

Jahresbericht 2011 / 2012

**Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Allgemeines Heft A 35



bast

Bundesanstalt für Straßenwesen

Die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) wurde 1951 gegründet. Sie ist die praxisorientierte, technisch-wissenschaftliche Forschungseinrichtung des Bundes auf dem Gebiet des Straßenwesens und widmet sich den vielfältigen Aufgaben, die aus den Beziehungen zwischen Straße, Mensch und Umwelt resultieren. Ihr Auftrag ist es, die Sicherheit, Umweltverträglichkeit, Wirtschaftlichkeit und Leistungsfähigkeit der Straßen zu verbessern.

Dem Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) gibt die BASt in fachlichen und verkehrspolitischen Fragen wissenschaftlich gestützte Entscheidungshilfen. Sie wirkt weltweit maßgeblich bei der Ausarbeitung von Vorschriften und Normen mit und arbeitet führend im Netzwerk der Spitzenforschungsinstitute auf dem Gebiet des Straßenwesens. Zu ihren Aufgaben gehören des Weiteren Beratungs- und Gutachtertätigkeiten. Außerdem begutachtet die BASt die Qualität von Dienstleistungen und beurteilt die Qualität von Produkten. Hierzu führt sie Prüfungen, Anerkennungen sowie Lehrgänge durch.

Sie hat seit 1983 ihren Sitz in Bergisch Gladbach auf einem rund 20 Hektar großen Gelände mit zehn Versuchshallen und teils weltweit einzigartigen Großversuchsständen.

Jahresbericht 2011 / 2012

**Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Allgemeines Heft A 35

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

Nachdruck und fotomechanische 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 beim

Carl Schünemann Verlag GmbH,
Zweite Schlachtpforte 7,
D-28195 Bremen,
Telefon 0421 36903-53, bezogen werden.

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

Herausgeber:

Bundesanstalt für Straßenwesen
Brüderstraße 53
D-51427 Bergisch Gladbach
Telefon 02204 43-0
Telefax 02204 43-674
www.bast.de
info@bast.de

Redaktion:

Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit

Redaktionsschluss: Dezember 2012

Bildnachweis:

Bundesanstalt für Straßenwesen, Seite 8/9 DEGES/René Legrand,
Seite 30/31 lassedesignen/Fotolia.com, Seite 54/55 kalafoto/Fotolia.com,
Seite 76/77 frank peters/Fotolia.com, Seite 104/105 DOC RABE Media/
Fotolia.com, Seite 128/129 schankz/Fotolia.com und wie ausgewiesen

Druck und Verlag:

Fachverlag NW in der
Carl Schünemann Verlag GmbH
Zweite Schlachtpforte 7
D-28195 Bremen
Telefon 0421 36903-53
Telefax 0421 36903-48
Internet: www.nw-verlag.de

ISSN 0943-9285
ISBN 978-3-95606-003-8

Bergisch Gladbach, April 2013

Grußwort

Es ist eine Tatsache, dass der Verkehr auf deutschen Straßen immer weiter zunimmt. Um auch in Zukunft ein gut funktionierendes, sicheres und ökonomisch wie ökologisch verträgliches System Straße garantieren zu können, ist die Forschung der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) unentbehrlich. Ich kann aus meinen eigenen Erfahrungen mit und in der BASt sagen, dass sie ein Kompetenzzentrum in sämtlichen Forschungsbereichen des Straßenwesens darstellt. Seien es nun intelligente Lösungen für die Straße der Zukunft, die Sicherheit im aktiven und passiven Fahrzeugbereich, der Erhalt und Ausbau der Straßeninfrastruktur, ökologische und ökonomische Aspekte rund um das Thema Straße und Fahrzeug oder Fragestellungen zum Verhalten der Menschen im Straßenverkehr: Die verschiedenen in der BASt vertretenen Fachdisziplinen arbeiten Hand in Hand, um wie eine gut geölte Maschine zu funktionieren. Und wie eine gute Maschine bleibt auch die BASt nicht still stehen. Sie arbeitet, um sich stets weiterzuentwickeln und zu verbessern. Dies und die hervorragende Vernetzung machen die BASt zu einer wichtigen, internationalen Forschungseinrichtung. Stets unterstützt sie das Bundesverkehrsministerium mit hoher Fachkompetenz bei verkehrspolitischen Fragestellungen.

Auch unter Präsident Stefan Strick, den ich im Oktober 2011 in sein neues Amt einführen durfte, geht die BASt diesen zukunftsweisenden Weg. Bestes Beispiel ist das gemeinsame Rahmenforschungsprogramm des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung und der Bundesanstalt für Straßenwesen „Straße im 21. Jahrhundert – Innovationen im Straßenbau in Deutschland“. Die Straße im 21. Jahrhundert hat sich neuen Heraus-



forderungen zu stellen, und dazu müssen bereits heute die Weichen gestellt werden. In diesem Sinne freue ich mich auf eine weiterhin gute Zusammenarbeit und bedanke mich bei allen Beschäftigten der BASt für ihre Tatkraft beim Entwickeln von gemeinsamen Strategien und Maßnahmen für die Zukunft.

Ich wünsche allen Leserinnen und Lesern viel Vergnügen mit dem Jahresbericht 2011/2012 der Bundesanstalt für Straßenwesen.

A handwritten signature in blue ink, which appears to read "Rainer Bomba". The signature is fluid and cursive.

Rainer Bomba
Staatssekretär im Bundesministerium für
Verkehr, Bau und Stadtentwicklung

Einführung	6
Infrastruktur: sicher, intelligent und nachhaltig	8
Sicher durch den Tunnel	10
Wirtschaftliche Einhausungen	13
Die intelligente Brücke	15
Schnelle Abdichtungssysteme auf Brücken	18
Neuartiger BauwertsScanner entwickelt	22
Asset Management Straße	26
Straßen: gerüstet für Beanspruchung und Belastung	30
Klimawandel und Straßeninfrastruktur	32
Auch Frost beansprucht die Straße	36
Tragfähigkeitsmesssysteme im Vergleich	40
Schwingungsbelastung auf Radwegen	42
Wie bauen wir in der Zukunft: Straßenbau ohne Öl?	45
Qualitätssicherung von Waschbetonoberflächen	48
Mehrfachmodifikation von Bindemitteln	52
Verkehrstechnik: dynamisch, umweltbewusst und Lkw-tauglich	54
Intelligente Verkehrssysteme auf dem Transeuropäischen Straßennetz	56
Sichere Salzversorgung im Winter	60
Monitoring Leitfaden für Grünbrücken	63
Geräuschemissionen beim Überfahren von Agglomeratmarkierungen	65
Feldversuch mit Lang-Lkw	68
Wie schwer sind Lkw wirklich?	72
Erhöhung der Lkw-Parkraumkapazität an BAB	74
Fahrzeugtechnik: alternativ, innovativ und für den Menschen	76
Alternative Antriebstechnologien	78
Wasserstoff in der Emissionsmodellierung	81
Automatische Notbremssysteme	84
Numerische Simulation von Anprallvorgängen	89
Fahrzeugsicherheit zum Schutz von Zweiradfahrern	93
Fahrerassistenzsysteme für ältere Kraftfahrer	96
euroFot: europäische Feldversuche zu Fahrerassistenzsystemen	99
Verkehrssicherheit: Statistik, Forschung und Maßnahmen	104
DRUID – europäisches Forschungsprojekt zu Drogen im Straßenverkehr	106
Forschung am Fahrsimulator	110
Zweiradfahrer aus verkehrspsychologischer Perspektive	114
Schulwegpläne leicht gemacht – der Leitfaden	118
Fahranfängervorbereitung in Deutschland	122
Unfallbeteiligung von Wohnmobilen 2000 bis 2012	125
Zahlen, Daten und Fakten	128
Personal, Auszeichnungen/Ernennungen/Promotionen/Lehraufträge	130
Haushalt und Finanzen	134
Forschung in der BAST	135
Baumaßnahmen in der BAST	138
Straßeninfrastrukturvermögen	139
Qualitätsmanagement	140
Wissenschaftlicher Beirat der BAST	141
Internationale Zusammenarbeit	142
Presse und Öffentlichkeitsarbeit	146



*Stefan Strick
Präsident der
Bundesanstalt für
Straßenwesen*



Einführung

Bei meinem Amtsantritt im November 2011 scherzte Staatssekretär Rainer Bomba in seiner Ansprache, dass ich leider „nur“ den zweitbesten Arbeitsplatz auf der Welt hätte. Heute - nach mehr als einem Jahr als Präsident der BASt - muss ich ihm widersprechen: Nicht ich bin es, der „nur“ den zweitbesten Arbeitsplatz hat. Diese etwas saloppe Bemerkung zu Beginn meiner thematischen Einführung sei mir erlaubt.

Mein erstes Jahr in der BASt war spannend. Ich habe viele Menschen und ihre vielfältigen Aufgabengebiete kennengelernt und durfte mich mit zahlreichen neuen und samt und sonders interessanten Themen auseinander setzen. Hilfreich war, dass ich durch meine vorherige Arbeit im Bundesverkehrsministerium bereits etliche Kontakte zu den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der BASt hatte.

In den vergangenen zwei Jahren wurde, wie man es von der BASt gewohnt ist, unermüdlich und gründlich in allen Bereichen des Straßenwesens geforscht. Die

33 Fachbeiträge auf den folgenden Seiten geben einen kleinen Einblick in das breit aufgestellte Aufgabenspektrum der BASt. Ich möchte hier nur kurz einige wenige Beiträge vorstellen, und damit Ihr Interesse für mehr wecken.

Nehmen wir zum Beispiel das Thema „Sicher durch den Tunnel“. In den Projekten SKRIBT und SKRIBT^{Plus} wurde das Verhalten von Autofahrerinnen und Autofahrern in Gefahrensituationen im Tunnel untersucht. Es stellte sich heraus, dass in solchen Situationen oft falsch und zu spät reagiert wird. Durch die gesammelten Daten konnten neue Konzepte entwickelt werden, die das Verhalten bei Gefahren in Tunneln verbessern. Ein Ergebnis ist der BASt-Film „Wie verhalte ich mich richtig im Straßentunnel?“. Bereits durchgeführte Studien zeigen, dass durch entsprechende Maßnahmen deutlich die Sicherheit in Tunnel verbessert werden kann.

Auch in anderen Forschungsbereichen der BASt ist Sicherheit ein wichtiges Thema. In den letzten Jahren kamen beispielsweise neue Sicherheitssysteme in Kraftfahrzeugen zum Einsatz, die in Gefahrensitua-

tionen das Bremsverhalten verbessern. Bisher ist es jedoch für den Endverbraucher schwer, unterschiedliche Systeme zu vergleichen, da keine geeigneten Bewertungen herangezogen werden können, wie etwa im Rahmen von Euro NCAP. Im EU-Projekt ASSESS (Assessment of Integrated Vehicle Safety Systems for improved vehicle safety), an dem die BAST maßgeblich beteiligt ist, wurde deshalb an einem einheitlichen Verfahren zur Bewertung und an juristischen Fragenstellungen gearbeitet.

Viele europäische Länder sind sich einig: Alkohol, Drogen und Medikamente im Straßenverkehr gefährden die Sicherheit auf Europas Straßen. Um sich ein genaueres Bild machen zu können und geeignete Gegenmaßnahmen zu entwickeln, bewilligte die Europäische Kommission das bisher größte Forschungsprojekt zur Verbesserung der Verkehrssicherheit: DRUID (Driving Under the Influence of Drugs, Alcohol and Medicines). An dem fünf Jahre dauernden und von der BAST koordinierten Projekt, beteiligten sich Institute aus 18 europäischen Ländern. Das Ergebnis ist eine umfassende Bestandsaufnahme sowie konkrete Maßnahmenvorschläge.

Die Arbeit der BAST beschränkt sich allerdings nicht auf Fragen der Sicherheit im Straßenverkehr, sondern umfasst im großen Maße auch den Ausbau und Erhalt der gesamten Straßeninfrastruktur. Der Beitrag „Wie bauen wir in der Zukunft: Straßenbau ohne Öl?“ geht beispielsweise der Frage nach, wie wir bei immer knapper werdenden und teuer zu bezahlenden Ressourcen unsere Straßen zukünftig erhalten und ausbauen werden. Bei einer derzeit eingebauten Asphaltmasse von rund 130 Millionen Tonnen allein im Oberbau von Autobahnen, ist die Antwort auf diese Frage für das Bestehen des deutschen Straßennetzes essenziell wichtig.

Auch die Aktion „auf“ der Straße spielt eine große Rolle in der BAST. Seit Jahren zeichnet sich ein Mangel an Parkplätzen für Lkw an Bundesautobahnen ab. Um hier Abhilfe zu schaffen, wurden in einem ersten Konzept telematische Anzeigen an Autobahnen installiert, die freie Kapazitäten anzeigen. Die BAST hat nun einen neuen Steuerungsansatz entwickelt: Beim sogenannten Kompaktparken werden Kapazitäten erhöht und effektiver genutzt, indem Lkw in Reihe, nach ihrer geplanten Abfahrzeit geparkt werden.

Lkw sind darüber hinaus ein Thema für die BAST im Zusammenhang mit dem Feldversuch mit Lang-Lkw. Der im Januar 2012 gestartete Feldversuch wird von der BAST wissenschaftlich begleitet. Ziel ist es, Chancen und Risiken von Lang-Lkw aufzuzeigen, um unter anderem Konzepte zur Bewältigung des stetig steigenden Güterverkehrs vorzulegen.

Die Vielzahl der Themen und Projekte aber nicht zuletzt auch die Arbeitsergebnisse der Beschäftigten in der Verwaltung und in den Stabsstellen zeigen, wie engagiert die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der BAST in den vergangenen zwei Jahren gearbeitet haben. Ich freue mich, dass neben der täglichen Arbeit, einige die Chance der Promotion genutzt, Lehraufträge an Hochschulen angenommen haben, ausgezeichnet oder in wichtige Ämter berufen wurden.

Bei vielen Veranstaltungen und Treffen wurden zudem Kontakte geknüpft und vertieft, so dass wir unser Netzwerk in der nationalen und internationalen Forschungsgemeinschaft weiter ausbauen konnten.

Ich bin stolz, Präsident dieser Bundesanstalt zu sein und hoffe, der vorliegende Jahresbericht begeistert Sie genauso wie mich. ■

Infrastruktur: sicher, intelligent und nachhaltig

Sicher durch den Tunnel

Wirtschaftliche Einhausungen

Die „Intelligente Brücke“

Schnelle Abdichtungssysteme auf Brücken

Neuartiger Bauwerksscanner entwickelt

Asset Management Straße





Sicher durch den Tunnel

Unfälle und insbesondere Brände sind sehr seltene Ereignisse in Tunneln. Wenn sie auftreten, können sie allerdings verheerende Folgen haben. Viele Menschen wissen nicht, wie sie sich bei einem Brand im Tunnel verhalten müssen. Anstatt sich schnellstmöglich selbst zu retten, unterliegen sie dem fatalen Irrtum, in ihrem Auto in Sicherheit zu sein oder zögern, ihr Auto zurückzulassen. 1999 starben bei dem Großbrand im Mont-Blanc-Tunnel 39 Menschen, von denen 29 nicht aus ihren Fahrzeugen ausgestiegen waren.

Im Rahmen der Projekte SKRIBT und SKRIBT^{Plus} „Schutz kritischer Brücken und Tunnel“ wurde und wird daher unter Konsortialführung der BAST das menschliche Verhalten in Notfallsituationen sowie Möglichkeiten zur seiner Verbesserung untersucht.

Nutzerverhalten

Die Auswertung des Mont-Blanc-Brandes und anderer Unglücke zeigt, dass Menschen, die sich nah am Brandort befinden, eher ihr Fahrzeug verlassen und flüchten, als Menschen, die im Rückstau stehen

und den Brand selber nicht sehen. Diese neigen dazu in ihrem Auto sitzen zu bleiben.

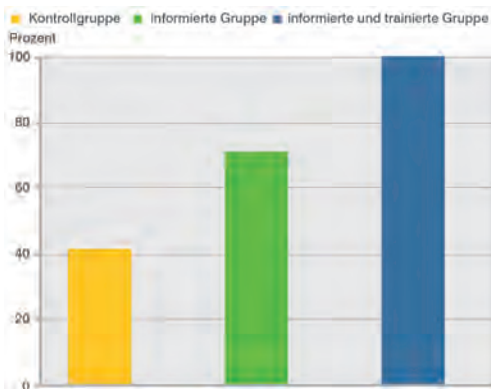
Eine Reaktion erfolgt, wenn überhaupt, erst wenn die Gefahr übermächtig scheint und Angst auslöst, beispielsweise wenn das Fahrzeug von dichtem Rauch eingeholt wird. Diese verzögerte Reaktion kann lebensgefährliche Auswirkungen haben, da im Ereignisfall jede Sekunde lebensrettend sein kann.

Vom Lehrstuhl für Psychologie I der Universität Würzburg, der Partner in den Projekten SKRIBT und SKRIBT^{Plus} ist, wurde in mehreren Studien untersucht, wie sich das Verhalten von Nutzern in Notfallsituationen verbessern lässt. Hierzu wurde eine Probandengruppe mittels des BAST-Flyers „Richtiges Verhalten im Straßentunnel“ informiert, eine zweite Gruppe zusätzlich in einem virtuellen Fahrsimulator trainiert. Eine Kontrollgruppe blieb uninformiert und untrainiert. In einer Feldstudie im Engelberttunnel in Gevelsberg wurden diese drei Gruppen eine Woche später mit einem Unfall mit Rauchentwicklung konfrontiert.

Es zeigte sich ein signifikanter Unterschied im Verhalten der verschiedenen Gruppen. So verließen die informierten und trainierten Probanden alle ihr Fahrzeug, wohingegen andere Teilnehmer, insbesondere der Kontrollgruppe, zum Teil ihr Fahrzeug nicht verließen oder sogar wendeten. Nur 42 Prozent der Probanden suchten in der Kontrollgruppe den Notruf und/oder Notausgang auf, wohingegen es in der informierten Gruppe 71 Prozent und in der trainierten Gruppe sogar 100 Prozent waren.

Zudem reagierten die informierten und trainierten Teilnehmer deutlich schneller. Sie stiegen durchschnittlich 20 Sekunden





Anteil der Probanden, die den Notruf und/oder Notausgang aufgesucht haben

früher aus ihrem Fahrzeug aus, als Mitglieder der beiden anderen Gruppen.

Bessere Information

Die gelesene Information führte also zu einem sicheren und schnellerem Verhalten. Um die Verkehrsteilnehmer noch besser zu informieren, wurde von der BAST der Film „Wie verhalte ich mich richtig im Tunnel / What´s my correct behaviour in a road tunnel“ produziert. Hier erfährt der Nutzer, wie er sich richtig in einem Straßentunnel verhält und im Ereignisfall das eigene und das Leben anderer retten kann. In filmischen Sequenzen wird das richtige Verhalten in folgenden Situationen gezeigt und erläutert:

- Vor der Einfahrt in den Tunnel
- Während der Tunneldurchfahrt
- Bei Verkehrsstau im Tunnel
- Bei einer Panne
- Bei einem Unfall
- Bei Feuer im eigenen Fahrzeug
- Bei Feuer im fremden Fahrzeug

Darüber hinaus werden die Sicherheitseinrichtungen im Straßentunnel gezeigt und ihre Nutzung leicht verständlich erklärt.

Der Film wurde bereits an die deutschen Fahrlehrerverbände weitergegeben und stieß auf ein durchweg positives Echo. Zudem kann der Film auf dem Youtube-



Zeit zwischen Sichtbarkeit des Ereignisses und Verlassen des Fahrzeugs

Kanal der BAST unter <http://www.youtube.com/user/BAST20111> abgerufen werden.

Tunnelmodell

Zu Schulungszwecken wurde außerdem ein etwa 1,50 mal 3 Meter großes Tunnelmodell erstellt, mit dem Brandszenarien simuliert und das richtige Verhalten der Nutzer situationsabhängig erklärt werden kann.

Tunnelmodell der BAST



Bei Nutzerbefragungen anhand des Modells zeigte sich eine weitere einfache Verbesserungsmöglichkeit: Den meisten Menschen ist der Begriff „Tunnelleitzentrale“ unbekannt. Werden sie also aufgefordert „Hier spricht die Tunnelleitzentrale, verlassen Sie Ihr Fahrzeug ...“, bleiben sie trotzdem in ihrem Fahrzeug sitzen, da eine Tunnelleitzentrale für sie keine Autorität darstellt. Es bietet sich daher an, diesen

Begriff durch „Hier spricht die Polizei/Feuerwehr“ zu ersetzen, um den folgenden Anweisungen mehr Nachdruck zu verleihen und die gefährdeten Personen zur Flucht zu bewegen.

Ausblick

Ein weiterer entscheidender Aspekt bei der Selbstrettung ist der soziale Einfluss. Er kann das Verhalten ungünstig beeinflussen („Warum sollte ich flüchten, wenn der Fahrer im Auto vor mir sitzen bleibt?“), aber auch günstig, wenn andere Personen sich richtig verhalten.

Hierzu wurde im Rahmen des Projektes SKRIBT^{Plus} bereits eine erste Studie in virtueller Realität durchgeführt. Die Probanden wurden mit einem verrauchten Tunnel konfrontiert, in dem sie entweder allein waren oder zusammen mit einer weiteren virtuellen Person, einem sogenannten Agenten. Dieser Agent lief entweder zum Notausgang, in die dem Notausgang entgegengesetzte Richtung oder blieb passiv stehen.

Das Verhalten des Agenten beeinflusst das Verhalten des Probanden deutlich. Lief der Agent in die falsche Richtung, liefen auch mehr Nutzer in die falsche Richtung, lief der Agent zum Notausgang, liefen auch mehr Nutzer zum Notausgang. Im Fall des passiven Agenten liefen nicht nur weniger Nutzer zum Notausgang, die Probanden warteten auch wesentlich länger, bis sie flüchteten. Hieraus wird deutlich, dass die Passivität anderer Tunnelnutzer problematisch ist und sich ungünstig auf das eigene Verhalten auswirkt. Dieser Einfluss wird im Laufe des Projekts noch genauer analysiert. ■

Weitere Informationen unter www.skribt.org

Literatur

Kinateder, Pauli, Müller, Krieger, Heimbecher, Rönnau, Bergerhausen, Vollmann, Vogt, and Mühlberger (in press): Human Behaviour in Severe Tunnel Accidents: Effects of Information and Behavioral Training. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour



Ulrich Bergerhausen

Jahrgang 1969

Bauingenieur

Seit 1998 in der BAST

Im Referat „Tunnel- und Grundbau, Tunnelbetrieb, zivile Sicherheit“ zuständig für die zivile Sicherheit von Straßenverkehrsbauwerken

Leitung des Verbundprojekts „Schutz kritischer Brücken und Tunnel - SKRIBT^{Plus}“



Eva Hamann

Jahrgang 1978

Bauingenieurin

Seit 2010 in der BAST

Im Referat „Tunnel- und Grundbau, Tunnelbetrieb, Zivile Sicherheit“ zuständig für die zivile Sicherheit von Straßenverkehrsbauwerken und das Projekt SKRIBT^{Plus}

Wirtschaftliche Einhausungen

Zum Schutz von Anwohnern und der Umwelt vor verkehrsbedingten Emissionen werden beim Neu- und Ausbau von Bundesfernstraßen besonders sensible Abschnitte zunehmend in Einhausungen geführt. Nach geltendem Regelwerk sind Einhausungen, unabhängig davon ob sie vollständig geschlossen sind oder im Wand- oder Deckenbereich Öffnungen aufweisen, zunächst wie Tunnel auszustatten. Das bedeutet, dass für Einhausungen eine mit einem Tunnelbauwerk vergleichbare betriebs- und sicherheitstechnische Ausstattung vorzusehen ist.

Gleichwohl ist jedoch die Frage berechtigt, warum zum Beispiel eine Einhausung mit Verglasung und Lichteinfall oder eine Einhausung mit Öffnungen und Luftaustausch mit der Umgebung im Normalbetrieb als auch im Brandfall, eine Ausstattung wie ein Straßentunnel benötigt. Einzeluntersuchungen zeigen, dass je nach Einhausungstyp auf einzelne sicherheitstechnische Ausstattungsmerkmale, beispielsweise Notausgänge, Sperrschranken oder Videoanlagen, verzichtet werden kann, ohne die Sicherheit zu verringern.

Diese Einzeluntersuchungen ließen jedoch offen, ob bei Einhaltung baulicher Gestaltungsmerkmale generell auf kostenintensive betriebstechnische Ausstattungselemente verzichtet werden kann, ohne das Sicherheitsniveau abzusenken.

Einsparpotenziale

Systematisch durchgeführte Untersuchungen zeigen hierzu Einsparpotenziale und einen wirtschaftlicheren Bau und Betrieb von offenen Einhausungen auf. Den Untersuchungen wurden prinzipielle Einhausungstypen zugrunde gelegt und jeweils vergleichend einem richtlinienkonform ausgestatteten Tunnel mit Rechteckquerschnitt (Referenz tunnel) gegenüberge-

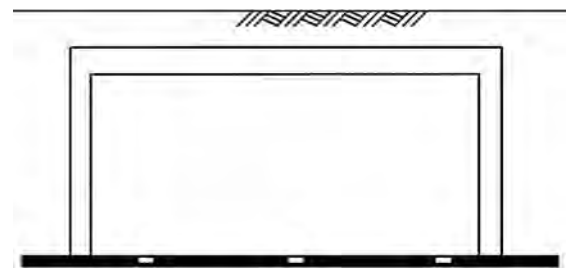
stellt. Auf Basis risikoanalytischer Untersuchungen wurden bautechnische und betriebstechnische Mindestanforderungen für verschiedene Einhausungstypen abgeleitet. Auch konnten in Verbindung mit der Variation bautechnischer Details eine mögliche Kompensation betriebstechnischer Ausstattungselemente durch bautechnische Maßnahmen definiert werden.

Risikominderung bei Brand

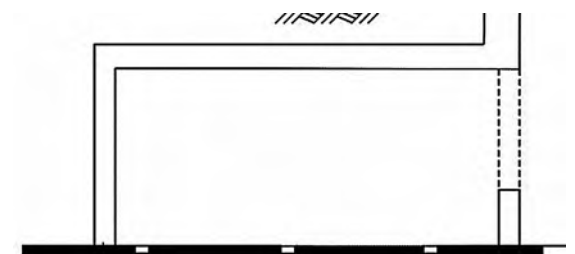
Die baulichen Eigenschaften offener Einhausungsbauwerke wirken sich in der Regel risikomindernd bei Brandereignissen aus, da die Rauchgase ins Freie austreten können und so potenziell die Ausbreitung im Innenraum vermindert wird. Mit welcher Intensität dies erfolgt, hängt aber von der jeweiligen Ausgestaltung des Bauwerks ab.

Um den natürlichen Rauchabzug ins Freie zu begünstigen, sollten die Öffnungen möglichst groß ausgestaltet werden. Günstig wirken sich ebenso Deckenneigungen aus, die in Richtung der seitlichen Öffnungen ansteigen. Die Rauchgasausbreitung wird umso günstiger beeinflusst, je steiler die Deckenneigung ist.

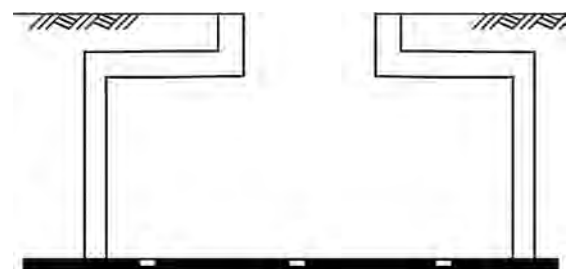
Grundsätzlich eröffnen Einhausungsbauwerke mit Seitenöffnungen Personen mit guter körperlicher Verfassung die Möglich-



Referenz tunnel / geschlossene Einhausung



Einhausung mit Seitenöffnung (offen / teiloffen)



Einhausung mit Deckenöffnung (offen / teiloffen)



keit zur Flucht über die seitlichen Öffnungen, wobei bei einer Gegenfahrbahn nicht immer sichere Bereiche erreicht werden können. Auch den Rettungsdiensten ermöglichen die Öffnungen einen Zugang. Benachbarte Fahrbahnen sollten im Ereignisfall gesperrt werden, wenn sie als Flucht- oder Zugriffsweg genutzt werden sollen.

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass durch eine optimierte Gestaltung oben genannter Bauwerkselemente eine Kompensation betriebstechnischer Ausstattungselemente erreicht werden kann. Für die standardisierten offenen Einhausungsbauwerke, die die entsprechenden baulichen Merkmale aufweisen, ist ein verminderter betriebstechnischer Ausstattungsumfang

definiert worden. In allen anderen Fällen ist eine Minderung der sicherheitstechnischen Anforderungen nicht generell möglich.

Kostenvorteile

Als Ergebnis weiterer kostenbasierte Untersuchungen ist festzuhalten, dass über ihre Nutzungsdauer betrachtet im Gegenverkehr betriebene seitlich oder oben offene Einhausungen mit entsprechender baulicher Ausbildung gegenüber einem Tunnel Kostenvorteile von bis zu 45 Prozent aufweisen können. Die Untersuchungsergebnisse bilden eine Grundlage für die Fortschreibung der technischen Regelwerke und sollen den Straßenbauverwaltungen und Entwurfsplanern als Entscheidungshilfe für die Planung neuer Bauwerke und auch für die Nachrüstung von Bauwerken im Bestand dienen. Die gewonnenen Erkenntnisse ermöglichen zukünftig auch grundsätzliche Vergleiche zwischen unterschiedlichen Einhausungstypen, um betriebstechnische Ausstattungselemente durch bauliche Maßnahmen kompensieren zu können. ■



Ingo Kaundinya

Jahrgang 1974

Bauingenieur mit Schwerpunkt: „Konstruktiver Ingenieurbau“

Seit 2005 in der BAST

Leiter des Referats „Tunnel- und Grundbau, Tunnelbetrieb, Zivile Sicherheit“



Christof Sistenich

Jahrgang 1961

Bergbauingenieur

Seit 1998 in der BAST

Im Referat „Tunnel- und Grundbau, Tunnelbetrieb, Zivile Sicherheit“ zuständig für Betrieb, Betriebstechnische Ausstattung von Tunneln, Organisation, Fluchtwegkonzepte, Risikoanalysen, Tunnelsicherheit

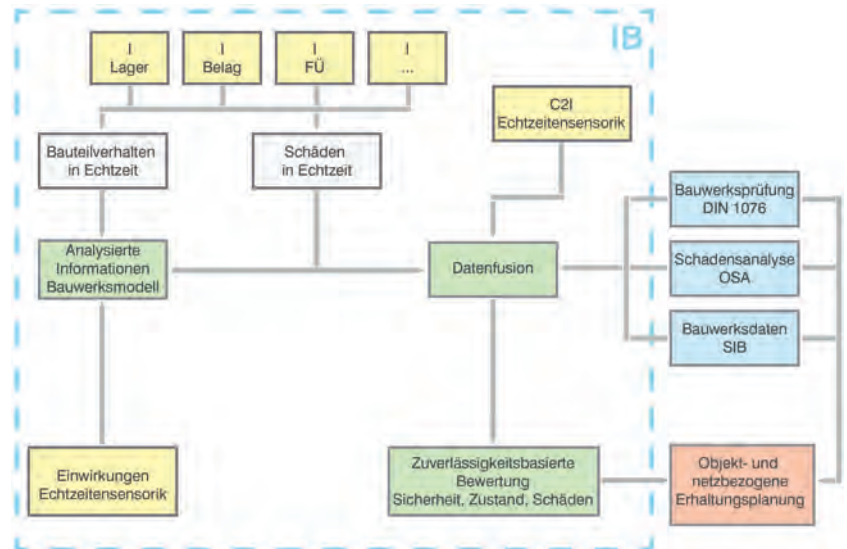
Die „Intelligente Brücke“

Das Bundesfernstraßennetz muss sich in naher Zukunft neuen Herausforderungen stellen. Die Bausubstanz altert und es ist zu erwarten, dass das Budget für Instandsetzungs- und Erhaltungsmaßnahmen auch in Zukunft begrenzt sein wird. Hinzu kommen weiter steigende Verkehrslasten, die Auswirkungen des Klimawandels und neue Qualitätsanforderungen hinsichtlich Nachhaltigkeit.

Um ein zuverlässiges Straßennetz aufrechtzuerhalten, ist es notwendig neue, innovative Ansätze in das Erhaltungsmanagement zu integrieren und weiterzuentwickeln. Insbesondere gilt dies auch für Brückenbauwerke. Das derzeitige Erhaltungsmanagement ist in erster Linie schadensbasiert und reaktiv, da Schäden im Rahmen von turnusmäßigen Bauwerksprüfungen erst entdeckt werden, wenn sie offensichtlich sind. Dieses Vorgehen stößt jedoch an seine Grenzen, sobald unzureichende Tragfähigkeit infolge steigender Belastungen, andere strukturbedingte Defizite sowie begrenzte finanzielle Mittel zu berücksichtigen sind. Dann werden detaillierte Kenntnisse über den Ist-Zustand und zuverlässigere Prognosen erforderlich. Deshalb sind neue Ansätze für Zustandserfassungen in Echtzeit gefragt. Durch genaue Kenntnis des Zustands können Maßnahmen bedarfsgerecht durchgeführt werden. Dies gilt nicht nur für Bestandsbauwerke, sondern insbesondere auch für Neubauten, für die heute ein leistungsfähiges System zur Unterstützung der Erhaltungsplanungen von morgen aufgebaut werden soll.

Zielsetzung

Vor diesem Hintergrund wurde in der BAST ein neuer Forschungsschwerpunkt gesetzt: die „Intelligente Brücke“. Ziel ist die Entwicklung eines adaptiven Systems



zur Bereitstellung relevanter Informationen über Einwirkungs- und Widerstandsveränderungen und zur ganzheitlichen Bewertung in Echtzeit.

Einbindung der „Intelligenten Brücke“ in das bestehende Erhaltungsmanagement

Ergänzend zur Bauwerksprüfung stellt der Einsatz von geeigneter Sensorik in Verbindung mit Analyse- und Bewertungsverfahren ein geeignetes Hilfsmittel dar, um Informationen bereitzustellen, die eine Aussage über den Ist-Zustand der Bauwerke in Echtzeit ermöglichen. Mit Hilfe von messtechnischer Unterstützung können bisher nicht vorhandene Informationen im Hinblick auf zu erwartende Schädigungen und Zustandsänderungen gegeben werden, zum Beispiel bezüglich Chloridkonzentrationen, Ablösungen, Rissen, Spannstahlbrüchen, Durchfeuchtungen und Korrosionsprozessen. In Kombination mit Prognosemodellen und unter Einbindung bereits verfügbarer Informationen aus Datenbanken kann die Grundlage für ein zuverlässigkeitsorientiertes vorausschauendes Erhaltungsmanagement gelegt werden. Die von verschiedenen Sensoren gesammelten Informationen werden fusioniert und mittels eines zuverlässigkeitsbasierten Expertensystems ganzheitlich bewertet und

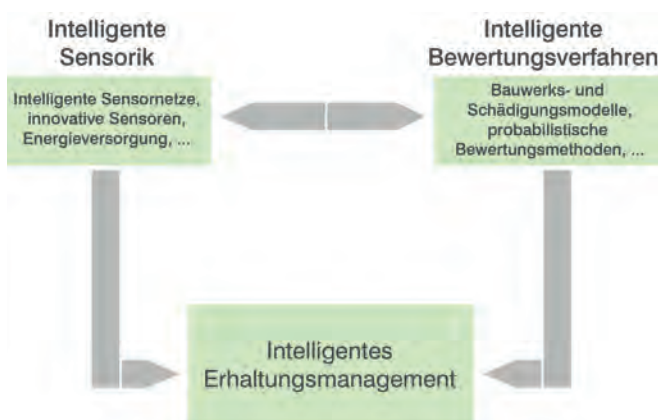
in die Erhaltungsplanung auf Netz- wie auf Objektebene eingebunden.

Da sich die Brückenbauwerke in Deutschland durch ein erhebliches Maß an Individualität auszeichnen, müssen die zu konzipierenden Systeme adaptiv arbeiten und jeweils individuell an das einzelne Bauwerk angepasst werden. Relevante Aspekte können dabei in erster Linie die Konstruktionsweise und Geometrien sein, insbesondere bei Bestandsbauten aber auch das Baujahr, die Belastungshistorie sowie Mängel an der Konstruktion und Vorschäden.

Charakteristisch für das System der „Intelligenten Brücke“ ist, dass das System früher einsetzt als das bereits heute übliche Monitoring. Noch bevor ein Schaden oder eine mögliche Beeinträchtigung für die Nutzung des Bauwerks festgestellt werden, soll das System der „Intelligenten Brücke“ zum Tragen kommen, das heißt im Idealfall direkt zu Beginn der Nutzung. Daher sollen nicht nur Messwerte erhoben werden, sondern auch deren Bewertung und Prognose in Echtzeit erfolgen. Ein entsprechendes Software-Expertensystem soll, falls notwendig, selbsttätig Warnungen an Nutzer, Verwaltungen und Eigentümer geben. Dies könnte in Zukunft zu selbstorganisierten Reaktionen führen (adaptives Bauwerk).

Komponentengruppen der „Intelligenten Brücke“

Innerhalb der komplexen Struktur der „Intelligenten Brücke“ ist eine Vielzahl an



Komponenten und Aspekten zu berücksichtigen, die gegenseitig einen maßgeblichen Einfluss aufeinander haben. Die meisten Aspekte können den folgenden drei Komponentengruppen zugeordnet werden: Intelligente Sensorik, Intelligente Bewertungsverfahren und Intelligentes Erhaltungsmanagement.

Die Komponentengruppen bedingen sich gegenseitig, auch wenn sie unterschiedliche Funktionen übernehmen. Die Messwerte, mit Hilfe intelligenter, drahtloser und energieeffizienter Sensoren und Sensornetze erhoben, speisen die Bewertungsmodelle. Wobei diese wiederum einen maßgeblichen Einfluss auf die Anforderungen der Sensorik hinsichtlich Wahl der Messgrößen und Abstraten haben. Diese beiden Komponentengruppen finden gemeinsam Eingang in ein fortgeschriebenes Erhaltungsmanagement. Dabei wird das aktuelle deterministische Vorgehen durch zuverlässigkeitsorientierte Methoden ergänzt.

Forschung

Das System der „Intelligenten Brücke“ wird mit Forschungsprojekten nach und nach aufgebaut, die sukzessive gestartet werden.

Projekte, die sich mit Intelligenten Bewertungsverfahren befassen, sind in erster Linie konzeptionell ausgerichtet. Im Fokus steht hierbei die Frage, wie einzelne Bauteile und deren Schädigungen miteinander in Zusammenhang gesetzt werden können und wie deren Einfluss auf das Gesamtbauwerk bestimmt werden kann. Die Zusammenhänge sollen mit Hilfe der Zuverlässigkeitstheorie beschrieben werden. Dazu muss zunächst geklärt werden, welche Schäden relevant werden können, welche Parameter zu deren Erfassung notwendig sind oder wie die

Funktionalitäten der Bauteile untereinander abgebildet werden können.

Bei den Projekten rund um den Einsatz Intelligenter Sensorik steht auch die praktische Umsetzung der Konzepte am Bauwerk im Fokus. Die zu verwendende Sensorik muss für den Einsatz am oder im Bauwerk geeignet und den am Bauwerk herrschenden Einwirkungen gegenüber dauerhaft sein. Sensoren und Sensornetze sollen möglichst drahtlos und energieautark ausgebildet sein, da Kabelführungen im und am Bauwerk vulnerable Stellen bedeuten und eine Stromversorgung nicht überall gewährleistet werden kann. Neben der Sensortechnologie selbst steht außerdem das Datenmanagement im Vordergrund.

Sensorik im Bereich des Brückenbaus ist ein vergleichsweise junges Thema, zu dem noch wenige Erfahrungswerte vorliegen. Der Forschungsbedarf auf diesem Gebiet ist hoch. Unterstützt wird das Themenfeld Sensorik daher durch eigenständige Entwicklungsprojekte. Beispielsweise wird in zwei Projekten der Frage nachgegangen, welche Aussagen über Bauwerksveränderungen durch Messungen an Fahrbahnübergängen und Brückenlagern getroffen werden können und wie die entsprechende Sensorik dort integriert werden kann. Im Rahmen zweier weiterer Projekte wird die Entwicklung von Sensornetzen und Konzepten zur Informationsverarbeitung in Echtzeit gefördert.



Charakteristisch für diese Projekte ist, dass sie an einem Bauwerk umgesetzt werden und die Ergebnisse somit am Objekt demonstriert und besichtigt werden können.

Die Anbindung an das bestehende Erhaltungsmanagement ist eine maßgebliche Fragestellung, die von Beginn an in der Erarbeitung aller Projekte zu berücksichtigen ist, da es die Grundlage für ein Intelligentes Erhaltungsmanagement bildet. Für die Ausbildung der Schnittstelle zum Erhaltungsmanagement, also zum Bauwerks-Management-System (BMS), sind gesonderte Projekte erforderlich.

Die im Rahmen der „Intelligenten Brücke“ geplanten Forschungsprojekte sind für einen Zeitraum von 2010 bis 2015 vorgesehen. Die einzelnen, hier erarbeiteten Aspekte werden schließlich in der Realisierung einer prototypischen „Intelligenten Brücke“ zusammengeführt. ■

Fahrbahnübergänge könnten in Zukunft als Intelligente Bauteile ausgebildet werden

Tabea Cara Neumann

Jahrgang 1982

Bauingenieurin, Kunst-/Bauhistorikerin

Seit 2011 in der BAST

Im Referat „Betonbau“ zuständig für das Leitthema „Intelligente Brücke“



Schnelle Abdichtungssysteme auf Brücken

Der stark zunehmende Verkehr führt zu Verkehrsbehinderungen bei der Durchführung von Instandsetzungsmaßnahmen an Belägen auf Brücken. Deshalb sind Instandsetzungssysteme gefragt, die sich in kurzer Zeit unter Minimierung der Beeinträchtigung der Verkehrsteilnehmer ausführen lassen. Die in den Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten Teil 7 Abschnitte 1 bis 3 beschriebenen Regelbauweisen für Abdichtungssysteme auf Brücken erfordern auf Grund ihrer Mehrlagigkeit und der verwendeten Baustoffe sowie deren Aushärtezeiten eine mehrtägige bis mehrwöchige Einbauzeit. Als Alternative hierzu wird zurzeit ein Abdichtungssystem untersucht, bei dem der Ersatz des Brückenbelages innerhalb weniger Tage erfolgen kann, in der Regel innerhalb eines Wochenendes. Es handelt sich hierbei um ein hohlraumreiches Asphalttraggerüst, dessen Porenräume nach dem Einbau mit

einem flexibilisierten Epoxidharz vergossen werden (HANV).

Systemaufbau

Das Asphalttraggerüst wird in einer Dicke von zirka 1,5 bis 2,0 Zentimeter eingebaut und anschließend leicht angewalzt. Die Hohlräume werden sofort nach dem Einbau in noch heißem Zustand des Asphalts mit flexibilisiertem Epoxidharz geflutet. Das Epoxidharz wird fortlaufend so lange auf der Oberfläche mit Gummischabern verteilt, bis die Hohlräume vollständig gefüllt sind und kein Harz mehr in die Schicht eindringt. Aufgrund der geringen Viskosität dringt das Epoxidharz sehr gut in das Traggerüst ein. Die Wärme des Asphaltes führt neben einer Reduzierung der Viskosität zu einer Reaktionsbeschleunigung des Epoxidharzes, was zu einem schnellen Härtenverlauf führt.

Um einen zügigen Bauablauf zu realisieren, vor allem aber um einen ausreichenden Verbund zwischen der Dich-



Einbau der Walzasphaltdeckschicht auf nicht ausgehärtete Abdichtung

tungsschicht und den nachfolgenden Asphaltsschichten sicherzustellen, werden diese „heiß auf frisch“ auf die noch nicht ausreagierte Dichtungsschicht eingebaut, nachdem die Abkühlung des Asphaltträgergerüsts eine ausreichende Befahrbarkeit mit den Einbaugeräten zulässt. Dieser Zeitpunkt ist erfahrungsgemäß etwa einhalb bis zwei Stunden nach Beginn des Verfüllens gegeben.

Funktionsweise

Durch das Ausfüllen der Hohlräume des Asphaltträgergerüsts wird dieses stabilisiert. Dies wirkt sich besonders bei hohen Asphalttemperaturen positiv aus, da sich die mechanischen Eigenschaften des Epoxidharzes bei hohen Temperaturen weit weniger ändern als die Eigenschaften des Bitumens im Asphalt. Die weitgehende Füllung der Hohlräume stellt die Wasserdichtigkeit dieser Schicht sicher. Durch die Füllung mit dem flexibilisierten Epoxidharz erhält das System auch eine gewisse Rissüberbrückungsfähigkeit, die jedoch nicht der Rissüberbrückungsfähigkeit der Abdichtungssysteme nach den Technischen Lieferbedingungen für Baustoffe der Dichtungsschichten für Brückenbeläge auf Beton Teile 1 bis 3 entspricht. Die Verfüllung mit dem Epoxidharz bewirkt, bei sachgerechtem Einbau, auch eine sehr gute Verbindung zur Betonunterlage, was sich in hohen Abreißfestigkeiten und Schubfestigkeiten äußert. Sowohl Untersuchungen durch das ASPHALTA Prüf- und Forschungslaboratorium als auch durch die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) ergaben bei guten Einbaubedingungen Abreißfestigkeiten von zumeist über $1,5 \text{ N/mm}^2$.

Vorteile

Der Vorteil dieser Abdichtungssysteme liegt in der deutlich kürzeren Bauzeit gegenüber den Regelbauweisen. Das



Aufbringen der einzelnen Schichten kann ohne lange Wartezeiten erfolgen. Die Epoxidharzgrundierung muss zum Einbau der Dichtungsschicht nicht komplett ausgehärtet sein, da durch den Heißeinbau des Asphaltträgergerüsts die Aushärtung beschleunigt wird und eine Nachhärtung erfolgt. Die Offenporigkeit des Asphaltträgergerüsts verhindert zudem, dass während des Einbaus der Dichtungsschicht Blasen entstehen. Aufgrund der Dicke und des speziellen Aufbaus der Dichtungsschicht ist außerdem der Einbau auch bei größeren Rautiefen möglich, die bei anderen Abdichtungssystemen Ausgleichmaßnahmen mittels Kratzspachtelung erfordern würden. Mit der Dichtungsschicht können auch Unebenheiten in der Betonunterlage ohne Betonersatz ausgeglichen werden. Allerdings muss man sich darüber im Klaren sein, dass dieser Ausgleich im Vergleich zu Betonersatz relativ teuer ist.

Randbedingungen

Diese Bauweise wird überwiegend dann angewendet, wenn die Durchführung der Belagserneuerung einer Brücke an einem Wochenende durchgeführt werden soll. Daraus ergeben sich besondere Anforderungen, die schon bei der Planung beachtet werden sollten.

Abstreuerung mit Statiflex Granulat

Während der Vorbereitung der Unterlage und des Einbaus der Dichtungsschicht müssen sichere Witterungsbedingungen vorherrschen. Insbesondere darf es zwischen dem Einbau des Asphalttraggerüsts und dem Fluten mit Epoxidharz nicht zu Niederschlägen kommen. Diese würden die Hohlräume in dem Asphalttraggerüst füllen und damit das Einbringen des Epoxidharzes behindern. Da die verwendeten Harze in etwa das spezifische Gewicht von Wasser haben, ist das Epoxidharz nicht in der Lage, das Wasser aus den Hohlräumen des Asphalttraggerüsts zu verdrängen. Verbundprüfungen unter schlechten Einbaubedingungen und teilweise wassergefüllten Poren führten zu einer deutlichen Verminderung der Abriebfestigkeiten. Das Füllen des Asphalttraggerüsts nach einer ausreichend langen Trocknungszeit ist jedoch möglich, wenn sichergestellt ist, dass keine Feuchtigkeit mehr im Asphalttraggerüst ist.

Damit die Belagserneuerung sicher in dem sehr kurzen Zeitraum durchgeführt werden kann, sollten die wesentlichen Einbaugeräte doppelt vorgehalten werden, um bei möglichen Ausfällen reagieren zu können.

Wichtig ist auch, dass die unmittelbar auf die Dichtungsschicht eingebaute Asphaltzwischen- oder -deckschicht nicht in Gussasphalt ausgeführt werden kann, da aus der noch nicht vollständig ausgehärteten Dichtungsschicht Gase entweichen können, die zu Blasenbildung führen. Nicht abschließend geklärt ist die Frage, wie im Falle einer unzureichenden Betonoberfläche eine schnelle und dauerhafte Instandsetzung der Oberfläche erreicht werden kann. Dies ist insbesondere unter dem Gesichtspunkt der kurzen zur Verfügung stehenden Zeit zu berücksichtigen. Es ist daher dringend zu empfehlen, schon bei der Planung der Belagserneuerung stichprobenartig den Zustand der Betonoberfläche zu untersuchen und gegebenenfalls Maßnahmen einzuplanen. Vor der Ausführung sollte durch die Einbaufirma, in enger Abstimmung mit dem Auftraggeber, eine maßnahmenbezogene Ausführungsanweisung erarbeitet werden, in der Festlegungen über Geräte, Personal und Logistik anzugeben sind. Für die notwendigen Prüfungen der Eigen- und Fremdüberwachung wurde durch die ASPHALTA Prüf- und Forschungslaboratorium GmbH gemeinsam mit den



Erhöhung der Standfestigkeit im Bushaltestellenbereich

ausführenden Unternehmen ein Qualitätssicherungsplan aufgestellt, welcher mit den Erfahrungen der Praxis ständig fortgeschrieben wird.

Weitere Anwendungsgebiete

Neben der schnellen Herstellung einer Abdichtung auf Betonunterlagen bietet ein modifiziertes System die Möglichkeit, die Verformungsbeständigkeit von besonders hoch beanspruchten Verkehrsflächen auf Brücken entscheidend zu erhöhen. Das mit flexibilisiertem Epoxidharz vergossene Asphalttraggerüst weist gegenüber üblichen Belägen aus Walz- oder Gussasphalt einen erheblich höheren Widerstand gegen Verformungen bei hohen Belagstemperaturen auf. In Bereichen besonderer Belastungen, zum Beispiel Bushaltestellen, Brücken oder Rückstaubereiche vor Ampelanlagen, kann die Standfestigkeit durch die Verwendung von Reaktionsharz verfüllter Beläge verbessert und Belagsverformungen minimiert werden. Hierfür muss möglichst der Brückenbelag in gesamter Dicke, zumindest aber die Deckschicht in Abhängigkeit der Unterlage, als Reaktionsharz verfülltes hohlraumreiches Asphalttraggerüst ausgeführt werden.

Fazit und Ausblick

Mittlerweile wurden zirka 30 Objekte mit diesen Systemen abgedichtet. Die Anwendung erfolgte meist auf Hauptverkehrsstraßen in Städten oder auf Ingenieurbauwerken von wichtigen Verkehrsknotenpunkten,



bei denen längerfristige Verkehrssperrungen oder günstige Verkehrsumleitungen nicht möglich waren. Anhand der begleitenden Untersuchungen der durchgeführten Maßnahmen ist es nunmehr möglich, die Anforderungen an das Material und an die Ausführung in ein Regelwerk zu fassen.

Aktuell werden weitere Versuche beispielsweise zur Optimierung des Schichtenverbunds zwischen dem Abdichtungssystem und der darüber liegenden Asphaltenschicht durchgeführt. Hierfür wird ein speziell entwickeltes Schmelzgranulat in die Dichtungsschicht eingestreut. Dieses wird beim Abbindeprozess des Harzes eingebunden. Bei der Überbauung mit dem heißen Asphalt schmilzt es an und sorgt für einen hohen Schichtenverbund. Dies ist ein wesentlicher Vorteil, wenn der Einbau zum Beispiel aus Witterungsgründen nicht „heiß auf frisch“ erfolgen kann. ■

Verteilen des Epoxidharzes

Manfred Eilers

Jahrgang 1958

Vermessungsingenieur

Seit 1983 in der BAST

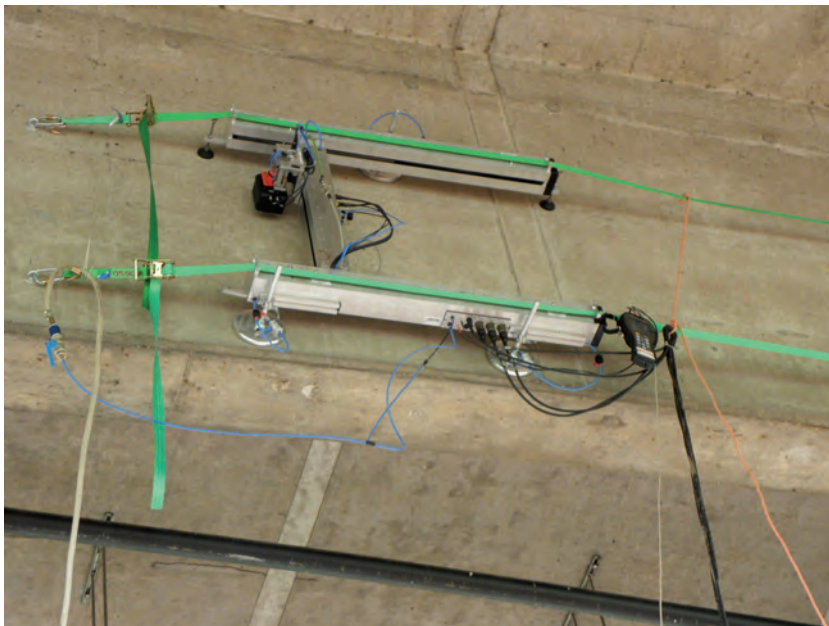
Im Referat „Stahlbau, Korrosionsschutz“ zuständig für Abdichtungssysteme und Beläge auf Brücken



Neuartiger Bauwerksscanner entwickelt

Im Juni 2011 wurde das Verbundforschungsvorhaben OSSCAR (On-Site SCAnner) abgeschlossen. Im Rahmen dieses vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie im Rahmen des InnoNet-Programms geförderten Projekts wurde ein neuartiges Scannersystem für die automatisierte zerstörungsfreie Prüfung von Bauwerken entwickelt. Hieran beteiligt war ein Konsortium, bestehend aus der BAST, der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung sowie dem Fraunhofer Institut für zerstörungsfreie Prüfverfahren und zehn Partner aus Industrie sowie kleinen und mittleren Unternehmen (www.ossscar.eu).

Scanner mit Saugfußbefestigung und Sicherungsgurten am Längsträger einer Spannbetonbrücke



Motivation und Grundlagen

Im Bundesfernstraßennetz gibt es rund 39.000 Brücken und andere Ingenieurbauwerke. Der einwandfreie Zustand dieser Bauwerke hat eine große wirtschaftliche Bedeutung, Beschädigungen können zu weitreichenden ökonomischen Konsequenzen führen. Die steigende Beanspruchung durch den zunehmenden Verkehr, das Altern der Bausubstanz und Probleme

mit der Dauerhaftigkeit älterer Brückenbauwerke führen dazu, dass diese Bauwerke systematisch erhalten werden müssen. Für eine verlässliche Erhaltungsplanung sind genaue Informationen über den Zustand der Brücken- und Ingenieurbauwerke unverzichtbar. Dies wird durch die regelmäßige Bauwerksprüfung nach DIN 1076 gewährleistet. Brücken und Ingenieurbauwerke werden alle sechs Jahre einer umfangreichen handnahen Hauptprüfung unterzogen. Drei Jahre nach der Hauptprüfung erfolgt eine „einfache Prüfung“ als erweiterte Sichtprüfung. Bei Bedarf werden im Rahmen der objektbezogenen Schadensanalyse (OSA) weitere Untersuchungen durchgeführt, bei denen in der Regel zerstörungsfreie Prüfverfahren (ZfPBau-Verfahren) zum Einsatz kommen.

Diagnoseverfahren

In den letzten Jahren wurden zahlreiche ZfPBau-Verfahren für verschiedene Fragestellungen entwickelt und verbessert. Für den Bereich der Strukturaufklärung/ Ermittlung der inneren Konstruktion eines Bauteils stehen beispielsweise mit dem Ultraschall-, dem Radar- und dem Wirbelstromverfahren verschiedene Diagnoseverfahren mit spezifischen Stärken und Schwächen zur Verfügung.

Die Wirbelstromprüfung liefert Informationen über die oberste Bewehrungslage und ermöglicht sehr genaue Angaben zur Betondeckung. Das Verfahren ist unabhängig von der Bauteilfeuchte und auch bei jungem Beton gut anwendbar.

Radar erlaubt bei trockenem Beton größere Eindringtiefen als das Wirbelstromverfahren und ermöglicht es so, auch tiefer liegende Bewehrung, metallische Hüllrohre und weitere metallische Einbauteile darzustellen. Bei geringer Bauteildicke ist auch eine Abbildung der

Bauteilrückwand möglich. Nachteile bestehen bei hoher Bauteilfeuchte und bei dicht verlegter Bewehrung, welche die dahinter liegenden Bereiche abschirmt.

Mit dem Ultraschallverfahren kann nochmals eine höhere Eindringtiefe erreicht werden, Bauteildicken von 1,50 Meter und mehr sind grundsätzlich möglich. Allerdings ist das Auflösungsvermögen für einzelne Bewehrungsstäbe stark eingeschränkt. Vorteil des Ultraschallverfahrens ist, dass die ausgesandten Wellen auch metallische Objekte durchdringen und so beispielsweise Informationen über den Verpresszustand von metallischen Hüllrohren möglich sind.

Entwicklung des OSSCAR-Bauwerksscanners

Da die verschiedenen Verfahren für unterschiedliche Bereiche gute Ergebnisse liefern, liegt es nahe, sie zu kombinieren, um aus der Zusammenführung der Einzelergebnisse das Maximum an Informationen zu gewinnen. Um diese Datenfusion zu ermöglichen und später die Messdaten verschiedener Verfahren in einem einheitlichen Koordinatensystem darzustellen, müssen alle verwendeten Verfahren im gleichen Messraster zur Anwendung kommen. Mit Handmessungen ist dies bei den engen Messrastern von zwei bis drei Zentimetern, die beispielsweise für eine aussagekräftige bildgebende Auswertung von Ultraschallmessdaten nötig sind, kaum erreichbar. Aus diesem Grunde wurde der Bauwerksscanner OSSCAR entwickelt, der die automatisierte kombinierte

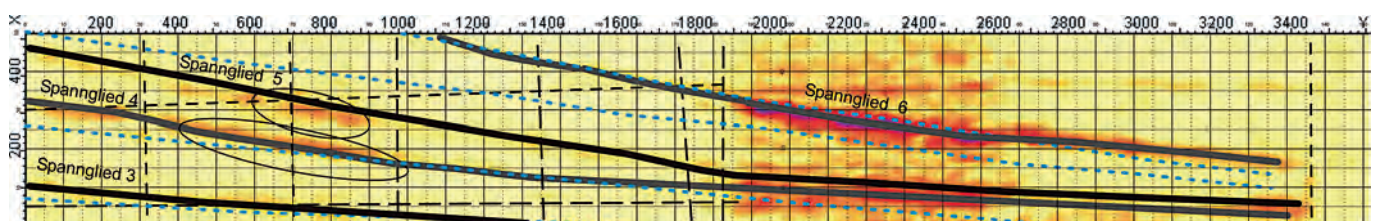
Untersuchung mit Wirbelstrom, Radar und Ultraschallecho ermöglicht.

Bei der Konzeption des Scanners wurde besonderer Wert auf die Verwendung handelsüblicher Messgeräte ohne Modifikationen gelegt. Damit können diese Geräte auch für Handmessungen eingesetzt werden und es sind keine Doppelanschaffungen nötig. Die Software zur Datenaufnahme wurde flexibel gestaltet, so dass zu einem späteren Zeitpunkt weitere Geräte eingebunden werden können. Die Sensor-Halterungen wurden so angepasst, dass zwischen den verschiedenen Verfahren keinerlei Offsets auftreten. Der Scanner ist zerlegbar und kann flexibel eingesetzt werden. Die Befestigung am Bauwerk erfolgt zerstörungsfrei durch Saugfüße. Die Software erlaubt Scannersteuerung, Datenaufnahme und Datenverarbeitung in einem Programm; eine Weiterverarbeitung der Daten in anderen Programmen ist aber möglich. Nach entsprechender Schulung kann der Scanner von Technikern betrieben werden, die alle Schritte bis zu einer ersten bildgebenden Darstellung vor Ort selbständig durchführen können.

Anwendung und Einsatz

Ergebnisse der Scanneruntersuchung zeigen gute Übereinstimmungen mit der Realität. Durch spezielle Auswerteverfahren (SAFT-Rekonstruktion mit Phasenauswertung) lassen sich Bereiche lokalisieren, in denen Verpressfehler in Hüllrohren zu vermuten sind. Um diesen Verdacht am Bauwerk zu verifizieren, wurde aus den Messergebnissen ein Plan

Überlagerung der Spanngliedverläufe laut Bestandsplan (hellblau gestrichelt) sowie aus den Ergebnissen von Radar und Ultraschall rekonstruiert (schwarze und graue durchgezogene Linien)



der tatsächlichen Spanngliedlage erzeugt und im 1:1-Format ausgeplottet.

Dieser Plan, auf dem die Verdachtsstellen markiert waren, wurde am Bauwerk befestigt. An den Verdachtsstellen entnommene Bohrkerns, zeigten eine mehlig Konsistenz des Verpressmörtels, der nicht bis zur Oberkante des Hüllrohrs reicht und somit als Verpressfehler zu bewerten ist.

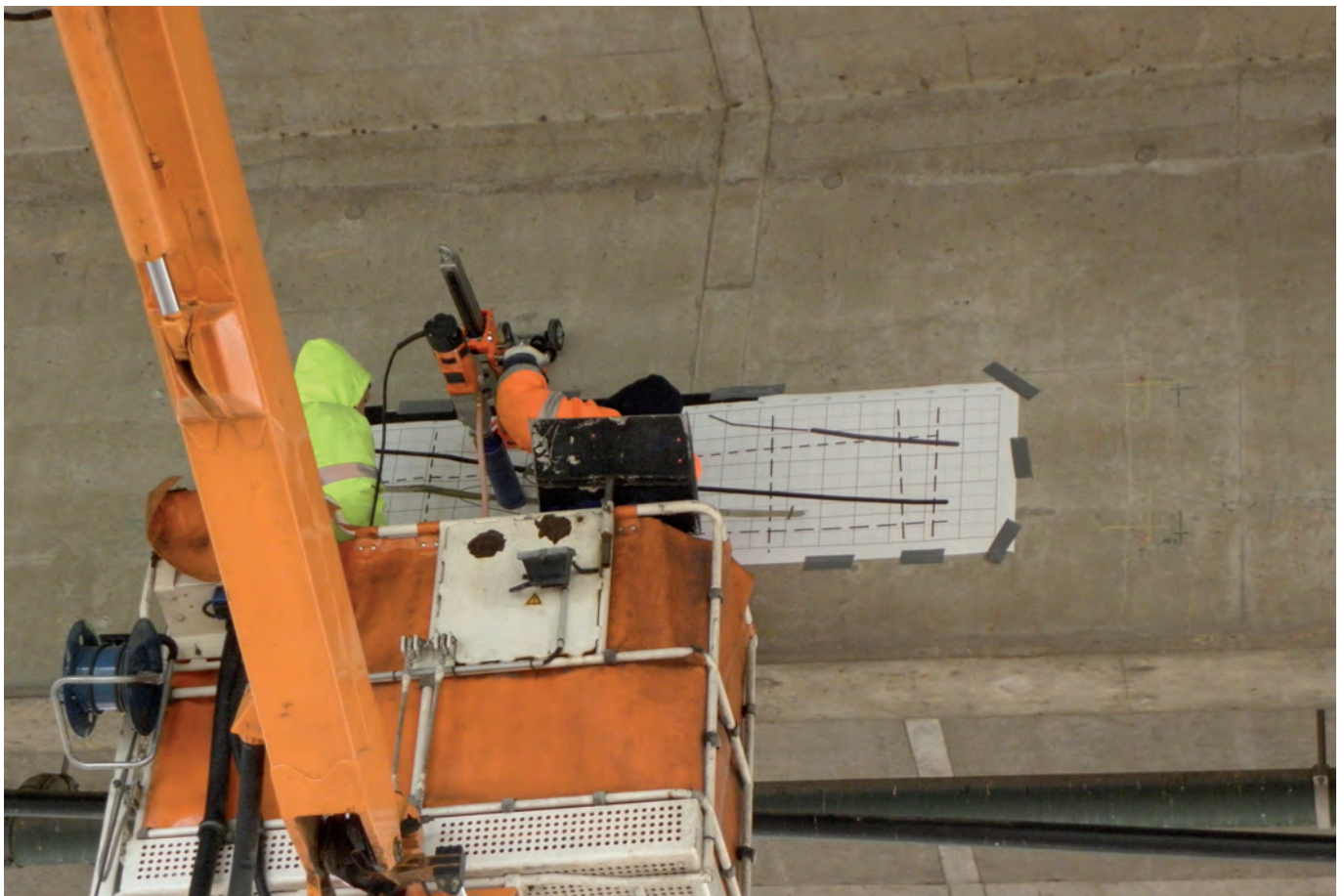
Information der Fachöffentlichkeit

Die BAST war für das Teilprojekt „Anwendung und Einsatz“ federführend tätig. Im Rahmen der Spezifizierung der Anforderungen wurden Mitarbeiter von Straßenbauverwaltungen und erfahrene Bauwerksprüfer befragt. Dabei stellte sich heraus, dass Möglichkeiten und Grenzen moderner zerstörungsfreier Prüfverfahren noch nicht im wünschenswerten Maße

bekannt sind. Daher wurden Schritte unternommen, um auf dieser Ebene unerfahrene Anwender auf die Vorteile der ZfPBau hinzuweisen: verbesserte Planungs- und Bauwerksicherheit, Detektion und Bewertung von Fehlern sowie Kostenersparnis durch bedarfsgerechte Instandsetzung.

Hierzu wurde der Lehrgang „Moderne Prüfverfahren in der Bauwerksdiagnose“ konzipiert. In diesem zweitägigen Lehrgang erwerben die Teilnehmer theoretische und praktische Kenntnis klassischer (Rückprallhammer, Bewehrungsnachweis, Potenzialfeldmessung) und moderner (Radar, Ultraschall, Impakt-Echo) ZfPBau-Verfahren. Der Pilotlehrgang fand im November 2011 in der BAST statt und wird derzeit von einigen VFIB-Ausbildungsstandorten angeboten (www.vfib-ev.de).

Plan mit Verdachtsstellen wird am Bauwerk befestigt





*An den Verdachtsstellen
wurden Bohrkerne
entnommen*

Fazit

Im Verbundforschungsvorhaben OSSCAR wurde ein Bauwerksscanner entwickelt, der im Vergleich zu bisherigen Ansätzen zur Automatisierung von ZfPBau-Verfahren und im Vergleich zu deren manueller Handhabung deutliche Vorteile bietet. Seine Stärken liegen insbesondere in der Kombination von drei Prüfverfahren auf kongruenten Messfeldern mit den entsprechenden Möglichkeiten zur Datenfusion. Das System ist technikerbasiert und erste bildgebende Ergebnisse können bereits

vor Ort generiert werden. Zusätzlich ist es möglich, die Daten mit den derzeit leistungsfähigsten Algorithmen zu bearbeiten, die aktuell in der Wissenschaft zur Anwendung kommen. ■

Gerd Berthold

Jahrgang 1956

Vermessungstechniker

Seit Ende 1987 in der BAST

Im Referat „Grundsatzfragen der Bauwerkserhaltung“ zuständig für die Anwendung von Methoden zur Zustandsuntersuchung von Bauwerken, insbesondere zerstörungsfreien Prüfmethode, sowie Auswertung der Daten



Martin Friese

Jahrgang 1974

Bauingenieur

Von 2010 bis 2012 in der BAST

Im Referat „Grundsatzfragen der Bauwerkserhaltung“ zuständig für die Weiterentwicklung von Methoden zur Zustandsuntersuchung von Bauwerken und Bauteilen, insbesondere von zerstörungsfreien Untersuchungsmethoden



Asset Management Straße

Funktionierende Verkehrssysteme sind eine elementare Voraussetzung für die Mechanismen und das Wachstum einer Volkswirtschaft. Nur durch die Mobilität von Gütern und Personen sind regional differenzierte Wertschöpfungsprozesse überhaupt möglich [1]. Offizielle Prognosen gehen von einer weiteren Zunahme der Verkehrsnachfrage sowohl im Personen- als auch im Güterverkehr aus. Begründet wird dies unter anderem durch die Annahme, dass auch zukünftig die Verkehrsnachfrage an das Wirtschaftswachstum gekoppelt sein wird. Bedingt durch das prognostizierte Wirtschaftswachstum wird sich der Trend zu höheren Fahrleistungen sowohl im Güter- als auch im Personenstraßenverkehr weiter

fortsetzen. Es gilt, mit den begrenzten Mitteln, die Qualität der Straßeninfrastruktur zu erhalten und deren Leistungsfähigkeit entsprechend den aktuellen Erfordernissen anzupassen.

Anforderungsbündel

Die Leistungsfähigkeit, die Zuverlässigkeit und die Wirtschaftlichkeit von Verkehrssystemen sind nicht die einzigen Zielgrößen. Von essentieller Bedeutung sind zum Beispiel auch die Verkehrssicherheit, die Umweltverträglichkeit und die Raumwirksamkeit. Die Bereitstellung der Infrastruktur soll alle diese relevanten Aspekte im Sinne der Nachhaltigkeit berücksichtigen. Unter der Nachhaltigkeit wird im Allgemeinen verstanden, dass die Bedürfnisse der



gegenwärtigen Generation befriedigt werden ohne gleichzeitig negativen Einfluss auf die Bedürfnisbefriedigung zukünftiger Generation zu nehmen [2]. Für die Straßenverkehrsinfrastruktur ergeben sich aus dem Nachhaltigkeitsgedanken mehrere mögliche Anforderungen:

- Leistungsfähigkeit,
- volkswirtschaftliche Bedeutung,
- ökologische Verträglichkeit und
- soziale Verträglichkeit.

Zwischen den unterschiedlichen Anforderungsbündeln bestehen positive wie negative Wechselwirkungen. So kann beispielsweise eine leistungsfähige Infrastruktur mit einer erheblichen ökologischen Belastung einhergehen. Wechselwirkungen können jedoch auch zeitlicher Natur sein. So kann eine heute getroffene Entscheidung in der Zukunft erhebliche Kosten verursachen und damit künftige Generationen belasten.

Aufgrund der Vielzahl der unterschiedlichen Anforderungen und deren Wechselwirkungen müssen Entscheidungen über den gesamten Lebenszyklus der Straßeninfrastruktur hinweg in sehr unterschiedlichen Kontexten (zum Beispiel Bau, Betrieb und Erhaltung) und in unterschiedlichen administrativen Zuständigkeiten getroffen werden.

Analyse

Die BAST hat in einem ersten Schritt bestehende nationale und internationale Bewertungsverfahren und Konzepte für das Management der Straßeninfrastruktur analysiert. Im Ergebnis der Analyse zeigte sich ein heterogenes Verständnis der Anforderungen an das Management der Straßeninfrastruktur. Jedoch lassen sich folgende gemeinsame Merkmale herausstellen, die nachhaltige Planungsansätze im Bereich der Straßeninfrastruktur kennzeichnen. Derartige Planungsansätze



werden national und international unter dem Begriff „Asset Management“ vorangetrieben [3].

Das Asset Management wird hierbei verstanden als:

- Integrierter und ganzheitlicher Planungsansatz, der alle Entscheidungsebenen und Maßnahmenwirkungen unter Berücksichtigung der möglichen Wechselwirkungen in die Planung einbezieht.
- Lebenszyklusorientierter Planungsansatz, dessen zeitlicher Planungshorizont sich nicht nur auf die kurzfristigen Wirkungen von Entscheidungen erstreckt, sondern den gesamten Lebenszyklus der Infrastruktur berücksichtigt.
- Anforderungsgerechter Planungsansatz, der sich nicht ausschließlich auf Aspekte, die der Straßennutzer wahrnimmt sowie die mit dem Projekt verbundenen Kosten beschränkt, sondern im Sinne der ganzheitlichen Sichtweise auch relevante Anforderungen von weiteren Nutzergruppen sowie die mit dem Projekt einhergehenden Kosten für die Gesellschaft berücksichtigt.
- Strukturierter und anpassungsfähiger Planungsansatz, der die auf den

unterschiedlichen Entscheidungsebenen und zu den unterschiedlichen Lebenszyklusabschnitten relevanten Bewertungskomponenten in der jeweils erforderlichen Differenzierung transparent und strukturiert berücksichtigt.

Arbeitsdefinition

Aufbauend auf diesen grundlegenden Merkmalen konnte folgende Arbeitsdefinition eines Asset Managements für Deutschland abgeleitet werden:

- Das Asset Management für die Straße ist ein integrierter Planungsprozess über den gesamten Lebenszyklus von Straßenverkehrsanlagen, welcher eine nutzerorientierte und kosteneffiziente Bereitstellung von Infrastruktur sowie die Erfüllung weiterer gesellschaftlicher Anforderungen zum Ziel hat.
- Es basiert auf einer Kombination ingenieurwissenschaftlicher Prinzipien mit ökonomisch fundierten Methoden, um die Erfüllung der unterschiedlichen und zum Teil konkurrierenden Anforder-

ungen an Straßenverkehrsanlagen zu gewährleisten.

- Das Asset Management Straße ist ein strukturierter und anpassungsfähiger Managementansatz, der Instrumente zur Bewertung von Handlungsalternativen bietet und somit kurz- und langfristige Investitionsstrategien, sowohl für die schon bestehende als auch für die zukünftige Infrastruktur, bereitstellt.

Auf der Grundlage dieser Definition des Asset Management können die Struktur eines integrierten Planungsansatzes entwickelt und bestehende Planungsansätze im Sinne eines nachhaltigen Managements der Straßeninfrastruktur weiterentwickelt werden. ■

Literatur

- [1] Kunert / Link (2010): Kunert, U. / Link, H.: Verkehr und Nachhaltigkeit, In: Vierteljahreshefte zur Wirtschaftsforschung, Jg. 79, Heft 2/2010, S. 5-11, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), Berlin 2010



Foto: Tobias Volkenhoff,
RWTH Aachen

- [2] Strange / Bayley (2008): Nachhaltige Entwicklung – Wirtschaft, Gesellschaft, Umwelt im Zusammenhang betrachtet, OECD Insights, OECD, Brüssel 2008
- [3] AASHTO (2002): Transportation Asset Management Guide, prepared for National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) Project 20-24(11), Washington D.C. 2002
- Austrroads (2002): Integrated Asset Management Guidelines for Road Networks. Herausgegeben von Austrroads. Sydney. (AP-R202/02)
- OECD (2001): Asset Management for the Roads Sector. Paris 2001
- PIARC (2005): Asset Management for roads - an overview, PIARC Technical Committee on Road Management (C6)

Dr. Thomas Jährig

Jahrgang 1981

Verkehringenieur

Seit 2010 in der BAST

Bis 2012 im Referat „ Fachzentrum Asset Management Straße“ zuständig für Bestandsdaten sonstiger Anlagenteile und Analysen von Straßen und Straßennetzen, jetzt Referat „Straßenentwurf, Verkehrsablauf, Verkehrsregelung“



Dr. Thomas Kranz

Jahrgang 1979

Kaufmann

Seit 2010 in der BAST

Bis 2012 im Referat „ Fachzentrum Asset Management Straße“ zuständig für ökonomische Bewertungsverfahren, jetzt in der Stabstelle „Forschungscontrolling, Straßeninfrastrukturvermögen“



Dr. Roland Weber

Jahrgang 1963

Bauingenieur

Seit 1991 in der BAST

Bis 2012 bei der BAST Leiter des Referats „Fachzentrum Asset Management Straße“



Straßen: gerüstet für Beanspruchung und Belastung





Klimawandel und Straßeninfrastruktur

Auch Frost beansprucht die Straße

Tragfähigkeitsmesssysteme im Vergleich

Schwingungsbelastung auf Radwegen

Wie bauen wir in der Zukunft: Straßenbau ohne Öl?

Qualitätssicherung von Waschbetonoberflächen

Mehrfachmodifikation von Bindemitteln

Klimawandel und Straßeninfrastruktur

Im Gegensatz zur Vorstellung vieler Menschen war das Klima unseres Planeten nie stabil. In den letzten Jahren sind allerdings die mittleren Temperaturen global relativ stark angestiegen, und da die parallele Zunahme des CO₂-Gehalts der Atmosphäre noch weitergeht, ist zu erwarten, dass sich dieser Temperaturanstieg fortsetzt. Ob aber demnächst an der Ostsee Südsee-Atmosphäre herrscht oder die negativen Auswirkungen der Erwärmung überwiegen, ist noch unklar. Sicher ist allerdings, dass unsere Straßenverkehrsinfrastruktur diesen höheren Temperaturen und vermutlich auch extremeren Wetterereignissen wie Stürmen oder Starkregen, ausgesetzt sein wird.

Grund genug also für die BAST, sich folgenden Fragen zu widmen:

- Wie wird sich das Klima verändern?
- Welche Auswirkungen wird dies auf die Straßenverkehrsinfrastruktur haben?
- Wie können wir ein funktionierendes Straßennetz für die Zukunft schaffen und erhalten?

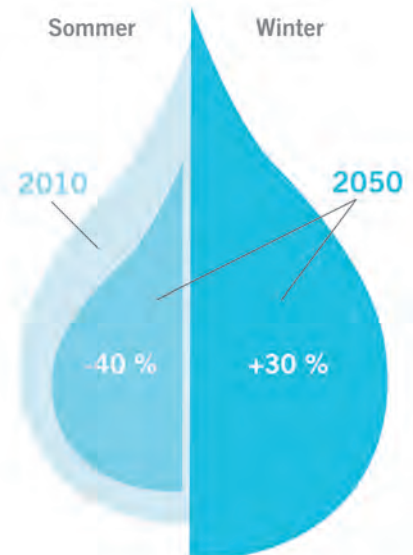
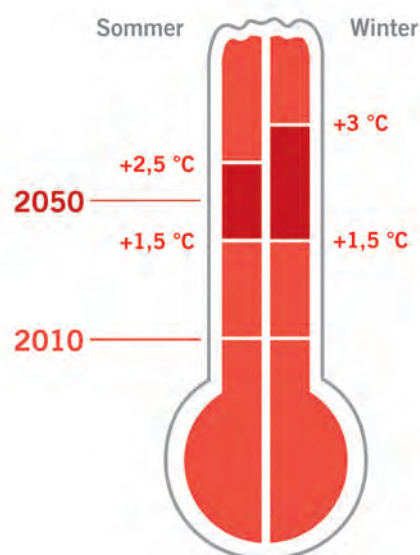
Vor allem die letzte Frage bezieht sich natürlich nicht nur auf den Klimawandel als künftige Herausforderung, welcher

sich die Straßenverkehrsinfrastruktur und der Straßenverkehr stellen müssen. Globalisierung, Nachhaltigkeit, technologischer Wandel, demographischer Wandel sowie der Anstieg des Güterverkehrs sind weitere Herausforderungen. Die Straßenverkehrsinfrastruktur wird sich allen diesen Veränderungen anpassen müssen. Da Straßen eine geplante Nutzungsdauer von 30 bis 50 Jahren haben und Brücken- und Tunnelbauwerke 80 bis 100 Jahre bestehen sollen, ist es wichtig schon heute die Richtlinien für den Straßen- und Brückenbau so anzupassen, dass sie den Folgen des projizierten Klimawandels standhalten.

Land unter?

Vermutlich lassen sich erste Auswirkungen des Klimawandels bereits erkennen. So kommt es in heißen Sommern vermehrt zu Spurrinnenbildungen auf Asphaltdecken und zu „Blow ups“ auf Betonfahrbahnen. Extreme Niederschläge können zu Überschwemmungen von Straßen, Überflutungen von Tunneln und hierdurch zu vermehrten Unfällen führen. Dennoch ist die Beantwortung der ersten Frage „Wie wird sich das Klima verändern?“ eine schwierige Aufgabe, die nur mithilfe von

Bis zum Jahr 2050 steigen die Temperaturen um 1,5°C bis 2,5°C (Sommer) und 3°C (Winter). Es regnet im Sommer um bis zu 40 Prozent weniger und im Winter um bis zu 30 Prozent mehr



Klimaprojektionen gelöst werden kann, wobei sich diese aus Szenarien einer Entwicklung der Welt ableiten, die – wie alle Vorhersagen – mit großen Unsicherheiten behaftet sind. Aus diesen Szenarien lässt sich dann mit einem Klimamodell das zukünftige Klimageschehen für den Globus projizieren. In weiteren Schritten muss das globale Klima dann auf regionale Zusammenhänge herunter skaliert werden, um schließlich das zu erwartende Klima direkt an und in der Straße oder Brücke zu liefern.

Analysen und Szenarien

Hier besteht also ein großer Spielraum in der Auswahl der Szenarien und Modelle. Daher betreut die BAST im Rahmen des CEDR Call 2012 auf europäischer Ebene ein Projekt, das zum Ziel hat, eine Harmonisierung der verwendeten Szenarien und Modelle herbeizuführen, womit zumindest eine Vergleichbarkeit der europäischen Verwundbarkeitsanalysen gewährleistet sein soll.

Die Verwundbarkeitsanalyse ausgewählter Streckenabschnitte im deutschen Teil des TEN-T (Transeuropäisches Netz Transport) in Anlehnung an die im ERA-NET ROAD Projekt „RIMAROCC“ entwickelte Methodik ist zentraler Bestandteil der Strategie zur Anpassung der Straßenverkehrsinfrastruktur an den Klimawandel (AdSVIS) der BAST. Sie besteht insgesamt aus 16 Projekten, von denen acht bereits angelaufen sind. Das zentrale Projekt stellt die Risikoanalyse wichtiger Güter- und Transitverkehrsachsen unter Einbeziehung von Seehäfen (RIVA) dar.

Insgesamt wird AdSVIS sowohl die Datengrundlagen als auch die Methodiken für die flächendeckende Vulnerabilitätsbewertung der deutschen Straßenverkehrsinfrastruktur schaffen. Ferner werden Anpassungsmaßnahmen entwickelt, die



dann an - in den Vulnerabilitätsanalysen ermittelten - kritischen Stellen auch erprobt werden sollen.

AdSVIS als Programm konzentriert sich zunächst bei der Entwicklung der Methodiken „nur“ auf den jeweiligen Netz-Abschnitt und noch nicht auf das gesamte Netz. Da die Klimaszenarien des IPCC ungefähr alle fünf Jahre aufgefrischt werden, sollten im Anschluss daran auch die Vulnerabilitätsanalysen mit den veränderten Eingangsdaten erneuert werden. Wenn eine validierte Methodik dafür bereit steht, wird dies eine Routine-Aufgabe. Kontinuierlich angepasst werden müssen allerdings in Zukunft die Regelwerke.

Die Anpassung an den Klimawandel ist eine Aufgabe, die in Deutschland von der Bundesregierung sektorenübergreifend angegangen wird. Dazu wurde bereits 2008 die „Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS)“ ins Leben gerufen und 2011 mit dem Aktionsplan „Anpassung“ ein Handlungsleitfaden vorgestellt. Für eine einheitliche, sektorenübergreifende Vulnerabilitätsbewertung wurde das Netzwerk „Vulnerabilität“ gegründet. Als Netzwerk von Bundesoberbehörden soll es die Konsistenz in der Methodik der sektoralen Vulnerabilitätsanalysen gewährleisten und schließlich die gemeinsam erarbeiteten Analysen zusammenzuführen.

Der globale Charakter des Klimawandels macht natürlich auch bei den AdSVIS-Projekten eine Abstimmung mit den

Überschwemmung unter der A3 an der Abfahrt Königsforst

Nachbarländern unabdingbar. So wird beispielsweise in den Niederlanden ein Projekt analog zu RIVA für das holländische Netz durchgeführt. Auf österreichischer Seite wird ein gleiches Projekt angestrebt. Und auch bei den zu entwickelnden Anpassungsmaßnahmen ist durch das FEHRL Programm „Forever Open Road (FOR)“ für die Einbindung in den (erweiterten) europäischen Kontext gesorgt. In dessen Element „Climate Change Resilient Road“ werden alle diese Projekte gebündelt und weiterführende Forschung und Entwicklung geplant.

Einen Blick über den europäischen Tellerand ermöglichte die US Climate Change Scanning Tour von FEHRL. An mehreren Stationen von New York City und Newark, NJ über Washington DC bis Baton Rouge, LA wurden US-amerikanische Projekte zur Anpassung an den Klimawandel vorgestellt. Hauptsächlich geht es bei den amerikanischen Projekten um die Anpassung an Extremereignisse, die auch bereits jetzt schon in den USA häufig auftreten aber in Zukunft noch deutlich stärker werden können. ■

*Die AG Klimawandel. Von links nach rechts, vorne: Oliver Ripke, Ursula Blume, Stefan Höller, Carina Herrmann
hinten: Andreas Wolf, Dr. Markus Auerbach, Michael Bürger, Cyrus Schmellekamp, Ulrich Bergerhausen, nicht im Bild: Rosemarie Glenz und Hermann Josef Wirtz*



Dr. Markus Auerbach

Jahrgang 1970, Physiker und Gesangspädagoge, seit 2003 in der BAST, als stellvertretender Referatsleiter „Intelligenter Straßenaufbau, regenerative Energie, Klimawandel“ zuständig für die letzteren beiden Themen, Leitung der BAST-Arbeitsgruppe „Anpassung an den Klimawandel“

Ulrich Bergerhausen

Jahrgang 1969, Bauingenieur, seit 1998 in der BAST, im Referat „Tunnel- und Grundbau, Tunnelbetrieb, zivile Sicherheit“ zuständig für die zivile Sicherheit von Straßenverkehrsbauwerken, Leitung des Verbundprojekts „Schutz kritischer Brücken und Tunnel - SKRIBT^{Plus}“

Ursula Blume

Jahrgang 1962, Geologin, seit 2006 in der BAST, bis 2012 Stabstelle „Controlling, Qualitätsmanagement“, Forschungs-koordinatorin für nationale und internationale Straßenbauforschung, seit 2012 im Referat „Internationale Forschungsaufgaben im Straßenbau“

Michael Bürger

Jahrgang 1969, Geologe, seit 2003 in der BAST, im Referat „Erdbau, Mineralstoffe“ zuständig für Erdbau und Entwässerung

Rosemarie Glenz

Jahrgang 1961, Verwaltungswirtin, seit 1984 in der BAST, im Referat „Externe Forschungsvergabe, Wissensmanagement“ zuständig für die administrative Betreuung von Forschungsprojekten

Carina Herrmann

Jahrgang 1981, Physikerin, seit 2011 in der BAST, im Referat „Intelligenter Straßenaufbau, regenerative Energie, Klimawandel“ zuständig für die Anpassung an den Klimawandel und Projektkoordination der AdSVIS-Projekte

Stefan Höller

Jahrgang 1971, Bauingenieur, seit 2001 in der BAST, im Referat „Intelligenter Straßenaufbau, regenerative Energie, Klimawandel“ zuständig für Intelligenter Straßenaufbau und Anpassung an den Klimawandel

Oliver Ripke

Jahrgang 1967, Bauingenieur, seit 1997 in der BAST, stellvertretender Leiter des Referates „Asphaltbauweisen“, zuständig für lärmindernde Asphalte, Erhaltungsbauprodukte, Nachhaltigkeit und Klimawandel

Cyrus Schmellekamp

Jahrgang 1970, Umweltwissenschaftler und Bauingenieur, seit 2001 in der BAST, im Referat „Betonbau“ zuständig für Nachhaltigkeitsbewertung von Infrastrukturbauwerken und Anpassung der Straßeninfrastrukturen an den Klimawandel

Hermann Josef Wirtz

Jahrgang 1952, Agraringenieur, seit 1991 in der BAST, im Referat „Verkehrsbeeinflussung und Straßenbetrieb“ zuständig für den Straßenbetriebsdienst

Andreas Wolf

Jahrgang 1954, Bauingenieur und Tropentechnologe, seit 1990 in der BAST, als stellvertretender Leiter des Referats „Dimensionierung und Erhaltung von Straßen“ für den Teilbereich „Erhaltung von Straßen“ zuständig für Substanzbewertung von Straßen, Pavement Management System, Straßenerhaltung und Grundsatzfragen der Beanspruchung des Straßenkörpers

Auch Frost beansprucht die Straße

Durch Frost werden Straßen während des Gefrierens, aber auch während des Tautvorganges stark beansprucht. Schäden im Asphaltoberbau, die zur Schlaglochproblematik führen können, sind nach den letzten Wintern allgemein bekannt. Weniger bekannt, da nicht sichtbar, sind Frosteinwirkungen auf den Straßenunterbau und -untergrund: Bei ungeeignetem, das heißt frostempfindlichem Material können sich hier unter der Einwirkung von Frost Eislinsen oder Eisschichten bilden, die zu Hebungen der Fahrbahnoberfläche führen. Im Vergleich dazu sind die Schäden, die beim Auftauvorgang auftreten können, allerdings ungleich größer, da sich die Tragfähigkeit des Unterbaus und Untergrundes teils drastisch verringern kann. Die Straße hält dadurch den Verkehrsbelastungen nicht mehr stand. In einigen nordischen Ländern werden Straßen in der Tauperiode für Schwerverkehr daher rigoros gesperrt, um Schäden zu verhindern. Diese Vorgehensweise ist in Deutschland auf Grund der hohen Verkehrsdichte

allerdings undenkbar. Deshalb wird der Straßenoberbau so dimensioniert, dass die Straße den Verkehrsbelastungen trotz des Tragfähigkeitsverlustes standhält, ohne Schaden zu nehmen. Gleichzeitig ist die Dicke des Oberbaus so optimiert, dass der Straßenbau bestmöglich ökologische und ökonomische Anforderungen erfüllt, mit anderen Worten: Die Straße wird so dick wie erforderlich, aber so dünn wie möglich gebaut, damit ihre ungebundenen Tragschichten für mindestens 45 Jahre den Beanspruchungen aus Verkehr und Klima standhalten.

Frosteinwirkungen

Gefrierschäden entstehen nur zum Teil beim Gefriervorgang durch die Volumenergrößerung des im Boden vorhandenen Porenwassers um neun Prozent. Ein physikalischer Vorgang, der bekannt ist: Eis schwimmt auf Wasser. Größeren Anteil an Frostschäden hat die Eislinnenbildung. Vereinfacht ausgedrückt entstehen Eislinnen durch das Ansaugen von im Boden vorhandenem Wasser zur Gefriergrenze, was zum Wachsen von Eisschichten oder Eislinnen von beachtlicher Größe führt. Der Boden erfährt hierdurch eine Volumenzunahme und kann die darüber liegende Straße regelrecht hoch drücken.

Die Eisanreicherungen bewirken beim Auftauen eine Auflockerung und Konsistenzänderung eines frostempfindlichen Bodens. Da der Boden sowohl von oben als auch von unten taut, verhindert der tiefere, noch gefrorene Boden das ungehinderte Abfließen des beim Tauen frei werdenden Wassers. Dadurch wird die Tragfähigkeit des tauenden Bodens, der kurzfristig eine breiige bis flüssige Konsistenz annehmen kann, extrem verringert [1].

Eislinse



Frostsicherer Straßenaufbau

In der Praxis werden Frostschäden durch den Bau eines frostsicheren Straßenoberbaus vermieden. Das bedeutet, dass die eingesetzten Materialien frostsicher sind und die Dicke so gewählt wird, dass die Eisschicht in der Auftauphase unterhalb dieses Aufbaus liegt. Dadurch kann das Tauwasser ungehindert abfließen und ein Aufweichen des Bodens ist unmöglich. Aus ökologischen und ökonomischen Gründen ist die Dicke des Oberbaus aber so zu optimieren, dass möglichst wenig Material eingesetzt werden muss. Hierzu müssen neben anderen Faktoren auch die unterschiedlichen klimatischen Besonderheiten in Deutschland berücksichtigt werden.

Seit Ihrer Gründung beschäftigt sich die BAST intensiv und mit großem technischem Aufwand mit der Erforschung von Temperatureinflüssen für den Bau von frostsicheren Straßen. Als Maß zur Beurteilung der Strenge einer Kälteperiode wird der Frostindex (FI) genutzt. Er ist definiert als Produkt aus der täglichen mittleren Lufttemperatur und der Zeitdauer der Frosteinwirkung [$^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$] und wird als positive Zahl dargestellt. Eine Kälteperiode von zehn Frosttagen mit einer mittleren Lufttemperatur von -5°C ergibt also beispielsweise einen Frostindex von $50^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$. Durch aufwändige rechnergestützte Berechnungen konnte ein eindeutiger Zusammenhang zwischen dem Frostindex und der Frosteintrittstiefe nachgewiesen werden [2, 3].

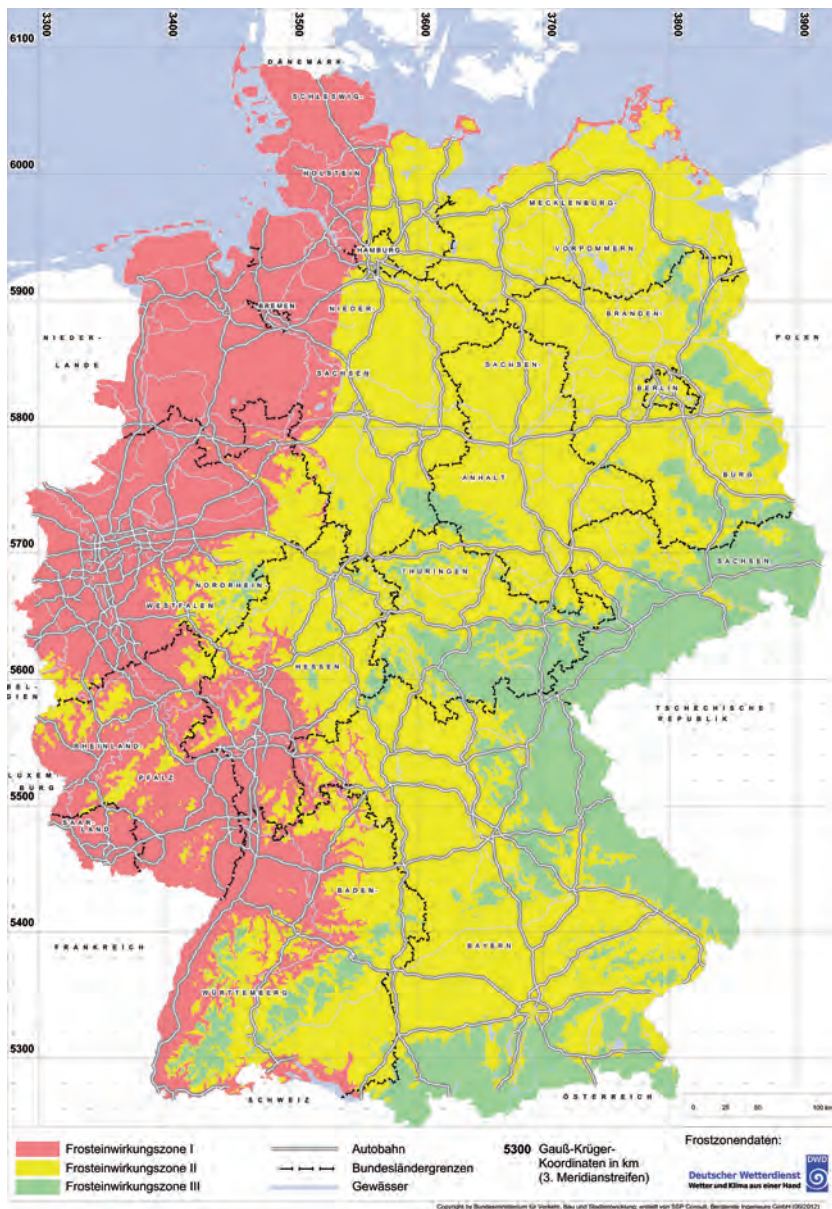
Die Frosteintrittstiefe und damit auch der Frostindex sind auf Grund von geographischen Unterschieden in Deutschland regional unterschiedlich verteilt. Einfluss darauf haben die geographische Breite und Länge, die Lage zum Meer, die Höhenlage sowie kleinklimatische Besonderheiten, zum Beispiel eine Nordhanglage.

Der Ansatz zur Bestimmung der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus basiert auf der Erfahrung, dass eine Teilfrostsicherung ausreicht, um Frostschäden zu vermeiden. Das bedeutet, dass keine Frostschäden auftreten, wenn die Dicke des Straßenaufbaus bis zirka 60 Prozent der maximalen Frosteintrittstiefe frostsicher ausgeführt wird. Grund hierfür ist die Tatsache, dass sich die gefrorene Wassersperre während der Tauphase bei diesem Aufbau nicht mehr im Oberbau befindet und Tauwasser ungehindert abfließen kann, wenn oberhalb dieser Zone geeignetes, das heißt frostsicheres Material eingebaut wird.

Die Frostzonenkarte

Zur Berücksichtigung der unterschiedlichen klimatischen Bedingungen in Deutschland wurden drei verschiedene Frostzonen festgelegt, in denen die Dicke des Oberbaus der Frosteinwirkung angepasst ist. Basis für die frostsichere Dimensionierung von Straßen war bislang die „Karte der Frosteinwirkungsgebiete in der Bundesrepublik Deutschland nach Frostindizes FI des Winters 1962/63“, die Eingang in die „Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen“ (RStO) fand. Grundlage für die Temperaturverteilung diese Karte war der Winter 1962/63, in dem eine sehr lange Kälteperiode herrschte und in dem mit wenigen regionalen Ausnahmen die bislang maximalen Frosteintrittstiefen gemessen wurden. Nach der Wiedervereinigung wurde die Karte um die neuen Bundesländer ergänzt und modifiziert.

Mit den Frosteinwirkungszonen werden großräumige Klimaunterschiede in der Bundesrepublik Deutschland bei der Dimensionierung der Dicke des frostsicheren Oberbaus berücksichtigt.



Frostzonenkarte (Grafik: Copyright by Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung; erstellt von SSP Consult, Beratende Ingenieure GmbH (06/2012))

Diese Karte war relativ ungenau, da nur eine begrenzte Anzahl von Wetterstationen vorhanden war, auf deren Datenbasis die maximalen Frostindizes des Winters 1962/63 berechnet werden konnten. Es fehlten spezifische Klimaeinflüsse, so dass von den Straßenplanern langjährige Erfahrungen und örtliche Kenntnisse in die Dimensionierung einbezogen werden mussten, die jedoch häufig nicht vorhanden waren. In einigen Bundesländern wurden daher eigene Frostzonenkarten erstellt [4, 5]. Eine deutschlandweite Aktualisierung war also unbedingt erforderlich.

An Stelle des bisherigen Bezugs auf den Extremwinter 1962/63 wurde in einem Forschungsprojekt des Deutschen Wetterdienstes (DWD) der Frostindex mit einer statistischen Wiederkehrzeit von 30 Jahren (FI30) über einen Zeitraum von 50 Jahren betrachtet [6].

Hierfür wurde Wetterdaten von 221 repräsentativen Wetterstationen, für die auswertbare Ergebnisse der Winter 1955/56 bis 2004/05 vorlagen, betrachtet. Dadurch ist die Temperaturverteilung statistisch besser abgesichert und von Extremwetterlagen entkoppelt. Die Berechnung der Frostindizes erfolgte auf der Basis eines Ein-Quadratkilometer-Rasters unter Berücksichtigung der geografischen Lage, der Höhe über dem Meeresspiegel und der Lage zum Meer. Der Bebauungseinfluss ist statistisch nicht signifikant und blieb daher unberücksichtigt. Abgesehen von sehr hoch gelegenen Gebieten, die separat zu betrachten sind, ist damit generell eine frostsichere Dimensionierung des Straßenoberbaus sichergestellt.

In den in der aktualisierten Karte der Frosteinwirkungszonen rot dargestellten Gebieten mit geringer Frosteinwirkung (Zone I) erfolgt kein Zuschlag auf die Ausgangswerte für die Bestimmung der Minstdicke des frostsicheren Straßenaufbaus, die in den RStO festgelegt sind. In der gelb dargestellten Zone II mit einer mittleren Frosteinwirkung wird ein Zuschlag von fünf Zentimeter auf die Minstdicke vorgenommen, in der grünen Zone III mit starker Frosteinwirkung beträgt der Zuschlag 15 Zentimeter.

Betrachtet man die neue Frostzonenkarte, so dominiert die Frostzone II etwas stärker als in der früheren Version. Das entsteht zum einen dadurch, dass in Norddeutschland die Grenze zwischen Zone I und II nicht mehr über Hannover, Schwerin und Greifswald, sondern westlicher über Hannover, Hamburg und Kiel verläuft und zum

anderen Randzonen von Höhenlagen aus der ehemaligen Frostzone III jetzt der Zone II zugeordnet werden.

Durch die Überlagerung der Frostzonenkarte mit dem Bundesfernstraßennetz, mit der Fläche größerer Städte sowie mit dem Hauptgewässernetz ist eine schnelle, einfache und genaue Lokalisierung möglich. Zusätzlich sind die Ländergrenzen und das Gitter der Hoch- und Rechtswerte dargestellt. Die Karte ist in Verbindung mit den „Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen“, Ausgabe 2012 (RStO 12) anzuwenden. Sie steht seit August 2012 auf der Homepage der BASt zum kostenlosen Download zur Verfügung. ■

Literatur

- [1] Entstehung und Verhütung von Frostschäden an Straßenbefestigungen. Schriftenreihe „Forschung im Straßenwesen“, Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen, Köln, Heft 105/1992
- [2] BEHR, H. et al. (1972): Anwendung von Dämmschichten im Straßenbau. Forschungsarbeiten aus dem Straßenwesen, Heft 86, Kirschbaum Verlag Bonn-Bad Godesberg
- [3] BEHR, H.: Über klimatische Grundlagen für Frostschutzmaßnahmen im Straßenbau. Straße und Autobahn, Heft 4/1984, S. 135-140
- [4] KIRCHNER, S. und PLEHM, T. (1999): Klimatologische Untersuchungen zur Präzisierung der Frosteinwirkzonen im Land Brandenburg. Straße und Autobahn, Heft 4, S. 183-185
- [5] BADER, ROSSBERG, WOLF (1996): Neue Frostzonenkarte für den Straßenbau des Freistaates Sachsen. Straße und Autobahn, Heft 5, S. 264-267
- [6] GERTH, ROOS, AUGTER (2008): Aktualisierung der Frostdimensionierung im Straßenbau. Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Bonn, Heft 1002

Ursula Blume

Jahrgang 1962

Geologin

Seit 2006 in der BASt

Bis 2012 in der Stabstelle „Controlling, Qualitätsmanagement“, Forschungskordinatorin für nationale und internationale Straßenbauforschung

Seit 2012 im Referat „Internationale Forschungsaufgaben im Straßenbau“



Roderich Hillmann

Jahrgang 1954

Bauingenieur

Seit 1988 in der BASt

Leiter des Referats „Erdbau, Mineralstoffe“



Tragfähigkeitsmesssysteme im Vergleich

Der Traffic Speed Deflectograph (TSD) ist ein Messsystem zur Bestimmung der Tragfähigkeit von Straßenbefestigungen, hauptsächlich in Asphaltbauweise. Die Messung erfolgt unter einer definierten Radlast von 50 Kilonewton mit einer Messgeschwindigkeit zwischen 50 und 80 Kilometern pro Stunde ohne Störung des laufenden Verkehrs. Dabei wird die Verformungsgeschwindigkeit der Fahrbahnoberfläche mit Lasersensoren erfasst. Die kontinuierliche Datenerfassung während der Fahrt gewährleistet eine hohe Datendichte. Somit können netzweit Abschnitte gleicher Tragfähigkeit bestimmt werden.

Tragfähigkeitsmessungen mit dem Falling Weight Deflectometer (FWD) erfolgen dagegen im Streckenverlauf nur punktweise, unter vergleichsweise hohem Messaufwand und Behinderung des fließenden Verkehrs. Das FWD wird zumeist objektbezogen oder in kleineren Netzen eingesetzt.

Ziel

Im Rahmen eines BAST-Projekts wurden die beiden Tragfähigkeitsmesssysteme TSD und FWD verglichen und die Messergebnisse hinsichtlich der Bestimmung von homogenen Abschnitten basierend auf Tragfähigkeitskenngrößen von Straßenbefestigungen evaluiert. Hierfür wurden auf

ausgesuchten Teilstrecken im Bundesfernstraßennetz Messfahrten mit dem TSD und FWD durchgeführt. Die Durchführung und Auswertung der Messungen mit dem TSD erfolgt durch das Danish Road Institute (DRI). Ergänzende zerstörungsfreie Messungen mit dem Georadar (Ground Penetrating Radar-GPR) ergaben Aufschluss über den Schichtaufbau und die Dicke des gebundenen Oberbaus der Messabschnitte.

Ergebnisse

Ein absoluter Vergleich zwischen den TSD- und FWD-Kennwerten ist nur bedingt möglich, da bei den TSD-Messungen unterschiedliche Konflikte auftraten. Eine nachträgliche Korrektur der Messdaten ist aufgrund der Komplexität der Einflüsse nicht durchführbar. Die Ergebnisse der BAST-Untersuchung wurden mit dem Hersteller und den Betreibern diskutiert und führten zu einer Verbesserung des TSD.

Das TSD bietet Potenzial zur netzweiten, zerstörungsfreien Bestimmung der Tragfähigkeit von Straßenaufbauten in Asphaltbauweise, in Kombination mit der Bestimmung der Aufbaudaten (zum Beispiel mittels GPR). Das System kann damit einen wichtigen Baustein zur Bestimmung von homogenen Abschnitten der Tragfähigkeit liefern. Dies hat einen hohen Stellenwert vor dem Hintergrund der Bewertung der strukturellen Substanz von Straßenaufbauten im Rahmen des Erhaltungsmanagements.

Fazit

- Mit den unterschiedlichen Kenngrößen der verschiedenen Messverfahren ist eine Einteilung in homogene Abschnitte möglich.
- Ohne Kenntnis über die Dicke und den Aufbau von Straßenbefestigungen

Falling Weight Deflectometer



können allein auf Basis von TSD- und FWD-Messungen keine Rückschlüsse auf die Tragfähigkeit gezogen werden. Tragfähigkeitsmessungen sollten deshalb immer mit Schichtdickenbestimmungen einhergehen (beispielsweise mit dem GPR) und sind möglichst um zusätzliche Informationen über Verkehr, Material- und Umgebungsbedingungen zu ergänzen.

- Im Vergleich zu Messungen aus anderen externen Studien wurde in Deutschland auf vergleichsweise sehr dicken und damit sehr steifen Aufbauten gemessen. Die sich daraus ergebenden Messwerte sind entsprechend gering und bereiten Probleme bei der Anwendung der Auswertemethoden und Berechnung der Tragfähigkeitskennwerte auf Basis der TSD Daten.
- Die Berechnung der Verformungskennwerte aus den TSD-Daten erfolgt auf Basis theoretischer Modelle, deren Gültigkeit aufgrund bestimmter Randbedingungen allerdings begrenzt und daher als kritisch erachtet werden.
- Längsunebenheiten, Kurvenfahrten sowie Fahrmanöver können zu signifikanten Abweichungen der dynamischen

Radlast von der statischen Radlast führen. Während bei FWD-Messungen die Höhe der Last exakt bekannt ist, wird die Radlast am TSD bislang nicht gemessen. Daher ist anhand der TSD Daten nicht ersichtlich, ob größere Verformungswerte aus einer lokal höheren Radlast oder einem schwächeren Aufbau resultieren. Eine Radlastmessung wird daher für zukünftig angedachte Messungen als essentiell erachtet. ■

Traffic Speed Deflectograph



Gudrun Golkowski

Jahrgang 1971

Bauingenieurin

Seit 1998 in der BAST

Stellvertretende Leiterin des Referats „Dimensionierung und Erhaltung von Straßen“ für den Bereich „Dimensionierung“, zuständig für Dimensionierung, unter anderem zeittraffende Belastungsversuche, Dimensionierungsverfahren, zerstörungsfreie Messverfahren



Rolf Rabe

Jahrgang 1970

Bauingenieur

Seit 2002 in der BAST

Im Referat „Dimensionierung und Erhaltung von Straßen“ zuständig für den Bereich Dimensionierung, unter anderem zeittraffende Belastungsversuche, Dimensionierungsverfahren, Performance Prüfungen Asphalt



Schwingungsbelastung auf Radwegen

Während die messtechnische Zustandserfassung und -bewertung (ZEB) von Bundesfernstraßen mittlerweile zu einem festen Bestandteil der Erhaltungsplanung geworden ist, befindet sich die ZEB von Radwegen erst am Anfang ihrer Entwicklung. Erste messtechnische Erfassungen der Längsebene von Radwegen sind in Schleswig-Holstein und Brandenburg durchgeführt worden. Ein aktuelles BAST-Projekt befasst sich mit den Anforderungen an die Erhaltung von Radwegen [1].

Das Schwingungsmodell simRad

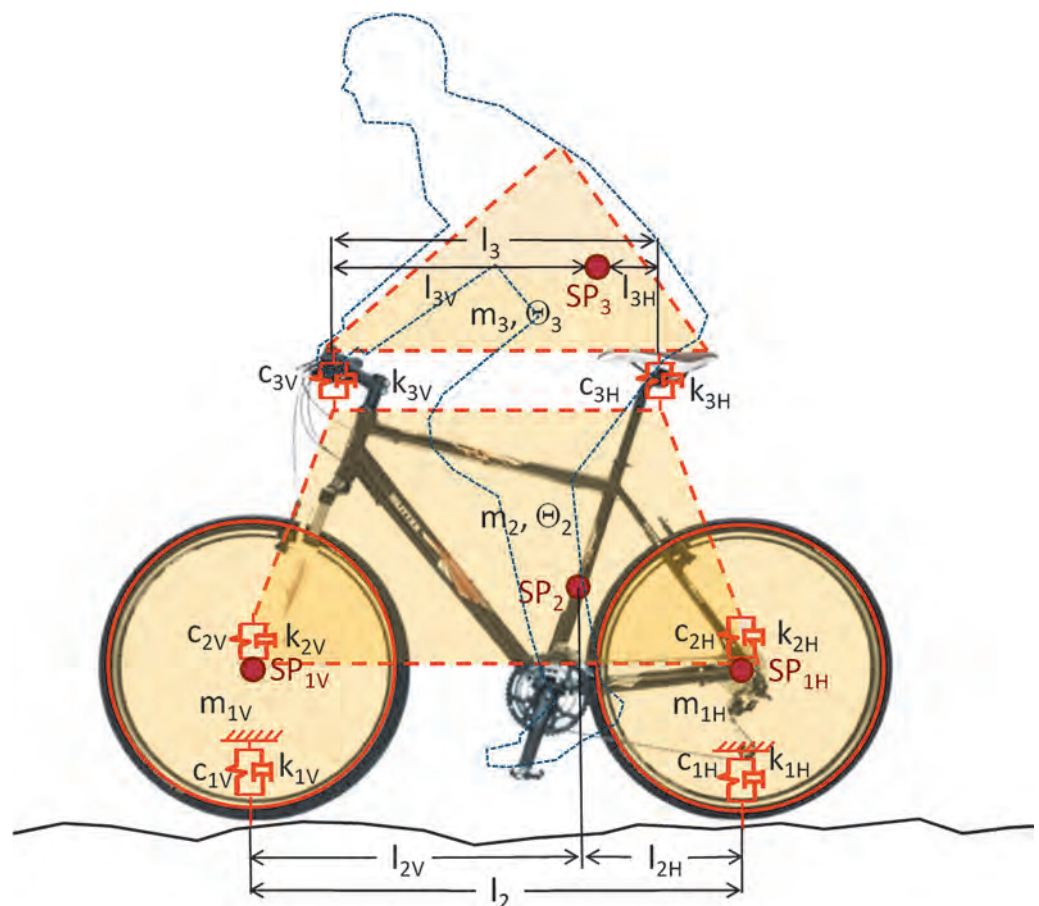
Für die Zwecke der ZEB wurde ein Fahrradmodell entwickelt, das in der Lage ist, verschiedene Schwingungsphänomene am Fahrrad, wie etwa die Schwingbelastung am Lenker oder am Sattel zu simulieren. Das Modell benötigt als Eingangs-

größe das gemessene Höhenlängsprofil des Radweges. Als Ausgangsgrößen können Beschleunigungen an verschiedenen Punkten des Fahrrades betrachtet werden. Auch die Analyse von Ganzkörperschwingungen im Sinne der VDI 2057 [2] ist möglich.

Das Schwingungsmodell besteht aus vier Massen:

- Vorderrad,
- Hinterrad,
- Rahmen und
- Oberkörper (Rumpf) des Fahrers, der sich auf Lenker und Sattel abstützt.

Die Beine des Radfahrers stützen sich über die Pedale am Rahmen ab und werden anteilmäßig im Rahmengewicht berücksichtigt.



Schwingungsmodell des Fahrrads

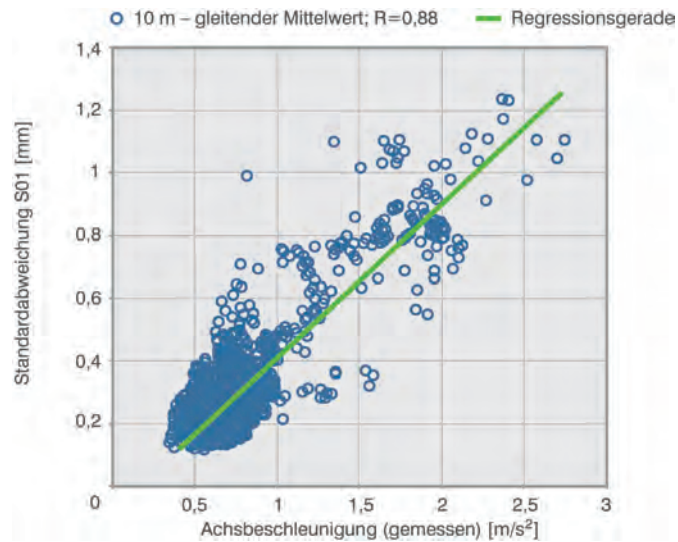
Es kann davon ausgegangen werden, dass über die Räder in erster Linie vertikale Kräfte in das Fahrrad eingetragen werden und dass die horizontalen Kräfte im Reifen-Fahrbahn-Kontakt bei Fahrt mit konstanter Geschwindigkeit und bei moderaten Steigungen in der Regel deutlich kleiner sind als die vertikalen. Daher wurde das Modell zunächst auf die Analyse der Vertikaldynamik ausgelegt. Es werden keine Beschleunigungs- oder Bremsvorgänge betrachtet. Die vertikale Federungscharakteristik der Fahrradreifen ist über Federn und Dämpfer berücksichtigt.

Die Räder sind gegenüber dem Rahmen ebenfalls mit einer Federung und Dämpfung versehen, so dass auch gedämpfte Vorder- und Hinterachskonstruktionen berücksichtigt werden können. Ebenso verfügt der Sattel über eine Federung und Dämpfung. Die Oberarme stützen den Rumpf am Lenker ab. Sie lassen Relativbewegungen zwischen Oberkörper und Lenker zu, die ebenfalls über Feder und Dämpfer ermöglicht werden.

Das Fahrradmodell kann Hub- und Nickbewegungen ausführen. Dazu sind den Massen entsprechende Trägheitsmomente zugeordnet. Die Massenverteilungen, Feder- und Dämpferkonstanten sind ausnahmslos mit den in der Literatur veröffentlichten Angaben [3 bis 5] abgestimmt und durch Fahrten über Einzelhindernisse bekannter Form und Höhe validiert.

Validierung

Das Modell wurde anhand des Pedelecs KTM ecross, Modell 2011, validiert. Die Rahmengröße ist 51 Zentimeter, die Radgröße 28 Zoll. In der Hinterradnabe des Rades befindet sich der Elektromotor. Zur Validierung wurden verschiedene Einzelhindernisse überfahren.



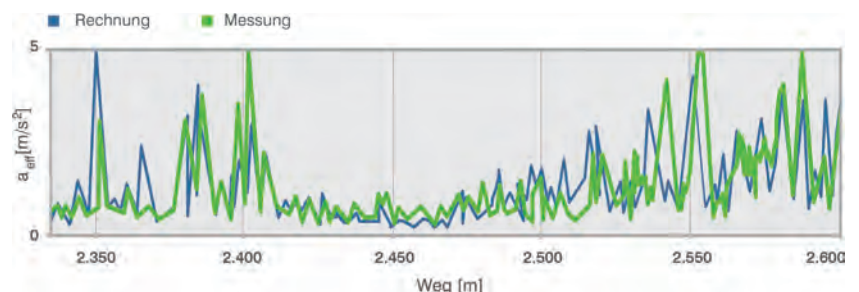
Anwendung

Eine erste Anwendung des Modells wurde auf einer Staatsstraße in Bayern durchgeführt. Aus der ZEB lagen aktuelle Längsprofile für ein Straßenstück vor, das ebenfalls mit dem Fahrrad befahren worden ist und zu dem die vertikalen Beschleunigungen an der Vorderachse gemessen worden waren. Auf Basis der gemessenen Längsprofile und des Fahrradmodells konnte die Beschleunigung an der Vorderachse simuliert und mit den Messungen verglichen werden.

Die Ergebnisse zeigen insgesamt eine gute Übereinstimmung zwischen Messungen und Rechnungen. Der Korrelationskoeffizient von $R = 0,82$ unterstreicht dies. Das Schwingungsverhalten der Vorderachse des Fahrrades wird durch das Modell bereits gut wiedergegeben und bedarf somit lediglich geringer Parameteranpassungen. Auch die an der Achse gemessenen Beschleunigungen

*Korrelation zwischen
Messung und S01-Wert*

*Achsbeschleunigung:
Messung (grün) und
Rechnung (blau)*



korrelieren eng mit den Unebenheiten in einem Wellenlängenbereich unter einem Meter. Diese Unebenheiten können über die Standardabweichung S01 beschrieben werden.

Fazit

Das entwickelte Fahrradmodell ist in der Lage, die vertikalen Beschleunigungen an der Vorderachse eines Fahrrades realistisch abzubilden. Es werden gute Korrelationen zwischen gemessenen und gerechneten Beschleunigungen ermittelt. Darüber hinaus bietet das Modell die Möglichkeit, die Beschleunigungen an anderen Teilen des Fahrrades, etwa an Lenker und Sattel, zu bestimmen und damit Ganzkörperbeanspruchungen des Radfahrers zu analysieren.

Mit dem Fahrradmodell SimRad steht künftig ein Instrument zur Verfügung, mit dem der Zustand von Radwegen bewertet und die Belastung des menschlichen Körpers analysiert werden kann. ■

Literatur

- [1] Maerschalk G., Oertelt S.: Anforderungen an die Erhaltung von Radwegen
- [2] VDI 2057, Blatt 1: Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen – Ganzkörperschwingungen. Beuth-Verlag, Berlin, 2002
- [3] Waechter M., Riess F., Zacharias N.: A Multibody Model for the Simulation of Bicycle Suspension Systems, Vehicle System Dynamics 2002, Vol. 37, No. 1, pp. 3-28

- [4] Wilczynski H., Hull M.L.: A Dynamic System Model for Estimating Surface-Induced Frame Loads During Off-Road Cycling, Transactions of the ASME 816/ Vol. 116, September 1994
- [5] Niska A., Sjögren L., Gustafsson M.: Measuring the Surface Evenness of Cycle Paths. Development and Test of a Method to Assess the Riding Quality Perceived by Cyclists Based on the Longitudinal Profile of a Cycle Path, VTI Rapport 699, VTI Linköping, Sweden, 2011



Dr. Andreas Ueckermann

Jahrgang 1957

Maschinenbau-Ingenieur

Von 2011 bis Ende 2012 in der BAST, abgeordnet von der RWTH Aachen

Im Referat „Straßenzustandserfassung und -bewertung, Messsysteme“ zuständig für Oberflächeneigenschaften von Straßen

Wie bauen wir in der Zukunft: Straßenbau ohne Öl?

Eine nachhaltige Entwicklung betrifft alle Wirtschaftszweige und stellt das Bauwesen und den Straßenbau vor große und komplexe Herausforderungen. Dabei sind die endliche Verfügbarkeit einzelner Baustoffe, der Aufwand für Gewinnung, Aufbereitung und Verarbeitung, aber auch der Energieverbrauch und die Emissionen für den Transport zur Baustelle zu beachten. Gerade im Straßenbau werden sehr große Massen bewegt.

Der überwiegende Teil des deutschen Straßennetzes besteht aus Asphalt. Das dabei eingesetzte Bindemittel wird durch Destillation aus Rohöl in Raffinerien gewonnen. Erdöl ist der am weitesten erschöpfte Energierohstoff der Erde. Das globale Maximum der Förderung von konventionellem Erdöl, also Öl, das mit konventionellen Explorations-, Förder- und Transporttechniken gewonnen werden kann, wird um 2020 erreicht sein [1]. Bei verstärkter Nutzung von nicht konventionellem Erdöl (Schwerstöl, Ölsande, Ölschiefer) kann dieser Punkt bis maximal 2035 hinaus gezögert werden. Die Verfügbarkeit von Erdöl wird ab diesem Punkt abnehmen. Mittelfristig muss über neue Konzepte nachgedacht werden, um Straßenbau auch zukünftig sicherstellen zu können. Hier sind mehrere Szenarien denkbar, denen im Rahmen einer von der Technischen Universität Clausthal im Auftrag der BASt durchgeführten Studie nachgegangen wurde [2].

Szenarien für den Straßenbau in der Zukunft

Ausgangsszenario: Teures Erdöl und weniger Erdöl

Bei knapper werdendem Angebot und zugleich steigender Nachfrage aus den

Schwellenländern, sind Preissteigerungen für Erdöl unabdingbar. Aufwändige Gewinnungsmethoden, sowohl bei konventionellem als auch nicht-konventionellem Erdöl, werden diesen Trend beschleunigen. Im Falle des Bitumens kommt ein technischer Aspekt hinzu. Durch die Weiterentwicklung der Raffinerietechnik lassen sich immer größere Mengen des Destillationsrückstandes, also Bitumen, zu Treibstoffen weiterverarbeiten. Es tritt somit in direkte preisliche Konkurrenz zu Benzin, Diesel und Kerosin. Ein massiver Preisanstieg für Bitumen scheint unabwendbar. Das Ausgangsszenario ist mittelfristig sehr wahrscheinlich. Als Auswege bieten sich an:

- Nutzung von Ersatzbauweisen, zum Beispiel Betonstraßen.
- Erhöhung der Lebensdauer von Asphaltbefestigungen.
- Reduzierung des Ölverbrauchs, beziehungsweise Fokussierung der Ölnutzung auf die Herstellung langlebiger, oder lebensnotwendiger Güter.



- Erhöhung der Recyclingrate (siehe Szenario A).
- Nutzung nicht-konventioneller Erdöle oder Alternativen zum Erdöl (siehe Szenarien B und C)

Szenario A: Nutzung der Straße als Rohstoff

Im Sinne einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft sind die vorhandenen Infrastrukturen, in diesem Falle die Straßen, nach ihrer Nutzung als neue Rohstoffquellen zu betrachten. Im Asphalt des Straßennetzes der Bundesrepublik Deutschland sind erhebliche Mengen des Bindemittels Bitumen gebunden. Im Jahre 2005 betrug die befestigte Fläche alleine der Bundesautobahnen 269,04 Quadratkilometer. Der Anteil der Asphaltbefestigungen beträgt hier etwa 70 Prozent, im restlichen Straßennetz fast 100 Prozent. Bei einer angenommenen mittleren Dicke des Asphalt oberbaus einer Autobahn von 0,3 Meter und einer Raumdichte von 2,3 Tonnen pro Kubikmeter ergibt sich eine im Oberbau der Autobahnen vorhandene Asphaltmasse von etwa 130 Millionen Tonnen. Hinzu kommt die erheblich größere Menge in den Bundes-, Landes-, Kreis- und Kommunalstraßen.

Da der Neubau von Straßen in Deutschland zunehmend an Bedeutung verlieren wird, stehen für die Erhaltung des Straßennetzes große Mengen an Ausbauasphalt zur Verfügung. Schon jetzt werden etwa 80 Prozent wiederverwendet, im Idealfall kann es jedoch zukünftig zu einem 100 Prozent-Recycling kommen, das heißt die zur Erneuerung anstehenden Straßen werden ausgebaut und die dabei gewonnenen Baustoffe nach Aufbereitung vollumfänglich wieder eingebaut. Hierzu sind noch einige technische Herausforderungen zu bestehen, da derzeit nicht alle Ausbauasphalte für eine Wiederverwendung geeignet sind. Durch Zugabe von

Zusatzstoffen, zum Beispiel Verjüngungsmitteln, können jedoch die Eigenschaften so weit verbessert werden, dass eine Wiederverwendung möglich wird.

Die in Deutschland erzielte Recyclingquote wird jedoch nicht in allen Ländern erreicht, so dass, bei einer globalen Betrachtung, die mögliche Steigerung dieser Quote zu einer großen Einsparung an Bitumen führen würde.

Szenario A ist bereits Stand der Technik und kurz- bis mittelfristig ausweitbar.

Szenario B: Nutzung von nicht-konventionellem Erdöl

Bei nicht-konventionellem Erdöl handelt es sich um einen Rohstoff, der nicht mit konventionellen Explorations-, Förder- und Transporttechniken gewonnen wird. Zu nennen sind hier Schwerstöl, Ölschiefer und Ölsande. Bei letzteren handelt es sich um Gemische aus hochviskosem Erdöl, Wasser, Sand und Ton. Bei einer üblichen Klassifikation des Erdöls über die Dichte, handelt es sich hierbei bereits um natürliches Bitumen. Der Gehalt an Bitumen beträgt etwa zwölf Massenprozent. Große Vorkommen, die bereits ausgebeutet werden, liegen in Kanada, Kasachstan und Russland. Es ist denkbar, dass dieser natürliche Asphalt-Mastix direkt als Asphaltbestandteil genutzt werden kann. Erste Versuche ergaben jedoch eine unzureichende Eignung. Die Gewinnung des enthaltenen Bitumens ist sehr aufwändig, energie- und damit kostenintensiv und tritt wiederum in Konkurrenz zur Treibstoffproduktion. Szenario B verspricht gewisse Erfolgsaussichten, vor allem weil die bestehende Asphaltinfrastruktur weiter genutzt werden kann und sollte durch Forschungseinsatz weiter entwickelt werden.

Szenario C: Alternativen zum Erdöl

Bei stark steigenden Preisen für Erdölprodukte stellt sich automatisch die Frage nach Alternativen, analog den

Bestrebungen, den Straßenverkehr von der direkten Abhängigkeit von fossilen Kraftstoffen zu befreien. Ersatzbindemittel aus nachwachsenden Rohstoffen, zum Beispiel Rapsöl oder Kiefernöl, können die herkömmlichen Bindemittel nur zum Teil ersetzen und sind derzeit in ihrer Anwendung auf das weniger belastete Straßennetz in Form von Instandsetzungsverfahren beschränkt. In Analogie zum Ersatz fossiler Kraftstoffe durch Biokraftstoffe kommt es auch hier zur direkten Konkurrenz zur Produktion von Nahrungsmitteln, aber auch Energieträgern. An dieser Stelle sei angemerkt, dass viele Kunststoffe, die als Ersatzbindemittel verwendet werden können, ebenfalls erdölbasiert sind. Szenario C stellt sich somit als kritisch dar. Sollte dieser Weg weiter verfolgt werden, ist erheblicher Forschungsaufwand nötig.

Fazit

Die Frage „Straßenbau ohne Öl?“ kann also nicht uneingeschränkt mit „Ja“

beantwortet werden, sondern eher mit einem „Ja, aber“. Dem mit hoher Wahrscheinlichkeit eintreffenden Ausgangsszenario „sehr teures Erdöl“ kann nur mit einer Kombination von unterschiedlichen Maßnahmen, also etwa verstärkte Wiederverwendung von Ausbauasphalt und Teilersatz des Bindemittel Bitumens, begegnet werden. Der Straßenbau scheint mittelfristig bis zu einem gewissen Punkt von Erdöl abhängig zu sein. ■

Literatur

- [1] Energierohstoffe 2009. Reserven, Ressourcen, Verfügbarkeit. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Hannover, November 2009
- [2] Zukunftsfähigkeit des Erdölestillats Bitumen, Institute für Geotechnik und Markscheidewesen, Nichtmetallische Werkstoffe, Chemische Verfahrenstechnik, Technische Universität Clausthal, Clausthal-Zellerfeld, 2012

Oliver Ripke

Jahrgang 1967

Bauingenieur

Seit 1997 in der BAST

Stellvertretender Leiter des Referats „Asphaltbauweisen“, zuständig für lärmindernde Asphalte, Erhaltungsbauprodukte, Nachhaltigkeit und Klimawandel



Qualitätssicherung von Waschbetonoberflächen

Die Suche nach einer lärmindernden Oberflächenausführung für Betonfahrbahndecken mit gleichzeitig hohem Griffigniveau führte in den letzten Jahren zur Entwicklung der Waschbetonbauweise. Bei dieser Bauweise wird die obere Mörtelschicht in der Randzone des Oberbetons durch Ausbürsten entfernt und somit die oberflächennahe Gesteinskörnung freigelegt. Mit dem Allgemeinen Rundschreiben Straßenbau Nr. 5/2006 wurde der Waschbeton als lärmarme Straßenoberfläche gemäß „Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen“ RLS-90 mit einem DStrO-Wert von -2 dB(A) eingeführt.

Seit 2007 stellt die Waschbetonbauweise mit Einführung der Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingung (ZTV) Beton-StB 07 eine Regelbauweise dar, so dass Betondecken für Autobahnen oder autobahnähnliche Straßen heute fast ausschließlich mit dieser Oberflächenstruktur hergestellt werden.

Die Anwendung der Waschbetonbauweise erforderte eine Veränderung der Betonzusammensetzung des Oberbetons und der allgemeinen Fertigungsabläufe. Als

wesentliche Änderungen sind die Erhöhung des Mindestzementgehaltes (mehr als 420 kg/m^3) und die veränderte Sieblinie in Kombination mit dem Größtkorn zu nennen. So ist für die Herstellung von Waschbeton ein Gesteinskörnungsgemisch 0/8 mm (Ausfallkörnung oder Körnung mit stetiger Sieblinie) aus mindestens zwei Korngruppen zusammzusetzen. An die Gesteinskörnung werden dabei hohe Anforderungen, wie an die Polierresistenz, die Kornform und an die Bruchfähigkeit, gestellt. Die Waschbetonbauweise umfasst im Vergleich zu den früheren Regelbauweisen weitere Besonderheiten bei der Herstellung. So wird nach dem Einbau des Oberbetons ein Kombinationsmittel aus Oberflächenverzögerer und Nachbehandlungsmittel aufgebracht, um ein Ausbürsten der oberflächennahen Mörtelschicht zu einem späteren Zeitpunkt zu ermöglichen.

Die BAST führte seit Einführung der Waschbetonbauweise baubegleitend ausgewählte Untersuchungen an derartigen Betonfahrbahndecken durch. Diese umfassen neben allgemeinen Prüfungen, wie Ermittlung der Mörtelschichtdicke, Bestimmung der Auftragsmenge des Kombinationsmittels, Ausbreitmaß, Frischbeton- und Lufttemperatur auch Prüfungen, die eine Beurteilung oder Charakterisierung der Waschbetonoberflächen erlauben.

Das sind:

- Dokumentation der Makrotextur mittels Fotografie,
- Ermittlung der Texturtiefe (MTD) mittels Sandfleckmethode (SFM),
- Bestimmung der Profilspitzenanzahl,
- Griffignivomessung mit dem Seitenkraftmessverfahren (SKM) zur Bestimmung des Reibbeiwertes (μSKM),





- Geräuschpegelmessung (Reifen-Fahr-bahn-Geräusch) mittels Statistischer Vorbeifahrt-Methode (SPB) und mit der Nahfeldmethode (CPX).

Beurteilung der Oberflächen-textur

Das Oberflächenbild eines Waschbetons stellt sich im Allgemeinen von Baumaßnahme zu Baumaßnahme sehr facettenreich dar. Es wird dabei maßgeblich durch die Ausbürsttiefe und die jeweils verwendete Gesteinskörnung geprägt. Hier sind in erster Linie die Korngrößenverteilung sowie die Kornform und -farbe von Bedeutung. Die Beurteilung der Waschbetonoberfläche erfolgt gemäß Regelwerk anhand der zwei Kenngrößen Texturtiefe und Griffigkeit. Eine direkte qualitative Bewertung der Textur wird derzeit nicht gefordert.

Die Texturtiefe (Makrotexturtiefe) wird mit Hilfe eines volumetrischen Verfahrens, der Sandfleckmethode, gemäß der Technischen Prüfvorschrift (TP) Beton-StB 2010 und nach DIN EN 13036-1 bestimmt. Am Bauwerk „Straße“ sind letztlich die in der ZTV Beton-StB 07 vorgegebenen Werte (Texturtiefe: 0,6 Millimeter bis 1,1 Millimeter) einzuhalten. Messungen auf 32 Waschbetonstrecken zeigten, dass der größte Anteil der mittleren Texturtiefen im Bereich von 0,6 und 0,9 Millimetern liegt. Somit werden die Anforderungen gemäß ZTV Beton StB 07 im Wesentlichen eingehalten.

Um weiterführende Aussagen zur Texturausbildung der Waschbetonoberfläche treffen zu können, wird in letzter Zeit neben der Makrotexturtiefe häufig auch die Anzahl der Profilspitzen bestimmt. Sie erfolgt in Anlehnung an das österreichische Normenwerk (Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen 08.17.02). Hier wird beispielsweise in der Erst- und Kontrollprüfung für eine Waschbetonoberfläche mit einem Größtkorn von acht Millimetern eine Profilspitzenanzahl von 60 Profilspitzen gefordert. Gezählt werden dabei alle an der Oberfläche freigelegten Profilspitzen der Gesteinskörnung größer oder gleich vier Millimeter, die auf einer Prüffläche von 25 Quadratzentimetern lokalisiert werden. An den untersuchten Strecken stellte sich die mittlere Profilspitzenanzahl sehr unterschiedlich dar. Die gezählten Profilspitzen, die sich als mehr oder weniger aus dem Mörtel herausragende Gesteinskörnung darstellen, lassen jedoch keine Information über die räumliche Situation zu. Bei einem Wert von zirka 60 Profilspitzen ist zu erwarten, dass eine nahezu homogene Verteilung auf der Prüffläche vorliegt. Weist die Prüffläche hingegen eine geringe Profilspitzenanzahl auf, ist von einer inhomogenen oder suboptimalen Verteilung auszugehen.

Griffigkeitsmessungen

Die Anforderung an die Fahrbahnoberfläche in Bezug auf ihre Griffigkeit ist von übergeordneter Bedeutung, da sie für die

Makroaufnahmen von drei verschiedenen Waschbetonoberflächen

Gewährleistung der Verkehrssicherheit unabdingbar ist. In den ZTV Beton-StB 07 sind demzufolge Grenzwerte für die Griffigkeit einer Betondecke zum Zeitpunkt der Abnahme und für den gesamten Zeitraum bis zum Ablauf der Verjährungsfrist für Mängelansprüche aufgeführt. Diese Griffigkeitskennwerte können mit dem Seitenkraft-Messverfahren (SKM) bei unterschiedlichen Messgeschwindigkeiten gemäß TP Griff-StB ermittelt werden. Anhand der Ergebnisse aus SKM-Messungen, etwa sechs bis zwölf Wochen nach Verkehrsfreigabe und einer Messgeschwindigkeit von 80 Kilometern pro Stunde, ist festzustellen, dass für die Waschbetonoberfläche durchgehend sehr gute Griffigkeitswerte erreicht wurden. Es ist davon auszugehen, dass neben der Mikrorauigkeit insbesondere die ausgeprägte Makrorauigkeit der Waschbetonoberfläche entscheidend für deren positive Griffigkeitsausbildung ist. Die gewünschte Griffigkeit von $\mu\text{SKM} = 0,46$ wird bei allen Strecken sicher erreicht. Auch haben die Erfahrungen der letzten Jahre gezeigt, dass mit der Herstellung von Waschbetonoberflächen im Betonstraßenbau die Griffigkeit zum Zeitpunkt der Abnahme von Neubaustrecken sicher erreicht werden kann. Erste Untersuchungen zur zeitlichen Entwicklung der Griffigkeit über den Zeitraum bis zum Ende der Verjährungsfrist von fünf Jahren für die Gewährleistung zeigen ebenfalls ein durchgehend hohes

Griffigkeitsniveau. Diese Entwicklung wird in gleicher Weise über den weiteren Nutzungszeitraum der Betonfahrbahnen erwartet.

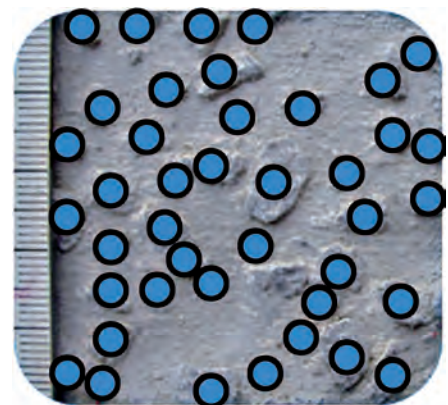
Geräuschpegelmessung

Die Bewertung verschiedener Waschbetonoberflächen und -texturen erfolgte in den Jahren 2008 bis 2010 mittels Statistischer Vorbeifahrtmethode (SPB). Insgesamt wurden zehn Waschbetonstrecken hinsichtlich ihrer Geräuschemission untersucht. Die statistische Auswertung der ermittelten Emissionspegel zeigt, dass die untersuchten Waschbetonoberflächen unter Berücksichtigung des Toleranzbereiches eine Pegelminderung von 2 dB(A) aufweisen. Für die Beurteilung der akustischen Homogenität der jeweiligen Waschbetonstrecke wurden die Reifen-Fahrbahn-Geräusche mit dem CPX-Verfahren erfasst.

Zusammenhänge zwischen Texturparametern und Oberflächeneigenschaften

Der im Regelwerk verankerte Einzahlwert (MTD) dient der allgemeinen Bestimmung der mittleren Texturtiefe und der Steuerung der Oberflächenhomogenität hinsichtlich ihrer Rautiefe. Eine Evaluierung der Griffigkeit kann über diesen Wert jedoch nicht erfolgen. Die Kontaktpunktdichte einer Oberfläche besitzt Einfluss auf deren akustische Eigenschaften. Die Bestimmung der Profilspitzenanzahl stellt

Einfluss der Profilspitzenanzahl auf die mechanische Anregung des Reifens (links), Verteilung der Profilspitzen auf der Waschbetonoberfläche (rechts)



somit eine einfache Methode dar, die vorhandenen Stützstellen bezogen auf eine definierte Fläche zu ermitteln. Durch eine nachträgliche Visualisierung in der Fläche kann die Homogenität der Gesteinskörner hinsichtlich ihrer Verteilung an der Oberfläche beschrieben werden. Der derzeitige Kenntnisstand zeigt, dass die Profilspitzenanzahl eine Auswirkung auf das Reifen-Fahrbahn-Geräusch besitzt. So wird durch die Kontaktpunktzahl oder -dichte insbesondere die mechanische Anregung des Reifens beeinflusst. Eine schalltechnisch günstige Oberfläche mit typischer plateauartiger Ausbildung, wie sie bei gewalzten Asphalten auftritt, kann mit den herkömmlichen Herstellungstechnologien nicht erzielt werden.

Ausblick

Die Ergebnisse zeigen, dass mit Waschbetonoberflächen im Betonstraßenbau die Griffigkeit zum Zeitpunkt der Abnahme von Neubaustrecken zielsicher erreicht werden kann. Hinsichtlich der Geräuschemission kann festgehalten werden, dass die Waschbetonoberflächen der Eingruppierung als lärmarme Fahrbahndecke entsprechen. Die Ergebnisse zeigen auch, dass die technischen Potenziale

der Schallreduktion bei dieser Bauweise noch nicht abschließend erschlossen sind. Bisherige Untersuchungen hinsichtlich der Texturausbildung haben gezeigt, dass eine Lärmoptimierung auf der Ebene eines Einzelparameters „Texturtiefe“ nicht möglich ist. Daher sollen künftig räumlich orientierte Texturparameter verwendet werden, da sie eine genauere Beschreibung der Oberfläche erlauben. Diese können aus der Topographie der Waschbetonoberfläche gewonnen werden. Grundlegend ist das Optimierungspotenzial in der Gesteinskörnung und der Texturausprägung zu suchen, welches sich aus der Makrotextur ergibt. Für die Praxisanwendung ist aus heutiger Sicht die Ermittlung der Profilspitzenanzahl zu empfehlen. Dabei ist zu beachten, dass für die Beurteilung derzeit kein allgemeingültiger Bewertungshintergrund vorliegt. ■

Dr. Ulrike Stöckert

Jahrgang 1971

Bauingenieurin

Seit 2003 in der BAST

Leiterin des Referats „Betonbauweisen, Lärm mindernde Texturen“



Dr. Marko Wieland

Jahrgang 1971

Bauingenieur

Seit 2008 in der BAST

Stellvertretender Leiter des Referats „Betonbauweisen, Lärm mindernde Texturen“
für den Bereich „Betonbauweisen“



Mehrfachmodifikation von Bindemitteln

Die Mehrfachmodifikation von Bitumen verbessert dessen Eigenschaften und verlängert damit die Haltbarkeit von Asphaltstraßen. Für nicht-modifizierte Bitumen gibt es aufgrund der langjährigen Verwendung im Asphaltstraßenbau auf Erfahrung basierende Beurteilungskriterien. Diese fehlen jedoch, wenn die Komplexität des Bindemittels durch mehrfache Modifikation erhöht wird.

Bitumen wird bereits seit mehr als 150 Jahren als Bindemittel im Asphaltstraßenbau eingesetzt. Wesentliche Vorteile sind seine Verfügbarkeit, der vergleichsweise günstige Preis und die einfache und schnelle Verarbeitbarkeit. Insbesondere der letzte Aspekt ermöglicht prinzipiell die Reduzierung baustellenbedingter Verkehrsbehinderungen auf einen kurzen Zeitraum.

Gestiegene Anforderungen

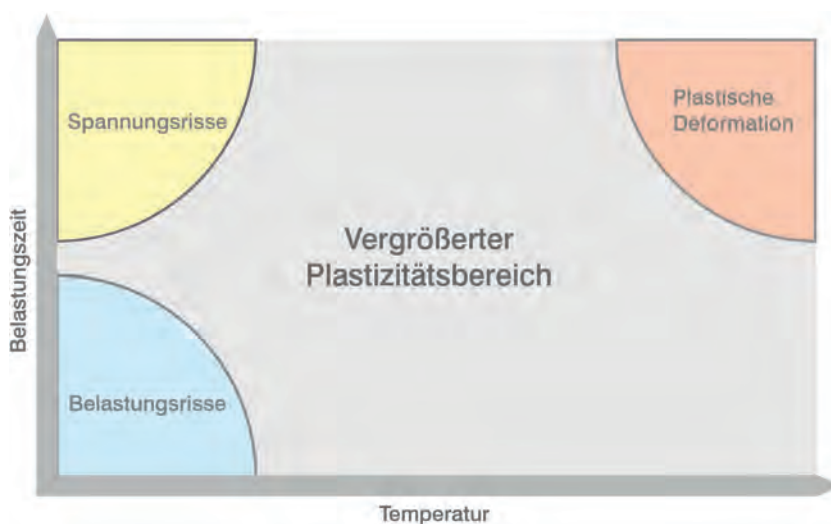
In den letzten Jahrzehnten sind die technischen Anforderungen an Asphaltstraßen durch den stetig zunehmenden Schwerlastverkehr erheblich gewachsen. Neue Asphaltbeläge mit immer hohlraumreicheren Strukturen tragen ebenfalls dazu bei, dass Bitumen hinsichtlich seiner Langzeitfunktion an seine Grenzen stößt. Darüber

hinaus sind die Kosten und die Verfügbarkeit von Bitumen zu einem Diskussions-thema geworden. Um die Nutzungsdauer von Asphaltstraßen zu erhöhen, werden durch die Zugabe von Polymeren einige Eigenschaften des Bitumens verbessert. So kann insbesondere die Resistenz gegenüber Spurrinnenbildung durch die Wirkung der Polymere erhöht werden. Um jedoch die Funktionsfähigkeit von Asphaltbelägen über einen weiten Temperaturbereich sicherzustellen, muss der gesamte Plastizitätsbereich berücksichtigt werden.

Wirkt eine mechanische Belastung auf eine Straßenoberfläche ein, dann treten in Abhängigkeit von der Einwirkzeit und der jeweiligen Temperatur unterschiedliche Effekte auf. Bei hohen Temperaturen sowie einer langen Dauer der mechanischen Belastung kommt es zur Deformation der Asphaltstruktur und damit zur Bildung von Spurrinnen. Bei niedrigen Temperaturen und bei kurzzeitiger hoher mechanischer Belastung besteht die Gefahr der Bildung von Belastungsrissen. Ist dagegen der Asphaltbelag längere Zeit tiefen Temperaturen ausgesetzt, kann es zur Bildung von Spannungsrissen kommen.

Bindemittel

In erheblichem Maße hängt die Reaktion des Asphaltstraßenbelags von den chemisch-physikalischen Eigenschaften des Bindemittels ab. Die praktische Erfahrung lehrt, dass eine höhere Viskosität des Bindemittels die Resistenz gegen Spurrinnenbildung erhöht. Dagegen ist eine niedrige Viskosität des Bindemittels bei tiefen Temperaturen vorteilhaft. Durch die Zugabe von Polymeren, wie dem üblicherweise verwendeten Styrol-Butadien-Styrol Block-Copolymer (SBS) gelingt es auf einfache Weise die Viskosität von Bitumen zu erhöhen. Weitaus schwieriger ist



es, gleichzeitig die Plastizitätsspanne bei tiefen Temperaturen zu vergrößern. In diesem Temperaturbereich sind vor allem die Eigenschaften der verwendeten Basisbitumen maßgebend.

Polymere

Polymere können hinsichtlich ihrer Zusammensetzung, Molmassenverteilung, Struktur und Vernetzung auf die Erfordernisse optimal eingestellt werden. So ist es möglich, durch Zugabe eines weiteren andersartigen Polymeres auch für tiefe Temperaturen Verbesserungen zu erzielen. Die kombinierte Anwendung von Polymeren ist nicht grundsätzlich neu. Bereits in der Vergangenheit wurde zum Beispiel die Kombination von SBS und Ethylvinylacetat (EVA) erfolgreich eingesetzt. Außer EVA gibt es jedoch eine Vielzahl weiterer Polymere, die geeignet sind die chemischen und physikalischen Eigenschaften von Bitumen gezielt zu verändern.

Additive

Zu den Bitumenmodifizierungsmitteln zählen auch Additive, die zur Verbesserung anderer Funktionen eingesetzt werden.

Beispielsweise werden Paraffine und Fettsäureamide verwendet, um niedrigere Verarbeitungstemperaturen zu ermöglichen. Die Haftung von Bitumen an haftkritischen Gesteinen wird durch Zugabe von speziellen Aminen verbessert.

Kombinationen

Bei der kombinierten Anwendung von Polymeren und Additiven treten oftmals komplexe Wechselwirkungen auf, die bisher noch nicht näher untersucht wurden. Experimente mit verschiedenen Polymerkombinationen zeigen, dass Verbesserungen von bestimmten Bindemittleigenschaften gelegentlich zu ungünstigen Veränderungen anderer Eigenschaften führen. Deshalb sind mehrfachmodifizierte Bindemittel in ihrer ganzheitlichen Wirkung zu prüfen und zu beurteilen. Diese Aufgabe ist aufgrund der Komplexität des betrachteten Systems nicht einfach zu lösen. Dennoch lohnt es sich daran zu arbeiten, da durch mehrfache Modifikation das für den jeweiligen Anwendungsfall optimal geeignete Bindemittel „maßgeschneidert“ werden kann. Dies ist in Anbetracht der stetig wachsenden technischen Anforderungen und der wirtschaftlichen Zwänge eine Notwendigkeit. ■

Dr. Volker Hirsch

Jahrgang 1957

Chemiker

Seit 1998 in der BAST

Leiter des Referats „Chemische Grundlagen und Umweltschutz“



Verkehrstechnik: dynamisch, umweltbewusst und Lkw-tauglich



Feldversuch mit Lang-Lkw

Wie schwer sind Lkw wirklich?

Erhöhung der Lkw-Parkraumkapazität an BAB



**Intelligente Verkehrssysteme auf dem Transeuropäischen
Straßennetz**

Sichere Salzversorgung im Winter

Monitoring Leitfaden für Grünbrücken

**Geräuschemissionen beim Überfahren von
Agglomeratsmarkierungen**

Intelligente Verkehrssysteme auf dem Transeuropäischen Straßennetz

Das Potenzial Intelligenter Verkehrssysteme (IVS) zur Erhöhung der Verkehrssicherheit, Verbesserung des Verkehrsflusses und Senkung der Umweltbelastung kann nur ausgeschöpft werden, wenn IVS-Dienste den Straßenverkehrsteilnehmern durchgängig und kontinuierlich zur Verfügung stehen. Die Europäische Kommission hat einen Aktionsplan und eine Richtlinie (2010/40/EU) erlassen, die den Rahmen für die beschleunigte Umsetzung von IVS setzen. Die konkrete harmonisierte Umsetzung wird wesentlich von dem Programm EasyWay getragen. Hieran beteiligt sind rund 150 Straßenbehörden und –betreiber aus nahezu allen Mitgliedsstaaten der Europäischen Union. EasyWay wird kofinanziert durch die Europäische Kommission im Rahmen des Mehrjahresprogramms für das Transeuropäische Verkehrsnetz (Förderung seit 2007: 200 Millionen Euro, Gesamtinvestitionen: rund eine Milliarde Euro).

Das Dienstespektrum von EasyWay umfasst Verkehrsmanagementdienste (in Verantwortung der Straßenbetreiber) und Verkehrsinformationsdienste (unter Beteiligung der Straßenbetreiber) sowie spezifische Dienste für Güterverkehr und Logistik. Daneben widmet sich EasyWay in weiteren Experten- und Studiengruppen den Themen Harmonisierung von Wechselverkehrszeichen, Protokolle für den harmonisierten Austausch dynamischer Verkehrsdaten (DATEX II) und Infrastruktur für Informations- und Kommunikationstechnologien. Im Auftrag des Bundesverkehrsministeriums (BMVBS) hat sich die BASt in den drei letztgenannten Bereichen engagiert und für DATEX II die Koordination der Experten- und Studiengruppe übernommen. Zudem stellt die BASt für die EasyWay Phase 2 (2010-2012) mit

Stefan Strick, dem BASt-Präsidenten, den Vorsitzenden des Aufsichtsgremiums (Supervisory Program Board) von EasyWay.

Harmonisierte Umsetzung

Ein zentrales Arbeitsergebnis von EasyWay stellt die Erstellung von Regelwerken für die einzelnen Dienste dar: Deployment Guidelines (DG). Diese Regelwerke entfalten für künftige Umsetzungsphasen eine Bindungswirkung. Sie kommen einer Selbstverpflichtung der Projektpartner gleich, förderfähige Umsetzungen gemäß der in den insgesamt 19 Deployment Guidelines dargelegten Weise auszugestalten. Eine unmittelbare rechtliche Bedeutung erfahren die Regelwerke nicht. Es ist jedoch möglich, dass Erlasse auf europäischer Ebene (Spezifikationen für prioritäre Dienste im Rahmen der IVS-Richtlinie) diese Regelwerke heranziehen und dadurch Teile auch in Deutschland Gültigkeit erlangen können.

Das BMVBS hat die BASt beauftragt, die Entwürfe der Regelwerke aus deutscher Sicht und im Hinblick auf die Kompatibilität mit deutschen Regelwerken zu bewerten. Darüber hinaus hat die BASt für das BMVBS die im Rahmen der Konsultation der Mitgliedsstaaten eingehenden Stellungnahmen der Bundesländer sowie der beteiligten Fachorganisationen (FGSV, IVS-Beirat) kommentiert. Die Kommentierung wurde in verschiedenen Phasen zu einer nationalen Stellungnahme verdichtet. Es ist so gelungen, deutsche Positionen dort, wo sie nicht bereits im Erstellungsprozess Eingang gefunden haben, in die Regelwerke einzubringen, zum Beispiel zu Wechselverkehrszeichen. Insgesamt sind die Deployment Guidelines als ein Meilenstein für die harmonisierte IVS-

Umsetzung zu bewerten. Dabei ist das Ergebnis stets eine Balancefindung zwischen dem konsensfähigen gemeinsamen Nenner der beteiligten europäischen Partner und dem Bemühen, den hohen technischen Standard von deutschen Regelwerken nicht zu verwässern.

Experten- und Studiengruppe Wechselverkehrszeichen

Die Experten- und Studiengruppe zu Wechselverkehrszeichen (ESG 4) ist aus dem Mare Nostrum-Projekt hervorgegangen, welches eine erste Version eines „Working Books“ mit einer europäischen Zusammenstellung von Wechselverkehrszeichen und Anzeigestandards realisiert hat. An der Fortsetzung dieser Arbeit in EasyWay wirkt die BASt seit Anbeginn mit und hat folgende Beiträge geleistet:


- Sie hat sich maßgeblich an der Erstellung der Deployment Guideline für

Wechselverkehrszeichen beteiligt und deutsche Positionen darin verankert.

- Die Ergebnisse haben zu einem Vorschlag zur Anpassung Wiener Konvention für Verkehrszeichen in Bezug auf die Wechselverkehrszeichen geführt. Die BASt hat in der Arbeitsgruppe mitgewirkt und in Zusammenarbeit mit dem BMVBS eine Stellungnahme für die UN-ECE erarbeitet, die in laufende Konsultationen eingebracht wird.
- Darüber hinaus wurden und werden zur Feststellung der Eignung und Verständlichkeit von neuen Wechselverkehrszeichen sowie Anzeigestandards verschiedene Tests auf europäischer Ebene durchgeführt und ausgewertet. Ein neuer Test auf Basis eines Fahrsimulators ist 2012 erarbeitet worden und befindet sich kurz vor dem Start.

Übersicht über das Dienstespektrum und die Einsatzempfehlungen (Deployment Guidelines)

Einsatzempfehlungen zu Intelligenten Verkehrssystemen



Reiseinformationsdienste

- TIS Referenzdokument
- Informationen über Verkehrseignisse als Prognose und in Echtzeit
- Dienst für Verkehrslage- und Reisezeitinformationen
- Information über Geschwindigkeitsbegrenzungen
- Wetterinformationsdienst
- Komodale Reiseinformationsdienste

Verkehrsmanagementdienste

- Dynamisches Fahrstreifenmanagement
- Variable Geschwindigkeitsbegrenzungen
- Zuflussregelung
- Temporäre Seitenstreifenfreigabe
- Zwischenfallwarnung und -management
- Lkw-Überholverbot
- Verkehrsmanagement von Korridoren und Netzen

Fracht- und Logistikdienste

- Intelligentes und sicheres Lkw-Parken
- Zugang zu Sondertransportvorschriften

Harmonisierung der Wechselverkehrszeichen: Grundsätze der Gestaltung
Informations- und Kommunikationstechnologien: EasyWay Betriebsumfelder
Datenaustausch-Schnittstellen: Datex II

Experten- und Studiengruppe DATEX II

Gegenstand der Experten- und Studiengruppe zu DATEX II (ESG 5) ist die (Weiter-) Entwicklung eines Austauschstandards für dynamische Straßenverkehrsdaten. Verkehrsmanagement- und Verkehrsinformationsdienste erfordern eine grenzüberschreitende und zuständigkeitsübergreifende Zusammenarbeit beteiligter Partner. DATEX II stellt somit ein unverzichtbares Element zur Lösung der IVS-Schnittstellen-Herausforderung dar. Die Ergebnisse von DATEX II lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Ein wesentliches Arbeitsergebnis im Berichtszeitraum ist die Standardisierung reifer Teile von DATEX II (Methodik, Ortsreferenzierung, Verkehrssituationen) als CEN Technische Spezifikation 16157. DATEX-Profile finden sich in den meisten EasyWay Deployment Guidelines. DATEX II wird auch in den Entwürfen für Spezifikationen im Rahmen der IVS-Richtlinie als Datenaustauschstandard zitiert.
- Das im zweijährigen Turnus stattfindende DATEX-Nutzerforum (2012 durch BMVBS/BASSt und Swedish Transport Administration in Stockholm organisiert) hat deutlich gemacht, dass sich DATEX einer wachsenden öffentlich-privaten Nutzergemeinschaft erfreut. Berichte über erfolgreiche Implementierungen sind von zentraler Bedeutung für diese Veranstaltung.
- Im Rahmen einer Arbeitsgruppe unter BASSt-Leitung haben EasyWay und TISA (Traveller Information Services Association) die Interoperabilität der Datenaustauschstandards DATEX und TPEG (Transport Protocol Experts Group) gezeigt. Auf einschlägigen Kongressen (IVS-Weltkongress, IVS in Europa, EasyWay-Jahrestreffen) wurde so die

Abdeckung der gesamten Wertschöpfungskette für Verkehrsinformationen von der Erfassung bis zum Nutzer demonstriert.

Projektgruppe Kooperative Systeme

In der Projektgruppe „Kooperative Systeme“ im Rahmen der ESG 6 (IKT-Infrastruktur) hat die BASSt federführend eine Stakeholder-Analyse durchgeführt und sich an den Abschätzungen der Wirtschaftlichkeit maßgeblich beteiligt:

- Ziel der Stakeholder-Analyse ist die Identifikation möglicher Rollen des Straßenbetreibers im Zusammenhang mit dem Betrieb ausgewählter kooperativer Dienste (unter anderem Benachrichtigung über lokale Gefahrenstellen, Warnung vor vorausliegendem Stau, Warnung vor vorausliegender Baustelle) sowie die Beschreibung der Erwartungen und Standpunkte in Bezug auf Rollen und Verantwortlichkeiten.
- Die aus Sicht des Straßenbetreibers durchgeführte Expertenbewertung (Kriterien: Qualität, Organisation des Betriebsprozesses und Kosten des Dienstes) identifiziert Stärken und Schwächen verschiedener Funktionsschemen und Rollenprofile. Im Gesamtergebnis über alle Kriterien zeigt sich keine klare Präferenz für eine der Optionen. Hybride Kommunikationslösungen unter Einbeziehung von WLAN und zellulärem Mobilfunk stellen allerdings ein Maximum an Anwendungsmöglichkeiten und Verfügbarkeit bereit. So lässt sich unterschiedlichen Anforderungen am besten begegnen, zum Beispiel Zeitkritikalität von Gefahrenwarnungen, Abstimmung der Routenempfehlungen mit Verkehrsmanagementstrategien.
- Aufbauend auf einer Analyse der mit kooperativen Systemen verbundenen

Chancen und Risiken werden Erfolgsfaktoren aufgezeigt, die für die erfolgreiche Einführung kooperativer Systemen von Bedeutung sind, zum Beispiel Vereinbarungen zu Richtlinien und Strategien für die Routenführung, organisatorische Weiterentwicklung von PPP (Public Private Partnership), Normung und Standardisierung, Klärung der rechtlichen Situation, Einhaltung der Anforderungen hinsichtlich des Schutzes von persönlichen Daten, Sensibilisierung und Akzeptanzförderung der Zielgruppen für kooperative Systeme.

- Abschätzungen der Nutzen und Kosten für Bündel kooperativer Dienste zeigen die Wirtschaftlichkeit der kooperativen Anwendungen für einzelne Mitgliedsstaaten und die EU als Ganzes. Die Verbesserung des Verkehrsflusses und die daraus resultierenden Zeitgewinne stellen die größte Nutzenquelle dar. Entsprechend stellt sich das Verhältnis von Nutzen zu Kosten dort am Günstigsten dar, wo die größten Stauprobleme liegen. Die Erhöhung der Verkehrssicherheit und die Senkung des Kraftstoffverbrauchs tragen ebenfalls wesentlich zu den entstehenden Nutzen bei. ■

Dr. Torsten Geißler

Jahrgang 1971

Volkswirt

Seit 2010 in der BAST

Im Referat „Kooperative Verkehrs- und Fahrerassistenzsysteme“ zuständig für Einführungsstrategien von Technologien und Diensten unter Beteiligung von Markt und Staat



Roland Schindhelm

Jahrgang 1956

Maschinenbauingenieur

Seit 2002 in der BAST

Im Referat „Kooperative Verkehrs- und Fahrerassistenzsysteme“ zuständig für Gestaltung und Bewertung der Mensch-Maschine-Schnittstelle von Fahrerassistenzsystemen sowie für Konzepte und Implementierungsfragen zu kooperativen Verkehrssicherheitssystemen



Tobias Teichner

Jahrgang 1975

Raumplaner

Seit 2008 in der BAST

Im Referat „Verkehrsbeeinflussung und Straßenbetrieb“ zuständig für Verkehrsbeeinflussung inner- und außerorts



Sichere Salzversorgung im Winter

Über mehrere Wochen andauernde Schneefälle prägten den Winter 2009/10 und ganz besonders den Dezember 2010. Betroffen waren in untypischer Weise nicht nur die Gebirge sondern gleichzeitig auch große Teile des deutschen Flachlandes. Der Schneefall schränkte den Verkehr erheblich ein, obwohl die Winterdienste mit allen verfügbaren Kräften rund um die Uhr arbeiteten. Neben dem Schneeräumen mussten die Straßenbauverwaltungen auch viel Tausalz ausbringen, damit sich der Schneefall nicht durch den Verkehr zu dicken Eisschichten verfestigte. Diese würden im noch viel größeren Umfang den Straßenverkehr behindern.

Die großflächigen und langanhaltenden winterlichen Situationen führten zu erheblichen Lieferproblemen beim Tausalz. In der Folge konnten nicht mehr alle verkehrswichtigen Straßen im vollen Umfang bearbeitet werden. In wenigen Fällen kam es sogar zu kurzzeitigen Sperrungen von Autobahnabschnitten.

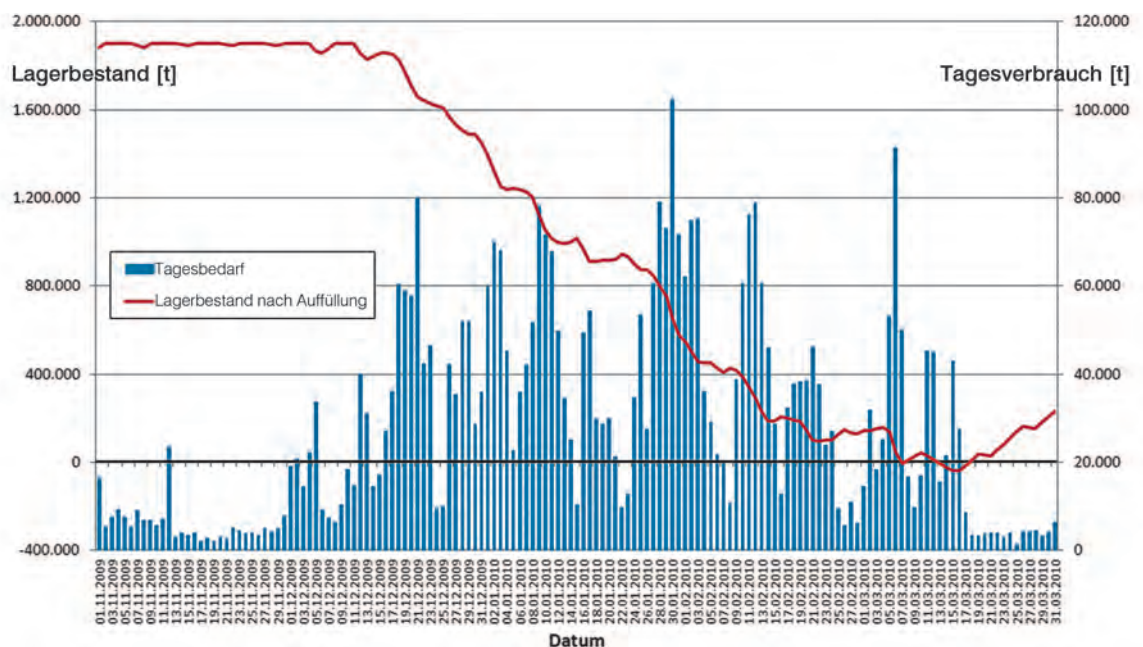
Neues Modell

Damit extremes winterliches Wetter den Verkehr zukünftig weniger beeinflusst,

waren neue Überlegungen bezüglich einer stabilen Salzversorgung notwendig. Eine erste wesentliche Aufgabe bestand in der Abschätzung, welche Salzmen gen zu liefern gewesen wären, um den geforderten Winterdienst aufrecht erhalten zu können. Bisherige Berechnungsmodelle bieten nur relative Vergleiche der Strenge verschiedener Winterperioden (Winterlichkeit). Konkrete Salzverbräuche lassen sich daraus nicht ableiten.

In einem neuen Modellansatz soll der Salzbedarf in konkreten Mengen abgeschätzt werden. Grundlagen des Modells bilden hierzu die Klimadaten von über 500 Messstationen des Deutschen Wetterdienstes. Zusammen mit den Längendaten der einzelnen Straßenkategorien und Streuszenarien zu den verschiedenen Glättestufen lassen sich notwendige Salzmen gen abschätzen. Die Streuszenarien beruhen auf den Empfehlungen für die Einsatzkräfte zu auszubringenden Streudichten je Glättestufe in Gramm je Quadratmeter. Weiterhin werden die Winterdienstzeiten für die unterschiedlichen Straßenkategorien (Autobahnen, Land- und Stadtstraßen) berücksichtigt.

Geschätzte bundesweite Tagesverbräuche von Tausalz im Winter 2009/2010 nach einem neuen Berechnungsmodell und die Entwicklung des bundesweiten Lagerbestandes



Eine durchgeführte Rechnung zeigt in der Grafik exemplarisch die geschätzten täglichen bundesweiten Tausalzverbräuche für den Winter 2009/10. Jede Säule gibt den täglichen Bedarf an. Der höchste Tagesbedarf in diesem Winter ergibt nach diesem Modellansatz einen Wert von etwas über 100.000 Tonnen bundesweit für alle Straßen (Zahlenangaben siehe rechte y-Achse). Die rote Linie zeigt die Entwicklung des Lagerbestandes in den Straßenbauverwaltungen. Dieser ist mit einer Menge von 1,9 Millionen Tonnen angenommen (Zahlenangaben siehe linke y-Achse). In dieser Linie sind Nachlieferungen der Salzindustrie berücksichtigt.

Lagerbestände

In dem idealisierten Beispiel in der Grafik kann der Lagerbestand von Montag bis Freitag jeweils mit 30.000 Tonnen Tausalz aufgefüllt werden. Bis Mitte Dezember ist dies nicht erforderlich, da weniger verbraucht wird, als neu angeliefert werden kann. Ab Mitte Dezember bis Mitte März übersteigt der tägliche Tagesbedarf an sehr vielen Tagen die Nachliefermenge. Der Lagerbestand sinkt kontinuierlich. Bis Mitte März sind die Lagerbestände aufgebraucht. An einigen Tagen kann der Bedarf durch die Nachlieferungen nicht mehr gedeckt werden.

Die Modellrechnungen führen zu verschiedenen Erkenntnissen. Zu einem zeigen sie die Notwendigkeit der sofortigen Nachbestellung von verbrauchtem Tausalz. Nicht bestellte Nachlieferungen können später aufgrund der begrenzten täglichen Liefermöglichkeiten der Salzlieferanten nicht mehr nachgeholt werden. Weiterhin zeigt das Beispiel einen notwendigen höheren Anfangsbestand, wenn keine höheren Nachlieferungsmengen möglich sind.

Die Modellrechnungen führten zusammen mit den Erfahrungen der Straßenbauverwaltungen zu neuen Maßstäben zur Vorhaltung von Tausalzen. Für die Bundes-

und Landesstraßen haben viele Straßenbauverwaltungen die Salzlagerkapazitäten deutlich erhöht. Dabei haben sie vorrangig zentrale Zwischenlager geschaffen, von denen kostengünstig eine gezielte Versorgung der Meistereien erfolgen kann. Durch weitere Modellrechnungen für die verschiedenen Regionen sollen diese noch besser den regionalen Anforderungen angepasst werden.

Eine ausreichende Salzversorgung in strengen Winterperioden soll aber nicht nur durch höhere Lagerkapazitäten gesichert werden. Forschungsschwerpunkte der BAST zielen auf eine wesentliche Senkung des Salzverbrauchs.

*Solesprühfahrzeug
im Einsatz*



Salzsole

BAST-Untersuchungen brachten den Nachweis, dass durch den Einsatz von Salzsole der Salzverbrauch bei vielen Einsätzen wesentlich gesenkt werden kann. Sie ist vor allem bei vorbeugenden Einsätzen gegen alle Glättearten sinnvoll. Bis auf Einsätze gegen höhere Schneefallmengen oder gegen Glatteis ist sie in den meisten Fällen ausreichend. Durch eine nachgewiesene bessere Verweildauer der Sole auf der Fahrbahn im Vergleich zum bislang eingesetzten Feuchtsalz lassen sich bei den genannten Einsatzfällen bis zu 50 Prozent Salz einsparen. Das Feuchtsalz verschwindet viel schneller von der Fahrbahn als die Lösung. Damit werden

nicht nur Kosten und Umweltschäden verringert. Die höhere Liegedauer kann auch die Verkehrssicherheit erhöhen.

Im schneereichen Winter 2009/10 hätten die Straßenbauverwaltungen bei einer vollständigen Anwendung von Tausalösungen ihren Salzbedarf um rund 20 Prozent reduzieren können. Die Schwierigkeiten bei der Salzversorgung wären dadurch wesentlich geringer ausgefallen oder ganz ausgeblieben.

Die Ergebnisse der Forschungen zu den Tausalösungen sind in verschiedene FGSV-Regelwerke zum Winterdienst eingeflossen.

Damit auch die Maschinen zum Ausbringen der Lösungen mit einer gewünschten

Verteilung gekauft werden können, hat die BAST ein Verfahren zur Prüfung der Lösungsverteilung entwickelt.

Mit Hilfe eines Spül-Saug-Gerätes können ausgebrachte Lösungen aufgenommen und durch Leitfähigkeitsmessungen mengenmäßig bestimmt werden.

Bezogen auf kleine Flächenunterteilungen kann die Verteilung der Lösungen beurteilt werden.

Die BAST bietet dieses Verfahren für Typprüfungen an. Straßenbauverwaltungen können die Ergebnisse für ihre Beschaffungsentscheidungen nutzen. ■

Spül-Saug-Gerät für die Aufnahmen von Tausalösungen



Horst Badelt

Jahrgang 1958

Maschinenbauingenieur

Seit 1991 in der BAST

Im Referat „Verkehrsbeeinflussung, Straßenbetrieb“ zuständig für Straßenbetrieb, Schwerpunkte „Winterdienst“ und „Straßenbetriebstechnik“



Sandra Eimermacher

Jahrgang 1974

Technikerin

Seit 2003 in der BAST

Im Referat „Verkehrsbeeinflussung, Straßenbetrieb“ zuständig für Straßenwinterdienst, Verkehrs- und Umfelddatenerfassung

Monitoring Leitfaden für Grünbrücken

Deutschland ist ein stark besiedelter Industriestaat mit einem gut ausgebauten, überörtlichen Straßennetz von 230.702 Kilometern Länge (Stand Januar 2012). Die hohe und weiter steigende Verkehrsdichte in diesem Verkehrsnetz führt zunehmend zu einer Zerschneidung, Verinselung und qualitativen Verschlechterung von Lebensräumen für Tiere und Pflanzen.

Vor allem durch ihre Barrierewirkung beeinträchtigen Straßen den Austausch zwischen den verbliebenen Teilpopulationen mit der Folge, dass die Restlebensräume für wild lebende Tieren vielfach zu klein geworden sind. Wildunfälle vermindern die Verkehrssicherheit und gefährden das Leben von Menschen [1]. Nach Angaben des Gesamtverbandes der deutschen Versicherungswirtschaft (GDV) wurden im Jahr 2010 rund 243.000 Wildunfälle (plus fünf Prozent gegenüber 2009) gemeldet, die eine Versicherungsleistung von 520 Millionen Euro erforderten.

Das von einer interministeriellen Arbeitsgruppe vorbereitete „Bundesprogramm Wiedervernetzung“ sieht den Bau von Querungshilfen im Bestand des Fernstraßennetzes vor, um die zerschnittenen Lebensraumkorridore wieder miteinander zu verbinden.

Bereits im Vorfeld des „Bundesprogramms Wiedervernetzung“ wurde im Rahmen des Konjunkturpaketes II (Gesetz zur Sicherung von Beschäftigung und Stabilität in Deutschland 2009) dem Bau von 18 Grünbrücken als Maßnahmen zur Wiedervernetzung von Lebensräumen zugestimmt.

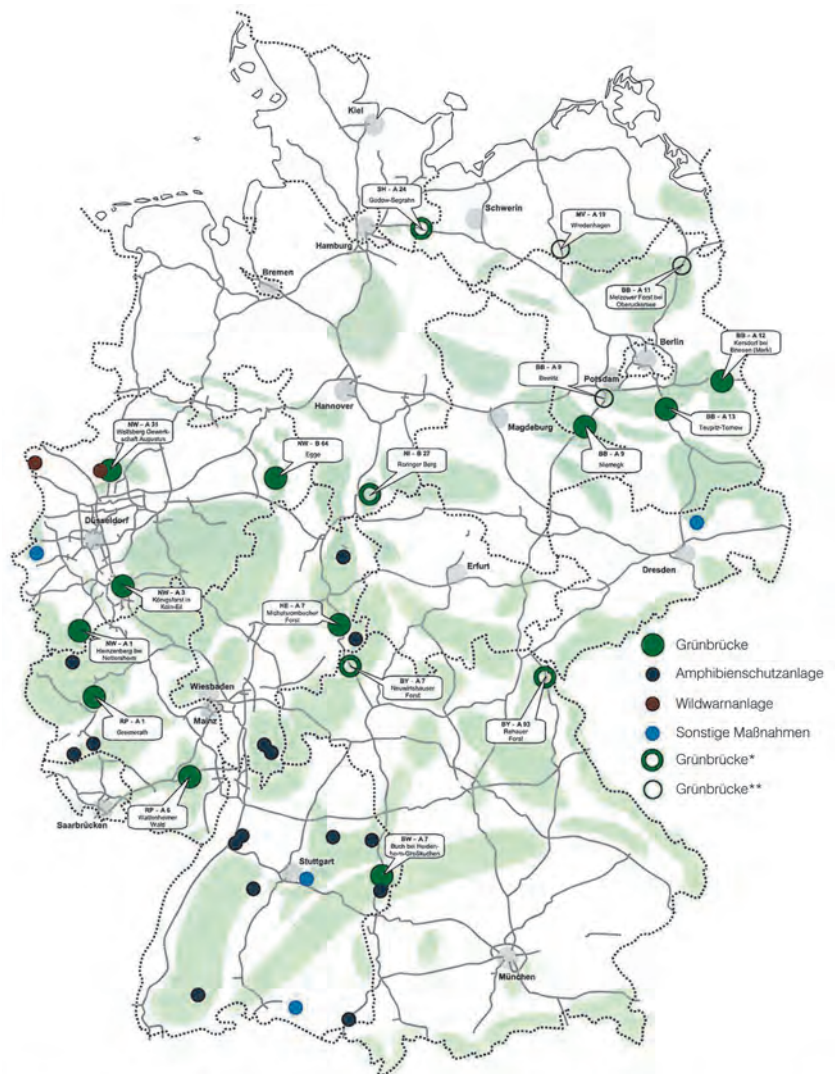
Maßnahmenauswahl

Auf der Grundlage vorliegender bundes- und länderspezifischer Fachplanungen fand eine Auswahl von kurzfristig um-

setzbaren Maßnahmen statt. Die Eignung dieser Standorte für den Bau der Grünbrücken wurde auf lokaler Ebene durch weitere Untersuchungen bestätigt. Das Ziel dieser Maßnahmen ist der Erhalt der biologischen Vielfalt durch die Wiedervernetzung wertvoller Teile von Natur und Landschaft, die durch das dichter gewordene Verkehrsnetz zunehmend zerstückelt wurden.

Um den Erfolg dieser Maßnahmen nachweisen und dokumentieren zu können, soll ein geeignetes Monitoringverfahren durchgeführt werden. Dieser Nachweis

Maßnahmen zur Wiedervernetzung von Lebensräumen an bestehenden Bundesfernstraßen im Konjunkturpaket II



* Zustimmung im Rahmen des KP II; wurde aber aus dem Straßenbauplan finanziert

** Zustimmung im Rahmen des KP II; konnte aber nicht realisiert werden

Stand Dezember 2011

wird auch zur wirtschaftlichen Rechtfertigung der eingesetzten Mittel herangezogen. In diesem Sinne gibt der im Auftrag des BMVBS und unter Koordination der BAST erstellte Monitoring-Leitfaden Mindeststandards an, deren Einhaltung ein qualitätsgesichertes Ergebnis bei möglichst geringem Aufwand ermöglicht. Für Grünbrücken, die im Rahmen von Planfeststellungsverfahren geplant werden, ist bei Prognoseunsicherheiten aufgrund spezieller Beweispflichten oft ein aufwändigeres Monitoring erforderlich.

Verfahren

Für das Monitoring werden Standards angegeben, um eine einheitliche Auswertung zu ermöglichen. Es konzentriert sich daher im Wesentlichen auf Eignungskontrollen und einfache Anwesenheitskontrollen von ausgewählten lebensraumrepräsentierenden Indikatorarten und Zielbiotopen. Die wissenschaftliche Grundlage dafür bieten die seit 2011 vorliegenden Forschungsergebnisse des Bundesamtes für Naturschutz (BfN) zu den Lebensraumkorridoren in Deutschland [2].

Zu Beginn des Monitorings wird die Planung der Wiedervernetzungsmaßnahme vor allem unter naturschutzfachlichen Aspekten dokumentiert und deren Umsetzung erhoben. Im Zuge einer regelmäßigen Überprüfung soll in bestimmten Zeitabständen durch eine erneute Bestandsaufnahme der ökologischen Funktion die Übereinstimmung mit der geplanten Maßnahme und durch eine Wir-

kungskontrolle der Erfolg der Maßnahme überprüft werden. Nicht zuletzt aufgrund der wiederholten Bestandsaufnahme der ökologischen Funktion können Mängel, wie schadhafte Zäunungen oder ungeeignete Vegetationsentwicklungen, zeitnah erkannt und gegebenenfalls beseitigt werden. Nach 15 Jahren soll der Erfolg der Maßnahme abschließend beurteilt werden.

Das Monitoring kann, wie in einigen europäischen Nachbarländern üblich, von besonders geschulten Behördenmitarbeitern oder aber von beauftragten externen Spezialisten durchgeführt werden. Die einzelnen Monitoringschritte sollen mit Hilfe von ebenfalls entwickelten Checklisten dokumentiert werden. Es ist vorgesehen, dass die Monitoringberichte bei der BAST zusammengeführt und einheitlich ausgewertet werden. ■

Literatur

- [1] BMU (2012): Bundesprogramm Wiedervernetzung: Grundlagen – Aktionsfelder – Zusammenarbeit, beschlossen vom Bundeskabinett am 29.02.2012
- [2] Hänel, Kersten; Heinrich Reck (2011): Bundesweite Prioritäten zur Wiedervernetzung von Ökosystemen: Die Überwindung straßenbedingter Barrieren. Naturschutz und Biologische Vielfalt, Heft 108, Bundesamt für Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg



Britta van Dornick

Jahrgang 1972

Geographin

Seit 2008 in der BAST

Im Referat „Umweltschutz“ zuständig für den Schutz von Flora, Fauna und Landschaft vor den Auswirkungen von Straßenbau und Straßenverkehr

Geräuschemissionen beim Überfahren von Agglomeratmarkierungen

In Deutschland werden vielfach Fahrbahnmarkierungen mit einer erhöhten Nachtsichtbarkeit bei Nässe eingesetzt (Typ II-Markierungen). Das Einsatzgebiet dieser Typ II-Markierungen reicht von Autobahnen und anderen mehrspurigen Straßen bis hin zu Unfallschwerpunkten. Typ II-Markierungen sind so ausgebildet, dass sich aufgrund ihrer Struktur bei Regen kein geschlossener Wasserfilm auf der Markierung ausbilden kann. Somit können die Reflexperlen, die in der Markierung eingebettet sind, das Scheinwerferlicht der Fahrzeuge retroreflektieren und die Markierung bei Dunkelheit sichtbar machen. Die ausgeprägte Retroreflexion bei Nacht und Nässe kann entweder durch das Einbetten großer Glasperlen im Markierungsstoff erreicht werden oder durch eine bestimmte Strukturierung der Markierung. Eine häufig eingesetzte Typ II-Markierung sind Agglomerate. Dies sind grobstrukturierte, aus Einzelteilen bestehende Fahrbahnmarkierungen mit regelmäßiger oder unregelmäßiger Anordnung.

Lärmbelästigung durch Fahrbahnmarkierungen

Aktuelle Probleme in den Bundesländern mit der Belästigung von Anwohnern durch die Geräuschemission beim Überfahren von Agglomeratmarkierungen haben die BASt veranlasst, zu diesem Thema eine Untersuchung durchzuführen. Im Gegensatz zu Straßenoberflächen, die in den „Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen“ (RLS-90) erfasst werden, existieren bislang in Deutschland noch keine Anforderungen an die akustischen Eigenschaften von Fahrbahnmarkierungen. Ziel der laufenden Forschungsarbeit ist es, diese Anforderungen und Prüfmethoden zu definieren und neue, lärmarme Strukturen zu entwickeln. Auch auf europäischer Ebene arbeitet die BASt bei der Erstellung von Regelungen zu diesem Thema mit.

Untersuchungskonzept

In einer ersten Untersuchung zur Geräuschemission von Fahrbahnmarkierungen wurden sechs verschiedene Typ II-Markierungen einbezogen, darunter vier



profilierte Folie Typ II



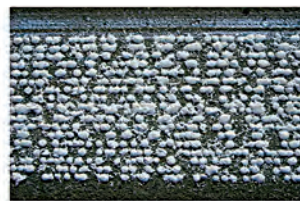
*Glattstrich-Markierung
Typ II*



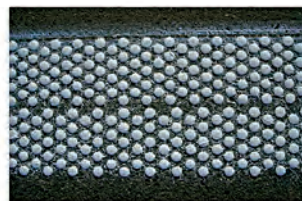
*regelmäßiges tropfen-
förmiges Agglomerat*



*unregelmäßiges Agglo-
merat mit Querstruktur*



*unregelmäßiges Agglo-
merat mit Längsstruktur*



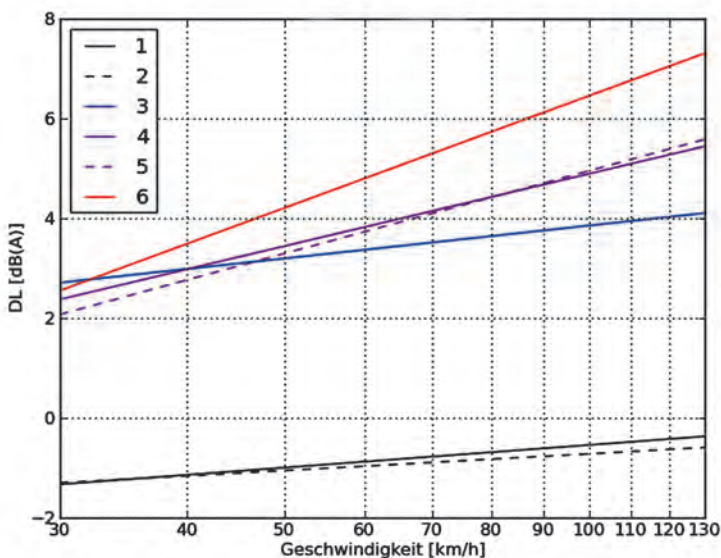
*regelmäßiges punkt-
förmiges Agglomerat*

*Untersuchte
Fahrbahnmarkierungen*

Agglomerate mit regelmäßiger und unregelmäßiger Struktur sowie eine Glattstrich-Markierung und eine Folie. Abgesehen von der vorgefertigten Folie bestanden alle anderen Test-Markierungen aus Kaltplastik-Material.

Geräuschemissionen von Straßenoberflächen werden üblicherweise durch das Verfahren der „statistischen Vorbeifahrt“ gemäß DIN EN ISO 11819-1 „Messung des Einflusses von Straßenoberflächen auf Verkehrsgeräusche – Teil 1: Statistisches Vorbeifahrtverfahren“ ermittelt. Bei diesem Messverfahren werden die Vorbeifahrtpegel und die Geschwindigkeiten einer statistisch signifikanten Anzahl von akustisch einzeln identifizierbaren Fahrzeugen im fließenden Verkehr gemessen. Um verschiedene Fahrbahnmarkierungen untereinander zu vergleichen, wurde in der Untersuchung der Ansatz der statistischen Vorbeifahrt abgewandelt, indem die Markierungen auf einer Teststrecke nur mit einem einzigen Versuchsfahrzeug bei definierten Geschwindigkeiten jeweils mehrmals überfahren wurden. Dieser Ansatz ist auch als „kontrollierte Vorbeifahrt“ bekannt.

Pegeldifferenzen zum ursprünglichen Straßenbelag für die sechs verwendeten Markierungen in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit des Testfahrzeugs:
 (1) Folie (2) Glattstrich
 Agglomerate: (3) regelmäßig tropfenförmig
 (4) unregelmäßig Querstruktur (5) unregelmäßig Längsstruktur (6) regelmäßig punktförmig



Geräuschmessungen

Für die Messgeschwindigkeiten – 30, 50, 70, 100 und 120 km/h – wurden die maximalen A-bewerteten Schalldruckpegel und die Frequenzspektren für die Markierungen ermittelt, für jede Überfahrt außerdem die Vorbeifahrtgeräusche aufgezeichnet.

Die Messergebnisse für den maximalen A-bewerteten Schalldruckpegel und für den zugehörigen Logarithmus der Fahrzeuggeschwindigkeit wurden einer linearen Regression unterzogen.

Für alle Geschwindigkeiten im Bereich der Messgeschwindigkeiten des Testfahrzeugs wurde damit ein mittlerer Schalldruckpegel für jede Markierung bestimmt. Auf diese Weise ist es möglich, die Pegeldifferenzen der sechs untersuchten Markierungen zum ursprünglichen Straßenbelag zu berechnen und die Markierungen untereinander zu vergleichen. Die Messungen weisen im untersuchten Geschwindigkeitsbereich von 30 bis 120 km/h mindestens drei unterschiedliche Kategorien von Markierungen auf:

- Markierungen (1 und 2) mit einem Geräuschpegel von etwa 1 dB(A) unterhalb des ursprünglichen Straßenbelages.
- Markierung (3) mit einem Geräuschpegel von 3 bis 4 dB(A) oberhalb des ursprünglichen Straßenbelages mit einer geringen Zunahme mit der Geschwindigkeit.
- Markierungen (4, 5 und 6) mit einem Geräuschpegel bei hohen Geschwindigkeiten von 5 bis 7 dB(A) oberhalb des ursprünglichen Straßenbelages mit einer hohen Zunahme mit der Geschwindigkeit.

Eine Frequenzanalyse zeigt bei beiden regelmäßigen Agglomeratmarkierungen überdies ein zu tiefen Frequenzen verschobenes Seitenmaximum, das speziell

bei der punktförmigen Agglomeratmarkierung zu einer gut hörbaren tonalen Geräuschkomponente führt, die stark belästigend wirkt.

Zusammenfassung und Ausblick

Die Geräuschemission beim Überfahren von Markierungen ist, je nach Herstellungsverfahren und Oberflächenausprägung, sehr unterschiedlich. Besonders das Überfahren von Agglomeratmarkierungen mit hohen Schalldruckpegeln und tonalen Komponenten kann zu einer starken Belästigung von Anwohnern in der Nähe der Straße führen. Die Belästigung kann selbst dann auftreten, wenn diese Markierungen nur ab und zu überfahren werden und der Mittelungspegel durch diese kurzen Ereignisse nicht wesentlich erhöht wird.

Eine objektive Beurteilung der Belästigungen kann nur mit psychoakustischen Bewertungen (Lautstärke, Rauheit, Schärfe oder zeitliche Fluktuation) und in Hörversuchen bestimmt werden. In einem aktuellen Projekt sollen die psychoakustischen Parameter von unterschiedlichen Markier-

ungen mit dem Ziel untersucht werden, Mindestabstände zur Wohnbebauung zu definieren. Möglich wäre auch eine Klassifizierung von lauten und weniger lauten Markierungen, die dann differenzierte Einsatzbereiche hätten. Auch die gezielte Entwicklung leiser Agglomeratmarkierungen mit einer optimierten Textur ist geplant.

Sowohl Geräuschemissionen von Fahrbahnmarkierungen als auch von Fahrbahnübergängen an Brücken und von Rüttelstreifen werden in den RLS-90 nicht adäquat berücksichtigt. Dies liegt daran, dass die RLS-90 nur Mittelungspegel verwendet, in dem zum Beispiel auch Motorradgeräusche sowie Pegelspitzen von einzelnen schnell fahrenden Fahrzeugen durch die Mittelung weitestgehend unberücksichtigt bleiben.

Als Beispiel für eine Forschungsarbeit, aus der schon konkrete Anwendungsempfehlungen resultieren, ist das BAST-Projekt „Leiser Straßenverkehr 2“ zu nennen, in dem Rautenübergänge für Brücken entwickelt wurden, die eine deutliche Pegelminderung gegenüber den Lamellenübergängen erbringen. ■

Dr. Wolfram Bartolomaeus

Jahrgang 1960

Physiker

Seit 1989 in der BAST

Stellvertretender Leiter des Referats „Fahrzeug / Fahrbahn, Akustik“, dort zuständig für den Lärmschutz an Straßen



Dr. Annette Gail

Jahrgang 1975

Physikerin

Seit 2006 in der BAST

Im Referat „Straßenausstattung“ zuständig für Fahrbahnmarkierungen



Feldversuch mit Lang-Lkw

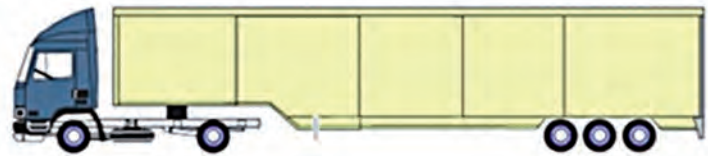
Das BMVBS beauftragte die BAST mit der wissenschaftlichen Begleituntersuchung des Feldversuchs mit Lang-Lkw. Der Versuch startete im Januar 2012 und wird fünf Jahre andauern. Er ist Bestandteil des Aktionsplans Güterverkehr und Logistik.

Die gesetzliche Grundlage zur Durchführung des Feldversuchs bildet die vom BMVBS erlassene Verordnung über Ausnahmen von straßenverkehrsrechtlichen Vorschriften für Fahrzeuge und Fahrzeugkombinationen mit Überlänge, kurz LKWÜberStVAusnV, vom 19.12.2011, geändert durch die erste Änderungsverordnung vom 05.07.2012.

Die Ausnahme-Verordnung regelt die Voraussetzungen, bei deren Erfüllen bestimmte Fahrzeuge und Fahrzeugkombinationen mit Überlänge, kurz Lang-Lkw, am Straßenverkehr abweichend von den Vorschriften der Straßenverkehrs-Ordnung (StVO) und der Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO) teilnehmen dürfen.

Die in der Grafik dargestellten möglichen Lang-Lkw können am Straßenverkehr teilnehmen. Die tatsächliche Anzahl der im Bild dargestellten Achsen kann aber auch geringer sein als hier beispielhaft dargestellt.

Sattelzugmaschine mit Sattelanhänger (Sattelkraftfahrzeug) bis zu einer Gesamtlänge von 17,80 Metern



Sattelkraftfahrzeug mit Zentralachsanhänger bis zu einer Gesamtlänge von 25,25 Metern



Lastkraftwagen mit Unter-setzachse und Sattelanhänger bis zu einer Gesamtlänge von 25,25 Metern



Sattelkraftfahrzeug mit einem weiteren Sattelanhänger bis zu einer Gesamtlänge von 25,25 Metern



Lastkraftwagen mit einem Anhänger bis zu einer Gesamtlänge von 24,00 Metern



Bedingungen

Eine Erhöhung der Achslasten oder Gesamtgewichte ist mit dem Feldversuch nicht verbunden. Bereits frühere Untersuchungen der BASt haben gezeigt, dass die Infrastruktur, insbesondere die Brückenbauwerke, für Fahrzeuge oder Fahrzeugkombinationen mit einem zulässigen Gesamtgewicht von bis zu 60 Tonnen nicht ausgelegt ist. Zudem weisen solche Fahrzeuge oder Kombinationen wegen der gewichtsbedingt höheren kinetischen Energie ein höheres Gefahrenpotenzial auf und können damit zu schwereren Unfallfolgen führen. Daher hat sich die Bundesregierung darauf verständigt, ausschließlich längere und nicht schwerere Fahrzeuge zu testen. Die Gesamtmasse der Lang-Lkw darf somit, wie auch bisher bei den herkömmlichen Lkw, bis zu 40 Tonnen beziehungsweise 44 Tonnen im Vor- und Nachlauf zum kombinierten Verkehr betragen.

Streckennetz

Lang-Lkw müssen zwar die Anforderung nach § 32d StVZO hinsichtlich der Kurvenlaufeigenschaften erfüllen, infolge ihrer Überlänge eignen sich die Lkw bis 25,25 Meter aber von vornherein nicht für das Befahren sämtlicher Verkehrsanlagen, zum Beispiel kleiner Kreisverkehre. Lang-Lkw bis zu 25,25 Meter sollen nur auf geeigneten Relationen eingesetzt werden, das heißt nur auf solchen Straßen, die von den Ländern als geeignet für den Einsatz mit Lang-Lkw befunden und dem BMVBS mitgeteilt wurden. Das Streckennetz, auf welchem ausschließlich gefahren werden darf, ist Teil der Ausnahme-Verordnung. Das Positivnetz ist dynamisch und wird regelmäßig ergänzt werden. So wurde bereits eine Reihe weiterer Strecken im Zuge einer zum 05.07.2012 wirksam gewordenen ersten Änderungs-Verordnung

zur LKW-ÜberlStVAusnV vom 19.12.2011 in die Positivliste der geeigneten Strecken aufgenommen. Weitere Änderungs-Verordnungen werden in Abhängigkeit der Ländermeldungen folgen. Die Beschränkung auf das Positivnetz gilt nicht für den verlängerten Sattelaufleger mit einer Gesamtlänge von 17,80 Metern. Diese dürfen in den am Feldversuch teilnehmenden Ländern das gesamte öffentliche Straßennetz befahren.

Fahrer und Fahrzeuge

Die Ausnahme-Verordnung zum Feldversuch stellt weiterhin besondere Anforderungen an die am Feldversuch beteiligten Fahrzeuge und Fahrer. Besonderes Augenmerk wurde dabei auf den Aspekt der Verkehrssicherheit gelegt. So sind die Fahrzeuge mit einer Reihe von aktiven und passiven Sicherheitssystemen auszurüsten (zum Beispiel elektronisches Fahrdynamiksystem ESP, Spurhaltewarnsystem, automatisches Abstandsregelsystem oder Notbremsassistent).

Der Fahrer des Lang-Lkw muss seit mindestens fünf Jahren ununterbrochen im Besitz der Fahrerlaubnis der Klasse CE sein und über mindestens fünf Jahre Berufserfahrung im gewerblichen Straßengüter- oder Werkverkehr verfügen. Außerdem ist eine zweistündige Unterweisung des Fahrers durch den Hersteller oder eine durch diesen beauftragte Stelle zu absolvieren, bei der insbesondere das Rangieren im Mittelpunkt der Übungen stehen soll.

Fahrzeuge und Fahrzeugkombinationen mit Überlänge dürfen am Straßenverkehr nur teilnehmen, wenn keine flüssigen Massengüter in Großtanks, keine lebenden Tiere und keine Güter, die freischwingend befestigt sind und aufgrund ihrer Masse die Fahrstabilität beeinträchtigen, befördert werden. Außerdem ist nur das Überholen von Fahrzeugen und

Zügen zulässig, die nicht schneller als 25 Kilometer pro Stunde fahren können oder dürfen.

Fragestellung

Wesentlicher Bestandteil des Feldversuchs und daher auch in der Ausnahme-Verordnung explizit aufgeführt, ist die wissenschaftliche Begleitung durch die BASt. Zur Vorbereitung des Versuchs und der damit einhergehenden wissenschaftlichen Begleitung identifizierten die Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen der BASt zunächst die relevanten Fragestellungen.

Ziel war es, eine nach Möglichkeit vollständige Liste aller zu beachtenden Themenfelder zu erarbeiten. Im Rahmen einer internationalen Literaturstudie ermittelten sie diejenigen Aspekte, die – und seien sie auch noch so wenig bedeutsam und möglicherweise relativ leicht zu beantworten – als mögliche Chancen und Risiken für einen Einsatz von Lang-Lkw in den verschiedenen Quellen benannt wurden. Diese Liste wurde im Rahmen eines Expertenkolloquiums im Mai 2011 diskutiert. Das Ergebnis war eine Übersicht über die als relevant erachteten und zu untersuchenden Themenfelder.

Ergänzend zu den Beobachtungen und Befragungen im Rahmen des praktischen Teils des Feldversuchs sind bestimmte Fragestellungen experimentell oder

theoretisch zu evaluieren (beispielsweise Anprallversuche an passive Schutzeinrichtungen oder Brandverhalten in Tunneln). Da es insbesondere bei den experimentellen Untersuchungen nicht möglich ist, alle denkbaren Fahrzeugkombinationen mit allen möglichen Eigenschaften zu testen, muss in einem ersten Arbeitsschritt eine Systematisierung der im Feldversuch eingesetzten Fahrzeuge und ihrer Eigenschaften vorgenommen werden, um die maßgebenden Fahrzeugkombinationen für die Fahrversuche – zum Beispiel zur Analyse der Bremswirkung – zu bestimmen.

Aufgrund der Fülle und Komplexität der Aufgabe wird die BASt für bestimmte Fragestellungen auch die Unterstützung externer Gutachter einholen. In diesen Fällen werden Details oder erforderlichenfalls auch grundsätzliche Fragen zur Untersuchungsmethodik in Abstimmung mit den Gutachtern festgelegt.

Folgende Untersuchungen, in denen zum Teil mehrere der zu beantwortenden Fragestellungen subsumiert sind, wurden extern vergeben oder werden durch eine Erweiterung um den Aspekt Lang-Lkw im Zuge bereits laufender Forschungsprojekte bearbeitet:

- Verkehrsnachfragewirkungen
- Auswirkung auf Fahrzeugsicherheit und Umwelt
- Psychologische Aspekte



- Beanspruchung der Straßeninfrastruktur
- Befahrbarkeit spezieller Verkehrsanlagen wie Knotenpunkte, Rastanlagen oder Arbeitsstellen auf BAB – Auswirkungen auf Verkehrssicherheit und Verkehrsablauf
- Anpralluntersuchungen an Schutzeinrichtungen
- Auswirkungen auf Verkehrssicherheit und Verkehrsablauf beim Überholen (auf zweistreifigen Straßen) und Räumen (von vorfahrt- oder lichtzeichenge-regelten Knotenpunkten)
- Auswirkungen auf die sicherheitstechnische Ausstattung und den Brandschutz von Straßentunneln

Untersuchungsphasen

Die wissenschaftliche Begleitung des Feldversuchs ist in mehrere Phasen eingeteilt.

Die erste Untersuchungsphase wird etwa ein Jahr umfassen. In umfangreichen statistischen Erhebungen werden anhand von Fahrprotokollen und Befragungen zahlreiche Angaben zu den eingesetzten Fahrzeugen, den Fahrern, den transportierten Gütern und den gewählten Routen erfasst. Mit Hilfe von Interviews und Beobachtungen sollen unter anderem die Interaktionen der Fahrzeuge mit der Infrastruktur und anderen Verkehrsteilnehmern analysiert werden. Als Beispiele sind die Befragungen der Lkw-Fahrer, deren Begleitung im Fahrzeug oder Beobach-

tungen von Abbiegevorgängen und des Fahrverhaltens in Arbeitsstellen zu nennen.

Ergänzend werden in dieser Zeit auch eine Reihe von experimentellen und modelltheoretischen Untersuchungen vorgenommen. Dazu zählt beispielsweise die bereits oben aufgeführte Ermittlung der Auswirkungen auf die sicherheitstechnische Ausstattung und den Brandschutz von Straßentunneln. Die Erkenntnisse der ersten Untersuchungsphase werden anschließend aufbereitet, ausgewertet und in einem ersten Zwischenbericht dokumentiert.

Parallel zu diesen Aktivitäten erfolgt bei möglichen Unfällen mit Beteiligung von Lang-Lkw die Sammlung von Unfallmeldebögen und von Daten eventueller anderer besonderer Ereignisse im Zusammenhang mit dem Einsatz von Lang-Lkw (zum Beispiel Brand im Tunnel). Diese zweite Untersuchungsphase wird sich aus statistischen Gründen über den gesamten Zeitraum des Feldversuchs erstrecken.

Etwa im Sommer 2016, also ungefähr ein halbes Jahr vor Ablauf der Ausnahme-Verordnung, sind in einer dritten Untersuchungsphase Nacherhebungen zu den Arbeitsschritten der ersten Untersuchungsphase geplant.

Die Ergebnisse der wissenschaftlichen Begleituntersuchung werden durch die BAST in einem abschließenden Bericht nach dem Ende des Feldversuchs zusammengefasst. ■

Dr. Marco Irzik

Jahrgang 1974

Bauingenieur

Seit 2006 in der BAST

Im Referat „Straßenentwurf, Verkehrsablauf, Verkehrsregelung“ zuständig für Straßenentwurf, Infrastruktursicherheitsmanagement
Leitung der Arbeitsgruppe „Lang-Lkw“



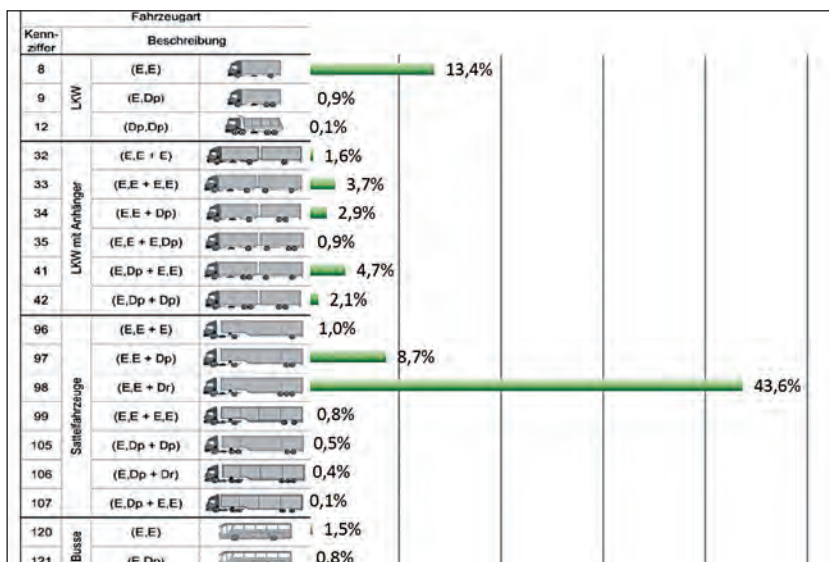
Wie schwer sind Lkw wirklich?

Jedes Schwerverkehrsfahrzeug (Lkw und Busse über 3,5 Tonnen) belastet die Straße um ein vielfaches stärker als ein Pkw. Zur Untersuchung der tatsächlichen Beanspruchung von Straßen und Brücken hat die BASt ein bundesweites Achslastmessstellennetz aufgebaut. An 22 Querschnitten werden an den Hauptfahrstreifen (und teilweise dem ersten Überholfahrstreifen) die Fahrzeuge detektiert und verwogen. Dafür sind in die Fahrbahn Sensoren eingelassen, die den fließenden Verkehr erfassen. Für jedes Fahrzeug werden die Fahrzeugart, die Geschwindigkeit, der Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug, die Achsabstände sowie die Achsgewichte und das Gesamtgewicht bestimmt. Durch statistische Auswertung aller Informationen lassen sich die Dimensionierungen im Straßenbau und die Lastmodelle im Brückenbau optimieren.

Detektierte Fahrzeugarten

Eine Achslastmessstelle kann unterscheiden, ob es sich bei dem erfassten Schwerverkehrsfahrzeug um einen Sattelzug, einen Lkw mit oder ohne Anhänger oder einen Bus handelt. Durch unterschiedliche Achskonfigurationen kann jedes Fahrzeug weiter differenziert werden. Dafür werden 255 Kennziffern vorgehalten.

Verteilung der 18 häufigsten Typen des Schwerverkehrs an den Achslastmessstellen 2011/2012



Am häufigsten ist auf deutschen Autobahnen der Typ mit der Kennziffer 98 zu finden, der aus einem Zugfahrzeug mit zwei Einzelachsen und einem dreiaxigen Auflieger besteht. Dieses Fahrzeug gehört zu den 40-Tonnern, darf also ein Gesamtgewicht von 40 Tonnen nicht überschreiten. Bei den Lkw ohne Anhänger ist der Typ 8 am häufigsten vertreten. Durch seine zwei Einzelachsen ist er für geringere Lasten ausgelegt und wird häufig im Zulieferverkehr eingesetzt.

Achslasten

Laut §34 Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung darf eine Einzelachse ein Achsgewicht von 10 Tonnen, eine angetriebene Einzelachse 11,5 Tonnen nicht überschreiten. Tatsächlich weisen über 80 Prozent aller Achsen ein Achsgewicht unter 8 Tonnen auf und schöpfen somit das maximal zulässige Gewicht nicht voll aus.

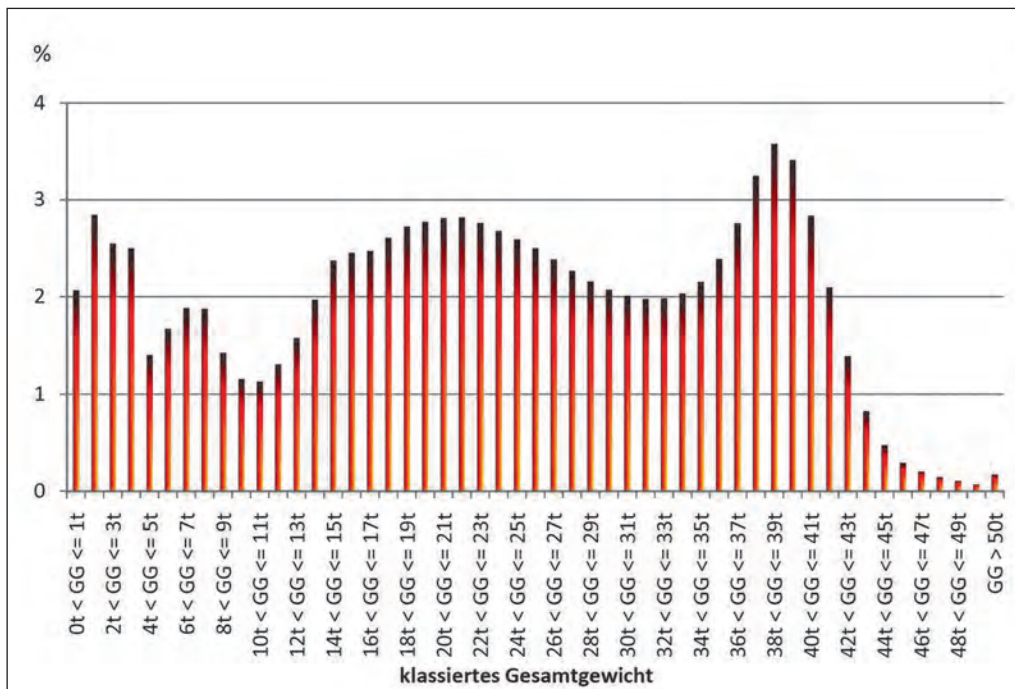
Jahreszeitlich betrachtet lassen sich nur geringe Unterschiede feststellen. So sind die Achsen in den ersten und vierten Quartalen geringfügig leichter als in den zweiten und dritten Quartalen.

Ermittlung der Belastung

Das Gesamtgewicht eines Fahrzeuges lässt sich durch Addition aller seiner Achsgewichte ermitteln. Werden die Fahrzeuge in 1-Tonnen Klassen einsortiert und dies grafisch dargestellt, lässt sich jeweils um die gesetzlichen Maximalgewichte von 3,5 Tonnen, 7,5 Tonnen und 40 Tonnen, beziehungsweise 44 Tonnen im kombinierten Verkehr, ein deutlicher Ausschlag erkennen. Ein großer Anteil der Fahrzeuge fällt in den Gewichtsbereich 14 bis 28 Tonnen, der sich sowohl aus nicht voll ausgelasteten Lastzügen, als auch aus leichteren Fahrzeugkombinationen zusammensetzt.

An den einzelnen Achslastmessstellen kann die Verteilung sehr unterschiedlich ausfallen. Je nach Lage von beispiels-

Häufigkeitsverteilung der
Gesamtgewichte 2011/2012



weise Logistikzentren, Kieswerken oder Industriegebieten ist die Fahrzeugzusammensetzung unterschiedlich und die Fahrzeuge passieren beladen oder leer die Messstelle. Schon die beiden Richtungen eines Autobahnquerschnittes unterscheiden sich trotz gleicher Schwerverkehrsmenge deutlich in der Gewichtsverteilung. Eine bei der Dimensionierung von Straßen wichtige Größe ist der tägliche äquivalente Achsübergang. Dabei wird nach RStO (Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen) pro Tag jedes Achsgewicht (AG) zu einer 10-Tonnen-Achse in Relation gesetzt, die vierfache Potenz gebildet und aufaddiert: $\sum(AG/10)^4$. Je höher die berechnete 10-Tonnen-Äquivalente ist, desto stärker wird die Straße belastet.

Zwischen der Schwerverkehrsmenge und den äquivalenten 10-Tonnen-Achsen lässt

sich ein Zusammenhang der Form $a \cdot x^b$ ableiten. Jedoch können an verschiedenen Messstellen bei gleicher Schwerverkehrsmenge deutliche Unterschiede in Bezug auf die Beanspruchung der Straße auftreten. So kann eine Schwerverkehrsmenge von beispielsweise DTVSV von 6.000 Fahrzeugen pro 24 Stunden etwa 4.500 äquivalente 10-Tonnen-Achsen pro 24 Stunden aufweisen, an einer anderen Messstelle liegt der Wert durch schwerere Achsen doppelt so hoch.

Somit hängen das durchschnittliche Gewicht der Lkw und auch die täglichen äquivalenten 10-Tonnen-Achsübergänge von der Fahrzeugzusammensetzung und dem Auslastungsgrad ab. Die streckenspezifischen Gegebenheiten spielen dabei eine entscheidende Rolle. ■

Anke Fitschen

Jahrgang 1974

Assessorin des Vermessungs- und Liegenschaftswesens, Vermessungsingenieurin

Seit 2008 in der BAST

Im Referat „Verkehrsstatistik, BISStra“ zuständig für die statistische Auswertung und Qualitätssicherung der Achslastdaten sowie der Ermittlung von Verlagerungseffekten aufgrund der Lkw-Maut



Erhöhung der Lkw-Parkraumkapazität an BAB

Erhebungen im Auftrag des BMVBS im März 2008 belegten, dass auf und an den Bundesautobahnen etwa 14.000 Lkw-Parkstände fehlen. Die Suche nach geeigneten Parkmöglichkeiten für Lkw in den Nachtstunden wird in Befragungen wiederholt als wesentlicher Belastungsfaktor für die Fahrzeugführer genannt. Durch ordnungswidriges Parken von Lkw außerhalb der dafür vorgesehenen Parkstände wird die Verkehrssicherheit aller Verkehrsteilnehmer gefährdet.

Einsatz von Telematik

Telematik dient der Verteilung der Nachfrage auf die verfügbare Parkraumkapazität einer Strecke. Ziel ist es, den Verkehrsteilnehmer bei der Einfahrt in einen Streckenabschnitt mit telematischer Unterstützung zu einem geeigneten freien Parkstand zu leiten. Mittels intelligenter Parkraumbewirtschaftung können die vorhandenen Parkstandskapazitäten für Lkw durch eine gleichmäßigere und insgesamt höhere Auslastung effizienter ausgenutzt werden. Für die Güterverkehrsbranche bedeutet dies eine verbesserte Planbarkeit der Lenk- und Ruhezeiten der Lkw-Fahrer und eine Erhöhung der Verkehrssicherheit für alle Verkehrsteilnehmer.

Lösungen

Große Potenziale werden in einer intelligenten Streckensteuerung zur Beeinflussung des Lkw-Parkens gesehen. Baulich können die erforderlichen Parkraumkapazitäten nicht allein punktuell durch wenige große Rastanlagen bereitgestellt werden. Das gesamte Angebot entlang einer Strecke muss abgebildet werden. Auch Nachfrageschwankungen erfordern das Verteilen der Parkraumsuchenden entlang eines Streckenabschnittes.

Dies kann durch Telematik geleistet werden. Detektoren ermitteln dafür automatisch

den Belegungsgrad von Rastanlagen eines Streckenabschnitts. Die gewonnenen Informationen über freie Parkstandskapazitäten können über verschiedene Kommunikationswege direkt ins Fahrzeug sowie an die Logistikunternehmen übermittelt werden. Seit April 2008 informieren dynamische Anzeigen über die detektierte Anzahl freier Parkstände im Rahmen von mehreren Pilotprojekten.

Bewertungsverfahren

Die BAST ist beauftragt, die Pilotprojekte unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten zu begleiten und zu evaluieren. Für die systematische Beurteilung telematischer Systeme, insbesondere der Detektionssysteme am Anfang der Informationskette, wurde ein neues Bewertungsverfahren entwickelt. Das Verfahren soll dabei sowohl den Vergleich unterschiedlicher Systeme erlauben, als auch kostengünstig umsetzbar sein. Dabei war insbesondere zu beachten, dass zur Ermittlung der Belegungsinformation mehr als ein Sensor benötigt wird und somit die eigentliche Informationsqualität vom Zusammenspiel mindestens zweier Sensoren abhängt. Im Ergebnis beruht das Bewertungsverfahren daher auf zwei Kriterien: Der korrekten Fahrzeugklassifikation und der Höhe der Abweichung von tatsächlicher und gemessener (System-)Belegung über längere Zeit. Beide Kriterien fließen in die Bewertung der Informationsqualität ein, die in den Stufen A bis E beschrieben wird. Dabei ist A das beste und E das schlechteste Ergebnis. Die Qualitätsstufen sagen dabei etwas über die Häufigkeit von unerwünschten Fehlern seitens der Detektion aus.

Steuerungsverfahren

Zur Erhöhung der Parkraumkapazität ohne konventionellen Ausbau der Rastanlage hat die BAST einen neuen Steuerungsansatz entwickelt. Das Steuerungsverfahren

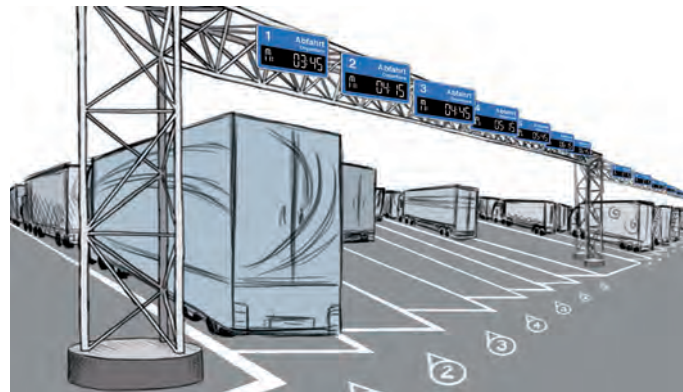
„telematisch gesteuertes Kompaktparken“ – kurz Kompaktparken – zeichnet sich dadurch aus, dass mehrere Lkw durch Umnutzung der mittleren Fahrgassen kompakt, unmittelbar hinter- und nebeneinander parken.

Um Behinderungen zu vermeiden, sollen nur Fahrzeuge in einer Parkstandsreihe parken, die die gleiche Abfahrtszeit haben oder später als die davor parkenden Fahrzeuge abfahren. Das telematisch gesteuerte Kompaktparken beruht daher auf der dynamischen Zuweisung von virtuellen Abfahrtszeiten auf dynamischen Anzeigen oberhalb der Parkstandsreihen. Ankommende Fahrzeugführer sollen mit Hilfe dieser Information in der Reihe parken, in der die eigene geplante Abfahrtszeit angezeigt wird.

Kompaktparken richtet sich sowohl an Fahrer, die mehrere Stunden oder über Nacht parken möchten (Langzeitparken), als auch an Fahrer, die höchstens eine Stunde auf der Anlage parken möchten (Kurzzeitparken). Der Vorteil der dynamischen Anzeige von Abfahrtszeiten liegt in einer flexiblen Ausnutzung der Lkw-Parkstandskapazität. Die Herausforderung für den neuen Steuerungsansatz besteht somit in der Entscheidung, wann und durch welche neue Abfahrtszeit eine angezeigte Abfahrtszeit ersetzt wird. Dabei hängt vor allem die erzielbare Auslastung der Rastanlage von der Qualität dieser Entscheidung ab.

Ausblick

Die im Rahmen der Pilotumsetzungen eingesetzten Detektionsverfahren werden



zeitnah anhand des neu entwickelten Bewertungsverfahrens hinsichtlich der erzielbaren Informationsqualität geprüft. Detektionsverfahren, die eine ausreichend gute Informationsqualität erzielen, können für den zukünftigen Aufbau von Streckenmanagementsystemen verwendet werden. Der Steuerungsansatz Kompaktparken wird aktuell durch die BAST weiterentwickelt. Bis Anfang 2013 sollen Vorabtests mittels Simulationen abgeschlossen werden und anschließend eine Erprobung des neuen Steuerungsverfahrens Kompaktparken auf einer Rastanlage erfolgen. Weitere Aufgabe der BAST ist die Entwicklung einer Gesamtarchitektur, ausgehend von der Datenerfassung bis hin zur Informationsverbreitung zum Verkehrsteilnehmer. Erforderliche Standardisierungen, wie die Fertigstellung des DATEX II-Profiles für Parkinformationen, haben begonnen. Die Entwicklung von Parkinformationskonzepten bettet sich in internationale Entwicklungen ein. Insbesondere das Informationskonzept für den Verkehrsteilnehmer steht im Fokus internationaler Diskussionen und wird hier auch durch das BMVBS und die BAST vertreten. ■

Jessica Kleine

Jahrgang 1981

Verkehringenieurin

Seit 2006 in der BAST

Im Referat „Verkehrsbeeinflussung, Straßenbetrieb“ zuständig für Verkehrsbeeinflussung, telematisch gesteuertes Lkw-Parken





Fahrzeugtechnik: alternativ, innovativ und für den Menschen

Alternative Antriebstechnologien

Wasserstoff in der Emissionsmodellierung

Automatische Notbremssysteme

Numerische Simulation von Anprallvorgängen



Fahrzeugsicherheit zum Schutz von Zweiradfahrern

Fahrerassistenzsysteme für ältere Kraftfahrer

euroFot: europäischer Feldversuch zu Fahrerassistenzsystemen

Alternative Antriebstechnologien

Um auch in Zukunft mobil zu sein, die Abhängigkeit vom Öl zu reduzieren und die Klima- und Umweltfreundlichkeit zu fördern, muss mittel- bis langfristig auf nachhaltige Technologien umgerüstet werden. Alternative Antriebe wie Hybrid-, Elektro- und Brennstoffzellenfahrzeuge rücken in den Fokus.

Im Bereich der Elektromobilität, als bedeutender Bereich der alternativen Antriebe, hat die Bundesregierung im August 2009 den Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität verabschiedet, mit dem die Strategie „Weg vom Öl“ weiter umgesetzt wird. Ziel ist es, die Forschung und Entwicklung, die Marktvorbereitung sowie die Markteinführung von Elektrofahrzeugen mit Batterien voranzubringen. Für die Koordination der Umsetzung wurde 2010 die Nationale Plattform Elektromobilität (NPE) gegründet, die entscheidend zur Förderung und Beschleunigung der Verbreitung der Elektromobilität in Deutschland beitragen soll.

Um die zukünftige Entwicklung von Fahrzeugen mit alternativem Antrieb (Hybrid-, Elektro- und Brennstoffzellenfahrzeuge) in Deutschland verfolgen und analysieren zu können und mögliche negative Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit zeitnah identifizieren zu können, hat die BAST im Jahr 2010 die Einrichtung einer langfristigen Beobachtung des Fahrzeugmarktes und des Unfallgeschehens initiiert.

Verlässliche quantitative Aussagen über die Entwicklung von Fahrzeugen mit alternativem Antrieb sind für eine vorausschauende Arbeit im Bereich der Verkehrssicherheit unabdingbar.

Ziele sind die Verfolgung der tatsächlichen Umsetzung des technologischen Fortschritts in marktgängige Produkte,

- frühzeitige und genaue Kenntnis über die der technologischen Entwicklung sich anschließenden Marktentwicklung,
- zeitnahe Identifizierung möglicher Fehlentwicklungen - insbesondere mit Blick auf die Verkehrssicherheit.

Vor allem letzter Punkt schafft die Möglichkeit, Vorschläge für eine sinnvolle Steuerung der Entwicklung leisten zu können.

Marktdurchdringung

Im Berichtsjahr 2010 hat sich die Marktdurchdringung von innovativen Fahrzeugkonzepten nicht wesentlich beschleunigt. Viele größere Fahrzeughersteller stehen allerdings kurz vor der breiten Markteinführung von Fahrzeugen mit alternativer Antriebstechnik. Erkennbar ist bereits wenngleich quantitativ auf noch niedrigem Niveau der steigende Anteil von Fahrzeugen mit Hybridtechnologie. Diese verzeichnen derzeit das stärkste Marktwachstum unter den alternativen Antriebsarten.

Betrachtet man die Bestandsentwicklung bei Hybridfahrzeugen, so ist in 2010 mit 35.996 Einheiten mehr als eine Verdoppelung gegenüber dem Jahr 2007 (16.619) festzustellen. Laut Modellankündigungen der Fahrzeughersteller sollen insbesondere in den Segmenten Vollhybrid, Plug-in-Hybrid und reine Elektrofahrzeuge in den kommenden Jahren zahlreiche neue Fahrzeugmodelle auf den Markt kommen.

Bestand an Pkw nach Kraftstoffart (2007 bis 2010, Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt)

	Benzin	Diesel	Elektro	Gas	Hybrid-Benzin/ Elektro	Benzin/ Ethanol	Gesamt
2007	30.063.404	9.810.106	59	358.831	16.619		40.249.019
2008	29.960.754	10.057.074	57	357.123	21.452	8	40.396.468
2009	29.872.527	10.580.915	78	349.312	27.870	1.082	40.831.784
2010	30.082.247	10.939.078	212	344.114	35.996	2.492	41.404.175
2010/09	0,7 %	3,4%	171,8%	-1,5%	29,2%	130,3%	1,4%

	2007	2008	2009	2010	Veränderung 2010/09	Verteilung 2010
Benzin	271.154	254.185	244.841	227.537	-7%	71%
Diesel	95.113	93.540	93.045	91.408	-2%	28%
Elektro	0	0	0	0	-	-
Hybrid Benzin/ Elektro	113	151	204	220	8%	0.07%
Benzin/Ethanol	0	0	1	12	-	0%
Gas	3.198	3.159	3.162	3.087	-3%	1%
Ohne Angabe	43.388	36.739	36.459	32.664	-10%	-
Gesamt	412.966	387.774	377.712	354.919	-6%	100%

Im Jahre 2010 verfügten lediglich 212 Elektro-Pkw über eine Typgenehmigung. Der reale Bestand zugelassener Elektro-Kfz lag nach Angaben des Kraftfahrt-Bundesamtes im Jahre 2010 bei rund 2.300 Pkw. Für die Unfallanalyse können jedoch nur Pkw mit einer Typgenehmigung ausgewertet werden.

Unfallgeschehen

Im Jahr 2010 waren insgesamt 354.919 Pkw an Unfällen mit Personenschaden beteiligt. Bei 32.664 Pkw waren keine Angaben zur Kraftstoffart verfügbar. Unter den Pkw mit Angaben zur Kraftstoffart dominiert Benzin mit einem Anteil von 71 Prozent. Mit 220 unfallbeteiligten Hybrid-Pkw liegt deren Anteil an allen unfallbeteiligten Pkw bei 0,07 Prozent. Im Untersuchungszeitraum war kein „getypter“ Pkw mit Elektroantrieb an einem Unfall mit Personenschaden beteiligt. Vor einer tieferen Interpretation dieser Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass in der amtlichen Straßenverkehrsunfallstatistik beispielsweise Elektrofahrzeuge nur dann identifiziert werden können, wenn diese über eine EG-Typgenehmigung verfügen. Am Ende des Jahres 2010 besaßen von den etwa 2.300 für den Straßenverkehr zugelassenen Elektro-Pkw jedoch lediglich 212 eine solche Typgenehmigung. Mit zunehmender Serienfertigung wird sich der Anteil der Fahrzeuge mit Typgenehmigung erhöhen, wodurch Rückschlüsse auf das Unfallgeschehen möglich werden.

Bei insgesamt rückläufiger Unfallbeteiligung von Pkw im Jahr 2010 (- sechs Prozent im Vergleich zum Vorjahr) hat die Anzahl der unfallbeteiligten Hybrid-Pkw - bei äußerst kleinen Fallzahlen - um acht Prozent zugenommen. Dieser Wert liegt deutlich unter dem Bestandsanstieg von 30 Prozent. Der Anstieg in der Unfallbeteiligung von Hybrid-Pkw wird ganz überwiegend durch einen Anstieg auf Landstraßen geprägt.

Im Mittel wurden 65 Prozent der an Unfällen mit Personenschaden beteiligten Pkw innerhalb von Ortschaften registriert. Hybrid-Pkw weisen einen höheren Anteil von 75 Prozent (n = 164) auf. Inwieweit dieser überdurchschnittliche Anteil auf einer unterschiedlichen Nutzungsstruktur beruht, kann an dieser Stelle nicht geklärt werden. Dies ist jedoch zu vermuten, da bei Hybridfahrzeugen die systembedingten Vorteile gerade im innerörtlichen Verkehr zum Tragen kommen.

Weiterhin wurden Unfälle mit Personenschaden betrachtet, an denen genau ein Pkw und ein schwächerer Verkehrsteilnehmer (Fußgänger oder Radfahrer) beteiligt waren. Der Pkw muss dabei nicht als Hauptverursacher eingestuft worden sein. 94 Prozent der fast 60.000 Unfälle ereignen sich innerhalb von Ortschaften; bei den Hybridfahrzeugen sind es 60 von 62 (97 Prozent).

Die Anzahl der insgesamt beteiligten Pkw an Unfällen mit Fußgänger- oder Radfahrer-beteiligung ist 2010 innerorts um elf Prozent zurückgegangen. Auch die Anzahl der

*Beteiligte Pkw an Unfällen
mit Personenschaden nach
Kraftstoffart*

beteiligten Hybridfahrzeuge hat sich innerorts um neun Prozent (auf $n=60$) verringert.

Fazit

Auf Basis der bisherigen Marktentwicklung ist die Analyse des Unfallgeschehens naturgemäß noch wenig aussagekräftig. Die deutliche Zunahme der Unfallbeteiligung von Hybridfahrzeugen um 95 Prozent von 2007 bis 2010 wird durch einen Bestandsanstieg von 117 Prozent in diesem Zeitraum relativiert und deutet daher eher auf ein unterdurchschnittliches Risiko hin, wobei keine Informationen über die durch-

schnittliche Fahrleistung in die Interpretationen einbezogen werden können. Der relativ hohe Anteil von Innerortsunfällen ist vor allem vor dem Hintergrund der Nutzung der Fahrzeuge zu interpretieren.

Nach aktuellen Informationen des Kraftfahrt-Bundesamtes hat sich der Elektro-Pkw Bestand am Ende des Jahres 2011 im Vergleich zum Vorjahr fast verdoppelt (auf 4.541 Pkw). Auch im Bereich der Typgenehmigungen ist eine deutliche Zunahme von 212 auf 1.880 getypte Elektro-Pkw festzustellen. ■



Dr. Hans Holdik

Jahrgang 1962

Physiker

Seit 2010 in der BAST

Im Referat „Aktive Fahrzeugsicherheit, Emissionen, Energie“ zuständig für die Entwicklung technischer Vorschriften der Fahrzeugtypprüfung/Homologation nach EU und UN-ECE, Emissionen alternativer Fahrzeugantriebssysteme im Straßenverkehr sowie Emissionsmodellierung



Janina Küter

Jahrgang 1978

Ökonomin

Seit 2012 in der BAST

Im Referat „Sicherheitskonzeptionen, Sicherheitskommunikation“ zuständig für die Erstellung des Unfallverhütungsberichts Straßenverkehr, die Datenerhebung im Bereich „Straßenverkehr der Zukunft: Mensch und Fahrzeug“ und die ökonomische Bewertung verkehrssicherheitsrelevanter Aspekte



Martin Pöppel-Decker

Jahrgang 1962

Maschinenbauingenieur

Seit 1992 in der BAST

Im Referat „Unfallstatistik, Unfallanalyse“ zuständig für straßennetzbezogene, regionalspezifische sowie schwerpunkthematische Datenanalysen



Michael Ulitzsch

Jahrgang 1951

Ingenieur für Informationselektronik

Seit 1990 in der BAST

Im Referat „Unfallstatistik, Unfallanalyse“ zuständig für Datenanalysen

Wasserstoff in der Emissionsmodellierung

Der Energieträger Wasserstoff und die Themen „Elektromobilität“ und „Bio-Kraftstoffe“ sind Teile eines ganzen Bündels von Handlungsoptionen, auf die die Bundesregierung beim Übergang zu einer klimaneutralen und nachhaltigen Mobilität setzt. Um einem undifferenzierten Nebeneinander unterschiedlicher Energieoptionen und Handlungsfelder entgegenzuwirken, hat das BMVBS unlängst das Projekt zur „Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie“ (MKS) gestartet.

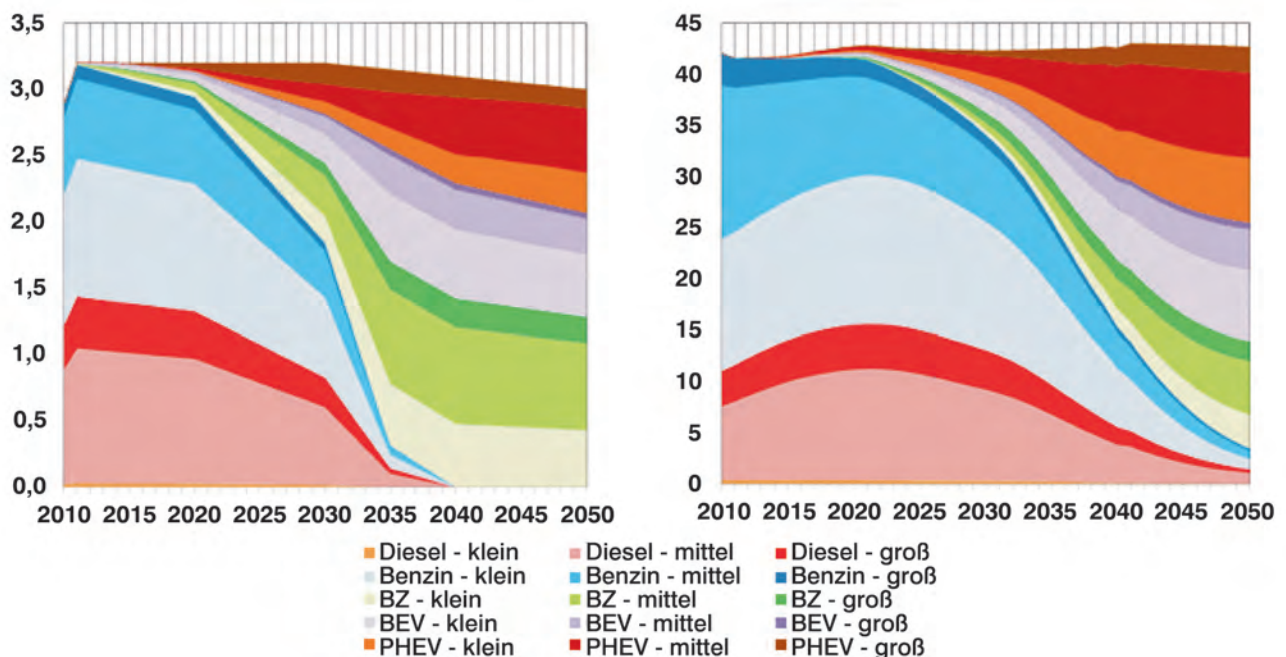
Ziel ist es, Fachexpertise umfassend zusammenzustellen, unterschiedliche Aktivitäten zu bündeln und Partner zielgerichtet einzubringen um schließlich eine konsistente und nachhaltige Strategie für die Mobilität der Zukunft zu entwerfen. Die Treibstoff-Alternative „Wasserstoff“ wird speziell im „Entwicklungsplan Verkehr“ des Nationalen Innovationsprogramms „Wasserstoff und Brennstoffzelle“ (NIP) verfolgt. Im Zentrum des Interesses stehen technische Entwicklungen, die bei erfolgreicher Markteinführung einen signifikanten Beitrag zur Versorgungssicherheit, zur Effizienzsteigerung und zur CO₂-Reduktion leisten.

Einsparziele bei der CO₂ Reduktion

Doch woher soll der Wasserstoff für die Verkehrsinfrastruktur kommen? Wie wird er hergestellt und verteilt? Und schließlich, kann man heute schon die zu erwartenden Einsparungen bei der Kohlendioxid-Emission beziffern? Bestehen also realistische Chancen, die ambitionierten Klimaziele Deutschlands, einer 80 prozentigen Treibhausgasreduktion bis 2050 gegenüber dem Stand von 1990, auch wirklich zu erreichen?

Hier setzt die Untersuchung TREMOD-GermanHy an, um von unabhängiger Seite und auf technisch-wissenschaftlich fundierter Basis Antworten auf diese spannenden Fragen formulieren zu helfen (www.tremod-germanhy.de). Sie wird von der BAST koordiniert und in Zusammenarbeit mit dem Heidelberger Institut für Energie und Umwelt, dem Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung, der Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH und dem Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie durchgeführt.

Pkw Fahrzeugneuzulassungen gemäß Ergebnissen der Studie TREMOD-GermanHY (links) und Veränderungen im Fahrzeuggesamtbestand (rechts) differenziert nach unterschiedlichen Fahrzeugkonzepten (Benziner, Diesel, Brennstoffzellen-, Batterie- und Hybridfahrzeugen) und Segmenten („große“, „mittlere“, „kleine“ Fahrzeugklassen), jeweils in Millionen Fahrzeugen



Woher kommt der Wasserstoff?

Als Ausgangsbasis der Arbeiten diente die Vorgängerstudie zu Wasserstoff als Energieträger „GermanHy – woher kommt der Wasserstoff in Deutschland“. Hier sind die grundlegenden Aspekte, wie die industriellen Herstellungs- und Transportwege sowie die damit verbundenen Energieaufwände und Emissionen zusammengestellt, beziffert und bewertet worden. Im Ergebnis findet man einen Ausblick bis ins Jahr 2050, wie eine Marktentwicklung für Wasserstoff als Energieträger im Verkehr aussehen könnte, und wie sich unterschiedliche politisch-ökonomische Randbedingungen auf die Dynamik dieser Entwicklung auswirken. Allerdings konnte GermanHy das Einstiegsszenario in das Wasserstoff-Zeitalter lediglich pauschal in Form eines Gesamtenergiebedarfs für den Straßenverkehr angeben, der im Kern auf den Prognosen zur Fahrleistungsentwicklung aus der Leitstudie 2010 basiert.

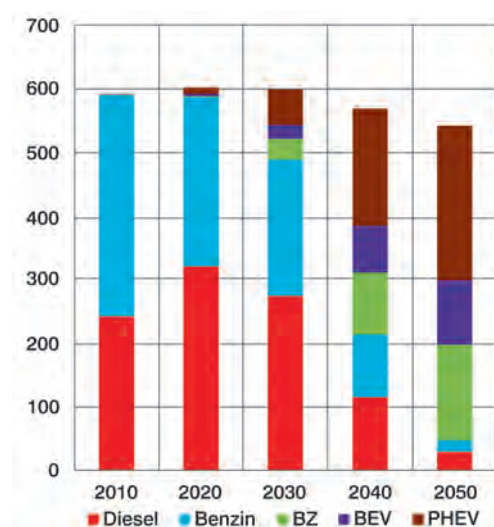
Doch welche konkreten Einführungs-szenarien müsste man für Brennstoffzellenfahrzeuge für die nächsten Jahre fordern, mit welcher Dynamik würden sich die Fahrzeuge dann im Bestand entwickeln und wie sähe die Zusammensetzung der Fahrzeugflotte im Feld aus, um die Prognosen der GermanHy-Studie bis ins Jahr 2050 zu erfüllen?

Elektrifizierung des Individualverkehrs bis ins Jahr 2050

Das Verkehrsemissionsmodell TREMOD (transport emission model) stellt die notwendigen simulationstechnischen Voraussetzungen zur Verfügung, um das Wasserstoff-Szenario auf Basis eines differenzierten Mengengerüsts von Brennstoffzellen-Fahrzeugen unterschiedlicher Segmente aufzustellen (www.tremod.de). Wenn auch nicht die letzten Antworten auf die hier aufgeworfenen Fragen beantwortet werden, so gibt TREMOD doch wesentlich plastischere und realitätsnähere Bilder über eine zukünftige Entwicklung des Fahrzeugbestands als bislang möglich.

TREMOD geht in seinen Ursprüngen auf eine im Auftrag des Umweltbundesamtes (UBA) vom Heidelberger Ifeu Institut ausgeführten Programmentwicklung zurück. In seiner jeweils aktuellen Version ist es die Grundlage für die offizielle Emissionsberichtserstattung der Bundesregierung (Nationales Emissionsinventar des UBA) und basiert in seinem Datenbestand auf Datenbanken beim Kraftfahrtbundesamt, der AG Energiebilanzen und Untersuchungen wie „Mobilität in Deutschland“ (MiD), „Verkehr in Zahlen“ (ViZ) und den von der BASt regelmäßig durchgeführten Verkehrszählungen und Fahrleistungserhebungen. Als Datenbankexpertensystem stellt TREMOD seit mehr als 15 Jahren den Benchmark in Bezug auf die bilanzierende Verkehrsemissionsmodellierung in Deutschland dar und wird gemeinsam von der BASt und dem UBA in seinem Datenbestand in regelmäßigem Turnus aktualisiert.

In TREMOD ist nicht nur der gesamte deutsche Fahrzeugbestand nach Fahrzeugsegmenten und Klassen in Jahres-scheiben hinterlegt, sondern auch die spezifischen Fahrleistungen und Emissionen der Fahrzeuge inklusive der in der Vorkette, bei der Treibstoffherstellung emittierten Emissionen. Darüber hinaus fließen bei der Berechnung der Fahrleistungen nach

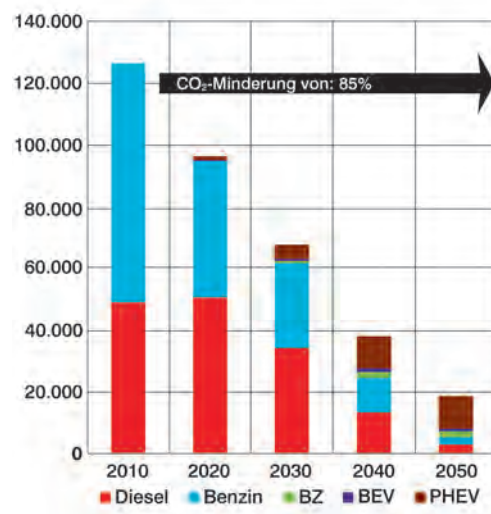


*TREMOD-GermanHY
Szenario zur jährlichen Pkw-
Fahrleistung, differenziert
nach Antriebskonzept in
Milliarden Kilometern*

Segmenten auch empirische Erkenntnisse ein, zum Beispiel dass neue Pkw eine höhere jährliche Kilometerleistung aufweisen als ältere, Oberklasse-Pkw höhere als Fahrzeuge aus dem Kompaktsegment, Diesel-Fahrzeuge höhere als Fahrzeuge mit Otto-Motor. Emissionen und Verbräuche werden im Modell so ermittelt, dass je Fahrzeugsegment, die jeweiligen Fahrleistungen nach Verkehrssituation, Straßenkategorien und Längsneigung differenziert behandelt und im Anschluss aggregiert werden.

Im Trendszenario können Fahrzeugbestand und Fahrleistungen jahresfein in die Zukunft fortgeschrieben werden. Bei diesem Szenario-Entwurf kann beispielsweise ein neuer Fahrzeugbestand in die Flotte eingeführt werden, der einen Teil des Altbestands ersetzt.

Zentrale Aufgabe des Projektes TREMOD-GermanHy war es, das Wasserstoff-Verkehrsszenario aus der Vorstudie „GermanHy“ in einen zwar noch fiktiven aber hinsichtlich seiner spezifischen Fahrleistungen und Verbrauchsdaten konkreten Fahrzeugbestand umzusetzen. Die zukünftigen Brennstoffzellen-Fahrzeuge sollten in drei Segmenten vorkommen: „klein“, „mittel“, „groß“. Bezüglich deren technischer Eigenschaften – Verbrauch, Überlebenskurven – und der Einführung in den Fahrzeuggesamtbestand mussten eine Reihe von Annahmen getroffen werden, jedoch immer so, dass die Konsistenz des Szenarios in Bezug auf die Interaktion mit anderen alternativen Antriebsarten, der Primärenergieverfügbarkeit und ökonomischer Grundannahmen gesichert war.



TREMOD-GermanHy Szenario für das Reduktionspotenzial für CO₂ aus Pkw im Straßenverkehr bis zum Jahr 2050 auf Basis der aufgezeigten Bestands- und Fahrleistungsszenarien (CO₂ in Kilotonnen)

Die Abbildungen zeigen einen Überblick zu den Kernaussagen der Studie. Insbesondere findet man als Konsequenz einer bis im Jahr 2050 weitgehend auf Brennstoffzellen-, Plugin-Hybrid- und Batterieelektrischen Antrieb umgestellten Pkw-Verkehr, eine Reduktion der CO₂-Emission um mehr als 100 Millionen Tonnen gegenüber dem heutigen Stand, was einem Rückgang von mehr als 80 Prozent des durch Pkw erzeugten Treibhausgases entspricht. ■

Literatur

„GermanHy – Woher kommt der Wasserstoff in Deutschland bis 2050?“, Deutsche Energie-Agentur, 2008.
 Weitere Infos unter: www.germanhy.de
 Leitstudie 2010/./2012: „Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global“ – Leitstudie 2010/./2012, im Auftrag des BMU

Dr. Hans Holdik

Jahrgang 1962

Physiker

Seit 2010 in der BAST

Im Referat „Aktive Fahrzeugsicherheit, Emissionen, Energie“ zuständig für die Entwicklung technischer Vorschriften der Fahrzeugtypprüfung/Homologation nach EU und UN-ECE, Emissionen alternativer Fahrzeugantriebssysteme im Straßenverkehr, Emissionsmodellierung



Automatische Notbremssysteme

Automatische Systeme der aktiven Sicherheit bieten das Potenzial, die Unfallzahlen von Pkw sowie die Schwere der noch unvermeidbaren Unfälle deutlich zu senken. Für Unfälle im Längsverkehr sind bereits seit Mitte des letzten Jahrzehnts Bremsysteme auf dem Markt, die Daten von Umfeldsensoren nutzen, um den Fahrer zu warnen und bei Gefahrenbremsungen zu unterstützen. Verfügbar sind mittlerweile im geringen Geschwindigkeitsbereich automatische, unfallvermeidende Bremsysteme - auch in unteren Fahrzeugklassen. Bei höheren Geschwindigkeiten schaffen es aktuelle Systeme, die Geschwindigkeit deutlich zu reduzieren. Sofern der Fahrer rechtzeitig – auch schwach – reagiert, können warnende und im Gefahrenfall unterstützende Systeme auch bei zu hohen Geschwindigkeiten Unfälle vermeiden. Viele dieser Systeme bremsen automatisch, wenn der Unfall nicht vermeidbar

ist (automatische Notbremsung) – alle Systeme verfügen mindestens über eine Fahrerwarnung mit anschließendem Schärfen des Bremsassistenten (fahrerinitiierte Notbremsung).

Technisches Potenzial

Diese Systeme werden allerdings für eine Bewertung der Fahrzeugsicherheit im Sinne von Ratings – beispielsweise im Rahmen des Verbraucherschutzes durch Euro NCAP (European New Car Assessment Programme) – bisher nicht herangezogen und sind damit für den Fahrzeugkunden nicht gut vergleichbar. Dafür wäre ein universelles (beispielsweise von der Sensorkonfiguration unabhängiges) Testverfahren für diese Systeme notwendig, das es bisher so standardisiert noch nicht gibt. Es wird erwartet, dass eine Berücksichtigung dieser Systeme bei den



üblichen Tests die Markteinführung stark beschleunigen wird.

Derzeit beschäftigen sich europaweit mehrere Initiativen und Forschungsprojekte damit, ein Testverfahren für Notbremssysteme für Fahrzeug-Fahrzeug-Kollisionen abzustimmen, eine Umsetzung für Fahrzeugtests im Rahmen der Fahrzeugbewertung durch Euro NCAP ist ab 2014 geplant.

Allen vorgeschlagenen Testverfahren dieser Initiativen ist gemein, dass sie Tests mit Gesamtfahrzeugen durchführen, die physikalisch mit einem Zielobjekt kollidieren (können). Unterschiede finden sich im Wesentlichen in der Bewertung und Durchführung der Tests, im Zielobjekt und in der Art, das Zielobjekt zu bewegen. Die BAST ist in einer dieser Initiativen, im EU-Projekt ASSESS (Assessment of Integrated Vehicle Safety Systems for improved vehicle safety), engagiert (www.assess-project.eu). In einem ersten Schritt wurden Szenarien getestet, bei denen das Zielfahrzeug und auch das Egofahrzeug, also das Fahrzeug, das über ein Notbremssystem verfügt und getestet wird, konstant fahren und solche Szenarien, bei denen das Zielfahrzeug steht. Darüber hinausgehende Szenarien mit bremsendem Zielfahrzeug folgen in naher Zukunft.

Die Testfahrzeuge wurden für die Fahrversuche mit Messtechnik zum exakten Bestimmen von Position und Geschwindigkeit ausgestattet. Sofern erforderlich, erfolgte die Synchronisierung der Messdaten verschiedener Fahrzeuge durch Nutzung des GPS-Zeitsignals.

Als Bewegungssystem der BAST kommt das Kart „MARVIN“ (Motorized Autonomous Research Vehicle for Innovations) zum Einsatz. Es wurde vollständig selbst entwickelt. Das Zielobjekt ASSESSOR, das von üblicher Sensorik für einen Pkw gehalten wird und sich am Kart befestigen



lässt, wurde im Rahmen des ASSESS-Projekts von einem Projektpartner entwickelt.

Kart „MARVIN“ und ein Testfahrzeug in Folgefahrt

Je nach Fahrerreaktion konnte ein 50 km/h fahrendes Testfahrzeug den Unfall vollständig vermeiden (frühe Fahrerreaktion) oder die Aufprallgeschwindigkeit um etwa 16 km/h reduzieren (keine Fahrerreaktion » automatisches Bremsen).

Nutzen von Notbremssystemen

Ein weiterer Bestandteil des EU-Projektes ASSESS war die Entwicklung einer aussagekräftigen Methodik zur Ermittlung des potenziellen Nutzens von Notbremssystemen. Mit Hilfe bewährter Dosis-Wirkungs-Modelle und Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen wurden letztlich die Sicherheitsnutzen für die im Rahmen des Projektes untersuchten und getesteten Notbremssysteme bestimmt und monetär bewertet.

Um die zukünftigen Nutzen der Notbremssysteme auf europäischer Ebene bestimmen zu können, wurde zunächst eine Prognose der im Straßenverkehr Verletzten und Getöteten für die Jahre 2010 und 2030 mit Hilfe verschiedener Szenarien erstellt und der zukünftige Fahrzeugbestand geschätzt. Die Szenarien berücksichtigten dabei die unterschiedlichen Fortschritte in der Straßenverkehrssicherheit der einzelnen Mitgliedsstaaten, die auch ohne den Einsatz von Notbremssystemen in

anderen Bereichen erzielt würden. Da die Sicherheitsnutzen der Systeme nicht nur von der Anzahl der ausgestatteten Fahrzeuge, sondern auch von deren Fahrleistung abhängen, wurde darüber hinaus mit Hilfe deutscher Fahrzeugdaten zu Alter, Fahrleistung und Lebensdauer der funktionale Zusammenhang zwischen Marktdurchdringung und Anteil der gefahrenen Fahrzeugkilometer ermittelt.

Mit Hilfe eines elaborierten Dosis-Wirkungs-Modells wurden schließlich die generierten Testergebnisse der verschiedenen Varianten der Notbremssysteme bezüglich ihrer Wirkung auf die Aufprallgeschwindigkeit in Unfallreduktionspotenziale überführt: Automatischer Bremsvorgang versus Warnung des Fahrers in Kombination mit automatischen Bremsvorgang. Letztlich wurden anhand typischer geschwindigkeitsabhängiger Häufigkeitsverläufe und Kurven für verschiedene Verletzungsrisiken bei Auffahrunfällen, die prozentualen Verringerungspotenziale für die Kategorien Leicht- und Schwerverletzte sowie Getötete ermittelt.

Basierend auf den Testergebnissen kann unter den definierten Bedingungen das Risiko bei einem Auffahrunfall getötet zu werden, um fast 55 Prozent gesenkt werden. Das Risiko für schwere (minus 29 Prozent) sowie leichte (minus 20 Prozent) Verletzungen kann ebenfalls erheblich verringert werden.

Die Zusammenführung der Reduktionspotenziale der verschiedenen Systemvarianten und der Prognosedaten für die Zahl der Unfallopfer und Fahrzeuge ergab für das mittlere Szenario bei einer angenommenen Marktpenetrationsrate von fünf Prozent in 2020 und 15 Prozent in 2030 einen Rückgang der Zahl der Getöteten in der EU zwischen 31 und 34 Personen in 2020 und 51 bis 54 Personen in 2030. Der maximale monetäre Sicherheitsnutzen in diesem Szenario beläuft sich damit auf fast 124 Millionen Euro in 2020 und 278 Millionen Euro in 2030. Bei einer angenommenen Vollausrüstung aller Fahrzeuge würde sich der Nutzen von Notbremssystemen auf jeweils zirka 1,2 Milliarden Euro für beide Jahre erhöhen.

Juristische Aspekte

Mit automatischen Notbremssystemen sind auch eine Reihe rechtlicher Aspekte verbunden. Es handelt sich um Systeme, die in die Fahraufgabe eingreifen, die in der Straßenverkehrs-Ordnung dem Fahrzeugführer zugeordnet ist. Soweit diese Systeme bestimmungsgemäß sicher funktionieren und der Fahrzeugführer über deren Funktionsweise und Systemgrenzen instruiert ist, können sie einen wertvollen Beitrag zur Erhöhung der Verkehrssicherheit leisten. Andererseits ist nicht auszuschließen, dass derartige Systeme im Einzelfall auch mit nachteiligen Auswirkungen ins Fahrgeschehen eingreifen können,

*ASSESSOR Zielobjekt
im Fahrversuch*



zum Beispiel aufgrund eines fehlerhaft funktionierenden Sensors, so dass es vereinzelt erst aufgrund eines automatischen Eingriffs zu einem Schaden kommen kann. Umgekehrt darf sich der Fahrer aber auch nicht auf ein Eingreifen des Systems verlassen; hierzu ist er im Übrigen auch verhaltensrechtlich verpflichtet.

Innerhalb des ASSESS-Projekts wurden unter maßgeblicher Beteiligung der BAST aus rechtlicher Sicht Haftungsfragen in vier bedeutenden Automobilmärkten (Deutschland, Frankreich, Japan, USA) untersucht. Dabei wurden anhand einer Szenarienbetrachtung Fehlfunktionen der Typen „falsch-positiv“ (objektiv nicht erforderlicher Eingriff) und „falsch-negativ“ (ausbleibender Eingriff) berücksichtigt.

Als wesentliche Ergebnisse lassen sich zusammenfassen, dass das Produkt dem Stand von Wissenschaft und Technik so weit wie möglich entsprechen sollte und dass der Nutzer durch den Fahrzeughersteller vollständig und umfassend darüber instruiert werden sollte, was das Produkt leisten kann und was nicht, insbesondere über den Zweck des Systems, über Systemgrenzen und mögliche Fehlfunktionen. Die Instruktion ist unter anderem auch deshalb von erheblicher Bedeutung, weil die Systeme je nach Fahrzeughersteller recht unterschiedlich ausgelegt sein können, zum Beispiel hinsichtlich Eingriffszeitpunkt, Eingriffsintensität, Art und Weise der Übersteuerbarkeit, detektierbare Objekte. Der Nutzer muss auch vor blindem Systemvertrauen gewarnt werden und es sollten keine überzogenen Nutzererwartungen an das System geweckt werden. Bei fehlerhaften automatischen Notbremseingriffen, die zu einem Schaden führen, kommen für den Geschädigten verschiedene Anspruchsgegner in Betracht: Dies können der Fahrzeugführer, der Fahrzeughalter, der Fahrzeugeigentümer, der

Versicherer, der Verkäufer (Händler) oder der Hersteller des Fahrzeugs sein. Letztlich hängt dies von den Einzelheiten des dem konkreten Fall zugrundeliegenden Sachverhaltes ab.

Dem international gültigen Wiener Übereinkommen über den Straßenverkehr aus dem Jahr 1968 liegt der Gedanke zugrunde, dass der Fahrzeugführer stets in der Lage sein muss, sein Fahrzeug zu beherrschen. Dies spiegelt sich auch im nationalen Straßenverkehrsrecht wider. Der Gedanke der Kontrollierbarkeit hat auch in den Praxisleitfaden für die Entwicklung von Fahrerassistenzsystemen Eingang gefunden (Code of Practice), der im RESPONSE3-Projekt entwickelt wurde. Damit kommt der Kontrollierbarkeit sowohl verhaltensrechtlich als auch produkthaftungsrechtlich eine erhebliche Bedeutung zu.

Im Sinne der Kontrollierbarkeit ist von Bedeutung, automatische Notbremssysteme übersteuerbar auszugestalten: Zum einen dürfte dies den Fahrzeugführer eher in die Lage versetzen, einen fehlerhaften Eingriff zu übersteuern. Zum anderen ist dies aus Herstellerperspektive produkthaftungsrechtlich von Vorteil, da auf diese Weise der Fahrzeugführer als letzte Entscheidungsinstanz erhalten bleibt. Dabei ist klar, dass dies angesichts des individuellen Reaktionsvermögens des Fahrers in der Praxis schwierig sein kann. Darüber hinaus dürften Eingriffe, die im Bereich jenseits der menschlichen Reaktions- oder Leistungsfähigkeit liegen, aus verhaltens- und produkthaftungsrechtlicher Sicht keine Schwierigkeiten aufwerfen. Geeignete Fahrerinformation und -warnung sollten ebenso aus verhaltens- und produkthaftungsrechtlicher Sicht einem automatischen Notbremseingriff vorgeschaltet sein – auch um dem Fahrer die Möglichkeit zu geben, einen

gegebenenfalls fehlerhaften bevorstehenden Notbremseingriff zu übersteuern.

Fazit

Notbremssysteme für Pkw-Pkw-Kollisionen können einen Beitrag zur Erhöhung der Verkehrssicherheit leisten. Unter den in ASSESS definierten Rahmenbedingungen konnte die sozio-ökonomische Vorteilhaftigkeit von Notbremssystemen dargelegt werden. Bei Berücksichtigung der oben genannten juristischen Aspekte werfen automatische Notbremssysteme auch aus verhaltens- und produkthaftungsrechtlicher Sicht keine unüberwindbaren Schwierigkeiten auf.

Die Einführung eines geeigneten Testverfahrens steht derzeit noch aus. Sie ist für 2014 geplant. Ein solches Testverfahren im Rahmen von Euro NCAP hilft dabei, verschiedene Notbremssysteme zu vergleichen. ■



Dr. Jan-André Bühne

Jahrgang 1975

Volkswirt

Seit 2012 in der BAST

Im Referat „Sicherheitskonzeptionen, Sicherheitskommunikation“ zuständig für die ökonomische Bewertung der Markteinführung von Elektrofahrzeugen sowie die Bewertung von intelligenten Fahrzeugsicherheitssystemen im Rahmen von EU-Projekten



Dr. Patrick Seiniger

Jahrgang 1978

Maschinenbauingenieur

Seit 2009 in der BAST

Im Referat „Aktive Fahrzeugsicherheit, Emissionen, Energie“ zuständig für Fahrdynamik und Aktive Sicherheit



Assessor Daniel Westhoff

Jahrgang 1971

Volljurist

Seit 2010 in der BAST

Im Referat „Kooperative Verkehrs- und Fahrerassistenzsysteme“ zuständig für Rechtsfragen rund um automatisierte Fahrzeugsysteme einschließlich kooperativer Systeme mit den Schwerpunkten Verhaltensrecht, Ordnungsrecht, Haftungsrecht, Datenschutzrecht

Numerische Simulation von Anprallvorgängen

Derzeit werden für die Typzulassung von Kraftfahrzeugen sowie Fahrzeugkomponenten und im Rahmen des Konformitätsbewertungsverfahrens (CE-Kennzeichnung) von Fahrzeugrückhaltesystemen zahlreiche Anprallprüfungen experimentell durchgeführt. Diese Anprallprüfungen wurden in den letzten Jahren innerhalb der EU harmonisiert und sollen das hohe Sicherheitsniveau gewährleisten, das sich unter anderem in der sinkenden Zahl der Unfalltoten und Schwerverletzten auf deutschen Straßen widerspiegelt.

Obwohl Fahrzeuge und Fahrzeugrückhaltesysteme sehr unterschiedliche Produkte darstellen, sind die Bewertungsprozeduren prinzipiell vergleichbar: Aus dem Unfallgeschehen wurden repräsentative Szenarien ausgewählt und in Prüfkonfigurationen überführt. In diesen Prüfungen wird das Fahrzeug und das Fahrzeugrückhaltesystem Anprallbelastungen ausgesetzt, die für die Belastung im Unfallgeschehen repräsentativ sind. Diese Anprallprüfungen können auch als experimentelle Simulation bezeichnet werden. Bei der Bewertung der Fahrzeugsicherheit im Frontalanprall wird das gegenrische Fahrzeug beispielsweise durch eine standardisierte Barriere simuliert und die Auswirkungen des Anpralls auf den Fahrzeuginsassen durch ein biomechanisch repräsentatives Modell des Menschen in Form eines Crashtestdummies untersucht. Die realen Anprallprüfungen und die Grenzwerte der Kriterien für die Zertifizierung von Fahrzeugrückhaltesystemen sind in der europäischen Norm DIN EN 1317 beschrieben und festgelegt. Aus diesen Anprallprüfungen ergeben sich die Leistungsdaten für das Fahrzeugrückhaltesystem, die auf dem Konformitätszertifikat angegeben werden: Aufhaltestufe, Wirkungsbereich und Anprallheftigkeit.

Anhand der festgelegten Testkonfigurationen, Messwerte und sicherheitsrelevanter Kriterien kann die Verkehrssicherheit der Fahrzeuge und der Fahrzeugrückhaltesysteme reproduzierbar und objektiv bewertet werden. Sind die in Regularien und Normen definierten Grenzwerte überschritten, darf das Produkt nicht auf dem europäischen Markt verkauft werden. Aufgrund ihres zerstörerischen Prüfcharakters und der anspruchsvollen technischen Durchführung ist die experimentelle Simulation sehr kostenintensiv. Dies gilt insbesondere für die Herstellung von Prototypen und Verzögerungen im Ablauf der Produktentwicklung bei negativem Testergebnis.

Virtuelle Prüfungen

Im Entwicklungsprozess von Kraftfahrzeugen wird die numerische Simulation schon seit vielen Jahren erfolgreich eingesetzt, mit dem Ziel, die Anzahl von Prototypen in der Entwicklungsphase auf ein Minimum zu beschränken, Entwicklungskosten zu reduzieren sowie Entwicklungszeiten zu verkürzen.

Darüber hinaus gibt es auch zunehmend Überlegungen, ob und unter welchen Voraussetzungen im Typzulassungsprozess und Konformitätsbewertungsverfahren die experimentellen Prüfungen durch numerische (computergestützte) Simulationen ersetzt oder ergänzt werden können.

Die numerische Simulation der festgelegten Testkonfigurationen basiert auf Simulationsmodellen, die für den Anwendungsfall wichtige Parameter enthalten und diese vereinfacht abbilden. Die Differentialgleichungen, die den physikalischen Phänomenen zugrunde liegen, werden über Näherungsverfahren in Gleichungssysteme überführt und durch leistungsstarke Rechner und Simulationsprogramme gelöst.

Modellverifizierung und -validierung

Im Gegensatz zur experimentellen Prüfung wird bei der numerischen Simulation ein computerbasiertes (numerisches) Modell des zu prüfenden Produkts benötigt. Um sicherzustellen, dass mit diesem Modell belastbare Aussagen bezüglich der Bewertung des zu prüfenden beziehungsweise bewertenden realen Systems getroffen werden können, ist die Validierung des Simulationsmodells von entscheidender Bedeutung. Im Rahmen einer Modellverifizierung und -validierung ist sicherzustellen, dass ein numerisches Modell alle relevanten Eigenschaften des realen Systems möglichst gut abbildet.

Seit 2010 erlaubt die EU-Regelung 371/2010 die Anwendung virtueller Methoden für ausgewählte Regelungen der Typzulassung von Kraftfahrzeugen. In deren Anhang ist die Validierung des Computermodells als Voraussetzung gefordert. Genaue Umsetzungsanweisungen dazu bleiben allerdings offen. Im Rahmen des EU-geförderten Projekts IMVITER (Implementation of Virtual Testing in safety Regulations) wurden unter Beteiligung der BAST, zusammen mit Projektpartnern aus Industrie und Forschung sowie Prüfinstituten, detaillierte Validierungsprozeduren erarbeitet und am Beispiel von Typzulassungsvorschriften für Kopfanprallprüfungen für den Fußgängerschutz evaluiert. Unter Leitung der BAST wurden zudem

verschiedene mögliche Prozeduren zur virtuellen Typprüfung für fahrzeugsicherheitsrelevante Regelungen erstellt, die bereits von Prüfinstituten umgesetzt werden.

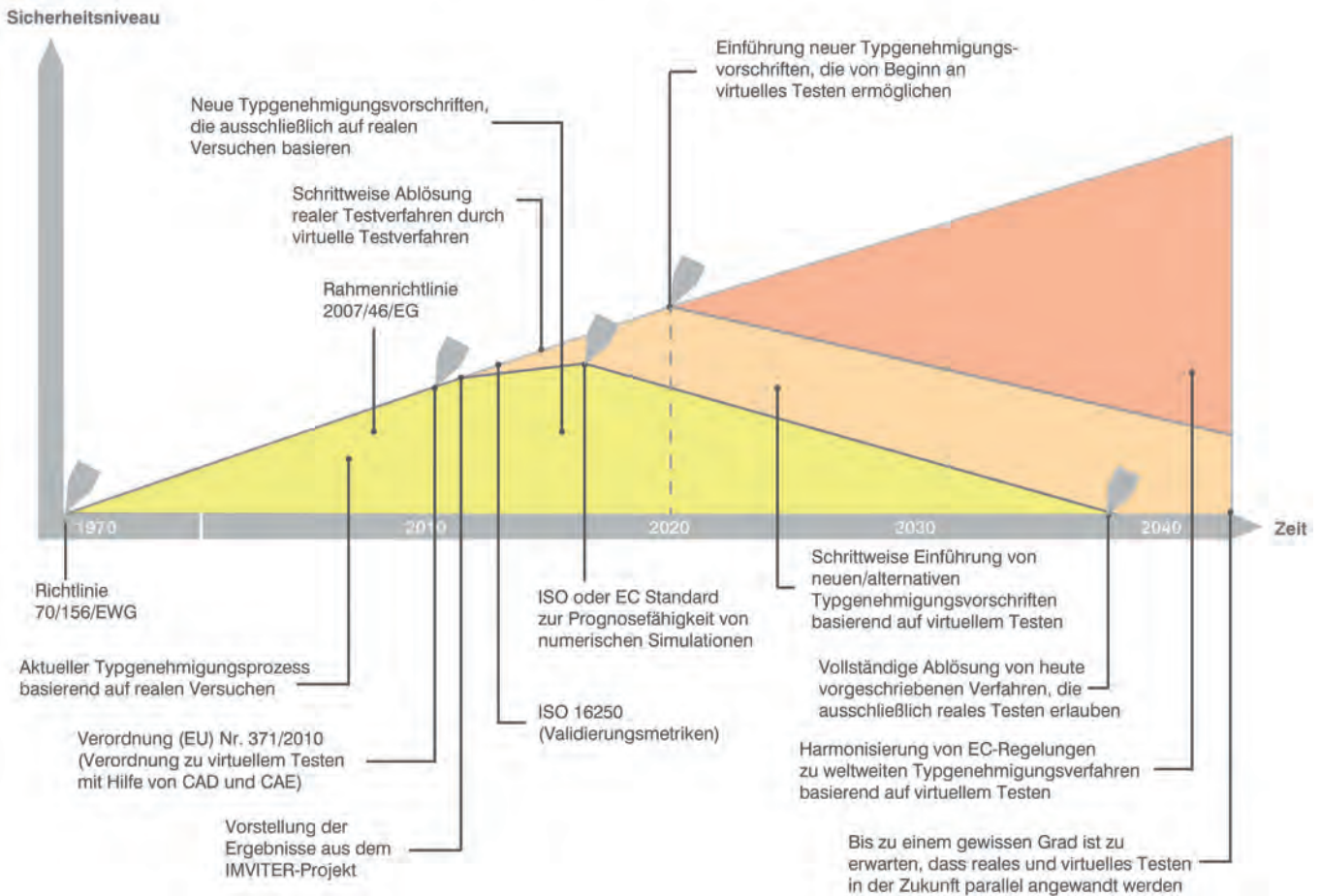
Auch die Zertifizierung von modifizierten Fahrzeugrückhaltesystemen darf gemäß DIN EN 1317-5:2012-06 in Einzelfällen „über eine reduzierte Anzahl von Anprallprüfungen oder durch Berechnungen, Computersimulationen oder einfache Belastungsprüfungen erfolgen“. Dieses Verfahren erfordert ein verifiziertes und validiertes Simulationsmodell, dem eine gute Übereinstimmung mit einer bereits durchgeführten Anprallprüfung zugrunde liegt, und „eine Bestätigung durch eine unabhängige dritte Partei“. Eine einheitliche Vorgehensweise für die Verifizierung und Validierung von Simulationsmodellen wird derzeit in einer Arbeitsgruppe des europäischen Komitees für Normung (CEN) TC226/WG1 erarbeitet. Diese umfasst in Analogie zu den Ergebnissen aus dem Projekt IMVITER die Überprüfung des entwickelten Simulationsmodells und Vorgaben zum Validierungsverfahren sowie die Forderung nach der notwendigen Dokumentation des Verifizierungs- und Validierungsprozesses. Diese Gremienarbeit, an der sich die BAST intensiv beteiligt, wird durch mehrere externe Forschungsprojekte der BAST begleitet. In diesen Forschungsprojekten werden unter anderem Möglichkeiten und Grenzen der

Vergleich von Test- und Simulationsergebnissen zur Entwicklung von Validierungsverfahren für Kopfanprallprüfungen im EU-Projekt IMVITER



Zeitplan für die Implementierung von virtuellem Testen

■ Reales Testen ■ Reales und virtuelles Testen ■ Virtuelles Testen



numerischen Simulation aufgezeigt und Parameteranalysen durchgeführt.

Potenzial für die Zukunft

Aufgrund der steigenden Rechenleistungen ergibt sich für die numerische Simulation ein großes Potenzial bei der Entwicklung, Typzulassung und CE-Kennzeichnung von Produkten.

Bei der in der Grafik dargestellten Prognose wird angenommen, dass bei steigendem Sicherheitsniveau zunehmend reale durch virtuelle Testverfahren substituiert werden. Dabei wird sich die Anwendung der virtuellen Testverfahren wahrscheinlich zukünftig auch nicht nur auf die Substitution realer Testverfahren beschränken. Im Rahmen der Einführung von virtuellen Testverfahren ergibt sich

auch die Möglichkeit, die Randbedingungen kostenneutral zu ändern und die Testkonfigurationen zu erweitern, um das reale Unfallgeschehen umfassender abzubilden. Außerdem können Simulationen bei der Entwicklung von robusten Prüfbedingungen hilfreich sein. Mit Hilfe einer Sensitivitätsanalyse kann der Einfluss von Parametern, wie Anprallwinkel, Geschwindigkeit und verschiedene Fahrzeugtypen beim Anprall an Fahrzeugrückhaltesysteme, untersucht werden.

Ein weiteres Potenzial ist die Verwendung numerischer Menschmodelle. Die oben erwähnten Crashtestdummies, die den Menschen in experimentellen Prüfkfigurationen abbilden, können die biomechanischen Anpralleigenschaften des Menschen nur eingeschränkt realistisch

IMVITER-Prognose für die zukünftige Implementierung von virtuellen Testverfahren im Typzulassungsprozess von Kraftfahrzeugen (Quelle: EU-Projekt IMVITER)



*Numerisches Menschmodell
THUMS für eine zukünftige
verbesserte Bewertung der
Fahrzeugsicherheit*

und detailliert darstellen. Computerbasierte Menschmodelle ermöglichen es dagegen die relevanten biomechanischen Eigenschaften des Menschen wesentlich detaillierter abzubilden. Insbesondere können zukünftige Modelle auch Muskelaktivitäten simulieren, die in einigen Testkonfigurationen relevant sein können. Bis diese Modelle in standardisierten Prüfprozeduren in einem virtuellen Prüfprozess zum Einsatz kommen, sind noch viele Fragen zu klären. Unter anderem ist eine Standardisierung dieser Modelle Voraussetzung. An der Beantwortung dieser und anderer Fragen im Zusammenhang mit der Verwendung virtueller Testverfahren für verkehrssicherheitsrelevante Produkte wird die BAST auch in Zukunft weiter aktiv mitarbeiten. ■



Andre Eggers

Jahrgang 1976

Maschinenbauingenieur

Seit 2006 in der BAST

Im Referat „Passive Fahrzeugsicherheit, Biomechanik“ zuständig für numerische Simulation, Biomechanik, Menschmodelle, Weiterentwicklung und Evaluierung neuer Dummies



Ilja Jungfeld

Jahrgang 1974

Bauingenieur

Seit 2004 in der BAST

Im Referat „Straßenausstattung“ zuständig für Konformitätsbewertungsverfahren für Fahrzeugrückhaltesysteme, nationale und europäische Normung für die Prüfung und Zertifizierung von Fahrzeugrückhaltesystemen, Untersuchungen zum Anprallverhalten von Schutzeinrichtungen



Holger Schwedhelm

Jahrgang 1975

Bauingenieur

Seit 2009 in der BAST

Im Referat „Straßenausstattung“ zuständig für Simulationen von Anprallvorgängen an Schutzeinrichtungen und Aufträge von Dritten zu Systemänderungen

Fahrzeugsicherheit zum Schutz von Fahrradfahrern

Bei etwa jedem zehnten in Deutschland getöteten Verkehrsteilnehmer im Jahre 2011 handelte es sich um einen Fahrradfahrer (399 Personen). Darüber hinaus wurden 76.351 Fahrradfahrer verletzt, 14.437 davon schwer. Ungeachtet dessen liegt die durchschnittliche Helmtragequote von Fahrradfahrern bei lediglich sechs Prozent, wobei die Tragequote bei Kindern bis zum Alter von zehn Jahren mit 53 Prozent deutlich über der Gesamtquote und die Tragequote bei den über Siebzehnjährigen bei nur zwei bis vier Prozent liegt. Dabei kann der Verletzungsschweregrad am Kopf durch das Tragen eines Fahrradhelmes signifikant reduziert werden. So werden Analysen der Unfalldatenbank GIDAS (German In-Depth Accident Study) zufolge schwere Kopfverletzungen (AIS 3+) bei Helmnutzung um 33 Prozent reduziert.

Aktive und passive Sicherheit

Zieht man die durch das Verbraucherschutzprogramm Euro NCAP (European New Car Assessment Programme) im Sinne des Fußgängerschutzes bewerteten Bereiche von Pkw-Vorderwagen heran, so resultiert aus einer Studie aller in GIDAS dokumentierten verunfallten Fahrradfahrer bei entsprechender Erweiterung des Prüfbereichs ein erhebliches Reduktionspotenzial für schwere Kopfverletzungen von Fahrradfahrern.

Hierzu werden Ansätze sowohl der passiven (die Unfallfolgen mindernden) als auch der aktiven (unfallvermeidenden) Fußgängersicherheit verfolgt. Systeme der aktiven Sicherheit sind in der Regel automatische Bremssysteme.

So können zum einen modifizierte fahrerseitige Prüf- und Bewertungsverfahren in Anlehnung an die existierenden Prüfvorschriften zum passiven Fußgänger-

schutz zu einer erhöhten Sicherheit von Fahrradfahrern beitragen. Gleichermäßen aus Unfallanalysen, Simulationen mit Menschmodellen und realen Fahrzeugversuchen geht hervor, dass ein erweiterter Prüfbereich aufgrund des im Vergleich zum Fußgänger weiter hinten auf der Fahrzeugfront erfolgenden Kopfaufpralls insbesondere des erwachsenen Radfahrers im Falle einer Kollision mit einem Pkw einen verbesserten Schutz von Fahrradfahrern nach sich zieht.

Andererseits können auch erweiterte Prüfverfahren zum Schutzpotenzial von Fahrradhelmen Aufschluss darüber geben, ob und in welchen Situationen Fahrradhelme zu einer Verringerung der Verletzungsschwere, sowohl im Falle von Kraftfahrzeugkollisionen, als auch bei Alleinunfällen beitragen. Neben etablierten Testverfahren, wie zum Beispiel in der Prüfnorm EN 1078 beschrieben, bilden hierzu von der BASt neu entwickelte Vollfahrzeug- und Komponenten-Testkonfigurationen verschiedene typische Unfallsituationen von Fahrradfahrern nach: seitlicher Sturz, Sturz über den Lenker, laterale Pkw-Radfahrer-Kollision mit anschließendem Sekundäraufprall auf der Straße.

Die Schutzwirkung von Fahrradhelmen sowohl bei Kollisionen mit Kraftfahrzeugen als auch bei Alleinunfällen kann mit beiden genannten Ansätzen der passiven Fahrzeugsicherheit demonstriert werden. Dabei nimmt bei den durchgeführten Versuchen das Schutzpotenzial des Helms mit der Härte des jeweiligen Anpralls tendenziell zu.

Durch vorausschauende Fahrzeugsysteme besteht die Möglichkeit, die Geschwindigkeit vor einer Kollision zu verringern, wobei im Mittel eine Reduktion der Verletzungsschwere zu erwarten ist.

Es hat sich gezeigt, dass die verringerte Geschwindigkeit auch einen entscheidenden Einfluss auf Radfahrerkinematik und Kopftrajektorien haben kann, wodurch letzten Endes der eigentliche Kopfaufprall gegebenenfalls auf andersartigen Strukturen erfolgt.

Randbedingungen

Das Potenzial zukünftiger Systeme der aktiven Sicherheit wird maßgeblich bestimmt durch rechtliche Randbedingungen, durch physikalische Grenzen des Bremsvorgangs und durch die Fähigkeit zur Situationsinterpretation.

Bezüglich der rechtlichen Randbedingungen ist stets eine Balance zwischen Maximierung der Wirkung und Minimierung von ungerechtfertigten Fehlauflösungen zu finden.

Die physikalisch mögliche maximale Verzögerung eines Fahrzeugs ist eine Eigenschaft von Fahrbahn, Reifen und Zwischenmedium. Bei guten Fahrbahnverhältnissen liegt sie in der Regel nicht über 10 m/s^2 .

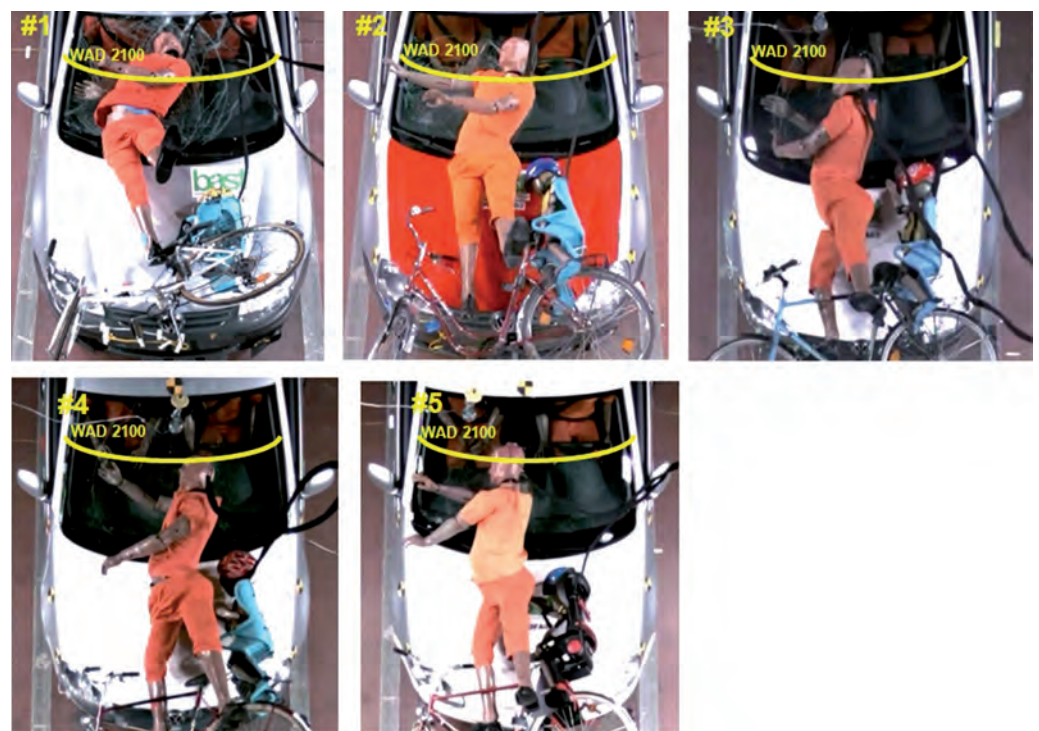
Bedeutender als die physikalisch mögliche Verzögerung ist aber insbesondere bei kurzen zur Verfügung stehenden Bremszeiten, die Fähigkeit des Bremssystems, schnell Bremsverzögerung aufzubauen. Heutige Brems-Aktoren erreichen noch nicht die Bremsdruckgradienten eines beherzt auf das Bremspedal tretenden Fahrers.

Bezüglich der Situationsinterpretation eines automatischen Bremssystems sind im Wesentlichen von Bedeutung: die Detektionszeit, also die Zeit, die ein System benötigt, um einen Radfahrer zu erkennen und als gefährdet („kritisch“) zu klassifizieren, sowie Sensorikausfälle, beispielsweise durch widrige Wetterbedingungen.

Von allen diesen Einschränkungen bestimmt vermutlich die Forderung nach einer geringen Fehlauflösungswahrscheinlichkeit am meisten das Potenzial dieser Systeme zur Unfallvermeidung.

Erste Systeme auf dem Markt

Aktuell sind erste Systeme des Fußgängerschutzes am Markt verfügbar, die



Der Kopfaufprall erfolgt häufig außerhalb des derzeitigen Prüfbereichs (gelbe Markierung)

breite Entwicklung der Systeme und damit einhergehend auch der Testverfahren und Anforderungen ist in vollem Gange. Um für Fahrradfahrer bremsen zu können, gilt es aber einige Besonderheiten zu beachten. Während Fußgänger oft problemlos noch bis zu einem Meter vor einem Fahrzeug stoppen oder die Bewegungsrichtung wechseln können, ist die Bewegungsfreiheit und Dynamik von Radfahrern deutlich stärker eingeschränkt. Andererseits bewegen sich Radfahrer schneller als Fußgänger, die Anforderungen an die Detektionsgeschwindigkeit und sicherlich auch den Sichtbereich der Sensorik sind daher höher.

Forschungen zu den Anforderungen an Systeme des aktiven Radfahrerschutzes laufen derzeit unter Beteiligung der BAST im Forschungsprojekt „AsPeCSS“. Erste Erkenntnisse zeigen, dass mit üblichen Sensor- und Aktorkonzepten durchaus eine Beeinflussung der Unfallsituation von Fahrradfahrern möglich ist.

2014 wird die Bewertung aktiver Fahrzeugsicherheitssysteme in Euro NCAP integriert. Aktive Fußgängersicherheit soll ab 2016 explizit Berücksichtigung finden.



Da auch die Integration der Bewertung des aktiven Radfahrerschutzes geplant ist, hat man sich bei Euro NCAP darauf verständigt, von einer Bewertung des passiven Schutzpotenzials über ein modifiziertes Testverfahren zunächst Abstand zu nehmen. ■

*Kollision eines Radfahrers
mit einem Pkw*

Im Referat „Aktive Fahrzeugsicherheit, Emissionen, Energie“ zuständig für Fahrdynamik und

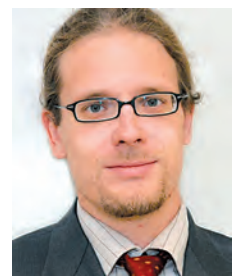
Dr. Patrick Seiniger

Jahrgang 1978

Maschinenbauingenieur

Seit 2009 in der BAST

Aktive Sicherheit



Oliver Zander

Jahrgang 1969

Ingenieur für Sicherheitstechnik

Seit 2002 in der BAST

Stellvertretender Leiter des Referats „Passive Fahrzeugsicherheit und Biomechanik“
zuständig für Fußgängerschutz und Euro NCAP



Fahrerassistenzsysteme für ältere Kraftfahrer

Aufgrund des demografischen Wandels gewinnt die „Erhaltung der Mobilität und Fahrsicherheit im Alter“ an Bedeutung. Unfallstatistiken und wissenschaftliche Untersuchungen belegen, dass ältere Kraftfahrer spezifische Fahrfehler aufweisen. Besonders zeigen sich diese in unvorhergesehenen Situationen, die schnelles Entscheiden erfordern, beim Fahren unter Zeitdruck oder in komplexen Verkehrssituationen. Offensichtlich sind Ältere immer weniger in der Lage, die erhöhten Anforderungen der genannten Fahrsituationen durch ihre Fahrerfahrung zu kompensieren. Unter Berücksichtigung der Tatsache der deutlich höheren Fahrerfahrung von Senioren im Vergleich zu den jüngeren Kraftfahrern stellt sich die Frage, warum Ältere diese Situationen zunehmend schlechter bewältigen.



Experimentelle Untersuchung

Dieser Frage wurde in einem Projekt nachgegangen, in dem der kognitive Informationsverarbeitungsprozess bei jüngeren und älteren Kraftfahrern während der Durchführung einer Doppelaufgabe (Spurhalteaufgabe und Lichtreizaufgabe) neurophysiologisch untersucht wurde. Auf der Grundlage der Ergebnisse sollte aufgezeigt werden, wie die Mobilität Älterer

durch geeignete Fahrerassistenzsysteme langfristig erhalten werden kann.

Das Experiment wurde im Ergonomie-Labor der BAST durchgeführt. An dem Versuch nahmen 63 Versuchspersonen teil: 30 Jüngere durchschnittlich 30,5 Jahre und 33 Ältere durchschnittlich 72,9 Jahre. Für die Teilnahme an dem Experiment mussten die Probanden unter anderem im Besitz der Fahrerlaubnis sein und über ausreichende Sehschärfe sowie ein intaktes Sehfeld verfügen.

Im Experiment wurde ein Doppeltätigkeits-Paradigma verwendet, da die Doppelaufgabe die tatsächlichen Anforderungen an eine reale Fahrsituation gut abbildet.

Experiment mit Doppelaufgabe

Als Hauptaufgabe wurde eine Spurhalteaufgabe verwendet, um kurvenreiches Fahren zu simulieren. Die Aufgabe der Versuchsperson bestand darin, mittels Lenkradbewegungen ein Fadenkreuz so präzise wie möglich in der Linienmitte einer sich bewegenden Spur zu halten. Als Nebenaufgabe diente eine Lichtreizaufgabe. Auf die Darbietung der Lichtreize, die im Sehwinkel von 20 Grad und 60 Grad im rechten und linken Gesichtsfeld gleichzeitig präsentiert wurden, sollte die Versuchsperson so zügig wie möglich mit einem Tastendruck am Lenkrad reagieren. Die Lichtreize sollten als Pendant zu Verkehrsobjekten gelten, die während der Fahrt die Aufmerksamkeit des Fahrers beanspruchen.

Den Versuchspersonen wurde mitgeteilt, dass die Spurhalteaufgabe, analog dem Spurhalten im Straßenverkehr, als Hauptaufgabe und die Lichtreizaufgabe als Nebenaufgabe anzusehen ist.

Während der gesamten Versuchsdurchführung wurde ein EEG abgeleitet, um

daraus ereigniskorrelierte Potenziale (EKP) zu generieren. Abgeleitet wurde das EEG von der Kopfhaut des Probanden mit 32 Elektroden (Biosemi „Pin-type“ Active electrodes) nach dem internationalen 10-20-System (JASPER, 1958).

Für die Interpretation der visuell-räumlichen Aufmerksamkeitsprozesse sind folgende EKP-Komponenten von Bedeutung:

- P1: Aktivität (positiv) im Zeitbereich von 100 – 150 Millisekunden nach Reizpräsentation; sie ist das früheste detektierbare Potenzial nach der Lichtreizdarbietung.
- N2: Aktivität (negativ) im Zeitbereich von 150 – 280 Millisekunden nach Reizpräsentation; sie ist durch einen Kontrollprozess der Aufmerksamkeitsablösung und -verschiebung charakterisiert.
- P3a: Aktivität (positiv) im Zeitbereich von 300 – 600 Millisekunden nach Reizpräsentation; sie ist ein Korrelat der Orientierung auf neue Reize.
- P3b: Aktivität (positiv) im Zeitbereich von 300 – 700 Millisekunden nach Reizpräsentation; sie ist assoziiert mit der Zuordnung von Verarbeitungsressourcen für eine Aufgabe.

Ergebnisse

Wie erwartet zeigen die Verhaltensdaten bei den Älteren eine geringere

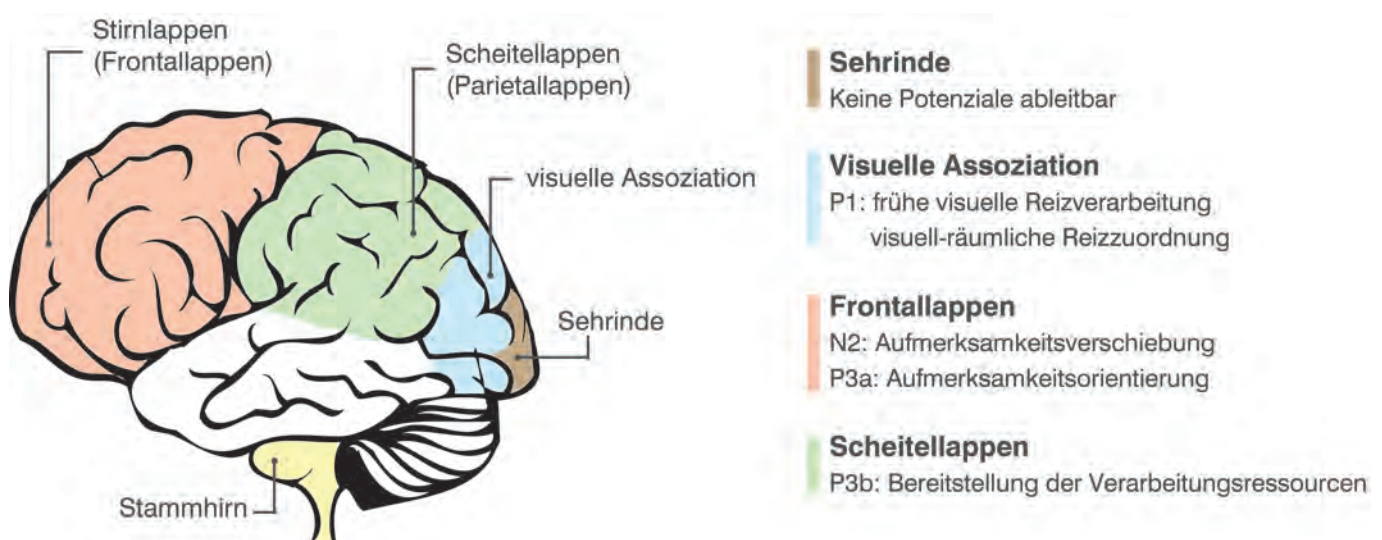
Entdeckungsrate peripherer Lichtreize und eine höhere Reaktionszeit auf die Reize.

Im Gegensatz zu den Verhaltensdaten, die keine Rückschlüsse auf Ursachen der festgestellten Leistungsverschlechterung bei der Gruppe der älteren Kraftfahrer erlauben, war es mithilfe der EKP-Daten möglich, sensorische Wahrnehmungs- sowie Aufmerksamkeitsprozesse zu untersuchen. Damit konnte den Ursachen altersspezifischer Fahrfehler näher nachgegangen werden.

Die Ergebnisse zeigen, dass als Ursachen der Fahrfehler Älterer weniger Beeinträchtigungen der Sehleistungen infrage kommen, sondern eher Leistungseinschränkungen in späteren kognitiven Prozessen wie der Ablösung und Verschiebung von Aufmerksamkeit, Orientierung auf den neuen peripheren Reiz und der Bereitstellung von zusätzlicher Aufmerksamkeit zur besseren Erkennung von schwer erkennbaren Lichtreizen. Dies wurde ersichtlich anhand der verzögerten Latenz und abgeschwächten Amplitude der N2, P3a und P3b bei der Darbietung von Lichtreizen im Sehwinkel von 60 Grad.

Für das Führen von Kraftfahrzeugen bedeutet dies, dass ältere Fahrer insbesondere in Situationen beeinträchtigt sind, die eine Änderung der Aufmerksamkeit

Schematische Abbildung des Gehirns mit ereigniskorrelierten Potenzialen sowie deren topografische Zuordnung



Ältere Versuchsperson im Experiment



(über die Schritte Ablösung, Verschiebung, Neuorientierung und Bereitstellung von Verarbeitungsressourcen) erfordern. Eine zu späte Reaktion auf relevante Reize im Straßenverkehr oder gar ihr Übersehen stellt eine der wesentlichen Ursachen von Fahrfehlern oder Unfällen Älterer dar.

Da das Führen eines Kraftfahrzeuges eine Mehrfachaufgabe darstellt, könnte - vor dem Hintergrund der ermittelten Ergebnisse - auf die Gestaltung des Sehfeldes Einfluss genommen werden. Vorstellbar wäre die Darstellung peripherer Verkehrsobjekte wie Radfahrer oder Fußgänger

im Head-up-Display oder ein Kamera-Monitor-System als „Sehfeldassistenten“, das sich gut sichtbar im Gesichtsfeld (20 Grad) des älteren Fahrers befindet und über die Darstellung peripherer Verkehrsobjekte zu ihrer besseren Erkennung beiträgt. ■



Dr. Heike Hoffmann

Jahrgang 1961

Psychologin

Seit 1998 in der BAST

Im Referat „Kooperative Verkehrs – und Fahrerassistenzsysteme“ zuständig für die Mensch-Maschine-Schnittstelle sowie für die Berücksichtigung psychologischer Aspekte bei der Entwicklung von Fahrerassistenz- und Fahrerinformationssystemen

euroFOT: europäischer Feldversuche zu Fahrerassistenzsystemen

euroFOT, der erste Großversuch zur Beurteilung von Fahrerassistenzsystemen auf europäischer Ebene, wurde im Juni 2012 abgeschlossen. Ziel von euroFOT war es, im realen Straßenverkehr Feldtests durchzuführen, bei denen Fahrerassistenzsysteme hinsichtlich ihrer Wirkung auf Fahrerverhalten, Nutzerakzeptanz, Straßenverkehrssicherheit, Verkehrsfluss und Energieeffizienz untersucht werden.

Auf der Basis neuer Informations- und Kommunikationstechnologien werden schon seit geraumer Zeit fahrzeugautonome (bordgestützte) Fahrerassistenz- und Fahrerinformationssysteme (FAS/FIS) entwickelt. FAS/FIS sollen Fahrer bei der Fahraufgabe unterstützen und damit zur Verbesserung von Straßenverkehrssicherheit und Verkehrsfluss beitragen sowie negative Umwelteffekte des Straßenverkehrs vermeiden.

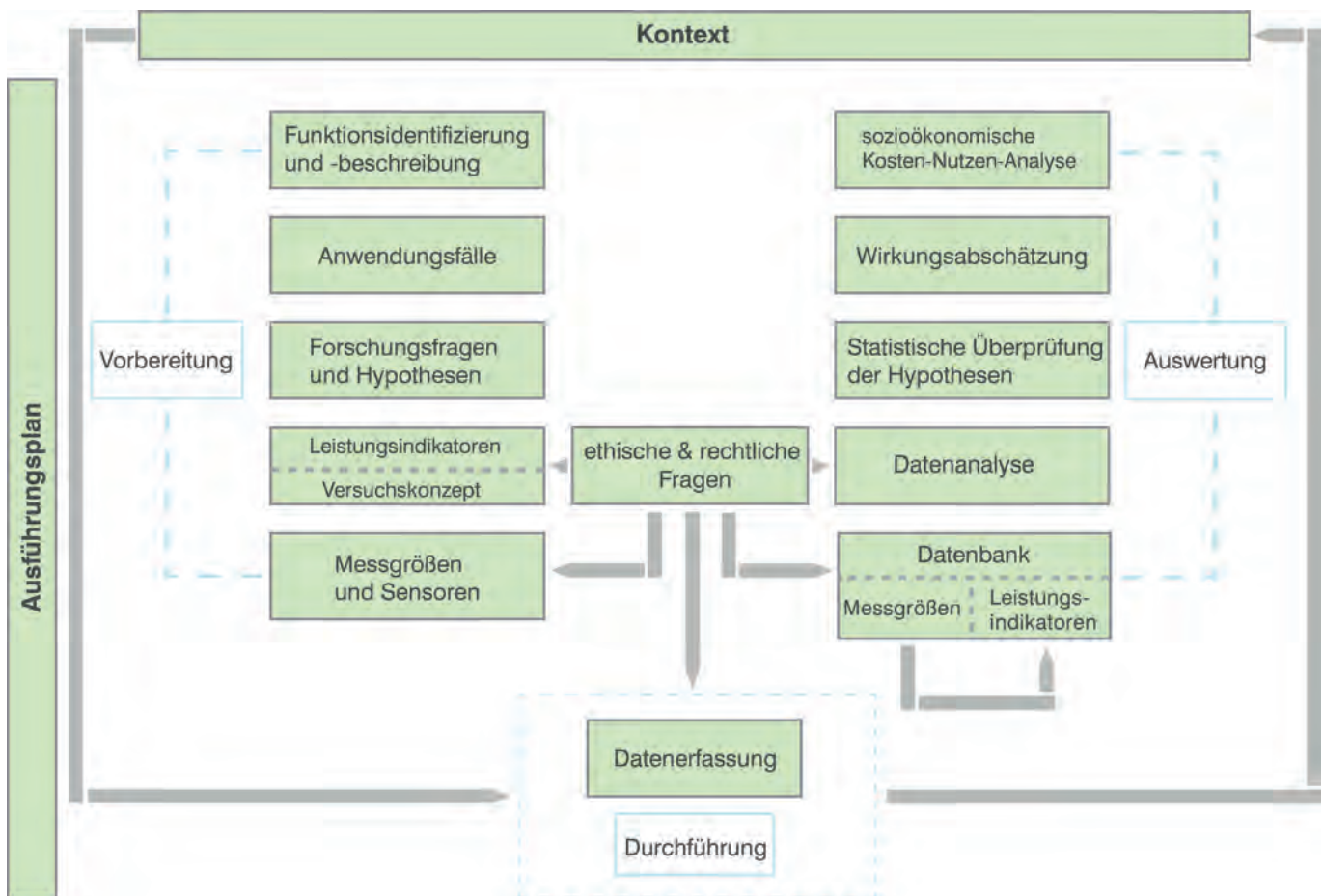
Die Funktion der FAS/FIS wurde zwar in zahlreichen Experimenten und Studien untersucht; allerdings lagen bisher nur

wenige Daten vor, mit denen praktische Betriebserfahrungen und Wirkungen unter realen Verkehrsbedingungen und für lange Testzeiträume beurteilt werden konnten. Mit dem von der Europäischen Kommission geförderten euroFOT-Projekt wurde diese Forschungslücke nun geschlossen. Allerdings ist eine breite Verwendung der Systeme erforderlich, wenn deren Potenzial sich voll entfalten soll. Die Testergebnisse tragen daher auch dazu bei, Entscheidungsprozesse der Nutzer besser zu verstehen und die Markteinführung solcher Systeme gezielter zu unterstützen.

Die BAST, als Projektpartner beim euroFOT, beteiligte sich bei der Definition der Testhypothesen und Bewertungskriterien, der Erarbeitung des experimentellen Designs, der Datenanalyse und Diskussion der Auswirkungen der Systeme auf das Fahrerverhalten, sowie bei der abschließenden sozio-ökonomischen Wirkungsbewertung.



Fahrzeug mit Nachtsicht-assistent (Foto: Deutscher Verkehrssicherheitsrat e.V.)



Ablaufplan zur Durchführung von großangelegten Feldtests (Grafik: FESTA)

Getestete Fahrerassistenzsysteme

Etwa 1.000 Fahrzeuge (Pkw und Lkw) verschiedener Automobilhersteller waren in den Test eingebunden und wurden mit am Markt erhältlichen oder unmittelbar vor der Serieneinführung stehenden FAS/FIS ausgerüstet. Es wurden acht verschiedene Assistenzfunktionen, vor allem zur Unterstützung der Längs- und Querführung des Fahrzeugs, untersucht. Beispiele für die getesteten Funktionen stellen die Adaptive Geschwindigkeitsregelung in Verbindung mit Auffahrwarnung, Spurverlassenswarner und Totwinkelwarner dar.

Vorgehensweise

Die Vorgehensweise für die Durchführung von euroFOT basierte auf dem Rahmenkonzept und den Empfehlungen, die bereits im europäischen Projekt FESTA

(Field operational test support action) für die Durchführung von Feldversuchen im Straßenverkehr entwickelt wurden. Der Ablaufplan des FESTA-Konzepts sieht drei Aufgabenbereiche vor:

- Planung und Vorbereitung des Tests („Preparing“)
- Datensammlung während der Fahrten der Testfahrzeuge („Driving“)
- Analyse und Beurteilung der Daten („Analysing“)

Bei der von euroFOT eingesetzten Testmethodik wurden Elemente des sogenannten „natürlichen“ Fahrens in die experimentelle Vorgehensweise eingebunden. Eine große Anzahl von Privatpersonen und Berufskraftfahrer waren als Testfahrer beteiligt. Die Datenerfassung erfolgte im realen Verkehrsgeschehen beim alltäglichen Gebrauch der Fahrzeuge und Systeme und wurde so

durch experimentelle Randbedingungen nur wenig beeinflusst.

Die Betreuung der Fahrzeuge und der Fahrer während des Tests übernahmen fünf Testmanagementzentren in Deutschland, Frankreich, Italien und Schweden. Die Testmanagementzentren waren für die Akquise der über 1.000 Fahrer ebenso verantwortlich wie für die Ausstattung der Fahrzeuge mit den erforderlichen Messsystemen, die Datenerfassung und die Datenspeicherung. Die Datenerhebung dauerte zwölf Monate und war in zwei Phasen unterteilt: In den ersten drei Monaten war das zu untersuchende FAS/FIS während der Fahrt ausgeschaltet (Baselinephase). In den darauffolgenden neun Monaten konnte das System vom Fahrer entsprechend den eigenen Nutzungsgewohnheiten verwendet werden (Anwendungsphase). Neben der kontinuierlichen Erfassung der objektiven Daten über Datenlogger wurden zu bestimmten Zeitpunkten auch subjektive Aussagen der beteiligten Fahrer über Fragebogen erfasst, zum Beispiel zur Nutzerakzeptanz und Fahrerbeanspruchung.

Datenauswertung

Während der Datenerhebungsphase legten die beteiligten Fahrzeuge in der Summe zirka 35 Millionen Kilometer an Fahrstrecke zurück. Die Rohdaten wurden aufbereitet, mit zusätzlichen Attributen aus einer digitalen Karte angereichert und auf relevante Datensätze reduziert, so dass für die statistische Datenanalyse ein Datenmaterial aus 16,5 Millionen Fahrkilometer verwendet werden konnte. Aus den zu Beginn des Projekts formulierten Testhypothesen wurden relevante Kenngrößen abgeleitet. Zur Beurteilung der Wirkungen wurden für die Baselinephase (System ausgeschaltet) und die Anwendungsphase (System eingeschaltet) die Werte der Kenngrößen berechnet und verglichen. Anschließend wurden

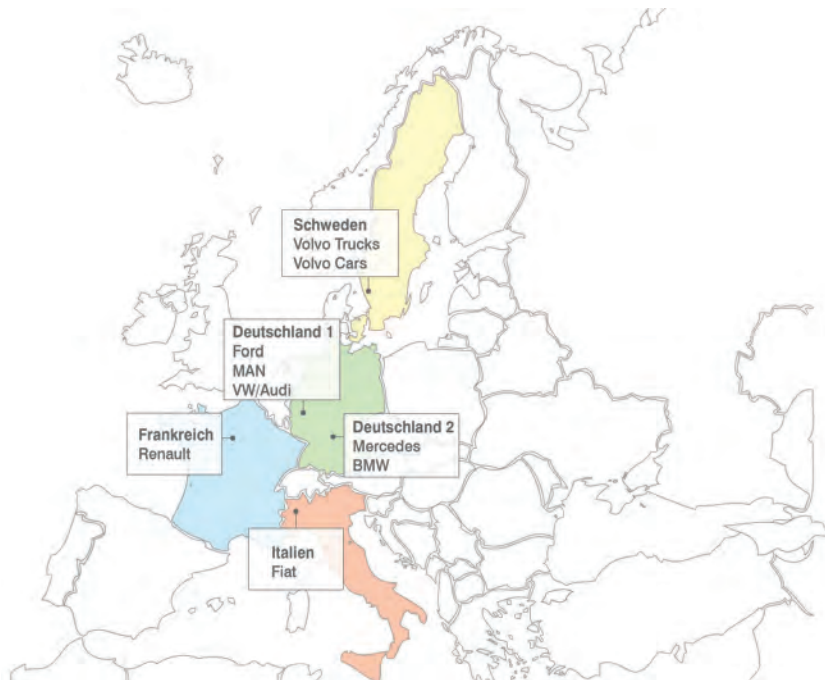
die Ergebnisse in mehreren Schritten für größere Nutzerpopulationen und geographische Gebiete aufskaliert. Dies führte zu einer Abschätzung der potenziellen Effekte auf EU-Niveau für eine hohe Marktdurchdringung der getesteten FAS/FIS.

Nutzerbezogene Wirkungen wurden anhand von Kenngrößen zu Fahrerverhalten (zum Beispiel bezüglich Geschwindigkeit, Abstand, Bremsverzögerung), Fahrerbeanspruchung, Akzeptanz und Gebrauch der Funktion sowie Vertrauen in die Funktion beurteilt. Bei der Analyse der Sicherheitswirkungen war es das Ziel, die zu erwartenden Effekte im Hinblick auf das Unfallgeschehen (Unfälle, Verletzte, Getötete) abzuschätzen. Da von Anfang an klar war, dass auch während einer einjährigen Testphase nur eine geringe Anzahl von Unfällen auftreten und damit Daten einer direkten Messung zum Unfall- und Verletzungsrisiko nicht zur Verfügung stehen würden, wurden Ersatzindikatoren definiert. Hier flossen Ergebnisse aus den Änderungen zum Fahrerverhalten ein, aber auch Häufigkeiten von sicherheitskritischen Vorkommnissen, beispielsweise starke Bremsung oder Unterschreitung von Sicherheitsabständen zum vorausfahrenden Fahrzeug. Wirkungen auf die Verkehrseffizienz und auf Umweltaspekte wurden anhand von Änderungen bei Reisezeiten, Häufigkeit von unfallbasierten Staus, Homogenisierung des Verkehrsflusses, Kraftstoffverbrauch und CO₂-Emissionen quantifiziert.

Funktionsbündel ACC+FCW

Anhand des Funktionsbündels „Adaptive Geschwindigkeitsregelung mit Auffahrwarnung“ (ACC+FCW) werden im Folgenden einige ausgewählte Ergebnisse des Tests dargestellt.

- Es zeigte sich ein signifikanter Anstieg der Funktionsnutzung. Häufigkeit und Dauer der Nutzung lagen im letzten Mo-



Testmanagementzentren
(Grafik: euroFOT)

nat der Anwendungsphase um mehr als 30 Prozent höher als im ersten Monat. Dieser gemessene Effekt korrespondiert gut mit dem Befragungsergebnis, nach dem mehr als drei Viertel aller Befragten das Fahren mit eingeschaltetem ACC+FCW sicherer oder komfortabler empfanden als das Fahren mit ausgeschaltetem System.

- Bei Nutzung der Funktion ACC+FCW erhöhte sich der mittlere Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug signifikant gegenüber den Fahrten mit ausgeschaltetem System. Dieser Effekt zeigte sich bei Pkw auf Autobahnen und Stadtstraßen (Erhöhung um etwa 16 Prozent), bei Lkw auf Autobahnen (Erhöhung um zirka fünf Prozent). Die Anzahl der Zwischenfälle, bei denen ein kritischer Abstand festgestellt oder ein starkes Abbremsen erforderlich wurde, sank situationsabhängig um 30 bis 80 Prozent.
- Bei eingeschaltetem System zeigte sich in der Anwendungsphase eine geringfügig höhere mittlere Fahrgeschwindigkeit als bei ausgeschaltetem System. Die höhere Geschwindigkeit steht in engem Zusammenhang mit den Situationen, in

denen die Fahrer mit eingeschaltetem System fuhren, das heißt die Fahrer nutzten das System vor allem in unkritischen Situationen mit geringer Verkehrsdichte.

- Im Vergleich zu Fahrten mit ausgeschaltetem System beschäftigten sich die Pkw-Fahrer bei eingeschaltetem System deutlich häufiger mit Zweitaufgaben, die nicht im Zusammenhang mit der Fahraufgabe standen und zu einer Blickabwendung von der Fahrbahn führten. Allerdings trat dieser Effekt nicht in kritischen Verkehrssituationen auf. Aus dem Ergebnis wurde geschlossen, dass die Fahrer in der Lage waren, die Beschäftigung mit der Zweitaufgabe situationsabhängig zu steuern. Bei Lkw-Fahrern (Berufskraftfahrer) wurde der Ablenkungseffekt nicht beobachtet.
- Aus der Projektion der Ergebnisse auf EU-Niveau für hohe Marktdurchdringung konnte bei den Pkw auf positive Sicherheitseffekte für alle Straßentypen (Autobahn, Landstraßen, Stadtstraßen) geschlossen werden. Bei den Lkw lässt sich nur für die Autobahn ein positiver Sicherheitseffekt prognostizieren. Positive Effekte wurden auch im Hinblick auf die Verkehrseffizienz festgestellt. Die Abschätzung für EU-27 ergab, dass die durch unfallbedingte Staus verlorenen Fahrzeugstunden um mehr als drei Millionen Stunden gesenkt werden können. Beim Kraftstoffverbrauch ergeben sich durch das veränderte Fahrerverhalten Einsparungen von zirka drei Prozent bei Pkw und zwei Prozent bei den Lkw, wobei in diesen Zahlen die positiven Effekte durch die verbesserte Verkehrseffizienz noch nicht berücksichtigt sind.
- Die Wirkungen auf Verkehrssicherheit, Effizienz des Verkehrsablaufs, Kraftstoffverbrauch und Umweltbelastung wurden in eine sozio-ökonomische Wirkungs-

bewertung eingebracht. Die Nutzenabschätzung auf EU 27-Ebene führt bei hoher Marktdurchdringung zu einem gesamtwirtschaftlichen Nutzen von insgesamt bis zu einer Milliarden Euro für Pkw und bis zu 150 Millionen Euro für Lkw. Als dominierende Größe erweist sich der Nutzen der erhöhten Verkehrssicherheit. Die höhere Kraftstoffeffizienz und geringere Umweltbelastung sowie der Rückgang unfallbedingter Staus liefern weitere wesentliche Nutzenbeiträge.

Ausblick

In der Summe weisen die Ergebnisse auf positive Effekte bezüglich Straßenverkehrssicherheit, Verkehrsfluss, Kraftstoffverbrauch und Nutzerakzeptanz hin. euroFOT hat damit Informationen bereitgestellt, die die öffentliche Wahrnehmung und Verbreitung der Systeme unterstützen werden.

Zudem sind die Ergebnisse für die weitere Optimierung von bestehenden Fahrerassistenzsystemen von hohem Nutzen und werden in Produktspezifikationen zukünftiger Systeme einfließen. Im Hinblick auf die Methodik der Field Operational Tests (FOT) konnte durch euroFOT auf europäischer Ebene erstmals gezeigt werden, dass großangelegte FOTs einen wichtigen Beitrag zur Bewertung von intelligenten Fahrerassistenz- und Fahrerinformationssystemen leisten können. Die Erfahrungen aus euroFOT haben jedoch auch zu einer realistischeren Sicht auf die Methode der FOTs beigetragen, zum Beispiel bezüglich des hohen Aufwands für die Instrumentierung zur Datenerhebung und für die Datenaufbereitung. Aus euroFOT konnten daher eine Reihe von Empfehlungen abgeleitet werden, die in die Weiterentwicklung der FOT-Methodik einfließen werden. ■

Dr. Jan-André Bühne

Jahrgang 1975

Volkswirt

Seit 2012 in der BAST

Im Referat „Sicherheitskonzeptionen, Sicherheitskommunikation“ zuständig für die ökonomische Bewertung der Markteinführung von Elektrofahrzeugen sowie die Bewertung von intelligenten Fahrzeugsicherheitssystemen im Rahmen von EU-Projekten



Dr. Torsten Geißler

Jahrgang 1971

Volkswirt

Seit 2010 in der BAST

Im Referat „Kooperative Verkehrs- und Fahrerassistenzsysteme“ zuständig für Einführungsstrategien von Technologien und Diensten unter Beteiligung von Markt und Staat



Roland Schindhelm

Jahrgang 1956

Maschinenbauingenieur

Seit 2002 in der BAST

Im Referat „Kooperative Verkehrs- und Fahrerassistenzsysteme“ zuständig für Gestaltung und Bewertung der Mensch-Maschine-Schnittstelle von Fahrerassistenzsystemen sowie für Konzepte und Implementierungsfragen zu kooperativen Verkehrssicherheitssystemen



Verkehrssicherheit: Statistik, Forschung und Maßnahmen

Sicher

DRUID - europäisches Forschungsprojekt zu Drogen im
Straßenverkehr

Forschung am Fahrsimulator

Zweiradfahrer aus verkehrspsychologischer Perspektive

Ris

heit



isiko

Schulwegpläne leicht gemacht - der Leitfaden

Fahranfängervorbereitung in Deutschland

Unfallbeteiligung von Wohnmobilen 2000 bis 2012

DRUID – europäisches Forschungsprojekt zu Drogen im Straßenverkehr

Fahrten unter dem Einfluss von Alkohol und Drogen gehören zu den Hauptursachen für tödliche Verkehrsunfälle auf Europas Straßen und stellen somit eine erhebliche Gefahr für die Verkehrssicherheit dar. Um das Ausmaß dieser Gefahr genauer zu beziffern und geeignete Gegenmaßnahmen zu entwickeln, wurde von der Europäischen Kommission das Forschungsprojekt DRUID (Driving Under the Influence of Drugs, Alcohol and Medicines) in Auftrag gegeben. Mit einem Gesamtbudget von 23,5 Millionen Euro war es das bislang größte jemals von der Europäischen Kommission vergebene Forschungsprojekt zur Verbesserung der Verkehrssicherheit. Über einen Zeitraum von fünf Jahren untersuchten renommierte Institute aus 18 Europäischen Ländern die mit dem Konsum psychoaktiver Substanzen verbundenen Verkehrssicherheitsrisiken. Koordiniert wurde das Projekt von der BAST.

Datenerhebung

Um herauszufinden, wie viele Autofahrer tatsächlich unter dem Einfluss von Alkohol, Drogen oder Medikamenten auf Europas Straßen unterwegs sind, wurden fast 50.000 Autofahrer in 13 Ländern zufällig und ohne Verkehrsauffälligkeit im Straßenverkehr angehalten und um die Abgabe einer Blut- oder Speichelprobe gebeten. Die Proben wurden auf Alkohol, Drogen und bestimmte Medikamente untersucht.

Es zeigte sich, dass nach wie vor Alkohol die häufigste Substanz ist, unter deren Einfluss Auto gefahren wird. Der Anteil der Fahrer, die illegale Drogen konsumieren, war dagegen deutlich geringer, als eingangs vermutet. Betrachtet man die durchschnittliche Häufigkeit in den 13 an dieser Erhebung beteiligten Ländern, sind Fahrten unter Alkoholeinfluss mit 3,5 Prozent am stärksten vertreten. Unter dem Einfluss illegaler Drogen wie Cannabis, Amphetamin oder Kokain fahren hingegen nur 1,9 Prozent der Fahrer, während 1,4 Prozent unter dem Einfluss von Medikamenten stehen, die die Reaktionsfähigkeit beeinträchtigen können. Der Anteil der Fahrer, die mehrere illegale Drogen konsumiert haben, liegt bei etwa 0,4 Prozent, etwa der gleiche Anteil hatte sowohl Alkohol als auch illegale Drogen konsumiert. Dass eine Substanz bei Fahrern nachgewiesen wurde, bedeutet noch nicht, dass von ihr auch eine Gefährdung ausgeht. Dazu muss zusätzlich berücksichtigt werden, wie viele Fahrer unter dem Einfluss dieser Substanz überhaupt einen Unfall verursachen. In DRUID wurden hierfür Daten von 3.600 verunfallten Fahrern ausgewertet. Das höchste Unfallrisiko haben demnach Fahrer, die mit mehr

An DRUID beteiligte Länder



als 1,2 Promille Alkohol im Blut fahren, sowie diejenigen, die fahren, nachdem sie Alkohol zusammen mit illegalen Drogen konsumiert haben. Obwohl insgesamt eher wenige Fahrer unter diesen Bedingungen am Straßenverkehr teilnehmen, ist die Gefährdung hier sehr hoch, da diese Fahrer auch besonders häufig verunfallen.

Cannabis, die illegale Droge, die bei Fahrern am häufigsten nachgewiesen werden konnte, führte zu einer moderaten Erhöhung des Unfallrisikos, in etwa vergleichbar mit dem Fahren unter dem Einfluss von 0,5 Promille Alkohol. Eine eindeutige Grenzwertempfehlung analog zu den Grenzwerten für Alkohol lässt sich jedoch alleine aus den epidemiologischen Studien weder für Cannabis, noch für Stimulanzien ableiten. In den zusätzlichen experimentellen Studien konnte gezeigt werden, dass eine Konzentration von 3,8 ng/ml THC in Serum (Wirksubstanz von Cannabis) zu vergleichbaren Beeinträchtigungen führt wie eine Konzentration von 0,5 Promille Alkohol. Für Stimulanzien konnten jedoch keine eindeutigen Werte nachgewiesen werden, so dass hier nach wie vor der „Null-Toleranz“-Ansatz verfolgt werden sollte. Bezüglich legal verschriebener Medikamente mit möglichen, beeinträchtigenden Wirkungen sprachen sich die Experten von DRUID gegen die Einführung von Grenzwerten aus. Hier soll verstärkt auf eine gezielte Patientenaufklärung gesetzt werden.

In DRUID wurden bei Fahrversuchen unter experimentellen Bedingungen im Straßenverkehr und in Fahrsimulatoren Freiwillige gezielt und kontrolliert unter den Einfluss von Drogen und Medikamenten gesetzt. So wurde in den Niederlanden eine Studie durchgeführt, bei der Fahrer unter dem Einfluss stimulierender Drogen fuhrten, teilweise auch bei gleichzeitigem Konsum von Alkohol oder nach Schlafentzug. Es zeigte sich, dass die Wirkung der

aufputschenden Drogen nicht ausreicht, die Beeinträchtigung durch Schlafentzug oder durch Alkohol zu kompensieren. Die Fahrer laufen vielmehr Gefahr, ihre Leistungsbeeinträchtigung zu unterschätzen. Fahrer, die nach einer durchfeierten Nacht, in der sie stimulierende Drogen konsumiert haben, nach Hause fahren, sind daher besonders gefährdet.



Maßnahmen

Doch welche Gegenmaßnahmen können ergriffen werden, um die Unfallzahlen weiter zu reduzieren? In DRUID wurden bereits existierende Maßnahmen auf den Prüfstand gestellt sowie konkrete Empfehlungen erarbeitet. So ergab eine Kosten-Nutzen-Analyse, dass in Ländern wie Deutschland, in denen die Polizei bereits jetzt eine relativ intensive Drogenüberwachung betreibt, eine weitere Intensivierung keinen wesentlichen, volkswirtschaftlichen Nutzen bringen würde. Eine Intensivierung ist dagegen besonders in den Ländern sinnvoll, in denen derzeit noch keine ausreichende Überwachung stattfindet. Da Alkohol nach wie vor die größte Gefährdung für die Sicherheit auf Europas Straßen darstellt, sollte die Drogenüberwachung

keinesfalls auf Kosten der Alkoholüberwachung verstärkt werden.




Die Tauglichkeit der Schnelltestverfahren wurde untersucht und hinsichtlich ihrer operationellen Einsetzbarkeit (wie Handhabung und Testlaufzeit) sowie ihrer wissenschaftlichen Aussagekraft bewertet. Die Ergebnisse dieser kritischen Bestandsaufnahme liefern konkrete Anhaltspunkte zur Verbesserung der Schnelltestverfahren, die in der Entwicklung zukünftiger Produkte berücksichtigt werden.

Ärzte können zur Sicherheit auf Europas Straßen beitragen, indem sie bei der Auswahl der Medikamente darauf achten, solche zu verordnen, die die Fahrsicherheit weniger stark beeinträchtigen. Eine im Rahmen von DRUID entwickelte umfangreiche Datenbank, in der Medikamente im Hinblick auf ihr Beeinträchtigungspotenzial in einem vierstufigen System klassifiziert wurden, versorgt Ärzte und Apotheker mit

den dazu notwendigen Informationen. Um die Kommunikation zwischen Ärzten, Apothekern und Patienten zusätzlich zu unterstützen und um Patienten besser darüber zu informieren, ob sie nach der Einnahme eines Medikaments sicher Autofahren können, wurde ein Piktogramm entwickelt. Dieses informiert anschaulich über das zu erwartende Ausmaß einer Leistungsbeeinträchtigung und gibt gleichzeitig entsprechende Verhaltensempfehlungen.

In einem Pilotversuch in Arztpraxen und Apotheken konnten zudem ein Klassifikations- und Kennzeichnungssystem erfolgreich in bestehende Praxissoftware zur Verordnung und Abgabe von Medikamenten integriert werden. Auf diese Weise kann sicher gestellt werden, dass bei einer Verschreibung oder Abgabe eines Medikaments ausreichend über die damit verbundenen Verkehrssicherheitsrisiken aufgeklärt wird.

DRUID-Kennzeichnung von Medikamenten

Kategorie	Kennzeichnung	Warnhinweis
0	Keine Kennzeichnung	Kein Warnhinweis
I	Ihr Risiko im Verkehr 	Seien Sie vorsichtig! Lesen Sie die Packungsbeilage zu möglichen beeinträchtigenden Wirkungen bevor Sie fahren.
II	Ihr Risiko im Verkehr 	Seien Sie sehr vorsichtig! Fahren Sie nicht ohne zuvor mit Ihrem Arzt oder Apotheker über die beeinträchtigende Wirkungen gesprochen zu haben.
III	Ihr Risiko im Verkehr 	Vorsicht: Gefahr! Fahren Sie vorerst nicht! Bevor Sie wieder fahren, suchen Sie unbedingt medizinischen Rat.

Fahrerlaubnis

Neben der Prävention von Alkohol- und drogenbedingten Unfällen kommt auch der Rehabilitation auffällig gewordener Kraftfahrer eine wesentliche Bedeutung zu. Erstmals wurden in DRUID die in Europa eingesetzten Maßnahmen zur Kraftfahrerrehabilitation umfassend verglichen und auf ihr Optimierungspotenzial geprüft. Hierbei zeigte sich, dass sich die Maßnahmen der einzelnen Länder derzeit zum Teil noch beträchtlich unterscheiden. In DRUID wurden Empfehlungen ausgesprochen, die gegenwärtigen Systeme zu optimieren und somit die Zahl der rückfällig werdenden Fahrer zu reduzieren. Gleichzeitig wurden Vorschläge zur europaweiten Angleichung sowie Standards für eine Qualitätssicherung erarbeitet. Parallel hierzu fand ein Vergleich der europäischen Regelungen für den Entzug und zur Wiedererlangung der Fahrerlaubnis

statt. Daraus abgeleitet wurden konkrete Richtlinien zur Verbesserung der Rechtsvorschriften, zum Beispiel zu Entzugsdauer, bedingtem Entzug, Kombination mit Rehabilitationsmaßnahmen.

DRUID liefert erstmalig eine umfassende Bestandsaufnahme zu allen Aspekten des Fahrens unter dem Einfluss von Alkohol, Drogen und Medikamenten. Die Ergebnisse und die abgeleiteten Empfehlungen bilden die Grundlage für zukünftige, ver-

kehrspolitische Entscheidungen innerhalb der Europäischen Union und in den einzelnen Mitgliedsländern. Sie ermöglichen es, zielgruppenspezifische Maßnahmen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit zu initiieren.

Die insgesamt 46 Ergebnisberichte aus DRUID stehen in englischer Sprache auf der DRUID Website www.druid-project.com zum Download zur Verfügung. ■



Michael Heißing

Jahrgang 1955

Arzt

Seit 2003 in der BAST

Im Referat „Verkehrspsychologie, Verkehrsmedizin“ zuständig für Ältere Verkehrsteilnehmer, Erkrankungen und Medikamente im Straßenverkehr, EU-Projekt DRUID



Dr. Horst Schulze

Jahrgang 1952

Psychologe

Seit 1986 in der BAST

Leiter der Abteilung „Verhalten und Sicherheit im Verkehr“
Kordinator des EU-Projekts DRUID



Markus Schumacher

Jahrgang 1973

Psychologe

Seit 2007 in der BAST

Im Referat „Verkehrspsychologie, Verkehrsmedizin“ zuständig für Forschung zu Beeinträchtigung durch Drogen, Medikamente und Müdigkeit, EU-Projekt DRUID sowie Fahrversuche im Straßenverkehr und Fahrsimulation



Forschung am Fahrsimulator

Die Durchführung von Fahrversuchen hat in der BASt eine lange Tradition. Die ersten Untersuchungen mit einem eigens dafür mit Messtechnik ausgestatteten Serienfahrzeug wurden bereits in den späten 70er Jahren durchgeführt. Dieses Fahrzeug war mit zwei Videokameras ausgestattet, die den Fahrer und dessen Sicht nach vorne erfassten. Bildinformationen, Messwerte über die Bedieneingaben des Fahrers (Lenken, Pedalbetätigung) und der Fahrzeugbewegung wurden auf Videobändern gespeichert. Die Technik entwickelte sich weiter und so folgten diesem ersten Fahrzeug weitere, jeweils ausgestattet mit der aktuellen Mess- und Videotechnik.

hinaus sind Fahrversuche im öffentlichen Straßenverkehr nur schwer standardisierbar, da auf das Verhalten der übrigen Verkehrsteilnehmer sowie Witterungsbedingungen kein Einfluss genommen werden kann. Das Verhalten von Fahrern in Verkehrssituationen zu untersuchen, die gefährlich sind oder die nur selten vorkommen, ist nahezu unmöglich, für die Verkehrssicherheitsforschung jedoch von besonderer Bedeutung.

Hier stellt der Fahrsimulator eine geeignete Alternative dar, das Verhalten von Fahrern kann selbst in kritischen Verkehrssituationen gefahrlos untersucht werden. Darüber hinaus lassen sich spezifische

Fahrsimulator der BASt



Die Durchführung von Fahrversuchen im öffentlichen Straßenverkehr stellt nach wie vor noch die valideste Methode dar, um das Verhalten von Autofahrern zu untersuchen. Diese Methode hat jedoch auch ihre Grenzen: Sie ist zeit- und kostenaufwändig und mit Risiken verbunden. Darüber

Verkehrssituationen gezielt herstellen und immer wieder replizieren. Mit Hilfe eines Fahrsimulators können so zum Beispiel die Auswirkungen von Alkohol, Drogen und Medikamenten auf das Fahren untersucht werden. Aber auch Fahrten unter Ablenkung und bei Müdigkeit sind

möglich. Assistenz- und Warnsysteme können bereits untersucht werden, noch bevor diese im realen Straßenverkehr einsetzbar sind.

Aufgrund technischer Beschränkung kann das Fahren in einem Fahrsimulator nie das exakte Abbild des Fahrens im realen Straßenverkehr sein. Für die meisten Untersuchungsfragen ist dies aber auch nicht erforderlich. Die Übertragbarkeit von Ergebnissen von der Simulation in die Realität gilt bei Einhaltung entsprechender methodischer Rahmenbedingungen und in zeitgemäß ausgestatteten Simulatoren als gegeben.

Fahrsimulator der BAST

Drei hochauflösende Beamer projizieren das Verkehrsgeschehen auf drei Leinwände von jeweils 2,80 x 2,10 Meter. So kann ein Blickfeld nach vorne und zur Seite von 180 Grad dargestellt werden. Der Innen- und die beiden Außenspiegel sind als LCD-Displays realisiert.

Die Fahrerkabine ist einem Mittelklassefahrzeug nachempfunden. Wie ein Fahrzeug, verfügt sie über Gas- und Bremspedal, Blinkerhebel und Lichtschalter sowie das Kombiinstrument. Ein in der Lenksäule verbauter Motor gibt eine Kraft auf das Lenkrad, so dass, wie im realen Fahrzeug auch, beim Lenkradeinschlag eine Kraft überwunden werden muss. Zusätzlich ist in der Mittelkonsole ein Touchdisplay eingebaut, auf dem Navigationshinweise oder Aufgaben dargeboten werden können.

Der Fahrsimulator wird mit elf vernetzten Rechnern betrieben. Geräusche des eigenen Fahrzeugs und der anderen Verkehrsteilnehmer werden über ein 5.1 Soundsystem dargeboten.

Die Software SILAB, mit der der Fahrsimulator betrieben wird, wurde von der WIVW GmbH speziell für die Anforderungen experimenteller Studien entwickelt.

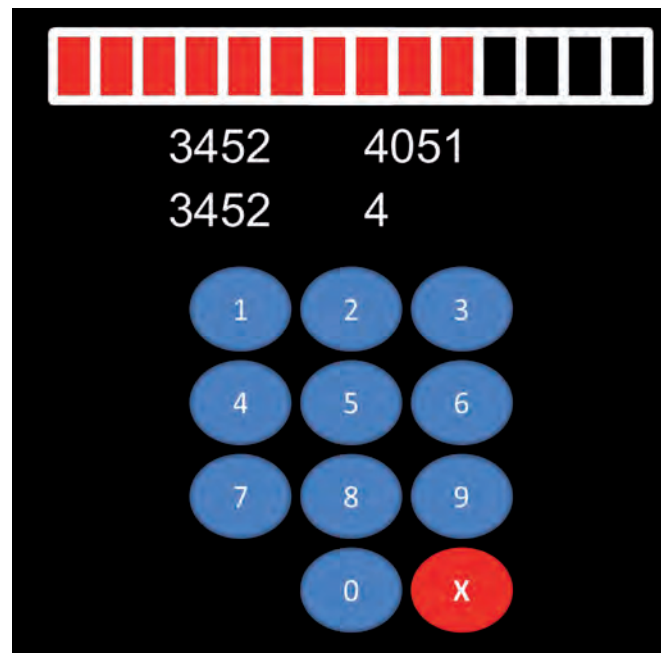
Sie ermöglicht die freie Gestaltung der zu befahrenden Strecke und umgebenden Landschaften. Sie erlaubt es zudem, das Verhalten anderer Verkehrsteilnehmer genau zu steuern. Somit lassen sich auch komplexe Interaktionen mit anderen Fahrzeugen oder Fußgängern darstellen.

Sämtliche Daten werden für eine spätere Analyse aufgezeichnet. Dazu gehören unter anderem sämtliche Bedieneingaben durch Fahrer sowie die Daten über Fahrzeugbewegung und dessen Position. Darüber hinaus werden die Positionen und das Verhalten der übrigen Verkehrsteilnehmer erfasst. Von einem Beobachterplatz aus kann, über eine grafische Benutzeroberfläche, der Simulator gesteuert und die Datenaufzeichnung überwacht werden. Die zeitsynchrone Erfassung von Blickbewegungen mittels zweier Infrarot-Kameras ist möglich, außerdem die Erfassung der Hirnströme des Fahrers mit einem EEG-System.

Nebenaufgaben während der Autofahrt

Die Durchführung von Nebenaufgaben während des Autofahrens stellt einen Forschungsbereich dar, der sich aufgrund

Nebenaufgabe: Die Fahrer sollen die im oberen Feld angezeigten Zahlen über den Nummernblock eingeben. Der Balken zeigt die zur Eingabe der Zahlenfolge noch verbleibende Zeit



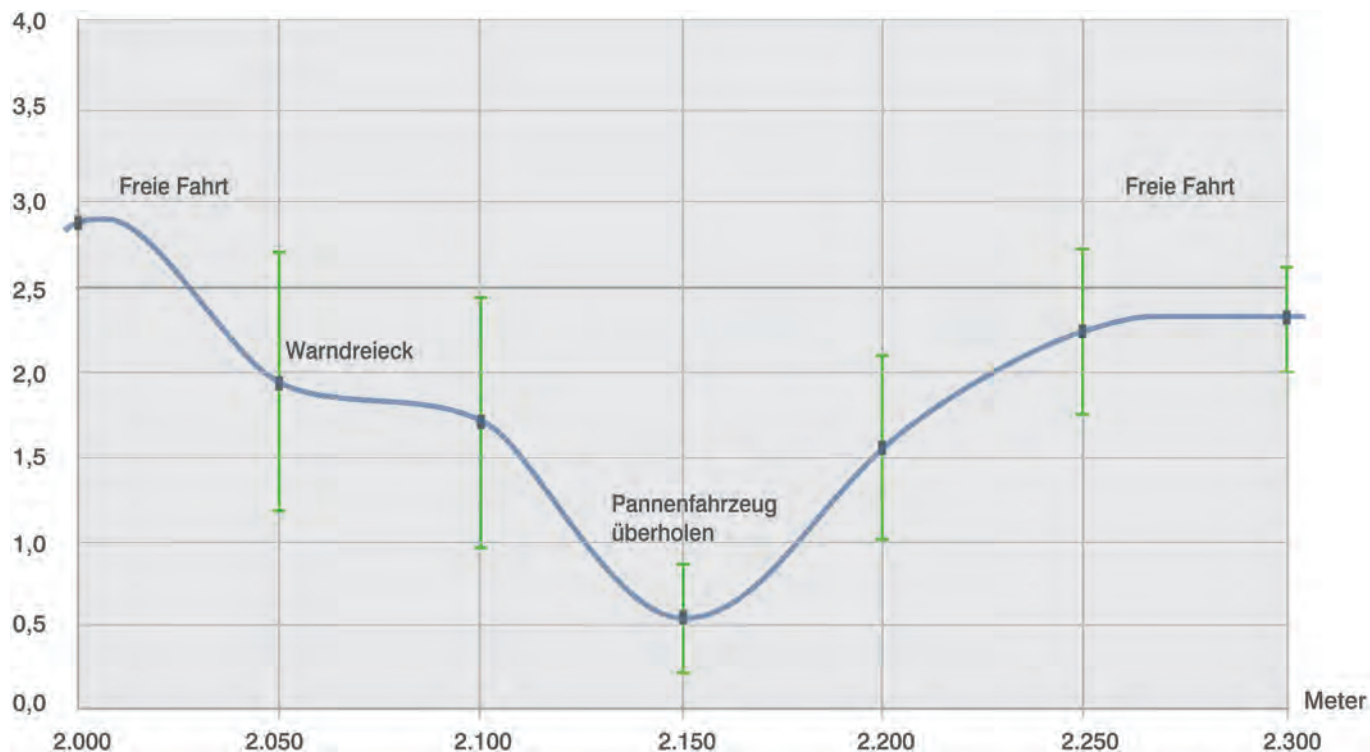
von Sicherheitserwägungen sowie Aspekten der Reproduzierbarkeit oftmals geeigneter im Fahrsimulator als in der realen Verkehrssituation untersuchen lässt. Ziel solcher Studien ist häufig die Abschätzung der Gefährlichkeit einer bestimmten Tätigkeit. Üblicherweise wird den Versuchsteilnehmern dabei die Aufgabe erteilt, eine definierte Tätigkeit durchzuführen und gleichzeitig die Fahraufgabe zu bewältigen. Dabei wird bislang jedoch in den seltensten Fällen berücksichtigt, dass in der Realität die Möglichkeit besteht, Nebentätigkeiten in Abhängigkeit der Verkehrssituation durchzuführen und die Durchführung bei Bedarf auch zu unterbrechen. Wird im Simulator hingegen den Probanden fest vorgegeben, wann eine Nebenaufgabe durchzuführen ist, kann es daher womöglich zu einer verzerrten Beurteilung von deren Gefährlichkeit kommen. Eine im Rahmen einer Diplomarbeit durchgeführte Methodenstudie sollte einen Hinweis darauf geben, ob die Fahrerinnen und Fahrer zu einer entsprechenden Selbstregulation in der Lage sind und wie

sich diese auf die Fahrsicherheit auswirkt (Wandtner, 2012).

Um den Aspekt der Selbstregulation zu variieren, bearbeitete ein Teil der 39 Probanden eine visuell und motorisch beanspruchende Nebenaufgabe unter Zeitdruck in vorgegeben Streckenabschnitten (Blockbedingung), während andere Fahrer sich die Bearbeitung völlig frei einteilen konnten (Möglichkeit zur Selbstregulation). Als Nebenaufgabe wurde die Eingabe vorgegebener Zahlenfolgen auf einem Touchdisplay gewählt.

Im Verlauf der Fahrstrecke mussten die Probanden eine Route durchfahren, die sowohl Außer- als auch Innerortsanteile enthielt. Um neben Veränderungen in der kontinuierlichen Regelung (Spurhaltung, Geschwindigkeitsverhalten) auch Aussagen über die Reaktionsfähigkeit in kritischen Fahrsituationen treffen zu können, wurden einige Ereignisse implementiert, in denen eine schnelle Reaktion notwendig war, zum Beispiel Bremsen, wenn ein Fußgänger plötzlich auf die Fahrbahn tritt.

Registrierung der Tastendrücke: Mittlere Tastendrucke pro 50 Meter in der Situation Pannenfahrzeug. Mit der Annäherung an das Pannenfahrzeug, an dem die Fahrer unter Beachtung entgegenkommender Fahrzeuge vorbeifahren müssen, geben sie weniger Zahlen ein



Durch die zeitgenaue und synchrone Aufzeichnung des Fahrerverhaltens in Relation zum Verkehrsgeschehen sowie zur Bearbeitung der Nebenaufgabe durch den Fahrer, lässt sich präzise auswerten, in welchen Streckenabschnitten oder Verkehrssituationen, wie viele Bedieneingaben erfolgen. Ebenso lässt sich bewerten, wie gut die Fahrer dabei in der Lage waren, das Fahrzeug zu führen.

Ein Hauptergebnis der Studie ist, dass es in kritischen Verkehrssituationen in der Blockbedingung unter Ablenkung zu signifikant mehr Fahrfehlern kam, dabei war insbesondere die Spurhaltung stark beeinträchtigt. Die Personen, die die Möglichkeit zur Selbstregulation hatten, machten kaum mehr Fahrfehler als Fahrer, die sich ausschließlich auf das Fahren konzentrieren konnten, bearbeiteten in kritischen Situationen allerdings auch vergleichsweise wenige Aufgaben.

Insgesamt weist die Studie darauf hin, dass bei der Untersuchung des Einflusses von Nebentätigkeiten stets die Aspekte der Selbstregulation zu berücksichtigen sind, da zu vermuten ist, dass die Aufnahme verschiedener Tätigkeiten unterschiedlich gut reguliert werden kann.

Diese Erkenntnisse werden im Rahmen einer aktuell laufenden, umfassenden Studie im Fahrsimulator angewendet. Ziel ist dabei, die Einflüsse der relevantesten fahrfremden Tätigkeiten auf die Fahrtsicherheit möglichst valide abzuschätzen und miteinander zu vergleichen. ■

Literatur

Wandtner, Bernhard (2012): Selbstregulatorische Fähigkeiten beim Umgang mit Nebenaufgaben während der Autofahrt - Eine Simulatorstudie. Diplomarbeit, Johann Wolfgang Goethe Universität Frankfurt

Dr. Eike A. Schmidt

Jahrgang 1981

Psychologe

Seit 2010 in der BAST

Im Referat „Kooperative Verkehrs- und Fahrerassistenzsysteme“ als Teil des Kompetenzteams „Mensch-Maschine-Interaktion“ zuständig für Forschung zu Fahrzeugautomatisierung und Naturalistischen Fahrverhaltensbeobachtungen



Markus Schumacher

Jahrgang 1973

Psychologe

Seit 2007 in der BAST

Im Referat „Verkehrspsychologie, Verkehrsmedizin“ zuständig für Forschung zu Beeinträchtigung durch Drogen, Medikamente und Müdigkeit, EU-Projekt DRUID sowie Fahrversuche im Straßenverkehr und Fahrsimulation



Zweiradfahrer aus verkehrspsychologischer Perspektive

Motorrad- und Fahrradfahrer haben in den vergangenen Jahrzehnten nicht so stark von den Sicherheitsmaßnahmen im Straßenverkehr profitiert wie andere Verkehrsteilnehmergruppen, zum Beispiel Autofahrer oder Fußgänger. Im Jahr 2011 verunglückten auf deutschen Straßen 76.750 Fahrer und Mitfahrer von Fahrrädern und 30.680 Motorradfahrer und -mitfahrer. 398 der verunfallten Radfahrer wurden getötet, 14.381 schwer- und 61.602 leichtverletzt. Von den Motorradfahrern, die bei einem Unfall verunglückten, wurden 708 getötet, 9.889 schwerverletzt und 20.083 leichtverletzt. Im Vergleich zum Jahr 2001 erfolgte zwar eine Reduktion der Zahl der verunglückten Motorradfahrer um 21 Prozent, für Fahrradfahrer ist diese Zahl jedoch seit 2001 um sieben Prozent angestiegen. Zum Vergleich: Für Autofahrer reduzierte sich die Zahl der Verunglückten im gleichen Zeitraum um 30 Prozent.

Foto: Deutscher Verkehrssicherheitsrat e.V. Bonn



Auffallend für die Zahl der verunglückten Motorradfahrer ist der große Anteil an getöteten und schwerverletzten Fahrern und Mitfahrern. Von allen verunglückten

Motorradfahrern wurden 2,3 Prozent getötet und 32 Prozent schwerverletzt, während bei Pkw-Fahrern der Anteil Getöteter knapp ein Prozent und der der Schwerverletzten 13,5 Prozent ausmachte. Für Radfahrer dagegen fällt auf, dass die Zahl Schwerverletzter in den vergangenen zehn Jahren beinahe stagniert.

Der Anstieg der Unfallzahlen von Radfahrern lässt sich zu einem gewissen Grad gut durch einen Anstieg der Anzahl an Radfahrern erklären. Die stärkere Nutzung des Fahrrads als umweltfreundliches und sparsames Verkehrsmittel, das darüber hinaus die körperliche Fitness verbessert, wird für alle Altersgruppen von der Bundesregierung empfohlen. Besonders ältere Personen ab 65 Jahren scheinen im Vergleich zu früheren Generationen häufiger das Fahrrad zu nutzen, um dadurch fit zu bleiben. Aber auch die Nutzung von Motorrädern erfreut sich in dieser Altersgruppe immer größerer Beliebtheit. Abzulesen ist dies am zunehmenden Durchschnittsalter von Motorradfahrern. Besorgnis erregend ist aber die überproportionale Zunahme der Zahl älterer verunglückter Zweiradfahrer. Innerhalb der letzten zehn Jahre zeigte sich für Fahrradfahrer ab 65 Jahren ein Anstieg um 45 Prozent, für Motorradfahrer, die 65 Jahre und älter waren, sogar um 136 Prozent.

In Deutschland lag der Schwerpunkt der Forschung für die schwächeren Verkehrsteilnehmer in den vergangenen Jahrzehnten auf der Verbesserung der passiven Sicherheit und der Infrastruktur. Neuere Entwicklungen wie der geringere Sicherheitsgewinn von Zweiradfahrern im Vergleich zu anderen Verkehrsteilnehmergruppen, der demografische Wandel und

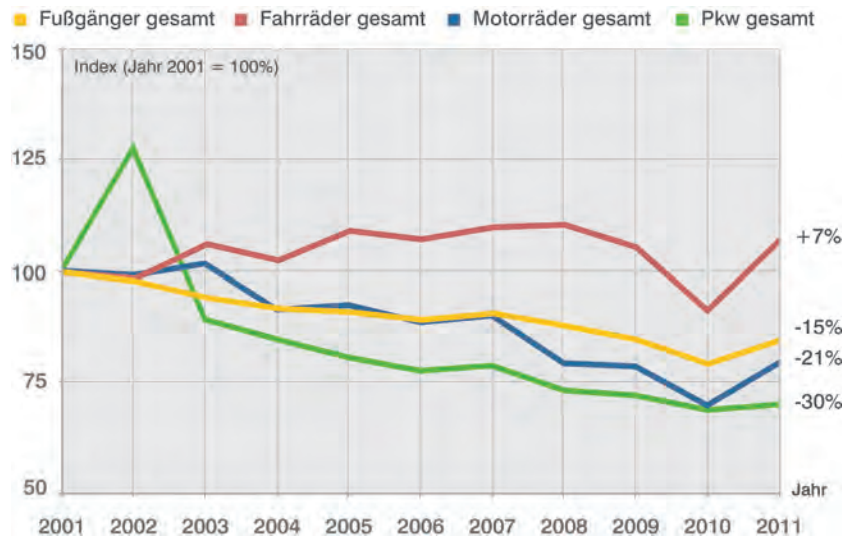
die zunehmende Nutzung von Pedelecs sind Gründe, sich intensiver mit verhaltenswissenschaftlichen Aspekten der Gruppe der Zweiradfahrer zu beschäftigen.

Verkehrssicherheitsmaßnahmen, die für Motorradfahrer oder Fahrradfahrer konzipiert wurden, richten sich jeweils weitestgehend an die Gesamtgruppe. Allerdings sind sowohl die Gruppe der Motorradfahrer, als auch die der Fahrradfahrer sehr heterogen zusammengesetzt, weshalb es wenig sinnvoll erscheint, sämtliche Maßnahmen pauschal an jeweils alle Nutzer zu richten. Um ein aktuelles Bild über Motorradfahrer und Fahrradfahrer zu erhalten und daraus zielgruppenspezifische Verkehrssicherheitsmaßnahmen zu entwickeln, werden in der BASt verschiedene Forschungsprojekte bearbeitet, die die Verkehrssicherheit von Zweiradfahrern thematisieren.

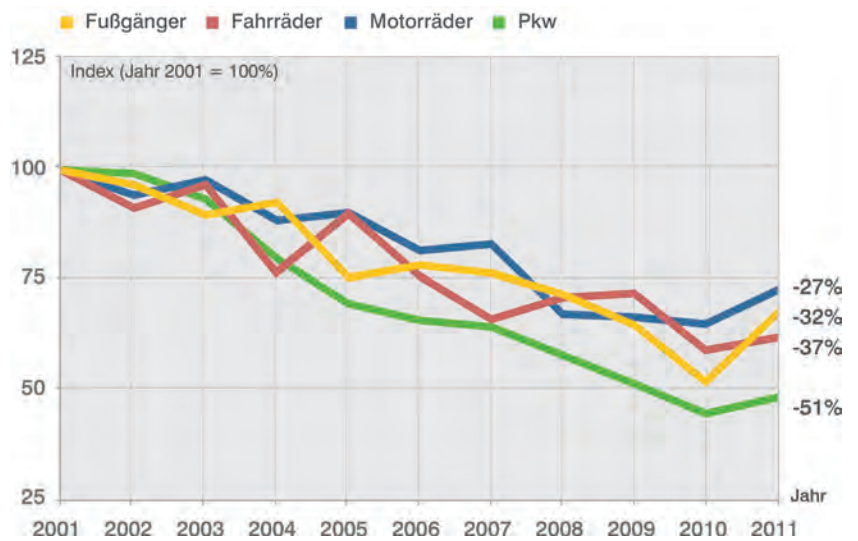
Motorradfahrer

In einer repräsentativen Untersuchung wurden 1.039 Motorradfahrer im Alter zwischen 16 und 76 Jahren befragt. Die Interviews wurden von einem Markt- und Meinungsforschungsinstitut durchgeführt und umfassen mehrere Fragenkomplexe zu verschiedenen Themenbereichen rund um das Motorradfahren.

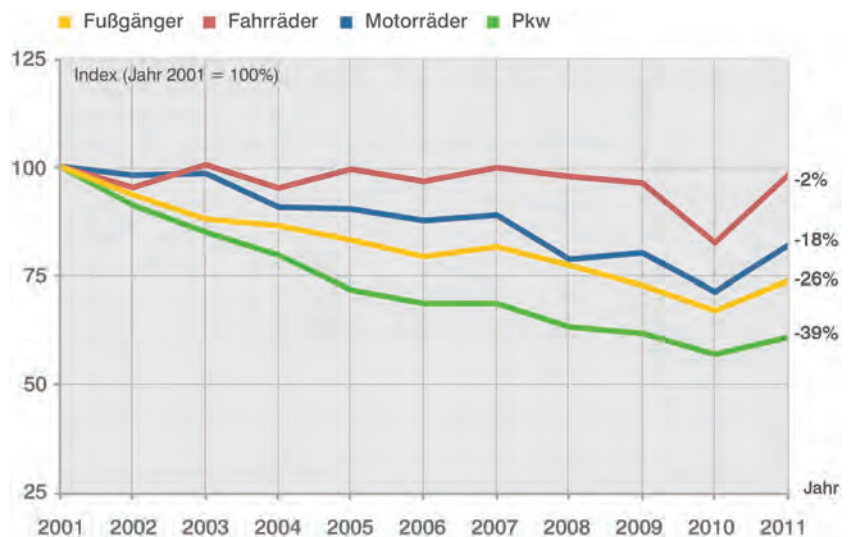
Die Fragen thematisieren die Nutzungsgewohnheiten des Motorrads, die Einstellungen gegenüber sicherheitsrelevanten Aspekten des Motorradfahrens, beispielsweise das alkoholisierte Fahren, riskantes Fahrverhalten, die Einschätzung der eigenen Kompetenzen beim Fahren, die Unfallbeteiligung mit dem Motorrad in den vergangenen drei Jahren und die Häufigkeit von polizeilichen Verwarnungen für Fehlverhalten. Der Interviewfragebogen beinhaltet auch Fragen, die spezielle Aspekte der Persönlichkeit des Befragten



Entwicklung der Zahl Verunglückter im Straßenverkehr 2001 bis 2011



Entwicklung der Zahl Getöteter im Straßenverkehr 2001 bis 2011



Entwicklung der Zahl Schwerverletzter im Straßenverkehr 2001 bis 2011

erfassen sollen, wie Ängstlichkeit oder Reizbarkeit. Außerdem werden Fragen zu Lebensstilen (Freizeitverhalten, bevorzugte Musikrichtung, Affinität zu gesellschaftlichen Gruppierungen, präferierte Fernsehgenres) verwendet. Ziel des Projektes ist es, aktuelle Informationen unter anderem über soziodemografische Daten, die Einstellungen und das Verhalten von Motorradfahrern zu erhalten.

Außerdem sollen auf Basis der Lebensstile Subgruppen von Motorradfahrern identifiziert werden, so dass Empfehlungen für Verkehrssicherheitsmaßnahmen auf diese abgestimmt werden können.

Radfahrer

Ein umfangreiches Projekt, das sich der Verkehrssicherheit von Radfahrern widmet, beinhaltet zwei unterschiedliche Teilprojekte. Das erste Teilprojekt bildet eine Repräsentativbefragung, die äquivalent zur oben beschriebenen Motorradfahrerbefragung Aspekte der Nutzungsgewohnheiten des Fahrrads, der Einstellungen zu verschiedenen Radfahrthemen, riskantem Verhalten beim Radfahren, Unfallbeteiligung und Persönlichkeitsfacetten thematisiert. An dieser Interviewstudie nahmen 2.158 Personen im Alter zwischen 14 und 84 Jahren teil, die ein eigenes Fahrrad besitzen und dieses innerhalb eines Jahres wenigstens einmal genutzt haben. Auch Ziel dieser Studie ist es, das Bild der aktuellen Radfahrerpopulation zu beleuchten und zur Erarbeitung zielgruppenspezifischerer Maßnahmen Subgruppen zu identifizieren.

Das zweite Teilprojekt zur Verkehrssicherheit von Radfahrern wird vom Universitätsklinikum Münster im Auftrag der BAST durchgeführt. Bei diesem Projekt handelt es sich um eine Analyse von Fahrradunfällen, die einen detaillierten Einblick in das Unfallgeschehen von Radfahrern ermöglicht. An der Studie beteiligen sich 22 Kliniken im TraumaNetz-

werk NordWest. Verunfallte Radfahrer, die sich in einer der Kliniken zur Behandlung vorstellen, werden gebeten, einen Fragebogen zu Erfassung soziodemografischer Merkmale, ihrer Fahrradnutzung und dem Unfallhergang zu beantworten. Das Klinikpersonal ergänzt diese Angaben um Daten zu Verletzungsschwere und Verletzungsmuster. Alle Daten werden anonymisiert in einer Datenbank erfasst. Die Auswertung der Daten soll Rückschlüsse auf Zusammenhänge zwischen dem Unfallgeschehen und Verletzungsmuster sowie -schwere zulassen. Zusätzlich liefert die Studie Informationen über die Zahl von Fahrradunfällen, die nicht in der amtlichen Unfallstatistik erfasst werden. In dieser sind nur solche Unfälle enthalten, die durch die Polizei vor Ort aufgenommen wurden. Insbesondere Unfälle mit geringen Folgen und Unfälle ohne Beteiligung von Kraftfahrzeugen werden jedoch selten der Polizei gemeldet.

Pedelecs

Ein weiteres Projekt behandelt den potenziellen Einfluss der Nutzung von Pedelecs auf die Verkehrssicherheit. Pedelecs bieten auch für ungeübte Radfahrer die Möglichkeit, einfach hohe Geschwindigkeiten zu erreichen und Steigungen mit weniger Anstrengung hinaufzufahren. Nachteilig sind dabei die hohen Anforderungen an den Fahrer durch das hohe Gewicht des Rades, die notwendigerweise stärkeren Bremsen, der veränderte Schwerpunkt im Vergleich zu konventionellen Fahrrädern und der höheren Beschleunigung aus dem Stand. Die Planungsgesellschaft Verkehr Hannover als Auftragnehmer des Projektes ermittelt auf der Basis von Literaturanalysen, Verhaltensbeobachtungen und einer Nutzerbefragung, wer die hauptsächlichen Nutzer dieser Fahrräder sind, welche Nutzungsgewohnheiten diese haben und wo die besonderen Schwierigkeiten in der Pedelec-Nutzung liegen könnten. Betrachtet wird hierbei neben

Fragen der Handhabung auch die Eignung der Radverkehrsinfrastruktur für eine zunehmende Zahl von Pedelecs.

Fazit

Die Ergebnisse der Projekte sollen das Wissen über Zweiradfahrer und deren Nutzungsgewohnheiten erweitern. Insbesondere ist es möglich, Subgruppen mit hohem Unfallrisiko oder riskantem Verhalten zu identifizieren. Mit Hilfe der detaillierten Erkenntnisse können so Empfehlungen für spezifische Verkehrssicherheitsmaßnahmen entwickelt werden, die auf die jeweilige Zielgruppe abgestimmt sind. ■

Plakat zum Projekt „Analyse von Radunfällen“

Das Plakat zeigt eine Szene eines Radunfalls auf einer Straße. Ein rotes Fahrrad liegt auf dem Asphalt. Mehrere Personen in orangefarbenen Warnwesten (Rettungskräfte) sind dabei, einen Verletzten auf einer Trage zu verladen. Im Hintergrund sind eine orangefarbene Rettungswagen und ein weißer Krankenwagen zu sehen. Ein schwarzes Auto ist teilweise links im Bild zu sehen. Die Plakatschrift ist in Blau und Weiß gehalten.

**Radfahren -
Unfallrisiko inklusive**

GEMEINSAM FÜR MEHR SICHERHEIT

aktuelle Studie über Fahrradunfälle

UKM
Universitätsklinikum
Münster

bast
Bundesanstalt für Straßenwesen

**TraumaNetzwerk
NordWest**
MHT TRAUMA

Ariane von Below

Jahrgang 1982

Psychologin

Seit 2011 in der BAST

Im Referat „Verkehrspsychologie, Verkehrsmedizin“ zuständig für schwächere Verkehrsteilnehmer: Motorradfahrer, Fahrradfahrer und Fußgänger, EU-Projekt SARTRE 4, medizinische und psychische Unfallfolgen



Schulwegpläne leicht gemacht – der Leitfaden

Schulwegpläne haben das Ziel, anhand einer kartografischen Darstellung des Umfeldes einer Schule, sichere Querungsstellen, Gefahrenstellen und deren Bewältigung sowie günstige Wege vom Wohnort der Kinder zur Schule aufzuzeigen. So können Kinder sicher und eigenständig zur Schule gelangen. Schulwegpläne werden seit Jahrzehnten als sinnvolle Maßnahme zur Erhöhung der Sicherheit von Kindern auf dem Schulweg betrachtet. Daher wird deren Erstellung von vielen Verkehrssicherheitsorganisationen und den Kultus-, Innen- oder Verkehrsministerien der Länder empfohlen.

Sekundarstufenschülern Schulwegpläne als ein wichtiges Instrument für die Verkehrssicherheit der Kinder bezeichnen und wünschen. Die Eltern, die den Schulwegplan ihrer Schule kennen, üben häufiger mit ihren Kindern das sichere Verhalten auf dem Schulweg. Die exemplarische Überprüfung vorhandener Schulwegpläne ergab allerdings, dass eine bedeutende Anzahl der überprüften Schulwegpläne Fehler enthielten, zum Teil gravierender Art. So wurden in einigen Plänen Querungen von Straßen mit zulässiger Höchstgeschwindigkeit von 60, 70 oder sogar 100 km/h ohne Querungshilfe empfohlen oder Querungsstellen mit Sichtbehinderungen als verkehrssichere Möglichkeit der Straßenüberquerung für Grundschüler angeraten. Andere Wegempfehlungen führten beispielsweise über Straßen ohne Gehwege.

Um einerseits zu verhindern, dass falsche oder sogar gefährliche Hinweise an Eltern und Schüler weitergegeben werden und um andererseits die Erstellung von korrekten Schulwegplänen zu fördern, wurde ein Leitfaden zur Erarbeitung von Schulwegplänen entwickelt. Dieser unterstützt Laien, mit einfachen Mitteln verschiedene Verkehrssituationen zu beurteilen, fachlich richtige Empfehlungen zu geben und Fehler zu vermeiden.

Der Leitfaden, der auf seine Anwendbarkeit hin überprüft wurde, beschreibt den gesamten Prozess der Planerstellung und nennt alle wichtigen Informationen und nützliche Quellen, um einen guten Schulwegplan mit vertretbarem Aufwand erstellen zu können.

Er richtet sich an Schulen, Kommunen, Polizei, Eltern und alle, die einen Schulwegplan fertigen wollen und die sinn-



Ob Schulwegpläne aber überhaupt von Eltern und Schülern verstanden und genutzt werden, sie die richtigen Empfehlungen enthalten und wie die Erstellung der Pläne zustande kommt, wurde in einem Forschungsprojekt der BAST untersucht. Es wurde nachgewiesen, dass nicht nur drei Viertel der Eltern von Grundschulern, sondern ebenso viele Eltern von

vollerweise in den Erstellungsprozess von Schulwegplänen involviert sein sollten. Der Leitfaden ist in fünf Arbeitsschritte gegliedert.

Grundlagen

Zunächst werden in dem Kapitel „Grundlagen“ beispielhaft verschiedene Schulwegpläne für Grund- und weiterführende Schulen vorgestellt. Es wird beschrieben, worauf es ankommt und welche vielfältigen Möglichkeiten es gibt. So kann für die Pläne ganz unterschiedliches Kartenmaterial genutzt werden, von Katasterplänen bis zu selbstgezeichneten Karten. Die Pläne für weiterführende Schulen umfassen meist einen größeren Einzugsbereich um die Schule und fokussieren nicht nur Fußgängerfragestellungen sondern auch Themen, die Radfahrer oder ÖPNV-Nutzer betreffen.

Startphase

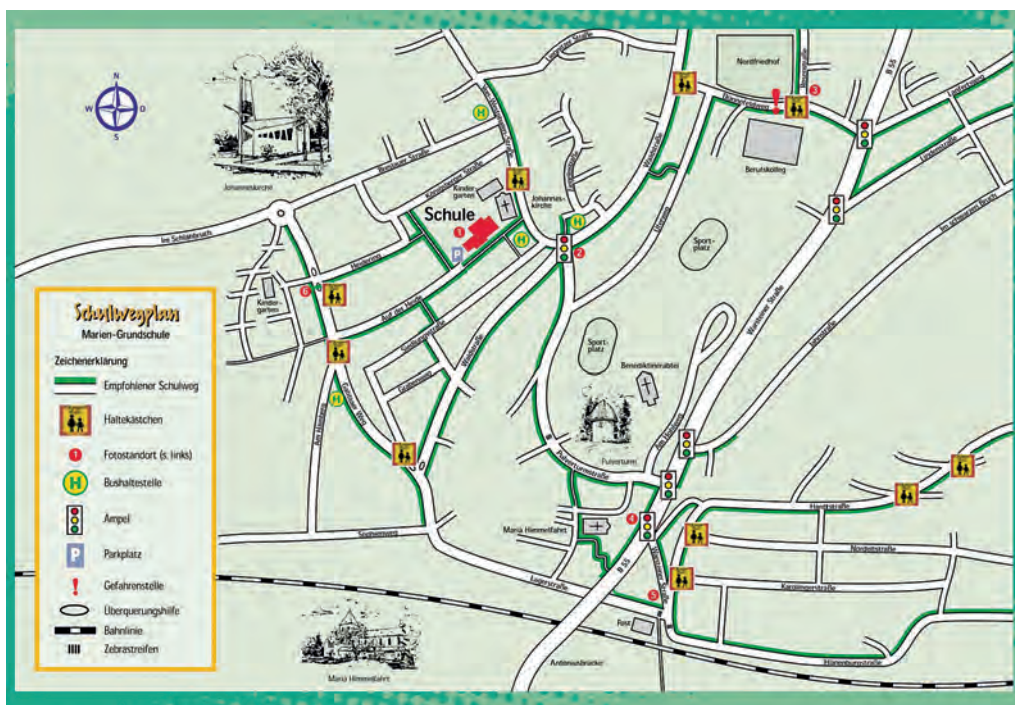
In der „Startphase“ wird in der Regel eine Arbeitsgruppe gegründet, in der idealerweise Schule, Kommune, Polizei und Eltern vertreten sind. Jeder dieser Partner verfügt über nützliche Informationen

und Möglichkeiten, die für die Erstellung des Schulwegplanes berücksichtigt und genutzt werden sollten. Weitere Vertreter, etwa aus Verkehrssicherheitsverbänden, sind ebenfalls willkommen. Für die Zusammenarbeit in der Arbeitsgruppe werden in dem Leitfaden Vorlagen für die Einladung zur ersten Sitzung, eine Tagesordnung mit den zu verteilenden Aufgaben oder eine Teilnehmerliste bereitgehalten. Hierdurch soll der Aufwand für alle Beteiligten gering gehalten und ausgeschlossen werden, dass wichtige Arbeitsschritte vergessen werden.

Bestandsaufnahmen und Analysen

In diesem Kapitel werden die notwendigen „Bestandsaufnahmen und Analysen“ beschrieben. Dazu gehören Befragungen von Grundschulleitern oder Schülern an weiterführenden Schulen. Sie sind unverzichtbar, um wesentliche Erkenntnisse über

- konkrete Probleme auf Schulwegen,
- den relevanten Einzugsbereich der Schule,



Auszüge aus einem Schulwegplan für eine Grundschule in Meschede

- die Schulwegrouten und
- die Verkehrsmittelnutzung auf Schulwegen

zu erhalten. Musterfragebögen sind ebenfalls Bestandteil des Leitfadens, lediglich Schullogo sowie der entsprechende Ausschnitt aus einem Stadtplan sind einzufügen. Auch für die Auswertung der Befragung werden Hinweise, Tipps und Vorlagen bereitgehalten, um zügig fundierte Ergebnisse zu erhalten.

Die Ergebnisse der Befragung werden in einen Grundplan eingetragen und zusätzlich vermerkt, ob der Polizei im Umfeld der Schule Unfallhäufungen bekannt sind. Durch die Nennung der Problemstellen im Schulumfeld und die Kennzeichnung der am häufigsten benutzten Wege, kann eine Prioritätenliste problematischer Situationen erstellt werden. Diese Stellen sollten nun gemeinsam vor Ort besichtigt werden, um Ursachen und gegebenenfalls Möglichkeiten des Umgangs mit diesen potenziellen Gefahren zu erarbeiten.

Da die Verkehrssicherheit beeinflussenden Faktoren ganz verschieden sein können, werden im Leitfaden für alle typischen Situationen Checklisten bereitgestellt, um Laien bei der Erkennung der Ursachen eines Problems zu unterstützen.

So ist an einer Ampel unter anderem zu prüfen, ob die Schüler zu lange warten müssen, die Sichtbeziehungen zwischen Fußgängern und fließendem Verkehr in

Ordnung sind, der Wartebereich ausreichend groß ist, die Ampel überhaupt genutzt wird oder Pkw häufig zu schnell fahren. Für die Prüfung jedes einzelnen Aspektes werden einfache Möglichkeiten der Kontrolle beschrieben, so dass fundierte Problemanalysen durchgeführt werden können. Zum Umgang mit den festgestellten Mängeln führt der Leitfaden kurz-, mittel- und langfristige Lösungsmöglichkeiten auf.

Die Checklisten gibt es auch für Zebrastrifen, Mittelinseln, Geh- und Radwege, die Schulbusnutzung und die Hol- und Bringverkehre (Eltern-Taxi), so dass Sicherheitsmängel vor Ort überprüft werden können. Sie können zudem eingesetzt werden, wenn im Schulwegplan konkrete Wege oder Überquerungsstellen empfohlen werden sollen.

Zu den Themen

- mangelnde Sichtbeziehungen zum Kfz-Verkehr beim Überqueren von Fahrbahnen,
- falsche Benutzung von Radwegen,
- zu hohe Geschwindigkeit des Kfz-Verkehrs,
- fehlende oder zu schmale Gehwege,
- fehlende Gehwege außerorts,
- Konflikte mit abbiegenden Lkw (Toter Winkel) und
- ungesicherte Bahnübergänge

werden fachliche Hintergrund- und Prüfinformationen, sowie Empfehlungen für kurz-, mittel und langfristige Lösungen vorgeschlagen. Damit sind die meisten Verkehrssicherheitsprobleme im Schulumfeld abgedeckt.

Planerstellung und Verbreitung

Nachdem das Schulumfeld analysiert und der Umgang mit problematischen Situationen geklärt ist, kann mit der Planerstellung begonnen werden. Dafür stehen



unterschiedliche Möglichkeiten – wie die Nutzung des „Schulwegplaners“ – zur Verfügung, die im Leitfaden benannt werden. Wie Schulwegpläne individuell mit kostenfrei nutzbarer Software gestaltet werden können, ist zudem Schritt für Schritt beschrieben.

Außerdem enthält der Leitfaden

- Hinweise zur Nutzung und Beschaffung von geeignetem Kartenmaterial,
- einen Musterschulwegplan als Vorlage,
- alle wesentlichen Grafikelemente,
- Softwareempfehlungen inklusive Bezugsquellen sowie
- eine grobe Anleitung zum Zeichnen der Pläne.

Der fertige Schulwegplan sollte nicht ausschließlich ins Internet gestellt werden. Erfahrungsgemäß wird er von den Eltern besser angenommen, wenn er bei der Einschulung erläutert und vorgestellt wurde. Damit ist die Arbeit an der Schulwegplanerstellung zunächst abgeschlossen.

Wirkungskontrolle

Um eine optimale Wirkung auch langfristig zu erreichen, sollte in Abständen überprüft werden, ob

- Schulwegpläne rechtzeitig herausgegeben,
- empfohlene Wege von den Kindern akzeptiert werden und
- Empfehlungen noch aktuell sind.

Diese Fragen können durch gelegentliche Erhebungen oder Gespräche mit den Eltern beantwortet werden. Beobachtungen der Kinder auf den Schulwegen ergänzen die Informationen der Eltern zur Akzeptanz von empfohlenen Schulwegen.

Weiterführende Literatur und Links geben abschließend Hinweise auf vertiefende oder alternative Vorgehensweisen.

Die Broschüre ist kostenfrei bei der BAST erhältlich.

Weitere Informationen, der Leitfaden in digitaler Form sowie alle Hilfsmittel zur Erstellung eines Schulwegplans sind unter www.bast.de/Schulwegplan abrufbar. ■

Literatur

Gerlach, J., Leven, T., Leven, J. (2012): Entwicklung, Verbreitung und Anwendung von Schulwegplänen, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, M 230

Markus Lerner

Jahrgang 1968

Geograph

Seit 2000 in der BAST

Stellvertretender Referatsleiter „Unfallstatistik, Unfallanalyse“, zuständig für Fahrleistungserhebung, Unfallprognose und Sonderauswertungen der amtlichen Unfallstatistik



Dr. Nicola Neumann-Opitz

Jahrgang 1961

Pädagogin

Seit 1990 in der BAST

Im Referat „Sicherheitskonzeptionen, Sicherheitskommunikation“ zuständig für Verkehrserziehung/Verkehrsaufklärung



Fahranfängervorbereitung in Deutschland

Fahranfänger weisen trotz der Sicherheitsverbesserungen durch das „Begleitete Fahren ab 17“ und das „Absolute Alkoholverbot für Fahranfänger und junge Fahrer“ weiterhin ein stark überdurchschnittliches Unfallrisiko auf. Vor diesem Hintergrund beauftragte das BMVBS die BAST mit der Erarbeitung eines Rahmenkonzepts zur weiteren Verbesserung der Fahranfängersicherheit.

Das Rahmenkonzept wurde von einer Expertengruppe aus BAST-Fachleuten und unabhängigen externen Wissenschaftlern erarbeitet und umfassend abgestimmt mit Vertretern der Verkehrspolitik aus Bund und Ländern sowie der Praxisseite mit Fahrlehrerschaft, Prüforganisationen und Verkehrssicherheitsverbänden. Bei der Erarbeitung wurden in einem ersten Schritt zentrale Aufgabenstellungen abgeleitet, die an eine sicherheitswirksame Vorbereitung von Fahranfängern gestellt sind. Zu den sechs zentralen Aufgabenstellungen wurden Maßnahmenansätze bestimmt, die geeignet erschienen die Sicherheit von Fahranfängern zu verbessern. Dabei wurde darauf geachtet, das gesamte Spektrum möglicher Interventionsansätze in die Überlegungen einzubeziehen und die

funktionale Äquivalenz von Maßnahmen mit zu berücksichtigen.

Aufgabenstellung

Die im Rahmenkonzept formulierten Aufgabenstellungen und Maßnahmenempfehlungen werden nachfolgend in ihren Hauptaspekten wiedergegeben. Sie beziehen sich auf die Bekämpfung der maßgeblichen Ursachen des erhöhten Fahranfängerrisikos (Aufgabenstellungen 1 und 2), die Optimierung der bestehenden Maßnahmen zur Vermittlung und zur Überprüfung von Fahr- und Verkehrskompetenz (Aufgabenstellungen 3 und 4) und die verstärkte Erschließung technischer und wissenschaftlicher Unterstützungsmöglichkeiten für das „Fahren lernen“ und das Maßnahmensystem zur Unterstützung des Erwerbs sicherer Fahrkompetenz (Aufgabenstellungen 5 und 6).

1: Verlängerte fahrpraktische Vorbereitung unter niedrigen Risikobedingungen gewährleisten

Neben Maßnahmen zur Optimierung des Begleiteten Fahrens ab 17 werden im Rahmenkonzept eine Ausweitung des Begleiteten Fahrens auf Fahrerlaubniserber ab 18 Jahre und der Ausbau anfängerbezogener Sonderregelungen zur Verringerung der Risikoexposition in der Anfangsphase des selbständigen Fahrens vorgeschlagen.

2: Die Verankerung verkehrssicherer Einstellungen fördern

Die Maßnahmenvorschläge zur Verankerung verkehrssicherer Einstellungen richten sich auf eine dauerhaft angelegte, sozialisationsbegleitende Einflussnahme zugunsten sicherheitsorientierter Einstellungen in der gesamten Breite der hierfür zur Verfügung stehenden Maßnahmen (schulische Verkehrserziehung, Fahrschul-

Foto: Deutscher Verkehrssicherheitsrat e.V. Bonn



ausbildung und Sicherheitskommunikation/außerschulische Verkehrssicherheitsarbeit).

3: Fahranfänger mit einer soliden Basiskompetenz für die motorisierte Verkehrsteilnahme ausstatten

Die Empfehlungen zur Vermittlung der grundlegenden Kompetenzen für die motorisierte Verkehrsteilnahme richten sich sowohl auf die Verbesserung der Leistungsfähigkeit der Fahrschulausbildung, unter anderem Entwicklung eines wissenschaftlich begründeten Referenzcurriculums, als auch auf die Entwicklung zusätzlicher Lernquellen neben der Fahrschule, unter anderem selbständiges Lernen unter Nutzung innovativer Lernmedien sowie schulische Verkehrserziehung.

4: Die Instrumente zur Einschätzung der erreichten Fahrkompetenz verbessern

Die Maßnahmenempfehlungen richten sich auf die Verbesserung der Leistungsfähigkeit der theoretischen und praktischen Fahrerlaubnisprüfung im Hinblick auf ihre Grundfunktionen, der Auswahl ausreichend ausgebildeter Fahranfänger (Selektionsfunktion) und der Vorgabe von Standards für eine verkehrssichere Vorbereitung (Steuerungsfunktion). Darüber hinaus wird eine Verbesserung der Voraussetzungen für eine angemessene Lernstanderfassung in der Fahrschulausbildung und für die Selbsteinschätzung der Fahr- und Verkehrskompetenz durch die Fahranfänger empfohlen.

5: Innovative Technik zur Unterstützung des Lernens und des Fahrens nutzen

Die Empfehlungen zu dieser Aufgabenstellung richten sich auf die umfassendere Nutzung elektronischer Kommunikations- und Lernmedien im Zusammenhang des „Fahren lernen“, den Einsatz speziell auf die Bedürfnisse von Fahranfängern

zugeschnittener Informations- und Feedbacksysteme im Auto und die Förderung sicherheitstechnisch modern ausgestatteter Fahranfängerfahrzeuge.

6: Wissenschaftliche Erkenntnismöglichkeiten zur Optimierung des Maßnahmensystems zur verkehrssicheren Vorbereitung von Fahranfängern ausschöpfen

Die Nutzung wissenschaftlicher Erkenntnismethoden hat in der Vergangenheit zur Klärung wichtiger Fragen einer sicherheitswirksamen Vorbereitung von Fahranfängern geführt und entscheidende Anstöße für konkrete Sicherheitsverbesserungen gegeben. Vor dem Hintergrund dieser Erfahrung empfiehlt das Rahmenkonzept eine Stärkung und Verstärkung der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten, die bisher noch kaum systematisch angelegt waren. Die erweiterten Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten sollten dabei eine kontinuierliche evaluationsbasierte Optimierung aller relevanten Vorbereitungsmaßnahmen für Fahranfänger ebenso umfassen, wie vertiefende und grundlegende Untersuchungen mit dem Ziel der Erschließung neuer und verbesserter Lösungsansätze zur Behebung der Fahranfängerproblematik.

Maßnahmen

Die Maßnahmenempfehlungen des Rahmenkonzepts knüpfen an die zurückliegenden Maßnahmenerfahrungen in Deutschland an. Sie entsprechen den Empfehlungen der internationalen wissenschaftlichen Maßnahmendiskussion zur Gewährleistung einer verlängerten fahrpraktischen Vorbereitung unter niedrigen Risikobedingungen (OECD, 2006) und der Nutzung des gesamten Spektrums zielführende Maßnahmenansätze in einem integrierten System der Fahranfängervorbereitung (EU-Projekt BASIC, 2003). ■

Literatur

BAST-Expertengruppe Fahranfängervorbereitung (2012). Rahmenkonzept zur Weiterentwicklung der Fahranfängervorbereitung in Deutschland, BAST EU-Project BASIC (2003). Basic driver training: New models. Final report. Turku, Finland: University of Turku, Department of Psychology

Holte, H., Assing, K., Pöppel-Decker, M. & Schönebeck, S (2010). Alkoholverbot für Fahranfänger, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Heft M 211

OECD & ECMT (2006). Young drivers: the road to safety. Joint OECD/ECMT Transport Research Centre, Paris
Willmes-Lenz, G., Großmann, H. & Prücher, F. (2010). Evaluation der Fahranfängermaßnahmen „Begleitetes Fahren ab 17“ und „Freiwillige Fortbildungsseminare für Inhaber der Fahrerlaubnis auf Probe“. Bericht zum Projekt „Evaluation Fahranfängermaßnahmen“ vom 31.05.2010 (Erweiterte Fassung), BAST



Michael Bahr

Jahrgang 1962

Sozialwissenschaftler, Fahrlehrer

Seit 2000 in der BAST

Stellvertretender Leiter des Referats „Fahrausbildung, Kraftfahrerrehabilitation“, zuständig für die Bereiche Fahrausbildung, Fahrerlaubnisprüfung und Qualifikation von Fahrlehrern sowie Berufskraftfahrern



Dr. Heidrun Großmann

Jahrgang 1962

Soziologin

Seit 2010 in der BAST

Im Referat „Fahrausbildung, Kraftfahrerrehabilitation“ zuständig für Verkehrssicherheitsmaßnahmen für junge Fahrer und die informationstechnische Unterstützung des Fahrenlernens, Koordinatorin des BAST-Projekts „Rahmenkonzept zur Weiterentwicklung der Fahranfängervorbereitung in Deutschland“



Georg Willmes-Lenz

Jahrgang 1950

Soziologe

Seit 1991 in der BAST

Leiter des Referats „Fahrausbildung, Kraftfahrerrehabilitation“

Unfallbeteiligung von Wohnmobilen 2000 bis 2010

Mit der vorliegenden Untersuchung knüpft die BASt an die letzte Untersuchung zum Unfallgeschehen von Wohnmobilen aus dem Jahr 1999 an. Neben der Entwicklung der Anzahl der Unfälle von Wohnmobilen im Zeitraum 2000 bis 2010 wird die Struktur der Unfälle beleuchtet. Auch die charakteristischen Merkmale der beteiligten Fahrer der Wohnmobile und einige technische Merkmale werden untersucht, zum Beispiel die Motorisierung und das zulässige Gesamtgewicht. Weiterhin wird die im Unfallgeschehen kleine Gruppe der Pkw mit Wohnanhänger soweit möglich in die Untersuchung einbezogen. Diese beiden Gruppen werden der Gesamtgruppe der Pkw-Unfälle vergleichend gegenübergestellt.

Wohnmobile sind in der amtlichen Unfallstatistik nicht explizit codiert. Somit stehen – im Rahmen der regelmäßigen

Veröffentlichungen des Statistischen Bundesamtes – keine Informationen zum Unfallgeschehen von Wohnmobilen zur Verfügung. Dennoch ist es möglich, über die vom Kraftfahrt-Bundesamt ergänzten fahrzeugtechnischen Angaben zum Kraftfahrzeug, deutsche Wohnmobile zu identifizieren und mit der vollen Merkmalsbreite des amtlichen Datenmaterials auszuwerten.

Unfallzahlen

Im Jahr 2010 wurden 743 Unfälle mit Personenschaden registriert, an denen ein Wohnmobil beteiligt war. Damit ist die Anzahl der Wohnmobilunfälle seit dem Jahr 2000 um 36 Prozent zurückgegangen. Diese Entwicklung ist sogar günstiger als die Entwicklung der Unfälle mit Pkw-Beteiligung (-28 Prozent). Mit einem Anteil von weniger als 0,3 Prozent an allen Unfällen mit Personenschaden stellen



Unfälle mit Beteiligung von Wohnmobilen keinen Schwerpunkt im Unfallgeschehen dar. Gleichwohl zeigt die Betrachtung der Unfallfolgen, insbesondere bei den Mitfahrern, noch Potenzial zur Verbesserung der Sicherheit.

Bei Unfällen mit Beteiligung von Wohnmobilen wurden im Jahr 2010 insgesamt 19 Personen getötet und 202 Personen schwer verletzt. Davon waren vier getötete und 62 schwerverletzte Personen Insassen eines Wohnmobils; die übrigen Verunglückten wurden beim Unfallgegner registriert.

Diese geringe Anzahl von schweren Unfallfolgen bei den Insassen von Wohnmobilen beruht unter anderem auf der insgesamt seltenen Unfallbeteiligung. Auch die Betrachtung der relativen Kenngröße „Schwere Personenschäden (SP) bezogen auf die Anzahl der Fahrzeuginsassen“ weist im Jahre 2010 bei Wohnmobilen mit 45 SP je 1.000 Insassen ein mit Pkw (43 SP je 1.000 Insassen) vergleichbares Niveau auf.

Dabei sind schwere Unfallfolgen bei den Fahrern der Wohnmobile (37 SP je 1.000 Fahrer) sogar seltener vertreten als bei

Pkw-Fahrern (43 SP je 1.000 Fahrer).

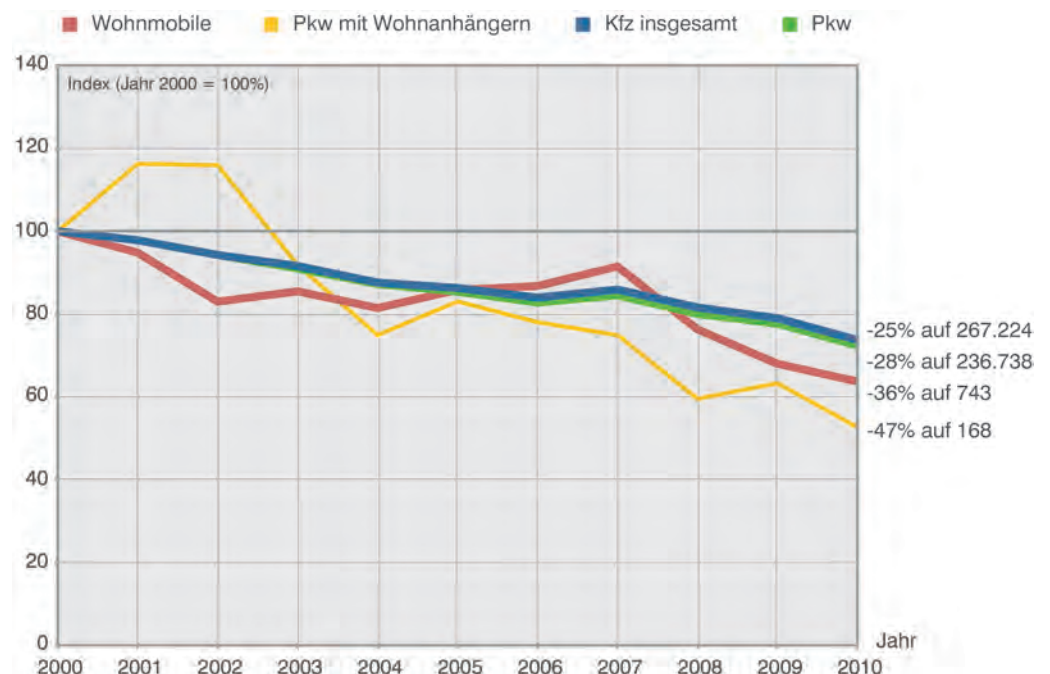
Wohnmobile profitieren hier unter anderem durch geringere Kollisionsgeschwindigkeiten sowie durch die höhere Fahrzeugmasse. Mitfahrer im Wohnmobil sind deutlich stärker gefährdet (64 SP je 1.000 Mitfahrer).

Der zeitliche Verlauf der relativen Kenngrößen im Zeitraum 2000 bis 2010 zeigt, dass sich in Wohnmobilen keine signifikante Verringerung der Verletzungsschwere eingestellt hat. Die Beteiligtenbelastung für schwere Personenschäden bei den Insassen der Wohnmobile pendelt im Zeitraum 2000 bis 2010 zwischen 32 und 50 SP je 1.000 Insassen. Dagegen hat sich der entsprechende Wert bei den Pkw-Insassen von 59 auf 43 SP je 1.000 Insassen kontinuierlich verringert.

Unfallgeschehen

Bezüglich des Unfallgeschehens weisen Wohnmobile unter anderem folgende Charakteristiken auf.

- Fahrer von Wohnmobilen verursachen deutlich weniger Alleinunfälle: Sechs Prozent bei Wohnmobilen gegenüber elf Prozent bei den Pkw mit Wohnan-



hängern und 13 Prozent bei Pkw insgesamt.

- Der Schwerpunkt des Unfallgeschehens von Wohnmobilen liegt innerhalb von Ortschaften: Hier ereignen sich 55 Prozent der Unfälle mit Personenschaden (Pkw insgesamt: 67 Prozent). Auf Bundesautobahnen ist der Anteil der Wohnmobilunfälle mit 16 Prozent doppelt so hoch wie bei den Pkw (sieben Prozent).
- Bei 24 Prozent der Unfälle unter Beteiligung von Wohnmobilen kommt es zu einem „Auffahren auf fahrende Fahrzeuge“: Innerorts ist es überwiegend das Wohnmobil, das auf einen anderen Verkehrsteilnehmer auffährt (61 Prozent). Bei den Auffahrunfällen auf Bundesautobahnen fahren jedoch in über 70 Prozent der Unfälle andere Verkehrsteilnehmer auf das Wohnmobil auf.
- Mai bis Oktober sind die Monate mit den meisten Unfällen von Wohnmobilen: In diesen sechs Monaten ereigneten sich 65 Prozent der Wohnmobilunfälle. Im Wochenverlauf ist festzustellen, dass sich alle Verkehrsteilnehmergruppen leicht überdurchschnittlich auf den Freitag konzentrieren.

Unfallursachen

Unter den als Hauptverursacher unfallbeteiligten Wohnmobildfahrern stellen 45- bis 54jährige die prozentual stärkste Altersgruppe: Der Anteil dieser Gruppe hat sich von 15 Prozent im Jahre 2000 auf 21 Prozent

in 2010 erhöht. Dies liegt unter anderem an einem grundsätzlichen Anstieg des Alters beteiligter Verkehrsteilnehmer: So ist das mittlere Alter der Wohnmobildfahrer im Zeitraum 2000 bis 2010 von 44 auf 50 Jahre angestiegen. Das mittlere Alter der unfallbeteiligten Pkw-Fahrer steigt ebenfalls an, liegt jedoch mit 41 Jahren deutlich darunter.

51 Prozent der Fahrer von Wohnmobilen wurden im Jahre 2010 als Hauptverursacher eingestuft (n=380): Dieser Wert ist seit dem Jahr 2000 relativ konstant. Zum Vergleich 56 Prozent der beteiligten Pkw-Fahrer waren Hauptverursacher.

Als häufigste Unfallursache wird den als Hauptverursacher eingestuften Fahrern der Wohnmobile ein mangelhafter „Sicherheitsabstand“ (19 Prozent) zugewiesen. Es folgen mit 18 Prozent Fehler bei der „Vorfahrt oder Vorrang“ sowie Fehler beim „Abbiegen, Wenden oder Rückwärtsfahren“ mit 17 Prozent. Die Unfallursache „nicht angepasste Geschwindigkeit“ wird bei Wohnmobilen mit 14 Prozent erst an vierter Stelle genannt.

Fazit

Mit einem Anteil von 0,3 Prozent an allen Straßenverkehrsunfällen mit Personenschaden stellen Unfälle unter Beteiligung von Wohnmobilen keinen Schwerpunkt im Unfallgeschehen dar. Gleichwohl zeigt die Betrachtung der Unfallfolgen bei den Mitfahrern noch Potenzial zur Verbesserung der Sicherheit. ■

Martin Pöppel-Decker

Jahrgang 1962

Maschinenbauingenieur

Seit 1992 in der BAST

Im Referat „Unfallstatistik, Unfallanalyse“ zuständig für straßennetzbezogene, regionalspezifische sowie schwerpunkthematische Datenanalysen



Zahlen, Daten und Fakten

Personal, Auszeichnungen/Ernennungen/Promotionen/Lehraufträge

Haushalt und Finanzen

Forschung in der BAST

Baumaßnahmen in der BAST

Straßeninfrastrukturvermögen

Qualitätsmanagement

Wissenschaftlicher Beirat der BAST

Internationale Zusammenarbeit

Presse und Öffentlichkeitsarbeit



Personal

Die Personalsituation in der BAST ist aufgrund haushaltsrechtlicher Vorgaben geprägt durch kontinuierlichen Stellenabbau. Zwar arbeiten nach wie vor rund 400 Beschäftigte in der Bundesanstalt, die Zahl der unbefristeten Beschäftigungsverhältnisse hat jedoch in den letzten Jahren deutlich abgenommen. Gleichzeitig hat die Zahl der Teilzeitbeschäftigten deutlich zugenommen, mittlerweile arbeitet etwa ein Drittel der Beschäftigten in Teilzeit. Trotz des Stellenabbaus ist das Aufgabenspektrum der BAST weiterhin sehr groß und durch steigende, fachübergreifende und internationale Aufgabenstellungen komplexer geworden. Um den hohen fachlichen Anforderungen nachkommen zu können, kann der Stellenabbau nur durch die Einstellung befristeten Personals kompensiert werden. So hat fast ein Drittel der wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter einen befristeten Arbeitsvertrag.

Karriereseite

Um potenzielle Bewerber und Bewerberinnen über die Karrieremöglichkeiten und Arbeitsbedingungen in der BAST besser zu informieren, wurde im Sommer 2012 eine „Karriereseite“ auf der BAST-Internetseite eingerichtet.

Die „Karriereseite“ der BAST im Internet



Altersstruktur

Mehr als 50 Prozent der Beschäftigten der BAST sind zwischen 31 und 50 Jahre alt. Dabei liegt das Durchschnittsalter der Beschäftigten bei 45 Jahren. Auch vor dem Hintergrund, dass insbesondere das Durchschnittsalter des hoch belasteten Stammpersonals in den nächsten Jahren steigen wird, intensiviert die BAST seit 2011 die Maßnahmen der betrieblichen Gesundheitsförderung.

Zu diesem Zweck wurde im Jahre 2011 ein Konzept zum betrieblichen Gesundheitsmanagement erstellt. Die darin vorgesehenen Maßnahmen, zum Beispiel Vorträge und Seminare zu Themen wie „Work-Life-Balance“ und „Stressbewältigung“, wurden zum Teil schon umgesetzt, weitere Angebote werden folgen.

Die BAST fördert die Vereinbarkeit von Familie und Beruf unter anderem durch flexible Arbeitszeitmodelle. Zudem wurde in 2012 ein Eltern-Kind-Zimmer eingerichtet, das neben einem eingerichteten Büro-Arbeitsplatz über Spiel-, Schlaf- und Wickelmöglichkeiten verfügt. Das Eltern-Kind-Zimmer ermöglicht Eltern, im Falle eines Betreuungseinganges, Kinder verschiedener Altersklassen mit in die Dienststelle zu nehmen.

Ausbildung

Durchschnittlich 19 Auszubildende werden gleichzeitig in der BAST ausgebildet und so auf ihre berufliche Zukunft vorbereitet. Zu den angebotenen Ausbildungsberufen gehören Baustoffprüfer/-in, Physik-/Chemielaborant/-in, Bauzeichner/-in, Fachangestellte für Medien- und Informationsdienste sowie Metallbauer/-in und Fachinformatiker/-in für Systemintegration. In den Jahren 2011 und 2012 konnten sechs Auszubildende ihre Ausbildung

verkürzen oder ihre Abschlussprüfungen vorziehen. In der Regel erhalten die Auszubildenden im Anschluss an ihre Ausbildung einen befristeten Arbeitsvertrag, um erste berufliche Erfahrungen sammeln zu können.

Neben ihren fachspezifischen Aufgaben engagierten sich sieben Ausbilderinnen und Ausbilder in der BAST für eine qualifizierte und fundierte Berufsausbildung der jungen Leute. Rund 20 weitere BAST-Beschäftigte unterstützten und begleiteten die Auszubildenden.

Im Dezember 2011 wurden die vier ehemaligen Auszubildenden Amelie Bosbach, Jessica Faber, Tina Heimes und Kristina Steinbrecher für ihre überdurchschnittlich guten Noten und Anika Kropf als Ausbilderin von Professor Klaus-Dieter Scheurle, Staatssekretär a.D. im BMVBS, in Berlin geehrt.

Fort- und Weiterbildung

Um den aktuellen Kenntnisstand der Beschäftigten, insbesondere auch den des wissenschaftlichen Personals, zu erhalten und zu erweitern, sind Fort- und Weiterbildungen der Beschäftigten unerlässlich. Die Teilnahme an Fortbildungsveranstaltungen dient der Verbesserung der fachlichen Leistungen der Beschäftigten und verbindet dies mit den Aussichten auf berufliche Weiterentwicklungsmöglichkeiten. Jedes Jahr nimmt mehr als die Hälfte aller Beschäftigten an Fort- oder Weiterbildungsveranstaltungen teil. Dazu bietet die BAST bedarfsorientierte Qualifizierungsmaßnahmen an, insbesondere für Führungs- und Nachwuchsführungskräfte. Diese werden extern mit Veranstaltern realisiert oder als Inhouse-Seminare angeboten.

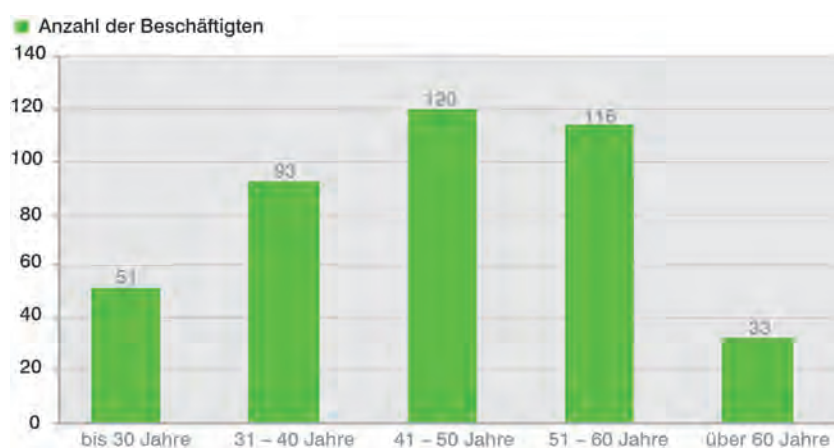
Auch die Förderung der universitären Weiterbildung besitzt in der BAST eine hohe Priorität. Zehn Wissenschaftlerinnen



und Wissenschaftler hatten in 2012 neben ihrer hauptamtlichen Tätigkeit in der BAST einen Lehrauftrag an einer Hochschule. Außerdem schlossen in den Jahren 2011 und 2012 fünf BAST-Beschäftigte ihre Promotion erfolgreich ab. ■

Staatssekretär a.D. Prof. Klaus-Dieter Scheurle des BMVBS ehrte Jessica Faber, Kristina Steinbrecher, Anika Kropf, Amelie Bosbach und Tina Heimes von der BAST (von links nach rechts) (Foto: Sven Augstein, BMVBS)

Altersstruktur der Beschäftigten



Auszeichnungen/Ernennungen/Promotionen/ Lehraufträge

Wie erfolgreich die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in den Jahren 2011 und 2012 waren, zeigen verschiedene Auszeichnungen, Ernennungen und Promotionen von BAST-Beschäftigten sowie ausgewählte Lehraufträge an den unterschiedlichsten Hochschulen und Fakultäten.



Dr. Thorsten Adolph hat seit dem Sommersemester 2012 einen Lehrauftrag an der Fachhochschule Köln am Institut für Fahrzeugtechnik.



Dr. Jan-André Bühne hat seit dem Wintersemester 2012/13 einen Lehrauftrag an der Universität zu Köln im Fachbereich Wirtschafts- und Sozialwissenschaften.



Dr. Torsten Geißler hat seit 2001 Lehraufträge an der Verwaltungs- und Wirtschaftsakademie Düsseldorf und an der Hochschule Fresenius in Köln in den Bereichen Volkswirtschaftslehre und Medienökonomie.



Dr. Karl-Josef Höhnscheid ist seit September 2012 Forschungsbeauftragter der BAST.



Dr. Hardy Holte wurde im Juni 2012 der akademische Grad „Doktor der Philosophie“ von der Philosophischen Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn verliehen.



Dr. Thomas Jählig wurde im August 2012 der akademische Grad „Doktor Ingenieur“ von der Technischen Universität Dresden verliehen.



Dr. Birgit Kocher hat seit dem Wintersemester 2009 einen Lehrauftrag für Umweltchemie an der Universität Koblenz.



Dr. Thomas Kranz wurde im Oktober 2012 zum EU-Auditor der BAST bestellt.



Beata Krieger und ihre Mitautoren wurden beim XXIV. Weltstraßenkongress in Mexiko für ihren Aufsatz „The Forever Road - Defining the Next Generation Road“ gewürdigt.



Anita Künkel-Henker hat seit 2007 einen Lehrauftrag an der Ruhr-Universität Bochum zum Thema „Managementsysteme für die Straßenerhaltung“.



Janina Daniela Küter hatte im Sommersemester 2012 einen Lehrauftrag an der Hochschule für Oekonomie & Management Essen im Studiengang Business Administration.



Sabine Lilgert ist seit Oktober 2012 Qualitätsmanagementbeauftragte der BAST.



Dr. Sebastian Lipke wurde im Januar 2012 der akademische Grad „Doktor Ingenieur“ von der Technischen Universität Dresden verliehen.



Dr. Jan Ritter wurde im Januar 2012 der akademische Grad „Doktor Ingenieur“ von der Ruhr-Universität Bochum verliehen.



Dr. Eike A. Schmidt hat seit dem Wintersemester 2010 einen Lehrauftrag an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf im Fachbereich Allgemeine Psychologie und Arbeitspsychologie.



Dr. Horst Schulze wurde 2011 zum Präsidenten von FERSI (Forum of European Road Safety Research Institute) gewählt.



Andre Seeck wurde 2012 vom Board of Directors für zwei weitere Jahre als Präsident von EURO NCAP (European New Car Assessment Programme) bestätigt.



Hans-Jörg Seifert wurde als einziger externer Fachauditor für Fahrerlaubnisprüfungen im Bereich der Bundeswehr von Oberst Holger Voß anerkannt.



Tobias Teichner hat seit 2012 einen Lehrauftrag an der Bergischen Universität Wuppertal zum Thema Steuerung von Lichtsignalanlagen.



Dr. Marko Wieland hat seit 2006 einen Lehrauftrag an der Hochschule Magdeburg-Stendal für das Fachgebiet Straßenbau. Im Dezember 2011 wurde ihm der akademische Grad „Doktor Ingenieur“ von der Technischen Universität Dresden verliehen. Für seine Dissertation erhielt er den Preis der Kirchoff Stiftung.



Stefan Zirngibl hatte 2011 einen Lehrauftrag an der Universität der Bundeswehr München am Institut für Verkehrswesen und Raumplanung.

Haushalt und Finanzen

Bedingt durch die Veranschlagung diverser Baumaßnahmen, hatte der Haushalt der BAST über mehrere Jahre eine Erhöhung erfahren. Das Finanzvolumen lag in den Jahren 2011 und 2012 wieder auf durchschnittlichem Niveau.

Veränderungen gab es in diesen Jahren allerdings bei den Haushaltsansätzen für die externe Forschung im Bereich Verkehrssicherheit, Straßenbau und Verkehrstechnik (siehe Tabelle auf Seite 135). Die BAST vergibt bereits seit vielen Jahren Forschungsaufträge an externe Auftragnehmer, wie Hochschulen und Firmen der freien Wirtschaft. In den Jahren 2011 und 2012 verfügte sie dabei über zusätzliche Mittel in Höhe von 500.000 Euro pro Jahr, um Forschung zu den Fachthemen alternative Fahrzeugantriebe, Elektromobilität und Senkung der Verkehrsemissionen durchführen zu lassen.

Innovationsprogramm

Darüber hinaus wurden in den Jahren 2011 und 2012 über einen separaten Haushaltsansatz Zuschüsse für innovative Forschung zur Verbesserung der Straßeninfrastruktur gewährt. Projekte in markanter Größenordnung wurden bereits vergeben. Bei diesem für die BAST neuen Instrument der Zuwendungsvergabe für innovative Forschung zeigt sich ein deutliches Interesse der Fachwelt, an Ausschreibungen zu den verschiedenen Schwerpunktthemen teilzunehmen.

Personalkosten

Nach wie vor sind die Personalausgaben der größte Ausgabeposten der BAST, rund 55 Prozent des Gesamtausgabevolumens in 2011 beziehungsweise 53 Prozent in 2012. Auf die Sachausgaben (wie externe Forschung, Unterhaltung Gebäude und Versuchsanlagen, Geschäftsbedarf und Öffentlichkeitsarbeit) entfällt ein Anteil von 38 Prozent in beiden Berichtsjahren. Mit sehr deutlichem Abstand folgen die Bereiche Zuweisungen und Zuschüsse sowie Investitionen.

Kosten- und Leistungsrechnung

Die in der BAST im Jahr 2007 eingeführte Kosten- und Leistungsrechnung als Ergänzung zum kameralistischen Haushalt hat sich inzwischen gut etabliert. Die regelmäßige Auseinandersetzung mit den betriebswirtschaftlichen Kosten, aber auch mit den Strukturen der Kosten- und Leistungsrechnung hatte unter anderem das Ziel, die Kosten verursachungsgerechter auszuweisen. Im Ergebnis führten diese Aktivitäten bereits zu sinnvollen Veränderungen, die allen Aufgaben, für die die Kosten- und Leistungsrechnung Grundlagendaten liefert, zugutekamen. Der Prozess wird kontinuierlich fortgesetzt. ■

Haushaltsansätze (in tausend Euro)	2011	2012
BAST-Etat	36.824	36.929
Personalausgaben	20.148	19.969
Sachausgaben	13.970	13.968
Zuweisungen/Zuschüsse	652	1.144
Baumaßnahmen	200	200
Sonstige Investitionen	1.854	1.648

Forschung in der BAST

Forschungsplanung

Das jährlich zu erstellende Programmbudget als kurzfristiges/operatives Planungsinstrument wurde im Juli 2012 fertiggestellt und veröffentlicht. Das Programmbudget beschreibt für einen Betrachtungszeitraum von zwei Jahren die Arbeitsvorhaben der BAST in ihren Inhalten, Ausgabenanteilen und sonstigen relevanten Strukturaspekten und dient innerhalb der Bundesverwaltung globalen Steuerungszwecken. Es unterstützt darüber hinaus die Jahresgespräche zwischen der BAST und dem BMVBS hinsichtlich der Festlegung der zukünftigen Arbeitsschwerpunkte.

Das Programmbudget dokumentiert die Aufgaben und Ziele der BAST, erläutert die Forschungsaktivitäten und veranschaulicht in einer zusammenfassenden Darstellung je Abteilung die wesentlichen Kennzahlen, ihre zu erwartende Entwicklung und die bedeutsamen Forschungsvorhaben. Es handelt sich also beim Programmbudget um die Planung der Forschungsthemen mit Personalressourcen, neben denen die bereits gebunden sind durch: Gremienmitgliedschaften, Daueraufgaben, wie Prüf- und Zertifizierungsaufgaben und Qualitätsbewertung für Dritte, bereits laufende Projekte und tagespolitisch

bedeutsame kurzfristige Stellungnahmen für das BMVBS. Außerdem werden im Programmbudget die gesamten Personal- und Finanzressourcen der BAST des zukünftigen und der vergangenen Jahre dargestellt und fallweise diversifiziert.

Das zweite strategische Planungsinstrument der BAST ist die „Mittelfristige Forschungsplanung“. Dieses im Jahr 2011 eingeführte Instrument mit seinen 19 Forschungslinien und fünf Querschnittsthemen ist der strategische Forschungsplanungsüberbau der BAST. Die dort für fünf Jahre beschriebene Planung wurde im Berichtszeitraum 2011/2012 weiterverfolgt. In 2012 wurde mit einer Interimsrevision der Mittelfristigen Forschungsplanung begonnen und – wo aufgrund aktueller Entwicklungen erforderlich – eine Aktualisierung und Anpassung einzelner Forschungslinien initiiert. Diese Anpassungen werden mit dem Wissenschaftlichen Beirat der BAST in seiner ersten Sitzung 2013 abgestimmt. Eine komplette Überarbeitung der Forschungslinien wird dann im Jahr 2013 angestoßen zur Erstellung der „Mittelfristigen Forschungsplanung 2016/2020“.

Über die eigene Forschungsplanung hinaus orientiert sich die BAST an den langfristigen Programmen des Bundesmi-

BAST-bewirtschaftete Forschungstitel	2011	2012
BAST finanziert (in tausend Euro)		
Verkehrssicherheit, Straßenbau und Verkehrstechnik	4.166	3.966
Zuschüsse für innovative Forschung zur Verbesserung der Straßeninfrastruktur	300	700
Vertiefte Erhebungen von Unfällen und deren Ursachen	760	760
Straßenverkehrszählungen an Bundesfernstraßen	220	220
Einnahmen finanzierte Projekte	840	380
BMVBS finanziert (in tausend Euro)		
Straßenbauforschung	5.000	12.120
Bestandserfassung der Bundesfernstraßen	1.200	700
Forschungsprogramm Stadtverkehr	400	380
Initiative Metadatenplattform für Verkehrsinformationen	1.500	3.000

nisteriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung.

Forschung im Detail

Die BASt führt selbst Forschungsarbeiten durch und vergibt Forschungsaufträge an Dritte. Die Forschungsarbeiten werden aus eigenen Haushaltsmitteln und auch aus Mitteln des BMVBS finanziert. Bei der Konzipierung der Forschungsarbeiten arbeitet die BASt eng mit dem BMVBS und anderen Institutionen zusammen, zum Beispiel mit der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV). Jährlich bearbeitet die BASt rund 300 eigene Forschungsprojekte und betreut über 500 externe Forschungsvorhaben. Innerhalb des Berichtszeitraums wurden zwei für die Forschungsaktivitäten der BASt maßgebliche Programme veröffentlicht, an deren Erstellung die BASt mitgewirkt hat.

Straße im 21. Jahrhundert

2012 wurde das Forschungsprogramm „Straße im 21. Jahrhundert - Innovativer Straßenbau in Deutschland“ vorgestellt. Das Programm ist der Rahmen für For-

schungsaktivitäten im Straßenwesen und soll dem Straßenbau einen Innovations-schub geben. Es widmet sich der funktionalen Weiterentwicklung der Straße als sicherem und zuverlässigem Verkehrsweg und verfolgt konsequent unter Nutzung intelligenter Techniken und Materialien den Gedanken des nachhaltigen Bauens. Die Straße als Teil des Lebensraums soll künftig emissionsärmer werden und weniger Energie verbrauchen. Damit erwächst auch die Chance, die Straße als Innovationsträger in den Blickpunkt der Öffentlichkeit zu rücken. Als Teil dieses Rahmenforschungsprogramms werden Forschungsvorhaben gefördert, die sich insbesondere mit der Entwicklung neuer Konzepte und Technologien befassen.

Verkehrssicherheitsprogramm

2011 wurde das neue Verkehrssicherheitsprogramm vorgestellt, mit dem den geänderten Rahmenbedingungen und neuen Herausforderungen im Straßenverkehr Rechnung getragen wurde. Hierzu zählen gesellschaftliche Veränderungen wie der demografische Wandel ebenso wie umwälzende technologische Entwick-



Forschungsprogramm
„Straße im 21. Jahrhundert“
(Foto: Miredi/Fotolia.com)



Der Schutz von Kindern ist ein Schwerpunkt im „Verkehrssicherheitsprogramm“ (Foto: Deutscher Verkehrssicherheitsrat e. V.)

lungen. Der demografische Wandel wird Deutschland nachhaltig verändern. Mit dem zunehmenden Anteil älterer Menschen an der Gesamtbevölkerung werden sich dementsprechend auch deutlich mehr ältere Menschen im öffentlichen Verkehrsraum mit eigenem Auto, mit dem Fahrrad, mit dem ÖPNV oder als Fußgänger bis ins hohe Alter bewegen wollen. Ferner werden Elektro-, Hybrid- und Brennstoffzellenfahrzeuge in den kommenden Jahrzehnten das Bild des Straßenverkehrs in Deutschland zunehmend prägen und neue Anforderungen an die Verkehrssicherheit stellen. Darüber hinaus muss auch das sich verändernde Kommunikations- und Informationsverhalten der Bürger in der Straßenverkehrssicherheitsarbeit berücksichtigt werden. Zudem soll die Gruppe der Schwerstverletzten stärker in den Fokus der verkehrssicherheitspolitischen Betrachtung gerückt werden. Ein Schwerpunkt des Programms ist der Schutz der schwächeren Verkehrsteilneh-

mer, zu denen Kinder, aber auch Senioren gehören.

EU-Forschung

Die BAST hat seit 1999 an 93 EU-Projekten mitgewirkt. Bei vier bereits abgelaufenen Projekten war sie als Koordinator tätig. Die 15 Projekte aus dem 6. Rahmenprogramm, die die BAST bearbeitet hat, wurden alle bis 2011 abgeschlossen.

An insgesamt 26 Projekten aus dem 7. Rahmenprogramm wirkte die BAST mit, davon wurden bis zum 31. Dezember 2012 bereits 16 abgeschlossen.

2012 waren in der BAST 24 EU-Projekte in Bearbeitung. Weitere Projekte befinden sich in der Beantragungs- oder Vertragsverhandlungsphase. ■

Baumaßnahmen in der BAST

Sanierung der Metallfassade und Dächer der Hallenkomplexe

Die BAST hat von Oktober 2010 bis zum März 2012 die letzte von drei großen Baumaßnahmen auf ihrem Grundstück



durchgeführt. Mit einem Gesamtvolumen von rund fünf Millionen Euro wurden die Fassaden und Dächer der Versuchshallen energetisch saniert. Die Finanzierung der

Maßnahme erfolgte mit Mitteln des Konjunkturpaketes II, Mitteln für energetische Sanierungsmaßnahmen des Bundes und einem Eigenanteil der BAST.

Die Sanierung der Hallenkomplexe war notwendig, da die Metallfassaden und Dächer an vielen Stellen korrodiert waren, sowie die darunter liegende Isolierung keine ausreichende Dämmung mehr bot. Um die geforderte Energiebilanz der Gebäudekomplexe zu erreichen und damit entsprechende Fördergelder beantragen zu können, mussten zusätzlich zur Außenhaut auch die Fenster, Tore und Türen erneuert werden.

Die reinen Baukosten von rund fünf Millionen Euro wurden um 200.000 Euro erhöht, da zusätzliche Brandschutzmaßnahmen unabwendbar waren. Nach Abschluss aller Arbeiten zeigt sich ein deutlich positiver Effekt bei der Raumklimatisierung, und dieser führt maßgeblich zu einer Reduzierung der Energiekosten. ■



Straßeninfrastrukturvermögen

Die Gewährleistung einer hohen Qualität und Verfügbarkeit des Straßenverkehrsystems ist eine wesentliche Aufgabe aller Baulastträger. Das bestehende Anlagevermögen gilt es zu erhalten. Eine der Kernaufgaben der BAST ist es hierbei, in technischen und verkehrspolitischen Fragen wissenschaftlich gestützte Entscheidungshilfen zu geben. Die Qualität der Aussagen derartiger Entscheidungshilfen hängt in vielen Fällen davon ab, wie gut diese in der Lage sind, die technisch-naturwissenschaftliche Kompetenz der BAST mit den administrativen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen zu verknüpfen.

Im Jahr 2009 richtete die BAST das Fachzentrum „Asset Management Straße“ ein. Im Fachzentrum wurden Fragen der Netzanalyse, Verfahren zur Entscheidungsunterstützung, Managementsysteme, die Bewertung des Straßeninfrastrukturvermögens sowie Asset Managementkonzepte thematisiert. Insbesondere der Bereich

einer volkswirtschaftlich orientierten Betrachtung des Straßeninfrastrukturvermögens konnte hierbei als Themenkomplex identifiziert werden, dessen weitergehende Untersuchung die bestehenden Kompetenzen der BAST nutzbringend ergänzen kann. Für die Ausrichtung auf diese übergeordnete, volkswirtschaftlich orientierte Wahrnehmung wurde das Fachzentrum 2012 in die Stabsstelle „Forschungscontrolling, Straßeninfrastrukturvermögen“ überführt.

Schwerpunkte der Arbeit in der Stabsstelle werden neben der Entwicklung und Beurteilung von Verfahren zur Entscheidungsfindung, Finanzierungs- und Steuerungsinstrumente im Bereich der Straßeninfrastruktur sowie die damit thematisch eng verbundene Bewertung des Straßeninfrastrukturvermögens und dessen Wertentwicklung sein. ■



Foto: Jomare/Fotolia.com

Qualitätsmanagement

In der Stabsstelle „Forschungscontrolling, Straßeninfrastrukturvermögen“ wird auch die Tätigkeit der Koordinierung der Qualitätsmanagement (QM)-Aktivitäten in der BAST durch die Qualitätsmanagementbeauftragte wahrgenommen.

Alle Aktivitäten orientieren sich an den aktuellen Rahmenbedingungen wie:

- Personalabbau, knapper werdende Ressourcen bei zunehmenden Aufgaben
- Demographischer Wandel, Wegfall erfahrenen Personals, Wissenserhaltung
- Vereinheitlichung der Anforderungen durch EU-Verordnungen und daraus resultierende geänderte Arbeitsbedingungen, Rahmenparameter
- Steigende Kundenanforderungen (Regelwerke)

Für den wirtschaftlichen und sparsamen Umgang mit Ressourcen ist die Vermeidung von Fehlern im Vorfeld von entscheidender Bedeutung. Durch interne Audits werden Prozesse und Verfahrensweisen überprüft, analysiert und gegebenenfalls verbessert.

Als Ergebnis aller Tätigkeiten werden sichere, fehlerfreie, verlässliche, standardisierte Produkte (Prozesse, Projekte und Verfahren) sowie gleichbleibend hohe

Qualität bei enger werdenden Rahmenbedingungen angestrebt.

Zentrale Aufgabe des Qualitätsmanagements ist der Ausbau und die Weiterentwicklung eines zielgerichteten Qualitätsmanagementsystems in den Organisationseinheiten mit geeigneter Verzahnung zum Rahmenhandbuch der BAST. Hierbei werden insbesondere die Anforderungen des Ministeriums und der externen Kunden (Politik und Gesellschaft) berücksichtigt.

So wurden und werden an die Prüf- und Kalibriertätigkeiten der BAST besondere Anforderungen gestellt. Diese führten dazu, dass im Jahr 2011 das Referat „Passive Fahrzeugsicherheit, Biomechanik“ vom Kraftfahrt-Bundesamt als „Technischer Dienst der Kategorie A“ benannt und im Ergebnis bei der Kommission der Europäischen Union sowie beim Sekretariat der UN-ECE notifiziert wurde.

Im gesetzlich geregelten Bereich (seit 2011 auch im Bauproduktensektor) ist die Akkreditierung nach DIN EN ISO/EC 17025 durch die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS) die Voraussetzung zur Notifizierung. Hier unterstützt und begleitet das QM hausintern die Umsetzung der Anforderungen des benannten Regelwerkes an die Organisationseinheiten wie im Referat „Straßenausstattung“, der seit 1999 notifizierten Stelle im Bereich Straßenausstattung.

Die Qualität der Forschungsprojekte wird durch ein Projektcontrolling mit standardisiertem Berichtswesen (Kosten-Leistungsrechnung mit SAP) sichergestellt. Die Daten werden aufbereitet, analysiert und bewertet. Zusätzliche Qualitätssicherungsmaßnahmen sind im Rahmenhandbuch der BAST beschrieben. ■

Foto: vege/Fotolia.com



Wissenschaftlicher Beirat der BAST

Die BAST wird seit 2008 in grundsätzlichen wissenschaftlichen Angelegenheiten von einem Wissenschaftlichen Beirat beraten. Unter Vorsitz von Professor Dr. Wolfram Ressel, Universität Stuttgart, gehören ihm deutsche und ausländische Wissenschaftler aus der Industrie, wissenschaftlichen Einrichtungen, Universitäten und Bundesministerien sowie deren Ressortforschungseinrichtungen an. Der Wissenschaftliche Beirat hat die BAST unter anderem maßgeblich bei der Erstellung der Mittelfristigen Forschungsplanung 2011 bis 2015 unterstützt.

Im Berichtszeitraum tagte der Wissenschaftliche Beirat zweimal jährlich: Die Sitzungen fanden in der BAST am 20. März 2011 und 22. März 2012 sowie beim Bosch-Prüfzentrum Boxberg am 6. Oktober 2011 und beim Belgian Road Research Centre BRRC am 2. Oktober 2012 statt. Bei den Sitzungen standen unter anderem die aktuelle Umsetzung der Mittelfristigen Forschungsplanung und Sachstand und Perspektiven ausgewählter Forschungslinien im Mittelpunkt.

Durch die Berufung von Professorin Dr. Beate Jessel, Präsidentin des Bundesamtes für Naturschutz in Bonn, hat sich die Zahl der Mitglieder des Wissenschaftlichen Beirates der BAST auf 14 erhöht. Professorin Dr. Jessel ist seit 2007 Präsi-



dentin des Bundesamtes für Naturschutz, zuvor war sie unter anderem Professorin für Landschaftsplanung und Landschaftsentwicklung an der Universität Potsdam und der TU München.

Am 24. Oktober 2012 verstarb Professor Dr. Hans-Peter Krüger, Universitätsprofessor für Methodenlehre und Verkehrspsychologie an der Universität Würzburg. Professor Krüger, den viele als Wissenschaftler und Mitstreiter bei den Bemühungen um die Verbesserung der Verkehrssicherheit kannten und schätzten, war ein Gründungsmitglied des Wissenschaftlichen Beirates der BAST. Durch seinen Tod verliert die Verkehrspsychologie einen herausragenden und anerkannten Wissenschaftler. ■

Am 22. März 2012 tagte der Beirat in der BAST, in der Pause konnten E-Bikes getestet und „erfahren“ werden



Professorin
Dr. Beate Jessel



Professor
Dr. Hans-Peter Krüger †

Internationale Zusammenarbeit

Der internationale Erfahrungsaustausch und die Mitwirkung in internationalen Organisationen sind Kernaufgaben der BAST.

Internationale Organisationen

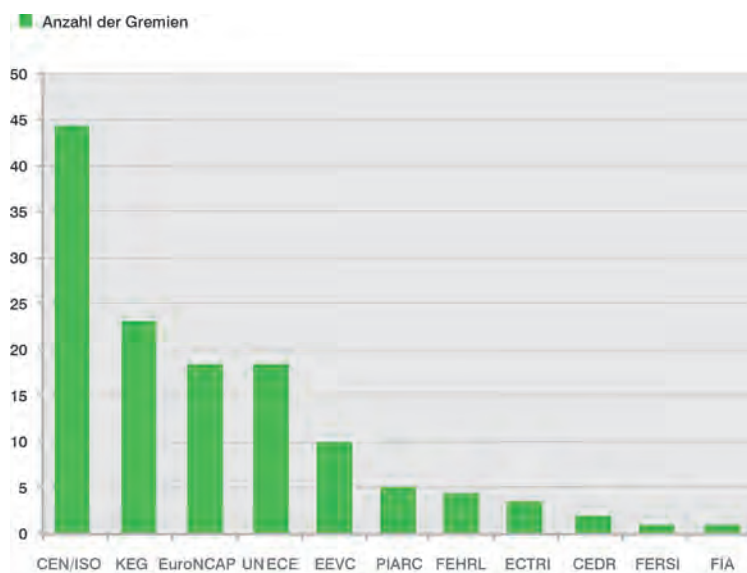
In 2011 und 2012 vertraten jeweils über 70 Personen des wissenschaftlichen Dienstes die BAST in rund 180 Gremien von 38 inter- und supranationalen Organisationen. Die quantitativ stärkste Bedeutung besaß die Mitarbeit in europäischen Gremien. Insgesamt lag der Anteil der Mitwirkung an der europäischen und weltweiten technischen Normung bei rund 30 Prozent aller Gremientätigkeiten im internationalen Bereich. Der Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit Europas und der effizienten Nutzung seiner Ressourcen dient die Entwicklung eines gemeinsamen europäischen Forschungsraums. Diese Zielsetzung unterstützte die BAST mit fast 50 Prozent der Gremienarbeit insgesamt.

JTRC (Joint Transport Research Centre) von OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) und ITF (International Transport Forum) organisieren, ist die BAST mit über 20 Prozent ihrer gesamten Mitwirkung in internationalen Gremien beteiligt.

Ferner ist die BAST Mitglied von FEHRL (Forum of European National Highway Research Laboratories). Sie ist dort in der General Assembly, im Executive Committee und im Kreis der Research Coordinators vertreten. Die BAST ist darüber hinaus Mitglied in ECTRI (European Conference of Transport Research Institutes) und FERSI (Forum of European Road Safety Research Institutes). Im Jahr 2011 wurde Dr. Horst Schulze, Leiter der BAST-Abteilung „Verhalten und Sicherheit im Verkehr“, zum Präsidenten von FERSI gewählt. In dieser Position war er auch an der Gründung der europäischen Verkehrsforschungsallianz ETRA (European Transport Research Alliance) beteiligt, die am 20. September 2012 ins Leben gerufen wurde.

Mitwirkung der BAST in ausgewählten Organisationen

Am weltweiten wissenschaftlichen Erfahrungsaustausch, wie ihn zum Beispiel PIARC (World Road Association) und das



- CEDR* Conference of European Directors of Roads
- CEN* Comité Européen de Normalisation
- ECTRI* European Conference of Transport Research Institutes
- EEVC* European Enhanced Vehicle-Safety Committee
- Euro NCAP* European New Car Assessment Programme
- FEHRL* Forum of European National Highway Research Laboratories
- FERSI* Forum of European Road Safety Research Institutes
- FIA* Fédération Internationale de l'Automobile
- ISO* International Organization for Standardization
- KEG* Kommission der Europäischen Gemeinschaften
- PIARC* World Road Association
- UN ECE* United Nations Economic Commission for Europe

Besucher und Gastwissenschaftler

In 2011 und 2012 konnten rund 1.000 nationale und internationale Gäste in der BAST begrüßt werden, die sich über Arbeitsergebnisse, laufende Untersuchungen und neue Vorhaben informierten oder an Sitzungen internationaler Organisationen teilnahmen.

80 zum Teil hochrangige Delegationen mit 371 Experten aus 29 Ländern hielten sich in der Regel zu eintägigen Informationsveranstaltungen in der BAST auf, um mit deutschen Kollegen fachliche und verwaltungsrelevante Themen des Straßenwesens zu erörtern: Am 16. Mai 2011 war eine Delegation CATARC (China Automotive Technology and Research Center) in der BAST, um sich über das deutsche Vorzeigeprojekt GIDAS (German In-Depth Accident Survey) zu informieren. Im November 2011 besuchte eine Delegation, geleitet von Vertretern der FHWA (Federal Highway Administration) und AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), die BAST. Weiterhin nahmen 598 Besucher aus dem Ausland an 40 Sitzungen europäischer Gremien in der BAST teil. 19 Gastwissenschaftler aus Australien, Belgien, Israel, Polen, Russland und Tschechien nutzten mehrwöchige Studienaufenthalte, um an Themen der Straßenbautechnik, Straßenverkehrstechnik, Fahrzeugtechnik und der Verkehrspsychologie zu arbeiten.

Internationale Kooperationsvereinbarungen

In den vergangenen zwei Jahren wurden 14 internationale Kooperationsvereinbarungen abgeschlossen: Mit drei Forschungsinstituten aus Russland, jeweils zwei Instituten aus der Volksrepublik China, Israel und Japan und jeweils einem



Dr. Horst Schulze, Abteilungsleiter der BAST und FERSI-Präsident (links), unterzeichnete mit vier Präsidentenkollegen der großen europäischen Verbände und Gremien zur Straßenverkehrsforschung den Vertrag zum ETRA-Bündnis (Foto: FEHRL)



Andre Seeck, Abteilungsleiter der BAST, und Zhang Jianwei, stellvertretender Präsident des China Automotive and Research Centers (CATARC), schlossen eine Kooperationsvereinbarung im Rahmen des 5. China Road Traffic Safety Forums in Peking ab

Forschungsinstitut aus Australien, Korea, Tschechien, Polen und den USA. Ziel ist, den wissenschaftlichen Erfahrungsaustausch auf definierten Aufgabengebieten des Straßenwesens voranzutreiben.

Veranstaltungen

Verkehrswissenschaftliche Konferenz in Sotschi, Russland

Am 23. und 24. Juni 2011 fand eine gemeinsame verkehrswissenschaftliche

*Deutsch-Russische
Verkehrssicherheits-
Konferenz 2012*



Konferenz mit dem Titel „Verkehrssicherheit und -management im olympischen Sotschi“ in Russland statt. Ziel der Konferenz war die Erarbeitung von Lösungsvorschlägen für verkehrssichere Olympische Winterspiele 2014 mit optimaler und umweltkompatibler Verkehrsinfrastruktur, sicheren Verkehrswegen und bestmöglichem Verkehrsmanagement. Die deutsche Delegation unter der Leitung des Präsidenten der BAST setzte sich aus Fachleuten von Universitäten, dem Deutschen Verkehrssicherheitsrat, dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt, der Polizei, der Industrie und der BAST zusammen.

Deutsch-Polnisches Seminar Straßenbau und Straßenverkehrstechnik

Aus Anlass der Unterzeichnung eines Memorandums of Understanding zwischen

GDDKiA, der polnischen Generaldirektion für Nationalstraßen und Autobahnen, und der BAST fand am 18. und 19. April 2012 in Zielona Góra, Polen ein deutsch-polnisches Seminar statt. Von deutscher Seite nahmen neben Vertretern der BAST und des BMVBS Experten der FGSV und des Landes Brandenburg teil. Neben den Wissenschaftlern der GDDKiA gehörten auch Fachleute der regionalen Niederlassungen und Wojewodschaften zu den Teilnehmern. Polnische und deutsche Wissenschaftler tauschten sich über Fragen des Asphalt- und Betonstraßenbaus und des Erhaltungs- und Betriebsdienstes aus. Außerdem wurden Techniken der Verkehrserhebung sowie Fragen des Umwelt- und Naturschutzes im Straßenwesen behandelt und ein Straßenbauprojekt, der Bau der Staatsstraße S3, einer wichtigen Nord-Süd-Verbindung, besichtigt.

*BAST-Abteilungsleiter
Michael Rohloff (links)
und Andrzej Maciejewski
(GDDKiA) unterzeichneten
das Abkommen über die
künftige deutsch-polnische
Kooperation auf den viel-
fältigen Gebieten des
Straßenwesens*



Deutsch-Russische Verkehrssicherheits-Konferenz

Das BMVBS und die BAST waren in diesem Jahr Gastgeber der 6. Deutsch-Russischen Verkehrssicherheits-Konferenz. Der Deutsche Verkehrssicherheitsrat (DVR) und die Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) haben als Mitveranstalter die Konferenz unterstützt. Über 40 russische und deutsche Wissen-

schaftler wurden am 14. Mai 2012 von der Bayerischen Straßenbaubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern auf der Zugspitze begrüßt und tauschten sich zu den Themen Verkehrssicherheit, Unfallvorhersagemodelle, Maßnahmen zur Verringerung von Unfällen, Landstraßensicherheit, Sicherheitsanalyse von Straßennetzen, EU-Sicherheitsdirektive, Verkehrssicherheitsmanagement und Straßenentwurf aus.

Seit 2002 findet alle zwei Jahre – wechselnd in Deutschland und Russland – eine Verkehrssicherheits-Konferenz statt.

Joint Symposium BAST/KOTSA

Am 29. August 2012 fand in der BAST das 5. Joint Symposium BAST/KOTSA statt. Die Experten der beiden Institute tauschten sich während des Symposiums in zwei Sessions mit den Leitthemen: „Sichere Straßen für schwächere Verkehrsteilnehmer“ und „Sicherer Gütertransport“ über Fußgängerschutz, Unfälle mit Fahrradfahrern und Fußgängern, sichere Straßen für motorisierte Zweiradfahrer, Maßnahmen zur Unfallverhütung beim Gütertransport, Auswirkungen von berufsbedingtem Stress bei Lkw-Fahrern

und Sicherheit von leichten Nutzfahrzeugen aus.

Gleichzeitig nahmen Dr. Il-Young Chung, Präsident der Korea Transportation Safety Authority (KOTSA) und der Präsident der BAST, Stefan Strick, das Symposium zum Anlass, über die weitere Zusammenarbeit zwischen den beiden Forschungsinstituten zu diskutieren.



ECTRI General Assembly

Am 22. und 23. November 2012 war die BAST Gastgeber für die ECTRI (European Conference of Transport Research Institutes) Generalversammlung. ■



*Dr. Il-Young Chung und
BAST-Präsident Stefan Strick
beim 5. Joint Symposium
BAST/KOTSA*

Presse und Öffentlichkeitsarbeit

Tag der offenen Tür und Kongresse

Im Jahr 2011 feierte die BAST ihr 60-jähriges Bestehen. Gefeiert wurde das Jubiläum am 18. Juni 2011, dem Tag der Verkehrssicherheit, auf dem Gelände der BAST. Zusammen mit dem Polizeipräsidium Köln organisierte die BAST einen Aktionstag mit 23 Partnern. Zu diesem bunten Fest mit über 60 Programmpunkten kamen nahezu 5.000 Besucherinnen und Besucher.

Wie in den Vorjahren war die BAST im August mit einem eigenen Stand beim Tag der offenen Tür der Bundesregierung im Bundesverkehrsministerium in Berlin vertreten. Das Tunnelmodell der BAST (siehe Seite 11) war 2011 ein Publikumsmagnet.

In 2011 und 2012 präsentierte sich die BAST zusammen mit dem BMVBS auf drei großen Kongressen: auf dem 24. Weltstraßenkongress in Mexiko vom 26. bis 30. September 2011, auf der vierten TRA (Transport Research Arena), die vom 23. bis 26. April 2012 in Athen stattfand, und beim Deutschen Straßen- und Verkehrskongress im Oktober 2012 in Leipzig.

Am Tag der Verkehrssicherheit gab es viel zu sehen und zu „erleben“



Veranstaltungen

Am 21. Oktober 2011 führte Staatssekretär Rainer Bomba Stefan Strick als neuen Präsidenten der BAST in sein Amt ein. Gleichzeitig verabschiedete er den bisherigen Amtsinhaber Dr. Peter Reichelt in den Ruhestand.



von links: Dr. Peter Reichelt, Rainer Bomba und Stefan Strick

Stefan Strick (Jahrgang 1960) begann seine berufliche Laufbahn in der Bundesverkehrsverwaltung 1990 in der Wasser- und Schifffahrtsdirektion Mitte in Hannover. 1991 wechselte er zum Bundesministerium für Verkehr in die Abteilung Straßenbau. Dort wurde der Jurist 1997 zum Vertreter des Referatsleiters „Straßenbaurecht und Straßenverwaltung“ ernannt und ein Jahr später zum Persönlichen Referenten des damaligen Parlamentarischen Staatssekretärs berufen. 2000 erfolgte die Ernennung zum Vertreter des Referatsleiters „Vorschriften des Straßenverkehrsrechts“. Die Leitung des Referats „Umweltschutz im Straßenbau“ übernahm er 2002, drei Jahre später die des Referats „Privatfinanzierung, Sonderprogramme und Investitionen im Straßenbau“. Im Jahr 2008 wurde er zum Leiter der Unterabteilung „Straßenbaupolitik, Straßenplanung, Straßenrecht“ im BMVBS ernannt.



Der Verkehrssicherheitspreis 2012 ging an elf junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler

In 2011 und 2012 fanden darüber hinaus zahlreiche nationale und internationale Fachveranstaltungen sowie Symposien in der BAST statt. Einige wenige sollen hier beispielhaft genannt werden.

Beim Kolloquium Luftqualität an Straßen in der BAST informierten sich am 30. und 31. März 2011 Fachleute über aktuelle Forschungsaktivitäten und diskutierten über weitere Maßnahmen auf dem Gebiet der Luftreinhaltung im Einflussbereich der Straße.

Eine zentrale Informationsveranstaltung mit Erfahrungsaustausch zur Einsatzfreigabe für Fahrzeug-Rückhaltesysteme in Deutschland fand am 30. August 2011 statt.

Neue Entwicklungen auf dem Gebiet der Tunnelsicherheit waren am 22. November 2011 Thema eines Symposiums in der BAST. Bei der Veranstaltung wurde zum ersten Mal der Film „Wie verhalte ich mich richtig im Straßentunnel?“ präsentiert. Dieser ist auch auf DVD erhältlich und auf dem Youtube-Kanal der BAST zu finden: www.youtube.com/user/BAST20111.

Am 5. Oktober 2012 fand das 8. ADAC/BAST Symposium in Baden-Baden statt. Nationale und internationale Verkehrssicherheitsexperten diskutieren über „Risikogruppen“ und „Aspekte der sicheren Verkehrsteilnahme“. Im Rahmen des Symposiums wurde der mit 30.000 Euro

dotierte Verkehrssicherheitspreis 2012 des Bundesverkehrsministers verliehen. Die Jury prämierte fünf Arbeiten junger Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler.

Beim Forschungskolloquium „Innovationen im Brücken- und Ingenieurbau“ am 31. Oktober 2012 wurden Ergebnisse aus ersten Projekten des Forschungsprogramms „Straße im 21. Jahrhundert“ präsentiert. Zu Gast war auch Staatssekretär Rainer Bomba.

Der Mobilitäts Daten Marktplatz (MDM) ist ein wegweisendes Projekt bei der Einführung intelligenter Verkehrssysteme. Ziel ist, möglichst viele Anbieter und Nutzer von Verkehrsinformationen effizient zu vernetzen und so eine Plattform zu schaffen, auf der sie ihre Daten austauschen können. Der MDM wird als Internet-Portal von der BAST realisiert. Seine offizielle Eröffnung erfolgte im Rahmen der Nutzerkonferenz, die am 14. und 15. November 2012 in der BAST stattfand.

Besucher

Am 10. Juni 2011 informierte sich Dr. Matthias Ruete, Generaldirektor für Mobilität und Verkehr der Europäischen Kommission, über aktuelle Forschungsschwerpunkte. Ein wichtiger Punkt waren die Herausforderungen an das System „Straße im 21. Jahrhundert“.



Das neu gestaltete Foyer der BASt

Der seinerzeitige Verkehrsminister des Landes Nordrhein-Westfalen, Harry K. Voigtsberger besuchte die BASt am 23. Februar 2012.

Am 31. August 2012 unterzeichneten Dr. Paul Becker, Vizepräsident des Deutschen Wetterdienstes (DWD), und BASt-Präsident Stefan Strick einen Kooperationsvertrag in der BASt zu Forschungsvorhaben im Umweltbereich mit den Schwerpunkten Umweltmonitoring, Klimawandel und -folgen.

2012 nahm die BASt zum wiederholten Mal am Girls Day teil: Am 26. April 2012 nutzte eine Gruppe von Schülerinnen die Möglichkeit, technische Arbeitsplätze in der BASt kennenzulernen.

Foyer und Filme

Im Jahr 2011 hat die BASt ihren Eingangsbereich neu gestaltet: Drei Bildschirme weisen nun tagesaktuell auf Veranstaltungen in der BASt hin. Die Aufgabenbereiche der BASt werden auf sechs weiteren Bildschirmen mit wechselnden Text-/Bildpräsentationen vorgestellt. Eine Sitzgruppe mit großem Monitor lädt ein, einen der dort angebotenen Filme aus den

unterschiedlichen Arbeitsgebieten der BASt zu betrachten.

Seit Ende 2012 ist dort auch der neue BASt-Imagefilm zu sehen. Der knapp 12-minütige Film wurde in Deutsch, Englisch, Französisch und Russisch produziert. Er ist auf DVD erhältlich und auch im Internet abrufbar.



Eine neue Möblierung rundet die Umgestaltung ab. Seit Sommer 2011 steht zudem ein neues Exponat im direkten Eingangsbereich: Die Verankerung eines Litzenbündelseils – eine Innovation im deutschen Schrägseil-Brückenbau. Das Exponat ist baugleich mit den Verankerungen der Rügenbrücke, der ersten deutschen Brücke mit Litzenbündelseilen.

Presse

Zu besonderen Themen und Ereignissen lud die BAST Medienvertreter ein: Bei der Veranstaltung „Chancen (!) und Risiken (?) der Elektromobilität“, die am 23. Februar 2011 in Kooperation mit dem Verband der Motorjournalisten e.V. stattfand, wurden der aktuelle Forschungsstand und die aktuellen Euro NCAP Testergebnisse präsentiert, darunter auch die des ersten Elektrofahrzeuges.

Den Startschuss für ein Pilotprojekt zur Schadstoffreduzierung an der A1 bei Osnabrück gaben am 7. Oktober 2011 der Parlamentarische Staatssekretär des BMVBS, Enak Ferlemann, und der niedersächsische Staatssekretär des Ministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr, Dr. Oliver Liersch. Ziel des Projekts ist die Untersuchung der schadstoffmindernden Wirkung von Titandioxid auf Lärmschutzwänden.

Am 5. November 2012 wurde im Beisein von Staatssekretär Rainer Bomba auf der A 9 ein Betonfertigteil als modulares Schnellreparatursystem für geschädigte Betonfahrbahndecken eingebaut. Grundidee ist der Einsatz von industriell vorgefertigten Betonteilen als Schnellreparatursystem in unterschiedlichen Größen.

Insgesamt beantwortete die Pressestelle der BAST 1.600 Presseanfragen in den Jahren 2011 und 2012.

Besonderes Interesse zeigten die Medien am Kinderunfallatlas. Er bildet die Verkehrsunfallsituation von Kindern für alle 412 Kreise und kreisfreien Städte sowie für rund 11.000 Städte und Gemeinden in Deutschland ab. Dadurch ist es möglich, die Verkehrssituation von Kindern zum Beispiel im eigenen Umfeld mit der in anderen Kreisen und Gemeinden ähnlicher Größe zu vergleichen. Die BAST legte ihn Ende 2012 zum zweiten Mal vor. Nahezu alle großen Medien und Online-Dienste

griffen das Thema auf, zahlreiche Tageszeitungen und Rundfunkstationen fragten die Einzelergebnisse ihrer Stadt oder Gemeinde ab.

Auch über den fünf Jahre andauernden Feldversuch „Lang-Lkw“ (siehe Seite 68) wurde in zahlreichen Medien berichtet. Die BAST veröffentlicht die Zahl der teilnehmenden Speditionen und Fahrzeugkombinationen tagesaktuell auf ihrer Internetseite.

Immer wieder nachgefragt werden Zahlen zur Verkehrsbelastung auf deutschen Autobahnen, zur medizinisch-psycho-



Einbau des Betonfertigteils auf der A9

logischen Untersuchung, die Gurt- und Helm-Tragequote und die jährliche Unfallprognose der BAST am Ende des Jahres. Erfreulich: Nach dem Anstieg der Unfall- und Verletztanzahlen im Jahr 2011 hat sich 2012 der langfristig positive Trend in der Entwicklung des Unfallgeschehens im Straßenverkehr in Deutschland wieder eingestellt. Im Jahr 2012 starben nach vorläufigen Ergebnissen 3.606 Menschen auf deutschen Straßen. Dies waren 403 Getötete oder rund 10 Prozent weniger als im Jahr 2011.

Publikationen

Im Februar 2011 gab es die erste Ausgabe des neuen Infodienstes „BAST aktuell“. Er erscheint vier Mal im Jahr und informiert



BAST aktuell

Informationen aus der Bundesanstalt für Straßenwesen Ausgabe 1/2011

Klimawandel: Auswirkungen auf die Straßeninfrastruktur

regional unterschiedliche Änderungen auf, weshalb nicht alle empfindlichen Objekte auch bedroht sind. Um die bedrohten zu selektieren, werden die netzbezogenen Informationen zur Straßenverkehrsinfrastruktur mit den aufbereiteten Klimadaten fusioniert. So können im nächsten Schritt örtlich differenzierte Verwundbarkeitsanalysen für die vom Klimawandel betroffenen Elemente der Straßenverkehrsinfrastruktur erstellt werden. Angestrebtes Ergebnis ist ein Katalog möglicher Maßnahmen einschließlich Aussagen zu ihrer Wirksamkeit und ihren Kosten.

Unterstützt werden die Arbeiten der BAST durch nationale und internationale Projekte. Während die nationalen Projekte allein von der BAST finanziert werden, haben sich für die internationalen Projekte zehn europäische Staaten zusammengetan. Innerhalb des ERA-NET ROAD Programms der europäischen Forschungsarena (European Research Arena - ERA) finanzieren sie ein Unterprogramm, das sich mit Anpassungen an den Klimawandel befasst: Road Owners Getting to Grips with Climate Change. Am 8. und 9. Dezember 2010 veranstalteten die BAST und das Forum der Europäischen Straßenforschungszentren (FEHRL) eine Konferenz zu den Auswirkungen des Klimawandels auf den Straßenverkehr in den Räumen der BAST. Die Ergebnisse der nationalen und internationalen Forschungsprojekte wurden erstmals präsentiert. Rund 100 Wissenschaftler informierten sich und diskutierten über zukünftige Handlungsstrategien. Die Öffentlichkeit konnte die Konferenz live im Internet verfolgen. Der Film kann auf der Homepage der BAST abgerufen werden.

Steigende Temperaturen und intensive, extreme Wetterereignisse können zu plötzlichen Zusammenbrüchen im System führen. Um Folgen für Straßen, Brücken- und Tunnelbauwerke, den Verkehrsfluss und damit auch für die Sicherheit aller Verkehrsteilnehmer zu vermeiden, müssen rechtzeitig geeignete Anpassungsmaßnahmen entwickelt und umgesetzt werden. Hierzu wurde Anfang 2009 in der BAST die Arbeitsgruppe „Klima“ gebildet. Zunächst gilt es diejenigen Objekte im Straßennetz zu finden, die sich aufgrund einer Bedrohungsanalyse gegenüber den Klimaänderungen grundsätzlich als empfindlich herausstellen. Neue Klimaprognosen weisen

Foto: EUMETSAT/Deutscher Wetterdienst

Klimaveränderungen wirken sich nicht nur auf die Lebensbedingungen der Menschen, sondern auch auf die Belastbarkeit technischer Gebrauchsgüter und der Straßenverkehrsinfrastruktur aus. Der Sommer 2010 mit seinen Witterungsextremen lieferte hierfür Beispiele. Eine außergewöhnliche Hitzeperiode im Juli sprengte Betonfahrbahnen und beschleunigte die Spurrinnenbildung bei Asphaltdeckschichten. Im August regnete es in einigen Landesteilen mehr als gewöhnlich, so dass die Wassermassen Straßen unterspülten.

Unterstützt werden die Arbeiten der BAST durch nationale und internationale Projekte. Während die nationalen Projekte allein von der BAST finanziert werden, haben sich für die internationalen Projekte zehn europäische Staaten zusammengetan. Innerhalb des ERA-NET ROAD Programms der europäischen Forschungsarena (European Research Arena - ERA) finanzieren sie ein Unterprogramm, das sich mit Anpassungen an den Klimawandel befasst: Road Owners Getting to Grips with Climate Change. Am 8. und 9. Dezember 2010 veranstalteten die BAST und das Forum der Europäischen Straßenforschungszentren (FEHRL) eine Konferenz zu den Auswirkungen des Klimawandels auf den Straßenverkehr in den Räumen der BAST. Die Ergebnisse der nationalen und internationalen Forschungsprojekte wurden erstmals präsentiert. Rund 100 Wissenschaftler informierten sich und diskutierten über zukünftige Handlungsstrategien. Die Öffentlichkeit konnte die Konferenz live im Internet verfolgen. Der Film kann auf der Homepage der BAST abgerufen werden.

Kurz notiert

Auszeichnung
Am 15.9.2010 wurde Dr. Kerstin Lemke die Denkmünze der Max-Erich-Feuchtinger/Bruno-Wehner-Stiftung verliehen.

Referatsleitung
Michael Rohieder leitet seit dem 1.10.2010 das Referat Informations- und Kommunikationstechnik.

Erfolgreiche BAST-Auszubildende
Bundesverkehrsminister Ramsauer zeichnete im November 2010 die Jahrgangsbesten der ehemaligen Auszubildenden aus seinem Geschäftsbereich aus, darunter vier Ex-Azubis aus der BAST.

Termine

23. und 24. März 2011
Kolloquium Qualität von on-trip Verkehrsinformationen im Straßenverkehr

30. und 31. März 2011
Kolloquium Luftqualität an Straßen

18. Juni 2011
60 Jahre BAST: Tag der offenen Tür am Tag der Verkehrssicherheit

Weitere Informationen im Internet unter www.bast.de



tenreihe sind dort weitere Publikationen der BAST zu finden.

Berichte von besonderem Interesse werden in der Reihe „Forschung kompakt“ in Kurzfassung vorgestellt. In 2011 und 2012 gab es insgesamt 38 Ausgaben.

In der ebenfalls von der BAST betreuten BMVBS-Schriftenreihe „Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik“ wurden in den letzten zwei Jahren 31 Berichte herausgegeben.

Ende 2012 lag die Broschüre „Schulwegpläne leichtgemacht - Der Leitfaden“ vor (siehe Seite 118). Die Broschüre wurde in hoher Auflage gedruckt und wird kostenfrei abgegeben. Einige Bundesländer und der ADAC e. V. haben Sonderdrucke anfertigen lassen. Neben der gedruckten Form kann der Leitfaden auch im Internet heruntergeladen werden. Hier stehen zudem für die praktische Arbeit diverse Vorlagen, Präsentationen, Checklisten und Grafiken zur Verfügung.

Weitere Berichte, Veranstaltungspräsentationen, Flyer und Regelwerke wurden in den letzten beiden Jahren in das Internetangebot aufgenommen: www.bast.de. ■

über Neues und Interessantes aus dem eigenen Haus.

In der Schriftenreihe „Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen“ sind in den letzten zwei Jahren 69 Berichte erschienen. Damit wurden seit dem ersten Bericht der Reihe im Jahre 1993 insgesamt 737 Berichte publiziert.

Die „Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen“ werden seit Juli 2012 neben der kostenpflichtigen gedruckten Form zeitgleich im Internet zum kostenfreien Herunterladen angeboten. Mit dieser parallelen Veröffentlichungsart strebt die BAST eine schnelle und weite Verbreitung und damit auch eine rasche Umsetzung ihrer Forschungsergebnisse an: <http://bast.opus.hbz-nrw.de>. Neben der BAST-Schrif-

Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen

Unterreihe „Allgemeines“

A 1: Tätigkeitsbericht 1992 56 Seiten, 1993	kostenlos	A 20: BAST Research 1997/98 135 Seiten, 1997	kostenlos
A 2: Arbeitsprogramm 1993 432 Seiten, 1993	vergriffen	A 21: Tätigkeitsbericht 1997 64 Seiten, 1998	kostenlos
A 3: Verzeichnis der Veröffentlichungen 1970 bis 1992 44 Seiten, 1993	vergriffen	A 22: 50 Jahre Bundesanstalt für Straßenwesen 60 Seiten, 2001	vergriffen
A 4: Straßen- und Verkehrsforschung in der ehemaligen DDR von G. Krumnow, S. Pech und K.-D. Affeldt 140 Seiten, 1993	vergriffen	A 23: Festveranstaltung 50 Jahre BAST 5. Mai 2001, Bergisch Gladbach 102 Seiten, 2001	kostenlos
A 5: Sicherheitsforschung Straßenverkehr - Programm 1993/94 68 Seiten, 1994	kostenlos	A 24: Symposium 2002 BAST-Forschung 48 Seiten, 2002	Euro 11,50
A 6: Tätigkeitsbericht 1993 64 Seiten, 1994	kostenlos	A 25: Die Straße im Spannungsfeld von Sicherheit, Ökologie und Ökonomie - deutsch-russische Erfahrungen Autorenteam unter Leitung von K.-H. Lenz und V. N. Lukanin 382 Seiten, 2002	Euro 32,00
A 7: Forschungsprogramm der BAST 1994 152 Seiten, 1994	vergriffen	A 26: Jahresbericht 2002 76 Seiten, 2003	vergriffen
A 8: Kunst am Bau 48 Seiten, 1994	kostenlos	A 27: Jahresbericht 2003 92 Seiten, 2004	kostenlos
A 9: Tätigkeitsbericht 1994 72 Seiten, 1995	kostenlos	A 28: Jahresbericht 2004 96 Seiten, 2005	kostenlos
A 10: Verzeichnis der Veröffentlichungen 1970 bis 1994 48 Seiten, 1995	vergriffen	A 29: 2. Deutsch-Russische Verkehrssicherheitskonferenz 126 Seiten, 2005	Euro 18,50
A 11: Forschungsprogramm der BAST 1995 256 Seiten, 1995	kostenlos	A 30: Jahresbericht 2005 92 Seiten, 2006	kostenlos
A 12: Symposium '96 BAST-Forschung 66 Seiten, 1996	Euro 13,00	A 31: Jahresbericht 2006 102 Seiten, 2006	kostenlos
A 13: Tätigkeitsbericht 1995 116 Seiten, 1996	kostenlos	A 32: Jahresbericht 2007/2008 184 Seiten, 2009	kostenlos
A 14: Forschungsprogramme der BAST 1996 180 Seiten, 1996	vergriffen	A 33: 4. Deutsch-Russische-Verkehrssicherheitskonferenz Referate auf CD	29,50 Euro
A 15: Verzeichnis der Veröffentlichungen 1970 bis 1996 56 Seiten, 1997	vergriffen	A 34: Jahresbericht 2009/2010 167 Seiten, 2011	kostenlos
A 16: Tätigkeitsbericht 1996 68 Seiten, 1997	kostenlos	A 35: Jahresbericht 2011/2012 151 Seiten, 2013	kostenlos
A 17: Symposium '97 - Mensch und Sicherheit 48 Seiten, 1997	Euro 10,50		
A 18: Forschungsprogramm Straßenverkehrssicherheit 1997/98 56 Seiten, 1997	vergriffen	Zu beziehen durch: Carl Schünemann Verlag GmbH Zweite Schlachtpforte 7 D-28195 Bremen Telefon: 0421 36903-53 Internet: www.nw-verlag.de	
A 19: BAST-Forschung 1997/98 138 Seiten, 1997	kostenlos		



Stand: Dezember 2012