

Psychologische Wirkungen von Arbeitsstellenlängen, -staffelungen und -gestaltung auf den Verkehrsteilnehmer

FA 1.182

Forschungsstellen: RWTH Aachen, Institut für Straßenwesen (isac) (Prof. Dr.-Ing. habil. M. Oeser)
RWTH Aachen, Lehrstuhl für Informationsmanagement im Maschinenbau (Prof. Dr. rer. nat. S. Jeschke)

Bearbeiter: Scotti, C. / Kemper, D. / Oeser, M. / Haberstroh, M. / Welter, F. / Jeschke, S. / Skottke, E.-M.

Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Bonn

Abschluss: Februar 2016

Bei einer deutlichen Reduzierung der Bauzeit und somit einer Verringerung der Einwirkungen auf die Verkehrsqualität und Verkehrssicherheit stellt sich in Form derartiger Konzepte jedoch auch eine neue Situation für den Verkehrsteilnehmer dar, über welche aus heutiger Sicht keine ausreichenden Erkenntnisse vorliegen. Die Veränderung des Fahrverhaltens von Verkehrsteilnehmern im Bereich von einzelnen Arbeitsstellen gegenüber der freien Strecke wurde in aktuellen Forschungsprojekten aus Sicht der Verkehrstechnik bereits untersucht und kann durch die Geschwindigkeitswahl, das Abstandsverhalten oder die Fahrstreifenwahl beschrieben werden¹. Die Frage, ob beziehungsweise in welcher Form die vorliegenden Erkenntnisse auch auf überlange Arbeitsstellen oder sogar Arbeitsstellenfolgen übertragen werden können, muss unter Setzung neuer Untersuchungsschwerpunkte geklärt werden.

1 Ausgangslage, Problemstellung und Zielsetzung

Arbeitsstellen im Bundesautobahnnetz werden auch in Zukunft zum Straßenbild in Deutschland gehören und somit einen Eingriff in den Verkehr darstellen. Derzeit werden in Deutschland ca. 850 Arbeitsstellen längerer Dauer mit einer durchschnittlichen Länge von 3,3 Kilometern und einer mittleren Dauer von 106 Tagen eingerichtet [Steinauer et al., 2011]. Hinzu kommen deutschlandweit jährlich etwa 100 000 Arbeitsstellen kürzerer Dauer [Kemper, 2010]. Vor allem in Arbeitsstellen längerer Dauer entsteht durch die Führung des Verkehrs auf verengten Behelfsfahrstreifen, die teilweise verschwenkt oder auf die Gegenfahrbahn übergeleitet werden, eine hohe Anforderung hinsichtlich der Aufmerksamkeit sowie der eigentlichen Fahraufgabe des Verkehrsteilnehmers. Darüber hinaus ist aufgrund der insgesamt steigenden Verkehrsbelastungen und den reduzierten Leistungsfähigkeiten im Bereich von Arbeitsstellen eine Überschreitung der Kapazitätsgrenzen zu beobachten, die sich zu einer massiven Verkehrsstörung entwickeln kann. Die steigenden Verkehrsbelastungen sind auch im Einfluss auf die individuellen Entscheidungsspielräume der Verkehrsteilnehmer (zum Beispiel Geschwindigkeitswahl, Fahrstreifenwahl oder der Wahl der Sicherheitsabstände) wiederzufinden. Die Entwicklung der Fahrzeugbreiten hin zu immer breiteren Fahrzeugen, bei gleichbleibenden Fahrstreifenbreiten, verschärft diese Problematik insbesondere im Bereich enger Behelfsverkehrsführungen in Arbeitsstellen längerer Dauer.

Unter Berücksichtigung dieser Aspekte werden innovative Konzepte und planerische Herangehensweisen entwickelt, welche eine Verkürzung der Bauzeit (Arbeitsstellendauer) bewirken und somit einen möglichst geringen Eingriff in den freien Verkehr gewährleisten. Zwei dieser Konzepte wirken unmittelbar auf die Baufeldlänge und die Dichte von Arbeitsstellen ein. Auf der einen Seite hängt die Arbeitsstellendauer unmittelbar mit der Länge dieser zusammen, da durch längere Bauabschnitte eine Vergrößerung der Baufelder sowie die Optimierung von Bauabläufen realisiert wird. Auf der anderen Seite rücken neue Straßenbaufinanzierungsmodelle wie zum Beispiel die öffentlich-private Partnerschaft (ÖPP) verstärkt in den Vordergrund. Hierbei wird die Reduzierung der Bauzeit durch den konzentrierten Ausbau von Autobahnabschnitten mit mehreren Arbeitsstellen längerer Dauer in dichter Folge ermöglicht.

2 Grundlagenstudie

Aus ersten Analysen von Diner (2011) tritt hervor, dass aus Sicht der Verkehrstechnik die Einflussgrößen der einzelnen Arbeitsstelle, wie zum Beispiel geringe Behelfsfahrstreifenbreite, hohe Verkehrsbelastung oder die Arbeitsstellenausstattung, hinsichtlich der Einflussnahme auf die individuelle Fahrweise der Verkehrsteilnehmer in einer Arbeitsstellenfolge deutlich kritischer zu bewerten sind als die eigentliche Arbeitsstellenfolge. Offen blieb bislang hingegen die Untersuchung der psychologischen Wirkung der Arbeitsstellenfolge auf den Verkehrsteilnehmer.

Aus verkehrspsychologischer Sicht gilt grundsätzlich, dass jegliche Eingriffe in einen geregelten und planbaren Verkehrsablauf häufig zu Unmut und Ärger beim Verkehrsteilnehmer führen können. Dies ist besonders ausgeprägt, wenn sich die Eingriffe (hier Arbeitsstellen) in dichter Folge aneinanderreihen. Der sich einstellende emotionale Zustand kann wiederum negative Folgen auf das Fahrverhalten haben. Aggressives Fahren (zum Beispiel Auffahr- und Folgemaneöver mit aggressiver Intention) oder ein kompensatorisches Fahrverhalten, wie überhöhte Geschwindigkeit nach einer Arbeitsstelle, sind beispielsweise als derartige negative Folgen zu nennen.

Momentan gehen psychologische Aspekte, im Gegensatz zu verkehrstechnischen Aspekten, nicht in die Erstellung von Regelwerken ein.

Nach dem Echterhoff'schen Regelkreis sind der Mensch und die Straße zwei der drei Faktoren, die sich gegenseitig beeinflussen. Das Verhalten des Menschen ist demnach ein Faktor, der bei der Gestaltung von Straßen Einfluss finden muss, da die Straße an sich wiederum den Menschen und sein Fahrverhalten beeinflusst (vgl. Echterhoff, 1991).

In die Gestaltung der Durchfahrtsbereiche von Arbeitsstellen auf Straßen gehen zudem noch andere Einflussfaktoren ein, die durch äußere Zwänge verursacht werden und eben diese Ar-

¹ vgl. zum Beispiel Baier et al., 2006; Volkenhoff/Kemper/Steinauer, 2011; Sümmerrmann, 2012

beitsstellenbereichsgestaltung noch stärker einschränken als die üblichen äußeren Zwänge bei der Straßengestaltung. Hier sind vor allem folgende Faktoren zu nennen: die Wirtschaftlichkeit des Maschineneinsatzes, nach welcher die Länge der Arbeitsstelle und die Anordnung von Arbeitsstellenfolgen bemessen wird, das Verkehrsaufkommen, nach welchem die Anzahl der Behelfsfahrstreifen bestimmt wird, die Breite des Bestandsquerschnitts sowie die vorhandene Nutzbreite neben dem Baustellenbereich, nach der sowohl die Anzahl als auch die Breite der Behelfsfahrstreifen ausgerichtet werden müssen.

Bislang existieren nur wenige gezielte Studien zur psychologischen Wirkung von Arbeitsstellen.

Eine Studie von Maag et al. (2003) zu Aggressionen im Straßenverkehr zeigt zwar die Entstehungsbedingungen und die Häufigkeit des Auftretens von aggressiven Episoden auf Autobahnen auf, bezieht aber den Aspekt der Wirkung von Baustellen nicht explizit ein.

Eine Übersicht über die Ursachen aggressiven Verhaltens im Straßenverkehr findet sich bei Shinar (1999). Demnach ist eine frustrierende Situation, wie zum Beispiel eine Fahrzeitverzögerung, wie sie in Arbeitsstellen häufig vorkommt, der Ausgangspunkt der Entstehung von Aggression. Aus dieser Situation entsteht in Abhängigkeit von der Persönlichkeit des Fahrers sowie der Umgebungsfaktoren die Bereitschaft, sich aggressiv zu verhalten. Sich direkt äussernde Aggressionen können in der Praxis als dichtes Auffahren (Drängeln) oder Beleidigungen anderer Verkehrsteilnehmer beobachtet werden. Maag et al. (2003) interpretieren notorisches Linksfahren ebenfalls als Form eines aggressiven Fahrverhaltens.

Eine Studie von Calvert/Walker (2013) zur Modellierung des Fahrverhaltens in Arbeitsstellen stellt zwei Aspekte in den Mittelpunkt der Ausführungen: zum einen wird die Psychologie des "Schlangestehens" und zum anderen das frühe vs. späte Zusammenfließen des Verkehrs auf einen Fahrstreifen betrachtet. Ärger und Unzufriedenheit in Arbeitsstellen resultieren häufig aus einem Mangel an Informationen ("Unexplained waits are longer than explained waits"; vgl. auch Maister, 2005). Ein ausgereiftes Verkehrsinformationssystem kann diesen negativen emotionalen Zustand somit reduzieren. Beim zweiten betrachteten Aspekt, dem Zusammenfließen, akzeptieren die Fahrer nach Calvert/Walker (2013) eher eine "early merge"-Strategie, um Ärger zu vermeiden.

Freeman et al. (2000) untersuchten die Ursachen von Unfällen in Arbeitsstellen. Fahrerseitig führen sie zu hohe Geschwindigkeiten für die jeweilige Situation als Ursachen an sowie zu dichtes Auffahren, aggressives Fahren und rücksichtsloses Fahren. Straßenseitig sind Risikozonen: "approaches to lane closures, diverging lanes, entry slips and contra-flows".

In dem Forschungsprojekt "Psychologische Wirkung von Arbeitsstellen auf den Verkehrsteilnehmer" im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen [Petzoldt et al., 2016] wurde eine empirische Untersuchung psychologischer Wirkungen von Arbeitsstellen im Allgemeinen auf den Verkehrsteilnehmer durch Experten- und Nutzerfokusgruppen, Befragungen an Autobahnraststätten und online sowie einer Fahrsimulatorstudie unternommen. Hierbei wurden vor allem die Fahrstreifenbreiten als beanspruchend bewertet. Auch die Länge von Arbeitsstel-

len, die Verschwenkungen und Überleitungen und Behelfsanschlussstellen in Arbeitsstellen wurden als Beanspruchungsfaktoren identifiziert. Positiv bewertet wurden hingegen die in einigen Bundesländern eingesetzten "Smiley-Schilder" zur Darstellung der Arbeitsstellenrestlänge, während bei den Baustelleninformationsschildern Verbesserungsbedarf angemerkt wurde.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass trotz der oben aufgeführten Studien, sowohl aus verkehrstechnischer als auch aus psychologischer Sicht der Einfluss der Arbeitsstellenlänge sowie der dichten Arbeitsstellenfolge auf den Verkehrsteilnehmer nicht hinreichend untersucht wurde. Ziel des Projekts ist es daher, diesen Einfluss auf verschiedenen Ebenen und in unterschiedlichen Kontexten zu messen und Empfehlungen für die praktische Umsetzung abzuleiten.

3 Feldstudie

Ziel der Feldstudie war die Untersuchung der Wirkung von ausgewählten Arbeitsstellen auf den Verkehrsteilnehmer. Hierzu wurden Datenerhebungen an verschiedenen Arbeitsstellen längerer Dauer, die eine unterschiedliche Einrichtung aufweisen, durchgeführt. Im Rahmen der Untersuchungen wurden Daten anhand von Probandenversuchen erhoben, die ausgestattet mit Messequipment ausgewählte Arbeitsstellen durchführen. Das Verhalten der Probanden wurde aufgezeichnet und analysiert. Zudem wurden Befragungen mit den Probanden und weiteren Verkehrsteilnehmern durchgeführt. Hierzu wurde ein Fragebogen entwickelt, der kompatibel für die unterschiedlichen Zielgruppen verwendet werden konnte.

Alle Probanden wurden direkt nach ihrer Messfahrt befragt. Zur späteren Einordnung der ausgewählten Probanden in das gesamte Verkehrskollektiv wurden zudem an jeder betrachteten Arbeitsstelle an geeigneten Parkplätzen weitere Verkehrsteilnehmer befragt. Somit konnte das Probandenkollektiv für den jeweiligen Messtag (Berücksichtigung von Wetter, Jahres- und Ferienzeiten, ...) in das tagesspezifische Gesamtkollektiv eingeordnet werden. Zur weiteren Einordnung dieser beiden Nutzergruppen in das Gesamtkollektiv wurden Onlinefragebögen auf den projektrelevanten Homepages veröffentlicht.

Die Online- und Vor-Ort-Befragungen dienten dazu, eine größere Anzahl an Probanden betrachten zu können und Rückschlüsse auf die Gruppe der Verkehrsteilnehmer im Allgemeinen treffen zu können.

In der Auswertung der Daten wurden markante Situationen herausgestellt, in denen die Probanden eine hohe mentale Beanspruchung, also Stress, erfuhren. Anhand der Daten wurde der Zusammenhang zwischen der zu diesen Ereignissen beobachteten mentalen Beanspruchung mit möglichen Ursachen der Arbeitsstelleneinrichtung und -gestaltung sowie des umgebenden Verkehrs untersucht. Die Analysen dienten letztlich dazu, Hypothesen zu generieren, die eine genauere Untersuchung des Fahrerhaltens im Fahrsimulator zuließen. Hierbei sollte untersucht werden, ob und inwieweit unterschiedlich eingerichtete Arbeitsstellen auf Bundesautobahnen die Verkehrsteilnehmer beeinflussen.

4 Hypothesen

Zusammenfassend aus den Ergebnissen der Feldstudie kann hinsichtlich der Arbeitsstellenlängen festgestellt werden, dass im Verlauf der Arbeitsstelle eine Gewöhnung an die Situation erkennbar ist. Jedoch hat die absolute Länge der Arbeitsstelle, zumindest auf den untersuchten Strecken, keinen Einfluss auf diese Gewöhnung.

Bei der Arbeitsstellenstaffelung sind keine Unterschiede in den einzelnen Arbeitsstellen zu erkennen. Alle sich in der Staffelung befindlichen Arbeitsstellen werden annähernd gleich durchfahren.

Im Vergleich zu den anderen Arbeitsstellen lässt sich jedoch feststellen, dass in den Arbeitsstellenstaffelungen zur Geschwindigkeitsanpassung eher gebremst wird, während in den anderen Arbeitsstellen eher das Fahrzeug ausrollen gelassen wird.

Zudem erfährt der Proband durch die vielen Überleitungen und Verschwenkungen in einer Arbeitsstellenstaffelung mehr Stress.

Aus den Untersuchungen in den Arbeitsstellen können für die Arbeitsstellengestaltung Aussagen zu der Spurführung und über die Breite der Fahrstreifen gemacht werden.

So beeinflusst die Gestaltung der linken Fahrbahnbegrenzung/Trennelemente das Blickverhalten der Verkehrsteilnehmer. Bei regulärer Spurführung fixieren diese während des Überholvorgangs primär die Schutzeinrichtung, während nach Überleitungen vermehrt auch der Gegenverkehr fixiert wird. In und direkt nach Überleitungen ist das Blickverhalten auch unruhiger und die Fixationen wechseln oft von einer zur anderen Seite.

Auch die Breite der Spurführung hat einen Einfluss auf das Blickverhalten. So lässt der Verkehrsteilnehmer bei breiten Spurführungen seinen Blick eher schweifen als bei engeren Fahrstreifen. Zudem werden bei engen Fahrstreifen und hohem Verkehr die Längsabstände erhöht.

In Querrichtung ist bei engen Fahrstreifen der Abstand nach links geringer als nach rechts und die Geschwindigkeit wird reduziert. Die Gefahr in dieser Situation wird von den Probanden eher auf dem rechten Fahrstreifen gesehen als im Gegenverkehr hinter dem Trennelement. Dies zeigt sich auch im Abstand zwischen den Fahrzeugen bei Überholungen. Diese sind auf breiten Fahrstreifen geringer als auf engen.

Weitere Erkenntnisse konnten im Hinblick auf die Akzeptanz erhalten werden. So ist die subjektive Bewertung der Arbeitsstelle positiver, je ausführlicher das Wissen um die Länge, den Zweck und die Dauer der Arbeitsstelle ist.

Ein weiterer Aspekt betrifft die zulässige Höchstgeschwindigkeit. So wird eine zulässige Höchstgeschwindigkeit von 80 km/h in der Arbeitsstelle eher eingehalten, wenn in der Überleitung zu Beginn der Arbeitsstelle die Geschwindigkeitsbeschränkung auf 60 km/h reduziert wurde. Allerdings wird die zulässige Höchstgeschwindigkeit bei einer durchgehenden Beschränkung auf 60 km/h deutlich und bei einer Beschränkung auf 80 km/h oft überschritten.

Aus den Erkenntnissen der empirischen Untersuchungen wurden Hypothesen erarbeitet, die als Grundlage der anschließenden Fahrsimulatorstudie dienen. Zunächst wurden für die Hypothesen die wesentlichen Aussagen zu Arbeitsstellenlänge, -staffelung und -gestaltung sowie sonstige Erkenntnisse zusammengefasst.

1. Die Arbeitsstellenlänge hat vor allem bei sehr langen Arbeitsstellen einen Einfluss auf das Fahrerverhalten.
2. Eine Arbeitsstellenstaffelung (mit vielen Staffelungen) ist einer überlangen Arbeitsstelle aufgrund des Fahrerhaltens nicht vorzuziehen.
3. Die Länge der Beruhigungsstrecke hat Einfluss auf das Fahrerverhalten in den einzelnen Arbeitsstellen in einer Staffelung.
4. Die Anordnung von Geschwindigkeitsbeschränkungen im Zulauf von Arbeitsstellen auf 60 km/h beruhigt den Verkehrsstrom innerhalb der Arbeitsstelle.
5. Die durchgehende Anordnung von 60 km/h verleitet den Fahrer zu einer stärkeren Überhöhung der Geschwindigkeit als eine durchgehende Anordnung von 80 km/h.
6. Durch eine farbliche Gestaltung der Mittelrennung werden die Fahrer zu einer höheren Abstandhaltung zur linken Fahrbahnlinie bewegt als ohne farbliche Gestaltung.

Eine zusammenfassende Auswertung von Real- und Simulatorfahrten soll die relevanten Eigenschaften von Arbeitsstellen sowie ihre Wirkung auf den Verkehrsteilnehmer darstellen.

5 Simulatorstudie

In der Fahrsimulatorstudie fand die Überprüfung der in Kapitel 5 aufgestellten beziehungsweise festgelegten Hypothesen statt. Bei einer großen Stichprobe und unter gleichbleibenden Randbedingungen wurde im Fahrsimulator eine Überprüfung der festgestellten und als relevant geltenden Einflussgrößen einer Arbeitsstelle beziehungsweise Arbeitsstellenfolge auf den Probanden ermöglicht.

Die Simulatorstudie wurde im Fahrsimulatorlabor des Instituts für Straßenwesen Aachen durchgeführt, das bereits in anderen Studien zur Wirkungsanalyse von verkehrstechnischen Einrichtungen verwendet wird beziehungsweise wurde. Der Simulator ermöglicht den Aufbau der beschriebenen Arbeitsstellenszenarien, unter Variation von beispielsweise der Verkehrsführung, der Fahrstreifenbreite, von Absicherungselementen oder Hinweistafeln und die Messung der vorgeschlagenen Fahrverhaltensvariablen.

6 Fazit

Mit dem Forschungsvorhaben wurde das Ziel verfolgt, Aussagen über die psychologische Wirkung von Arbeitsstellen auf den Verkehrsteilnehmer zu treffen und daraus insbesondere für Arbeitsstellenlängen, -staffelungen und -gestaltung Hinweise für eine zukünftige Einrichtung von Arbeitsstellen zu erhalten.

Die interdisziplinäre Herangehensweise mit einer Kooperation von Psychologen, Soziologen und Verkehrsingenieuren ermög-

lichte die Bearbeitung unter neuen Gesichtspunkten für alle Beteiligten mit dem Ergebnis, dass einige Regelungen beim Einrichten von Arbeitsstellen überdacht werden sollten.

So kann einem Verkehrsteilnehmer nicht wie in den einschlägigen Regelwerken vorgesehen lediglich zwölf Kilometer Arbeitsstellenlänge zugemutet werden, sondern nach vorliegenden Ergebnissen auch eine Arbeitsstellenlänge von 15 – 20 Kilometern, sofern die Fahrstreifen eine ausreichende Breite aufweisen. Erst danach konnten in dieser Untersuchung Auffälligkeiten bezüglich der Geschwindigkeitswahl hin zu höheren Geschwindigkeiten und zum Teil auch größere laterale Schwankungen innerhalb der Fahrstreifen festgestellt werden.

Unter psychologischen Gesichtspunkten sind nach Analyse der Daten zum Fahrverhalten der Probanden im Fahrsimulator keine signifikanten Unterschiede zwischen einer überlangen Arbeitsstelle und gestaffelten Arbeitsstellen nachweisbar. Allerdings ist zu beachten, dass Überleitungen und Verschwenkungen für die Verkehrsteilnehmer grundsätzlich mental beanspruchend sind und bei Arbeitsstellenstaffelungen entsprechend häufiger auftreten. Sich hieraus ergebende Auswirkungen auf das Unfallgeschehen wurden im Rahmen des vorliegenden Forschungsvorhabens nicht untersucht.

Aus Sicht der Verkehrssicherheit sollte daher die Anzahl der Verschwenkungen möglichst gering gehalten werden. Andererseits ermöglichen Beruhigungsstrecken zwischen zwei Arbeitsstellen gegebenenfalls Pausen von der anstrengenden Fahrt durch die Arbeitsstelle. Hier sollte nach den Ergebnissen der Studie eine Geschwindigkeitsbeschränkung in den Beruhigungsstrecken eingesetzt werden, um die Geschwindigkeitsdifferenzen zwischen den Arbeitsstellen und den Beruhigungsstrecken möglichst gering zu halten. Das aus der Empirie beobachtete Fahrverhalten, gegen Ende der Beruhigungsstrecken stärker abzubremsen, wohingegen vor langen Arbeitsstellen eine Geschwindigkeitsanpassung eher durch Ausrollen des Fahrzeugs erreicht wird, könnte jedoch gegebenenfalls auf ein höheres Sicherheitsrisiko hindeuten. Zudem können durch längere Beruhigungsstrecken zum Ende der Staffelung die Geschwindigkeiten harmonisiert und somit der Verkehrsfluss stabilisiert werden.

Die Einrichtung von langen Arbeitsstellen oder Arbeitsstellenstaffelungen muss daher im Einzelfall, je nach örtlichen Randbedingungen, Bauablaufplanung und Einrichtungsdauern entschieden werden.

Bei den im Simulator untersuchten Geschwindigkeitstrichtern konnte gezeigt werden, dass alle zulässigen Geschwindigkeiten gut eingehalten wurden. Der Grund einer Geschwindigkeitsreduktion sollte erkennbar sein oder kommuniziert werden.

Der Einfluss der Fahrstreifenbreite konnte in diesem Forschungsvorhaben nicht untersucht werden. Hier wurden innerhalb der Fahrsimulatorstudie für den linken Fahrstreifen konstante Fahrstreifenbreiten von 2,5 m verwendet, die im Simulator in der Regel aber breiter empfunden werden als in der Realität. Aussagen zur Fahrstreifenbreite können daher für eine spätere Anwendung der RSA auf Basis dieser Studie nicht abgeleitet werden. Ob die Fahrstreifenbreite einen Einfluss auf die empfohlene Länge der Arbeitsstelle hat, sollte daher in weiterführenden Studien betrachtet werden. Auch die Untersu-

chung sinnvoller Längen von Beruhigungsstrecken beziehungsweise Staffelungen bietet noch umfassenden Forschungsbedarf.

Generell sollten dem Verkehrsteilnehmer Informationen zum Baufortschritt und der aktuellen Situation zur Verfügung gestellt werden. Das derzeitige Arbeitsstellen-Informationsschild könnte zum Beispiel hierzu entsprechend erweitert werden. Hierdurch fühlt sich der Verkehrsteilnehmer in den Prozess der Arbeitsstelle integriert und bewertet die Maßnahme besser. Dies führt auch zu einer entspannteren Fahrt durch die Arbeitsstelle.

Bezogen auf die Möglichkeit einer geänderten farblichen Gestaltung der Mitteltrennung mit der linken Markierung des linken Behelfsfahrstreifens auf der Mitteltrennung ist das Ergebnis der Fahrsimulatorstudie, dass diese Variante den Verkehrsteilnehmer eher dazu verleitet, sich mehr nach links denn nach rechts zu orientieren. Der Verkehrsteilnehmer sieht die Gefahr nicht im ihm entgegenkommenden Verkehr, sondern eher bei dem Verkehr, der in gleicher Richtung fährt. Hier sollten weitere Untersuchungen den Sachverhalt genauer analysieren und eventuell zur Empfehlung gelangen, dass eine Markierung auf der Fahrbahn angeordnet sein muss.

Zu dem Ergebnis der Fahrsimulatorstudie ist vor allem in Bezug auf die Ergebnisse zu den Geschwindigkeitstrichtern und der farblichen Gestaltung darauf hinzuweisen, dass die Stichprobe nur sehr klein war, da sich eher auf die Arbeitsstellenlänge und die Arbeitsstellenstaffelung fokussiert wurde. Somit sollte das Ergebnis hier kritisch hinterfragt und eventuell weiter untersucht werden.

Generell sollte der Rückschluss von der Fahrsimulatorstudie auf die Realität eher vorsichtig vollzogen werden. Die Empfehlungen sollten alle zunächst in Realversuchen getestet und evaluiert werden.

7 Literatur

- [Baier et al., 2006] 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
- [Calvert/Walker, 2013] Calvert, M., Walker, G.: Modelling Driver Behaviour at Roadworks. Research Project Report. Transport Scotland; Schottland 2013
- [Diner, 2011] Diner, E.: Auswirkungen von Arbeitsstellen in dichter Folge auf Verkehrssicherheit und Verkehrsablauf am Beispiel des Ausbauprojekts BAB 1. Diplomarbeit am Lehrstuhl für Straßenwesen, Erd- und Tunnelbau der RWTH Aachen University (unveröffentlicht), Aachen 2011
- [Echterhoff, 1991] Echterhoff, W., Häcker, H. (Hrsg.): Verkehrspsychologie – Entwicklung, Themen, Resultate. Mensch – Fahrzeug – Umwelt. Bd. 26. Köln: TÜV Rheinland GmbH, 1991

- [Freeman et al., 2000] Freeman, M., Geston, J., Coe, G.: Study into the causes and implications of accidents and incidents at roadworks: TRL. United Kingdom. 2000
- [Kemper, 2010] Kemper, D.: Vergleichende Betrachtung der Sicherheit und Wirtschaftlichkeit von Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf Autobahnen bei Tag und Nacht. Dissertation an der Fakultät für Bauingenieurwesen der RWTH Aachen. Aachen, 2010
- [Maag et al., 2003] Maag, C., Krüger, H.-P., Breuer, K., Benmimoun, A., Neunzig, D. & Ehmanns, D.: Aggressionen im Straßenverkehr. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Reihe Mensch und Sicherheit, Heft M 151, Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW
- [Maister, 2005] Maister, D.: The Psychology of waiting lines. http://www.columbia.edu/~ww2040/4615S13/Psychology_of_Waiting_Lines.pdf (last accessed 23.06.2014); 2005
- [Petzoldt et al., 2016] Petzoldt, T., Mair, C., Roßner, P., Bullinger, A. C., Krems, J. F.: Psychologische Wirkung von Arbeitsstellen auf den Verkehrsteilnehmer. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Reihe Verkehrstechnik, Heft V 276. Bremen: Fachverlag NW, 2016
- [Shinar, 1999] Aggressive Driving: The contribution of the drivers and the situation. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 1 (2), S. 137-160
- [Steinauer et al., 2011] Steinauer, B., Sümmermann, A., Kemper, D., Baier, M. M., Klemps-Kohnen, A.: Sicherheitsbewertung von Gegenverkehrstrennungen in Arbeitsstellen. FE 82.0339/2007 im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen (in Bearbeitung), Aachen 2011
- [Sümmermann, 2012] Sümmermann, A.: Verkehrssicherheits- und Verkehrsablaufsuntersuchungen in Arbeitsstellen längerer Dauer auf Autobahnen in Deutschland. Dissertation am Institut für Straßenwesen Aachen, 2012
- [Volkenhoff/Kemper/Steinauer, 2011] Volkenhoff, T., Kemper, D., Steinauer, B.: Pilothafte Verbesserung der Verkehrssicherheit einer Baustelle mittels moderner Systeme zur Verkehrserfassung zur Stauvermeidung im Zuge der A 1. FE 86.0063/2008 im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen (unveröffentlicht), Aachen 2011