

Auswirkungen von Lang-Lkw auf die Sicherheit und den Ablauf des Verkehrs in Arbeitsstellen

**Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Verkehrstechnik Heft V 253

bast

Auswirkungen von Lang-Lkw auf die Sicherheit und den Ablauf des Verkehrs in Arbeitsstellen

von

Michael M. Baier

BSV Büro für Stadt- und Verkehrsplanung
Dr.-Ing. Reinhold Baier GmbH

Dirk Kemper

Institut für Straßenwesen
RWTH Aachen

**Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Verkehrstechnik Heft V 253

bast

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

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

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

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

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

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

Ab dem Jahrgang 2003 stehen die **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt)** zum Teil als kostenfreier Download im elektronischen BASt-Archiv ELBA zur Verfügung.
<http://bast.opus.hbz-nrw.de>

Impressum

Bericht zum Forschungsprojekt FE 09.181/2011/CRB:

Auswirkungen von Lang Lkw auf die Sicherheit und den Ablauf des Verkehrs in Arbeitsstellen

Dieser Forschungsbericht wurde im Rahmen der interdisziplinären wissenschaftlichen Begleituntersuchung zum Feldversuch mit Lang-Lkw erstellt.

Fachbetreuung

Marco Irzik

Herausgeber

Bundesanstalt für Straßenwesen
Brüderstraße 53, D-51427 Bergisch Gladbach
Telefon: (0 22 04) 43 - 0
Telefax: (0 22 04) 43 - 674

Redaktion

Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit

Druck und Verlag

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

ISSN 0943-9331

ISBN 978-3-95606-161-5

Bergisch Gladbach, März 2015

Kurzfassung

Auswirkungen von Lang-Lkw auf die Sicherheit und den Ablauf des Verkehrs in Arbeitsstellen

Arbeitsstellen stellen auf Autobahnen neuralgische Bereiche dar. Der erforderliche Ausbau (Anbau von Fahrstreifen) und die Erhaltung (Instandsetzung bzw. grundlegende Erneuerung) der Autobahnen führen zwangsläufig zu einer vermehrten Einrichtung von Arbeitsstellen längerer und kürzerer Dauer.

Bisherige Untersuchungen zum Einsatz von Lang-Lkw gehen davon aus, dass sich durch die Erhöhung der zulässigen Länge von Fahrzeugen bzw. Fahrzeugkombinationen keine grundlegenden Risiken neuer Art ergeben. Es wird aber nicht ausgeschlossen, dass durch die Fahrzeuglängen eine Zunahme der Anzahl kritischer Situationen, z. B. in Überleitungsbereichen von Arbeitsstellen, möglich ist. Erkenntnisse hierzu liegen bislang jedoch nicht vor.

Deshalb sollte der Einsatz von Lang-Lkw in Arbeitsstellen längerer wie kürzerer Dauer analysiert werden, mit dem Ziel, fundierte Erkenntnisse zu den Auswirkungen von Lang-Lkw auf Verkehrsablauf und -sicherheit in Arbeitsstellen auf Autobahnen zu gewinnen. Insbesondere sollte bewertet werden, ob diesbezüglich Unterschiede zwischen Lang-Lkw und herkömmlichen Lkw zu erwarten sind.

Dazu wurden – aufbauend auf einer Recherche und Auswertung internationaler Literatur zu bisherigen Erkenntnissen hinsichtlich der Auswirkungen von Lang-Lkw, aber auch des Schwerverkehrs allgemein, auf Verkehrsablauf und Verkehrssicherheit in Arbeitsstellen auf Autobahnen – im Rahmen des Feldversuchs mit Fahrzeugen und Fahrzeugkombinationen mit Überlänge gezielt empirische Untersuchungen mit Lang-Lkw in Arbeitsstellen durchgeführt. Hierbei wurden bei 16 Begleitfahrten von Lang-Lkw acht verschiedener Speditionen insgesamt 34 Arbeitsstellen längerer Dauer – mit 40 unterschiedlichen Verkehrsführungen – sowie 18 Arbeitsstellen kürzerer Dauer, mit Sperrung mindestens eines Fahrstreifens, durchfahren. Alle Fahrten wurden anschließend im Hinblick auf die zu klärenden Fragestellungen bezüglich möglicher verkehrlicher Auswirkungen von Lang-Lkw in Arbeitsstellen analysiert.

Die Ergebnisse zeigen, dass durch Lang-Lkw keine Auswirkungen auf die Sicherheit und den Ablauf des Verkehrs in Arbeitsstellen auf Autobahnen zu erwarten sind. Sowohl in Arbeitsstellen längerer Dauer als auch in Arbeitsstellen kürzerer Dauer konnten alle Verkehrsführungen durch Lang-Lkw

problemlos befahren werden. Weder der Verkehrsablauf noch die Verkehrssicherheit wurden negativ beeinflusst. Seitens der anderen Verkehrsteilnehmer war in keiner Situation ein auf die Lang-Lkw angepasstes Verhalten erkennbar.

Somit sind auf Grund des Einsatzes von Lang-Lkw keine erhöhten Anforderungen an die Sicherung von Arbeitsstellen längerer und kürzerer Dauer zu stellen. Für Lang-Lkw gelten diesbezüglich die selben generellen Anforderungen, die sich aus dem Schwerverkehr allgemein ergeben, wie z. B. die Markierung einer Trennlinie in Überleitungen.

Abstract

Effects of longer trucks on traffic safety and traffic flow at work sites

Work sites represent critical areas on motorways. The required expansion (incorporation of lanes) and the maintenance (restoration or complete renewal) of motorways inevitably leads to an increased installation of long-term and short-term work sites.

Previous studies on the use of longer trucks assume that no fundamental risks of new type arise from an increase in the permissible length of vehicles or vehicle combinations. It is however not excluded that the vehicle lengths entail an increase in the number of critical situations, e. g. in transition areas of work sites. Findings which confirm this assumption are not yet available, though.

Therefore, the use of longer trucks at long-term and short-term work sites should be analyzed with the aim to obtain research-based findings about the impact on traffic safety and traffic flow at work sites on motorways. Regarding this fact, it is particularly to assess if differences between longer trucks and conventional trucks can be expected.

For this purpose, empirical studies on longer trucks at work sites – based on a research and review of international literature on previous findings regarding the effects of longer trucks and heavy traffic on traffic flow and traffic safety at work sites on motorways – were carried out as part of the field test with vehicles and vehicle combinations. A total of 34 long-term work sites with 40 different traffic diversions and 18 short-term work sites with partial lane closures of at least one driving lane were passed through by 16 accompanied longer truck drives of eight different truck companies. All drives were analyzed regarding possible effects of longer trucks on traffic at work sites.

The results of the empirical investigations show that no measurable impact from longer trucks on traffic safety and traffic flow at work sites on motorways can be expected. In both long-term and short-term work sites the longer trucks could drive through all traffic routings without any problems or negatively affecting the traffic flow or traffic safety. On the part of other road users, no driving behaviour which was adapted to the longer trucks could be observed.

Thus, no increased demands on the safety of long-term and short-term work sites need to be placed due to the use of longer trucks. In this regard the same general requirements apply to longer trucks that generally arise from heavy traffic.

Inhalt

1	Aufgabenstellung und Zielsetzung	7	7.2	Arbeitsstellen kürzerer Dauer	23
2	Vorgehensweise	9	7.2.1	Fahrstreifenwechsel von Lang-Lkw	23
3	Erkenntnisse zu Lang-Lkw in Arbeitsstellen.....	10	7.2.2	Fahrerverhalten im Reißverschlussverfahren	24
4	Erkenntnisse zum Schwerverkehr in Arbeitsstellen.....	12	8	Zusammenfassung und Empfehlungen	24
4.1	Arbeitsstellen längerer Dauer.....	12		Literatur.....	25
4.1.1	Überleitungs- und Verschwenkungsbereiche	13			
4.1.2	Baustelleninnenbereich	14			
4.1.3	Anschlussstellen innerhalb von Arbeitsstellen	15			
4.2	Arbeitsstellen kürzerer Dauer.....	15			
5	Entwicklung einer geeigneten Untersuchungsmethodik	17			
5.1	Messkonzept	17			
5.2	Pre-Test.....	18			
6	Durchführung der empirischen Untersuchungen.....	19			
7	Bewertung der Auswirkungen von Lang-Lkw.....	20			
7.1	Arbeitsstellen längerer Dauer.....	20			
7.1.1	Durchfahrten von Überleitungen und Verschwenkungen.....	20			
7.1.2	Durchfahrten von Fahrstreifenreduktionen	21			
7.1.3	Überholungen in Baustelleninnenbereichen	21			
7.1.4	Fahrmanöver an Einfahrten	23			

1 Aufgabenstellung und Zielsetzung

Mit Wirkung vom 1. Januar 2012 wurde unter Federführung des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung ein Feldversuch mit Fahrzeugen und Fahrzeugkombinationen mit Überlänge gestartet. Die Vorgaben für diesen Feldversuch sind in der Verordnung über Ausnahmen von straßenverkehrsrechtlichen Vorschriften für Fahrzeuge und Fahrzeugkombinationen mit Überlänge (LKWÜberlStVAusV) geregelt.¹ Der über fünf Jahre andauernde Feldversuch wird durch die Bundesanstalt für Straßenwesen wissenschaftlich begleitet. Dabei sollen verschiedene Fragestellungen im Zusammenhang mit den so genannten Lang-Lkw untersucht werden.²

Der Verkehr mit Fahrzeugen und Fahrzeugkombinationen mit Überlänge ist ausschließlich auf den in der Ausnahmereverordnung für Lang-Lkw festgelegten Strecken nach Maßgabe der darin geregelten Vorschriften zulässig. Dieses Positiv-Netz beinhaltet Strecken von Autobahnen und des nachgeordneten Netzes in Baden-Württemberg, Bayern, Bremen, Hamburg, Hessen, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Sachsen, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein und Thüringen (Bild 1).³

Auf Autobahnen stellen Arbeitsstellen neuralgische Bereiche dar. Der erforderliche Ausbau (Anbau von Fahrstreifen) und die Erhaltung (Instandsetzung bzw. grundlegende Erneuerung) der Autobahnen führen zwangsläufig zu einer vermehrten Einrichtung von Arbeitsstellen längerer und kürzerer Dauer.

Im Bereich von Arbeitsstellen längerer Dauer ist es in vielen Fällen erforderlich, den Verkehr auf verengten Behelfsfahrstreifen zu führen. Darüber hinaus sind in Arbeitsstellen längerer Dauer oftmals Verschwenkungen der Fahrstreifen oder Überleitungen auf die Gegenfahrbahn erforderlich.

¹ Die Ausnahmereverordnung wurde am 19. Dezember 2011 durch das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung bekannt gegeben und ist am 1. Januar 2012 in Kraft getreten; am 5. Juli 2012 erfolgte die erste Änderung der Ausnahmereverordnung, am 8. Februar 2013 die zweite Änderung und am 17. September 2013 die dritte Änderung. Mit Ablauf des 31. Dezember 2016 tritt die Ausnahmereverordnung außer Kraft.

² Fahrzeuge und Fahrzeugkombinationen mit Überlänge sind nach der Ausnahmereverordnung mit der Aufschrift „Lang-Lkw“ kenntlich zu machen. Deshalb wird hier im Zusammenhang mit den am Feldversuch teilnehmenden Fahrzeugen immer dieser Begriff verwendet.

³ Mit den Änderungen der Ausnahmereverordnung vom 5. Juli 2012 und 8. Februar 2013 wurden über das ursprüngliche Positiv-Netz hinaus weitere Strecken aufgenommen.

Neben vermehrten Verkehrsbehinderungen durch erhöhte Stauanfälligkeiten führt dies auch zu einer deutlich gesteigerten Unfallhäufigkeit. Beispielsweise kommt es durch die schmälere Behelfsfahrstreifen vergleichsweise häufig zu den so genannten „Spiegelunfällen“ beim Überholen. Ob dieser Sachverhalt durch längere Fahrzeuge bzw. Fahrzeugkombinationen beeinflusst wird, ist unbekannt.

Verschiedene Untersuchungen zur Verkehrssicherheit in Arbeitsstellen längerer Dauer – u. a. von EMDE/HAMESTER (1983), WEINSPACH (1988), KOCKELKE/ROSSBANDER (1988), HEß (1993) und FISCHER/BRANNOLTE (2006) sowie aktuell von KEMPER et al. (2013b) – haben gezeigt, dass das Unfallrisiko in Arbeitsstellen längerer Dauer höher ist als auf der freien Strecke von Autobahnen. Der Grad des Unfallrisikos, ausgedrückt durch die Unfallrate oder die Unfallkostenrate, ist dabei abhängig von bestimmten Randbedingungen in den Arbeitsstellen, wie etwa der Verkehrsführung und den Behelfsfahrstreifenbreiten. Spezifische Betrachtungen von Unfällen mit Beteiligung des Schwerverkehrs, insbesondere von Lkw mit Anhänger oder Sattelkraftfahrzeugen, erfolgten in den genannten Untersuchungen nicht.

Nach GLAESER et al. (2006) ist davon auszugehen, dass durch die Erhöhung der zulässigen Länge von Fahrzeugen bzw. Fahrzeugkombinationen auf Autobahnen keine gravierenden Probleme hinsichtlich Verkehrsablauf und -sicherheit zu erwarten sind. Sie gehen allerdings davon aus, dass durch die Fahrzeuglängen und die damit einhergehenden höheren Flächenanforderungen bei Kurvenfahrten eine Zunahme der Anzahl kritischer Situationen, z. B. in Überleitungsbereichen von Arbeitsstellen, möglich ist. Erkenntnisse hierzu liegen bislang jedoch nicht vor. Möglicherweise steigt im Vergleich zu einem herkömmlichen Lkw auch die Hemmschwelle einen Lang-Lkw in einer Arbeitsstelle zu überholen. In diesem Fall wären die möglichen Auswirkungen auf den Verkehrsablauf, ähnlich wie beim „versetzten Fahren“, zu erfassen und zu bewerten. Auch die oftmals verkürzten Ein- und Ausfahrtbereiche im Bereich von Arbeitsstellen längerer Dauer könnten durch den Einsatz von Lang-Lkw zu Schwierigkeiten führen. Hierzu liegen bislang ebenfalls keine Erkenntnisse vor. Deshalb gilt es, in Arbeitsstellen längerer Dauer den Verkehrsablauf mit Lang-Lkw sowohl in Überleitungen und Rückleitungen bzw. Verschwenkungen als auch im Baustelleninnenbereich (Bereich zwischen Über- und Rückleitung bzw. zwischen Verschwenkungen) zu analysieren.

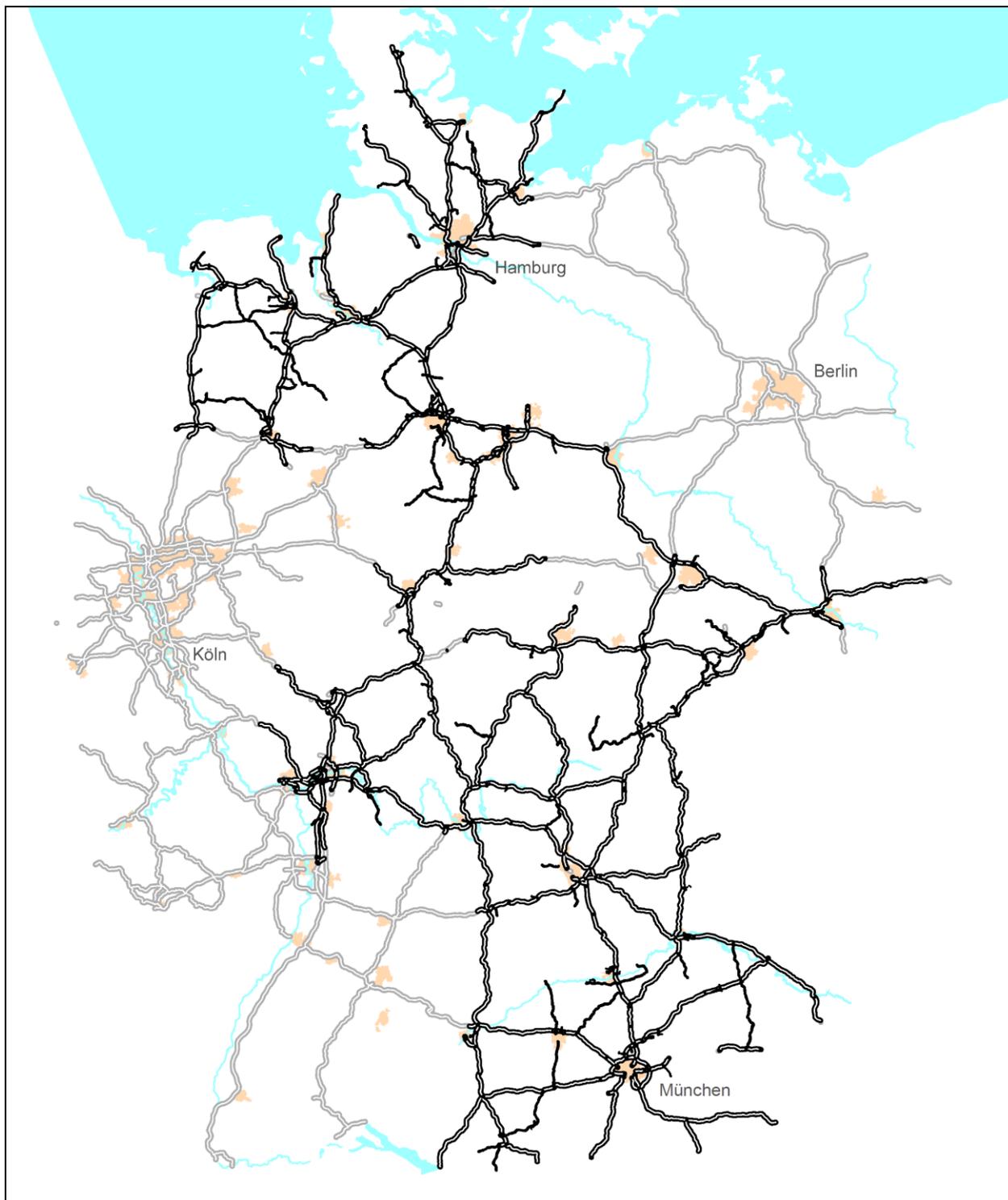


Bild 1: Positiv-Netz für Lang-Lkw (Stand: Dritte Verordnung zur Änderung der Verordnung über Ausnahmen von straßenverkehrsrechtlichen Vorschriften für Fahrzeuge und Fahrzeugkombinationen mit Überlänge vom 17. September 2013, Quelle: Bundesanstalt für Straßenwesen)

Auch durch Arbeitsstellen kürzerer Dauer mit Sperrung eines Fahrstreifens werden Verkehrsablauf und -sicherheit beeinträchtigt. Als Folge treten Störungen oder Unfälle auf, die auch zu unerwünschten Fahrtzeitverlängerungen führen können. Das Überholen mit Lang-Lkw ist gemäß der Ausnah-

meverordnung für Lang-Lkw zwar unzulässig, im Falle einer arbeitsstellenbedingten Sperrung des rechten Fahrstreifens ist aber ein Fahrstreifenwechsel erforderlich.

Zu den sich hieraus möglicherweise ergebenden Auswirkungen auf den Verkehrsablauf liegen bislang keine Erkenntnisse vor. Insofern gilt es, auch den Verkehrsablauf mit Lang-Lkw im Bereich von Arbeitsstellen kürzerer Dauer zu analysieren.

Ziel des Forschungsvorhabens ist es, wissenschaftlich fundierte Erkenntnisse zu den Auswirkungen von Lang-Lkw auf Verkehrsablauf und -sicherheit in Arbeitsstellen auf Autobahnen zu gewinnen. Insbesondere soll bewertet werden, ob diesbezüglich Unterschiede zwischen Lang-Lkw und herkömmlichen Lkw zu erwarten sind. Diese Erkenntnisse sollen auf Grund der im Feldversuch mit Lang-Lkw zu beobachtenden Erfahrungen im Realbetrieb ermittelt werden. Im Ergebnis soll der Bedarf gegebenenfalls erhöhter Anforderungen an die Sicherung von Arbeitsstellen längerer und kürzerer Dauer aufgezeigt werden.

2 Vorgehensweise

Die methodische Vorgehensweise und das sich hieraus ergebende Arbeitsprogramm sehen vier aufeinander aufbauende Arbeitsschritte vor:

1. Grundlagenanalyse,
2. Entwicklung einer geeigneten Untersuchungsmethodik,
3. Durchführung empirischer Untersuchungen,
4. Bewertung und Ableitung von Empfehlungen.

Zunächst erfolgt eine Recherche und Auswertung internationaler Literatur zu bisherigen Erkenntnissen hinsichtlich der Auswirkungen von Lang-Lkw auf Verkehrsablauf und Verkehrssicherheit in Arbeitsstellen auf Autobahnen. Zu nennen sind hier beispielsweise Studien aus den skandinavischen Ländern, den Niederlanden sowie aus Österreich und der Schweiz. Der Fokus soll dabei im Wesentlichen auf solchen Untersuchungen liegen, bei denen Erfahrungen im Realbetrieb gewonnen werden konnten und bei denen die Auswirkungen von Lang-Lkw auf Verkehrsablauf und Verkehrssicherheit betrachtet wurden. Deshalb sollen auch die deutschen Studien zu den bisherigen Modellversuchen in einzelnen Bundesländern einbezogen werden.

Parallel hierzu werden die vorliegenden Erkenntnisse zum Verkehrsablauf und zur Verkehrssicherheit in Arbeitsstellen längerer und kürzerer Dauer im Hinblick auf den Einfluss des Schwerverkehrs analysiert und dargestellt. Da in den bisherigen Untersuchungen zur Verkehrssicherheit in Arbeitsstellen keine spezifischen Betrachtungen zu Unfällen

mit Beteiligung des Schwerverkehrs, insbesondere von Lkw mit Anhänger oder Sattelkraftfahrzeugen, durchgeführt wurden, erfolgt eine entsprechende Analyse vorliegender Unfalluntersuchungen.⁴

Anschließend wird eine geeignete Untersuchungsmethodik entwickelt, um Interaktionen zwischen Lang-Lkw und dem übrigen Verkehr zu ermitteln und eventuelle Auswirkungen zu quantifizieren. Der Fokus der Untersuchung liegt hier auf einer Betrachtung „von außen“, d. h. die Lang-Lkw werden von zwei Fahrzeugen begleitet. Mittels Videotechnik werden dabei alle relevanten Bereiche vor und hinter sowie neben den Lang-Lkw aufgezeichnet und dann analysiert.

Darauf aufbauend erfolgt eine Bewertung der Auswirkungen von Lang-Lkw auf Verkehrsablauf und Verkehrssicherheit in Arbeitsstellen auf Autobahnen gegenüber Verkehrsablauf und -sicherheit mit herkömmlichen Lkw mit Anhänger oder Sattelkraftfahrzeugen. Hierzu ist eine geeignete Vergleichsbasis erforderlich. Diese kann durch eine gezielte Auswertung vorhandenen Videomaterials aus verschiedenen Untersuchungen zum Verkehrsablauf im Bereich von Arbeitsstellen längerer und kürzerer Dauer geschaffen werden.⁵ Damit können detaillierte Aussagen beispielsweise zum Spurverhalten von herkömmlichen Lkw in Überleitungen, zu Überholungen von herkömmlichen Lkw in Baustelleninnenbereichen und dabei eingehaltene seitliche Abstände usw. getroffen werden und den im Rahmen der empirischen Untersuchungen gewonnenen Erkenntnissen zu Lang-Lkw vergleichend gegenübergestellt werden.

Zudem sollen Unfälle mit Lang-Lkw in Arbeitsstellen, die im Zeitraum der Untersuchungen auftreten, ausgewertet werden. Dazu werden die Unfallanzeigen der von den teilnehmenden Speditionen gemeldeten Unfälle beschafft. Mit der Auswertung der Unfallanzeigen sollen Zusammenhänge zwischen Verkehrsablauf (Geschwindigkeiten, Abstände usw.) und den Unfallhergängen analysiert werden.

Die Unterschiede und die sich hieraus gegebenenfalls ergebenden Risiken durch Lang-Lkw werden dargestellt. Hierauf aufbauend erfolgt eine Folgenabschätzung hinsichtlich des zu erwartenden Unfallgeschehens in Arbeitsstellen bei einem ver-

⁴ Zu nennen sind hier beispielsweise die Untersuchungen von KEMPER et al. (2013b) zu Arbeitsstellen längerer Dauer und von KEMPER et al. (2012) zu Arbeitsstellen kürzerer Dauer.

⁵ Dabei handelt es sich um Videomaterial aus den Untersuchungen von BAIER (2006), STEINAUER/KEMPER/PETRY (2009), DINER (2011), SÜMMERMANN (2012) und KEMPER et al. (2012, 2013a, 2013b).

mehrten Einsatz von Lang-Lkw. Die Auswirkungen sollen ausgehend vom Unfallgeschehen mit Beteiligung herkömmlicher Lkw auf Basis der ermittelten Unterschiede im Verkehrsablauf im Bereich von Arbeitsstellen mit herkömmlichen Lkw und mit Lang-Lkw abgeschätzt werden.

Abschließend wird der Bedarf gegebenenfalls erhöhter Anforderungen an die Sicherung von Arbeitsstellen längerer und kürzerer Dauer aufgezeigt. Hierzu werden Empfehlungen zur Umsetzung in der Praxis abgeleitet.

3 Erkenntnisse zu Lang-Lkw in Arbeitsstellen

Im europäischen Ausland sind Fahrzeuge und Fahrzeugkombinationen mit Überlänge teilweise schon zugelassen bzw. es wurden bereits zahlreiche Pilotversuche, in der Regel mit wissenschaftlichen Begleituntersuchungen, durchgeführt.⁶ Die Erkenntnisse der einzelnen Untersuchungen – insbesondere im Hinblick auf Verkehrsablauf und Verkehrssicherheit in Arbeitsstellen auf Autobahnen – sind im Folgenden dargestellt.

In Schweden und Finnland sind Fahrzeuge und Fahrzeugkombinationen mit Überlänge bereits seit 1997 zugelassen (GLAESER et al., 2006). Erlaubt sind Fahrzeuge und Fahrzeugkombinationen bis 25,25 m Länge und 60 t zulässigem Gesamtgewicht (vgl. OEHRYS/LÜTHI, 2011).

Zwar gibt es schwedische Untersuchungen zu den Vor- und Nachteilen von solchen Fahrzeugen und Fahrzeugkombinationen, eine Betrachtung der Auswirkungen auf Verkehrsablauf und -sicherheit erfolgt dabei jedoch nicht bzw. nur in sehr geringem Maße (BACKMANN/NORDSTRÖM, 2002, RAMBERG, 2004, und KEUCHEL/ERNST, 2006). Es wird einzig darauf hingewiesen, dass die Länge der Fahrzeuge einen Einfluss auf den Überholvorgang hat und somit Auswirkungen auf das Unfallgeschehen haben könnte (GLAESER et al., 2006).

In Finnland wurde hauptsächlich das Fahrverhalten bei winterlichen Straßenverhältnissen untersucht. Aussagen zum Verkehrsablauf in Arbeits-

stellen wurden nicht getroffen (RÄSANEN et al., 2004).

In Norwegen wurde von Juni 2006 bis Juni 2011 ein Pilotversuch durchgeführt (vgl. OEHRYS/LÜTHI, 2011). Erkenntnisse zu Verkehrsablauf und Verkehrssicherheit im Bereich von Arbeitsstellen auf Autobahnen sind nicht bekannt.

In Dänemark wurde von November 2008 bis Juli 2011 ein Pilotversuch mit Fahrzeugen bzw. Fahrzeugkombinationen mit maximal 25,25 m Länge und zulässigem Gesamtgewicht bis 60 t durchgeführt (TRANSPORTMINISTERIET, 2012). Erkenntnisse zu Verkehrsablauf und -sicherheit in Arbeitsstellen auf Autobahnen sind nicht bekannt.

In den Niederlanden erfolgte von Februar 2004 bis November 2006 ein erster Pilotversuch mit Fahrzeugen bzw. Fahrzeugkombinationen mit Überlänge. Die zugelassenen Fahrzeuge hatten dabei eine Länge von 25,25 m und ein zulässiges Gesamtgewicht bis 60 t. Zu Verkehrsablauf und -sicherheit in Arbeitsstellen werden keine detaillierten Angaben gemacht, es wird jedoch angegeben, dass von diesen Fahrzeugen und Fahrzeugkombinationen keine zusätzlichen signifikanten Unfallgefahren ausgehen (vgl. BINNENBRUCK, 2005). Seit Beendigung des Pilotversuchs sind weiterhin Fahrzeuge bzw. Fahrzeugkombinationen mit Überlänge im Einsatz. Nach SALET et al. (2010) weist die Entwicklung des Unfallgeschehens seit 2004 nicht darauf hin, dass Fahrzeuge und Fahrzeugkombinationen mit Überlänge im Vergleich zu herkömmlichen Lkw ein höheres Risiko mit sich bringen.

Für Österreich wurde im Jahr 2009 im Auftrag der ASFiNAG eine Studie zu den Auswirkungen von Fahrzeugen und Fahrzeugkombinationen mit Überlänge auf das Autobahn- und Schnellstraßennetz durchgeführt.⁷ Danach können nur in Arbeitsstellen längerer Dauer mit Überleitung des Verkehrs auf die Gegenfahrbahn nur bei nicht richtlinienkonformen Mittelstreifenüberfahrten mit unzureichenden Längen eventuelle Probleme auftreten, die in der Regel jedoch durch entsprechende Maßnahmen (z. B. Beschränkung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit in der Überleitung) vermieden werden können.

Für die Schweiz wurde von OEHRYS/LÜTHI (2011) eine verkehrstechnische Untersuchung zu Fahrzeugen bzw. Fahrzeugkombinationen mit Überlänge in Form einer Literaturlauswertung, basierend auf Studien aus anderen europäischen Ländern, durchgeführt. Speziell zu Arbeitsstellen wird ange-

⁶ In anderen Ländern bzw. den jeweiligen Studien wird für Fahrzeuge bzw. Fahrzeugkombinationen mit Überlänge nicht, wie für die am deutschen Feldversuch teilnehmenden Fahrzeuge und Fahrzeugkombinationen, der Begriff des Lang-Lkw verwendet, sondern diese werden z. B. Gigaliner, Eurokombi oder LHV (Long and Heavy Vehicles) genannt. Deshalb werden diese im Weiteren allgemeingültig als Fahrzeuge und Fahrzeugkombinationen mit Überlänge bezeichnet.

⁷ Die genannte Studie der ASFiNAG (2009) ist leider nicht frei verfügbar (vgl. auch KNIGHT et al., 2010), sondern lediglich eine Kurzfassung.

führt, dass Fahrzeuge und Fahrzeugkombinationen mit Überlänge „normkonforme Baustellen und Mittelstreifenüberfahrten befahren [könnten]“.⁸ Weiterhin wird – unter Bezugnahme auf die Studie der ASFiNAG (2009) – darauf hingewiesen, dass für Fahrzeuge und Fahrzeugkombinationen mit Überlänge im Bereich von Überleitungen aus Gründen der Verkehrssicherheit von der zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 80 km/h mit einer Beschränkung auf 60 km/h abgewichen werden sollte. Außerdem wird angemerkt, dass im Falle einer Zulassung von Fahrzeugen und Fahrzeugkombinationen mit Überlänge aus Sicherheitsgründen ein generelles Überholverbot vorzusehen wäre.

In einer weiteren schweizerischen Studie wurden für eine hypothetische Zulassung von Fahrzeugen und Fahrzeugkombinationen mit Überlänge anhand von Szenarien u. a. die verkehrlichen und sicherheitsrelevanten Auswirkungen untersucht (KRAFT/BUFFAT/NEUENSCHWANDER, 2011). Danach werden die erwarteten Auswirkungen im Hinblick auf das Unfallgeschehen als marginal angesehen.

In Deutschland wurden im Zeitraum von 2006 bis 2008 bereits Pilotversuche in verschiedenen Bundesländern durchgeführt, um den Einsatz von Fahrzeugen und Fahrzeugkombinationen mit Überlänge zu untersuchen. Diese Pilotversuche haben in Baden-Württemberg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen und Thüringen stattgefunden.

In Baden-Württemberg fand von September 2006 bis September 2008 ein Pilotversuch der Daimler AG statt. Es wurden firmeneigene Fahrzeuge mit einem zulässigen Gesamtgewicht von 60 t eingesetzt, die auch bis zu 80 km/h fahren können. Dabei ergaben sich keine kritischen Situationen im Verkehrsablauf und mit anderen Verkehrsteilnehmern (BENDEL et al., 2009).

In Mecklenburg-Vorpommern wurde von September 2008 bis Dezember 2009 ein Pilotversuch mit Fahrzeugen bzw. Fahrzeugkombinationen mit Überlänge durchgeführt. Dabei wurden Fahrzeuge mit einer Länge von 25,25 m und einem erhöhten zulässigen Gesamtgewicht von 44 t eingesetzt. Es erfolgte hierzu jedoch keine Begleituntersuchung.

In Niedersachsen wurde von Juli 2006 bis Oktober 2007 ein Pilotversuch mit Fahrzeugen und Fahrzeugkombinationen mit Überlänge durchgeführt.

Dort wurden nur Fahrzeugkombinationen mit einer Länge von 25,25 m und einem zulässigen Gesamtgewicht von 40 t eingesetzt. Probleme im Verkehrsablauf sind nicht aufgetreten, es ereigneten sich auch keine Unfälle. Verschwenkungen bzw. Überleitungen in Arbeitsstellen sowie das Befahren von schmalen Behelfsfahrstreifen stellten laut FRIEDRICH/HOFFMANN/BRÄCKELMANN (2007) keine Probleme dar.

In Nordrhein-Westfalen wurde ein Pilotversuch mit Fahrzeugen und Fahrzeugkombinationen mit Überlänge von November 2006 bis Juni 2008 durchgeführt. Die eingesetzten Fahrzeugkombinationen hatten eine Länge zwischen 18,15 m und 25,25 m; das zulässige Gesamtgewicht orientierte sich an der StVZO und betrug demnach 40 t bzw. 44 t im kombinierten Verkehr. Die im Rahmen des Pilotversuchs durchgeführten Fahrtbegleitungen haben gezeigt, dass die eingesetzten Fahrzeugkombinationen ein „spurstabiles Geradeauslaufverhalten und ausreichende Wendigkeit“ besitzen und auch in Arbeitsstellen immer in der Lage waren, ihre Spur innerhalb des Behelfsfahrstreifens einzuhalten (WANGRIN/STÜRMER/WÖHRMANN, 2009). Es sind keine erkennbaren Interaktionen mit anderen Verkehrsteilnehmern aufgetreten; dabei fanden auch Überholungen durch Pkw im Baustelleninnenbereich statt. Weiterhin wurde festgestellt, dass die eingesetzten Fahrzeugkombinationen von anderen Verkehrsteilnehmern nicht als besonders lang wahrgenommen wurden. Bezüglich der Eingliederung in das allgemeine Verkehrsgeschehen wird festgehalten, dass die Fahrzeugkombinationen „im Autobahnnetz technisch problemlos und verkehrstechnisch sicher eingesetzt werden können“. Eine Verkehrsflusssimulation hat zudem ergeben, dass solche überlangen Fahrzeugkombinationen keinen negativen Einfluss auf den Verkehr haben.

In Thüringen wurde von März 2008 bis Dezember 2009 ein Pilotversuch (in zwei Phasen) mit Fahrzeugen bzw. Fahrzeugkombinationen mit Überlänge durchgeführt. Es wurden Fahrzeuge mit einer Länge von 25,25 m und einem zulässigen Gesamtgewicht von 40 t eingesetzt. Arbeitsstellen auf Autobahnen konnten ohne erkennbare Probleme befahren werden und es wurden keine Behinderungen, Fehlverhalten, Ordnungswidrigkeiten oder Unfälle verzeichnet (HILS/ADLER, 2010).

Insgesamt ist nach DE CEUSTER et al. (2008) davon auszugehen, dass die Sicherheitsrisiken durch den Einsatz von Fahrzeugen und Fahrzeugkombinationen mit Überlänge nicht zunehmen. Lediglich die Schwere von Unfällen könnte laut GLAESER et al. (2006) zunehmen; dies bezieht sich aber auf

⁸ Die reduzierten Fahrstreifenbreiten in Arbeitsstellen in der Schweiz sind abhängig von der Geschwindigkeit und liegen (für den vom Schwerverkehr befahrenen Hauptfahrstreifen) zwischen 3,00 m und 3,50 m.

Fahrzeuge und Fahrzeugkombinationen mit einem zulässigen Gesamtgewicht von 60 t.

Zu den Auswirkungen von Fahrzeugen und Fahrzeugkombinationen mit Überlänge auf den Verkehrsablauf und die Verkehrssicherheit in Arbeitsstellen liegen bislang kaum explizite Erkenntnisse vor. Bezüglich Arbeitsstellen auf Autobahnen wird von GLAESER et al. (2008) nur darauf hingewiesen, dass es auf Grund der höheren Flächeninanspruchnahme zu kritischen Situationen in Überleitungsbereichen kommen könnte und des Weiteren die Spurhaltefähigkeit in beengten Behelfsfahrestreifen noch ungeklärt sei. Letzteres wird aber von WANGRIN/STÜRMER/WÖHRMANN (2009) nicht so gesehen. Die Befahrbarkeit von Überleitungen durch Fahrzeuge und Fahrzeugkombinationen mit Überlänge stellt sich nach WELSCH (2012) im Wesentlichen als unproblematisch dar, die Anordnung einer Trennlinse in der Überleitung ist jedoch zu empfehlen.⁹

Die Auswirkungen auf den Überholweg und die Überholdauer bei Überholungen von Fahrzeugen und Fahrzeugkombinationen mit Überlänge durch Pkw sind auf Autobahnen nach GELLER et al. (2012) eher als gering einzuschätzen. Dies gilt ebenfalls für Überholungen im Bereich von Arbeitsstellen, zumal hier die Überholvorgänge laut WANGRIN/STÜRMER/WÖHRMANN (2009) auf Grund der schmalen Behelfsfahrestreifen eher durch die Breite der Fahrzeuge und nicht durch deren Länge beeinflusst werden.

4 Erkenntnisse zum Schwerverkehr in Arbeitsstellen

Arbeitsstellen stellen im Autobahnnetz neuralgische Bereiche dar, die sich hinsichtlich Verkehrsablauf und -sicherheit von der freien Strecke unterscheiden. Dies kann zum einen durch Veränderungen wie geringere Fahrstreifenbreiten, Überleitungen (und Rückleitungen) oder Verschwenkungen in Arbeitsstellen längerer Dauer oder Fahrstreifensperrungen in Arbeitsstellen kürzerer Dauer begründet werden. Zum anderen bestehen in Arbeitsstellen im Allgemeinen auch besondere verkehrsrechtliche Regelungen hinsichtlich Geschwindigkeitsbeschränkungen (Zeichen 274 StVO), Lkw-Überholverböten (Zeichen 253 StVO) oder Verboten für Fahrzeuge mit Breiten z. B. über 2 m auf dem Überholfahrstreifen inner-

halb von Arbeitsstellen längerer Dauer (Zeichen 264 StVO).

Einen wesentlichen Einfluss auf Verkehrsablauf und Verkehrssicherheit in Arbeitsstellen auf Autobahnen hat der Schwerverkehr. Hierbei bestimmen sowohl der Schwerverkehrsanteil als auch das alleinige Vorhandensein von Lkw die Beeinflussungen anderer Verkehrsteilnehmer. Nachfolgend sind die vorliegenden Erkenntnisse zu den Auswirkungen des Schwerverkehrs auf Verkehrsablauf und -sicherheit in Arbeitsstellen längerer Dauer (Ziffer 4.1) und Arbeitsstellen kürzerer Dauer (Ziffer 4.2) zusammengefasst.

4.1 Arbeitsstellen längerer Dauer

Als Arbeitsstellen längerer Dauer werden gemäß den RSA (1995) alle Arbeitsstellen verstanden, die mindestens einen Kalendertag durchgehend und ortsfest aufrechterhalten werden. Für Arbeitsstellen längerer Dauer auf Autobahnen sind dazu in den RSA (1995) verschiedene Arten von Verkehrsführungen geregelt (Bild 2).¹⁰

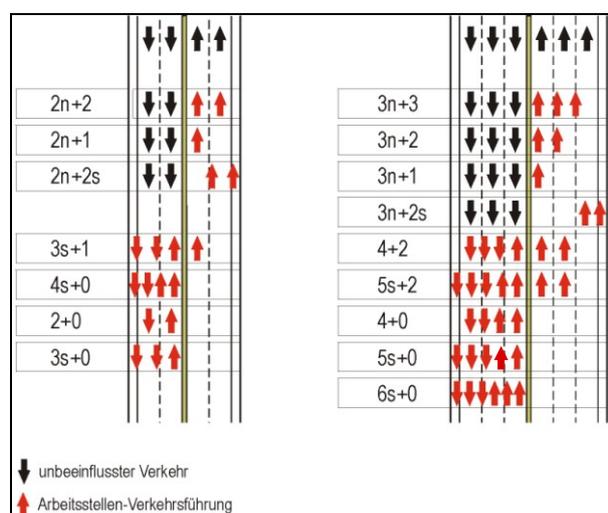


Bild 2: Verkehrsführungen in Arbeitsstellen längerer Dauer auf Autobahnen nach RSA (1995)

Grundsätzlich unterschieden werden Verkehrsführungen ohne und mit Überleitung des Verkehrs auf die Fahrbahn der Gegenrichtung. Bei Verkehrsführungen ohne Überleitung ist eine Richtungsfahrbahn von der Baumaßnahme nicht betroffen und in der Gegenrichtung wird der Verkehr mit verringerten Fahrstreifenbreiten (z. B. 2+2-Verkehrsführung) oder mit einer reduzierten Fahrstreifenanzahl (z. B. 3+2-Verkehrsführung) geführt. Bei Verkehrs-

⁹ In ihren Untersuchungen hat WELSCH (2012) die Befahrbarkeit von Überleitungen verschiedener Verkehrsführungen mittels dynamischer Schleppkurven analysiert.

¹⁰ Zu diesen Verkehrsführungen enthalten die RSA (1995) entsprechende Regelpläne.

fürungen mit Überleitung wird der Verkehr vollständig oder teilweise auf die Gegenfahrbahn überführt (z. B. 4+0- bzw. 4+2-Verkehrsführung).

Bei Verkehrsführungen mit Überleitungen werden demnach ein oder mehrere Fahrstreifen auf die Fahrbahn der Gegenrichtung überführt. Werden die Fahrstreifen auf der eigenen Richtungsfahrbahn auf Behelfsfahrstreifen weitergeführt, so ist meistens eine Verschwenkung dieser Fahrstreifen erforderlich.

In der Regel werden auf Autobahnen in Arbeitsstellen längerer Dauer die Fahrstreifenbreiten verringert. Die Mindestbreiten der Behelfsfahrstreifen sind dabei abhängig von der Länge der Arbeitsstelle. Zudem wird nach den RSA (1995) zwischen Fällen mit einer Beschränkung für den Überholfahrstreifen innerhalb der Arbeitsstelle (meistens nur im Baustelleninnenbereich) auf eine maximale Fahrzeugbreite von 2 m (Zeichen 264 StVO) und Fällen ohne Beschränkung der Fahrzeugbreite unterschieden (Tabelle 1).

Fahrzeugbreite	Länge der Arbeitsstelle		
	≤ 6 km	6 bis 9 km	> 9 km
beschränkt auf bis zu 2 m (Zeichen 264 StVO)	2,50 m (3,25 m) ¹⁾	3,00 m (3,25 m) ¹⁾	3,25 m
unbeschränkt	3,25 m (3,00 m) ^{2),3)}		
¹⁾ Bei Verkehrsführung mit nur einem Behelfsfahrstreifen für eine Fahrtrichtung auf der Gegenfahrbahn; gegebenenfalls muss vorher ausgebaut oder verbreitert werden. ²⁾ Durch einen vorherigen Fahrbahnanbau bzw. Verbreiterung ist eine Behelfsfahrstreifenbreite von 3,25 m, d. h. z. B. bei einer 4+0-Verkehrsführung eine Mindestfahrbahnbreite von 11,50 m, anzustreben. ³⁾ Im Bereich z. B. von Fertigmern darf die Fahrstreifenbreite zur Erhöhung der Sicherheit der in der Arbeitsstelle Tätigen vorübergehend und auf eine geringere Streckenlänge auf dieses Maß eingeengt werden.			

Tabelle 1: Mindestbreite von Behelfsfahrstreifen in Abhängigkeit der Arbeitsstellenlänge nach RSA (1995)

Aktuell steht zur Diskussion, die Mindestbreiten der Fahrstreifen in Arbeitsstellen so zu erhöhen, dass Fahrzeuge mit einer Breite bis zu 2,10 m auf den Überholfahrstreifen in Arbeitsstellen zugelassen werden können. Hintergrund ist die Entwicklung der Fahrzeugflotte in den letzten Jahren, die gezeigt hat, dass insbesondere Pkw immer breiter werden. Zahlreiche Mittelklasse-Fahrzeuge überschreiten schon heute eine Breite von 2 m und dürfen somit Überholfahrstreifen in Arbeitsstellen, die nach den RSA (1995) auf Fahrzeugbreiten bis zu 2 m beschränkt sind, nicht befahren. Deshalb werden in einigen Bundesländern (z. B. in

Nordrhein-Westfalen), soweit möglich, bereits breitere Behelfsfahrstreifen angeordnet.

4.1.1 Überleitungs- und Verschwenkungsbereiche

Den Überleitungs- und Verschwenkungsbereichen in Arbeitsstellen längerer Dauer auf Autobahnen kommt auf Grund der hohen Unfallgefährdung und des Einflusses auf den Verkehrsablauf eine wesentliche Bedeutung zu (vgl. EMDE/HAMESTER, 1983, KOCKELKE/ROSSBANDER, 1988, sowie BAIER et al., 2006). Insbesondere Überleitungen, aber auch Verschwenkungen, verlangen von den Verkehrsteilnehmern wegen der veränderten Fahraufgaben eine erhöhte Aufmerksamkeit. Die hier vorherrschenden verkehrlichen und räumlichen Gegebenheiten haben einen wesentlichen Einfluss auf das Verhalten der Verkehrsteilnehmer, was wiederum auch Einfluss auf das Unfallgeschehen hat (BAIER et al., 2006).

Im unmittelbaren Bereich vor Überleitungen wird in vielen Fällen der nötige Sicherheitsabstand unterschritten. Des Weiteren werden vor Überleitungen auffallend viele Fahrstreifenwechsel von links nach rechts durchgeführt (WEINSPACH, 1988); hierdurch erhöht sich nach MÜLLER/SELIGER (1990) u. a. das Risiko von Auffahrunfällen. Zudem werden in Überleitungen und Verschwenkungen die zulässigen Höchstgeschwindigkeiten häufig deutlich überschritten (KOCKELKE/ROSSBANDER, 1988, BAIER et al., 2006, BAKABA et al., 2012).

In Folge dessen ist das Unfallrisiko im Bereich von Überleitungen und Verschwenkungen deutlich höher als im Baustelleninnenbereich. Dies bestätigen auch die Untersuchungen von SÜMMERMANN (2012) und BAKABA et al. (2012).¹¹

¹¹ Beide Untersuchungen haben gezeigt, dass sowohl die Unfallrate als auch die Unfallkostenrate (diese sind auf die Fahrleistung bezogene Unfallkenngrößen und somit Maße für das fahrleistungsbezogene Risiko, in einen Unfall verwickelt zu werden oder dabei zu verunglücken) in Überleitungen bzw. Verschwenkungen deutlich über denjenigen im Baustelleninnenbereich liegen.



Bild 3: Überleitung ohne Trennlinse

Die Ausbildung der Überleitungen und Verschwenkungen hängt von den örtlichen Randbedingungen ab. In der Regel sind Überleitungen mit Trennlinse (linsenförmige Aufweitung der Mittelmarkierung) ausgebildet, gelegentlich aber auch ohne (Bild 3), was zu Konfliktsituationen führen kann.

Konfliktsituationen in Überleitungen, die durch den Schwerverkehr hervorgerufen werden, wurden bislang noch nicht gezielt untersucht, können aber auf Grund von Beobachtungen vermutet werden. So haben STEINAUER/KEMPER/PETRY (2009) und KEMPER et al. (2013a) analysiert, wie häufig in Überleitungen die Fahrstreifenbegrenzung zwischen den beiden Fahrstreifen (Zeichen 295 StVO) in Abhängigkeit von der Breite des rechten Fahrstreifens von Lkw befahren wurde.¹² Die Ergebnisse von STEINAUER/KEMPER/PETRY (2009) zeigen, dass im Mittel etwa 20 % der Lkw die Mittelmarkierung be- bzw. überfahren und somit eine Behinderung für Fahrzeuge auf dem Überholfahrstreifen darstellen können. Die Ergebnisse von KEMPER et al. (2013a) liegen in einer ähnlichen Größenordnung.

4.1.2 Baustelleninnenbereich

In Baustelleninnenbereichen mit geringen Behelfsfahrstreifenbreiten kann der Schwerverkehr das Überholverhalten der übrigen Verkehrsteilnehmer beeinflussen. Die Breite, aber auch die Länge der Schwerverkehrsfahrzeuge kann dazu führen, dass diese nicht überholt werden und die Pkw versetzt hinter Lkw die Arbeitsstelle durchfahren. Hierdurch tritt eine ähnliche Wirkung ein, wie sie durch die

Anordnung des so genannten „Versetzt fahren!“ entstehen kann.¹³

SÜMMERMANN (2012) hat bei seinen Analysen zum Spurverhalten von Lkw auf dem rechten Fahrstreifen innerhalb von Baustelleninnenbereichen festgestellt, dass die zur Verfügung stehenden Fahrstreifenbreiten einen Einfluss auf den Verlauf der Fahrlinie haben. Auf schmalen Richtungsfahrbahnen bis 5,75 m Breite – also mit Mindestbreiten nach RSA (1995) von 3,25 m für den rechten und 2,50 m für den linken Fahrstreifen – fahren im Mittel etwa 11 % der Lkw auf der Mittelmarkierung zum Überholfahrstreifen, so dass ein Vorbeifahren von Pkw durchaus Gefahrenpotenziale bergen. Einige Lkw fahren sogar so weit links, dass die verbleibende Breite des Überholfahrstreifens zu schmal für eine Vorbeifahrt ist und somit Pkw mit Überholintention blockiert werden (Bild 4). Weisen dagegen Richtungsfahrbahnen in Baustelleninnenbereichen eine Breite über 5,75 m auf, fährt nur noch ein sehr geringer Anteil der Lkw auf der Mittelmarkierung zum Überholfahrstreifen und es kommt zu keinen Blockierungen des linken Fahrstreifens für vorbeifahrende Fahrzeuge.

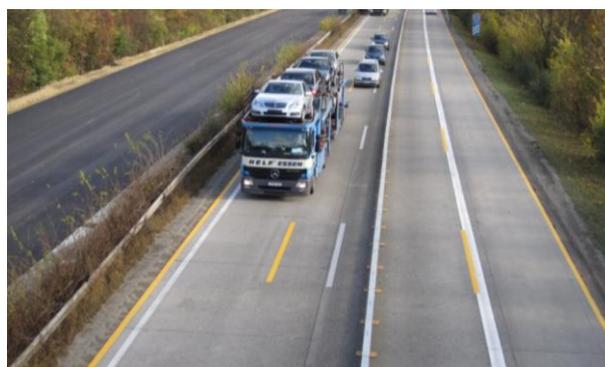


Bild 4: Lkw in Baustelleninnenbereich blockiert Pkw mit Überholintention (SÜMMERMANN, 2012)

Die Fahrstreifenbreiten haben aber auch einen Einfluss auf das Überholverhalten in Baustelleninnenbereichen. KEMPER et al. (2013b) haben festgestellt, dass der Überholfahrstreifen bei geringen Fahrstreifenbreiten deutlich seltener genutzt wird als der Hauptfahrstreifen. Bei 2,50 m breiten Überholfahrstreifen nutzen diesen im Mittel nur knapp 30 % der Verkehrsteilnehmer. Bei breiteren Fahrstreifen liegt der Anteil hingegen bei rund 40 %.

¹² Dabei erfolgte bzgl. der Fahrstreifenbreiten eine Einteilung in schmal/mittel/breit.

¹³ Dabei sollen die Pkw-Fahrer durch eine (nicht amtliche) Beschilderung mit dem Hinweis „Versetzt fahren!“ animiert werden, auch dann den Überholfahrstreifen zu nutzen, wenn der Hauptfahrstreifen frei ist und sie keine Überholintention haben. Mit dem Hinweis zum versetzten Fahren einher geht die Aufforderung, auf den beiden Fahrstreifen nicht nebeneinander zu fahren. Diese Maßnahme wurde bereits in Pilotversuchen in Niedersachsen und Rheinland-Pfalz erprobt (siehe hierzu auch SÜMMERMANN/STEINAUER, 2010).

Beim Überholen werden in Arbeitsstellen mit Überleitung von den Fahrern der überholenden Pkw eher geringere Abstände zur Gegenverkehrstrennung als zum überholten Lkw gewählt; dies gilt auch bei Richtungsfahrbahnen mit Überholfahrstreifenbreiten von 3,00 m oder mehr (BAKABA et al., 2012). Lediglich bei schmalen Richtungsfahrbahnen mit 2,50 m breiten Überholfahrstreifen fahren die überholenden Pkw tendenziell mittig auf dem linken Fahrstreifen (KEMPER et al., 2013b).

Gezielte Untersuchungen zum Einfluss des Schwerverkehrs auf das Unfallgeschehen in Baustelleninnenbereichen liegen bislang nicht vor. Nach BAKABA et al. (2012) ist aber der Anteil der durch den Schwerverkehr verursachten Unfälle im Bereich von Arbeitsstellen deutlich höher als auf der freien Strecke. Auch die bisherigen Ergebnisse von KEMPER et al. (2013b) weisen darauf hin, dass der Schwerverkehr, insbesondere bei schmalen Richtungsfahrbahnen mit Fahrstreifenbreiten unterhalb der Mindestbreiten nach den RSA (1995) von 3,25 m für den rechten und 2,50 m für den linken Fahrstreifen, einen nicht unwesentlichen Einfluss auf das Unfallgeschehen hat.

4.1.3 Anschlussstellen innerhalb von Arbeitsstellen

Anschlussstellen innerhalb von Arbeitsstellen sind möglichst aufrecht zu erhalten. Dazu sind in den RSA (1995) differenzierte Vorgaben zur Absicherung vorgegeben.¹⁴ Der Verkehr ist danach über verkürzte Verzögerungs- und Beschleunigungsstreifen zu führen. Dabei kann die Einfahrt der Anschlussstelle je nach Art und Länge der Beschleunigungsstreifen mit Zeichen 205 StVO (Vorfahrt gewähren!) oder Zeichen 206 StVO (Halt! Vorfahrt gewähren!) geregelt werden. Ist eine geeignete provisorische Ausbildung nicht möglich, sollte eine Sperrung erfolgen.

Anschlussstellen im Bereich von Arbeitsstellen wirken sich negativ auf die Verkehrssicherheit aus, wie die Ergebnisse von LAUBE (2001), BAKABA et al. (2012) und SÜMMERMANN (2012) zeigen.¹⁵ Nach Untersuchungen der bayerischen Straßenbauverwaltung wirken sich insbesondere die Ausföhrung von Zufahrten mit Zeichen 206 StVO ohne

¹⁴ Hierzu enthalten die RSA (1995) ebenfalls entsprechende Regelpläne.

¹⁵ Alle drei Untersuchungen haben gezeigt, dass die Unfallraten bzw. Unfallkostenraten (als Maße für das fahrlleistungsbezogene Risiko, in einen Unfall verwickelt zu werden oder dabei zu verunglücken) in Arbeitsstellen mit Anschlussstellen höher sind als in Arbeitsstellen ohne Anschlussstellen.

Beschleunigungsstreifen bei gleichzeitiger zulässiger Höchstgeschwindigkeit von 80 km/h auf den durchgehenden Behelfsfahrstreifen nachteilig auf das Unfallgeschehen aus (OBB, 2009). Gezielte Erkenntnisse zum Einfluss des Schwerverkehrs an Anschlussstellen innerhalb von Arbeitsstellen liegen bislang jedoch nicht vor.

4.2 Arbeitsstellen kürzerer Dauer

Arbeitsstellen kürzerer Dauer sind alle Arbeitsstellen, die nur über eine begrenzte Stundenzahl bestehen (in der Regel während der Tageshelligkeit eines Kalendertages, auch wenn die Arbeiten an den folgenden Tagen fortgesetzt werden). Bei Sperrung mindestens eines Fahrstreifens stellen diese immer einen Eingriff in den Verkehrsablauf dar und beeinflussen somit auch die Verkehrssicherheit. Die Häufigkeit, Länge und Dauer der Fahrstreifensperrungen durch Arbeitsstellen kürzerer Dauer ist dabei u. a. von den durchgeführten Tätigkeiten, aber auch von den Arbeitszeitplanungen der einzelnen Autobahnmeistereien abhängig.¹⁶

Unstrittig ist, dass die Sperrung eines Fahrstreifens (oder mehrerer Fahrstreifen) bei entsprechend hohem Verkehrsaufkommen zu Behinderungen im Verkehrsablauf führen kann (HEß, 2006). Noch deutlicher sind die Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit: Alle bisherigen Untersuchungen zum Unfallgeschehen im Bereich von Arbeitsstellen kürzerer Dauer, z. B. von GREBE/HANKE (1991) und STÖCKERT (2001), zeigen, dass dort ein erhebliches Unfallrisiko besteht. Dieses ist laut STÖCKERT (2001) deutlich höher als auf der freien Strecke und auch höher als bei Arbeitsstellen längerer Dauer.¹⁷ Aber auch die Unfallfolgen sind nach DURTH/STÖCKERT (2002) und KEMPER (2010) größer.

Ein nicht unerheblicher Teil der Unfälle in Arbeitsstellen kürzerer Dauer wird von Lkw verursacht. Laut GREBE/HANKE (1991) liegt dieser bei etwa 53 %, ZIMMERMANN/RIFFEL/CYPRA (2007) ermittelten sogar einen Anteil von knapp 60 %, be-

¹⁶ Die Angaben zu Häufigkeit, Länge und Dauer von beispielsweise DURTH/KLOTZ/STÖCKERT (1999), STÖCKERT (2001), WOLTERECK (2001) oder KEMPER (2010) erlauben deshalb keine Ableitung pauschaler Mittelwerte für das Bundesautobahnnetz.

¹⁷ Letzteres führt STÖCKERT (2001) u. a. auf die Fahrstreifensperrungen bei Arbeitsstellen kürzerer Dauer zurück, die aus Zeit- und Kostengründen häufig nicht zu vermeiden sind (während bei Arbeitsstellen längerer Dauer weitestgehend versucht wird, die vorhandene Fahrstreifenanzahl beizubehalten).

trachteten dabei aber wie ZIMMERMANN/MORITZ (2004) nur Unfälle, bei denen Bedienstete, Fahrzeuge oder Geräte der Straßenbauverwaltung zu Schaden kamen. Diese Angaben beziehen sich auf alle Arbeitsstellen zusammen, sowohl auf der Fahrbahn als auch auf dem Seitenstreifen. Bei der ausschließlichen Betrachtung von Arbeitsstellen auf der Fahrbahn (mit Sperrung mindestens eines Fahrstreifens) ist der Anteil der von Lkw verursachten Unfälle deutlich geringer; nach KEMPER (2010) liegt dieser hier unter 30 % und somit in einer ähnlichen Größenordnung wie auf der freien Strecke. Unabhängig davon sind jedoch die Folgen solcher Unfälle auf Grund der Masse eines Lkw im Allgemeinen wesentlich schwerwiegender als die Folgen der von Pkw verursachten Unfälle.

5 Entwicklung einer geeigneten Untersuchungsmethodik

Die in Ziffer 4 zusammengefassten Erkenntnisse zu den Auswirkungen des Schwerverkehrs auf Verkehrsablauf und -sicherheit in Arbeitsstellen zeigen, dass im Hinblick auf einen Einsatz von Lang-Lkw deren Einfluss in besonderen arbeitsstellenspezifischen Situationen zu untersuchen ist. Der Schwerpunkt der vorgesehenen empirischen Untersuchungen ist daher bei Arbeitsstellen längerer Dauer auf Sicherheitsaspekte im Überleitungs- bzw. Verschwenkungsbereich, auf das Überholverhalten anderer Verkehrsteilnehmer im Baustelleninnenbereich sowie eventuelle Konfliktsituationen an Anschlussstellen, dort insbesondere an den (Behelfs-)Einfahrten, zu legen. Bei Arbeitsstellen kürzerer Dauer sind die sich durch die (kurzzeitigen) Fahrstreifenperrungen, die einen Fahrstreifenwechsel notwendig machen, eventuell ergebenden Konfliktsituationen zu betrachten.

Auswirkungen von Lang-Lkw können sich zum einen bei den Lkw-Fahrern selbst zeigen („Betrachtung von innen“) und zum anderen bei den übrigen Verkehrsteilnehmern („Betrachtung von außen“). Die „Betrachtungsweise von innen“ soll im Rahmen der parallel laufenden Untersuchungen zu den psychologischen Aspekten des Einsatzes von Lang-Lkw von GLASER et al. (2013) untersucht werden. Hierbei werden auch insbesondere die Auswirkungen von besonderen Situationen im Straßenraum auf den Lkw-Fahrer betrachtet.

Im Rahmen der empirischen Untersuchungen zu den verkehrlichen Auswirkungen von Lang-Lkw in Arbeitsstellen soll der Schwerpunkt daher auf der „Betrachtung von außen“ liegen. Dies erscheint aber auch insofern sinnvoll, da nur so das Fahrerverhalten, z. B. das Spurverhalten der Lang-Lkw im Bereich von Überleitungen, wie auch die Interaktionen zwischen den Lang-Lkw und anderen Verkehrsteilnehmern in unterschiedlichen Situationen gleichermaßen erfasst werden können. Hierunter sind u. a. folgende Situationen und dabei zu klärende Fragestellungen zu verstehen:

- Überleitungen/Verschwenkungen im Bereich von Arbeitsstellen längerer Dauer: Wie durchfährt ein Lang-Lkw diese Bereiche (z. B. mit oder ohne Überfahrung der Fahrstreifenbegrenzung zwischen den beiden Fahrstreifen)? Werden andere Verkehrsteilnehmer hiervon beeinflusst?
- Baustelleninnenbereiche von Arbeitsstellen längerer Dauer: Fährt ein Lang-Lkw auch bei geringeren Fahrstreifenbreiten konstant innerhalb des rechten Fahrstreifens? Werden Lang-Lkw

gegebenenfalls seltener oder zögerlicher überholt als herkömmliche Lkw?

- Einfahrten innerhalb von Arbeitsstellen längerer Dauer: Werden einfahrende Verkehrsteilnehmer bei der Einfahrt in die Arbeitsstelle durch Lang-Lkw beeinflusst? Stellen die verkürzten Beschleunigungstreifen ein Problem für einfahrende Lang-Lkw dar?
- Sperrung des rechten Fahrstreifens im Bereich einer Arbeitsstelle kürzerer Dauer: Welche Zeit- bzw. Weglücken werden von Lang-Lkw zum Fahrstreifenwechsel genutzt? Wie verhalten sich die anderen Verkehrsteilnehmer?
- Sperrung des linken Fahrstreifens im Bereich einer Arbeitsstelle kürzerer Dauer: Wie verhalten sich die Verkehrsteilnehmer, die einen Lang-Lkw vor der Sperrung des Fahrstreifens noch überholen?

Die Beantwortung dieser Fragestellungen kann nur auf Basis einer Betrachtung des direkten Umgebungsverkehrs vor und hinter einem Lang-Lkw erfolgen.

5.1 Messkonzept

Das gesamte Verkehrsgeschehen vor und hinter einem Lang-Lkw soll durch zwei (für die übrigen Verkehrsteilnehmer als solche nicht erkennbare) „Begleitfahrzeuge“ erfasst werden. Dazu werden zwei unauffällige Pkw eingesetzt, die im Verkehr „mitschwimmen“ und somit keinen Einfluss auf die übrigen Verkehrsteilnehmer und damit den Verkehrsablauf in der Umgebung des begleiteten Lang-Lkw nehmen.

Die beiden Fahrzeuge sind jeweils mit einem GPS-Logger (zur Aufzeichnung des räumlichen und zeitlichen Ablaufs und damit der gefahrenen Geschwindigkeiten) sowie mehreren Videosystemen (in jedem Fall zwei, gegebenenfalls auch drei Videokameras) ausgestattet und zeichnen den gesamten relevanten Verkehrsablauf im Bereich von Arbeitsstellen längerer und kürzerer Dauer auf. Mit den Videokameras im vorderen Fahrzeug (Begleitfahrzeug 1) wird der Verkehrsraum vor und neben dem Lang-Lkw aufgezeichnet, mit den Videokameras im hinteren Fahrzeug (Begleitfahrzeug 2) der Verkehrsraum hinter und ebenfalls neben dem Lang-Lkw (Bild 5). Durch den Einsatz von zwei bzw. drei Videokameras ist sichergestellt, dass ein möglichst großer Bereich vor und hinter sowie neben dem Lang-Lkw erfasst wird. Zudem wird bei Bedarf eine weitere Videokamera im Führerhaus des Lang-Lkw installiert, um den Verkehrsraum unmittelbar vor diesem zu erfassen.

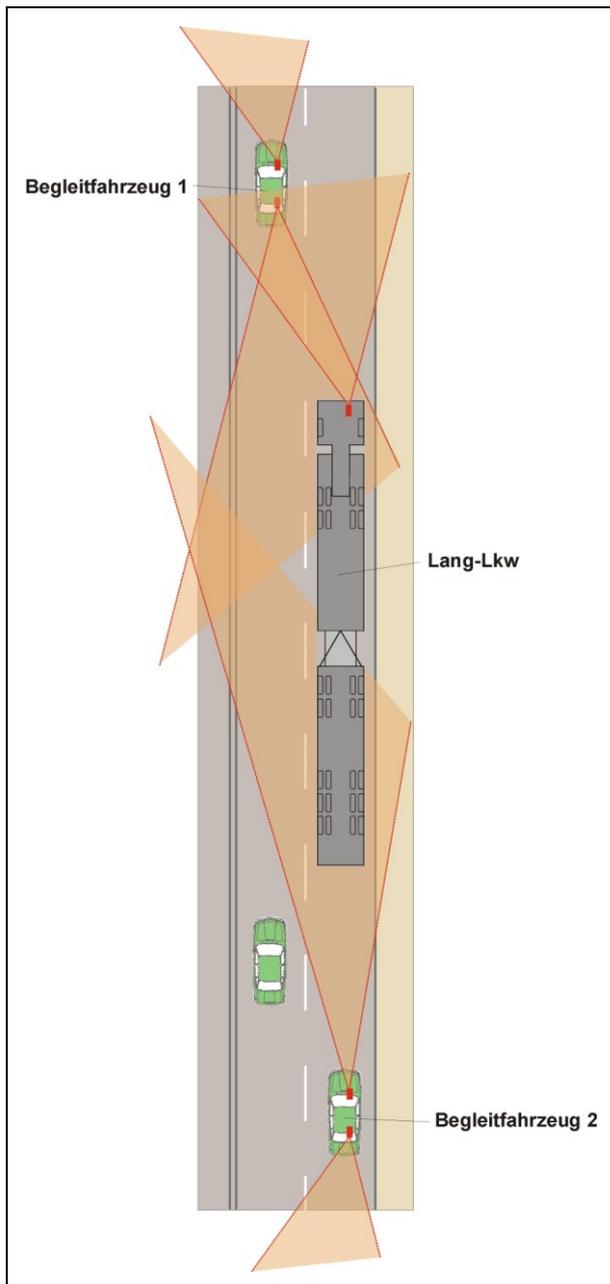


Bild 5: Prinzip der Messanordnung mit zwei Begleitfahrzeugen (beispielhaft für Baustelleninnenbereich einer Arbeitsstelle mit zwei Fahrstreifen in der betrachteten Richtung)

Des Weiteren werden durch einen Mitfahrer im hinteren Begleitfahrzeug bereits während der Fahrt relevante Ereignisse (Fahrstreifenwechsel, auffällige Fahrmanöver, ...) protokolliert. Zusätzlich erfolgt eine Fotodokumentation dieser Ereignisse.

5.2 Pre-Test

Die Überlegungen zum dargestellten Messkonzept wurden im Rahmen eines Pre-Tests hinsichtlich ihrer Praxistauglichkeit untersucht. Hierzu wurde im

Oktober 2012 ein Lang-Lkw auf der A 7 von Hamburg in Fahrtrichtung Kassel über eine Länge von 230 km von zwei Fahrzeugen begleitet. Beide Begleitfahrzeuge waren mit jeweils zwei Videokameras ausgestattet (Bild 6). Im Rahmen der Begleitfahrt wurden insgesamt vier Arbeitsstellen längerer Dauer und drei Arbeitsstellen kürzerer Dauer durchfahren.¹⁸



Bild 6: Kameraperspektive aus Begleitfahrzeug hinter begleitetem Lang-Lkw

Der Pre-Test hat gezeigt, dass das gewählte Messkonzept insgesamt als zielführend anzusehen ist. Des Weiteren konnte festgelegt werden, dass zwei Begleitfahrzeuge mit GPS-Logger und jeweils zwei Videokameras ausreichend sind, d. h. es sind keine zusätzlichen Videokameras im Lang-Lkw selbst erforderlich.

Alle erforderlichen Analysen können (mit situationsabhängigen Anpassungen z. B. des Abstands zum Lang-Lkw und der Fahrstreifenwahl) auf Basis der aufgezeichneten Videos aus den beiden Begleitfahrzeugen durchgeführt werden. Bei Arbeitsstellen längerer Dauer können somit die Fahrten durch Überleitungen bzw. Verschwenkungen sowie der Verkehrsablauf an Aus- und Einfahrten betrachtet und bewertet werden, Überholvorgänge anderer Verkehrsteilnehmer können hinsichtlich der seitlichen Abstände zum Lang-Lkw für den gesamten Überholvorgang analysiert werden. Bei Arbeitsstellen kürzerer Dauer kann der Verkehrsablauf im Zulauf zu Fahrstreifensperrungen betrachtet und bewertet werden.

¹⁸ Dabei wurde ein Fahrstreifenwechsel des Lang-Lkw aufgezeichnet, bei dem einem einfahrenden Lkw innerhalb einer Arbeitsstelle längerer Dauer die Einfahrt ermöglicht wurde. Ein solches Fahrmanöver ist für einen Lang-Lkw nicht zulässig.

6 Durchführung der empirischen Untersuchungen

Im Rahmen der empirischen Untersuchungen sollten möglichst viele Fahrten von Lang-Lkw erfasst werden. Die Erhebungen wurden an acht Tagen im März, April und Juni 2013 unter Ausnutzung der Tageshelligkeit durchgeführt. Dabei wurde jeweils ein Lang-Lkw auf seiner gesamten Fahrt begleitet und das Verkehrsgeschehen im Verkehrsraum vor, hinter und neben dem Lang-Lkw kontinuierlich mittels Video aufgezeichnet.¹⁹

Auf Grundlage vorliegenden Teilnahmebekundungen der Speditionen mit Angaben zu den von Lang-Lkw befahrenen Strecken sowie einer Auswertung der aktuellen Baubetriebsmeldungen der Länder bzw. des Baustelleninformationssystem (BIS) des Bundes und der Länder erfolgte eine Auswahl geeigneter Strecken. Dabei wurden möglichst Strecken mit mehreren Arbeitsstellen längerer Dauer ausgewählt. Die Fahrtenhäufigkeit der Lang-Lkw (Wochentage, Anzahl der Hin- und Rückfahrten pro Tag zwischen beispielsweise Speditionsstandort und KV-Terminal) sowie die Fahrzeiträume (Abfahrtszeiten der Hin- und Rückfahrten) wurden bei den teilnehmenden Speditionen abgefragt.

Es wurden (einschließlich der Fahrt des Pre-Tests) insgesamt 16 Begleitfahrten von Lang-Lkw acht verschiedener Speditionen durchgeführt.²⁰ Die eingesetzten Lang-Lkw waren vom Typ 2 (bei vier Fahrten), Typ 3 (bei neun Fahrten), Typ 4 (bei einer Fahrt) und Typ 5 (bei zwei Fahrten).

Bei den Begleitfahrten wurden von den Lang-Lkw 26 Arbeitsstellen längerer Dauer auf Autobahnen bzw. (in zwei Fällen) einer autobahnähnlich ausgebauten Bundesstraße in sieben Bundesländern (Baden-Württemberg, Bayern, Bremen, Hamburg, Hessen, Niedersachsen und Schleswig-Holstein) durchfahren. Von den 26 Arbeitsstellen wurden einige mehrfach durchfahren, entweder in beiden Richtungen oder teilweise auch von verschiedenen Lang-Lkw. Insgesamt wurden somit 34 Fahrten von Lang-Lkw durch Arbeitsstellen längerer Dauer begleitet.

In den 26 Arbeitsstellen längerer Dauer bestanden teilweise Wechsel in den Verkehrsführungen, z. B. von einer 2+2- auf eine 4+0-Verkehrsführung. Insgesamt lagen in den Arbeitsstellen 40 Abschnitte mit verschiedenen Verkehrsführungen (Tabelle 2). In vier Verkehrsführungen war die zulässige Höchstgeschwindigkeit auf 60 km/h beschränkt, in den übrigen auf 80 km/h.

Verkehrsführung	Anzahl	V _{zul} in Arbeitsstelle	
		80 km/h	60 km/h
1+1	3	3	–
2+0	5	4	1
2+1	4	3	1
2+2	11	10	1
3+0	3	3	–
3+2	2	2	–
3+3	3	3	–
4+0	8	7	1
5+1	1	1	–

Tabelle 2: Verkehrsführungen der durchfahrenen Arbeitsstellen längerer Dauer

Die Häufigkeitsverteilung der verschiedenen Verkehrsführungen in den durchfahrenen Arbeitsstellen sind als repräsentativ anzusehen, wie ein Vergleich mit der Häufigkeitsverteilung aller gemeldeten Verkehrsführungen in Deutschland im Zeitraum von 2003 bis 2012 zeigt (vgl. GEISTEFELDT et al., 2013). Es fehlen zwar 3+1-Verkehrsführungen, diese sind jedoch im Hinblick auf Überholungen im Baustelleninnenbereich mit 3+0-Verkehrsführungen gleichzusetzen.

Des Weiteren wurden Fahrten von Lang-Lkw durch 18 Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf Autobahnen in Bayern und Niedersachsen begleitet. Von diesen 18 Arbeitsstellen kürzerer Dauer waren fünf Arbeitsstellen auf dem Seitenstreifen, bei den übrigen Arbeitsstellen war mindestens ein Fahrstreifen gesperrt (Tabelle 3). Mit einer Ausnahme war die zulässige Höchstgeschwindigkeit in diesen 13 Arbeitsstellen auf 80 km/h beschränkt; in einer Arbeitsstelle mit Sperrung des linken Fahrstreifens auf einer dreistreifigen Richtungsfahrbahn war die zulässige Höchstgeschwindigkeit auf 100 km/h beschränkt.

¹⁹ Durch die Möglichkeit, bei den Begleitfahrten kontinuierlich Videodaten aufzuzeichnen, ist grundsätzlich eine Nutzung des Videomaterials auch für andere Fragestellungen im Zusammenhang mit dem Einsatz von Lang-Lkw denkbar (z. B. Verkehrsablauf sowie Interaktionen zwischen Lang-Lkw und anderen Verkehrsteilnehmern im Bereich von Aus- und Einfahrten).

²⁰ Hierbei wurden insgesamt rund 2.500 km zurückgelegt.

Verkehrsführung	Fahrstreifen vor Arbeitsstelle	Regelplan	Anzahl
Sperrung rechter Fahrstreifen	2	DIII/2	3
Sperrung rechter Fahrstreifen	3	DIII/2	3
Sperrung linker Fahrstreifen	2	DIII/3	1
Sperrung linker Fahrstreifen	3	DIII/3	3
Sperrung linker Fahrstreifen, Mitnutzung Seitenstreifen	2	DIII/4	1
Sperrung rechter und mittlerer Fahrstreifen	3	DIII/5	1
Sperrung linker und mittlerer Fahrstreifen	3	DIII/6	1

Tabelle 3: Verkehrsführungen der durchfahrenen Arbeitsstellen kürzerer Dauer

7 Bewertung der Auswirkungen von Lang-Lkw

Zur Beurteilung eines Einsatzes von Lang-Lkw in Arbeitsstellen wurden die Videoaufzeichnungen der 16 durchgeführten Begleitfahrten im Hinblick auf die zu klärenden Fragestellungen (vgl. Ziffer 5) ausgewertet. Nachfolgend sind die Ergebnisse getrennt für Arbeitsstellen längerer Dauer (Ziffer 7.1) und Arbeitsstellen kürzerer Dauer (Ziffer 7.2) dargestellt.

7.1 Arbeitsstellen längerer Dauer

Alle Fahrten durch Arbeitsstellen längerer Dauer wurden vollständig von der Ankündigung durch Zeichen 123 StVO (Baustelle) bis zur Aufhebung der arbeitsstellenbedingten Streckenverbote analysiert. Dabei erfolgte eine getrennte Betrachtung einzelner Verkehrsführungen innerhalb einer Arbeitsstelle. Da einige der Arbeitsstellen mehrfach durchfahren wurden, konnten insgesamt 47 Fahrten durch die 40 Verkehrsführungen mit neun unterschiedlichen Verkehrsführungsarten (vgl. Tabelle 2) analysiert werden.

Es erfolgte eine Betrachtung und Auswertung der Durchfahrten von Überleitungen (einschließlich Rückleitungen) bzw. Verschwenkungen, Durchfahrten von Fahrstreifenreduktionen (in der Regel am Beginn von Arbeitsstellen) und Überholungen (des Lang-Lkw durch andere Kfz) in den Baustelleninnenbereichen. Des Weiteren wurden Fahrmanöver an Einfahrten innerhalb der Arbeitsstellen betrachtet.

7.1.1 Durchfahrten von Überleitungen und Verschwenkungen

Es wurden Durchfahrten von 18 Überleitungen auf die Gegenfahrbahn, 19 Rückleitungen sowie 33 Verschwenkungen (davon 17 am Beginn und 16 am Ende von Arbeitsstellen) analysiert.²¹ Ausgewertet wurde hier das Spurverhalten der Lang-Lkw im Hinblick auf mögliche Behinderungen anderer Fahrzeuge auf benachbarten Fahrstreifen.

Die Ergebnisse zeigen, dass Überleitungen in der Regel innerhalb des eigenen Fahrstreifens durchfahren wurden (Bild 7). Lediglich bei zwei Fahrten wurde vom Lang-Lkw die Fahrstreifenbegrenzung zwischen den beiden Fahrstreifen befahren, allerdings nicht überfahren und der linke Fahrstreifen somit nicht mitgenutzt.²² Es erfolgte in diesen beiden Fällen keine Behinderung für Fahrzeuge auf dem Überholfahrstreifen.



Bild 7: Fahrt eines Lang-Lkw durch eine Überleitung

²¹ Teilweise erfolgte die Ein- bzw. Ausfahrt des Lang-Lkw auf eine Autobahn innerhalb einer Arbeitsstelle, daher unterscheiden sich die Anzahlen der Überleitungen und Rückleitungen bzw. Verschwenkungen am Beginn und Ende von Arbeitsstellen.

²² In beiden Fällen in einer 4+0-Verkehrsführung.

Die Rückleitungen wurden alle innerhalb des eigenen Fahrstreifens durchfahren (Bild 8). Die Verschwenkungen sowohl am Beginn als auch am Ende von Arbeitsstellen wurden ebenfalls alle innerhalb des eigenen Fahrstreifens durchfahren.



Bild 8: Fahrt eines Lang-Lkw durch eine Rückleitung

Im Vergleich zu den beobachteten Durchfahrten von Lang-Lkw werden nach den Erkenntnissen von STEINAUER/KEMPER/PETRY (2009) und KEMPER et al. (2013a) beispielsweise die Fahrstreifenbegrenzung zwischen den beiden Fahrstreifen in Überleitungen von herkömmlichen Lkw deutlich häufiger befahren bzw. sogar überfahren (vgl. Ziffer 4.1.1), so dass durchaus Behinderungen für Fahrzeuge auf dem Überholfahrstreifen auftreten. Lang-Lkw fahren demnach spurtreuer durch Überleitungen bzw. Rückleitungen und Verschwenkungen als herkömmliche Lkw.

7.1.2 Durchfahrten von Fahrstreifenreduktionen

Es wurden Durchfahrten von 12 Fahrstreifenreduktionen mit Sperrung des linken Fahrstreifens und 6 Fahrstreifenreduktionen mit Sperrung des rechten Fahrstreifens analysiert. Ausgewertet wurde hier das Verhalten der Fahrer der Lang-Lkw wie auch anderer Verkehrsteilnehmer im Hinblick auf die erforderlichen Fahrstreifenwechsel.

Die Ergebnisse zeigen, dass sowohl bei Sperrung des linken Fahrstreifens als auch bei Sperrung des rechten Fahrstreifens keine Probleme bei den erforderlichen Fahrstreifenwechseln aufgetreten sind. Die Fahrstreifenwechsel anderer Kfz bei Sperrung des linken Fahrstreifens verliefen alle unkritisch. Auch die beobachteten Fahrstreifenwechsel des Lang-Lkw bei Sperrung des rechten Fahrstreifens sind entweder auf Grund einer geringen Verkehrsstärke oder durch das Abstandsverhalten der anderen Verkehrsteilnehmer als unkritisch anzusehen. Es war hierbei jedoch kein speziell auf den Lang-Lkw angepasstes Verhalten der übrigen Verkehrsteilnehmer erkennbar.

Durch eine Spedition wurde der Unfall eines Lang-Lkw im Bereich einer Arbeitsstelle gemeldet, der sich an einer Fahrstreifenreduktion mit Sperrung des linken Fahrstreifens ereignete.²³ Bei dem Unfall kam es zu einer leichten Kollision zwischen einem Pkw und dem Lang-Lkw. Laut Beschreibung des Unfallhergangs befand sich der Pkw unmittelbar vor der Fahrstreifenreduktion noch neben dem Lang-Lkw (am Ende der Fahrzeugkombination). Der Standstreifen war schneebedeckt, so dass für den Fahrer des Lang-Lkw keine Möglichkeit bestand auszuweichen. Da der Pkw seine Geschwindigkeit wohl nicht verringerte und ein Beschleunigen des Lang-Lkw nicht ausreichend war, kam es zu einer Berührung der Fahrzeuge. Am Pkw wurden der Beifahrerspiegel und die Beifahrertüre beschädigt. Die vom Lang-Lkw gerufene Polizei hat den Unfall nicht aufgenommen, sondern als sonstigen Unfall mit Sachschaden eingestuft (Bagatellunfall). Es liegt deshalb keine Unfallanzeige vor, sondern nur die Angabe der Polizei, dass der Unfallverursacher vor Ort auf Grund unterschiedlicher Aussagen nicht geklärt werden konnte.²⁴ Dass es sich um einen Lang-Lkw handelt, hat die Polizei erst bei Vorlage der Fahrzeugscheine erkannt.

Letzteres legt die Vermutung nahe, dass auch der Fahrer des Pkw nicht erkannt hatte, dass es sich um einen Lang-Lkw handelt. Demnach hat er wahrscheinlich die Fahrzeuglänge unterschätzt. Da er aber wohl auch der Meinung war, dass er von dem Lang-Lkw abgedrängt worden sei, kann die Fahrzeuglänge des Lang-Lkw nicht zwangsläufig als alleiniger Unfallgrund angesehen werden. Vielmehr legt die Beschreibung des Unfallhergangs auch ein Fehlverhalten des Pkw-Fahrers nahe.

7.1.3 Überholungen in Baustelleninnerbereichen

Insgesamt wurden 47 Durchfahrten durch 40 Verkehrsführungen analysiert. Im Hinblick auf Überholungen des Lang-Lkw durch andere Kfz nicht relevant sind dabei die Verkehrsführungen, in denen in der von den Lang-Lkw befahrenen Richtung nur ein Fahrstreifen vorhanden ist. Dies betrifft alle 1+1-, 2+0- und 2+1-Verkehrsführungen, aber auch eine 3+0- und die 5+1-Verkehrsführung, also insgesamt 14 der durchfahrenen Verkehrsführungen (vgl. auch Tabelle 2).

²³ Eine der durchgeführten Begleitfahrten erfolgte durch diese Arbeitsstelle.

²⁴ Die Beschreibung des Unfallhergangs basiert auf den Angaben der Spedition.



Bild 9: Messung der seitlichen Abstände zwischen Lang-Lkw und überholendem Pkw

In den übrigen 26 Verkehrsführungen wurden insgesamt 138 Überholvorgänge erfasst und ausgewertet. Neben einer Betrachtung des Fahrerverhaltens des Überholenden sowohl in der Annäherung an den Lang-Lkw als auch beim Überholvorgang selbst (z. B. hinsichtlich Verzögerungen oder Beschleunigungen), wurden die seitlichen Abstände zwischen den überholenden Fahrzeugen und den Lang-Lkw ermittelt. Hierzu wurde vor Beginn der Messfahrten der jeweilige Lang-Lkw vermessen und mit Markierungspunkten versehen, um im Anschluss über eine Bildbearbeitungssoftware die seitlichen Abstände zwischen den Fahrzeugen (ohne Berücksichtigung der Außenspiegel) zu bestimmen (Bild 9).

Bei keinem der 138 beobachteten Überholvorgänge konnte ein auffälliges Fahrerverhalten oder ein Abbruch des Überholvorgangs beobachtet werden. Lediglich in fünf Fällen reduzierten die Überholenden kurzfristig bei Erreichen des Hecks der Lang-Lkw die Geschwindigkeit, um dann aber den Überholvorgang fortzusetzen.

Im Hinblick auf Überholvorgänge unkritisch sind von diesen 26 Verkehrsführungen alle diejenigen, bei denen entweder drei Fahrstreifen in der vom Lang-Lkw befahrenen Richtung vorhanden sind (alle 3+3-Verkehrsführungen) oder zwei normal-

breite Fahrstreifen.²⁵ Letzteres betrifft zehn 2+2- und eine 3+2-Verkehrsführung sowie vier 4+0-Verkehrsführungen, die auf dreistreifigen Richtungsfahrbahnen eingerichtet waren.

Somit verbleiben sechs Verkehrsführungen, bei denen die Überholvorgänge insbesondere im Hinblick auf die seitlichen Abstände zwischen den überholenden Kfz und den Lang-Lkw von Interessen sind (Tabelle 4). In diesen Verkehrsführungen wurden 76 Überholvorgänge erfasst und ausgewertet. Die mittleren seitlichen Abstände zwischen den überholenden Kfz und den Lang-Lkw liegen zwischen rund 0,64 m und knapp 1,18 m. Die geringsten gemessenen Abstände liegen zwischen 0,40 m und 1,04 m. Bei fast zwei Drittel der Überholvorgänge ist der seitliche Abstand zu den Lang-Lkw geringer als 1,00 m, in zwei Fällen sogar unter 0,50 m.

²⁵ Hiermit sind Fahrstreifen mit Breiten von mindestens 3,50 m (rechter Fahrstreifen) bzw. 3,25 m (linker Fahrstreifen) gemeint.

Verkehrsführung	DTV [Kfz/24h]	Länge [km]	Breite ÜFS [m]	Breite HFS [m]	Anzahl Überhol- vorgänge	seitlicher Abstand		
						minimal [mm]	maximal [mm]	Mittelwert [mm]
2+2	63.500	0,890	3,10	3,30	8	505	1.480	1.002
3+2	87.100	1,330	3,00	3,50	7	1.044	2.087	1.544
4+0	58.200	3,360	3,00	3,10	2	630	657	644
4+0	58.200	9,530	3,10	3,40	18	737	1.998	1.179
4+0	84.300	1,780	2,50	3,25	8	459	987	774
4+0	62.400	12,000	3,00	3,50	21	624	1.639	946
4+0	58.200	14,240	3,00	3,30	12	402	1.266	792

Tabelle 4: Überholvorgänge in Verkehrsführungen mit zweistreifigen Richtungsfahrbahnen und schmalen Behelfsfahrstreifen

Das Spektrum der erfassten seitlichen Abstände zu den Lang-Lkw unterscheidet sich dennoch nicht von den seitlichen Abständen, die in Arbeitsstellen längerer Dauer mit zwei Fahrstreifen in einer Richtung bei Überholungen herkömmlicher Lkw durch BAKABA et al. (2012) erfasst wurden (vgl. auch Ziffer 4.1.2). Überholungen von Lang-Lkw unterscheiden sich demnach nicht von Überholungen herkömmlicher Lkw.

7.1.4 Fahrmanöver an Einfahrten

Innerhalb der durchfahrenen 34 Arbeitsstellen befanden sich insgesamt 20 Einfahrten, an denen die Fahrmanöver sowohl der Lang-Lkw als auch der einfahrenden Kfz analysiert wurden. Lediglich bei fünf Vorbeifahrten an Einfahrten fuhren andere



Bild 10: Fahrstreifenwechsel des Lang-Lkw an einer Einfahrt innerhalb einer Arbeitsstelle

In vier Fällen konnten die einfahrenden Fahrzeuge problemlos auf den rechten Fahrstreifen einfädeln, ohne dass ein Abbremsen des Lang-Lkw erforderlich war. In einem Fall erfolgte ein (unzulässiger) Fahrstreifenwechsel des Lang-Lkw auf den freien linken Fahrstreifen, um einem einfahrenden Lkw den Fahrstreifenwechsel vom Beschleunigungsstreifen auf den rechten Fahrstreifen in der Ar-

beitsstelle zu ermöglichen. Nachdem dieser eingefahren war, wechselte der Lang-Lkw problemlos zurück auf den rechten Fahrstreifen.

Die beobachteten Fahrmanöver mit Lang-Lkw an Einfahrten innerhalb von Arbeitsstellen verliefen alle unkritisch und unterscheiden sich nicht von Fahrmanövern, die bei herkömmlichen Lkw zu beobachten sind. Dies gilt auch für einfahrende Lang-Lkw an Einfahrten innerhalb von Arbeitsstellen (vgl. hierzu auch Ziffer 7.1.1). Die Anzahl der beobachteten Fahrmanöver mit Lang-Lkw ist zwar insgesamt sehr gering, so dass sich hieraus keine allgemeingültigen Schlussfolgerungen ableiten lassen, jedoch liegen bislang auch keine ausreichenden Erkenntnisse zum Einfluss des Schwerverkehrs an Anschlussstellen innerhalb von Arbeitsstellen vor (vgl. Ziffer 4.1.3).

7.2 Arbeitsstellen kürzerer Dauer

Bei den Arbeitsstellen kürzerer Dauer mit Sperrung mindestens eines Fahrstreifens wurde jeweils der Verkehrsablauf im Zulauf bis zur Fahrstreifen-sperrung durch die fahrbare Absperrtafel (Zeichen 616 StVO) analysiert. Betrachtet wurden erforderliche Fahrstreifenwechsel der Lang-Lkw sowie das Verhalten anderer Verkehrsteilnehmer im Reißverschlussverfahren.

7.2.1 Fahrstreifenwechsel von Lang-Lkw

Bei sechs der durchfahrenen Arbeitsstellen kürzerer Dauer war auf Grund der Sperrung des rechten Fahrstreifens bzw. des rechten und mittleren Fahrstreifens ein Fahrstreifenwechsel des Lang-Lkw erforderlich. In allen Fällen verliefen die Fahrstreifenwechsel der Lang-Lkw, entweder auf Grund einer geringen Verkehrsstärke oder durch das Abstandsverhalten der anderen Verkehrsteilnehmer, unkritisch. Dabei war kein speziell auf die Lang-Lkw angepasstes Verhalten der übrigen Verkehrsteilnehmer erkennbar.

7.2.2 Fahrerverhalten im Reißverschlussverfahren

In fünf der durchfahrenen Arbeitsstellen kürzerer Dauer waren Fahrstreifenwechsel anderer Verkehrsteilnehmer auf Grund der Sperrung des linken Fahrstreifens erforderlich, davon in einer Arbeitsstelle wegen der angeordneten Mitnutzung des Seitenstreifens auch des Lang-Lkw. In einer weiteren Arbeitsstelle waren auf Grund der Sperrung des linken und mittleren Fahrstreifens für die anderen Verkehrsteilnehmer teilweise Wechsel über zwei Fahrstreifen erforderlich. In allen Fällen gestaltete sich das Reißverschlussverfahren ohne besondere Vorkommnisse. Es konnte weder ein zu später Fahrstreifenwechsel anderer Verkehrsteilnehmer kurz vor der Fahrstreifensperrung, noch ein starkes Abbremsen auf Grund einer Fehleinschätzung der Länge des Lang-Lkw festgestellt werden. Alle Verkehrsteilnehmer lassen ein normales Fahrverhalten erkennen. Es war kein auf die Lang-Lkw angepasstes Verhalten erkennbar.

8 Zusammenfassung und Empfehlungen

Im Rahmen der empirischen Untersuchungen wurden bei 16 Begleitfahrten von Lang-Lkw acht verschiedener Speditionen insgesamt 34 Arbeitsstellen längerer Dauer – mit 40 unterschiedlichen Verkehrsführungen – sowie 18 Arbeitsstellen kürzerer Dauer, mit teilweiser Sperrung mindestens eines Fahrstreifens, durchfahren. Alle Fahrten wurden im Hinblick auf die zu klärenden Fragestellungen bezüglich möglicher verkehrlicher Auswirkungen von Lang-Lkw in Arbeitsstellen analysiert.

Im Bereich von Arbeitsstellen längerer Dauer konnten die begleiteten Lang-Lkw alle Überleitungen

(einschließlich Rückleitungen) und Verschwenkungen sowie die Baustelleninnenbereiche problemlos befahren. Auf Grund einer sehr spurtreuen Fahrweise sind auch die beobachteten Überholmanöver im Baustelleninnenbereich als unkritisch zu bewerten. Alle überholenden Fahrzeuge setzen bei Lang-Lkw die Überholmanöver wie geplant fort, die seitlichen Abstände zu den Lang-Lkw unterscheiden sich nicht von den Abständen, die bei Überholungen herkömmlicher Lkw auftreten.

Auch an Einfahrten innerhalb von Arbeitsstellen konnten im Rahmen der empirischen Erhebungen keine Unterschiede zu herkömmlichen Lkw festgestellt werden. Es konnten allerdings nur fünf Situationen analysiert werden, in denen ein Fahrzeug genau zu dem Zeitpunkt einfahren wollte, an dem der Lang-Lkw die Einfahrt passierte. Dies ist aber darauf zurückzuführen, dass diese Situationen insgesamt relativ selten auftreten und somit auch im Rahmen der empirischen Untersuchungen nicht umfassend betrachtet werden konnten.

Arbeitsstellen kürzerer Dauer erfordern bei einer Sperrung des rechten Fahrstreifens einen Fahrstreifenwechsel des Lang-Lkw, der ansonsten nicht zulässig ist. Alle erforderlichen Fahrstreifenwechsel erfolgten ohne andere Verkehrsteilnehmer negativ zu beeinflussen. Bei Sperrung des linken Fahrstreifens sind Wechsel anderer Verkehrsteilnehmer unter Beachtung des Reißverschlussverfahrens erforderlich, auch diese Fahrstreifenwechsel waren unkritisch.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse der empirischen Untersuchungen, dass durch Lang-Lkw keine messbaren Auswirkungen auf die Sicherheit und den Ablauf des Verkehrs in Arbeitsstellen auf Autobahnen zu erwarten sind. Sowohl in Arbeitsstellen längerer Dauer als auch in Arbeitsstellen kürzerer Dauer konnten alle Verkehrsführungen durch die Lang-Lkw problemlos und ohne den Verkehrsablauf oder die Verkehrssicherheit negativ zu beeinflussen befahren werden. Seitens der anderen Verkehrsteilnehmer war in keiner Situation ein auf die Lang-Lkw angepasstes Verhalten erkennbar.

Somit sind auf Grund des Einsatzes von Lang-Lkw keine erhöhten Anforderungen an die Sicherung von Arbeitsstellen längerer und kürzerer Dauer zu stellen. Für Lang-Lkw gelten diesbezüglich die selben generellen Anforderungen, die sich aus dem Schwerverkehr allgemein ergeben, wie z. B. die Markierung einer Trennlinie in Überleitungen.

Literatur

- Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-Aktiengesellschaft (ASFiNAG): Long and Heavy Vehicles (LHV) – Auswirkungen auf das Autobahnen- und Schnellstraßennetz. KfV Sicherheit-Service GmbH, Baumann + Obholzer ZT-GmbH, Kirsch-Muchitsch & Partner ZT-GmbH und Institut für Verkehrswissenschaften der TU Wien, Salzburg/Innsbruck/Linz/Wien 2009
- BACKMAN, H., NORDSTRÖM, R.: Improved Performance of European Long Haulage Transport. Transport Research Institute, Stockholm 2002
- BAIER, M. M., KEMPER, D., BAUR, O., STEINAUER, B., FRANK, H.: Sicherheitswirkung fluoreszierender Materialien bei Leiteinrichtungen in Arbeitsstellen. Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 945, Bonn 2006
- BAKABA, J. E., ENKE, M., HEINE, A., LIPPOLD, C., MAIER, R., ORTLEPP, J., SCHULZ, R.: Untersuchung der Verkehrssicherheit im Bereich von Baustellen auf Bundesautobahnen. Forschungsbericht VI 04 der Unfallforschung der Versicherer, Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft, Berlin 2012
- BENDEL, W., PFLUG, H.-C., SCHOCH, D., SCHRÖTER, H.: Pilotversuch „Eccocombi“ in Baden-Württemberg. Daimler AG, Stuttgart 2009
- BINNENBRUCK, H.: Niederländische Initiative eines Modellversuchs mit 60 t-Lkw. In: Internationales Verkehrswesen 57 (2005), Nr. 11, S. 495-497
- de CEUSTER, G., BREEMERSCH, T., van HERBRUGGEN, B., VERWEIJ, K., DAVYDENKO, I., KLINGENDER, M., JACOB, B., HERVÉ A., BERENI, M.: Effects of adapting the rules on weights and dimensions of heavy commercial vehicles as established within Directive 96/53/EC. Study on behalf of the European Commission, TREN/G3/318/2007, Transport & Mobility, Leuven 2008
- DINER, E.: Auswirkungen von Arbeitsstellen in dichter Folge auf Verkehrssicherheit und Verkehrsablauf am Beispiel des Ausbauprojektes BAB 1 zwischen Hamburg und Bremen. Diplomarbeit am Lehrstuhl für Straßenwesen der RWTH Aachen University, Aachen 2011 (unveröffentlicht)
- DURTH, W., KLOTZ, S., STÖCKERT, R.: Sicherheit und Wirtschaftlichkeit von AkD („Tagesbaustellen“) auf Bundesautobahnen. FE 03.285/1995/FR im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Darmstadt 1999
- DURTH, W., STÖCKERT, R.: Maßnahmen zur Vermeidung von Verkehrsstauungen durch AkD. In: HEUREKA '02, Tagungsband (S. 189-196), Köln 2002
- EMDE, W., HAMESTER, H.: Unfallgeschehen an Autobahnbaustellen. Informationen Verkehrsplanung und Straßenwesen der Universität der Bundeswehr München, Heft 14, München-Neubiberg 1983
- FISCHER, L., BRANNOLTE, U.: Sicherheitsbewertung von Maßnahmen zur Trennung des Gegenverkehrs in Arbeitsstellen. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Unterreihe Verkehrstechnik, Heft V 142, Bergisch Gladbach 2006
- FRIEDRICH, B., HOFFMANN, S., BRÄCKELMANN, F.: Auswertung des niedersächsischen Modellversuchs zum Einsatz von „GigaLinern“. Studie im Auftrag des Niedersächsischen Ministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr, Institut für Verkehrswirtschaft, Straßenwesen und Städtebau der Universität Hannover, Hannover 2007
- GEISTEFELDT, J., von der HEIDEN, N., OESER, M., DINER, E., KEMPER, D., BAIER, M. M.: Verkehrsablauf und Verkehrssicherheit an Arbeitsstellen auf Autobahnen unter unterschiedlichen Randbedingungen. FE 01.176/2011/HRB im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Lehrstuhl für Verkehrswesen der RU Bochum, Institut für Straßenwesen der RWTH Aachen University und BSV Büro für Stadt- und Verkehrsplanung Dr.-Ing. Reinhold Baier GmbH, Bochum/Aachen 2013 (in Bearbeitung)
- GELLER, K., EVANGELINOS, C., HESSE, C., PÜSCHEL, R., OBERMEYER, A.: Potentiale und Wirkungen des Eurocombi in Deutschland. Diskussionsbeiträge aus dem Institut für Wirtschaft und Verkehr der TU Dresden, Nr.1 /2012, Dresden 2012
- GLASER, M., SCHMID, D., GLASER, W., WASCHULEWSKI, H.: Psychologische Aspekte des Einsatzes von Lang-Lkw. FE 82.544/2012 im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen, Fachbereich Psychologie der Universität Tübingen und MTO Psychologische Forschung und Beratung GmbH, Tübingen 2013
- GLAESER, K.-P., KASCHNER, R., LERNER, M., RODER, C. K., WEBER, R., WOLF, A., ZANDER, U.: Auswirkungen von neuen Fahrzeugkonzepten auf die Infrastruktur des Bundesfernstraßennetzes. Studie der Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach 2006

- GLAESER, K. P., ZANDER, U., KASCHNER, R., RODER, C. K., LERNER, M., HEGEWALD, A., LÖHE, U.: Auswirkungen von neuen Fahrzeugkonzepten. Studie der Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach 2008
- GREBE, N., HANKE, H.: Verkehrssicherheit an kurzfristigen und beweglichen Arbeitsstellen auf Autobahnen. In: Straßenverkehrstechnik 35 (1991), Heft 3, S. 138-144
- HESS, R.: Optimierte Planung von Arbeitsstellen an Autobahnen auf Grundlage verkehrlicher Überlastungswahrscheinlichkeiten. Veröffentlichungen des Instituts für Straßen- und Eisenbahnwesen der Universität (TH) Karlsruhe, Heft 55, Karlsruhe 2006
- HESS, M.: Verkehrssicherheit im Bereich von Autobahnbaustellen. Mitteilungen des Lehrstuhls für Straßenwesen, Erd- und Tunnelbau der RWTH Aachen, Nr. 35, Aachen 1993
- HILS, P., ADLER, U.: 40t-EuroCombi: Eine mögliche Alternative im Volumentransportbereich? – Ergebnisse der wissenschaftlichen Begleitung des Pilotprojekts in Thüringen. Studie mit Unterstützung durch den Landesverband Thüringen des Verkehrsgewerbes e.V. und die Spedition H. Rigterink GmbH & Co. KG, Fachgebiet Straßenfahrzeugtechnik der Fachhochschule Erfurt, Erfurt 2010
- KEMPER, D.: Vergleichende Betrachtung der Sicherheit und Wirtschaftlichkeit von Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf Autobahnen bei Tag und Nacht. Aachener Mitteilungen Straßenwesen, Erd- und Tunnelbau, Heft 52, Aachen 2010
- KEMPER, D., OESER, M., BAIER, M. M., KLEMP-S-KOHNEN, A., KATHMANN, T., ROGGENDORF, S.: Auswirkungen von Überkopfsignalisierungen auf Verkehrsablauf und Sicherheit bei Arbeitsstellen kürzerer Dauer. FE 82.358/2008 im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen, Institut für Straßenwesen der RWTH Aachen University, BSV Büro für Stadt- und Verkehrsplanung Dr.-Ing. Reinhold Baier GmbH und DTV-Verkehrsconsult GmbH, Aachen 2012
- KEMPER, D., SCHACHT, A., BACH, I., OESER, M., KLAPROTH, C., BEYER, G.: Beanspruchung und Entfernbarkeit von temporärer Markierung. FE 03.479/2011/EGB im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Institut für Straßenwesen der RWTH Aachen University und TraffiConsult Beyer, Aachen/Illingen 2013 (in Bearbeitung)
- KEMPER, D., SÜMMERMANN, A., BAIER, M. M., KLEMP-S-KOHNEN, A.: Sicherheitsbewertung von Gegenverkehrstrennungen in Arbeitsstellen. FE 82.339/2007 im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen, Institut für Straßenwesen der RWTH Aachen University und BSV Büro für Stadt- und Verkehrsplanung Dr.-Ing. Reinhold Baier GmbH, Aachen 2013 (in Bearbeitung)
- KEUCHEL, S., ERNST, H.: Abschätzung der Entwicklung der Straßengüterzusammensetzung infolge einer Einführung von Fahrzeugkonzepten mit höheren Gesamtgewichten und/oder Fahrzeuglängen. FE 03.400/2005/ARB im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Institut für Volkswirtschaftslehre der FH Gelsenkirchen, Gelsenkirchen 2006
- KNIGHT, I., BURGESS, A., MAURER, H., JACOB, B., IRZIK, M., AARTS, L., VIERTH, I.: Assessing the likely effects of potential changes to European heavy vehicle weights and dimensions regulations. TREN/B3/110/2009 prepared for The European Commission, Transport Research Laboratory (TRL), Published Project Report PPR505, Wokingham 2010
- KOCKELKE, W., ROSSBANDER, E.: Untersuchungen zum Verkehrsverhalten und zur Verkehrssicherheit an Autobahnbaustellen. Forschungsberichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Bereich Unfallforschung, Heft 186, Bergisch Gladbach 1988
- KRAFT, E., BUFFAT, M., NEUENSCHWANDER, R.: Gigaliner auf Schweizer Strassen: Auswirkungen, auf Verkehr, Umwelt, Sicherheit und Verlagerungspolitik. Studie im Auftrag des Bundesamts für Strassen (ASTRA), Ecoplan, Bern/Altdorf 2011
- LAUBE, M.: Verkehrsverhalten und Unfallgeschehen im Bereich von Autobahnbaustellen. 1st Swiss Transport Research Conference, Monte Verità/Ascona 2001
- MÜLLER, F., SEELIGER, R.: Untersuchungen zur Wirkung unterschiedlicher Leiteinrichtungen als Fahrbahn als Fahrbahnverengung auf das Fahrverhalten vor BAB-Arbeitsstellen. In: Straße und Autobahn 41 (1990), Heft 10, S. 452-458
- Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern (OBB): Verkehrssicherheit von Arbeitsstellen auf Autobahnen in Bayern. In: Verkehrs- und Unfallgeschehen auf Straßen des überörtlichen Verkehrs in Bayern, Jahresbericht 2008 (S. 9-17), München 2009
- OEHRH, B., LÜTHI, T.: Gigaliner – Verkehrstechnische Beurteilung. Studie im Auftrag des Bundesamts für Strassen (ASTRA), Rapp Trans AG, Basel 2011

- RAMBERG, K.: Three Short became two Long, if the EU follows the Example Set by Sweden and Finland – Fewer Trucks improve the Environment. Confederation of Swedish Enterprise, Stockholm 2004
- RÄSÄNEN, J., KALLBERG, V.-P., KIVINIEMI, T., TAPIO, J.: Impacts of reduced speed limits of large articulated trucks during wintertime. Publications of the Ministry of Transport and Communication, No. 68/2004, Helsinki 2004
- Richtlinien für die Anlage von Autobahnen (RAA), Ausgabe 2008. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln 2008
- Richtlinien für die Anlage von Straßen – Teil: Querschnitt (RAS-Q), Ausgabe 1996. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln 1996
- Richtlinien für die Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen (RSA), Ausgabe 1995. Bundesministerium für Verkehr, Bonn-Bad Godesberg 1995
- SALET, M., AARTS, L., HONER, M., DAVYDENKO, I., QUAK, H., van STAALDUINEN, J., VERWEIJ, K.: Längere und schwerere Lastkraftwagen (LZVs) in den Niederlanden – Einblicke und Erfahrungen im Zeitraum 1995-2010. Rijkswaterstaat, Delft 2010
- SCHÖNBORN, H. D., SCHULTE, W.: RSA-Handbuch, Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen, Band 1: RSA mit Kommentar. 2. Auflage, Kirschbaum Verlag, Bonn, 1999
- STEINAUER, B., KEMPER, D., PETRY, I.: Anforderungen an temporäre Markierungen in Arbeitsstellen längerer Dauer. Studie im Auftrag der 3M Deutschland GmbH, Institut für Straßenwesen der RWTH Aachen University, Aachen 2009
- STÖCKERT, R.: Auswirkungen von Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf Autobahnen auf Sicherheit und Wirtschaftlichkeit des Verkehrsablaufs. Fortschritt-Berichte VDI, Reihe 12: Verkehrstechnik/Fahrzeugtechnik, Nr. 457, VDI Verlag, Düsseldorf 2001
- SÜMMERMANN, A.: Verkehrssicherheits- und Verkehrsablaufuntersuchungen in Arbeitsstellen längerer Dauer auf Autobahnen in Deutschland. Aachener Mitteilungen Straßenwesen, Erd- und Tunnelbau, Heft 59, Aachen 2012
- SÜMMERMANN, A., STEINAUER, B.: Neue Methoden zur Erhöhung der Verkehrssicherheit und Leistungsfähigkeit in Arbeitsstellen längerer Dauer. In: Straßenverkehrstechnik 54 (2010), Heft 8, S. 490-495
- Transportministeriet (Ministry of Transport), Vejdirektoratet (Danish Road Directorate): The Danish Eco-Combi Trial, Eco-Combis in Denmark 2008-2011 and beyond, Kopenhagen 2012
- Verordnung über Ausnahmen von straßenverkehrsrechtlichen Vorschriften für Fahrzeuge und Fahrzeugkombinationen mit Überlänge (LKWÜberlStVAusV) vom 19. Dezember 2011 (eBAnz AT144 2011 V2), zuletzt geändert am 17. September 2013, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Bonn 2011/2012/2013
- WANGRIN, G., STÜRMER, B., WÖHRMANN, M.: Technische Erprobung von Fahrzeugkombinationen mit einer Gesamtlänge bis 25,25 m („Gigaliner“). Studie zum Modellversuch im Auftrag des Ministeriums für Bauen und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen, TÜV Rheinland Kraftfahrt GmbH, TÜV Nord Mobilität und Forschungsgesellschaft Kraftfahrwesen mbH, Köln/Münster/Aachen 2009
- WEINSPACH, K.: Verkehrssicherheit und Verkehrsablauf im Bereich von Baustellen auf Betriebsstrecken der Bundesautobahnen. In: Straße + Autobahn 39 (1988), Heft 7, S. 257-265
- WELSCH, C.: Lang-Lkw in Arbeitsstellen. Seminararbeit am Lehrstuhl für Straßenwesen der RWTH Aachen University, Aachen 2012
- WOLTERECK, G.: Möglichkeiten und Grenzen beim Management von Tagesbaustellen. Workshop „Op-timierung des Managements von Tagesbaustellen und Eigenregiearbeiten – weniger Staus auf Auto-bahnen“, München 2001
- ZIMMERMANN, M., MORITZ, K.: Erhöhung des Schutzes von Straßenbetriebspersonal an Arbeitsstellen kürzerer Dauer. In: Straßenverkehrstechnik 48 (2004), Heft 10, S. 651-658
- ZIMMERMANN, M., RIFFEL, S. B., CYPRA, T.: Verbesserung der Sicherheit des Betriebsdienstpersonals in Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf Bundesautobahnen. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Unterreihe Verkehrstechnik, Heft V 170, Bergisch Gladbach, 2008

Schriftenreihe

Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen

Unterreihe „Verkehrstechnik“

2010

V 194: Einbindung städtischer Verkehrsinformationen in ein regionales Verkehrsmanagement
Ansorge, Kirschfink, von der Ruhren, Hebel, Johanning € 16,50

V 195: Abwasserbehandlung an PWC-Anlagen
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann kostenpflichtig unter www.nw-verlag.de heruntergeladen werden.
Londong, Meyer € 29,50

V 196: Sicherheitsrelevante Aspekte der Straßenplanung
Bark, Kutschera, Baier, Klemps-Kohnen E 16,00

V 197: Zählungen des ausländischen Kraftfahrzeugverkehrs auf den Bundesautobahnen und Europastraßen 2008
Lensing € 16,50

V 198: Stoffeintrag in Straßenrandböden – Messzeitraum 2005/2006
Kocher, Brose, Chlubek, Karagüzel, Klein, Siebertz € 14,50

V 199: Stoffeintrag in Straßenrandböden – Messzeitraum 2006/2007
Kocher, Brose, Chlubek, Görg, Klein, Siebertz € 14,00

V 200: Ermittlung von Standarts für anforderungsgerechte Datenqualität bei Verkehrserhebungen
Bäumer, Hautzinger, Kathmann, Schmitz, Sommer, Wermuth € 18,00

V 201: Quantifizierung der Sicherheitswirkungen verschiedener Bau-, Gestaltungs- und Betriebsformen auf Landstraßen
Vieten, Dohmen, Dürhager, Legge € 16,00

2011

V 202: Einfluss innerörtlicher Grünflächen und Wasserflächen auf die PM10-Belastung
Endlicher, Langner, Dannenmeier, Fiedler, Herrmann, Ohmer, Dalter, Kull, Gebhardt, Hartmann € 16,00

V 203: Bewertung von Ortsumgehungen aus Sicht der Verkehrssicherheit
Dohmen, Vieten, Kesting, Dürhager, Funke-Akbiyik € 16,50

V 204: Einfluss von Straßenrandbegrünung auf die PM10-Belastung
Bracke, Reznik, Mölleken, Berteilt, Schmidt € 22,00
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann kostenpflichtig unter www.nw-verlag.de heruntergeladen werden.

V 205: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2009
Fitschen, Nordmann € 27,50
Dieser Bericht ist sowohl als gedrucktes Heft der Schriftenreihe als auch als CD erhältlich oder kann außerdem als kostenpflichtiger Download unter www.nw-verlag.de heruntergeladen werden.

V 206: Sicherheitspotenzialkarten für Bundesstraßen nach den ESN
Färber, Lerner, Pöppel-Decker € 14,50

V 207: Gestaltung von Notöffnungen in transportablen Schutzeinrichtungen
Becker € 16,00

V 208: Fahrbahnquerschnitte in baulichen Engstellen von Ortsdurchfahrten
Gerlach, Breidenbach, Rudolph, Huber, Brosch, Kesting € 17,50

V 209: Stoffeintrag in Straßenrandböden – Messzeitraum 2008/2009
Beer, Surkus, Kocher € 14,50

2012

V 210: Schmale zweibahnig vierstreifige Landstraßen (RQ 21)
Maier, Berger € 18,50

V 211: Innliegende Linkseinfädelungstreifen an plangleichen Knotenpunkten innerorts und im Vorfeld bebauter Gebiete
Richter, Neumann, Zierke, Seebo € 17,00

V 212: Anlagenkonzeption für Meistereigehöfte – Optimierung von Arbeitsabläufen
Schmauder, Jung, Paritschkow € 19,00

V 213: Quantifizierung von Verkehrsverlagerungen durch Baustellen an BAB
Laffont, Mahmoudi, Dohmen, Funke-Akbiyik, Vieten € 18,00

V 214: Vernetzungseignung von Brücken im Bereich von Lebensraumkorridoren
Schmellekamp, Tegethof
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 215: Stauprävention auf BAB im Winter
Kirschfink, Poschmann, Zobel, Schedler € 17,00

V 216: Verbesserung der Verkehrssicherheit auf einbahnig zweistreifigen Außerortsstraßen (AOSI)
Lippold, Weise, Jähig € 17,50

V 217: Verbesserung der Bedingungen für Fußgänger an Lichtsignalanlagen
Alrutz, Bachmann, Rudert, Angenendt, Blase, Fohlmeister, Häckelmann € 18,50

V 218: Empfehlungen zum richtigen Aufbringen von Tausalzlösungen
Hausmann € 16,00

V 219: Bewältigung großer Verkehrsmengen auf Autobahnen im Winter
Roos, Zimmermann, Schulz, Riffel € 16,50

2013

V 220: Maßnahmen zur Bewältigung der besonderen psychischen Belastung des Straßenbetriebsdienstpersonals – Pilotstudie
Pöpping, Pollack, Müller € 16,00

V 221: Bemessungsverkehrsstärken auf einbahnigen Landstraßen
Arnold, Kluth, Ziegler, Thomas € 18,50

V 222: Aktualisierung des MLuS 02 – Erstellung der RLuS
Düring, Flassak, Nitzsche, Sörgel, Dünnebeil, Rehberger € 19,50

V 223: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2010
Fitschen, Nordmann € 16,50
Dieser Bericht ist sowohl als gedrucktes Heft der Schriftenreihe als auch als CD erhältlich oder kann außerdem als kostenpflichtiger Download unter www.nw-verlag.de heruntergeladen werden.

V 224: Prüfung und Bewertung von Schutzeinrichtungen der Aufenthaltstufe H4b für den Einsatz auf Brücken – Teil 1 und 2
Bergerhausen, Klostermeier, Klöckner, Kübler € 19,00

V 225: Neue Technik für den Straßenbetriebsdienst – Teil 1: Neue Informations- und Kommunikationstechniken
Teil 2: Autonomes Fahren für den Straßenbetriebsdienst
Holldorb, Häusler, Träger € 21,50

V 226: Bewertungsmodell für die Verkehrssicherheit von Landstraßen
Maier, Berger, Schüller, Heine € 18,00

- V 227: **Radpotenziale im Stadtverkehr**
Baier, Schuckließ, Jachtmann, Diegmann, Mahlau, Gässler € 17,00
- V 228: **Sicherheitskenngrößen für den Radverkehr**
Baier, Göbbels, Klemps-Kohnen € 15,50
- V 229: **Straßenverkehrszählungen (SVZ) mit mobilen Mess-Systemen**
Schmidt, Frenken, Hellebrandt, Regniet, Mahmoudi € 20,50
- V 230: **Verkehrsadaptive Netzsteuerungen**
Hohmann, Giuliani, Wietholt € 16,50
- V 231: **Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2011**
Fitschen, Nordmann € 28,50
Dieser Bericht ist sowohl als gedrucktes Heft der Schriftenreihe als auch als CD erhältlich oder kann außerdem als kostenpflichtiger Download unter www.nw-verlag.de heruntergeladen werden.
- V 232: **Reflexkörper und Griffigkeitsmittel in Nachstreumittelgemischen für Markierungssysteme**
Recknagel, Eichler, Koch, Proske, Huth € 23,50
- V 233: **Straßenverkehrszählung 2010 – Ergebnisse**
Lensing € 16,00
- V 234: **Straßenverkehrszählung 2010 – Methodik**
Lensing € 17,50

2014

- V 235: **Dynamische Messung der Nachtsichtbarkeit von Fahrbahnmarkierungen bei Nässe**
Drewes, Laumer, Sick, Auer, Zehntner € 16,00
- V 236: **Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2012**
Fitschen, Nordmann € 28,50
Die Ergebnisdateien sind auch als CD erhältlich oder können außerdem als kostenpflichtiger Download unter www.nw-verlag.de heruntergeladen werden.
- V 237: **Monitoring von Grünbrücken – Arbeitshilfe für den Nachweis der Wirksamkeit von Grünbrücken für die Wiedervernetzung im Rahmen der KP II – Maßnahmen**
Bund-Länder Arbeitskreis
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden. Der Anhang ist interaktiv. Das heißt er kann ausgefüllt und gespeichert werden.
- V 238: **Optimierung der Arbeitsprozesse im Straßenbetriebsdienst – Sommerdienst**
Schmauder, Jung, Paritschkow € 19,00
- V 239: **Dynamische Messung der Griffigkeit von Fahrbahnmarkierungen**
Steinauer, Oeser, Kemper, Schacht, Klein € 16,00
- V 240: **Minikreisverkehre – Ableitung ihrer Einsatzbereiche und Einsatzgrenzen**
Baier, Leu, Klemps-Kohnen, Reinartz, Maier, Schmotz € 23,50
- V 241: **Rastanlagen an BAB – Verbesserung der Auslastung und Erhöhung der Kapazität durch Telematiksysteme**
Kleine, Lehmann, Lohoff, Rittershaus € 16,50
- V 242: **Bordsteinkanten mit einheitlicher Bordhöhe und Bodendindikatoren an Überquerungsstellen**
Boenke, Grossmann, Piazzolla, Rebstock, Herrnsdorf, Pfeil € 20,00
- V 243: **Nutzen und Kosten von Verkehrsbeeinflussungsanlagen über den gesamten Lebenszyklus**
Balmberger, Maibach, Schüller, Dahl, Schäfer € 17,50
- V 244: **Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2013**
Fitschen, Nordmann € 28,50

V 245: **Überprüfung der Befahrbarkeit innerörtlicher Knotenpunkte mit Fahrzeugen des Schwerlastverkehrs**
Friedrich, Hoffmann, Axer, Niemeier, Tengen, Adams, Santel
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 246: **Auswirkungen von Lang-Lkw auf die Verkehrssicherheit in Einfahrten auf Autobahnen**
Kathmann, Roggendorf, Kemper, Baier
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 247: **Befahrbarkeit plangleicher Knotenpunkte mit Lang-Lkw**
Lippold, Schemmel
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 248: **Verkehrsnachfragewirkungen von Lang-Lkw – Grundlagenmittlung**
Burg, Röhling
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

2015

V 249: **Auswirkungen von Querschnittsgestaltung und längsgerichteten Markierungen auf das Fahrverhalten auf Landstraßen**
Schlag, Voigt, Lippold, Enzfelder
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 250: **Befahrbarkeit spezieller Verkehrsanlagen auf Autobahnen mit Lang-Lkw**
Lippold, Schemmel
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

V 251: **Einsatzbereiche und Einsatzgrenzen von Straßenumgestaltungen nach dem „Shared Space“-Gedanken**
Baier, Engelen, Klemps-Kohnen, Reinartz € 18,50

V 252: **Standortkataster für Lärmschutzanlagen mit Ertragsprognose für potenzielle Photovoltaik-Anwendungen**
Gündra, Barron, Henrichs, Jäger, Höfle, Marx, Peters, Reimer, Zipf € 15,00

V 253: **Auswirkungen von Lang-Lkw auf die Sicherheit und den Ablauf des Verkehrs in Arbeitsstellen**
Baier, Kemper
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

Alle Berichte sind zu beziehen im:

Carl Schünemann Verlag GmbH
Zweite Schlachtpforte 7
28195 Bremen
Tel. (0421) 3 69 03-53
Fax (0421) 3 69 03-48
www.schuenemann-verlag.de

Dort ist auch ein Kompletverzeichnis erhältlich.