

Jahresbericht 2018

**Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Allgemeines Heft A 39



bast

Tag der Verkehrssicherheit

bei der
Bundesanstalt für Straßenwesen
15. Juni 2019
11 bis 17 Uhr

Brüderstraße 53
51427 Bergisch Gladbach

bast



15. Juni 19
Tag der
Verkehrssicherheit

DVR
Deutscher
Verkehrssicherheitsrat

Jahresbericht 2018

**Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Allgemeines Heft A 39

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
www.bast.de
info@bast.de

Konzept, Redaktion und Gestaltung:

Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit

Redaktionsschluss: Dezember 2018

Bildnachweis:

Bundesanstalt für Straßenwesen, Guido Rosemann (BASt), Seite 10,11 Busakorn Pongparnit/Moment/Getty Images, 22,23 querbeet/iStock/Getty Images Plus/Getty Images, 32,33 Westend61/Getty Images, 46,47 ollo/E+/Getty Images, 60,61 STOCK4B-RF/Getty Images 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
www.nw-verlag.de

ISSN 0943-9285

ISBN 978-3-95606-434-0

Bergisch Gladbach, März 2019

Vorwort

Die Auseinandersetzung mit Veränderungen ist unser alltägliches Geschäft. Auf unsere Fahnen haben wir die Verbesserung und Steigerung der Effizienz beim Bau und der Erhaltung sowie die Verbesserung der Verlässlichkeit der Straßeninfrastruktur geschrieben. Wir wollen die Leistungsfähigkeit des Verkehrssystems Straße ebenso verbessern wie die Verkehrssicherheit und die Umweltverträglichkeit von Straßenbau und Straßenverkehr. Wir wollen das Verkehrssystem Straße resilient machen und den technologischen Fortschritt im Straßenwesen stärken. Das heißt, seit dem Gründungserlass der BAST im Jahr 1951 ist Fortschritt unsere Aufgabe. Seit jeher stehen veränderte und neue Bedürfnisse der Verkehrsteilnehmerinnen und -teilnehmer im Fokus und berücksichtigen wir Visionen und Megatrends.

„Megatrends muss man nicht ‚voraussagen‘, denn sie sind schon da und markieren Veränderungen, die uns schon lange prägen und auch noch lange prägen werden. ... Megatrends verändern die Welt – zwar langsam, dafür aber grundlegend und langfristig“, so das Zukunftsinstitut auf www.zukunftsinstitut.de.

Die vom Zukunftsinstitut geprägten Megatrends bergen Chancen aber auch Risiken. Es gilt, die Chancen zu nutzen und die Risiken zu minimieren. Megatrends verändern die Gesellschaft und beeinflussen natürlich auch eine Forschungsanstalt

wie die Bundesanstalt für Straßenwesen. Im Zeitalter von Konnektivität und Wissenskultur in einer zunehmend vernetzten Welt ist eine Struktur damit wichtiger den je, um der permanenten Reizüberflutung entgegenwirken zu können. Die Entwicklung verschiedener hausinterner Planungsinstrumentarien tragen dem Rechnung.

Mit diesem Jahresbericht schauen wir auf das hinter uns liegende Forschungsjahr zurück. Ein Teil unserer Arbeit ist präsent und steht im Fokus der Öffentlichkeit, beispielsweise der Feldversuch Lang-Lkw, unser einzigartiges Forschungsareal duraBAST im Autobahnkreuz Köln-Ost und unser innovatives Messfahrzeug MESAS zur Zustandserfassung von Fahrbahnen im fließenden Verkehr. Ein großer Teil unserer Arbeit ist weniger öffentlichkeitswirksam aber nicht minder wichtig, etwa die unerlässliche Fortschreibung von Regelwerken, die Prüfung und Zulassung von Produkten und Verfahren sowie die Erstellung von Prognosen und Statistiken.

Ab sofort erscheinen wir jährlich, denn wir wollen Sie schneller und aktueller über unsere Arbeit und unsere Projekte informieren. Sie halten einen attraktiven Querschnitt durch unsere vielfältige Forschungsarbeit im vergangenen Jahr in den Händen. Lassen Sie sich von den vor Ihnen liegenden Seiten inspirieren, die unserer Forschung „Gesichter“ geben.



Stefan Strick, Präsident der BAST

Inhalt

Schlaglichter 2018	6
Fahrzeugtechnik	10
Abbiegeassistenzsysteme für Lkw.....	12
SENIORS – EU-Forschungsprojekt.....	14
Elektrokleinstfahrzeuge	17
Hochautomatisiertes Fahren auf Autobahnen	18
Erneuerung der Abgasuntersuchung.....	20
Green NCAP.....	21
Verkehrssicherheit.....	22
Radverkehr und Verkehrssicherheit	24
Seniorinnen und Senioren im Straßenverkehr.....	26
Cannabis als Medikament	28
Unfallgeschehen schwerer Güterkraftfahrzeuge	29
20 Jahre Qualitätssicherung im Fahrerlaubniswesen.....	30
Verkehrstechnik.....	32
Digitale Autobahn: Harmonisierung – Erprobung – Einführung	34
Dynamisches Verkehrsmanagement	36
Innovatives Werkzeug zur Unterstützung der Unfallkommissionen.....	37
Neue Richtlinien für mehr Verkehrssicherheit	38
Vielfältige Anforderungen an Schutzeinrichtungen.....	40
Verkehrsträgerübergreifender Immissions- und Naturschutz.....	41
BIM im Bundesfernstraßenbereich.....	42
Fingerabdruck von Fahrbahnmarkierungen	45

Straßenbau	46
Innovationsfeld Betonfahrbahndecken – Oberflächenperformance.....	48
Qualitätsgesicherte Prozessabläufe für die strategische Erhaltungsplanung.....	52
Neuer Ebenheitskennwert für die bauvertragliche Abnahme	54
Chemische Wirkung von Calciumhydroxid auf Bitumen	55
Belastungsversuche und ökonomische Betrachtung.....	56
Thermografie im Asphaltstraßenbau.....	58
Brücken- und Ingenieurbau	60
Cyber-Safe.....	62
Schubtragfähigkeit von Spannbetonbrücken	64
Fahrbahnübergänge – Entwicklungen in Deutschland und Europa.....	67
BAST Zahlen und Fakten 2018.....	68
Auszeichnungen/Promotionen/Lehraufträge.....	70
Organisation der BAST.....	72

Schlaglichter 2018

Wissenschaftlicher Beirat der BAST verstärkt und erweitert

Seit Frühjahr 2018 unterstützen Prof. Barbara Lenz und Staatssekretär a.D. Rainer Bomba den Beirat der BAST. Prof. Lenz leitet das Institut für Verkehrsforschung beim Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Berlin. Sie ist Verkehrsgeographin; ihre Forschungsarbeit ist insbesondere auf Fragen der zukunftsfähigen Mobilität ausgerichtet, so etwa zum Mobilitäts- und Verkehrsverhalten oder der Verkehrsnachfrage. Rainer Bomba ist Ingenieur und studierter Kaufmann. Er war von November 2009 bis März 2018 Staatssekretär im Bundesverkehrsministerium.



Fachbeiräte “Verkehrssicherheit“ und “Verkehrsinfrastruktur“



Sitzung des Fachbeirats „Verkehrsinfrastruktur“ im November 2018

Bereits 2017 hat die BAST eine organisatorische Anpassung der bestehenden Struktur ihrer Beratungsgremien vorgenommen. Der bisherige Wissenschaftliche Beirat wurde dabei durch einen übergeordneten Beirat und zwei Fachbeiräte ersetzt. Mit der neuen Struktur soll unter anderem der fachlichen Expertise zu den Themenschwerpunkten der BAST mehr Raum gegeben werden. Der neue Beirat konzentriert sich als übergeordnetes Gremium auf strategische Fragestellungen mit BAST-übergreifendem Charakter. Dem Beirat gehören Persönlichkeiten mit Leitungserfahrung aus dem wissenschaftlich-institutionellen oder ministeriellen Bereich an. Zwei Fachbeiräte mit den Themenfeldern “Verkehrssicherheit“ und “Verkehrsinfrastruktur“ beraten die BAST ebenfalls in strategischen Fragen, jedoch unter einer stärker fachlichen Konzentration auf den jeweiligen Schwerpunkt.

Aufgabenwechsel in der BAST



Dr. Ingo Koßmann leitet seit Mai 2018 die Abteilung „Verhalten und Sicherheit im Verkehr“. Er ist Soziologe und begann 1994 bei der BAST im Referat „Einstellung und Verhalten der Verkehrsteilnehmer“. Dr. Koßmann hatte Leitungsfunktionen in den Abteilungen Verhalten und Sicherheit im Verkehr, „Straßenverkehrstechnik“ und zuletzt als Refe-

ratsleiter „Forschungskordinierung, Bibliothek und Dokumentationswesen“ in der Zentralabteilung.

Markus Lerner wurde Nachfolger von Dr. Koßmann und leitet nun das Referat „Forschungskordinierung, Bibliothek und Dokumentationswesen“. Er ist Geograph und seit 2000 bei der BAST beschäftigt.



Der bisherige kommissarische Leiter des Referats „Vernetzte Mobilität“ in der Abteilung „Fahrzeugtechnik“, Dr. Lutz Ritterhaus, übernahm im Mai 2018 dauerhaft die Leitung. Dr. Ritterhaus ist Physiker und Ingenieur und arbeitet seit 2004 in der BAST.

Tag der offenen Tür der Bundesregierung

Bundesverkehrsminister Andreas Scheuer und Formel-1-Weltmeister Nico Rosberg waren zwei von zahlreichen Gästen, die den Stand der BAST beim Tag der offenen Tür der Bundesregierung im Bundesverkehrsministerium am 25. und 26. August 2018 besuchten.

Neben anderen Ausstellern präsentierte sich die BAST mit ihrem neuen Fahrradsimulator. Mit diesem werden künftig Fragestellungen rund um das Thema sicheres Radfahren in der BAST erforscht, beispielsweise: Wann und warum nutzen Radfahrer das Smartphone? Welche Faktoren beeinflussen die Gefahrenwahrnehmung beim Radfahren?



duraBAST: Demonstrations-, Untersuchungs- und Referenzareal der BAST

Auf dem Testareal im Autobahnkreuz Köln-Ost sind die Untersuchungen angelaufen: Es werden innovative Straßenkonstruktionen getestet, die im Zuge des Forschungsprogramms „Straße im 21. Jahrhundert“ sowie von Industriepartnern entwickelt worden sind. Darüber hinaus werden freie Flächen für die Erprobung und Untersuchung sowie für die Demonstration neuer Technologien an die Industrie vergeben. Zahlreiche Gäste haben das im Oktober 2017 eröffnete Gelände mittlerweile besucht. Die ersten Projekte sind bereits abgeschlossen.



TRA 2018 und DSVK

Die TRA 2018 (Transport Research Arena) fand im April 2018 in Wien statt. Experten aus aller Welt erörterten die neuesten Entwicklungen in den Bereichen, Verkehr, Transport und Mobilität. Die BAST war mit zahlreichen Fachvorträgen und in Poster Sessions sowie im deutschen Messe-Pavillon am gemeinsamen BMVI-BAST-Stand vertreten.

Auch beim „Deutschen Straßen- und Verkehrskongress“ im September 2018 in der Messe Erfurt war die BAST mit sieben Referenten und einem Moderator präsent. Auf dem gemeinsamen Ausstellungsstand des BMVI und der BAST gab es Informationen zu den Themenblöcken Reform der Bundesfernstraßenverwaltung, BMVI-Expertennetzwerk, Innovationen, Asset-Management und Digitalisierung.

Neues Messfahrzeug MESAS

Seit März 2018 nutzt die BAST das innovative Messfahrzeug MESAS (Multifunktionales Erfassungssystem zur Substanzbewertung und zum Aufbau von Straßen). Es erlaubt Messungen zur Erfassung des strukturellen Zustandes von Straßen im fließenden Verkehr bei bis zu 80 km/h. Das Messfahrzeug basiert auf dem Tragfähigkeitsmessverfahren Traffic-Speed-Deflectometer (TSD), das die kurzzeitige, geringe Verformung der Straßenoberfläche



unter einer Lkw-Achse mittels Lasertechnologie erfasst. Das Messverfahren TSD – entwickelt und konstruiert in Dänemark – existiert derzeit weltweit dreizehnmal.

Ein Highlight war der große innovative MESAS-Truck, der erstmals einer breiten Öffentlichkeit präsentiert wurde.

Zu Gast in der BAST

Die BAST ist die praxisorientierte, technisch-wissenschaftliche Forschungseinrichtung des Bundes auf dem Gebiet des Straßenwesens und arbeitet führend im internationalen Netzwerk der Spitzenforschungsinstitute.

Regelmäßig besuchen Gäste aus dem In- und Ausland die BAST. Die meisten Besucher sind Fachbesuchergruppen aus Wissenschaft, Industrie und Verwaltung, die entweder an einem Überblick über die verschiedenen Versuchsanlagen interessiert sind oder an einem wissenschaftlichen Austausch zu speziellen Forschungsthemen. Internationale Gastwissenschaftler kommen in der Regel mit einem besonderen Forschungsauftrag ins Haus und verlassen es mit neuen Erkenntnissen auf beiden Seiten. In 2018 nutzten auch viele Politikerinnen und Politiker die Möglichkeit, die BAST für einen individuellen Austausch zu besuchen.

Intensive Gespräche mit der Leitung des Hauses und den Fachleuten der BAST führten zu einem regen Gedankenaustausch. Die Besichtigung der teils einzigartigen Versuchseinrichtungen erlaubte den Gästen Einblicke in die praktischen Forschungsaktivitäten der BAST.



August 2018: NRW-Verkehrsminister Hendrik Wüst (rechts) und der Parlamentarische Staatssekretär Steffen Bilger beim Bundesverkehrsminister (Zweiter von rechts)



Juli 2018: MdB Kirsten Lühmann (Mitte) mit der Arbeitsgruppe Verkehr und digitale Infrastruktur der SPD



April 2018: MdB Stephan Kühn (Dritter von rechts)



Mai 2018: Generaldirektor Jens Holmboe des Danish Road Directorate mit den Leitern der Abteilungen seines Hauses

Fahrzeugtechnik

Abbiegeassistenzsysteme für Lkw

SENIORS – EU-Forschungsprojekt

Elektrokleinstfahrzeuge

Hochautomatisiertes Fahren auf Autobahnen

Erneuerung der Abgasuntersuchung

Green NCAP





Abbiegeassistenzsysteme für Lkw

Dr. Jost Gail, Physiker, Referatsleiter „Aktive Fahrzeugsicherheit und Fahrassistenzsysteme“

Dr. Patrick Seiniger, Maschinenbauingenieur, stellvertretender Referatsleiter „Aktive Fahrzeugsicherheit und Fahrassistenzsysteme“

Alexander Frey, Psychologe, Referat „Automatisiertes Fahren“

Benjamin Schreck, Verkehrsingenieur, Referat „Unfallanalyse und Sicherheitskonzeption, Verkehrsökonomie“

Unfälle mit Beteiligung von Lkw und Radfahrern sind häufig folgenschwer. Ungeschützte Verkehrsteilnehmer werden überrollt, ohne dass sie vorher von Lkw-Fahrern wahrgenommen wurden. Bereits in der Untersuchung „Gefährdung von Fußgängern und Radfahrern an Kreuzungen durch rechts abbiegende Lkw“ der DEKRA wurde der Sachverhalt des unzureichenden Sichtfelds für die Lkw-Fahrer nach vorne und rechts unten im Detail analysiert [1].

Eine Lösung dieser Unfallproblematik sind Abbiegeassistenzsysteme, die Lkw-Fahrer beim Abbiegevorgang gezielt informieren, wenn Radfahrer übersehen werden könnten. Die Fakten zum Thema Abbiegeassistenz bei Nutzfahrzeugen wurden bei vom BMVI einberufenen runden Tischen bereits 2012 und 2014 mit den betroffenen Verbänden diskutiert, unter anderem mit ADFC, VDA, DVR, GDV. Die BASt hat im Anschluss den Auftrag erhalten, ein Testverfahren für entsprechende Assistenten auf Basis des Stands der Technik zu konzipieren.

Konzept für ein Abbiegeassistenzsystem

Kernpunkt des Konzepts ist eine Information für Lkw-Fahrer durch ein technisches System.

Diese Information muss so frühzeitig gegeben werden, dass Lkw-Fahrer ausreichend Zeit zum Stoppen des Fahrzeugs zur Verfügung haben. In der Konsequenz bedeutet dies, dass solche Systeme in der Regel vor Beginn eines Abbiegevorgangs informieren müssen: Lkw-Fahrer müssen folglich bereits beim Überholen von Radfahrern ein entsprechendes Signal erhalten. Aufgrund der bisher kaum verfügbaren Erfahrung mit Erkennungsalgorithmen scheidet eine automatische Bremsung zunächst aus.

Mensch-Maschine-Interaktion

Das Informationssignal des Abbiegeassistenzsystems muss für Lkw-Fahrer gut sichtbar sein – bereits bevor der eigentliche Abbiegevorgang eingeleitet wird. Allerdings

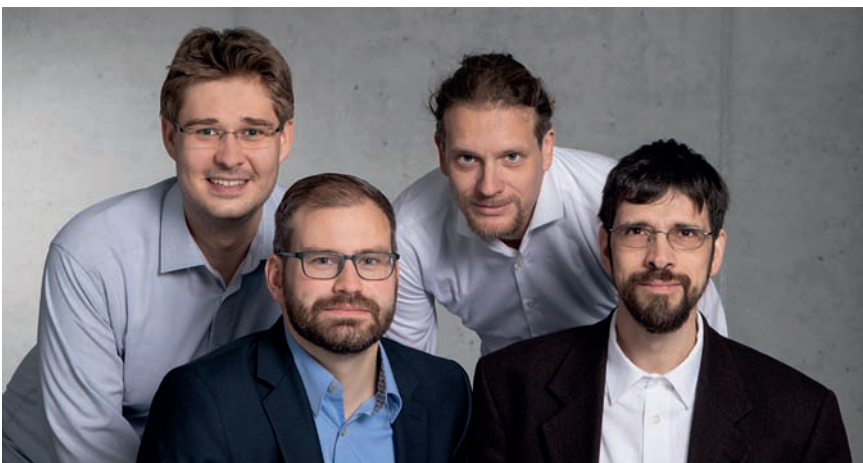
darf die Information Fahrer auch nicht stören oder von der Fahraufgabe ablenken. Eine hochintensive Warnung scheidet daher als erster Hinweis auf Radfahrer aus. Mit einem gut sichtbaren Informationssignal im rechten äußeren Bereich des menschlichen Sichtfelds (peripher) können diese Anforderungen erfüllt werden: Das Informationssignal erscheint in Blickrichtung der potenziellen Gefahr, nämlich rechts seitlich vom Fahrenden. Zusätzlich macht man sich so die natürliche Blickführung in Vorbereitung auf das Abbiegen zunutze. So kann mit diesem Assistenzsystem zudem die Verwendung der Außenspiegel rechtzeitig vor dem Abbiegen unterstützt werden.

Entwicklung von Anforderungen für Testverfahren und Vorschrift

Ausgehend von Analysen des Unfallgeschehens wurden charakteristische Parameter und Begleitumstände von Unfällen zwischen Radfahrern und abbiegenden Lkw identifiziert. Aus dem so gewonnenen Parameterraum konnten Testfälle für die Rechtsabbiegesituation und entsprechende Bestehenskriterien für den Test festgelegt werden [2].

Verifikationsversuche haben stattgefunden. Basierend auf den Erkenntnissen wurde Anfang 2017 ein deutscher Vorschlag für ein Vorschriftendokument erarbeitet.

Fahrzeugtechnische Vorschriften werden überwiegend unter dem Dach der Vereinten Nationen, genauer bei deren Wirtschaftskom-



Von links: Alexander Frey, Benjamin Schreck, Dr. Patrick Seiniger und Dr. Jost Gail



mission für Europa – UNECE – verhandelt und als UN-Regelungen (früher: ECE-Regelungen) publiziert. Nahezu alle Einzelvorschriften für die europäische Genehmigung von Fahrzeugtypen verweisen heutzutage auf UN-Regelungen. Insofern ist eine UN-Regelung für ein Abbiegeassistenzsystem ein erster Schritt hin zur verpflichtenden Einführung von Abbiegeassistenzsystemen.

Umsetzung

Der von der BAST erarbeitete und durch Deutschland eingebrachte Vorschlag für eine Abbiegeassistenz-Vorschrift wurde im entsprechenden UN-Gremium – der Arbeitsgruppe für generelle Sicherheit – begrüßt und zur Verfeinerung an ein informelles internationales Expertengremium überwiesen. Dies ist im Zeitraum 2017 bis 2018 geschehen und die Arbeitsgruppe für generelle Sicherheit hat den Vorschriftenentwurf ohne Gegenstimmen angenommen. Die Zustimmung des höchsten Gremiums – des „World Forum for the Harmonization of Vehicle Regulations“ – wird für den Frühling 2019 erwartet. Damit wird einschließlich aller Fristen eine gültige Anforderungs-

document im Herbst 2019 zur Verfügung stehen.

Die EU-Kommission plant derzeit, Abbiegeassistenzsysteme bei der Neufassung der Verordnung über Fahrzeugsicherheit „General Safety Regulation“ 661/2009 zu berücksichtigen und für schwere Fahrzeuge voraussichtlich ab 2022 (neue Typen) und 2024 (Neuzulassungen) verpflichtend zu machen. Hier wird dann auf das entsprechende Anforderungsdokument verwiesen.

Nachrüstung

Der Prozess einer Einführung von internationalen Vorschriften für neue Fahrzeugtypen und Fahrzeuge benötigt also signifikante Vorlaufzeiten. Um die Unfallsituation jedoch schnell adressieren zu können, hat Bundesverkehrsminister Andreas Scheuer Anfang Juli 2018 die „Aktion Abbiegeassistent“ gestartet. Innerhalb dieser Aktion hat sich unter anderem das BMVI verpflichtet, alle schweren Nutzfahrzeuge im Geschäftsbereich mit Abbiegeassistenzsystemen nachzurüsten und neue Fahrzeuge nur noch mit entsprechenden Sys-

temen zu beschaffen. Eine Vielzahl offizieller Sicherheitspartner hat sich der Aktion mit ähnlichen Selbstverpflichtungen angeschlossen. Anforderungen für Nachrüstsysteme, auf deren Grundlage sich dann auch die Nachrüstung von schweren Nutzfahrzeugen und Bussen fördern lässt, wurden ebenfalls von der BAST entwickelt. ■

Literatur

- [1] NIEWÖHNER, W., BERG, F. A.: Gefährdung von Fußgängern und Radfahrern durch rechts abbiegende Lkw, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Heft F 54, 2004
- [2] SCHRECK, B., SEINIGER, P.: Abbiege-Assistenzsystem für Lkw – Grundlagen eines Testverfahrens, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Heft F 104, 2015



www.bast.de/toter-winkel

SENIORS – EU-Forschungsprojekt

Dr. Andre Eggers, Maschinenbauingenieur, Marcus Wisch, Mechatronik-Ingenieur und Oliver Zander, Ingenieur für Sicherheitstechnik, stellvertretender Referatsleiter, Referat „Passive Fahrzeugsicherheit, Biomechanik“

Ziel des durch die Europäische Kommission geförderten Forschungsprojekts SENIORS (Safety ENhancing Innovations for Older Road userS) war es, die Sicherheit älterer Personen im Straßenverkehr deutlich zu erhöhen. Das Projekt adressierte Möglichkeiten im Bereich einer verbesserten passiven Fahrzeugsicherheit und konzentrierte sich auf ältere Personen als Fahrzeuginsassen, Fußgänger oder Radfahrer bei Kollisionen mit Pkw. Von Juni 2015 bis Mai 2018 entwickelten acht europäische Partner unter Konsortialführung der BAST neue Testwerkzeuge sowie Test- und Bewertungsverfahren.

Fahrzeuginsassen

Unfalldaten zeigen, dass ältere Fahrzeuginsassen auch bei geringeren Unfallgeschwindigkeiten von 30 bis 40 Kilometern pro Stunde insbesondere im Brustkorbbereich ein höheres Verletzungsrisiko aufweisen als jüngere Insassen. Um diesen Aspekt aufzunehmen, wurden im SENIORS-Projekt verschiedene Ansätze verfolgt.

Menschmodell

Es wurde ein neues Menschmodell entwickelt, das dem Brustkorb eines älteren Menschen bezüglich Materialeigenschaften und Geometrie entspricht. Das bildliche Übereinanderlegen der Brustkörbe älterer und jüngerer Menschen zeigt deutliche geometrische Unterschiede, die im Zusammenspiel mit den veränderten Eigenschaften – beispielsweise von Knochen und Knorpeln – bei Belastung oder Unfällen andere Verletzungsmuster hervorrufen können.

Brustkorbverletzungskriterien

Das Forscherteam erarbeitete außerdem verbesserte Verletzungskriterien für den Frontalanpralldummy THOR. Sie verfolgten dabei einen neuen, simulationsbasierten Ansatz, der auf vergleichenden Computersimulationen eines Menschmodells und eines THOR Dummy-Modells basiert. Durch Simulationen zahlreicher Belastungsbedingungen mit verschiedenen Belastungsschweren und Insassenrückhaltesystemen,



Brustkorbgeometrie eines 35-Jährigen und 65-Jährigen

konnten den simulierten Messergebnissen des Dummies die Verletzungswahrscheinlichkeiten der menschlichen Rippen gegenübergestellt werden. Die Verletzungskriterien für den THOR Dummy wurden so in dem für ältere Verkehrsteilnehmer relevanten Bereich optimiert.

Test- und Bewertungsmethoden

Die neuen Kriterien ermöglichen wichtige Differenzierungen von Belastungen insbesondere des Brustkorbbereichs und unterstützen so die gezielte Entwicklung von verbesserten Airbag- und Gurtsystemen. Diese Verletzungskriterien sollen in Forschungsaktivitäten mit der Fahrzeugindustrie und Verbraucherschutzorganisationen wie Euro NCAP (European New Car Assessment Programme) weiterentwickelt und in zukünftigen Test- und Bewertungsverfahren einfließen.

Zudem empfehlen die Forscher die Einführung eines Frontalanpralltests



Von links: Oliver Zander, Dr. Andre Eggers und Marcus Wisch

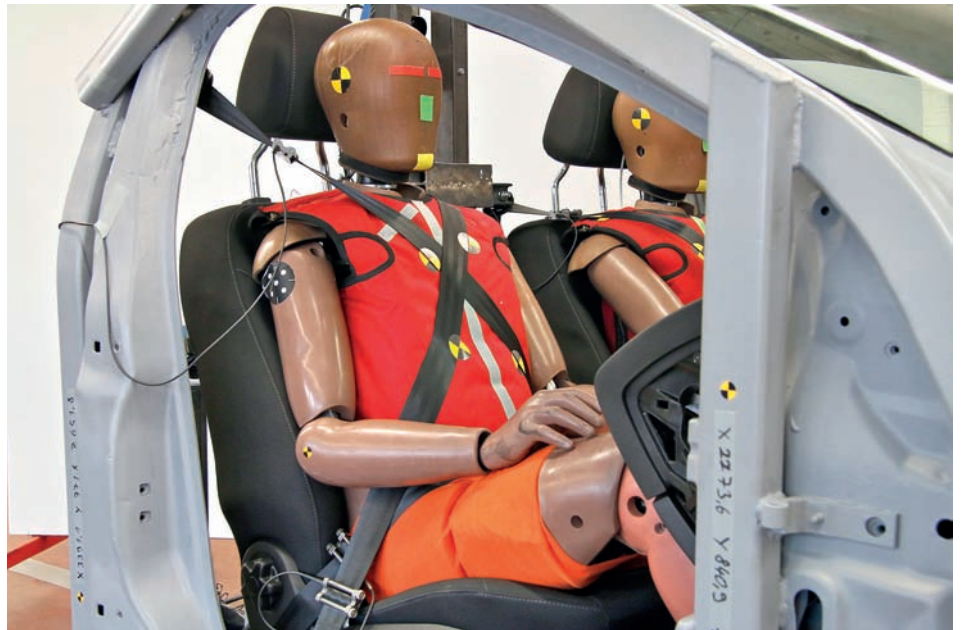
mit reduzierter Anprallgeschwindigkeit: 35 Kilometer pro Stunde gegenüber Standardtests bei circa 56 bis 64 Kilometer pro Stunde. Schlittenversuche zeigten, dass diese Vorschläge den Nutzen moderner Insassenrückhaltesysteme – wie adaptiver Systeme und Vier-Punkt-Gurte – aufzeigen können und damit einen verbesserten Schutz insbesondere älterer Fahrzeuginsassen ermöglichen.

Fußgänger und Radfahrer

Untersuchungen von Straßenverkehrsunfällen von Fußgängern oder Radfahrern (äußere Verkehrsteilnehmer) mit Pkw aus mehreren europäischen Ländern – darunter Deutschland und Schweden – zeigen eine unverändert hohe Relevanz von Verletzungen des Kopfes und der unteren Extremitäten bei gleichzeitiger Zunahme der Verletzungsschwere des Brustkorbs. Bei über 65-Jährigen steigt die Verletzungsrelevanz dieser Körperregionen nochmals im Vergleich zur Altersgruppe 25 bis 64 Jahre. Die Bewertung des Schutzzpotenzials von Fahrzeugfronten hinsichtlich der Abmilderung von Verletzungen des Kopfes und Brustkorbs sowie der unteren Extremitäten stand deshalb im Fokus des SENIORS-Projekts.

Kopf

Prüfvorschriften zum Schutz äußerer Verkehrsteilnehmer konzentrieren sich bislang auf Fußgänger als unverändert größte Gruppe ungeschützter Verkehrsteilnehmer. Wenngleich Radfahrer von diesen Verfahren mitunter ebenfalls profitieren, unterliegen sie bei Unfällen abweichenden Randbedingungen – wie anderen Geschwindigkeiten und höheren Kopfaufschlagbereichen und -winkeln. Diese Randbedingungen



THOR-Schlittenversuch mit Vier-Punkt-Gurt

wurden im SENIORS-Projekt aufgegriffen und ein kombiniertes Prüfverfahren für Fußgänger und Radfahrer implementiert.

Brustkorb

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt sehen weder Verbraucherschutz noch Gesetzgebung ein Prüfverfahren zum Schutz des Brustkorbs von Fußgängern oder Radfahrern vor. Die aktuellen Verletzungsmuster wurden zum Anlass genommen, ein Verletzungsvorhersagetool für den Thorax (TIPT – Thorax Injury Prediction Tool) innerhalb eines Komponentenprüfverfahrens zu prototypisieren. Hierzu wurde der Brustkorb des heute noch in der Gesetzgebung zum Seitenaufprall eingesetzten EuroSID2-Insassendummies isoliert und an die vorhandene Prüfstandsumgebung angebunden. Vorgeschaltete Finite Elementesimulationen mit dem Menschmodell THUMS (Total Human Model for Safety) gegen mehrere generische Fahrzeugfronten lieferten hierzu die erforderlichen Testparameter Geschwindigkeit, Anprallwinkel und Anstellwinkel des Impaktors. Über

eine Fahrzeugkategorisierung war es anschließend möglich, die Versuchsparameter dem jeweilig zu testenden Fahrzeug entsprechend zu definieren. Die Anprallbereiche auf dem Versuchsfahrzeug wiederum ergeben sich aus Anthropometrie sowie den Geometrien von EuroSID2-Dummy und Menschmodell.

Untere Extremitäten

Ausgehend von den Limitationen des derzeit in den verschiedenen Prüfvorschriften eingesetzten Beinprüfkörpers FlexPLI (Flexible Pedestrian Legform Impactor) wurde in SENIORS untersucht, inwieweit die Simulation einer Oberkörpermasse von Fußgängern (UBM – Upper Body Mass) zu einer verbesserten Anprallkinematik und realistischeren Abbildung der menschlichen Belastungen beiträgt. Die über vergleichende FE-Simulationen zwischen Menschmodell THUMS und Beinprüfkörper FlexPLI mit und ohne Oberkörpermasse gewonnenen Erkenntnisse mündeten in einen Prototyp. Dieser bildet sowohl den real existierenden Zeitversatz der Oberkörperrotation, als auch die

gemessenen Belastungen im Bein während eines Fußgängeranpralls, gegen eine Fahrzeugfront weitaus realistischer ab, als der bisher eingesetzte Beinprüfkörper FlexPLI. So ist es mit dem FlexPLI-UBM erstmals möglich, auch die auf den Oberschenkel einwirkenden Belastungen in einem ganzheitlichen Test neben den Belastungen auf Knie und Unterschenkel darzustellen. Auch wird der Anprall von Fußgängern gegen SUVs bis zu einer gewissen Höhe der Motorhaubenvorderkante hinreichend genau abgebildet. Schließlich kann die bei stark abgeschrägten Fahrzeugfronten auftretende Prüfkörper-Rotation deutlich verringert werden.

Die geänderten Versuchsparameter unter Einsatz des FlexPLI-UBM ergeben sich wiederum aus der Anthropometrie und den Geometrien von

FlexPLI und Menschmodell. Hinsichtlich der Bewertung wurden die auf den Oberschenkel wirkenden Belastungen über eine Übertragungsfunktion aus Verletzungsrisikofunktionen gewonnen. Bezüglich Knie und Unterschenkel war es möglich, die für das FlexPLI existierenden Kriterien auf den Prüfkörper mit UBM zu transferieren.

Bewertungsverfahren

Die neuen und geänderten Impaktortests münden in einen Vorschlag für ein ebenfalls modifiziertes Bewertungsverfahren für den Verbraucherschutz. Dieser trägt einerseits den Änderungen der menschlichen Verletzungsmuster Rechnung, andererseits lässt er Raum für eventuell noch erforderliche Modifikationen. Diese sind vor allem aufgrund des frühen

Entwicklungsstadiums notwendig, in dem sich der Thorax-Impaktor aufgrund seiner Limitationen beim winkligen Anprall gegenwärtig noch befindet.

Ausblick

Die Ergebnisse des SENIORS-Projekts bezüglich Kopf und unteren Extremitäten sollen im Rahmen des Verbraucherschutzes in Euro NCAP einfließen. Ferner ist geplant, im Zuge eines Nachfolgeprojekts das Thorax-Verletzungsvorhersagetool sowie das zugehörige Test- und Bewertungsprotokoll weiter zu überarbeiten. ■



www.seniors-project.eu

Elektrokleinstfahrzeuge

Maxim Bierbach, Maschinenbauingenieur und Oliver Bartels, Physiker, Referat „Aktive Fahrzeugsicherheit und Fahrassistenzsysteme“
Alexander Frey, Psychologe, Referat „Automatisiertes Fahren“
Bernhard Kollmus, Verkehrsingenieur, Referat „Straßenentwurf, Verkehrsablauf, Verkehrsregelung“

Die Genehmigung stehend gefahrener und selbstbalancierender Elektrokleinstfahrzeuge – beispielsweise Tretroller mit Elektrounterstüt-

zung oder Segways – kann seit der Einführung der europäischen Rahmenverordnung für zwei-, drei- und vierrädrige Fahrzeuge im Jahr 2016

(VO (EU) 168/2013) national geregelt werden. Um bei diesen Fahrzeugen über die Genehmigungsfähigkeit entscheiden zu können, wurde eine Einschätzung ihrer Verkehrssicherheit benötigt.



Von links: Alexander Frey, Oliver Bartels, Maxim Bierbach und Bernhard Kollmus

Die BASt hat im Rahmen des Forschungsprojekts „Untersuchung zu Elektrokleinstfahrzeugen“ [1] Vorschläge für eine Klassifizierung von Elektrokleinstfahrzeugen sowie für die zu stellenden technischen Anforderungen an diese Fahrzeuge erarbeitet. Auf dieser Grundlage kann über die Zulassung solcher Fahrzeuge zum öffentlichen Straßenver-

kehr entschieden werden. Die Fahrzeuge wurden auf folgende Aspekte hin untersucht: Aktive und passive Sicherheit, Nutzerverhalten und Risikobewertung sowie zu nutzende Verkehrsfläche.

Aktive Sicherheit

Seitens der aktiven Sicherheit wurden mithilfe von fahrdynamischen Versuchen und technischen Untersuchungen Anforderungen erarbeitet, die ein angemessenes Maß an Fahrzeugsicherheit sicherstellen. Empfehlungen in Bezug auf die passive Sicherheit von Elektrokleinstfahrzeugen sollen ein Sicherheitsniveau gewährleisten, das dem heutiger Fahrzeuge ähnelt. Die subjektive Bewertung des Fahrverhaltens zeigte, dass Elektrokleinstfahrzeuge grundsätzlich sicher vom Fahrenden kontrollierbar sind, solange man bestimmte, vom Fahrzeug abhängige, fahrdynamische Grenzen einhält.

Hinsichtlich der Aspekte des Nutzerverhaltens wurden die Schutzausrüstung und das Kräfteverhältnis zu anderen Verkehrsteilnehmern bewertet. In Abhängigkeit von den vorgeschlagenen Fahrzeugkategorien gibt es Empfehlungen für die Benutzung entsprechender Verkehrsflächen. Das Konfliktpotenzial mit anderen Verkehrsteilnehmern sowie die Sicherheit bei Fahrten im öffentlichen Verkehr sollen insbesondere im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung durch die BAST zur tatsächlichen Nutzung solcher Fahrzeuge im Straßenverkehr evaluiert werden.

Prüfvorgaben zur Fahrdynamik von Elektrokleinstfahrzeugen

Zur sicheren Verwendung im Straßenverkehr werden für Fahr-



Exemplarische Testfahrzeuge

zeuge – insbesondere die selbstbalancierenden – fahrdynamische Mindestanforderungen empfohlen, um die von dieser neuen Technologie ausgehenden Risiken für die Fahrer und andere Verkehrsteilnehmer auf ein Minimum zu begrenzen. Bisher existierten solche Vorgaben an das Fahrverhalten der Elektrokleinstfahrzeuge nicht. In einer Folgestudie wurden daher Prüfvorgaben (Mindestanforderungen) für die Fahrdynamik von Elektrokleinstfahrzeugen inklusive Prüfprozedur für eine mögliche spätere Verwendung durch die technischen Dienste entworfen.

Versicherungskennzeichen für Elektrokleinstfahrzeuge

Die als Kraftfahrzeuge eingestuftten Elektrokleinstfahrzeuge unterliegen der Versicherungspflicht und benötigen deshalb ein auf die Fahrzeuge anwendbares Versicherungskennzeichen. Für den speziellen Anwendungsbereich wurden kleinere Kennzeichen konzipiert, die im Rahmen einer Untersuchung hinsichtlich der Erkennungsdistanz sowie Farbdifferenzierung betrachtet wurden.

Nationale Verordnung: eKFV

Das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) hat einen Entwurf für eine Verordnung über die Teilnahme von Elektrokleinstfahrzeugen mit Lenk- und Haltestange am Straßenverkehr – angelehnt an die Untersuchungsergebnisse der BAST, sowie einen weiteren Entwurf für eine Ausnahme-Verordnung zu Elektrokleinstfahrzeugen ohne diese Stange – in die Wege geleitet. Diese sollen den gesetzlichen Rahmen für die Nutzung bestimmter Elektrokleinstfahrzeuge im öffentlichen Straßenverkehr schaffen. Die BAST wurde beauftragt, die Einführung der Fahrzeuge wissenschaftlich zu begleiten. ■

Literatur

- [1] BIERBACH, M., ADOLPH, T., FREY, A., KOLLMUS, B., BARTELS, O., HOFFMANN, H., HALBACH, A.-L.: Untersuchung zu Elektrokleinstfahrzeugen, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Heft F 125, 2018

Hochautomatisiertes Fahren auf Autobahnen

Alexander Frey, Psychologe, Referat „Automatisiertes Fahren“ und Peter Lubrich, Bauingenieur, Referat „Vernetzte Mobilität“



Das Forschungsprojekt „Ko-HAF – Kooperatives, hochautomatisiertes Fahren“ zielt auf sicheres hochautomatisiertes Fahren bei Geschwindigkeiten bis 130 Kilometer pro Stunde auf Autobahnen ab. Das Fahrzeug übernimmt die kontinuierliche Längs- und Querregelung – also die Regelung der Geschwindigkeit und des Lenkwinkels. Die Fahrer müssen währenddessen das Fahrzeugverhalten und die Verkehrsumgebung nicht dauerhaft überwachen, sondern dürfen sich mit anderen Tätigkeiten beschäftigen. Allerdings müssen sie mit einem gewissen zeitlichen Vorlauf die Kontrolle und Steuerung des Fahrzeugs wieder übernehmen können.

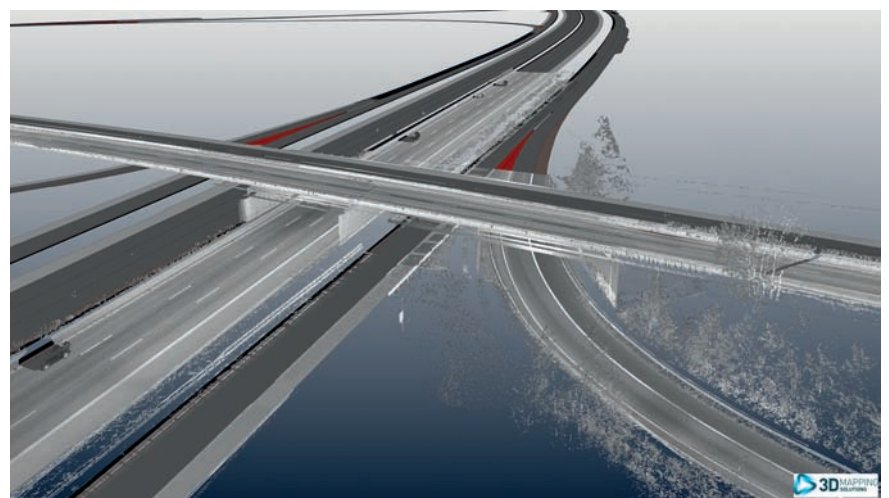
Für die technische Umsetzung einer hochautomatisierten Fahrfunktion ist die Fusion verschiedener fahrzeugeigener Sensorinformationen notwendig, aber nicht ausreichend. Diese Sensoren – beispielsweise Ultraschall, Kamera, Radar und Lidar – ermöglichen lediglich eine begrenzte Vorausschau auf die Verkehrssituation. Das Fahrzeug muss jedoch die Information über weit vorausliegende kritische Ereignisse auf der geplanten Route rechtzeitig erhalten – zum Beispiel ein verunfalltes Fahrzeug, ein Hindernis, eine Baustelle oder eine Fahrstreifenverengung. Nur so können Fahrer mit einer ausreichenden Zeitreserve den Hinweis bekommen, die manuelle Steuerung des Fahrzeugs zu über-

nehmen. Eine solche kooperative Vorausschau von hochautomatisierten Fahrzeugen wird in Ko-HAF durch den Safety Server ermöglicht.

Kooperatives, hochautomatisiertes Fahren

Andere Fahrzeuge, die bereits einen bestimmten Routenabschnitt passiert haben, stellen entsprechende Umfeldinformationen zur Verfügung. Per Mobilfunk werden diese Informationen an den Safety Server gesendet, verdichtet gespeichert und in eine digitale Straßenkarte eingebettet. Jedem hochautomatisierten Fahrzeug wird es so ermöglicht, auf die dort hinterlegten Informationen zum aktuellen Straßen- und Verkehrszustand zuzugreifen.

Die Straßenkarte ist damit ein wesentliches Element für den kooperativen Informationsaustausch. Sie entspricht einer hochgenauen, geschichteten digitalen Referenzkarte, die gemäß der aktuellen Strategie automatisiertes und vernetztes Fahren des BMVI [1] einen integrativen Teil der „intelligenten Straße“ darstellt.



Hochgenaue, geschichtete digitale Referenzkarte (Bild: 3D Mapping Solutions GmbH)

Ko-HAF hat ein Gesamtbudget von 36,3 Millionen Euro. Es wurde vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie im Rahmen des Programms „Neue Fahrzeug- und Systemtechnologien“ mit 16,9 Millionen Euro gefördert. Neben der BAST haben insgesamt 15 weitere Projektpartner aus Industrie, Wissenschaft und öffentlicher Hand von Juni 2015 bis November 2018 eng zusammengearbeitet.

Datenqualität

Neben der technischen Ausgestaltung des Safety Servers besteht die Herausforderung darin, die ausgetauschten Daten und Informationen mit einer hohen Qualität auszustatten, um das hochautomatisierte Fahren sicher und zuverlässig zu ermöglichen. Zunächst ist ein Grundverständnis für die zugehörigen Qualitätsanforderungen zu schaffen. Die BAST hat dafür ein Qualitätsmodell als Ansatz zur einheitlichen Beschreibung und Bewertung der Datenqualität in Ko-HAF entworfen. Das Qualitätsmodell umfasst Definitionen und Konzepte zu folgenden drei Ebenen:

- Qualitätsmerkmale
- Qualitätsanforderungen
- Qualitätsmethoden

Beispielsweise wurde die Datenaktualität als Qualitätskenngröße an verschiedenen Schnittstellen des Safety Servers referenziert. Nach erster Erkenntnis ist das Qualitätsmodell ein guter Ausgangspunkt für eine einheitliche Herangehensweise zur Qualität von Daten-Ökosystemen des hochautomatisierten Fahrens. Es bedarf jedoch weiterer Validierungen und Festlegungen seitens der beteiligten Akteure.

Datenschutz

Ein weiterer wichtiger Aspekt im Kontext des Datenaustauschs zwischen automatisierten Fahrzeugen und dem Safety Server ist der Datenschutz, vor allem hinsichtlich personenbeziehbarer Daten. Ein wichtiger Treiber für dieses Thema sind die rechtlichen Rahmenbedingungen, insbesondere in Bezug auf die Datenschutz-Grundverordnung (DS-GVO). Zur Sensibilisierung des Themas und zur Herleitung von datenschutzgerechten Lösungen hat die BAST mehrere Workshops mit den Ko-HAF-Projektpartnern veranstaltet. Hier wurden neben den rechtlichen Rahmenbedingungen die einzelnen Abläufe zur Datenerhebung und -verarbeitung hinsichtlich datenschutzrechtlicher Implikationen analysiert und datenschutzgerechte Lösungsansätze für die Realisierung konzipiert.

Mensch-Maschine-Interaktion

Besondere Bedeutung kommt beim hochautomatisiertem Fahren der menschlichen (Rück-)Übernahme der Fahrzeugsteuerung zu. Die BAST hat anhand zweier aufwendig angelegter empirischer Studien evaluiert,



EEG-Ableitung im BAST-Forschungsfahrzeug

wie sich der Fahrerszustand während des automatisierten Fahrens verhält. Der Fahrerszustand – beispielsweise der Ermüdungs- oder Aufmerksamkeitszustand – ist zum Zeitpunkt einer manuellen Übernahme der Fahrzeugsteuerung hoch sicherheitsrelevant. Für eine wissenschaftliche Untersuchung sollte das Ermüdungsverhalten von Probanden zwischen einer automatisierten Fahrt mit permanenter Überwachungsnotwendigkeit und einer hochautomatisierten Fahrt mit Bearbeitung motivierender Tätigkeiten verglichen werden. Von knapp 50 Probanden wurden Hirnströme zur Müdigkeitsmessung per EEG (Elektroenzephalografie) im Forschungsfahrzeug der BAST abgeleitet. Die Automatisierungsdauer auf einer monotonen Teststrecke betrug dabei mehr als 60 Minuten. Unter Berücksichtigung individueller Unterschiede im Ermüdungsverhalten zeigte sich im Mittel ein maximaler Anstieg der Müdigkeit nach etwa 20 Minuten Fahrzeit, wenn Probanden dauerhaft die Fahrt überwachen mussten. Hingegen konnte dieser Ermüdungsanstieg nicht festgestellt werden, wenn Probanden sich mit motivierenden Tätigkeiten während der hochautomatisierten Fahrt beschäftigten. Mit diesem Ansatz könnte der Fahrerszustand – bezogen auf die Ermüdung – auf einem für die

Übernahme der Fahrzeugsteuerung zu präferierenden Aufmerksamkeits-Level gehalten werden.

Fazit

Im Forschungsprojekt Ko-HAF konnten wichtige Erkenntnisse zur Sicherheitssteigerung hochautomatisierter Fahrfunktionen gewonnen werden. Grundlegende Forschungsfragen wurden hier erstmals – und bereits mit hoher Detaillierungstiefe – unter Anwendung der zuvor beschriebenen Untersuchungsmethoden beantwortet. Diese positive Resonanz wurde ebenfalls während der Abschlusspräsentation des Projekts im September 2018 geteilt. Hier hat die BAST das eingesetzte Forschungsfahrzeug und die ausgearbeiteten Ergebnisse einem interessierten Publikum vorgestellt. ■

Literatur

- [1] Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur: Bericht zum Stand der Umsetzung der Strategie automatisiertes und vernetztes Fahren, Berlin, 2017



www.ko-haf.de

Erneuerung der Abgasuntersuchung



Sigrid Limbeck, Verfahrensingenieurin, Referat „Emissionen im Kraftfahrzeugbereich“

Die erste Abgasuntersuchung für Kraftfahrzeuge in Deutschland wurde vor mehr als 30 Jahren eingeführt und danach regelmäßig in ihrer Ausführung angepasst. Heute basiert die Abgasuntersuchung (AU) auf der gesetzlichen Grundlage der EU-Richtlinie 2014/45/EU, welche durch die Straßenverkehrszulassungsordnung (StVZO) in nationales deutsches Recht umgesetzt wird. Sie erfolgt im Zuge der Hauptuntersuchung (HU) und wird von zugelassenen Prüfstellen oder Werkstätten durchgeführt.

Die Umweltbelastungen durch Emissionen der Fahrzeuge verändern sich stetig. Weiterentwicklungen im Bereich der Abgastechik, sowohl bei Motoren und Abgasnachbehandlungssystemen als auch der Messtechnik, ermöglichen den Einsatz neuer Messmethoden und Messgeräte. Aber nicht nur die Messtechnik sondern auch die Datenübermittlung von im Fahrzeug erzeugten Messdaten bietet eine Möglichkeit, die AU dem Stand der Technik anzupassen und gegebenenfalls sogar nur fahrzeugspezifisch bei Auffälligkeiten durchzuführen. Schwerpunkte aktueller BAST-Projekte liegen in der Weiterentwicklung der Partikelanzahlmessung für eine zukünftige AU und in der Entwicklung von Messmethoden zur Erfassung der Emissionen im fließenden Verkehr.

Die Partikelanzahlmessung ist ein etabliertes Messverfahren, das bei der Typgenehmigung aller Fahrzeuge angewendet wird und sehr aussagekräftig die emittierten Partikel bewertet. Dazu wird ein Teil der

Abgase – während einer Prüffahrt auf dem Rollenprüfstand oder auf einer Testfahrt auf der Straße – stark verdünnt in ein Messgerät eingesaugt und die Partikel mit einem Partikelzähler gezählt. Es werden Partikel in einem Bereich von 23 bis 100 Nanometer erfasst.

Dieses Verfahren soll jetzt auf die AU übertragen werden, um sicherzustellen, dass auch über die Lebensdauer eines Fahrzeugs die Partikelanzahl nicht signifikant ansteigt. Hierzu erarbeitet die BAST zusammen mit Prüfstellen einen neuen Testzyklus für die AU sowie den Vorschlag für einen Grenzwert. Bei der Messgeräteentwicklung, welche für die Anwendung der aktuellen Messgeräte bei einer AU erforderlich ist, werden die Hersteller durch die Physikalisch-Technische Bundesanstalt und die BAST begleitet.

Emissionsmessung im Fahrzeug – Datenübermittlung aus dem Fahrzeug

Zukünftig könnten alle Abgasemissionen im Fahrzeug selbst gemessen werden. Dazu ist es erforderlich, die Sensorik der Fahrzeuge zu erweitern, sodass zum Beispiel Stickoxide und Partikel direkt im Fahrzeug während der Fahrt gemessen, anschließend über eine Schnittstelle ausgelesen oder an eine externe Stelle übermittelt werden. Dieses Szenario betrifft Fahrzeuge, die noch in der Entwicklung sind. Die BAST arbeitet in einem Projekt zusammen mit einem externen Forschungsnehmer an diesen zukunftsorientierten Visionen der AU. Die Möglichkeiten der Veränderung sind hier tiefgreifend und müssen sowohl mit dem seit langem etablierten System der periodischen Überwachung als auch mit der Entwicklung der Fahrzeuge einhergehen. ■



Bild: Dominique Bruneton/PhotoAlto Agency RF Collections/Getty Images

Green NCAP

Uwe Ellmers, Physiker, Referatsleiter „Emissionen im Kraftfahrzeugbereich“



Die Verbraucherorganisation Euro NCAP (European New Car Assessment Programme) hat ihre Tätigkeiten auch auf das Gebiet der umweltrelevanten Aspekte von Fahrzeugen ausgedehnt. Eine hierfür eingerichtete technische Arbeitsgruppe hat im Rahmen einer Pilotphase Test- und Bewertungsprozeduren für eine vergleichende Bewertung der Umweltverträglichkeit von Pkw bezüglich Energieverbrauch und Emissionseigenschaften erarbeitet.

Die entwickelten Testprozeduren gehen dabei zum Teil bewusst deutlich über die der Typgenehmigung hinaus. Dabei werden Fahrzeuge mit unterschiedlichen Antrieben unter Bedingungen getestet, die sich sehr stark an den realen Fahrzuständen orientieren. Dazu hat man unter anderem bestehende Prozeduren wie den WLTC (Worldwide harmonized Light Vehicles Test Cycle) adaptiert und um weitere Komponenten wie den Autobahn-Zyklus erweitert, der höhere Geschwindigkeiten und Lasten abdeckt. Außerdem sind die Randbedingungen für reale Fahrten wie Masse, elektrische Verbraucher und Fahrwiderstände den natürlichen Gegebenheiten angepasst, sodass am Ende realitätsnähere Nutzungszustände beurteilt und bewertet werden.

Vergleichbare Ergebnisse

Um eine möglichst gute Vergleichbarkeit der Ergebnisse untereinander zu erhalten, werden die Messungen ausschließlich in dafür anerkannten Laboren durchgeführt. Die Labore haben dazu parallel einen Ringtest (Round Robin) durchlaufen, in dem



Bild: Green NCAP

sie ihre Eignung unter Beweis stellen mussten. In das Programm sind zurzeit acht anerkannte europäische Labore eingebunden.

Für die Beurteilung werden Messungen sowohl im Labor als auch auf der Straße mit den in Green NCAP erarbeiteten Fahr- und Messzyklen an unterschiedlichen Personenkraftfahrzeugen durchgeführt. Die Bewertung basiert auf zwei Säulen: den Emissionen und dem Kraftstoffverbrauch, beziehungsweise der Effizienz bei Fahrzeugen mit Elektroantrieb.

Die Ergebnisse der mittlerweile abgeschlossenen Pilotphase zeigen, dass es deutliche Unterschiede zwischen den Fahrzeugen gibt. Neben der Tatsache, dass Elektrofahrzeuge sehr gut abschneiden – hier wird allerdings nur der Energieverbrauch des Fahrzeugs bewertet, nicht die primäre Entstehung der Energie – erkennt man den Fortschritt bei den Euro 6d TEMP Fahrzeugen hinsichtlich der sehr geringen Emissionen auch unter Off-Cycle Bedingungen.

Kleinere Fahrzeuge mit kleinen Motoren haben dagegen unter Umständen Probleme bei den anspruchsvollen Tests, weil die Motoren hier im hohen Lastbereich arbeiten müssen und dann Emissionen und Verbrauch deutlich steigen können. Größere Fahrzeuge mit stärkeren Motoren kommen hier nicht so leicht an ihre Leistungsgrenzen, müssen jedoch das höhere Gewicht kompensieren.

Der Anspruch von Green NCAP ist, Fahrzeuge, die das Optimum aus Leistungsfähigkeit, Emissionen und Verbrauch/Effizienz schaffen, entsprechend gut zu bewerten. ■



www.greenncap.com



Verkehrssicherheit

Radverkehr und Verkehrssicherheit

Seniorinnen und Senioren im Straßenverkehr

Cannabis als Medikament

Unfallgeschehen schwerer Güterkraftfahrzeuge

20 Jahre Qualitätssicherung im Fahrerlaubniswesen



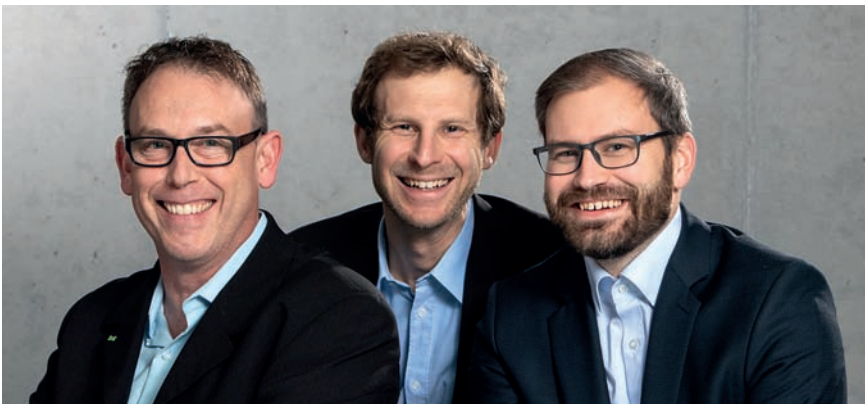
Radverkehr und Verkehrssicherheit

Maxim Bierbach, Maschinenbauingenieur, Referat „Aktive Fahrzeugsicherheit und Fahrerassistenzsysteme“

Benjamin Schreck, Verkehrsingenieur, Referat „Unfallanalyse und Sicherheitskonzeption, Verkehrsökonomie“

Oliver Zander, Ingenieur für Sicherheitstechnik, stellvertretender Referatsleiter „Passive Fahrzeugsicherheit, Biomechanik“

Radfahren liegt im Trend, im Mobilitätsverhalten nimmt dieser bundesweit leicht zu – in Metropolen sogar deutlicher [1]. Eine konsequente Förderung des Radverkehrs ist im Kontext von Klimaschutz, Lärmminimierung und Luftreinhaltung zu sehen. Dies gilt insbesondere für urbanisierte Räume mit ihren zunehmenden Problemen bei der Einhaltung der Emissionsgrenzwerte. Welches Potenzial die Radverkehrsförderung für den Klimaschutz sowie speziell für die zunehmende Nutzung von Elektrofahrzeugen und deren Umweltwirkung hat, wurde detailliert quantifiziert.



Von links: Oliver Zander, Maxim Bierbach und Benjamin Schreck

Maßnahmen – wie eine regelwerkskonforme Umgestaltung der bestehenden Radverkehrsanlagen oder Kampagnen zur Förderung des Radverkehrs – zeigen teilweise deutliche Wirkungen. Der zu erwartende steigende Radverkehrsanteil sowie die gesellschaftliche und politisch gewollte Attraktivitätssteigerung und Förderung des Radverkehrs erfordern weitere Forschungsaktivitäten, um die Entwicklung der Verkehrssicherheit im Radverkehr nicht weiter von der positiven Entwicklung der Verkehrssicherheit abzukoppeln. Dabei sind auch die demografische Entwicklung und die damit einherge-

hende Zunahme der Mobilität Älterer vorausschauend zu betrachten. Weitere Themen sind Radschnellwege, die Verbindungen über größere Entfernungen schaffen, Weiterentwicklungen in der Fahrzeugtechnik sowie die zunehmende Verbreitung der Sicherheitsausstattung.

Unfallgeschehen

In der langfristigen Entwicklung der Zahl der Radverkehrsunfälle sowie der dabei schwer- und leichtverletzten Radfahrer, zeigen sich seit dem Jahr 2000 relativ gleichblei-

bende Werte, teilweise sogar leichte Anstiege. Positiv hervorzuheben ist der langfristig deutliche Rückgang der Zahl der tödlich verunglückten Radfahrer, die seit 2010 bei etwa 380 Getöteten stagniert. Besonders auffällig ist der Anteil der Senioren an allen getöteten Radfahrern. Neben der charakteristischen Unfallkonstellation zwischen Radfahrer und einem weiteren Fahrzeug oder einem Fußgänger nimmt der Alleinunfall von Radfahrern ebenfalls einen besonderen Unfallanteil ein. Jeder vierte getötete Radfahrer stirbt bei einem Verkehrsunfall ohne andere Beteiligung. Unfälle zwischen Radfahrern und

Güterkraftfahrzeugen spielen anteilmäßig nur eine nachgeordnete Rolle, weisen jedoch sehr häufig schwerste und tödliche Verletzungen auf. Die Zahl der Pedelec-Unfälle sowie der verunglückten Pedelec-Fahrer steigt kontinuierlich an. Ein großer Teil des Anstiegs ist dabei auf die stark steigenden Verkaufszahlen von Pedelecs 25 sowie deren zunehmende Nutzung zurückzuführen. Auch hier sind überproportional Senioren betroffen.

Routenwahl

Eine Pilotstudie widmete sich der Routenwahl und der Infrastrukturnutzung. In der Befragung gaben die Radfahrer eine Präferenz für vom Kfz-Verkehr getrennte Radwege an. Hingegen wurde bei der Beobachtung des Fahrverhaltens am häufigsten die Nutzung der Straße, teilweise auch die illegale Nutzung der Gehwege, beobachtet. Dies kann unter anderem mit einem lückenhaften Ausbau der Radverkehrsinfrastruktur oder durch unvollständige Radverkehrsnetze erklärt werden. Insgesamt ist die Wegelänge der wichtigste Faktor für die Routenwahl. Allerdings wurden bei einem Fünftel der gewählten Routen auch Umwege in Kauf genommen, weil Alternativrouten als sicherer empfunden werden. Die gewonnenen Erkenntnisse sind wichtige Grundlagen für Kommunikationsmaßnahmen.

Infrastruktur

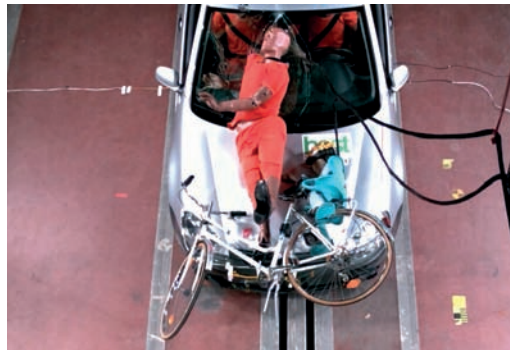
Für die Förderung des Radverkehrs in Städten ist ein attraktives und sicheres Radverkehrsnetz unabdingbar. Die BAST hat zur Überarbeitung der einschlägigen Planungs-

richtlinien umfangreiche Forschung mit hoher Praxisbeteiligung für verkehrstechnische, bauliche und verkehrsregelnde Maßnahmen und deren Wirksamkeit durchgeführt. Neben den Führungsformen – wie Radfahrstreifen und Radwege – hat sich mit der bundesweiten Förderung von Radschnellwegen ein neues Instrument etabliert: Radschnellwege sind direkte Verbindungen im Radverkehrsnetz mit einer zu erwartenden besonders hohen Verkehrsnachfrage, vorwiegend für den Alltagsradverkehr – insbesondere für Berufs- und Pendlerverkehre. Sie sind in der Regel getrennt von Flächen anderer Verkehrsarten und müssen besondere Mindestanforderungen hinsichtlich Linienführung, Querschnitt und Knotenpunktgestaltung erfüllen. Die BAST entwickelt neben dem praxisorientierten Verfahren zur Potenzialermittlung derzeit die sicherheitsrelevanten Elemente weiter.

Sicherheitsausstattung und Schutzausrüstung

Neben der Entwicklung der „Abbiegeassistentensysteme für Lkw“ (siehe Seite 12) hat die BAST an der Weiterentwicklung der Testprotokolle des Verbraucherschutzprogramms Euro NCAP (European New Car Assessment Programme) mitgewirkt. Darin adressieren seit 2018 zwei verschiedene Szenarien Pkw-Notbremssysteme, die Kollisionen mit Radfahrern verhindern oder abmildern sollen.

Die BAST untersuchte auch Möglichkeiten zur Verbesserung von fahrerseitigen Maßnahmen zum Schutz von Radfahrern bei einer Kollision. Bei Anprallversuchen mit dem Komponentenprüfverfahren ist es möglich, durch eine rückwärtige Erweiterung des Kopfaufschlagbereichs bis mindestens zur Dachvorderkante und weiterer Versuchspara-



Links: Dummy eines Fahrradfahrers für das Testen von Notbremssystemen
Rechts: Kopfaufprall eines Dummies auf Windschutzscheibe

meter, einen Großteil der durch den Anprall auf die Fahrzeugfront hervorgerufenen schweren Kopfverletzungen von Fahrradfahrern entsprechend abzubilden. Die persönliche Schutzausrüstung – wie der Fahrradhelm – hat sich etabliert. Studien der BAST zufolge kann die auf den Kopf des Radfahrers wirkende Belastung durch das Tragen eines Helmes um über 60 Prozent reduziert werden.

Interdisziplinäres Sicherheitsforschungsprogramm

Die Verschiebung der Verkehrsmittelwahl hin zum nichtmotorisierten Verkehr kann einen wesentlichen Beitrag zu einer umweltfreundlicheren Mobilität liefern. Weitere Forschungsaktivitäten in den Bereichen Mensch, Sicherheitsausstattung und Infrastruktur sind nötig, um verschiedene Fragen und potenzielle Probleme analysieren und bewerten zu können. Hauptanliegen ist es, weitere wissenschaftliche Grundlagen und Maßnahmen für die Förderung verkehrssicheren Verhaltens von Radfahrern zu schaffen. Vor diesem Hintergrund gilt der Entwicklung der Verkehrssicherheit eine besondere Aufmerksamkeit, da die Radfahrer einen hohen Anteil der schwersten und schweren Personenschäden am Gesamtunfallgeschehen aufweisen. Das interdisziplinäre Sicherheitsforschungsprogramm „Radverkehrs-

sicherheit auf Innerortsstraßen“ der BAST widmet sich diesem Schwerpunktthema mit über 25 nationalen und internationalen Projekten und einer eigenen abteilungsübergreifenden Arbeitsgruppe. Durch die Anpassungsfähigkeit des Forschungsprogramms können praxisrelevante und neue Fragestellungen schneller aufgegriffen und untersucht werden, um die Verkehrssicherheit im Radverkehr weiter zu erhöhen. ■

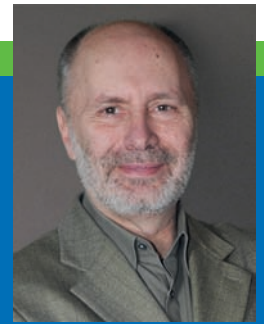
Literatur

[1] BMVI 2018:14 ff., Mobilität in Deutschland, Kurzreport, Verkehrsaufkommen – Struktur – Trends, www.mobilitaet-in-deutschland.de



Radschnellwegabschnitt mit vier Meter breiter Radverkehrsfläche

Seniorinnen und Senioren im Straßenverkehr



Dr. Hardy Holte, Psychologe, Referat „Verkehrspsychologie, Verkehrspädagogik“

Aufgrund des demografischen Wandels hat sich die BAST in den vergangenen Jahren schwerpunktmäßig Fragen der Sicherheit und Unfallgefährdung älterer Verkehrsteilnehmer gewidmet. Im vergangenen Jahr wurden zwei umfangreiche Forschungsarbeiten zu diesem Schwerpunktthema abgeschlossen: Eine Übersichtsarbeit, die den aktuellen Stand der Forschung zur Verkehrssicherheit Älterer aufzeigt und mögliche Maßnahmen zur Verbesserung deren Verkehrssicherheit diskutiert [1] sowie eine empirische Studie, die der Identifikation von besonders gefährdeten älteren Pkw-Fahrern dient [2].

Studie zum demografischen Wandel

Daten zur Unfallverwicklung sowie zentrale Erkenntnisse zu Mobilitätsbedürfnissen, zu altersbegleitenden

fahrrelevanten Funktionsveränderungen und zu Kompensationsmechanismen älterer Fahrer wurden zusammengetragen und bewertet. Es zeigte sich, dass die Gesamtgruppe der Fahrer ab 65 Jahren im Vergleich zu jüngeren Altersgruppen deutlich weniger an Unfällen mit Personenschaden beteiligt ist. Der Anteil der ab 65-Jährigen an der Gesamtgruppe der im Straßenverkehr Verunglückten beträgt 12,6 Prozent und ist – gemessen an einem Bevölkerungsanteil von 21,1 Prozent – deutlich unterrepräsentiert. Dennoch ist durch die demografische Entwicklung eine Zunahme der Anzahl von Unfallbeteiligten zu erwarten. Darüber hinaus spielt die stärkere Verletzbarkeit Älterer eine wichtige Rolle bei der Einschätzung der Verkehrssicherheit dieser Gruppe. Mit einem hohen Anteil von 28,3 Prozent sind die ab 65-Jährigen in der Gruppe aller bei einem Verkehrsun-

fall getöteten Pkw-Insassen deutlich überrepräsentiert.

National und international publizierte Studien belegen, dass mit zunehmendem Alter sensorische, kognitive und motorische Fähigkeiten zwar nachlassen, durch ein entsprechendes strategisches oder auch taktisches Verhalten in der Regel jedoch sehr gut kompensiert werden können – zum Beispiel durch Wahl der Strecke oder Geschwindigkeit. Auch die Nutzung von Fahrerassistenzsystemen kann diesen Anpassungsprozess begünstigen.

Das Ausmaß der Leistungseinbußen fällt individuell sehr unterschiedlich aus und hängt sehr stark vom Gesundheitsstatus einer Person ab. Wie einige Studien zeigen, ist das kalendarische Alter alleine kein hinreichendes Kriterium, um Ältere zu einer Untersuchung ihrer Fahreignung zu verpflichten. Es sollte stattdessen primär darum gehen, Ältere in ihrem Entscheidungsprozess zu unterstützen und sie für mögliche Gefahren im Straßenverkehr zu sensibilisieren. Aber auch das Hinweisen auf mögliche Sicherheitspotenziale – beispielsweise Erfahrung, Lernfähigkeit, Sicherheitsbedürfnis – und auf mögliche Kompensationsstrategien ist zielführend. Als geeignete Maßnahmen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit dieser Verkehrsteilnehmergruppe gehören sowohl gezielte Trainings und Schulungen als auch eine verstärkte Einbindung der Hausärzte. Als sinnvoll wird die Einführung eines Kennzeichnungssystems für Medikamente angesehen, das Beeinträchtigungen des Fahrvermögens hervorhebt. Auf



Westend61 / Getty Images

fahrzeugtechnischer Ebene bieten Assistenzsysteme älteren Fahrern eine mögliche Unterstützung, sofern sie selbsterklärend sind und nicht zu einer Überforderung führen.

Studie SENIORLIFE

Um ältere Fahrer für die spezifischen Gefahren im Straßenverkehr zu sensibilisieren und sie in ihren Mobilitätsentscheidungen zu unterstützen, ist ein maßgeschneiderter Zuschnitt unterschiedlichster Anspracheformen erforderlich. Das wiederum setzt die genaue Kenntnis derjenigen psychologischen Faktoren voraus, die einen bedeutsamen Einfluss auf das Entscheidungs- und Fahrverhalten dieser Gruppe ausüben. Die aktuelle SENIORLIFE-Studie der BAST [2] liefert hierzu neue Erkenntnisse. Grundlegend für diese Studie ist eine Repräsentativbefragung von 2.066 Personen ab 55 Jahren.

Eine Clusteranalyse führte zur Identifikation von sechs Lebensstilgruppen von Seniorinnen und Senioren, den:

- Anregungen suchenden Typ (12,9 Prozent),
- antisozialen Typ (19,6 Prozent),
- sozial engagierten Typ (11,9 Prozent),
- kritischen Typ (14,6 Prozent),
- häuslichen Typ I (18,7 Prozent) und
- häuslichen Typ II (22,3 Prozent).

Der Lebensstil von Seniorinnen und Senioren wurde über die bevorzugten Freizeitaktivitäten, die Filmvorlieben, die Wohnungseinrichtung sowie die persönlichen Werthaltungen definiert.

Die höchste Gefährdung als Autofahrer besteht für den „antisozialen Typ“ und den „Anregungen su-



Paul Bradbury/Caiaimage/Getty Images

chenden Typ“. In der erstgenannten Gruppe lag der Anteil der an einem Unfall beteiligten Personen bei etwa zwölf Prozent, in der zweitgenannten Gruppe bei knapp 14 Prozent. Befinden sich beide Lebensstilgruppen in einer relativ günstigen Lebenslage und verfügen über ausreichend finanzielle Ressourcen, kann sich der Anteil der Unfallbeteiligung bei beiden sogar auf knapp 17 Prozent erhöhen. Das hängt einerseits mit der größeren Zahl gefahrener Kilometer im Jahr zusammen, andererseits auch mit dem stärker ausgeprägten Risikoverhalten, der deutlich positiveren Kompetenzeinschätzung und einer stärkeren Bindung an das Auto.

Mit zunehmendem Alter werden Kompensationsmechanismen deutlicher erkennbar und spiegeln sich insbesondere in Lebensstilgruppen mit hohem Durchschnittsalter und häufiger berichteten körperlichen oder psychischen Beschwerden wider – insbesondere im häuslichen Typ I. Sie finden ihren Niederschlag in verkehrssicherheitsrelevanten Erwartungen, im berichteten Fahrverhalten, in den wahrgenommenen Verhaltensänderungen beim Vergleich zwischen früher und heute sowie auch in den wahrgenommenen Änderungen der Lebensumstände im Vergleich zu früher. Diese Gruppen fallen außerdem durch die

geringsten prozentualen Anteile an Unfallbeteiligten auf.

Die Ergebnisse dieser Studie sprechen dafür, dass bei der Entwicklung und Umsetzung von Verkehrssicherheitsmaßnahmen für ältere Autofahrer der Fokus thematisch nicht einseitig auf mögliche alters- oder krankheitsbedingte Leistungseinbußen gerichtet sein sollte, sondern auch diejenigen Merkmale in Betracht gezogen werden sollten, die für den Anregungen suchenden Typ oder den antisozialen Typ charakteristisch sind. ■

Literatur

[1] SCHUBERT K., GRÄCMANN N., BARTMANN A.: Demografischer Wandel – Kenntnisstand und Maßnahmenempfehlungen zur Sicherung der Mobilität älterer Verkehrsteilnehmer, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Heft M 283, 2018

[2] HOLTE, H.: Seniorinnen und Senioren im Straßenverkehr – Bedarfsanalysen im Kontext von Lebenslagen, Lebensstilen und verkehrssicherheitsrelevanten Erwartungen, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Heft M 285, 2018



Ist eine sichere Teilnahme am Straßenverkehr möglich?

Viele Krankheiten können die sichere Verkehrsteilnahme beeinflussen oder sogar ausschließen. Oftmals kann durch eine medikamentöse Therapie die Fähigkeit zum sicheren Führen eines Kraftfahrzeugs wiederhergestellt werden. Jedoch kann die Einnahme eines Medikaments auch die Fahrsicherheit beeinträchtigen.

Ob Patienten Kraftfahrzeuge führen dürfen, muss daher im Einzelfall betrachtet werden. Alle Verkehrsteilnehmer sind selbst dafür verantwortlich, nur dann am Verkehr teilzunehmen, wenn andere nicht gefährdet werden. Hierfür ist eine kompetente Beratung durch behandelnde Ärzte unerlässlich. Patienten müssen in der Lage sein, ihre Fahrsicherheit zuverlässig einzuschätzen und dann nicht zu fahren, wenn sie nicht fahrsicher sind.

Bei einer guten medikamentösen Einstellung kann es mit und durch die Therapie möglich sein, ein Fahrzeug wieder sicher zu führen. Dies trägt zum Mobilitätserhalt und zur Teilhabe am sozialen Leben maßgeblich bei.

Zu den Medikamenten, die die Fähigkeiten zum Führen eines Kraft-

fahrzeuges wiederherstellen können, gehört auch Cannabis, das – beispielsweise bei Multipler Sklerose oder starken Schmerzen – verschrieben werden kann, wenn andere Therapien nicht zum Erfolg führten.

Da Cannabis auch missbräuchlich konsumiert wird, führte die 2017 in Deutschland eingeführte Verschreibungs- und Erstattungsfähigkeit von Cannabisblüten als Medikament zu erheblichen Unsicherheiten, wie im Straßenverkehrsrecht und in der polizeilichen Praxis mit diesen Patienten umzugehen ist – obwohl seit Jahren cannabisbasierte Medikamente in Deutschland therapeutisch eingesetzt werden.

Im Auftrag des BMVI befasst sich die BAST daher mit der Frage, wann Cannabispatienten sicher fahren können, ob und wie das zu überprüfen ist, und wie eine ordnungsgemäße Therapie zum Beispiel bei einer polizeilichen Kontrolle von einer missbräuchlichen Einnahme derselben Substanz unterschieden werden kann.

Expertengespräch

Die BAST hat im Mai 2018 ein Expertengespräch „Cannabis als Medikament und Fahreignung“ in der BAST durchgeführt. Teilnehmer waren therapeutisch tätige Ärzte, die Cannabis als Medikament einsetzen, Vertreter der deutschen Gesellschaft für Verkehrsmedizin und der Deutschen Gesellschaft für Verkehrspsychologie sowie Vertreter der Verwaltung und des Bundesverkehrsministeriums.

Diskutiert wurde, wie bei der Anordnung von Überprüfungen und bei der Durchführung von Untersuchungen zur Prüfung der Fahreignung vorgegangen werden sollte, um einerseits die Mobilität der Patienten zu gewährleisten, andererseits aber eine Gefährdung der Straßenverkehrssicherheit auszuschließen, wenn im Einzelfall das sichere Führen eines Fahrzeugs nicht möglich ist.

Ausnahme: verschriebenes Medikament

Das Straßenverkehrsgesetz regelt, dass das Fahren unter Einfluss bestimmter Substanzen – darunter auch Cannabis – als Ordnungswidrigkeit geahndet wird. Dies gilt aber nicht, wenn der Wirkstoff ordnungsgemäß als verschriebenes Medikament eingenommen wird. Diese Ausnahme ist begründet, weil ein Wirkstoff bei der Einnahme zur Therapie einer Erkrankung nicht genauso wirkt wie bei einem Gesunden und die Einnahme zudem regelmäßig und unter ärztlicher Kontrolle erfolgt. Jedoch ist nicht jeder Patient mit Medikation grundsätzlich und jederzeit fahrsicher.

Für die Verkehrssicherheit ist es unerlässlich, dass jeder Patient selbstständig und eigenverantwortlich prüft, ob eine sichere Teilnahme am Straßenverkehr möglich ist. Ärzte, Apotheker und Arzneimittelhersteller sind verpflichtet, entsprechende Informationen bereitzustellen und die Patienten zu beraten, denn nur dann können Patienten verantwortlich handeln. ■



Withthaya Prasongsin/Moment/Getty Images

Unfallgeschehen schwerer Güterkraftfahrzeuge



Tobias Panwinkler, Geograph, Referat „Unfallanalyse und Sicherheitskonzeption, Verkehrsökonomie“

Statusbericht als Grundlage für zukünftige Forschung

Verkehrsunfälle, an denen schwere Güterkraftfahrzeuge (sGkFz) beteiligt sind, bergen durch den Größen- und Massenunterschied zu anderen Fahrzeugen ein erhöhtes Gefahrenpotenzial. Schwere Güterkraftfahrzeuge werden jedoch im Rahmen der polizeilichen Unfallaufnahme nicht separat codiert. Die BAST analysierte nun das Unfallgeschehen von sGkFz und erstellte einen umfassenden Statusbericht.

Unfallstatistik

Im Jahr 2015 ereigneten sich in Deutschland 11.261 Unfälle mit Personenschaden unter Beteiligung eines sGkFz, das entspricht vier Prozent aller Straßenverkehrsunfälle mit Personenschaden. Bei diesen Unfällen wurden 524 Personen getötet, das sind 15 Prozent aller bei Straßenverkehrsunfällen Getöteten.

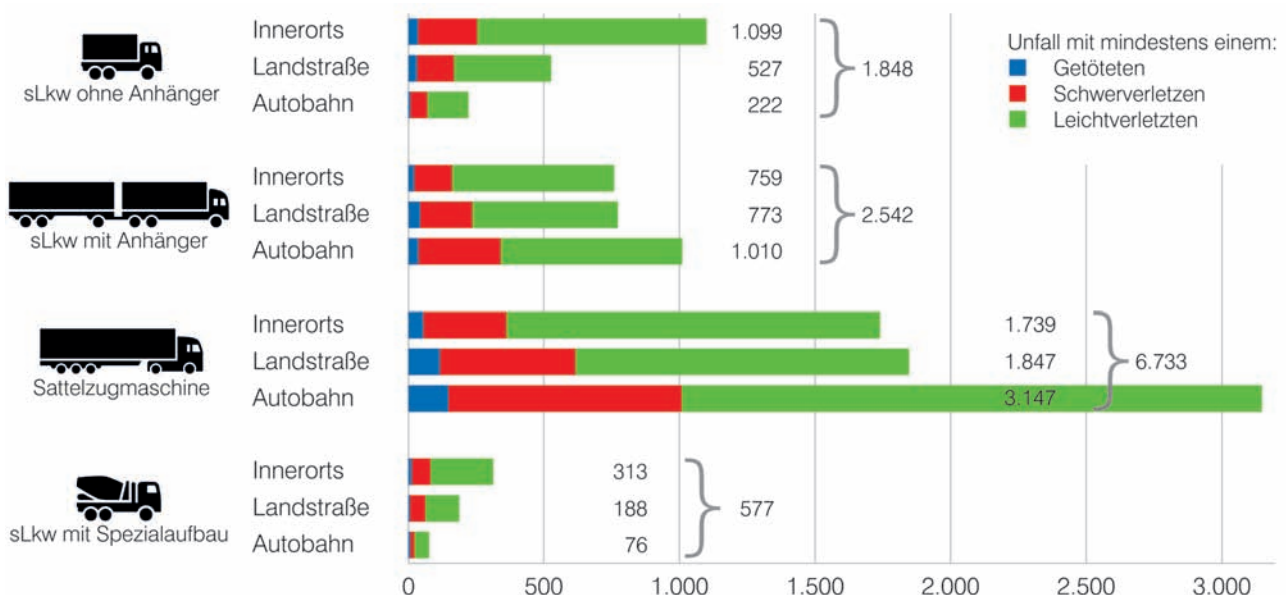
Bei mehr als zwei Drittel der Unfälle gibt es einen zweiten Beteiligten, am häufigsten einen Pkw. Aus der Gruppe der ungeschützten Verkehrsteilnehmer waren insbesondere Fahrradfahrer an Unfällen mit sGkFz beteiligt. Bei knapp einem Viertel der sGkFz-Unfälle waren drei und mehr Beteiligte involviert, die Unfallschwere war hier am höchsten.

Analyse des Unfallgeschehens

Da nicht alle sGkFz gleichermaßen an Unfällen beteiligt sind, erfolgte eine Bestimmung von vier Teilgruppen. Unterschieden wurde zwischen Sattelzugmaschinen (SZM), schweren Lkw (sLkw) mit Anhänger oder ohne Anhänger (oA) sowie schweren Lkw mit Spezialaufbau. Zur weiteren Reduzierung von sGkFz-Unfällen erscheint es notwendig, für

die vier Teilgruppen unterschiedliche Schwerpunkte zu setzen. Die Strukturanalyse des Unfallgeschehens von sGkFz lieferte zudem drei Themen, die in mehreren Unfallszenarien zusammengefasst und im Detail untersucht wurden. Die Szenarien Auffahr-Unfälle, Unfälle an Knotenpunkten sowie Spurverlassen-Unfälle decken dabei drei Viertel aller Unfälle unter Beteiligung eines sGkFz ab. Somit liegt das größte Potenzial darin, Maßnahmen zu entwickeln, die auf diese Szenarien abzielen – etwa der Einsatz von Fahrassistenzsystemen.

Die Studie wurde als Grundlage für die Entwicklung solcher Maßnahmen und für weitere Forschung in diesen Szenarien erstellt. Daten und Analysen liefern die Basis für weitere Arbeiten – etwa für die Forschung zu Notbremsystemen. ■



Straßenverkehrsunfälle mit Personenschaden unter Beteiligung mindestens eines schweren Güterkraftfahrzeugs in Deutschland 2015 nach sGkFz-Gruppen, Ortslagen und Unfallkategorien (Summe der vier Gruppen entspricht nicht der Anzahl sGkFz Unfälle; ein Unfall unter Beteiligung eines sLkw oA und einer SZM ist ein sGkFz-Unfall, jedoch auch ein sLkw Unfall oA und ein SZM-Unfall)

20 Jahre Qualitätssicherung im Fahrerlaubniswesen

Dr. Astrid Bartmann, Psychologin, Bärbel Dietz, Psychologin, Günter Kölzer, Pädagoge, Angelika Schlüter, Verwaltungswirtin, Sandra-Bianca Schmidt-Arndt, Psychologin, Ellen Schulz, Bürokauffrau, Hans-Jörg Seifert, Pädagoge, stellvertretender Referatsleiter, Monika Stumpf, Psychologin, Anke Wieners, Rechtsanwaltsfachangestellte, Manfred Weinand, Psychologe, Referatsleiter Referat „Begutachtungsstelle Fahrerlaubniswesen“

Die BAST blickt mittlerweile auf 20 Jahre erfolgreiche Qualitätssicherungsarbeit im Fahrerlaubniswesen zurück. Die rechtlichen Grundlagen hierfür wurden Anfang 1999 mit der Änderung des Straßenverkehrsgesetzes (StVG) und der neuen Fahrerlaubnis-Verordnung (FeV) geschaffen. Danach mussten die Träger von Begutachtungsstellen für Fahreignung, die Träger, die Kurse zur Wiederherstellung der Kraftfahreignung durchführen, und die Technischen Prüfstellen (Bereich Fahrerlaubnisprüfung) als eine Voraussetzung für ihre amtliche Anerkennung oder Zulassung eine Akkreditierung durch die BAST nachweisen. Zur Wahrnehmung der Akkreditierungsaufgaben wurde am 1. Juni 1998 in der Abteilung „Verhalten und Sicherheit im Verkehr“ der BAST die Organisationseinheit „Akkreditierungsstelle Fahrerlaubniswesen“ eingerichtet. Ziele der Akkreditierung im Fahrerlaubniswesen durch die BAST waren die Sicherung einer gleichmäßig hohen Dienstleistungsqualität und einer bundesweiten Einheitlichkeit der Bezugsnormen und Bewertungsmaßstäbe.

Begutachtung durch die BAST

Im Zuge der Neuordnung der Akkreditierung und Marktüberwachung

in der Europäischen Union mit Gründung der Deutschen Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS) als einzige nationale Akkreditierungsstelle hat das Bundesverkehrsministerium die BAST beauftragt, ab dem 1. Januar 2010 Begutachtungen durchzuführen.

Die Umbenennung der „Akkreditierungsstelle Fahrerlaubniswesen“ in „Begutachtungsstelle Fahrerlaubniswesen“ sowie die entsprechenden gesetzlichen Änderungen erfolgten im gleichen Jahr. Im Zuge der Zehnten Verordnung zur Änderung der FeV und anderer straßenverkehrsrechtlicher Vorschriften wurden im Jahr 2014 die bis dahin auf der Homepage der BAST veröffentlichten Begutachtungsverfahren und fachlichen Anforderungen an die zu begutachtenden Organisationen in Richtlinien überführt, die als Grundlage für die fachliche Begutachtung der BAST in § 72 Absatz 2 FeV rechtlich verankert sind.

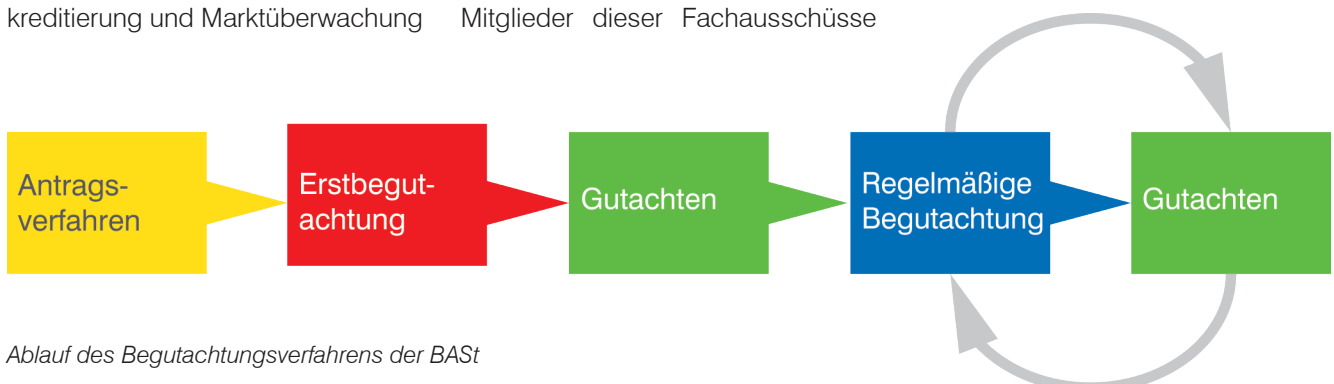
Bei ihren Qualitätssicherungsaufgaben wird die Begutachtungsstelle der BAST in Fach- und Verfahrensfragen durch die drei Fachausschüsse „Begutachtung der Fahreignung“, „Kurse zur Wiederherstellung der Kraftfahreignung“ und „Fahrerlaubnisprüfung“ beraten. Mitglieder dieser Fachausschüsse

sind unter anderem Vertreter der begutachteten Stellen, Verkehrsjuristen, unabhängige Fachexperten und Behördenvertreter.

Das Begutachtungsverfahren der BAST umfasst nach Abschluss der Antragsprüfung die Erstbegutachtung (Unterlagenprüfung, Begutachtung vor Ort) und die nachfolgenden regelmäßigen Begutachtungen vor Ort. Das Intervall für die regelmäßigen Begutachtungen vor Ort hängt von der Qualität und Stabilität der jeweiligen Dienstleistung ab und darf zwei Jahre nicht überschreiten.

Stichproben

Bei Trägern von Begutachtungsstellen für Fahreignung werden zusätzlich rund drei Monate nach Tätigkeitsaufnahme, im Jahr nach Beginn der Tätigkeit und anschließend in der Regel alle zwei Jahre Stichproben der amtlich veranlassenen medizinisch-psychologischen Gutachten von der BAST überprüft. Darüber hinaus können die nach Landesrecht für die amtliche Anerkennung oder Aufsicht zuständigen Behörden in begründeten Fällen dem Träger oder der Technischen Prüfstelle aufgeben, sich einer Be-



Ablauf des Begutachtungsverfahrens der BAST

gutachtung aus besonderem Anlass durch die BAST zu unterziehen. Über die Ergebnisse der jeweiligen Begutachtungen fertigt die BAST ein Gutachten und übersendet dieses dem begutachteten Träger oder der begutachteten Technischen Prüfstelle sowie den nach Landesrecht für die amtliche Anerkennung oder Aufsicht zuständigen Behörden.

Im Jahr 2018 hat die BAST im Rahmen ihres gesetzlichen Auftrags bei 27 der in § 72 FeV genannten Organisationen Begutachtungen vor Ort und bei acht Trägern von Begutachtungsstellen für Fahreignung zusätzlich eine größere Stichprobe der amtlich veranlassten medizinisch-psychologischen Gutachten überprüft.

Die BAST gewährleistet neben der erforderlichen Fachkompetenz zur Durchführung der Begutachtungen im Fahrerlaubniswesen auch die für eine Qualitätssicherung im gesetzlich geregelten Bereich unabdingbare Vertraulichkeit, Unabhängigkeit und Unparteilichkeit. Ihre Begutachtungen, die eine der Voraussetzungen für die amtliche Anerkennung oder Zulassung der von ihr begutachteten Stellen durch die nach Landesrecht zuständigen Behörden sind, haben sich als Instrument der Qualitätssicherung bewährt.

Die mit der externen Qualitätssicherung einhergehende Kontrolle stellt nicht nur sicher, dass die jeweiligen Stellen nach einheitlichen Verfahrensweisen und Entscheidungsgrundlagen arbeiten, sondern fördert auch das Vertrauen in die Dienstleistungen und deren kontinuierliche Verbesserung. Zudem bieten sich mit der fachlichen Begutachtung der in § 72 FeV genannten Träger und Technischen Prüfstellen durch die



Von oben links: Günther Kölzer, Manfred Weinand, Hans-Jörg Seifert, Angelika Schlüter, Dr. Astrid Bartmann, Monika Stumpf, Sandra-Bianca Schmidt-Arndt, Bärbel Dietz, Anke Wieners und Ellen Schulz

BAST zusätzliche Möglichkeiten für ein gemeinsames und koordiniertes Vorgehen aller Beteiligten zur Einführung von Optimierungsmaßnahmen auf diesen wichtigen Sektoren der Verkehrssicherheitsarbeit. ■



Verkehrstechnik

Digitale Autobahn: Harmonisierung – Erprobung – Einführung
Dynamisches Verkehrsmanagement
Innovatives Werkzeug zur Unterstützung der Unfallkommissionen
Neue Richtlinien für mehr Verkehrssicherheit
Vielfältige Anforderungen an Schutzeinrichtungen
Verkehrsträgerübergreifender Immissions- und Naturschutz
BIM im Bundesfernstraßenbereich
Fingerabdruck von Fahrbahnmarkierungen



Digitale Autobahn: Harmonisierung – Erprobung – Einführung

Tobias Reiff, Wirtschaftsingenieur und Karen Scharnigg, Bauingenieurin, Referat „Verkehrsbeeinflussung und Straßenbetrieb“



C-Roads

Eine neue Generation von Diensten im Bereich der Verkehrsbeeinflussung wird derzeit im Rahmen von C-Roads Germany, als Teil der europäischen C-Roads Plattform, in einer realen Verkehrsumgebung getestet und implementiert. Das Projekt hat im Jahr 2016 begonnen und ist bis Ende 2020 angesetzt. Es wird im Zusammenhang mit dem Förderauftrag „Connecting Europe Facility“ von der europäischen Kommission kofinanziert. Kooperative Intelligente Verkehrssysteme (C-ITS: Cooperative Intelligent Transport Systems) basieren auf einer kabellosen bidirektionalen Kommunikation zwischen Infrastruktur und Fahrzeugen. Diese Technologie ermöglicht, im Vergleich zu der bereits weit verbreiteten kollektiven Verkehrsbeeinflussung wie Wechselverkehrszeichenanlagen, einen direkten Einfluss auf die Verkehrsteilnehmer. Auf europäischer Ebene werden die Schnittstellen harmonisiert, sodass eine nahtlose Kommunikation über Landesgrenzen hinweg ermöglicht wird. In Deutschland werden bis Ende 2019 alle acht in der Tabelle aufgeführten Dienste erprobt. Im Jahre 2020 wird es europaweite Cross-Tests geben, um die Interoperabilität der Dienste länderübergreifend sicherzustellen.

Zur Erprobung dieser Dienste werden in den beiden deutschen Piloten insgesamt 52 Streckenstationen und 18 Fahrzeuge mit der entsprechenden Technologie ausgestattet. Die gemeinsame technische Schnittstelle basiert auf der kabellosen Nahbereichskommunikationstechnologie ETSI ITS-G5. Die meisten Dienste

lassen sich durch die Nutzung von zwei Nachrichtentypen realisieren: die Statusmeldung CAM (Cooperative Awareness Message) und die Warnmeldung DENM (Decentralized Environmental Notification Message). Die von den Fahrzeugen in kurzen regelmäßigen Abständen gesendete CAM kann infrastrukturseitig empfangen werden und ergänzt die traditionell ermittelten Daten zur Verkehrslage – zum Beispiel mittels Induktionsschleifen. Die DENM werden von der Infrastrukturseite – beispielsweise Straßenbetriebsdienstfahrzeugen oder Streckenstationen – an die relevanten Fahrzeuge übermittelt und ermöglichen eine frühzeitige Warnung der Verkehrsteilnehmer, um ihnen eine rechtzeitige Reaktion auf besondere Ereignisse und ein Anpassen des Fahrverhaltens zu ermöglichen.

Cooperativer ITS Korridor

Als eine erste Anwendung von kooperativen Verkehrssystemen wird der Dienst Road Works Warning (RWW) zur Warnung vor Arbeitsstellen kürzerer Dauer (AkD) imple-

mentiert. Dabei werden Verkehrsteilnehmer, die sich einer AkD nähern, frühzeitig über die fahrzeugeigenen Anzeigesysteme informiert. Die Information erfolgt ergänzend zur statischen Beschilderung der AkD. Die direkte Kommunikation zwischen straßenseitiger Verkehrsleittechnik und Fahrzeugen ermöglicht Verkehrsteilnehmern vorausschauender und sicherer zu fahren, da sie frühzeitig über mögliche Gefahren informiert werden.

Die im Rahmen des C-ITS Korridors entwickelte kooperative Anwendung der Arbeitsstellenwarnung hat im Probetrieb auf ausgewählten Autobahnabschnitten durch Hessen Mobil gezeigt, dass sich die bis dato nur im Kontext von Forschungs- und Pilotprojekten getroffenen Annahmen auch unter realen Verkehrsbedingungen und den Einsatzbedingungen des Straßenbetriebsdienstes bestätigen. Die dabei erzielten Kommunikationsreichweiten wurden durchweg als ausreichend bewertet, um den Verkehrsteilnehmer rechtzeitig vor AkD zu warnen. Die Ergebnisse zeigen, dass die

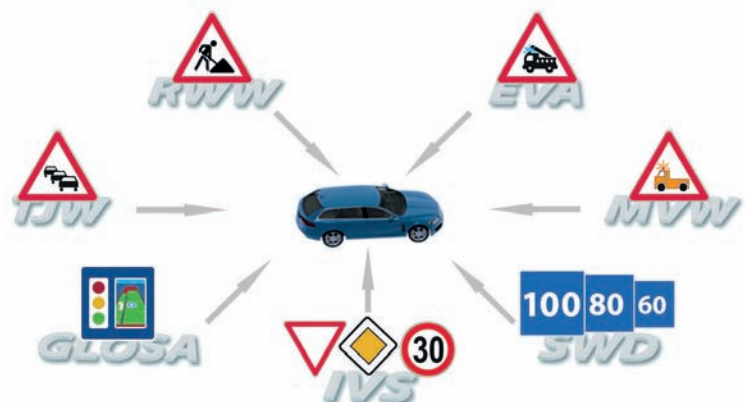


Bild: © CAR 2 CAR Communication Consortium

ETSI ITS-G5-Technologie für die Nahbereichskommunikation im Straßenverkehr einen Reifegrad erreicht hat, der die allgemeine Einführung von kooperativen Systemen und deren Regelbetrieb möglich macht.

Digitales Testfeld Autobahn (DTA)

Um weitere Systemideen im Zusammenhang mit automatisiertem und vernetztem Fahren sowie der intelligenten Infrastruktur erproben zu können, wurde 2015 das „Digitale Testfeld Autobahn“ (DTA) durch das Bundesverkehrsministerium initiiert. Die Einrichtung und der Betrieb erfolgen gemeinsam mit dem Freistaat Bayern, dem Verband der Automobilindustrie (VDA) und dem Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien (bitkom). Das DTA wurde auf einem circa 140 Kilometer langen Abschnitt der BAB A9 zwischen Nürnberg und München installiert. Die Untersuchungen auf dem Testfeld unterteilen sich in die zwei thematischen Bereiche „Automatisiertes und Vernetztes Fahren“ und „Intelligente Infrastruktur“. Im Bereich „Intelligente Infrastruktur“ werden verschiedene Maßnahmen zur intelligenten Infrastruktur erprobt und weiterentwickelt, um das Potenzial der digitalisierten Straße umfassend ausschöpfen zu können. Die Maßnahme „Strategisches Routing“ gehört zu diesem Themenbereich. Ziel ist, Verkehrslenkungsstrategien der öffentlichen Hand für handelsübliche Navigationssysteme zur Verfügung zu stellen. Es sollen hierbei die Anzeigen und Inhalte von Streckenbeeinflussungsanlagen und Wechselwegweisern in digitaler Form der Automobilindustrie und über den Mobilitätsdaten Marktplatz (MDM) auch privaten Diensteanbietern zur Verfügung gestellt werden. ■

	<p>Roadworks Warning (Baustellenwarnung)</p>	<p>Im Vorfeld einer Arbeitsstelle erhalten die Fahrer eine Meldung mit relevanten Informationen über die Arbeitsstelle. Die Fahrer werden auf die Gefahrenstelle aufmerksam gemacht und können somit frühzeitig entsprechend reagieren.</p>
	<p>Probe Vehicle Data (Nutzung von Fahrzeugdaten für die Verbesserung der Verkehrslageerkennung)</p>	<p>Der Dienst beruht auf Fahrzeugdaten, die regelmäßig in kurzen zeitlichen Abständen an die Infrastruktur gesendet werden. Die Daten werden verarbeitet und dienen als Grundlage für weitere Dienste der Verkehrsbeeinflussung.</p>
	<p>Traffic Jam Ahead Warning (Stauendewarnung)</p>	<p>Auf Grundlage der gesendeten Fahrzeugdaten können Stauenden genau lokalisiert und die Fahrer im Vorfeld eines Stauendes entsprechend gewarnt werden.</p>
	<p>GLOSA Green Light Optimal Speed Advisory (Grüne Welle Assistent)</p>	<p>Die Fahrer erhalten individuelle Geschwindigkeitsempfehlungen, um innerorts den Verkehrsfluss zu optimieren und effiziente Fahrweisen zu ermöglichen.</p>
	<p>In Vehicle Signage (Verkehrszeichendarstellung im Fahrzeug)</p>	<p>Den Fahrzeugen werden Informationen über statische und dynamische Verkehrszeichen direkt zur Verfügung gestellt.</p>
	<p>Shockwave Damping (Verminderung von Stauausbreitung im Autobahnnetz)</p>	<p>Auf Grundlage der aktuellen Verkehrslage werden den Verkehrsteilnehmern Geschwindigkeitsempfehlungen angezeigt, die den Verkehrsfluss harmonisieren und die Stauausbreitung vermeiden sollen.</p>
	<p>Emergency vehicle Approaching (Einsatzfahrzeug-Warnung)</p>	<p>Die Einsatzfahrzeuge (zum Beispiel Feuerwehr, Rettungswagen) senden im Einsatzfall einen Warnhinweis an die betroffenen Fahrzeuge, um Unfälle zu vermeiden und die Bildung einer Rettungsgasse zu optimieren.</p>
	<p>Maintenance Vehicle Warning (Straßenbetriebsdienstfahrzeug Warnung)</p>	<p>Straßenbetriebsdienstfahrzeuge (beispielsweise Winterdienstfahrzeuge) senden Warnhinweise an umliegende Fahrzeuge, um Unfälle zu vermeiden.</p>

Piktogramme: ITS mobility GmbH

Dynamisches Verkehrsmanagement



Bentje Flick, Meteorologin, Referat „Umweltschutz“

Zur Einhaltung der Immissionsgrenzwerte der 39. Bundes-Immissionsschutzverordnung (BImSchV) werden bei der Aufstellung von Luftreinhalteplänen Minderungsmaßnahmen festgelegt. In den letzten Jahren wird hierbei vermehrt das umweltsensitive Verkehrsmanagement (UVM) eingesetzt. UVM-Systeme aktivieren Maßnahmen zur Reinhaltung der Luft dynamisch nur dann, wenn aktuelle Messwerte oder prognostizierte Grenzwertüberschreitungen auf Basis des erwarteten Verkehrsaufkommens und der lokalen Umweltsituation eine Senkung der Immissionsbelastung erfordern.

Im Forschungsprojekt „Dynamisches Umweltsensitives Verkehrsmanagement“ untersuchten Experten Aspekte unter anderem zu Wirksamkeit, Aufbau, den notwendigen Abstimmungs- und Anpassungsprozessen mit Verkehrsmanagementsystemen sowie Komplexität und Akzeptanz bereits bestehender UVM-Systeme.

Dazu wurden die Systeme in Braunschweig, Potsdam, Erfurt und in der Lutherstadt Wittenberg sowie eine Autobahn-Verkehrsbeeinflussungsanlage in der Steiermark in Österreich im Detail analysiert.

Ergebnisse

Die Befragung der Betreiber und Auftraggeber der etablierten UVM-Systeme zeigte, dass Behörden, die Wirtschaft und Bürger die Systeme schätzen und akzeptieren, und diese einen entsprechenden Beitrag zu einer Minderung der Luftschadstoffbelastung leisten können.

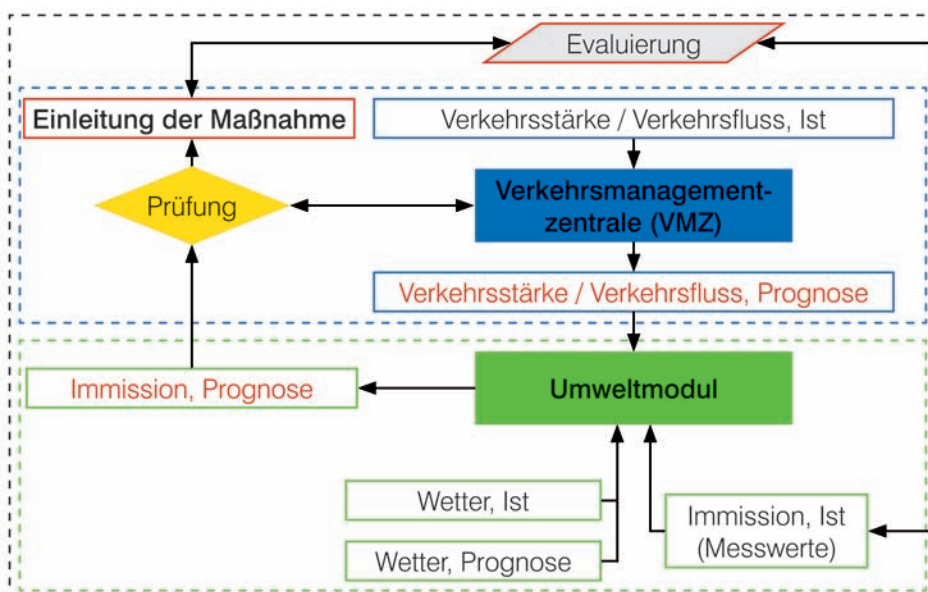
Durch den gezielten Einsatz dynamischer UVM-Maßnahmen, wie Verkehrsverflüssigung und Zuflussdosierung, ergaben sich in den Untersuchungsgebieten für Hotspots bezüglich des NO_2 -Jahresmittelwertes Minderungen von bis zu circa sieben Prozent. Bei dem Einsatz eines dynamisch geschalteten Lkw-

Verbotessowie einer Lkw-Umleitung konnte die Überschreitung des PM_{10} -Tagesmittelwertes um zwei Überschreitungstage reduziert werden. Die immissionsmindernde Wirkung der UVM-Maßnahmen wird dabei nicht nur von den lokalen Gegebenheiten, den meteorologischen und verkehrlichen Bedingungen, sondern auch vom Restriktionsgrad der UVM-Maßnahme selbst sowie deren Aktivierungsrate bestimmt. Ziel des umweltsensitiven Ansatzes wird es daher sein, Schwellenwerte zur Auslösung von Maßnahmen sowie Maßnahmenwirkungen bestmöglich abzustimmen.

Das Forschungsprojekt zeigt auch die große Bandbreite der untersuchten UVM-Systeme hinsichtlich Umfang und Komplexität. Einfachere Systeme können jedoch schrittweise erweitert und verbessert sowie mit bereits bestehenden Verkehrsmanagementsystemen gekoppelt werden.

Angepasst an die jeweils vorhandenen, lokalen Gegebenheiten besteht zudem die Möglichkeit, nicht nur einzelne Hotspots, sondern auch Teilnetze bis hin zu gesamtstädtischen Netzen in ein UVM-System einzubinden. So können solche Systeme nicht nur zu einer lokalen, sondern auch zu einer gesamtstädtisch bilanzierten Verringerung der Luftschadstoffbelastung beitragen.

Die Ergebnisse des Forschungsprojekts wurden in Entscheidungsschemata zum Aufbau und Einsatz von UVM-Systemen und -Maßnahmen zusammengefasst. ■



Funktionsschema eines Verkehrsmanagements mit integrierter umweltsensitiver Verkehrssteuerung (eigene Darstellung in Anlehnung an FGSV 2014:2, Wirkung von Maßnahmen zur Umweltentlastung)

Innovatives Werkzeug zur Unterstützung der Unfallkommissionen

Dr. Marco Irzik, Bauingenieur, stellvertretender Referatsleiter
„Straßenentwurf, Verkehrsablauf, Verkehrsregelung“



Erklärtes Ziel der Europäischen Union und der Bundesregierung ist, die Anzahl der im Straßenverkehr Getöteten und Schwerstverletzten weiterhin drastisch zu senken. Helfen soll dabei das Sicherheitsmanagement für die Straßenverkehrsinfrastruktur.

Unfallkommissionen

Unfallkommissionen spielen hierbei eine wichtige Rolle. Sie haben bundesweit die Aufgabe, Stellen im Straßennetz zu erkennen, an denen Unfälle gehäuft auftreten. Es gilt die spezielle Situation zu bewerten und Maßnahmen zur Beseitigung der Unfälle zu beschließen. Dies können bauliche oder verkehrsregelnde Maßnahmen sein. Die Unfallkommission muss auch sicherstellen, dass die beschlossenen Maßnahmen umgesetzt werden und eine Wirkungskontrolle erfolgt.

Grundlage für die Arbeit der Unfallkommissionen ist das Merkblatt zur Örtlichen Unfalluntersuchung in Unfallkommissionen (M Uko 2012), das den ersten Teil des alten Merkblatts zur Auswertung von Straßenverkehrsunfällen – Führen und Auswerten von Unfalltypen-Steckkarten (MAS-1, Ausgabe 2003) – abgelöst hat.

Seit Anfang 2016 ist auch der zweite Teil des Merkblatts zur Auswertung von Straßenverkehrsunfällen aktualisiert: Maßnahmen gegen Unfallhäufungen (MAS-2, Ausgabe 2001). Dazu wurden im Rahmen eines Forschungsprojekts der BAST die bisher aus dem Merkblatt bekannten Maßnahmen überprüft, aktualisiert und mit neueren Maßnahmen in einem webbasierten Maßnahmen-

katalog gegen Unfallhäufungen – kurz MaKaU – zusammengeführt.

Offene und geschlossene Bereiche

Wie im bisherigen Blätterkatalog enthält der MaKaU eine Aufstellung von möglichen Maßnahmen zur Bekämpfung von Unfallhäufungen. Dieser Bereich kann von der Öffentlichkeit eingesehen werden. Weitergehende Funktionen für die Arbeit der Unfallkommissionen sind jedoch registrierten Nutzern in einem aus Gründen des Datenschutzes geschlossenen Bereich vorbehalten, beispielsweise die Analyse des Unfallgeschehens an einer konkreten Örtlichkeit mit EDV-gestützter Maßnahmenempfehlung und abschließender Wirksamkeitsüberprüfung.

Innovatives Werkzeug

Diese innovative Arbeitshilfe ist dabei als lernendes System konzipiert. Neue Maßnahmen können einfach hinzugefügt und die Wirksamkeit alter und neuer Maßnahmen auf Basis der Ergebnisse der von MaKaU unterstützen Wirksamkeitsüberprüfungen laufend aktualisiert werden. Bei einer weitverbreiteten Anwendung würden nach einer Qualitätsüberprüfung so den Nutzern in regelmäßigen Abständen aktuelle – und im weiteren zeitlichen Verlauf valide – Maßnahmen zur Verfügung stehen.

Pilotphase

Im Rahmen eines zweiten BAST-Forschungsprojekts haben ausgewählte Unfallkommissionen den anwendungsreifen Prototyp des MaKaU in einer Pilotphase getestet. Auf Basis der Hinweise, Anmerkungen sowie Verbesserungsvorschläge der Pilotanwender konnte die innovative Webapplikation dann zu einer vollwertigen Arbeitshilfe weiterentwickelt werden.



Ausblick

Nach Abschluss der Pilotphase wurde der MaKaU 2018 den Ländern zur Verfügung gestellt. Diese können nach der Installation des Arbeitsbereichs auf einem Landesserver dann die Unfallkommissionen ihres Landes für die Benutzung freischalten. Das nun entwickelte Web-Tool ist bei einer weiten Verbreitung ein weiterer Beitrag zur Verbesserung der Verkehrssicherheit in Deutschland. ■



makau.bast.de

Neue Richtlinien für mehr Verkehrssicherheit

Dr. Marco Irzik, Bauingenieur, stellvertretender Referatsleiter und Bernhard Kollmus, Verkehrsingenieur, Referat „Straßenentwurf, Verkehrsablauf, Verkehrsregelung“, Dr. Thomas Jähig, Verkehrsingenieur, bis Sommer 2018 Referat „Straßenentwurf, Verkehrsablauf, Verkehrsregelung“, jetzt Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft und Arbeit
Dr. Jan Ritter, Bauingenieur, Referat „Straßenausstattung“

Oftmals sind die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der BAST im Rahmen ihrer Gremientätigkeiten maßgeblich an der Erarbeitung neuer oder aktualisierter Regelwerke beteiligt und bringen hierbei aktuelle Forschungsergebnisse ein. Im Berichtszeitraum konnten zwei Regelwerke an den neuesten Stand der Forschung angepasst und unter Berücksichtigung der Erfahrungen und Anforderungen aus der Praxis weiterentwickelt werden. Beide Regelwerke dienen insbesondere der Verbesserung der Verkehrssicherheit und sollen dabei helfen, die von der Bundesregierung gesteckten Ziele im Bereich der Verkehrssicherheit zu erreichen.

Richtlinien für das Sicherheitsaudit von Straßen

Beim Sicherheitsaudit von Straßen handelt es sich um ein Verfahren des Sicherheitsmanagements für die Straßeninfrastruktur. Dabei sollen Planungen von Straßen und zukünftig auch bestehende Straßen hinsichtlich optimaler Gestaltung bezüglich der Verkehrssicherheit durch unabhängige Auditoren überprüft

und eventuell identifizierte Defizite aufgezeigt werden, um darauf entsprechend reagieren zu können. Der Grundgedanke hinter dem Sicherheitsaudit ist, dass eine Straßenplanung nicht allein deshalb bereits ein Optimum an Sicherheit für die Verkehrsteilnehmer bietet, wenn alle Mindestvorgaben der Entwurfsregelwerke eingehalten werden. Hinzu kommt, dass eine Planung immer das Ergebnis eines Abwägungsprozesses zwischen den verschiedenen Ansprüchen darstellt – zum Beispiel aus Umweltbelangen oder im Hinblick auf den Verkehrsablauf und die Kosten.

Mit den „Empfehlungen für das Sicherheitsaudit von Straßen (ESAS)“ der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) wurde 2002 erstmalig ein Regelwerk zum Sicherheitsaudit in Deutschland veröffentlicht. Ende 2017 hat der zuständige Arbeitsausschuss der FGSV unter der Leitung der BAST die weiterentwickelten „Richtlinien für das Sicherheitsaudit von Straßen (RSAS)“ auf der Grundlage neuester Forschungsergebnisse vorgelegt. Neben dem etablierten

Planungsaudit enthalten die RSAS nun auch ein Sicherheitsaudit im Bestand. Dieses kann anlassbezogen sowohl präventiv als auch reaktiv durchgeführt werden. Anwendungsgebiete sind unter anderem Sicherheitsüberprüfungen unfallauffälliger Streckenabschnitte oder der bestehenden Straßeninfrastruktur im Vorfeld von anstehenden Erhaltungsmaßnahmen oder Ersatzneubauten. Letztere werden derzeit häufig allein bestandsorientiert durchgeführt und dadurch Möglichkeiten zur Verbesserung der Verkehrssicherheit im Zuge der Erhaltungsmaßnahme nicht ausgeschöpft. Bei zukünftigen Erhaltungsmaßnahmen sollen durch Sicherheitsaudits im Bestand die bestehenden Verbesserungspotenziale in der Straßeninfrastruktur mit maßvollem Aufwand identifiziert und im Zuge der Erhaltungsmaßnahme umgesetzt werden.

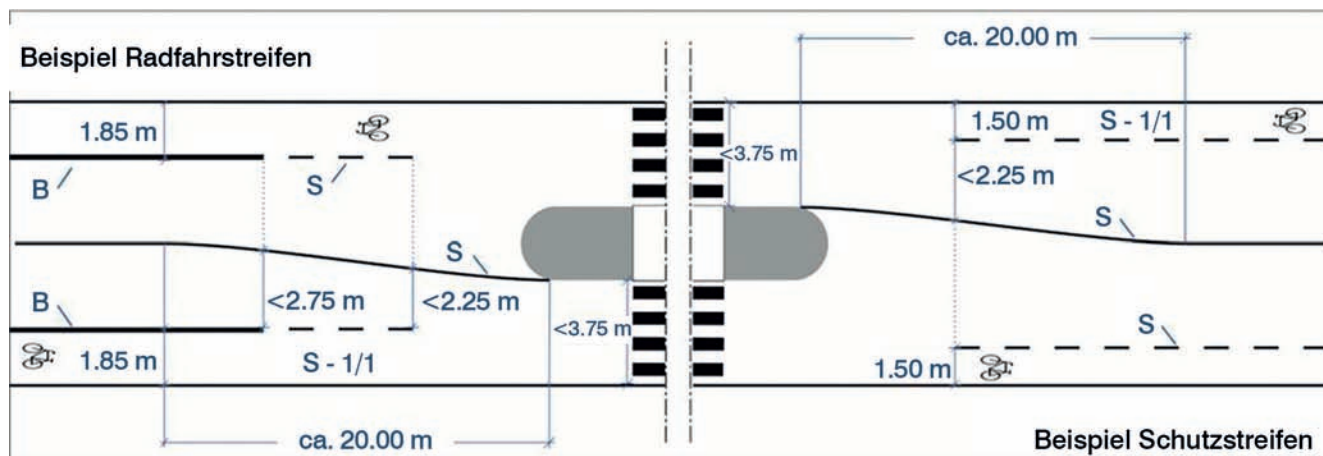
Richtlinien für die Markierung von Straßen

Die derzeit noch gültigen „Richtlinien für die Markierung von Straßen (RMS)“ wurden erstmalig im Jahre 1980 veröffentlicht. Da die RMS in wesentlichen Aspekten nicht mehr den heutigen Gegebenheiten und Anforderungen entsprechen, haben die zuständigen Gremien der FGSV diese grundlegend überarbeitet.

Die Überarbeitung der RMS zielte auf die Aktualisierung hinsichtlich zwischenzeitlich erfolgter Änderungen in der Straßenverkehrsordnung (StVO) und der Verwaltungsvorschrift zur StVO (VwV-StVO). So bilden die RMS durch den Verweis in der VwV-StVO auf die RMS das Bindeglied



Von links: Dr. Marco Irzik, Bernhard Kollmus und Dr. Jan Ritter



Markierung von Fußgängerüberwegen an Verkehrsinseln bei unterschiedlichen Radverkehrsführungen

zwischen dem entwurfstechnischen Regelwerk und den verkehrsrechtlichen Vorgaben. Da die Markierung von verkehrsrechtlicher Relevanz ist, wurden die Begrifflichkeiten an die StVO und VwV-StVO angeglichen. Der Entwurf wurde außerdem intensiv mit dem Bund-Länder-Fachausschuss „StVO“ (BLFA-StVO) und dem zuständigen Gremium der FGSV abgestimmt.

Ein weiterer Schwerpunkt der Überarbeitung war die Anpassung der RMS an die grundlegend neue Struktur des Entwurfsregelwerks von den früheren sektoralen Richtlinien hin zu den integrierten Richtlinien für die Straßenarten Autobahn, Landstraße und Stadtstraße. Im Ergebnis der Überarbeitung stehen für jede Straßenart eigenständige und damit speziell auf die Anforderungen der jeweiligen Straßenart angepasste Teile der RMS zur Verfügung. Dabei behandeln die RMS die Markierung von Straßen, die nach den Richtlinien für die Anlage von Autobahnen (RAA), Landstraßen (RAL) oder Stadtstraßen (RASt) geplant sind und setzen die verkehrsrechtlichen Vorgaben markierungstechnisch um. Regelpläne zeigen den grundlegenden Einsatz von Markierungen am Beispiel typischer Entwurfs-situationen. Die Unterschiede zum

Entwurfsregelwerk erläutern eine Vielzahl von Beispielen und Regelplänen.

Weiterhin wurden im Rahmen der Überarbeitung technische Weiterentwicklungen, wie die Markierung von Schutzstreifen für den Radverkehr oder die Markierung von Kreisverkehren, in die RMS aufgenommen. Das Bild zeigt beispielhaft die Markierung von Fußgängerüberwegen an Verkehrsinseln bei unterschiedlichen Radverkehrsführungen.

Für die RMS-Teile der Autobahnen und Stadtstraßen sind alle Abstimmungen mit den Ländern und mit anderen Gremien innerhalb der FGSV weitgehend abgeschlossen. Der RMS-Teil Landstraßen hat Anfang November 2018 die Länderanhörung durchlaufen, die Auswertung und Einarbeitung der Rückmeldungen und die finalen Abstimmungen mit den zuständigen Gremien schließen sich an. ■



Beim neuen Bestandsaudit sind Ortsbesichtigungen obligatorisch, selbst in den frühen Phasen des Planungsaudits sind sie nur in begründeten Ausnahmefällen entbehrlich

Vielfältige Anforderungen an Schutzeinrichtungen

Susanne Schmitz, Bauingenieurin, Janine Kübler, Bauingenieurin, Referatsleiterin und Linda Meisel, Verkehrsingenieurin, Referat „Straßenausstattung“



Schutzeinrichtungen an Straßen sollen das Abkommen von Fahrzeugen von der Fahrbahn verhindern, um schwere Unfallfolgen zu vermeiden. Hier steht neben dem Insassenschutz – Verminderung der Unfallschwere – auch der Schutz Dritter im Vordergrund, zum Beispiel der Gegenverkehr oder Fußgänger. Um diese Aufgaben zu erfüllen, ergeben sich aus den variierenden örtlichen Randbedingungen entlang des Streckennetzes vielfältige Anforderungen. Zur Ermittlung des Leistungsvermögens der Schutzeinrichtungen werden diese in standardisierten Anprallversuchen nach der europäischen Prüfnorm DIN EN 1317 getestet. Die daraus ermittelten Leistungsmerkmale – Aufhaltestufe, Wirkungsbereich, Anprallheftigkeit – dienen als wesentliche Eigenschaft bei der Auswahl von geeigneten Schutzeinrichtungen für eine bestimmte Einbausituation. Daneben spielen häufig jedoch noch weitere Eigenschaften der Schutzeinrichtungen eine wichtige Rolle, um diese sicher und fachgerecht innerhalb der jeweiligen Örtlichkeit einsetzen zu können. Hier stehen Fragen der Kompatibilität der Schutzeinrich-

tungen untereinander, der Umgang mit besonderen Einbausituationen sowie die Erforderlichkeit von Zusatzeinrichtungen im Vordergrund.

Kompatibilität

Nicht nur die Schutzeinrichtungen selbst, sondern auch deren Verbindungen untereinander – die Übergangskonstruktionen – müssen verkehrssicher und bei einem Anprall leistungsfähig sein. Die Anforderungen an Übergangskonstruktionen wurden daher von der BAST in den „Technischen Liefer- und Prüfbedingungen für Übergangskonstruktionen zur Verbindung von Schutzeinrichtungen“ (TLP ÜK 2017) formuliert. Neben der Gewährleistung einer kraftschlüssigen Verbindung werden hier auch Aspekte wie die Wirkungsweise der beiden Schutzeinrichtungen, das Fahrzeugverhalten im Fall eines Anpralls sowie konstruktive Merkmale betrachtet, zum Beispiel kontinuierlicher Steigungsverlauf oder gleichmäßiger Übergang von Höhe und Breite. Übergangskonstruktionen werden auf der Grundlage der TLP ÜK begutachtet. Sie dürfen eingesetzt werden, wenn sie die Anforderungen erfüllen. So wird ein wesentlicher Beitrag geleistet, um den Einsatz von untereinander kompatiblen Schutzeinrichtungen mit sicheren Verbindungen in der Praxis zu gewährleisten.

Besondere Einbausituationen

Schutzeinrichtungen werden unter anderem aus Gründen der Vergleichbarkeit der Versuchsergebnisse in der Geraden und in ebenem Ge-

lände geprüft. Die Einbausituationen in der Realität, insbesondere an Landstraßen, weichen hiervon jedoch oft stark ab. Bei Ausrundungen aufgrund von Einmündungen oder bei besonders kurzen Schutzeinrichtungen stellt sich die Frage, inwieweit die Prüfergebnisse auf diese Situationen übertragen werden können. Derzeit werden daher von der BAST in Kooperation mit den Straßenbauverwaltungen der Länder sowie der Industrie diese besonderen Situationen analysiert und Anforderungen für besondere Einbausituationen abgeleitet, um auch hier künftig den Einsatz von geeigneten und verkehrssicheren Lösungen zu unterstützen.

Zusatzeinrichtungen

Für Zusatzeinrichtungen an Schutzeinrichtungen – wie Schilderhalter, Aufsatzleitpfosten, Blendschutz oder Kurvenleittafeln – gibt es derzeit keine verbindlichen Anforderungen, die eine verkehrssichere Gestaltung und Ausführung gewährleisten. Dies führt dazu, dass heute diverse Konstruktionen in der Praxis zum Einsatz kommen, deren Gefährdungspotenziale nicht bekannt sind. Um zu vermeiden, dass diese zu einer Gefährdung für Verkehrsteilnehmer werden, hat eine Arbeitsgruppe die bisherigen Erfahrungen der Straßenbauverwaltungen der Länder sowie der Industrie gesammelt und zu Anforderungen und Empfehlungen zusammengefasst. Diese Empfehlungen sollen dazu beitragen, dass Zusatzeinrichtungen möglichst verkehrssicher konstruiert und anhand von bundeseinheitlichen Vorgaben an den verschiedenen Schutzeinrichtungen befestigt werden können. ■



Übergangskonstruktion zur Verbindung von verschiedenen Schutzeinrichtungen

Verkehrsträgerübergreifender Immissions- und Naturschutz

Dr. Pia Bartels, Biologin und Dr. Fabio Strigari, Physiker, Referat „Umweltschutz“



Lärm und Natur halten sich nicht an administrative Grenzen oder Zuständigkeiten, deshalb dürfen Immissions- und Naturschutz nicht isoliert betrachtet werden. Der verkehrsträgerübergreifende Ansatz steht im Fokus des BMVI-Expertennetzwerks.

Neue Herausforderungen durch gebietsfremde Pflanzen

Verkehrsbegleitflächen unterliegen keiner produktionsorientierten Nutzung und bergen ein großes Potenzial, positiv zur biologischen Vielfalt beizutragen. Andererseits kommen viele gebietsfremde Pflanzen oft auf Verkehrsbegleitflächen vor und breiten sich entlang dieser aus. Einige dieser Arten sind schnell- und hochwüchsig, schwer zu entfernen oder gesundheitsgefährdend. Sie können deshalb ein Risiko für den Verkehr oder den Betriebsdienst darstellen. Um eine verlässliche Einschätzung über das Vorkommen von problematischen Arten auf Verkehrsbegleitflächen und über bisherigen Pflegemaßnahmen zur Kontrolle und Beseitigung zu erhalten, wurde eine Onlineumfrage an die Straßenbetriebsdienststellen der Bundesländer und die Außenbezirke der DB Netz AG versandt. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass die Problematik bundesweit bei beiden Verkehrsträgern vorhanden ist und dass vielerorts eine zum Teil aufwendige Bekämpfung betrieben wird. Für beide Verkehrsträger besonders problematisch sind Herkulesstaude und Japanischer Staudenknocherich, die zu gesundheitlichen Problemen und Sichtbehinderungen führen. An der Schiene führen außerdem die ge-

wöhnliche Robinie und der Götterbaum zu Bauwerksschäden. Bisherige Kontrollmaßnahmen führen nur in seltenen Fällen zu einer vollständigen und dauerhaften Entfernung der Bestände. Es ist daher erforderlich, Pflegerichtlinien zu entwickeln, die einerseits das Etablieren und Ausbreiten problematischer Arten verhindern sowie die Anforderungen aus dem Naturschutz berücksichtigen und andererseits mittel- bis langfristig zur Arbeits- und Kostenentlastung bei der Unterhaltung bestehender und der Planung zukünftiger Infrastruktureinrichtungen beitragen.

Auf dem Weg zu einer Gesamtlärmbeurteilung

Wie aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse aus der Lärmwirkungsforschung zeigen, gehören die Auswirkungen von Lärm mit zu den dringendsten Umweltproblemen unserer Zeit. Aufgrund der stetigen Verdichtung von Verkehrsnetzen erlebt ein Großteil der Menschen eine Belästigung durch verkehrsbedingten Lärm – nicht selten durch mehr als eine Lärmquelle. Die Gesamtlärmbeurteilung, also die Überlagerung der Geräuschimmissionen verschiedener Verkehrsträger, ist ein hochaktuelles Forschungsfeld des BMVI-Expertennetzwerks und wird von Vertretern des Straßen-, Schienen-, Schiffs- und Luftverkehrs begleitet. Ziel ist es, eine praktikable Methodik für die verkehrsträgerübergreifende Bewertung komplexer Lärmsituationen zu identifizieren und darauf aufbauend einen Maßnahmenkatalog mit Handlungsempfehlungen für optimierte Lärmschutzentscheidungen zu erhalten, die nicht nur

auf die Minderung einer einzelnen Quelle abzielen. Im Rahmen des Forschungsprojekts werden zurzeit verschiedene Ansätze – von einer einfachen physikalischen Überlagerung des Lärms bis hin zur komplexeren Berücksichtigung der Lärmwirkung auf den Menschen – erprobt.



Parallellage einer mehrspurigen Autobahn mit einer Hochgeschwindigkeitsstrecke der Bahn (Bild: Ollo/Gettyimages)

In einer realitätsnahen Modellstadt werden hierfür typische Überlagerungsszenarien nachgestellt und berechnet – beispielsweise Kreuzungssituationen zwischen Straße und Schiene. Zusätzlich findet ein Abgleich mit Realmessungen in einem Untersuchungsgebiet statt. Die Vielfalt an Schallschutzmaßnahmen wird in der Modellstadt im Detail analysiert, auch im Hinblick auf Kosten-Nutzen-Aspekte, um herauszuarbeiten, wie eine optimierte verkehrsträgerübergreifende Lärminderung erreicht werden kann. Die Ergebnisse dieser Forschung bilden die Basis für eine ganzheitliche Betrachtung, die es zukünftig ermöglichen wird, auch für überlagerte Lärmszenarien praktikable und effektive Schutzmaßnahmen zu finden. ■



www.bmvi-expertennetzwerk.de

BIM im Bundesfernstraßenbereich

Christian Gottaut, Bauingenieur und Felix Lau, Bauingenieur, Referat „Oberflächeneigenschaften, Bewertung und Erhaltung von Straßen“, Dr. Dirk Jansen, Bauingenieur, Referatsleiter „Dimensionierung und Straßenaufbau“, Gerd Kellermann, Mathematiker, Referat „Verkehrsstatistik, BISStra“, Thomas Mayer, Bauingenieur, Referat „Stahlbau, Korrosionsschutz und Brückenausstattung“, Dr. Lutz Pinkofsky, Bauingenieur, Mathematiker und Geograf, Referatsleiter „Innovationen im Straßenbau“, Dieter von Weschpfennig, Bauingenieur, Referat „Betonbau“

Die Digitalisierung hat in den letzten Jahren nahezu alle Sektoren von Industrie und Wirtschaft erfasst. Dabei ist auch im Bereich der Bundesfernstraßen die Entwicklung von großer Dynamik geprägt. Bereits 2015 hat das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) den Stufenplan „Digitales Planen und Bauen“ vorgestellt. Dabei kommt der Anwendung der Arbeitsmethodik Building Information Modeling (BIM) eine besondere Rolle zu.

Über den gesamten Lebenszyklus von Bauwerken ermöglicht BIM für das Planen, Bauen und Betreiben alle relevanten Bauwerksinformationen in Form eines digitalen Bauwerksmodells zu erfassen, zu verwalten und zwischen den Beteiligten zur weiteren Bearbeitung auszutauschen.

Mit der Revision der mittelfristigen Forschungsplanung 2016 bis 2020 der BAST wurde eine neue Forschungslinie etabliert. Sie beschreibt den Rahmen der BAST-Forschungsaktivitäten zum Thema BIM bis 2020. Das Konzept sieht vor, den Nutzen

von BIM in der Lebenszyklusphase „Betrieb“ von Infrastrukturbawerken zu analysieren, Datenmodelle zu testen sowie die Entwicklung von Datenmodellen unter Berücksichtigung bereits erreichter Standards fortzuführen.

Schließlich sollen die Realisierungsmöglichkeiten von BIM in der Lebenszyklusphase „Betrieb“ eines Straßenbauwerks exemplarisch untersucht werden. Die Lebenszyklusphase „Betrieb“ umfasst alle erforderlichen baulichen und betrieblichen Aktivitäten während der gesamten Nutzungsdauer inklusive Erhaltung und Straßenbetriebsdienst. Die initiierten Forschungsvorhaben werden von der abteilungsübergreifend angelegten BAST-Arbeitsgruppe BIM begleitet.

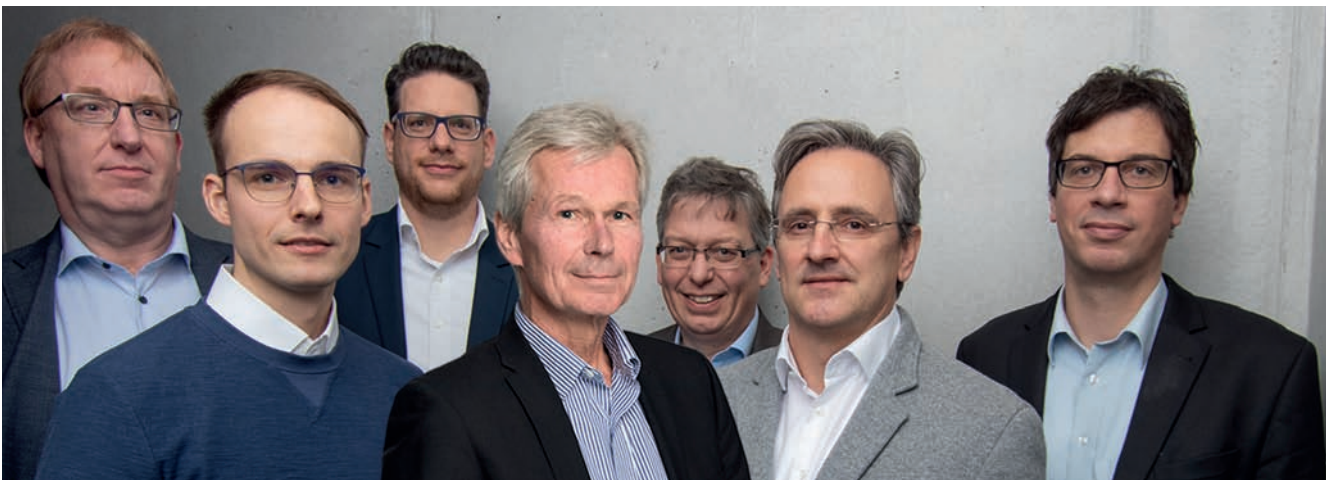
Brücke und Tunnel

Bei der praktischen Anwendung von BIM standen bislang im Wesentlichen die Lebenszyklusphasen „Planen“ und „Bauen“ im Mittelpunkt, das heißt die Phasen bis zur Fertigstellung eines Bauwerkes.

Deshalb sollen schwerpunktmäßig für die Lebenszyklusphase „Betreiben und Betrieb“ Fragen zu den Chancen und dem möglichen Nutzen von BIM näher erörtert werden.

Mit der abgeschlossenen „Machbarkeitsstudie BIM bei Bestandsbrücken“ [1] konnte gezeigt werden, dass die Anwendung von Prinzipien des BIM eine geeignete Grundlage für das Erhaltungsmanagement von Bestandsbrücken sein kann. Auch die Anbindung neuer Daten an das Bauwerksmodell, die während der Nutzung der Bauwerke entstehen, ist möglich – beispielsweise Ergebnisse der Bauwerksprüfung und Sensordaten.

Im Projekt „BIM bei Bestandsbrücken – Modellbildung zur Umsetzung der duraBAST-Brücke“ (duraBAST – Demonstrations-, Untersuchungs- und Referenzareal der Bundesanstalt für Straßenwesen) wurden Aspekte der Realisierung und Anwendung von BIM bei einer Bestandsbrücke untersucht. Die Fachleute erstellten Geometrie-



Von links: Dieter von Weschpfennig, Felix Lau, Dr. Dirk Jansen, Gerd Kellermann, Dr. Lutz Pinkofsky, Thomas Mayer und Christian Gottaut

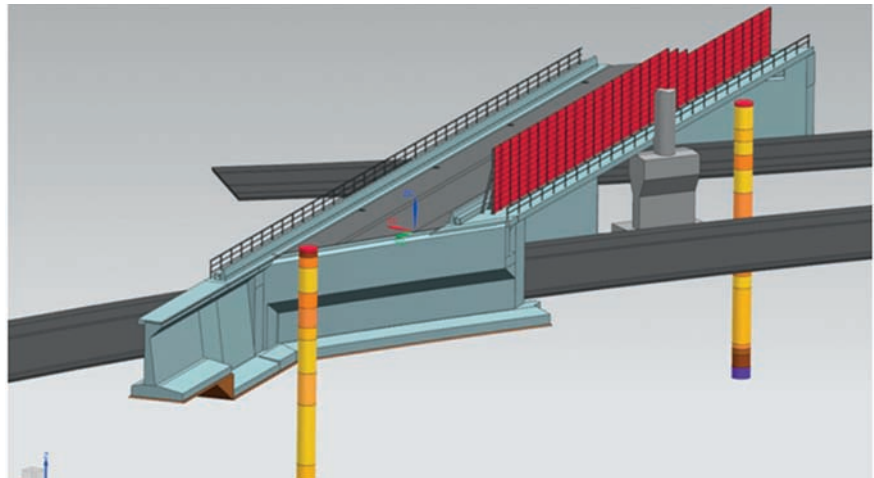
modelle, die in einem Nachfolgeprojekt zu einem digitalen Bauwerksmodell im Sinne von BIM erweitert werden sollen. Das Projekt diente auch dem Aufbau eigener Kompetenzen sowie der Definition von Anforderungen für die Erstellung eines Modells von Bestandsbrücken.

Ziel des externen Forschungsvorhabens „BIM im Brückenbau“ ist die Entwicklung eines praxisgerechten Konzepts zur Umsetzung der Arbeitsmethodik BIM in der Betriebsphase, die im Rahmen des Lebenszyklus eines Bauwerks die längste Zeitspanne umfasst. Dabei sollen bauliche und betriebliche Maßnahmen sowie die Bauwerksprüfung und die Nachrechnung näher untersucht sowie Vorteile und Chancen für die Unterstützung der Bauwerks-erweiterung und -erhaltung durch BIM aufgezeigt werden.

Tunnelbauwerke verfügen im Vergleich zu anderen Ingenieurbauwerken über einen hohen technischen Ausstattungsgrad, der zugleich einen hohen Anteil an Erhaltungsaufwendungen mit sich bringt. Mit dem Einsatz von BIM sollen im Zuge der baulichen und betrieblichen Maßnahmen während des Betriebens eines Tunnels Effizienzvorteile erreicht werden. Ziel des Projektes „BIM im Tunnelbau“ ist es, Auswirkungen, Anforderungen und Chancen bei der Anwendung von BIM für den Betrieb von Tunnelbauwerken aufzuzeigen sowie ein zielführendes, praxisgerechtes BIM-Konzept für die Betriebsphase einschließlich Empfehlungen zu entwickeln.

Straße

Im Straßenbau gewinnt die Betrachtung des Lebenszyklus eines Straßenbauwerks zunehmend an



Geometriemodell „duraBAST“-Brücke

Bedeutung. Daher wurde ein Forschungsvorhaben zur Integration der Erhaltungsplanung in die BIM-Systematik initiiert. Die Abwägung zwischen einem hohen Datenumfang einerseits und einer höheren Abbildungsgenauigkeit andererseits ist dabei eine zentrale Fragestellung des Projektes. In der Erhaltungsplanung wird zurzeit der OKSTRA®-Standard (Objektkatalog für das Straßen- und Verkehrswesen) verwendet, der auf einen Einsatz in Geoinformationssystemen ausgelegt ist. Inwieweit eine Anpassung erforderlich oder möglich ist, wird in dem Projekt aufgezeigt. Der Stand der internationalen Normierung in Bezug auf BIM-Systeme im Straßenbau wurde wiedergegeben, insbesondere auch die europaweiten Aktivitäten. Daraus resultierend wird im Rahmen des Forschungsvorhabens ein BIM-geeignetes Datenmodell definiert. Anschließend erfolgt dessen Umsetzung anhand von Lifecycle-Fällen. Das Hauptaugenmerk liegt dabei vor allem auf der Straßenerhaltung eines Streckenabschnittes.

Auf dem duraBAST stehen für verschiedene Forschungsbereiche Untersuchungs- und Referenzfelder zur Verfügung. Eine strukturierte BIM-Plattform soll die Verkehrsflächen

inklusive des gesamten Aufbaus, Ingenieurbauwerke und Ausstattung – wie Einbauten, Sensorik, Leitungen, Sicherheitsausstattung, Zäune – abbilden und verwalten. Mit dem Vorhaben sollen die Aktivitäten auf dem Gelände in den Bereichen Planung, bautechnische Umsetzung und Betrieb über den gesamten Lebenszyklus des duraBAST mittels eines dreidimensionalen Modells effizient und ohne Redundanzen geplant und begleitet werden.

Über den CEDR Call 2018 wurde im Herbst des Jahres ein BIM-Forschungsprojekt ausgeschrieben. Ziel ist insbesondere ein effizientes und leistungsfähiges Datenmanagement sowie ein ständiger Informationsfluss im Lebenszyklus der Stra-



Wesentliche Lebenszyklusphasen eines Bauwerkes

Beninfrastruktur. Parallel und eng vernetzt mit dem Projekt im CEDR Call 2018 soll im Frühjahr 2019 im deutschen Sprachraum das Thema BIM im D-A-CH Call 2019 behandelt werden. Zielsetzung ist die Sicherstellung des frühzeitigen Transfers der Forschungsergebnisse des CEDR Projekts in den deutschen Sprachraum.

Datenmodelle

Die Experten aus dem Straßen- und Brückenbau legen in der Auftraggeber-Information-Anforderung (AIA) fest, welche Daten in einem BIM-Projekt wann und in welcher Detailliertheit benötigt werden. Von der IT-Seite muss ein Datenmodell zur Verfügung gestellt werden, das von der 3D-Planung über den Bau, die Bestandsverwaltung und die Erhaltungs- beziehungsweise Ausbauplanung genutzt werden kann.

In Deutschland ist dies mit dem OKSTRA® weitgehend gelungen. Er ermöglicht bereits einen offenen standardisierten Austausch zwi-

schen Softwaresystemen verschiedener Hersteller in den Leistungsphasen der Planung. Auch von den Bundesländern wird dieses Modell regelmäßig zum Export ihrer Bestandsdaten an das Bundesinformationssystem Straße (BISStra) genutzt. Im OKSTRA® werden die Regelwerke abgebildet, die im Straßenwesen angewendet werden müssen. Die Abbildung erfolgt grafisch, in dem die Objekte mit ihren Eigenschaften und Relationen in UML dargestellt werden und textlich in XML. Mit der Nutzung von Profilen kann der Anwender den Einsatz des OKSTRA® Modells auf den Teil beschränken, der für ihn relevant ist, und es gibt Software Tools, die eine Prüfung auf Konsistenz durchführen.

Die vollständige Nutzung des OKSTRA® in BIM-Projekten ist über die Phasen – wie sie im Bild dargestellt sind – noch nicht möglich. Um regelkonform BIM anwenden zu können, sind unter anderem Verbesserungen bei zugrunde liegenden Regelwerken wie der ASB (Anweisung Straßeninformati-

bank) notwendig, die wiederum vom OKSTRA® abgebildet wird. Zur Beseitigung von Widersprüchlichkeiten in Regelwerken wird ein Forschungsprojekt initiiert. Sollte die Anwendung der Methode BIM nicht möglich sein, werden Änderungsvorschläge erarbeitet. Dabei geht es nicht nur um die einheitliche Verwendung von Objekten, ihren Attributen und Beziehungen zueinander über alle Phasen des Lebenszyklus, sondern auch um die Verwendung von Volumenkörpern und Geoinformationssystemen.

In einer weiteren Studie soll analysiert werden, an welchen Stellen im Planungs-, Bau- und Betriebsablauf von Straßenbaumaßnahmen die Anwendung von BIM verbessert werden kann. ■

Literatur

- [1] Machbarkeitsstudie BIM bei Bestandsbrücken: <http://bast.opus.hbz-nrw.de/volltexte/2017/1785>



Differenzierung in den Lebenszyklusphasen

Programmplanung
Vorplanung
Vorentwurf
Genehmigungsentwurf
Ausführungsplanung
Bauvorbereitung
Baudurchführung
Bauabnahme
Gewährleistung
Bauliche Unterhaltung
Betriebliche Unterhaltung
Zustandserfassung und -bewertung
Strukturelle Bewertung
Strategische Erhaltungsplanung
Operative Programmplanung
Durchführung Erhaltungsmaßnahmen
Recycling
Renaturierung

Fingerabdruck von Fahrbahnmarkierungen

Janine Kübler, Bauingenieurin, Referatsleiterin und Maike Zedler, Bauingenieurin, stellvertretende Referatsleiterin „Straßenausstattung“

Dr. Volker Hirsch, Chemiker, Referatsleiter und Stephan Killing, Ingenieur für Korrosionsschutztechnik und Chemieingenieur, Referat „Chemische Grundlagen, Umweltschutz, Labordienst“

Die chemische Zusammensetzung und die physikalischen Merkmale einer Fahrbahnmarkierung beeinflussen ihre verkehrstechnischen Eigenschaften, unter anderem ihre Sichtbarkeit und Griffigkeit. Im Rahmen der Eignungsprüfungen werden Fahrbahnmarkierungen daher nicht nur auf der Rundlaufprüfanlage der BAST überrollt und hinsichtlich ihrer verkehrstechnischen Eigenschaften überprüft, sondern auch chemisch-physikalisch in Form einer Urmusterprüfung untersucht. Die chemisch-physikalischen Untersuchungen dienen der Kontrolle auf verbotene Gefahrstoffe sowie der Qualitätssicherung. Anhand der Untersuchungen lässt sich eine Art Fingerabdruck vom Markierungsstoff erstellen.

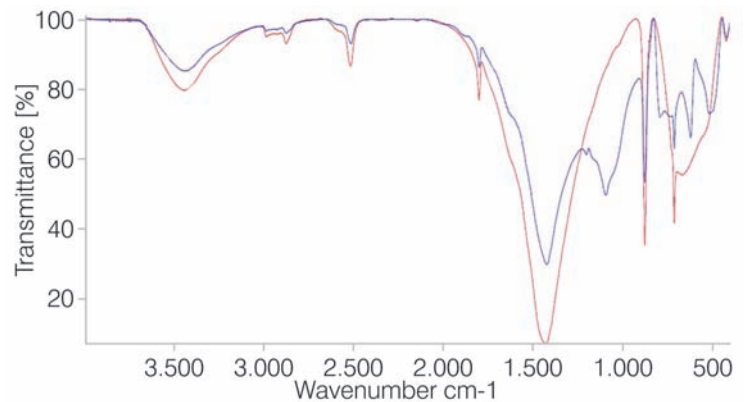
Mustergleichheitsprüfung

Mithilfe des Fingerabdrucks kann mit einer Mustergleichheitsprüfung getestet werden, ob in der Praxis der gleiche Markierungsstoff verwendet wurde, der auch im Rahmen der Eignungsprüfung geprüft wurde. Zu dieser Überprüfung zählt beispielsweise der Vergleich der anorganischen Inhaltsstoffe einer Thermo-

plastik. Dieser Fingerabdruck wird hier als Referenz (Urmuster) bezeichnet, die Probe aus der Praxis als Probenpektrum (Mustergleichheitsprobe).

Ein Vergleich der beiden Diagramme im Bild zeigt zum Beispiel, dass die anorganischen Inhaltsstoffe von Urmuster und Mustergleichheitsprobe deutlich voneinander abweichen.

Seit Anfang 2018 müssen die Stoffhersteller zu Beginn der Eignungsprüfung die Rezeptur ihres Markierungsstoffes offenlegen. Sie geben mit der Rezeptur also vor, was die BAST als Fingerabdruck in den chemisch-physikalischen Untersuchungen feststellen sollte. Hintergrund dieser Umstellung ist die Anpassung an europäische Vorgaben sowie die Erwartung, dass durch die Offenlegung der Rezeptur schon frühzeitig Abweichungen sichtbar werden und nicht erst nach Verlegung auf der Straße.



Vergleich der anorganischen Inhaltsstoffe einer Thermoplastik

Pilotprojekt

Ein Vergleich von Fingerabdrücken, die in der Vergangenheit ermittelt wurden, mit nachträglich vorgelegten Rezepturen der Hersteller wurde in einem Pilotprojekt bereits durchgeführt. Die Ergebnisse dieses Pilotprojektes zeigen, dass die heute vorgelegten Herstellervorgaben häufig deutlich von den in der Vergangenheit ermittelten Werten des Fingerabdrucks abweichen. Daher werden für Eignungsprüfungen vor dem Jahr 2018 weiterhin die Werte des bei der BAST ermittelten Fingerabdrucks zu Vergleichszwecken, also für Mustergleichheitsprüfungen, genutzt.

Als nächster Schritt sollen ab Anfang 2019 nicht nur die Markierungsstoffe, sondern auch die Reflexperlen und Griffigkeitsmittel mithilfe einer videogestützten Partikelanalyse überprüft werden. Auch hier gilt es, die Angaben des Herstellers zu verifizieren und die in der Praxis eingesetzten Reflexperlen und Griffigkeitsmittel mit den im Rahmen der Eignungsprüfung verwendeten Materialien zu vergleichen. ■



Von links: Janine Kübler, Maike Zedler, Stephan Killing und Dr. Volker Hirsch



An aerial photograph of a complex highway interchange with multiple lanes and ramps. In the center of the interchange, there is a circular construction site. This site contains several orange and white modular construction containers, a red excavator, and other construction equipment. The surrounding area is lush with green trees and grass. The highway is filled with cars and trucks, indicating active traffic.

Straßenbautechnik

Innovationsfeld Betonfahrbahndecken – Oberflächenperformance

Qualitätsgesicherte Prozessabläufe für die strategische Erhaltungsplanung

Neuer Ebenheitskennwert für die bauvertragliche Abnahme

Chemische Wirkung von Calciumhydroxid auf Bitumen

Belastungsversuche und ökonomische Betrachtung

Thermografie im Asphaltstraßenbau

Innovationsfeld Betonfahrbahndecken – Oberflächenperformance

Christoph Becker, Bauingenieur, Alexandra Spilker, Bauingenieurin und Dr. Marko Wieland, Bauingenieur, Referatsleiter
Referat „Betonbauweisen“

Mit dem Zukunftsinvestitionsprogramm hat der Bund zwischen 2016 und 2018 einen allgemeinen Investitionshochlauf gestartet. Im Bereich der Straßeninfrastruktur sind die positiven Wirkungen auch in der Forschung und Entwicklung zu bemerken. Eine weitere treibende Kraft ist seit einiger Zeit die Digitalisierung (digitale Revolution), die im Bauwesen sukzessive Einzug hält und Innovationen – wie keine andere Kraft in der Wirtschaft – fördert. Die Digitalisierung ist als Antrieb und die Innovation als zielführendes Ergebnis eines Prozesses zu sehen, der durch Forschung und Entwicklung begleitet und bewirkt werden kann. Von zentraler Bedeutung ist die Fragestellung, ob eine Idee hinreichend Potenzial besitzt, um zu einer Innovation heranzureifen. Dies ist im Rahmen einer Potenzialanalyse zu Beginn abzuklären.

Dem Leitgedanken des ganzheitlichen Ansatzes folgend, rücken immer häufiger das Zusammenwirken und die spezifischen Sichtweisen aller am Straßenbau Beteiligten in den Vordergrund. Als ein gemeinsames globales Ziel lässt

sich unter anderem die sichere, leistungsfähige und dauerhafte Nutzung des Verkehrsträgers Straße ableiten. Für die Nutzer ist neben der Leistungsfähigkeit und der Verfügbarkeit nur die Straßenoberfläche von Interesse. Dies gilt auch für Fahrzeuge mit Assistenzsystemen oder künftige Entwicklungen wie automatisierte Fahrzeuge, da die Straßenoberfläche eine direkte Kontaktebene für Sensoren bildet, die beispielsweise Informationen zur Regelung und/oder Steuerung der Fahrzeuge liefern. Folglich ist davon auszugehen, dass die Qualität, die Homogenität und die Diversität der Straßenoberfläche sowie deren Leistungsfähigkeit künftig einen noch höheren Stellenwert einnehmen werden. Für die Entwicklung von Oberbaustandards steht somit die Straßenoberfläche im Vordergrund.

Top-Down-Betrachtung

Im Betonstraßenbau der BAST wird daher vordergründig eine Top-Down-Betrachtung – Oberfläche, Konstruktion, Baustoff – im Kontext mit einem ganzheitlichen performanceorientierten Ansatz über die verschie-

denen Prozesse und Phasen verfolgt. Der Performanceansatz bildet darüber hinaus die Grundlage, relevante Bedürfnisse der einzelnen Beteiligten über Kennziffern zu den Funktionen und Attributen des entsprechenden Objektes transparent kommunizieren und objektiv betrachten zu können. Zudem ermöglicht der Ansatz eine ganzheitliche Planung und Steuerung der Qualität und der Leistungsfähigkeit. Die Komplexität der Thematik „Performance“ setzt dabei ein methodisches Vorgehen sowie die richtige Auswahl der benötigten Kennziffern voraus – der Key Performance Indicator (KPI).

KPI – Key Performance Indicator

Da der Reifen das direkte Bindeglied zwischen Fahrzeug und Fahrbahnoberfläche ist, wurden für Fahrbahnoberflächen in Anlehnung an das EU-Reifenlabel die Performance Indizes beziehungsweise KPI Griffigkeit, Schallemission, Wasserdrainage sowie der Rollwiderstand generiert. Eine weitere besondere Performance ist die Ebenheit, da sie Einfluss auf den Fahrkomfort, das Drainagevermögen, die Schallemission, den Rollwiderstand sowie die dynamischen Radlasten hat. Diese KPI dienen zur Kontrolle und Beschreibung von Qualität und Leistungsfähigkeit der Straßenoberfläche für alle Prozesse und Phasen. Für die Kommunikation an den verschiedenen Schnittstellen der Prozessketten sind gegebenenfalls weitere Kenngrößen oder andere KPI notwendig. Im Ergebnis soll somit eine ganzheitliche und transparente Betrachtung aller Zielgrößen über



Von links: Christoph Becker, Dr. Marko Wieland und Alexandra Spilker

alle Prozesse und Phasen hinweg ermöglicht werden. Für eine derartige Betrachtung und die gezielte Optimierung sowie Steuerung der Oberflächenperformance ist ein geschlossener Kreislauf notwendig, zum Beispiel nach der DMAIC-Methode (Define – Measure – Analyse – Improve – Control). Dabei ist das Messen der KPI eine nicht zu unterschätzende Herausforderung.

Im Rahmen der bauvertraglichen Abwicklung und während der Nutzung werden gegenwärtig nur die Griffigkeit und die Ebenheit messtechnisch erfasst und kontrolliert. Da das Drainagevermögen in einem direkten Zusammenhang mit der Griffigkeit steht, wird dieser Index nicht gesondert betrachtet. Für die Ermittlung der emittierten Reifen-Fahrbahn-Geräusche (Schallemission) finden konventionell das Verfahren der Statistischen Vorbeifahrt SPB (Statistical pass-by method) und die Nahfeldmethode CPX (close-proximity method) Anwendung. Beide Verfahren lassen jedoch keine methodische Ansprache von Betonfahrbahndecken in Plattenbauweise zu. Dies liegt daran, dass bei der Messsignalverarbeitung und -analyse die Querscheinfuge nicht explizit beachtet wird. Für eine fachgerechte Bewertung sowie für die Optimierung und Entwicklung von Straßenoberflächen mit guten akustischen Eigenschaften ist dies jedoch erforderlich. Daher wurde in den letzten beiden Jahren insbesondere das CPX-Messverfahren modifiziert und für die Optimierung und Entwicklung neuer Texturen im Rahmen der Praxiserprobung verwendet.

Seit 2006 ist die Waschbetontextur die Standardoberfläche für Betonfahrbahndecken im Autobahnnetz. Sie hat ein hohes Griffigkeitsniveau und weist gemäß Regelwerk eine



EU-Label Reifen und mögliche Performance Indizes, Fahrbahnoberfläche mit Waschbetontextur

Lärmminderung von -2 dB(A) auf. Da die Herstellungsqualität der Textur von verschiedenen Randbedingungen und Einflussgrößen abhängig ist, schwankt diese in der Praxis verfahrensbedingt. Eine weitere, insbesondere gezielte Verbesserung der lärmmindernden Wirkung ist daher weitgehend indiskutabel. Dies gilt auch für die anderen oben genannten Performance Indizes, da sich beispielsweise die Homogenität der Textur sowie die Texturtiefe nicht in der hierfür erforderlichen Präzision steuern oder einstellen lassen.

Grinding- und Grooving-technologie

Aus diesem Grund steht seit einigen Jahren die Grinding- und Grooving-technologie – eine Texturierung des Festbetons mittels Rillenschneiden – im Fokus der systematischen Forschung und Entwicklung. Dieser Technologie wurde durch eine fachliche Begutachtung ein hohes Innovationspotenzial zugeschrieben. Basierend auf dem Performanceansatz konnte im Ergebnis das Texturgrinding entwickelt werden. Dieses zeichnet sich durch eine sehr hohe Prozesssicherheit und Robustheit aus und ermöglicht erstmalig im

Straßenbau die Herstellung präziser und reproduzierbarer Oberflächen-texturen. Hinsichtlich der akustischen Eigenschaften wird zwischen dem „Typ S“ (mindestens -2 dB(A)) und dem „Typ A“ (mindestens -5 dB(A)) unterschieden.

Im Vergleich zum konventionellen Grinding und Grooving ist diese innovative Technologie vorrangig zur Herstellung von Oberflächentexturen neuer Betonfahrbahndecken vorgesehen, an die exakte Anforderungen bezüglich Homogenität, Texturgeometrie und -ausprägung sowie an die Ebenheit der Oberfläche gestellt werden. Um diese hohen Anforderungen erfüllen zu können, muss die Grundebenheit an der Straßenoberfläche in einem separaten Schleifvorgang vor dem eigentlichen Texturieren erzeugt werden. In der Baupraxis können somit Anforderungswerte an die Ebenheit von maximal zwei Millimeter auf vier Meter zielsicher realisiert werden. Im Rahmen der systematischen Erprobung wurde und wird zudem der Ansatz der DMAIC-Methode verfolgt, um iterativ das Systemoptimum für die Grindingtechnologie sowie die Texturen „Typ S“ und „Typ A“ hinsichtlich ihrer Performance zu erreichen.



Fahrbahnoberfläche Texturgrinding: Typ S+ 2,4/2,2 – 2,4/18

Schallemission und Querscheinfugen

Nachfolgend werden auszugswise Themen und Fragestellungen behandelt, die in Verbindung mit der Oberflächenperformance „Schallemission“ stehen. Ein besonderes Augenmerk liegt hier auf dem Konstruktionsdetail „Querscheinfugen“, die in Deutschland standardmäßig bei Betonfahrbahndecken in Plattenbauweise alle fünf

Meter angeordnet sind. Aus der Theorie und Praxis ist bekannt, dass die lärmtechnischen Eigenschaften derartiger Fahrbahnoberflächen durch die akustische Wirksamkeit der Fugen mehr oder weniger beeinflusst werden können. Der Einfluss ist umso größer, je geringer sich das Reifen-Fahrbahn-Geräusch der reinen Oberfläche darstellt. Demzufolge galt es zunächst, die messtechnischen Voraussetzungen für eine getrennte akustische Ansprache von Fuge und reiner Oberflächentextur zu schaffen.

Der bei dem Ereignis „Radüberrollung der Querscheinfuge“ entstehende Schallpegel ist von verschiedenen Randbedingungen abhängig. Zu nennen sind in diesem Zusammenhang beispielsweise die Fugenspaltbreite, die Fasenbreite und der Fasenwinkel, die Höhenlage sowie die Steifigkeit und Oberflächen­textur des Füllmaterials, ein Höhenversatz der Fahrbahnplatten oder der Überrollwinkel. Insbesondere aufgrund der Vielzahl an Einflussfaktoren – fahrzeug- und reifen­technische Aspekte kommen noch hinzu – stellt sich eine detaillierte und differenzierte Betrachtung komplex dar. Durch die Modifizierung der Mess- und Analysemethoden für CPX und SPB konnte eine getrennte

In verschiedenen Bundesländern existieren Erprobungstrecken mit einer Oberflächentextur „Typ S“, die beobachtet werden. Die Gesamtlänge beträgt derzeit rund 40 Kilometer Richtungsfahrbahn.

In 2019 sind weitere Strecken mit einer Gesamtlänge von über 15 Kilometern geplant. Hier soll unter anderem die Oberflächentextur „Typ S+“ erprobt werden, die im Vergleich zum „Typ S“ über zusätzliche Groovingrillen verfügt. Bei dieser Textur steht neben der Abdeckung der Standards – Griffigkeit, Schallemission, Ebenheit – ein überdurchschnittliches Drainagevermögen im Vordergrund.

Im Kontext mit den zuvor beschriebenen Aspekten (DMAIC-Methode) stellt die messtechnische Ansprache längsgerichteter Oberflächentexturen sowie deren Charakterisierung mittels geeigneter Kenngrößen ein primäres Themenfeld dar. Sie bildet die Basis für die prozesssichere Herstellung sowie die allgemeine iterative Weiterentwicklung und ist künftig für die sichere bauvertragliche Abwicklung unentbehrlich. Zudem wäre somit auch eine Klassifizierung – beispielsweise Methode Effizienz­klassen – der Straßenoberflächen hinsichtlich ihrer KPI möglich.

Ansprache von Oberfläche und Querscheinfuge im Nah- und Fernfeld erreicht werden. Im Ergebnis ist nunmehr eine qualitative und quantitative Beurteilung der Schallpegel möglich.

Simulationsrechnungen

Um Ursache und Wirkung im Zusammenhang mit den akustischen Eigenschaften der Fahrbahnoberflächen besser zu verstehen, wurden parallel Simulationsrechnungen durchgeführt und das Rechenmodell durch die sukzessive Anpassung und Implementierung relevanter Randbedingungen weiterentwickelt. Einen wichtigen Aspekt stellten hierbei zum einen die zuvor beschriebenen CPX-Messungen und zum anderen die georeferenzierte, digitale Abbildung der realen Fahrbahnoberflächentextur inklusive des Details Fuge dar.

Im Ergebnis konnten die Rechen­ergebnisse mit jenen aus den akustischen Messungen validiert und eine Parameterstudie durchgeführt werden. Hieraus wurden erste Empfehlungen für die bau- und material­technische Ausführung von Fugenkonstruktionen im Hinblick auf eine Minimierung der bei der Überfahrt entstehenden Schalldrücke abgeleitet. Diese bilden die Basis einer aktuellen Forschungsarbeit zur konstruktiven Gestaltung von Betonfahrbahndecken, den eingesetzten Baustoffen als auch der material­technischen Ausführung von Fugenkonstruktionen (Top-Down-Betrachtung). Ferner fließen die Erkenntnisse in die Überarbeitung der technischen Regelwerke sowie in die Optimierung und Weiterentwicklung von Fahrbahnoberflächen mit erhöhten Anforderungen an die akustischen Eigenschaften ein.

Laser-Scan-Systeme

Für die messtechnische Ansprache von Oberflächentexturen kann auf verschiedene Messprinzipien zurückgegriffen werden. Wichtig ist, dass das Messverfahren im Hinblick auf den Einsatzzweck und der damit verbundenen Frage- und Zielstellung abgestimmt ist. Für die messtechnische Texturanalyse von Waschbeton- und Grindingoberflächen werden gegenwärtig Laser-Scan-Systeme (zirkular und linear) verwendet, um die Texturausprägung qualitativ und quantitativ bewerten zu können. Bauvertraglich stellt hier gegenwärtig die Mittlere Texturtiefe die relevante Kenngröße dar. In einer laufenden Analyse an den Erprobungsstrecken sollen im Ergebnis Kenngrößen für längsgerichtete Texturen abgeleitet werden, die für die künftige Schnittstellenkommunikation in der Prozesskette benötigt werden oder im Bauvertrag relevant sind. So ist für die Erprobung in 2019 die Nutzung im Herstellungsprozess im Sinne der DMAIC-Methode vorgesehen. Hier stehen unter anderem der Einfluss von Texturgeometrieänderungen durch Werkzeugverschleiß und die prozesssichere Herstellung von Überlappungsbereichen mittels lasergestützter Linienführung im Fokus der Untersuchung.

Dreidimensionale Abbildung

Für den wissenschaftlichen Bereich ist eine zweidimensionale Ansprache der Oberflächentextur unzureichend. Um Untersuchungen oder Analysen im Zusammenhang mit Ursache und Wirkung zwischen Textur und der Oberflächenperformance vornehmen zu können, ist eine dreidimensionale Abbildung oder eine volumetrische Betrachtung der Oberflächentextur not-

wendig. Dieser Ansatz gilt insbesondere für Fragestellungen zu den KPI Schallemission oder Drainagemögen und deren zeitlichen Verlauf während der Nutzungsphase. Hinzu kommt, dass Grindingtexturen nach der Herstellung eine mehr oder weniger heterogen ausgeprägte makrorauere Steg Oberfläche aufweisen, sodass sich der eigentlich für die Performanceprüfung relevante Zustand erst nach einer Verkehrsbeanspruchungsdauer von zwei bis vier Wochen einstellt. Das nunmehr vorhandene Texturvolumen bildet somit den Ausgangs- oder Nullzustand für den eigentlichen Nutzungszeitraum ab und beschreibt die sogenannte Texturreserve. In aktuellen Untersuchungen werden die Texturzustände über die Zeit in Verbindung mit der sich ergebenden Performance sowie der ertragenen Beanspruchung im Labor und in situ untersucht.

Fazit

Die Straßenoberfläche mit ihrer Mikro-, Makro und Megatextur ist das primäre Bindeglied zwischen Straßenoberbau und Reifen – also den Nutzern. Zudem beeinflusst sie mit ihren Gebrauchseigenschaften

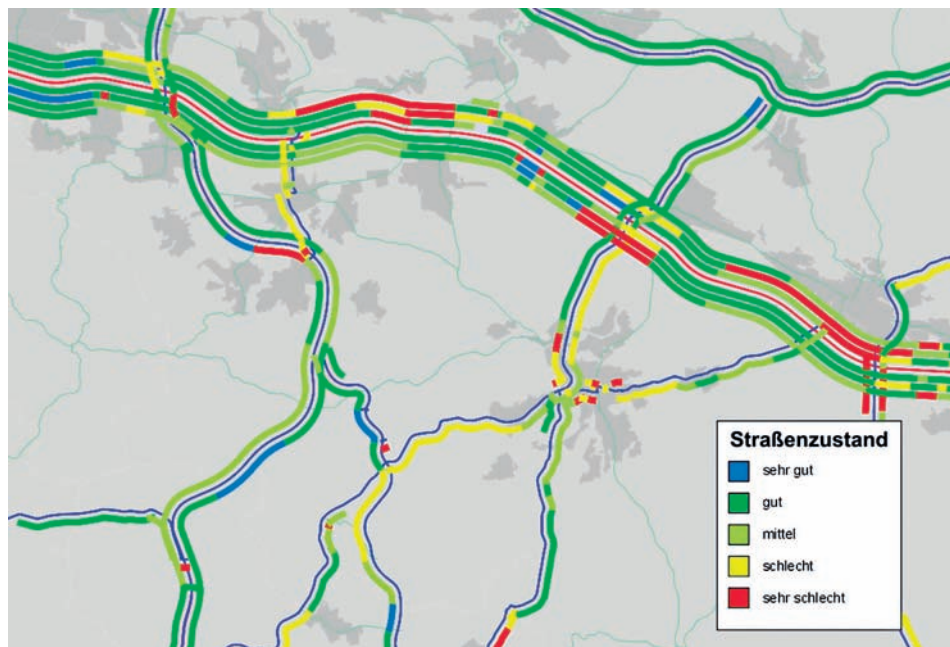
maßgebend die Verkehrssicherheit, aber auch Aspekte wie die Schall- und CO₂-Emission. Für die Entwicklung künftiger Oberbaukonstruktionen in Betonbauweise wird daher eine Top-Down-Betrachtung im Kontext mit einem ganzheitlichen performanceorientierten Ansatz über die verschiedenen Prozesse und Phasen verfolgt. In Verbindung mit der DMAIC-Methode kann somit das künftige Ziel der Steuerung, Optimierung und Entwicklung in einem geschlossenen Kreislauf verfolgt werden. Die Technologie Texturgrinding befindet sich auf dem Weg zu einer realen Innovation und ist gegenwärtig in der Adoptions- beziehungsweise Diffusionsphase. Sie bietet nunmehr die Möglichkeit, dauerhafte Fahrbahnoberflächen mit bedarfs- und nutzergerechter Oberflächenperformance herzustellen. Grundsätzlich ist aus heutiger Sicht auch eine nuancierte Einstellung der verschiedenen KPI Griffigkeit, Schallemission, Wasserdrainage, Rollwiderstand und Ebenheit denkbar. Die Klassifizierung der Performance Indizes für Straßenoberflächen in Form von Effizienzklassen, ist als fiktive Zukunftsvision und nicht als erklärtes Ziel zu sehen. ■



Lasergestützte Steuerung zur Linienführung der Grindingmaschine

Qualitätsgesicherte Prozessabläufe für die strategische Erhaltungsplanung

Maria Kühnen, Volkswirtin, Felix Lau, Bauingenieur, Petra Lipke, Bauingenieurin, Daniel Schüller, Informatiker, Frieder Seytter, Informatiker und Dr. Ulrike Stöckert, Bauingenieurin, Referatsleiterin, Referat „Oberflächeneigenschaften, Bewertung und Erhaltung von Straßen“



Beispiel Netzanalyse mittels Pavement-Management-Systeme (PMS)

Das Bundesfernstraßennetz ist historisch gewachsen und weist sehr unterschiedliche Ausbaustandards und Altersstrukturen auf. Ein erheblicher Teil des Netzes ist in den 1960er und 70er Jahren entstanden. Insbesondere für diesen Teil stehen in den nächsten Jahren substanzorientierte Erhaltungsmaßnahmen an, sodass die Bauaktivitäten deutlich zunehmen werden. Um die Leistungsfähigkeit der Straßenin-

frastruktur langfristig aufrechtzuerhalten, wird die Abschätzung des erforderlichen Erhaltungsbedarfs im Rahmen der strategischen Erhaltungsplanung immer wichtiger.

Erhaltungsbedarfsprognosen werden für das gesamte Bundesfernstraßennetz durchgeführt. Pavement-Management-Systeme (PMS) bilden unter Verwendung von Prognosefunktionen die Zustandsentwicklung

ab und detektieren Streckenabschnitte mit Erhaltungsbedarf. Unter Berücksichtigung technischer und wirtschaftlicher Optimierungskriterien werden für diese Abschnitte mögliche Erhaltungsmaßnahmen und Ausführungszeitpunkte vorgeschlagen sowie Kosten zugeordnet.

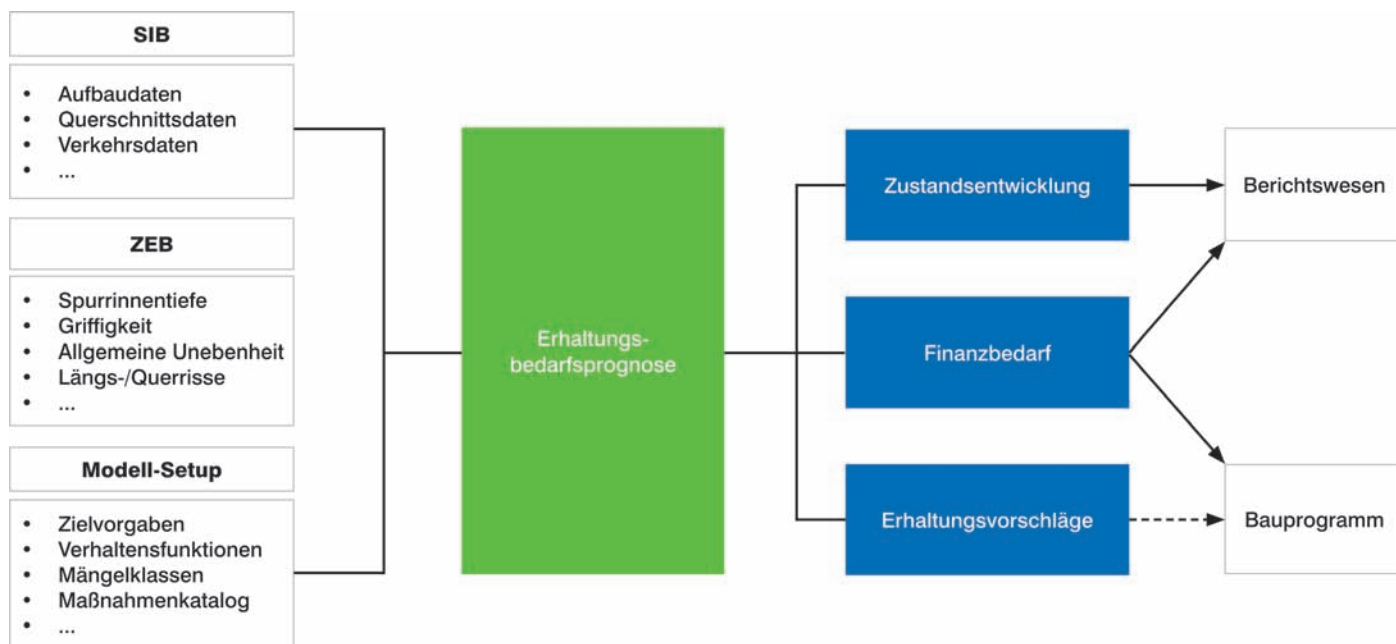
Qualitätssicherungsverfahren

Die BAST hat im letzten Jahr die Aufgabe übernommen, für die Durchführung derartiger Erhaltungsbedarfsprognosen ein Qualitätssicherungsverfahren aufzubauen. Es umfasst unter anderem die Qualitätsprüfung der Eingangsdaten, die Festlegung und Dokumentation von Plausibilitätsprüfungen sowie die Bewertung technischer Ansätze und Modellparameter für das Prognoseverfahren.

Eingangsgrößen für Prognoseberechnungen sind Zustandsdaten der Straße, Verkehrsbelastungen, Querschnittsdaten sowie Aufbau und Alter der vorhandenen Befestigung. Diese Daten liegen größtenteils in den Straßeninformationsdatenbanken (SIB) der Bundesländer vor. Die Prüfung der Datenlieferungen der Bundesländer an die BAST hat gezeigt, dass sowohl die Netzdaten als auch die Zustands- und Verkehrsdaten der Straßeninfrastruktur praktisch vollständig und in sehr guter Qualität vorliegen. Anders sieht es bei den Bestandsdaten (Querschnitt, Alter, Aufbau) des Bundesfernstraßennetzes aus. Belastbare Aussagen zur Vollständigkeit und Qualität der Bestandsdaten liegen bisher nicht vor.



Von links: Daniel Schüller, Petra Lipke, Felix Lau, Dr. Ulrike Stöckert und Maria Kühnen



Prozessablauf für die strategische Erhaltungsplanung

Datenbank

Die BASt hat in 2018 eine Datenbank aufgebaut, in der die Bestandsdaten aller Bundesländer zusammengeführt werden. Dieser Prozess ist äußerst komplex, da die Bundesländern drei unterschiedliche SIB-Systeme sowie verschiedene Datenformate und -modelle verwenden.

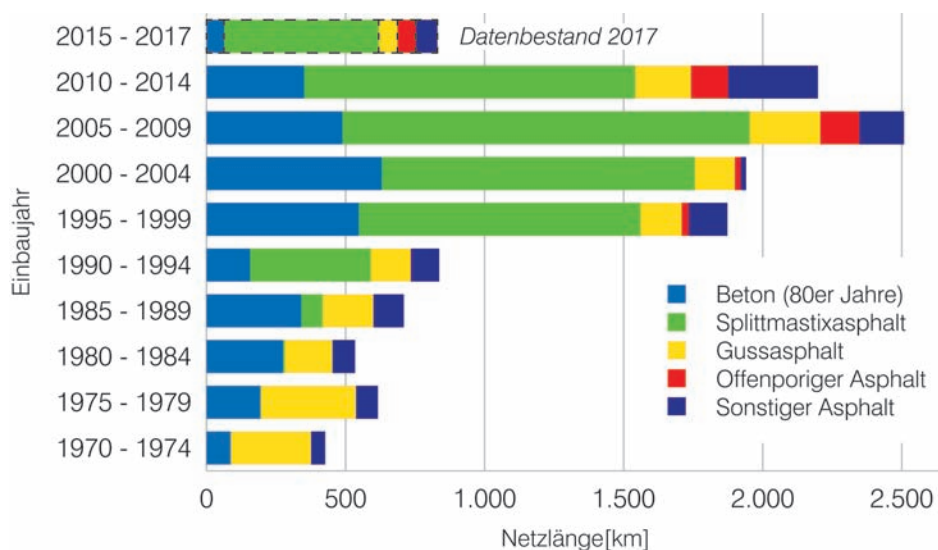
Inzwischen ist der Aufbau der Datenbank erfolgreich abgeschlossen und es erfolgen erste Plausibilitätsprüfungen hinsichtlich Vollständigkeit, Art, Alter und Aufbau. Detektierte Lücken sowie auffällige oder fehlerhafte Daten werden gekennzeichnet, tabellarisch zusammengestellt und in Karten visualisiert. Die Bundesländer erhalten die Ergebnisse, um entsprechende Korrekturen in den SIB-Systemen vornehmen zu können. Langfristig soll mit den Verwaltungen ein Feedbacksystem zur Verbesserung der Bestandsdaten entwickelt werden. Damit wird ein wesentlicher Baustein für das Qualitätssicherungsverfahren geschaffen. Gleichzeitig ist es jetzt auch möglich, belastbare Aussagen zum Fahrbahnaufbau des

Bundesfernstraßennetzes vorzunehmen.

Zur Entwicklung eines weiteren Bausteins des Qualitätssicherungsverfahrens wurden auch die Modellparameter der PMS-Anwendung für die Erhaltungsbedarfsprognose analysiert. Dabei hat sich herausgestellt, dass das bisher angewandte Verfahren veraltet ist und die technischen Ansätze dringend weiterzuentwickeln sind. In den nächsten Arbeitsschritten wird deshalb geprüft,

welche Anpassungen in der Systemkonfiguration (Modell-Setup) erforderlich sind und umgesetzt werden können.

Ziel ist die Definition bundeseinheitlicher Standards für die technischen Ansätze und Prozessabläufe. Damit soll eine elementare Voraussetzung aller Prognose-, Analyse- und Bewertungsverfahren für die Erhaltungsplanung geschaffen werden. ■



Fahrbahnbeläge auf Bundesautobahnen nach Altersstruktur

Neuer Ebenheitskennwert für die bauvertragliche Abnahme

Dr. Ulrike Stöckert, Bauingenieurin, Referatsleiterin und Christian Gottaut, Bauingenieur Referat „Oberflächeneigenschaften, Bewertung und Erhaltung von Straßen“



Die Ebenheit einer Straße beeinflusst die Verkehrssicherheit und bestimmt maßgeblich den Fahrkomfort. Darüber hinaus führen die Unebenheiten einer Straße zu erhöhten dynamischen Achslasten und wirken sich negativ auf die Lebensdauer der Straßenbefestigung aus.

Für die Bewertung der Ebenheit von Fahrbahnoberflächen werden derzeit verschiedene Verfahren genutzt. Im Rahmen der Bauabnahme von Neubau- und Erhaltungsmaßnahmen kommen Verfahren wie der Planograf oder die Viermeter-Richtlatte zum Einsatz. Diese Verfahren zeichnen sich insbesondere durch ihre einfache und schnelle Handhabung in der Praxis aus.

In den letzten Jahren sind einige neue Strecken in Bezug auf die Längsebenheit auffällig geworden. Nach der Verkehrsfreigabe wurde der Fahrkomfort dieser Strecken durch Verkehrsteilnehmer kritisiert, in der bauvertraglichen Abnahme hatten sich keine Auffälligkeiten bezüglich der Längsebenheit gezeigt. Die Ursachen lagen in kurzen periodischen Unebenheiten, die mittels herkömmlicher Verfahren (Planograf) nicht aufgezeigt werden können. Vor diesem Hintergrund war es erforderlich, einen

neuen Ebenheitskennwert für die bauvertragliche Abnahme zu entwickeln.

WLP – Weighted Longitudinal Profile

Auf Basis des langjährigen Erfahrungshintergrundes der Straßenzustandserfassung wurde an der RWTH Aachen der neue Ebenheitskennwert „Weighted Longitudinal Profile (WLP)“ entwickelt, mit dem die in der Praxis auftretenden, unterschiedlichen Unebenheiten einer Straße klassifiziert und entsprechend ihrer Auswirkung auf den Fahrkomfort, die Straßenbeanspruchung und das Fahrzeug gewichtet und bewertet werden können. International werden vergleichbare Ebenheitskennwerte bereits zur Bewertung genutzt. Bezogen auf die in Deutschland standardisierten Prozesse war es jedoch erforderlich, einen Kennwert zu entwickeln, der unabhängig von der Messgeschwindigkeit reproduzierbare Ergebnisse liefert und die vorhandenen Unebenheiten im Bauabnahmeprozess lokalisiert, um gegebenenfalls Mängelansprüche geltend machen können. Dies ist mit dem Ebenheitsindikator WLP gegeben.

Für die Umsetzung eines Prüfverfahrens oder eines neuen Kennwerts

in das Technische Regelwerk mit vertragsrelevanten Konsequenzen müssen die entsprechenden Voraussetzungen geschaffen werden. In Zusammenarbeit mit verschiedenen Forschungspartnern wie der RWTH Aachen, der Firma Lehmann & Partner, der Universität Stuttgart und vielen anderen hat eine kontinuierliche Weiterentwicklung des WLP stattgefunden. Seit dem letzten Jahr ist die Berechnung des WLP in der deutschen und englischen Fassung der prEN 13036-5:2017 beschrieben.

Auf Basis der bislang gewonnenen Erkenntnisse konnten in diesem Jahr Anforderungen an das Messsystem, die Durchführung und Auswertung der Messergebnisse sowie Anforderungswerte formuliert werden, die in der Überarbeitung des Regelwerks berücksichtigt werden sollen. Anfang nächsten Jahres wird – nach drei Jahren Forschungsarbeit – das Projekt „Erweiterung des Einsatzes des bewerteten Längsprofils auf bauvertragliche Anwendungen und Vergleich mit dem herkömmlichen Abnahmeverfahren“ abgeschlossen.

Damit ist der Rahmen für zukünftige Bauabnahmen von Neubau- und Erhaltungsmaßnahmen mittels WLP geschaffen. Um allen Prozessbeteiligten im Straßenbau die Möglichkeit zu geben, Erfahrungen mit dem neuen Kennwert zu sammeln, wird derzeit von BAST und BMVI ein Projekt angestoßen, bei dem auf Neubaumaßnahmen Messungen nach altem (Planograf) und neuem Verfahren (WLP) verglichen werden. Ziel ist es, periodische Unebenheiten, die bereits im Bauprozess entstehen, zukünftig zu vermeiden. ■



Verfahren zur Erfassung der Längsebenheit: MEFA (Multifunktionales Erfassungssystem zur Fahrbahnoberflächenanalyse (links) und Planograf (rechts)

Chemische Wirkung von Calciumhydroxid auf Bitumen

Dr. Volker Hirsch, Chemiker, Referatsleiter „Chemische Grundlagen, Umweltschutz, Labordienst“



Die BAST führte 2018 im Auftrag von Rijkswaterstaat (Niederlande) umfangreiche Untersuchungen an rückgewonnenen Bitumen und Füllern durch. Die untersuchten Füller enthielten Calciumhydroxid/Calciumcarbonat-Mischungen (Kalkhydrat).

Im Rahmen dieser Untersuchungen wurde festgestellt, dass Calciumhydroxid polare Verbindungen selektiv und irreversibel an seiner Oberfläche adsorbiert. Die Adsorption von Bitumenanteilen an Calciumhydroxid kann bereits rein visuell nach Vermischung mit Bitumen und anschließender mehrfacher Extraktion mit Toluol festgestellt werden. Nach Säurebehandlung lassen sich die adsorbierten Bestandteile zurückgewinnen. Da der Rückstand dunkel gefärbt ist, erhält man einen ersten Hinweis darauf, dass es sich um Asphaltene und/oder polare Bitumenanteile handeln muss. Durch das TLC-FID-Verfahren („Iatroscan“) gelingt der eindeutige Nachweis, dass ausschließlich polare Bitumenbestandteile und in geringerem Umfang auch Asphaltene an Calciumhydroxid adsorbiert werden. Die Adsorption von viskositätserhöhenden polaren Verbindungen und stark polaren Asphaltene führt zu einer leichten Verarmung der Bitumenphase an diesen Bestandteilen. Demzufolge sollten rückgewonnene Bitumen niedrigviskoser sein als das Originalbitumen. Dieser Effekt wird jedoch durch die Einlagerung von Calciumionen und nanoskaligen Calciumhydroxidpartikeln in die Bitumenmatrix kompensiert.

Durch die Adsorption polarer Komponenten werden der Bitumenphase

ebenfalls die leicht oxidierbaren Bitumenanteile entzogen. Da in der Bitumenphase vorzugsweise oxidationsbeständigere Bestandteile verbleiben, erscheint eine Verzögerung des Bitumen-Alterungsprozesses durch Calciumhydroxid plausibel.

Der strukturelle Aufbau der mit polaren Verbindungen und Asphaltene umhüllten Calciumhydroxid-Partikel ist mit überdimensionalen „Micellen“ des klassischen kolloidchemischen Bitumen-Modells vergleichbar. Aus diesem Grund fügen sich die Partikel ausgezeichnet in die Bitumenmatrix ein.

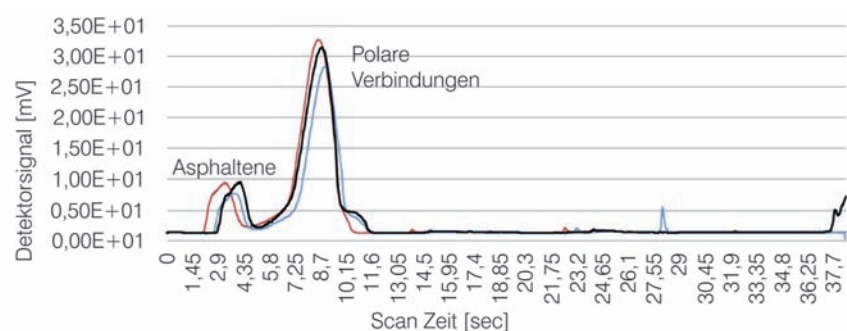
Obwohl von einer guten Verträglichkeit mit Bitumen ausgegangen werden kann, beeinflusst Calciumhydroxid die Konsistenz von Bitumen deutlich stärker als andere Mineralstoff-Füller. So hat eine Überdosierung durchaus nachteilige Konsequenzen auf die Asphaltteigenschaften. Beispielsweise führt die Adsorption der polaren Komponenten an Calciumhydroxid zu einer Verarmung in der Bitumenphase. Da vor allem die polaren Komponenten für die Klebwirkung von Bitumen verantwortlich sind, führt die Reduktion dieser Anteile zu einer drastischen Abnahme der adhäsiven Wirkung.



Calciumhydroxid nach Bitumenkontakt und mehrfacher Extraktion (rechts) – zum Vergleich: Calciumcarbonat (links)

Gleichzeitig nimmt im Vergleich zu herkömmlichen Füllern die Viskosität des Mörtels überproportional zu, da die mit polaren Komponenten umhüllten Partikel stärker untereinander wechselwirken. Dieser Effekt tritt zwar erst bei sehr hohen Calciumhydroxid-Gehalten auf, dennoch muss dieser Aspekt in der Baupraxis berücksichtigt werden.

Calciumhydroxid unterscheidet sich in seinen chemischen Eigenschaften grundlegend von den Eigenschaften herkömmlicher Füller. Prinzipiell wirkt Calciumhydroxid „modifizierend“ auf Bitumen, und bei optimaler Dosierung sind durchaus positive Effekte insbesondere auf die Dauerhaftigkeit von offenporigen Asphaltbelägen zu erwarten. ■



TLC-FID-Chromatogramm der adsorbierten Bitumenbestandteile

Belastungsversuche und ökonomische Betrachtung

Bastian Wacker, Bauingenieur, Referat „Dimensionierung und Straßenaufbau“ und Tobias Panwinkler, Geograph, Referat „Unfallanalyse und Sicherheitskonzeption, Verkehrsökonomie“



Seit Oktober 2017 betreibt die BAST das Demonstrations-, Untersuchungs- und Referenzareal (duraBAST). Im zentralen Bereich des Areals befinden sich die Demonstrations- und Untersuchungsflächen, auf denen im Maßstab 1:1 Straßenkonstruktionen erbaut und untersucht werden können.

Im Rahmen der Untersuchungen verwendet die BAST den Mobile Load Simulator MLS30, um zeitraffend die Belastung durch den Schwerverkehr zu simulieren. Hierzu werden über vier handelsübliche Lkw-Reifen mit einer Radlast von 45 bis 75 Kilonewton bis zu 6.000 Überrollungen pro Stunde aufgebracht.

Bei fünf von acht während der ersten Projektphase des duraBAST realisierten Projekten wurden Untersuchungen mit einem zeitraffenden Belastungsprogramm Accelerated Pavement Testing (APT) durchge-

führt. Zu den Projekten zählten Forschungsprojekte der BAST sowie nationale und internationale Drittmittelprojekte. Neben selbstheilendem Asphalt (HEALROAD) und Konstruktionen zur Energiegewinnung (SEDA) wurden auch Fugenverbindungen zwischen Betonfertigteilen (unter anderem HESTER) und Verschlussvarianten bei Bohrkernentnahmestellen innerhalb von 14 Monaten mit insgesamt rund neun Millionen Überrollungen mit dem MLS30 belastet.

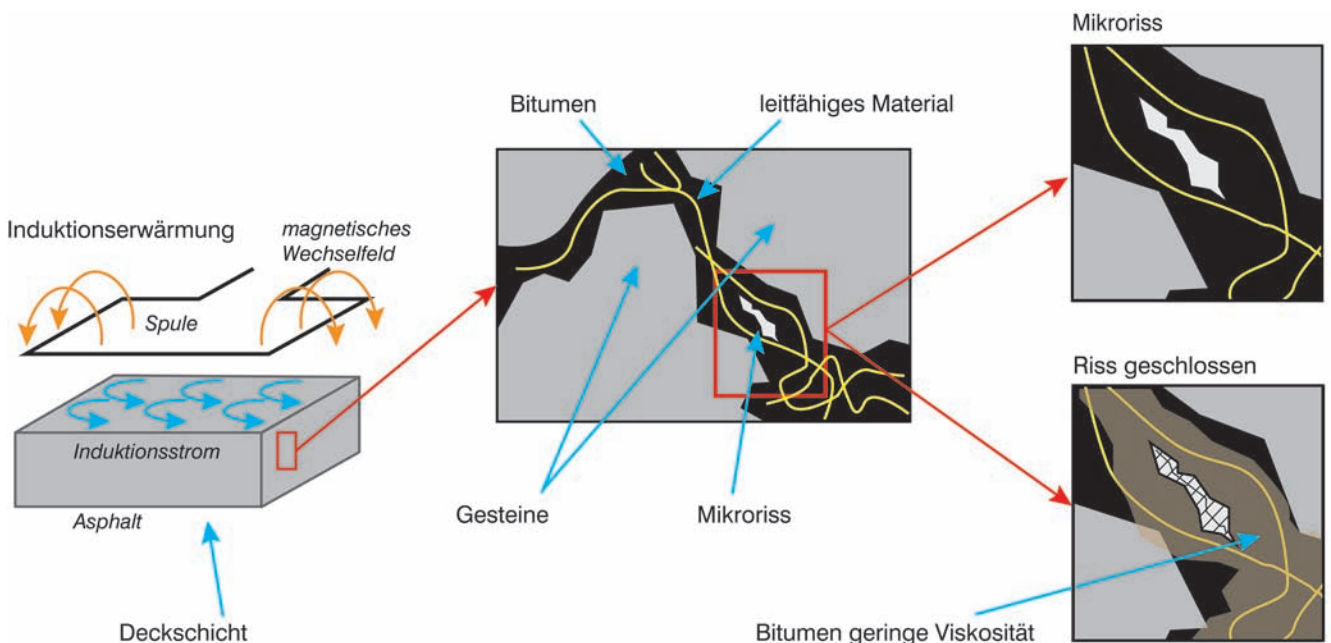
Jedes APT Programm setzt sich aus verschiedenen Elementen zusammen. Dazu zählt die Forschungsinfrastruktur mit den entsprechenden Projekten, die Belastungseinrichtung wie der MLS30, aber auch standardisierte Untersuchungsprogramme mit verschiedenen Messsystemen beispielsweise für Tragfähigkeits- und Querebenenmessungen.

Beispielhaft wird das EU-Projekt HEALROAD vorgestellt und das Belastungsprogramm beschrieben.

HEALROAD – selbstheilender Asphalt zur Verlängerung der Nutzungsdauer von Asphaltdeckschichten

Das HEALROAD-Projektteam aus Spanien, England, den Niederlanden, Belgien und Deutschland erforschte in der Zeit von Ende 2015 bis Mitte 2018 den Einsatz von Induktionsenergie als Erhaltungsmaßnahme an Asphaltdeckschichten. Hierdurch soll die selbstheilende Wirkung von Asphalt gezielt angesteuert werden.

Im aus dem ERA-NET Plus Infravation Call 2014 geförderten Projekt wurden in Spanien und England Laborversuche durchgeführt, um die Asphaltrezeptur mit den projektspe-



Prinzipskizze Erhaltungmaßnahme



Übersicht über den Zentralbereich des duraBAST

zifischen Zusatzstoffen und den Einfluss der Induktionsenergie zu untersuchen. Ein wesentlicher Baustein des Projektes war die großmaßstäbliche Anlage einer Untersuchungsfläche (50 x 5 Meter) mit einer offenporigen HEALROAD-Deckschicht auf dem duraBAST.

Maßgebliches Schadensbild war nach Festlegung des Projektteams der Kornausbruch. Das Belastungsprogramm mit dem MLS30 erfolgte daher mit der höchsten Radlast (75 Kilonewton) und kontinuierlichem seitlichen Versetzen zur Einleitung von Scherkräften. Alle gelösten Gesteinskörner der Oberfläche wurden hinsichtlich Ort und Menge ausgewertet. Die Belastungsfläche wurde an definierten Stellen durch die HEALROAD Induktionstechnologie zur Selbstheilung angeregt. Durch die Auswertung der Verteilung der Wärmeenergie konnte gefolgert werden, dass die innovative Deckschicht anforderungsgerecht homogen hergestellt war. Die Ergebnisse ließen zudem vermuten, dass Zusammenhänge zwischen dem Einsatz der Induktionsenergie und dem Kornverlust bestehen. Signifikante Korrelationen konnten jedoch im großmaßstäblichen Versuch nicht festgestellt werden. Es wird angenommen, dass hierfür die im Projekt

vorgegebene Belastungsdauer mit dem MLS30 nicht ausreichend war. Bei ergänzenden Untersuchungen im Labormaßstab an den aus dem duraBAST ausgebauten Proben, konnte dennoch die positive Wirkung der HEALROAD-Technologie demonstriert werden.

Lebenszyklus-Kostenanalyse

Zur ökonomischen Bewertung des HEALROAD-Asphalts wurde eine Lebenszyklus-Kostenanalyse (Life-Cycle-Cost-Analysis LCCA) durchgeführt. Hierbei werden – neben den Herstellungskosten einer Straßenkonstruktion – sämtliche Kosten während des gesamten Lebenszyklusses berücksichtigt sowie Baulastträgerkosten inklusive Erhaltungsmaßnahmen und der Restwert mittels dynamischer Investitionsrechnung analysiert. Bei den gesamtwirtschaftlichen Kosten der Erhaltungsmaßnahme wurden die Nutzerkosten sowie die Kosten der Allgemeinheit berücksichtigt. Es zeigte sich, dass das HEALROAD-Material aufgrund längerer Mischzeiten und dem zusätzlichen Induktionsmaterial bei der Errichtung geringfügig teurer ist als herkömmliches Material. Jedoch kann durch die Induktionstechnologie

die Nutzungsdauer der Deckschicht verlängert werden. Das führt zu einer verringerten Anzahl an Erhaltungsmaßnahmen und somit weniger Eingriffen in den Verkehr und letztlich zu Kostenersparnissen.

Die Erfahrungen aus dem HEALROAD-Projekt haben für die BAST unmittelbar Einfluss auf die Planung und Gestaltung weiterer zeitrafender Belastungsprogramme auf dem duraBAST, aber auch auf die Auswertung von Messergebnissen und die ökonomische Bewertung. ■



www.durabast.de

Thermografie im Asphaltstraßenbau

Jan Ork, Bauingenieur, Referat „Asphaltbauweisen“



Die Thermografie ist ein bildgebendes Verfahren, das die Oberflächentemperatur eines Materials misst und darstellt. Dies ist möglich, da die Intensität der elektromagnetischen Strahlung proportional zur Oberflächentemperatur eines Objektes ist. Unter Berücksichtigung des materialspezifischen Emissionsgrads wird die Intensität der Strahlung in Temperaturwerte umgerechnet.

Praktische Anwendung für die Forschung

Asphalt ist ein Baustoff, der als Heißmischgut bei Temperaturen von über 140 Grad Celsius transportiert und eingebaut wird und danach auf die jeweilige Umgebungstemperatur abkühlt. Der Prozess des Abkühlens ist abhängig von Material, Einbaudicke, Untergrund- und Umgebungstemperaturen, Windverhältnissen und weiteren Faktoren. Kennzeichnend für Walzasphaltes ist, dass die Endverdichtung des Materials durch Überrollung mittels Walzen erfolgt. Die Verarbeitbarkeit und somit auch die Verdichtbarkeit von Asphaltmischgut sind stark temperaturabhängig. Für die gleichmäßige Beschaffenheit einer Asphaltmischschicht ist somit eine homogene Temperaturverteilung not-

wendig. Mit der Thermografie ist es möglich, die Temperaturverteilung auf der bereits eingebauten Asphalt-Oberfläche zu messen und vor Ort zu visualisieren. Die gemessenen Temperaturen werden in Form von Falschfarben dargestellt und können mit rein visuellen Aufnahmen überlagert werden.

Das Bild zeigt eine Asphalt-Oberfläche unmittelbar nach dem Einbau, der rote Rahmen markiert die Fläche, die von der Wärmebildkamera erfasst wird. Auf dem überlagerten Infrarotbild wird die Temperaturverteilung durch ein Farbschema dargestellt, wobei der hier dargestellte Temperaturbereich von dunkelblau (126 Grad Celsius) bis weiß (166 Grad Celsius) reicht. Die gemessene Temperaturspanne beträgt 40 Kelvin und deutet auf Unregelmäßigkeiten beim Einbau hin. Neben der rein visuellen Betrachtung des Wärmebildes kann eine rechnerische Analyse durchgeführt werden, um Durchschnittstemperaturen, Minimal- und Maximalwerte oder Häufigkeitsverteilungen zu bestimmen.

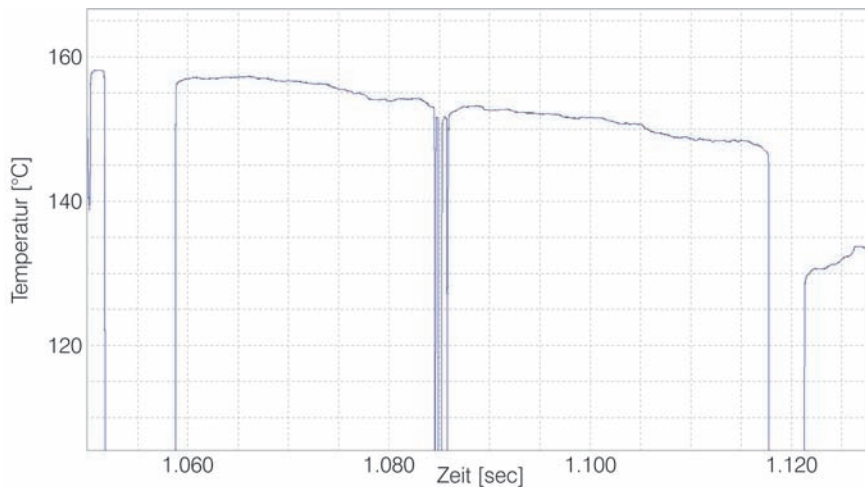
Asphaltfertiger können zusätzlich mit Infrarotkameras ausgerüstet werden, die den frisch eingebauten Asphalt

fortwährend hinter dem Fertiger scannen. Dieser Querschnitt stellt somit immer einen Moment unmittelbar nach dem Einbau und noch vor der abschließenden Walzverdichtung dar. Der weitere Abkühlungsprozess eines bestimmten Punktes kann damit also nicht ermittelt und dargestellt werden. Hierfür ist eine stationäre Infrarotkamera erforderlich, die einen bestimmten Bauabschnitt über den gesamten Abkühlungsprozess aufnimmt. Das Ergebnis sind Zeitreihen für einen vollständigen Querschnitt, die Aufschluss über das Abkühlverhalten liefern. Die Grafik auf Seite 59 zeigt den Verlauf der Oberflächentemperatur eines ausgewählten Messbereichs über den Zeitraum von circa drei Minuten.

Es ist erkennbar, dass die Oberflächentemperatur unmittelbar nach dem Einbau 157 Grad Celsius betrug und sich im Verlauf der nächsten zwei Minuten um ungefähr zehn Kelvin auf 147 Grad Celsius absenkte. Die Messung wurde durch eine, das Bild durchquerende, Person gestört, erkennbar am kurzzeitigen Temperaturabfall. Nach etwa zwei Minuten erfolgte der erste Walzübergang, der die Oberflächentemperatur um weitere 17 Kelvin auf 130 Grad Celsius



Betrachteter Bildausschnitt im sichtbaren (links) und im Infrarotbereich (rechts)



Entwicklung der Oberflächentemperatur drei Minuten nach Einbau

absinken ließ. Durch die höheren Temperaturen im Innern der Asphalt-schicht steigt die Oberflächentemperatur danach wieder an.

Während der Scannereinsatz direkt an der Einbaubohle für Baumaßnahmen geeignet sein kann, dient der stationäre Einsatz der Thermografie eher der Untersuchung wissenschaftlicher Fragestellungen – beispielsweise in wieweit mit Wasser benetzte Walzen zu einem schockartigen Abkühlen der Asphaltoberfläche führen.

Thermografie im Labor

Im Labor bietet die Thermografie die Möglichkeit, thermische Prozesse zu analysieren. Bei der Extraktion von Bindemittel in einem Rotationsverdampfer wurde Kondensation an einer Stelle beobachtet, wo diese nicht erwünscht war. Der Dampf des Destillates kühlt zu früh ab und verfälscht durch Zurücklaufen des Lösungsmittels das Versuchsergebnis. Im Rahmen der Versuchsoptimierung wurde ein Heizstab in den Rotationsverdampfer eingebracht, der den Dampf weiter aufheizen soll und den Abkühlpunkt in einen optimalen Bereich verschiebt. Dafür wird eine gleichmäßige Temperaturverteilung entlang des Heizstabes angestrebt,

die über einen Temperatursensor in der Spitze des Stabes gesteuert wird. Zur Überprüfung des Temperaturverlaufes entlang des Heizstabes eignet sich die Thermografie besonders gut, da sie gleichzeitig den gesamten Stab betrachtet und zusätzlich den vollständigen Versuchszeitraum abbildet.

Um den Temperaturverlauf auf einer metallenen Oberfläche aussagekräftig bestimmen zu können, wurde ein Klebeband mit einem bekannten Emissionsgrad aufgebracht. Der Heizstab wurde über die gesamte be-

heizte Länge und darüber hinaus in Blickrichtung der Wärmebildkamera beklebt. Unter atmosphärischen Bedingungen wurde die Regeltemperatur von 200 Grad Celsius eingestellt. Die Grafik stellt den Verlauf der Temperatur entlang des Heizstabes dar, die temperaturgeregelte Spitze auf der rechten Seite. Unmittelbar hinter der Spitze steigt die Temperatur auf bis zu 280 Grad Celsius und bleibt bis zum Ende des beheizten Abschnittes in diesem Bereich. Daraus lässt sich ableiten, dass die Wahl eines an der Spitze liegenden Temperatursensors für die geforderte Aufgabe nicht ohne Korrekturmaßnahmen eingesetzt werden kann.

Fazit

Zur Beantwortung asphalttechnologischer Fragestellungen aus der Anwendung vor Ort oder im Labor bietet die Thermografie vielfältige Möglichkeiten um zeit- und ortsbezogene Aussagen über Temperaturen zu erhalten. Gerade für einen in seinen Eigenschaften so temperaturabhängigen Baustoff wie Asphalt wird diese Technologie künftig an Bedeutung gewinnen. ■



Ansicht Heizstab in Rotationsverdampfer



Brücken- und Ingenieurbau

Cyber-Safe

Schubtragfähigkeit von Spannbetonbrücken

Fahrbahnübergänge – Entwicklungen in Deutschland und Europa





Verbesserung der Cyber-Sicherheit von Tunnel- und Verkehrsleitzentralen



Verkehrs- und Tunnelleitzentralen sind neuralgische Punkte für die Aufrechterhaltung der Verfügbarkeit des Straßenverkehrsnetzes, da sie den Verkehr auf Straßen und in Tunneln überwachen und steuern. Für diese Überwachungs- und Steuerungsfunktionen kommen eine Vielzahl von Informations- und Kommunikationstechnologien zum Einsatz. Hierdurch sind sie potenzielle Ziele für Cyber-Angriffe. Im vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten und von der BAST koordinierten Forschungsprojekt Cyber-Safe wurden Handlungshilfen entwickelt, die Betreiber von Tunnel- und Verkehrsleitzentralen in die Lage versetzen sollen, ihre IT-Sicherheit zu bewerten und geeignete Schutzmaßnahmen umzusetzen.

Hintergrund

Mit Inkrafttreten der ersten Verordnung zur Änderung der BSI-Kritisverordnung [1] im Juni 2017, sind Betreiber Kritischer Infrastrukturen im Bereich des Verkehrswesens nunmehr verpflichtet, einen Mindeststandard bezüglich ihrer IT-Sicherheit zu erfüllen und kontinuierlich zu verbessern. Betroffen von der Verordnung sind grundsätzlich Anlagen wie Verkehrssteuerungs- und Leitsysteme für das Netz der Bundesautobahnen. Für den kommunalen Bereich wurde ein Schwellenwert bei 500.000 Einwohnern der versorgten Stadt festgelegt. Auch wenn Betreiber nicht von dieser Regelung betroffen sind,

zeigen die Recherchen und Experteninterviews, die im Rahmen von Cyber-Safe durchgeführt wurden, dass proaktiv Vorkehrungen vorgenommen werden sollten: Im Jahre 2015 musste der bei Haifa (Israel) gelegene rund neun Kilometer lange Carmel Tunnel infolge eines gezielten Hacker-Angriffs für die Dauer von acht Stunden gesperrt werden, was zu schwerwiegenden Verkehrsbeeinträchtigungen führte [2]. Auch ist vor dem Hintergrund der Entwicklungen im Bereich der intelligenten Verkehrsinfrastrukturen davon auszugehen, dass diese zukünftig immer mehr in den Fokus von Cyber-Angrifern rücken werden.

Vorgehensweise

Ziel des Projekts Cyber-Safe war es daher, Handlungshilfen zu entwickeln, die die Betreiber von Tunnel- und Verkehrsleitzentralen in die Lage versetzen, mögliche Schwachstellen für Cyber-Angriffe zielgerichteter als bislang zu erkennen und geeignete Schutzmaßnahmen zu ergreifen. Hierzu wurden im Rahmen einer Bestandsanalyse in Leitzentralen bereits umgesetzte Maßnahmen auf ihre Wirksamkeit hin überprüft und gleichzeitig bestehende Defizite identifiziert. Ergänzend lieferte ein von Experten im Zuge einer detaillierten Tiefenanalyse durchgeführter Penetrationstest aufschlussreiche Einblicke in die IT-Sicherheit.

Zwei Workshops mit Betreibern, Ausstattern und Planern von Tunnel- und Verkehrsleitzentralen sollten die unmittelbare Umsetzbarkeit und

eine hohe Akzeptanz unterstützen. Hier wurden der Bedarf sowie die Anforderungen an Handlungshilfen zur Bewertung der aktuell vorhandenen IT-Sicherheit und Steigerung der Widerstandsfähigkeit gegen Cyber-Angriffe ermittelt. Die Erkenntnisse zum Nutzerbedarf mündeten in drei zielgruppenorientierte Handlungshilfen. Sie wurden bei der Abschlussveranstaltung im Juni 2018 in der BAST den Endanwendern präsentiert und für die direkte Nutzung in der Praxis zur Verfügung gestellt.

Eine im Projekt als Testumgebung entwickelte „virtuelle Leitzentrale“ ermöglicht es Betreibern, neue Komponenten zu testen, gezielte Angriffe auf die Leitstellen-IT zu simulieren und die Wirksamkeit entsprechender Gegenmaßnahmen zu erproben.

Handlungshilfen

Die entwickelten Handlungshilfen, die aus drei Software-Tools und einem Leitfaden bestehen, wurden unter Berücksichtigung der BSI-Grundschutz-Kataloge und der ISO-27000-Reihe erarbeitet und sind inhaltlich und in der Detailtiefe auf insgesamt drei unterschiedliche Zielgruppen zugeschnitten.

1. Checkliste für die übergeordnete Managementebene

Die übergeordnete Managementebene stellt die erforderlichen finanziellen und personellen Ressourcen zur Verfügung. In der Regel handelt es sich dabei um keine IT-Experten. Sie sind sowohl bei der Bewertung der vorhandenen IT-Sicherheit sowie der

Entscheidung über die Umsetzung von Maßnahmen auf die Unterstützung der IT-Verantwortlichen angewiesen. Für diese Zielgruppe wurde die Handlungshilfe „Checkliste“, eine kompakte browser-basierte Software entwickelt, die die Umsetzung wichtiger übergeordneter Themen überprüft. Dabei handelt es sich um insgesamt 20 Fragen bezüglich bereits umgesetzter Maßnahmen.

2. Leitfaden und Bewertungssoftware für die mittlere Managementebene

Die mittlere Managementebene ist überwiegend mit konkreten organisatorischen und personellen Aspekten befasst. Fachwissen über die IT der Leitzentrale ist in umfangreichem Maße vorhanden, jedoch oft nicht zu sämtlichen Aspekten der IT-Sicherheit. Für diese Zielgruppe wurden ein Leitfaden und eine begleitende Bewertungssoftware erarbeitet, die das Vorhandensein unterschiedlicher Maßnahmen aus den Bereichen Technik, Organisation und Personal überprüft. Diese Handlungshilfen identifizieren allerdings nicht automatisch Schwachstellen, sie können aber iterativ dazu verwendet werden, das Sicherheitsniveau unter Einbeziehung zusätzlicher umsetzbarer Maßnahmen zu bewerten und damit sukzessive zu erhöhen.

3. Tiefenanalysesoftware für IT-Verantwortliche

IT-Verantwortliche verfügen sowohl über detailliertes Fachwissen bezüglich der IT-Struktur als auch Kenntnisse der zu berücksichtigenden organisatorischen und personellen Aspekte. Für diese Zielgruppe wurde eine Analysesoftware entwickelt, auf deren Grundlage eine Tiefenanalyse der vorhandenen IT-Struktur erfolgen kann. Dabei wird ein modellhaftes Abbild geschaffen, welches gefähr-

dete Komponenten und Verbindungen aufzeigt. Insofern ist es eine Ergänzung zu der oben beschriebenen Handlungshilfe für die mittlere Managementebene und gleichzeitig auch Planungshilfe für Ausstatter und Planer.

Zusammenfassung und Ausblick

Die Ergebnisse des Projektes Cyber-Safe zeigen deutlich, dass die Empfehlung eines Mindestschutzniveaus für Tunnel- und Verkehrsleitzentralen notwendig ist. Planer, Ausstatter und Betreiber verfügen zurzeit nur begrenzt über die notwendigen Kenntnisse, um geeignete Schutzmaßnahmen idealerweise schon in der Planungsphase und im anschließenden Betrieb zu berücksichtigen und ihnen die notwendige Bedeutung beizumessen.

Im Zuge der Experteninterviews und Workshops konnte bei der Zielgruppe schon die nötige Sensibilisierung erreicht werden. Das Interesse der Gesprächspartner lässt den Schluss zu, dass die Handlungshilfen ihren Weg in die tägliche Praxis finden werden. Die aktuelle Gesetzeslage infolge der Änderung der BSI-Kritisverordnung wird aller Wahrscheinlichkeit nach diesen Prozess noch beschleunigen. Der große Vorteil der Handlungshilfen ist, dass sie auf Grundlage der Vorgaben des Bundesamtes für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) entwickelt und auf die besonderen Randbedingungen von Leitzentralen angepasst und konkretisiert wurden.



Schutz von Tunnelleitzentralen vor Cyber-Angriffen

Leitfaden zur Beurteilung und Verbesserung der IT-Sicherheit

Das Forschungsprojekt Cyber-Safe wurde vom BMBF im Rahmen des Förderschwerpunktes „IKT 2020 – Forschung für Innovation“ gefördert. Unter der Konsortialführung der BAST waren folgende Partner beteiligt: Landesbetrieb Straßenbau NRW, Autobahn niederlassung Hamm, DÜRR Group GmbH, Studiengesellschaft für unterirdische Verkehrsanlagen, STUVA e.V. und Horst Görtz Institut für IT-Sicherheit, Ruhr-Universität Bochum. ■

Literatur

- [1] Erste Verordnung zur Änderung der BSI-Kritisverordnung in der Fassung von der Bekanntmachung vom 29. Juni 2017 (Bundesgesetzblatt Seite 1921)
- [2] The Associated Press: 'Hallmark of a New Era' // Haifa Tunnel Paralyzed by Cyberattack, Expert Reveals. In: Haaretz (Archives). Stand 27. Oktober 2013. <http://www.haaretz.com/israel-news/1.554729> (abgerufen am 06.11.2018)

Schubtragfähigkeit von Spannbetonbrücken



Dr. Matthias Müller, Bauingenieur, Referat „Betonbau“

Ein Großteil der Brücken im Bundesfernstraßennetz wurde in Spannbetonbauweise geplant und errichtet – darunter viele große Talbrücken. Hiervon ist ein überwiegender Teil bereits in den 1950er bis 70er Jahren gebaut worden. In dieser Zeit wurde die Entwicklung der damals noch neuen Bauweise maßgeblich vorangetrieben.

Die sukzessive Weiterentwicklung der Bauweise und der Nachweisformate veränderten auch die Konstruktionsregeln, die zu einer robusteren Tragwerksauslegung führen sollten. Bei der Tragfähigkeitsbeurteilung älterer Bauwerke, die aufgrund der deutlichen Zunahme des Schwerverkehrs im Bundesfernstraßennetz erforderlich wurde, kann die geforderte Sicherheit daher häufig nicht nach derzeit gültigen Regelwerken nachgewiesen werden.

Nachrechnungsrichtlinie

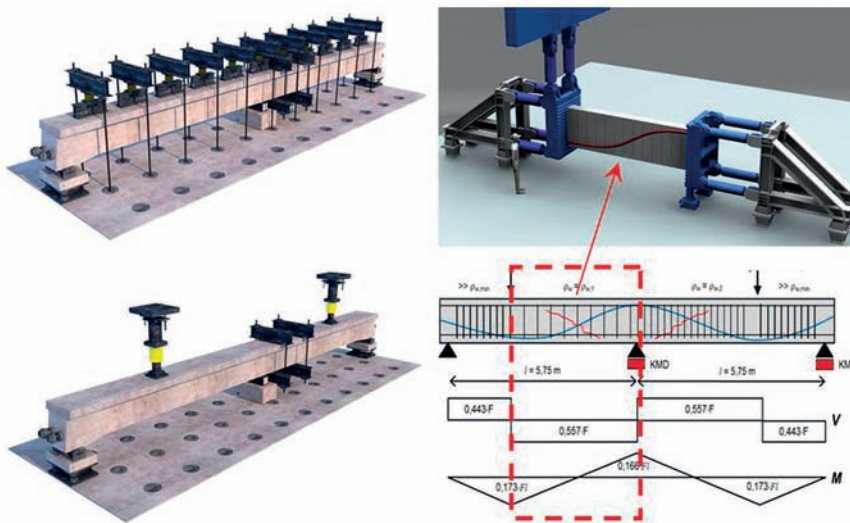
Aus diesem Grund hat das Bundesverkehrsministerium im Jahr 2011 die „Richtlinie zur Nachrechnung von Straßenbrücken im Bestand“ bekannt gegeben. Hiermit wurde erstmals eine bundeseinheitliche Grundlage zur Beurteilung der Tragfähigkeit bestehender älterer Straßenbrücken geschaffen. Die Anwendung der Nachrechnungsrichtlinie ist die Basis der Strategie zur Brückenmodernisierung des BMVI für die Bauwerke des Bundesfernstraßennetzes. Grundlage für die Regeln der Nachrechnungsrichtlinie sind Forschungsergebnisse der BAST. Die Leistungsfähigkeit der Werkzeuge der Nachrechnungsrichtlinie wird kontinuierlich analysiert und Potenziale für eine optimierte Tragfähigkeitsbeurteilung in Forschungsprojekten identifiziert und quantifiziert, um diese im Rahmen der Richtlinienfortschreibung für die Praxis verfügbar zu machen.

In den vergangenen Jahren sind insbesondere die für die Bewertung der Schubtragfähigkeit bestehender Spannbetonbrücken maßgebenden Nachweisformate im Rahmen experimenteller und theoretischer Forschungsvorhaben weiterentwickelt worden, um den Besonderheiten der bestehenden Konstruktionen gerecht zu werden und vorhandene Tragreserven rechnerisch zu aktivieren. Die nachfolgenden Forschungsergebnisse sollen im Zuge der anstehenden Erarbeitung der zweiten Ergänzung zur Nachrechnungsrichtlinie für die Praxis verfügbar gemacht werden.

Ermittlung der Querkraft- und Torsionstragfähigkeit älterer Spannbetonbrücken

In umfangreichen experimentellen Untersuchungen wurden im Rahmen eines Forschungsprojekts [1] verschiedene Aspekte des Tragverhaltens unter kombinierter Querkraft- und Biegebeanspruchung beziehungsweise unter kombinierter Querkraft-, Biege- und Torsionsbeanspruchung untersucht. Betrachtet wurden vorgespannte Zweifeldträger und Trägerschnitte, die im Hinblick auf Geometrie und Beanspruchungen einen Ausschnitt – auch als Substruktur bezeichnet – aus einem Zweifeldträger darstellen.

Die in diesem Zusammenhang an der RWTH Aachen, der TU Dortmund und der TU München verwendeten Versuchsaufbauten sind im Bild dargestellt. Neben der experimentellen Ermittlung der Querkrafttragfähigkeit von Spannbetonträgern bei gleichzeitiger Biegebeanspruchung

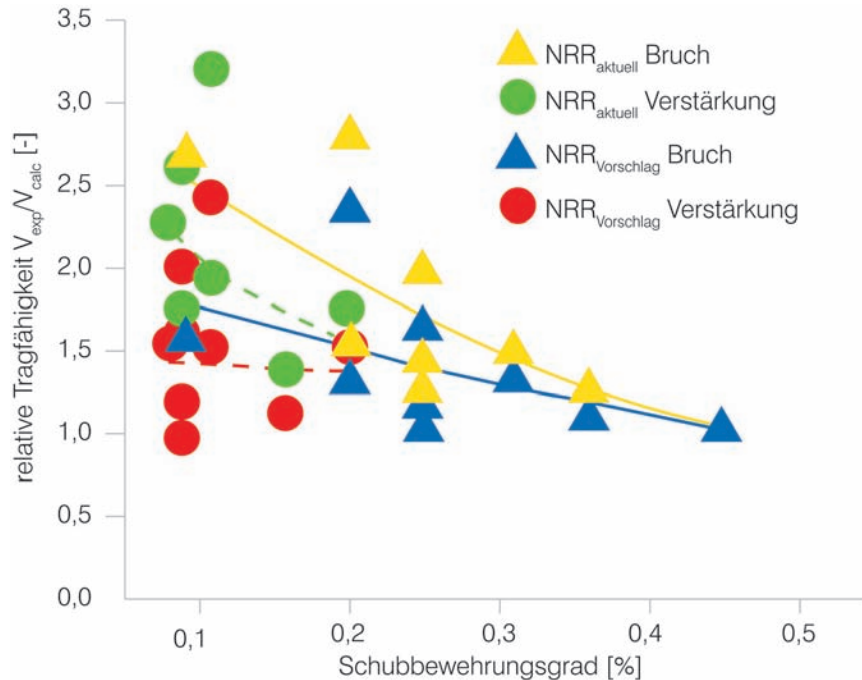


Links: Schematische Darstellung der Versuchsaufbauten an Zweifeldträgern mit Strecken sowie Einzellasten (TU Dortmund an der RWTH Aachen analog), rechts: Trägerschnitt für Substrukturversuch und Beanspruchung am Zweifeldträger (TU München) [1]

wurden auch der Einfluss unterschiedlicher Lastkonfigurationen (Einzel- und Streckenlasten), einer zusätzlichen Torsionsbeanspruchung sowie heute nicht mehr zulässiger Querkraftbewehrungsformen untersucht. Für letztgenannte Untersuchungen dienen die Tests an Substrukturen.

Durch die Ergebnisse der Untersuchungen konnte die bereits seit Beginn der Entwicklung der Fachwerkmodelle zur Querkraftbemessung bestehende Vermutung eines über die Bügeltragwirkung hinausgehenden Betontraganteils nicht nur bestätigt, sondern auch in Form eines für die Nachrechnung geeigneten Berechnungsansatzes quantifiziert werden. Hierbei wird der Fachwerktraganteil um einen einheitlichen Betontraganteil additiv vergrößert, der der Biegeschubtragfähigkeit eines Bauteils ohne Querkraftbewehrung entspricht. Die Grafik zeigt einen Vergleich der ermittelten relativen Tragfähigkeit der Versuchsträger in Abhängigkeit vom Schubbewehrungsgrad. Es ist zu erkennen, dass die Streuungen der Ergebnisse sowohl nach dem aktuell geregelten Bemessungsansatz als auch nach dem für die Weiterentwicklung der Nachrechnungsrichtlinie vorgeschlagenen Ansatz mit zunehmendem Schubbewehrungsgrad geringer und gleichzeitig die Vorhersagegenauigkeiten größer werden.

Der Bemessungsvorschlag zur Ergänzung der Nachrechnungsrichtlinie liefert über alle untersuchten Schubbewehrungsgrade bessere Übereinstimmungen mit den Versuchslasten. Im Vergleich zum aktuellen Bemessungsansatz können insbesondere für geringe Querkraftbewehrungsgrade, die bei der Beurteilung älterer Spannbetonbrücken



Vergleich der Ergebnisse des aktuellen Ansatzes gemäß Stufe 2 der Nachrechnungsrichtlinie (gelb, grün) mit dem Bemessungsvorschlag (blau, rot) auf Basis der experimentellen Untersuchungen (eigene Darstellung in Anlehnung an [1]); die runden Markierungen kennzeichnen Versuche, die vorzeitig beendet wurden, um einen zweiten Teilversuch am gleichen Versuchsträger durchzuführen zu können; mit dreieckigen Markierungen sind die Teilversuche gekennzeichnet, bei denen die Bruchlast im Träger erreicht wurde

den Regelfall darstellen, zutreffendere Ergebnisse erzielt werden.

Über die beschriebene Erweiterung des Nachweisformats zur Querkraftbemessung hinaus konnten auch grundlegende Fragen zur Anrechenbarkeit von Längsspanngliedern für Torsionsbeanspruchung und zur Berücksichtigung seinerzeit verwendeter Bügelformen beantwortet werden, die aus heutiger Sicht nicht mehr zulässig sind. Für beide Fragestellungen werden Ansätze zur rechnerischen Berücksichtigung vorgeschlagen, die ingenieurmäßig nachvollziehbar und einfach in der Handhabung sind.

In Einzelfällen, in denen der Nachweis einer ausreichenden Sicherheit in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit nicht auf Basis der Regeln der Nachrechnungsstufen 1 und 2 der Nachrechnungsricht-

linie erbracht werden kann, kommt die Anwendung wissenschaftlicher Nachweismethoden (Stufe 4) der Nachrechnungsrichtlinie infrage. Diese Überlegung bietet sich vor allem für Bauwerke an, die einen guten allgemeinen Bauwerkszustand aufweisen und bei welchen sich Ertüchtigungsmaßnahmen nur schwierig umsetzen lassen. Für diesen Anwendungsfall wurde das bereits in früheren Forschungsprojekten entwickelte Druckbogenmodell (DBM) zum erweiterten Druckbogenmodell (EDBM) weiterentwickelt und die Vorgehensweise zur Anwendung schrittweise beschrieben. Darüber hinaus konnten Empfehlungen zur Anwendung nichtlinearer Finite-Elemente-Berechnungen im Hinblick auf die Eignung verschiedener Sicherheitskonzepte und die Validierung des verwendeten Rechenmodells vorgestellt werden.

Ermittlung der Tragfähigkeit von Druckgurtanschlüssen in Hohlkastenbrücken

Im Rahmen eines BAST-Projekts [2] untersuchten die Fachleute eingehend das Tragverhalten von Druckgurtanschlüssen in Hohlkastenbrücken durch die Auswertung existierender Versuche sowie numerische Simulationen und analytische Betrachtungen. Hierbei wurde gezeigt, dass sich die Beanspruchungssituation und das Tragverhalten in Gurtquerschnitten gegliederter Querschnitte in wesentlichen Punkten von den Randbedingungen in Stegquerschnitten unterscheiden. Direkte Druckstreben, Sprengwerk- oder Druckbogentraganteile und damit vergleichbare Mechanismen, die zum Tragwiderstand von Stegquerschnitten beitragen, sind auf die Gurtscheiben gegliederter Querschnitte nicht übertragbar. Darüber hinaus wird das Rissverhalten maßgeblich vom sich stetig über die Bauwerkslänge ändernden Längsspannungszustand beeinflusst. Im Unterschied zum Steg handelt es sich bei der Schubbeanspruchung im Gurtanschnitt um eine mit der Längsbeanspruchung der Gurtscheibe korrespondierende Größe.

In der Bemessungspraxis wird das für Stegquerschnitte entwickelte Bemessungsmodell jedoch ohne nennenswerte Modifikationen auch für die Bemessung von Gurtquerschnitten verwendet. Damit liegen die Bemessungs- und Nachrechnungsergebnisse einerseits auf der sicheren Seite, sind jedoch andererseits unter Umständen sehr konservativ. Diese konservative Herangehensweise bei der Bemessung ist für die Planung von Neubauten durchaus sinnvoll, da sie zu einer robusten Tragwerksauslegung führt und sich die Mehrkosten durch die

so ermittelte Bewehrung gleichzeitig in Grenzen halten. Allerdings sind für die Bewertung bestehender Bauwerke genauere Verfahren notwendig, da nachträgliche Verstärkungen in diesem Bereich sehr aufwendig und oft technisch fragwürdig sind.

Auf Basis von durchgeführten Nachrechnungen experimenteller Untersuchungen und weiteren Simulationsrechnungen an Bauteilen mit für den Brückenbau relevanten Abmessungen wurden daher einfache Handrechenverfahren abgeleitet. Mit diesen ist es möglich, den Tragwiderstand von Gurten im Biegedruckbereich wirklichkeitsnäher zu ermitteln.

Durch die exemplarische Anwendung der vorgeschlagenen Nachweisformate auf bestehende ältere Spannbetonbrückenbauwerke und den Vergleich der Ergebnisse mit den nach aktuellen Regelwerken ermittelten Werten, konnte das Potenzial der Nachweisformate gezeigt werden. Gleichzeitig sind die hohen rechnerischen Defizite (über 200 Prozent), die teilweise bei der Nachrechnung nach aktuellen Regelwerken errechnet werden, ein deutlicher Hinweis darauf, dass die aktuellen Nachweisformate das Tragverhalten nicht zutreffend und zu konservativ erfassen.

Ausblick

Derzeit werden die Vorschläge für eine kurzfristige zweite Erweiterung der Nachrechnungsrichtlinie zusammengestellt, um diese voraussichtlich im Jahr 2019 für die Praxisanwendung verfügbar zu machen. Die Ergebnisse der Forschung zur Verbesserung der Nachweisformate für die Schubbemessung reduzieren bereits jetzt nennenswert rechneri-

sche Defizite und reduzieren damit den erforderlichen Verstärkungsaufwand. Gleichzeitig lassen insbesondere die noch immer großen Streubreiten der Ergebnisse für gering querkräftbewehrte Spannbetonbrücken sowie die bislang geringe Versuchsdatengrundlage für kombinierte Beanspruchungen aus Biegung, Querkraft und Torsion erhebliches Potenzial für zukünftige Forschungsaktivitäten erkennen. ■

Literatur

- [1] HEGGER, J., MAURER, R., FISCHER, O., ZILCH, K., et al.: Beurteilung der Querkraft- und Torsionstragfähigkeit von Brücken im Bestand – erweiterte Bemessungsansätze, Abschlussbericht zu BAST-Projekt FE 15.0591/2012/FRB, Bergisch Gladbach, 2018
- [2] MÜLLER, M.: Druckgurtanschluss in Hohlkastenbrücken – Ingenieurmodelle zur wirklichkeitsnahen Ermittlung der Tragfähigkeit, Abschlussbericht BAST-Projekt F1100.2113003, Bergisch Gladbach, 2018

Fahrbahnübergänge – Entwicklungen in Deutschland und Europa

Dr. Arnold Hemmert-Halswick, Bauingenieur,
Referatsleiter „Stahlbau, Korrosionsschutz, Brückenausstattung“



Fahrbahnübergänge (FÜ) sind die Schnittstellen zwischen Brücke und Straße. Infolge von Temperatur und Verkehr entsteht an dieser Stelle ein Spalt und es wird eine Abdeckung in Form von FÜ benötigt. Damit diese die an sie gestellten Anforderungen erfüllen, gibt es seit einiger Zeit deutsche Regelungen. Für das Inverkehrbringen in Europa sind europäische Regelungen zu beachten.

Regelwerke

FÜ aus Stahl und Elastomer sind in den Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING), Teil 8 Bauwerksausstattung, Abschnitt 1 (ZTV-ING 8-1) und in den zugehörigen Technischen Lieferbedingungen und Prüfvorschriften für wasserdichte Fahrbahnübergänge in Lamellenbauweise und Fingerübergänge mit Entwässerung von Straßen- und Wegbrücken (TL/TPFÜ) geregelt, Fahrbahnübergänge aus Asphalt in den ZTV-ING 8-2 und in den zugehörigen Technischen Lieferbedingungen für die Baustoffe zur Herstellung von Fahrbahnübergängen aus Asphalt (TL-BEL-FÜ) und den Technischen Prüfvorschriften für Fahrbahnübergänge aus Asphalt (TP-BEL-FÜ).

In Europa wurde 2013 von der European Organisation for Technical Assessment (EOTA – Europäische Organisation für technische Bewertung) die Zulassungsleitlinie ETAG 032 Expansion Joints for Road Bridges (Fahrbahnübergänge für Straßenbrücken) veröffentlicht. In 2019 wird sie voraussichtlich durch die technisch identische European

Assessment Documents (EAD - Europäische Bewertungsdokumente) ersetzt. Auf der Basis der ETAG und EADs können Antragstellern, bei denen es sich in der Regel um Hersteller von FÜ handelt, ETAs (Europäische technische Bewertungen) ausgestellt werden. Die ETAG und die EADs resultieren aus der Herausgabe der Bauproduktenrichtlinie oder der Bauproduktenverordnung der Europäischen Kommission.

Die BAST koordiniert die Regelwerksarbeit an ZTV-ING und TL/TP. Es werden entsprechend ZTV-ING 8-1 mit TL/TP FÜ und die Zusammenstellung der regelgeprüften Fahrbahnübergängen beziehungsweise demnächst die Zusammenstellung der Genehmigungen zur Anwendung im Regelfall für FÜ mit ETA geführt und im Internet veröffentlicht.

Anforderungen

Für Fahrbahnübergänge sind in den Regelwerken Anforderungen formuliert, damit sie standsicher, dauerhaft und gebrauchstauglich sind. Dazu sind entsprechend ZTV-ING 8-1

Berechnungen mit statischen und dynamischen Nachweisen durchzuführen, zum Beispiel ist auch die Wasserdichtheit nachzuweisen. Bei den FÜ entsprechend ZTV-ING 8-2 stehen der Nachweis der Materialeigenschaften im Vordergrund.

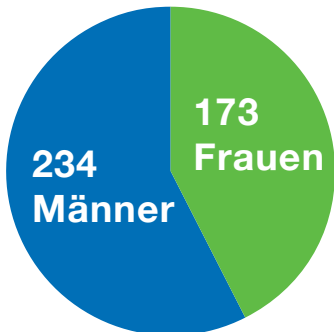
Entwicklungen

Von den Herstellern wurde eine Reihe von Weiterentwicklungen an den Konstruktionen und Verfahrenswesen vorgenommen, die die Dauerhaftigkeit und Wirtschaftlichkeit erhöhen. Beispiele sind Hybridprofile als Kombination aus Baustahl und Edelstahl, um Korrosion entgegenzuwirken, oder neue Materialien wie Polyurethan anstelle von Bitumen bei der Bauart aus Asphalt. Diese Entwicklungen müssen sich im Regelwerk abbilden, damit eine sachgemäße Abwicklung der Baumaßnahmen möglich ist. Durch den europäischen Austausch angeregt werden weitere Entwicklungen stattfinden. Mithilfe der Standardisierung wird ein hohes Qualitätsniveau durch Transparenz und Wettbewerb gewahrt. ■



Fahrbahnübergang in Lamellenbauweise mit Lärminderung

BASt Zahlen und Fakten 2018



407

Beschäftigte



Auszubildende



10

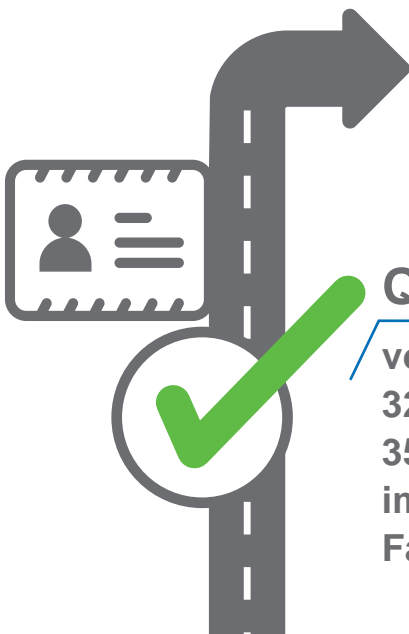


internationale
Gastwissenschaftler

700



Publikationen
und Vorträge –
davon 50 Berichte
in eigener Schriftenreihe



Qualitätsbewertung

von Produkten aus
32 Gruppen und
35 Begutachtungen
im Bereich des
Fahrerlaubniswesens



Durchschnittsalter
der Beschäftigten



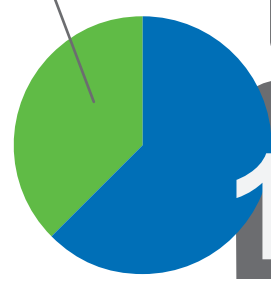
Mitarbeit in

875
Gremien



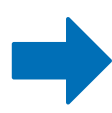
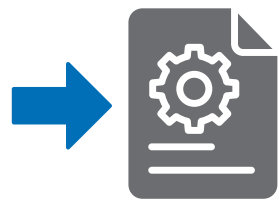
rund 300 eigene
Forschungsprojekte

74 befristet



198

Wissenschaftlerinnen
und Wissenschaftler



Bearbeitung von über
300 externen Projekten

23



15



7



2



18



Personal

Sachausgaben

Forschungsprojekte

Investitionen

Forschungsprojekte
des BMVI

47 Millionen

Etat der BAST



Auszeichnungen/Promotionen/Lehraufträge

Wie erfolgreich die BAST-Beschäftigten im Jahr 2018 waren, zeigen auch verschiedene Auszeichnungen, Ernennungen und Promotionen sowie ausgewählte Lehraufträge an unterschiedlichen Hochschulen und Fakultäten.



Dr. Andre Eggers hat am 26. November 2018 den Joseph-Ströbl-Preis für seine grundlegenden Forschungsergebnisse zu Verletzungen des Brustkorbs bei Pkw-Unfällen in München erhalten.



Dr. Simone Klipp hat einen Lehrauftrag an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf.



Dr. Claudia Evers hat einen Lehrauftrag an der Deutschen Psychologen Akademie (DPA) Berlin im Bereich Verkehrspsychologie.



Bernhard Kollmus hat einen Lehrauftrag an der Technischen Universität Dresden im Fach „Verkehrssicherheit bei Planung, Bau und Entwurf von Straßen“.



Dr. Bertold Fröhlich wurde im Oktober 2018 der akademische Grad „Doktor der Naturwissenschaften“ von der Johannes Gutenberg Universität Mainz verliehen.



Am 6. November 2018 wurde Karolina Ochwat im BMVI für ihre herausragenden Leistungen in der Berufsausbildung als Baustoffprüferin mit dem Schwerpunkt Geotechnik geehrt.



Dr. Dirk Jansen hat Lehraufträge an der Universität Siegen im Bereich Straßenbautechnik.



Andre Seeck hat Lehraufträge an der Dresden International University (DIU) und an der TU Graz im Bereich Fahrzeugsicherheit.



Dr. Ingo Kaundinya wurde im September 2018 der akademische Grad „Doktoringenieur“ von der Universität Rostock verliehen.



Elisabeth Shi hat an der Rheinischen Fachhochschule Köln einen Lehrauftrag im Fach Wirtschaftspsychologie zum Thema Statistik.



Dr. Ulrike Stöckert hat einen Lehrauftrag an der Ruhr-Universität Bochum, Fakultät für Bau- und Umweltingenieurwissenschaften, Lehrstuhl für Verkehrswegebau.



Dr. Marko Wieland ist Lehrbeauftragter an der Universität Stuttgart und hält im Rahmen der „Beton-technologischen Ausbildung“ Vorlesungen an der Bayerischen Bauakademie Feuchtwangen, im ABZ Mellendorf und dem BFW Bau Sachsen in Dresden.



André Wiggerich hat an der Rheinischen Fachhochschule Köln einen Lehrauftrag im Fach Wirtschaftspsychologie zum Thema Statistik.



Prof. Dr. Ulf Zander hat eine Honorarprofessur an der Universität Siegen im Masterstudiengang Bauingenieurwesen.

Organisation der BASt

