

# Psychologische Wirkung von Arbeitsstellen auf die Verkehrsteilnehmer

Berichte der  
Bundesanstalt für Straßenwesen

Verkehrstechnik Heft V 276

**bast**

# Psychologische Wirkung von Arbeitsstellen auf die Verkehrsteilnehmer

von

Tibor Petzoldt  
Claudia Mair  
Josef F. Krems

Professur Allgemeine und Arbeitspsychologie  
Technische Universität Chemnitz

Patrick Roßner  
Angelika C. Bullinger

Professur Arbeitswissenschaft  
und Innovationsmanagement  
Technische Universität Chemnitz

**Berichte der  
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Verkehrstechnik Heft V 276

**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 01.0177/2011/ARB**  
Psychologische Wirkung von Arbeitsstellen  
auf den Verkehrsteilnehmer

**Fachbetreuung:**  
Christian Bansi  
Andreas Medack

**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](http://www.schuenemann-verlag.de)

ISSN 0943-9331  
ISBN 978-3-95606-282-7

Bergisch Gladbach, September 2016

## Kurzfassung – Abstract

### Psychologische Wirkungen von Arbeitsstellen auf die Verkehrsteilnehmer

Ziel des Projektes war die empirische Untersuchung psychologischer Wirkungen von Arbeitsstellen auf Autobahnen auf den Verkehrsteilnehmer. Mithilfe von Experten- und Nutzerfokusgruppen, Befragungen an Autobahnraststätten, einer Onlinebefragung sowie einer Fahrsimulatorstudie ließ sich ein umfassendes Bild von vermuteten und erlebten Problemen und potentiellen Lösungsmöglichkeiten zeichnen.

Vor allem die Fahrstreifenbreiten wurden als Beanspruchung verursachend bewertet. Dies spiegelte sich auch in den Ergebnissen der Fahrsimulatorstudie wider. Eine Reduktion der Breite des linken Behelfsfahrstreifens ging einher mit einer verringerten Durchschnittsgeschwindigkeit sowie einer reduzierten Variation in der Spurposition. Gleichzeitig ergab sich allerdings eine Zunahme der Zeit, die sich Fahrer innerhalb von kritischen Sicherheitsabständen zu vorausfahrenden Fahrzeugen bewegten.

Auch die Länge von Arbeitsstellen trägt offenbar zu dieser subjektiv erlebten Beanspruchung bei. Teilzonen innerhalb der Arbeitsstellen, bei denen Verbesserungsbedarf gesehen wurde, waren Verschwenkungen und Überleitungen sowie Behelfsanschlussstellen, ein Befund, der von Unfalldaten gestützt wird. In Bezug auf konkrete Arbeitsstelleninformationen äußerten Nutzer kaum zusätzlichen Bedarf. Es zeigte sich aber, dass vor allem die in einigen Bundesländern eingesetzten „Smiley-Schilder“ zur Darstellung der verbleibenden Länge durchaus positiv aufgenommen werden. Effekte auf das Fahrverhalten konnten für die „Smiley-Schilder“ nicht identifiziert werden. Für das bekannte Arbeitsstellen-Informationsschild wurde Verbesserungsbedarf festgestellt.

Aus Nutzersicht ergibt sich damit, dass vor allem eine Verkürzung von Arbeitsstellen und eine Verbreiterung von Fahrstreifen wünschenswert sind. Demgegenüber stehen jedoch Überlegungen aus praktischer und Verkehrssicherheitsperspektive. Schließlich sind breitere Spuren nicht immer umsetzbar, und gehen zudem mit erhöhten Geschwindigkeiten einher. Ebenso führt das Ersetzen einer langen durch mehrere kurze Arbeitsstellen zu

einem erhöhten organisatorischen und finanziellen Aufwand, und dabei zu einer Häufung eben der kritischen Arbeitsstellenbereiche (Verschwenkungen und Überleitungen). Vor diesem Hintergrund muss eine genaue Abwägung zwischen Fahrerwünschen, praktischen Überlegungen und vor allem zu erwartenden Verkehrssicherheitskonsequenzen vorgenommen werden.

### Psychological effects of work zones on drivers

The objective of this project was to empirically assess psychological effects that work zones on German motorways have on road users. Through expert and user focus groups, interviews on motorway stops, an online survey and a driving simulator study, we were able to draw a comprehensive picture of assumed and experienced issues as well as potential solutions.

Especially lane width was found to be a heavy contributor to workload when passing through work zones. This finding was also reflected in the results of the simulator study, in which the width of left lane inside a work zone was manipulated. A narrower lane resulted in a reduction of speed and standard deviation of lane position. However, the reduced lane width was also accompanied by a higher duration of close following.

Work zone length appears to be a relevant factor as well. Specific work zone sections that were found to be highly demanding where transition areas and temporary exits, a finding that is supported by accident data. Temporary lane barriers made of concrete were rated highly unfavourable as well. In terms of required information, the information that is already available to drivers seems to be mostly sufficient. The “smiley signs” which indicate the remaining length in a work zone were rated rather positively. Effects on driver behaviour could not be found. The regular information signs that state the purpose, total length (distance) and end (time) of the road works as well as other secondary information seem to have some room for improvement.

From a user perspective, shortening work zones and widening lanes would be highly desirable. This desire, however, has to be put in context of practical

and road safety considerations. Wider lanes cannot be implemented everywhere, and are also known to be linked to increased speed. Likewise, substituting one long for several shorter work zones leads to increased organisational and financial effort, and also results in more of the critical work zone sections (transition areas). Given these aspects, driver needs, practical implications and especially road safety consequences need to be thoroughly considered before a specific recommendation can be made.

## Summary

### Psychological effects of work zones on drivers

#### Background

Aim of the project was to identify attributes of motorway (Autobahn) work zones that contribute to an increased workload, and to specify additional information needs that might help drivers cope with such work zones. A literature review, expert interviews and user surveys were conducted in order to find such attributes and needs. Based on the findings, a driving simulator study was designed and conducted that manipulated selected parameters to test their influence on driver behaviour and acceptance.

The literature review showed that scientific knowledge with regard to driver behaviour and perception inside work zones is scarce. Most available studies are restricted to findings on crashes and speeding. Crash analyses show that work zones are not necessarily more dangerous compared to unrestricted road sections, despite their higher level of complexity. In fact, the proportion of injury crashes is comparatively low. However, certain sections of work zones, such as transition areas, appear to riskier than others. At the same time, it is reported that speeding, especially in the advance warning area, is highly prevalent. In recent years, modified traffic signs have been discussed as a potential intervention to increase the visibility of the work zone (and therefore, also the visibility of the crucial sections). Short term effects of such modified signs have been found, however, the potential problem of habituation over the long term still needs to be explored. Apart from that example, the study of information design in work zones has hardly gone beyond the typical road signs.

#### Focus groups

As previous research provided only limited information for the project's main issues, four focus groups were conducted to gain deeper insight into the relevant aspects for drivers when driving through a work zone. Two focus groups were comprised of road safety experts (e.g., researchers, highway police, motorist club), the other two of regular motorists without a specific road safety background.

One issue that was discussed repeatedly was lane width. Experts and drivers alike considered the width of the left lane in work zones a primary source of complexity and workload. Also, both groups felt that the sometimes unclear routing contributes to the difficulties. The drivers argued that especially closed concrete barriers can create an undesirable impression of constriction. They also felt that work zones are often too long, however could not agree on an acceptable length. Experts argued that such acceptable length would depend on a variety of factors, including the work zones complexity.

With regard to information needs, the discussions mostly revolved around difficulties to perceive and process the information that is already available, as well as the fear that additional information might actually lead to an overload.

#### Field survey

Based on the focus group results, a field survey was designed. Two work zones on motorways were selected to interview road users (234 overall) as close as possible (in rest areas) after driving through the work zone. The survey for one of the work zones was conducted from Monday to Friday to capture mainly commuters (motorway A81). The second survey was conducted from Friday to Sunday during holiday season to achieve a high rate of private travellers (motorway A7). Different from the focus groups, in which potential issues and solutions were discussed on a relatively general level, surveyed drivers were supposed to rate specific, predefined aspects of the work zone they just had driven through. By asking drivers in close proximity to the work zone, generalist, often baseless statements (e.g. "too many signs on the road") should be avoided. The focus was on characteristics of the work zone (layout of the work zone, information design), and potential issues that they might cause.

Surveyed drivers reported left lane width and work zone length as the characteristics that are the main sources of workload when driving through the work zone. With regard to specific driving manoeuvres inside work zones, the overtaking of heavy vehicles was considered most difficult. Here, considerable discrepancies between the two survey sites were found, which was not surprising, as the number of heavy vehicles that can be encountered is much lower during the weekend. Widening the lanes was brought up as the most frequent improvement that the drivers would like to see.

In addition, drivers were asked about the road signs in relation to the work zones. A majority reported to have noticed the general construction information sign (which presents information on the purpose, the total length and the end date of the road works). Usefulness was rated high or very high by 59% (A7) and 48% (A81) of the respective participants. With regard to information design, about half of the participants in both work zones gave a positive rating. The evaluation of the so called “smiley signs”, which provide information on the distance remaining inside the work zone, was highly positive, with more than 80% of the participants rating usefulness as high or very high, and design as good or very good.

### Online survey

The design of the online survey was based on the results of the focus groups, too. However, different from the field survey, the focus was on information design, as the online format allowed for a more elaborate testing of different information types and design ideas. In total, 3,144 participants completed the questionnaire (81% of them male). About one third of the respondents reported using the motorway at least once a week.

Still, participants had to answer some questions regarding the different work zone sections first, to allow for some comparison to the results from the field survey. Temporary exits were rated most problematic, especially when drivers had to use them themselves (as compared to just passing by). With regard to certain driving manoeuvres, overtaking heavy vehicles was rated most difficult.

At the core of this survey, however, was the assessment of information presented in and about work zones. Among a variety of different designs to present general construction information, a version that gave the impression to be in digital format was preferred over the “classic” sign. In terms of content, respondents preferred a design that included information on the cause for the construction, the length of the work zone, and the time of completion. Adding further information (e.g., on specific steps of construction) had no, or even a negative effect.

When looking into signs that might display the remaining length of the work zone, the well known “smiley signs” received the highest rating with

regard to their design, compared to various other variants. The display of distance remaining was preferred over a display of time remaining.

### Driving simulator study

The final empirical step in the project was a driving simulator study. Goal was to investigate a subset of factors with the potential to influence driver behaviour in and acceptance of a work zone. As a consequence, the study focussed on lane width, work zone length, presence of “smiley signs” and driver age.

Seventy-two drivers took part in the study. Half of them belonged to the group of younger drivers (mean age 32 years), half to the older group (mean age 65 years). Each participant completed a motorway drive of about 40 km length. On this drive, participants encountered four work zones. The width of the right lane was always 3.50 m. Three of the work zones were 3 km in length, and varied only in the width of the left lane (3.00 m, 2.75 m or 2.50 m). The fourth work zone was much longer (9 km, left lane width 2.50 m). In this long work zone, the presence of the “smiley-signs” was manipulated, with only half of the participants being confronted with these signs. Dependent measures were driving parameters, but also subjective ratings of stress and workload.

The results showed strong effects of left lane width, both on the drivers’ subjective perception of the work zone and their driver behaviour. Driving through the narrower work zones was accompanied with ratings of stress and difficulty. Variations in lane position and speed decreased. However, participants also spent more time driving with critical time headways when in the narrower work zone. Work zone length had no clear effects. The “smiley-signs” did not produce any clear results, either.

Aside of the actual research findings, the results also have methodical implications. Initially, there were some doubts if the rather minor variation of lane width could be perceived in a driving simulation. The strong effects both on subjective ratings and driving performance suggest that the differences must have affected the drivers, consciously or not. However, for the evaluation of the effects of the “smiley-signs”, it has to be acknowledged that the driving simulation is probably not the appropriate tool. There, any effect

would strongly depend on the situational context (e.g. realistic time pressure), and these situational contexts are hard or even impossible to realise in a driving simulation.

### Conclusions and recommendations

In all of the studies in this project, lane width was found to be one of the factors that causes difficulties for motorists when driving through work zones. In addition, overtaking heavy vehicles appeared to be one of the most difficult manoeuvres inside work zones.

Based on these results, it might be recommended to try widen the lanes (especially the left lane) inside work zones, as long as the general setup of the work zone allows it. However, it has to be acknowledged that lane width not only impacts on perceived difficulty, but also has an effect on actual speed. The driving simulator study showed that a wider left lane went, at least partially, also with higher speeds on this lane. As higher speed is associated with higher crash severity, the usefulness of wider lanes in work zones needs to be discussed further.

There is no doubt, though, that the minimum width of 2.50 m is no longer appropriate. According to a study of the German automobile club ADAC, about 70% of newly registered cars would not be legally allowed to use such a lane.

While the 2.50 m width is used only scarcely, an amendment of the respective regulatory documents (RSA) appears to be reasonable. A current draft already considers this aspect, by proposing a minimum lane width of 2.60 m. In this context, especially the statements of heavy vehicle drivers provided valuable insight, as they, too, felt that the left lane in work zones was too narrow. Assuming that their statement is not biased by their motivation to drive faster through the work zone (as their perspective is usually the one of the vehicle being overtaken, not the one overtaking), their wish can indeed be considered as being based on a desire for higher safety.

Work zone length, too, was found to be a factor that has the potential to elicit stress and annoyance. From the road users' perspective, shorter work zones are certainly desirable. However, this project has not been able to establish what length would be acceptable. Also, again, other aspects need to be

considered. Simply reducing length is often not possible, e.g. due to economic factors. Cutting one long work zone into several small ones instead, however, is questionable from a road safety perspective, as this would increase the number of transition and termination areas, which have been rated as being comparatively difficult to navigate, and which are known to be relatively accident prone. Additional research is required to assess the effects of work zone sequencing on road safety and acceptance.

Results from the online survey suggest that temporary exits inside work zones are an additional source of difficulty. This view is supported by accident data, which show that such exits are among the crash hot spots on motorways. This suggests that shortening the acceleration/deceleration lanes by too much should be avoided. However, again, additional investigations are required to be able to propose specific design guidelines that consider the views of road users, safety needs and economical necessities in sufficient detail.

With regard to work zone information, survey respondents preferred information on work zone length and time of completion. The usefulness of further information is questionable. This was also reflected in respondents' ratings of different variants of the work zone information sign, both in its regular form, and a seemingly digital version. There, too, the versions that displayed length, reason and time of completion of the work zone were rated most useful. It appears that adding further details, e.g. on specific steps of construction, should be avoided.

In terms of design, it appears that there is some potential for optimisation. This becomes apparent in survey respondents' clear preference of the seemingly digital version of the work zone information sign, which displayed the required information in a very reduced, simplified manner. This finding would certainly justify a simplification of the current sign, both in terms of design and also content.

The signs that inform about the remaining length inside a work zone were met with high acceptance among road users. Usefulness and design were rated predominantly positive, which suggests that such signs might be used more frequently in motorway work zones. The results from the online survey showed that such signs should tell the road

user the distance remaining, and not the time remaining inside the work zone.

When it comes to design, the format of the signs which is in use right now was usually rated best. So, e.g. in the state of Saxony, the “smiley signs”, which are in use already, received the highest ratings, where in the state of Hessen, the so called “Hessenkinder” (Hessian kids), a designs that shows pictures of children of varying “happiness” (dependent on the remaining distance) were favoured. This implies that acceptance, at least to some degree, increases simply with exposure. Therefore, an evaluation of the signs’ effects in the long term is required, in order to assess whether the preferences for certain different designs are purely the result of experience, or of specific designs are indeed preferable.

## Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	11	<b>4</b>	<b>Befragung im Feld</b> .....	26
<b>2</b>	<b>Literaturübersicht</b> .....	11	4.1	Methode .....	26
2.1	Begriffsklärungen .....	11	4.1.1	Entwicklung des Erhebungs- instrumentes .....	26
2.2	Rechtlicher Rahmen .....	12	4.1.2	Befragungsorte .....	26
2.3	Unfallgeschehen in Arbeitsstellen auf Autobahnen .....	12	4.1.3	Durchführung .....	28
2.4	Psychologische Auswirkungen auf die Verkehrsteilnehmer .....	13	4.1.4	Stichprobe .....	28
<b>3</b>	<b>Fokusgruppen</b> .....	15	4.2	Ergebnisse .....	29
3.1	Methode .....	15	4.3	Zusammenfassung der Ergebnisse der Befragungen im Feld .....	34
3.1.1	Durchführung der Fokusgruppen .....	15	<b>5</b>	<b>Onlinebefragung</b> .....	34
3.1.2	Ablauf der Fokusgruppen .....	15	5.1	Methode .....	34
3.1.3	Datenauswertung .....	16	5.1.1	Entwicklung des Erhebungs- instrumentes .....	34
3.2	Zentrale Ergebnisse .....	16	5.1.2	Durchführung .....	35
3.2.1	Ursachen für Ärger und Stress in Arbeitsstellen aus Expertensicht .....	16	5.1.3	Stichprobe .....	35
3.2.2	Ursachen für Ärger und Stress in Arbeitsstellen aus Nutzersicht .....	17	5.2	Ergebnisse .....	36
3.2.3	Maßnahmen zur Reduzierung von Ärger und Stress in Arbeitsstellen aus Expertensicht .....	18	5.3	Zusammenfassung der Ergebnisse der Onlinebefragung .....	41
3.2.4	Maßnahmen zur Reduzierung von Ärger und Stress in Arbeitsstellen aus Nutzersicht .....	19	<b>6</b>	<b>Fahrsimulatorstudie</b> .....	42
3.2.5	Beispiele für gelungene Maßnahmen .....	20	6.1	Vorüberlegungen .....	42
3.2.6	Zusammenfassung der Ergebnisse der Fokusgruppen .....	20	6.2	Methoden .....	43
3.3	Reflexion der Fokusgruppen- ergebnisse vor dem Hintergrund der Literaturrecherche .....	21	6.2.1	Teilnehmer .....	43
3.3.1	Problemstellungen in Arbeitsstellen und Lösungsansätze .....	22	6.2.2	Material .....	44
3.3.2	Zurverfügungstellung von Informationen in/über Arbeitsstellen .....	23	6.2.3	Durchführung .....	47
			6.2.4	Auswertung .....	47
			6.3	Ergebnisse .....	48
			6.3.1	Breite des linken Fahrstreifens in der kurzen Arbeitsstelle .....	48
			6.3.2	Länge der Arbeitsstelle .....	53
			6.3.3	Smiley-Präsentation in der langen Arbeitsstelle .....	55
			6.4	Zusammenfassung der Ergebnisse der Fahrsimulatorstudie .....	56

<b>7</b>	<b>Zusammenfassung und Empfehlungen</b> . . . . .	57
7.1	Zusammenfassung . . . . .	57
7.1.1	Fokusgruppen . . . . .	58
7.1.2	Befragung im Feld . . . . .	58
7.1.3	Onlinebefragung . . . . .	59
7.1.4	Fahrsimulatorstudie . . . . .	60
7.2	Fazit und Empfehlungen . . . . .	61
7.2.1	Fahrstreifenbreite . . . . .	61
7.2.2	Arbeitsstellenlänge . . . . .	62
7.2.3	Behelfsanschlussstellen . . . . .	62
7.2.4	Informationsbedarf . . . . .	62
7.2.5	Weiterer Forschungsbedarf . . . . .	63
<b>8</b>	<b>Literatur</b> . . . . .	65

## 1 Einleitung

Fernverkehrsstraßen, speziell für den Schnell- und Güterverkehr, kommen gerade in einem Transitland wie Deutschland eine hohe Bedeutung zu. Autobahnen sind entsprechend unverzichtbare Verbindungsstrecken, gekennzeichnet durch eine hohe Qualität aber auch eine enorme Beanspruchung. So ist der größte Teil des Personen- und Güterverkehrs auf Autobahnen zu finden (KEMPER, 2010), deren Leistungsfähigkeit und Verkehrssicherheit ist daher besonders relevant (BAKABA et al., 2012). Trotz der grundsätzlich hohen Qualität deutscher Autobahnen gibt es, mit Blick auf die Verkehrssicherheit, auch Abschnitte mit Optimierungspotenzial, überwiegend in Bereichen von Anschlussstellen und Arbeitsstellen (Unfallforschung der Versicherer, 2010). Das Statistische Bundesamt (2013) gibt für das Jahr 2011 299.637 polizeilich erfasste Unfälle mit Personenschaden in Deutschland an. Davon ereigneten sich 17.847 Unfälle auf Autobahnen, etwa 6,3 Prozent (1.129 Unfälle) davon in Arbeitsstellen, wobei zu beachten ist, dass sich das Unfallgeschehen in Arbeitsstellen längerer und kürzerer Dauer voneinander unterscheiden kann. Innerorts hingegen entfallen nur 0,8 Prozent der Unfälle auf Arbeitsstellenbereiche, außerhalb von Ortschaften (ohne Autobahn) 0,7 Prozent (Statistisches Bundesamt, 2013). Allerdings ist anzumerken, dass auf Autobahnen von deutlich längeren Arbeitsstellen auszugehen ist als etwa im innerstädtischen Bereich, sodass ein direkter Vergleich der Zahlen nur bedingt möglich ist. Demgegenüber steigt die Zahl der Arbeitsstellen, bedingt durch notwendige Instandhaltungsmaßnahmen, deutlich an (MAYNTZ, 2012), sodass, in absoluten Zahlen, von einem Anstieg der Unfallzahlen ausgegangen werden muss.

Auch im Ausland ist ein Ungleichgewicht bei der Verteilung der Unfälle in Arbeitsstellenbereichen zu finden. LAUBE (2001) analysierte Unfalldaten auf Schweizer Autobahnen, und fand um etwa 50 Prozent erhöhte Unfallraten im Bereich von Arbeitsstellen im Vergleich zum Zeitraum vor der Inbetriebnahme der Arbeitsstelle. CHAMBLESS et al. (2002) berichten in ihrer Analyse von Unfalldaten dreier verschiedener US-Bundesstaaten, dass 25 Prozent aller Unfälle in Arbeitsstellen auf sogenannte Interstates zu verzeichnen waren, den Straßentyp, der der deutschen Autobahn am ähnlichsten ist. Demgegenüber entfielen unter 10 Prozent der Unfälle außerhalb von Arbeitsstellen auf Interstates.

Entsprechend erscheint eine genauere Betrachtung von Arbeitsstellenbereichen geboten, um verkehrssicherheitsrelevante Aspekte detaillierter untersuchen und Maßnahmen zur Sicherheitssteigerung und Akzeptanz fördern zu können. Gerade die psychologischen Wirkungen von Arbeitsstellen haben in wissenschaftlichen Betrachtungen bislang kaum eine Rolle gespielt, obwohl doch gerade die Konsequenzen für den Fahrer<sup>1</sup> und dessen Verhalten und Erleben von zentraler Bedeutung für die Sicherheit in und die Akzeptanz von Arbeitsstellen sind. Ziel des Forschungsvorhabens war es daher, ausgehend von einer Literaturrecherche mittels Experten- und Nutzerbefragungen die für den Verkehrsteilnehmer besonders beanspruchenden Parameter (Länge der Arbeitsstelle, Verkehrsdichte, etc.) sowie den Informationsbedarf in Bezug auf Arbeitsstellen zu ermitteln. Zudem war basierend auf diesen Erkenntnissen ein Fahrversuch durchzuführen, bei dem die identifizierten Parameter variiert wurden, um deren Einfluss auf das Fahrverhalten sowie deren Akzeptanz zu überprüfen.

## 2 Literaturübersicht

### 2.1 Begriffsklärungen

Unter einer Arbeitsstelle (umgangssprachlich häufig „Baustelle“) versteht die Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) eine „Verkehrsfläche, die zur Durchführung von Arbeiten im Straßenraum vorübergehend für den Verkehr gesperrt ist“ (FGSV, 2012). Dementsprechend definiert auch das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung Arbeitsstellen als „Bereiche, bei denen Verkehrsflächen vorübergehend für die Durchführung von Arbeiten zur Unterhaltung, Erhaltung oder Erweiterung der Betriebsstrecken abge-sperrt oder eingeengt werden, einschließlich der gesperrten Strecke und der Überleitungsbereiche für die Verkehrsführung“ (BMVBS, 2011). Anlass „können Arbeiten an der Straße selbst, Arbeiten neben oder über der Straße, Arbeiten an Leitungen in oder über der Straße sowie Vermessungsarbeiten sein“ (RSA, 1995). Durch ein entsprechendes

<sup>1</sup> Zugunsten einer besseren Lesbarkeit wurde für Personenbezeichnungen im vorliegenden Text die generisch maskuline Form gewählt. Sofern nicht ausdrücklich hervorgehoben, sind Personen beiderlei Geschlechts gemeint.

Arbeitsstellenmanagement sollen Eingriffe gesteuert, kontrolliert und evaluiert, sowie der Verkehrsraum effektiv und effizient wieder freigegeben werden.

Arbeitsstellen auf Autobahnen können hinsichtlich ihrer Länge und Dauer variieren. Zudem kann eine Arbeitsstelle, unabhängig von der Länge, ortsfest sein, oder sich mit der Verkehrsrichtung mit bewegen. Die Länge definiert sich durch den Bereich zwischen Beginn und Ende einer Einengung oder Verschwenkung (BMVBS, 2011). Zudem werden Arbeitsstellen laut RSA (1995) in Arbeitsstellen kurzer Dauer und Arbeitsstellen längerer Dauer unterteilt. Bei Arbeitsstellen kürzerer Dauer werden die anstehenden Arbeiten innerhalb von 24 Stunden erledigt. Arbeitsstellen längerer Dauer haben eine Mindestdauer von einem Kalendertag und bleiben ortsfest.

Unter Arbeitsstellenmanagement versteht man in diesem Kontext „alle Tätigkeiten bei der Planung von Arbeitsstellen, der Ausschreibung, Vergabe und Genehmigung, der Arbeit, dem Einrichten, Durchführen und Räumen von Arbeitsstellen sowie die begleitende Information der Verkehrsteilnehmer über die Auswirkungen von Arbeitsstellen“ (BMVBS, 2011). Primäres Ziel ist es dabei, „Reisezeitverluste und den damit verbundenen volkswirtschaftlichen Schaden auf das unvermeidbare Minimum zu reduzieren“ (Oberste Baubehörde im bayerischen Staatsministerium des Innern, 2010), dies allerdings „bei gleichzeitiger Wirtschaftlichkeit der durchzuführenden Maßnahmen“ (BMVBS, 2011).

Arbeitsstellen werden üblicherweise in verschiedene Zonen eingeteilt. In Bild 1 ist die Unterscheidung von Vorlauf (mit einer Länge von drei Kilometern),

Annäherungsbereich (zwei Kilometer) und Geschwindigkeitstrichter, der eigentliche Arbeitsstellenbereich und der Nachlauf (drei Kilometer) zu erkennen (BAKABA et al., 2012). Innerhalb des Arbeitsstellenbereiches kann dann noch weiter in Verschwenkungen und Überleitungen, freier Strecke und Behelfsanschlussstelle (mit Ausfahr- und Einfahrbereichen) differenziert werden.

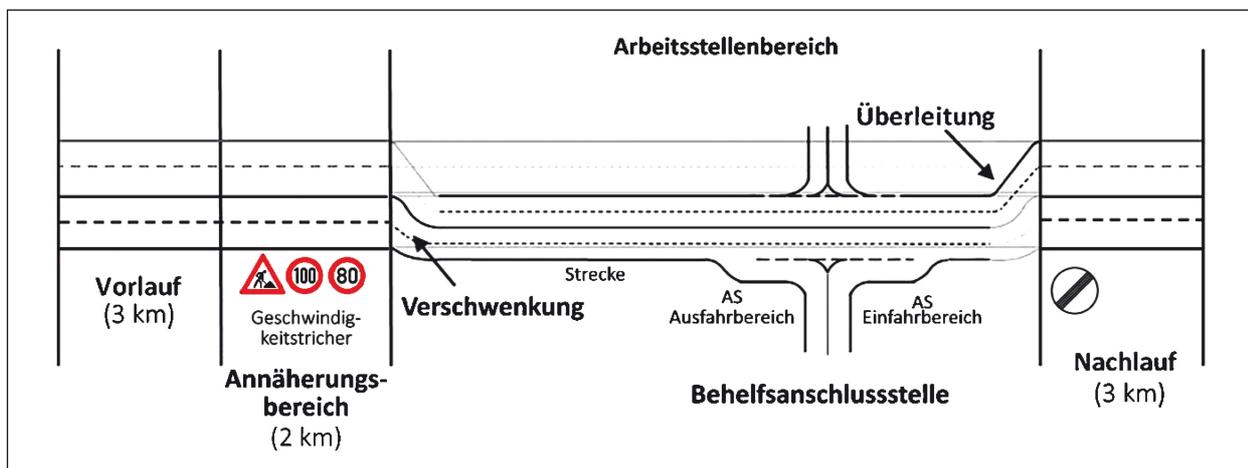
## 2.2 Rechtlicher Rahmen

Für die Organisation von Arbeitsstellen auf Bundesautobahnen liegen verschiedene Richtlinien vor. Grundlagen bilden die Richtlinien für die Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen (RSA, 1995), die Straßenverkehrsordnung und zusätzliche technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Sicherungsarbeiten an Straßen (ZTV-SA), weitere zusätzliche technische Vertragsbedingungen sowie Unfallverhütungsvorschriften der Bauberufsgenossenschaften (Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft Brandenburg, o. J.).

Der Teil D der RSA 95 behandelt explizit Arbeitsstellen auf Autobahnen. Darin sind Richtlinien zu Beschilderung, Beleuchtung, Verkehrsführung und Verkehrsregelung für Arbeitsstellen kürzerer und längerer Dauer formuliert.

## 2.3 Unfallgeschehen in Arbeitsstellen auf Autobahnen

In einer Analyse der Unfälle in zwölf Arbeitsstellen mit einer Gesamtlänge von 68 Kilometer zeigte sich, dass 76 % dieser Unfälle mit den Unfalltypen „Unfall im Längsverkehr“ (Typ 6) sowie „Fahrunfall“



**Bild 1:** Einteilung Autobahnabschnitt mit Arbeitsstellenbereich (in Anlehnung an BAKABA et al., 2012)

(Typ 1) beschrieben werden, wobei mit insgesamt 60 Prozent dem Unfall im Längsverkehr die deutlich größte Bedeutung zukommt (BAKABA et al., 2012). Klassifiziert man nach Unfallarten, so fielen 41 Prozent der Unfälle in die Kategorie „Zusammenstoß mit Fahrzeug, das seitlich in gleicher Richtung fährt“, 18 Prozent in die Kategorie „Zusammenstoß mit Fahrzeug, das vorausfährt oder wartet“, sowie weitere 20 Prozent unter „Abkommen von der Fahrbahn“ (rechts wie links). Bezüglich der Unfallschwere wird berichtet, dass, bedingt durch die tendenziell geringere Geschwindigkeit in Arbeitsstellenbereichen, der Anteil an Unfällen mit Personenschaden beziehungsweise schwerem Personenschaden eher gering ist.

Interessant ist in diesem Zusammenhang der Befund von FREEMAN, MITCHELL & COE (2004), die die Auftretenshäufigkeit von Unfällen mit Personenschaden für 29 Arbeitsstellen auf britischen Autobahnen (Motorway) beobachteten. Verglichen mit vorliegenden Daten der betreffenden Streckenabschnitte zu Zeiten, zu denen keine Arbeitsstelle präsent war, kommen sie zu dem Schluss, dass die Arbeitsstelle zu keinerlei Veränderung der Häufigkeit von Unfällen mit Personenschaden geführt hat. Die Autoren schränken aber ein, dass Aussagen über Unfälle mit ausschließlichem Sachschaden nicht möglich sind, da keinerlei verlässliche Aufzeichnungen diesbezüglich vorliegen. Bedenkt man jedoch, dass die Unfallschwere in Arbeitsstellen aufgrund der geringeren Geschwindigkeit im Schnitt offenbar deutlich geringer als außerhalb ist, ließe sich vermuten, dass im vorliegenden Fall bei gleichbleibender Zahl der Personenschäden die Zahl der Sachschäden mit Arbeitsstelle deutlich höher liegen muss als ohne Arbeitsstelle.

Eine detaillierte Analyse der Charakteristika von Unfällen mit Personenschaden und Unfällen mit Todesfolge auf US-amerikanischen Highways zeigte, dass es deutliche Unterschiede zwischen diesen Schadenskategorien gibt. So traten Personenschäden eher bei Auffahrunfällen auf, bei Unfällen mit leichten Nutzfahrzeugen und bei Unfällen durch zu geringes Abstandhalten. Tödliche Unfälle entstanden eher durch Frontalzusammenstöße, Kollisionen mit Lastwagen, unter Alkoholeinfluss und bei zu schnellem Fahren oder durch ungünstige Lichtverhältnisse und komplizierte Verkehrsführung (LI & BAI, 2008).

Für den deutschen Kontext liefert die Arbeit von BAKABA et al. (2012) neben allgemeinen Aussa-

gen auch eine vergleichende Betrachtung verschiedener Gestaltungsmerkmale. Dazu wurden die Unfälle in fünf relativ ähnlichen Arbeitsstellen (hinsichtlich durchschnittlicher täglicher Verkehrsstärke (DTV), Verkehrsführung, Anschlussstelle innerhalb der Arbeitsstelle (AS)) genauer untersucht. Es konnte gezeigt werden, dass spezielle Bereiche in Arbeitsstellen zu finden sind, die ein erhöhtes Unfallrisiko in sich bergen. So traten etwa in Überleitungen und Verschwenkungen sowie Behelfsanschlussstellen und am Ende der Arbeitsstelle vermehrt Unfälle auf, das Unfallrisiko war dort um das Vierfache erhöht. Auch aus der Schweiz wird berichtet, dass Überleitungen beziehungsweise Verschwenkungen sowie Anschlussstellen innerhalb von Arbeitsstellen die unfallträchtigsten Abschnitte sind (LAUBE, 2001). Entsprechend wird empfohlen, dass „Stellen, an denen Fahrstreifen verschwenkt werden, nicht mit anderen Punkten zusammentreffen, die ebenfalls die erhöhte Aufmerksamkeit der Verkehrsteilnehmer erfordern, wie die Änderung der Fahrstreifenbreite oder Bereiche mit großen Steigungen“ (BAST, 2011). Niedrigere Unfallzahlen sind hingegen im Annäherungsbereich und im Innenbereich in der Arbeitsstelle zu finden.

Arbeiten aus dem Ausland zeichnen teilweise ein anderes Bild. Aus dem US-amerikanischen Kontext wird berichtet, dass im aktiven Arbeitsbereich der Arbeitsstelle die meisten Unfälle auftreten (GARBER, 2002). Dafür wurden Polizeiberichte über Unfälle in Arbeitsstellen auf Highways im Bundesstaat Virginia zwischen 1996 und 1999 analysiert. Unterschiede ergaben sich auch hinsichtlich des genauen Unfallhergangs und der Unfallschwere. Diese Abweichungen verwundern angesichts der grundlegenden Unterschiede zwischen den baulichen, regeltechnischen und kulturellen Rahmenbedingungen nicht, verdeutlichen aber, dass hier eine Fokussierung auf nationale Daten und Befunde erforderlich ist, um ein zutreffendes Bild der Problematik in Deutschland zu zeichnen und Lösungsansätze zu generieren. Gleichzeitig ist der Blick auf internationale Arbeiten aber dennoch hilfreich, um deutsche Befunde angemessen einordnen zu können.

## 2.4 Psychologische Auswirkungen auf die Verkehrsteilnehmer

Für den Verkehrsteilnehmer unterscheidet sich das Durchfahren einer Arbeitsstelle deutlich von der sonst gewohnten Verkehrsumgebung. Die Arbeits-

stelle schafft eine neue und komplexe Fahrsituation und stellt andere, in der Regel höhere Anforderungen an den Fahrer. So gibt eine Umfrage der DEKRA (2012) an, dass zirka 46 Prozent der Befragten sich nicht sicher in Arbeitsstellenbereichen fühlen und dass sogar 17 Prozent in diesen Bereichen Angst empfinden. Hinzu kommt, dass sich das Durchfahren einer Arbeitsstelle nicht nur vom üblichen freien Fahren unterscheidet, sondern auch von Arbeitsstelle zu Arbeitsstelle teilweise stark variiert. Die Erwartungen des Fahrers an die Verkehrssituation können verletzt werden und ein unangepasstes Verhalten hervorrufen, das möglicherweise zu Stau, unerwarteten Manövern und Unfällen führen kann (ANTONUCCI et al., 2005).

Ursache ist die relativ hohe Komplexität der Fahraufgabe in derartigen Situationen, die entsprechend zu einer hohen kognitiven Beanspruchung führt. Diese Beanspruchung, die durch unterschiedliche Stressfaktoren entsteht, ist modifiziert durch verschiedene Fahrermerkmale, wie Fähigkeiten, Fertigkeiten, Fahrerzustände und Bewältigungsstrategien (SCHIESSL, 2008), die jeweils noch weiter ausdifferenziert werden können. So sind Aufmerksamkeitsverteilung (RECARTE & NUNES, 2003) oder Gefahrenwahrnehmung (BROWN & GROEGER, 1988) Teilaspekte der allgemeinen Fahrkompetenz.

In diesem Zusammenhang ist auf den Unterschied zwischen Belastung und Beanspruchung hinzuweisen. Belastung wird als „die Gesamtheit aller erfassbaren Einflüsse, die von außen auf den Menschen zukommen und psychisch auf ihn einwirken“ verstanden (EN ISO 10075-1, 2000, S. 3). Belastung ist damit unabhängig vom Individuum und objektiv und direkt messbar. Psychische Beanspruchung hingegen ist „die unmittelbare (nicht die langfristige) Auswirkung der psychischen Belastung im Individuum in Abhängigkeit von seinen jeweiligen überdauernden und augenblicklichen Voraussetzungen, einschließlich der individuellen Bewältigungsstrategien“ (EN ISO 10075-1, 2000). In der Forschung wird, im Sinne des Beanspruchungsbegriffs, häufig auch von Workload gesprochen, ein Konzept, das die Zusammenhänge zwischen externalen Anforderungen, internalen Ressourcen, der Verarbeitungskapazität und der Leistungskapazität umfasst (de WAARD, 1996). Das Ziel von Maßnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit sollte entsprechend die Verringerung der subjektiven Beanspruchung sein. Die Verringerung von Belastung (z. B. durch Verringerung der Komplexität

der Verkehrsumgebung) ist dabei eine Möglichkeit, aber nicht die einzige. Im Vergleich zu anderen Interventionen (z. B. Training zur Erhöhung von Fahrkompetenz) hat ein Ansatz, der die Belastung adressiert, jedoch den Vorteil, dass er unmittelbar für alle Verkehrsteilnehmer wirksam ist (wenngleich, in Abhängigkeit von den zuvor beschriebenen individuellen Faktoren, in unterschiedlichem Ausmaß).

Empirische Ergebnisse zu konkreten Auswirkungen von Arbeitsstellen auf die Beanspruchung von Fahrzeugführern sind kaum zu finden, die Auswirkungen von Komplexität allgemein sind hingegen hinlänglich belegt. So berichten CANTIN et al. (2009), dass eine Fahrsituation mit erhöhter Komplexität (Überholvorgang) zu erhöhten Reaktionszeiten in einer Zweitaufgabe führte, ein Effekt, der für ältere Fahrer besonders stark ausfiel. PATTEN et al. (2006) beschreiben einen ähnlichen Befund. Auch hier gingen Fahrsituationen, die als komplex klassifiziert wurden, einher mit höheren Reaktionszeiten und höheren Miss-Raten bei der Reaktion auf einen peripher dargebotenen visuellen Stimulus. Vergleichbare Folgen werden für Situationen berichtet, in denen die Komplexität der Verkehrsumgebung durch Werbetafeln erhöht wird. So wurden von Probleme bei der lateralen Kontrolle des Fahrzeuges, erhöhter Workload und verändertes Blickverhalten gefunden (YOUNG & MAHFOUD, 2007; CRUNDALL, van LOON & UNDERWOOD, 2005).

Auch HORBERRY et al. (2006) bestätigen diese Ergebnisse. In ihrer Simulatorstudie war eine erhöhte Komplexität der Verkehrsumgebung verbunden mit geringeren Durchschnittsgeschwindigkeiten bei der Durchfahrt. Die Autoren interpretieren diesen Effekt als Kompensation einer erhöhten subjektiven Beanspruchung. Interessanterweise ist die Manipulation der Komplexität der Verkehrsumgebung in der beschriebenen Untersuchung nur eine zweitrangige Variation, zentrales Anliegen war die Betrachtung von Fahrerablenkung durch Fahrerinformationssysteme. Im vorliegenden Kontext ist diese Form der Ablenkung nichts anderes als die Erhöhung der Komplexität der Fahraufgabe, im konkreten Fall durch das Hinzufügen weiterer Informationsquellen und zusätzlicher motorischer Aufgaben, und ist in ihren Auswirkungen damit nicht wesentlich verschieden von anderweitig erhöhter Komplexität. Bedenkt man die breite Literaturbasis zu den negativen Folgen von Ablenkung durch die Bearbeitung von Nebenaufgaben innerhalb des

Fahrzeuges (für einen Überblick siehe REGAN, LEE & YOUNG, 2008), so wird deutlich, welche Relevanz die Komplexität der Fahraufgabe für die Fahrperformanz und damit auch die Verkehrssicherheit hat. In Anbetracht der Tatsache, dass Arbeitsstellen hochkomplexe Situationen für den Fahrzeugführer darstellen, ist verständlich, dass gerade in im Bau befindlichen Autobahnabschnitten verstärkt Probleme auftreten.

### 3 Fokusgruppen

Folgt man der Argumentation, dass die Komplexität von Arbeitsstellen ein wesentlicher Auslöser für deren erhöhte Verkehrssicherheitsrelevanz ist, so schließt daran unmittelbar die Frage an, welche Aspekte der Arbeitsstelle nun die Komplexität erhöhen, welche Merkmale besonders schwierig sind, und welche Lösungsansätze dafür möglicherweise bereits existieren. Kapitel 3.1 fasst die Ergebnisse vierer Fokusgruppen zur Wirkung von Arbeitsstellen längerer Dauer auf den Verkehrsteilnehmer zusammen, die genau diese Themen adressieren sollten.

#### 3.1 Methode

Fokusgruppen sind moderierte und strukturierte Diskussionen in einer Kleingruppe, in denen Personen über ein vorgegebenes Thema sprechen. Die Methode eignet sich u. a. in der explorativen Phase von Forschungsprozessen, um den zu untersuchenden Sachverhalt genauer zu strukturieren bzw. zu präzisieren, Hypothesen zu generieren, ein Messinstrument zu entwickeln oder mögliche Einflussfaktoren auf die zu untersuchende Thematik zu definieren. Ziel ist es, unterschiedliche Positionen einzufangen, um so ein breites Meinungsspektrum zum jeweiligen Thema zu erhalten. Gleichwohl spiegeln die Ergebnisse von Fokusgruppen lediglich die subjektive Meinung der jeweiligen Teilnehmer wider. Ziel der im Rahmen dieses Projekts durchgeführten Fokusgruppen war es, einen Überblick über positiv und negativ wahrgenommene Aspekte von Arbeitsstellen zu erhalten. Das Hauptaugenmerk lag auf dem Herausarbeiten der relevanten Merkmale sowie dem Erarbeiten von Verbesserungsvorschlägen. Eine Beurteilung der Machbarkeit der in diesem Zusammenhang erwähnten Verbesserungsvorschläge wurde nicht vorgenommen.

#### 3.1.1 Durchführung der Fokusgruppen

Im Vorfeld der geplanten Befragungen von Verkehrsteilnehmern wurden vier Fokusgruppen gebildet. Zwei der vier Fokusgruppen setzten sich aus insgesamt 13 Experten zusammen. Die weiteren zwei Fokusgruppen wurden mit insgesamt zehn Autofahrern ohne spezielle Expertise durchgeführt. Bei den Experten handelte es sich um Verkehrsforscher (Verkehrstechnik, Verkehrspsychologie) sowie um Experten, die sich aus praktischer Sicht mit Arbeitsstellen beschäftigten, u. a. Autobahnpolizei, Autobahnverwaltung, Verkehrsakademie, Verkehrsministerium, Allgemeiner Deutscher Automobil-Club (ADAC). Bei den zwei Fokusgruppen mit Autofahrern bestand eine Gruppe aus Teilnehmern unter 50 Jahren, die Teilnehmer der zweiten Gruppe waren 50 Jahre und älter. Die Teilnehmer beider Autofahrer-Gruppen wiesen eine jährliche Fahrleistung von jeweils über 15.000 Kilometern auf. Für die Vorbereitung der Fokusgruppen wurde ein Leitfaden entwickelt, um die Inhalte und den Ablauf der Diskussionen zu strukturieren. Die Diskussionsdauer in den Fokusgruppen betrug jeweils ca. zwei Stunden.

#### 3.1.2 Ablauf der Fokusgruppen

Zu Beginn gab es in den Fokusgruppen eine kurze Einführung in das Thema durch den Moderator. Als Einstieg in die Diskussion wurden die Teilnehmer aufgefordert, von einer Situation zu berichten, die sie in letzter Zeit bei der Durchfahrt einer Arbeitsstelle erlebt haben und die sie besonders geärgert oder genervt hat.

Im Anschluss daran wurden die Teilnehmer gebeten, Ursachen für Beanspruchung, Ärger und Stress für den Verkehrsteilnehmer bei Arbeitsstellen auf Autobahnen aus Expertensicht bzw. aus Fahrersicht zu nennen. Um möglichst viele Ideen zu den Ursachen für Ärger und Stress auf Arbeitsstellen zu sammeln, wurden die Teilnehmer zunächst angewiesen, in Ruhe Ideen zu sammeln und diese zu verschriftlichen. Die gesammelten Ideen wurden dann in der Runde diskutiert.

Ferner erarbeiteten die Teilnehmer Verbesserungsmöglichkeiten, welche die Durchfahrt von Arbeitsstellen für den Verkehrsteilnehmer erleichtern könnten. Die Diskussion fokussierte sich hier einerseits auf die Arbeitsstellengestaltung und andererseits auf die Informationsgebung in Arbeitsstellen. Auf diesen Bereichen liegt auch das Hauptaugenmerk des Projekts.

Abschließend führten die Teilnehmer Beispiele für gelungene Arbeitsstellengestaltung und Informationsmaßnahmen sowohl im Inland als auch außerhalb Deutschlands an.

### 3.1.3 Datenauswertung

Die Fokusgruppendifkussionen wurden mit dem Einverständnis der Teilnehmenden auf Video aufgezeichnet und anschließend wörtlich transkribiert. Das Vorgehen im Rahmen der Auswertung war weitgehend an das Verfahren des thematischen Codierens angelehnt (KUCKARTZ, 2007). Zunächst wurde auf Basis des Fokusgruppenleitfadens ein Codierleitfaden für die Zuordnung von Zitaten zu den enthaltenen Kategorien entwickelt. Dieser wurde an den schriftlichen Aussagen der Diskussionsteilnehmer getestet und die im ersten Schritt festgelegten Kategorien schrittweise anhand des Textmaterials ergänzt. Anschließend wurde das gesamte Textmaterial mithilfe des überarbeiteten Codierleitfadens codiert. Das in dieser Weise entstandene Kategoriensystem besteht aus mehreren Haupt- und Subkategorien.

## 3.2 Zentrale Ergebnisse

### 3.2.1 Ursachen für Ärger und Stress in Arbeitsstellen aus Expertensicht

Die von den Experten genannten Ursachen für Ärger und Stress in Arbeitsstellen auf Autobahnen betrafen ein breites Spektrum an Themen. Zur Sprache kamen das Verkehrsaufkommen (Verkehrsdichte als verschärfender Faktor für Schwierigkeiten anderer Art und Stau im Allgemeinen), individuelle Faktoren (Überforderung der Verkehrsteilnehmer aufgrund der schwierigen Fahraufgabe, fehlende Aufmerksamkeit) sowie Schwierigkeiten in der Interaktion zwischen den Verkehrsteilnehmern (rücksichtsloses Verhalten von Verkehrsteilnehmern, Schwierigkeiten bei der Umsetzung des Reißverschlussfahrens). Außerdem diskutierten die Experten die für das Projekt besonders relevanten Themen der baulichen Gestaltung und Informationsgebung in Arbeitsstellen, die im Folgenden beschrieben sind.

#### Bauliche Gestaltung von Arbeitsstellen

Die Nennungen der Experten hinsichtlich der baulichen Gestaltung von Arbeitsstellen konnten zum einen übergeordneten und zum anderen unter-

geordneten baulichen Merkmalen zugeordnet werden.

#### a) Übergeordnete bauliche Merkmale

Solche Merkmale, die bereits bei der Planung von Arbeitsstellen festgelegt werden und unter anderem von der Art der durchzuführenden Arbeiten und den Gegebenheiten der Autobahn (wie beispielsweise Querschnitt der Autobahn, vorhandene Anschlussstellen) abhängig sind, können der Kategorie der übergeordneten baulichen Merkmale zugeordnet werden.

Die Experten diskutieren dazu drei Bereiche, die den Verkehrsteilnehmern die Fahrt durch eine Arbeitsstelle erschweren können: die Fahrstreifenbreite, Behelfsanschlussstellen, die durch die Verkürzung des Beschleunigungstreifens Schwierigkeiten bereiten sowie die Länge der Arbeitsstelle. Die maximal zumutbare Länge einer Arbeitsstelle hängt aus Expertensicht von verschiedenen Faktoren ab, wie der Komplexität einer Arbeitsstelle und dem damit zusammenhängenden Schwierigkeitsgrad, der Fahrstreifenbreite oder der Übersichtlichkeit einer Arbeitsstelle.

#### b) Untergeordnete bauliche Merkmale

Merkmale von Arbeitsstellen, die die konkrete Umsetzung der Arbeitsstellengestaltung vor Ort betreffen, können als untergeordnete bauliche Merkmale zusammengefasst werden.

Bei Verkehrsführungen, die eine Überleitung auf die Gegenfahrbahn vorsehen, stellt aus Sicht der Experten der Höhenunterschied zwischen Fahrstreifen und Mittelstreifen eine Schwierigkeit dar, da dieser bei der Einrichtung von Arbeitsstellen teilweise nicht ausreichend baulich entschärft werde. Als besonders schwierigen Bereich einer Arbeitsstelle sahen die Diskussionsteilnehmer den Verschwenkungsbereich, welchem von Seiten der Verkehrsteilnehmer bei der Durchfahrt zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt werde.

#### c) Einrichtung und Instandhaltung von Arbeitsstellen

Ein weiteres diskutiertes Thema in Bezug auf die baulichen Merkmale von Arbeitsstellen betraf die Einrichtung und Instandhaltung von Arbeitsstellen. So könne die Einrichtung der Verkehrsführung den Verkehrsteilnehmern Schwierigkeiten bereiten. Als

Ursache wurden u. a. nicht eindeutige bzw. nicht sichtbare Fahrbahnmarkierungen genannt. Mängel in der Wartung und Instandhaltung von Arbeitsstellen bzw. die nicht optimale Umsetzung der Regelwerke – beispielsweise sich ablösende Fahrbahnmarkierung, fehlende Baken oder nicht funktionierende Bakenleuchten – wurden ebenso als Erschwernis für Verkehrsteilnehmer genannt.

### Informationspräsentation

Die in den Expertengruppen erwähnten Schwierigkeiten bzgl. der Informationsgestaltung vor Ort (on-Trip-Informationen) bezogen sich zum einen auf dynamische Informationen (z. B. Informationen über die Verkehrslage) und zum anderen auf statische Informationen (z. B. Informationen über Beschilderung). Besprochen wurden auch Informationen im Vorfeld von Arbeitsstellen (pre-Trip-Informationen).

#### a) Informationen in der Arbeitsstelle (on-Trip-Informationen)

Bei statischen Informationen, welche vor Ort in der Arbeitsstelle gegeben werden, sahen die Experten Schwierigkeiten bei der Wahrnehmung und dem Erkennen der Relevanz der gegebenen Information durch die Verkehrsteilnehmer. Vor allem im Annäherungsbereich der Arbeitsstellen bestehe die Gefahr einer Überladung durch zu viele Informationen z. B. durch ausladende Texte auf Schildern.

Nicht sichtbare Bauaktivitäten wurden in den Expertenrunden ebenfalls thematisiert, insbesondere vor dem Hintergrund, dass nicht alle Aktivitäten für die Verkehrsteilnehmer sichtbar und vom Ablauf her verständlich seien. Auch nicht nachvollziehbar angeordnete Geschwindigkeitsbeschränkungen in Arbeitsstellen wurden von den Experten angeführt. Beide Aspekte würden eine Emotionalisierung der Verkehrsteilnehmer verursachen.

Als ärgerlich für die Verkehrsteilnehmer wurde auch hervorgehoben, dass auf Verkehrsstörungen nicht bereits an den Anschlussstellen vor der Störung mithilfe dynamischer Informationsschilder hingewiesen würde. Dadurch bestehe für die Verkehrsteilnehmer keine Möglichkeit, sich für eine Alternativroute zu entscheiden. Einen weiteren Grund für Ärger bei den Verkehrsteilnehmern sahen die Experten in unzuverlässigen oder fehlenden Verkehrsdurchsagen in Bezug die Verkehrssituation in Arbeitsstellen.

#### b) Informationen im Vorfeld der Arbeitsstelle (pre-Trip-Informationen)

In einer der Expertengruppen bemängelten die Teilnehmer, dass das Thema Verkehrserziehung in den Medien zu kurz komme. Außerdem werde das Thema Arbeitsstellen in Fahrausbildung nicht ausreichend behandelt, so der Grundtenor der Diskussion zu diesem Thema.

### 3.2.2 Ursachen für Ärger und Stress in Arbeitsstellen aus Nutzersicht

In den Fokusgruppendifkussionen der Autofahrer ohne spezielle Expertise konnten die Aussagen ähnlichen Kategorien zugeordnet werden wie bei den Expertengruppen. Erwartungsgemäß erwähnten die Fahrer Stau durch Arbeitsstellen als Ärgernis. Hinsichtlich der Interaktion mit anderen Verkehrsteilnehmern führt nach Aussagen der Fahrergruppen das Fehlverhalten vieler Verkehrsteilnehmer bei der Anwendung des Reißverschlussverfahrens, ein aggressiver Fahrstil der Verkehrsteilnehmer, wiederholter Wechsel der Fahrstreifen, überhöhte Geschwindigkeit und Behinderung des Verkehrs durch die Fahrweise ängstlicher Verkehrsteilnehmer zu Stress und Ärger.

### Bauliche Gestaltung von Arbeitsstellen

#### a) Übergeordnete bauliche Merkmale

Ebenso wie die Expertengruppen hoben die Teilnehmer beider Nutzergruppen verengte Fahrstreifen in Arbeitsstellen als Schwierigkeit hervor. Diskutiert wurde, dass der linke Behelfsfahrstreifen, sofern hier eine Beschränkung der Fahrzeugbreite erfolgt, bereits für einige Fahrzeugtypen der Kompaktklasse zu schmal sei. Ebenso wurden die Arbeitsstellenlängen kritisch hinterfragt. Als Begründung wurde die Verlängerung der Fahrzeit, dadurch entstehender Zeitdruck sowie die Schwierigkeit der Aufrechterhaltung der Konzentration über die gesamte Länge der Arbeitsstelle genannt. Über die konkret zumutbare Länge einer Arbeitsstelle für die Verkehrsteilnehmer blieben die Teilnehmer in ihren Aussagen vage bzw. waren die Meinungen recht unterschiedlich. Zudem wurden Behelfsanschlussstellen kritisiert, da verkürzte Verzögerungstreifen das Auffahren auf die Autobahn bzw. das Abfahren erschweren würden.

#### b) Untergeordnete bauliche Merkmale

Mehrere Nennungen in den Fokusgruppendifkussionen bezogen sich auf Geschwindigkeitsbeschränkungen in Arbeitsstellen. Diese wurden von einigen Teilnehmern als unverhältnismäßig restriktiv angesehen, wodurch Verkehrsbehinderungen entstehen würden. Ebenso bemängelten die Diskussionsteilnehmer, dass durch wechselnde Geschwindigkeitsbeschränkungen innerhalb einer Arbeitsstelle nicht immer klar sei, welche Geschwindigkeitsbeschränkung gerade gelte. Weitere bauliche Merkmale, die Schwierigkeiten bereiten, sind geschlossen wirkende Schutzwände (z. B. aus Beton), da diese ein zusätzliches Engegefühl verursachen würden, sowie unübersichtliche Aufstellungen der Leitbaken in den Überleitungs- und Verschwenkungsbereichen.

#### c) Einrichtung und Instandhaltung von Arbeitsstellen

Einige Diskussionsteilnehmer hinterfragten die Beschreibung in Arbeitsstellen kritisch. Einerseits wurden zu viele Schilder in Arbeitsstellen, andererseits fehlende Schilder an Anschlussstellen innerhalb der Arbeitsstellen bemängelt.

Über nicht ordnungsgemäÙe gewartete Arbeitsstellen zeigten sich ebenfalls einige Teilnehmer verärgert. Als Beispiele hierfür wurden fehlende Warnleuchten an Baken, verschobene Leitelemente oder nach Ende der Bauzeit nicht entfernte Schilder genannt.

### Informationspräsentation

#### a) Statische Informationen in der Arbeitsstelle (on-Trip-Informationen)

Die in den Fahrergruppen genannten Schwierigkeiten in Bezug auf die Informationsgebung in der Arbeitsstelle, betrafen zum einen die Informationsverarbeitung (Arbeitsstellen-Informationsschild sei schwer lesbar oder Überforderung mit bereits vorhandener Information, da die Aufmerksamkeit auf die Fahraufgabe gerichtet ist und daher die Informationsverarbeitung nur im eingeschränkten Ausmaß möglich ist). Zum anderen zeigten sich die Teilnehmer verärgert über mangelnde oder nicht nachvollziehbare Informationen, z. B. dem nicht offensichtlichen Grund einer Geschwindigkeitsbeschränkung oder einer andauernden Fahrstreifenperrung nach Beendigung der Arbeiten.

Wenig Verständnis zeigten die Diskussionsteilnehmer für Arbeitsstellen, an denen keine Bauarbeiter zu sehen sind bzw. kein Fortschritt der Bauarbeiten bemerkbar ist.

#### b) Dynamische Informationen in der Arbeitsstelle (on-Trip-Informationen)

Kritisiert wurde von den Diskussionsteilnehmern der der aus ihrer Sicht große zeitliche Versatz zwischen auftretenden Verkehrsstörungen und den Verkehrsmeldungen im Radio. Bedauert wurde ebenso, dass über Arbeitsstellen längerer Dauer im Radio nicht berichtet werde.

### 3.2.3 Maßnahmen zur Reduzierung von Ärger und Stress in Arbeitsstellen aus Expertensicht

Im zweiten Teil der Fokusgruppendifkussion wurden die Teilnehmer gebeten, mögliche Maßnahmen zur Reduzierung von Ärger und Stress in Arbeitsstellen zu erarbeiten. Das Hauptaugenmerk lag hier auf Maßnahmen für eine bessere bauliche Gestaltung der Arbeitsstellen sowie eine verbesserte Information über die Arbeitsstellen.

#### MaÙnahmen zur baulichen Gestaltung

Verbesserungsvorschläge der Expertengruppen betrafen die Anbringung von quer zur Fahrtrichtung verlaufenden Fahrbahnmarkierungen in regelmäßigen Abständen (z. B. 50 Meter), um die Verkehrsteilnehmer bei der Einhaltung des vorgeschriebenen Abstands zum vorausfahrenden Fahrzeug zu unterstützen. Ein weiterer Vorschlag war das Entfernen der weißen Längsmarkierungen, wenn eine temporäre gelbe Markierung in Arbeitsstellen aufgebracht wird, um die Verkehrsführung eindeutiger zu gestalten. Zur Sprache kam in der Fokusgruppenrunde auch, dass bei der Umsetzung bestehender RSA-Regelungen zur Einrichtung von Arbeitsstellen Optimierungsbedarf bestehe. Die korrekte Umsetzung der RSA-Regelungen durch die Baufirmen sei unter anderem durch den Zeitdruck bei der Planung und Durchführung von Bauprojekten nicht immer gewährleistet.

Das stärkere Hervorheben von Verkehrszeichen in Arbeitsstellen, beispielsweise durch gelb fluoreszierender Hintergrundfolie oder Leuchtdiodentechnik (LED-Technik), wurde kontrovers diskutiert. Die Befürworter argumentierten, dass das Hervorheben von Verkehrsschildern den Verkehrsteilnehmer

mern helfe, sich in der Arbeitsstelle besser zu orientieren und auf kritische Bereiche der Arbeitsstelle aufmerksam mache. Gegen dies das Hervorheben spreche, dass konventionelle Schilder dadurch als weniger wichtig empfunden werden könnten, obwohl das Durchfahren einer Arbeitsstelle in allen Abschnitten von den Verkehrsteilnehmern eine hohe Aufmerksamkeit verlange.

Durch das Verwenden von schmalen Trenn- bzw. Schutzelementen in Arbeitsstellen könnte der linke Behelfsfahrstreifen etwas verbreitert werden. Hierdurch könnte die dort zulässige Fahrzeugbreite vergrößert werden (z. B. von 2,0 m auf 2,1 m).

Bei der Breite des rechten Behelfsfahrstreifens sah ein Experte ebenfalls Handlungsbedarf, da dieser für den Schwerverkehr häufig zu schmal ausgelegt sei. Beim Einrichten von Arbeitsstellen solle daher darauf geachtet werden, dass Schutzelemente am rechten Fahrbahnrand mit ausreichend Abstand zur Fahrbahnmarkierung aufgebaut werden.

#### **Maßnahmen zur Informationspräsentation**

Als hilfreiche Maßnahme für eine verbesserte statische Information vor Ort erwähnten die Experten die Angabe der verbleibenden Länge bis zum Arbeitsstellenende während der Durchfahrt. Vorstellbar sei auch die Angabe des durch die Arbeitsstelle verursachten Zeitverlusts kombiniert mit der Länge der Arbeitsstelle. Ein Experte sprach sich dafür aus, Informationen über aktuell stattfindende Arbeitsschritte an bestimmten Stellen zu beschildern, beispielsweise im Falle von Baumaßnahmen an Brücken. Gleichzeitig wurde darauf hingewiesen, dass die Umsetzung dieser Informationsmaßnahme schwierig sei. Bestimmte notwendige Bauabläufe seien dem Verkehrsteilnehmer schwer vermittelbar bzw. könnten bei Verkehrsteilnehmern auf Unverständnis stoßen, insbesondere wenn Informationsschilder über einen längeren Zeitraum hinweg ohne Änderung des Inhalts stehen bleiben würden.

Verbesserungsmöglichkeiten sahen einige Experten in Bezug auf das Arbeitsstellen-Informationsschild, beispielsweise beim Anbringen der Information über die Einrichtungsdauer der Arbeitsstelle. Hierzu sollten die Angaben auf dem Schild regelmäßig auf Aktualität überprüft werden.

Zusätzliche Informationsschilder wurden von einigen Experten skeptisch gesehen, da hierdurch vor allem im Annäherungsbereich der Arbeitsstelle eine Überforderung der Verkehrsteilnehmer zu befürchten sei.

Bereits vorhandene dynamische Informationsmaßnahmen in der Arbeitsstelle, z. B. Informationen über die Verkehrslage, hätten aus Sicht der Experten Verbesserungspotenzial. Als Beispiel wurde eine verbesserte Verkehrsdatenerfassung erwähnt, um genauere Stauinformationen an die Verkehrsteilnehmer weiterzugeben.

Als Vorschläge für eine verbesserte Informationsbereitstellung im Vorfeld einer Arbeitsstelle (pre-Trip-Information), führten die Experten mehr Informationen in Medien über Baumaßnahmen (z. B. im Internet und in Form von Pressemeldungen) an. Informationen über richtiges Verhalten in Arbeitsstellen könnten nach Meinung der Experten über Fernsehen, Radio und Internet gegeben werden, aber auch in Fahrschulen könnte das Thema stärker berücksichtigt werden.

#### **3.2.4 Maßnahmen zur Reduzierung von Ärger und Stress in Arbeitsstellen aus Nutzersicht**

##### **Maßnahmen zur baulichen Gestaltung**

Als mögliche Maßnahme für eine verbesserte bauliche Gestaltung der Arbeitsstellen wurde vorgeschlagen, Fahrstreifenverengungen an den Baufortschritt anzupassen und somit jeweils auf denjenigen Abschnitt zu beschränken, an welchem gerade Bauarbeiten stattfinden sowie einem bestimmten Bereich vor und nach diesem Abschnitt.

Zur besseren Wahrnehmung der Verkehrsführung in Arbeitsstellen würden aus Sicht der Fahrer Leuchtbänder zwischen den Fahrstreifen helfen. Ebenso kam der Vorschlag Ausfahrten nachts bzw. generell Arbeitsstellen stärker zu beleuchten. Außerdem regten die Teilnehmer an, verstärkt digitale Beschilderungen einzusetzen. Mobile LED-Verkehrszeichen, die bei Arbeitsstellen kürzerer Dauer zum Einsatz kommen, könnten bei Arbeitsstellen längerer Dauer als stationäre Verkehrszeichen verwendet werden. So könnte z. B. die Einengungstafel (Zeichen 531 StVO) als LED-Schild ausgeführt werden.

##### **Maßnahmen zur Informationspräsentation**

Die Diskussion in den Nutzerfokusgruppen zu möglichen Informationsmaßnahmen betraf hauptsächlich Informationen über die Arbeitsstelle vor Ort (Arbeitsstellen-Informationsschild, Information zu Bauaktivitäten und über die Länge der Arbeitsstel-

le). Zum Arbeitsstellen-Informationsschild kam die Anregung, dass dieses über den aktuellen Baufortschritt informieren könnte. Außerdem sollten die Angaben zum Ende der Bauzeit aktualisiert werden, sofern Verzögerungen bei der Baumaßnahme eintreten würden.

Gegenüber der Anzeige von Informationen über Bauaktivitäten herrschte teilweise Skepsis, was zum einen mit der Sorge um den sogenannten „Schilderwald“ und der zu starken Ablenkung von der Fahraufgabe begründet wurde, zum anderen mit der Befürchtung, dass die gebotenen Informationen schwer verständlich sein könnten bzw. für den Fahrer wenig relevant seien. Als hilfreich wurden Informationsschilder über die verbleibende Länge der Arbeitsstelle während der Arbeitsstellendurchfahrt bewertet.

In geringerem Ausmaß wurden Verkehrsinformationsmaßnahmen besprochen. So wurde über Möglichkeiten diskutiert, wie Navigationssysteme stärker für Verkehrsinformationen rund um Arbeitsstellen eingesetzt werden könnten. Des Weiteren wurde von Nutzern vorgeschlagen, die Regelung zum Reißverschlussverfahren in der Verkehrserziehung stärker zu berücksichtigen.

### 3.2.5 Beispiele für gelungene Maßnahmen

Im abschließenden Teil der Fokusgruppens Diskussionen konnten die Teilnehmer Beispiele für gelungene Maßnahmen bzw. Gestaltungen von Arbeitsstellen nennen.

#### Aus Expertensicht

Die von den Experten vorgebrachten Beispiele gelungener Arbeitsstellengestaltung betrafen Maßnahmen zur besseren Erkennbarkeit der Arbeitsstelle, wie beispielsweise die Beleuchtung des Verschwenkungs- und Überleitungsbereiches mit Leuchtbalken oder mobilen Beleuchtungsanlagen oder den Einsatz von Baken und Verkehrsschilder mit gelb fluoreszierendem statt weißem Hintergrund. Ebenso bezeichneten die Experten Fahrbahnmarkierungen, die in regelmäßigen Abständen (z. B. 50 Meter) quer zur Fahrtrichtung auf der Fahrbahn angebracht sind und den Verkehrsteilnehmern helfen, den Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug einzuhalten, als gelungen. Als positives Beispiel wurde der Einsatz dieser Markierung in den Niederlanden aufgeführt. Als Beispiel für eine gelungene Informationsmaßnahme diskutier-

ten die Teilnehmer Schilder mit Smileys, welche die verbleibende Länge der Arbeitsstelle während der Durchfahrt anzeigen.

#### Aus Nutzersicht

Die Nutzer führten als Beispiele gelungener Arbeitsstellengestaltung Fahrbahnmarkierungen auf, die den Einzug von Fahrstreifen und Ausfahrten innerhalb einer Arbeitsstelle frühzeitig ankündigen und deutlicher hervorheben (als positives Beispiel wurde der Einsatz einer solchen Markierung in Dänemark aufgeführt) bzw. Fahrbahnmarkierungen, die bei Abkommen des Fahrzeugs einen deutlichen Rütteleffekt aufweisen. Weitere genannte Beispiele für gelungene Maßnahmen waren der vermehrte Einsatz von retroreflektierenden Fahrbahnmarkierungen anstelle von Baken, das Hervorheben von Verkehrszeichen durch gelb fluoreszierendem statt weißem Hintergrund sowie der Einsatz von Schildern mit Smileys, die die verbleibende Länge einer Arbeitsstelle anzeigen.

### 3.2.6 Zusammenfassung der Ergebnisse der Fokusgruppen

Die Diskussionen in den Fokusgruppen zeigten, dass Arbeitsstellen auf Autobahnen häufig zu Verärgerung bei Verkehrsteilnehmern führen können. Zugleich wurden einige Bereiche von Arbeitsstellen bei der Durchfahrt als kritisch und schwierig empfunden. Als Ursachen baulicher Art wurden genannt:

- zu geringe Breite der Behelfsfahrstreifen, vor allem des linken Behelfsfahrstreifens,
- Behelfsanschlussstellen mit verkürzten Verzögerungs- und Beschleunigungsstreifen,
- Überleitungen und Verschwenkungen, die in den Diskussionen als sicherheitskritisch betrachtet wurden, aber von Verkehrsteilnehmern häufig nicht entsprechend beachtet würden,
- zu viele und unübersichtliche Leitbaken in den Überleitungsbereichen,
- übermäßige Länge von Arbeitsstellen,
- für Verkehrsteilnehmer unklare Gestaltung der Verkehrsführung (Linienführung) oder nicht eindeutige bzw. nicht sichtbare Fahrbahnmarkierungen sowie nicht eindeutige Beschilderung,
- verkürzte Verzögerungsstreifen bei Behelfsausfahrten,

- wechselnde Geschwindigkeitsbeschränkungen in Arbeitsstellen,
- geschlossen wirkende Schutzwände (z. B. Betonschutzwände),
- nicht ordnungsgemäß gewartete Arbeitsstellen (z. B. sich ablösende Fahrbahnmarkierung, fehlende Baken).
- schwer nachzuvollziehende und nicht sichtbare Bauaktivitäten bzw. kein sichtbarer Baufortschritt,
- nicht ausreichende Stauinformationen (unzuverlässige Verkehrsdurchsagen, kein Hinweis auf Stau an den Anschlussstellen vor den Arbeitsstellen).

Von den Fokusgruppenteilnehmern genannte Verbesserungsmaßnahmen der baulichen Gestaltung:

- Fahrbahnmarkierungen in regelmäßigen Abständen (z. B. 50 m), die dem Verkehrsteilnehmer helfen den Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug einzuhalten,
- Entfernen der weißen Fahrbahnmarkierung bei der Einrichtung von Arbeitsstellen,
- das Verwenden von schmaleren Trennelementen,
- Optimierung der Umsetzung bestehender RSA-Regelungen durch Baufirmen,
- Hervorheben von Verkehrszeichen, z. B. durch gelb fluoreszierendem statt weißem Hintergrund (kontrovers diskutiert),
- die Fahrstreifenverengung auf den Abschnitt zu beschränken, an welchem gerade Bauarbeiten stattfinden sowie einem bestimmten Bereich vor und nach diesem Abschnitt,
- das Anbringen von Leuchtbändern zwischen den Fahrstreifen für die bessere Sichtbarkeit
- Ausfahrten nachts besser zu beleuchten,
- verstärkt digitale Beschilderung einzusetzen.

Zur Thematik Informationspräsentation in Arbeitsstellen nannten die Teilnehmer folgende Ursachen:

- Schwierigkeiten bei der Wahrnehmung und dem Erkennen der Relevanz der gegebenen Informationen ,
- Gefahr einer Überforderung durch zu viele Informationsschilder bzw. durch ausladende Texte auf Schildern, Arbeitsstellen-Informationsschild sei schwer lesbar,
- nicht nachvollziehbare Geschwindigkeitsbeschränkungen,

Als mögliche bzw. hilfreiche Informationsmaßnahmen vor Ort schlugen die Gesprächsteilnehmer vor:

- Angabe des Zeitverlusts, der durch eine Arbeitsstelle verursacht wird, vor den Arbeitsstellen,
- Informationen über aktuell stattfindende Baumaßnahmen an bestimmten Abschnitten von Arbeitsstellen,
- Angabe der verbleibenden Länge einer Arbeitsstelle während der Arbeitsstellendurchfahrt,
- Neugestaltung des Arbeitsstellen-Informationsschildes (z. B. durch Angabe von Informationen über den Baufortschritt, regelmäßige Prüfung auf Aktualität der Schilderhalte).

### 3.3 Reflexion der Fokusgruppenergebnisse vor dem Hintergrund der Literaturrecherche

Im Folgenden werden die von den Teilnehmern der Fokusgruppen getätigten Aussagen vor dem Hintergrund verfügbarer Fachliteratur sowie einschlägiger Pressemeldungen eingeordnet. Die Erarbeitung einer Literaturübersicht begann bereits als erster Projektschritt und lieferte Input für die Durchführung der Fokusgruppen sowie deren Auswertung, vor allem im Hinblick auf die Klassifikation der Antworten. Entsprechend wurden bereits in der Auswertung der Fokusgruppen Begriffe wie „statische Informationen“ oder „pre-Trip“ eingeführt. Der Konsistenz halber erfolgt aber eine detaillierte Erörterung dieser Aspekte erst in diesem Abschnitt. Es wird, analog zur Durchführung und Analyse der Fokusgruppen, ebenfalls grob unterteilt in Fragen der Beanspruchung durch Arbeitsstellenmerkmale sowie Fragen der Informationsvermittlung. Es ist anzumerken, dass diese Trennung keineswegs strikt ist, nicht zuletzt weil bestimmte Probleme auf Beanspruchungsseite unter Umständen durch Maßnahmen auf Informationsseite beseitigt werden können.

### 3.3.1 Problemstellungen in Arbeitsstellen und Lösungsansätze

Wie bereits ausgeführt, gibt die Literatur bisher nur wenige empirisch belegte Hinweise auf konkrete Teilaspekte, die besonders problematisch erscheinen. Demgegenüber steht eine nicht unerhebliche Zahl an Maßnahmen, die auf vermutete (wenn auch selten nachgewiesene) Problembereiche abzielen.

Bezüglich der in den Fokusgruppen kritisierten Leiteinrichtungen gibt es klare Regelungen, etwa zu den temporären Fahrbahnmarkierungen, in den RSA (1995). Die temporäre gelbe Markierung soll andauernder Abnutzung durch den Verkehr gewachsen sein und eine „stetige Führung der Verkehrsteilnehmer, logischer Verlauf der Markierung, verkehrsgerechte Einteilung des Straßenraums und gute optische Darstellung, auch bei Regen und Dunkelheit“ gewährleisten (3M, 2009). Demgegenüber steht die Forderung, dass eine vorübergehende Markierung ebenso schnell und rückstandslos wieder entfernt werden muss, ohne dabei die Fahrbahn zu beschädigen (3M, 2009). Insofern sind bzgl. der Dauerhaftigkeit der Markierung zwei konträre, jedoch weithin bekannte Problemstellungen zu lösen.

In einer Befragung berichteten US-amerikanische Kfz-Fahrer ebenso von Problemen mit der Sichtbarkeit von Arbeitsstellen bei Dunkelheit. Vor allem wurde die Sichtbarkeit von Schildern, Fahrbahnmarkierungen, Absperrungen und Arbeitern bemängelt (GRIFFITH & LYNDE, 2002). In einer Studie im Auftrag der Unfallforschung der Versicherer (UDV) wurde der Einfluss einer modifizierten Beschilderung besonderer Bereiche in Arbeitsstellen untersucht (ENKE et al., 2011). Vor dem Hintergrund des Befundes, dass Bereiche wie Verschwenkungen innerhalb der Arbeitsstelle oder auch die Überleitung am Ende mit einem erhöhten Unfallrisiko einhergehen, wurde versucht, durch eine deutlichere Sichtbarmachung zentraler Leiteinrichtungen (selektivgelber anstelle weißer Beschilderung) die Führung der Verkehrsteilnehmer zu verbessern. Es konnten positive Auswirkungen auf die mittlere Geschwindigkeit (um 7 km/h gesunken) sowie ein verringerter Anteil von Fahrzeugen auf dem Überholfahrstreifen beobachtet werden – beides Befunde, die eine Erhöhung der Verkehrssicherheit annehmen lassen. Gleichzeitig schränken die Autoren ein, dass sie keine Aussagen zur Langzeitwirkung tätigen können, und dass ungeklärt ist, ob die Effekte bei standardmäßigem Einsatz stabil bleiben. Ähn-

liche Befunde berichten auch BAIER & KEMPER (2011). So konnte durch eine fluoreszierende Beschilderung (Leitbaken und Überleitungstafeln) die Geschwindigkeitsverstöße im Zulaufbereich der Arbeitsstelle vermindert werden. Gleichzeitig weisen auch sie darauf hin, dass die Frage nach möglichen Gewöhnungseffekten bislang ungeklärt ist.

Häufig zur Diskussion steht die Fahrstreifenbreite in Arbeitsstellen. Bisher sehen die RSA eine Mindestbreite des linken Behelfsfahrstreifens von 2,50 m vor (RSA, 1995). Unter Berücksichtigung eines seitlichen Sicherheitsabstands von jeweils 0,25 m ergibt sich hieraus eine zulässige Fahrzeugbreite inkl. Außenspiegel von 2,00 m. Eine Untersuchung des ADAC ergab jedoch, dass etwa 70 Prozent aller neu zugelassenen Fahrzeuge in Deutschland eine Fahrzeugbreite inkl. Außenspiegel von über 2,00 m aufweisen (ADAC, 2011). Der ADAC fordert daher eine Erhöhung der Mindestbreite des linken Fahrstreifens um mindestens zehn Zentimeter. Da der linke Behelfsfahrstreifen dennoch von vielen Fahrzeugen mit Fahrzeugbreiten von mehr als 2,00 m genutzt wird, wird die Komplexität der Fahrsituation für die Verkehrsteilnehmer substantiell erhöht. Entsprechend gibt es Hinweise darauf, dass ein linearer Zusammenhang zwischen der Breite des linken Fahrstreifens und der Unfallrate besteht (ZIMMERMANN & CINDRIC-MIDDENDORF, 2011). Vorschläge zur Optimierung umfassen den Einsatz von 3+1 anstatt 4+0 Verkehrsführungen, oder auch die Anordnung versetzten Fahrens in Verbindung mit einem Überholverbot für alle Kfz (ADAC, 2011). Allerdings muss hier darauf hingewiesen werden, dass an anderer Stelle häufig die Verringerung der Fahrstreifenbreite als Maßnahme zur Verkehrsberuhigung betrachtet wird. MARTENS, COMTE & KAPTEIN (1997) berichten in ihrer Literaturübersicht, dass die Verringerung von Fahrstreifenbreiten in urbanen Umgebungen ein sehr effektives Mittel zur Reduktion der Geschwindigkeiten zu sein scheint. Im Umkehrschluss würde dies bedeuten, dass eine Verbreiterung der Fahrstreifen zwar für den Fahrer angenehmer ist, unter Umständen aber auch höhere Geschwindigkeiten zur Folge haben kann.

Zur Frage der Arbeitsstellenlänge gibt es keine eindeutigen Befunde. BAKABA et al. (2012) merken an, dass insbesondere Arbeitsstellen über 8 km Länge nur selten angeordnet werden, sodass die Untersuchung der Länge als Einflussfaktor schwierig ist. So wird zwar berichtet, dass für Arbeitsstellen größerer Länge das Unfallrisiko im Innen-

bereich der Arbeitsstelle zunimmt. Allerdings gingen in dieses Ergebnis nur die Daten von vier Arbeitsstellen größerer Länge ein, während für die kürzeren Arbeitsstellen jeweils 19 oder 20 Datensätze vorlagen. Grundsätzlich scheint die Arbeitsstellenlänge aber vor dem Hintergrund des zuvor berichteten Ergebnisses, dass es generell eher in den Randbereichen (Überleitung, Ende der Arbeitsstelle) zu einer Unfallhäufung kommt, in Bezug auf die Verkehrssicherheit eine eher zweitrangige Größe darzustellen.

Ein häufig benanntes Problem ist die Einhaltung der Geschwindigkeit. Zwar bestehen, wie überall in Arbeitsstellen, Geschwindigkeitsbeschränkungen, diese werden jedoch häufig nicht eingehalten. In einer Pressemitteilung berichten die Regierungspräsidien Baden-Württemberg (2012), dass bei Kontrollen auf der A 8 und A 81 im ersten Halbjahr 2012 mehr als zehn Prozent der 450.000 kontrollierten Fahrzeuge die zulässige Höchstgeschwindigkeit übertraten. KOCKELKE & ROSSBANDER (1988) zeigten in Folgefahrten, dass „die zulässige Höchstgeschwindigkeit sowohl bei der Annäherung als auch innerhalb der Baustellen fast durchgängig von allen Fahrern deutlich überschritten wurde“. Zudem kamen sie in ihrer Auswertung von Unfällen in Arbeitsstellen zu dem Ergebnis, dass nicht angepasste Geschwindigkeit die häufigste Unfallursache war. In einer Befragung von 441 US-amerikanischen Fahrern nach Durchfahrt einer Arbeitsstelle (BENEKOHAL, ORLOSKI & HASHMI, 1990) zeigte sich, dass nur 87 % der Befragten Schilder, die eine Verringerung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit anzeigten, wahrgenommen hatten und davon nur 90 % angaben, die Geschwindigkeit auch tatsächlich verringert zu haben. Ein Drittel aller Befragten gab an, die zulässige Höchstgeschwindigkeit übertreten zu haben. Ebenso berichteten Fahrer aber auch von unangenehmen emotionalen Zuständen wie Nervosität, Unwohlsein und Irritation, häufig als vermutete Folge von rücksichtslosem Verhalten (in aller Regel Geschwindigkeitsübertretungen) anderer Fahrer (KANE et al., 1999). Mithilfe eines probabilistischen Modells zur Bewertung des Risikos von Unfällen in Arbeitsstellen errechneten MENG, WENG & QU (2010) die Veränderungen des individuellen Unfallrisikos bei einer Verringerung der durchschnittlichen Fahrtgeschwindigkeit um 20 Prozent. Es ergab sich ein 62 prozentiger Rückgang des Risikos für einen tödlichen Unfall, sowie eine 44 prozentige Verringerung des Risikos für einen Unfall mit Personenschaden.

Ein bekannter Ansatz zur Geschwindigkeitsregulierung ist die polizeiliche Kontrolle der Geschwindigkeiten über mobile oder ortsfeste Messgeräte, die die Geschwindigkeit der Verkehrsteilnehmer für einen bestimmten Messpunkt erfassen. In Österreich und einigen weiteren Ländern wird auch eine Verkehrsüberwachung durch eine sogenannte Abschnittskontrolle (Section Control) eingesetzt, bei der die Durchschnittsgeschwindigkeiten über eine längere Strecke erfasst werden. Anders als bei herkömmlichen Messgeräten kommen hier Kameras an zwei Messpunkten (z. B. Anfang und Ende der Arbeitsstelle) zum Einsatz, die jeweils eine fahrzeugbezogene Identifizierung ermöglichen und mit einem Zeitstempel versehen. Aus der Abschnittslänge und der Zeitdifferenz wird dann die Durchschnittsgeschwindigkeit ermittelt und bei Überschreitung einer vorgegebenen Durchschnittsgeschwindigkeit ein Geschwindigkeitsverstoß festgestellt. Das Prinzip ist u. a. bei FISCHER (2009) beschrieben. Allerdings gilt es hier, auf die Einhaltung des Datenschutzes zu achten, und auf mögliche Vorbehalte diesbezüglich einzugehen. Ein anderer, hinlänglich bekannter Ansatz einer Geschwindigkeitsregulierung ohne Überwachung ist die unmittelbare Rückmeldung der aktuellen Geschwindigkeit über eine dynamische Anzeige, entweder in neutraler oder bewertender (rot/grün) Form (z. B. SCHULZE, SCHLAG & GEHLERT, 2011). Die positiven Auswirkungen dieser Maßnahme sind mehrfach belegt (z. B. PESTI & MCCOY, 2001; CASEY & LUND, 1993; GARBER & SRINIVASAN, 1997).

### 3.3.2 Zurverfügungstellung von Informationen in/über Arbeitsstellen

Eng verknüpft mit dem Problem der Geschwindigkeitsübertretungen, sowie intentionalen Regelverstößen allgemein, ist der Aspekt der Akzeptanz von Arbeitsstellen. Zwar ist Akzeptanz an sich nicht unmittelbar verkehrssicherheitsrelevant, kann aber gegebenenfalls eine erhöhte Befolgung der jeweils gültigen Regeln (zulässige Höchstgeschwindigkeit, Überholverbote, Fahrstreifenwechselverbote etc.) mit sich bringen, die sich dann letztlich doch positiv auf die Verkehrssicherheit auswirkt. Insofern ist eine erhöhte Akzeptanz der Arbeitsstellen aus der Perspektive der Verkehrssicherheit, aber auch ganz allgemein, zweifellos wünschenswert. Das offensichtliche Mittel dafür ist die Zurverfügungstellung von Informationen. Ausgehend von der Annahme, dass Arbeitsstellen generell nie grundlos

eingerichtet werden, die damit einhergehenden Maßnahmen zweckmäßig sind und dass jegliche (Nicht-)Aktivität an der Arbeitsstelle plausible Ursachen hat, kann vermutet werden, dass, wenn es gelingt, dem Fahrer diese Fakten verständlich zu machen, eine höhere Akzeptanz der Arbeitsstelle die Folge ist.

Informationen können sowohl statisch als auch dynamisch zu Verfügung gestellt werden. Die statische Darbietung, etwa in Form von einfachen Schildern, erlaubt keine Reaktion auf aktuelle Ereignisse im Straßenverkehr. Entsprechend eignen sich für die statische Darbietung in der Regel Informationen, die relativ stabil und unveränderlich sind, zum Beispiel der Anlass der Arbeiten oder die voraussichtliche Dauer dieser Arbeiten. Im Gegensatz dazu bietet die dynamische Präsentation die Möglichkeit, variabelere Informationen zu präsentieren und auch in Echtzeit auf Veränderungen zu reagieren. Ebenso muss zwischen pre-Trip, also Informationen vor Fahrtantritt, sowie on-Trip-Informationen unterschieden werden. In Arbeitsstellen auf Autobahnen würden unter das Label on-Trip die Informationen fallen, die in der unmittelbaren Umgebung der Arbeitsstelle, beziehungsweise in der Arbeitsstelle selbst gegeben werden.

Die Federal Highway Administration, (2011) listet folgende pre-Trip-Informationsquellen auf, die grundsätzlich in Frage kommen, um über größere Arbeitsmaßnahmen zu informieren:

- Projektwebseiten,
- soziale Medien,
- elektronische Newsletter,
- Apps,
- TV- und Radiowerbung,
- Broschüren und Flugblätter,
- Pressemitteilungen und Pressemappen,
- Werbegeschenke,
- Ausstellung des Projektmodells,
- lokale Arbeitsgruppen (mit Behörden und Bevölkerung).

Der Übergang zwischen statischen und dynamischen Informationen ist hier fließend, elektronische Informationsquellen lassen sich in der Regel deutlich aktueller halten. Es ist anzumerken, dass die

gelisteten Informationsquellen auf die generelle Akzeptanz von Arbeitsmaßnahmen abzielen. Dabei stehen nicht nur die Fahrer, die durch die Arbeitsmaßnahme beeinträchtigt werden, im Blickpunkt, sondern beispielsweise auch eventuell betroffene Anwohner. Inwieweit jede einzelne Maßnahme geeignet ist, Fahrern die Durchfahrt zu erleichtern, ist individuell zu bewerten. Allerdings ist grundsätzlich zu beachten, dass mit jeder der denkbaren Maßnahmen jeweils nur Teilpopulationen erreicht werden, sodass eine Kombination aus mehreren Maßnahmen erforderlich ist, um eine hinreichende Informationsverbreitung zu realisieren.

Dynamische pre-Trip-Informationen im eigentlichen Sinne sind Informationen zum aktuellen und voraussichtlichen Verkehrsaufkommen, zu Staus, Reiseverzögerungen und ähnlichem. Derartige Informationen können über hinlänglich bekannte Quellen im Internet abgerufen werden oder werden auch teilweise über den Rundfunk verbreitet. KHATTAK et al. (1996) und andere bestätigen die grundsätzliche Bereitschaft von Fahrzeugführern, ihre Routenwahl basierend auf derartigen Informationen anzupassen.

Statische on-Trip-Informationen sind in der Regel Verkehrszeichen. Neben der Glaubwürdigkeit ist dabei die Standardisierung und die damit verbundene Vermeidung von Unsicherheiten gegenüber der Bedeutung der Verkehrszeichen zu beachten (ANTONUCCI et al., 2005). Grundsätzliche Informationen über die Arbeitsstelle sind in Deutschland dem Arbeitsstellen-Informationsschild zu entnehmen (siehe Bild 2), sofern die Arbeitsstelle eine Einrichtungsdauer von 4 Wochen übersteigt.



Bild 2: Arbeitsstellen-Informationsschild (aus BAST, 2012)



**Bild 3:** „Baustellenkinder“ aus Hessen (aus Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung Hessen, 2010)

Das Bundesland Hessen setzt bereits seit 2006 zusätzliche Plakate auf Autobahnen ein, die mit Kindermotiven Informationen vermitteln und gleichzeitig um Verständnis werben sollen (Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung Hessen, 2010). Inzwischen informieren die Plakate dort auch im sekundären Straßennetz (siehe Bild 3).

Um Informationen hinsichtlich der verbleibenden Länge in einer Arbeitsstelle für die Verkehrsteilnehmer gut sichtbar zu machen und so das Verhalten und Erleben in der Arbeitsstelle zu verändern, wurden in Pilotprojekten Beschilderungen mit sogenannten Smileys eingesetzt. So wurden auf Niedersachsens Autobahnen Schilder mit verschiedenen Gesichtsausdrücken und Farben aufgestellt, die positive Auswirkungen auf die Verkehrsteilnehmer hinsichtlich der Akzeptanz und dem regelgerechten Verhalten haben sollen. Die wechselnden Gesichtsausdrücke reichen von rot bis grün und von traurig bis lachend. Sie sollen dem Fahrer die verbleibende Länge der Arbeitsstelle signalisieren. Auch einige andere Bundesländer, wie beispielsweise Sachsen, folgen dieser Idee (Sächsische Zeitung, 2012). Im europäischen Ausland (z. B. in Österreich) sind Schilder mit Smileys ebenfalls seit einiger Zeit im Einsatz.

Im Rahmen eines Pilotversuches setzte die Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-Aktiengesellschaft (ASFINAG) in Österreich statt der klassischen Smileys farbige Leitkegel mit Gesichtsaus-

drücken ein, um die gleichen Informationen zu vermitteln (VUCSINA-VALLA, 2011). Ebenso in diesem Stil gehalten sind auch Schilder, die über Arbeitsschritte und Ursachen einer Arbeitsstelle informieren.

Evaluationen im Hinblick auf mögliche Effekte auf die Akzeptanz der Arbeitsstellen, beziehungsweise ganz grundsätzlich in Bezug darauf, ob derartige Schilder verstanden, genutzt, oder überhaupt zur Kenntnis genommen werden, liegen jedoch bislang nicht vor.

Die Darbietung dynamischer Informationen vor Ort ist sowohl innerhalb als auch außerhalb des Fahrzeuges möglich. Fahrerinformationssysteme, die aktuelle Stauinformationen in Routenberechnungen mit einbeziehen oder ganz allgemein warnen, verbreiten sich immer mehr. In Anbetracht der Tatsache, dass diese jedoch nach wie vor nicht allen Verkehrsteilnehmern zur Verfügung stehen, ist die Verbreitung von Informationen über Verkehrsbeeinflussungsanlagen (VBA) sowie sonstigen dynamischen Anzeigen nach wie vor von höchster Relevanz. So können dynamische Wegweiser mit integrierten Stauinformationen (dWiSta) aktuelle Hinweise zum Verkehrsgeschehen geben und gegebenenfalls alternative Routen vorschlagen (HÜLSEMANN et al., 2009). Andere Beispiele umfassen Warnungen vor gefährlichen Wetterlagen oder Straßenverhältnissen (z. B. RÄMÄ & KULMALA, 2000; AL-GHAMDI, 2007), oder die Anzeige variabler Geschwindigkeitsbegrenzungen (z. B. LUOMA et al., 1998; CHANG & LI, 2008). Die grundsätzliche Wirksamkeit dieser Systeme steht dabei außer Frage, wenngleich eine Vielzahl von Faktoren Einfluss auf die Akzeptanz der Informationen und entsprechend die Verhaltensanpassung der Verkehrsteilnehmer haben. DENAES et al. (2009) geben an, dass Streckenbeeinflussungsanlagen (SBA) das Potenzial haben, die Zahl der Unfälle um bis zu 30 Prozent zu reduzieren. In Österreich (WIESER, 2010) wird inzwischen teilweise ein System zur Reisezeitanzeige bei Arbeitsstellen eingesetzt.

Mithilfe verschiedener Messpunkte wird die Reisezeit ermittelt und mittels LED-Infotafel angezeigt. Bei größeren Verzögerungen wird zusätzlich das Piktogramm für „Stau“ eingeblendet.

Grundsätzlich ist sowohl für die statische als auch die dynamische Darbietung direkt an der Arbeitsstelle zu beachten, dass ein Übermaß an Informa-

tion den Fahrer überfordern und zur Verringerung der Verkehrssicherheit führen kann. Gleichwohl ist ein Mindestmaß an Information erforderlich, um dem Fahrer Sicherheit bezüglich seiner Handlungsoptionen zu geben. TSYGANOV, MACHEMEHL & HARRISON (2003) berichten in diesem Zusammenhang von Beobachtungen in Arbeitsstellenbereichen mit verschiedener Informationsdichte (hier vor allem Schilder). Die Daten weisen darauf hin, dass es ein Optimum an Information für den Fahrer gibt, das nur zu geringen Veränderungen im Verhalten im Vergleich zu einer Kontrollstrecke führt. Situationen mit (zu) geringem oder (zu) hohem Informationsaufkommen hingegen hatten deutlichere Veränderungen zur Folge.

## 4 Befragung im Feld

Basierend auf den Ergebnissen der Fokusgruppenbefragungen erfolgte in einem zweiten Schritt eine Befragung im Feld. Konkret wurden zwei Arbeitsstellen längerer Dauer auf Bundesautobahnen ausgewählt und Verkehrsteilnehmer möglichst direkt nach der Durchfahrt interviewt. Im Gegensatz zu den Fokusgruppen, in denen mögliche Probleme und Lösungsansätze auf einem eher allgemeinen Level behandelt wurden, sollte hier konkret auf die Merkmale und Eigenschaften der soeben durchfahrenen Arbeitsstelle eingegangen werden. Durch die unmittelbare Nähe zum Bewertungsgegenstand sollte vermieden werden, dass von den Teilnehmern unspezifische, häufig nicht belegbare Aussagen (z. B. mediale Schlagworte wie „Schilderwald“) getroffen werden. Der Schwerpunkt der Befragung lag auf Charakteristika der Arbeitsstellen. Gestaltungsmerkmale (sowohl bauliche Gestaltung als auch Informationsgestaltung vor Ort) der Arbeitsstellen sollten bewertet beziehungsweise Schwierigkeiten mit diesen Merkmalen benannt werden. Das Abfragen emotionaler Aspekte hingegen erfolgte nicht.

### 4.1 Methode

#### 4.1.1 Entwicklung des Erhebungsinstrumentes

Ziel der Befragung im Feld war die Bewertung baulicher Merkmale sowie die der Informationsgestaltung der eben durchfahrenen Arbeitsstelle. Für die Beurteilung baulicher Merkmale wurden allgemeingültige Fragen formuliert, um das Erhebungsinstru-

ment an beiden Befragungsorten einsetzbar zu machen. Für die Erfragung der Informationsgestaltung wurde dagegen auf die konkreten Gegebenheiten vor Ort eingegangen (z. B. Fragen zu Schildern mit Smileys nur auf der Arbeitsstelle der Autobahn A 7, wo diese auch tatsächlich im Einsatz waren). Der vollständige Fragebogen der Arbeitsstellenbefragung im Feld ist Anhang 1 zu entnehmen.

#### 4.1.2 Befragungsorte

Der Auswahl der Befragungsorte kam eine entscheidende Bedeutung zu. Von Relevanz waren dabei sowohl die Merkmale der Arbeitsstelle selbst, als auch die unmittelbare Umgebung der Arbeitsstelle, um eine Befragung zu ermöglichen.

Um in Betracht gezogen zu werden, sollte die Arbeitsstelle eine substantielle Länge aufweisen. Arbeitsstellen unter 5 km kamen nicht in Frage. Zudem sollte die Arbeitsstelle noch über einen ausreichenden Zeitraum hinweg bestehen, damit die Befragung sichergestellt und auch davon ausgegangen werden konnte, dass noch Bautätigkeiten erfolgen. Ebenso sollte im betreffenden Autobahnabschnitt eine hinreichend hohe Verkehrsdichte vorliegen. Da davon auszugehen ist, dass gerade die Wechselwirkung beziehungsweise das zeitgleiche Auftreten verschiedener beanspruchender Faktoren die größten Probleme sowohl aus subjektiver Fahrersicht als auch aus Verkehrssicherheitsperspektive zur Folge haben, sollte durch die Auswahl von Arbeitsstellen mit einem Mindestmaß an Umgebungsverkehr auf diese Beanspruchung hingewirkt werden. Zu Grunde gelegt wurden dafür die Ergebnisse der manuellen Straßenverkehrszählungen (SVZ 2010), die für jede Strecke, von Anschlussstelle zu Anschlussstelle, die durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke berichten (BASt, 2011).

Neben den Merkmalen, die die jeweilige Arbeitsstelle für die Befragung relevant werden lassen, mussten zusätzliche Rahmenbedingungen gegeben sein. So musste sich so nah wie möglich an der Arbeitsstelle im weiteren Streckenverlauf eine Raststätte oder ein Parkplatz mit WC (PWC) befinden, um sicher zu stellen, dass die in der jeweiligen Arbeitsstelle gewonnenen Eindrücke noch präsent sind und Antworten der Probanden nicht eher allgemeine Ansichten widerspiegeln. Für die Befragung an den Raststätten wurde eine Genehmigung durch die Raststätten-Betreiber eingeholt. Autohöfe, die von beiden Fahrtrichtungen sowie auch über weitere Straßen angefahren werden können,

waren dagegen keine geeignete Option, da entsprechend davon auszugehen ist, dass ein hoher Anteil der potenziellen Interviewpartner die Arbeitsstelle nicht durchfahren hat. Autobahnkreuze oder -dreiecke zwischen dem Ende der Arbeitsstelle und dem Ort der Befragung sind aus diesem Grund ebenfalls problematisch, da auch hier ein nicht unerheblicher Anteil der Fahrer am PWC bzw. an der Raststätte aus einer anderen Fahrtrichtung kommt und die Arbeitsstelle nicht durchfahren hat. Einfache Anschlussstellen zwischen dem Ende der Arbeitsstelle und dem Ort der Befragung hingegen stellen kein Problem dar, da der Anteil der Fahrer, die nach Auffahrt auf die Autobahn unmittelbar ein PWC beziehungsweise eine Raststätte ansteuern, zu vernachlässigen ist.

Vor dem Hintergrund der formulierten Anforderungen erschienen fünf Arbeitsstellen grundsätzlich für die Befragung geeignet. In Abstimmung mit dem Auftraggeber wurden schließlich Arbeitsstellen auf der A 81 und A 7 ausgewählt. Die Arbeitsstelle A 81 ist unter den Kandidaten die einzige mit einem überdurchschnittlichen Verkehrsaufkommen (DTV ca. 80.000, bei allen anderen zwischen 40.000 und 60.000). Tabelle 1 zeigt das Verkehrsaufkommen an den Autobahnen A 81 und A 7 (BASt, 2011).

		DTV*	SV-Anteil**
A 81	AS Böblingen-Hulb (24) bis AS Ehningen (25)	75.500	9,8
	AS Ehningen (25) bis AS Hildrizhausen (26)	79.500	9,5
	AS Hildrizhausen (26) bis AS Gärtringen (27)	82.800	9,1
A 7	AD Salzgitter (A 39) bis AS Bockenem (65)	58.200	18,3
	AS Bockenem (65) bis AS Rhüden (Harz) (66)	44.400	19,3

\* DTV: Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke (Kraftfahrzeuge/24 Stunden)  
\*\* SV-Anteil: Anteil des Schwerverkehrs in %

Tab. 1: Verkehrsaufkommen an den für die Befragung ausgewählten Arbeitsstellen

### Beschreibung der Befragungsorte

Die Arbeitsstelle A 81 befand sich in Fahrtrichtung Singen zwischen den Anschlussstellen Böblingen-Hulb (AS 24) und Gärtringen (AS 27). Der Grund für die Arbeitsstelle war der sechsstreifige Ausbau des betreffenden Autobahnabschnitts. Die Arbeitsstelle wies eine Länge von 7 Kilometern auf. Der Verkehr wurde in der aktuellen Verkehrsführungsphase 3+2 geführt. In Fahrtrichtung Singen standen zwei Fahrstreifen zur Verfügung, wobei der rechte Behelfsfahrstreifen 3,25 m breit war und der linke Behelfsfahrstreifen 2,70 m. Die Fahrtrichtungstrennung erfolgte größtenteils durch Betonschutzwände. Die zulässige Geschwindigkeit im Arbeitsstellenbereich betrug 80 km/h, wobei die Geschwindigkeitsbeschränkung etwa drei Wochen vor Befragungsbeginn von 60 km/h auf 80 km/h angehoben worden war. Die Entfernung zwischen dem Ende des Arbeitsstellenbereichs und der Raststätte „Schönbuch“ betrug 400 m.

Die Arbeitsstelle A 7 befand sich in Fahrtrichtung Füssen zwischen dem Autobahndreieck Salzgitter (A 39) und Rhüden (AS 66). Der Grund für die Arbeitsstelle war auch hier der sechsstreifige Ausbau des betreffenden Autobahnabschnitts. Die Arbeitsstelle wies eine Länge von 11,7 Kilometern auf. Der Verkehr wurde in der aktuellen Verkehrsführungsphase 4+0 geführt. Der rechte Behelfsfahrstreifen war 3,25 m breit und der linke Behelfsfahrstreifen 2,75 m. Zur Fahrtrichtungstrennung waren transportable Schutzwände eingerichtet. Die zulässige Geschwindigkeit im Arbeitsstellenbereich betrug 80 km/h. In den Verswenkungsbereichen waren 60 km/h zulässig. Die Entfernung zwischen dem Ende des Arbeitsstellenbereichs und der Raststätte „Harz“ betrug 7,3 Kilometer. Innerhalb des Arbeitsstellenbereichs zeigten Schilder mit farbigen Smileys (rot, gelb, grün) die verbleibende Länge der Arbeitsstelle an. Tabelle 2 zeigt die Merkmale der Befragungsorte im Überblick.

	Fahrt-richtung	Position	Länge	Verkehrs-führung	Breite Behelfs-fahrstreifen	Geschwindigkeits-beschränkung	Befragungsort
A 7	Füssen	AS Derneburg/ Salzgitter (63) – AS Rhüden (66)	11,7 km	4+0	rechts: 3,25 m links: 2,75 m	80 km/h (Verswenkungen 60 km/h)	Rastanlage mit Tankstelle und Raststätte: „Harz“
A 81	Singen	AS Böblingen-Hulb (24) – AS Gärtringen (27)	7 km	3+2	rechts und mittig: 3,25 m links: 2,50 m	60 km/h bzw. 80 km/h	Rastanlage mit Tankstelle und Raststätte: „Schönbuch“

Tab. 2: Überblick der Merkmale der für die Befragung ausgewählten Arbeitsstellen

#### 4.1.3 Durchführung

Die Befragung an der Autobahn A 81 fand an der Raststätte Schönbuch von Montag, 05.11.2012 bis Freitag, 09.11.2012 statt. Da es sich bei diesem Autobahnabschnitt um eine Pendlerstrecke handelt, war von Montag bis Freitag mehr Verkehrsaufkommen zu erwarten als am Wochenende oder in Ferienzeiten.

Die Befragung an der Autobahn A 7 sollte an einem Wochenende mit höherem Verkehrsaufkommen stattfinden. Als Befragungszeitraum wurde daher ein Wochenende innerhalb der Herbstferien gewählt. Die Befragung fand von Freitag, 26.10.2012 bis Sonntag, 28.10.2012 statt.

Befragt wurden an beiden Befragungsorten gerade hereinkommende Verkehrsteilnehmer, die kurz vor dem Halt die Arbeitsstelle passiert hatten.

Zur jeweiligen Erhebung wurden die Arbeitsstellen zusätzlich mithilfe eines mit Kamera instrumentierten Fahrzeuges durchfahren, um den Ist-Stand zum Zeitpunkt der Befragung zu dokumentieren.

#### 4.1.4 Stichprobe

Entsprechend der Ausrichtung der Befragung an den Raststätten ist bei der Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen, dass die Befragung lediglich einen Ausschnitt des realen Verkehrsgeschehens und des realen Verhaltens der Verkehrsteilnehmer zeigt, da es sich hierbei nicht um eine repräsentative Stichprobe handelt. Eine Quotierung war aus durchführungstechnischer Sicht nicht geplant und nicht möglich.

Insgesamt wurden 234 Verkehrsteilnehmer befragt, davon 116 an der Arbeitsstelle A 7 und 118 an der Arbeitsstelle A 81. An der Arbeitsstelle A 81 konnten 29 Lkw-Fahrer befragt werden, die Stichprobe an der A 7 enthielt keine Lkw-Fahrer. Während die Befragten an der Arbeitsstelle A 7 vorwiegend aus privaten Gründen und in Begleitung auf der Fahrt waren, gaben an der Arbeitsstelle A 81 etwas sechs von zehn Befragten eine dienstliche Fahrt als Reisezweck an. Der Großteil der Pkw-Fahrer an der A 81 ( $n = 90$ ) war ohne Mitfahrer unterwegs. Auch in Bezug auf die jährliche Fahrleistung unterscheiden sich die Stichproben: Etwas mehr als die Hälfte der Pkw-Fahrer an der A 81 gab an über 30.000 km im Jahr zurückzulegen. An der A 7 gaben 23 % der Befragten mehr als 30.000 km Fahrleistung im Jahr an. Tabelle 3

	A 7 (n = 116)	A 81 (n = 118)
	Prozent	Prozent
<b>Alter</b>		
bis 30 Jahre	13	14
31 bis 50 Jahre	47	53
älter als 50 Jahre	40	33
<b>Geschlecht</b>		
männlich	82	87
weiblich	18	13
<b>Führerscheinbesitz</b>		
unter 5 Jahren	3	3
5 bis 10 Jahre	8	7
11 bis 20 Jahre	19	26
21 bis 30 Jahre	28	31
über 30 Jahre	42	32
<b>Fahrleistung nur Pkw-Fahrer (A 81 n = 90)</b>		
bis 10.000 km/Jahr	15	9
bis 20.000 km/Jahr	41	22
bis 30.000 km/Jahr	22	13
mehr als 30.000 km/Jahr	23	55
<b>Reisezweck nur Pkw-Fahrer (A 81 n = 90)</b>		
dienstlich	10	64
Urlaub	49	4
Arbeitsweg	2	6
sonstiges Privat	39	26
<b>Mitfahrer nur Pkw-Fahrer (A 81 n = 90)</b>		
alleine	25	71
ein oder mehrere Mitfahrer	75	29
<b>Arbeitsstelle zum ersten Mal durchfahren</b>		
ja	45	28
nein	55	72

Tab. 3: Stichprobenbeschreibung Befragung an Raststätten Arbeitsstelle A 7 und Arbeitsstelle A 81

zeigt die Stichprobenbeschreibung nach Befragungsorten.

Die Einschätzung des Verkehrsaufkommens während der Durchfahrt der Arbeitsstelle ist in Tabelle 4 dargestellt. Sowohl an der A 7 als auch an der A 81 schätzen etwa ein Drittel der Teilnehmer das Verkehrsaufkommen während ihrer Durchfahrt als hoch oder sehr hoch ein. Da an der A 7 bewusst ein Wochenende für die Befragung ausgewählt



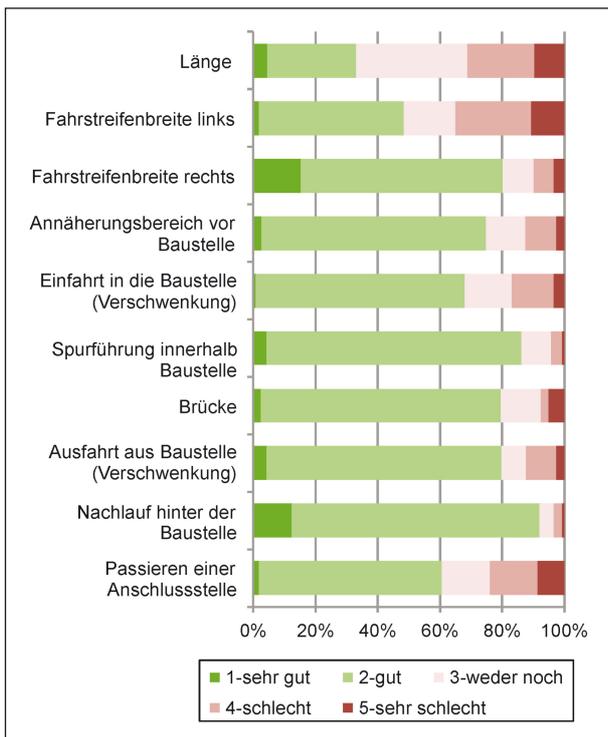


Bild 5: Bewertung der Merkmale der Arbeitsstellen A 81

**Bewertung der Fahraufgaben bei der Durchfahrt der Arbeitsstelle**

Die unterschiedlichen Fahraufgaben bei der Durchfahrt der Arbeitsstelle konnten die Teilnehmer wiederum anhand einer fünfstufigen Skala vornehmen, wobei der Wert 1 für „sehr leicht“ und der Wert 5 für „sehr schwer“ stand. Die Teilnehmer bewerteten nur jene Fahraufgaben, die bei ihrer Durchfahrt aufgetreten sind (siehe Bild 6 und Bild 7).

Das Folgefahren empfand der Großteil der Studienteilnehmer sowohl an der A 7 als auch an der A 81 als Fahraufgabe, die in der Arbeitsstelle leicht oder sehr leicht zu bewältigen war. Lediglich 8 % der Befragten an der A 7 – wie auch an der A 81 – gaben dafür die Bewertung „schwer“ oder „sehr schwer“ ab. Das Überholen von Pkw wurde an beiden Arbeitsstellen von rund sieben von zehn Befragten als leicht oder sehr leicht machbar bewertet. Die Fahrer an der A 81 berichteten häufiger als jene an der A 7, dass sie mit dem Nebeneinanderfahren (sehr) gut zurechtgekommen sind, als die Fahrer, die an der A 7 befragt wurden.

An der A 81 bewerteten 38 % der Befragten das Überholen von Lkw schwer oder sehr schwer. Knapp die Hälfte der Befragten konnte diese Fahraufgabe leicht oder sehr leicht bewältigen. Von den Fahrern an der Arbeitsstelle A 7 haben 22 % der

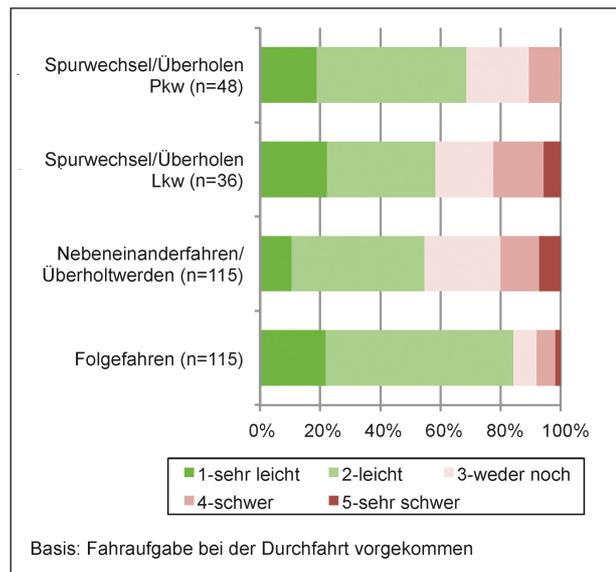


Bild 6: Bewertung Fahraufgaben bei der Durchfahrt der Arbeitsstelle A 7

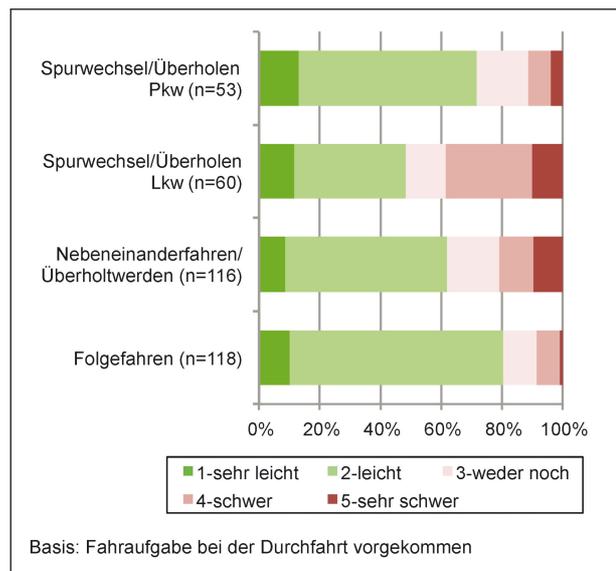


Bild 7: Bewertung Fahraufgaben bei der Durchfahrt der Arbeitsstelle A 81

Teilnehmer das Überholen von Lkw als schwer oder sehr schwer bewertet, wobei an der A 7 von Freitag bis Sonntag befragt wurde und somit mit weniger dichtem Lkw-Verkehr zu rechnen war.

**Arbeitsstellen-Informationsschild**

Das Arbeitsstellen-Informationsschild zu Beginn der Arbeitsstelle haben an der A 7 77 Teilnehmer (66 %) bemerkt, an der A 81 gaben 70 Personen (59 %) an, das Schild bemerkt zu haben. Tabelle 5 zeigt, an welche Inhalte des Arbeitsstellen-Informationsschildes sich die Befragten erinnern konnten.

Knapp sechs von zehn Teilnehmern an der A 7 bezeichneten die Nützlichkeit des Arbeitsstellen-Informationsschildes als hoch oder sehr hoch. An der A 81 fiel die Bewertung nur geringfügig schlechter aus, 48 % der Teilnehmer sprach dem Arbeitsstellen-Informationsschild hohe oder sehr hohe Nützlichkeit zu (siehe Bild 8).

Die Bewertung in Bezug auf die Anschaulichkeit fiel sowohl an der A 7 als auch an der A 81 mehrheitlich

	A 7	A 81
	Anzahl Nennungen	Anzahl Nennungen
Länge der Arbeitsstelle	42	18
Ende der Bauarbeiten	26	24
Grund für die Arbeitsstelle	10	11

Tab. 5: Arbeitsstellen-Informationsschild – erinnerte Informationsinhalte

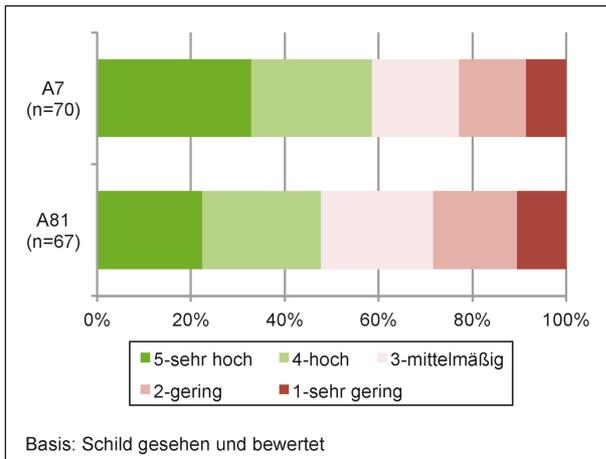


Bild 8: Bewertung Nützlichkeit Arbeitsstellen-Informationsschild A 7 und A 81

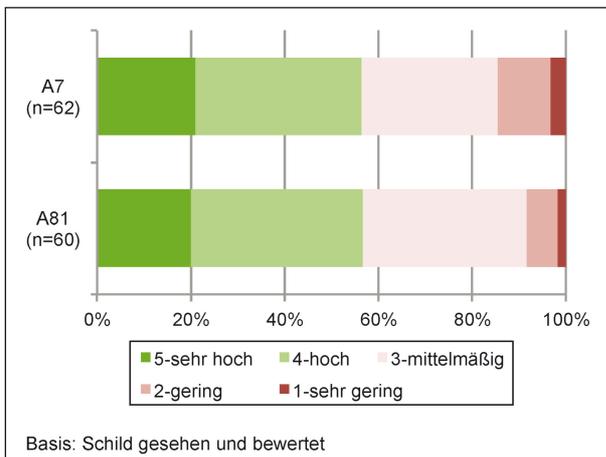


Bild 9: Bewertung Anschaulichkeit Arbeitsstellen-Informationsschild A 7 und A 81

positiv aus – mehr als die Hälfte bewertete das Arbeitsstellen-Informationsschild als gut oder sehr gut – wobei aber an beiden Arbeitsstellen in etwa ein Drittel das Schild als „mittelmäßig“ bezeichnete (siehe Bild 9).

**Einschätzung der Arbeitsstellenlänge**

Teilnehmer, die das Arbeitsstellen-Informationsschild nicht bemerkt hatten oder die Länge der Arbeitsstelle nicht als eine der Informationen des Arbeitsstellen-Informationsschildes genannt hatten, wurden gebeten, die Länge der Arbeitsstelle zu schätzen. An der A 7 haben 75 Teilnehmer eine Schätzung abgegeben, zur Arbeitsstelle an der A 81 haben 89 Teilnehmer eine Schätzung abgegeben. Die Bilder 10 und 11 zeigen die Nennungen der Befragten als Boxplots.

Tabellen 6 und 7 zeigen, auf welcher Grundlage die Befragungsteilnehmer ihre Einschätzung zur Länge der durchfahrenen Arbeitsstelle abgegeben haben.

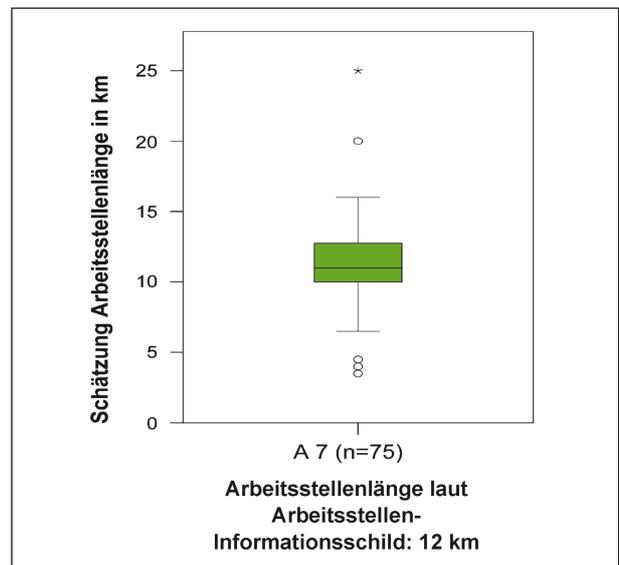


Bild 10: Schätzung der Arbeitsstellenlänge der A 7

Grundlage der Einschätzung Arbeitsstelle A 7	Anzahl Nennungen
anhand der Smiley-Schilder	30
nach Gefühl geschätzt	26
auf Schild gelesen (ohne konkrete Angabe)	14
sonstiges (z. B. Navigationsgerät)	4
vorher schon mal gesehen	1

Tab. 6: Grundlage der Einschätzung der Arbeitsstellenlänge, Arbeitsstelle A 7

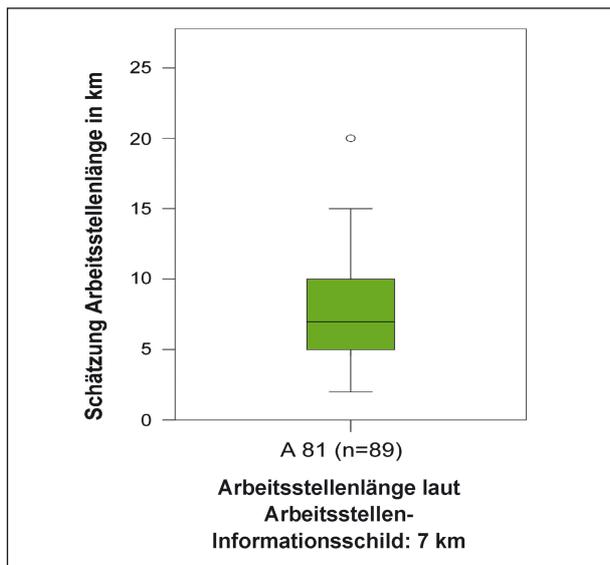


Bild 11: Schätzung der Arbeitsstellenlänge der A 81

Grundlage der Einschätzung Arbeitsstelle A 81	Anzahl Nennungen
nach Gefühl oder Erfahrung geschätzt	74
Durchfahrtszeit	9
(in Zeitung) gelesen	2
Kenntnis der Strecke, schon öfters durchgefahren,	4

Tab. 7: Grundlage der Einschätzung der Arbeitsstellenlänge, Arbeitsstelle A 81

### Smileys mit Angabe der verbleibenden Länge der Arbeitsstelle A 7

Die Smiley-Schilder mit der Information über die verbleibende Länge der Arbeitsstelle an der Autobahn A 7 haben 98 % der Befragten bemerkt. Jene Teilnehmer, welche die Smileys bemerkt haben, wurden gefragt, an welche Information bzw. Inhalt der Schilder sie sich erinnern, wobei der Großteil (82 %) die verbleibende Länge in Kilometern als Informationsinhalt der Schilder wiedergeben konnten. Lediglich 7 Personen konnten keine konkreten Angaben zu den Schildern geben. Tabelle 8 zeigt die kategorisierten Nennungen.

Bild 12 zeigt die Einschätzung der Befragten hinsichtlich Nützlichkeit und Gestaltung der Smiley-Schilder. Der überwiegende Teil der Befragten bewertete die Nützlichkeit der Schilder als hoch oder sehr hoch, 46 % vergaben die Bewertung

	A 7
	Anzahl Nennungen
verbleibende Länge in km	93
Gesichtsausdruck der Smileys	52
Farbe der Smileys	40

Tab. 8: Smiley-Schilder der A 7 – erinnerte Informationsinhalte

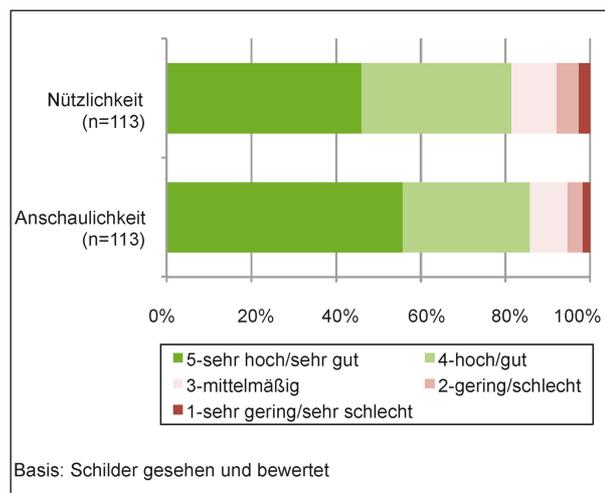


Bild 12: Bewertung der Nützlichkeit und Anschaulichkeit, Smiley-Schilder A 7

„sehr hoch“. Die Gestaltung überzeugte ebenfalls den Großteil der Befragten, die überwiegend mit gut oder sehr gut bewerteten, 56 % urteilten mit „sehr gut“.

### Vorschläge zur Veränderung der Arbeitsstelle

Abschließend hatten die Teilnehmer die Möglichkeit, Veränderungen für die jeweilige Arbeitsstelle vorzuschlagen, die ihnen die Durchfahrt erleichtern würde. An der A 7 nutzten 53 % der Teilnehmer diese Möglichkeit, an der A 81 machten 76 % Verbesserungsvorschläge. Tabellen 9 und 10 zeigen die Anzahl der Nennungen in Kategorien zusammengefasst.

	Anzahl Nennungen
<b>Fahrstreifen</b>	
Fahrstreifen breiter	21
Fahrstreifen links breiter	12
<b>Organisation</b>	
mehr arbeiten (mehreren Schichten; früher im Jahr beginnen)	6
<b>Gestaltung</b>	
kürzere Arbeitsstelle	3
nachts besser beleuchten	3
keine Betonschutzwände	3
Verschwenkungen länger	2
Verlängerung des Beschleunigungsstreifens	1
<b>Beschilderung</b>	
Gestaltung Arbeitsstellen-Informationsschild verbessern	2
verbleibende Länge anzeigen	1
Arbeitsstelle früher ankündigen; mehrere Arbeitsstellen-Informationsschilder	1
<b>Regeln und Kontrollen</b>	
gleichmäßige Geschwindigkeitsbeschränkung	2
versetzt fahren	1
Geschwindigkeitsbeschränkung dem Verkehr anpassen	1
mehr Kontrollen (Geschwindigkeit etc.)	1
keine Arbeitsstelle	5
keine Veränderungen notwendig	1
sonstiges	8

Tab. 9: Veränderungsvorschläge der Befragungsteilnehmer an der A 7

	Anzahl Nennungen
<b>Fahrstreifen</b>	
Fahrstreifen links breiter	17
Fahrstreifen breiter	11
Fahrstreifen rechts breiter	1
<b>Organisation</b>	
mehr arbeiten (mehrere Schichten; früher im Jahr beginnen)	13
<b>Gestaltung</b>	
Verschwenkungen länger	6
Annäherungsbereich verlängern	4
kürzere Arbeitsstelle	3
Anschlussstellen besser gestalten (z. B. mit Ampel)	2
Umleitungen einrichten; Lkw umleiten	2
weiße Fahrbahnmarkierungen entfernen	1
Anschlussstellen innerhalb Arbeitsstelle sperren	1
keine Betonschutzwände	1
Notfallbuchten einrichten	1
mehr Baken zur Spurführung	1
<b>Beschilderung</b>	
verbleibende Länge anzeigen	4
weniger Schilder	2
Arbeitsstelle früher ankündigen; mehrere Arbeitsstellen-Informationsschilder	2
Arbeitsstellen-Informationsschild weiter nach vorne	1
<b>Regeln und Kontrollen</b>	
höhere zulässige Geschwindigkeit	7
mehr Kontrollen (Geschwindigkeit etc.)	6
Geschwindigkeitsbeschränkung reduzieren, in bestimmten Bereichen reduzieren	4
versetzt fahren	4
Geschwindigkeitsbeschränkung dem Verkehr anpassen	1
höhere Strafen bei Verkehrsverstößen	1
Überholverbot für Lkw im Nachlauf	1
keine Veränderungen notwendig	16
keine Veränderungen möglich	2
sonstiges	13

Tab. 10: Veränderungsvorschläge der Befragungsteilnehmer an der A 81

### 4.3 Zusammenfassung der Ergebnisse der Befragungen im Feld

Die Befragungen an den Arbeitsstellen an der A 7 und der A 81 im Herbst 2012 zeigten folgende Ergebnisse:

- Die durch die Verkehrsteilnehmer vorgenommenen Bewertungen verschiedener Merkmale der Arbeitsstelle direkt nach der Durchfahrt, zeigten, dass die Breite des linken Behelfsfahrstreifens sowie die Länge an beiden Arbeitsstellen am schlechtesten bewertet wurden, d. h. diese Merkmale die größten Schwierigkeiten verursachen. Knapp die Hälfte der Fahrer an der A 7 bewertete den linken Behelfsfahrstreifen negativ, an der A 81 betrug der Anteil der negativen Bewertungen etwas mehr als ein Drittel. Die Länge der Arbeitsstelle A 7 (11,7 Kilometer) wurde erwartungsgemäß etwas schlechter eingestuft als jene der A 81 (7 Kilometer Länge). Teilnehmer an der A 81 berichteten häufiger, dass sie beim Passieren der Behelfsanschlussstelle schlecht zurechtgekommen seien, als die Fahrer an der A 7.
- Unter den vier angeführten Fahrmanövern, die innerhalb einer Arbeitsstelle auftreten können, bewerteten die Teilnehmer der A 81 das Überholen von Lkw im Schnitt als am schwierigsten. Den Befragungsteilnehmern an der A 7 bereitete das Überholen von Lkw etwas weniger Probleme, wobei an dieser Arbeitsstelle von Freitag bis Sonntag befragt wurde und somit weniger Lkw unterwegs war. Die Fahrer an der A 81 berichteten häufiger, dass sie mit dem Nebeneinanderfahren (sehr) gut zurechtgekommen seien, als die Fahrer, die an der A 7 befragt wurden.
- An der A 7 konnten sich 66 % der Teilnehmer an das Arbeitsstellen-Informationsschild zu Beginn der Arbeitsstelle erinnern, an der A 81 59 %.
- Knapp sechs von zehn Teilnehmern an der A 7 bezeichneten die Nützlichkeit des Arbeitsstellen-Informationsschildes als hoch oder sehr hoch. An der A 81 fiel die Bewertung etwas schlechter aus. Die Bewertung der Gestaltung des Arbeitsstellen-Informationsschildes fiel sowohl an der A 7 als auch an der A 81 mehrheitlich positiv aus, (mehr als die Hälfte bewertete das Arbeitsstellen-Informationsschild als gut oder sehr gut), wobei aber an beiden Arbeitsstellen in etwa ein Drittel das Schild als „mittelmäßig“ bewertete.

- Die an der A 7 angebrachten Smiley-Schilder, welche die verbleibende Länge innerhalb der Arbeitsstelle anzeigen, bemerkten 114 der 116 Befragten. Acht von zehn Befragten fanden die Nützlichkeit der Smileys „hoch“ oder „sehr hoch“, der überwiegende Teil der Befragten fand die Gestaltung „gut“ oder „sehr gut“.
- Der von den Befragten am häufigsten vorgebrachte Veränderungsvorschlag an den beiden Arbeitsstellen betraf das Thema Verbreiterung der Fahrstreifen.

## 5 Onlinebefragung

Auch der Onlinebefragung lagen die Ergebnisse aus den Fokusgruppenbefragungen zu Grunde. Anders als bei den Befragungen im Feld sollte jedoch hier der Schwerpunkt auf der Informationsgestaltung in Arbeitsstellen liegen. Zwar eignet sich eine solche Befragung auch, um problematisch wahrgenommene Elemente von Arbeitsstellen allgemein zu erfassen. Anders als bei der Befragung direkt im Anschluss an Arbeitsstellen bot es sich hier jedoch auch an, verschiedene Formen von Informationen auf ihre Relevanz für den Fahrer zu überprüfen, sowie Konzepte für deren Darbietung bewerten zu lassen.

### 5.1 Methode

#### 5.1.1 Entwicklung des Erhebungsinstrumentes

Ähnlich wie für die Arbeitsstellenbefragung im Feld wurde auch für die Onlinebefragung darauf geachtet, das Instrument möglichst kompakt zu halten, da den potenziellen Teilnehmern keine Gegenleistung angeboten werden konnte. Zunächst wurde, in Anlehnung an die Arbeitsstellenbefragung, nochmals auf die verschiedenen Teilabschnitte von Arbeitsstellen eingegangen und ein Rating eingefordert. Dies diente zur Absicherung der Befunde aus den Arbeitsstellenbefragungen. In Anbetracht der Tatsache, dass dort zwei spezielle und unter Umständen nicht repräsentative Arbeitsstellen gewählt wurden, ermöglicht die nochmalige Abfrage eine bessere Einordnung dieser Daten.

Im zweiten zentralen Teil wurde dann auf verschiedene Formen statischer on-Trip-Informationen eingegangen. Die Bewertung von pre-Trip-Informationen wird in diesem Zusammenhang

nicht für sinnvoll erachtet, da die Zahl der Maßnahmen zu groß und vielfältig ist, als dass nützliche Ergebnisse zu erwarten wären. Zu dynamischen on-Trip-Informationen liegt bereits eine Vielzahl an Arbeiten vor. Insofern erschien die Fokussierung auf statische Informationen in der Nähe beziehungsweise innerhalb der Baustelle am plausibelsten. Das soll nicht ausschließen, dass gegebenenfalls dennoch digitale Anzeigen als eine Form der Umsetzung betrachtet werden.

Grundidee war, sowohl die Relevanz als auch die gestalterische Umsetzung verschiedener Informationen bewerten zu lassen. Zu diesem Zweck wurden bereits eingesetzte Designvarianten aus dem Inland und dem Ausland modifiziert sowie eigene einfache Umsetzungen betrachtet. Ziel war es, für jede Information verschiedene Umsetzungsvarianten präsentieren zu können. Beispielhaft sei hier erneut auf die Smileys verwiesen. So entsprechen die zuvor beschriebenen Schilder auf niedersächsischen Autobahnen in ihrem Informationsgehalt (verbleibende Arbeitsstellenlänge als Zahl + Visualisierung) den orangenen Kegeln der ASFINAG, die optische Umsetzung ist aber deutlich verschieden.

Im dritten und abschließenden Teil des Fragebogens wurden Informationsquellen erfasst, die

Bild 13: Beispielseite des Onlinefragebogens

Teilnehmer vor Fahrtantritt und während der Fahrt nutzen, um sich über Arbeitsstellen zu informieren. Bild 13 zeigt eine Beispielseite des Online-Fragebogens. Der vollständige Online-Fragebogen ist Anhang 2 zu entnehmen.

### 5.1.2 Durchführung

Die Onlinebefragung wurde im Zeitraum vom 18.04.2013 bis 25.06.2013 durchgeführt. Die Rekrutierung der Teilnehmer fand über eine Pressemitteilung (mit Verlinkung zur Onlinebefragung) statt, die auch von überregionalen Medien aufgegriffen wurde. Außerdem wurde die Befragung auf den Internetseiten der Technischen Universität Chemnitz, der Bundesanstalt für Straßenwesen, des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung sowie auf der von Hessen Mobil betriebenen Webseite der Straße im 21. Jahrhundert auf der A 5 verlinkt. Die Ausfülldauer betrug in etwa 15 Minuten.

### 5.1.3 Stichprobe

Insgesamt füllten 3.144 Personen den Online-Fragebogen komplett aus. Die Stichprobe setzte sich aus 601 Frauen (19 %) und 2.543 Männern (81 %) zusammen. Das Durchschnittsalter der Befragten betrug 36 Jahre. Etwa zwei Drittel der Befragten gab an, zumindest mehrmals pro Woche die Autobahn zu benutzen. Weitere Merkmale der Stichprobe sind in Tabelle 11 ersichtlich.

	(N = 3.144)
	Prozent
<b>Alter</b>	
bis 30 Jahre	42
31 bis 50 Jahre	43
älter als 50 Jahre	15
<b>Geschlecht</b>	
männlich	81
weiblich	19
<b>Führerscheinbesitz Pkw</b>	
unter 5 Jahren	8
5 bis 10 Jahre	28
11 bis 20 Jahre	29
21 bis 30 Jahre	19
über 30 Jahre	15
keine Angabe	1

Tab. 11: Stichprobenbeschreibung der Online-Befragung

	(N = 3.144)
	Prozent
<b>Fahrleistung</b>	
bis 5.000 km/Jahr	7
bis 10.000 km/Jahr	10
bis 20.000 km/Jahr	31
bis 30.000 km/Jahr	23
mehr als 30.000 km/Jahr	28
<b>Häufigkeit Fahrten auf Autobahn in Deutschland</b>	
täglich	35
mehrmals pro Woche	32
einmal pro Woche	8
mehrmals im Monat	17
einmal pro Monat	5
seltener als einmal im Monat	3
nie	0
<b>Bundesland</b>	
Baden-Württemberg	12
Bayern	12
Berlin	2
Brandenburg	1
Bremen	1
Hamburg	2
Hessen	15
Mecklenburg-Vorpommern	1
Niedersachsen	8
Nordrhein-Westfalen	21
Rheinland-Pfalz	5
Saarland	1
Sachsen	9
Sachsen-Anhalt	1
Schleswig-Holstein	3
Thüringen	1
keine Angabe	4

Tab. 11: Fortsetzung

## 5.2 Ergebnisse

### Bewertung der Bereiche einer Arbeitsstelle

Anhand einer exemplarischen Arbeitsstelle (Arbeitsstelle längerer Dauer, acht Kilometer lang, Geschwindigkeitsbeschränkung auf 80 km/h) bewerteten die Teilnehmer die verschiedenen Berei-

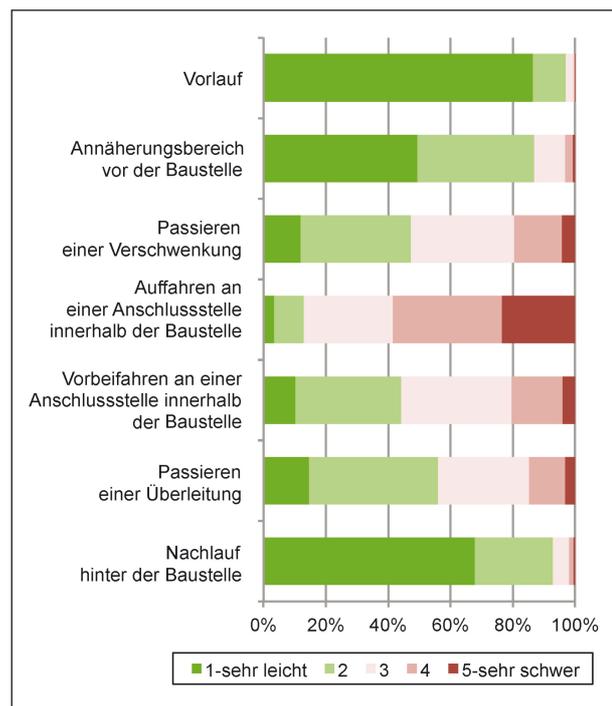


Bild 14: Bewertung der Merkmale einer exemplarischen Arbeitsstelle

che einer Arbeitsstelle nach ihrem Schwierigkeitsgrad. Den Teilnehmern stand dazu eine Skala von 1 bis 5 zur Verfügung (1 = sehr leicht bis 5 = sehr schwer).

Behelfsanschlussstellen, insbesondere das Auffahren an einer Behelfsanschlussstelle und Verschwenkungen wurden am kritischsten gesehen. Im Vergleich dazu fällt die Bewertung des Annäherungsbereichs sowie Vor- und Nachlauf einer Arbeitsstelle eher unproblematisch aus (siehe Bild 14).

### Bewertung der Fahraufgaben bei der Durchfahrt einer Arbeitsstelle

Bei der Bewertung von Fahraufgaben, die bei der Durchfahrt einer Arbeitsstelle zu bewältigen sein können, wurde das Überholen von Lkw mit einigem Abstand als schwierigste Aufgabe eingeschätzt. Knapp drei von zehn Befragten gaben an, dass ihnen dieses Fahrmanöver sehr schwer fällt. Das Nebeneinanderfahren beim Überholt werden bewerteten 11 % der Befragungsteilnehmer als sehr schwer. Bild 15 zeigt die Bewertung der Fahraufgaben. Den Befragungsteilnehmern stand hierfür eine Skala von 1 (sehr leicht) bis 5 (sehr schwer) für ihre Einschätzung zur Verfügung.

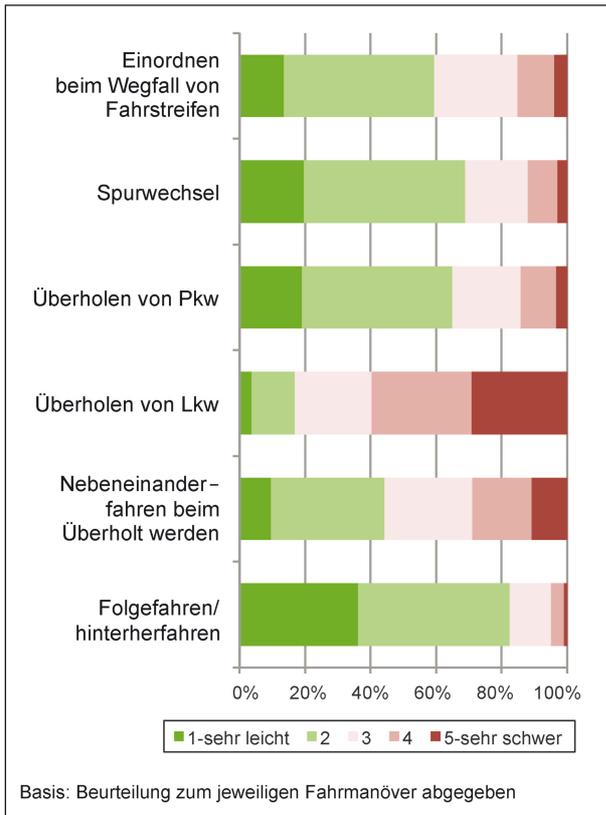


Bild 15: Bewertung der Fahraufgaben bei der Durchfahrt einer exemplarischen Arbeitsstelle

**Nützlichkeit, Übersichtlichkeit und Gestaltung der Varianten der Arbeitsstelleninformation**

Für die Untersuchung der dargebotenen Informationen zu einer Arbeitsstelle wurden den Befragungsteilnehmern zwei grundsätzliche Darstellungsformen mit jeweils unterschiedlichem Informationsgehalt vorgestellt. Zum einen handelte es sich um das Arbeitsstellen-Informationsschild, welches für die Befragung modifiziert wurde, zum anderen um einen eigenen Entwurf, der an die Optik einer digitalen Anzeigetafel in reiner Textform angelehnt war. Die Darstellungsformen und ihre Variationen sind in Tabelle 12 dargestellt.

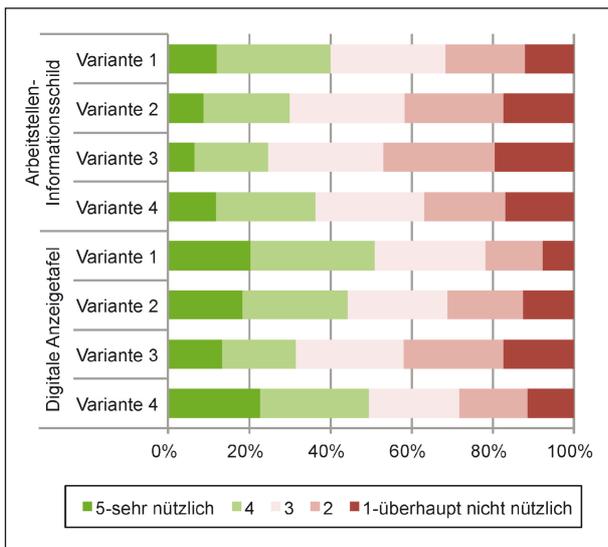
Bei der Betrachtung der Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass es sich bei der Variante 1 des Arbeitsstellen-Informationsschildes um das bereits in dieser Form an Arbeitsstellen längerer Dauer eingesetzte Schild handelt. Bei den Varianten 2 bis 4 wurde das bestehende Arbeitsstellen-Informationsschild mit Informationen ergänzt bzw. die Informationen abgeändert. Das Hauptaugenmerk lag auf der Untersuchung notwendiger und verzichtbarer Inhalte, daher wurden Vorgaben in Bezug auf Anordnung, Gestaltung und Bemaßung, wie beispiels-

	Arbeitsstellen-Informationsschild	Digitale Anzeigetafel
Variante 1		
Variante 2		
Variante 3		
Variante 4		

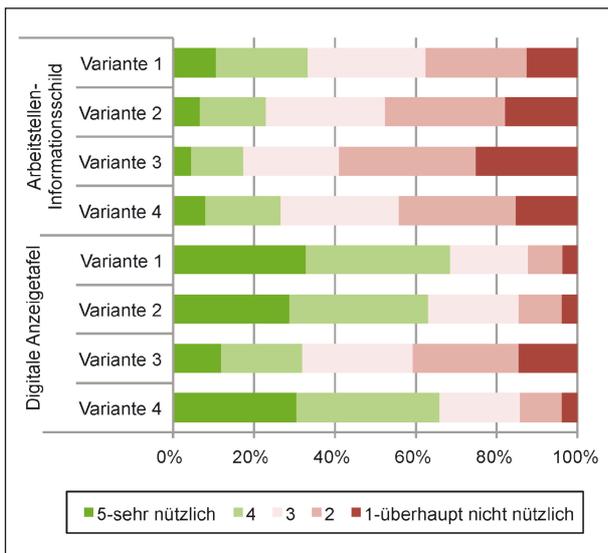
Tab. 12: Darstellungsformen Arbeitsstellen-Informationsschild und digitale Anzeigetafel in unterschiedlichen Variationen

weise in den Richtlinien für die wegweisende Beschilderung auf Autobahnen beschrieben (BMVBW, 2000), nicht berücksichtigt. Somit bewerteten die Befragungsteilnehmer das bestehende Arbeitsstellen-Informationsschild im Vergleich mit neuen Varianten.

Das Bild 16 zeigt die Bewertung der verschiedenen Varianten nach Nützlichkeit. Die Befragten konnten ihre Einschätzung auf einer Skala von 1 (überhaupt nicht nützlich) bis 5 (sehr nützlich) abgeben. In der Darstellungsform Arbeitsstellen-Informationsschild bewerteten die Teilnehmer die Nützlichkeit der Variante 1, welche Auskunft über den Grund der Baumaßnahme, die Einrichtungsdauer sowie die Länge der Arbeitsstelle gab, am besten. In der

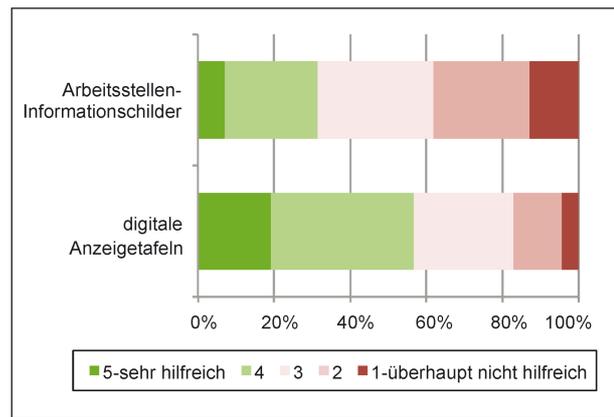


**Bild 16:** Bewertung der Nützlichkeit der Darstellungsformen Arbeitsstellen-Informationsschild und digitale Anzeigetafel



**Bild 17:** Bewertung der Übersichtlichkeit der Darstellungsformen Arbeitsstellen-Informationsschild und digitale Anzeigetafel

Darstellungsform, die an die Optik einer digitalen Anzeigetafel angelehnt war, lagen die Varianten 1 (Grund der Baumaßnahme, Einrichtungsdauer sowie die Länge) und 4 (Grund der Baumaßnahme, Einrichtungsdauer sowie Zeitverlust) in etwa gleich auf. Am schlechtesten bewerteten die Teilnehmer die Variante 3, welche neben dem Grund der Baumaßnahme, der Einrichtungsdauer und Länge der Arbeitsstelle auch Auskunft über aktuell stattfindende Bauarbeiten gibt. Im Vergleich zwischen den beiden Darstellungsformen schnitten die Varianten



**Bild 18:** Bewertung der Anschaulichkeit der Darstellungsform Arbeitsstellen-Informationsschild und digitale Anzeigetafel

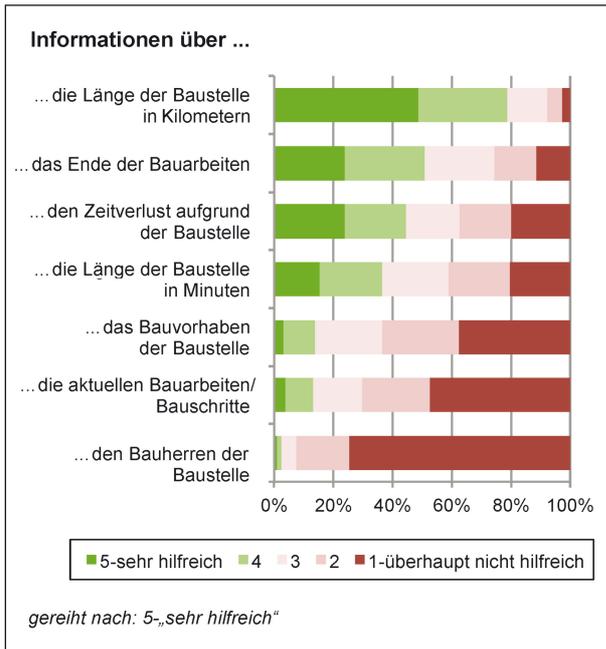
der digitalen Anzeigetafel durchgängig etwas besser ab als das Arbeitsstellen-Informationsschild.

In Bezug auf die Übersichtlichkeit schnitt in der Darstellungsform Arbeitsstellen-Informationsschild ebenfalls die Variante 1 am besten ab. Bei den digitalen Anzeigetafeln bewerteten die Teilnehmer die Varianten 1 und 4 wiederum in etwa gleich gut. Insgesamt erhielten die digitalen Anzeigetafeln bessere Bewertung im Hinblick auf die Übersichtlichkeit als die Arbeitsstellen-Informationsschilder, wie Bild 17 zeigt.

Für die Bewertung der Gestaltung wurden die beiden Darstellungsformen Arbeitsstellen-Informationsschild und digitale Anzeigetafel gegenübergestellt. Insgesamt schnitten die digitalen Anzeigetafeln etwas besser ab als die Arbeitsstellen-Informationsschilder (siehe Bild 18).

### Generelle Informationen über eine Arbeitsstelle

Über eine Arbeitsstelle mögliche Informationen konnten von den Befragungsteilnehmern auf einer Skala von 1 (überhaupt nicht hilfreich) bis 5 (sehr hilfreich) beurteilt werden. Wie in Bild 25 dargestellt, fanden die Befragten die Information über die Länge der Arbeitsstelle in Kilometern am hilfreichsten. An dritter Stelle im Ranking der sieben abgefragten Informationen folgte der Zeitverlust aufgrund des Vorhandenseins der Arbeitsstelle. Wenig hilfreich fanden die Teilnehmer Informationen über das Bauvorhaben und die aktuell stattfindenden Bauarbeiten. Überwiegend als „überhaupt nicht hilfreich“ schnitt die Information über den Bauherren der Arbeitsstelle ab (Bild 19).



**Bild 19:** Generelle Informationen über eine Arbeitsstelle

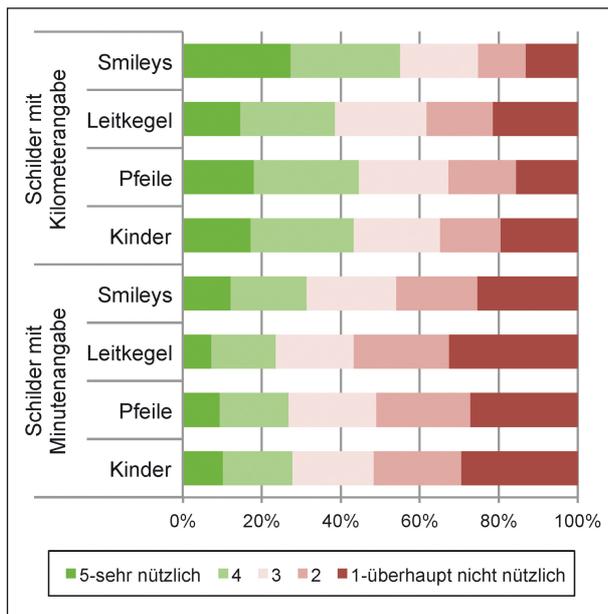
**Nützlichkeit und Gestaltung der Varianten der Schilder zur verbleibenden Länge innerhalb der Arbeitsstelle**

Als Informationsschilder innerhalb einer Arbeitsstelle wurden zwei bestehende Designvarianten aus dem Inland (Smileys und Schilder mit Kindern des Ministeriums für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung Hessen) und eine aus dem Ausland (Leitkegel der ASFINAG) modifiziert. Zudem wurde eine eigene Designvariante (Pfeile) entworfen. Die Designvarianten zeigten zum einen die Information über die verbleibende Länge in Kilometern und zum anderen in Minuten. Die verschiedenen Designvarianten sind in der Tabelle 13 abgebildet.

Auf einer fünfstufigen Skala (von 1 = überhaupt nicht nützlich bis 5 = sehr nützlich) konnten die Teilnehmer ihre Einschätzung der Designvarianten im Hinblick auf ihre Nützlichkeit abgeben. Wie Bild 20 zeigt, bewerteten die Befragten die Designvarianten mit der verbleibenden Länge in Kilometern insgesamt besser, als jene mit den Zeitangaben. Die

	Schilder zur verbleibenden Länge (Kilometerangabe)		Schilder zur verbleibenden Länge (Zeitangabe)
Variante 1	<p><b>Smileys</b></p>	Variante 1	<p><b>Smileys</b></p>
Variante 2	<p><b>Leitkegel</b></p>	Variante 2	<p><b>Leitkegel</b></p>
Variante 3	<p><b>Pfeile</b></p>	Variante 3	<p><b>Pfeile</b></p>
Variante 4	<p><b>Kinder</b></p>	Variante 4	<p><b>Kinder</b></p>

**Tab. 13:** Designvarianten verbleibende Länge innerhalb der Arbeitsstelle mit Kilometerangabe und Zeitangabe



**Bild 20:** Nützlichkeit Informationsschilder mit verbleibender Länge innerhalb einer Arbeitsstelle

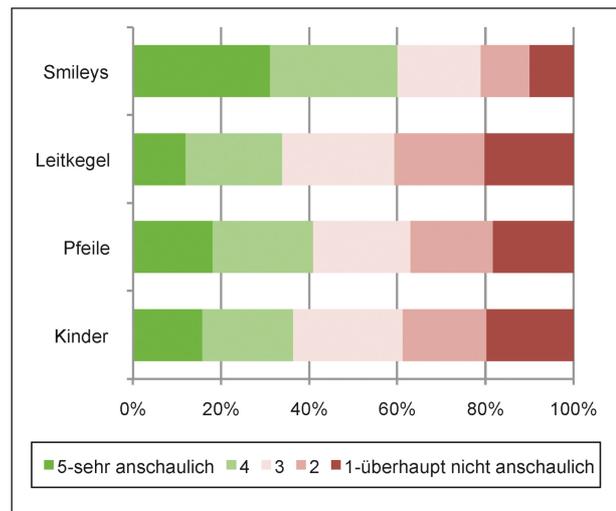
beste Bewertung über alle Varianten erhielten die Smiley-Schilder mit Kilometerangabe, an letzter Stelle rangierten die Leitkegel mit der Zeitangabe.

Das Schild mit den Smileys und der Kilometerangabe wurde von mehr als der Hälfte der Befragungsteilnehmer als nützlich oder sehr nützlich bewertet. Die Schilder mit den Leitkegeln, Pfeilen und Kindern mit Kilometerangabe fanden zwischen 39 % und 45 % der Teilnehmer nützlich oder sehr nützlich. Über alle vier Varianten der Schilder mit Kilometerangabe hinweg gaben 25 % bis 38 % der Befragten eine negative Bewertung ab.

Die verschiedenen Varianten der Schilder mit der Minutenangabe hingegen fanden zwischen 24 % und 31 % der Befragten nützlich, während 46 % bis 57 % der Teilnehmer diese vier Varianten negativ bewerteten (siehe Bild 20).

Im Anschluss an die Bewertung der Nützlichkeit konnten die Befragungsteilnehmer die Gestaltung der vier Designvarianten zur verbleibenden Länge innerhalb der Arbeitsstelle beurteilen. Hierzu stand wiederum eine Skala von 1 (überhaupt nicht anschaulich) bis 5 (sehr anschaulich) zur Verfügung. Platz eins im Ranking erreichten die Smiley-Schilder. Die Designvarianten „Pfeile“, „Kinder“ und „Leitkegel“ lagen in der Bewertung in etwa gleich auf, wie Bild 21 zeigt.

Die Bewertung der Nützlichkeit der Smiley-Schilder mit Kilometerangabe fiel bei Befragten aus dem



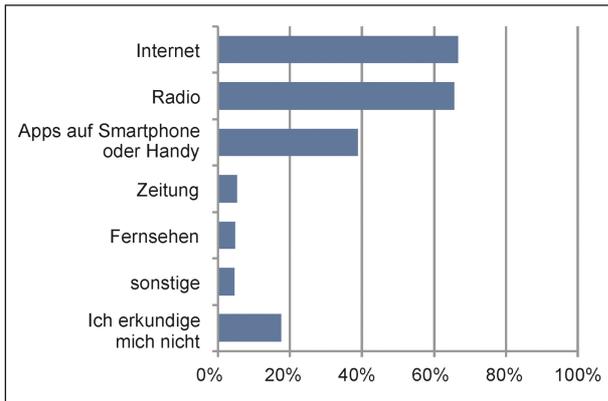
**Bild 21:** Anschaulichkeit Informationsschilder mit verbleibender Länge innerhalb einer Arbeitsstelle

Bundesland Sachsen, wo diese Schilder bereits eingesetzt werden, im Vergleich zur Gesamtstichprobe überdurchschnittlich positiv aus. Die Gestaltung der Smiley-Schilder wurde ebenfalls in Sachsen positiver als im Durchschnitt über alle Befragten bewertet. Die Schilder mit den Kindern und der Kilometerangabe erhielten von Befragten aus dem Bundesland Hessen, wo diese Gestaltungsvariante eingesetzt wird, sowohl was die Nützlichkeit betrifft als auch hinsichtlich der Gestaltung eine überdurchschnittlich positive Bewertung im Vergleich zur Gesamtstichprobe.

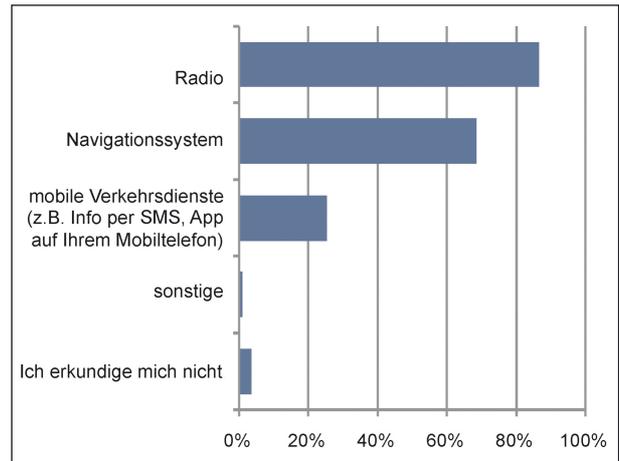
### Informationsquellen über Arbeitsstellen vor Fahrtantritt

Nach Angabe der Teilnehmer sind die am häufigsten genutzten Informationsquellen über Arbeitsstellen vor Fahrtantritt das Internet und das Radio (67 % bzw. 66 %). Smartphone bzw. Handy folgen auf Platz drei mit 39 %. Wenig relevant scheinen Zeitung und Fernsehen zu sein. 17 % der Befragten gaben an, sich vor Fahrtantritt überhaupt nicht über Arbeitsstellen zu erkundigen (siehe Bild 22).

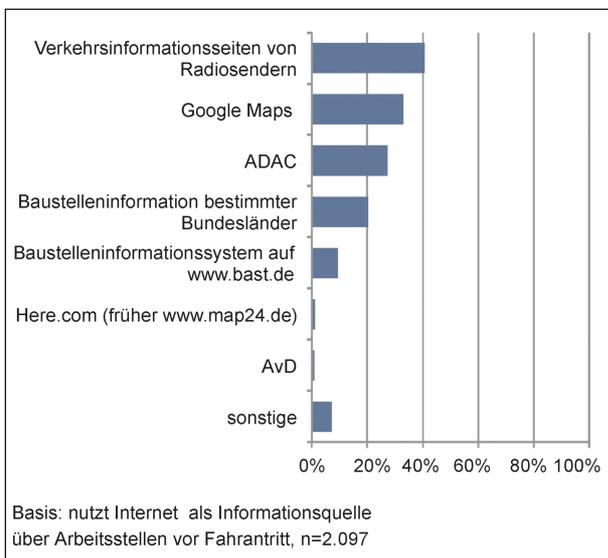
Nach Aussage der Befragten, die das Internet als Informationsquelle vor Fahrtantritt nutzen, informieren sich die meisten auf Internetseiten von Radiosendern (41 %), gefolgt von Google Maps (33 %), ADAC (27 %) und den Baustelleninformationssystemen bestimmter Bundesländer (20 %). Weniger genutzt ist das Baustelleninformationssystem des Bundes und der Länder auf [www.bast.de](http://www.bast.de), welches im Zeitraum der Befragung erst seit Kurzem angeboten wurde, sowie Here.com und die Internetseite des Automobilclubs von Deutschland (AvD) (siehe Bild 23).



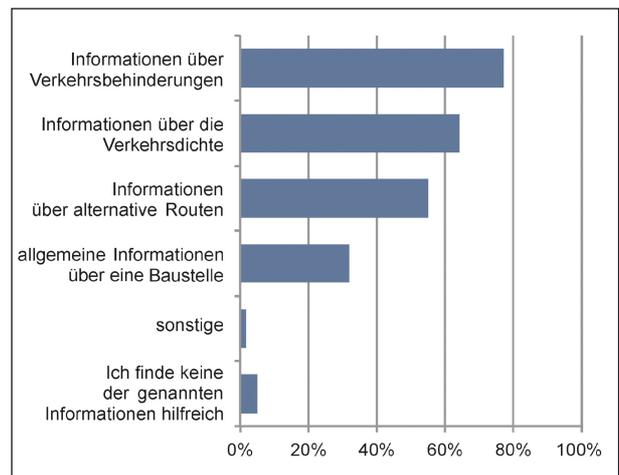
**Bild 22:** Genutzte Informationsquellen über Arbeitsstellen vor Fahrtantritt



**Bild 24:** Genutzte Informationsquellen über Arbeitsstellen während der Fahrt



**Bild 23:** Genutzte Internetquellen über Arbeitsstellen vor Fahrtantritt



**Bild 25:** Hilfreiche Informationen bei Fahrten durch Arbeitsstellen

### Informationsquellen über Arbeitsstellen während der Fahrt

Während der Fahrt nutzen die Befragungsteilnehmer am häufigsten das Radio als Informationsquelle über Arbeitsstellen (87 %). Das Navigationssystem wird von 69 % als Informationsquelle genutzt, 25 % lassen sich über mobile Verkehrsdienste wie beispielsweise SMS-Info oder Smartphone-Apps informieren. Nur 4 % gaben an, sich während der Fahrt nicht über Arbeitsstellen zu erkundigen (siehe Bild 24).

Im Anschluss an die bevorzugten Informationsquellen über Arbeitsstellen konnten die Teilnehmer angeben, welche Informationen sie bei Fahrten durch Arbeitsstellen hilfreich finden. In erster Linie nannten die Befragungsteilnehmer Informationen über Verkehrsbehinderungen, gefolgt von Informationen

über die Verkehrsdichte sowie Informationen über Alternativrouten. Rund ein Drittel der Teilnehmer würde bei Fahrten durch Arbeitsstellen allgemeine Informationen zur Arbeitsstelle hilfreich finden (siehe Bild 25).

### 5.3 Zusammenfassung der Ergebnisse der Onlinebefragung

- Die Einschätzung der verschiedenen Bereiche einer Arbeitsstelle nach ihrem Schwierigkeitsgrad erfolgte in der Onlinebefragung anhand einer exemplarischen Arbeitsstelle (Arbeitsstelle längerer Dauer, acht Kilometer lang, Geschwindigkeitsbeschränkung auf 80 km/h). Am kritischsten bewerteten die Befragungsteilnehmer Behelfsanschlussstellen, vor allem das Auffahren an einer solchen.

- Das Überholen von Lkw schnitt durchschnittlich von allen sechs nach Schwierigkeitsgrad abgefragten Fahrmanövern am schlechtesten ab. Das Folgefahren schätzten die Befragten im Mittel als am leichtesten ein.
- Von den Designvarianten der Darstellungsform Arbeitsstellen-Informationsschild bewerteten die Teilnehmer die Nützlichkeit der Variante 1 (Grund der Baumaßnahme, Einrichtungsdauer sowie Länge der Arbeitsstelle) am besten. In der Darstellungsform digitale Anzeigetafel lagen zwei Varianten hinsichtlich Nützlichkeit in etwa gleich auf: die Variante 1 (Grund der Baumaßnahme, Einrichtungsdauer sowie die Länge) und die Variante 4 (Grund der Baumaßnahme, Einrichtungsdauer sowie Zeitverlust). Am schlechtesten bewerteten die Teilnehmer die Variante 3, welche neben Grund der Baumaßnahme, Einrichtungsdauer und Länge der Arbeitsstelle auch Auskunft über aktuell stattfindende Bauarbeiten gibt. Im Vergleich zwischen den beiden Darstellungsformen schnitt das einfachere Design (digitale Anzeigetafel) durchgängig etwas besser ab als das klassische Arbeitsstellen-Informationsschild. Bei den Vergleichen der Schildinhalte muss allerdings beachtet werden, dass es durch die Darstellung zusätzlicher Anzeigemöglichkeiten auf dem statischen Arbeitsstellen-Informationsschild teilweise zum Einsatz kleinerer Schriftgrößen kam. Entsprechend kann ein Einfluss der veränderten Schriftgröße auf die Bewertung nicht ausgeschlossen werden.
- In Bezug auf die Übersichtlichkeit erhielten die im einfacheren Design gehaltenen digitalen Anzeigetafeln bessere Bewertungen als die Arbeitsstellen-Informationsschilder.
- Die Gestaltung der digitalen Anzeigetafeln bewerteten die Teilnehmer besser als jene der Arbeitsstellen-Informationsschilder. Allerdings ist anzumerken, dass durch eine digitale Darstellung eine höhere Aktualität der Schildinhalte suggeriert werden könnte als in der statischen Darstellung. Gleichzeitig zeichnet sich die Umsetzung in Anlehnung an eine digitale Anzeige in erster Linie auch durch eine gewisse Schlichtheit und damit entsprechend höhere Übersichtlichkeit aus. Insofern ist die Präferenz der Teilnehmer für diese Variante nicht notwendigerweise als ein Votum für digitale Anzeigen zu interpretieren, sondern kann ebenso auch als Hinweis auf die Notwendigkeit einer Vereinfachung der Darstellung gesehen werden.
- Bei den Informationsschildern, welche die verbleibende Länge innerhalb der Arbeitsstelle anzeigen, erhielten hinsichtlich ihrer Nützlichkeit die Schilder mit der Angabe in Kilometern im Schnitt bessere Bewertungen als jene mit Zeitangabe. Aus gestalterischer Sicht erreichten die Smiley-Schilder die beste Bewertung aller vier gezeigten Varianten, wobei sich bei den Bewertungen auch regionale Unterschiede zeigen.
- Jeweils zwei Drittel der Befragten gaben an, das Internet bzw. das Radio als Informationsquelle über Arbeitsstellen vor Fahrtantritt zu nutzen. Am häufigsten werden von jenen, die das Internet zu diesem Zweck nutzen, Internetseiten von Radiosendern, Google Maps und ADAC genutzt. Generell ist hierbei anzumerken, dass aufgrund der Umsetzung der Untersuchung in Form einer Online-Befragung internetaffine Nutzer sicherlich überrepräsentiert sind.
- Am hilfreichsten fanden die Befragungsteilnehmer Informationen über Verkehrsbehinderungen, gefolgt von Informationen über die Verkehrsdichte.
- Während der Fahrt sind Radio und Navigationssystem die vorwiegend genutzten Informationsquellen über Arbeitsstellen.

## 6 Fahrsimulatorstudie

### 6.1 Vorüberlegungen

Die Ausrichtung der Fahrsimulatorstudie zur Untersuchung der Auswirkungen verschiedener Arbeitsstellenmerkmale basierte auf den zuvor im Projekt gewonnenen Erkenntnissen. Aufbauend auf den Ergebnissen der Literaturrecherche, den Eindrücken aus den Fokusgruppen und vor allem den Bewertungen der Arbeitsstellenmerkmale der Befragung im Feld ergab sich zunächst eine Reihe potenzieller unabhängiger Variablen, aus denen eine geeignete Auswahl zu treffen war. Nach Rücksprache mit dem Auftraggeber wurden die Fahrstreifenbreite, die Arbeitsstellenlänge, die Präsenz von Smiley-Schildern sowie das Alter der Fahrer als Untersuchungsschwerpunkte ausgewählt.

Eine zu geringe Fahrstreifenbreite in Arbeitsstellen auf Autobahnen wurde von den Teilnehmern als zentrales Problem benannt, sowohl den rechten Behelfsfahrstreifen betreffend, jedoch im Besonde-

ren hinsichtlich des linken Behelfsfahrstreifens. Vor diesem Hintergrund erschien die Variation der Fahrstreifenbreite als unmittelbar plausibel. Erwartet wurde, dass sich die Breite des linken Fahrstreifens vor allem auf die berichtete Komplexität und das Stresslevel der Teilnehmer auswirken würde. Diese erhöhte Beanspruchung sollte sich dann gegebenenfalls auch in Fahrverhaltensmaßen wie etwa der Spurhaltung niederschlagen.

Allerdings war vorab zu prüfen, inwieweit eine Abbildung verschiedener Fahrstreifenbreiten im Fahrsimulator hinreichend realitätsnah möglich ist. Es bestand die Sorge, dass minimale Variationen, die im Realverkehr von Fahrern wahrgenommen werden und sich entsprechend auf das Verhalten auswirken, im Simulator unter Umständen nicht sinnvoll umsetzbar und folglich vom Fahrer in der simulierten Umgebung nicht identifizierbar wären. Die Untersuchung stellte in Bezug auf dieses Merkmal somit ebenfalls eine Machbarkeitsstudie dar. Wie jedoch auch die subjektiven Einschätzungen der Versuchsteilnehmer belegen (siehe Kapitel 5.3.1), erwies sich diese Sorge als unbegründet.

Die Länge einer Arbeitsstelle wurde von vielen Probanden der Befragung im Feld als kritische Größe gesehen, wobei unklar blieb, ab welcher Länge eine Arbeitsstelle als zu beanspruchend empfunden wird. Die Untersuchung verschiedener Arbeitsstellenlängen im direkten Vergleich erschien daher unbedingt geboten, nicht zuletzt vor dem Hintergrund einer vergleichsweise leichten Umsetzbarkeit. Hier war in erster Linie von einer Veränderung der subjektiven Maße auszugehen. Auswirkungen auf das Fahrverhalten sind im Realverkehr zwar durchaus denkbar, erschienen jedoch im Kontext einer Fahrsimulation eher unwahrscheinlich.

Die Präsenz von Schildern mit Angaben zur verbleibenden Länge innerhalb der Arbeitsstelle wurde von den Teilnehmern der Fokusgruppen als Verbesserungsvorschlag für Arbeitsstellen genannt. Die Befragung an der Arbeitsstelle A 7 zeigte, dass die Mehrheit der Teilnehmer die Schilder mit der verbleibenden Länge, in diesem Fall mit Smileys, als nützlich empfand. Daher sollte im Simulatorversuch die Bewertung der unterschiedlichen langen Arbeitsstellen mit und ohne Smiley-Schilder überprüft werden.

Sowohl bei der Bewertung der verschiedenen Arbeitsstellenmerkmale als auch bei der Einschätzung der Schwierigkeit der durchgeführten Fahrauf-

gaben ließen sich bei der Befragung im Feld Alterstendenzen feststellen. Da Arbeitsstellen eine komplexe Verkehrssituation darstellen und vor allem ältere Fahrer Probleme mit komplexen, unbekanntem Verkehrssituationen haben ist davon auszugehen, dass gerade die Leistung dieser Fahrer beeinträchtigt wird, beziehungsweise gegebenenfalls durch entsprechende Maßnahmen verbessert werden kann.

Grundsätzlich sollte angestrebt werden, die Untersuchungsvariablen bei verhältnismäßig hohem Verkehrsaufkommen zu variieren. In den Befragungen im Feld wurde dieser Umstand als wichtiger Faktor identifiziert, der die Durchfahrt von Arbeitsstellen besonders erschwert. Im Gegensatz dazu wurde bei geringem Verkehrsaufkommen kaum über Schwierigkeiten berichtet. Gleichzeitig galt es allerdings zu beachten, dass alle Teilnehmer eine möglichst standardisierte, gleichmäßige Verteilung der Fahrzeuge erleben, auf die sie reagieren können oder sollen, sodass die Umsetzung eines durchgehend hohen Verkehrsaufkommens im eigentlichen Sinne nicht ratsam erschien.

## 6.2 Methoden

### 6.2.1 Teilnehmer

An der Fahrsimulatorstudie nahmen insgesamt 72 Probanden teil. Akquiriert wurde eine jüngere (bis einschließlich 45 Jahre) und eine ältere Fahrergruppe (55 Jahre und älter). Aufgrund von Simulator-Sickness beendeten 5 Probanden den Versuch nicht, sodass zunächst die Datensätze von 67 Teilnehmern für die Auswertung zur Verfügung standen. Simulator-Sickness ist ein unerwünschter Nebeneffekt, der auftreten kann, wenn Personen in virtuellen Umgebungen wie der im Experiment simulierten Fahrumgebung agieren. Sie ist bei Betroffenen durch verschiedene Symptome wie Unwohlsein, Schwindel, Kopfschmerzen, starkes Schwitzen oder Übelkeit bis hin zum Erbrechen gekennzeichnet. Die Ursachen für diese Beschwerden sind bisher nur unzureichend geklärt. In bisherigen Untersuchungen zeigte sich jedoch deutlich, dass die Auftretenswahrscheinlichkeit der Symptome unter anderem mit dem Alter der Testteilnehmer zusammenhängt, was vor allem bei älteren Probanden zu sehr hohen Ausfallquoten (z. B. 40 % aller Testteilnehmer bei EDWARDS et al., 2003) führen kann. Ein weiterer Proband musste aufgrund vorzeitiger Überholmanöver, welche zu einer anderen Ver-

Teilnehmer	72	36	36
Verwertbare Daten	66	33	33
	Gesamt	Jung	Alt
<b>Geschlecht</b>			
männlich	42	19	23
weiblich	24	14	10
<b>Führerscheinbesitz Pkw</b>			
unter 10 Jahren	18	18	0
11 bis 30 Jahre	21	14	7
über 30 Jahre	27	1	26
<b>Fahrleistung insgesamt</b>			
bis 5.000 km/Jahr	12	7	5
bis 10.000 km/Jahr	20	8	12
bis 20.000 km/Jahr	21	9	12
mehr als 20.000 km/Jahr	13	9	4
<b>Fahrleistung auf Autobahn</b>			
bis 5.000 km/Jahr	39	17	22
bis 10.000 km/Jahr	16	8	8
bis 20.000 km/Jahr	6	5	1
mehr als 20.000 km/Jahr	4	3	1
Keine Angabe	1	0	1

Tab. 14: Stichprobenbeschreibung der Fahrsimulatorstudie

kehrstruktur zu Beginn der Arbeitsstelle führen, von der Auswertung ausgeschlossen werden.

Letztlich waren 66 Datensätze aus der Untersuchung verwertbar. Die jüngeren Teilnehmer (33 verwertbare Datensätze) waren im Mittel 31,6 Jahre alt ( $SD = 7,6$ ), wobei der jüngste 22 und der älteste 45 Jahre alt war. Die älteren Teilnehmer (ebenfalls 33 verwertbare Datensätze) waren im Schnitt 64,5 Jahre alt ( $SD = 6,9$  Jahre), mit einer Spannweite von 55 bis 79 Jahren. Rekrutiert wurden die Probanden hauptsächlich über die nahezu 1.000 Personen umfassende Probandendatenbank des Interdisziplinären Zentrums für Fahrerassistenzsysteme (I-FAS) der Technischen Universität Chemnitz. Eine Übersicht der Merkmale und deren Verteilung innerhalb der Stichprobe liefert Tabelle 14.

## 6.2.2 Material

### Fahrsimulator und -simulation

Der Versuch wurde in einem statischen Fahrsimulator mit 180° Sichtsystem durchgeführt. Zudem wird nicht nur die direkte Sicht nach vorne und zu

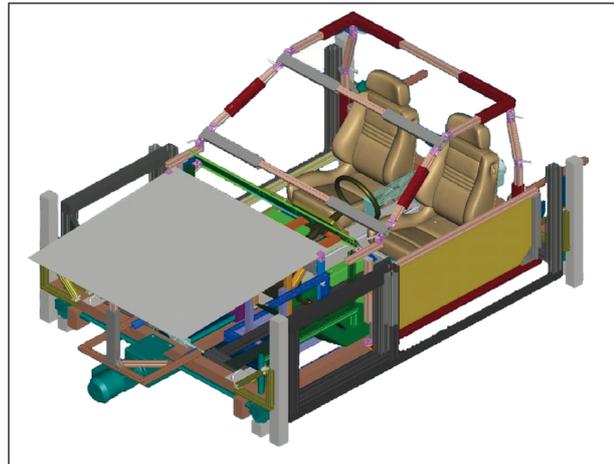


Bild 26: 3D-Modell des URS

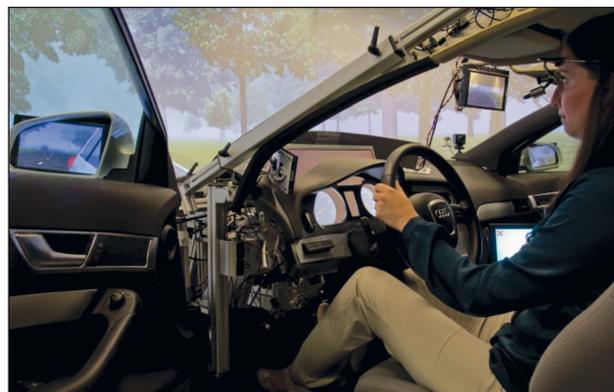


Bild 27: Proband im Fahrsimulator

den Seiten dargestellt, es erfolgt auch eine Simulation der Ansichten in den Rückspiegeln. Die akustische Simulation begrenzt sich auf die Geräusche des zu fahrenden Ego-Fahrzeugs. Fremdverkehrsgereusche werden nicht erzeugt. Als Grundgerüst für den Fahrsimulator der Technischen Universität Chemnitz dient das in Bild 26 dargestellte variable MockUp „URS“ (Usability Research Simulator).

Der URS wurde als variables Ergonomiemodell zur Simulation von unterschiedlichsten Fahrzeuggrößen und Innenräumen konzipiert. Der Simulator verfügt über ein mit der Simulationssoftware SILAB synchronisiertes Eye-Tracking-System „Dikablis“, eine Vier-Kanal-Video-Aufzeichnung und Möglichkeiten zur Audioaufzeichnung. Der Chemnitzer Fahrsimulator ist in der Lage, Fahrdaten zur Längs- und Querregelung aufzuzeichnen. Synchron dazu können ebenfalls Blickbewegungsdaten erfasst werden. Die aufzuzeichnenden Daten können in Leistungsmaße der Quer- und Längsregelung, Blickverhaltensdaten sowie Beobachtungsdaten aus der Audio- und Videoaufzeichnung untergliedert werden. Bild 27 zeigt einen Probanden im Fahrsimulator.

## Simulierte Strecke

Ein erster Entwurf der Simulationsstrecke wurde in ihrer Realitätsstreue gemeinsam durch Experten der Technischen Universität Chemnitz und der Bundesanstalt für Straßenwesen bewertet und verbessert. Ergänzende Hinweise zur Umgebung, den Markierungen und der Beschilderung flossen in eine weitere Programmierphase ein. Das Ergebnis stellten fünf unterschiedliche Arbeitsstellenvariationen dar. Die unterschiedlichen Merkmale der umgesetzten Arbeitsstellen sind in Tabelle 15 dargestellt.

An allen simulierten Arbeitsstellen wies der rechte Fahrstreifen eine Breite von 3,50 m auf. Diese Breite wurde im Sinne der Vergleichbarkeit zwischen den verschiedenen Bedingungen konstant gehalten, wengleich dieses Maß in realen Arbeitsstellen häufig unterschritten wird, da die RSA in der Regel die Einhaltung einer Mindestfahrstreifenbreite von lediglich 3,25 m fordern. Der Fokus der Untersuchung wurde auf die Variation der Fahrstreifenbreite des linken Behelfsfahrstreifens gelegt, da hier wesentlich schmalere Behelfsfahrstreifenbreiten möglich sind.

So wurden innerhalb der drei kurzen Arbeitsstellen (3 km Länge) drei unterschiedliche Breiten des linken Fahrstreifens untersucht – von 3,00 m über 2,75 m zu 2,50 m. Innerhalb der langen Arbeitsstelle (9 km) wurde zusätzlich der Einsatz von Smiley-Schildern variiert. Eine Übersicht der Arbeitsstellenvariationen zeigt Tabelle 15. Außerdem wurde die Wirkung unterschiedlicher Längen der Arbeitsstellen betrachtet. Innerhalb aller Arbeitsstellen galt eine Geschwindigkeitsbeschränkung von 80 km/h. Einen Screenshot der umgesetzten Fahrsimulation zeigt Bild 28.

Die fünf Arbeitsstellen wurden jeweils als einzelne Programmierereinheit umgesetzt und konnten unabhängig voneinander mit dem Programm SILAB geöffnet und in beliebiger Reihenfolge durchfahren werden. Start- und Endpunkt jeder Programmier-

einheit war eine Raststätte. Von dieser ausgehend wurde zunächst ein ca. 5 km langes Teilstück Autobahn befahren, welches keine Arbeitsstelle aufwies. Die Geschwindigkeitsbeschränkung betrug in diesem Bereich 130 km/h. Daran schloss sich eine der fünf Arbeitsstellen an, um nach deren Durchfahrt schließlich wieder auf einen Rastplatz zurückzukehren.

Jeder Proband durchfuhr insgesamt vier dieser fünf Arbeitsstellen – alle drei kurzen Versionen und eine der beiden langen Varianten (entweder mit oder ohne Smiley-Schildern). Die Abfolge der einzelnen Arbeitsstellen wurde ausbalanciert um Reihenfolge- und Positionseffekte ausschließen zu können. Es wurden sowohl die einzelnen kurzen Arbeitsstellen untereinander als auch die Position der jeweiligen langen Arbeitsstelle variiert. Diese wurde entweder zu Beginn, also vor den drei kurzen Arbeitsstellen, oder am Ende durchfahren.

Die Teilnehmer wurden instruiert, sich so wie im Realverkehr zu verhalten. Um jedoch gleiche Verkehrsbedingungen für alle Versuchsteilnehmer zu erzeugen, mussten bestimmte weitere Instruktionen durch den Versuchsleiter vorgegeben und vom Probanden eingehalten werden. Im ersten Streckenabschnitt ohne Arbeitsstelle waren die Proban-



Bild 28: Screenshot der umgesetzten Fahrsimulation mit Smiley-Schild

	Fahrstreifenbreite links	Fahrstreifenbreite rechts	Länge der Arbeitsstelle	Smiley-Schilder
Arbeitsstelle 1 (kurz breit)	3,00 m	3,50 m	3,0 km	nein
Arbeitsstelle 2 (kurz mittel)	2,75 m	3,50 m	3,0 km	nein
Arbeitsstelle 3 (kurz schmal)	2,50 m	3,50 m	3,0 km	nein
Arbeitsstelle 4 (lang ohne Smiley)	2,50 m	3,50 m	9,0 km	nein
Arbeitsstelle 5 (lang mit Smiley)	2,50 m	3,50 m	9,0 km	ja

Tab. 15: Umgesetzte Arbeitsstellen und ihre Merkmale

den angewiesen, sich an das Rechtsfahrgebot zu halten und nicht zu überholen. Bei Einhaltung der Instruktionen lief der Proband auf der rechten Spur immer auf die gleiche Anzahl an Personenkraftwagen (Pkw) auf.

Gleichzeitig wurde der Fahrer dabei von einer gleichen Anzahl an Pkw überholt, sodass bei Einfahrt in die Arbeitsstelle jeder Versuchsteilnehmer die gleichen Verkehrsbedingungen vorfand. Im Bereich der Arbeitsstelle – in diesem Versuch nach Durchfahren der Überleitung – galt zwar ebenso das Rechtsfahrgebot, es stand den Probanden jedoch frei, bei Bedarf zu überholen. Dies wurde den Probanden vor Fahrtbeginn mündlich mitgeteilt und während der Fahrt im Kombiinstrument visuell angezeigt. Falls Überholmanöver stattfanden, konnten theoretisch in allen kurzen Arbeitsstellen zuerst fünf Pkw und anschließend fünf Lastkraftwagen (Lkw) überholt werden. Der sich auf dem rechten Fahrstreifen befindliche Lkw-Verkehr wurde etwas außermittig in Richtung des linken Fahrstreifens versetzt, um die Beanspruchung bei einem möglichen Überholvorgang zu erhöhen. Zwischen den beiden Fahrzeuggruppen bestand ausreichend Platz, um auf den rechten Fahrstreifen zurückzukehren, sofern sich der Proband gegen ein Überholmanöver der breiteren Lkw-Kolonnen entscheiden hätte. Innerhalb der langen Arbeitsstelle wurden diese Szenarien jeweils zweimal durchfahren. Um die Wahrscheinlichkeit von Überholmanövern und die damit verbundene Nutzung des linken Fahrstreifens zu erhöhen, fuhr der Verkehr auf dem rechten Fahrstreifen mit einer Geschwindigkeit von 65 km/h. Die Fahrzeuge des linken Fahrstreifens hielten eine Geschwindigkeit von konstant 90 km/h.

### Eye-Tracker

Zur Aufnahme von Blickbewegungen stand das Eye-Tracking System DIKABLIS Wireless der Firma Ergoneers zur Verfügung. Es handelt sich hierbei um ein Head-Mounted-System (Bild 29). Die Erfassung der Blickbewegungen erfolgte zur Untersuchung von unterschiedlichen Blickstrategien während der Durchfahrt der verschiedenen Arbeitsstellen. Dabei werden sowohl die zeitliche Verteilung als auch die Anzahl der Einzelblicke auf verschiedene Zielobjekte ausgewertet, um mögliche Unterschiede bzgl. der Blickzuwendung und der daraus ableitbaren subjektiven Gewichtung der Zielobjekte (bspw. Kombiinstrument, vorausfahrender Verkehr) für das sichere Durchfahren der Arbeitsstelle festzustellen.



Bild 29: Eye-Tracker-System DIKABLIS

### Subjektive Daten

Die Erhebung subjektiver Daten war in drei Teile gegliedert. Die Fragebögen der Fahrsimulatorstudie sind den Anhängen 3 bis 6 zu entnehmen.

Der erste Fragebogen wurde vor der ersten Versuchsfahrt ausgefüllt. Neben der Abfrage demografischer Daten wurden die Probanden gebeten, Angaben zu ihrem Fahrstil, ihren Fahrgewohnheiten und ihrer Fahrleistung zu machen. Abschließend wurde der Stimmungsfragebogen (FASEM-C) von PEREZ, SCHOEBI und WILHELM (2000) erhoben, um weitere stimmungsbedingte Störgrößen zu identifizieren. Dieser ist Teil des ursprünglich für Stress im häuslichen Umfeld generierten Gesamtfragebogens FASEM-C, wurde fahrzeugbezogen angepasst (Eliminierung eines Items) und ist auf einer 6-Punkte-Skala zu beantworten.

Der zweite Teil der Erhebung subjektiver Daten erfolgte nach jeder Arbeitsstellendurchfahrt. Zu Beginn des Fragebogens erfolgte eine Bewertung verschiedener Merkmale der Arbeitsstelle sowie während der Fahrt durchgeführter Fahraufgaben. Dabei wird auf den vorhandenen Fragebogen aus der Studie im Feld (Kapitel 3) zurückgegriffen, um eine gewisse Vergleichbarkeit zu gewährleisten. Abschließend wurden die Teilnehmer nach ihrem Stresslevel befragt. Dazu wurden Teile des State Driver Stress Inventory (SDSI) von HENNESSY und WIESENTHAL (1997) verwendet. Der gesamte SDSI ist eine Kombination des Driving Behaviour Inventory General (DBI-Gen, GULIAN et al. 1989), der als robustes und verlässliches Messinstrument des Fahrerstress gilt (GLENDON et al. 1993; MATTHEWS et al. 1991), und der Stress Arousal Checklist von MACKAY et al. (1978), die jeweils zur Hälfte aus positiven und negativen stressbeschreibenden Adjektiven besteht. Nach Spiegelung der positiven Items lässt sich als Mittel aus den sechs

verwendeten stressbeschreibenden Items ein Gesamtstresswert bilden. Wurde die lange Arbeitsstelle mit Smiley-Schildern durchfahren, schlossen sich Fragen zu deren Bewertung an, die ebenfalls aus dem Fragebogen der Feldinterviews entnommen wurden.

Der letzte Fragebogen wurde den Probanden am Ende des Versuchs vorgelegt. Er enthielt erneut den Stimmungsfragebogen von PEREZ, SCHOEBI und WILHELM (2000). Zusätzlich wurden noch zwei weitere Fragen zu den klimatischen Bedingungen im Labor und zu möglichen Variationen im Versuch integriert.

### 6.2.3 Durchführung

Die Versuchsdauer betrug insgesamt ca. 2 Stunden. Nach dem Ausfüllen des ersten Fragebogens zur Aufnahme demografischer Daten und zur Feststellung der Stimmung des Probanden erfolgte eine erste, ca. 10 Minuten in Anspruch nehmende Eingewöhnungsfahrt. Die Probanden sollten sich durch das Einhalten verschiedener Geschwindigkeitsbeschränkungen und durch das Ausführen von diversen Spurwechselfragen an die Besonderheiten einer Fahrsimulatorfahrt gewöhnen, da der Großteil vor allem der älteren Teilnehmer vorher noch nicht in Berührung mit einer simulierten Verkehrsumgebung gekommen war.

Vor Beginn der sich anschließenden ersten Versuchsfahrt erfolgte die Einrichtung des Eye-Tracking Systems. Nach erfolgreichem Justieren des Eye-Trackers an das Auge des Probanden und an den Versuchsraum begann die erste Versuchsfahrt. Diese nahm entweder ca. 8 (kurze Arbeitsstelle) oder ca. 13 Minuten (lange Arbeitsstelle) in Anspruch. Danach wurde im Nebenraum die Befragung hinsichtlich der Bewertung der Baustellenmerkmale, der durchgeführten Fahraufgaben und des Stresslevels ausgeführt. Dieser Vorgang wiederholte sich für die restlichen drei Versuchsfahrten. Vor jeder weiteren Fahrt wurde der Eye-Tracker überprüft, um eine sichere und kontinuierliche Detektion der Pupille zu gewährleisten.

Nach der letzten Versuchsfahrt wurde der Proband erneut gebeten, den Stimmungsfragebogen auszufüllen sowie zwei weitere abschließende Fragen zu beantworten. Für die Versuchsteilnahme wurden 20 Euro Aufwandsentschädigung ausgezahlt, bevor der Proband verabschiedet wurde.

### 6.2.4 Auswertung

#### Breite des linken Fahrstreifens in der kurzen Arbeitsstelle

In Abhängigkeit von der Breite des linken Fahrstreifens sind natürlich Unterschiede im Fahrverhalten der Teilnehmer zu erwarten. Entsprechend wurden die aufgenommenen Fahrdaten nach Unterschieden im Geschwindigkeits- und Spurverhalten sowie in der zeitlichen Nutzung der verschiedenen breiten linken Fahrstreifen analysiert. Darüber hinaus wurde das longitudinale Abstandsverhalten betrachtet. Als Kontrolle zur Erkennung der variierenden kurzen Arbeitsstellen erfolgte eine Auswertung des Fragebogens.

Anzunehmen war, dass die Merkmale der Arbeitsstelle und die abgefragten Fahraufgaben mit abnehmender Breite des linken Fahrstreifens schlechter beziehungsweise schwieriger bewertet würden. Darüber hinaus wurde erwartet, dass der Stress bei abnehmender Breite des linken Fahrstreifens ansteigt. Ebenfalls zu vermuten war ein Einfluss der linken Fahrstreifenbreite auf das Blickverhalten. Dies sollte sich in einer unterschiedlichen, prozentualen Blickverteilung auf die drei zur Verfügung stehenden Blickziele Straße, Kombiinstrument und Rückspiegel niederschlagen. Der schmalere linke Fahrstreifen könnte sowohl in einer gehäuften Anzahl an Rückspiegel-Kontrollblicken als auch in einem höheren Zeitanteil, in dem tunnelblickartig durch die Windschutzscheibe geschaut wird, resultieren.

#### Länge der Arbeitsstelle

Hauptaugenmerk bei der Variation der Arbeitsstellenlänge lag auf der Stressentwicklung. Sofern die Länge der Arbeitsstelle die Versuchsteilnehmer stark belastet, sollten sich Unterschiede in der Bewertung der Stressitems, aber auch in den Fahraufgaben und Baustellenmerkmalen ergeben.

#### Smiley-Präsentation in der langen Arbeitsstelle

Um den Einfluss der Smiley-Schilder auf den Fahrer umfassend einschätzen zu können, wurde in der Bewertung der Baustellenmerkmale, der Fahraufgaben und der Stressitems nach Unterschieden gesucht. Auch konnte ein gewisser Einfluss auf die Stimmung vermutet werden, welcher sich in den entsprechenden Items des Fragebogens widerspiegeln müsste. In den Fahrdaten waren hingegen

kaum Unterschiede zu erwarten, der Vollständigkeit halber wurde dennoch auch eine entsprechende Betrachtung vorgenommen.

### Alter der Probanden

Es wurde davon ausgegangen, dass sich Fahrstreifenbreite, Arbeitsstellenlänge sowie unter Umständen auch die Präsenz von Smiley-Schildern je nach Altersgruppe unterschiedlich auf die jeweils erhobenen Messgrößen auswirken. Die Altersgruppe wird entsprechend für alle Auswertungen Faktor mitbetrachtet und auch berichtet, sofern sich relevante Erkenntnisse aus dieser Unterteilung ergeben. Mögliche Unterschiede können sowohl durch Unterschiede im tatsächlichen Fahrverhalten als auch in der Spezifik der Fahrsimulatornutzung begründet sein. Ältere Menschen sind, im Gegensatz zu jüngeren, in der Regel erst in einer späten Lebensphase mit derartigen Informationstechnologien, wie sie der Fahrsimulator darstellt, in Berührung gekommen. Dies führt unter Umständen zu verschiedenem Umgang mit der Technologie an sich. Eine detaillierte Aufspaltung spätere Ergebnisse in Effekte des Fahrverhaltens und Simulator-effekte ist kaum möglich, jedoch sollte dieser Fakt bei Interpretationen der Resultate stets Beachtung finden.

## 6.3 Ergebnisse

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse hinsichtlich der variierten Variablen Breite des linken Fahrstreifens, Länge der Arbeitsstelle und Smiley-Präsentation vorgestellt. Sollten Alterseffekte auftreten, werden sie jeweils anschließend vorgestellt. Es wird auf eine detaillierte Angabe der Anzahl der Probanden pro Item aus Darstellungsgründen verzichtet. Falls signifikante Unterschiede bei einem Item bestehen, lässt sich die Anzahl der Probanden, die Grundlage des signifikanten Ergebnisses ist, aus den angegebenen Freiheitsgraden des zugehörigen F-Werts ableiten. Alle Abbildungen, in denen signifikante Effekte dargestellt sind, enthalten eine entsprechende Legende zu den Signifikanzstufen von  $p < .01$  bzw.  $p < .05$ .

### 6.3.1 Breite des linken Fahrstreifens in der kurzen Arbeitsstelle

Sieben Probanden mussten aus der Analyse ausgeschlossen werden, da sie trotz anderslautender Instruktionen vor der Arbeitsstelle überholten und

demzufolge auf eine andere Verkehrsstruktur in der Arbeitsstelle trafen. Fehlende Werte wurden ebenfalls aus der Auswertung ausgeschlossen. Für alle Vergleiche zwischen den Varianten der kurzen Arbeitsstelle wurden mehrfaktorielle Varianzanalysen durchgeführt, mit der jeweiligen Altersgruppe der Teilnehmer als Zwischensubjektfaktor. Sollte die Sphärizität verletzt worden sein, wurden die Freiheitsgrade nach Greenhouse-Geisser korrigiert und der p-Wert in Klammern mit einem „k“ versehen. Für Post-hoc-Analysen wurde das Alpha-Fehler-Niveau nach Bonferroni korrigiert. Sofern nicht anderweitig beschrieben, wurde auf einem Signifikanzniveau von  $\alpha = 5\%$  getestet.

### Bewertung der Bereiche einer Arbeitsstelle

Während der Konzeptions- und Vorbereitungsphase der Fahrsimulatorstudie bestanden Unsicherheiten bezüglich der Wahrnehmung sehr kleiner Unterschiede in der Fahrstreifenbreite – in dieser Versuchsreihe 0,25 m. Die Ergebnisse der Bewertung der Arbeitsstellenmerkmale – zu sehen in Bild 30 – weisen jedoch ein deutliches Resultat aus. Die Varianzanalyse ergibt deutliche Unterschiede zwischen den verschiedenen Fahrstreifenbreiten ( $F(2, 110) = 15,254, p < ,001$ ). Paarweise Vergleiche zeigen dabei signifikante Unterschiede zwischen allen drei verschiedenen Fahrstreifenbreiten ( $p = ,017$  oder kleiner).

Die Variation der Breite des linken Fahrstreifens beeinflusste ebenfalls die Bewertung der Fahrstreifenbreite rechts. Die Varianzanalyse zeigt auch hier signifikante Unterschiede zwischen den verschiedenen Fahrstreifenbreiten ( $F(2, 112) = 5,605, p(k) = ,011$ ). Im paarweisen Vergleich treten zwischen der schmalen und jeweils mittleren und breiten Variante signifikante Unterschiede auf ( $p = ,041$  bzw.  $,042$ ). Diese Differenzierung liegt wesentlich in der Bewertung durch die junge Probandengruppe begründet. Die älteren Teilnehmer gaben in den drei Arbeitsstellen fast identische Werte an. Auch im gesamten zeigt sich ein signifikanter Effekt für den Faktor Alter ( $F(1, 56) = 4,331, p = ,042$ ). Ein weiterer signifikanter Unterschied ( $F(2, 116) = 5,547, p = ,005$ ) ergibt sich für das Item „Spurführung innerhalb Baustelle“. Post-hoc-Analysen zeigen, dass der Unterschied nur zwischen der breitesten und schmalsten Variante signifikant ist ( $p = ,013$ ). Insgesamt jedoch schwanken alle Durchschnittswerte zwischen 2 und 3, also mittleren bis positiven Bewertungen.

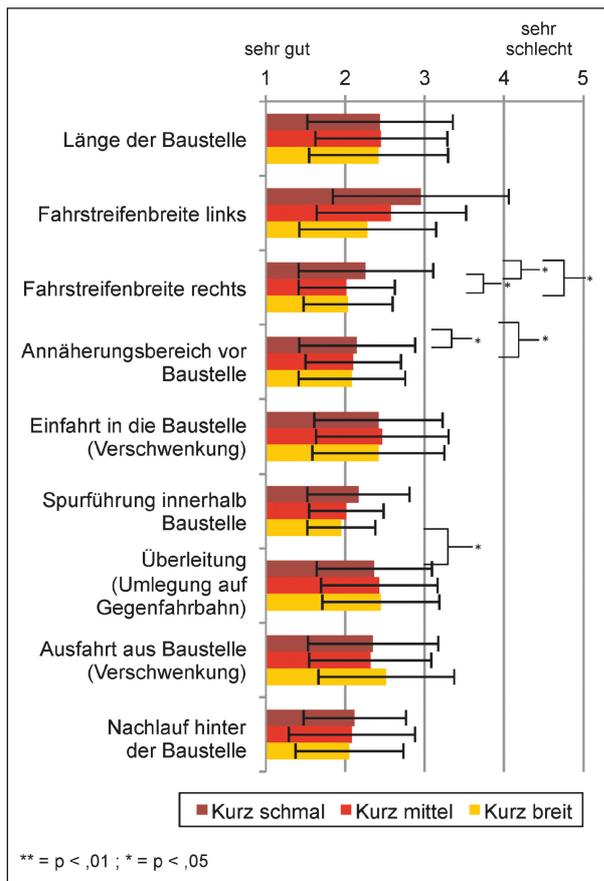


Bild 30: Bewertung der Merkmale der kurzen Arbeitsstellen

### Bewertung der Fahraufgaben

Wie in Bild 31 zu sehen, belegen alle vier Items der Bewertung der Fahraufgaben mit ansteigenden Mittelwerten, dass das Durchfahren einer Arbeitsstelle umso schwieriger wird, je schmaler der linke Fahrstreifen der Arbeitsstelle ist. Das Item „Spurwechsel/Überholen Pkw“ zeigt in der Varianzanalyse einen signifikanten Unterschied zwischen den Fahrstreifenbreiten ( $F(2, 102) = 5,338$ ,  $p = ,006$ ). Die Post-hoc-Analyse ergibt, dass ein signifikanter Unterschied nur zwischen der schmalen und breiten Version besteht ( $p = ,002$ ). Bei der Fahraufgabe „Spurwechsel/Überholen von Lkw“ treten hochsignifikante Unterschiede auf ( $F(2, 96) = 19,712$ ,  $p < ,001$ ). Die Post-hoc-Analyse zeigt, dass zwischen der schmalen und jeweils mittleren und breiten Variante signifikante Unterschiede vorhanden sind ( $p < ,001$ ). In diesem Fall liegen die Abstände in stärkeren Differenzierungen der jungen Teilnehmergruppe begründet. Die statistische Auswertung belegt eine entsprechende signifikante Interaktion zwischen Alter und Fahrstreifenbreite links bei der Bewertung des Items „Spurwechsel/Überholen von Lkw“ ( $F(2, 96) = 3,333$ ,  $p = ,040$ ). Das Item

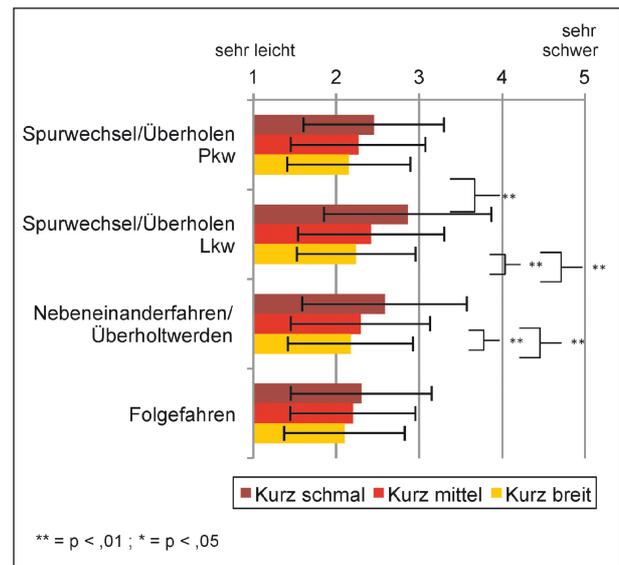


Bild 31: Bewertung der Fahraufgaben der kurzen Arbeitsstellen

„Nebeneinanderfahren/Überholt werden“ zeigt ein ähnliches Bild. Die Varianzanalyse weist deutliche Unterschiede zwischen den verschiedenen Fahrstreifenbreiten auf ( $F(2, 112) = 8,611$ ,  $p < ,001$ ). Wieder zeigt die schmalste Variante sowohl zur mittleren ( $p = ,018$ ) als auch zur breiten ( $p = ,002$ ) Version der kurzen Arbeitsstelle signifikante Unterschiede. Auch bei dem letzten Item „Folgefahren“ zeigen sich signifikante Unterschiede ( $F(2, 116) = 3,265$ ,  $p = ,042$ ). Im paarweisen Post-hoc-Vergleich sind signifikante Unterschiede jedoch nur auf dem 10%-Niveau zwischen allen Typen sichtbar ( $p = ,067$  bis  $,086$ ). Absolut bewegen sich allerdings die Ergebnisse generell zwischen den Skalenstufen „leicht“ und „mittel“, das heißt tendenziell werden alle Fahraufgaben als eher leicht eingestuft.

### Subjektive Stresseinschätzung

Bild 32 gibt eine Übersicht über das subjektive Stressempfinden der Probanden in den kurzen Arbeitsstellen. Die einzelnen Items beenden jeweils den Satz „Während der Fahrt durch die Baustelle...“. Die Probanden konnten dabei zwischen den beiden Extremen „Starke Zustimmung“ und „Starke Ablehnung“ auf einer 100-stufigen Skala differenzieren. Generell bewegte sich der Gesamtstresswert auf einem eher niedrigen Niveau, die simulierte Arbeitsstellendurchfahrt scheint also vergleichsweise wenig Stress zu verursachen. Im Detail hatte die Fahrstreifenbreite links einen signifikanten Einfluss auf die abgefragten Items „Hatte ich das Gefühl, die Kontrolle über die Fahrsituation zu haben“ und „fühlte ich mich entspannt“

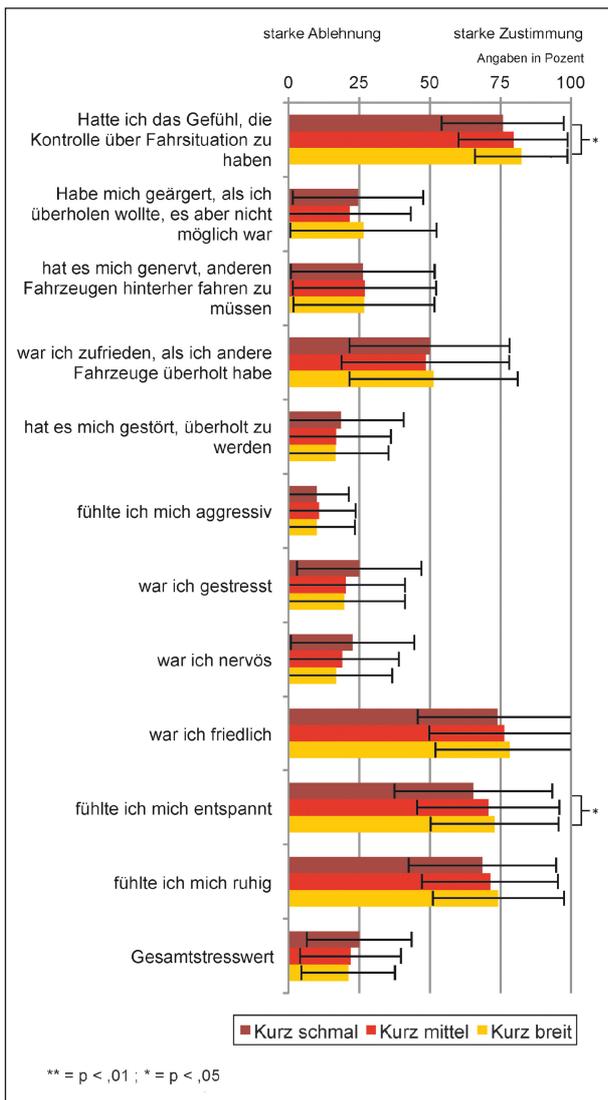


Bild 32: Subjektive Stresseinschätzung

( $F(2, 108) = 5,179, p = ,007$  bzw.  $F(2, 108) = 3,480, p = ,034$ ). In beiden Fällen tritt ein signifikanter Unterschied zwischen der schmalen und der breiten Variante auf ( $p = ,011$  bzw.  $p = ,021$ ). Auch für das Item „war ich nervös“ ergeben sich signifikante Unterschiede ( $F(2, 108) = 3,577, p(k) = ,037$ ). Die Post-hoc-Analyse zeigt allerdings lediglich einen signifikanten (10%-Niveau) Unterschied zwischen dem schmalen und breiten Typ ( $p = ,075$ ). Das Item „hat es mich genervt, anderen Fahrzeugen hinterher fahren zu müssen“ zeigt einen signifikanten Unterschied des Zwischensubjektfaktors Alter ( $F(1, 54) = 4,483, p = ,039$ ), wobei die jüngere Probandengruppe stärker genervt war. Der Gesamtstresswert zeigt sich bezüglich der Breite des linken Fahrstreifens exakt auf dem 5%-Niveau signifikant unterschiedlich ( $F(2, 106) = 3,087, p = ,005$ ). Die Post-hoc-Analyse ergibt allerdings lediglich einen signifikanten Unterschied auf

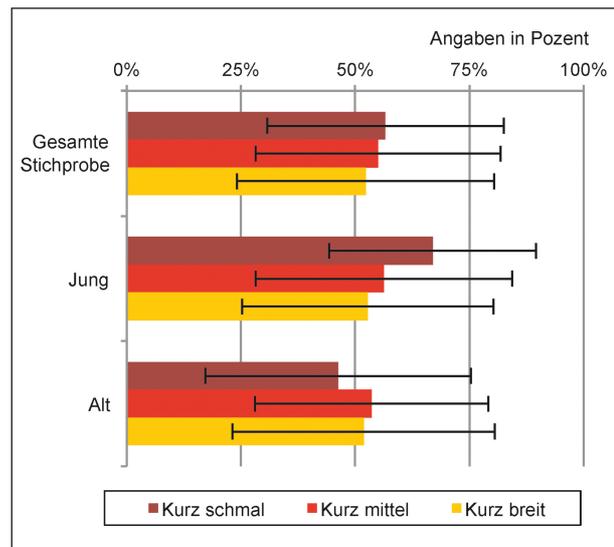


Bild 33: Zeitliche Nutzung des linken Fahrstreifens

10%-Niveau zwischen der schmalen und breiten Version ( $p = ,056$ ).

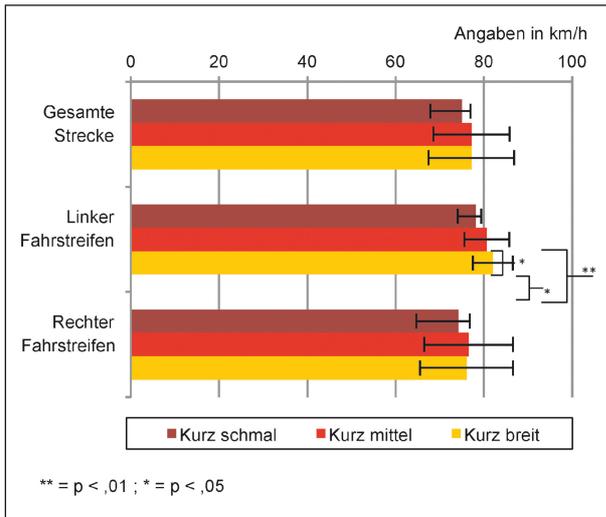
### Zeitliche Nutzung des linken Fahrstreifens

Bei der Auswertung dieser Größe wurde – wie für alle anderen Analysen – nur die Fahrt durch die Arbeitsstelle betrachtet. In Bild 33 ist der Zeitanteil in Prozent an der Gesamtdurchfahrtszeit angegeben, während dessen sich die Teilnehmer auf dem linken Fahrstreifen befanden. Die zeitliche Nutzung des linken Fahrstreifens ist unabhängig von dessen Breite. Im Vergleich der drei Arbeitsstellenvarianten treten für die Gesamtstichprobe keine signifikanten Unterschiede auf. Es besteht jedoch ein signifikanter Interaktionseffekt zwischen Alter und der zeitlichen Nutzung des linken Fahrstreifens ( $F(2, 114) = 6,368, p = ,002$ ). Offenbar steigt die Nutzungsdauer des linken Fahrstreifens durch jüngere Fahrer mit sinkender Breite dieses Fahrstreifens, ein Trend, der sich bei den älteren nicht finden lässt.

### Durchschnittsgeschwindigkeit

Bei Betrachtung der Durchschnittsgeschwindigkeit innerhalb der Arbeitsstellen (Bild 34) zeigt sich ein signifikanter Unterschied zwischen den verschiedenen Fahrstreifenbreiten ( $F(2, 114) = 3,473, p = ,034$ ). Die Post-hoc-Analyse zeigt jedoch lediglich einen auf dem 10%-Niveau signifikanten Unterschied zwischen der schmalen und breiten Variante ( $p = ,069$ ).

Ein deutlicheres Bild zeichnet sich beim Vergleich der Durchschnittsgeschwindigkeiten auf dem linken



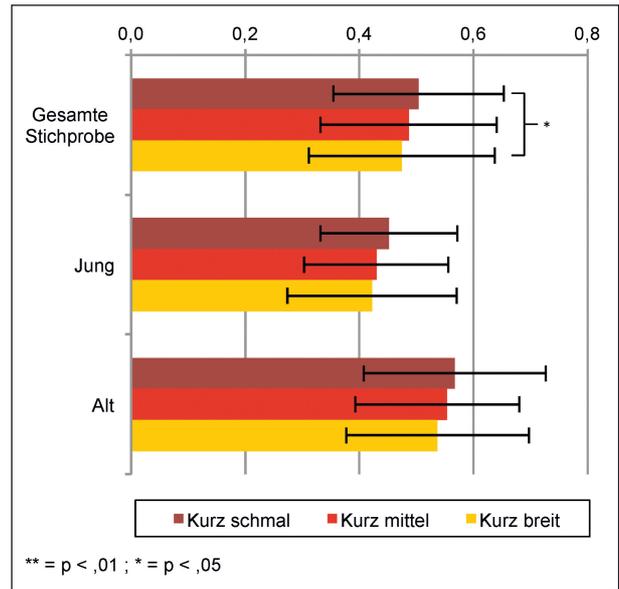
**Bild 34:** Durchschnittsgeschwindigkeiten in den kurzen Arbeitsstellen

Fahrstreifen ab. Zwischen allen drei Arbeitsstellen treten signifikante Unterschiede auf ( $F(2, 88) = 13,528, p < ,001$ ). Die Differenzen sind sowohl im Vergleich der mittleren mit der breiten ( $p = ,041$ ) und schmalen Variante ( $p = ,040$ ), als auch im Vergleich zwischen der schmalen und breiten Version signifikant ( $p < ,001$ ). Darüber hinaus zeigt sich ein signifikanter Unterschied des Zwischensubjekt-faktors Alter ( $F(1, 43) = 4,555, p = ,039$ ), wobei die jüngeren Teilnehmer in allen Arbeitsstellentypen eine höhere Geschwindigkeit aufweisen. Die Durchschnittsgeschwindigkeit auf dem rechten Fahrstreifen ist wiederum unabhängig von der Breite des linken Fahrstreifens.

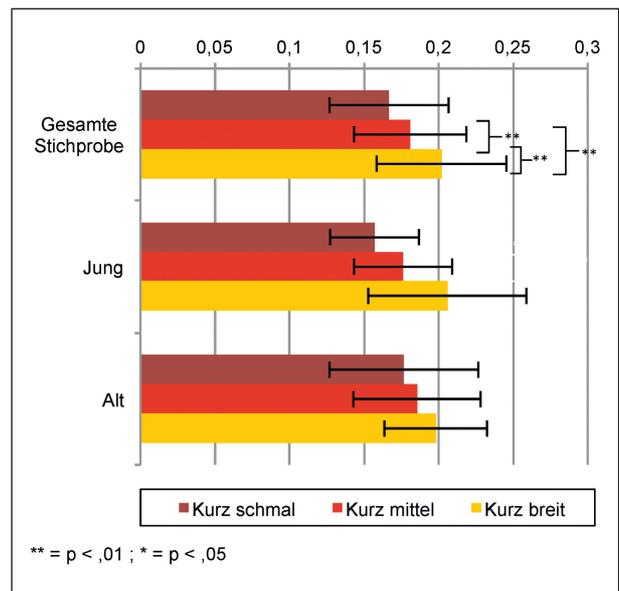
**Spurhaltung**

Zur Analyse der Spurhaltung wurden die mittlere Spurposition, deren Standardabweichung und die Anzahl der Kollisionen zur Auswertung herangezogen.

Die mittlere Spurposition ist definiert als Differenz zwischen Fahrzeug- und Fahrstreifenmittelpunkt. Positive Werte stehen für eine Rechtstendenz, negative Werte für eine Linkstendenz auf dem jeweiligen Fahrstreifen. Im durchgeführten Fahrsimulatorversuch zeigen sich signifikante Unterschiede bezüglich der unterschiedlichen Fahrstreifenbreiten ( $F(2, 84) = 3,796, p = ,026$ ). Je schmaler der linke Fahrstreifen, desto weiter rechts fahren die Versuchsteilnehmer. Die Post-hoc-Analyse weist einen signifikanten Unterschied zwischen der schmalen und breiten Arbeitsstelle aus ( $p = ,045$ ). Des Weiteren befindet sich die mittlere Spurposition der ältere



**Bild 35:** Mittlere Spurposition auf dem linken Fahrstreifen

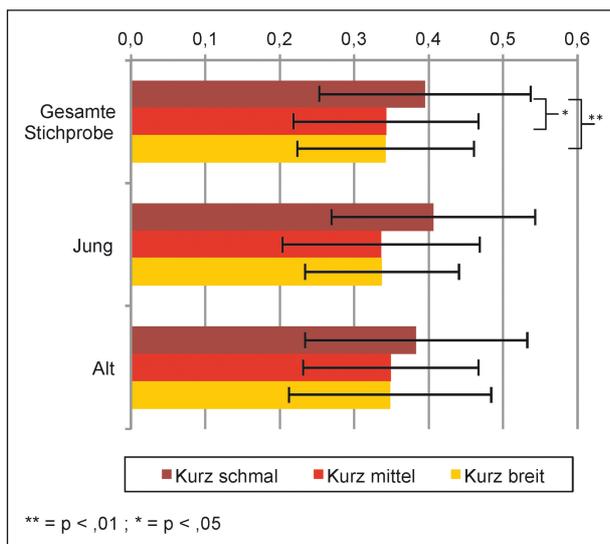


**Bild 36:** Standardabweichung der mittleren Spurposition auf dem linken Fahrstreifen

ren Teilnehmer in allen Arbeitsstellentypen ca. 0,12 m weiter rechts, weshalb auch ein signifikanter Unterschied des Zwischensubjekt-faktors Alter ( $F(1, 42) = 7,807, p = ,008$ ) besteht. Die mittlere Spurposition auf dem rechten Fahrstreifen ist unabhängig von der Breite des linken Fahrstreifens (siehe Bild 35).

Sehr deutliche Unterschiede treten auch beim Vergleich der Spurhaltung innerhalb des linken Fahrstreifens auf, wie in Bild 36 deutlich wird.

Je schmaler der linke Fahrstreifen, desto weniger schwanken die Teilnehmer um ihre mittlere Spur-



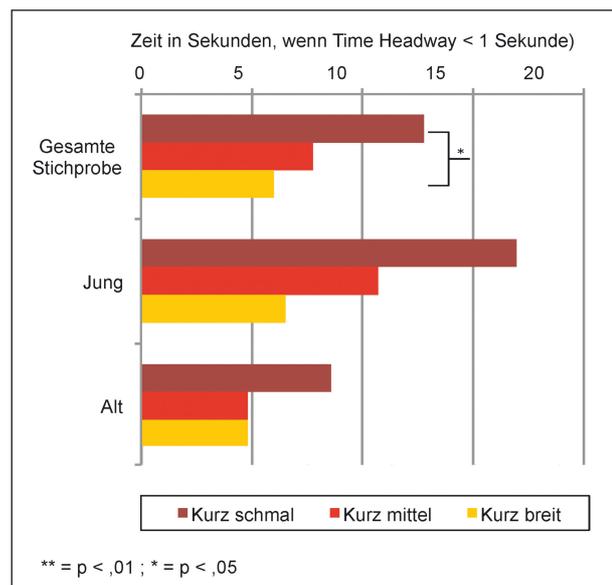
**Bild 37:** Standardabweichung der mittleren Spurposition auf dem rechten Fahrstreifen

position ( $F(2, 86) = 21,125, p(k) < ,001$ ). Zwischen den drei Varianten bestehen bei allen paarweisen Vergleichen deutliche signifikante Unterschiede ( $p = ,003$  oder kleiner). Interessant auch ist die Spurhaltung auf dem rechten Fahrstreifen ( $F(2, 114) = 6,798, p(k) = ,002$ ), welche in Bild 37 dargestellt ist. Hier treten höhere Schwankungen beim schmalen Arbeitsstellentyp im Vergleich zur mittleren ( $p = ,019$ ) und breiten ( $p = ,009$ ) Variante auf, obwohl die Breite des rechten Fahrstreifens nicht variiert.

Gewisse Unterschiede zeigen sich auch in der Anzahl der „Kollisionen“. Hierzu wurde die Fahrt auf dem linken Fahrstreifen während der durchgeführten Überholvorgänge analysiert. Eine Kollision ist dabei jegliche Berührung des Verkehrs auf dem rechten Fahrstreifen (ergibt sich aus den jeweiligen lateralen Positionen des Probandenfahrzeuges und des Fremdverkehrs). In der Arbeitsstelle mit breitem linkem Fahrstreifen kam es zu insgesamt sechs Kollisionen (5 x Lkw, 1 x Pkw). In der mittleren Variante steigt die Zahl der Kollisionen auf 11 (10 x Lkw, 1 x Pkw). Bei der Durchfahrt durch den schmalen Arbeitsstellentyp verursachten die Teilnehmer schließlich 29 Kollisionen (21 x Lkw, 8 x Pkw). Es zeigt sich also ein sehr starker Anstieg in Abhängigkeit von der Breite des linken Fahrstreifens.

#### Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug

In Bild 38 ist die Dauer in Sekunden angegeben, in der sich die Teilnehmer unterhalb einer Sekunde Time Headway bewegten. Time Headway ergibt



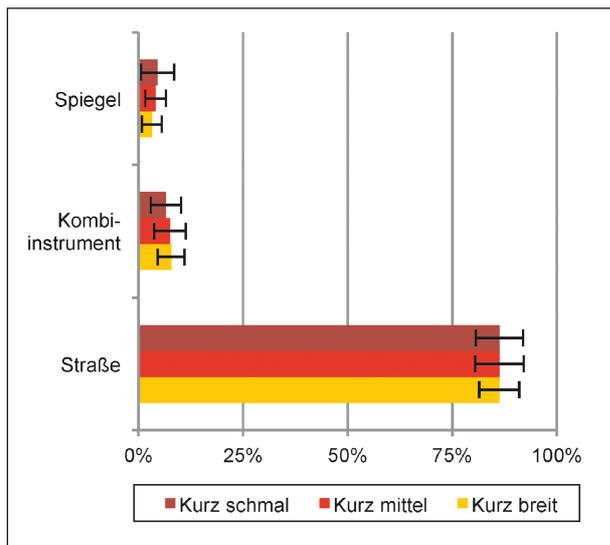
**Bild 38:** Time Headway für beide Fahrstreifen

sich aus der Division des Abstands zum Vorderfahrzeug und der eigenen Geschwindigkeit. Diesbezüglich gilt ein Wert unterhalb einer Sekunde als kritischer Sicherheitsabstand (AIDE, 2005). Betrachtet man die gesamte Arbeitsstellendurchfahrt, steigen die Werte mit abnehmender linker Fahrstreifenbreite deutlich an und unterscheiden sich signifikant voneinander ( $F(2, 114) = 4,307, p(k) = ,028$ ). Die Post-hoc-Analyse zeigt einen signifikanten Unterschied zwischen der schmalen und breiten Variante ( $p = ,035$ ). Zudem besteht ein signifikanter Alterseffekt ( $F(1, 57) = 5,643, p = ,021$ ).

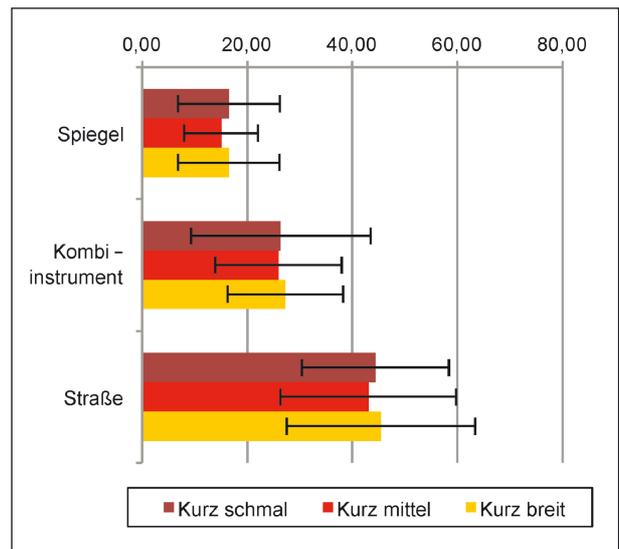
#### Blickzuwendung auf Blickziele

Das Blickverhalten wurde innerhalb der kurzen Arbeitsstellen auf signifikante Unterschiede bezüglich der prozentualen Blickverteilung, der mittleren Blickdauer und der mittleren Anzahl der Blicke auf die drei Blickziele Straße, Kombiinstrument und Spiegel (als Summe von Innen-, linker und rechter Außenspiegel) untersucht. Die mittlere Blickdauer der Spiegelblicke wurde mithilfe der Anzahl der Blicke gewichtet. Betrachtet man die gesamte Arbeitsstellendurchfahrt (Bild 39), ergeben sich für die prozentuale Blickverteilung keine signifikanten Unterschiede zwischen den verschiedenen Fahrstreifenbreiten.

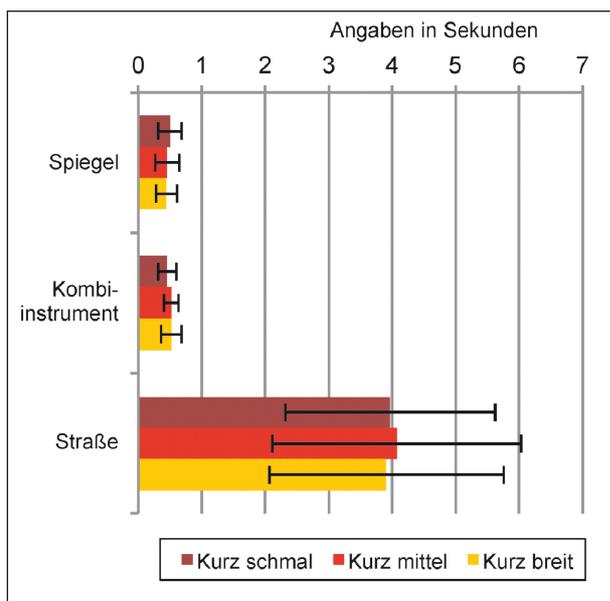
Die mittlere Blickdauer (Bild 40) auf das Blickziel Kombiinstrument zeigt sich zwischen den drei kurzen Arbeitsstellen als signifikant unterschiedlich ( $F(2, 62) = 3,613, p = ,045$ ). Die Post-hoc-Analyse



**Bild 39:** Prozentuale Blickverteilung innerhalb der kurzen Arbeitsstellen



**Bild 41:** Mittlere Anzahl Blicke innerhalb der kurzen Arbeitsstellen



**Bild 40:** Mittlere Blickdauer innerhalb der kurzen Arbeitsstellen

weist im paarweisen Vergleich jedoch kein signifikantes Ergebnis aus. Die statistische Auswertung belegt darüber hinaus eine signifikante Interaktion zwischen Alter und Fahrstreifenbreite links bezüglich der mittleren Dauer der Spiegelblicke ( $F(2, 62) = 4,505, p = ,015$ ).

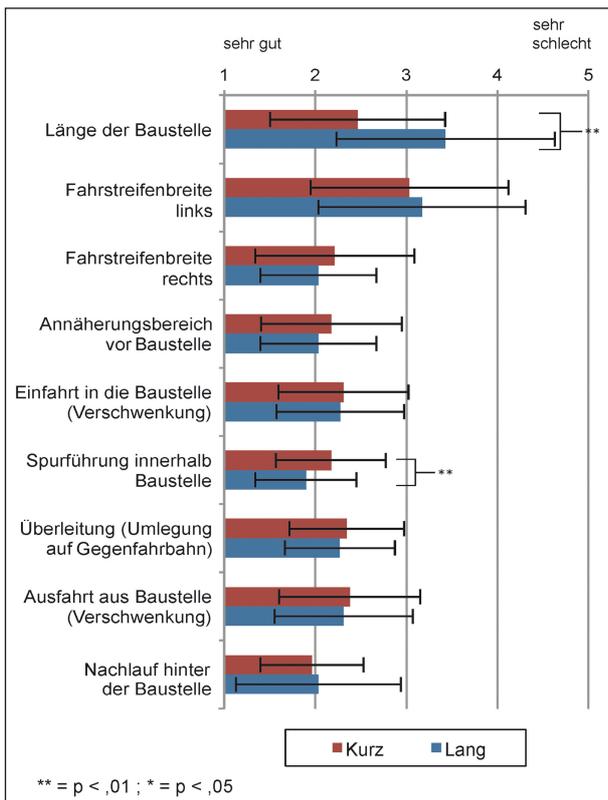
Bezüglich der mittleren Anzahl der Blicke (siehe Bild 41) zeigt sich zwischen den verschiedenen breiten linken Fahrstreifen der kurzen Arbeitsstellen kein signifikanter Unterschied.

### 6.3.2 Länge der Arbeitsstelle

Vier Probanden mussten aus der Analyse ausgeschlossen werden, da sie trotz anderslautender Instruktionen vor der Arbeitsstelle überholten und demzufolge auf eine andere Verkehrsstruktur in der Arbeitsstelle trafen. Fehlende Werte wurden ebenfalls aus der Auswertung ausgeschlossen. Für alle Vergleiche zwischen der kurzen schmalen und langen Arbeitsstelle ohne Smiley (linker Fahrstreifen gleich breit; zur Vereinfachung im Folgenden immer als kurz bzw. lang bezeichnet) wurden mehrfaktorielle Varianzanalysen durchgeführt, mit der Altersgruppe der Teilnehmer als Zwischensubjektfaktor. Sofern nicht anderweitig beschrieben, wurde auf einem Signifikanzniveau von  $\alpha = 5\%$  getestet.

#### Bewertung der Bereiche einer Arbeitsstelle

Eine Übersicht über die Bewertung aller abgefragten Arbeitsstellenmerkmale liefert Bild 42. Es wird deutlich, dass, wie zu erwarten, vor allem die Länge der Arbeitsstelle unterschiedlich bewertet wird. Dieser Eindruck wird durch statistische Auswertung dieses Items bestätigt ( $F(1, 26) = 45,742, p < ,001$ ), wobei die Bewertungen stärker durch die jüngere Teilnehmergruppe geprägt werden. Dies spiegelt sich auch in einem signifikanten Interaktionseffekt zwischen Alter und Länge der Arbeitsstelle für die Bewertung des Items „Länge der Baustelle“ wider ( $F(1, 26) = 12,369, p = ,002$ ). Abgesehen von der Arbeitsstellenlänge für die längere Arbeitsstelle, sowie auch der Fahrstreifenbreite links, werden alle anderen Merkmale im Schnitt als gut bewertet. Der



**Bild 42:** Bewertung der Arbeitsstellemerkmale in verschiedenen langen Arbeitsstellen

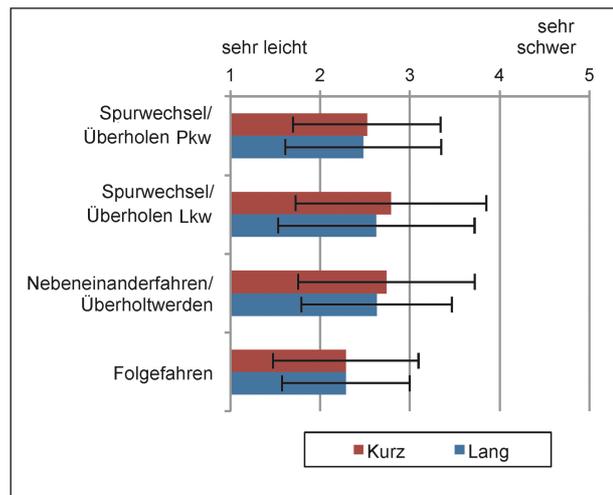
einzigste weitere signifikante Unterschied ergibt sich für die Spurführung innerhalb der Arbeitsstelle ( $F(1, 27) = 10,726, p = ,003$ ), hier allerdings mit schlechteren Werten für die kurze Arbeitsstelle.

**Bewertung der Fahraufgaben**

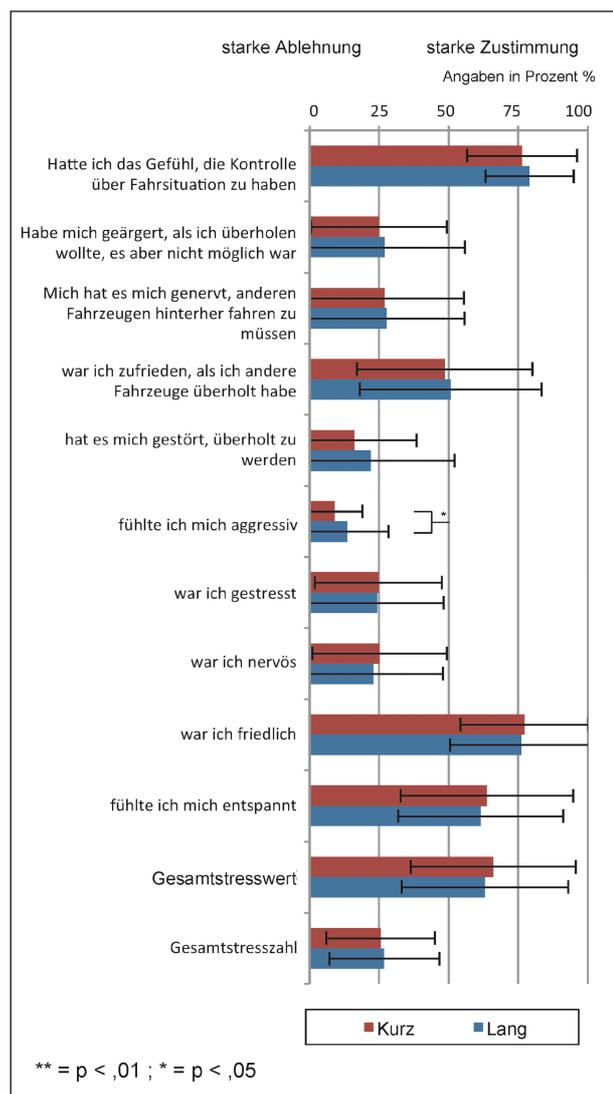
Die Länge der Arbeitsstelle hat im durchgeführten Versuch keinen Einfluss auf die Bewertung der durchzuführenden Fahraufgaben, wie Bild 43 verdeutlicht. Keines der abgefragten Items weist diesbezüglich signifikante Unterschiede auf. Hinsichtlich des Zwischensubjektfaktors Alter zeigen sowohl das Item „Spurwechsel/ Überholen von Pkw“ ( $F(1, 23) = 5,393, p = ,029$ ) als auch das Item „Spurwechsel/ Überholen von Lkw“ ( $F(1, 22) = 7,784, p = ,011$ ) signifikante Unterschiede. In beiden Fällen schätzen die jüngeren Teilnehmer die Fahraufgaben als schwieriger ein. Generell werden, ähnlich wie auch bei allen (anderen) kurzen Arbeitsstellen, alle Fahraufgaben tendenziell als eher leicht eingestuft.

**Subjektive Stresseinschätzung**

Bild 44 gibt eine Übersicht über das subjektive Stressempfinden der Probanden in der kurzen Arbeitsstelle im Vergleich zur langen Arbeitsstelle.



**Bild 43:** Bewertung der Fahraufgaben in verschiedenen langen Arbeitsstellen



**Bild 44:** Subjektive Stresseinschätzung in verschiedenen langen Arbeitsstellen

Im Gesamtscore ergab sich kein Unterschied zwischen den verschiedenen Arbeitsstellenlängen. Generell zeigten sich hier nur sehr geringe Werte, jedoch mit im Schnitt höheren Ratings in der langen Arbeitsstelle. Signifikante Unterschiede zeigte jedoch lediglich das Item „fühlte ich mich aggressiv“ ( $F(1, 25) = 4,731, p = ,039$ ).

### Sonstige Daten

Eine Auswertung der Fahr- und Eye-Tracking-Daten bezüglich der Variation der Länge der Arbeitsstelle erfolgte nicht. Da der Verkehr in der langen Arbeitsstelle nicht durchgehend so dicht wie in der kurzen Variante gehalten werden konnte und somit die Arbeitsstellendurchfahrt in weiten Teilen ohne erhöhte Beanspruchung und auch ohne Notwendigkeit zum Überholen erfolgte, wäre ein direkter Vergleich von langer und kurzer Arbeitsstelle in diesen Variablen problematisch.

### 6.3.3 Smiley-Präsentation in der langen Arbeitsstelle

Fünf Probanden mussten aus der Analyse ausgeschlossen werden, da sie trotz anderslautender Instruktionen vor der Arbeitsstelle überholten und demzufolge auf eine andere Verkehrsstruktur in der Arbeitsstelle trafen. Bei weiteren vier Teilnehmern entstanden Probleme bei der Verkehrsgenerierung, weswegen auch diese nicht mit in die Analyse eingebunden wurden. Fehlende Werte wurden ebenfalls aus der Auswertung ausgeschlossen. Für alle Vergleiche zwischen den langen Arbeitsstellen wurden mehrfaktorielle Varianzanalysen durchgeführt. Dabei wurden sowohl das Alter als auch die Smiley-Präsentation als feste Faktoren verwendet. Sofern nicht anderweitig beschrieben, wurde auf einem Signifikanzniveau von  $\alpha = 5\%$  getestet.

### Bewertung der Bereiche einer Arbeitsstelle

Die Präsentation von Smiley-Schildern hatte in der Fahrstudie keinen signifikanten Einfluss auf die Bewertung der Arbeitsstellenmerkmale. Zwar scheinen sich die Mittelwerte der Bewertung des Merkmals „Länge der Arbeitsstelle“ zu unterscheiden (Bild 45), jedoch erreicht dieser Effekt nicht das geforderte 5%-Signifikanzniveau. Allerdings zeigen sich signifikante Alterseffekte für dieses Item ( $F(1, 44) = 9,068, p = ,004$ ) sowie für das Merkmal „Fahrstreifenbreite links“ ( $F(1, 45) = 5,887, p = ,019$ ), wobei die jüngeren Teilnehmer in beiden Fällen schlechter bewerteten.

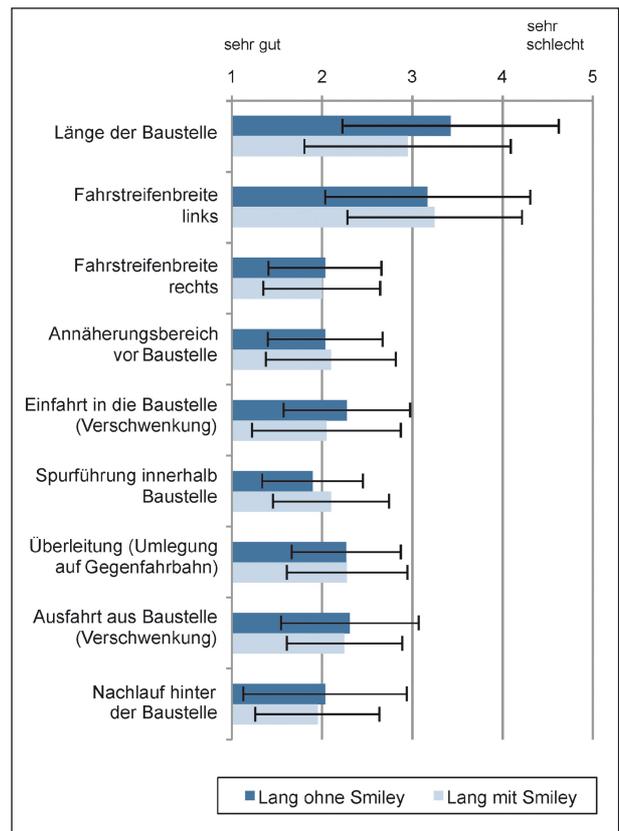


Bild 45: Bewertung der Arbeitsstellenmerkmale in den langen Arbeitsstellen

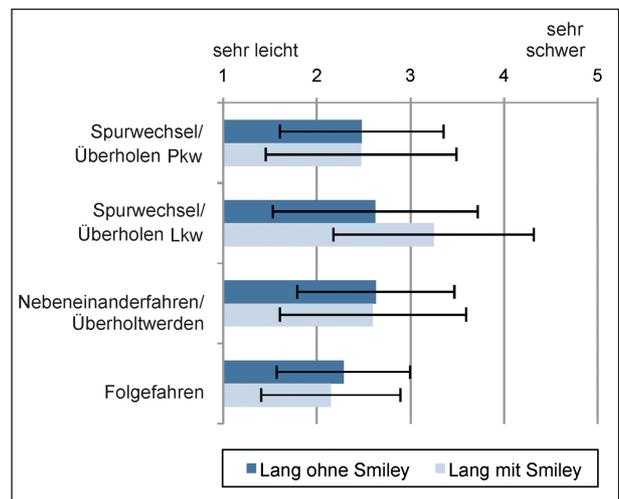


Bild 46: Bewertung der Fahraufgaben innerhalb der langen Arbeitsstellen

### Bewertung der Fahraufgaben

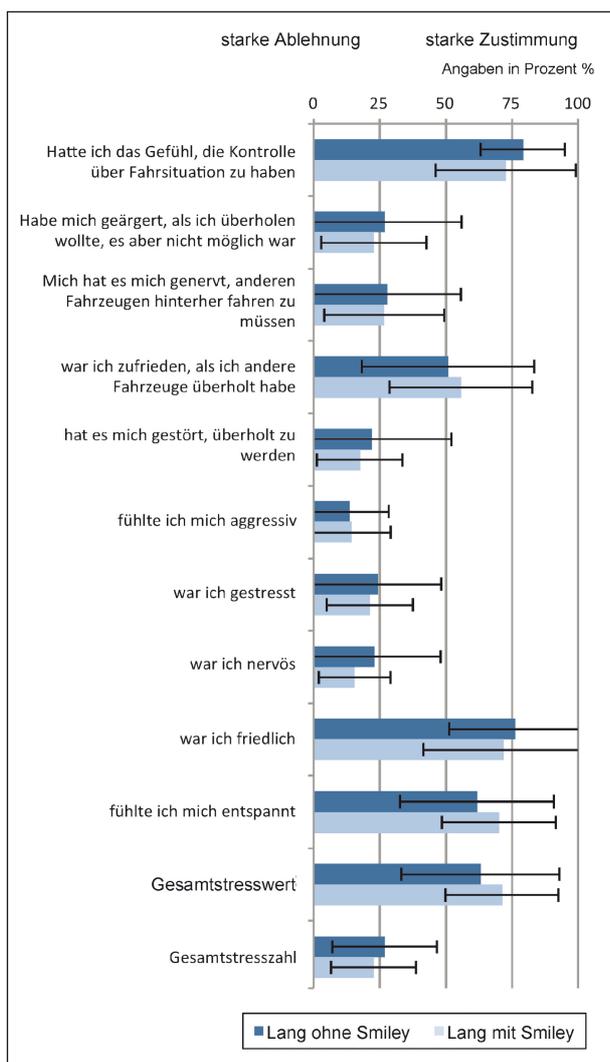
Wie bei der Bewertung der Arbeitsstellenmerkmale werden die Fahraufgaben nicht signifikant unterschiedlich in Abhängigkeit von der Smiley-Präsentation bewertet. Alterseffekte sind ebenfalls nicht aufzufinden. Eine Übersicht über die Bewertung der Fahraufgaben liefert Bild 46.

## Subjektive Stresseinschätzung

Ebenfalls keine signifikanten Unterschiede ergaben sich für die subjektive Einschätzung des erlebten Stressniveaus. Sowohl die Smiley-Präsentation als auch das Alter zeigen keinen Einfluss. Eine Übersicht über die subjektive Stresseinschätzung liefert Bild 47.

## Fahrdaten

In den Fahr- sowie Eye-Tracking-Daten zeigten sich im Vergleich der beiden langen Arbeitsstellen keine signifikanten Unterschiede. Alterseffekte sind vor allem im Geschwindigkeitsverhalten zu erkennen ( $F(1, 42) = 7,442, p = ,009$ ), wobei die jüngeren Teilnehmer die Arbeitsstelle schneller durchfahren. Darüber hinaus befanden sich die jüngeren Probanden häufiger innerhalb eines kritischen Sicherheitsabstandes ( $F(1, 42) = 5,075, p = ,030$ ).



**Bild 47:** Subjektive Stresseinschätzung in den langen Arbeitsstellen

## 6.4 Zusammenfassung der Ergebnisse der Fahrstudie

- Alle abgefragten Fahraufgaben werden mit abnehmender linker Fahrstreifenbreite als signifikant schwerer eingestuft.
- Mit abnehmender linker Fahrstreifenbreite sinkt das Gefühl, die Kontrolle über die Fahrsituation zu haben und entspannt zu sein, signifikant. Im Gegensatz dazu steigt das Stressempfinden und die Probanden zeigen höhere Nervosität. Der Gesamtstresswert steigt ebenfalls bei schmaler werdendem linken Fahrstreifen, bewegt sich allerdings auf einem relativ niedrigen Level.
- Die zeitliche Nutzung des linken Fahrstreifens ist in der gesamten Stichprobe unabhängig von der Fahrstreifenbreite links. In der Detailanalyse fällt jedoch auf, dass die jüngeren Probanden signifikant mehr Zeit auf dem linken Fahrstreifen verbringen, wenn dieser schmal anstatt mittel oder breit ist. Die älteren nutzen den schmalen linken Fahrstreifen im Gegensatz dazu weniger im Vergleich zur mittleren und breiten Variante. Denkbar ist, dass die jüngeren ungeachtet des schmalen linken Fahrstreifens diesen wie gewohnt benutzen, jedoch langsamer fahren beziehungsweise mehr Zeit für die durchzuführenden Fahraufgaben benötigen. Dies kann als Indikator dafür gewertet werden, dass die vermeintlich gestiegene Komplexität der Fahraufgabe wahrgenommen wird, und sich entsprechend auf das Fahrverhalten der jüngeren Fahrer, vor allem auf der Kontrollebene, auswirkt. Die älteren Teilnehmer entscheiden sich im Gegensatz dazu häufiger zur Nichtnutzung des linken Fahrstreifens, um möglichen gefährlichen Situationen aus dem Weg zu gehen. Gar nicht wird der linke Fahrstreifen in der schmalen Variante von sieben älteren, aber nur einem jüngeren Probanden benutzt.
- Die zeitliche Nutzung beeinflusst auch die Geschwindigkeitsprofile der Stichprobe. Bei Betrachtung der gesamten Arbeitsstellendurchfahrt zeigt sich ein signifikanter Unterschied in den Durchschnittsgeschwindigkeiten. Je schmaler der linke Fahrstreifen, desto langsamer wird die Arbeitsstellendurchfahrt. Ergebnisse in die gleiche Richtung, jedoch mit deutlicheren Unterschieden weisen die Durchschnittsgeschwindigkeiten auf dem linken Fahrstreifen aus. In

- beiden Fällen werden diese Werte stärker durch die älteren Probanden geprägt, die entweder langsamer auf dem linken oder – aufgrund des Folgefahrens auf langsamen Verkehr – dem rechten Fahrstreifen unterwegs sind.
- Die Schwankung um die mittlere Spurposition sinkt mit abnehmender linker Fahrstreifenbreite auf diesem Fahrstreifen signifikant. Die Probanden waren in der Lage, ihre Spurtreue an sich ändernde Bedingungen anzupassen.
  - Gleichzeitig zeigen sich mit abnehmender linker Fahrstreifenbreite ein stärkerer Versatz der mittleren Spurposition nach rechts sowie eine höhere Anzahl an Kollisionen mit Fahrzeugen auf dem rechten Fahrstreifen. Die älteren Teilnehmer weisen zudem in allen Arbeitsstellenvarianten eine signifikant weiter rechts liegende Spurposition auf. Es scheint im Fahrsimulator zwar gut zu gelingen, dem Probanden subjektiv realistische Variationen der Fahrstreifenbreiten zu vermitteln, dies führt aber augenscheinlich nicht zu einer realistischen Positionierung in der Fahrspur (siehe RÜGER et al., 2014).
  - Mit abnehmender linker Fahrstreifenbreite befinden sich die Probanden länger innerhalb eines kritischen Sicherheitsabstandes. Vermutet werden kann eine verstärkte Konzentration auf die Querregelung des Fahrzeugs (reflektiert in verringerter Spurvarianz), welche sich negativ auf die Längsregelung auswirkt. Die Unterschiede werden vor allem durch die jüngeren Probanden hervorgerufen.
  - Je schmaler der linke Fahrstreifen ist, desto signifikant kürzer wird im Mittel auf das Kombiinstrument geschaut. Auch hier kann die erhöhte Komplexität der Fahraufgabe als Ursache vermutet werden. Die Spiegelblicke weisen ein entgegengesetztes, jedoch nicht signifikantes Ergebnis aus. Davon abgesehen ergaben sich aus der Analyse der Blickdaten keine weiteren Erkenntnisse.
  - Abgesehen von der Tatsache, dass die Länge der längeren Arbeitsstelle im Vergleich zu kürzeren Arbeitsstellen negativer bewertet wird, zeigen sich praktisch keine weiteren Daten, die auf Performanzeinbußen, erhöhten subjektiven Stress oder verstärkte Beanspruchung hindeuten. Lediglich die berichtete Aggressivität nahm zu.
  - Die Bewertungen der Arbeitsstellenmerkmale, der Fahraufgaben und des subjektiven Stressempfindens unterscheiden sich nicht signifikant zwischen den zwei Bedingungen mit beziehungsweise ohne Smileys.

## 7 Zusammenfassung und Empfehlungen

### 7.1 Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Studie war es, Faktoren, zu identifizieren, welche die Durchfahrt von Arbeitsstellen längerer Dauer auf der Autobahn für die Verkehrsteilnehmer erschweren. Außerdem sollte festgestellt werden, welche Informationen Verkehrsteilnehmer in einer solchen Situation benötigen.

Um einen Überblick über relevante Aspekte bei der Durchfahrt von Arbeitsstellen auf Autobahnen zu erhalten, wurden vier Fokusgruppensitzungen durchgeführt. Zwei Fokusgruppen setzten sich aus Experten (u. a. Verkehrsforscher, Autobahnpolizei und ADAC) zusammen, für die zwei weiteren Fokusgruppen wurden Autofahrer ohne besondere Expertise eingeladen. Aus den durchgeführten Diskussionen konnte ein breites Meinungsbild gewonnen werden, welches nachfolgend schrittweise weiter konkretisiert und überprüft wurde.

Die aus den Fokusgruppen gewonnen Ergebnisse mündeten in eine Befragung von Verkehrsteilnehmern an Raststätten sowie in eine Online-Befragung. Der Schwerpunkt der Befragung an den Raststätten lag auf der Einschätzung der konkreten Merkmale der von den Verkehrsteilnehmern soeben durchfahrenen Arbeitsstelle. Das Hauptaugenmerk der Online-Befragung lag auf der Informationsgestaltung in Arbeitsstellen.

Aus den vorangegangenen Bearbeitungsschritten wurden anschließend Fragestellungen generiert, die unter Variation der identifizierten relevanten Parameter im Fahrsimulator unter kontrollierten und reproduzierbaren Bedingungen experimentell überprüft wurden.

Auf diese Weise konnten Aussagen zum Fahrverhalten und zum Informationsbedarf in Arbeitsstellen getroffen werden, aus denen praktische Empfehlungen entwickelt werden konnten.

### 7.1.1 Fokusgruppen

Die in den vier durchgeführten Fokusgruppen ermittelten positiven und negativen Aspekte bei der Durchfahrt durch Arbeitsstellen konnten unterschiedlichen Bereichen zugeordnet werden. Von den Diskussionsteilnehmern als relevant genannt wurden z. B. das Verkehrsaufkommen, die Interaktion mit anderen Verkehrsteilnehmern sowie die für das Projekt relevanten Faktoren der baulichen Gestaltung von Arbeitsstellen bzw. der Informationsgebung in Arbeitsstellen.

Ausführlich diskutiert wurde in den Fokusgruppen das Thema Fahrstreifenbreite. Sowohl die Experten als auch die Fahrer führten die Breite der Behelfsfahrstreifen als eines der baulichen Merkmale an, die in Arbeitsstellen bei der Durchfahrt häufig Schwierigkeiten verursachen. Für beide Teilnehmergruppen stellte ebenso eine unklare Verkehrsführung einen Erschwernisgrund dar. Aus Sicht der Experten sind Überleitungen und Verschwenkungen sowie Behelfsanschlussstellen die Bereiche, die als besonders kritisch angesehen werden können. Die Experten bemängelten auch, dass nicht ordnungsgemäß gewartete Arbeitsstellen die Durchfahrt erschweren können. Aus Fahrersicht können zudem geschlossen wirkende Schutzwände optisch ein Engegefühl verursachen. Hinsichtlich der zumutbaren Länge von Arbeitsstellen äußerten die Experten, dass diese von mehreren Faktoren abhängen, wie z. B. der Komplexität einer Arbeitsstelle. Aus Sicht der Fahrer überwog die Meinung, dass Arbeitsstellen meist zu lang seien, wobei die Angaben zur zumutbaren Länge stark variierten.

Die diskutierten Themen zur Informationsgebung in Arbeitsstellen drehten sich um Schwierigkeiten der Verkehrsteilnehmer, die vorhandenen Informationen wahrzunehmen und zu verarbeiten sowie um die Sorge vor einer Überladung durch zu viele Informationsschilder. Die Fahrer sahen es außerdem als Ärgernis, nicht zu wissen, warum an Arbeitsstellen keine Bauarbeiter zu sehen sind bzw. kein Fortschritt der Bauarbeiten bemerkbar ist.

Als Verbesserungsvorschlag zur Erhöhung der Verkehrssicherheit in Arbeitsstellen erwähnten einige der teilnehmenden Experten Fahrbahnmarkierungen quer zur Fahrtrichtung, die in regelmäßigen Abständen auf der Fahrbahn angebracht sind und den Verkehrsteilnehmern helfen, den Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug einzuhalten. Des Weiteren wurde das Entfernen der weißen Fahrbahn-

markierung in den Arbeitsstellen, das Verwenden von schmaleren Trennelementen zur Fahrtrichtungstrennung sowie die Optimierung der Umsetzung bestehender RSA-Regelungen durch Baufirmen angeführt. Die Teilnehmer der Fahrergruppe schlugen vor, Fahrstreifenverengungen innerhalb von Arbeitsstellen auf den Abschnitt zu beschränken, an welchem gerade Bauarbeiten stattfinden, Leuchtbänder zwischen den Fahrstreifen für eine bessere Sichtbarkeit anzubringen, Ausfahrten nachts besser zu beleuchten und verstärkt digitale Beschilderungen einzusetzen.

Als mögliche Verbesserungsmaßnahmen bzgl. der Informationsgestaltung bezeichneten die Experten die Angabe des durch die Arbeitsstelle entstehenden Zeitverlusts sowie die Information über aktuell stattfindende Baumaßnahmen. Als hilfreiche Information vor Ort nannten sowohl die Experten als auch die Fahrer die Angabe der verbleibenden Länge innerhalb von Arbeitsstellen. Darüber hinaus empfanden die Fahrer Informationen über den Baufortschritt und Angaben über die Länge der Arbeitsstelle als hilfreich. Verbesserungsmöglichkeiten sahen die Experten beim Arbeitsstellen-Informationsschild (eventuell erweitern, regelmäßig auf Aktualität prüfen). Aus Fahrersicht hingegen wäre eine Erweiterung des Arbeitsstellen-Informationsschildes vorstellbar (z. B. mit Informationen über den Baufortschritt).

### 7.1.2 Befragung im Feld

Die Befragungen an den Arbeitsstellen der A 7 und der A 81 fanden im Herbst 2012 statt. Insgesamt konnten 234 Verkehrsteilnehmer befragt werden. Die durch die Verkehrsteilnehmer vorgenommenen Bewertungen verschiedener Merkmale der Arbeitsstellen zeigten, dass die Breite des linken Behelfsfahrstreifens sowie die Länge beider Arbeitsstellen am schlechtesten bewertet wurden. Die Bewertung des linken Behelfsfahrstreifens fiel an der Arbeitsstelle A 7 schlechter aus als an der A 81.

In Bezug auf die vier untersuchten Fahrmanöver (Überholen von Pkw bzw. Lkw, Nebeneinanderfahren und Folgefahren), die innerhalb einer Arbeitsstelle auftreten können, bewerteten die Teilnehmer der A 81 das Überholen von Lkw im Schnitt als am schwierigsten. Die Befragungsteilnehmer an der A 7 hatten hiermit weniger Probleme, wobei an dieser Arbeitsstelle von Freitag bis Sonntag befragt wurde und somit weniger Schwerverkehr zu verzeichnen war.

Die Verkehrsteilnehmer wurden im Anschluss gefragt, ob sie das Arbeitsstellen-Informationsschild bemerkt hätten. An beiden Arbeitsstellen konnte sich die Mehrheit der Befragten an das Arbeitsstellen-Informationsschild erinnern. Die Nützlichkeit des Schildes wurde an der A 7 von einer knappen Mehrheit als hoch oder sehr hoch eingeschätzt, an der A 81 fiel die Bewertung etwas schlechter aus. Die Bewertung der Gestaltung des Arbeitsstellen-Informationsschildes fiel sowohl an der A 7 als auch an der A 81 bei etwas mehr als der Hälfte der Befragten positiv aus, jedoch etwa ein Drittel bewertete das Schild als mittelmäßig. Die an der A 7 angebrachten Smiley-Schilder, welche die jeweils verbleibende Länge der Arbeitsstelle anzeigen, bemerkten beinahe alle Befragten. Der Großteil der Befragten fand die Schilder nützlich, der überwiegende Teil bewertete auch die Gestaltung der Schilder positiv. In Bezug auf mögliche Veränderungsmöglichkeiten an den beiden Arbeitsstellen betrafen die meisten Nennungen das Thema Verbreiterung der Fahrstreifen.

### 7.1.3 Onlinebefragung

An der zwischen April und Juni 2013 durchgeführten Online-Befragung beteiligten sich 3.144 Personen. Der Schwerpunkt der Befragung lag auf der Thematik Informationsgestaltung in und über Arbeitsstellen.

Die Einschätzung der verschiedenen Bereiche einer Arbeitsstelle nach ihrem Schwierigkeitsgrad erfolgte in der Onlinebefragung anhand einer exemplarischen Arbeitsstelle (Arbeitsstelle längerer Dauer, acht Kilometer lang, Geschwindigkeitsbeschränkung 80 km/h). Am kritischsten bewerteten die Befragungsteilnehmer Behelfsanschlussstellen, vor allem das Auffahren an einer solchen. In Bezug auf die Einschätzung von Fahrmanövern schnitt das Überholen von Lkw von allen sechs nach Schwierigkeitsgrad abgefragten Fahrmanövern am schlechtesten ab. Das Folgefahren schätzten die Befragten im Mittel als am leichtesten ein.

Bei der Betrachtung verschiedener Schildvarianten, die sich sowohl in ihrem Design als auch ihrem Informationsgehalt unterschieden, wurde die klassische Informationsvariante, die gleichzeitig über den Grund der Baumaßnahme, die voraussichtliche Einrichtungsdauer sowie die Länge der Arbeitsstelle informiert, als am nützlichsten bewertet. Diese Bewertung war konsistent sowohl im bekannten Format des Arbeitsstellen-Informationsschildes als

auch in einer digitalen Umsetzung. Die schlechteste Bewertung für die Nützlichkeit erhielten die Varianten mit zusätzlicher Information über aktuell stattfindende Bauarbeiten. Die Gestaltung in Form einer digitalen Anzeigetafel bewerteten die Teilnehmer im Durchschnitt besser als jene der klassischen Arbeitsstellen-Informationsschilder. Ein Grund hierfür könnte in einer durch eine digitale Anzeigetafel eher suggerierten Aktualität zu suchen sein. Hinsichtlich Übersichtlichkeit und Gestaltung schnitten die digitalen Anzeigetafeln ebenfalls besser ab als die Arbeitsstellen-Informationsschilder. Generell ist allerdings zu beachten, dass sich die Umsetzung in Anlehnung an eine digitale Anzeige in erster Linie auch durch eine gewisse Schlichtheit und damit entsprechend höhere Übersichtlichkeit auszeichnet. Insofern ist die Präferenz der Teilnehmer für diese Variante nicht notwendigerweise als ein Votum für digitale Anzeigen zu interpretieren, sondern kann ebenso auch als Hinweis auf die Notwendigkeit einer Vereinfachung der Darstellung gesehen werden.

Als generelle Information über eine Arbeitsstelle fanden die Befragungsteilnehmer die Länge der Arbeitsstelle und das Ende der Bauarbeiten am hilfreichsten. Weniger hilfreich fanden die Teilnehmer Informationen zu den aktuellen Bauschritten oder den Bauherren der Arbeitsstelle.

Bei den Informationsschildern, welche die verbleibende Länge innerhalb der Arbeitsstelle anzeigen, erhielten hinsichtlich ihrer Nützlichkeit die Schilder mit der Angabe in Kilometern im Schnitt bessere Bewertungen als jene mit Zeitangabe. Aus gestalterischer Sicht erreichten die Smiley-Schilder im Schnitt die beste Bewertung aller vier gezeigten Varianten, gefolgt von den Schildern mit Pfeilen, wobei sich im Ranking der Schilder Abweichungen zwischen den Bundesländern gezeigt haben, die aus den unterschiedlichen Erfahrungen mit den Designvarianten resultieren könnten.

Als Informationsquelle über Arbeitsstellen vor Fahrtantritt nannten die Teilnehmer der Online-Befragung am häufigsten das Radio, gefolgt vom Internet. Von jenen, die das Internet als Informationsquelle nutzen, schauen die meisten Befragungsteilnehmer auf Verkehrsinformationsseiten von Radiosendern. Als hilfreichste Information bei Fahrten durch Arbeitsstellen stehen an erster Stelle Informationen über Verkehrsbehinderungen.

Während der Fahrt dient dem Großteil der Befragten das Radio als Informationsquelle, gefolgt vom

Navigationssystem. An dritter Stelle liegen Informationen über SMS oder Applikationen auf dem Mobiltelefon. In der vorliegenden Studie konnte nicht berücksichtigt werden, inwiefern die Teilnehmer sich vor oder während der Fahrt aktiv über Arbeitsstellen informieren oder die Informationen, die in regelmäßigen Zeitabständen über das Radio gesendet werden, aufnehmen. Außerdem bieten die unterschiedlichen Quellen auch unterschiedlichen Umfang an Informationen. Im Vergleich zu Radiosendern bzw. Internetseiten von Radiosendern – die in Bezug auf Verkehrsinformationen hauptsächlich über Verkehrsbehinderungen berichten – bieten Navigationssysteme und einige Mobilfunkapplikationen zusätzlich Informationen über das Vorhandensein von Arbeitsstellen, unabhängig von der aktuellen Verkehrslage.

Einschränkend ist anzumerken, dass aufgrund der Stichprobe zweifellos von gewissen Verzerrungen im Antwortverhalten auszugehen ist. So sind internetaffine Nutzer in einer solchen Online-Befragung sicherlich überrepräsentiert. Entsprechend muss angenommen werden, dass beispielsweise die Nutzung des Internets wie auch des Smartphones zur Informationsgewinnung im Rahmen dieser Erhebung tendenziell eher überschätzt wird.

#### 7.1.4 Fahrsimulatorstudie

Der letzte empirische Schritt im Rahmen des Projektes war die Durchführung einer Fahrsimulatorstudie. Die Ausrichtung der Studie basierte auf einer Auswahl potenzieller Einflussfaktoren, von denen eine Wirkung auf das Fahrverhalten und die Akzeptanz der Arbeitsstelle zu erwarten war. Letztlich wurden die Fahrstreifenbreite, die Arbeitsstellenlänge, die Präsenz von „Smiley-Schildern“ sowie das Alter der Fahrer als Untersuchungsgegenstände ausgewählt. Ziel war zu prüfen, inwieweit sich die ausgewählten Faktoren auf verschiedene Fahrparameter (Spurhaltung, Geschwindigkeit), das Entscheidungsverhalten (Überholen ja/nein) sowie die subjektive Einschätzung der Arbeitsstelle auswirken.

An der Fahrsimulatorstudie nahmen insgesamt 72 Probanden (davon 66 verwertbare Datensätze) teil. Jeweils die Hälfte davon waren jüngere ( $M = 32$  Jahre) und ältere ( $M = 65$  Jahre) Fahrer. Jede Versuchsperson durchfuhr eine Autobahnstrecke von insgesamt knapp 40 km Länge. Auf dieser Strecke waren vier Arbeitsstellen zu durchfahren, wobei der rechte Fahrstreifen immer eine

Breite von 3,50 m aufwies. Drei der Arbeitsstellen hatten eine Länge von 3 km, in diesen wurde die Breite des linken Behelfsfahrstreifens von 3,00 m über 2,75 m zu 2,50 m variiert. Die vierte Arbeitsstelle war deutlich länger (9 km, linker Fahrstreifen 2,50 m breit), zudem wurde dort der Einsatz von Smiley-Schildern variiert. Eine Hälfte der Probanden durchfuhr diese Arbeitsstelle mit den entsprechenden Schildern, die andere Hälfte ohne die Schilder. Erhoben wurden Fahrparameter, aber vor allem auch subjektive Stress- und Beanspruchungseinschätzungen der Teilnehmer.

Es zeigte sich, dass die Breite des linken Behelfsfahrstreifens innerhalb der Arbeitsstelle einen deutlichen Einfluss sowohl auf das subjektive Empfinden der Fahrer als auch deren beobachtbares Fahrverhalten hatte. Das Durchfahren der schmalen Arbeitsstelle ging einher mit höheren Stressbewertungen ebenso wie mit als schwieriger bewerteten Fahraufgaben und Arbeitsstellenmerkmalen. Gleichzeitig verringerten sich Variationen in der Spurhaltung, sowie die Durchschnittsgeschwindigkeit bei der Durchfahrt. Ebenfalls bedeutsam erscheint zudem der Befund, dass bei schmalere Fahrstreifen die Zeit, die sich Fahrer innerhalb von kritischen Sicherheitsabständen bewegten, anstieg. In Bezug auf die Arbeitsstellenlänge zeigten sich hingegen kaum relevante Unterschiede. Auch hinsichtlich der Smiley-Schilder ergaben sich keine eindeutigen Befunde.

Unterschiede bezüglich der beiden Altersgruppen zeigten sich auch vorwiegend bei der Variation der Breite des linken Fahrstreifens. In der schmalsten Variante neigen die älteren mehr als die jüngeren Teilnehmer dazu, den linken Fahrstreifen zu meiden. Als Folge dessen weisen sie in der gleichen Arbeitsstelle signifikant geringere Durchschnittsgeschwindigkeiten aus. Demgegenüber neigen die jüngeren Probanden stärker dazu, sich signifikant länger innerhalb eines kritischen Sicherheitsabstandes aufzuhalten.

Auch methodische Erkenntnisse konnten im Rahmen der Simulatorstudie gewonnen werden. So zeigte sich in allen Bedingungen ein deutlicher Rechtsversatz von der Ideallinie, vor allem beim Befahren des linken Fahrstreifens. Dieser Rechtsversatz zeigte sich bei den älteren Teilnehmern auf einem signifikant höheren Niveau. Dieser Versatz nahm mit abnehmender Fahrstreifenbreite zu, ein Befund, der durch die Arbeit von RÜGER et al. (2014) bestätigt wird. Entsprechend ergab sich

eine unerwartet hohe Anzahl an Kollisionen bei Überholvorgängen. In dieser Häufigkeit sind Zusammenstöße im Realverkehr zweifellos nicht zu erwarten. Allerdings bestätigen auch RÜGER et al., dass Simulatoren in Bezug auf den Spurversatz zumindest eine relative Validität zu bescheinigen sei, sodass die absolute Zahl der Kollisionen zwar nicht, das relative Verhältnis der verschiedenen Versuchsbedingungen zueinander aber sehr wohl aussagekräftig ist. Ebenso ist hervorzuheben, dass sich die im Vorhinein geäußerten Bedenken bezüglich der Umsetzbarkeit bestimmter Variablenmerkmale als weitgehend unbegründet erwiesen. Die Ergebnisse zeigen sowohl in den subjektiven Bewertungen der Teilnehmer als auch in den objektiven Kennwerten teilweise deutliche Unterschiede zwischen den verschiedenen umgesetzten Fahrstreifenbreiten. Entsprechend kann davon ausgegangen werden, dass die vorgenommene experimentelle Manipulation von den Teilnehmern in der einen oder anderen Form wahrgenommen wurde. Für die Untersuchung der Wirkung der Smiley-Schilder allerdings wird eine Fahrsimulation nur für bedingt geeignet gehalten, da hier mögliche Effekte stark abhängig vom jeweiligen Kontext sind (z. B. das Einfahren in die x-te Baustelle nach mehreren Stunden Fahrt, echter Zeitdruck), und sich diese Kontexte kaum realistisch im Rahmen einer Fahrstudie herstellen lassen.

## 7.2 Fazit und Empfehlungen

Da sich diese Studie mit der Sicht der Verkehrsteilnehmer beschäftigte, steht auch bei den hier genannten Empfehlungen die Perspektive der Verkehrsteilnehmer im Fokus, während bauliche Erfordernisse sowie Sicherheitsaspekte in einem zweiten Schritt zu prüfen wären. Insgesamt lagen die Schwerpunkte dieser Untersuchung auf der Prüfung des Einflusses der Fahrstreifenbreite in Arbeitsstellen, des Einflusses der Arbeitsstellenlänge, der Verbesserung der Informationsübermittlung an die Verkehrsteilnehmer sowie des Einflusses von Alterseffekten auf das Fahrverhalten in Arbeitsstellen.

### 7.2.1 Fahrstreifenbreite

In allen Teiluntersuchungen im Rahmen des Projektes stellte sich die Fahrstreifenbreite als einer der Faktoren heraus, die von den Verkehrsteilneh-

mern bei der Durchfahrt durch Arbeitsstellen als kritisch empfunden werden. In den Befragungen zeigte sich außerdem, dass von den Fahrmanövern, welche in einer Arbeitsstelle auftreten können, das Überholen von Lkw den Verkehrsteilnehmern die größten Schwierigkeiten bereitet.

Basierend auf diesem Befund wäre grundsätzlich empfehlenswert, die Breite der Behelfsfahrstreifen (insbesondere des linken Fahrstreifens) zu verbreitern, sofern die baulichen Voraussetzungen hierfür bestehen. Neben organisatorischen Aspekten ist dabei allerdings zu berücksichtigen, dass sich die Fahrstreifenbreite nicht nur auf das subjektive Schwierigkeitsempfinden, sondern auch auf die tatsächlich beobachtbare Geschwindigkeit auswirkt. In der Fahrstudie konnte gezeigt werden, dass eine Verbreiterung des linken Fahrstreifens teilweise auch eine Erhöhung der Durchschnittsgeschwindigkeit auf diesem Fahrstreifen zur Folge haben kann. Da mit einer Erhöhung der gefahrenen Geschwindigkeiten auch eine Veränderung des Unfallgeschehens einhergeht, dies jedoch nicht Ziel dieser Untersuchung war, muss die Umsetzbarkeit größerer Fahrstreifenbreiten an anderer Stelle diskutiert werden.

Unstrittig ist jedoch, dass vor dem Hintergrund der Entwicklung immer breiterer Fahrzeugmodelle die in den RSA (1995) festgelegte Mindestbreite des linken Behelfsfahrstreifens von 2,50 m nicht mehr ausreichend und zeitgemäß ist. Gemäß einer Studie des ADAC (2011) ist es etwa 70 Prozent aller neu zugelassenen Fahrzeuge in Deutschland nicht mehr erlaubt, einen Fahrstreifen dieser Breite zu nutzen.

Um der zunehmenden Problematik zu geringer Fahrstreifenbreiten in Arbeitsstellen Rechnung zu tragen, wurde durch die Einführung der Richtlinien für die Anlage von Autobahnen (RAA) (FGSV, 2008) die Anwendung des etwas breiteren Regelquerschnitts RQ 31 für vierstreifige Autobahnen zum Standardfall. So stellt der RQ 31 eine befestigte Breite einer Richtungsfahrbahn von 12,0 m zur Verfügung, gegenüber 11,0 bzw. 11,5 m der zuvor angewendeten Regelquerschnitte. Mit dem RQ 31 ist es im Falle einer Arbeitsstelle unter 4+0-Verkehrsführung nun möglich, eine Breite der linken Behelfsfahrstreifen von mindestens 2,60 m zur Verfügung zu stellen, bei gleichzeitiger Beibehaltung einer Breite von 3,25 m für den Hauptfahrstreifen. Diesem Umstand wurde in der aktuellen Weiterentwicklung der RSA ebenfalls Rechnung getragen, da

zukünftig eine Mindestbreite des linken Behelfsfahrstreifens von 2,60 m gefordert werden wird.

Diese Veränderung ist auch in Anbetracht der Ergebnisse der Simulatorstudie zur Spurposition zu begrüßen. So zeigte sich, dass die Verkehrsteilnehmer im linken Fahrstreifen rechts von der Fahrstreifenmitte fuhren und diese Tendenz mit sinkender Fahrstreifenbreite zunahm. Auch ereigneten sich bei schmalen Fahrstreifen mehr potenzielle „Unfälle“ (die allerdings als nicht direkter Indikator für tatsächliche Unfälle bewertet werden sollten). Ähnlich ist auch die verstärkte Unterschreitung eines kritischen Sicherheitsabstands bei schmalen Fahrstreifen zu bewerten.

Erwähnenswert ist in diesem Zusammenhang speziell die Aussage der Lkw-Fahrer, die ebenfalls die Breite des linken Fahrstreifens als häufig zu schmal bemängelten. Hier ist davon auszugehen, dass diese Einschätzung in erster Linie aus der Perspektive des „überholt Werdenden“, also eines Nutzers des rechten Fahrstreifens erfolgt, und damit tatsächlich unter Berücksichtigung der Verkehrssicherheit, und nicht mit dem Wunsch eines schnelleren Vorankommens getroffen wird.

### 7.2.2 Arbeitsstellenlänge

Auch die Länge einer Arbeitsstelle hat sich in den Befragungen als potenziell stress- und unmutauslösender Faktor herausgestellt. Aus Sicht der Verkehrsteilnehmer sind daher zunächst eher kurze Arbeitsstellen zu bevorzugen, wobei anhand der vorliegenden Datenbasis nicht ermittelt werden konnte, welche Längen von Arbeitsstellen als noch akzeptabel und zumutbar empfunden werden. Demgegenüber führt allerdings eine Staffelung mehrerer kurzer, aufeinander folgender Arbeitsstellen auch zu einer Häufung von sicherheitskritischen Bereichen wie Verschwenkungen und Überleitungen, deren Unfallträchtigkeit durch Zahlen (z. B. BAKABA et al., 2012) belegbar ist.

Weitere Forschungsarbeiten zu möglichen Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit und die Akzeptanz der Staffelung von Arbeitsstellen erscheinen hier erforderlich, um gesicherte Aussagen treffen können.

### 7.2.3 Behelfsanschlussstellen

Die Ergebnisse der Online-Befragung zu den Merkmalen einer Arbeitsstelle zeigen, dass Behelfsan-

schlussstellen den Verkehrsteilnehmern die Durchfahrt von Arbeitsstellen erheblich erschweren. Befunde aus der Unfallforschung zeigten, dass Behelfsanschlussstellen eine der Schwachstellen darstellen. Die Ergebnisse sprechen dafür, von einer zu starken Verkürzung des Beschleunigungs-, aber auch des Verzögerungsstreifens bei der Einrichtung von Arbeitsstellen abzusehen. Um konkretere Gestaltungsrichtlinien als bisher festzulegen, die sowohl aus Sicht der Verkehrsteilnehmer als auch unter Sicherheits- und Kosten-Nutzen-Aspekten praktikabel sind, erscheinen allerdings weiterführende Untersuchung erforderlich.

### 7.2.4 Informationsbedarf

#### Arbeitsstellen-Informationsschild

Von der Mehrzahl der Befragungsteilnehmer wurde das Arbeitsstellen-Informationsschild prinzipiell für nützlich eingestuft. Dennoch stellte sich heraus, dass das Informationsschild in seiner bisherigen Form den Bedürfnissen der Verkehrsteilnehmer bezüglich des Informationsbedarfs in und über Arbeitsstellen nicht in vollem Umfang gerecht wird. So wurden von den Befragten nicht alle Informationen des Schildes gleichermaßen für wichtig erachtet und zugleich bestimmte Informationen auf dem Schild für unabdingbar gehalten. Insbesondere die Länge der Arbeitsstelle hielten 80 % und die Einrichtungsdauer der Arbeitsstelle immerhin die Hälfte der Verkehrsteilnehmer für (sehr) hilfreich, wohingegen die übrigen Informationen von der überwiegenden Mehrzahl der Befragten eher kritisch gesehen werden. Von den optionalen Informationen erhielten zwar der durch die Arbeitsstelle verursachte Zeitverlust bzw. die Durchfahrtdauer relevante Zustimmung, allerdings weit weniger als die auf dem aktuellen Arbeitsstellen-Informationsschild angegebene Länge in km.

Auch aus gestalterischer Sicht ergibt sich für das Arbeitsstellen-Informationsschild Spielraum für Verbesserungsmaßnahmen. Gegenüber einer eher schlichten und sachlichen Darstellung in Form einer digitalen Textanzeige wird die digitale Darstellung von der Mehrzahl der Befragten bevorzugt. Zwar kann unterstellt werden, dass durch eine digitale Darstellung des Schildes den Befragten eine höhere Aktualität der Schildinhalte suggeriert wird und dies die Bewertung beeinflusst haben könnte. Allerdings zeichnet sich die Umsetzung in Anlehnung an eine digitale Anzeige in erster Linie auch durch eine gewisse Schlichtheit und damit entsprechend

höhere Übersichtlichkeit aus. Insofern ist die Präferenz der Teilnehmer für diese Variante nicht notwendigerweise als ein Votum für digitale Anzeigen zu interpretieren, sondern kann ebenso auch als Hinweis auf die Notwendigkeit einer Vereinfachung der Darstellung angesehen werden.

Empfohlen wird daher, das Arbeitsstellen-Informationsschild dahingehend zu untersuchen, ob eine Konzentration auf die für Verkehrsteilnehmer wichtigen Schildinhalte in Form einer einfachen Darstellung ratsam ist.

### **Informationsschilder zur verbleibenden Länge innerhalb der Arbeitsstelle**

Die Informationsschilder zur verbleibenden Länge in Kilometern, die innerhalb der Arbeitsstelle in regelmäßigen Abständen aufgestellt werden, sind insbesondere in der Feldbefragung (hier bezogen auf die Smileys) aber auch in etwas geringerem Maße in der Onlinebefragung auf hohe Akzeptanz gestoßen. Eine Anwendung dieser Schilder kann daher insbesondere bei längeren Arbeitsstellen in Betracht gezogen werden, wobei in der Simulatorstudie keine signifikanten Effekte auf das Fahrverhalten festgestellt werden konnten.

Bei direkter Gegenüberstellung unterschiedlicher Anzeigehalte (Angabe in km gegenüber Angabe in Minuten) konnte analog zum Arbeitsstellen-Informationsschild die Kilometerangabe die Befragten mehr überzeugen. In Bezug auf das bevorzugte Design hat sich gezeigt, dass Schilder, die in Deutschland bereits zum Einsatz kommen und daher in bestimmten Regionen den Verkehrsteilnehmern bekannt sind, eine bessere Bewertung als die neu gestalteten Designvarianten erhalten. So wurden insbesondere von Teilnehmern aus Sachsen die Smiley-Schilder und von Teilnehmern aus Hessen die Schilder mit Kindern überdurchschnittlich bewertet. Das lässt vermuten, dass die Akzeptanz dieser Schilder, auch unabhängig von der Gestaltung, mit der Zeit zunimmt. Eine Evaluation der Schilder im Feld über einen längeren Zeitraum sollte daher angestrebt werden. Hier könnten auch bisher nicht verwendete und alternative Designs mit einbezogen werden.

#### **7.2.5 Weiterer Forschungsbedarf**

Die im Rahmen des Projektes gewonnenen Erkenntnisse lassen an mehreren Stellen zusätzlichen Forschungsbedarf erkennen. So ergaben

sich etwa zu den Themen Länge und Staffelung von Arbeitsstellen zwar interessante Befunde im Hinblick auf die Nutzerpräferenzen, viele Auswirkungen entsprechender Anpassungen auf das Fahrverhalten und die Verkehrssicherheit sind aber nach wie vor ungeklärt. Gerade der Beantwortung dieser Fragestellung wird jedoch eine große Rolle in Bezug auf ein wirksames Arbeitsstellenmanagement zugesprochen, sodass empfohlen wird, in dieser Richtung verstärkt Studien durchzuführen.

Die im Rahmen dieses Projekts durchgeführte Fahr Simulatorstudie hat die prinzipielle Durchführbarkeit solcher Studien und die Machbarkeit einer entsprechenden Simulatorstudie zur Untersuchung des Einflusses der Fahrstreifenbreiten aufgezeigt. In diesem Zusammenhang wird es in zukünftigen Untersuchungen interessant sein zu eruieren, inwieweit der in der Studie festgestellte Rechtsversatz der Verkehrsteilnehmer auf dem linken Fahrstreifen und die damit verbundene Kollisionsgefahr mit Verkehrsteilnehmern auf dem rechten Fahrstreifen reduziert werden kann ohne die Kollisionsgefahr mit der Fahrtrichtungstrennwand zu erhöhen. Vorstellbare Untersuchungsszenarien wären z. B. die Variation der Ausbildung der Fahrtrichtungstrennwände in Bezug auf Form, Höhe, Material oder Farbe beziehungsweise der Markierungen der linken Fahrbahnbegrenzung. Gerade die Ausbildung der Schutzwände als Betonwand rief in den Fokusgruppen überwiegend negative Assoziationen hervor.

Unklar ist zudem, worin genau die Ursache für das verstärkte Unterschreiten des kritischen Sicherheitsabstandes bei schmalerem linken Fahrstreifen zu suchen ist. Der Befund mag mit dem Bedürfnis des Fahrers, die Engstelle möglichst schnell zu passieren, erklärbar sein. Jedoch ist diese Behauptung bislang unbelegt. Vor diesem Hintergrund erscheint es generell lohnenswert, in Folgeuntersuchungen Fahrer verstärkt auch nach den Motivationen für ihr Fahrverhalten in Arbeitsstellen zu befragen. Denkbar ist hier z. B. ein szenariobasiertes Vorgehen, in dem Fahrer mit einer Reihe von Verkehrssituationen in Arbeitsstellen konfrontiert werden, und entsprechend ihr übliches Verhalten in den dargestellten Situationen erläutern und begründen.

Auch die Problematik der Ausbildung der Behelfsausfahrten innerhalb der Arbeitsstellen wirft weitere Fragen auf. Zwar werden diese von den Verkehrsteilnehmern als problematisch und risikobehaftet

angesehen. Eine unmittelbare Lösung, auch vor dem Hintergrund baulicher Gegebenheiten, ist jedoch nicht erkennbar. Welche Veränderungen der Behelfsanschlussstellen umsetzbar sind, und in welchem Umfang diese tatsächlich zu einer Verbesserung der wahrgenommenen Sicherheit führen, bleibt zu prüfen.

Auch die Auswirkungen des Schwerverkehrs auf den Verkehrsablauf in Arbeitsstellen bedürfen einer weitergehenden Untersuchung. So ergaben sich aus den Fokusgruppen und den Befragungen deutliche Hinweise darauf, dass die Präsenz von Lkw im Arbeitsstellenbereich offenbar mit einer verstärkten Beanspruchung und auch einer Erhöhung der wahrgenommenen Komplexität der Fahraufgabe einhergeht. Gleichzeitig entschied sich die überwiegende Mehrheit der Teilnehmer der Fahrsimulatorstudie, die Lkw auch bei der schmalsten Simulationsvariante des linken Fahrstreifens zu überholen. Es scheint, als würde von einer Mehrheit der Fahrer für ein schnelleres Vorankommen eine erhöhte Komplexität der Fahraufgabe in Kauf genommen. Inwieweit aus verkehrsplanerischer Sicht, aber auch aus Perspektive der Verkehrssicherheit, eher ein Verweilen in einer Kolonne hinter dem Schwerverkehr, oder eher ein Passieren dieser Fahrzeuge erstrebenswert ist, erscheint noch unklar.

Ebenso interessante Fragen stellen sich mit Blick auf die Informationsgestaltung. So ergaben sich zwar Präferenzen für eine digitale Anzeige der Arbeitsstelleninformationen. Inwieweit aber schlicht die einfache Darstellung der Informationen oder vielmehr die durch eine digitale Anzeige suggerierte Aktualität diesen Effekt hervorgerufen haben, konnte nicht geklärt werden. Vor diesem Hintergrund könnten auch mögliche positive Effekte von dWiSta-ähnlichen Anzeigen mit entsprechend dynamischen Inhalten diskutiert und geprüft werden. Ähnlich wie bei vergleichbaren Projekten zum Entscheidungsverhalten in Staus bei entsprechender Information durch dWiSta-Anzeigen (HÜLSEMANN et al., 2009) kann zudem auch in diesem Kontext untersucht werden, inwiefern oder ab wann Verkehrsteilnehmer einen größeren Zeitaufwand oder eine längere Strecke in Form einer Umfahrung in Kauf nehmen würden, um eine Arbeitsstelle zu meiden.

Auch zeigte sich, dass bei der Charakterisierung der Arbeitsstelle offenbar Kilometerangaben (Länge) gegenüber Zeitangaben (Durchfahrts-

dauer) präferiert werden. Allerdings mag spekuliert werden, dass bei Zeitangaben vor allem die vom Fahrer unterstellte Ungenauigkeit einer solchen Angabe (sofern sie statisch erfolgt) problematisch ist. Entsprechend ist durchaus denkbar, dass sich die Einschätzung verändert, wenn Aktualität beziehungsweise Genauigkeit sichergestellt sind. Generell bleibt im Hinblick auf die Informationen in Arbeitsstellen zu untersuchen, in welchem Umfang Informationen vom Fahrer aufgenommen werden können, und ab wann vermehrt Fehler bei der Erkennung der Informationen gemacht werden. Denkbar sind dabei sowohl Effekte der Informationsmenge, als auch Auswirkungen des Darstellungsformates.

Bezüglich der Beschilderung der verbleibenden Arbeitsstellenlänge lässt sich vermuten, dass die Akzeptanz dieser Schilder, auch unabhängig von der Gestaltung, mit der Zeit zunimmt. Eine Evaluation der Schilder im Feld über einen längeren Zeitraum sollte daher angestrebt werden. Hier könnten auch bisher nicht verwendete und alternative Designs mit einbezogen werden.

Generell bleiben, abseits der konkreten Projektziele, viele Fragen offen. So ist vor allem aus den Ergebnissen der Fokusgruppenbefragungen deutlich geworden, dass eine Vielzahl von Faktoren, die zu Frustration und Beanspruchung bei der Arbeitsstellendurchfahrt führen können, nicht betrachtet werden konnten. Aspekte wie etwa nicht wahrgenommene Bauaktivitäten oder auch fehlende Wartung der Warn- und Leiteinrichtungen in der Arbeitsstelle haben das Potenzial, die Verkehrsteilnehmer zu verärgern. Ein hieraus folgender negativer Einfluss auf die Verkehrssicherheit kann nicht ausgeschlossen werden. In welcher Häufigkeit derartige und ähnliche Bedingungen und Ereignisse aber tatsächlich auftreten und inwiefern sie auch empirisch nachweisbare Effekte auf Stimmung und/oder Sicherheit haben, ist ungeklärt. Viele der in den Fokusgruppen benannten Probleme sind jedoch zumeist auf einzelne Wortmeldungen zurückzuführen, ebenso wie andere mögliche Problemstellungen oft auf Einzelfallberichten und Anekdoten beruhen. Eine wissenschaftliche Überprüfung der meisten dieser Annahmen steht bislang aus.

Vor dem Hintergrund der erhöhten Beanspruchung in Arbeitsstellen ist auch die Frage nach Fahrerablenkung von Bedeutung. Bedenkt man, dass sowohl die Arbeitsstellendurchfahrt als auch eine

mögliche Nebenaufgabenbearbeitung zur Erhöhung der Komplexität der Fahraufgabe beitragen, ist zweifellos von einer erhöhten Gefährdung bei Nebenaufgabenbearbeitung in Arbeitsstellen auszugehen. Inwieweit jedoch bei Fahrern überhaupt die Bereitschaft besteht, in Arbeitsstellenbereichen derartigen Nebenaufgaben nachzugehen, oder ob möglicherweise auch Kompensationsstrategien eingesetzt werden, ist unbekannt. Hier sind unter Umständen naturalistische Ansätze (siehe z. B. EU-Projekt UDRIVE) geeignet, weitere Erkenntnisse zu liefern.

Es verbleibt somit eine Reihe an ungeklärten, aber nichtsdestotrotz interessanten Fragestellungen, die im Rahmen von weiteren Untersuchungen zu beantworten sind.

## 8 Literatur

- 3M: 3M Reflexe aktuell: Effizienz in der temporären Markierung. 3M Deutschland GmbH, Abteilung Verkehrssicherheit. 2009
- ADAC: Zu enge Fahrstreifen in Autobahn-Baustellen. 2011
- Adaptive Integrated Driver-vehicle InterfacE (AIDE) – Consortium: D2.2.5. Driving performance assessment methods and metrics. Gothenburg, Schweden, 2005
- AL-GHAMDI, A.: Experimental evaluation of fog warning system. Accident Analysis and Prevention, Heft 39/6, 2007
- ANTONUCCI, N.; HARDY, K.; BRYDEN, J.; NEUMAN, T.; PFEFER, R.; SLACK, K.: A Guide for Reducing Work Zone Collisions. NCHRP Report 500, Transportation Research Board. 2005
- BAIER, M. M.; KEMPER, D.: Einsatz fluoreszierender Beschilderungen in Arbeitsstellen längerer Dauer auf Autobahnen. Straßenwesen im Wandel der Zeit, Heft 56, 2011
- BAKABA, J. E.; ENKE, M.; HEINE, A.; LIPPOLD, C.; MEIER, R.; ORTLEPP, J.; SCHULZ, R.: Untersuchung der Verkehrssicherheit im Bereich von Baustellen auf Bundesautobahnen. Forschungsbericht VI 04 Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V. Berlin, 2012
- BENEKOHAL, R. F.; ORLOSKI, R. L.; HASHMI, A. M.: Survey of Driver's Opinion about Work Zone Traffic Control on a Rural Highway. University of Illinois, 1990
- BROWN, I. D.; GROEGER, J. A.: Risk perception and decision making during the transition between novice and experienced driver status. Ergonomics, Heft 31/4, 1988
- Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt): Manuelle Straßenverkehrszählung 2010 – Ergebnisse auf Bundesautobahnen, www.bast.de, 2011
- Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt): Wege aus dem Stau – Veranstaltungen und Projekte. BASt aktuell, 2011
- Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt): Verkehrszeichen und Symbole, 2012
- Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt): Verkehrs- und Unfalldaten: Kurzzusammenstellung der Entwicklung in Deutschland, 2013
- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS): Leitfaden zum Arbeitsstellenmanagement auf Bundesautobahnen. Bergisch Gladbach: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, 2011
- Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (BMVBW): RSA 1995 – Richtlinien für die Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen, Bundesministerium für Verkehr, Bonn, 1995
- Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (BMVBW): RWBA 2000 – Richtlinien für die wegweisende Beschilderung auf Autobahnen, Bonn, 2000
- CANTIN, V.; LAVALLIERE, M.; SIMONEAU, M.; TEASDALE, N.: Mental workload when driving in a simulator: Effects of age and driving complexity. Accident Analysis and Prevention, Heft 41/4, 2009
- CASEY, S.; LUND, A. K.: The effects of mobile roadside speedometers on traffic speeds. Accident Analysis and Prevention, Heft 25/5, 1993
- CHAMBLESS, J.; GHADIALI, A. M.; LINDLY, J. K.; MCFADDEN, J.: Multistate Work-Zone Crash Characteristics. ITE Journal, Heft 72/5, 2002

- CHANG, C.-Y.; LI, C.-C.: Visual and operational impacts of variable speed limit signs on bus drivers on freeways using driving simulator, Proceedings of IEEE Asia-Pacific Services Computing Conference, 2008
- CRUNDALL, D.; van LOON, E.; UNDERWOOD, G.: Attraction and distraction of attention with roadside advertisements. Accident Analysis and Prevention, Heft 38/4, 2006
- DEKRA: Achtung Baustelle – wenn's eng wird, wird's gefährlich! (Pressemeldung), 2012
- DENAES, S.; SCHIEFERSTEIN, A.; RIESS, S.; ERMER, P.: Neue Methoden zur Steuerung von Streckenbeeinflussungsanlagen – Teil 1: Ziel-funktion zur Wirkungsmodellierung von Harmonisierungssteuerprogrammen und Stauwar-nungen. Straßenverkehrstechnik. Heft 3, 2009
- de WAARD, D.: The measurement of drivers' mental workload. University of Groningen. Haren: University of Groningen, Traffic Research Centre. 1996
- EDWARDS, C. J.; CREASER, J. I.; CAIRD, J. K.; LAMSDALE, A. M. & CHISHOLM, S. L.: Older driver and younger driver performance at complex intersections: Implications for using perception-response time and driving simulation. Proceedings of the Second International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training and Vehicle Design, 33-37, 2003
- EN ISO 10075-1: Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung – Teil 1: Allgemeines und Begriffe. 2000
- ENKE, M.; HEINE, A.; LIPPOLD, C.; MAIER, R.; ORTLEPP, J.; BAKABA, J. E.: Untersuchung des Einflusses einer modifizierten Beschilderung besonderer Bereiche in Autobahnbaustellen (Gelbe Baustelle) – Bericht. Forschungsbericht VI 04 Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V. Berlin, 2011
- Federal Highway Administration: Guidelines on Improving Work Zone Safety Through Public Information and Traveler Information. The Roadway Safety Consortium, 2011
- FISCHER, R.: Speed Monitoring. ASFINAG's strategy on safety related services. EASY WAY Annual Forum, 2009
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Richtlinien für die Anlage von Autobahnen (RAA), Köln, 2008
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Richtlinien für die verkehrsrechtliche Sicherung an Straßen (RSA), Köln, Teilfortschreibung 2012 (Entwurf)
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Begriffsbestimmungen – Teil: Verkehrsplanung, Straßenentwurf und Straßenbetrieb, Köln, 2012
- FREEMAN, M.; MITCHELL, J.; COE, G. A.: Safety performance of traffic management at major motorway road works. TRL Report TRL595, 2004
- GARBER, N. J.: Crash Characteristics at Work. Virginia Transportation Research Council. Charlottesville, Virginia, 2002
- GARBER, N. J.; SRINIVASAN, S.: Effectiveness of Changeable Message Signs in Controlling Vehicle Speeds in Work Zones, Phase II. VTRC 98-R10, 1997
- GLENDON, A. I.; DORN, L.; MATTHEWS, G.; GULIAN, E.; DAVIES, D. R. & DEBNEY, L. M.: Reliability of the Driving Behaviour Inventory. Ergonomics, 36, 719-726; 1993
- GRIFFITH, A.; LYNDE, M.: Assessing Public Inconvenience in Highway Work Zones (FHWA-OR-RD-02-20), 2002
- GULIAN, E.; MATTHEWS, G.; GLENDON, A. I. & DAVIES, D. R.: Dimensions of Driver Stress. Ergonomics, 32, 585-602, 1989
- HENNESSY, D. A. & WIESENTHAL, D. L.: The relationship between traffic congestion, driver stress and direct versus indirect coping behaviours. Ergonomics, 40 (3), 348-361, 1997
- HORBERRY, T.; ANDERSON, J.; REGAN, M. A.; TRIGGS, T. J.; BROWN, J.: Driver distraction: The effects of concurrent in-vehicle tasks, road environment complexity and age on driving performance. Accident Analysis and Prevention, Heft 38/1, 2006
- HÜLSEMANN, U.; KREMS, J. F.; HENNING, M. J.; THIEMER, U.: Voraussetzungen für dynamische

- Wegweisung mit integrierten Stau- und Reisezeitinformationen. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik, Heft V 181, 2009
- KANE, M. R.; KING, L. E.; BUCH, K. A.; CARPENTER, M. L.: Motorists Perception of Work Zone Safety (FHWA/NC/99-006), 1999
- KEMPER, D.: Vergleichende Betrachtung der Sicherheit und Wirtschaftlichkeit von Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf Autobahnen bei Tag und Nacht (Dissertation). Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen, Aachen, Deutschland, 2010
- KHATTAK, A. J.; KOPPELMAN, F. S.; SCHOFFER, J. L.: Stated preferences for investigating commuter's diversion propensity. Transportation, Heft 20/2, 1993
- KOCKELKE, W.; ROSSBANDER, E.: Untersuchungen zum Verkehrsverhalten an Autobahnbaustellen. Bericht zum Forschungsprojekt 8762 der Bundesanstalt für Straßenwesen, 1988
- KUCKARTZ, U.: Einführung in die computergestützte Analyse qualitativer Daten. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 2007
- LAUBE, M.: Verkehrsverhalten und Unfallgeschehen im Bereich von Autobahnbaustellen. 1st Swiss Transport Research Conference, 2001
- LI, Y.; BAI, Y.: Comparison of characteristics between fatal and injury accidents in the highway construction zones. Safety Science, Heft 46/4, 2008
- LUOMA, J.; RÄMÄ, P.; PENTTINEN, M.; ANTTILA, V.: Effects of variable message signs for slippery road conditions on reported driver behaviour. Transportation Research Part F, Heft 3/2, 2000
- MACKAY, C. J.; COX, T.; BURROWS, C. G. & LAZZERINI, A. J.: An inventory for the measurement of self-reported stress and arousal. British Journal of Social and Clinical Psychology, 17, 283-284, 1978
- MARTENS, M.; COMTE, S.; KAPTEIN, N.: The Effects of Road Design on Speed Behaviour: A Literature Review. European Commission under the Transport RTD Programme, 1997
- MATTHEWS, G.; DORN, L. & GLENDON, A. I.: Personality correlates of driver stress. Personality and Individual Differences, 12, 535-549, 1991
- MAYNTZ, G.: Ramsauer: Autobahn-Baustellen immer länger. rp-online.de, 2012
- MENG, Q.; WENIG, J.; QU, X.: A probabilistic quantitative risk assessment model for the long-term work zone crashes. Accident Analysis and Prevention, Heft 42/6, 2010
- Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft Brandenburg: Arbeitsstellenmanagement der brandenburgischen Straßenbauverwaltung, o. J.
- Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung Hessen: Hessens sympathische Baustellen (Pressemeldung), 2010
- Oberste Baubehörde im bayerischen Staatsministerium des Innern: Verkehrsmanagement Bayern 2015. 2010
- PATTEN, C. J. D.; KIRCHER, A.; ÖSTLUND, J.; NILSSON, L.; SVENSON, O.: Driver experience and cognitive workload in different traffic environments. Accident Analysis and Prevention, Heft 38/5, 2006
- PESTI, G.; MCCOY, P. T.: Long-Term Effectiveness of Speed Monitoring Displays in Work Zones on Rural Interstate Highways. 80<sup>th</sup> TRB Annual Meeting, 2001
- PERREZ, M., SCHOEBI, D. & WILHELM, P.: How to assess social regulation of stress and emotions in daily family life? A computer-based family self-monitoring system (FASEM-C). Clinical Psychology and Psychotherapy, 7(43), 326-339, 2000
- RÄMÄ, P.; KULMALA, R.: Effects of variable message signs for slippery road conditions on driving speed and headways. Transportation Research Part F, Heft 3/2, 2000
- RECARTE, M. A.; NUNES, L. M.: Effects of verbal and spatial imagery task on eye fixations while driving. Journal of Experimental Psychology: Applied, Heft 6/1, 2003
- REGAN, M. A.; LEE, J. D.; YOUNG, K. L. (Hrsg.): Driver distraction: Theory, effects and mitigation. Boca Raton, Florida: CRC Press. 2008

- Regierungspräsidien Baden-Württemberg: Konsequente Geschwindigkeitskontrollen in den Autobahnbaustellen (Pressemeldung), 2012
- RÜGER, F.; PURUCKER, C.; SCHNEIDER, N.; NEUKUM, A.; FÄRBER, B.: Validierung von Engstellenszenarien und Querdynamik im dynamischen Fahrsimulator und Vehicle in the Loop. Tagungsband 9. Workshop Fahrerassistenzsysteme, Walting im Altmühltal, 137-146, 2014
- Sächsische Zeitung: Autobahn-Smileys sollen gute Laune machen, 2012
- SCHIESSL, C.: Subjective strain estimation depending on driving manoeuvres and traffic situation. Intelligent Transport Systems, Heft 2/4, 2008
- SCHULZE, C.; SCHLAG, B.; GEHLERT, T.: Wirkungsvergleich dynamischer Geschwindigkeitsrückmeldeanlagen. Straßenverkehrstechnik, Heft 55/3, 2011
- Statistisches Bundesamt: Verkehr, Verkehrsunfälle. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt, 2013
- TSYGANOV, A.; MACHEMEHL, R.; HARRISON, R.: Complex Work Zone Safety (FHWA/TX-03/4021-3), 2003
- Unfallforschung der Versicherer (UDV): Unfälle in Autobahnbaustellen sind häufiger, aber weniger schwer als auf freier Strecke – „Herausbeschleunigen“ aus Baustellen gefährlich (Pressemeldung), 2010
- VUCSINA-VALLA, A.: Baustellen sind Zweck nicht Ziel. Bergisch Gladbach, 2011
- WIESER: ROBBIE – Reisezeitanzeige bei Baustellen (Pressemeldung), 2010
- YOUNG, M. S.; MAHFOUD, J. M.: Driven to distraction: Determining the effects of roadside advertising on driver attention. Brunel University, 2007
- ZIMMERMANN, M.; CINDRIC-MIDDENDORF, D.: Auswirkungen der Baustellengestaltung auf die Verkehrssicherheit in der überlangen Baustelle Mücke. Karlsruher Institut für Technologie. 2011

## Schriftenreihe

### Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen

#### Unterreihe „Verkehrstechnik“

## 2013

- 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](http://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](http://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 Bodenindikatoren 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.

**V 254: Beanspruchung der Straßeninfrastruktur durch Lang-Lkw**

Wellner, Uhlig

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**V 255: Überholen und Räumen – Auswirkungen auf Verkehrssicherheit und Verkehrsablauf durch Lang-Lkw**

Zimmermann, Riffel, Roos

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**V 256: Grundlagen für die Einbeziehung der sonstigen Anlagenteile von Straßen in die systematische Straßenerhaltung als Voraussetzung eines umfassenden Asset Managements**

Zander, Birbaum, Schmidt

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**V 257: Führung des Radverkehrs im Mischverkehr auf innerörtlichen Hauptverkehrsstraßen**

Ohm, Fiedler, Zimmermann, Kraxenberger, Maier

Hantschel, Otto € 18,00

**V 258: Regionalisierte Erfassung von Straßenwetter-Daten**

Holldorb, Streich, Uhlig, Schäufele

€ 18,00

**V 259: Berücksichtigung des Schwerverkehrs bei der Modellierung des Verkehrsablaufs an planfreien Knotenpunkten**

Geistefeldt, Sievers

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**V 260: Berechnung der optimalen Streudichte im Straßenwinterdienst**

Hausmann

€ 15,50

**V 261: Nutzung von Radwegen**

in Gegenrichtung - Sicherheitsverbesserungen

Alrutz, Bohle, Busek

€ 16,50

**V 262: Verkehrstechnische Optimierung des Linksabbiegens vom nachgeordneten Straßennetz auf die Autobahn zur Vermeidung von Falschfahrten**

Maier, Pohle, Schmotz, Nirschl, Erbsmehl

€ 16,00

**V 263: Verkehrstechnische Bemessung von Landstraßen – Weiterentwicklung der Verfahren**

Weiser, Jäger, Riedl, Weiser, Lohoff

€ 16,50

**V 264: Qualitätsstufenkonzepte zur anlagenübergreifenden Bewertung des Verkehrsablaufs auf Außerortsstraßen**

Weiser, Jäger, Riedl, Weiser, Lohoff

€ 17,00

**V 265: Entwurfstechnische Empfehlungen für Autobahntunnelstrecken**

Bark, Kutschera, Resnikow, Baier, Schuckließ

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden

**V 266: Verfahren zur Bewertung der Verkehrs- und Angebotsqualität von Hauptverkehrsstraßen**

Baier, Hartkopf

€ 14,50

**V 267: Analyse der Einflüsse von zusätzlichen Textanzeigen im Bereich von Streckenbeeinflussungsanlagen**

Hartz, Saighani, Eng, Deml, Barby

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**V 268: Motorradunfälle – Einflussfaktoren der Verkehrsinfrastruktur**

Hegewald, Fürneisen, Tautz

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

## 2016

**V 269: Identifikation von unfallauffälligen Stellen motorisierter Zweiradfahrer innerhalb geschlossener Ortschaften**

Pohle, Maier

€ 16,50

**V 270: Analyse der Auswirkungen des Klimawandels auf den Straßenbetriebsdienst (KliBet)**

Holldorb, Rumpel, Biberach, Gerstengarbe,

Österle, Hoffmann

€ 17,50

**V 271: Verfahren zur Berücksichtigung von Nachhaltigkeitskriterien bei der Ausschreibung von Elementen der Straßeninfrastruktur**

Offergeld, Funke, Eschenbruch, Fandrey, Röwekamp

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**V 272: Einsatzkriterien für Baubetriebsformen**

Göttgens, Kemper, Volkenhoff, Oeser,

Geistefeldt, Hohmann

€ 16,00

**V 273: Autobahnverzeichnis 2016**

Kühnen

€ 25,50

**V 274: Liegedauer von Tausalzen auf Landstraßen**

Schulz, Zimmermann, Roos

€ 18,00

**V 275: Modellversuch für ein effizientes Störfallmanagement auf Bundesautobahnen**

Grahl, Skottke

Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann unter <http://bast.opus.hbz-nrw.de/> heruntergeladen werden.

**V 276: Psychologische Wirkung von Arbeitsstellen auf die Verkehrsteilnehmer**

Petzoldt, Mair, Krems, Roßner, Bullinger

€ 30,50

Fordern Sie auch unser kostenloses Gesamtverzeichnis aller lieferbaren Titel an! Dieses sowie alle Titel der Schriftenreihe können Sie unter der folgenden Adresse bestellen:

**Fachverlag NW in der Carl Schünemann Verlag GmbH**  
Zweite Schlachtpforte 7 · 28195 Bremen  
Tel. +(0)421/3 69 03-53 · Fax +(0)421/3 69 03-63

Alternativ können Sie alle lieferbaren Titel auch auf unserer Website finden und bestellen.

[www.schuenemann-verlag.de](http://www.schuenemann-verlag.de)