sind bei Arbeiten des Straßenbetriebsdienstes und insbesondere beim Winterdienst unproblematisch. Der Folgeverkehr kann auf Anweisung über die Markierungen hinweg Fahrzeuge des Betriebsdienstes umfahren.

Die Akzeptanz der Fahrtrichtungstrennung mit diesem System sei „überwiegend“ vorhanden. Bei der doppelten wird diese höher eingeschätzt als bei einfachen Fahrstreifenbegrenzungslinie.

### Bischofsmützen

In sechs Fragebögen wurden Angaben zu Bischofsmützen als Fahrtrichtungstrennung gemacht.

Durchschnittlich wurden Kosten vom 3.150 €/km angeben. Die Überfahrbarkeit bei Betriebsdienstarbeiten wurde mit „eingeschränkt“ und „schwierig“ beschrieben, da u.a. eine separate Baustellensicherung in den einstreifigen Bereichen notwendig ist.

Die Dauerhaftigkeit der Elemente ist bei einer Lebensdauer von zwei Jahren und ständiger Unterhaltung aufgrund herumliegender Teile der Bischofsmützen als gering einzuschätzen.

Die Akzeptanz des Überholverbotes durch die Abgrenzung durch Bischofsmützen wurde hoch und sehr gut bewertet.

### Farbfläche

Die Farbfläche als Fahrtrichtungstrennung wurde insgesamt nur in einem Fragebogen beschrieben. Dabei wurden Kosten vom ca. 25 bis 30 €/m<sup>2</sup> und eine Lebensdauer von 10 bis 15 Jahren angeben.

Die Überfahrbarkeit und die Eignung beim Straßenbetriebsdienst und insbesondere beim Winterdienst wurden mit „gut“ angegeben. Bei der Akzeptanz der Verkehrsteilnehmer wurde gering eingeschätzt, da es sich hierbei nur um ein „optisches Hindernis“ handele.

### Schrägstrichgatter

Zum Schrägstrichgatter waren insgesamt neun Angaben in den Fragebögen enthalten. Je nach Ausführung wurden unterschiedliche Preise und Lebensdauern angegeben. Die günstigste Ausführung ist die Gestaltung mit Farbe, am preisintensivsten und dauerhaftesten ist die Ausführung als Plastik.

Material	Schrägstrichgatter N = 9			
	Heißplastik	Farbe	Aglomerate	profilierter Markierung
Ausführung				
Anzahl	N = 4	N = 3	N = 1	N = 1
Ø Preis [€/km]	13.300	767	10.000	6.000
Preis-spanne [€/km]	5.000 - 20.000	500 - 1.020	-	-
Lebensdauer [a]				
min Ø	7	5	5	-
max Ø	10	10	-	6
ges Ø	8,0	5,0	5,0	6,0

Tab. 5.78: Kosten [€/km] und Dauerhaftigkeit [a] Schrägstrichgatter

Die Überfahrbarkeit und die Arbeiten des Straßenbetriebsdienstes sowie insbesondere der Winterdienst werden unproblematisch bewertet. Die Fahrerakzeptanz wurde unterschiedlich eingeschätzt. In zwei Fragebögen wurde angegeben, dass die Schrägstrichmarkierung teilweise ignoriert wird. In den übrigen sieben Fragebögen wurde von einer guten Akzeptanz berichtet.

### Längs- und Querswellen

Längsswellen wurden insgesamt sieben Mal bewertet. Sie kosten im Durchschnitt 41.650 €/km und haben eine mittlerer Lebensdauer von 12 Jahren. Zum Einsatz von Querswellen war insgesamt eine Einschätzung vorhanden. Hierbei wurden Kosten von 10.000 €/km und eine Lebensdauer von ca. 15 Jahren angegeben.

Beide Systeme sind bei Betriebsdiensteinsätzen nicht überfahrbar und bedürfen einer aufwendigen Sicherung. Im Winterdienst kommt es durch die Schmelze des Schnees, der auf dem Mittelstreifen liegenbleibt zu erneuter Eisbildung, wodurch ein erneutes Streuen und Räumen notwendig und die Verkehrssicherheit beeinträchtigt wird.

Die Akzeptanz seitens der Verkehrsteilnehmer ist sehr hoch.

Zusammenfassend zeigte die Befragung, dass neben der in den Richtlinien geforderten doppelten Fahrstreifenbegrenzung auch andere Systeme wie Bischofsmützen, Längs- und Querswellen und Schrägstrichgatter auf dem RQ 15,5 zum Einsatz kamen.

Positiv wurde bei den Elementen, die von der Fahrbahn aufragen, die Akzeptanz der Verkehrsteilnehmer bewertet. Negative Einflüsse haben diese Elemente jedoch auf den Straßenbetriebsdienst (z. B. Beseitigung der herumliegenden Teile, Absicherung) und insbesondere auch auf den Winterdienst (erhöhter Aufwand bei Schnee- und Eisbeseitigung).

Bei bekannten Markierungen, wie der doppelten Fahrstreifenbegrenzung oder einem Schrägstrichgatter, wurde die Akzeptanz gering eingeschätzt. Diese sind aber unproblematisch für den Straßenbetriebsdienst und auch insbesondere für den Winterdienst. In Abhängigkeit von deren Ausführ-

rung haben die Markierungen eine Dauerhaftigkeit von bis zu sieben Jahren.

Eine Aussage zu farbigen Flächen kann aufgrund einer Einschätzung nicht abgeleitet werden.

### 5.3.3 Einzelbefragung Straßenbehörden/Straßenmeistereien

Für alle Untersuchungsstrecken wurden die zuständigen Straßenbehörden und die Straßenmeistereien persönlich befragt. Dafür wurden die in Abschnitt 4.4 enthaltenen Fragestellungen verwendet.

Die Fragen bezogen sich dabei auf alle an den jeweiligen Untersuchungsstrecken getesteten Varianten, wobei nicht immer jede Variante eine Bemerkung der zuständigen Behörde oder Straßenmeisterei erhielt.

Nachfolgend werden die Einschätzungen der Personen, die an den Gesprächsrunden teilnahmen, getrennt für jede eingesetzte Variante der Fahrtrichtungstrennung zusammengefasst.

#### Variante 1: Schrägstrichgatter

Das Schrägstrichgatter wurde auf den Untersuchungsstrecken B 33 und B 67 als Trennung der Fahrtrichtungen eingesetzt.

#### Material und Kosten

Die Umgestaltung erfolgte auf beiden Strecken unterschiedlich. Auf der B 33 wurden die Fahrstreifenbegrenzungslinien (VZ 295) als Längsmarkierung (Typ II), in einer Breite von 0,12 m aus Kaltplastikmasse mit Profilen (Verkehrsklasse P 6, Überrollbarkeitsklasse T 2) hergestellt.

Die Fahrstreifenbegrenzungslinien auf der B 67 wurden im Untersuchungsabschnitt hingegen mit einer Agglomeratmarkierung ausgeführt.

Das Schrägstrichgatter besteht aus einzelnen Strichen, die auf beiden Strecken mit Hilfe einer Schablone zwischen die Fahrstreifenbegrenzungslinien markiert wurden. Der Abstand zwischen den einzelnen Strichen beträgt 6,00 m.

Auf der B 33 wurde eine reinweiße Farbmarkierung (Typ I, Verkehrsklasse P 6, Überrollbarkeitsklasse T 2) mit Agglomeraten und mit einer Schichtdicke von 0,4 - 1,0 mm aufgesprüht. Diese war jeweils 0,05 m von den Fahrstreifenbegrenzungslinien abgesetzt (vgl. Bild 5.40). Die Schrägstriche sind im Winkel von 45° (vgl. Abschnitt 4.6) markiert und 0,5 m breit bzw. 0,91 m lang. Diese 0,91 m werden als abrechenbare Länge veranschlagt.



**Bild 5.40: Ausführung Schrägstrichgatter Untersuchungsstrecke B 33**

Das Schrägstrichgatter auf der B 67 ist mit einer High Solid Farbe und groben Nachstreumittel als Typ II - Markierung (Verkehrsklasse P 6, Überrollbarkeitsklasse T 2) ausgeführt. Der Abstand zu den Fahrstreifenbegrenzungslinien beträgt jeweils 0,02 m (vgl. Bild 5.41).



**Bild 5.41: Ausführung Schrägstrichgatter Untersuchungsstrecke B 67**

Die Schrägstriche sind ebenfalls im Winkel von 45° (vgl. Abschnitt 4.6) markiert, auf dieser Untersuchungsstrecke sind sie 0,25 m breit bzw. 0,72 m lang und mindestens 0,6 mm dick. Die Länge vom 0,72 m wird für den Gesamtpreis angerechnet.

Tab. 5.79 zeigt die beschriebenen Markierungseigenschaften und Preise beider Untersuchungsstrecken. Sie sind dem jeweiligen Leistungsverzeichnis entnommen.

Insgesamt können auf einem Kilometer verkehrstechnischen Mittelstreifen 166 Striche markiert werden. In Abhängigkeit von der Strichlänge (0,91 bzw. 1,02 m) werden auf der B 33 ca. 151 m und auf der B 67 rund 169 m „schräg“ markiert. Insgesamt ergibt das einen Preis von 460,73 € auf B 33 bzw. 1.151,38 € auf der B 67. Der Preisunterschied ergibt sich aus hauptsächlich aus der Markierungsstoffart aber auch aufgrund der der Breiten und Längenunterschiede.

Wird die jeweilige Randmarkierung in die Gesamtkostenermittlung mit einbezogen, so kostet ein verkehrstechnischer Mittelstreifen mit Schrägstrichgatter auf der B 33 insgesamt 2.760,73 €/km und auf der B 67 insgesamt 2.251,38 €/km.

<b>Schrägstrichgatter</b>	<b>B 33</b>	<b>B 67</b>
Strichbreite [m]	0,5	0,25
Strichlänge [m]	0,91	1,02
Abstand zwischen den Strichen [m]	6,00	6,00
Abstand zwischen Fahrstreifenbegrenzung und Schrägstrich [m]	0,05	0,02
Strichdicke [mm]	0,4 - 1,0	min 0,6
Markierungstyp	Typ I	Typ II
Markierungstoffart:	Farbe reinweiß aufgesprüht mit Agglomeraten	High Solid Farbe mit groben Nachstreumitteln
Preis [€/m]	3,05	6,80
<b>Gesamtpreis</b>		
Anzahl Striche [St/1000m]	166	166
anrechenbare Strichlänge [m]	151,06	169,32
[€/km]	<b>460,73</b>	<b>1.151,38</b>
Randmarkierung "Profiliert" [€/m]	2,30	2,30
Randmarkierung "Agglomerat" [€/m]	1,10	1,10
	2.300,00	1.100,00
	1.100,00	2.300,00
Gesamtpreis "Profiliert" [€/km]	<b>2.760,73</b>	3.451,38
Gesamtpreis "Agglomerat" [€/km]	1.560,73	<b>2.251,38</b>

Tab. 5.79: Markierungspreise und Eigenschaften „Schrägstrichgatter“, B 33 und B 67

Wäre auf der B 33 statt der profilierten Markierung eine der Agglomeratmarkierung aufgebracht, so ergäbe sich, mit dem Preis für Agglomerate der B 67, ein Gesamtpreis von 1.560,73 € (Tab. 5.79, grau unterlegt)

#### Ausführung und Umsetzung

Nach den Angaben der befragten Behörden und Straßenmeistern gab es keine Probleme mit der Beschaffung der Farbe.

Auf der B 33 wurde die Markierung in der zweiten Jahreshälfte bei feuchter Witterung aufgebracht, demzufolge ist die Qualität der Markierung nicht als repräsentativ anzusehen.

Die Markierung wurde aus dem zweistreifigen Bereich heraus aufgebracht, sodass der Richtungsverkehr ungehindert fahren konnte. Dabei ist aber nach den Richtlinien für die Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen (RAS FGSV, 1995) geforderte Sicherheitsabstand (1,0 m) zwischen Baustellenpersonal und dem fließenden Verkehr meist nicht einzuhalten und deshalb eine aufwendigere Verkehrssicherung nötig.

#### Dauerhaftigkeit

Die Dauerhaftigkeit der Fahrstreifenbegrenzungslinien wurde von den Befragten der B 33 mit einer Haltbarkeit von 6-8 Jahren eingeschätzt.

Die Markierung des Schrägstrichgatters erfolgte auf der B 33, wie bereits oben beschrieben, bei schlechter Witterung. Eine Aussage zur Dauerhaftigkeit ist daher nicht repräsentativ. Die Markierung zeigt nach zwei Jahren deutliche Abnutzungsspuren. Erfahrungsgemäß halten die Farbmarkierungen ungefähr 5-6 Jahre, bevor sie ausbleichen. Bei der Anwendung von High Solid Farbe (B 67) kann nach Einschätzung der Befragten von einer Haltbarkeit von ungefähr zwei Jahren ausgegangen werden. Bild 5.42 zeigt den Zustand der Markierung nach 3,5 Jahren.



**Bild 5.42: Zustand der High Solid Farbe im Schrägstrichgatter, B 67**

#### Straßenbetriebsdienst / Verkehrssicherheit

Mit dieser Variante der Fahrtrichtungstrennung bestehen nach Angaben der Befragten keine Probleme während des Winterdienstes. Der Straßenabschnitt mit dem Schrägstrichgatter kann regulär wie andere Straßen vollständig geräumt werden.

Der Straßenbetriebsdienst kann seine Arbeiten ohne Einschränkung, wie auch auf anderen Straßen mit der Betriebsform 2+1 durchführen.

Es wurden im Zusammenhang mit dem Schrägstrichgatter während des Untersuchungszeitraums keine Probleme in der Verkehrssicherheit benannt.

#### Erneuter Einsatz der Variante

Die Frage, ob Behörden und Straßenmeistereien die Variante „Schrägstrichgatter“ wieder einsetzen würden, fielen die Antworten unterschiedlich aus. Auf der B 67 wird die Variante so nicht mehr zum Einsatz kommen, weil die Querstriche zu schmal sind und bei der Fahrt nicht ausreichend wahrgenommen werden. Die Abmessungen der Schrägstriche müssten breiter sein. Auf der B 33 ist ein erneuter Einsatz nicht ausgeschlossen, jedoch

wird bei dieser Variante im Gegensatz zu den Bischofsmützen von einem höheren Unfallrisiko ausgegangen. Zu begründen ist dies mit dem Unfallgeschehen, das vor der Anordnung der Bischofsmützen auf der Strecke vorhanden war.

#### Variante 2: Bischofsmütze

Die Variante „Bischofsmützen“ wurde auf den Untersuchungsstrecken B 33 und B 67 eingesetzt.

#### Material und Kosten

Auf den Untersuchungsstrecken kamen verschiedene Systeme zum Einsatz. Auf der B 67 wurde ein nach BASt geprüftes System (Prüfnummer 96 1Z 17.02/KE) in der Mitte der Fahrtrichtungstrennung verschraubt oder geklebt. Diese Bischofsmützen sind aus Kunststoff, weisen beidseitig Reflektoren auf und sind 0,28 m hoch und 0,12 m breit (vgl. Bild 5.43 (li)).



**Bild 5.43: Bischofsmütze B 67 (li) und B 33 (re)**

Die Bischofsmützen, die auf der Untersuchungsstrecke B 33 angebracht wurden, bestehen ebenfalls aus Kunststoff, werden im Asphalt verschraubt und sind 0,40 m hoch und 0,12 m breit. (vgl. Bild 5.43 (re)).

Die Angaben zu den Preisen, (inklusive Montage) sind Tab. 5.80 zu entnehmen. Diese sind aufgrund der beschriebenen unterschiedlichen Ausführung auch verschieden. Die größeren Bischofsmützen, die auf der B 33 eingesetzt wurden kosten insgesamt je Kilometer rund 4.200 € mehr, als das auf der B 67 eingesetzte System von Bischofsmützen.

<b>Bischofsmütze</b>	<b>B 33</b>	<b>B 67</b>
Abstand zwischen den Bischofsmützen [m]	6,00	6,00
Preis [€/Stk] verschraubt	60,00	34,60
Preis [€/Stk] geklebt	-	31,40
<b>Gesamtpreis (inklusive Montage)</b>		
Anzahl Bischofsmützen [Stk/1000m]	166	166
Preis [€/km] verschraubt	<b>9.960,00</b>	<b>5.743,60</b>
Preis [€/km] geklebt	-	<b>5.212,40</b>

**Tab. 5.80: Preise für „Bischofsmützen“ B 33 und B 67**

#### Ausführung und Umsetzung

Bei der Ausführung und Umsetzung sowie bei der

Verarbeitung und Beschaffung gab es keine Probleme. Auf der B 33 wurden die Bischofsmützen mit einem Zeitaufwand von rund 10 min pro Bischofs-

mütze in Zusammenarbeit zwischen Ausstatter und Mitarbeiter der Straßenmeisterei fest im Boden verschraubt. Auf der B 67 wurden die kleineren Bischofsmützen auf einem Abschnitt von ca. 600 m ebenfalls verschraubt, auf den übrigen 960 m geklebt. Diese Vorgehensweise wurde angewandt, um zu testen, welche Befestigungsart sich besser eignet. Auch hier wurde bei beiden Systemen von einem erhöhten Zeitaufwand berichtet, weil jede Bischofsmütze einzeln behandelt werden muss.

Die Montage der Bischofsmützen wurde auf der B 67, wie auch bei der Variante Schrägstrichgatter, aus dem zweistreifigen Bereich heraus bearbeitet. Dafür muss der Straßenraum mit einer Verkehrssicherung nach RSA (FGSV, 1995) versehen und die Geschwindigkeit reduziert werden.

### Dauerhaftigkeit

Der aus Tab. 5.80 ersichtliche Preisunterschied und die verschiedenen Maße der Systeme machen sich in der Dauerhaftigkeit bemerkbar.

Bei den Bischofsmützen auf der B 33 müssen pro Jahr ca. 80 bis 100 Reflektoren (welche am Fuß der Bischofsmütze befestigt sind) getauscht werden. Ein Reflektor kostet dabei rund 27,00 € (ohne Montage). Auf der B 33 wurden nach 1,5 Jahren an den Überholabschnitten (1 und 3), die mit dieser Variante der Fahrtrichtungstrennung (Gesamtlänge von 2.640 m) ausgestattet waren, insgesamt 38 Reflektoren ausgetauscht. Das entspricht ca. 10 Reflektoren je Kilometer und Jahr bzw. einem Anteil von ca. 2,3 % und zusätzliche Materialkosten von rund 270 €/km·a.

Auf der Untersuchungsstrecke B 67 wurde auf eine geringe Haltbarkeit von ein bis zwei Jahren unabhängig davon, ob das System verschraubt oder geklebt war, hingewiesen. Von insgesamt 260 angebrachten Bischofsmützen auf rund 1,6 km Untersuchungsstrecke waren nach 3,5 Jahren noch 74 vorhanden. Dies entspricht ca. 21 Bischofsmützen je Kilometer und Jahr bzw. einem Anteil von 8 % die erneuert werden müssen.

### Straßenbetriebsdienst

Bei Reparaturen von Schutzplankenschäden und beim Mähen der Bankette in den einstreifigen Bereichen wird der Verkehr von der B 33 in das nachgeordnete Netz umgeleitet, da eine Überleitung des Verkehrs in den zweistreifigen Bereich nicht möglich ist. Aus diesem Grund werden z. B. auch die Leitpfosten von Hand gewaschen, um eine Umleitung zu vermeiden. Auf der B 67 werden die Pfosten weiterhin maschinell gesäubert, wobei sich der Verkehr im einstreifigen Bereich aufstaut.

Ein weiteres Problem ist, dass sich Sand und anderer Dreck auf dem verkehrstechnischen Mittelstreifen sammelt, der in entsprechenden Abständen gereinigt werden muss.

Auf der B 33 liegen „gelegentlich“ Bischofsmützen auf der Fahrbahn, welche entfernt und erneuert werden müssen. Dieses Problem ist auf Grund der Maße und Beweglichkeit der Bischofsmützen auf der B 67 noch größer. Hier wird von einem „sehr wartungsanfälligen“ System gesprochen. Die Bischofsmützen werden abgefahren und bleiben im Verkehrsraum liegen. Ihre Beseitigung ist schwierig, weil für jeden Halt des Straßenmeisters eigentlich eine Sicherung notwendig wäre. Das wiederum ist aufwendig, und führt bei fehlender Sicherung zur Gefährdung der Straßenmeister. Bei den genagelten Bischofsmützen bleiben nach dem „Ausriss“ Schrauben in der Fahrbahn zurück (vgl. Bild 5.44). Im Falle eines Unfalles ist dies rechtlich problematisch. Daher müssen die abgerissenen Bischofsmützen immer sofort erneuert werden.



**Bild 5.44: Nägel nach Ausriss der Bischofsmützen, B 67**

Dieser Wechsel bzw. die Erneuerung der einzelnen Bischofsmützen ist schwierig, weil dies immer mit der Absperrung eines Fahrstreifens verbunden ist. Weiterhin liegen die abgefahrenen Bischofsmützen auf den Banketten und sind teilweise schwer zu erkennen. Das ist während der Mahd problematisch. Es kann dazu kommen, dass die Bischofsmützen herumfliegen bzw. die Maschinen beschädigt werden.

### Winterdienst

Bei den Erfahrungen während des Winterdienstes wurde von beiden Untersuchungsstrecken von „starken Problemen“ berichtet:

Der Winterdienst muss bei dieser Variante der Richtungstrennung richtungsweise streuen und räumen. Dabei bleibt der Schnee im Bereich des verkehrstechnischen Mittelstreifens liegen, weil eine Überfahrt nicht möglich ist bzw. die Bischofsmützen mit weggeschoben werden würden. Der liegengebliebene Schnee beginnt u. U. zu tauen, was dazu führen kann, dass Wasser auf die Fahrbahn läuft und wieder gefriert. Daraus entstehen zusätzliche Einsätze für den Winterdienst und damit auch zusätzliche Kosten.

## Verkehrssicherheit

Probleme bezüglich der Verkehrssicherheit sind auf der B 33 nicht bekannt. Im Falle eines Verkehrsunfalls wird der Verkehr grundsätzlich ins nachgeordnete Netz umgeleitet, da eine Überfahrt über die Leitschwellen mit Bischofsmützen nicht möglich ist. Es besteht jedoch ein erhöhtes Risiko für Glätteunfälle, da aufgrund der Schneeschmelze im verkehrstechnischen Mittelstreifen liegende gebliebener Schnee erneut auf der Fahrbahn gefrieren kann.

Auf der Untersuchungsstrecke B 67 werden die Bischofsmützen im Bezug auf die Verkehrssicherheit als problematisch eingeschätzt. Werden die Bischofsmützen abgefahren und bleiben im Verkehrsraum liegen, können diese zu „fliegenden Geschossen“ werden und Kraftfahrer in ihrer Fahrweise negativ beeinflussen (z. B. unvorhergesehene Lenkmanöver durch Erschrecken oder zur Vermeidung einer Beschädigung am Pkw). Im schlimmsten Fall könnte dieses Verhalten zum Unfall führen. Auch an der B67 wurde das erhöhte Risiko von Unfällen infolge erneuter Glättebildung im Winter erkannt.

### Erneuter Einsatz der Variante

Ein erneuter Einsatz kommt auf der Untersuchungsstrecke B 33 nur als Sonderlösung in Frage. Diese Variante sollte nur im Bereich von

Unfallhäufungen sowie im Bereich von Ein- und Ausfahrten z. B. an Parkplätzen zum Einsatz kommen.

Auf der B 67 wird aus den genannten Erfahrungen bezüglich des Straßenbetriebsdienste und insbesondere des Winterdienstes und der Verkehrssicherheit von einem erneuten Einsatz abgesehen.

### Variante 3: orangene Farbmarkierung

Die orangene Farbmarkierung wurde als Variante der Fahrtrichtungstrennung auf den Untersuchungsstrecken B 33 und B 67 in den verkehrstechnischen Mittelstreifen eingebracht.

#### Material und Kosten

Auf beiden Untersuchungsstrecken wurde eine Kaltplastik als Rollplastik der Limburger Lackfabrik GmbH im Farbton „RAL 2009“ verwendet. Diese wurde als Typ I - Markierung in Abstand von 0,05 m zur Fahrstreifenbegrenzungslinie eingebracht. Die Breite der Markierung beträgt 0,65 m, die Länge der Abschnitte ist unterschiedlich. Für eine Länge von 1.000 m, muss je Abschnitt eine Fläche von 650 m<sup>2</sup> markiert werden. Tab. 5.81 gibt den Gesamtpreis bei unterschiedlichen (aus dem Leistungsverzeichnis stammenden) Einzelpreisen je m<sup>2</sup> an. Darin sind die Fahrstreifenbegrenzungslinien nicht enthalten.

<b>orangene Farbmarkierung</b>	<b>B 33</b>	<b>B 67</b>
Markierungsstoffart	Kaltplastik als Rollplastik RP	Kaltplastik als Rollplastik RP
Farbton	RAL 2009	RAL 2009
Markierungstyp	Typ I	Typ I
Schichtdicke [mm]	2,00	1,50
Abstand zwischen Fahrstreifenbegrenzung und Farbe [m]	0,05	0,05
<b>Preis [€/m<sup>2</sup>]</b>	<b>19,95</b>	<b>17,65</b>
Länge Überholabschnitt [m]	1.000	1.000
Breite Farbmarkierung [m]	0,65	0,65
Fläche [m <sup>2</sup> ]	650,00	650,00
<b>Gesamtpreis [€]</b>	<b>12.967,50</b>	<b>11.472,50</b>

Tab. 5.81: Preise für „orangene Farbmarkierung“ B 33 und B 67

### Ausführung und Umsetzung

Aufgrund der geringen Erfahrungen im Umgang mit dem Markierungsmaterial war das Aufbringen der Markierung sehr zeitaufwendig. Der Aufwand bei der orangenen Markierung ist höher, weil diese ohne maschinelle Unterstützung von Hand geklebt und nachgedrückt werden muss, damit sich das Material mit dem Asphalt optimal verbindet. Die Arbeitsleistung für diese Art der Aufbringung betrug rund einen Kilometer pro Tag. Das liegt auch daran, dass der Zwischenraum zwischen Fahrstreifenbegrenzungslinie und Farbe abgeklebt

werden muss.

Die Verwendung eines anderen Materials wird als schwierig angesehen. Heißplastik würde nach Auffassung der Straßenbaubehörden bei dieser großflächigen Markierung zu reißen beginnen. Bei farbiger Markierung muss die Sprühmaschine intensiv gereinigt werden, bevor diese wieder für weiße Markierungen eingesetzt werden kann.

#### Dauerhaftigkeit

Zur Dauerhaftigkeit der Farbmarkierung liegen noch keine Erfahrungen vor (analog den in Kaltplastik ausgeführten Fahrstreifenbegrenzungslinien).

nien). Sie wird mit sechs bis acht (B 33) bzw. zehn Jahren (B 67) geschätzt. Die Markierungen an der Untersuchungsstrecke B 33 befinden sich nach zwei Wintern in einem gutem Zustand. Auf dem Überholabschnitt der B 67 wurden nach 3,5 Jahren Liegedauer bei der Farbmarkierung keine Abnutzungsspuren und so gut wie kein „Verblässen“ festgestellt.

#### **Straßenbetriebsdienst / Verkehrssicherheit**

Für den Straßenbetriebsdienst entstehen keine Einschränkungen. Der Verkehr kann im Bedarfsfall auf einen anderen Fahrstreifen übergeleitet werden.

Der Winterdienst als besonderer Teil des Straßenbetriebsdienstes kann die gesamte Fahrbahnfläche wie auf anderen Straßen mit der Betriebsform 2+1 beräumen.

Die orangene Markierung hat nach Angaben der Befragten keinen negativen Einfluss auf die Verkehrssicherheit.

#### **Erneuter Einsatz der Variante**

Auf der Untersuchungsstrecke B 33 wird ein erneuter Einsatz befürwortet. Die Farbe „Orange“ erinnert an „Rot“. Sie steht somit für ein Verbot und erweckt Aufmerksamkeit bei dem Verkehrsteilnehmer. Grün hingegen ist im Kreis Offenburg für die Markierung von Radwegen belegt.

Ein erneuter Einsatz auf der B 67 wird aus denselben Gründen wie auf der B 33 nicht grundsätzlich ausgeschlossen. Es wird jedoch befürchtet, dass durch den Einsatz zu vieler Rottöne im Straßenraum die Wahrnehmung der Verkehrszeichen in den Hintergrund treten könnte. Darüber hinaus besteht eine Verwechslungsgefahr mit einem Radweg durch Fahrradfahrer, da der Streckenabschnitt derzeit noch plangleich angeschlossen ist und eine Auffahrt der Radfahrer zwar verboten aber möglich ist. Aus diesem Gründen wird letztlich eine andere Farbmarkierung empfohlen.

#### **Variante 4: orangene Farbmarkierung in Kombination mit Bischofsmützen**

Auf der Untersuchungsstrecke B 33 wurden neben der Variante „Bischofsmützen“ und „orangene Farbmarkierung“ auch die Kombination von beiden erprobt. Die Erfahrungen mit dieser Variante setzen sich aus den jeweiligen Einzelerfahrungen zusammen, weshalb hier im Folgenden nur auf die Kosten hingewiesen werden soll.

#### **Material und Kosten**

Die Kosten für diese Variante ergeben sich nach Tab. 5.82 aus den Kosten für die Variante „Bischofsmützen“ und für die „orangene Farbmarkierung“.

<b>Bischofsmütze</b>	<b>B 33</b>
Abstand zwischen den Bischofsmützen [m]	6,00
Preis [€/Stk] verschraubt	60,00
Anzahl Bischofsmützen [Stk/1000m]	166
Preis [€/km] verschraubt	<b>9.960,00</b>
<b>orangene Farbmarkierung</b>	
Markierungsstoffart	Kaltplastik als Rollplastik RP
Farbton	RAL 2009
Markierungstyp	Typ I
Schichtdicke [mm]	2,00
Abstand zwischen Fahrstreifenbegrenzung und Farbe [m]	0,05
Preis [€/m <sup>2</sup> ]	<b>19,95</b>
Länge Überholabschnitt [m]	1.000
Breite Farbmarkierung [m]	0,65
Fläche [m <sup>2</sup> ]	650,00
Preis [€]	<b>12.967,50</b>
<b>Gesamtpreis [€/km]</b>	<b>22.927,50</b>

**Tab. 5.82: Preise „orangene Farbmarkierung“ in Kombination mit Bischofsmützen B 33**

Es ist jedoch ergänzend darauf hinzuweisen, dass im Falle einer Erneuerung der farbigen Markierung eine Demontage der Bischofsmützen erfolgen sollte. Dabei sind verbleibende Löcher im Asphalt dauerhaft wasserdicht zu verschließen.

#### **Variante 5: grüne Farbmarkierung**

Die Variante „grüne Farbmarkierung“ wurde auf den Untersuchungsstrecken B 83 und B 169 aufgebracht.

#### **Material und Kosten**

Die Einzelpreise je m<sup>2</sup> liegen zwischen 8,56 und 9,00 €. Auf einen Abschnitt vom einem Kilometer müsste bei einem ein Meter breiten verkehrstechnischen Mittelstreifen eine Fläche von 650 m<sup>2</sup> markiert werden. Das würde insgesamt 5.564 bzw. 5.850 € kosten. Der Preis der Fahrstreifenbegrenzungslinien ist nicht enthalten.

<b>grüne Farbmarkierung</b>	<b>B 83</b>	<b>B 169</b>
Markierungsstoffart	Kaltplastik T	Kaltplastik / Farbe
Farbton	RAL 6024	RAL 6024
Markierungstyp	Typ I	Typ I
Abstand zwischen Fahrstreifenbegrenzung und Farbe [m]	keiner	keiner
<b>Preis [€/m<sup>2</sup>]</b>	<b>8,56</b>	<b>9,00</b>
Länge Überholabschnitt [m]	1.000	1.000
Breite Farbmarkierung [m]	0,65	0,65
Fläche [m <sup>2</sup> ]	650,00	650,00
<b>Gesamtpreis [€]</b>	<b>5.564,00</b>	<b>5.850,00</b>

Tab. 5.83: Preise für „grüne Farbmarkierung“ B 83 und B 169

### Ausführung und Umsetzung

Auf der Untersuchungsstrecke B 83 wurden zuerst die grüne Farbmarkierung und anschließend die weißen Fahrstreifenbegrenzungslinien aufgebracht. Bei der Verarbeitung entstanden keine Probleme. Bei Neumarkierung soll immer so vorgegangen werden, dass die grüne Farbmarkierung zusammen mit der weißen erneuert wird.

Die Markierung auf der B 169 wurde im Herbst 2009 vor der Eröffnung der gesamten Ortumgehung aufgebracht. Begonnen wurde mit einer Kaltspritzplastik, die jedoch wegen der hohen Luftfeuchtigkeit verklumpte. Deshalb wurde dann auf eine Farbmarkierung umgestellt. Es wird aber davon ausgegangen dass die Markierung mit Kaltspritzplastik in dem nach ZTV m 02 vorgeschriebenen Zeitpunkten (1. April bis 31. Oktober) bei entsprechender Witterung problemlos möglich ist.

Die Farbe wurde von der Firma Silbernagel beschafft, die sich beim Farbhersteller informierte und selbst Eigenversuche durchführte, weil dieses Material selten abgefragt wird. Die Farbe wurde zwischen die bereits vorhandenen Fahrstreifenbegrenzungslinien gesprüht (Bild 5.45).



Bild 5.45: Umsetzung grüne Farbmarkierung Untersuchungsstrecke B 169

Bei vorhandener weißer Markierung im Abstand von 0,75 m fuhr die Markierungsmaschine zwei-

mal, und markierte zwei Breitstriche im Versatz (das Sprühmaß der Maschine ist im Raster der üblichen Markierung). Dabei wurden die Fahrstreifenbegrenzungslinien teilweise wieder mit grüner Farbe überdeckt. Das hat zur Folge, dass diese bei künftigen Markierungsarbeiten mit großem Aufwand abgeklebt werden müssten. Eine Markierung nacheinander (erst grün, dann weiß) ist nur sinnvoll, wenn beide Markierungen gleichmäßige Abnutzungserscheinungen zeigen. Darüber hinaus müssen im Bestand bei einer Verbreiterung der Richtungstrennungen von der doppelten Fahrstreifenbegrenzung auf z. B. 0,75 m verkehrstechnischen Mittelstreifen die alten Markierungen weggefräst werden.

Nach dem Aufbringen der grünen Farbmarkierung muss die Markierungsmaschine gründlich gesäubert werden, Restfarbe muss derzeit noch entsorgt werden, da keine Weiterverwendung besteht.

Von Glasperlen auf der grünen Farbmarkierung, zur Erhöhung der Nachtsichtbarkeit, wurde abgesehen. Es besteht die Möglichkeit, dass sie sich nicht richtig mit der Farbe verbinden. Wegen der fehlenden Erfahrungen dazu, ist auch eine vertragliche Vereinbarung von Gewährleistungsansprüchen schwierig.

### Dauerhaftigkeit

Die Haltbarkeit der Farbmarkierung wird für die Untersuchungsstrecke B 83 zwischen 3 und 4 Jahren angegeben. Dort würde die Markierung turnusmäßig zusammen mit den Fahrstreifenbegrenzungslinien erneuert werden.

Auf der B 169 geht man von einer Haltbarkeit zwischen 4 und 5 Jahren aus, da die Farbe bei Neubau zwei Mal aufgetragen werden müsse. Grund dafür sei, dass sich die Farbe beim ersten Auftragen wegen eventueller Bindemittel bzw. Asphaltabsonderungen nicht optimal mit dem Asphalt verbindet und fleckig werden würde. Es wird davon ausgegangen, dass eine Rollplastik eine bessere und länger haltbare Alternative darstellt, welche jedoch erst einmal getestet werden müsste.

### **Straßenbetriebsdienst / Verkehrssicherheit**

Für den Straßenbetriebsdienst entstünden keine zusätzlichen Probleme durch die neue Fahrtrichtungstrennung.

Bezüglich des Winterdienstes als besonderer Teil des Straßenbetriebsdienstes wurden keine Probleme festgestellt, der Querschnitt kann genauso komplett geräumt werden wie andere RQ 15,5.

Darüber hinaus hat das Streusalz keine Auswirkungen auf die farbige Fahrtrichtungstrennung.

Der Fahrtrichtungstrennung wird auf beiden Untersuchungsstrecken kein negativer Einfluss bezüglich der Verkehrssicherheit zugesprochen. Auf beiden Untersuchungsstrecken sind eher Wildunfälle ein Problem.

### **Erneuter Einsatz der Variante**

Die Verantwortlichen für die Untersuchungsstrecke B 83 würden diese Variante der Fahrtrichtungstrennung wieder einsetzen. Eine zügige Einführung des Regelwerkes wird begrüßt, damit weitere Strecken (auch aus Gründen der Einheitlichkeit) mit einem grünen verkehrstechnischen Mittelstreifen ausgestattet werden können.

Die grüne Markierung habe sich bewährt, es hätten sich dadurch keine Nachteile ergeben. Der Verkehrsraum bzw. die Fahrtrichtungen wären damit besser (klarer) gegliedert. Darüber hinaus hätte es sehr viele positive Rückmeldungen seitens der Bevölkerung gegeben.

Auch in Brandenburg ist ein erneuter Einsatz bereits geplant. Im Zuge des dreistreifigen Ausbaus der B 169 soll auch die bereits vorhandene Ortumgehung Senftenberg mit einem grünen verkehrstechnischen Mittelstreifen versehen werden. Derzeit sind auf dem Abschnitt der B 169 die Fahrtrichtungen nur durch zwei Fahrstreifenbegrenzungslinien im Abstand von 0,75 m getrennt. Hierbei sollen dann andere Technologien ausprobiert werden, die eine höhere Qualität haben und länger halten, damit weniger Eingriffe durch den Straßenbetrieb nötig sind.

Seitens der Verkehrsbehörde gibt es keine Bedenken, solange keine „belegten“ Farben (Gelb - Baustelle, Rot - Radweg) Verwendung finden.

Auch auf der B 169 habe sich die grüne Fahrtrichtungstrennung bewährt. Die Variante habe mit geringem Mitteleinsatz einen großen Effekt. Bei häufigerer Verwendung könnte z. B. auch über Rahmenverträge mit Markierungsfirmen günstigere Preise erzielt werden. Weiterhin trage die Markierung zur Wiedererkennbarkeit bei und habe kein negatives Image. Die Bevölkerung müsse nur über ihre Bedeutung unterrichtet werden. Die Markierung sorgte bei einigen Verkehrsteilnehmern für Verwirrung, weil sie durch die grüne Farbmarkierung an einen Autobahn-Mittelstreifen erinnert wurden und der Meinung waren, dass auf dieser

Strecke eine zulässige Höchstgeschwindigkeit von 120 km/h erlaubt sei.

### **Zusammenfassung**

Bei den Einzelgesprächen mit den Straßenbehörden und Straßenmeistereien wurde insgesamt eine hohe Akzeptanz für eine neue Gestaltung der Fahrtrichtungstrennung auf dem RQ 15,5 festgestellt.

Die Ergebnisse der Befragung lassen sich für die verschiedenen Varianten wie folgt zusammenfassen:

Die Fahrtrichtungstrennung mit einem Schrägstrichgatter hat folgende Vorteile:

- kostengünstig
- einfache Beschaffung und Ausführung
- unproblematisch für den Straßenbetriebsdienst und insbesondere für den Winterdienst sowie Verkehrssicherheit

Nachteilig ist die geringe Dauerhaftigkeit der Markierung.

Beim Einsatz von Bischofsmützen ist die einfache Beschaffung vorteilhaft.

Nachteilig sind:

- hohe Kosten
- Ausführung zeitaufwendig
- die geringe Dauerhaftigkeit (ständige Erneuerung)
- sehr problematisch für den Straßenbetriebsdienst und insbesondere für den Winterdienst
- sehr problematisch für die Verkehrssicherheit (vor allem im Winter)

Der Einsatz von farbiger Markierung hat folgende Vorteile:

- einfache Beschaffung
- hohe Dauerhaftigkeit (vor allem Ausführung als Kaltplastik)
- unproblematisch für den Straßenbetriebsdienst und insbesondere für den Winterdienst sowie für die Verkehrssicherheit

Nachteile sind:

- hohe Kosten
- Ausführung zeitaufwendig

Die Vor- und Nachteile bei einem Einsatz der Kombination „farbige Markierung und Bischofsmützen“ sind analog der o.g. Eigenschaften bei separater Verwendung von Bischofsmützen und farbiger Markierung.

Als wirtschaftlichste Lösung auf Grundlage dieser Befragung ist die Variante „Schrägstrichgatter“ zu nennen. Nachteilig hierbei ist jedoch die Dauerhaftigkeit.

Die Vorzugsvariante, die sich aus dieser Befragung ergibt, ist eine farbige Gestaltung der Fahrtrichtungstrennung. Diese Varianten wirken sich nicht negativ auf den Straßenbetriebsdienst und insbesondere auch nicht auf den Winterdienst aus. Es entstehen keine Nachteile für die Verkehrssicherheit. Die Kosten sind höher als bei der Variante „Schrägstrichgatter“, jedoch hat die farbige Gestaltung eine längere Haltbarkeit. Die Ausführung ist derzeit aufgrund der wenigen Erfahrungen noch etwas aufwendig. Darüber hinaus ist bei einer farbigen Gestaltung der nach dem Prinzip der RAL (FGSV, Entwurf 03/2008) geforderten Aspekt der Wiedererkennbarkeit gegeben.

Ein Einsatz von Bischofsmützen als Fahrtrichtungstrennung kann auf Grund der starken Probleme beim Straßenbetriebs- und Winterdienst sowie der negativen Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit nicht empfohlen werden. Darüber hinaus entstehen hierbei unkalkulierbare Mehrkosten durch die Erneuerung von abgefahrenen Reflektoren oder ganzen Systemen.

Eine Übersicht zu den geschilderten Erfahrungen jeder Variante enthält Anhang 7.

## 5.4 Unfallgeschehen

Die Unfalldaten liegen für jede Untersuchungsstrecke für einen Zeitraum von einem Jahr vor und nach der Umgestaltung vor. Bei Untersuchungsstrecken, bei denen eine Mit-/Ohne-Betrachtung vorgenommen wurde, wird der Referenzabschnitt für dasselbe Jahr vergleichsweise mit betrachtet.

Die Unfallzahlen aller Untersuchungsstrecken wurden von den zuständigen Polizeidienststellen übergeben. Allgemein war die Anzahl der Unfälle auf allen betrachteten Streckenabschnitten gering. Mit drei bis vier Unfällen je Unfallkategorie ist die Anzahl der Unfälle für den Betrachtungszeitraum eines Jahres so gering, dass keine Unfallkenngrößen abgeleitet werden.

Im Folgenden werden die Unfälle mit Personenschaden (Kategorie 1-3) und mit schwerem Sachschaden (Kategorie 4) sowie sonstige Sachschadensunfälle unter Einwirkung von Alkohol (Kategorie 6) tabellarisch dargestellt. Von einer Beschreibung der Unfälle mit leichtem Sachschaden (Kategorie 5) wird abgesehen. Die Mehrheit dieser Unfälle wird der Polizei nicht gemeldet.

### 5.4.1 B 33 - Baden-Württemberg

Zur Bewertung des Unfallgeschehens an der B 33 wurden die Unfalldaten der folgenden Zeiträume ausgewertet:

- Vorher- Zeitraum: 01. 04. 2008 bis 31. 03. 2009
- Verkehrsfreigabe nach der Umgestaltung: Juli 2010

- Nachher-Zeitraum: 01. 09.2010 bis 31. 08. 2011

Datengrundlage waren die von der Polizei übergebenen Kopien der Unfallberichte. Im Streckenabschnitt zwischen Gegenbach und Biberach waren folgende Maßnahmen im Vorher-/Nachher-Zustand markiert:

#### Überholabschnitt 1

- Vorher- Zustand: doppelte Fahrstreifenbegrenzung (B=0,50 m), Bischofsmützen
- Nachher-Zustand: doppelte Fahrstreifenbegrenzung (B=1,00 m), Bischofsmützen

#### Überholabschnitt 2:

- Vorher- Zustand: doppelte Fahrstreifenbegrenzung (B=0,50 m), Bischofsmützen,
- Nachher- Zustand: doppelte Fahrstreifenbegrenzung (B=1,00 m), Schrägstrichgatter

#### Überholabschnitt 3:

- Vorher- Zustand: doppelte Fahrstreifenbegrenzung (B=0,50 m), Bischofsmützen
- Nachher- Zustand: doppelte Fahrstreifenbegrenzung (B=1,00 m), orange Farbmarkierung in Kombination mit Bischofsmützen

Im Vorher- Zeitraum wurden auf Überholabschnitt 1-3 insgesamt vier Unfälle polizeilich erfasst. Zwei dieser Unfälle waren Unfälle der Kategorie fünf. Diese werden hier nicht weiter ausgewertet.

Bei den verbleibenden zwei Unfällen, welche den Kategorien 3 und 4 zugeordnet werden, handelt es sich um Unfälle des Typs 3 (einbiegen/kreuzen) die sich am Ende der Untersuchungsstrecke an der AS Biberach bei Tageslicht und trockenem Fahrbahnzustand ereignet haben. Auch diese Unfälle werden nicht näher betrachtet, da ein Einfluss der Fahrtrichtungstrennung ausgeschlossen werden kann.

Im Abschnitt zwischen der AS Biberach und Steinach wurden folgende Maßnahmen umgesetzt:

#### Überholabschnitt 4

- Vorher- Zustand: einbahnig zweistreifiger Querschnitt
- Nachher- Zustand: doppelte Fahrstreifenbegrenzung (B=1,00 m), orangene Farbmarkierung

#### Überholabschnitt 5

- Vorher- Zustand: einbahnig zweistreifiger Querschnitt
- Nachher- Zustand: doppelte Fahrstreifenbegrenzung (B=1,00 m), orangene Farbmarkierung

#### Überholabschnitt 6

- Vorher- Zustand: einbahnig zweistreifiger Querschnitt

- Nachher- Zustand: doppelte Fahrstreifenbegrenzung (B=1,00 m), Schrägstrichgatter

im Bestand vorhanden war und somit kein Vergleich mit der Maßnahme vorgenommen werden kann.

Für den Vorher- Zustand wurden keine Unfälle ausgewertet, da hier ein zweistreifiger Querschnitt

Nummer	1	2	3	4	5
Überholabschnitt	2	3	3	4	4
Variante der FRT	Schrägstrichgatter 1,00 m	Verkehrsorange, Bischofsmützen, 1,00 m	Verkehrsorange, Bischofsmützen 1,00 m	Verkehrsorange 1,00 m	Verkehrsorange 1,00 m
Netzknoten 1	7614 014	7614 014	7614 014	7614 014	7614 014
Netzknoten 2	7611 014	7618 464	7618 114	7608 912	7608 664
Fahrtrichtung 1	Richtung Offenburg	Richtung Steinach	Richtung Steinach	Richtung Offenburg	Richtung Offenburg
Fahrtrichtung 2	01 absteigend	01 aufsteigend	01 aufsteigend	01 absteigend	01 absteigend
	zw eistreifige Richtung	zw eistreifige Richtung	zw eistreifige Richtung	zw eistreifige Richtung	zw eistreifige Richtung
Station (km, m)	3+000	4+450	4+100	5+102	5+350
Jahr	2010	2010	2011	2010	2010
Monat	06. Nov	06. Dez	20. Jul	21. Sep	26. Okt
Wochentag	Samstag	Montag	Mittwoch	Dienstag	Dienstag
Uhrzeit	08:11	00:44	16:00	10:49	07:25
Lichtverhältnisse	Tageslicht	Dunkelheit	Tageslicht	Tageslicht	Dämmerung
Straßenzustand	trocken	w interglatt	nass/feucht	trocken	trocken
Getötete	0	1	0	0	0
Schwererletzte	0	1	0	0	1
Leichtverletzte	1	0	1	3	0
Anzahl Beteiligte	1	2	4	2	2
Unfallkategorie	3	1	3	3	2
Unfalltyp	1 (F)	1 (F)	7 (SO)	7 (SO)	6 (LV)
Unfallart	8	4	10	10	2

Tab. 5.84: U(P) und U(SS) an der B 33, Nachher-Zustand

Nummer	6	7	8	9	10
Überholabschnitt	4	4	5	5	6
Variante der FRT	Verkehrsorange 1,00 m	Verkehrsorange 1,00 m	Verkehrsorange 1,00 m	Verkehrsorange 1,00 m	Schrägstrichgatter 1,00 m
Netzknoten 1	7614 014	7614 014	7614 018	7614 018	7614 018
Netzknoten 2	7608 994	7609 019	7616 418	7615 318	7616 400
Fahrtrichtung 1	Richtung Offenburg	Richtung Offenburg	Richtung Steinach	Richtung Steinach	Richtung Steinach
Fahrtrichtung 2	01 absteigend	01 absteigend	01 aufsteigend	01 aufsteigend	01 aufsteigend
	zw eistreifige Richtung	zw eistreifige Richtung	einstreifige Richtung	zw eistreifige Richtung	einstreifige Richtung
Station (km, m)	5+020	4+995	2+400	0+300	2+000
Jahr	2011	2011	2011	2010	2010
Monat	04. Feb	06. Mai	11. Aug	30. Apr	18. Dez
Wochentag	Freitag	Freitag	Donnerstag	Freitag	Samstag
Uhrzeit	19:21	14:45	17:30	14:05	05:17
Lichtverhältnisse	Dunkelheit	Tageslicht	Tageslicht	Tageslicht	Dunkelheit
Straßenzustand	trocken	trocken	trocken	nass/feucht	nass/feucht
Getötete	0	1	0	0	0
Schwererletzte	0	0	0	1	0
Leichtverletzte	0	1	1	1	0
Anzahl Beteiligte	2	3	1	2	2
Unfallkategorie	4	1	3	2	4
Unfalltyp	6 (LV)	6 (LV)	1 (F)	6 (LV)	6 LV (Alk.)
Unfallart	3	3	8	2	2

Tab. 5.85: U(P) und U(SS) B 33, Nachher-Zustand

Im Nachher-Zustand ereigneten sich auf der gesamten Strecke zwischen Gengenbach und Steinach 10 Unfälle der Unfallkategorien 1 - 4 und 6. Alkohol als Unfallursache wurde bei einem Unfall (Unfall Nr. 10) festgestellt.

Mit 5 von 10 Unfällen ist der Unfall im Längsver-

kehr (Unfalltyp 6) der häufigste Unfalltyp. An zweiter Stelle stehen die Fahrnfälle (Unfalltyp 1) mit 3 Unfällen. Die verbleibenden zwei Unfälle entfallen auf den Unfalltyp 7, Sonstiger Unfall die durch herabfallende Ladung (Unfall Nr. 3, Abschnitt 3) und durch Wenden auf der Fahrbahn (Unfall Nr. 4, Abschnitt 4) ausgelöst wurden.

Zwei der drei Fahrurfälle kamen infolge Unachtsamkeit bei Tageslicht und trockener Fahrbahn zu Stande. In beiden Fällen kam das Fahrzeug nach rechts von der Fahrbahn ab. Es war jeweils nur ein Fahrzeug beteiligt.

Der dritte Fahrurfall (Nr. 2) ereignete bei Nacht. Das Fahrzeug kam infolge überhöhter Geschwindigkeit bei winterglatter Fahrbahn nach links von der Fahrbahn ab und kollidierte anschließend mit einem entgegenkommenden Fahrzeug. Es kam eine Person ums Leben.

Alle Unfälle im Längsverkehr wurden durch Fahrzeuge ausgelöst, die sich in gleicher Richtung bewegten. Bei den Unfällen Nr. 5, 9 und 10 handelt es sich um Unfälle der Unfallart 2, einem Unfall mit einem Fahrzeug, das vorausfährt oder wartet. In zwei Fällen (Unfall Nr. 6 und 7) ereignete sich der Unfall beim Nebeneinanderfahren. In beiden Fällen war das Fahrzeug auf dem rechten Fahrstreifen ein Lkw. Bei einem der beiden Unfälle kam das Fahrzeug infolge des Zusammenstoßes ins Schleudern und kollidierte anschließend auf der Gegenfahrbahn mit einem Lkw (Unfall Nr. 7). Bei dem Unfall kam eine Person ums Leben.

Im vierten Abschnitt (verkehrsorange) ereigneten sich insgesamt vier Unfälle; alle im zweistreifigen Abschnitt. Dies ist u. a. auf die Lage des Einfädelsstreifens des Knotenpunktes Biberach zurückzuführen, dessen Verflechtungsbereich in unmittelbarer Nähe zum Ende des Überholabschnittes angeordnet wurde.

Bei den beiden Unfällen, in denen der Unfallverursacher mit einem Fahrzeug im Gegenverkehr kollidiert (Unfall Nr. 2 und Unfall Nr. 7) ist, konnten unterschiedliche Ursachen ermittelt werden, die jedoch unabhängig von der Gestaltung des verkehrstechnischen Mittelstreifens zu den bereits dargestellten, schwerwiegenden Folgen geführt haben.

#### 5.4.2 B 67 - Nordrhein-Westfalen

Für die Untersuchungsstrecke B 67 liegen Unfalldaten für folgende Zeiträume vor:

- Vorher- Zeitraum:  
01.10.2007 bis 30.09.2008

- Verkehrsfreigabe nach der Umgestaltung:  
November 2008
- Nachher- Zeitraum:  
01.12.2008 bis 30.11.2009

Nach der Umgestaltung wurde eine Eingewöhnungszeit von einem Monat berücksichtigt.

#### Vorher- Zeitraum

Für den Vorher- Zeitraum wurden auf dem gesamten Streckenabschnitt insgesamt acht Unfälle polizeilich erfasst. Zwei davon waren Unfälle des Typs 3 (einbiegen/kreuzen) am Knotenpunkt am Ende der Untersuchungsstrecke. Weitere zwei waren Unfälle der Kategorie 5, welche aus genannten Gründen nicht betrachtet werden. Tab. 5.86 zeigt die übrigen vier Unfälle. Diese ereigneten sich bei Tageslicht und trockenen Fahrbahnzustand.

Auf Überholabschnitt 1 geschah in keiner der Fahrrichtungen ein Unfall.

Auf dem Überholabschnitt 2 kam es in Richtung Dülmen zu einem „sonstigen Unfall“ (Typ 7), der der Unfallart 0 „Unfall anderer Art“ zugeordnet wurde. Weitere Eintragungen wurden von der Polizei nicht vorgenommen. Der zweite Unfall auf diesem Überholabschnitt ist ein Unfall im Längsverkehr (Typ 6), bei dem drei Personen schwer verletzt wurden. Zur Beschreibung der Unfallumstände weist die Unfallart 4 auf einen Zusammenstoß mit einem entgegenkommenden Fahrzeug hin (vgl. Tab. 5.86).

Auf dem Überholabschnitt 3 ereignete sich in Fahrtrichtung Borken (einstreifige Richtung) ein Fahrurfall mit einem Leichtverletzten, bei dem als Unfallart 0 „Unfall anderer Art“ angegeben wurde. Der Stationierung nach ist dieser Unfall im Bereich der Anschlussstelle Borken (BAB 31) geschehen. In Fahrtrichtung Dülmen (zweistreifige Richtung) kam es zu einem Unfall im Längsverkehr (Typ 6) wobei niemand verletzt wurde sondern bei einem Zusammenstoß mit einen anfahrendem, anhaltendem oder ruhenden Fahrzeug lediglich schwerer Sachschaden (Kategorie 4) entstand. Dieser Unfall geschah kurz vor der dem teilplanfreien Knotenpunkt (AS Recken).

Nummer	1	2	3	4
Überholabschnitt	2	2	3	3
Variante der FRT	doppelte Fahrstreifenbegrenzung 1,00 m			
Netzknoten 1	4108018	4108018	4108018	4108018
Netzknoten 2	4108019	4108019	4108019	4108019
Fahrtrichtung 1	Richtung Dülmen	Richtung Dülmen	Richtung Borken	Richtung Dülmen
Fahrtrichtung 2	01 aufsteigend	01 aufsteigend	02 absteigend	01 aufsteigend
	einstreifige Richtung	einstreifige Richtung	einstreifige Richtung	zweistreifige Richtung
Station (km)	2+000	2+550	0+050	0+300
Jahr	2008	2008	2008	2008
Monat	04. Apr	30. Jun	23. Jun	19. Aug
Wochentag	Mittwoch	Montag	Montag	Freitag
Uhrzeit	11:10	16:48	13:34	16:20
Lichtverhältnisse	Tageslicht	Tageslicht	Tageslicht	Tageslicht
Straßenzustand	trocken	trocken	trocken	trocken
Getötete	0	0	0	0
Schwerverletzte	0	3	0	0
Leichtverletzte	1	0	1	0
Anzahl Beteiligte	2	2	1	2
Unfallkategorie	3	2	3	4
Unfalltyp	7 (SO)	6 (LV)	1 (F)	6 (LV)
Unfallart	0	4	0	1

Tab. 5.86: U(P) und U(SS) B 67, Vorher- Zustand

### Nachher-Zeitraum

Im Nachher-Zeitraum geschahen auf der Untersuchungsstrecke B 67 insgesamt fünf Unfälle der Kategorie 5. Die Polizei gab an, das bei jedem Unfall Wild oder andere Tiere auf der Fahrbahn liefen.

### 5.4.3 B 83 - Niedersachsen

Auf der Untersuchungsstrecke B 83 wird ein Mit/Ohne Vergleich vorgenommen. Unfalldaten liegen für den Referenzquerschnitt und für die neugebaute Ortsumgehung Wehrbergen für den Zeitraum vom 01.08.2009 bis 31.07.2010.

Auf dem gesamten Streckenabschnitt von der Anschlussstelle „Hessisch Oldendorf“ bis zum Knotenpunkt Abzweig „Wehrbergen“ geschahen insgesamt 35 Unfälle. Davon sind ein Unfall der Kategorie 6, 31 Unfälle der Kategorie 5 (davon 20 Wildunfälle) und drei Unfälle der Kategorie 3 zuzuordnen. Diese Unfälle mit insgesamt sechs leichtverletzten Personen ereigneten sich wie aus Tab. 5.87 ersichtlich auf dem Referenzquerschnitt bei Dunkelheit und nasser bzw. winterglatter Fahrbahn. Für die Angabe zur Unfallart liegen keine Daten vor.

Auf der neugebauten Ortsumgehung ereignete sich im Betrachtungszeitraum kein Unfall.

Nummer	1	2	3
Überholabschnitt	Referenz	Referenz	Referenz
Variante der FRT	doppelte Fahrstreifenbegrenzung	doppelte Fahrstreifenbegrenzung	doppelte Fahrstreifenbegrenzung
Netzknoten 1	3821042	3821042	3821042
Netzknoten 2	3821047	3821047	3821047
Fahrtrichtung 1	-	-	-
Fahrtrichtung 2	-	-	-
Station (km)	-	-	-
Jahr	2009	2010	2010
Monat	17. Aug	29. Jan	04. Feb
Wochentag	Montag	Freitag	Donnerstag
Uhrzeit	22:40	18:05	06:45
Lichtverhältnisse	Dunkelheit	Dunkelheit	Dunkelheit
Straßenzustand	nass	winterglatt	nass
Getötete	0	0	0
Schwerverletzte	0	0	0
Leichtverletzte	1	3	2
Beteiligte 01	SOF	Pkw	Pkw
Beteiligte 02	Pkw	Pkw	Pkw
Beteiligte 03	-	-	-
Anzahl Beteiligte	2	2	2
Unfallkategorie	3	3	3
Unfalltyp	6 (LV)	6 (LV)	6 (LV)
Unfallart	-	-	-

Tab. 5.87: U(P) und U(SS) B 83 Referenzabschnitt

### 5.4.4 B 169 - Brandenburg

Die Unfalldaten für die Untersuchungsstrecke B 169 liegen für folgende Zeiträume vor:

- Vorher- Zeitraum:  
01.10.2008 bis 30.09.2009
- Verkehrsfreigabe nach der Umgestaltung:  
Dezember 2009
- Nachher- Zeitraum:  
01.01.2010 bis 31.12. 2010

### Vorher- Zeitraum

Im Vorher- Zeitraum ereigneten sich insgesamt 45 Unfälle. Die Mehrheit dieser Unfälle (35) sind Unfälle der der Kategorie 5. 22 der 35 Unfälle wurden dem Unfalltyp 7, von denen 17 wiederum Wildunfälle waren, zugeordnet.

Kategorie	Anzahl	Typ						
		1 (F)	2 (AB)	3 (EK)	4 (ÜS)	5 (RV)	6 (LV)	7 (SO)
1	0	-	-	-	-	-	-	-
2	2	1	1	-	-	-	-	-
3	4	-	1	-	-	-	3	-
4	3	2	-	-	-	-	1	-
5	35	3	1	-	-	1	8	22
6	1	1	-	-	-	-	-	-
<b>Summe</b>	<b>45</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>12</b>	<b>22</b>

**Bild 5.46: Unfälle nach Kategorie, B 169 (Vorher-Zustand)**

In dem betrachteten Abschnitt kam es weiterhin zu einem Unfall, der unter Einwirkung von Alkohol (Kategorie 6) geschah. Für die Untersuchung sind somit noch neun Unfälle der Kategorien 2-4 zu betrachten. Unfälle die dem Typ 2, (Abbiege-Unfall) zugeordnet wurden und der Stationierung nach am Knotenpunkt (das betrifft zwei Unfälle im Längsverkehr Kategorie 3 oder außerhalb der Untersuchungsabschnitte geschahen (das betrifft den Unfall im Längsverkehr Kategorie 4) werden

ebenfalls nicht in die Untersuchung mit einbezogen. Somit zeigt Tab. 5.88, die vier für die Untersuchung relevanten Unfälle.

Auf Überholabschnitt 1 geschah ein Unfall im Längsverkehr bei Tageslicht und trockenem Fahrbahnzustand, der der Kategorie 3 zugeordnet wurde. Bei einem Zusammenstoß mit einem vorausfahrenden oder wartenden Fahrzeug (Unfallart 2) wurde eine Person leicht verletzt. Der zweite Unfall im ersten Überholabschnitt ist der Kategorie 4 „schwerer Sachschaden“ zugeordnet, wobei die beteiligten Pkw nach rechts von der Fahrbahn abkamen (Unfallart 8) und mit der Schutzplanke kollidierten.

Auf dem Zweiten Überholabschnitt geschah ein Unfall der Kategorie 2. Bei diesem Fahrnfall wurden bei Dunkelheit und winterglatter Fahrbahn eine Person schwer und zwei Personen leicht verletzt. Als Unfallart wurde von der Polizei Nummer 4 „Zusammenstoß mit einem entgegenkommendem Fahrzeug“ angegeben. Der zweite Unfall im zweiten Überholabschnitt ist ein Unfall mit schweren Sachschaden (Kategorie 4). Wie schon bei Überholabschnitt 1 kamen die beteiligten Pkw nach rechts von der Fahrbahn ab (Unfallart 8) und kollidierten mit der Schutzplanke.

Nummer	1	2	3	4
<b>Überholabschnitt</b>	1	1	2	2
<b>Variante der FRT</b>	doppelte Fahrstreifenbegrenzung 0,70 m			
<b>Netzknoten 1</b>	4351003	4351003	4351003	4351003
<b>Netzknoten 2</b>	4351031	4351031	4351031	4351031
<b>Fahrtrichtung 1</b>	Richtung Cottbus	Richtung Senftenberg	Richtung Cottbus	Richtung Senftenberg
<b>Fahrtrichtung 2</b>	02 absteigend	02 absteigend	02 absteigend	01 aufsteigend
	einstreifige Richtung	zweistreifige Richtung	zweistreifige Richtung	einstreifige Richtung
<b>Station (km)</b>	1+432	1+200	2+800	2+029
<b>Jahr</b>	2009	2009	2009	2009
<b>Monat</b>	28. Jan	24. Mrz	24. Mrz	19. Sep
<b>Wochentag</b>	Mittwoch	Dienstag	Dienstag	Donnerstag
<b>Uhrzeit</b>	09:15	10:40	18:31	09:00
<b>Lichtverhältnisse</b>	Tageslicht	Dunkelheit	Dunkelheit	Tageslicht
<b>Straßenzustand</b>	trocken	winterglatt	winterglatt	trocken
<b>Getötete</b>	0	0	0	0
<b>Schwerverletzte</b>	0	0	1	0
<b>Leichtverletzte</b>	1	0	2	0
<b>Beteiligte 01</b>	Pkw	Pkw	Pkw	Pkw
<b>Beteiligte 02</b>	Pkw	Pkw	Pkw	-
<b>Beteiligte 03</b>		-	-	-
<b>Anzahl Beteiligte</b>	2	1	3	1
<b>Unfallkategorie</b>	3	4	2	4
<b>Unfalltyp</b>	6 (LV)	1 (F)	1 (F)	1 (F)
<b>Unfallart</b>	2	8	4	8

**Tab. 5.88: U(P) und U(SS) B 169, Vorher- Zustand**

### Nachher-Zeitraum

Aus den übergebenen Daten für den Nachher-Zeitraum konnten lediglich zwei Unfälle den Überholabschnitten zugeordnet werden. Dabei handelt

es sich um einen Fahrnfall der Kategorie 2 (Unfallart 8) und einen sonstigen Unfall der Kategorie 4 (Unfallart 0). Beide Unfälle geschahen bei Dunkelheit auf winterglatter Fahrbahn (vgl. Tab. 5.89).

Nummer	1	2
Überholabschnitt	1	1
Variante der FRT	verkehrsgrün	verkehrsgrün
Netzknoten 1	4351003	4351003
Netzknoten 2	4351031	4351031
Fahrtrichtung 1	Richtung Senftenberg	Richtung Senftenberg
Fahrtrichtung 2	01 aufsteigend	01 aufsteigend
	zweistreifiger Bereich	zweistreifiger Bereich
Station (km)	1+472	0+650
Jahr	2010	2010
Monat	15. Dez	09. Dez
Wochentag	Mittwoch	Donnerstag
Uhrzeit	17:20	19:45
Lichtverhältnisse	Dunkelheit	Dunkelheit
Straßenzustand	winterglatt	winterglatt
Getötete	0	0
Schwerverletzte	1	0
Leichtverletzte	0	0
Beteiligte 01	Pkw	Pkw
Beteiligte 02		-
Beteiligte 03	-	-
Anzahl Beteiligte	1	1
Unfallkategorie	2	4
Unfalltyp	1 (F)	7 (S)
Unfallart	8	0

Tab. 5.89: U(P) und U(SS) B 169, Nachher-Zustand

#### 5.4.5 Zusammenfassung

Die Anzahl der Unfälle ist auf allen Untersuchungstrecken sehr gering. Die wenigen Unfälle, die in die Untersuchung auf Grund ihrer Kategorie einfließen, sind ausgewertet, aber nicht auf die Gestaltung oder die Geometrie der Untersuchungstrecken zurückzuführen. Mit den vorliegenden Unfalldaten konnte kein Einfluss der Fahrtrichtungstrennung auf das Unfallgeschehen nachgewiesen werden.

## 6 Schlussfolgerungen und Empfehlungen für die Umsetzung in das Regelwerk

Als Ergebnis der Untersuchung können folgende Schlussfolgerungen und Empfehlungen abgeleitet werden:

Die Gestaltung der Fahrtrichtungstrennung hat offensichtlich keinen Einfluss auf das Geschwindigkeitsverhalten frei fahrender Pkw und Lkw im einstreifigen Bereich des 2+1 Querschnitts.

Das Spurverhalten bleibt durch die Gestaltung der Fahrtrichtungstrennung größtenteils unverändert. Nur bei einer Anordnung von der Fahrbahn aufragender Elemente stellt sich ein größerer Abstand zu Fahrtrichtungstrennung ein.

Den Fahrstreifenbegrenzung oder die Fahrtrichtungstrennung befahren nur sehr wenige Fahrzeuge.

Ein Zusammenhang zwischen dem Abstand zur Fahrtrichtungstrennung und der Breite des Verkehrsstechnischen Mittelstreifen wurde nicht ermittelt.

Es konnte auch kein Einfluss auf regelwidrige Überholungen festgestellt werden, da diese vorher und nachher nur sehr selten auftraten.

Ein Einfluss auf das Unfallgeschehen konnte nicht ermittelt werden. Die Unfalldaten lagen für jede Untersuchungsstrecke für einen Zeitraum von einem Jahr vor und nach der Umgestaltung vor. Mit drei bis vier Unfällen je Kategorie war die Anzahl der maßgebenden Unfälle so gering, dass keine Unfallkenngrößen abgeleitet werden konnten.

Die Akzeptanz gegenüber den Maßnahmen ist hoch. Die Mehrheit aller Befragten Verkehrsteilnehmer bevorzugt als Trennung der Fahrtrichtungen eindeutig eine farbige Markierung sowie eine Kombination der orangefarbenen Markierung mit Bischofsmützen. Bischofsmützen ohne farbige Gestaltung werden weniger präferiert. Bekannte Elemente wie das Schrägstrichgatter und die herkömmliche doppelte Fahrstreifenbegrenzung werden nur von einer Minderheit als Fahrtrichtungstrennung bevorzugt.

Nach den Erfahrungen der Straßenbau- und Verkehrsbehörden ist die Fahrtrichtungstrennung mit dem Schrägstrichgatter die wirtschaftlichste Variante. Nicht empfohlen werden Bischofsmützen, da diese einen negativen Einfluss auf die Arbeiten des Straßenbetriebsdienstes und insbesondere des Winterdienstes sowie auf die Verkehrssicherheit haben können. Darüber hinaus entstehen schwer kalkulierbare Folgekosten. Für einen erneuten Einsatz (unabhängig vom Forschungsprojekt) wird eine farbige Variante der Fahrtrichtungstrennung

bevorzugt, da diese auffällig im Straßenraum für eine bessere Abgrenzung zum Gegenverkehr beiträgt und aufgrund ihrer Haltbarkeit weniger wartungsanfällig ist.

Deshalb wird für die Gestaltung der Fahrtrichtungstrennung eine farbige Variante empfohlen.

Diese fördern im Sinne des Prinzips der RAL (FGSV, Entwurf 03/2008) die Wiedererkennbarkeit der Entwurfsklasse EKL 1, stoßen auf große Akzeptanz seitens der Kraftfahrer und der Straßenbau- und Verkehrsbehörden und haben eine lange Haltbarkeit. Es ist auch davon auszugehen, dass die Kosten der im Rahmen des Projektes aufgetragenen farbigen Flächen bei einer breiten Anwendung im Zuge von Umgestaltungsmaßnahmen geringer werden.

Bezüglich der Farbwahl sollten keine „belegten“ Farben ausgewählt werden, die bereits mit einer Bedeutung in Verbindung gebracht werden (z.B. Gelb = Baustelle, Rot = Radweg).

Von Seiten der Straßenverwaltungen wurde mehrfach geäußert, dass bei der Farbe „Verkehrsrorange“ eine höhere Verwechslungsgefahr mit dem für Radwege verwendeten „Rot“ besteht. Insofern wird als Vorzugsvariante die Farbe RAL 6024 „Verkehrsgrün“ empfohlen.

Einschränkend ist hier darauf zu verweisen, dass als Besonderheit die Radwege in Baden-Württemberg mit dieser Farbe markiert werden.

## 7 Zusammenfassung

### Ausgangslage und Zielsetzung

Die Neufassung des deutschen Regelwerkes für den Entwurf von Landstraßen (RAL) verfolgt das Ziel, deutlich unterscheidbare und wieder erkennbare Straßentypen zu schaffen. Damit sollen Fahrräume gestaltet werden, die dem Kraftfahrer bereits intuitiv die Bedeutung der Straße im Netz erkennen lassen. Der Kraftfahrer soll dadurch in Abhängigkeit vom Entwurfsstandard sein Fahrverhalten entsprechend anpassen.

Hintergrund der Überarbeitung des Regelwerks ist hauptsächlich die Erhöhung der Verkehrssicherheit. Dafür verabschiedete die Europäische Kommission im Jahre 2009 ein EU Weißbuch. Ziel dessen ist es in den kommenden zehn Jahren die Anzahl der Verkehrstoten europaweit zu reduzieren. Im Jahr 2009 gab es europaweit noch 35.000 Verkehrstote, das sind 36 % weniger als im Jahr 2001. In Deutschland ist die Zahl der Verkehrstoten um rund 40 Prozent zurückgegangen.

Für Landstraßen sehen die RAL künftig vier verschiedene Entwurfsklassen (EKL 1 bis 4) vor. Straßen verschiedener Entwurfsklassen sollen sich deutlich voneinander unterscheiden. Das Konzept wieder erkennbarer Straßen (international häufig „selbsterklärend“ bezeichnet), kann nur erreicht werden, wenn die geometrische Gestaltung mit einer eindeutigen Markierung und Beschilderung einher geht. Eine deutliche Beeinflussung des Fahr- und Überholverhaltens allein aus der Streckengeometrie, ist bei realistischer Betrachtung wegen der baulichen Zwänge nur selten möglich.

Die Gewährleistung sicherer Überholvorgänge nimmt in den RAL einen besonderen Stellenwert ein, da hier besonders schwere Unfälle in der Vergangenheit geschahen. Neue Anforderungen an Überholmöglichkeiten, die sich vor allem in den neuen Regelquerschnitten niederschlagen, ermöglichen das Überholen vollständig, alternierend abschnittsweise oder gar nicht.

Dazu müssen Gegenverkehrsströme sicher und wirksam voneinander getrennt werden und dem Kraftfahrer signalisiert werden, auf welche Art das Überholen erlaubt ist. Neben den verschiedenen Querschnitten können dafür auch unterschiedliche Fahrbahnmarkierungen, die nicht zuletzt zur Wiedererkennbarkeit der Straße beitragen sollen eingesetzt werden.

Gemäß den RAL (FGSV, ENTWURF, 03/2012) ist für Straßen der Entwurfsklasse EKL 1 der Regelquerschnitt RQ 15,5 vorgesehen, der die Fahrrichtungen mit einem Verkehrstechnischen Mittelstreifen mit einer Breite von 1,0 m trennt. Die Ausbildung des verkehrstechnischen Mittelstreifens kann z. B. aus zwei profilierten Fahrstreifenbegren-

zungslinien bestehen, deren Zwischenraum farbig oder mit einer Schraffur ausgebildet werden kann. Alternativ ist die Anordnung aufragender Elemente (z. B. Sichtzeichen (Bischofsmützen), Leitschwellen, Markierungsknöpfe u.ä.) möglich.

Ziel des Projektes war es, auf der Grundlage von Kenntnissen über die Wirkung, Akzeptanz, und Kosten zusätzlicher Elemente zur Fahrtrichtungstrennung und Querschnittsmarkierung eine geeignete und dauerhafte Form zur Kennzeichnung durchgängiger Überholverbote zu ermitteln und zu empfehlen.

Dazu wurden nationale und internationale Erfahrungen in Bezug auf Wirksamkeit, Akzeptanz und Sicherheit bereits realisierter Gestaltungsvarianten von Fahrtrichtungstrennungen analysiert, eigene Trennstreifentypen erarbeitet und hinsichtlich des Fahrverhaltens und der Akzeptanz erprobt. In die Bewertung sollen Erfahrungen aus den Straßenbauverwaltungen bzgl. Wirtschaftlichkeit und Betriebsfreundlichkeit einfließen.

### Untersuchungsmethodik

Die vorliegende Arbeit untersuchte den Einfluss verschiedener Varianten der Fahrtrichtungstrennung auf das Geschwindigkeits- und Spurverhalten sowie auf die Verkehrssicherheit. Darüber hinaus wurden die Vorteile und Nachteile verschiedener Varianten verglichen und die Akzeptanz der Kraftfahrer sowie der Straßenbauverwaltung zu diesen neuen Elementen ermittelt.

Dazu wurden vier dreistreifige Untersuchungstrecken in den Bundesländern Baden-Württemberg, Brandenburg, Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen mit verschiedenen Elementen der Fahrtrichtungstrennung ausgestattet.

Im Vorher-Zustand variierten die Varianten der Fahrtrichtungstrennungen. Dabei waren für einen Mit/Ohne-Vergleich die doppelte Fahrstreifenbegrenzung und für Vorher-/Nachher-Vergleiche verkehrstechnischen Mittelstreifen mit einer Breite von 0,75 m und 1,00 m umgesetzt. Auf den Untersuchungstrecken wurden insgesamt fünf verschiedene Elemente angeordnet (Schrägstrichgatter, orangene Markierung, grüne Markierung, Bischofsmützen, Bischofsmützen in Kombination mit Farbe). Die Breite des verkehrstechnischen Mittelstreifens betrug im Nachher-Zustand bei der Variante mit der grünen Farbmarkierung 0,75 m bei allen anderen Varianten 1,00 m.

Die Erhebung des Geschwindigkeits- und Spurverhaltens erfolgte mit dem Laserscanner vom Typ SICK LMS 200. In dieser Untersuchung wurden zwei Standorte in die Betrachtung einbezogen. Diese befanden sich in der Mitte des einstreifigen Abschnitts und jeweils am Beginn des kritischen Wechsels (beide Fahrrichtungen). Durch die Lasermessungen in der Mitte des Querschnitts kann der Abstand der Fahrzeuge zum verkehrstechnischen Mittelstreifen ermittelt werden.

technischen Mittelstreifen sowie deren Geschwindigkeit analysiert werden.

Die Geschwindigkeitsergebnisse der Lasermessung streuen sehr breit. Aus diesem Grund wurden in einer zweiten Nachher-Messung die Geschwindigkeiten mit einem Radarsystem erhoben.

Für die Untersuchung der regelwidrigen Überholungen wurden Videobeobachtungen durchgeführt. Die Kameras wurden dabei so aufgestellt, dass sie von den Verkehrsteilnehmern nicht wahrgenommen werden konnten. Somit konnte ein Einfluss auf das (verkehrswidrige) Verhalten ausgeschlossen werden. Die Messungen erfolgten über einen längeren Zeitraum (max. 4 h je Position) und wurden manuell ausgewertet.

Auf allen Strecken wurden zwei Jahre nach der Umgestaltung der Fahrtrichtungstrennung Verkehrsteilnehmerbefragungen durchgeführt. Dabei wurden je Fahrtrichtung jeweils direkt vor Ort nach der Durchfahrt der Untersuchungsstrecke 120 Kraftfahrer zur Wahrnehmung und zum Sicherheitsempfinden befragt.

Die Auswirkungen der Varianten der Fahrtrichtungstrennung auf die Verkehrssicherheit wurden auf der Grundlage einer Unfallanalyse bewertet. Für alle Untersuchungsstrecken wurden die Unfalldaten der zurückliegenden Jahre sowie die Unfalldaten ein Jahr nach der Umgestaltung der Maßnahme erhoben.

Weiterhin wurden parallel zur Umsetzung der Maßnahmen Mitarbeiter der obersten und mittleren Straßenbauverwaltungen und des Straßenbetriebsdienstes zu ihren Erfahrungen mit Varianten der Fahrtrichtungstrennung befragt. Der dazu versendete Fragebogen enthält Fotos von verschiedenen Systemen zur Fahrtrichtungstrennung. Die Behörden sollten sich zu den Punkten Material/Ausführung, Kosten, Lebensdauer, Überholmöglichkeit (bei Betriebsdienstarbeiten), Winterdienst und Fahrerakzeptanz äußern.

Neben der Befragung der obersten und mittleren Straßenbauverwaltungen wurden auch Einzelgespräche mit den Personen durchgeführt, die für die Umgestaltung der Strecke verantwortlich waren. In der Befragung sollten Fragen zu den Kosten der Umgestaltung, zu Problemen bei der Ausführung bzw. Umsetzung, zum Material und zur Dauerhaftigkeit der Markierungen, zu Erfahrungen im Winter, zu Problemen beim Straßenbetriebsdienst und mit der Verkehrssicherheit, zur Bewährung der Fahrtrichtungstrennung und zu einem erneuten Einsatz und alternative Systemen beantwortet werden.

## Untersuchungsergebnisse

### Geschwindigkeitsverhalten

Die Analyse des Geschwindigkeitsverhaltens auf

den verschiedenen Untersuchungsstrecken zeigt in Abhängigkeit von der Fahrzeugklasse und des Messsystems unterschiedliche Ergebnisse.

Die Geschwindigkeitswerte mit dem Laserscanner streuen sehr breit. Nur in wenigen Fällen liegen sie im Bereich der auch aus der Literatur bekannten, hohen Geschwindigkeiten ( $V_{85} > V_{zul}$ ). Sehr häufig lagen die gemessenen Geschwindigkeiten aber auch im Bereich der zulässigen Höchstgeschwindigkeit.

Davon abweichend haben die Nachher-Messungen mit dem Seitenradar an den gleichen Messquerschnitten sehr viel höhere Geschwindigkeiten ergeben. An diesen Messquerschnitten ist davon auszugehen, dass der Laserscanner als Messgerät trotz der Tarnung von den Pkw-Fahrern erkannt wurde und das Geschwindigkeitsverhalten beeinflusst hat. Die Ergebnisse der Vorher-/Nachher-Messungen mit dem Laserscanner für Pkw zeigen Unterschiede zwischen den einzelnen Maßnahmen. Bei der „verkehrsgrün“ markierten Fahrtrichtungstrennung wurden auf den zwei verschiedenen Untersuchungsstrecken keine einheitlichen Ergebnisse ermittelt. In Vorher-/Nachher-Vergleich auf der B 169 wurden leicht höhere und auf der B 83 im Mit/Ohne-Vergleich geringere Geschwindigkeiten  $V_{85}$  festgestellt. Die Fahrtrichtungstrennung mit der Variante „Bischofsmützen“ ergab im direkten Vorher-/Nachher-Vergleich eine Reduzierung der Geschwindigkeiten  $V_{85}$  von rund 10 km/h. Der Vergleich zwischen den Querschnitten mit aufragenden Elementen und denen ohne aufragende Elemente zeigte für Pkw hingegen eine Erhöhung der Geschwindigkeiten:

- Varianten Schrägstrichgatter und orangefarbener verkehrstechnischer Mittelstreifen ergaben in Vergleich mit Variante „Bischofsmützen“ eine Erhöhung von 6,4 km/h
- Varianten Schrägstrichgatter und orangefarbener verkehrstechnischer Mittelstreifen, ergaben in Vergleich mit Variante „Verkehrsorange mit Bischofsmützen“ eine Erhöhung von 9,2 km/h

Bei der Fahrtrichtungstrennung mit dem „Schrägstrichgatter“ wurde im Vorher-/Nachher-Vergleich eine Reduzierung der  $V_{85}$  von 4,8 km/h ermittelt. Auch bei der Variante „verkehrsorange“ wurde eine Reduzierung der  $V_{85}$  von 8,4 km/h festgestellt.

Die Geschwindigkeitsmessungen mit dem Seitenradar ergaben durchweg sehr hohe Fahrgeschwindigkeiten. Insofern stellt sich auch nach der Umgestaltung das aus der Literatur bekannte hohe Geschwindigkeitsniveau ein.

Für frei fahrenden Lkw und Pulkführer waren mit einer  $V_{85}$  von rund 80 km/h bei allen Varianten im Vorher-/Nachher-Vergleich keine Veränderungen zu beobachten, was sicherlich auf die für Lkw geltende zulässige Höchstgeschwindigkeit von 60 km/h zurückgeführt werden kann.

## Spurverhalten

Die Untersuchungen zum Spurverhalten ergaben, dass insgesamt nur wenige Fahrzeuge die kritischen Spurlagen „Extremspur“ (Pkw) und „Abweich- und Extremspur“ (Lkw) nutzen. Somit befahren auch nur sehr wenige Fahrzeuge die Fahrtrichtungstrennung oder die Fahrstreifenbegrenzungslinie. Die Mehrheit der Pkw- und Lkw-Fahrer befahren die Spurlagen in Fahrstreifenmitte. Für die Varianten Schrägstrichgatter und Verkehrsorange konnte ein vergleichbares Spurverhalten auf der B 33 ermittelt werden. Der größte Abstand im Vorher-/Nachher-Vergleich wurde zur Fahrtrichtungstrennung mit Bischofsmützen gehalten. Im Mittel wurde zu der Gestaltungsvariante ohne aufragende Elemente der geringste Abstand gehalten.

Überfahrungen der Fahrtrichtungstrennung und der Sperrflächen am kritischen Wechsel konnten anhand der messtechnischen Auswertung auf keiner Untersuchungsstrecke ermittelt werden.

Die Ergebnisse des Abstandes der Fahrzeuge auf dem Überholfahrstreifen zur Fahrtrichtungstrennung sind unterschiedlich. Es ist davon auszugehen, dass die Kraftfahrer sich hauptsächlich auf den Überholvorgang konzentrieren und nicht auf den Abstand zur Fahrtrichtungstrennung.

## Regelwidrige Überholungen

Regelwidrige Überholungen wurden nur auf einer Untersuchungsstrecke festgestellt. In der Vorher-Messung wurden sechs und in der Nachher-Messung zwei Überfahrten erfasst.

## Unfallgeschehen

Allgemein geschahen auf allen betrachteten Streckenabschnitten sehr wenige Unfälle. Mit drei bis vier maßgebenden Unfällen je Untersuchungsstrecke für ein Jahr ist die Anzahl der Unfälle so gering, dass keine Unfallkenngrößen abgeleitet werden konnten.

## Akzeptanz der Kraftfahrer

Durch die Verkehrsbefragungen zeigte sich eine hohe Akzeptanz der Maßnahmen auf allen Untersuchungsstrecken. Viele Kraftfahrer standen der Befragung sehr positiv gegenüber. Insgesamt ist der Mehrheit der Befragten ein Unterschied zu anderen Landstraßen aufgefallen, den sie in der „Betriebsform“, der „Fahrtrichtungstrennung“ und der „Verkehrsqualität“ sehen. Die Mehrheit der Kraftfahrer fährt auf diesen Strecken unbeeinflusst, hält das Überholverbot in den einstreifigen Bereichen für gerechtfertigt, empfindet die Länge der ein- und zweistreifigen Bereiche für „gerade richtig“ und spricht sich für eine häufigere Anwendung dieser Betriebsform aus.

Das Sicherheitsempfinden während eines Überholvorganges im zweistreifigen Bereich ist höher, („sicher bis eher sicher“) als das während des

Fahrens im einstreifigen Bereich bei Gegenverkehr („sicher bis neutral“). Darüber hinaus geben immerhin 3,6 % aller Befragten (26 Personen) an, dass sie im einstreifigen Bereich überholt wurden.

In Abhängigkeit von der Untersuchungsstrecke gilt die Variante mit aufragenden Elementen (Bischofsmützen), auch in Kombination mit orange-farbiger Markierung sowie mit vergleichbaren Anteilen die farbige Fahrtrichtungstrennung als „am sichersten“.

Die Mehrheit aller Befragten bevorzugt als Trennung der Fahrtrichtungen eindeutig eine farbige Markierung sowie eine Kombination der orangefarbenen Markierung mit Bischofsmützen. Bischofsmützen ohne farbige Gestaltung werden weniger bevorzugt. Bekannte Elemente wie das Schrägstrichgatter und die doppelte Fahrstreifenbegrenzung werden nur von wenigen Kraftfahrern als Fahrtrichtungstrennung bevorzugt.

## Erfahrungen der Straßenbau- und Verkehrsbehörden

Nach den Erfahrungen der Straßenbau- und Verkehrsbehörden ist die Fahrtrichtungstrennung mit dem Schrägstrichgatter die wirtschaftlichste Variante.

Die Vorzugsvariante, die sich aus dieser Befragung ergibt, ist eine farbige Gestaltung der Fahrtrichtungstrennung. Diese Variante wirkt sich nicht negativ auf die Arbeiten des Straßenbetriebsdienstes und insbesondere des Winterdienstes aus. Es entstehen keine Nachteile für die Verkehrssicherheit. Die Kosten sind höher als bei der Variante „Schrägstrichgatter“, jedoch hat die farbige Gestaltung eine längere Haltbarkeit. Die Ausführung ist derzeit aufgrund der wenigen Erfahrungen noch etwas aufwendig. Darüber hinaus ist bei einer farbigen Gestaltung der nach dem Prinzip der RAL geforderten Aspekt der Widererkennbarkeit gegeben.

Ein Einsatz von Bischofsmützen als Fahrtrichtungstrennung kann auf Grund der starken Probleme bei den Arbeiten des Straßenbetriebsdienstes und insbesondere des Winterdienstes (erhöhter Räumaufwand) sowie der negativen Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit (z. B. herumliegende Teile oder zusätzliche Eisbildung im Winter) nicht empfohlen werden. Darüber hinaus entstehen hierbei unkalkulierbare Mehrkosten durch die Erneuerung von abgefahrenen Reflektoren oder ganzen Systemen.

## Folgerungen

Die Gestaltung der Fahrtrichtungstrennung hat keinen Einfluss auf das Geschwindigkeitsverhalten frei fahrender Pkw und Lkw im einstreifigen Bereich des 2+1 Querschnitts.

Das Spurverhalten bleibt durch die Gestaltung der Fahrtrichtungstrennung größtenteils unverändert.

Nur bei einer Anordnung von der Fahrbahn aufragender Elemente stellt sich ein größerer Abstand zu Fahrtrichtungstrennung ein. Die Fahrstreifenbegrenzung oder die Fahrtrichtungstrennung beführen nur sehr wenige Fahrzeuge. Ein Zusammenhang zwischen dem Abstand zur Fahrtrichtungstrennung und der Breite des verkehrstechnischen Mittelstreifens wurde nicht ermittelt.

Es konnten auch kein Einfluss auf regelwidrige Überholungen festgestellt werden, da diese nur selten auftreten.

Ein Einfluss auf das Unfallgeschehen konnte nicht ermittelt werden. Für die Ermittlung von Unfallkenngrößen geschahen auf den Untersuchungsstrecken im Zeitraum von einem Jahr vor und nach der Umgestaltung zu wenige Unfälle.

Die Akzeptanz gegenüber den Maßnahmen ist hoch. Die Mehrheit aller Befragten bevorzugt als Trennung der Fahrtrichtungen eindeutig eine farbige Markierung sowie eine Kombination der orangefarbenen Markierung mit Bischofsmützen. Bischofsmützen ohne farbige Gestaltung werden weniger präferiert. Bekannte Elemente wie das Schrägstrichgatter und die herkömmliche doppelte Fahrstreifenbegrenzung werden nur von einer Minderheit als Fahrtrichtungstrennung bevorzugt.

Aus Erfahrungen der Straßenbau- und Verkehrsbehörden wurde die Fahrtrichtungstrennung mit dem Schrägstrichgatter als wirtschaftlichste Variante ermittelt. Nicht empfehlenswert ist die Anordnung von Bischofsmützen, da diese einen negativen Einfluss auf den Straßenbetriebsdienst und insbesondere auf den Winterdienst sowie auf die Verkehrssicherheit aufgrund herumliegender Teile oder zusätzlicher Eisbildung haben können. Darüber hinaus entstehen schwer kalkulierbare Folgekosten. Für einen erneuten Einsatz wird eine farbige Variante der Fahrtrichtungstrennung bevorzugt, da diese auffällig im Straßenraum für eine bessere Abgrenzung zum Gegenverkehr beiträgt und aufgrund ihrer Haltbarkeit weniger Wartungsanfällig ist.

Für die Gestaltung der Fahrtrichtungstrennung der Entwurfsklasse EKL 1 wird eine farbige Variante empfohlen.

Diese fördern im Sinne des Prinzips der RAL die Wiedererkennbarkeit der Entwurfsklasse EKL 1, stoßen auf großen Zuspruch seitens der Straßenbau- und Verkehrsbehörden und haben eine lange Haltbarkeit. Es ist auch davon auszugehen, dass die Kosten der im Rahmen des Projektes aufgebrauchten farbigen Flächen bei einer breiten Anwendung geringer werden.

Bezüglich der Farbwahl sollten keine „belegten“ Farben ausgewählt werden, die bereits mit einer Bedeutung in Verbindung gebracht werden (z.B. Gelb = Baustelle, Rot = Radweg).

Besonders bewährt hat sich die Farbe RAL 6024

„Verkehrsgrün“ (nur in Baden - Württemberg werden Radwege in dieser Farbe gekennzeichnet).

## 8 Literaturverzeichnis

ADLER, T., 2010

Studienarbeit: Vergleich des Spur- und Geschwindigkeitsverhaltens bei unterschiedlicher Gestaltung der Fahrtrichtungstrennung auf Landstraßen mit der Querschnittsform 2+1

TU Dresden 2010

BACH, V., 2006

Erhöhung der Verkehrssicherheit auf Streckenabschnitten mit auffälliger Häufung von Unfällen im Begegnungsverkehr

Hessisches Amt für Straßen und Verkehrswesen, Dezernat für Verkehrssicherheit und Straßenausstattung, 2006

BERGH, T. / CARLSSON, A., 2000

2+1 Road with and without Cable Barriers: Speed performance, Abstract, Transportation Research Circular E-C018, (page 188-199)

Forth International Symposium on Highway Capacity proceedings,

Maui, Hawaii, 2000

BICKELHAUPT, R. 1991

Beurteilung des dreistreifigen Querschnittstyps b2+1 unter besonderer Berücksichtigung des Schwerverkehrs

Veröffentlichung des Instituts für Straßen- und Eisenbahnwesen ISE der Universität Karlsruhe

Heft 38

Karlsruhe 1991

BERNER, TH. 2009

Präsentation zur Beratung über die einheitliche Gestaltung der Neubauabschnitte der B 169 (BM INGENIEURE, 2009)

Cottbus, August 2009

BMVBS, 1970

Straßenverkehrsordnung (StVO)

Fassung 09/2009

BORTZ, J./DÖRING, N., 1995

Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler

Springer-Verlag

Heidelberg, 1995

BRANNOLTE, U / DILLING, J / DURTH, W / HARTKOPF, G. / MEEWES, V. / ROHLOFF, M. / SCHLIESING, H. / STIEVERMANN, P., 1992

Einsatz von Zwischenquerschnitten

Bericht der Projektgruppe Zwischenquerschnitte der Bundesanstalt für Straßenwesen

Bergisch Gladbach 1992

BRANNOLTE, U. / BASELAU, C. / DONG, P., 2004

Zusammenhänge zwischen Verkehrsstärke und Verkehrsablauf auf neuen Querschnitten nach RAS-Q 96: Untersuchung des Verkehrsablaufs auf dem Straßentyp RQ 15,5

Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Abteilung Straßenbau BMVBS

Bonn 2004

BUSCH, C. 2011

Studienarbeit: Vergleich des Geschwindigkeitsverhaltens bei unterschiedlicher Gestaltung der Fahrtrichtungstrennung und unterschiedlicher Erhebungsmethode auf Landstraßen mit der Querschnittsform 2+1

TU Dresden 2011

CARLSSON, A. 2009

Rapport 636A

Mötesfri väg, 2+1- väg med mitträcke, trafiksäkerhetseffekter, framkomlighet, DoU-kostnad

Bewertung von Straßen mit 2+1-Querschnitt und Kabel-Schutzeinrichtung: Schlussbericht (Orig. engl.: Evaluation of 2+1-roads with cable barriers: Final report

Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI), 2009,

CHALES-DE BEAULIEU, C. 2011

Masterarbeit - Einfluss der Fahrtrichtungstrennung an 2+1 Querschnitten auf das Fahrverhalten

THM Gießen, 2011

C.R.O.W., 2002A

Handboek wegontwerp; Erftoegangswegen.

CROW Kenniscentrum voor verkeer, vervoer en infrastructuur, Publicatie 164d

Ede. 2002

- C.R.O.W., 2002B  
Handboek wegontwerp; Gebiedsontluitingswegen  
CROW Kenniscentrum voor verkeer, vervoer en infrastructuur, Publicatie 164c  
Ede, 2002
- C.R.O.W., 2002c  
Handboek wegontwerp; Stroomwegen  
C.R.O.W. Kenniscentrum voor verkeer, vervoer en infrastructuur, Publicatie 164b  
Ede, 2002
- C.R.O.W., 2008  
Richtlijn: Tweestrooksweg met inhaalstroken -verkenning voor toepassing en ontwerp  
CROW Kenniscentrum voor verkeer, vervoer en infrastructuur, Publicatie 263  
Ede, 2008
- DAVIDSE / VAN DRIEL / GOLDENBELD, 2003  
The effects of altered road markings on speed and lateral position, A meta-analysis  
SWOV, Leidschendam, 2003
- DURTH, W., 1974  
Ein Beitrag zur Erweiterung des Modells für Fahrer Fahrzeug und Straße in der Straßenplanung  
Aus der Schriftenreihe Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 163  
Bundesministerium für Verkehr, Abt. Straßenbau  
Bonn, 1974
- DURTH, W. / HABERMEHL, K., 1986  
Überholvorgänge auf einbahnigen Straßen  
Aus der Schriftenreihe Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 489  
Bundesminister für Verkehr, Bonn 1986
- DER ELSNER, 2008  
Handbuch für Straßen und Verkehrswesen  
Otto Elsner Verlagsgesellschaft  
Berlin 2008
- DfT, 2008  
Department for Transport  
Transport Statistics Great Britain  
2008 Edition  
<http://www.dft.gov.uk/adobepdf/162469/221412/217792/421224/transportstatisticgreabrit.pdf>
- Deutsches Institut für Normung - DIN 1998  
DIN EN 1790 „Vorgefertigte Markierungen“  
Berlin, 1998
- Deutsches Institut für Normung - DIN 2009  
DIN EN 1436 „Anforderungen an Markierungen auf Straßen“  
Berlin, 2009
- DRDNI, 2009  
Department for Regional development  
Northern Ireland Transports Statistics 2008-09  
[http://www.drdni.gov.uk/transport\\_statistics\\_annual\\_2008-09.pdf](http://www.drdni.gov.uk/transport_statistics_annual_2008-09.pdf)
- EUROPA, 2011  
Straßenverkehrssicherheit: Leitlinien für die Politik im Bereich der Straßenverkehrssicherheit 2011-20  
[http://europa.eu/legislation\\_summaries/transport/road\\_transport/tr0036\\_de.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/transport/road_transport/tr0036_de.htm)  
Brüssel, 2011
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESSEN - FGSV, 1980  
Richtlinie für Markierung von Straßen, Teil: Anwendung von Fahrbahnmarkierung (RMS-2)  
FGSV Verlag, Köln 1980
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESSEN - FGSV, 1993  
Richtlinie für Markierung von Straßen, Teil: Abmessung und geometrische Anordnung von Markierungszeichen (RMS-1).  
FGSV Verlag, Köln 1993
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESSEN - FGSV, 1995  
Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Linienführung (RAS-L)  
FGSV Verlag, Köln 1995

- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESSEN - FGSV, 1995  
Richtlinie für die Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen (RSA)  
FGSV Verlag, Köln 1995
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESSEN - FGSV, 1996  
Richtlinie für die Anlage von Straßen, Teil: Querschnitte (RAS-Q).  
FGSV Verlag, Köln 1996
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESSEN - FGSV, 1997  
Technischen Lieferbedingungen für bauliche Leitelemente (TL- Leitelemente)  
FGSV Verlag, Köln 1997
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESSEN - FGSV, 2002  
Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Markierungen auf Straßen (ZTV M 02)  
FGSV Verlag, Köln 2002
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESSEN - FGSV, 2006A  
Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen (RASt)  
FGSV Verlag, Köln 2006
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESSEN - FGSV, 2006B  
Technische Lieferbedingungen für Markierungsmaterialien (TL M 06)  
FGSV Verlag, Köln 2006
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESSEN - FGSV, 2009  
Richtlinien für die integrierte Netzgestaltung (RIN)  
FGSV Verlag, Köln 2009
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESSEN - FGSV, ENTWURF 03/2008  
Richtlinien für die Anlage von Landstraßen (RAL)  
Entwurf 03/2008
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESSEN - FGSV, 2008  
Richtlinien für die Anlage von Autobahnen (RAA)  
FGSV Verlag, Köln 2008
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESSEN - FGSV, 2009  
Merkblatt zur Übertragung des Prinzips der EKL auf Bestandsstraßen  
M EKLBEST (Arbeitstitel)  
Entwurf 2009
- FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESSEN - FGSV, ENTWURF 08/2012  
Richtlinien für die Anlage von Landstraßen (RAL)  
Entwurf 08/2012
- Friedrich, B. / Dammann, W. / Irzik, M., 2005  
Ausbaustandard und Überholverhalten auf 2+1 Strecken  
Schlussbericht zum FE 02.225/2002 der Bundesanstalt für Straßenwesen  
Bergisch Gladbach 2005
- FSV- ÖSTERREICHISCHE FORSCHUNGSGESELLSCHAFT STRASSE - SCHIENE - VERKEHR, 2008  
Dreistreifige Querschnitte (2+1 Querschnitte)  
RVS 03.03.33 / Wien, 2008
- GRUZDAITIS, L. / RAJAMÄKI, R., 2009  
Wide central area markings' effects on driver behavior and opinions.  
Finnish Road Administration, Central Administration. Finnra reports 39/2009  
Helsinki 2009
- HARTKOPF, G. / WEBER, R., 2005  
Die neuen Richtlinien für Landstraßen - Ein Schritt zu selbsterklärenden Straßen?  
Heft Straßenverkehrstechnik Nr. 1/2005  
Kirschbaumverlag Bonn
- HERRSTEDT, L., 2006  
Self-Explaining and Forgiving Roads - Speed Management in Rural Areas  
ARRB Konferenz 2006
- HERRSTEDT, L., 2012  
E-Mail: Antwort auf persönliche Anfrage  
Dresden / Lyngby (DK) 2012

- HIGHWAY AGENCY, 2008  
 Design Manual for Roads and Bridges  
 Volume 6, Sekion 1, Part 4  
 TD70/08 - Design of Wide Single 2+1  
 Roads  
<http://www.standardsforhighways.co.uk/dmrb/vol6/section1/td7008.pdf>
- HYLANDER, 2002  
 2+1-Roads with steel wire barriers (in  
 schedisch)  
 Karlstads Universitet / Höstterminen 2002
- IHK NORD WESTFALEN 2008  
<http://www.ihk-nordwestflen.de/mittelstand/netzwerke/initiative-b-67-n/beschreibung-initiative-b-67-n/>
- IRZIK, M. 2008  
 Überholverhalten auf 2+1-Strecken - Ein  
 Beitrag zur Gestaltung von dreistreifigen  
 Landstraßen  
 Dissertation an der TU Braunschweig,  
 2008
- JAKOB, R./ EIRMBTER, W. H., 2000  
 Allgemeine Bevölkerungsumfragen: Ein-  
 führung in die Methoden der Umfragefor-  
 schung  
 Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH  
 München, 2000
- KONRAD K., 1999  
 Mündliche und schriftliche Befragung  
 Verlag Empirische Pädagogik, Band 4  
 Landau, 1999
- LARSSON, M / CANDAPPA, N. / CORBEN, B., 2003  
 Flexible Barrier Systems Along High-  
 Speed Roads A Lifesaving Opportunity  
 Prepared for VicRoads Monash University  
 Accident Research Centre Victoria  
 Australia, 2003
- LIPPOLD, CH., 1997  
 Weiterentwicklung ausgewählter Entwurfs-  
 grundlagen von Landstraßen  
 Dissertation, TH Darmstadt 1997
- LIPPOLD, CH. / KRÜGER, H.-P. / DIETZE, M. / MARK,  
 C./ MEILINGER, T. / STAUFF, M. ,2003  
 Einfluss der Straßenbepflanzung und  
 Straßenraumgestaltung auf das Verhalten  
 der Verkehrsteilnehmer und auf die Si-  
 cherheit im Straßenverkehr an Außerorts-  
 straßen  
 Forschungsauftrag FE 02.217/2002/LGB  
 der Bundesanstalt für Straßenwesen  
 Dresden/Würzburg 2003
- LIPPOLD, CH. / WEISE, G. / KUCZORA, V. /  
 SOSSOUMIHEN, A.,2003  
 Sicherheit Zweistreifiger Bundesstraßen  
 AOSI - Teil 1  
 Schlussbericht zum FE 82.179.200der  
 Bundesanstalt für Straßenwesen  
 Dresden 2003
- LIPPOLD, CH. / KRÜGER, H.-P. / SCHULZ, R /  
 SCHEUCHENPFLUG, R.,LORENZ,C. ,2005  
 Einfluss der Straßenbepflanzung und  
 Straßenraumgestaltung auf das Verhalten  
 der Verkehrsteilnehmer und auf die Si-  
 cherheit im Straßenverkehr an Außerorts-  
 straßen (Hauptstudie)  
 Forschungsauftrag FE 82.296/2005 der  
 Bundesanstalt für Straßenwesen  
 Dresden/Würzburg 2005
- LIPPOLD, CH. / WEISE, G. / KUCZORA, V. / JÄHRIG,  
 TH., 2006  
 Ganzheitliche auf Entwurfsklassen beruh-  
 ende Entwurfsrichtlinien für Straßen außer-  
 halb bebauter Gebiete (Landstraßen)  
 Forschungsauftrag 02.226/2002/ARB der  
 Bundesanstalt für Straßenwesen  
 Dresden 2006
- LIPPOLD, CH. / WEISE, G. / KUCZORA, V. / JÄHRIG,  
 TH., 2007  
 Sicherheit zweistreifiger Bundesstrassen  
 (AOSI - Teil 3).  
 Schlussbericht zum FE 82.281/2004 der  
 Bundesanstalt für Straßenwesen  
 Dresden 2007 (Entwurf)
- LIPPOLD, CH. / WEISE, G. / JÄHRIG, TH., 2011  
 Verbesserung der Verkehrssicherheit auf  
 einbahnig zweistreifigen Außerortsstraßen  
 (AOSI)  
 Schlussbericht FE 82.355/2008, AOSI Teil  
 4: „Bewertung der Maßnahmen“  
 Dresden 2011

- LIPPOLD, CH. / KRÜGER, H.-P. / SCHULZ, R. / SCHEUCHENPFLUG, R., 2008  
Einfluss der Straßenbepflanzung und Straßenraumgestaltung auf das Verhalten der Verkehrsteilnehmer und auf die Sicherheit im Straßenverkehr an Außerortsstraßen (Hauptstudie)  
Forschungsauftrag FE 82.296/2005 der Bundesanstalt für Straßenwesen  
Dresden/Würzburg 2008
- LIPPOLD, CH. / WEISE, G. / JÄHRIG, TH., 2009  
Sicherheit zweistreifiger Bundesstrassen (AOSI - Teil 4).  
Zwischenbericht zum FE 82.281/2004 der Bundesanstalt für Straßenwesen  
Dresden 2009 (Entwurf)
- LIPPOLD, CH. / SCHALG, B. / ENZFELDER, K. / VOIGT, J., 2011  
Auswirkungen von Querschnittsgestaltung und längsgerichteten Markierungen auf das Fahrverhalten auf Landstraßen  
Schlussbericht FE 82.335/2007 der Bundesanstalt für Straßenwesen  
Dresden, 2011 (Entwurf)
- LUCKE, D. (1995)  
Akzeptanz - Legitimität in der „Abstimmungsgesellschaft“  
Leske + Budrich  
Opladen, 1995
- MAYER, H.O. (2009)  
Interview und schriftliche Befragung: Entwicklung, Durchführung, Auswertung  
Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH, 5. Auflage  
München, 2009
- MÄKELÄ, O / Bäck, M., 2003  
Main road improvement solutions. Maintenance of a threelane road with a median barrier. Route 54 in Loppi.  
Finnish National Road Administration. Finnra Reports 39/2003  
Helsinki 2003.
- MEEWES, V. / MAIER, R., 1984  
Modellversuch B33 2+1-spurige Landstraßen  
Verband der Haftpflichtversicherer, Unfallversicherer, Autoversicherer und Rechtsschutzversicherer e.V.  
Beratungsstelle für Schadensverhütung Heft 22  
Köln 1984
- NETZER, M. (1966)  
Der Überholvorgang auf Landstraßen unter Berücksichtigung der Verkehrssicherheit  
aus der Schriftenreihe Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 50  
Bundesminister für Verkehr, Bonn 1966
- NRA, 2004  
2 plus 1 Road – Pilot Programme  
National Roads Authority, booklet  
Dublin, 2004
- NYBERG J. / RAJAMÄKI, R. / LAINE, M. (2011)  
Leveän keskialueen tiemerkinän liikenneturvallisuusvaikutukset  
Liikennevirasto  
Helsinki 2011
- RAAB-STEINER, E. / BENESCH, M. (2008)  
Der Fragebogen: Von der Forschungsidee zur SPSS-Auswertung  
Facultas Verlags- und Buchhandels AG, 1. Auflage  
Wien, 2008
- RIPCORN I SEREST, 2006  
“Road categorisation and design of self explaining roads”  
Road Infrastructure Safety Protection - Core-Research and Development for Road Safety in Europe; Increasing safety and reliability of secondary roads for a sustainable Surface Transport  
BASt 2006
- ROHRMANN, B. (1978)  
Empirische Studien zur Entwicklung von Antwortskalen für die sozialwissenschaftliche Forschung.  
In: Zeitschrift für Sozialpsychologie, 9, S. 222-245 (Hans Huber Verlag)  
Schweiz, Bern 1978

- ROOS, R., 1989  
Pulkbildung und Pulkauflösung als Kriterien zur Bemessung dreistreifiger Außerortsstraßen mit der Betriebsform b2+1.  
Dissertation an der TH Darmstadt, 1989
- ROSSIPAUL, 2009  
Erfahrungsbericht „Sicherheitsausbau Stockerau Nord - Hollabrunn Süd“  
Unveröffentlicht  
Hollabrunn, 2009
- ROSSIPAUL, 2010  
Tabelle zur Unfallsituation der B303 alt / S3 neu ab 2002 - Vor und nach Fertigstellung der mittigen Leitwand  
2010
- RP FREIBURG, 2005  
B 33, 3-streifiger Ausbau im Abschnitt zwischen Biberach und Steinach, Erläuterungsbericht zum RE-Entwurf,  
RP Freiburg 07.05.2005
- RP FREIBURG, 2009  
B 33, 3-streifiger Ausbau im Abschnitt zwischen Biberach und Steinach, Ausführungsplanung,  
RP Freiburg 22.03.2009
- RTB, 2009  
RTB GmbHCo.KG  
Technische Dokumentation TOPO.SLP  
Dok.-Nr.:2009/015  
Bad Lippspringe 2009
- RTB, 2011  
RTB GmbHCo.KG  
Dokumentation TOPO.SLP  
Version V1.1  
Bad Lippspringe 2011
- SAGBERG, F., 2007  
Effects of a painted median on lateral position and speed.  
A Comparison between two Treatments on the E6 in Norway  
TØI report 884/2007, Oslo 2007
- SCHAECHTERLE, K.-H. / LINDER, T., 1987  
Zwischenquerschnitte - Untersuchung der B471 bei Dachau  
Schlussbericht FP 8527/2  
Bundesanstalt für Straßenwesen  
München 1987
- SCHADE, J. (2005)  
Akzeptanz von Straßenbenutzungsgebühren: Entwicklung und Überprüfung eines Modells  
Dissertation  
Dresden, 2005
- SCHLAG, B. / HEGER R., 2004  
Ansätze einer psychologisch fundierten Straßengestaltung  
Verkehrspsychologie Mobilität – Sicherheit - Fahrerassistenz  
Pabst Science Publishers,  
Lengerich, 2004
- SCHOLLBACH, F., 2009  
Diplomarbeit  
Einfluss verschiedener Varianten zur Fahrrichtungstrennung auf das Spur- und Geschwindigkeitsverhalten auf Außerortsstraßen mit der Querschnittsform 2+1  
TU Dresden, 2009
- SCHOON, C. 2005  
SWOV-Vortrag: „The environment of men“  
[http://www.sustainablesafety.nl/Regio/Chris%20Schoon\\_UK.pdf](http://www.sustainablesafety.nl/Regio/Chris%20Schoon_UK.pdf)  
Leidschendam, 2005
- SCHERMERS, G. / VAN DER HOEK, P. 2004  
17th ICTCT workshop (Estoria)  
Innovative solutions with 80 an 100 km/h rural distributor roads  
Ministry of Transport, Public Works and Water Management  
AVV Transport Research Centre  
Rotterdam, 2004
- SCHÜLLER, H. 2010  
Dissertation: Modelle zur Beschreibung des Geschwindigkeitsverhaltens auf Stadtstraßen und dessen Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit auf Grundlage der Straßengestaltung  
TU Dresden, 2010

- SETRA, 1994  
Aménagement des Routes Principales (ARP)  
Setra  
92225 Bagneux, France
- STEIERWALD, G. / JACOBS, F. / FEIER, H., 1986  
Überholverhalten und Qualität auf zweispurigen Landstraßen mit Gegenverkehr.  
Aus der Schriftenreihe Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 472  
Bundesminister für Verkehr  
Bonn 1986
- STERN, J. / SCHLAG, B., 2001  
Akzeptanz von Verkehrssicherheitsmaßnahmen durch 18-24jährige Autofahrer  
Zeitschrift für Verkehrssicherheit 47 (1), Seite 23 - 29, 2001
- STRAßEN NRW, 2007  
Karten - CD 2007, Fachcenter Vermessung/Straßeninformationssysteme  
Köln 2007
- TIEHALLINTO, 2003  
Keskikaiteellisen ohituskaistaosuuden kunnossapito  
Kantatie 54 Lopella  
Tiehallinnon selvityksiä 39/2003  
Helsinki, 2003 (FI)
- TRB - THE TRANSPORTATION RESEARCH BOARD, 2003  
Research Results Digest  
Digest of the results of the National Cooperative Highway Research Program "Application of European 2+1 Roadway Designs"  
[http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp\\_rrd\\_275.pdf](http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp_rrd_275.pdf)  
TRB, 2003
- UNGER, S., 2001  
Dissertation: Erprobung von Querschnitts- und Ausstattungsvarianten einbahniger Außerortsstraßen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit am Beispiel der B 49 im Lahntal  
Darmstadt 2001
- VÄGVERKET, 2006  
[http://publikationswebbutik.vv.se/upload/1723/88325\\_safe\\_traffic\\_vision\\_zero\\_on\\_the\\_move.pdf](http://publikationswebbutik.vv.se/upload/1723/88325_safe_traffic_vision_zero_on_the_move.pdf)  
Veröffentlichung: Ordernummer 88325  
Swedish Road Administration  
Borlänge, Sweden 2006 (S)
- VEJDIREKTORATET, 2006A  
TRAFIKAREALER, LAND  
Hæfte 3 - Tværprofiler Handbog  
Vejdirektoratet 2006 (DK)
- VEJDIREKTORATET, 2006B  
TRAFIKAREALER, LAND  
Hæfte 3x - Tværprofiler Eksempler  
Vejdirektoratet 2006 (DK)
- WEISE G. / DURTH W., 1997  
Straßenbau - Planung und Entwurf  
Verlag für Bauwesen  
Berlin, 1997
- WESTDIJK, E. 2008  
De 2+1-weg heeft de proef succesvol doorstaan  
Beitrag in: CROW et cetera Heft 5  
<http://www.crow.nl/nl/etcetera/Archief-CROW-et-cetera.html>  
Ede, 2008 (NL)
- WILSOB, T., / BEST, W., 1982  
Driving Strategies in Overtaking. In: Accident Analyses and Preview,  
Vol. 14, No. 3 198 Pergam  
Press Ltd., 1982

## Bilder

Bild 2.1:	Regelquerschnitt RQ 15,5 nach RAL (FGSV, ENTWURF 03/2008).....	8	Bild 2.19:	Erfassung der Fahrzeugposition (SAGBERG, 2006).....	23
Bild 2.2:	Regelquerschnitt 11,5+ a) ohne Überholfahrstreifen; b) mit Überholfahrstreifen (RAL ENTWURF 03/2008) .....	9	Bild 2.20:	durchschnittlicher Fahrzeugabstand zum Gegenverkehr (SAGBERG, 2006).....	23
Bild 2.3:	Zeichen 297.1 (li), Zeichen 295 (re) (StVO) .....	10	Bild 2.21:	untersuchte Ummarkierungen (DAVIDSE VAN DRIEL/GOLDENBELD, 2003).....	24
Bild 2.4:	doppelte Fahrstreifenbegrenzung aus Markierungsknöpfen und ggf. kleinen Sichtzeichen nach RSA (FGSV, 1995) .....	11	Bild 2.22:	Centre line marking, design A (li), design B (re) (HERRSTEDT, 2006) .....	25
Bild 2.5:	Leitschwellen mit kleinen Leitbaken (www.herbert-sauer.de).....	11	Bild 2.23:	Mittelmarkierung und Rumble Strips (GRUZDAITIS/ RAJAMÄKI, 2009) .....	25
Bild 2.6:	Straßenkategorien der Niederlande (C.R.O.W., 2002A) .....	11	Bild 2.24:	Varianten von Fahrtrichtungstrennungen (LIPPOLD U. A., 2003) .....	26
Bild 2.7:	Richtungstrennung von Stroomwegen in den Niederlanden (RIPCORDER, 2006) .....	12	Bild 2.25:	Schraffur (LIPPOLD U. A., 2011).....	26
Bild 2.8:	Richtungstrennung von GOW-Straßen in den Niederlanden (C.R.O.W., 2008).....	12	Bild 2.26:	Lage der B 303/S 3 neu (wikipedia.org).....	27
Bild 2.9:	Regelquerschnitte für 2+1 Straßen in Dänemark (VEJDIREKTORATET, 2006A).....	13	Bild 2.27:	S 3, einstreifige Richtung mit Seitenstreifen (eigenes Foto, 2010) .....	27
Bild 2.10:	2+1 Straße in Dänemark, Querschnittstyp 3H (VEJDIREKTORATET, 2006B).....	14	Bild 2.28:	Vorankündigung der Engstelle (ROSSIPPAUL, 2009).....	28
Bild 2.11:	2+1 Straße in Schweden mit Stahlseil- Barrieren (TRB, 2003) .....	14	Bild 2.29:	Engstelle mit gelber Markierung.....	28
Bild 2.12:	2+1 Straße in Irland mit Stahlseil- Barrieren (NRA, 2004).....	15	Bild 4.1:	Laserscanner SICK LMS 200 (li) und Scanner- Stativ zur Tragung der Messungen als Vermessungsarbeit (re).....	34
Bild 2.13:	2+1 Straße in Finnland mit doppelter Fahrstreifenbegrenzung (TRB, 2003) bzw. baulicher Richtungstrennung (TIEHALLINTO, 2003).....	15	Bild 4.2:	Positionierung der Scannerebene (CHALES-DE BEAULIEU, 2011).....	34
Bild 2.14:	Schnellstraße (Typ T) in Frankreich mit farbigen Mittelstreifen (RIPCORDER, 2006) .....	16	Bild 4.3:	Radarmessgerät TOPO.SLP (RTB, 2011).....	34
Bild 2.15:	2+1 Straße in Großbritannien, mit roten verkehrstechnischen Mittelstreifen (C.R.O.W., 2008).....	16	Bild 4.4:	Querschnitt Radarmessgerät TOPO.SLP (RTB, 2009) .....	35
Bild 2.16:	bauliche Leitelemente und Erfassung des Spurverhaltens, B 49 (UNGER, 2001) .....	21	Bild 4.5:	Messanordnung des Seitenradars (BUSCH, 2011).....	35
Bild 2.17:	Gestaltungsvariante 1 (SAGBERG, 2006) .....	22	Bild 4.6:	Videoauswertung der Spurverhaltensanalyse (LIPPOLD U. A., 2003).....	36
Bild 2.18:	Gestaltungsvariante 2 (SAGBERG, 2006) .....	22	Bild 4.7:	Anordnung der Messeinrichtung zum Messen des Spurverhaltens (LIPPOLD U. A., 2003) .....	36
			Bild 4.8:	Standort des Laserscanners zur Ermittlung des Spurverhaltens im einstreifigen Bereich.....	36
			Bild 4.9:	schematische Darstellung der Standorte des Laserscanners in den unterschiedlichen Messquerschnitten.....	37
			Bild 4.10:	Erzeugung des Fahrbahnpolygons mit ScanFahrbahn .....	37

Bild 4.11: Erzeugung der Fahrbahn und zugehörige Elemente mit ScanFahrbahn.....	37	Bild 4.31: B 33 Untersuchungsabschnitt 1, Gengenbach - Biberach (Karte: openstreetmap, 2013) .....	49
Bild 4.12: Spurverlauf eines an mindestens vier Positionen erkannten Fahrzeuges (ADLER, 2010).....	38	Bild 4.32: B 33 Untersuchungsabschnitt 2, Biberach - Steinach (Karte: openstreetmap, 2013) .....	49
Bild 4.13: Spurverlauf eines fehlerhaft erkannten Fahrzeuges (ADLER, 2010).....	38	Bild 4.33: Querschnittsaufteilung nach RAS-Q (FGSV, 1996) im ersten Untersuchungsabschnitt (Vorher- Zustand) .....	50
Bild 4.14: Darstellung der Box-Whisker- Diagramme .....	39	Bild 4.34: Trennung der Fahrtrichtungen freie Strecke (Station 1+400 Richtung Offenburg, 07/2004 - 05/2009) .....	50
Bild 4.15: Einteilung der FS-Spurlagen (LIPPOLD U. A., 2003) .....	39	Bild 4.35: Querschnittsaufteilung im ersten Untersuchungsabschnitt (Nachher- Zustand) .....	50
Bild 4.16: Spurlagen für den einstreifigen Bereich des RQ 15,5 (SCHOLLBACH, 2009).....	39	Bild 4.36: Querschnittsaufteilung im zweiten Untersuchungsabschnitt (Nachher- Zustand) .....	50
Bild 4.17: Schematische Darstellung Idealspur (ADLER, 2010).....	40	Bild 4.37: Gestaltungsvariante Überholabschnitt 1 (Station 0+600).....	51
Bild 4.18: Schematische Darstellung Normalspur (ADLER, 2010).....	40	Bild 4.38: Gestaltungsvariante Überholabschnitt 2 (Station 2+750).....	51
Bild 4.19: Schematische Darstellung Abweichspur (Adler, 2010).....	40	Bild 4.39: Gestaltungsvariante Überholabschnitt 3 (Station 3+850).....	51
Bild 4.20: Schematische Darstellung Extremspur (ADLER, 2010).....	40	Bild 4.40: Gestaltungsvariante Überholabschnitt 4 (Station 6+000).....	51
Bild 4.21: Schematische Darstellung linke Extremspur (ADLER, 2010).....	40	Bild 4.41: Gestaltungsvariante Überholabschnitt 5 (Station 7+750).....	51
Bild 4.22: Pkw Spurlagen für den einstreifigen Bereich des RQ 15,5, bei einer Fahrstreifenbreite von 3,50 m.....	41	Bild 4.42: Gestaltungsvariante Überholabschnitt 6 (Station 8+400).....	51
Bild 4.23: Lkw Spurlagen für den einstreifigen Bereich des RQ 15,5, bei einer Fahrstreifenbreite von 3,50 m.....	41	Bild 4.43: Lage der Untersuchungsstrecke B 67 Borken - Maria Veen (Karte: openstreetmap, 2013).....	52
Bild 4.24: Maßgebende Abstände zur Ermittlung des Abstands zur Fahrtrichtungstrennung .....	41	Bild 4.44: Querschnitt B 67 Borken - Maria Veen (STRAßEN.NRW, 2007).....	52
Bild 4.25: Maßgebende Abstände zur Ermittlung von Überfahrten der Fahrtrichtungstrennung .....	42	Bild 4.45: Varianten der Fahrtrichtungstrennung Vorher (oben links) und Nachher (SCHOLLBACH, 2009) .....	53
Bild 4.26: Maßgebende Abstände zur Ermittlung von Sperrflächenüberfahrten.....	42	Bild 4.46: Lage der Untersuchungsstrecke B 83 (Karte: openstreetmap, 2013) .....	53
Bild 4.27: Vorankündigung und Absperrbereich des Befragungsortes .....	44	Bild 4.47: Übersichtsplan B 83, OU Wehrbergen (Karten: .....openstreetmap, 2013) 53	
Bild 4.28: Aufbau des Fragebogens zur Ermittlung der Akzeptanz .....	44	Bild 4.48: Querschnitt B 83 OU Wehrbergen.....	54
Bild 4.29: Markierung Schraffur nach RMS (FGSV, 1980/1993).....	46	Bild 4.49: Markierung kritischen Wechsel .....	54
Bild 4.30: Lage Untersuchungsstrecken (Karte:..... wikipedia.org).....	47	Bild 4.50: Übersichtsplan der B 196 OU Drebkau - Knotenpunkt Schorbis (BERNER, 2009).....	55

Bild 4.51: B 169, Ortsumgehung Drebkau.....55	Bild 5.16: Geschwindigkeiten frei fahrender Lkw und Pulkführer B 83 - Radarmessungen.....67
Bild 4.52: Querschnitt B 169 Drebkau - Schorbus .....55	Bild 5.17: Geschwindigkeiten frei fahrender Pkw B 169 .....68
Bild 4.53: Richtungstrennung B 196 Vorher-Zustand (BERNER, 2009) .....56	Bild 5.18: Geschwindigkeiten frei fahrender Lkw und Pulkführer B 169 .....68
Bild 4.54: Richtungstrennung B 169 Nachher-Zustand (BERNER, 2009) .....56	Bild 5.19: Geschwindigkeiten frei fahrender Pkw B 169 - Radarmessungen.....68
Bild 5.1: Geschwindigkeiten frei fahrender Pkw B 33 im Vorher-Zustand ( $V_{zul} = 80 \text{ km/h}$ ) .....58	Bild 5.20: Spurlagen frei fahrender Pkw, einstreifige Richtung MQ 1 - MQ 3, B 33 .....71
Bild 5.2: Geschwindigkeiten frei fahrender Lkw und Pulkführer B 33 im Vorher-Zustand .....58	Bild 5.21: Spurlagen frei Pkw, einstreifige Richtung MQ 1 - 3, B 33 .....71
Bild 5.3: Geschwindigkeiten frei fahrender Pkw B 33 im Nachher-Zustand.....59	Bild 5.22: Spurlagen frei fahrender Pkw, einstreifige Richtung MQ 4 - 6, B 33 .....73
Bild 5.4: Geschwindigkeiten frei fahrender Lkw und Pulkführer B 33 im Nachher-Zustand .....59	Bild 5.23: Spurlagen frei fahrender Pkw, einstreifige Richtung MQ 2 - Verkehrsorange B 67.....75
Bild 5.5: Geschwindigkeiten frei fahrender Pkw B 33 im Vorher-/Nachher-Vergleich ( $V_{zul}=80\text{km/h} / V_{zul}=100 \text{ km/h}$ ) 60	Bild 5.24: Spurlagen frei fahrender Pkw, einstreifige Richtung MQ 2 - Bischofmützen B 67 .....77
Bild 5.6: Geschwindigkeiten frei fahrender Lkw und Pulkführer B 33 im Vorher-/Nachher-Vergleich.....60	Bild 5.25: Spurlagen frei fahrender Pkw, einstreifige Richtung MQ 6 - Schrägstrichgatter B 67 .....78
Bild 5.7: Geschwindigkeiten frei fahrender Pkw B 33 - Vergleich Laser- und Radarmessungen.....61	Bild 5.26: Beispiel von regelwidrigen Überfahrten der Fahrtrichtungstrennung B 67 anhand Videoanalysen (SCHOLLBACH 2009) .....81
Bild 5.8: Geschwindigkeiten frei fahrender Lkw B 33 - Vergleich Laser- und Radarmessungen .....63	Bild 5.27: Gegenüberstellung Spurlagen frei fahrender Pkw im einstreifigen Bereich, B 83.....83
Bild 5.9: Geschwindigkeiten frei fahrender Pkw B 67 im Vorher-/Nachher-Vergleich.....63	Bild 5.28: Gegenüberstellung Spurlagen frei fahrender Lkw und Pulkführer im einstreifigen Bereich, B 83 .....83
Bild 5.10: Geschwindigkeiten frei fahrender Lkw und Pulkführer B 67 im Vorher-/Nachher-Vergleich.....64	Bild 5.29: Standort Videokamera MQV 4, B 83 .....85
Bild 5.11: Geschwindigkeiten frei fahrender Pkw B 67 - Radarmessungen.....65	Bild 5.30: Spurlagen frei fahrender Pkw, einstreifige Richtung MQ 1 - Verkehrsgrün B 169.....86
Bild 5.12: Geschwindigkeiten frei fahrender Lkw und Pulkführer B 67 - Radarmessungen.....65	Bild 5.31: Spurlagen frei fahrender Pkw im einstreifigen Bereich MQ 4 - Verkehrsgrün B 169.....87
Bild 5.13: Geschwindigkeiten frei fahrender Pkw B 83 .....66	Bild 5.32: Geschlecht der Befragten.....90
Bild 5.14: Geschwindigkeiten frei fahrender Lkw und Pulkführer B 83 .....66	Bild 5.33: wahrgenommener Unterschied zu anderen Landstraßen.....91
Bild 5.15: Geschwindigkeiten frei fahrender Pkw B 83 - Radarmessungen.....67	Bild 5.34: Beeinflussung des Fahrverhaltens in den einstreifigen Bereichen.....91

Bild 5.35: Sicherheitsempfinden in den einstreifigen Bereichen (Frage 9).....92	Tab. 4.3: Abschnittslängen im Vorher- und Nachher-Zustand .....51
Bild 5.36: persönliches Überholverhalten in den zweistreifigen Bereichen (Frage 10)...92	Tab. 5.1: Geschwindigkeiten [km/h] freifahrender Pkw B 33 im Vorher-Zustand ( $V_{zul} = 80$ km/h) .....57
Bild 5.37: Sicherheitsempfinden in den zweistreifigen Bereichen (Frage 10.1) .....93	Tab. 5.2: Geschwindigkeiten [km/h] freifahrender Lkw und Pulkführer B 33 im Vorher-Zustand.....58
Bild 5.38: Überholverhalten anderer Kfz in den zweistreifigen Bereichen (Frage 11).....93	Tab. 5.3: Geschwindigkeiten [km/h] freifahrender Pkw an der B 33 im Nachher-Zustand ( $V_{zul} = 100$ km/h) .....59
Bild 5.39: streckenunabhängige Präferenz aller Gestaltungsvarianten .....96	Tab. 5.4: Geschwindigkeiten [km/h] freifahrender Lkw und Pulkführer B 33 im Nachher-Zustand .....59
Bild 5.40: Ausführung Schrägstrichgatter Untersuchungsstrecke B 33 .....99	Tab. 5.5: Geschwindigkeiten [km/h] freifahrender Pkw an der B 33 im Vorher-/Nachher-Vergleich ( $V_{zul} = 80$ km/h / $V_{zul} = 100$ km/h) .....60
Bild 5.41: Ausführung Schrägstrichgatter Untersuchungsstrecke B 67 .....99	Tab. 5.6: Geschwindigkeiten [km/h] freifahrender Lkw und Pulkführer B 33 im Vorher-/Nachher-Vergleich.....60
Bild 5.42: Zustand der High Solid Farbe im Schrägstrichgatter, B 67 .....101	Tab. 5.7: Geschwindigkeiten [km/h] freifahrender Pkw B 33 im Laser- und Radarmessungen ( $V_{zul} = 100$ km/h) .....62
Bild 5.43: Bischofmütze B 67 (li) und B 33 (re) .....101	Tab. 5.8: Geschwindigkeiten [km/h] freifahrender Lkw B 33 im Laser- und Radarmessungen.....62
Bild 5.44: Nägel nach Ausriss der Bischofmützen, B 67.....102	Tab. 5.9: Geschwindigkeiten [km/h] freifahrender Pkw B 67 im Vorher-/Nachher-Vergleich.....64
Bild 5.45: Umsetzung grüne Farbmarkierung Untersuchungsstrecke B 169 .....105	Tab. 5.10: Geschwindigkeiten [km/h] freifahrender Lkw und Pulkführer B 67 im Vorher-/Nachher-Vergleich.....64
Bild 5.46: Unfälle nach Kategorie, B 169 (Vorher-Zustand) ..... 111	Tab. 5.11: Geschwindigkeiten [km/h] freifahrender Pkw B 67 – Radarmessungen.....65

## Tabellen

Tab. 2.1: Zusammenfassung der Querschnittstypen der Niederlande (C.R.O.W., 2008).....13	Tab. 5.12: Geschwindigkeiten [km/h] freifahrender Lkw und Pulkführer B 67 - Radarmessungen.....65
Tab. 2.2: Geschwindigkeitsklassen .. in Dänemark (VEJDIREKTORATET, 2006A).....13	Tab. 5.13: Geschwindigkeiten [km/h] freifahrender Pkw B 83 .....66
Tab. 2.3: Regelwidrige Überholungen in den einstreifigen Abschnitten: Zusammenfassung der drei Untersuchungsstrecken B 10, B 33, B 249 (BICKELHAUPT, 1991) .....21	Tab. 5.14: Geschwindigkeiten [km/h] freifahrender Lkw und Pulkführer B 83 .....66
Tab. 2.4: Unfallsituation der B303 alt / S3 neu ab 2002 Vor und nach Fertigstellung der mittigen Leitwand (ROSSIPAU, 2010) .....28	Tab. 5.15: Geschwindigkeiten [km/h] freifahrender Lkw und Pulkführer B 83 .....67
Tab. 4.1: Wesentliche Merkmale der Untersuchungsstrecken .....47	Tab. 5.16: Geschwindigkeiten [km/h] freifahrender Pkw an der B 169 .....68
Tab. 4.2: Gegenüberstellung Varianten der Fahrtrichtungstrennung je Untersuchungsstrecke .....48	Tab. 5.17: Geschwindigkeiten frei fahrender Lkw und Pulkführer B 169 .....68

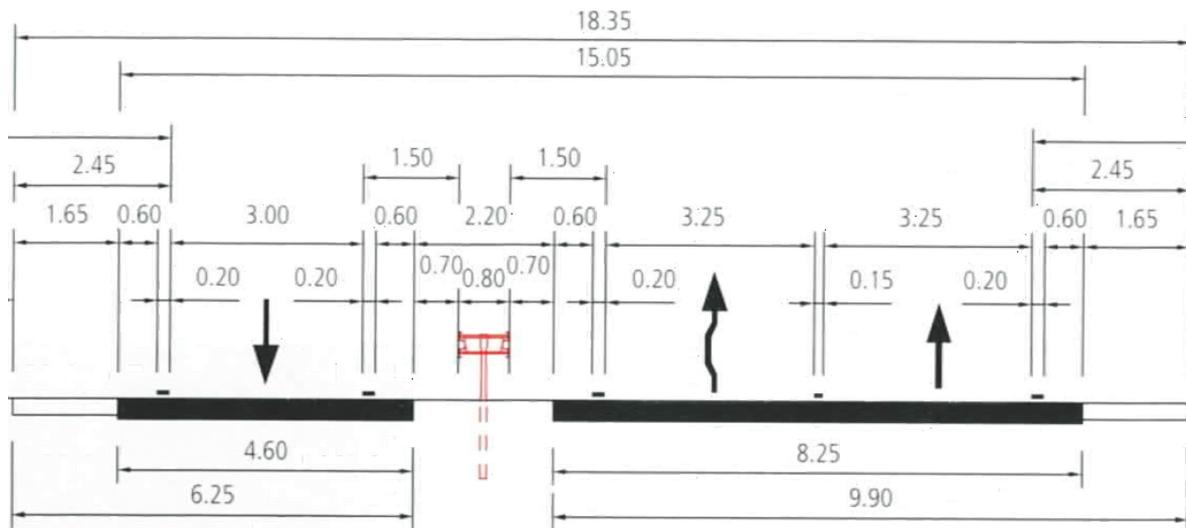
Tab. 5.18: Geschwindigkeiten frei fahrender Lkw und Pulkführer B 169 – Radarmessungen.....	69	Tab. 5.33: Spurlagen frei fahrender Pkw, einstreifige Richtung MQ 2, B 67.....	76
Tab. 5.19: Geschwindigkeitsdifferenz Pkw $\Delta V_{85}$ .....	69	Tab. 5.34: Spurlagen frei fahrender Lkw und Pulkführer, einstreifige Richtung MQ 2, B 67.....	76
Tab. 5.20: Spurlagen frei fahrender Pkw im einstreifige Richtung MQ 1 - MQ 3, B 33.....	70	Tab. 5.35: Anzahl Befahrungen, verkehrstechnischen Mittelstreifen MQ 2, B 67 (*mit halber Fahrzeugbreite).....	76
Tab. 5.21: Spurlagen frei fahrender Lkw und Pulkführer, einstreifige Richtung MQ 1 - MQ 3, B 33.....	71	Tab. 5.36: mittlerer Abstand [m] zur Fahrtrichtungstrennung MQ 2, B 67 ...	76
Tab. 5.22: Anzahl Befahrungen, verkehrstechnischer Mittelstreifen MQ 1- MQ 3 (Vorher-Zustand), B 33 (*mit halber Fahrzeugbreite).....	71	Tab. 5.37: Spurlagen frei fahrender Pkw, einstreifige Richtung MQ 3, B 67.....	77
Tab. 5.23: mittlerer Abstand [m] frei fahrender Pkw zum verkehrstechnischen Mittelstreifen MQ 1 - MQ 3, B 33.....	72	Tab. 5.38: Spurlagen frei fahrender Lkw und Pulkführer, einstreifige Richtung MQ 3, B 67 .....	77
Tab. 5.24: mittlerer Abstand [m] frei fahrender Lkw und Pulkführer zum verkehrstechnischen Mittelstreifen MQ 1 - MQ 3, B 33.....	72	Tab. 5.39: Anzahl Befahrungen, verkehrstechnischen Mittelstreifen MQ 3, B 67 (*mit halber Fahrzeugbreite).....	77
Tab. 5.25: Anzahl Befahrungen, verkehrstechnischer Mittelstreifen MQ 1- MQ 3 (Nachher-Zustand), B 33 (*mit halber Fahrzeugbreite).....	72	Tab. 5.40: mittlerer Abstand [m] zur Fahrtrichtungstrennung MQ 3, B 67 .....	78
Tab. 5.26: Spurlagen frei fahrender Pkw, einstreifige Richtung MQ 4 - MQ 6, B 33.....	73	Tab. 5.41: Spurlagen frei fahrender Pkw, einstreifige Richtung MQ 6.....	78
Tab. 5.27: mittlerer Abstand [m] frei fahrender Pkw zum verkehrstechnischen Mittelstreifen MQ 4 - MQ 6, B 33.....	73	Tab. 5.42: Spurlagen frei fahrender Lkw und Pulkführer, einstreifige Richtung MQ 6, B 67 .....	79
Tab. 5.28: Spurlagen frei fahrender Lkw und Pulkführer, einstreifige Richtung MQ 4- MQ 6, B 33 .....	73	Tab. 5.43: Anzahl Befahrungen, verkehrstechnischen Mittelstreifen MQ 6, B 67 (*mit halber Fahrzeugbreite).....	79
Tab. 5.29: mittlerer Abstand frei fahrender Lkw und Pulkführer zum verkehrstechnischen Mittelstreifen MQ 4 - MQ 6, B 33 .....	74	Tab. 5.44: mittlerer Abstand [m] zur Fahrtrichtungstrennung MQ 6, B 67 .....	79
Tab. 5.30: Anzahl Befahrungen, verkehrstechnischen Mittelstreifen MQ 4-MQ 6 (Nachher-Zustand), B 33 (*mit halber Fahrzeugbreite).....	74	Tab. 5.45: Gegenüberstellung Spurlagen frei fahrender Pkw, einstreifige Richtung MQ 2, MQ 3, MQ 6 im Nachher-Zustand B 67 .....	79
Tab. 5.31: mittlerer Abstand aller Pkw auf dem Überholfahrstreifen zum verkehrstechnischen Mittelstreifen Vorher-/ Nachher-Vergleich .....	74	Tab. 5.46: Gegenüberstellung Spurlagen frei fahrender Pkw, einstreifige Richtung MQ 2, MQ 3 und MQ 6 im Nachher-Zustand B 67 .....	80
Tab. 5.32: mittlerer Abstand aller Pkw auf dem Überholfahrstreifen zum verkehrstechnischen Mittelstreifen Nachher-Vergleich .....	75	Tab. 5.47: Befahrungen der kritischen Wechselbereiche B 67 .....	80
		Tab. 5.48: mittlerer Abstand [m] zur Fahrtrichtungstrennung aller Pkw auf dem Überholfahrstreifen, B 67 .....	81
		Tab. 5.49: Gegenüberstellung Spurlagen frei fahrender Pkw im einstreifigen Bereich MQ 3 (Referenz), MQ 4 und MQ 7 (Nachher-Zustand) B 83.....	83
		Tab. 5.50: Gegenüberstellung Spurlagen frei fahrender Lkw und Pulkführer im einstreifigen Bereich, B 83 .....	84

Tab. 5.51: Anzahl Befahrungen, verkehrstechnischen Mittelstreifen MQ 3, MQ 4, MQ 7, B 83 (*mit halber Fahrzeugbreite).....	84	Tab. 5.71: wahrgenommene Gestaltungsvarianten B 67 (Frage 13) .....	94
Tab. 5.52: Gegenüberstellung mittlerer Abstand [m] zum verkehrstechnischen Mittelstreifen, B 83 .....	84	Tab. 5.72: wahrgenommene Gestaltungsvarianten B 83 (Frage 13) .....	94
Tab. 5.53: Befahrungen der kritischen Wechselbereiche B 83 .....	84	Tab. 5.73: wahrgenommene Gestaltungsvarianten B 169 (Frage 13) .....	94
Tab. 5.54: mittlerer Abstand [m] aller Pkw auf dem Überholfahrstreifen zum verkehrstechnischen Mittelstreifen B 83 .....	85	Tab. 5.74: Sicherheitsempfinden zu den Gestaltungsvarianten B 33 (Frage 14).....	94
Tab. 5.55: Spurlagen frei fahrender Pkw im einstreifigen Abschnitt MQ 1; B 169 .....	85	Tab. 5.75: Sicherheitsempfinden zu den Gestaltungsvarianten B 67 (Frage 14).....	95
Tab. 5.56: Spurlagen frei fahrender Lkw und Pulkführer, einstreifige Richtung MQ 1, B 169 .....	86	Tab. 5.76: Sicherheitsempfinden zu den Gestaltungsvarianten B 83/B 169 (Frage 14).....	95
Tab. 5.57: Anzahl Befahrungen, verkehrstechnischen Mittelstreifen MQ 1, B 169 (*mit halber Fahrzeugbreite).....	86	Tab. 5.77: Kosten [€/km] und Dauerhaftigkeit [a] einfache und doppelte Fahrstreifenbegrenzungslinie .....	97
Tab. 5.58: mittlerer Abstand [m] zur Fahrtrichtungstrennung, MQ 1, B 169 .....	86	Tab. 5.78: Kosten [€/km] und Dauerhaftigkeit [a] Schrägstrichgatter .....	98
Tab. 5.59: Spurlagen frei fahrender Pkw, einstreifige Richtung MQ 4, B 169.....	87	Tab. 5.79: Markierungspreise und Eigenschaften „Schrägstrichgatter“, B 33 und B 67 .....	100
Tab. 5.60: Spurlagen frei fahrender Lkw und Pulkführer, einstreifige Richtung MQ 4, B 169 .....	87	Tab. 5.80: Preise für „Bischofsmützen“ B 33 und B 67 .....	101
Tab. 5.61: Anzahl Befahrungen, verkehrstechnischen Mittelstreifen MQ 4, B 169 (*mit halber Fahrzeugbreite).....	87	Tab. 5.81: Preise für „orangene Farbmarkierung“ B 33 und B 67 .....	103
Tab. 5.62: mittlerer Abstand [m] zur Fahrtrichtungstrennung, MQ 4, B 169 .....	88	Tab. 5.82: Preise „orangene Farbmarkierung“ in Kombination mit Bischofsmützen B 33.....	104
Tab. 5.63: Befahrungen der kritischen Wechselbereiche B 169 .....	88	Tab. 5.83: Preise für „grüne Farbmarkierung“ B 83 und B 169.....	105
Tab. 5.64: mittlerer Abstand [m] zur Fahrtrichtungstrennung aller Pkw auf dem Überholfahrstreifen B 169 .....	88	Tab. 5.84: U(P) und U(SS) an der B 33, Nachher-Zustand .....	108
Tab. 5.65: Übersicht zur Durchführung der Verkehrsbefragung.....	90	Tab. 5.85: U(P) und U(SS) B 33, Nachher-Zustand .....	108
Tab. 5.66: Antwortbereitschaft nach einzelnen Messstrecken .....	90	Tab. 5.86: U(P) und U(SS) B 67, Vorher-Zustand .....	110
Tab. 5.67: Führerscheinbesitz und Fahrleistung nach Untersuchungsstrecke.....	91	Tab. 5.87: U(P) und U(SS) B 83 Referenzabschnitt .....	110
Tab. 5.68: persönlich wahrgenommene Unterschiede zu anderen Landstraßen.....	91	Tab. 5.88: U(P) und U(SS) B 169, Vorher-Zustand .....	111
Tab. 5.69: regelwidrige Überholungen in den einstreifigen Bereichen (Frage 6) .....	92	Tab. 5.89: U(P) und U(SS) B 169, Nachher-Zustand .....	112
Tab. 5.70: wahrgenommene Gestaltungsvarianten B 33 (Frage 13) .....	93		

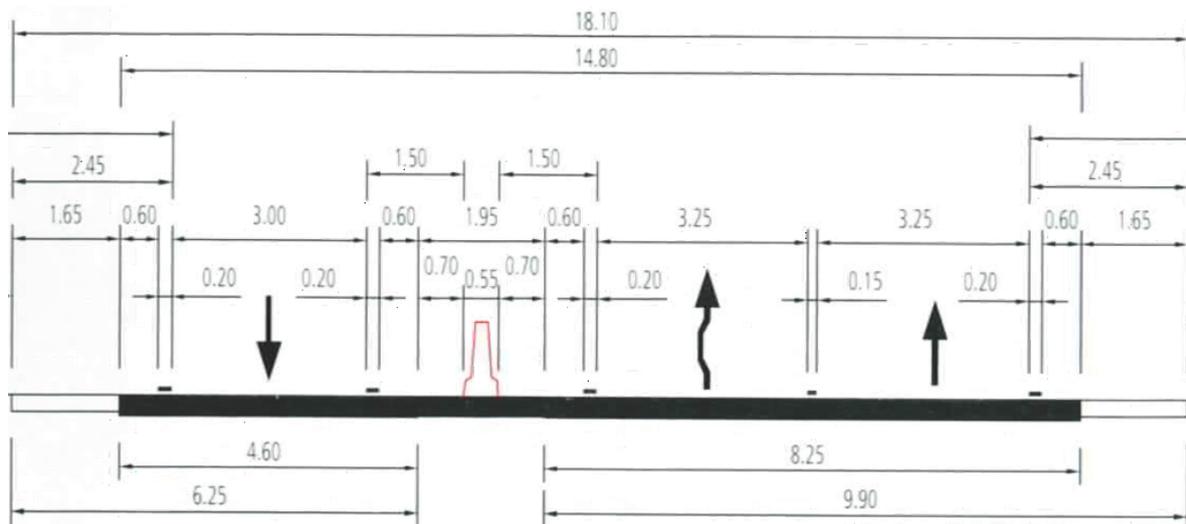
## 9 Anhang



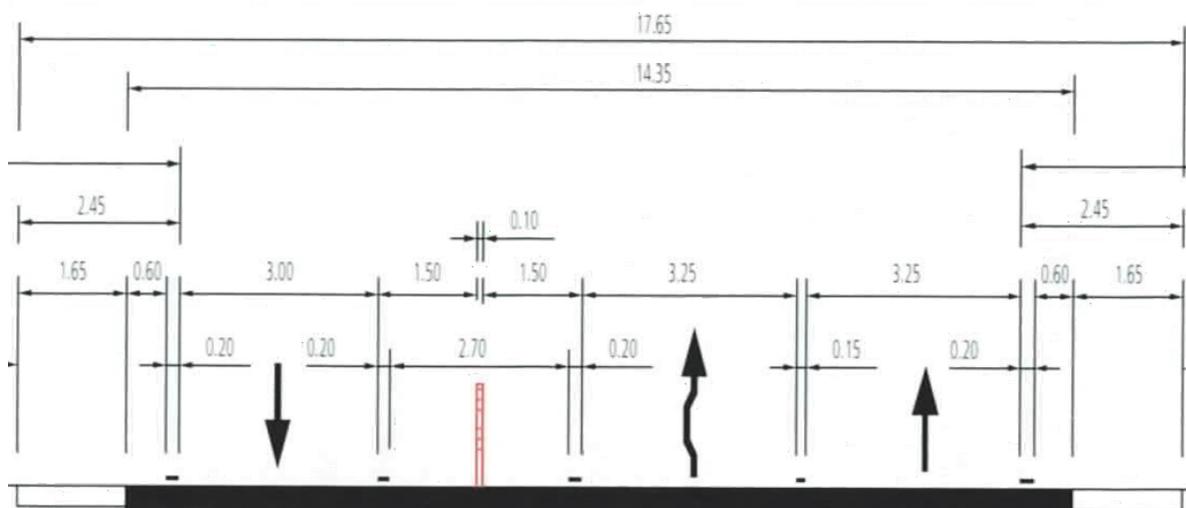
## Niederlande



Regionaler Stroomweg, Querschnittsform 2x1+1, Mittelstreifen mit Stahlschutzwand



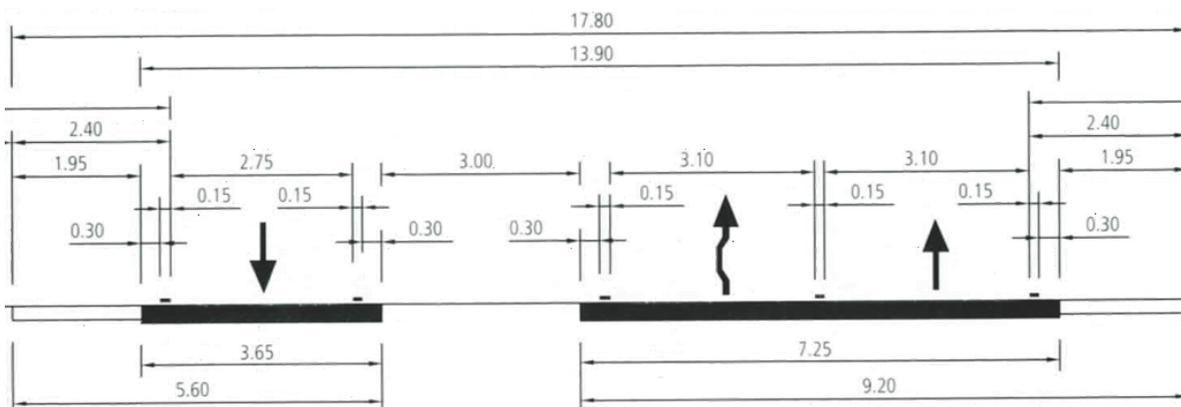
Regionaler Stroomweg, Querschnittsform 2x1+1, baulich Richtungstrennung (Betonschutzwand)



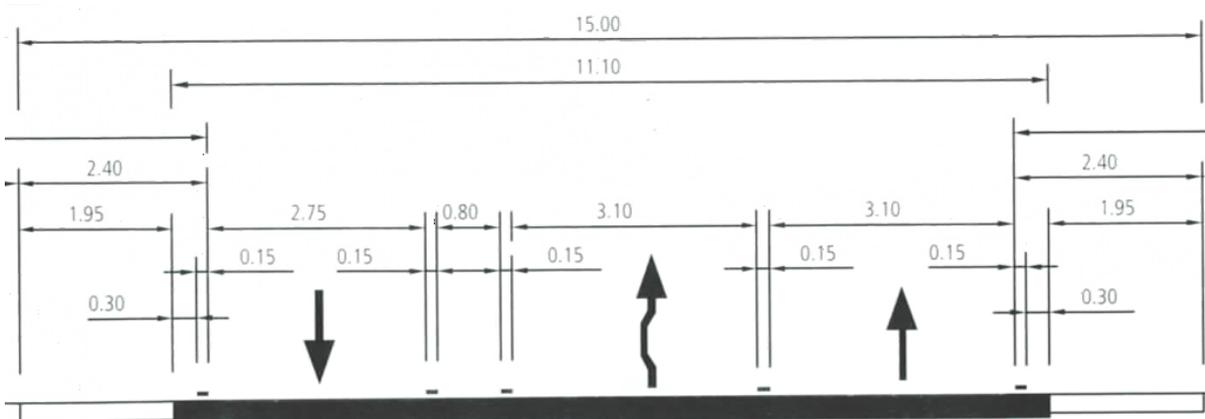
Regionaler Stroomweg, Querschnittsform 1x2+1, baulich Richtungstrennung (Stahlseil-Barriere)



**Regionaler Stroomweg, Querschnittsform 1x2+1, verkehrstechnische Richtungsrennung**

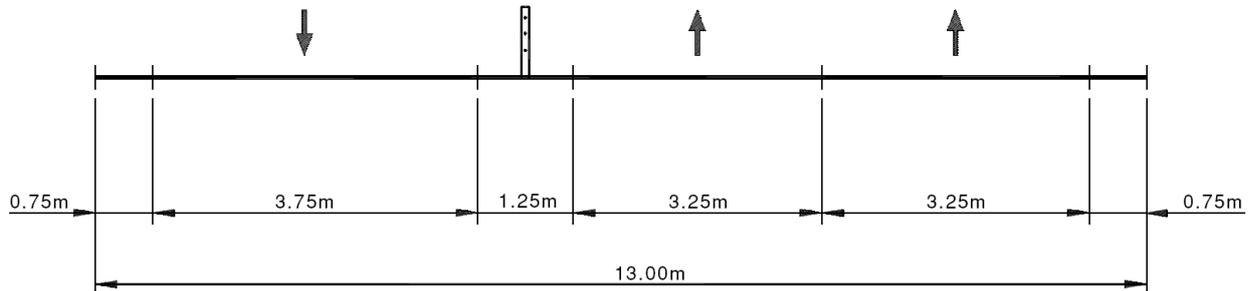


**Gebiedsontsluitingsweg (GOW), TYP I, Querschnittsform 2x1+1, Richtungsrennung Mittelstreifen**

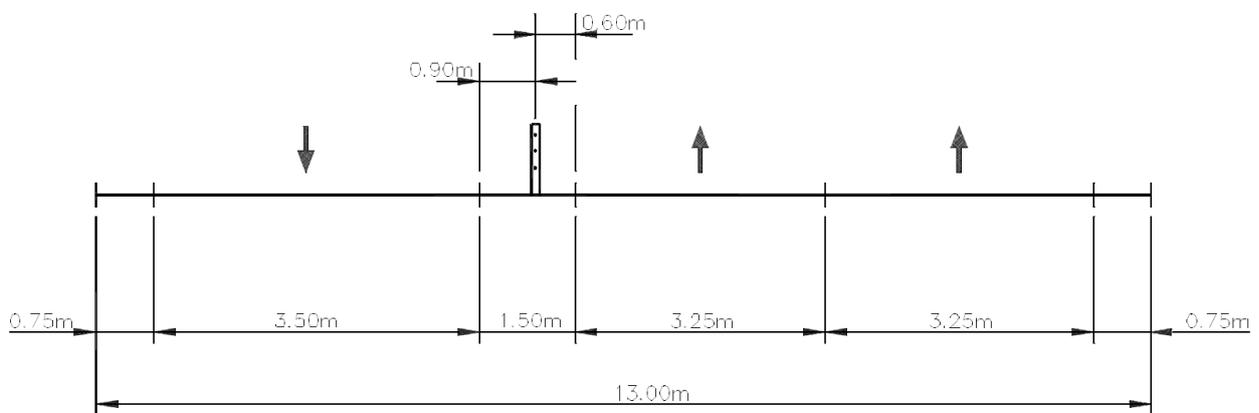


**Gebiedsontsluitingsweg (GOW), TYP II, Querschnittsform 1x2+1, Richtungsrennung doppelte Fahrstreifenbegrenzung**

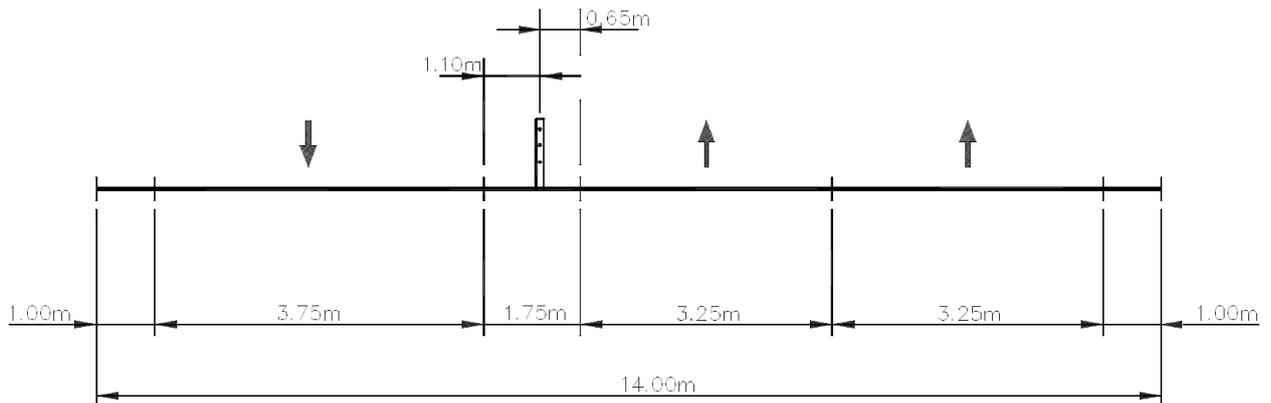
## Schweden



**A: Querschnittaufteilung für bestehende (umzugestaltende) 2+1 Straßen**

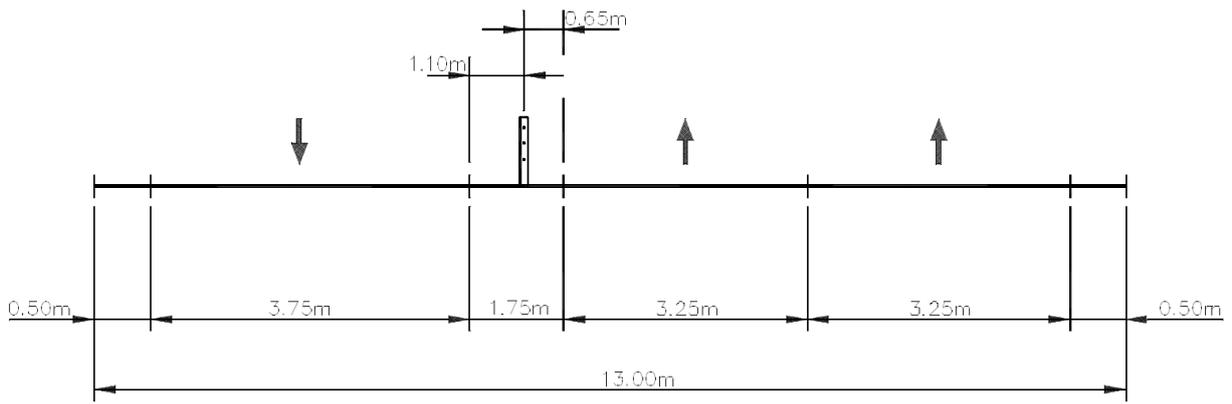


**B: Querschnittaufteilung bei Um- und Ausbau von Straßen (Aufweitung auf 14,00 m möglich)**

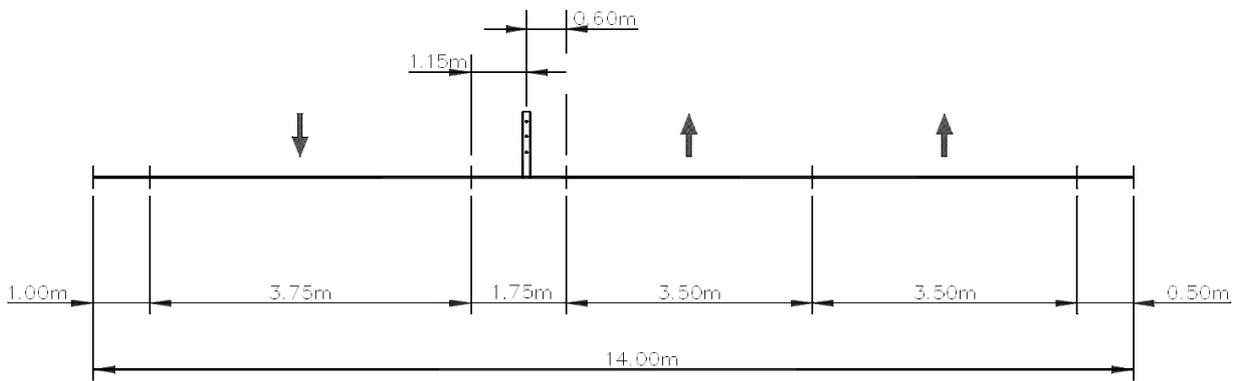


**C: Querschnittaufteilung bei Neubau von 2+1 Straßen**

In Schweden gibt es zusätzlich Straßen die "motortrafikleder" (semi- motorway) genannt werden. Das sind Straßen, die nur zwei oder drei Fahrstreifen aufweisen (2+1) aber dieselben Voraussetzungen wie Autobahnen aufweisen (z. B. Planfrei Knotenpunkte, kein langsam fahrender Verkehr). Diese Straßen können durch das Anfügen einer Parallelfahrbahn zur Autobahn umfunktioniert werden (TRB, 2003). Der Unterschied zur herkömmlichen Querschnittaufteilung ergibt sich wie folgt:

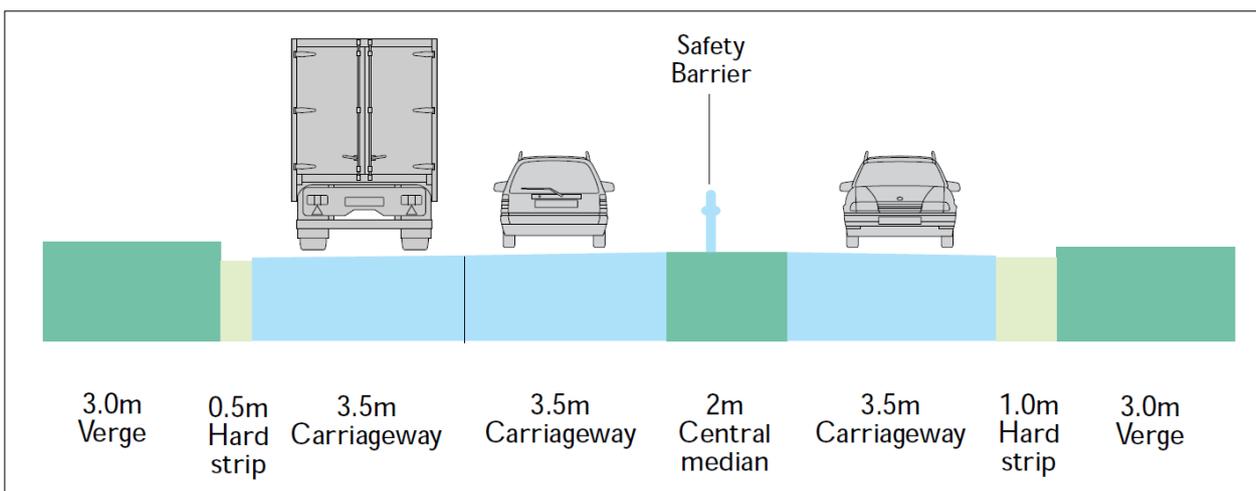


**B: Querschnittaufteilung bei Um- und Ausbau von 2+1 Straßen als semi- motorway**

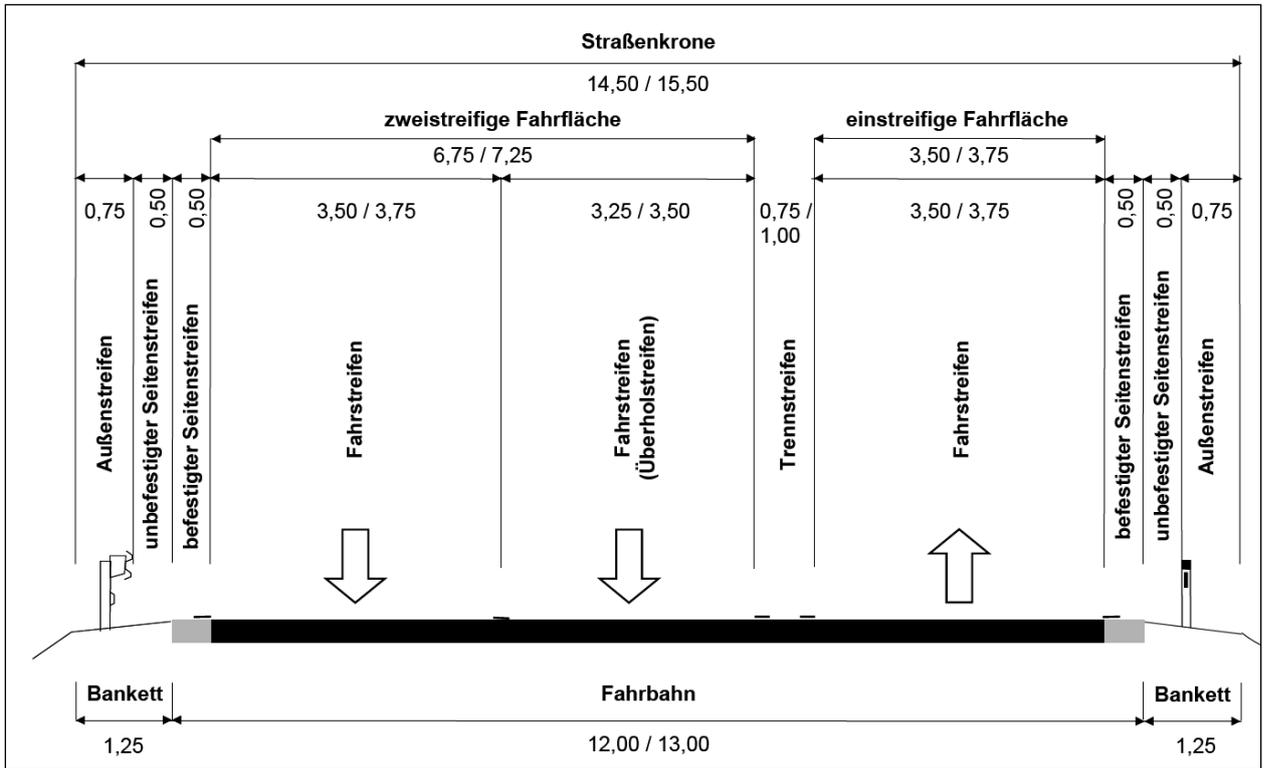


**B: Querschnittaufteilung bei Neubau von 2+1 Straßen als semi- motorway**

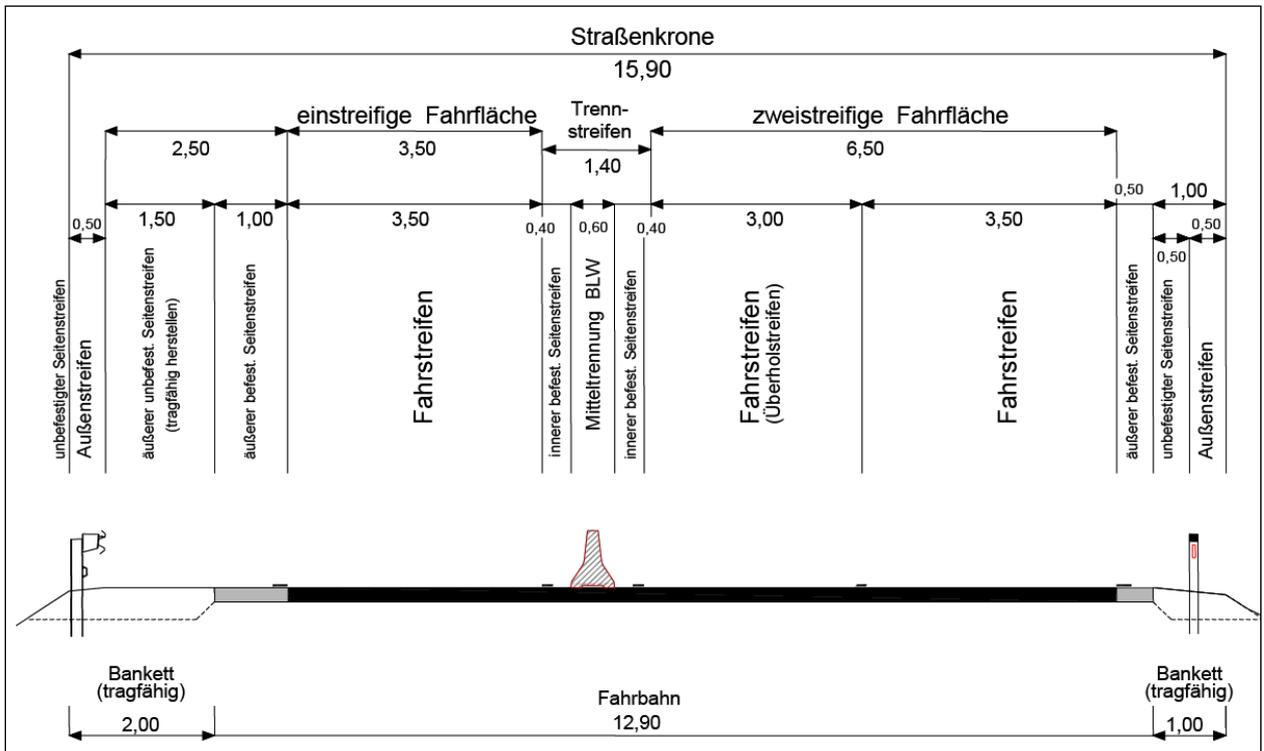
Irland



Österreich

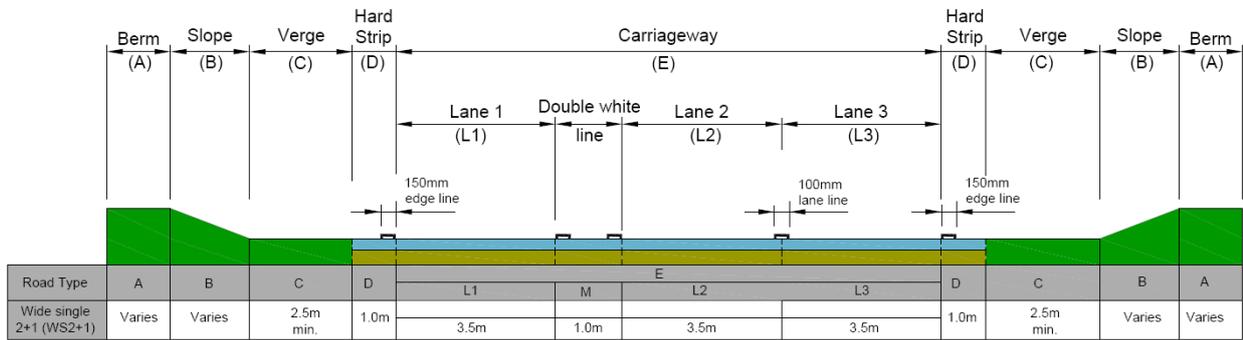


Querschnittsaufteilung bei Neu oder Umbau



Querschnittsaufteilung für den Zwischenausbau

## Großbritannien und Nord Irland



**Querschnittsaufteilung wide single carriageway**





FE: 02.0281 „Wirkung, Akzeptanz und Dauerhaftigkeit von Elementen zur Fahrtrichtungstrennung auf Landstraßen“

### Befragung zur Akzeptanz von Fahrtrichtungstrennungen

Straßen-Nr.: ..... Am Beispiel der B 67

Richtung: .....

Datum/Uhrzeit: .....

.....

#### Einleitung

**Frage 1:** Wie häufig befahren Sie diesen Streckenabschnitt?

- zum ersten Mal  
 mehrmals pro Woche  
 mehrmals pro Monat

**Frage 2:** Aus welchem Grund befahren Sie heute diesen Streckenabschnitt?

- Arbeitsweg       Dienstweg       Privat

**Frage 3:** Sind Sie heute den gesamten Streckenabschnitt von.....  
.....nach.....gefahren?

- ja  
 nein, nur von ..... nach.....

**Frage 4:** Besteht nach Ihrer Ansicht zwischen der baulichen Gestaltung dieses Streckenabschnittes der B 67 und anderen Landstraßen ein Unterschied?

- Ja, ..... welcher?  
 .....  
 Nein

### Einstreifige Bereiche

Die nachfolgenden Fragen beziehen sich nur auf Bereiche, in denen Ihnen nur ein Fahrstreifen in Ihrer Fahrtrichtung zur Verfügung steht:

**Frage 5:** Wurden Sie heute bei der Wahl Ihrer Geschwindigkeit durch andere Verkehrsteilnehmer beeinflusst? (Mehrfachantworten möglich)

- Nein, ich fuhr unbeeinflusst
- Ja, durch dichtes Auffahren
- Ja, ich wurde aufgehalten

**Frage 6:** Wurden Sie heute im einstreifigen Abschnitt von anderen Fahrzeugen überholt?

- Ja
- Nein

Wenn ja: Auf einer 5 stufigen Skala von 1= sicher bis 5 = unsicher - Wie sicher haben Sie sich dabei gefühlt?

sicher      1      2      3      4      5      unsicher

**Frage 7:** Halten Sie das Überholverbot in den einspurigen Abschnitten für gerechtfertigt?

- Ja
- Nein

**Frage 8:** Halten Sie die Längen der einspurigen Abschnitte bis zur nächsten Überholmöglichkeit auf dieser Strecke für:

- zu kurz
- gerade richtig
- zu lang

**Frage 9:** Auf einer 5 stufigen Skala von 1= sicher bis 5 = unsicher - Wie sicher haben sie sich im einspurigen Bereich gefühlt, wenn Ihnen auf dem benachbarten Fahrstreifen Fahrzeuge entgegenkamen?

sicher   1      2      3      4      5      unsicher

### Präferenz der Gestaltungsvarianten

Der Mittelstreifen ist im der Strecke unterschiedlich gestaltet.

**Frage 10:** Welche der folgenden Mittelstreifen haben Sie bei der Durchfahrt der Strecke gesehen?

- Variante 1: Schraffur
- Variante 2: Bischofsmütze (Fotos)
- Variante 3: orange Markierung

**Frage 11:** Welche dieser Gestaltungen finden Sie als Trennung zum Gegenverkehr sicherer? Bitte bilden sie eine Rangfolge 1= am sichersten bis 3= am unsichersten.

1. .... 2. .... 3. ....

Und warum?

.....

### Zweistreifige Bereiche

Die nachfolgenden Fragen beziehen sich nur auf Bereiche, in denen Ihnen zusätzlich ein Überholfahrstreifen in Ihrer Fahrtrichtung zur Verfügung steht:

**Frage 12:** Wie oft haben Sie heute selbst im zweistreifigen Bereich andere Fahrzeuge überholt?

überhaupt nicht       höchstens drei Mal       öfter als drei Mal

Auf einer 5 stufigen Skala von 1= sicher bis 5 = unsicher - Wie sicher empfanden Sie die Überholvorgänge?

sicher 1      2      3      4      5      unsicher

**Frage 13:** Wie oft wurden Sie heute im zweistreifigen Bereich überholt?

überhaupt nicht       höchstens drei Mal       öfter als drei Mal

Empfanden Sie die Überholvorgänge als:

sicher      1      2      3      4      5      unsicher

**Frage 14:** Halten Sie die Längen der zweistreifigen Bereiche auf dieser Strecke für:

- zu kurz
- gerade richtig
- zu lang

### Gesamtstrecke

Die nachfolgenden Fragen beziehen sich auf den gesamten eben von Ihnen durchfahrenen Abschnitt der B 67

**Frage 15:** Halten Sie den Wechsel dem zwischen dem ein- und zweistreifigen Bereichen für eine geeignete Art der Straßengestaltung?

Ja (weiter mit Frage 16)       Nein (weiter mit Frage 17)

**Frage 16:** Welche Vorteile bietet diese Art der Straßengestaltung gegenüber einer üblichen Bundesstraße?

.....

**Frage 17:** Welche Nachteile bietet diese Art der Straßengestaltung gegenüber einer üblichen Bundesstraße?

.....

**Frage 18:** Empfanden Sie heute ihre Fahrt auf diesem Streckenabschnitt als sicher?

Ja, warum? .....

Nein, warum nicht? .....

**Frage 19:** Meinen Sie, dass man Landstraßen mit zusätzlichen Überholfahrstreifen häufiger bauen sollte?

Ja  Nein

**Frage 20:** Haben Sie noch weitere Anmerkungen zu dieser Straßengestaltung, die Sie uns noch mitteilen möchten?

.....

.....

.....

*Unabhängig von der vom Ihnen befahrenen Straße wurden im Rahmen dieses Projektes weitere Versuchstrecken mit neuen Varianten der Fahrtrichtungstrennung gestaltet.*

**Frage 21:** Welche der folgenden Trennungen zum Gegenverkehr bevorzugen Sie? (Fotos)

- Variante 1: durchgehende Doppellinie
- Variante 2: grüne Farbmarkierung
- Variante 3: orange Farbmarkierung
- Variante 4: Schraffur
- Variante 5: Bischofsmützen /Lübecker Hütchen

Und warum?

.....

**Allgemeine Angaben****Angaben zur Person:**

Geschlecht Fahrer:  Männlich  Weiblich

Würden Sie uns bitte ihr Geburtsjahr nennen? 19 ...

Seit welchem Jahr besitzen Sie einen Führerschein? 19 ...

Wie viele Kilometer legen Sie in etwa pro Jahr mit einem Fahrzeug zurück? .....

**Angaben zum Fahrertyp:**

In welchen der drei folgenden Fahrertypen würden Sie sich einordnen?

sportlich  normal  zurückhaltend

**Angaben zur persönlichen Erfahrung:**

Waren Sie bereits an Verkehrsunfällen oder sehr kritischen Situationen im Zusammenhang mit Überholvorgängen auf Landstraßen beteiligt?

- Nein
- Ja, Verkehrsunfälle
- Ja, kritische Situationen

**Reisezeit:**

Wie lange sind Sie jetzt bereits unterwegs?

..... Minuten

Wie lange werden Sie jetzt noch unterwegs sein?

..... Minuten

Anhang 3  
Befragung der Straßenbehörden  
und Straßenmeistereien

**Fragebogen zu Elementen der Fahrtrichtungstrennung**

Ziel der Befragung sind Kenntnisse über die Kosten, die Dauerhaftigkeit und die Erfahrungen mit Elementen der Fahrtrichtungstrennung.

Bitte füllen Sie die entsprechenden Zeilen der bei Ihnen angewandten Systeme aus.

System der Fahrtrichtungstrennung	Material/Ausführung (entlegene/engefasste Markierung/Agglomeratmarkierung)	Kosten (€/km)	Lebensdauer [Jahre]	Überholmöglichkeit (bei Betriebsunterbrechungen)	Dauerhaftigkeit/ Eignung Winterdienst	Fahrerakzeptanz (persönlich Einschätzung, Halben abh. Kraftfahrer an das Überholverbot)
<b>Typ 1</b>  Fahrschwellenbegrenzung						
<b>Typ 2</b>  Doppelte Fahrschwellenbegrenzung						
<b>Typ 3</b>  Markierter Mittelstreifen mit „Blisschleifmarkierungen“						
<b>Typ 4</b>  Markierter Mittelstreifen mit Querschwellen						
<b>Typ 4a</b>  Markierter Mittelstreifen mit Schräglinien						

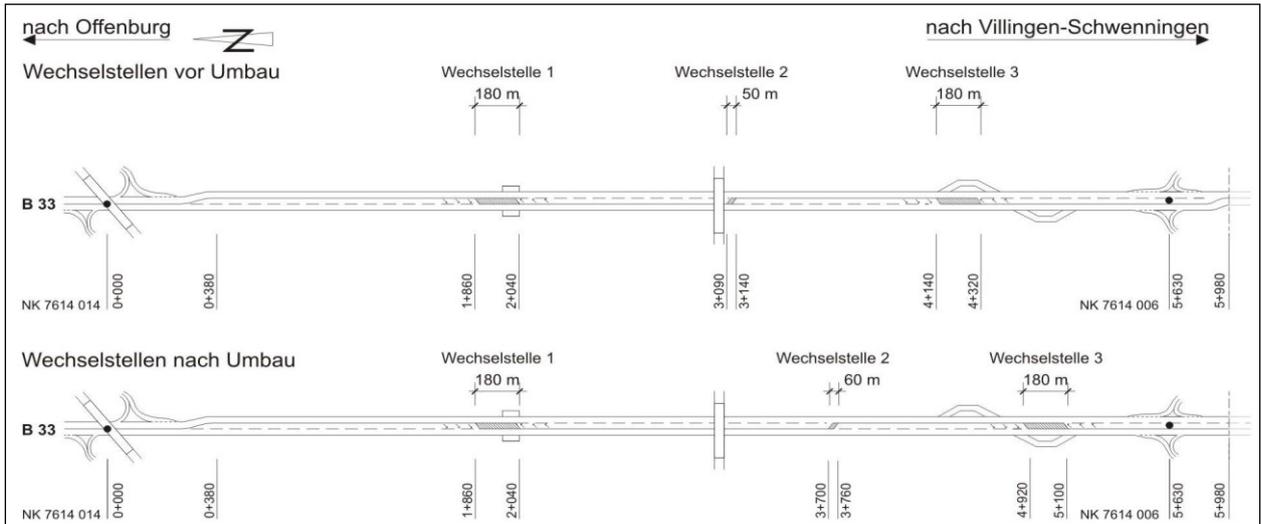
System der Fahrschulungsbearbeitung	Material/Ausführung (eingetragene/verfräste Markierung/Agglomerat-reaktion)	Kosten [€/km]	Lebensdauer [Jahre]	Überholmöglichkeit (bei Betriebsstellenanhalten)	Dauerhaftigkeit/ Eignung Winterdienst	Fahrerkapazität (Persönlich Enechtung, Halten sich Kraftfahrer an das Überholverbot?)
<b>Typ 4b</b> Markier-, farbige ausgeführte Mittelstreifen 						
<b>Typ 5</b> Markier- Mittelstreifen mit Längsschwellen 						
<b>Typ 6</b> Richtungsbenennung durch Schutzstreifen 						
<b>Typ 7</b> Richtungsbenennung durch Betonstreifen 						

Arbeitsbereich / Landkreis:	Ort, Datum:	Beauftragter: Tel.:	bei Rückfragen
-----------------------------	-------------	------------------------	----------------

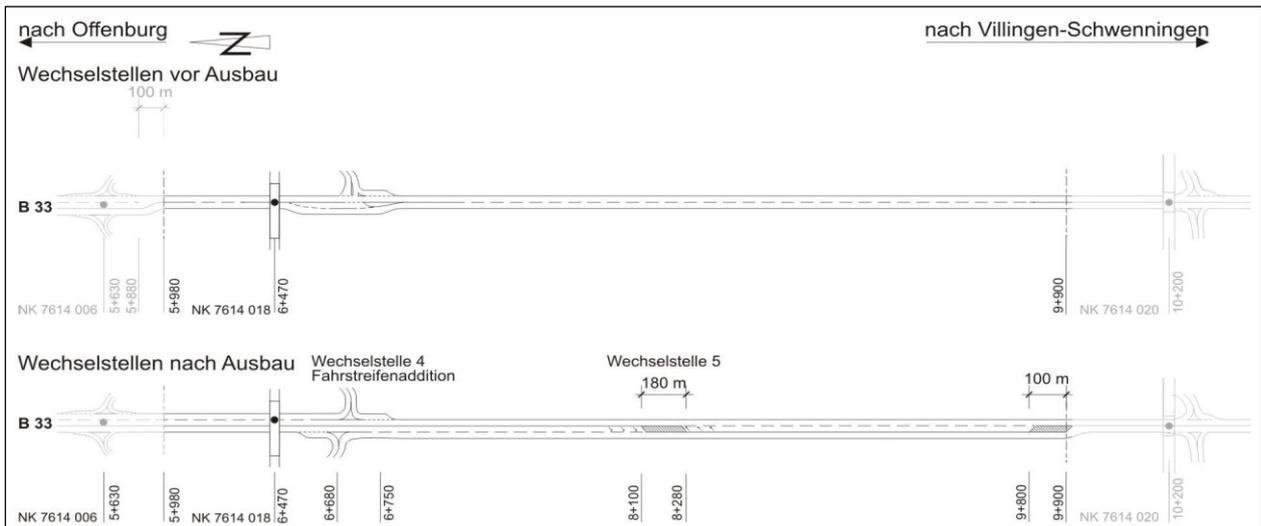
Anhang 4  
Lage der Überholabschnitte, Wechselstellen  
und Messquerschnitte der Untersuchungsstrecken

## B 33 Baden-Württemberg

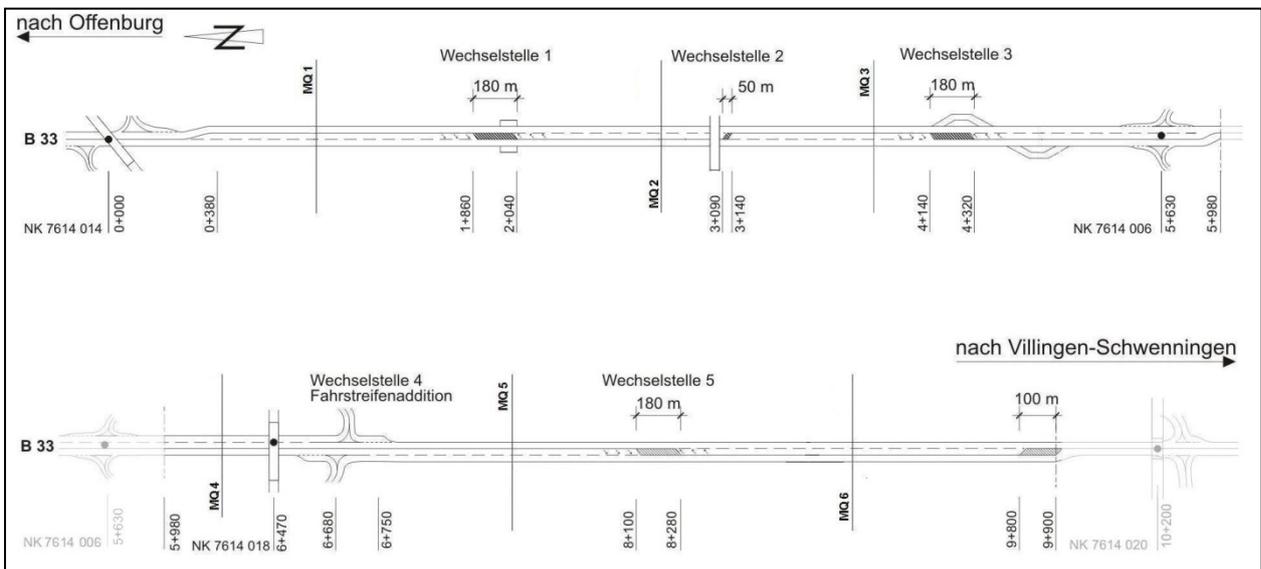
### Vorher- und Nachher- Zustand Untersuchungsabschnitt 1



### Vorher- und Nachher- Zustand Untersuchungsabschnitt 2

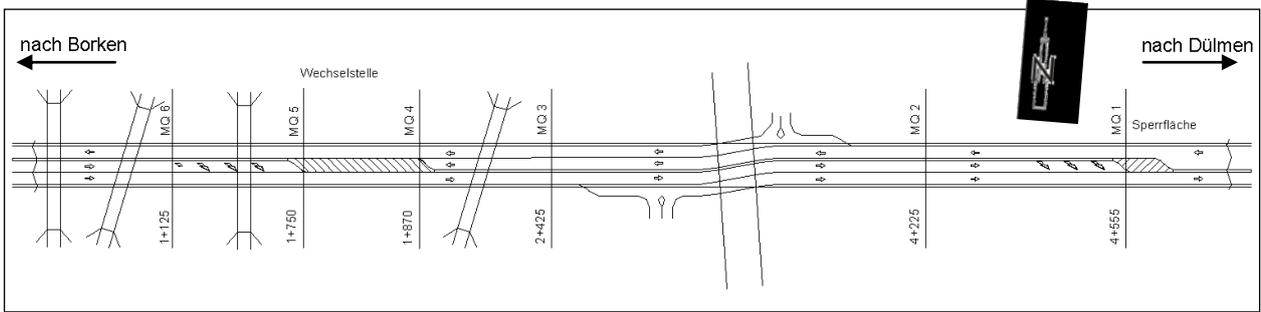


### Lage der Messquerschnitte

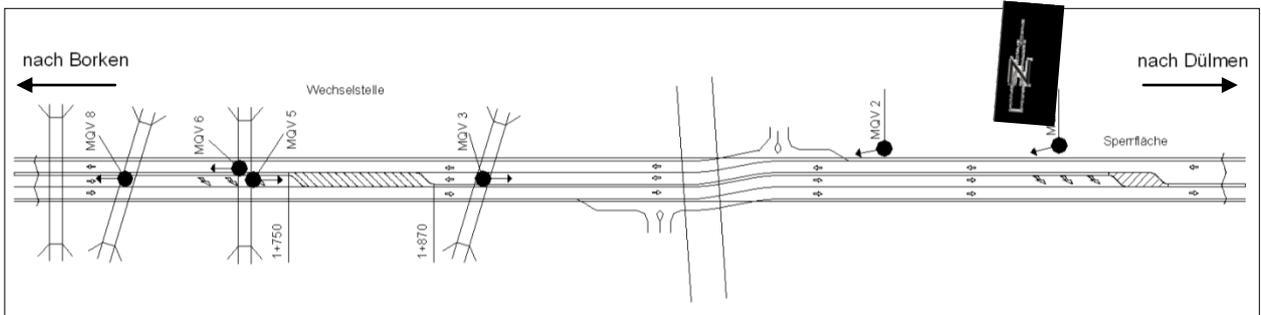


## B 67 - Nordrhein-Westfalen

### Lage der Messquerschnitte - Lasermessung (MQ)

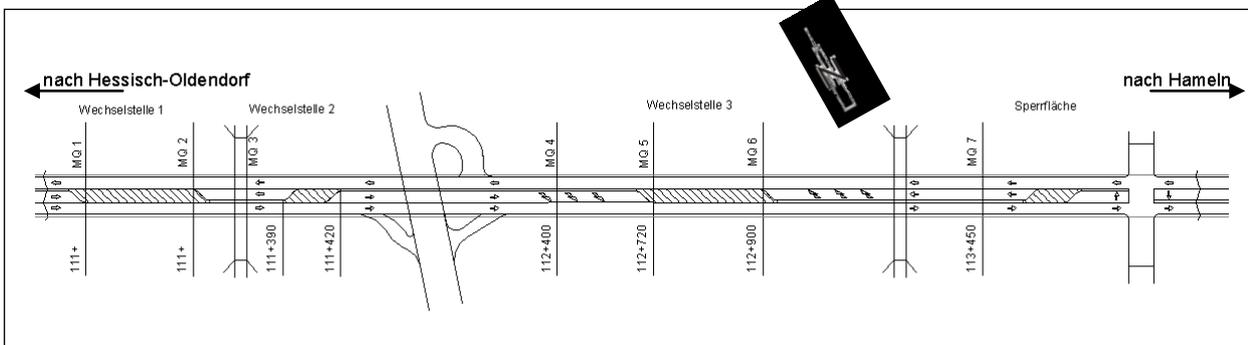


### Lage der Messquerschnitte - Videobeobachtung (MQV)

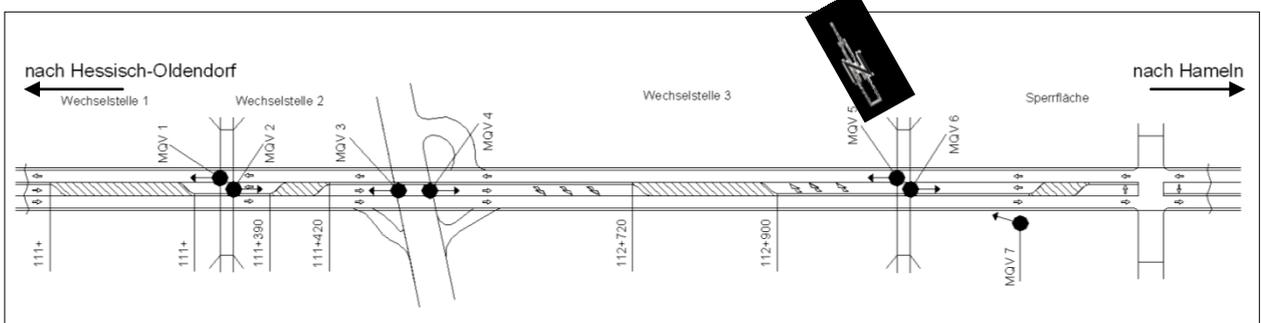


## B 83 - Niedersachsen

### Lage der Messquerschnitte - Lasermessung (MQ)

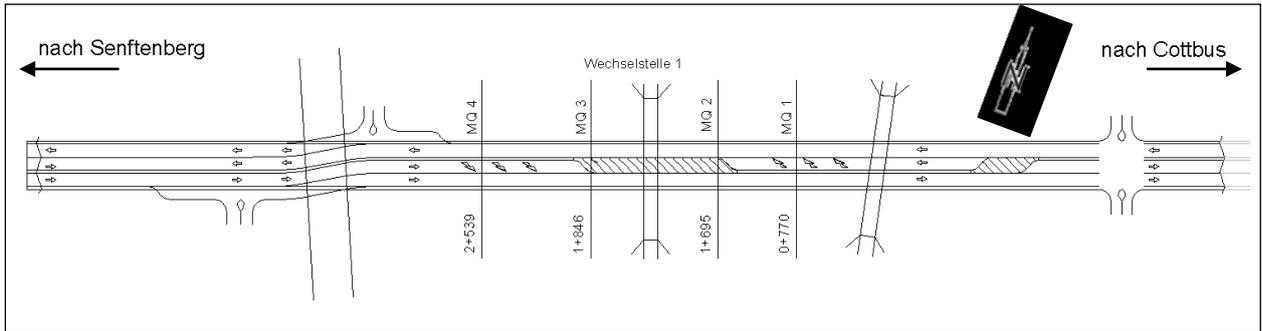


### Lage der Messquerschnitte - Videobeobachtung (MQV)

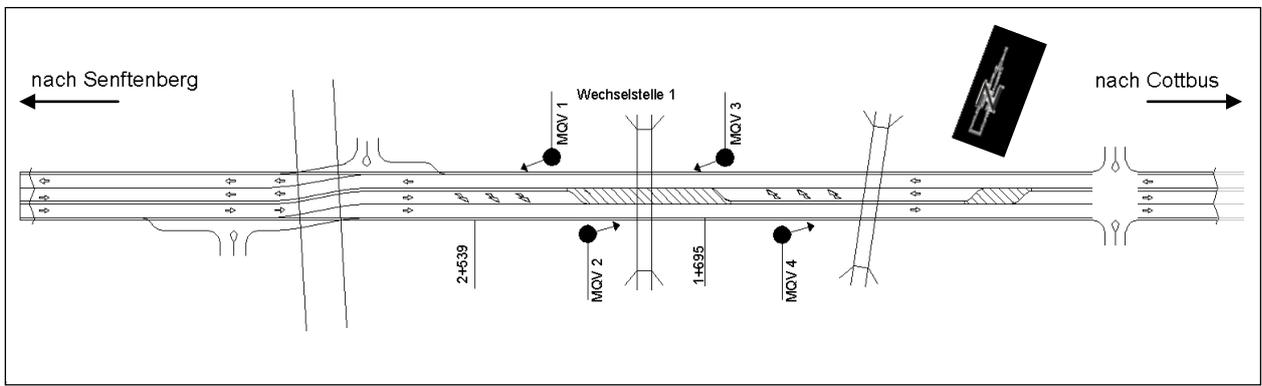


## B 169 - Brandenburg

### Lage der Messquerschnitte - Lasermessung (MQ)



### Lage der Messquerschnitte - Videobeobachtung (MQV)



## Übersichtskarte B 303 / S3 neu von Stockernau - Kleinhaugsdorf

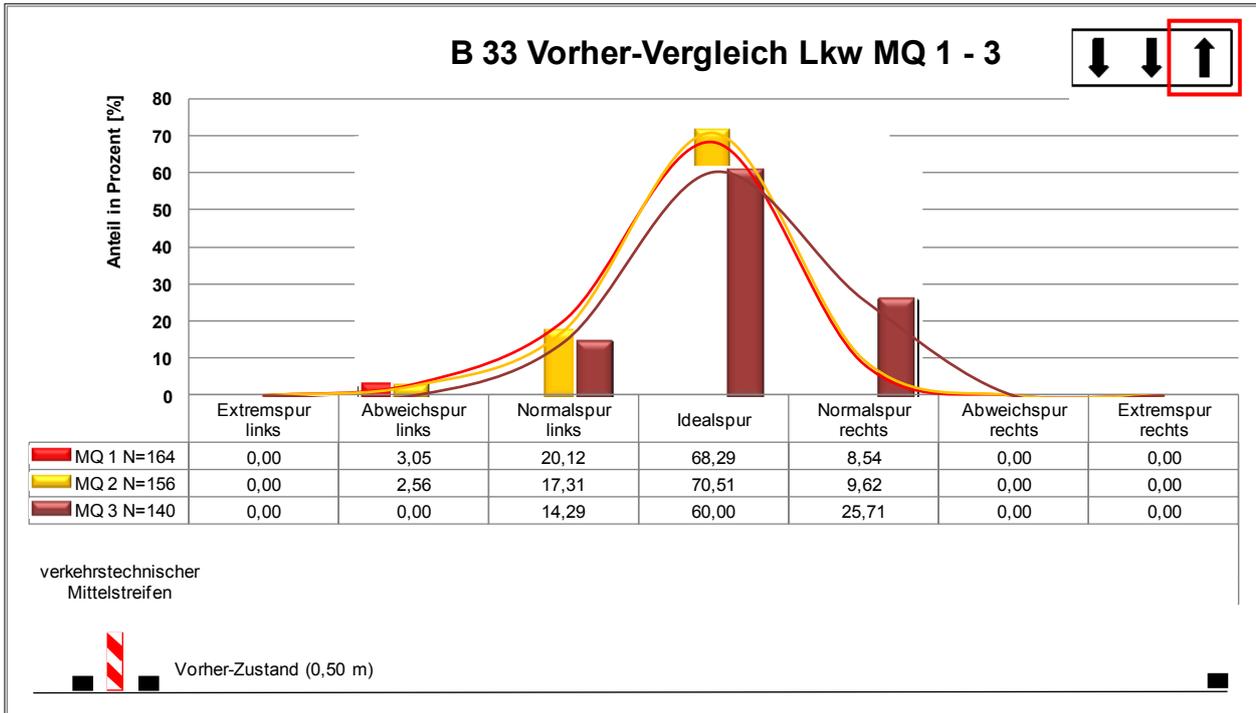


Bild aus datenschutzrechtlichen Gründen entfernt.

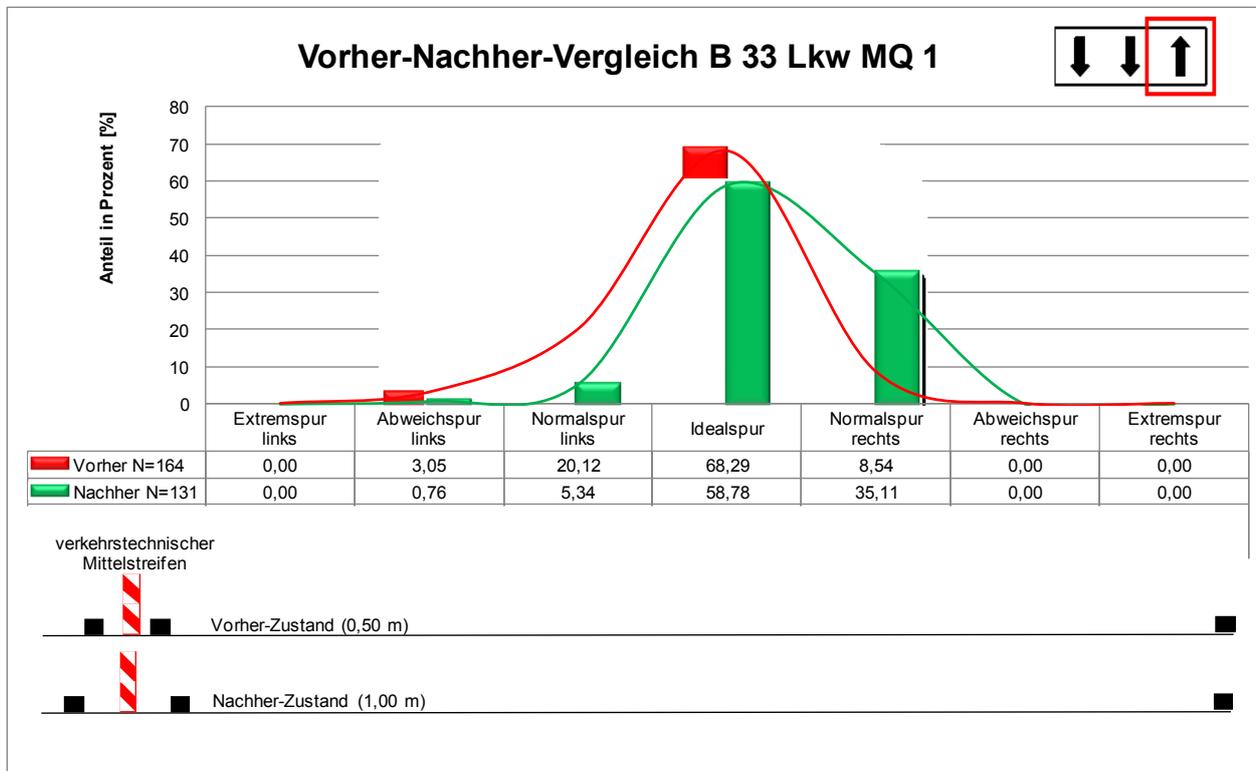


### Spurverhalten B 33

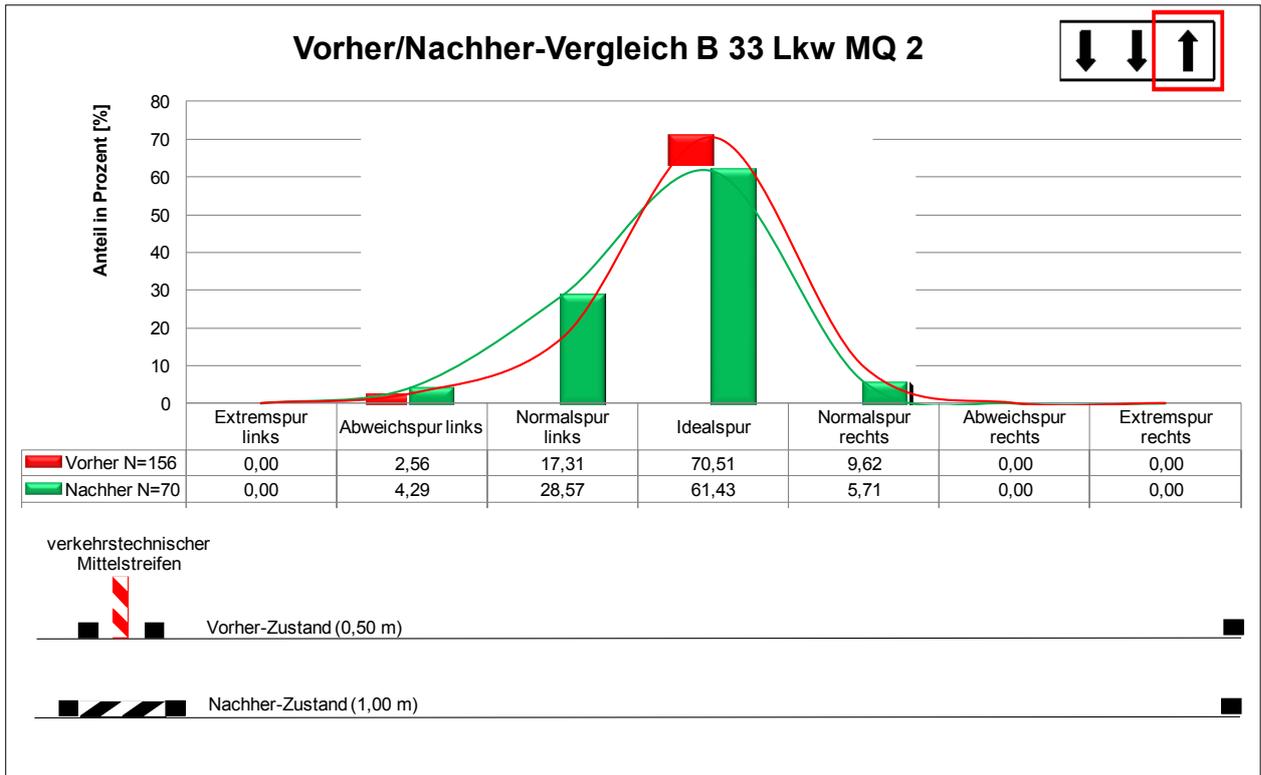
### Gegenüberstellung Lkw (Vorher- Untersuchung) MQ 1 – MQ 3



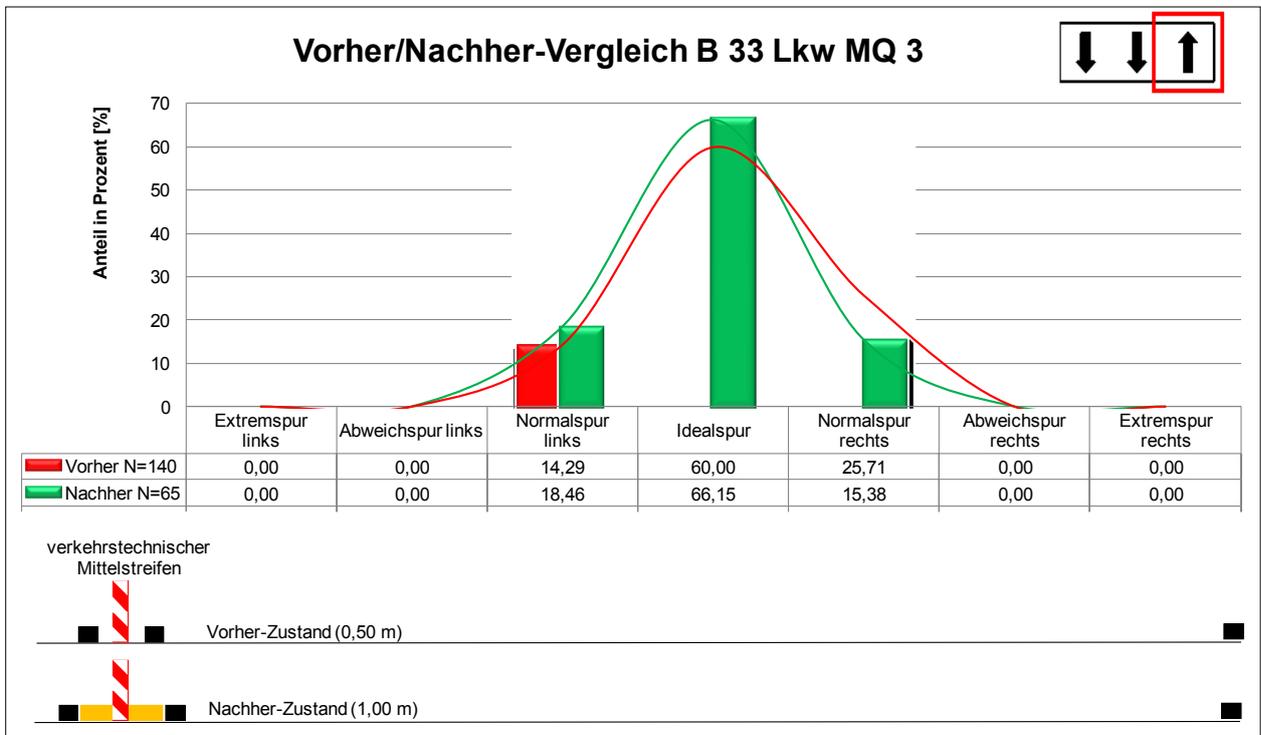
### MQ 1 - Bischofsmützen



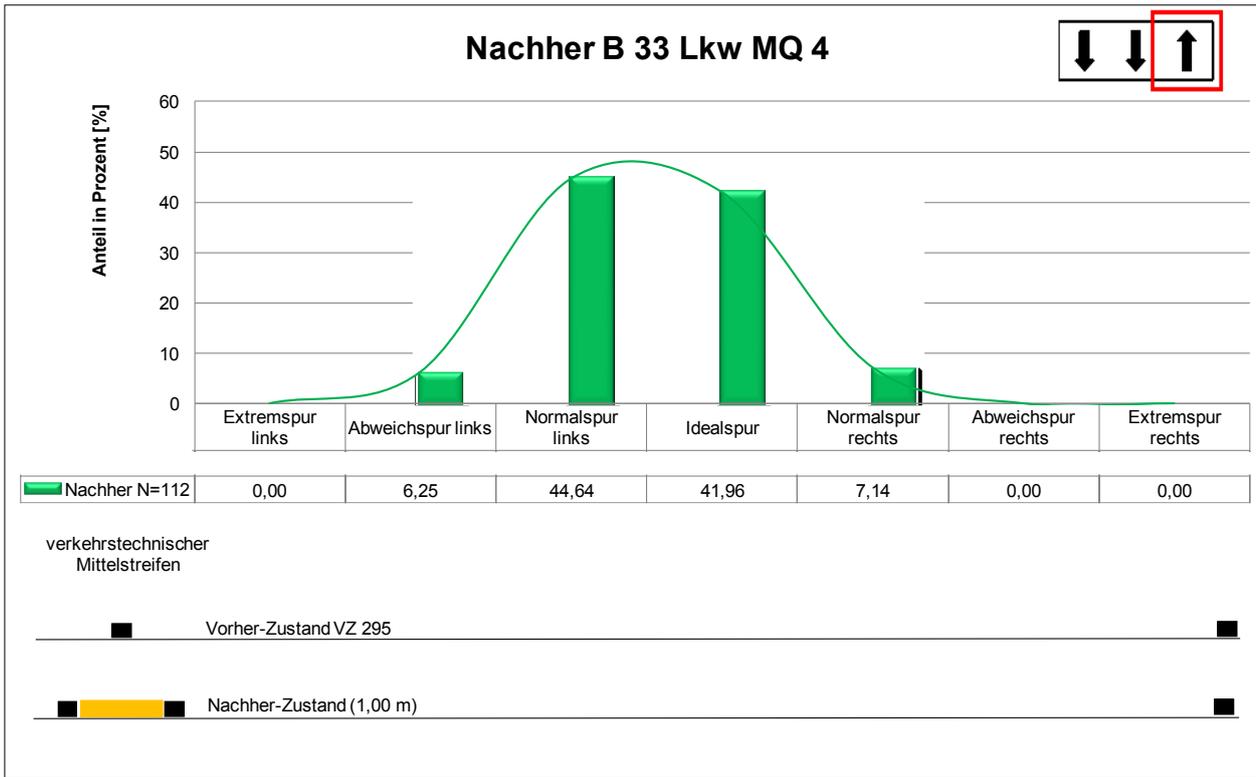
### MQ 2 - Schägstrichgatter



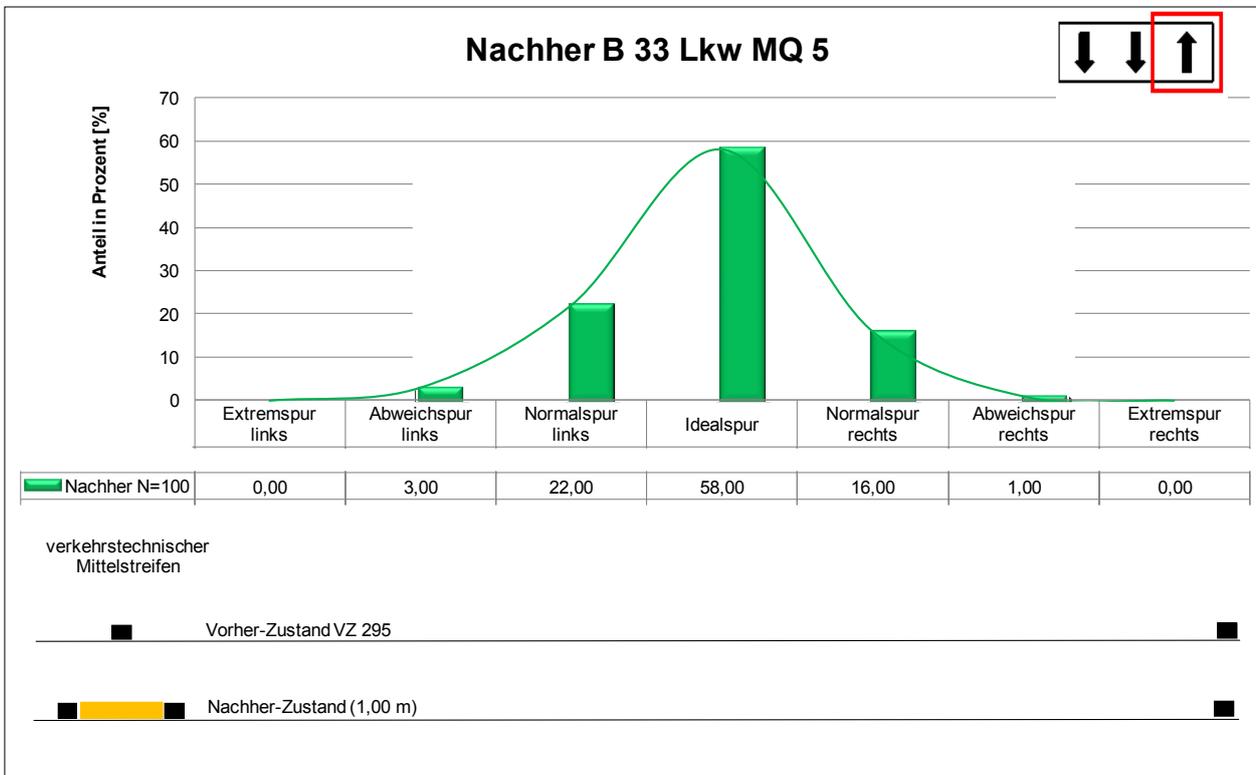
### MQ 3 – Bischofsmützen/Verkehrsorange



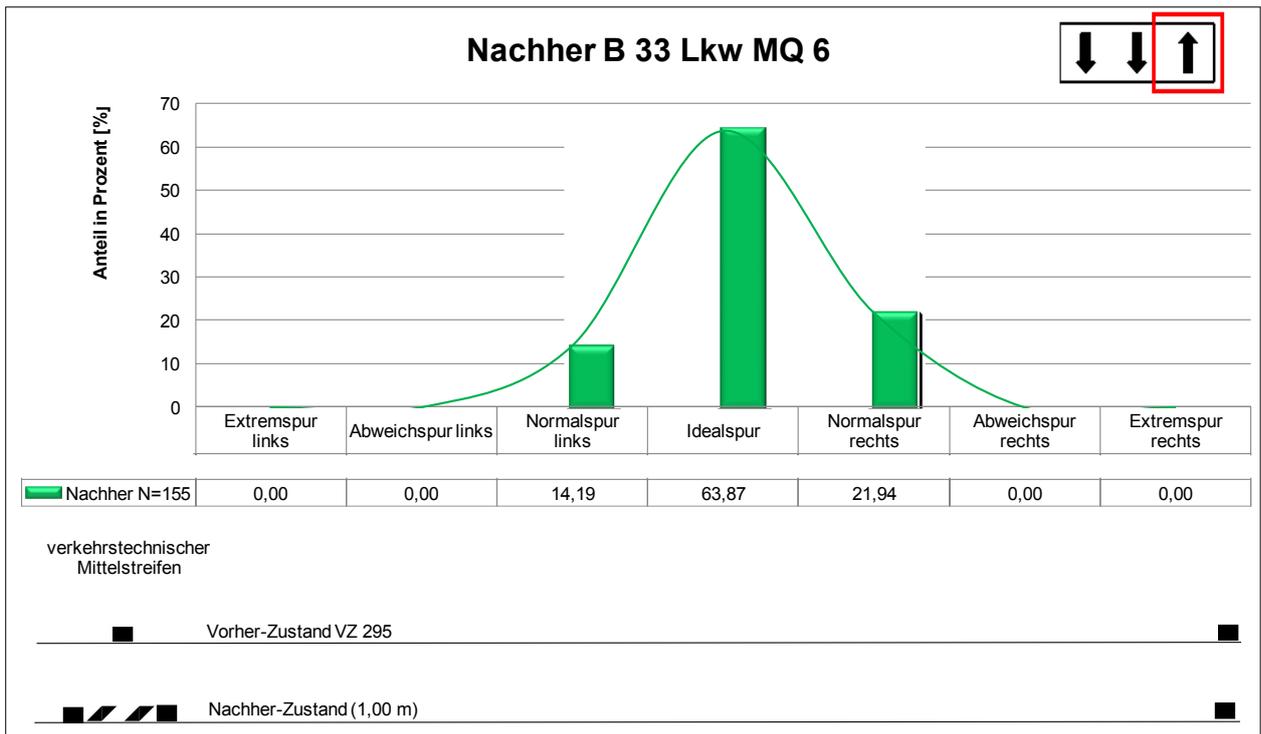
### MQ 4 – Verkehrsorange



### MQ 5 – Verkehrsorange

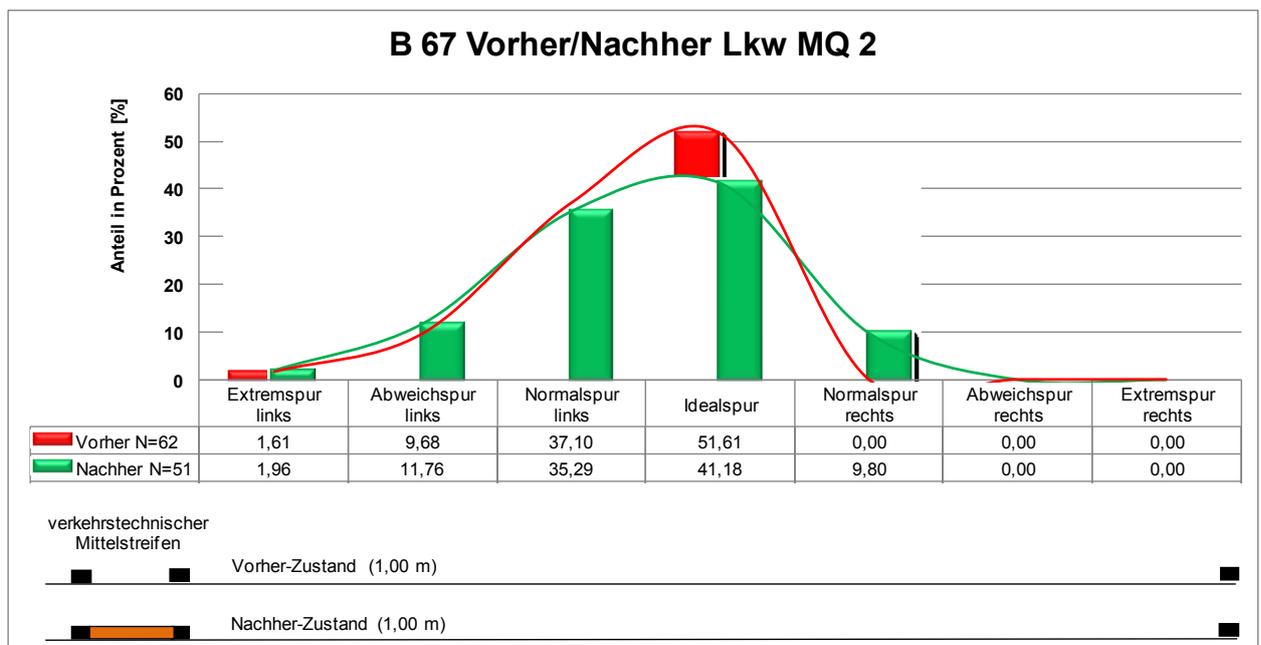


## MQ 6 – Schrägstrichgatter

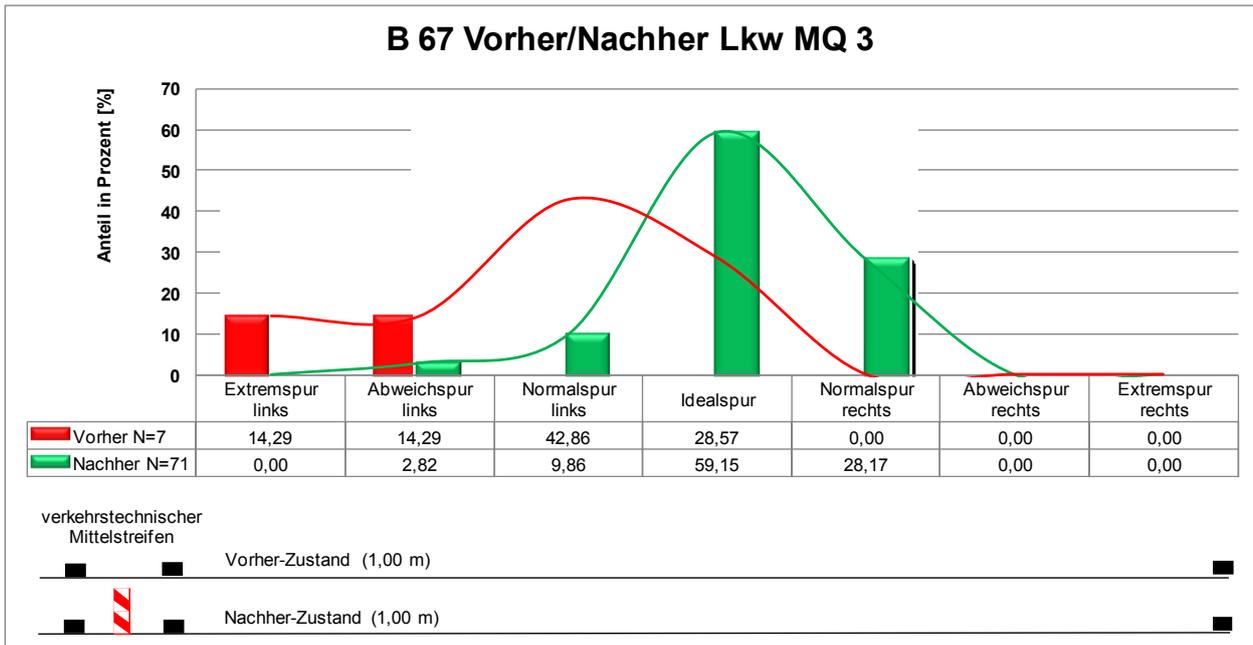


## Spurverhalten B 67

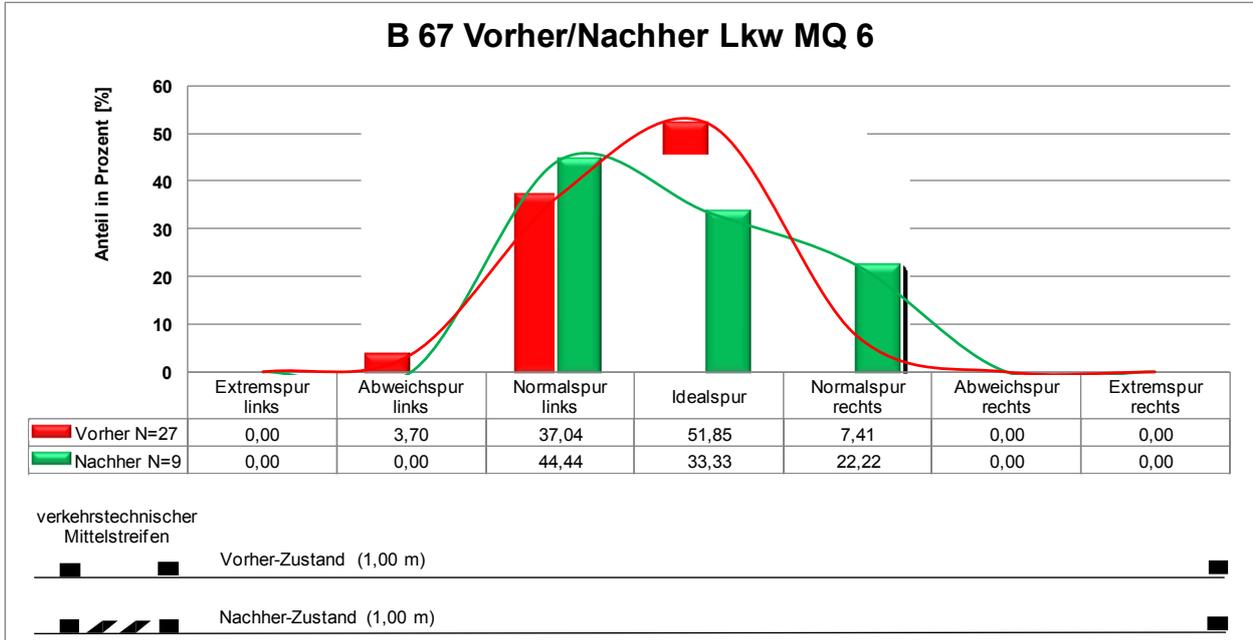
### MQ 2 - Verkehrsorange



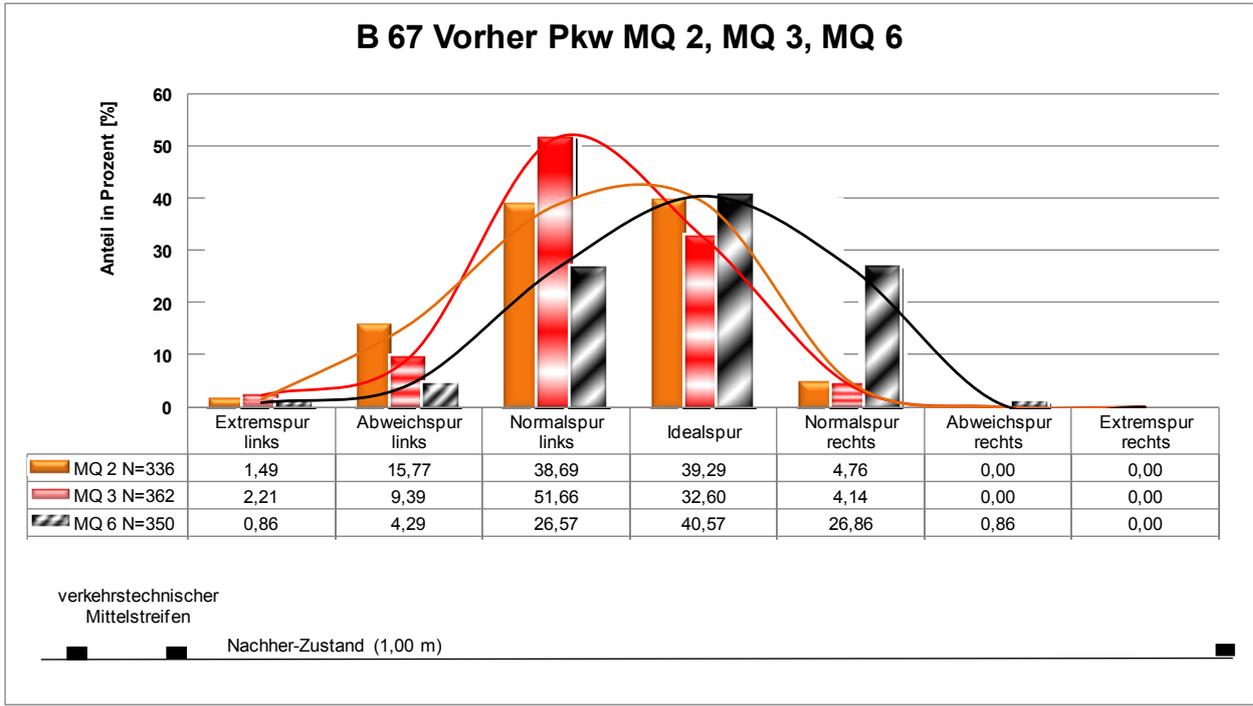
MQ 3 - Bischofsmützen



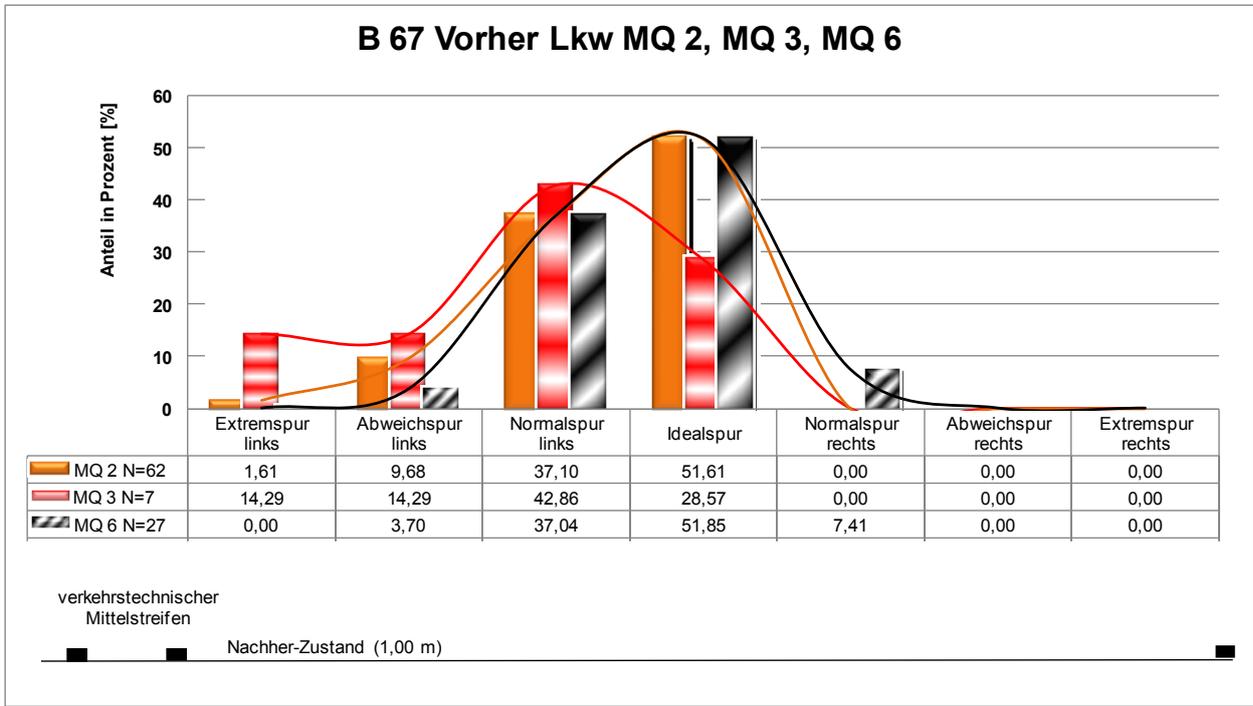
MQ 6 - Schraffur



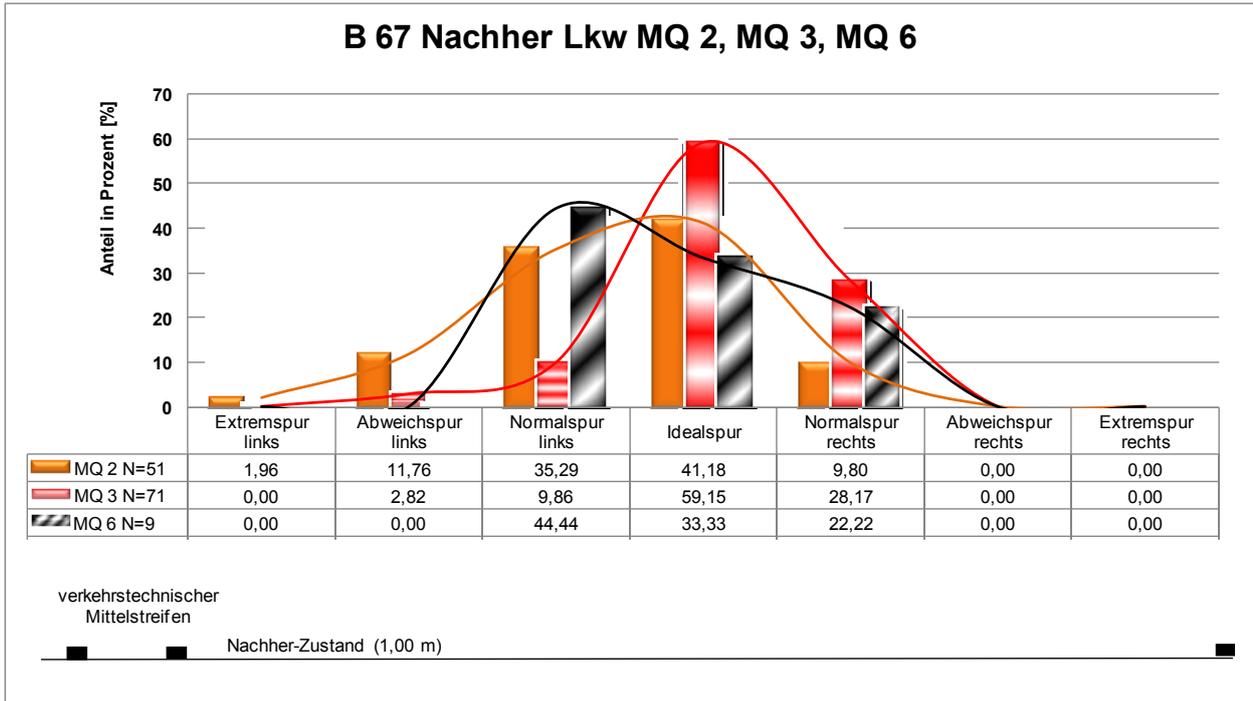
Gegenüberstellung Pkw (Vorher- Untersuchung) MQ 2, MQ 3 und MQ 6



Gegenüberstellung Lkw (Vorher- Untersuchung) MQ 2, MQ 3 und MQ 6

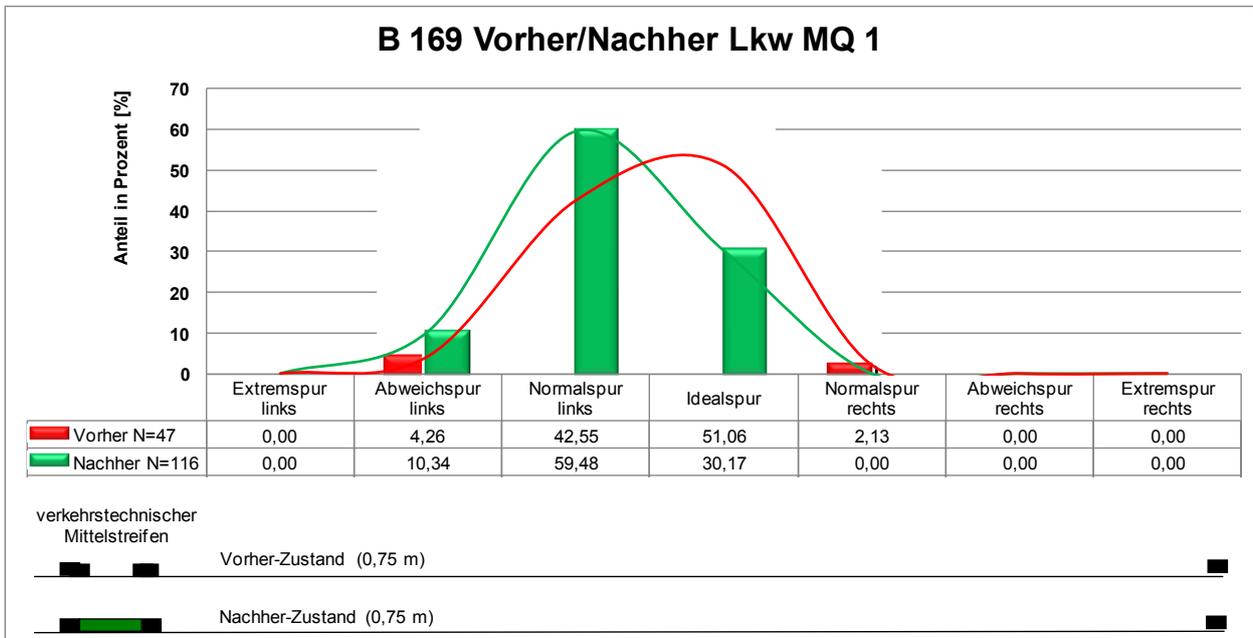


Gegenüberstellung Lkw (Nachher-Untersuchung) MQ 2, MQ 3 und MQ 6

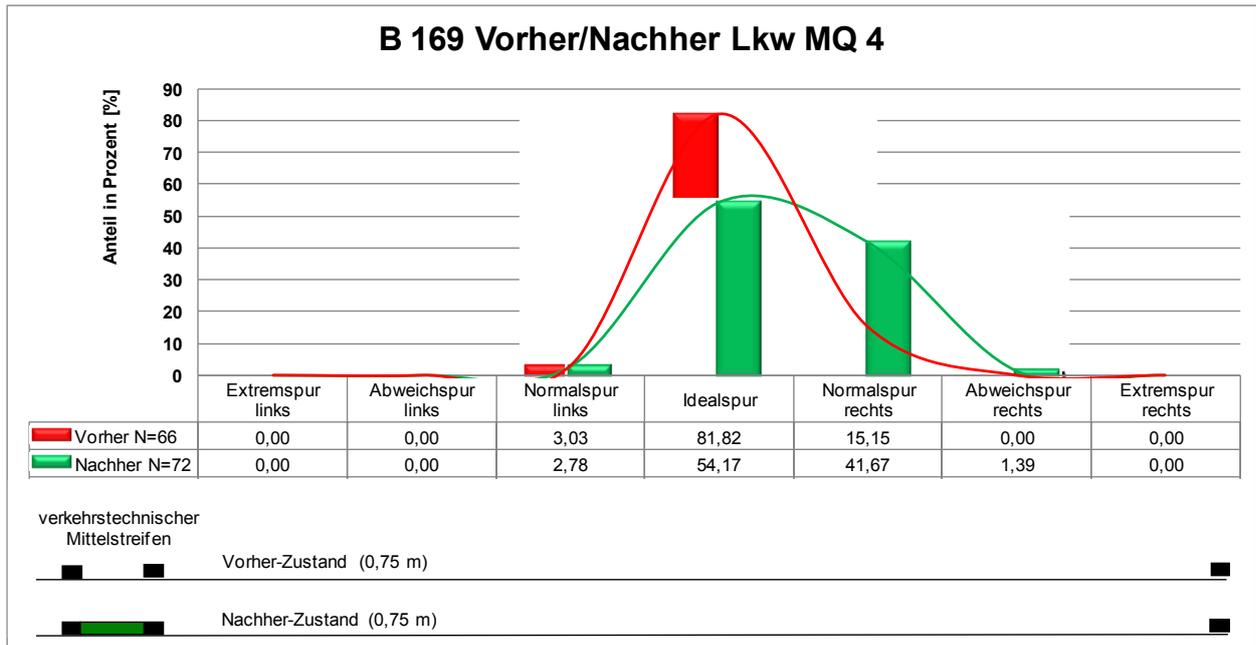


Spurverhalten B 169

MQ 1 - Verkehrsgrün



MQ 4 - Verkehrsgrün





B 67 (1) - Richtung Dülmen



B 33 (1) - Richtung Haslach



B 83 - Richtung Hameln



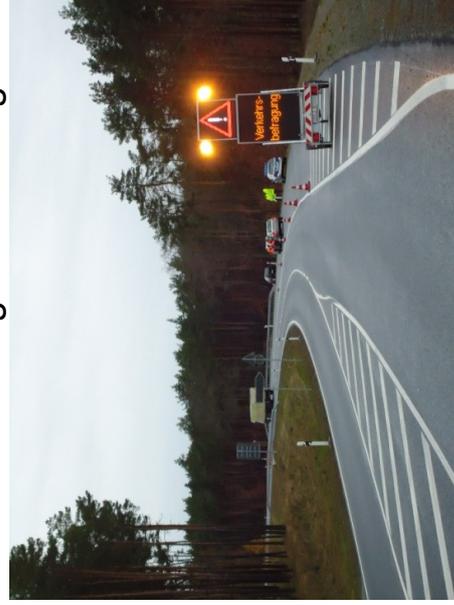
B 67 (2) Richtung - Borken



B 33 (2) Richtung Gegenbach



B 169 Richtung Senftenberg



Beispielfotos Frage 13, 14 und 15









Fragestellung	Schrägstrichgatter		
	Material	Angaben	Bewertung
<b>Kosten</b>	Farbe (reinweiß) mit Agglomeraten (B 33)	460,73 €/km	+
	High Solid Farbe mit groben Nachstreumitteln (B 67)	812,74 €/km	-
<b>Ausführung</b>	Farbe (reinweiß) mit Agglomeraten (B 33)	keine Probleme (Schablone)	+
	High Solid Farbe mit groben Nachstreumitteln (B 67)	keine Probleme (Schablone)	+
<b>Beschaffung</b>	Farbe (reinweiß) mit Agglomeraten (B 33)	keine Probleme, vorrätig	+
	High Solid Farbe mit groben Nachstreumitteln (B 67)	keine Probleme, vorrätig	-
<b>Dauerhaftigkeit</b>	Farbe (reinweiß) mit Agglomeraten (B 33)	5-6 Jahre	+
	High Solid Farbe mit groben Nachstreumitteln (B 67)	2 Jahre	-
<b>Winterdienst</b>	Farbe (reinweiß) mit Agglomeraten (B 33)	keine Probleme, regulär	+
	High Solid Farbe mit groben Nachstreumitteln (B 67)	keine Probleme, regulär	+
<b>Straßenbetriebsdienst</b>	Farbe (reinweiß) mit Agglomeraten (B 33)	keine Probleme, regulär	+
	High Solid Farbe mit groben Nachstreumitteln (B 67)	keine Probleme, regulär	+
<b>Verkehrssicherheit</b>	Farbe (reinweiß) mit Agglomeraten (B 33)	kein negativer Einfluss	+
	High Solid Farbe mit groben Nachstreumitteln (B 67)	kein negativer Einfluss	+
<b>erneuter Einsatz</b>	Farbe (reinweiß) mit Agglomeraten (B 33)	nicht völlig ausgeschlossen	o
	High Solid Farbe mit groben Nachstreumitteln (B 67)	nein, Striche zu schmal, müssten breiter sein	o

Fragestellung	Bischofsmützen		
	Material	Angaben	Bewertung
<b>Kosten</b>	Kunststoff (0,40 x 0,12 m) verschraubt (B 33)	9.960,00 €/km	-
	Kunststoff (0,28 x 0,12 m) verschraubt (B 67) geklebt (B 67)	5.743,60 €/km 5.212,40 €/km	+ +
<b>Ausführung</b>	Kunststoff (0,40 x 0,12 m) verschraubt (B 33)	keine Probleme, erhöhter Zeitaufwand	+
	Kunststoff (0,28 x 0,12 m) verschraubt (B 67) geklebt (B 67)	keine Probleme, erhöhter Zeitaufwand	+
<b>Beschaffung</b>	Kunststoff (0,40 x 0,12 m) verschraubt (B 33)	keine Probleme, vorrätig	+
	Kunststoff (0,28 x 0,12 m) verschraubt (B 67) geklebt (B 67)	keine Probleme, vorrätig	+
<b>Dauerhaftigkeit</b>	Kunststoff (0,40 x 0,12 m) verschraubt (B 33)	ständige Erneuerung Reflektoren Zusatzkosten	-
	Kunststoff (0,28 x 0,12 m) verschraubt (B 67) geklebt (B 67)	ständige Erneuerung Bischofsmütze Zusatzkosten	-
<b>Winterdienst</b>	Kunststoff (0,40 x 0,12 m) verschraubt (B 33)	starke Probleme, kein komplettes Räumen zusätzliche Fahrten	-
	Kunststoff (0,28 x 0,12 m) verschraubt (B 67) geklebt (B 67)	starke Probleme, kein komplettes Räumen zusätzliche Fahrten	-
<b>Straßenbetriebsdienst</b>	Kunststoff (0,40 x 0,12 m) verschraubt (B 33)	teilweise Umleitung ins nachgeordnete Netz, säuberung Ablagerungen	-
	Kunststoff (0,28 x 0,12 m) verschraubt (B 67) geklebt (B 67)	ständige Kontrolle nach herumliegenden Teilen sehr wartungsanfällig	-
<b>Verkehrssicherheit</b>	Kunststoff (0,40 x 0,12 m) verschraubt (B 33)	keine Probleme	+
	Kunststoff (0,28 x 0,12 m) verschraubt (B 67) geklebt (B 67)	problematisch, abgefahrende Teile	-
<b>erneuter Einsatz</b>	Kunststoff (0,40 x 0,12 m) verschraubt (B 33)	nur als Sonderlösung im Bereich von Unfallhäufungen	o
	Kunststoff (0,28 x 0,12 m) verschraubt (B 67) geklebt (B 67)	nein	o

Fragestellung	orangene Farbmarkierung		
	Material	Angaben	Bewertung
<b>Kosten</b>	Kaltplastik als Rollplastik (B 33)	19,95 €/m <sup>2</sup> 12.967,50 €/km (bei einer Breite von 0,65 m)	-
	Kaltplastik als Rollplastik (B 67)	17,65 €/m <sup>2</sup> 11.472,50 €/km (bei einer Breite von 0,65 m)	+
<b>Ausführung</b>	Kaltplastik als Rollplastik (B 33)	Handarbeit, sehr Zeitaufwendig	-
	Kaltplastik als Rollplastik (B 67)	Handarbeit, sehr Zeitaufwendig	-
<b>Beschaffung</b>	Kaltplastik als Rollplastik (B 33)	keine Probleme, vorrätig	+
	Kaltplastik als Rollplastik (B 67)	keine Probleme, vorrätig	+
<b>Dauerhaftigkeit</b>	Kaltplastik als Rollplastik (B 33)	6-8 Jahre	+
	Kaltplastik als Rollplastik (B 67)	10 Jahre	+
<b>Winterdienst</b>	Kaltplastik als Rollplastik (B 33)	keine Probleme, regulär	+
	Kaltplastik als Rollplastik (B 67)	keine Probleme, regulär	+
<b>Straßenbetriebsdienst</b>	Kaltplastik als Rollplastik (B 33)	keine Probleme, regulär	+
	Kaltplastik als Rollplastik (B 67)	keine Probleme, regulär	+
<b>Verkehrssicherheit</b>	Kaltplastik als Rollplastik (B 33)	kein negativer Einfluss	+
	Kaltplastik als Rollplastik (B 67)	kein negativer Einfluss	+
<b>erneuter Einsatz</b>	Kaltplastik als Rollplastik (B 33)	ja	o
	Kaltplastik als Rollplastik (B 67)	ja, eventuell andere Farbe	o

Fragestellung	orangene Farbmarkierung + Bischofsmützen		
	Material	Angaben	Bewertung
<b>Kosten</b>	Kunststoff (0,40 x 0,12 m) verschraubt (B 33) + Rollplastik	9.960,00 <u>+ 12.967,50</u> <u>= 22.927,50</u>	-
<b>Ausführung</b>	Kunststoff (0,40 x 0,12 m) verschraubt (B 33) + Rollplastik	Handarbeit sehr Zeitaufwendig + Montage Bischofsmützen	-
<b>Beschaffung</b>	Kunststoff (0,40 x 0,12 m) verschraubt (B 33) + Rollplastik	keine Probleme, vorrätig	+
<b>Dauerhaftigkeit</b>	Kunststoff (0,40 x 0,12 m) verschraubt (B 33) + Rollplastik	ständige Erneuerung Reflektoren Zusatzkosten Rollplastik: 6-8 Jahre	-
<b>Winterdienst</b>	Kunststoff (0,40 x 0,12 m) verschraubt (B 33) + Rollplastik	starke Probleme, kein komplettes Räumen zusätzliche Fahrten	-
<b>Straßenbetriebsdienst</b>	Kunststoff (0,40 x 0,12 m) verschraubt (B 33) + Rollplastik	teilweise Umleitung ins nachgeordnete Netz, Säuberung Ablagerungen	-
<b>Verkehrssicherheit</b>	Kunststoff (0,40 x 0,12 m) verschraubt (B 33) + Rollplastik	keine Probleme	+
<b>erneuter Einsatz</b>	Kunststoff (0,40 x 0,12 m) verschraubt (B 33) + Rollplastik	nur als Sonderlösung im Bereich von Unfallhäufungen	o

Fragestellung	grüne Farbmarkierung		
	Material	Angaben	Bewertung
<b>Kosten</b>	Kaltplastik (B 83)	8,56 €/m <sup>2</sup> 5.564 €/km (bei einer Breite von 0,65 m)	+
	Kaltplastik/Farbe (B 169)	9,00 €/m <sup>2</sup> 5.850 €/km (bei einer Breite von 0,65 m)	-
<b>Ausführung</b>	Kaltplastik (B 83)	Markierung: grün vor weiß keine Probleme	+
	Kaltplastik/Farbe (B 169)	Markierung: weiß vor grün Flecken auf weißer Markierung	-
<b>Beschaffung</b>	Kaltplastik (B 83)	Beschaffung durch Markierungsfirma vorrätig	+
	Kaltplastik/Farbe (B 169)	Beschaffung durch Markierungsfirma + experimentiert	-
<b>Dauerhaftigkeit</b>	Kaltplastik (B 83)	3-4 Jahre, erneuerung turnusmäßig	-
	Kaltplastik/Farbe (B 169)	4-5 Jahre Neumarkierung Einzelfallent- scheidung	+
<b>Winterdienst</b>	Kaltplastik (B 83)	keine Probleme, regulär	+
	Kaltplastik/Farbe (B 169)	keine Probleme, regulär	+
<b>Straßenbetriebsdienst</b>	Kaltplastik (B 83)	keine Probleme, regulär	+
	Kaltplastik/Farbe (B 169)	keine Probleme, regulär	+
<b>Verkehrssicherheit</b>	Kaltplastik (B 83)	kein negativer Einfluss	+
	Kaltplastik/Farbe (B 169)	kein negativer Einfluss	+
<b>erneuter Einsatz</b>	Kaltplastik (B 83)	klares ja	o
	Kaltplastik/Farbe (B 169)	ja, hohe Akzeptanz	o



## B 33 Baden-Württemberg

Befahrungen [m] des Verkehrstechnischen Mittelstreifen MQ 1 - MQ 3, B 33

Anzahl	MQ1 PKW	MQ1 LKW	MQ2 PKW	MQ2 LKW	MQ3 PKW	MQ3 LKW
1		-0,172		-0,080		
2		-0,145		-0,094		
3		-0,105		-0,109		
4		-0,317		-0,060		
5		-0,071				

Befahrungen [m] des Verkehrstechnischen Mittelstreifen MQ 4 - MQ 6, Nachher, B 33

Anzahl	MQ4 PKW	MQ4 LKW	MQ5 PKW	MQ5 LKW	MQ6 PKW	MQ6 LKW
1	-0,011	-0,009		-0,060		
2	-0,026	-0,077		-0,031		
3		-0,027		-0,051		
4		-0,085				
5		-0,020				
6		-0,060				
7		-0,195				

## B 67 Nordrhein-Westfalen

Befahrungen [m] des Verkehrstechnischen Mittelstreifen MQ 2, B 67

Anzahl	MQ 2 Pkw		MQ 2 Lkw	
	vorher	nachher	vorher	nachher
1	-0,066	-0,134	-0,575	-0,214
2	-0,072	-0,020	-0,003	-0,307
3	-0,243	-0,022	-0,289	-0,291
4	-0,074		-0,087	-0,506
5	-0,134		-0,165	-0,045
6			-0,131	-0,112
7			-0,275	-0,209
8				

Befahrungen [m] des Verkehrstechnischen Mittelstreifen MQ 3, B 67

Anzahl	MQ 3 Pkw		MQ 3 Lkw	
	vorher	nachher	vorher	nachher
1	-0,114		-0,055	-0,035
2	-0,345		-0,781	-0,232
3	-0,239			
4	-0,129			
5	-0,046			
6	-0,302			
7	-0,005			
8	-0,015			

Befahrungen [m] des Verkehrstechnischen Mittelstreifen MQ 6, B 67

Anzahl	MQ 6 Pkw		MQ 6 Lkw	
	vorher	nachher	vorher	nachher
1	-0,536	-0,108	-0,044	
2	-0,446			
3	-0,190			

## B 83 Niedersachsen

Befahrungen [m] des Verkehrstechnischen Mittelstreifen MQ 4, MQ 7, B 83

Anzahl	MQ 4 Pkw	MQ 4 Lkw	MQ 7 Pkw	MQ 7 Lkw
1		-0,016	-0,033	-0,084
2		-0,038		-0,214
3				-0,107
4				-0,234
5				-0,130
6				-0,078

## B 169 Brandenburg

Befahrungen [m] des Verkehrstechnischen Mittelstreifen MQ 1, B 169

Anzahl	MQ 1 Pkw		MQ 1 Lkw	
	vorher	nachher	vorher	nachher
1	-0,065	-0,043	-0,051	-0,023
2	-0,029	-0,116	-0,076	-0,098
3		-0,139		-0,064
4		-0,138		-0,056
5		-0,065		-0,274
6		-0,018		-0,020
7				-0,170
8				-0,014
9				-0,179
10				-0,080
11				-0,211
12				-0,028