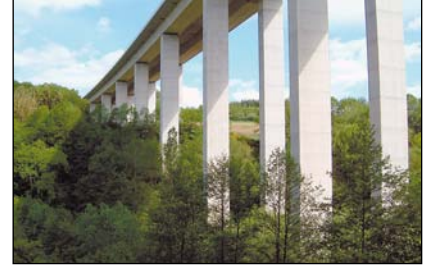


# Jahresbericht 2009 / 2010

**Berichte der  
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Allgemeines Heft A 34



**bast**

## **Bundesanstalt für Straßenwesen**

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

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

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

Die BASt wird von einem Präsidenten geleitet. Ihm sind die Stabsstellen „Forschungscontrolling und Qualitätsmanagement“ sowie „Presse und Öffentlichkeitsarbeit“ zugeordnet. Die Aufgaben sind verteilt auf die Zentralabteilung und fünf Fachabteilungen: Straßenbautechnik, Brücken- und Ingenieurbau, Straßenverkehrstechnik, Fahrzeugtechnik sowie Verhalten und Sicherheit im Verkehr.

# **Jahresbericht 2009 / 2010**

**Berichte der  
Bundesanstalt für Straßenwesen**

**Allgemeines Heft A 34**

**bast**

## 2 • Impressum

---

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

Wirtschaftsverlag NW,  
Verlag für neue Wissenschaft GmbH,  
Bürgermeister-Smidt-Str. 74-76,  
D-27568 Bremerhaven,  
Telefon 0471 94544-0, bezogen werden.

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

### **Herausgeber:**

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

### **Redaktion:**

Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit

**Redaktionsschluss:** Dezember 2010

### **Bildnachweis:**

Bundesanstalt für Straßenwesen, Jürgen Bindrim, Frank Rogner und wie ausgewiesen

### **Druck und Verlag:**

Wirtschaftsverlag NW  
Verlag für neue Wissenschaft GmbH  
Postfach 10 11 10  
D-27511 Bremerhaven  
Telefon 0471 94544-0  
Telefax 0471 94544-77  
E-Mail: vertrieb@nw-verlag.de  
Internet: ww.nw-verlag.de

ISSN 0943-9285  
ISBN 978-3-86918-136-3

Bergisch Gladbach, Mai 2011



## Grußwort

Ich kann mich noch gut daran erinnern, als ich im Jahr 1988 in Begleitung meines Doktorvaters Professor Schmuck das erste Mal die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) besucht habe. Damals war mir als junger Wissenschaftler die BASt als unabhängige staatliche Institution zu allen Fragen im Systemumfeld „Straße“ bereits bekannt. Ihre besondere Stellung in der Ressortforschung an der Schnittstelle zwischen Politik, Wissenschaft, Verwaltungspraxis und wirtschaftsgetragener Produktentwicklung wurde mir jedoch erst nach und nach deutlich.

Der zentrale Schlüssel des Erfolges der BASt liegt in ihren eigenen Forschungsmöglichkeiten und in ihrer Forschungskraft in Verbindung mit dem hohen Erfahrungs- und Praxiswissen. Von großem Vorteil ist dabei ihre hervorragende nationale, europäische und weltweite Vernetzung. Ich habe die BASt in langen Jahren als eine Einrichtung kennen und schätzen gelernt, die nicht still steht, die immer an sich arbeitet und die sich kontinuierlich weiterentwickelt und verbessert. Dies ist nach meiner Überzeugung die notwendige Voraussetzung eines dauerhaften erfolgreichen Handelns insbesondere in einem dynamischen, sich stets wandelnden wissenschaftlichen Umfeld.

Die BASt hat sich in den 60 Jahren ihres Bestehens mehr und mehr von einem deutschen Forschungsinstitut zu

einer europäischen Forschungseinrichtung entwickelt. Die nationalen Herausforderungen stehen in der heutigen Zeit fast immer in einem engen Zusammenhang zu Maßnahmen zumindest auf europäischer Ebene oder auch zu Maßnahmen auf internationaler Ebene. Forschungsergebnisse der BASt fließen direkt in europäische und internationale Regelwerke ein. Fortlaufend werden die bestehenden EG-Richtlinien, Verordnungen und UNECE-Regelungen dem Stand der Technik angepasst und ergänzt. Die Wege, auf denen die BASt die Ergebnisse Ihrer Forschung transportiert, sind vielfältig und hier kommt der BASt ihre hervorragende Vernetzung zu Gute. Dies reicht von einem bilateralen internationalen Kooperationsnetz mit Schwesterinstituten etwa in USA, Japan, Russland oder Südkorea bis zur Besetzung von nationalen, europäischen und internationalen Normungsgremien. In diesen Gremien hat die Stimme der BASt ein hohes Gewicht. Die fachliche und wissenschaftliche Kompetenz der BASt in Europa und der Welt ist hoch anerkannt.

Mobilität bedeutet ein hohes Maß an Freiheit und Lebensqualität und ist im Berufsleben sowie in der Freizeit für die Menschen immer wichtiger geworden. Vor allem aber ist der Straßenverkehr lebensnotwendig für die Funktion und den Erfolg der deutschen Wirtschaft. Dabei stellen sich drei Herausforderungen: Einerseits muss dafür gesorgt werden, dass das Verkehrssystem den immer noch drastisch steigenden Verkehr bewältigen kann, andererseits muss der Verkehr von morgen sauber, leise, effizient, klimafreundlich und nicht zuletzt bezahlbar sein. Diesen Herausforderungen muss sich die Gesellschaft stellen; die BASt leistet dazu erfolgreich und vorbildlich ihre praxismgerechten Beiträge auf wissenschaftlich fundierter Grundlage. Eine Sammlung – wie ich finde - interessanter Beispiele für die Arbeit der BASt sind in diesem Zweijahresbericht zusammengetragen.

Ich gratuliere der BASt zu ihrem 60jährigen Jubiläum. Ich wünsche allen Beschäftigten der BASt alles Gute für die Zukunft und allen Lesern eine kurzweilige Lektüre.

Professor Dr. Wolfram Ressel

Rektor der Universität Stuttgart und  
Vorsitzender des wissenschaftlichen Beirats der BASt



## Vorwort

Mobilität ist die Basis des wirtschaftlichen Erfolgs Deutschlands. Sie prägt entscheidend unsere Lebensqualität. Nur eine moderne, leistungsstarke, umwelt- und ressourcenschonende sowie effiziente Verkehrsinfrastruktur ist in der Lage, diese Mobilität auch in Zukunft zu sichern. Integraler und zentraler Teil dieser Infrastruktur ist das System Straße. In den nächsten Jahren gilt es, die Straße intelligent und unter ökonomischen Gesichtspunkten zu erhalten und weiter zu entwickeln. Der Mensch als Nutzer des Verkehrssystems steht hierbei stets im Mittelpunkt, besonders wenn es um die Sicherheit jedes einzelnen Verkehrsteilnehmers geht. Unsere Forschung trägt entscheidend dazu bei, dass Unfälle vermieden und, wenn es doch zu einem Unfall kommt, Unfallfolgen in ihrer Auswirkung auf den Menschen reduziert werden können. Kommunikation ist und bleibt hier das Schlüsselwort. Und diese nicht allein als Bestandteil unserer fachlichen Arbeit etwa bei der Optimierung der Kommunikation von Mensch zu Mensch, wie bei der Verkehrserziehung, oder von Mensch und Maschine, wie im Falle eines Fahrerassistenz- oder Informationssystems. Insbesondere die Gestaltung der Kommunikationsbrücken zwischen Wissenschaft und Praxis, zwischen Politik und Industrie sowie zwischen Verwaltung und Gesellschaft stehen im Zentrum unserer Arbeit. Die BAST ist für Fragen des Straßenwesens auch im Kontext des gesamten Verkehrssystems ein wichtiger Partner in einem dynamischen nationalen und weltweiten Netzwerk und wird als solcher geschätzt und anerkannt.

Nicht zuletzt deshalb ist die BAST auch ein attraktiver Arbeitgeber: In den vergangenen Jahren ist es uns gelungen, mehr als 60 hochqualifizierte neue Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter einzustellen. Dies hat die Altersstruktur stark beeinflusst. Über die Hälfte der Beschäftigten ist heute zwischen 30 und 45 Jahre alt. Nun gilt es, das vorhandene Wissen und die vielen neuen kreativen Ideen zusammen zu bringen, und so die Herausforderungen der Zukunft zu bewältigen. Hierzu hat die BAST ihre „Mittelfristige Forschungsplanung“ festgeschrieben. Für einen Zeitraum von fünf Jahren ist sie die Grundlage für die Steuerung der Forschungsaktivitäten der BAST. Sie orientiert sich an 19 einzelnen Forschungslinien und fünf Querschnittsthemen. Die Qualität aller Forschungsprojekte der BAST wird dabei durch ein aktives Forschungscon-



trolling sichergestellt. Im April 2009 evaluierte der Wissenschaftsrat die BAST. In seiner Stellungnahme am 13. November 2009 bescheinigte er der BAST: „Die BAST ist ein national und international agierendes Kompetenzzentrum auf dem Gebiet des Verkehrswesens und erarbeitet für das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung wichtige, notwendige Entscheidungshilfen. Ihre Vermittlerfunktion zwischen Wissenschaft, Politik und Praxis; Bund und Ländern; EU und nationaler Ebene ist unverzichtbar und wird von ihr überzeugend wahrgenommen.“

Ich bin stolz auf unsere erfolgreiche Arbeit und auf die Leistung aller meiner Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Einige der samt und sonders spannenden Themen dieses Jahresberichts 2009 / 2010 habe ich kurz angerissen. Mich würde freuen, wenn Ihnen dieser Einstieg Appetit auf mehr machen würde.

Ich wünsche Ihnen Kurzweil und Vergnügen beim Lesen!

*Reichelt*

Dr.-Ing. Peter Reichelt  
Präsident und Professor

**8**

**Zum Inhalt**

**10**

**Der Mensch im Fokus**

- 11 Verkehrssicherheitskampagne „Runter vom Gas!“
- 15 Auswirkungen des Alkoholverbots für Fahranfänger
- 19 Begleitetes Fahren und Zweite Fahrausbildungsphase
- 25 2BESAFE – Verkehrssicherheit motorisierter Zweiradfahrer
- 28 Lebensgefährlich verletzte Straßenverkehrsunfallopfer
- 32 Volkswirtschaftliche Kosten durch Straßenverkehrsunfälle
- 36 GIDAS - renommierte Unfalldatenbank in Europa



**40**

**Netzwerk: Verkehr und Fahrzeuge**

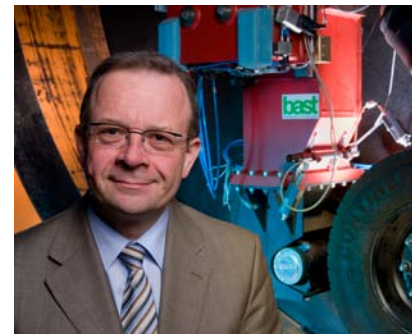
- 41 Mehr Sicherheit durch vernetzte Fahrzeuge und Infrastruktur
- 45 Mobilitäts-Daten-Marktplatz
- 48 Automatisch Fahren – straßenverkehrsrechtlich unbedenklich?
- 52 Vorausschauende und integrierte Fahrzeugsicherheitssysteme
- 55 Beyond NCAP – Bewertung innovativer Fahrzeugsicherheitssysteme
- 59 Elektrofahrzeuge - sicher und leise
- 63 Alternative Antriebe: Marktdurchdringung und Konsequenzen



**66**

**Umwelt und Ressourcen schonen**

- 67 Anpassungsstrategie Klimawandel
- 71 Materialeffizienz und Ressourcenschonung
- 76 Photokatalytische Oberflächen
- 83 Leiser Straßenverkehr 2
- 87 Leise Straßenbeläge innerorts
- 90 Grüne Welle für die Umwelt



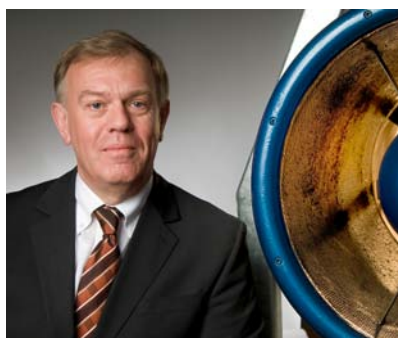
**94**

**Straßen - sicher und gut ausgestattet**

- 95 Sicherheitspotenzialkarten für Bundesstraßen
- 98 Zivile Sicherheit bei der Straßeninfrastruktur
- 101 Weiterentwicklungen in der Verkehrsbeeinflussung
- 105 Transportable Warnschwellen in Arbeitsstellen
- 108 LED-Technik in der Straßenausstattung
- 111 Fahrbahnmarkierungen - mehr als ein Strich in der Landschaft
- 114 Solestreueung im Winter







## **Infrastruktur optimieren und erhalten**

**116**

Achslasterfassung auf Bundesfernstraßen	117
Analyse: Schwerverkehr beansprucht das BAB-Netz	123
IT-ZEB-Server der BAST	125
PAS: Prozesssicherer automatisierter Straßenbau	129
Nachhaltiger Brücken- und Ingenieurbau	132
TYROSAFE: Optimierung von Fahrbahnoberflächen	138



## **Service und Ressourcen bereitstellen**

**142**

Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter	143
Auszeichnungen / Promotionen / Lehraufträge	145
Haushalt und Finanzen	147
Baumaßnahmen	148
Stabsstelle Forschungscontrolling und Qualitätsmanagement	149
Internationale Zusammenarbeit	153
Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit	156
Publikationen	160

## Zum Inhalt

Seit Einführung der amtlichen Verkehrsunfall-Statistik im Jahr 1953 sank die Zahl der Verkehrstoten 2010 erstmals unter 4.000. Vor vierzig Jahren waren allein in Westdeutschland noch 19.000 Getötete zu beklagen. Zweifels- ohne ein großer Erfolg für die Verkehrssicherheitsarbeit. Gleichwohl wäre es fatal, wenn der Blick allein auf die Getötetenzahlen zu einer Vernachlässigung der durch Verkehrsunfälle Verletzten führen würde. Es bleibt noch viel zu tun. Und es sind viele Einzelmaßnahmen, die für den Gesamt-Erfolg verantwortlich zeichnen. Beachtliche 68 Prozent der befragten Bundesbevölkerung ab 16 Jahre erkannten Ende 2009 ein Motiv der im März 2008 begonnenen Verkehrssicherheitskampagne „Runter vom Gas“ wieder. Aufgabe der BAST bei der Umsetzung der Kampagne war es, das Bundesverkehrsministerium im Entscheidungsprozess über Zielsetzung, Zielgruppendefinition, Kampagnenbotschaft sowie Form und Dauer der Kampagne zu unterstützen. Insbesondere Fahranfänger im Alter von 18 bis 24 Jahren, ihre Fahrausbildung und Einstellungen, stehen nach wie vor im Blickpunkt der BAST-Forschung. Durch das begleitete Fahren ab 17 und die Einführung eines generellen Alkoholverbotes für Fahranfänger konnten die Unfallzahlen der Fahranfänger in den letzten Jahren deutlich gesenkt werden. Die BAST ist aber auch an der Entwicklung von Maßnahmen und Kampagnen für weitere Risikogruppen beteiligt, zum Beispiel Zweiradfahrer, Ältere und Kinder.

Das Potenzial zur Erhöhung der Straßenverkehrssicherheit muss interdisziplinär genutzt werden, beispielsweise mittels kooperativer Verkehrssysteme, also der Kommunikation von Fahrzeug zu Fahrzeug sowie zwischen Fahrzeug und Infrastruktur. Solche Systeme haben gleichzeitig den Vorteil, dass sie den Verkehrsfluss verbessern sowie den Treibstoffverbrauch und damit schädliche Abgasemissionen verringern. Im Markt verbreitet sind sie derzeit noch nicht. Für die Forscherinnen und Forscher der BAST heißt das, geeignete Strategien für eine Bewertung der Wirkung und damit der Effizienz zu entwickeln, um die erwarteten Vorteile der kooperativen Verkehrssysteme nutzbar zu machen. Ohne ein intelligentes und leistungsfähiges Verkehrssystem sind Erfolg und Wettbewerbsfähigkeit einer modernen Industriegesellschaft undenkbar. Nach der aktuellen Verkehrsprognose des BMVBS wird die Verkehrsleistung - also die gefahrenen

Kilometer - im motorisierten Personenindividualverkehr bis zum Jahr 2025 um 16 Prozent gegenüber dem Jahr 2004 steigen, und im Straßengüterfernverkehr werden sogar über 80 Prozent prognostiziert. Ohne die in den letzten Jahrzehnten errichteten Verkehrsbeeinflussungsanlagen wäre ein Teil unserer Straßen bereits heute am Limit seiner Leistungsfähigkeit, so das Ergebnis verschiedener Forschungsarbeiten der BAST.

Nicht zuletzt auch durch die stetig verbesserte Fahrzeugtechnik wurden in den vergangenen Jahren viele Menschenleben gerettet, Verletzungen gemindert oder vermieden. Auch hier geht die Entwicklung weiter: Vorausschauende und integrierte Fahrzeugsicherheitssysteme, die neben der passiven auch die aktive Sicherheit verbessern, sind auf dem Vormarsch. Neben der Sicherheit beschäftigten aber auch rechtliche Fragestellungen die Fachleute der BAST. Fahren im Stau, auf langen Strecken, möglicherweise bei Nacht: Wer hat sich da nicht schon einmal gewünscht, den Autopiloten aktivieren zu können, der das Auto selbsttätig fährt? Solche voll-automatischen Systeme, die längere Zeitabschnitte automatisieren, liegen mit den heutigen technischen Möglichkeiten zwar noch in vergleichsweise weiter Ferne, aber Hochautomatisierung (für sehr kurze Zeitspannen) wird von der BAST derzeit gleich in verschiedenen Projekten erforscht. Auch die Entwicklung und Verbreitung von Fahrzeugen mit alternativen Antrieben mit all ihren Möglichkeiten und Risiken stellen neue Herausforderungen an die Forscherinnen und Forscher der BAST.

Der Klimawandel ist in aller Munde, so sind in Europa die Durchschnittstemperaturen in den letzten Jahren stärker angestiegen als im weltweiten Mittel. Anfang 2009 wurde in der BAST eine Arbeitsgruppe eingerichtet, die sich mit den zu erwartenden Auswirkungen auf die Straßeninfrastruktur und den Verkehr beschäftigt. Ziel ist, diesen rechtzeitig begegnen zu können. Immer steht der Straßenverkehr im Spannungsfeld zwischen Effizienz, Ökonomie und Ökologie. Die Belastung der Umwelt und vor allem des Menschen sind stets zu beachten. In der BAST werden deshalb Maßnahmen entwickelt und getestet, die Schadstoffe und Lärmbelastung reduzieren. In Pilotprojekten werden Verfahren, die sich im Labor bereits bewährt haben „auf der Straße“ erprobt. In zum Teil groß angelegten Projekten wird häufig auch in Zusammenarbeit mit anderen Institutionen und der Industrie an diesen Fragestellungen gearbeitet: Wie können beispielsweise

Baustoffe werterhaltend genutzt werden, um die vorhandenen natürlichen Ressourcen zu schonen? Bereits heute werden in der Summe aller Verwertungsmöglichkeiten über 80 Prozent des anfallenden Ausbauasphalts wieder als Baustoff eingesetzt. Neben einer weiteren Steigerung dieser Verwertungsquote wird jedoch bei neuen Asphaltkonzeptionen insbesondere eine Steigerung des Wertschöpfungsniveaus angestrebt. Im Rahmen von Vorversuchen untersucht die BAST derzeit auch, unter welchen Bedingungen ein Einsatz von Nanopartikeln aus Titandioxid zur Reduzierung der Stickoxidkonzentrationen an hoch belasteten Verkehrswegen möglich ist. Viel versprechend läuft hier ein Test mit Lärmschutzwänden an, die mit einer photokatalytisch aktiven Suspension behandelt wurden.



Deutschland verfügt über ein Netz moderner und sicherer Straßen. Die Verwirklichung von individuellen und wirtschaftlichen Zielen erfordert ein hohes Maß an Mobilität. Die Sicherheit der Verkehrsteilnehmer steht dabei immer im Mittelpunkt. In der BAST werden Verfahren entwickelt, um unfallauffällige Bereiche im Straßennetz zu identifizieren, und dies bereits in der Planungsphase. Die Ausstattung der Straße mit optimierten Verkehrsbeeinflussungsanlagen und Schutzeinrichtungen, ökonomischen Beleuchtungsanlagen sowie dauerhaften, gut sichtbaren Fahrbahnmarkierungen sind Schwerpunkte der Forschungsarbeit der BAST. Ein effektiver und ökologischer Winterdienst sorgt für die Sicherheit und den Verkehrs-

fluss in der kalten Jahreszeit. Gleich mehrere internationale Projekte - in denen die BAST aktiv mitarbeitet - fokussieren die zivile Sicherheit der gesamten Straßeninfrastruktur. Die zivile Sicherheit hat, im Unterschied zur Verkehrssicherheit, neben dem Schutz der Verkehrsteilnehmer auch den Schutz der Verkehrsinfrastruktur selbst zum Ziel. Gefahren, die von Großunfällen, Naturkatastrophen, aber auch von kriminellen oder terroristischen Handlungen ausgehen können, werden hier thematisiert.

Um Mobilität dauerhaft zu sichern, muss das Verkehrssystem aber nicht „nur“ leistungsfähig sein, auch seine Substanz ist zu erhalten. Um beispielsweise detaillierte Aussagen über die Belastung und den Zustand von Straßen und Brücken zu machen, baut eine abteilungsübergreifende Arbeitsgruppe der BAST ein Netz von

Achslastmessstellen auf und erhebt regelmäßig Daten. Diese Messdaten werden analysiert und fließen in diverse Managementsysteme der Straßen und Bauwerke für Erhaltungs- und Planungsmaßnahmen ein. Und dabei geht es um wirklich viel Geld. So gibt es aktuell in Deutschland zum Beispiel knapp 39.000 Brücken mit einer Fläche von annähernd 30 Millionen Quadratmetern und einem Anlagevolumen von rund 45 Milliarden Euro. Im Rahmen der Zustandserfassung und -bewertung von

Fahrbahnoberflächen werden zudem alle Bundesfernstraßen, das sind etwa 30.000 Fahrstreifenkilometer pro Jahr, turnusmäßig alle vier Jahre messtechnisch erfasst. Zustandskarten und spezielle Statistiken sind so jederzeit für die Aufgaben von Bund, Ländern und Dritten verfügbar.

Diese hier kurz angerissenen Themen und einige weitere - nicht weniger spannende - mehr werden in diesem Zweijahresbericht kurz und knapp dargestellt. Nehmen Sie sich die Zeit, und lesen Sie weiter.



*Dr. Horst Schulze, Leiter der Abteilung Verhalten und Sicherheit im Verkehr*

## **Der Mensch im Fokus**

Seit Einführung der amtlichen Verkehrsunfall-Statistik im Jahr 1953 sank die Zahl der Verkehrstoten 2010 erstmals unter 4.000. Das ist etwa ein Fünftel des Spitzenwertes mit über 19.000 Getöteten im Jahr 1970. Dieses erfreuliche Ergebnis konnte durch die Arbeit vieler Beteiligten erreicht werden, auch durch die Forschungsarbeit der BAST. Vor allem Fahranfänger, ihre Ausbildung und Einstellungen, stehen nach wie vor im Blickpunkt der Forschung. Durch das begleitete Fahren ab 17 und die Einführung eines generellen Alkoholverbotes für Fahranfänger konnten die Unfallzahlen der Fahranfänger in den letzten Jahren deutlich gesenkt werden. Die BAST ist aber auch an der Entwicklung von Maßnahmen und Kampagnen für weitere Risikogruppen, beispielsweise Zweiradfahrer, Ältere und Kinder, beteiligt. Grundlage für viele Entscheidungen sind hierbei die Datensammlungen und Berechnungen der BAST wie GIDAS und die volkswirtschaftlichen Unfallkosten.

## Verkehrssicherheitskampagne „Runter vom Gas!“

Die Verkehrssicherheitskampagne „Runter vom Gas!“ ist eine bundesweite Kampagne des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), die im März 2008 mit einer ersten Motivserie an den Start gegangen war. Die Kampagne umfasst Anzeigen, Plakate, Fernseh-, Kino- und Radiospots sowie eine umfangreiche Öffentlichkeitsarbeit durch das BMVBS und den Deutschen Verkehrssicherheitsrat (DVR). Die Motive zeigen Momentaufnahmen von glücklichen Familien, Paaren und Freunden in krassem Kontrast zu überdimensionalen Todesanzeigen, in denen diese Motive eingebunden sind. Dabei erfährt der Betrachter die Gründe, die zum Verkehrsunfall geführt haben (zum Beispiel „Zu schnell auf nasser Fahrbahn“). Die Anzeigen- und Plakatmotive sind an tatsächliche Unfallsituationen angelehnt, zeigen jedoch keine echten Verkehrstopfer.

Wesentliches Ziel dieser Verkehrssicherheitskampagne ist es, Verkehrsteilnehmer für die Gefährlichkeit des zu schnellen Fahrens zu sensibilisieren und damit zur

Selbstreflexion und zu Gesprächen mit Anderen über dieses Thema anzuregen. Erreicht werden sollte dieses Ziel durch eine massenmediale Verbreitung der Kampagneninhalte.

Im Januar 2009 wurde „Runter vom Gas!“ mit der zweiten konfrontativen Motivserie (stark beschädigte Unfallfahrzeuge) fortgesetzt, die alle motorisierten Verkehrsteilnehmer ansprechen sollten. Im Herbst 2009 wurde die Kampagne mit einer dritten konfrontativen Motivserie (Hinterbliebene mit Foto vom Unfallopfer in der Hand) fortgesetzt, die wiederum auf alle motorisierten Verkehrsteilnehmer ausgerichtet war. Erneut kamen bundesweit eine Reihe unterschiedlicher Medien zum Einsatz (Plakat, Fernsehspot, Videocasts, Broschüre). Außerdem fanden unterschiedliche Aktionen (beispielsweise Fotowettbewerbe) im Zusammenhang mit dieser Kampagne statt. Zwischen der zweiten und dritten Motivserie (im April 2009) fanden im Rahmen der Kampagne einige Sonderaktionen statt, die speziell

Das Plakatmotiv zeigt eine Schwarz-Weiß-Fotografie von drei jungen Menschen (Martin, Tim und Lukas), die eng beieinander stehen und lächeln. Rechts neben dem Foto befindet sich ein großes, einfaches Kreuz. Darunter steht in großer, fetter, schwarzer Schrift: **Martin, Tim und Lukas**. Darunter steht in kleinerer, schwarzer Schrift: **Fahren gerne sportlich.**

Im unteren linken Bereich des Plakats sind die Logos von DVR, BG, GUVV Unfallkassen und dem Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung zu sehen. Im unteren rechten Bereich steht in großer, fetter, schwarzer Schrift: **Runter vom Gas!**

*Plakatmotiv der ersten Motivserie von „Runter vom Gas!“*

auf die Zielgruppe der Motorradfahrer ausgerichtet waren.

Die zentrale Aufgabe der BAST bei der Umsetzung der Verkehrssicherheitskampagne „Runter vom Gas!“ bestand darin, das BMVBS im Entscheidungsprozess über Zielsetzung, Zielgruppendefinition, Kampagnenbotschaft, Form der Kampagne und Fortsetzung der Kampagne zu unterstützen. Hierbei stand die BAST auch in einem intensiven Austausch mit dem DVR, der primär mit der praktischen Umsetzung und Koordination der Kampagne betraut war, sowie mit der Agentur Scholz & Friends, die mit der kreativen Gestaltung der Kampagne beauftragt wurde.

Spaß und Risiko beim Fahren ausgerichtet sind.

Grundsätzlich richtet sich die Kampagne an alle motorisierten Verkehrsteilnehmer. Im Rahmen der Verkehrssicherheitsforschung können innerhalb der heterogenen Gesamtgruppe der Verkehrsteilnehmer bestimmte Risikogruppen identifiziert werden. Hierzu gehören insbesondere junge Fahrer, deren Unfallrisiko nach wie vor höher ist als das anderer Altersgruppen, da sie häufig zu schnell, zu riskant, übermüdet oder unter Alkohol- und Drogeneinfluss Auto oder Motorrad fahren. Am häufigsten verunglücken sie an Wochenenden auf ihren nächtlichen Freizeitfahrten.

<p>2008 Start der Kampagne Motivserie 1</p>	<p>2009 Motivserie 2</p>	<p>2010 Motivserie 3</p>
<p>1. Evaluationsprojekt mit Umfrage I</p>		<p>2. Evaluationsprojekt mit Umfrage II und III</p>

*Vereinfachtes Verlaufsschema der Kampagne „Runter vom Gas!“ und ihre Begleitforschung*

### Wissenschaftliche Grundlagen der Kampagnenziele

Verkehrsunfälle werden zu einem großen Teil durch nicht angepasste Geschwindigkeit verursacht. Die Gefahr eines solchen Unfalls steigt, wenn das persönliche Sicherheitsempfinden unangemessen hoch ist, die eigene Fahrkompetenz überschätzt und die Anforderung der Fahraufgabe unterschätzt wird. Die Gefahr eines potenziellen Unfalls steigt außerdem, wenn die Fahrmotive sehr stark auf das Erleben von

Eine weitere Zielgruppe sind Motorradfahrer. Sie haben das deutlich höchste Unfallrisiko aller motorisierten Verkehrsteilnehmer, wenn man die Unfälle dieser Zielgruppe auf die jährlich gefahrenen Kilometer bezieht.

Aus psychologischer Sicht ist die Gefahr eines folgenschweren Motorradunfalls hoch, wenn Motorradfahrer

- die Gefährlichkeit einer Verkehrssituation unterschätzen und die eigenen Fähigkeiten überschätzen (die subjek-

tive Sicherheit ist erheblich höher als die objektive Sicherheit),

- das Verhalten anderer Verkehrsteilnehmer nicht richtig einschätzen,
- sich ihrer Verletzbarkeit nicht bewusst sind,
- nicht mit den Fehlern anderer Verkehrsteilnehmer rechnen,
- bestimmte Fahrmotive ausleben („Spaß am schnellen Fahren haben“, „Nervenzickel erleben“, „Kompetenzgefühl erleben“),
- ein starkes Bedürfnis nach abwechslungsreichen, aufregenden Sinneseindrücken („Sensation Seeker“) haben oder
- sich von anderen Motorradfahrern beeinflussen lassen.

Für Anfänger und Wiedereinsteiger erhöht sich die Unfallgefahr durch mangelnde Erfahrung oder Fahrpraxis.

### **Kampagne mit „Schockeffekt“**

Kampagnen können eine Zielgruppe mehr oder weniger emotional ansprechen. So sind Furchtappelle in einer Kampagne darauf ausgerichtet, die Betrachter mit bedrohlichen Botschaften zu konfrontieren. Zum Einsatz kommen dabei in der Regel schockierende Bilder, die eine starke Aufmerksamkeit erregen. Der Furchtappell mit seinem „Schockeffekt“ wurde als geeignet angesehen, die Einstellung zum Fahren mit nicht angepasster Geschwindigkeit und damit auch das konkrete Verhalten zu verändern. Eine solche Strategie ist vor allem dann vorzuziehen, wenn anzunehmen ist, dass Sachargumente keine oder nur eine geringe Wirkung in der Zielgruppe zeigen.

Furchtappelle versprechen insbesondere dann eine Wirkung, wenn das Verhalten nicht durch die Vernunft sondern primär durch Emotionen (beispielsweise Spaß am

schnellen Fahren haben) gesteuert wird [1]. Aus der einschlägigen Literatur geht hervor, dass Furchtappelle dann erfolgreich eingesetzt werden können, wenn zusätzlich zur Konfrontation durch Mahnung oder Schockieren geeignete Lösungswege zur Minimierung des Unfallrisikos aufgezeigt werden [2]. Der Lösungsweg im Fall der Kampagne lautet: „Runter vom Gas!“.

### **Evaluation der Verkehrssicherheitskampagne**

Um die Wirkung der Kampagne auf die Verkehrsteilnehmer zu überprüfen, wurden im Auftrag des BMVBS vom Institut für Publizistik der Universität Mainz zwei Evaluationsstudien durchgeführt. Die Aufgabe der BAST war es, diese Studien wissenschaftlich zu betreuen.

Überprüft wurden

- die Wahrnehmung (Erinnerung der verschiedenen Anspracheformen der Kampagne),
- die Bewertung (Akzeptanz, Anmutung, Bewertung verschiedener Motivattribute) und
- die Wirkung (Thematisierung innerhalb der Zielgruppe, Agenda Setting) der Kampagne.

Darüber hinaus sollten die Ergebnisse Hinweise zur Optimierung der Kampagne liefern.

Grundlage beider Studien waren systematische Medienanalysen sowie Repräsentativbefragungen (Personen ab 16 Jahren). Untersucht wurde unter anderem, inwieweit die Wahrnehmung und Bewertung der Kampagne abhängig ist von den demographischen Faktoren Alter, Geschlecht und Bildungsgrad sowie von verkehrssicherheitsbezogenen Einstellungen und Mobilitätsgewohnheiten der Befragten [3].

Die Ergebnisse belegen eine positive Resonanz auf die Verkehrssicherheitskampagne „Runter vom Gas!“ in den Medien

und in der Bevölkerung. Die Kampagne erreichte einen beachtlichen Bekanntheitsgrad. Ende 2009 erkannten insgesamt 68 Prozent der befragten Bundesbevölkerung ab 16 Jahren ein Motiv der Kampagne wieder. Dieses Ergebnis ist als ausgesprochen hoch einzuschätzen. Die Kampagne erreicht ferner ein hohes Maß an Akzeptanz und Zustimmung, sie gilt als glaubwürdig und professionell. Die intendierte Schockwirkung ist eingetreten. Dies bestätigen im Fall der fiktiven Todesanzeige 71 Prozent, im Fall der Unfallfahrzeuge 75 Prozent und im Fall einer porträtierten Hinterbliebenen 62 Prozent der Befragten. Es zeigen sich Unterschiede zwischen den Motivserien und zwischen den Zielgruppen: So finden die Befragten die im Oktober 2009 gezeigten Motive (Hinterbliebene mit Foto vom Unfallopfer) weniger schockierend als die Motive aus 2008 (fiktive Todesanzeige) und Anfang 2009 (beschädigte Unfallfahrzeuge). Dafür finden sie die im Oktober 2009 gezeigten Motive sympathischer als die vorangegangenen. Besonders zu beachten ist, dass zwei wichtige Risikogruppen, nämlich männliche junge Fahrer im Alter von 18 bis 24 Jahren und Motorradfahrer, nur in begrenztem Maße auf die Kampagne ansprechen, teilweise deutlich weniger als die Gesamtbevölkerung. So fällt die Schockwirkung bei jungen Fahrern durch Konfrontation mit dem Unfallwagen-Motiv aus der Motivserie zwei in 2009 deutlich

schwächer aus als bei anderen Personengruppen. Bei Motorradfahrern ist zwar kein geringerer Wirkungsgrad der Kampagne festzustellen, aber eben auch kein stärkerer Effekt.

### Schlussfolgerung

„Runter vom Gas!“ hat sich als eine erfolgreiche Verkehrssicherheitskampagne erwiesen. Die Ergebnisse zweier Evaluationsstudien belegen eine positive Resonanz auf die Kampagne in den Medien und in der Bevölkerung. Die Ergebnisse zeigen aber auch, dass die nachhaltige Änderung der gewachsenen Einstellungsmuster unter den Risikogruppen weiterhin als Herausforderung in der Verkehrssicherheitsarbeit besteht. Die wissenschaftliche Begleitung sowohl der Umsetzung als auch der Evaluation der Kampagne durch die BASt hat maßgeblich zum Erfolg dieser Kampagne beigetragen.

### Literatur

- [1] Holte, H. (2005). Wann ein Verkehrssicherheitsfilm zur Gefahr wird. Zeitschrift für Verkehrssicherheit, 51, 171-174
- [2] Aronson, E., Wilson, T. D. & Akert, R. M. (2008). Sozialpsychologie. München: Pearson Studium
- [3] Klimmt, C. & Maurer, M. (2010). Prozessevaluation der Kampagnenfortsetzung 2009 „Runter vom Gas!“. Unveröffentlichter Schlussbericht Universität Mainz, Institut für Publizistik



#### Hardy Holte

Jahrgang 1957

Psychologe

Seit 1999 in der BASt

Im Referat „Verkehrspsychologie, Verkehrsmedizin“ zuständig für ältere Verkehrsteilnehmer, Jugendliche und Kinder im Straßenverkehr, Einstellungen und subjektive Sicherheit, Aggressionen im Straßenverkehr, Theorien des Verkehrsverhaltens, Tunnelsicherheit

2004 bis 2007 Redakteur der Zeitschrift für Verkehrssicherheit, Buchautor



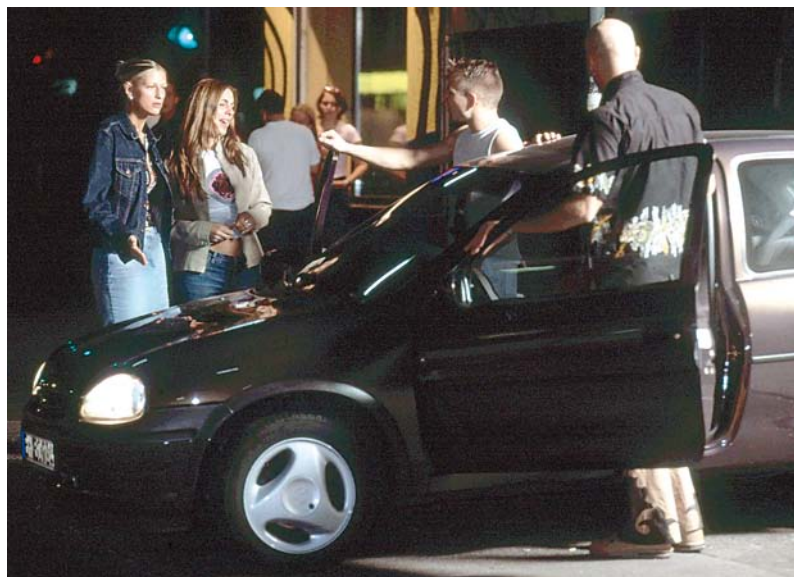
## Auswirkungen des Alkoholverbots für Fahranfänger

Seit dem 1.8.2007 ist das Gesetz zur Einführung des Alkoholverbots für Fahranfängerinnen und Fahranfänger in Deutschland in Kraft getreten. Das Gesetz betrifft alle Fahranfänger in der (regelmäßig) zweijährigen Probezeit und/oder Personen, die das 21. Lebensjahr noch nicht vollendet haben. Für diesen Personenkreis ist es verboten, im Straßenverkehr alkoholische Getränke zu sich zu nehmen oder die Fahrt anzutreten, obwohl die betreffende Person unter der Wirkung eines solchen Getränks steht.

Begründet wurde die Einführung dieses Gesetzes mit dem übereinstimmenden Ergebnis aus einschlägigen Studien, dass für junge Fahranfänger und Fahranfängerinnen bereits bei niedrigen Alkoholkonzentrationen ein deutlich höheres Unfallrisiko als für ältere Altersgruppen und Fahrerfahrung besteht [1]. Darüber hinaus belegt eine Reihe internationaler Studien die positive Wirkung eines absoluten Alkoholverbots oder einer niedrigen Promillegrenze für junge Fahrerinnen und Fahrer [2].

Das erhöhte Unfallrisiko der Fahranfängerinnen und Fahrer steht im Zusammenhang mit den noch nicht hinreichend ausgebildeten Fahrkompetenzen und ganz bestimmten Fahrmotiven, wie zum Beispiel Spaß haben, etwas erleben wollen oder anderen die eigenen Fähigkeiten demonstrieren wollen. Bekannt ist, dass sich die verkehrssicherheitsrelevanten Fähigkeiten dieser Zielgruppe noch im Aufbau befinden und erst mit zunehmender Erfahrung hinreichend ausgebildet sind. Zu diesen Fähigkeiten zählen die Steuerung der Wahrnehmung und Aufmerksamkeit, das Verfügen über bestimmte Automatismen beim Autofahren und die sichere Fahrzeugbeherrschung. Auch die Kontrolle

der eigenen Emotionen und Fahrmotive verändert sich mit zunehmender Erfahrung zu Gunsten der Verkehrssicherheit.



### Evaluation des Alkoholverbots

Die BAST wurde vom BMVBS beauftragt, das Alkoholverbot einer wissenschaftlichen Bewertung der Wirksamkeit im Hinblick auf die Verkehrssicherheit zu unterziehen. Um zu prüfen, wie sich das neue Gesetz auf das Unfallgeschehen sowie auf alkoholbedingte Verkehrsverstöße der Zielgruppe niederschlägt, wurden die Daten der amtlichen Unfallstatistik sowie die Daten des Verkehrszentralregisters analysiert. Bei der Interpretation der Daten wurden Kenntnisse über den Umgang mit der neuen Regelung im Rahmen der polizeilichen Überwachung und Unfallaufnahme berücksichtigt. Zur besseren Beurteilung der Akzeptanz des Alkoholverbots in der Zielgruppe wurde ergänzend eine repräsentative Befragung von Fahranfängerinnen und Fahranfängern durchgeführt. Die Beantwortung der Frage nach der Wirksamkeit des Alkoholverbots für Fahranfängerinnen und Fahranfänger auf die Verkehrssicherheit gliederte sich in fünf Schritte:

*Foto: Deutscher Verkehrssicherheitsrat e.V., Bonn*

- Zusammenfassung des aktuellen nationalen und internationalen Kenntnisstandes zu diesem Thema.
- Analyse der amtlichen Unfallstatistik im Hinblick auf einen Effekt des Alkoholverbots für Fahranfängerinnen und -anfänger.
- Analyse der Daten des Verkehrszentralregisters im Hinblick auf einen Effekt des Alkoholverbots für Fahranfängerinnen und -anfänger.
- Analyse des Umgangs mit der neuen Regelung im Rahmen der polizeilichen Überwachung und Unfallaufnahme.
- Repräsentativbefragung zu Akzeptanz und Verhaltensauswirkungen des Alkoholverbots für Fahranfängerinnen und -anfänger.

Sowohl bei der Analyse der Unfalldaten als auch bei der Auswertung der Alkoholverstöße im Verkehrszentralregister wurde ein Vorher-Nachher-Vergleich der Daten zugrunde gelegt. Verglichen wurden die ersten zwölf Monate nach Einführung der Maßnahme mit den letzten zwölf Monaten vor der Einführung. Die Erfassung der Akzeptanz des Alkoholverbots für Fahranfänger und Fahranfängerinnen erfolgte

einmalig unmittelbar nach Einführung des Gesetzes in 2007.

### Ergebnisse

Insgesamt hat sich durch die Einführung des Alkoholverbots für Fahranfänger die Verkehrssicherheit von Fahranfängern deutlich verbessert, was folgende Ergebnisse zeigen:

### Unfallrückgänge

Insgesamt ist die Anzahl der unfallbeteiligten Fahranfänger (Pkw) mit einem Blutalkohol-Wert (BAK-Wert) von mindestens 0,3 Promille in den ersten zwölf Monaten nach Einführung der Maßnahme im Vergleich zum entsprechenden Zeitraum vor der Einführung um 15 Prozent oder 1.210 Personen zurückgegangen.

Die Gesamtwirksamkeit der Maßnahme liegt dabei unter Berücksichtigung verschiedener Vergleichsgruppen bei -9 Prozent, das heißt, dass allein durch diese Maßnahme eine über den generellen Trend hinausgehende Reduzierung um mehr als 700 unfallbeteiligte Personen erreicht wurde.

Übersicht der Entwicklungen der Untersuchungs- und Vergleichsgruppen und Maßnahmeneffekt

Pkw-Fahrer mit Fahrerlaubnis			Zeitraum		Trend
			Vorher 01.08.2006 bis 31.07.2007	Nachher 01.08.2007 bis 31.07.2008	
Untersuchungsgruppe	18 bis 20 Jahre bzw. mit Fahrerlaubnis < 2 Jahre	AAK ≥ 0,15 BAK ≥ 0,3	8.164	6.954	-15 %
Vergleichsgruppe	18 bis 20 Jahre bzw. mit Fahrerlaubnis < 2 Jahre	kein Alkoholeinfluss	86.686	79.394	-8 %
Vergleichsgruppe	ab 21 Jahre und mit Fahrerlaubnis ≥ 2 Jahre	AAK ≥ 0,15 BAK ≥ 0,3	25.566	25.069	-2 %
Vergleichsgruppe	ab 21 Jahre und mit Fahrerlaubnis ≥ 2 Jahre	kein Alkoholeinfluss	424.110	407.721	-4 %
Gesamteffekt der Maßnahme					-9 %

## Verringerung der Verstöße

Für den Zeitraum nach Einführung der Gesetzesänderung lässt sich ein deutlich überdurchschnittlicher Rückgang aller festgestellten Alkoholverstöße bei jungen Fahrerinnen und Fahrern unter 21 Jahren um insgesamt 17 Prozent feststellen – im Gegensatz zu einem Rückgang von 2,5 Prozent bei Personen, die 21 Jahre und älter sind.

## Hohe Akzeptanz

Es liegt eine hohe Akzeptanz des Alkoholverbots in der Zielgruppe der Fahranfänger (95 Prozent) vor. 98 Prozent wissen, dass es für alle Fahranfänger verboten ist, Alkohol zu trinken und Auto zu fahren.

Es zeigt sich eine deutliche Verhaltensanpassung der Befragten an das Gesetz: Damit bei abendlichen Unternehmungen Alkohol getrunken werden kann, benutzen - häufig oder immer - 41 Prozent öffentliche Verkehrsmittel, 21 Prozent das Fahrrad, schließen sich 46 Prozent einer Fahrgemeinschaft an und gehen 25 Prozent zu Fuß; 7 Prozent bleiben zu Hause.

## Schlussfolgerungen

Nach den Ergebnissen der vorliegenden Evaluationsstudie hat die Einführung des Alkoholverbots für Fahranfängerinnen und Fahranfänger einen wichtigen Beitrag zur Verbesserung der Verkehrssicherheit in der Zielgruppe geleistet. Dieser deutliche Effekt beruht nach derzeitigen Erkenntnissen nicht auf einem gemeinsamen Effekt verschiedener Verkehrssicherheitsmaßen im Untersuchungszeitraum oder einem generellen Trend in der Unfallentwicklung. Inwieweit der deutliche Rückgang von alkoholisierten Unfallbeteiligten und Alkoholverstößen bei Fahranfängern auch längerfristig greift, bleibt abzuwarten und zu prüfen. Die Evaluation des Alkoholverbots für Fahranfängerinnen und -anfänger ist in einem Bericht der BAST publiziert [3].

## Literatur

- [1] Preusser, D. F. (2002). BAC and fatal crash risk. In: ICADTS 2002 Symposium Report „The Issue of Low BAC“. Keall, M., Frith, W. & Patterson, T. (2004). The influence of alcohol, age and number of passengers on the night-time risk of driver fatal injury in New Zealand. *Accident Analysis and Prevention*, 36, 169-178.
- Zador, P. L., Krawchuk, R. B. & Voas, R. B. (2000). Relative risk of fatal crash involvement by BAC, age and gender. NHTSA Report No. DOT HS 809050, US Department of Transportation, Springfield, VA, USA
- [2] Blomberg, R. D. (1992). Lower BAC limits for youth: evaluation of the Maryland .02 law. Washington, DC: U.S. Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration.
- Kedjiddjian, C. B. (1993). Get young drivers BAC to zero. *Traffic Safety*, 93(5), 16-18.
- Hingson, R., Heeren, T. & Winter, M. (1994). Lower legal blood alcohol limits for young drivers. *Public Health Reports*, 109, 738-744.
- Mann, R. E., Stoduto, G., Anglin, L., Pavic, B., Fallon, F., Lauzon, R., Amitay, O. A. (1997). Graduated Licensing in Ontario: Impact of the 0 BAC provision on adolescents' drinking and driving. In: C. Mercier-Guyon (Ed.), *Proceedings of the 14th International Conference on Alcohol, Drugs and Traffic Safety*. Annecy/France: Cermet.
- Zwerling, C. & Jones, M. P. (1999). Evaluation of the effectiveness of low blood alcohol concentration laws for younger drivers. *American Journal of Preventive Medicine*, 16, 76-80.
- Voas, R. B., Tippetts, A. S. & Fell, J. C. (2003). Assessing the effectiveness of minimum legal drinking age and zero tolerance laws in the United States. *Accident Analysis and Prevention*, 35, 579-587.

[3] Holte, Assing, Pöppel-Decker & Schönebeck (2010). Alkoholverbot für Fahranfänger: Evaluation der Wirksamkeit. Berichte der Bundesanstalt für

Straßenwesen, Mensch und Sicherheit, Heft M 211. Bremerhaven, Bergisch Gladbach: Wirtschaftsverlag NW



**Kai Assing**

Jahrgang 1967

Volkswirt

Seit 1998 in der BAST

Stellvertretender Leiter des Referats „Sicherheitskonzeptionen, Sicherheitskommunikation“, zuständig für die Forschungslinie „Straßenverkehr der Zukunft: Mensch und Fahrzeug“



**Hardy Holte**

Jahrgang 1957

Psychologe

Seit 1999 in der BAST

Im Referat „Verkehrspsychologie, Verkehrsmedizin“ zuständig für ältere Verkehrsteilnehmer, Jugendliche und Kinder im Straßenverkehr, Einstellungen und subjektive Sicherheit, Aggressionen im Straßenverkehr, Theorien des Verkehrsverhaltens, Tunnel-sicherheit

2004 bis 2007 Redakteur der Zeitschrift für Verkehrssicherheit, Buchautor



**Martin Pöppel-Decker**

Jahrgang 1962

Maschinenbauingenieur

Seit 1992 in der BAST

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



**Susanne Schönebeck**

Jahrgang 1972

Statistikerin

Seit 2003 in der BAST

Stellvertretende Leiterin des Referats „Unfallstatistik, Unfallanalyse“, zuständig für die Unfallforschung auf Basis der nationalen amtlichen Straßenverkehrsunfallstatistik, schwerpunkt-thematische Auswertungen und adhoc-Analysen sowie die Mitarbeit in internationalen Forschungsprojekten im Bereich der unfallstatistischen Forschung, aktuelle Themenschwerpunkte: Senioren, Landstraßen, Alkoholunfälle

## Begleitetes Fahren und Zweite Fahrausbildungsphase

Die „Freiwilligen Fortbildungsseminare für Fahranfänger“ (FSF-Modell) und das „Begleitete Fahren ab 17“ (BF17-Modell) wurden 2003 und 2005 als neue Maßnahmenansätze zur Bekämpfung des erhöhten Unfallrisikos von Fahranfängern zunächst befristet eingeführt. Vor der Entscheidung über eine dauerhafte fahrerlaubnisrechtliche Verankerung wurden die Modelle von der BASt auf ihre Sicherheitswirksamkeit und Praxistauglichkeit überprüft [1].

### FSF-Modell

Erklärtes Ziel des FSF-Modells ist es, verkehrssicherheitsabträgliche Einstellungen und Überzeugungen junger Fahranfänger durch einen etwa zehnstündigen verkehrspädagogischen Kurs nachhaltig im Sinne der Verkehrssicherheit zu verändern. Der Kurs umfasst fünf Module. Die ersten vier Module - drei Gruppendiskussionen und eine Beobachtungs- und Übungsfahrt - werden von speziell ausgewiesenen Fahrlehrern (FSF-Seminarleiter) durchgeführt, das fünfte Modul – praktische Sicherheitsübungen auf einem Fahrübungsgelände - von ebenfalls speziell ausgewiesenen Fahrlehrern (PSÜ-Moderatoren).

### Umsetzung in die Praxis

Die Beteiligung am FSF-Modell verblieb seit der Maßnahmeneinführung im Jahr 2004 durchgängig auf einem ausgesprochen niedrigen Niveau von weniger als einem Prozent der Pkw-Fahrerlaubnisbewerber. Als hauptsächlichen Teilnahmegrund gaben die Fahranfänger die Verkürzung der regulären zweijährigen oder die im Falle von Verkehrsdelikten verlängerten vierjährigen Probezeit an, die als Anreiz für die kostenpflichtige Seminarteilnahme gewährt wurde. In der strukturierten Er-

fassung der konzeptadäquaten Maßnahmenumsetzung wurden für die einzelnen Module Zielerreichungsgrade zwischen 62 und 75 Prozent festgestellt. Dies lässt auf eine insgesamt erfolgreiche Umsetzung schließen, verweist aber zugleich auf noch bestehende Optimierungsmöglichkeiten. Die größten Schwierigkeiten bereitete den Seminarleitern die Anwendung aktiver, einstellungsbildender Vermittlungsformen.

### Sicherheitswirksamkeit

Zur Überprüfung der Sicherheitswirksamkeit wurden zwei Ansätze gewählt:

- Eine Untersuchung der maßnahmenbedingten Einstellungsveränderungen bei FSF-Teilnehmern im Rahmen eines quasiexperimentellen Untersuchungsdesigns mit einer Experimentalgruppe von FSF-Teilnehmern und einer parallelierten Kontrollgruppe von Nichtteilnehmern.
- Ein Vergleich der Verkehrsbewährung von FSF-Teilnehmern und einer nach Alter, Geschlecht, Fahrerlaubnisbesitzdauer und Bundesland parallelierten Kontrollgruppe von Nichtteilnehmern auf der Grundlage von Daten des Zentralen Fahrerlaubnisregisters (ZFER) und des Verkehrszentralregisters (VZR) beim Kraftfahrt-Bundesamt.

Als Vergleichszeitraum für die Verkehrsbewährung wurde grundsätzlich das zweite Jahr nach dem Probezeitbeginn – bei verlängerter Probezeit das vierte Jahr – betrachtet. Für diese Zeiträume waren für FSF-Teilnehmer die restriktiven Probezeitbedingungen aufgehoben. Es sollte erwartet werden, dass FSF-Teilnehmer auch bei Befreiung von den Probezeitbedingungen aufgrund einer kompensatorischen Wirkung der FSF-Pädagogik zumindest keine schlechtere Verkehrsbewährung aufweisen

als Nicht-FSF-Teilnehmer, die noch den Probezeitrestriktionen unterliegen.

Die maßgebliche Untersuchungsfrage im Rahmen des erstgenannten Untersuchungsansatzes lautete, ob FSF-Teilnehmer aufgrund der Maßnahmenteilnahme im weiteren Zeitverlauf günstigere Einstellungsausprägungen erzielen als Nichtteilnehmer. Auf der Grundlage der im FSF-Konzept formulierten Kursziele wurden elf verkehrssicherheitsrelevante Einstellungsbereiche identifiziert und der Untersuchung zugrunde gelegt, beispielsweise „Bereitschaft zum Einhalten von Verkehrsregeln“, „Risikobereitschaft/Riskantes Verhalten“, „Reflexion über das Fahrverhalten bei Beeinflussung durch Stimmungen und Gefühle“. Die Einstellungsausprägungen wurden mittels gütegeprüfter Einstellungsskalen und zum Teil Einzelitems zu vier Zeitpunkten gemessen: Vor der FSF-Teilnahme, kurz danach, sowie zwei weitere Male im Verlaufe des Folgejahres.

Entsprechende Erhebungen erfolgten in gleichen Intervallen und mit den gleichen Instrumenten an der Kontrollgruppe. In der Auswertung wurden die Einstellungsunterschiede auf statistische Signifikanz geprüft und die Effektstärken bestimmt. Der Einfluss der Fahrleistung und weiterer konfundierender Variablen wurde umfassend kontrolliert. Bei keiner der betrachteten Einstellungen zeigte sich bei den FSF-Teilnehmern eine gegenüber der Kontrollgruppe günstigere Entwicklung. Die vom FSF-Modell und vom Maßnahmenansatz einer zweiten Fahrausbildungsphase generell beanspruchte Einstellungswirksamkeit konnte somit empirisch nicht bestätigt werden.

Da in der zweitgenannten Wirksamkeitsstudie ausschließlich Daten aus allgemeinen Statistiken verwendet wurden, konnten ausreichend große Stichprobenumfänge für signifikanzstatistische Betrachtungen

zum Unfall- und Deliktrisiko realisiert werden. Die zeitlichen Rahmenbedingungen erlaubten die Einbeziehung annähernd aller FSF-Teilnehmer, die im Laufe des Jahres 2007 ihre verkürzte Probezeit nach der Teilnahme an einem FSF-Seminar begannen (N=2.242; davon N=1.594 mit zweijähriger, N=648 mit vierjähriger Probezeit). Für die nach Alter, Geschlecht, Bundesland und Fahrerlaubnisbesitzdauer parallelisierte und über eine geschichtete Zufallsziehung gebildete Kontrollgruppe wurde ein gleich großer Stichprobenumfang gewählt. Im Ergebnis des Vergleichs zeigte sich bei den ehemaligen FSF-Teilnehmern bei fast allen Indikatoren eine signifikant höhere Unfall- und Deliktbeeteiligung als bei den Nicht-Teilnehmern. Betrachtet wurden schuldhaft verursachte Unfälle, Delikte mit einer Straßenverkehrsgefährdung, Alkohol- und Drogendelikte, Geschwindigkeitsdelikt sowie eine Gesamtkategorie beliebiger Delikte.

FSF-Teilnehmer wiesen gegenüber Nichtteilnehmern eine 35 Prozent (zweijährige Probezeit, schuldhafter Unfall) bis 404 (!) Prozent (zweijährige Probezeit, Geschwindigkeitsdelikt) höhere Verkehrsauffälligkeit auf. Es erscheint nicht plausibel, die Ursache für die negative Verkehrsbewährung in einer unmittelbar kontraproduktiven Wirkung der FSF-Pädagogik zu vermuten. Eher dürften indirekte Effekte des FSF-Modells ursächlich sein: Der Wegfall der Probezeitbedingungen für FSF-Teilnehmer sowie eine dadurch ausgelöste Selbstselektion, das heißt Teilnahme insbesondere solcher Fahranfänger, die ein vergleichsweise stärkeres Interesse an der Befreiung von den Probezeiteinschränkungen haben. In jedem Falle ist den Befunden zu entnehmen, dass die FSF-Pädagogik keine hinreichende Wirkung entfalten konnte, um die deutlichen sicherheitsabträglichen Effekte zu kompensieren.

## Begleitetes Fahren ab 17

Ziel des Begleiteten Fahrens ist es, Fahranfängern die Möglichkeit zu geben, ihr erhöhtes Anfangsrisiko durch einen verlängerten Fahrerfahrungsaufbau unter niedrigen Risikobedingungen abzusenkten. In Deutschland wurde dieser international bewährte Maßnahmenansatz mit der „Zweiten internationalen Konferenz Junge Fahrer“ 2001 in Wolfsburg in die Maßnahmendiskussion gebracht und nach der Entwicklung eines breit abgestimmten Konzepts in der BAST-Projektgruppe „Begleitetes Fahren“ zwischen April 2004 und Januar 2008 sukzessive in allen Bundesländern als befristeter Modellversuch eingeführt. Das deutsche BF17-Modell ermöglicht jungen Fahranfängern einen gegenüber dem herkömmlichen Fahrerlaubniswerb früheren Beginn der Fahrschul Ausbildung (ab 16,5 statt ab 17,5 Jahren) und einen früheren Erwerb der Pkw-Fahrerlaubnis (ab 17 statt ab 18 Jahren). Die Zeit zwischen dem vorgezogenen Fahrerlaubniswerb, der zunächst nur zum Fahren unter Begleitung berechtigt, und dem Erhalt des normalen Kartenführerscheins ohne Begleitaufgabe mit Erreichen des Alters von 18 Jahren kann und soll für den Aufbau zusätzlicher Fahrerfahrung genutzt werden.

## Umsetzung in die Praxis

In der Prozessevaluation wurden 3.780 zufällig aus dem Zentralen Fahrerlaubnisregister des Kraftfahrt-Bundesamts ausgewählte BF17-Teilnehmer bis zu viermal im Verlauf der Begleitphase und einmalig auch 1.735 ihrer Begleiter mittels Online- und Papier-Fragebogen zur Alltagspraxis der Maßnahmenumsetzung befragt.

Im Verlauf des Jahres 2007 entwickelte sich das Modell zur vorherrschenden Form des Fahrerlaubniswerbs bei „Früheinsteigern“, also Fahranfängern, die ihre

Fahrerlaubnis bis zum Alter von 18 Jahren und drei Monaten erwerben. Der Anteil der Früheinsteiger an allen Fahrerlaubniswerbenden der Klasse B/BE ist auf etwa 40 Prozent zu veranschlagen. An allen Ersterwerbenden einer Pkw-Fahrerlaubnis – also auch älteren Anfängern - erreichte das BF17-Modell im Jahr 2008 einen Anteil von 35 Prozent. Seine schnelle und umfassende Verbreitung ist ein Indikator für die hohe Akzeptanz in der Bevölkerung und die Maßnahmenpraktikabilität im Alltag.

Die Evaluationsbefunde berechtigen nicht zu der Aussage, dass das BF17-Modell ausschließlich ein Modell für wirtschaftlich und sozial privilegierte ist. Im Vergleich zu einer repräsentativen Auswahl aller 17-Jährigen in Deutschland finden sich unter den Teilnehmern zwar höhere Anteile aus besser (aus-)gebildeten und ökonomisch besser gestellten Familien. Diese Merkmale teilen sie jedoch mit den 18-jährigen Fahranfängern, sodass sie eher als eine Besonderheit des frühen Fahrerlaubniswerbs im Allgemeinen, nicht aber des BF17-Modells im Speziellen anzusehen sind. Die BF17-Teilnehmer hatten in der Regel keine Schwierigkeiten, Begleiter zu finden. Die gelegentlich als streng wahrgenommenen Ausschlusskriterien für Begleiter (zum Beispiel ein Eintragsstand von mehr als drei Punkten im Verkehrszentralregister) erwiesen sich somit nicht als problematisch. Die durchschnittlich genutzte Begleitzeit betrug sieben bis acht Monate. In diesem Zeitraum erbrachten die Teilnehmer im Mittel eine Fahrleistung von 2.400 km. Dies kommt einer Erweiterung des fahrpraktischen Vorbereitungsumfangs von Fahranfängern (im Vergleich zur Fahrschul Ausbildung alleine) auf das Vier- bis Fünffache gleich.

Die Befunde zur Interaktion zwischen Fahranfänger und Begleiter zeigen das Bild einer angemessenen Rolleninterpretation und Rollenausübung bei Fahran-

fängern und Begleitern im Sinne eines konstruktiven Zusammenwirkens beim fahrpraktischen Kompetenzerwerb. Der geringe Umfang selbstberichteter Verkehrsverstöße und Unfallbeteiligungen spricht für die Rechts- und Regeltreue der BF17-Fahrerpopulation. Ebenso wie diese Selbstangaben sprechen die in der Prozessevaluation ausgewerteten Daten der Bundesländer zur Verkehrsauffälligkeit während der Begleitphase für eine rechts-treue Regelbefolgung und eine geringe Unfallprävalenz.

Insgesamt zeigen die Evaluationsbefunde, dass sich das BF17-Modell hinsichtlich der zentralen Kriterien der Zugangsfreundlichkeit, der Praktikabilität und der Sicherheit bei der Durchführung bewährt hat. Optimierungsmöglichkeiten deuten sich vor allem hinsichtlich einer erhöhten Ausschöpfung der zusätzlichen fahrpraktischen Vorbereitungsmöglichkeiten an, und zwar durch einen früheren Start in die Begleitphase sowie durch eine Erhöhung der Fahrleistung während der Begleitphase.

### **Sicherheitswirksamkeit**

Maßgebliches Ziel der summativen Evaluation des BF17-Modells ist die Überprüfung der Maßnahmenwirksamkeit für ein verringertes Delikt- und Unfallrisiko nach dem Start in die selbstständige Fahrkarriere. Bis Ende 2009 lagen hierzu aus drei Studien Ergebnisse vor. Bei zwei dieser Studien handelt es sich um Teilstudien mit Zwischenergebnissen aus der BAST-Evaluation zum BF17-Modell, die von der Abteilung Statistik im Kraftfahrt-Bundesamt bearbeitet wurde. Die dritte Studie bezog sich auf Teilnehmer am niedersächsischen Modellversuch vor Einführung des bundeseinheitlichen Modells. Alle Studien folgen dem grundsätzlichen Ansatz eines Vergleichs der Verkehrsbewährung in der Anfangsphase des selbstständigen Fahrens zwischen Fahranfängern, die am

Begleiteten Fahren teilgenommen hatten, und Fahranfängern die lediglich eine Fahrschulausbildung durchlaufen hatten. Unterschiede zwischen den Studien bestehen unter anderem hinsichtlich der Dauer der Beobachtungszeit, der verwendeten Datengrundlage und der Berücksichtigung konfundierender Einflussfaktoren, die die Ergebnisse zur Maßnahmenwirkung verzerren.

In allen drei Studien wurden Verringerungen des Delikt- und Unfallrisikos durch das Begleitete Fahren in einem zweistelligen Prozentbereich festgestellt. In der letzten, im November 2009 vorgelegten Studie wurden insgesamt über 18.000 18-jährige Fahrer im ersten Jahr ihres selbstständigen Fahrens mit einem Pkw betrachtet. In der Studie wurden alle selbstberichteten Unfallbeteiligungen und Delikte über einer festgelegten Erheblichkeitsschwelle berücksichtigt (Unfälle: Hinzuziehung der Polizei zur Unfallaufnahme, geschätzter Sachschaden von insgesamt mindestens 1200 Euro, mit Personenschaden; Delikte: Verkehrsverstöße mit einem Verwarnungs- oder Bußgeld von mehr als 25 Euro).

Auf dieser Datengrundlage wurde die Rate der erheblichen Unfälle sowie die Rate der erheblichen Verkehrsverstöße sowohl zeitbezogen als auch kilometerbezogen berechnet. Nach Kontrolle relevanter maßnahmenunabhängiger Einflussgrößen ergaben sich die in der Tabelle ausgewiesenen Unterschiede in der Unfall- und Delikt-beteiligung. Neben dem Nachweis einer signifikant niedrigeren Verkehrsauffälligkeit von BF17-Absolventen wurden in der Studie auch Anhaltspunkte dafür gefunden, dass das Ausmaß der in der Begleitphase gesammelten Fahrpraxis im Sinne einer „Dosis-Wirkungsbeziehung“ positiv mit der späteren Verkehrsbewährung korrelieren. Entsprechende Ergebnisse wurden bereits in der niedersächsischen Studie von 2007 berichtet.



Statistische Größe	Gruppe BF17 (Begleitetes Fahren ab 17)	Gruppe hFS (herkömmliche Fahrausbildung)	Unterschied zwischen BF17 und hFS	Unterschied zwischen BF17 und hFS nach Berücksichtigung konfundierender Variablen
Rate der Unfallbeteiligungen pro 1.000 Fahrer und Jahr	89,40	110,50	-19 %	-17 % ***
Rate der Verkehrsverstöße pro 1.000 Fahrer und Jahr	66,60	81,60	-18 %	-15 % **
Rate der Unfallbeteiligungen pro Millionen Pkw-Kilometer	10,87	14,07	-23 %	-22 % ***
Rate der Verkehrsverstöße pro Millionen Pkw-Kilometer	8,10	10,38	-22 %	-20 % ***

Legende: \* statistisch signifikant ( $p \leq 0,05$ ), \*\* statistisch sehr signifikant ( $p \leq 0,01$ ), \*\*\* statistisch hoch signifikant ( $p \leq 0,001$ )

## Fazit

Die Evaluation des FSF-Modells erbrachte weder auf der Grundlage einer Untersuchung der Einstellungswirksamkeit des Modells noch der Verkehrsbewährung von Teilnehmern am FSF-Modell Anhaltspunkte für eine Sicherheitswirksamkeit dieses Maßnahmenansatzes. Es fanden sich sogar Hinweise auf sicherheitsabträgliche Wirkungen, insofern FSF-Teilnehmer ein eklatant höheres Unfall- und Deliktrisiko aufwiesen als Fahranfänger in einer parallelisierten Kontrollgruppe ohne FSF-Teilnahme. Aus der Untersuchung zur Umsetzung des FSF-Modells in der Praxis ergaben sich in mehreren Punkten Hinweise auf Optimierungsmöglichkeiten. Sie betreffen unter anderem die Qualität der in den FSF-Seminaren von den Seminarleitern und Moderatoren anzuwendenden aktiven, einstellungsbildenden Vermittlungsformen und Fragen eines im Dienste der Unterrichtsqualität verbesserten Seminarablaufs. Die negativen Ergebnisse zur Einstellungswirksamkeit des FSF-Modells unterscheiden sich nicht von den Evaluationsergebnissen, die bereits früher für das vergleichbare Präventionsprogramm

„Jugend fährt sicher“ vorgelegt worden waren. Das wiederholte Verfehlen eines Wirksamkeitsnachweises für ein einstellungsbezogenes Weiterbildungsangebot für Fahranfänger gibt Anlass, das diesen Modellen zugrunde liegende Konzept einer einstellungsbezogenen Kurzintervention zur Verbesserung der Verkehrssicherheit grundsätzlich zu überdenken und nach Maßnahmenalternativen Ausschau zu halten.

Die Evaluationsergebnisse zur Sicherheitswirksamkeit des BF17-Modells lassen eine maßnahmenbedingte Verringerung des Unfall- und Deliktrisikos in der Anfangsphase des selbstständigen Fahrens ab 18 Jahren in einem zweistelligen Prozentbereich erkennen. Bisher konnte in Deutschland lediglich für die 1986 eingeführte Fahrerlaubnis auf Probe der empirische Nachweis einer maßnahmenbedingten Sicherheitswirksamkeit erbracht werden. Im Vergleich zum Begleiteten Fahren fällt die Sicherheitswirkung des Probeführerscheins jedoch erheblich geringer aus: So wurde auf der Grundlage der Evaluationsergebnisse eine maßnahmenbedingte Verringerung der Verkehrsgefährdung von

*Rate der erheblichen Verkehrsauffälligkeiten in den Untersuchungsgruppen pro 1.000 Fahrer und Jahr sowie pro Millionen Kilometer*

fünf Prozent angenommen, und zwar ausschließlich bei männlichen Fahranfängern im städtischen Kontext. Das BF17-Modell hat bereits in seiner Erprobungsphase eine schnelle und umfassende Verbreitung in Deutschland gefunden. Dies zeugt von einer großen Akzeptanz bei Fahranfängern und Eltern und belegt zugleich eine hohe Praktikabilität im Alltag. Die erhebliche Ausweitung der fahrpraktischen Vorbereitung durch das Begleitete Fahren hat die Strukturen der Fahranfängervorbereitung in Deutschland in wesentlichen Aspekten nachhaltig verändert. Die gegebenen

Möglichkeiten hinsichtlich der Nutzungsdauer der Begleitphase und der in der Begleitphase erbrachten Fahrleistung erscheinen gleichwohl nicht ausgeschöpft und empfehlen sich als Gegenstand künftiger Optimierungsanstrengungen.

#### Literatur

- [1] Ein ausführlicher Bericht mit detaillierten Quellenverweisen steht auf der Internetseite der BASt zum Download zur Verfügung: [www.bast.de/Publikationen/Berichte zum Download](http://www.bast.de/Publikationen/Berichte_zum_Download)



#### **Michael Bahr**

Jahrgang 1962

Sozialwissenschaftler, Fahrlehrer

Seit 2000 in der BASt

Stellvertretender Leiter des Referats „Fahrausbildung, Kraftfahrerrehabilitation“, zuständig für die Bereiche Fahrausbildung, Fahrerlaubnisprüfung und Qualifikation von Fahrlehrern sowie Berufskraftfahrern, Mitwirkung in der BASt-Projektgruppe „Begleitetes Fahren“ (April 2002 bis August 2003)



#### **Dr. Heidrun Großmann**

Jahrgang 1962

Soziologin

Seit 2010 in der BASt

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



#### **Georg Willmes-Lenz**

Jahrgang 1950

Soziologe

Seit 1991 in der BASt

Leiter des Referats „Fahrausbildung, Kraftfahrerrehabilitation“

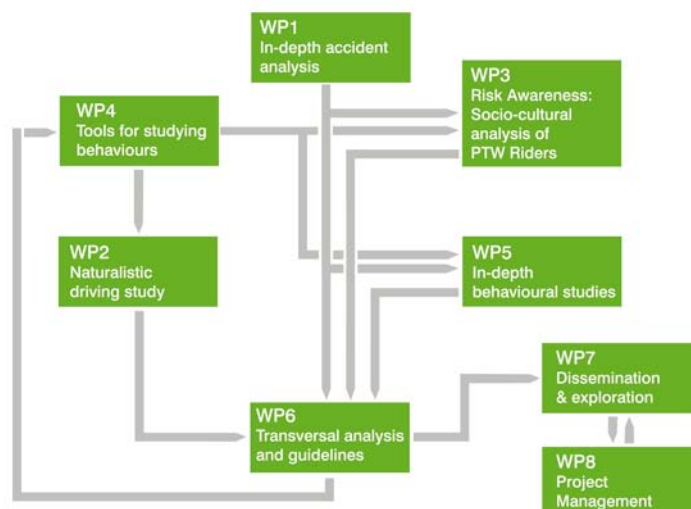
Leitung der BASt-Projektgruppe „Begleitetes Fahren“ (April 2002 bis August 2003), Mitwirkung in internationalen Projekten und Gremien zur Fahranfängervorbereitung

## 2BESAFE – Verkehrssicherheit motorisierter Zweiradfahrer

2BESAFE (2-wheeler behaviour and safety) ist ein durch die Europäische Kommission gefördertes gemeinschaftliches Forschungsprojekt mit dem Ziel, die Verkehrssicherheit von motorisierten Zweiradfahrern zu verbessern. Hintergrund ist, dass Benutzer von motorisierten Zweirädern überdurchschnittlich häufig an schweren und tödlichen Unfällen beteiligt sind. Der Anteil von tödlichen Unfällen motorisierter Zweiradfahrer an der Gesamtzahl von Unfällen mit Getöteten hat sich in Europa in den vergangenen Jahren kontinuierlich erhöht. Dies hängt im Wesentlichen damit zusammen, dass die Gesamtanzahl von Unfällen mit Getöteten deutlich zurückgegangen ist, während die Anzahl von Unfällen mit getöteten, motorisierten Zweiradfahrern diesem Trend nicht folgt. Zudem hat sich die Anzahl der motorisierten Zweiräder in Europa deutlich erhöht.

Eine EU-Studie von Unfällen unter Beteiligung von motorisierten Zweiradfahrern kam zu dem Ergebnis, dass die Unfälle am häufigsten auf ein Fehlverhalten oder eine Fehleinschätzung des Verkehrsteilnehmers - sei es der Zweirad- oder der Pkw-Fahrer - zurückzuführen ist. Solche Fehleinschätzungen können durch unterschiedliche Faktoren begünstigt werden: Beispielsweise kann eine schlecht einsehbare Kurve mit einem kleinen Kurvenradius zu einer Fehleinschätzung der maximal möglichen Kurvengeschwindigkeit führen. Oder der Motorradfahrer hebt sich in seiner Erscheinung nicht ausreichend vom Hintergrund ab und wird dadurch von anderen Verkehrsteilnehmern nur ungenügend oder nicht rechtzeitig erkannt. Vor dem Hintergrund, dass bisher relativ wenig über den Einflussfaktor Mensch bei Unfällen von motorisierten Zweiradfahrern bekannt ist, liegt der Fokus von 2BESAFE

auf Untersuchungen zum Fehlverhalten von motorisierten Zweiradfahrern sowie zur Interaktion zwischen motorisierten Zweirad- und Pkw-Fahrern.



### Projektstruktur

Das Forschungsprojekt ist in insgesamt acht Arbeitspakete aufgeteilt und wird von 29 Partnern aus 14 verschiedenen Ländern in Europa sowie Israel und Australien im Zeitraum von 2009 bis 2011 bearbeitet. Im Rahmen des ersten Arbeitspakets werden Unfallkonstellationen identifiziert, an denen motorisierte Zweiradfahrer überdurchschnittlich häufig beteiligt sind, sowie das dem Unfall zugrundeliegende Fehlverhalten analysiert. Zusätzlich zum Fehlverhalten wird untersucht, welchen Einfluss die Faktoren „Verkehrsinfrastruktur“ und „Wetter“ haben.

Das Arbeitspaket 4 hat zum Ziel, unterschiedliche Untersuchungsmethoden zur Fahrverhaltensbewertung zu konzipieren und bildet damit die Grundlage für die Arbeitspakete 2, 3 und 5. Diese Arbeitspakete umfassen Untersuchungen, die das Ziel haben, ein tiefgreifendes Verständnis des Verhaltens von motorisierten Zwei-

Projektstruktur von  
2BESAFE

radfahrern und der Interaktion zwischen motorisiertem Zweirad- und Pkw-Fahrer in normalen und kritischen Situationen zu erlangen. In diesem Zusammenhang wird eine sogenannte „naturalistische“ Fahrverhaltensbeobachtung durchgeführt. Dies bedeutet, dass zur Identifikation von kritischen Situationen motorisierte Zweiräder über einen längeren Zeitraum mit spezieller Messtechnik – unter anderem Videotechnik – ausgestattet werden, um ihre Fahrten zu erfassen. Ergänzend werden Untersuchungen mit Motorradsimulatoren sowie Verhaltensbeobachtungen mittels Videotechnik von festen Standorten durchgeführt.

Einen weiteren Schwerpunkt dieser Arbeitspakete bilden Untersuchungen zur Verbesserung der Erkennbarkeit von motorisierten Zweiradfahrern beispielsweise durch die Modifikation der vorderen lichttechnischen Einrichtung. Alle Erkenntnisse fließen in die Erarbeitung von Richtlinien zur europaweiten Verbesserung der Sicherheit von motorisierten Zweiradfahrern (Arbeitspaket 6) ein. Die Arbeitspakete 7 und 8 dienen der Steuerung des Projekts sowie der Verbreitung der Ergebnisse.

*Motorradfahrer durchfährt eine Kurve*

Die BAST ist in die Bearbeitung der Arbeitspakete 1, 5 und 6 eingebunden.



### **Einflussfaktor Verkehrsinfrastruktur (Arbeitspaket 1)**

Eine typische Unfallkonstellation von motorisierten Zweiradfahrern ist der Alleinunfall auf einer Landstraße. Neben dem Kontrollverlust über das motorisierte Zweirad infolge nicht angepasster Geschwindigkeit wird ein Teil der Unfälle dieser Konstellation durch verkehrsinfrastrukturelle Parameter begünstigt und teilweise sogar verursacht. Im Rahmen des Projekts wurde deshalb zunächst die Frage gestellt, inwiefern sich die Verkehrsinfrastruktur zwischen sicheren (keine Unfälle) und unsicheren (mindestens drei Unfälle dieser Konstellation) Landstraßen unterscheidet. Im Ergebnis zeigte sich sehr deutlich, dass die unsicheren Landstraßen durch eine hohe Anzahl an Kurven mit relativ kleinen Kurvenradien gekennzeichnet sind. Als besonders kritisch wurden Kurvenfolgen identifiziert, bei denen der Radius von Kurve zu Kurve immer kleiner wird, sowie Kurven mit kleinem Kurvenradius, die im Anschluss an eine lange Gerade folgen. Zudem sind Kurven mit einem Radius kleiner 100 m und Kurven, bei denen sich der Radius innerhalb der Kurve selbst verringert, als kritisch einzustufen.

Des Weiteren wurden Alleinunfälle auf Landstraßen daraufhin untersucht, inwieweit Mängel an der Straßenoberfläche einen Einfluss hatten. Dabei konnten Unebenheiten in Längsrichtung häufiger an Unfallstellen beobachtet werden, als diese im gesamten Straßennetz vorhanden sind. Dies beweist, dass Bodenwellen und Schlaglöcher Unfälle motorisierter Zweiräder auslösen können.

### **Einflussfaktor Mensch (Arbeitspaket 5)**

Eine weitere typische Unfallkonstellation von motorisierten Zweiradfahrern ist der Zusammenstoß mit einem Pkw-Fahrer an

einer Einmündung oder Kreuzung. Die Ursache von einem Teil dieser Unfälle ist auf ein Fehlverhalten des Pkw-Fahrers zurückzuführen, das heißt, der Fahrer des motorisierten Zweirades wird vom Pkw-Fahrer übersehen oder nicht rechtzeitig wahrgenommen. Hierzu wurden im Rahmen des Arbeitspakets 5 Videobeobachtungen an drei unterschiedlichen Kreuzungen in Dresden und einer „180°-Kurve“ in der Nähe von Linz am Rhein durchgeführt. Die Kreuzungen und die Kurve haben sich in der Vergangenheit durch zum Teil schwere Zweiradunfälle im lokalen Unfallgeschehen hervorgehoben. Begleitend zu den Videobeobachtungen wurden in einem standardisierten Fragebogen Daten zur Schutzausrüstung, zur Zweiradfarbe, zum Zweiradtyp, zum Gebrauch der lichttechnischen Einrichtungen und gegebenenfalls zum Fehlverhalten von beobachteten Zweiradfahrern bis hin zu Konflikten mit anderen Verkehrsteilnehmern erhoben. In einer ersten Auswertung hinsichtlich mög-



*Videostandbild einer untersuchten Kreuzung in Dresden*

licher Unfalleinflussfaktoren ist beispielsweise der häufige „Nichtgebrauch“ der Fahrtrichtungsanzeiger an motorisierten Zweirädern beim Abbiegen oder bei einem Fahrspurwechsel festzustellen. Eine tieferegehende Auswertung der Fragebögen und Videoaufnahmen wird bis Mitte 2011 nach einheitlichen Kriterien, die auch in den anderen beteiligten Mitgliedsstaaten angewendet werden, erfolgen.

Weitere Informationen sowie die derzeit vorliegenden Ergebnisse des Projektes können unter [www.2besafe.eu](http://www.2besafe.eu) abgerufen werden.



#### **Andreas Hegewald**

Jahrgang 1980

Verkehringenieur

Seit 2006 in der BAST

Im Referat „Straßenentwurf, Verkehrsablauf, Verkehrsregelung“ zuständig für den Entwurf von Landstraßen sowie für die Analyse von Unfällen motorisierter Zweiradfahrer



#### **Rainer Krautscheid**

Jahrgang 1966

Maschinenbauingenieur

Seit 2000 in der BAST

Im Referat „Aktive Sicherheit, Emissionen, Energie“ zuständig für Zweiradsicherheit, Technische Überwachung und Lichttechnische Einrichtungen an Kraftfahrzeugen

## Lebensgefährlich verletzte Straßenverkehrsunfallopfer

Die Folgen von Straßenverkehrsunfällen werden in Deutschland seit den 1950er Jahren systematisch erfasst und in der amtlichen Unfallstatistik veröffentlicht. Bei Unfällen mit Personenschaden wird zwischen Unfällen mit Getöteten, Schwerverletzten und Leichtverletzten unterschieden. Zeitreihenanalysen belegen für die letzten 20 Jahre, insbesondere für die Gruppen der Getöteten und Schwerverletzten, einen kontinuierlichen Rückgang der Fallzahlen. Diese erfreuliche Entwicklung kann auf eine Vielzahl von Verkehrssicherheitsmaßnahmen aus den Bereichen „Fahrzeug“, „Mensch“ und „Umwelt“ zurückgeführt werden. In der Praxis wurden und werden die Erfolge solcher Maßnahmen oftmals unmittelbar an der Entwicklung der Getötetenzahlen gemessen. So lässt sich beispielsweise Mitte der 1980er Jahre infolge der Einführung der Gurtanlegepflicht ein deutlicher Rückgang der Getötetenzahl erkennen.

In den letzten 20 Jahren kam es insgesamt zu einer Halbierung der Zahl der Getöteten, so dass mittlerweile bereits im dritten Jahr in Folge deutlich weniger als 5.000 Menschen im Straßenverkehr verstarben. Das Konzept „Vision Zero“ strebt an, den Straßenverkehr so sicher zu gestalten, dass es keine Verkehrstoten mehr gibt und zeigt damit auf, dass auch in Zukunft noch weiterer Handlungsbedarf besteht. Der Blick auf die Getötetenzahlen als Maß des Erfolgs der Verkehrssicherheitsarbeit darf jedoch nicht zu einer Vernachlässigung der durch Verkehrsunfälle Verletzten führen. Vielmehr drängt sich die Frage auf, ob nicht die positive Entwicklung bei der Zahl der Getöteten zu Lasten der Schwerverletzten geht: Überleben heute - dank verbesserter Sicherheitstechnik und medizinischer Versorgungsmöglich-

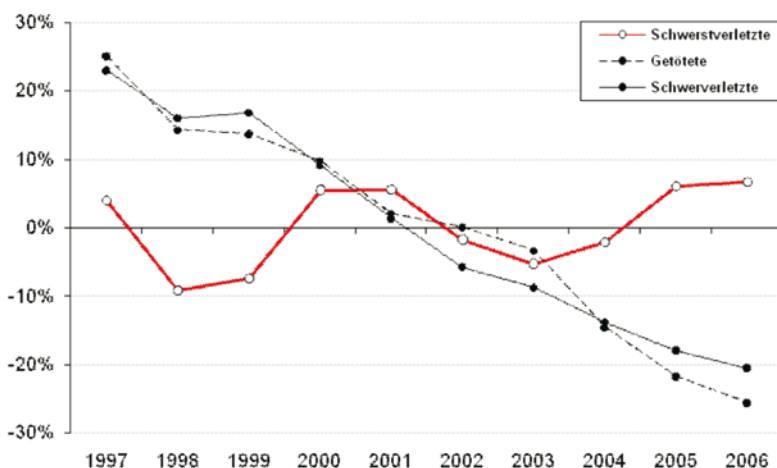
keiten - mehr Menschen Verkehrsunfälle mit schwersten Verletzungen, die früher verstorben wären? Eine solche Verschiebung der Unfallfolgen würde die positive Entwicklung der Getötetenzahlen in gewissem Maße relativieren.

Die BAST hat sich in dem Forschungsprojekt „Entwicklung der Anzahl Schwerverletzter in Folge von Straßenverkehrsunfällen in Deutschland“ mit dieser Frage befasst. Die amtliche Unfallstatistik bezeichnet jeden Verletzten, der infolge eines Verkehrsunfalls für mindestens 24 Stunden in einem Krankenhaus behandelt wird, als „schwerverletzt“. Diese Schwerverletzten stellen damit ein heterogenes Kollektiv dar, das sowohl Patienten umfasst, die beispielsweise nach einer Rippenprellung einen Tag im Krankenhaus zur Beobachtung verbringen, als auch Patienten mit schweren Mehrfachverletzungen, die wiederholt operiert und lange Zeit intensivmedizinisch behandelt werden müssen. Ein besonderes Interesse gilt dabei der zuletzt genannten Gruppe der besonders schwer verletzten Unfallopfer. Ihre Wiederherstellung ist zumeist sehr zeit- und kostenintensiv und in den Fällen, in denen eine vollständige Rehabilitation nicht möglich ist, mit langfristigen Einschränkungen der Lebensqualität der Betroffenen sowie mit hohen volkswirtschaftlichen Kosten verbunden. Folglich stellt sich die Frage, ob sich für diese Gruppe ähnlich positive Entwicklungen nachweisen lassen, wie für die Gesamtgruppen der Schwerverletzten und Getöteten.

In der genannten BAST-Studie wurden lebensgefährlich verletzte Straßenverkehrsunfallopfer untersucht, die intensivmedizinisch versorgt und im TraumaRegister der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (TR-DGU) erfasst wurden. Das TR-DGU wurde 1993 von der AG „Polytrauma“ der

DGU als Instrument zur standardisierten Erfassung von Behandlungsdaten Schwerstverletzter in Traumazentren im deutschsprachigen Raum gegründet. Zur Untersuchung der Frage, ob sich die Anzahl der besonders schwer verletzten Patienten (Injury Severity Score, ISS > 9 und intensivmedizinische Behandlung) in den letzten Jahren verändert hat, wurden die Daten von über 11.000 Straßenverkehrsunfallopfern aus den Jahren 1997 bis 2006 ausgewertet. Im Ergebnis zeigt sich, dass die Zahl der Schwerstverletzten im Zehnjahresverlauf zwar Schwankungen unterliegt (+/- 10 Prozent), sich jedoch keine signifikante Zu- oder Abnahme der Gesamtzahl nachweisen lässt. Damit scheint es plausibel, dass gerade der Rückgang der Getöteten zu einer relativen Zunahme der Schwerstverletzten führt. Personen, die noch vor Jahren bei schweren Verkehrsunfällen am Unfallort verstorben sind, erreichen heute oftmals die Klinik und überleben den Unfall, dank verbesserter Verkehrstechnik (beispielsweise stabilere Fahrgastzellen in Pkws, Airbags, höhere Raten angeschnallter Pkw-Insassen) und notfallmedizinischer Maßnahmen. Es ist zudem zu vermuten, dass früher schwerstverletzte Patienten heute nur noch zu den Schwer- oder gar Leichtverletzten zählen, was erklären würde, warum bei den besonders schwer betroffenen Patienten keine großen Veränderungen zu beobachten sind: Auf der einen Seite erfolgt eine Reduzierung der Anzahl Schwerstverletzter, auf der anderen Seite sieht man heute Patienten als Schwerstverletzte, die vor Jahren noch ums Leben gekommen wären.

In einem weiteren aus der Zusammenarbeit zwischen BAST und TR-DGU hervorgegangenen Projekt wurde eine Abschätzung der Gesamtzahl lebensgefährlich verletzter Unfallopfer vorgenommen. Dabei wurden sowohl unterschiedliche



Definitionen von „schwerstverletzt“ (zum Beispiel ISS > 9 beziehungsweise > 16; Polytrauma; intensivpflichtig) als auch drei verschiedene Schätzmethoden verwendet. Ausgehend von der Definition eines Schwerstverletzten mit ISS > 16, was der international gebräuchlichsten Definition von „schwerstverletzt“ entspricht, variieren die Ergebnisse je nach verwendetem Schätzansatz:

- Im ersten Schätzansatz wurden für fünf Regionen in Deutschland Daten des TR-DGU und der amtlichen Unfallstatistik einander vergleichend gegenübergestellt. Es ergibt sich, dass etwa 8 bis 10 Prozent der amtlich Schwerverletzten klinisch zu den Schwerstverletzten zählen. Für ganz Deutschland erhält man damit Schätzwerte zwischen 6.300 und 7.900 Fällen pro Jahr.
- Die zweite Methode, bei der die Hochrechnung über die Anzahl der im TR-DGU registrierten Krankenhäuser aus drei Versorgungsstufen (lokale, regionale, überregionale Traumazentren) erfolgte, ergab, dass die Krankenhäuser jeweils 3,3 (lokal), 11,5 (regional) oder 30,2 (überregional) Fälle pro Jahr behandeln. Hochgerechnet auf die 874 deutschen Kliniken ergeben sich damit geschätzte Gesamtzahlen von 6.800 bis 10.400 Fällen.

*Relative Veränderung der Anzahl Schwerstverletzter (rot) im Vergleich zur amtlichen Statistik von im Straßenverkehr Getöteten und Schwerverletzten im Zeitraum von 1997 bis 2006*

- Die dritte Schätzung erfolgte über eine Hochrechnung der Anzahl der Verstorbenen. Hiernach ergibt sich, dass im TR-DGU pro Verkehrsunfallopfer, das im Krankenhaus verstirbt, 6,3 Schwerstverletzte einen Verkehrsunfall überleben. In Forschungsarbeiten reichen die Angaben zur Rate der im Krankenhaus Verstorbenen von 25 Prozent bis 40 Prozent, was zu einer geschätzten Gesamtzahl Schwerstverletzter zwischen 8.800 und 14.000 führt.

Jede der Schätzmethoden ist mit gewissen Unsicherheiten verbunden, was die Unterschiede zwischen den Ergebnissen erklärt. Zusammenfassend scheint jedoch eine Gesamtzahl von etwa 10.000 lebensgefährlich verletzten Verkehrsunfallopfern pro Jahr in Deutschland realistisch zu sein. In Relation zur amtlichen Unfallstatistik würde dies bedeuten, dass etwa 14 Prozent der insgesamt rund 70.000 Schwerverletzten lebensbedrohliche Verletzungen erleiden.

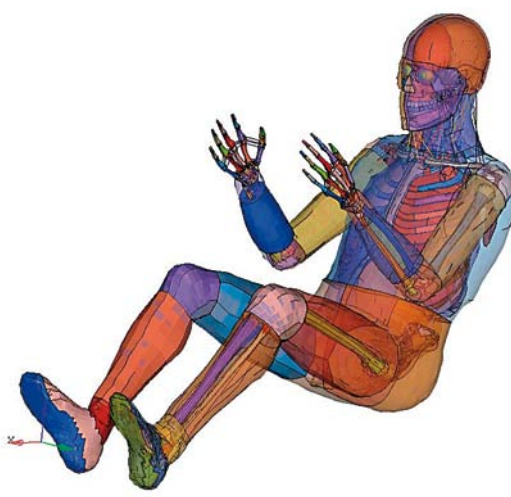
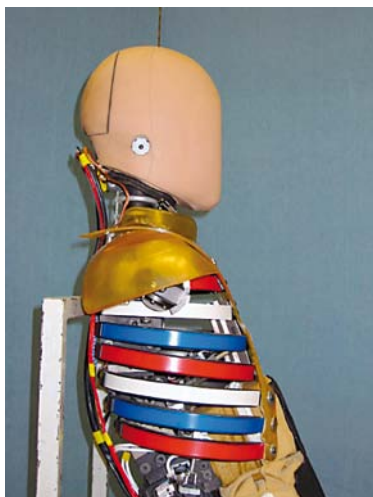
Zur Entwicklung effizienter Maßnahmen zur Reduzierung der Zahl der im Straßenverkehr lebensgefährlich Verletzten, ist die Kenntnis über die Art der Verletzungen von größter Bedeutung. Zwei hierzu von der BAST betreute Studien kommen übereinstimmend zu dem Ergebnis, dass Schwerstverletzte besonders häufig Verletzungen des Kopfes und des Thorax auf-

weisen. Dabei sind jedoch Unterschiede in Abhängigkeit der Art der Verkehrsbeteiligung zu berücksichtigen: Während sich bei Pkw-Insassen die schwersten Verletzungen tatsächlich auf Kopf und Thorax konzentrieren, weisen Motorradfahrer ebenso wie Fußgänger sehr häufig Verletzungen der Extremitäten auf.

Diese Studien bilden auch eine wichtige Grundlage für die zielgerichtete Weiterentwicklung von Testmethoden zur Bewertung der Fahrzeugsicherheit. Insbesondere bei der Evaluierung des Verletzungsrisikos von schweren Kopf- und Thoraxverletzungen kommen in heutigen Testverfahren Prüfmittel (Crash-Dummies) zum Einsatz, die nur unzureichend die Verletzungsrisiken im Hinblick auf Schwer- und Schwerstverletzte differenzieren können.

So wurde der zurzeit eingesetzte Frontalaufprall-Dummy Hybrid III vor mehr als 30 Jahren mit dem Ziel entwickelt, zwischen tödlichen und nicht-tödlichen Belastungen des Brustkorbs unterscheiden zu können. Der Nutzen heutiger Schutzsysteme wie Gurtkraftbegrenzern und moderner Airbagkonzepte kann mit diesem Dummy jedoch nur unzureichend bewertet werden. Aus diesem Grund ist die BAST unter anderem an dem von der Europäischen Kommission geförderten Forschungsprojekt THORAX beteiligt, das sich die Entwicklung eines Dummybrustkorbs zum Ziel gesetzt

*Dummy Hybrid III 50 Prozent (links), THOR-Dummy (Mitte), numerisches Menschmodell THUMS (rechts)*





hat, der die Bewertung des Risikos schwerer Rippen- und Organverletzungen des Brustkorbs ermöglicht.

Die BAST wird sich auch in Zukunft mit der Thematik lebensgefährlicher Verletzungen infolge von Straßenverkehrsunfällen befassen. Im Zentrum der weiteren Aktivitäten soll dabei der Aufbau einer integrierten Datenbank stehen. Bereits bestehende Unfall- und Patientendaten, wie sie beispielsweise von der Polizei und dem TR-DGU routinemäßig dokumentiert werden, sollen hierfür zunächst im Rahmen einer exemplarischen Studie

zusammengeführt werden. Ingenieurseitig wird gleichzeitig an der Weiterentwicklung neuer Bewertungsverfahren der Fahrzeugsicherheit gearbeitet. Mit den Methoden der numerischen Simulation unter Nutzung von „Menschmodellen“ könnten in Zukunft virtuelle Fahrzeugcrash-Tests für Insassen verschiedener Altersklassen (Körpergrößen und -massen) simuliert, die Belastungen innerer Organe detailliert untersucht und damit neue Erkenntnisse bezüglich der Schwerstverletztenproblematik erlangt werden.



**Dr. Kerstin Auerbach**

Jahrgang 1972

Psychologin, Psychotherapeutin

Seit 2004 in der BAST

Im Referat „Verkehrspsychologie, Verkehrsmedizin“ zuständig für Rettungswesen, Erste Hilfe, medizinische und psychische Unfallfolgen



**Andre Eggers**

Jahrgang 1976

Maschinenbauingenieur

Seit 2006 in der BAST

Im Referat „Passive Fahrzeugsicherheit, Biomechanik“ zuständig für numerische Simulation, Biomechanik, Weiterentwicklung und Evaluierung neuer Dummies, EU-Projekte THORAX, COVER und IMVITER



**Dr. Eike A. Schmidt**

Jahrgang 1981

Psychologe, Fachpsychologe für Verkehrspsychologie

Seit 2010 in der BAST

Im Referat „Verkehrspsychologie, Verkehrsmedizin“ zuständig für Rettungswesen, medizinische und psychische Unfallfolgen, Wahrnehmung und Aufmerksamkeit, EU-Projekt SARTRE4

## Volkswirtschaftliche Kosten durch Straßenverkehrsunfälle

Die BAST ermittelt jährlich die Kosten, die in Deutschland infolge von Straßenverkehrsunfällen entstanden sind. Personen- und Sachschäden bei Straßenverkehrsunfällen verursachten im Jahr 2008 in Deutschland volkswirtschaftliche Kosten von 31 Milliarden Euro.

### Unfallkostenrechnung

Die Berechnung der Unfallkostenrechnung der BAST basiert auf einer Untersuchung Mitte der 90er Jahre. Der Stand des Wissens in der Unfallkostenbewertung hat sich gegenüber dieser analytisch-empirischen Überarbeitung weiterentwickelt.

dem Hintergrund internationaler Harmonisierungspotenziale überprüft und überarbeitet. Die Kosten unfallbedingter Zeitverluste wurden erstmals in der Unfallkostenberechnung der BAST berücksichtigt. Um weiterhin eine fortlaufende Aktualisierung der Unfallkostenrechnung zu gewährleisten, wurde auf Grundlage der methodischen Überarbeitung ein Fortschreibungsmodell erarbeitet, mit dem die jährlichen Kosten der Straßenverkehrsunfälle bestimmt werden können. Dieses berücksichtigt die folgenden Kostenkomponenten:

### Reproduktionskosten

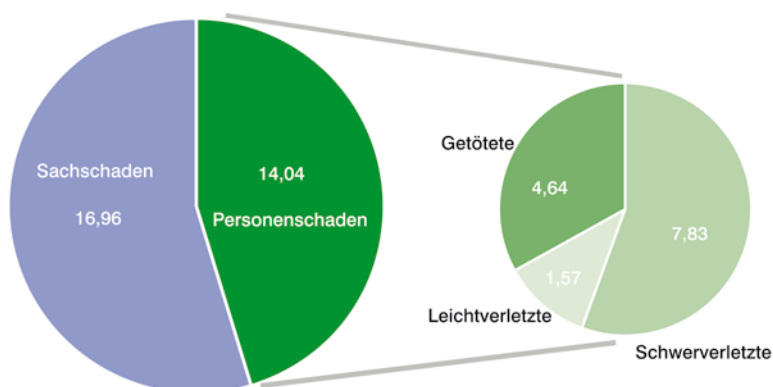
Kosten, die aufgewendet werden, um durch den Einsatz medizinischer, juristischer, verwaltungstechnischer und anderer Maßnahmen eine äquivalente Situation wie vor dem Verkehrsunfall herzustellen. Es lassen sich direkte und indirekte Reproduktionskosten unterscheiden.

Direkte Reproduktionskosten entstehen bei der medizinischen und beruflichen Rehabilitation der Unfallopfer. Die medizinische Rehabilitation umfasst die stationäre und ambulante Behandlung, den Transport und die Nachbehandlung der Unfallopfer. Die berufliche Rehabilitation umfasst Maßnahmen, die der beruflichen Wieder- oder Neueingliederung der Unfallopfer dienen. Indirekte Reproduktionskosten entstehen aus der Wiederherstellung der Rechtslage (Kosten von Polizei, Justiz, Versicherungsgesellschaften).

### Ressourcenausfallkosten

Diese Kostenkomponente erfasst die Minderungen an wirtschaftlicher Wertschöpfung, die dadurch entstehen, dass die durch Unfall verletzten oder getöteten Personen nicht mehr in der Lage sind, am Produktionsprozess teilzunehmen. Die

**Volkswirtschaftliche Kosten von Straßenverkehrsunfällen in 2008 durch...**



*Volkswirtschaftliche Unfallkosten im Jahr 2008 (in Milliarden Euro)*

Dies betrifft sowohl die Erfassungs- und Bewertungsmethodik als auch die tatsächlichen Sachverhalte in der Wiederherstellung und Produktion sowie Veränderungen hinsichtlich der Unfallzahlen, der Unfallschwere, der Kosten im Gesundheitssystem und der Einkommensverhältnisse, die den wirtschaftlichen Verlust durch Straßenverkehrsunfälle maßgeblich bestimmen.

Aus diesem Grund wurde die Methodik der Unfallkostenrechnung der BAST vollständig aktualisiert und überarbeitet. Dabei wurde die theoretische Konzeption des Rechenkonzeptes insbesondere vor

Verletzung oder der Todesfall einer Person hat insofern eine Verringerung des künftigen Sozialproduktes zur Folge.

### Außermarktliche Wertschöpfungsverluste

Diese beinhalten Verluste an Wertschöpfung, die nicht im Sozialprodukt enthalten sind. Sie umfassen die Schattenwirtschaft (Schwarzarbeit) sowie die Haushaltsproduktion (beispielsweise ehrenamtliche Tätigkeiten, Hausarbeit, Nachbarschaftshilfe).

### Humanitäre Kosten

Die Unfallfolgen wie die psychische Belastung oder die Umstellung der Lebensplanung, die nicht in den Reproduktionskosten und den Ressourcenausfallkosten enthalten sind, werden durch diese Kostenkomponente erfasst.

### Unfallkosten 2008

Mit dem Berechnungsmodell werden separate Kostensätze für Personenschäden und Sachschäden ermittelt. Die Kostensätze für Personenschäden geben Kosten pro Verunglücktem differenziert nach Verletzungsschweregrad (getötet, schwerverletzt, leichtverletzt) an. Bei den Sachschäden werden die Kosten pro Unfall differenziert nach dem Schweregrad des Unfalls ermittelt. Durch dieses Vorgehen können sowohl die gesamten Unfallkosten berechnet als auch spezifische Unfallsi-

#### Kostensätze für Personenschäden (je verunglückte Person)

Getötete	1.035.165
Schwerverletzte	110.506
Leichtverletzte	4.403

#### Kostensätze für Sachschäden (je Unfall)

Unfall mit Getöteten	40.242
Unfall mit Schwerverletzten	19.436
Unfall mit Leichtverletzten	12.775
Schwerwiegender Unfall mit nur Sachschaden	19.035
Übriger Sachschadensunfall (einschließlich Alkoholunfall)	5.550

tuationen bewertet werden, zum Beispiel mit unterschiedlichen Fahrzeuginsassenzahlen.

Von den insgesamt berechneten volkswirtschaftlichen Unfallkosten entfielen auf Kosten für Personenschäden im Jahr 2008 insgesamt 14,04 Milliarden Euro; darunter auf Getötete 4,64, auf Schwerverletzte 7,83 und auf Leichtverletzte 1,57 Milliarden Euro. Insgesamt entspricht das einem Anteil von 45 Prozent an den Gesamtkosten. Der Anteil der Kosten für Sachschäden betrug demnach 55 Prozent, was einem Kostenumfang von 16,96 Milliarden Euro entspricht. Das Gros dieser Kosten ist mit 9,59 Milliarden Euro bei den übrigen Sachschadensunfällen zu verzeichnen.

### Entwicklung der Unfallkosten

Auf der Grundlage des neuen Modells wurden die Unfallkosten seit dem Datenjahr 2005 fortgeschrieben. Der dadurch

*Kostensätze je verunglückte Person und je Unfall im Jahr 2008 in Euro*

	2005	2006	2007	2008
Kosten der Personenschäden	15,23	14,73	14,88	14,04
davon Kosten für				
Getötete	5,46	5,16	5,08	4,64
Schwerverletzte	8,15	7,89	8,16	7,83
Leichtverletzte	1,62	1,59	1,64	1,57
Kosten für Sachschäden	16,25	16,22	17,09	16,96
<b>Volkswirtschaftliche Unfallkosten insgesamt</b>	<b>31,48</b>	<b>30,95</b>	<b>31,97</b>	<b>31,00</b>

*Entwicklung der Unfallkosten für Personen- und Sachschäden 2005 bis 2008 in Milliarden Euro*

entstandene „Bruch“ zur vorangegangenen Methodik muss dabei - zugunsten einer möglichst realitätsnahen Abbildung der volkswirtschaftlichen Verluste - in Kauf genommen werden.

Die gesamten Unfallkosten sind im Vergleich zum Vorjahr infolge eines Rückgangs sowohl der Personenschäden als auch der Sachschäden um etwa 3 Prozent gesunken. Dies ist im Wesentlichen auf den auch in 2008 weiterhin deutlichen Rückgang der Anzahl tödlich verletzter Unfallopfer um 472 gegenüber dem Vorjahr zurückzuführen. Die Kosten durch Getötete im Straßenverkehr sind um fast 9 Prozent gegenüber dem Vorjahr zurückgegangen. Entgegen dem rückläufigen Trend bei den Personenschäden ist bei den Sachschadenskosten seit 2005 eine Zunahme um 4,4 Prozent zu verzeichnen.

Auch die Kostensätze für Personen- und Sachschäden haben sich entsprechend dem Unfallgeschehen und den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen entwickelt. So ist bei den Personenschadenskosten über alle Verunglückten-Kategorien gegenüber 2005 ein Zuwachs zu verzeichnen, die stärkste Zunahme bei den

Schwerverletzten mit 4,8 Prozent. Bei den Sachschadenskosten sind mit Ausnahme der Unfälle mit Getöteten über alle weiteren Unfallkategorien steigende Kosten je Unfall zu verzeichnen.

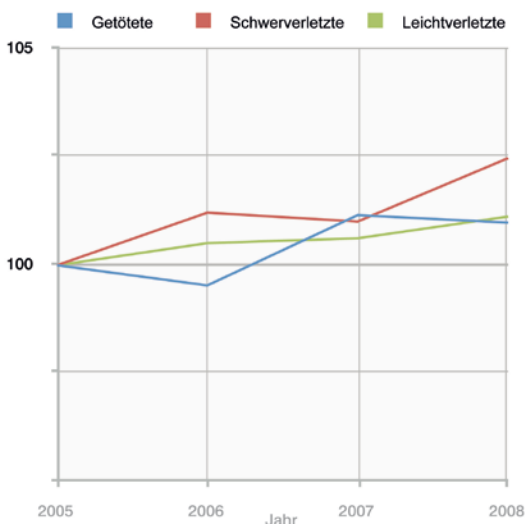
### Ergänzende Untersuchungen

Ergänzend zur Aktualisierung und Überarbeitung der Unfallkostenrechnung wurden drei weitere Untersuchungen durchgeführt:

- Die Kosten unfallbedingter Zeitverluste wurden erstmals in der Unfallkostenberechnung der BAST berücksichtigt. Hierfür wurde ein Ergänzungsmodell entwickelt, das eine einfache Abschätzung unfallbedingter Zeitverluste auf Bundesautobahnen und der damit verbundenen Kosten erlaubt.
- Es wurden erstmals die Kosten Schwerstverletzter (Schwerverletzte, die durch den Unfall besonders schwerwiegende physische Verletzungsmuster davongetragen haben) im Vergleich zu sonstigen Schwerverletzten abgeschätzt. Der Anteil der Schwerstverletzten lag im Rahmen der Untersuchung bei etwa einem Viertel der Schwerver-

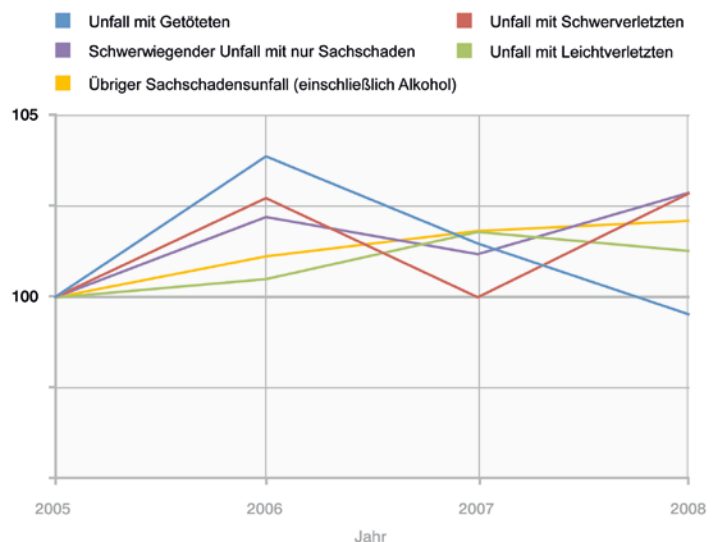
Entwicklung der Personen- und Sachschadenskostensätze 2005 bis 2008

Personenschadenskostensätze



Index 2005 = 100

Sachschadenskostensätze



letzten. Dabei zeigte sich, dass ein durchschnittlicher Schwerverletzter die rund 37fachen Kosten eines sonstigen Schwerverletzten verursacht.

- Im Rahmen der Kostenermittlung wurde weiterhin eine Untererfassung von Schadensfällen durch die Straßenverkehrsunfallstatistik untersucht. Hierzu wurde analysiert, ob bei Kraftfahrzeug-Haftpflichtversicherern gemeldete Schadensfälle auch polizeilich erfasst wurden. Aufgrund dieser Untersuchungsmethodik wurden ausschließlich Unfälle mit Kraftfahrzeug-Beteiligung erfasst. Die Untersuchung zeigte dennoch einen deutlichen Einfluss einer Untererfassung auf die Gesamtkosten. Würde in der Gesamtkostenermittlung eine Untererfassung durch die Straßenverkehrsunfälle berücksichtigt, führte dies, bezogen auf das Jahr 2005, zu Mehrkosten in Höhe von 7,04 Milliarden Euro bei den Sachschäden (42-prozentige Steigerung der Sachschadensko-

sten). Ein Großteil dieses Betrages geht auf nicht erfasste sonstige Sachschadensunfälle und somit Bagatellschäden zurück. Überraschenderweise beträgt im Jahr 2005 die Summe nicht erfasster Personenschäden durch leichte Verletzungen 0,41 Milliarden Euro (2,7-prozentige Steigerung der Personenschadenskosten).



**Dr. Thomas Kranz**

Jahrgang 1979

Kaufmann

Seit 2010 in der BAST

Im Referat „Fachzentrum Asset Management Straße“ zuständig für ökonomische Bewertungsverfahren



**Martina Straube**

Jahrgang 1962

Ingenieur-Ökonomin

Seit 1991 in der BAST

Im Referat „Sicherheitskonzeptionen, Sicherheitskommunikation“ zuständig für die Unfallkostenberechnung

## GIDAS - renommierte Unfalldatenbank in Europa

### Nutzen von Unfallanalysen für europäische Projekte und Gesetzgebung

Der öffentliche Straßenverkehr wird durch die Verkehrswege, die Verkehrsmittel und -einrichtungen sowie die Verkehrsteilnehmer bestimmt. Dies können Fußgänger, Auf- und Insassen von ein-, zwei- oder mehrrädri gen Fahrzeugen sein, die in verschiedensten Situationen aufeinander treffen können. Die Zahl der Konflikte ist dabei beträchtlich und mitunter sind die Folgen von Straßenverkehrsunfällen groß. Die statistische Erfassung aller polizeilich gemeldeten Verkehrsunfälle mit Personenschäden in Deutschland erfolgt in der nationalen Statistik, die auf den Verkehrsunfallanzeigen der Polizei beruht. Im Gegensatz zu dieser Erfassung der Gesamtzahl an Unfällen mit niedriger Detailstufe, widmet sich die Verkehrsunfallforschung vorrangig der Aufgabe, einzelne Straßenverkehrsunfälle hochdetailliert zu dokumentieren und zu analysieren.

Mit zunehmendem Fahrzeugbestand stieg auch die Zahl der Verkehrsunfälle kontinuierlich an. Lange Zeit war es schwierig, auf die Getöteten- und Verletztenzahlen mit entsprechenden Gegenmaßnahmen zu reagieren. Ab etwa 1950 traten verstärkt epidemiologische Betrachtungen von Verletzungen in den Vordergrund, die zu ersten entsprechenden Datenbanken führten. Seit etwa 1970 trugen die wachsenden Grundkenntnisse im Bereich der Analyse von Verkehrsunfällen wesentlich zur Entwicklung von In-depth-Studien (Studien mit hohem Detaillierungsgrad) und damit zu Unfalldatenbanken bei. Beispiele bedeutender Errungenschaften der anfänglichen Verkehrsunfallforschung sind die Aufzeichnungen von Pedalstellungen und deren Abdrücke an Schuhen sowie

die Entwicklung der Unfallrekonstruktionsmechanik zur Berechnung von Geschwindigkeiten anhand von Bremsspuren. In früheren Zeiten musste sich diese Forschung zunächst wissenschaftlich etablieren und die Politik griff nur wenig in die Unfallentwicklung ein.

### In-depth-Unfalldatenbanken

Die Zahl der im Straßenverkehr verletzten Personen nahm zwischen 1950 und 1970 fortwährend zu. Auf dem Höhepunkt dieser Entwicklung entstanden die ersten In-depth-Unfalldatenbanken in den europäischen Ländern Deutschland, Schweden, partiell Dänemark und Großbritannien. Die eingeführten Regulierungen US FMVSS (United States Federal Motor Vehicle Safety Standards) veranlassten weiterhin viele Staaten und auch das europäische Parlament, eigene Initiativen umzusetzen. Die regional (international) verteilten Projekte wählten unterschiedliche Ansätze der Erhebungsmethodik und des -umfangs, wodurch es heute zu bedeutsamen Divergenzen zwischen den Datenbanken kommt. Die Verständigung auf gemeinsame Grundvariablen, wie die Gesamtbeurteilung zu Unfall-, Verletzungsschwere und Folgen, dauert insbesondere auf internationaler Ebene noch immer an. Die Vergleichbarkeit der Daten wird weiterhin durch dynamische Prozesse beeinflusst, die sich beispielsweise durch Aktualisierungen der Erhebungsmethodik oder die Einführung der AIS-Skala (Bewertungsskala für die Überlebenswahrscheinlichkeit bei definierten Verletzungen) in verschiedenen Etappen äußern.

Dennoch führte der interdisziplinäre Zusammenschluss von Experten - zumeist Ingenieure und Mediziner - bereits zu bedeutsamen Entwicklungen beispielsweise

se in den Bereichen Rückhaltesysteme, Türverriegelung, Verbundsicherheitsglas und Lenkradsäule. Weiterhin etablierten zahlreiche Automobilhersteller eigene Abteilungen der Verkehrsunfallforschung, insbesondere um Fragen zur Produkthaftung und zu rechtlichen Konsequenzen aus Unfällen zu klären. Da nahezu alle In-depth-Studien eine Tendenz hin zur Aufnahme schwerer Unfälle aufzeigen, ist die Einführung von Gewichtungsfaktoren ein wesentlicher Bestandteil. Weiterhin stellt sich die Frage der statistischen Signifikanz, die sich beispielsweise darin äußert, die notwendige Fallzahl zu bestimmen, mit der gesicherte Aussagen zu einer Problemstellung getroffen werden können. Für die mittlerweile politisch großangelegten europa- und weltweiten Ziele zur Reduktion der Zahl der Verkehrsunfallopfer sowie der Entwicklung entsprechender Strategiepakete werden zunehmend In-depth-Unfalldaten herangezogen.

## Projekt GIDAS

GIDAS (German In-Depth Accident Study) ist die größte und umfangreichste in-depth Verkehrsunfallstudie in Deutschland. Seit Mitte 1999 erforscht das GIDAS-Projekt etwa 2.000 Unfälle in den Regionen Hannover und Dresden pro Jahr und dokumentiert dabei bis zu 3.000 Variablen pro Fall. Das Projekt wird von der BAST und der FAT (Forschungsvereinigung Automobiltechnik) getragen. GIDAS erforscht, entsprechend einer bestimmten statistischen Auswahl, Verkehrsunfälle mit mindestens einer verletzten Person nach dem Ansatz „on the scene“ (direkt an der Unfallstelle). Die technische Datenaufnahme zielt dabei unter anderem auf Fahrzeugkenndaten und -beschädigungen, Detailinformationen zu Kollisionen, aktive und passive Sicherheitssysteme, sowie Details zur Unfallstelle, Umgebung und der Witterung ab. Weiterhin werden medizinisch relevante

Sachverhalte zu den Verletzungen der beteiligten Personen erhoben sowie deren Ursachen erforscht. Ziel ist es - nach dem Zusammentragen aller Daten - den Unfall zu rekonstruieren und die möglichen Ursachen zu identifizieren. Um Verzerrungen innerhalb der Datenbank gegenüber der gesamtdeutschen Statistik zu vermeiden, wird diese mit der offiziellen Unfallstatistik abgeglichen und durch Gewichtungsfaktoren angepasst.



*Unfallaufnahme vor Ort*

Weitere große europäische In-depth-Datenbanken sind beispielsweise die OTS und CCIS – Datenbanken mit Fällen aus Großbritannien, sowie die EDA-Datenbank aus Frankreich. Die OTS-Studie („On The Spot“) erforschte etwa jährlich 500 Verkehrsunfälle in den Jahren 2000 bis 2010 mit zwei Erhebungsteams. Es wurden Verkehrsunfälle mit und ohne Personenschäden erfasst, wobei pro Fall etwa 3.000 Variablen in den Bereichen Technik und Medizin kodiert werden konnten. Es gibt hierbei nur wenige Ansätze der technischen Unfallrekonstruktion, wodurch Parameter wie Geschwindigkeiten häufig auf Personenaussagen basieren. Seit 1992 werden in der EDA-Studie Verkehrsunfalldaten gesammelt und analysiert. In drei Regionen Frankreichs werden dazu

etwa 60 Unfälle pro Jahr an den Unfallstellen und retrospektiv vertieft untersucht hinsichtlich deren Entstehung, Verlauf und Folgen. Die EDA-Studie gilt aufgrund der gewählten Erhebungsmethodik als nicht repräsentativ für das Unfallgeschehen in Frankreich, vermittelt jedoch ein detailliertes Bild von den komplexen Zusammenhängen in Verkehrsunfällen.

**GIDAS als Wissensbasis**

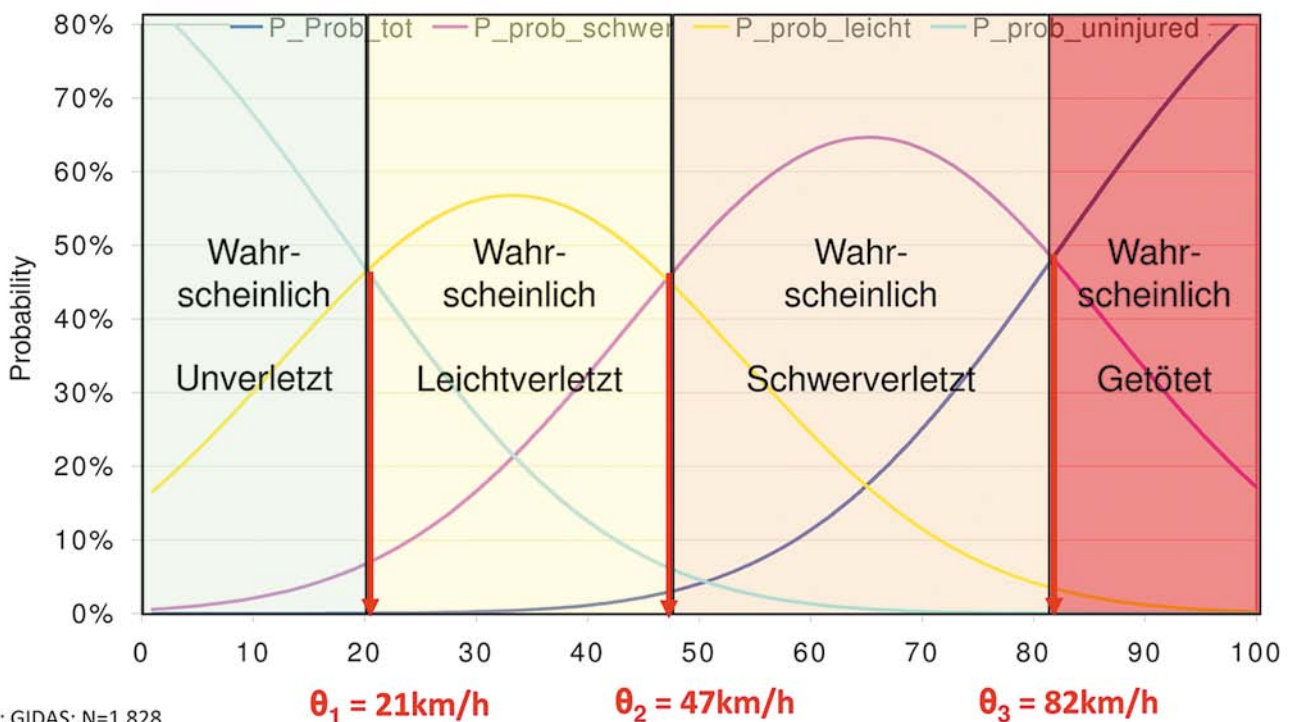
Die GIDAS-Daten besitzen international eine hohe Reputation aufgrund der hohen Datenmenge und -qualität, der Repräsentativität für Deutschland (dem bevölkerungsreichsten Land in der EU) und den vielfältigen Auswertemöglichkeiten in Verbindung mit der speziellen Datenbankstruktur. Somit stellt sie eine Wissensbasis für unterschiedlichste Interessengruppen dar. Analysen werden mithilfe dieser Daten sowohl auf nationaler, als auch internationaler Ebene durchgeführt. Die Projekte beinhalten beispielsweise Themen zum Fußgängerschutz, Schutzwirkung von Fahrradhelmen, Frontal-, Heck- und Seitenkollisionen von Pkw oder Verletzungs-

risikofunktionen. Informationen werden für Verkehrssicherheitskampagnen zur Verfügung gestellt und Anfragen seitens der Presse können mit den Unfalldaten besser bedient werden.

International fließen die GIDAS-Daten zum Beispiel in diverse EU-Projekte (TRACE, APROSYS, ASSESS, FIMCAR ...) ein. Besonders in deren Anfangsstadien tragen die Unfalldaten bedeutsam zur Klärung gezielter Fragestellungen und zur Projektorientierung bei. Diese Kerninformationen bilden die Basis für weitere Forschungsaktivitäten, die häufig in neuen Regulierungen oder Vorschlägen münden. Die Einarbeitung in Gesetzesgrundlagen (aktive und passive Sicherheit) findet zudem in internationalen Gremien (UN-ECE, EEVC) und in den Globalen Technischen Regelungen (GTR) statt.

Im Bereich der Fahrzeugtechnik können beispielsweise Nutzenabschätzungen aktiver Sicherheitssysteme (ABS, ESP) oder zur verbesserten Fahrzeug-Fahrzeug Kompatibilität durchgeführt werden. Die Biomechanische Forschung profitiert

*Geschwindigkeitsabhängiges Verletzungsrisiko beim Frontalaufprall (angegurte Frontinsassen)*



Source: GIDAS; N=1,828



durch die Beiträge bei der Entwicklung anthropomorpher Testpuppen (Dummys) mit Verletzungskriterien und Belastungsgrenzen. Diese Erkenntnisse dienen beispielsweise der Optimierung von Motorradschutzkleidung. Die Öffentlichkeit zieht weiteren Nutzen aus den Daten, indem diese in die Wahl, Ausführung und Bewertung von Crash-Tests und Fahrzeugsicherheitsausstattungsmerkmalen münden. Die Ergebnisse werden mittels Verbraucherschutzprogrammen, wie beispielsweise Euro NCAP (European New Car Assessment Programme), publiziert und sind somit allen zugänglich. Zusammengefasst zeigen sich die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten von den In-depth-Unfalldaten in:

- Abbildung des realen Verkehrsunfallgeschehens.
- Beobachtung des Verhaltens der Elemente der passiven Fahrzeugsicherheit im realen Verkehrsunfallgeschehen.
- Validierung von Crash-Tests am Unfallgeschehen.

- Erforschung von Verletzungsmechanismen in Verkehrsunfällen.
- Technische, medizinische und psychologische Ursachenforschung (Unfallentstehung, -verlauf, -folgen) sowie Aufdeckung von potenziellen Gefahrenquellen.
- Analyse diverser Parameter durch Rekonstruktion (beispielsweise Geschwindigkeiten, Fahrmanöver, Witterungseinflüsse).
- Möglichkeiten zur Entwicklung und Bewertung von Fahrerassistenzsystemen.
- Basis für Effizienzbetrachtungen und Identifikation von Wirkpotenzialen.
- Einflussnahme auf Entstehung und Überarbeitung von Regulierungen und Gesetzen.

Im Vergleich mit den notwendigen, standardisierten Crash-Tests geben In-depth-Datenbanken somit wertvollen Aufschluss über das tagtägliche Verkehrsunfallgeschehen und sind ein bedeutsames Element zur langfristigen Erhöhung der Verkehrssicherheit.



#### **Claus-Henry Pastor**

Jahrgang 1972

Physiker

Seit 2002 in der BAST

Im Referat „Passive Fahrzeugsicherheit, Biomechanik“ zuständig für Unfalldaten, Unfallforschung, GIDAS-Projekt



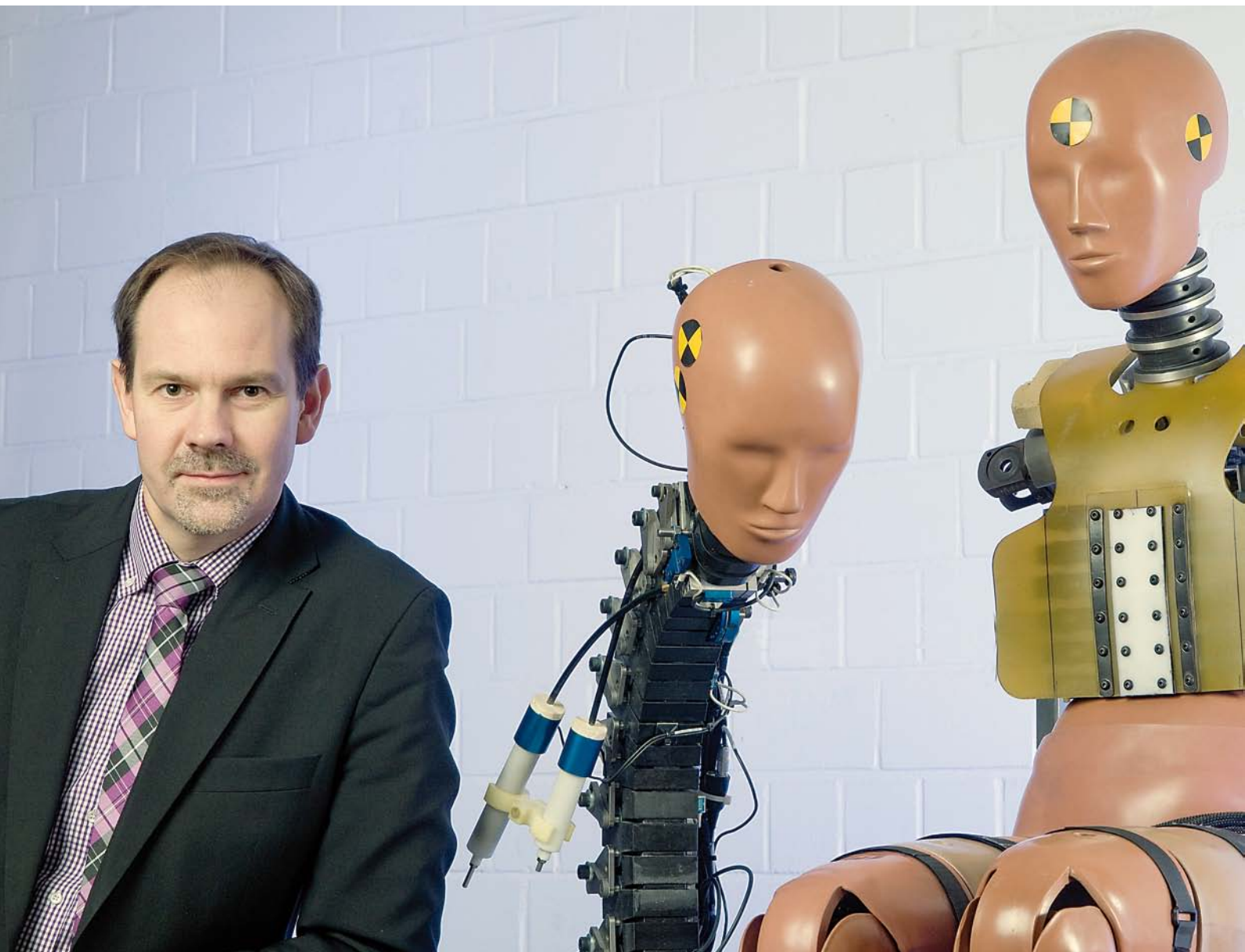
#### **Marcus Wisch**

Jahrgang 1983

Ingenieur für Mechatronik

Seit 2010 in der BAST

Im Referat „Passive Fahrzeugsicherheit, Biomechanik“ zuständig für Kompatibilität, Elektromobilität und Crash-Versuche



*Andre Seeck, Leiter der Abteilung Fahrzeugtechnik*

## **Netzwerk: Verkehr und Fahrzeuge**

Viele Menschenleben konnten in den vergangenen Jahren durch die stetig verbesserte Fahrzeugtechnik gerettet werden, Verletzungen wurden gemindert oder ganz vermieden. Und die Entwicklung geht weiter: Moderne Systeme wie kooperative Verkehrssysteme, bei denen sich die Fahrzeuge untereinander vor Gefahrensituationen warnen oder dies durch die Straßeninfrastruktur geschieht, versprechen heute weitere Sicherheitsgewinne. Vorausschauende und integrierte Fahrzeugsicherheitssysteme, die neben der passiven auch die aktive Sicherheit verbessern, sind auf dem Vormarsch. Bei Euro NCAP werden diese Systeme, entsprechend der erwarteten Sicherheitsgewinne, zukünftig in der Bewertung berücksichtigt. Neben der Sicherheit beschäftigen rechtliche Fragestellungen zu diesen Systemen die Fachleute der BAST. Auch die Entwicklung und Verbreitung von Fahrzeugen mit alternativen Antrieben mit all ihren Möglichkeiten und Risiken stellen neue Herausforderungen.

## Mehr Sicherheit durch vernetzte Fahrzeuge und Infrastruktur

### Ergebnisse des SAFESPOT Projektes

Kooperativen Verkehrssystemen wird ein hohes Potenzial zur Erhöhung der Straßenverkehrssicherheit, Verbesserung des Verkehrsflusses und zur Senkung des Treibstoffverbrauchs sowie schädlicher Abgasemissionen zugesprochen. Allerdings sind kooperative Systeme aufgrund der eingesetzten neuen Informations- und Kommunikationstechnologien (C2C: Fahrzeug-Fahrzeug-Kommunikation, C2I: Fahrzeug-Infrastruktur-Kommunikation) am Markt noch nicht weit verbreitet. Die Entwicklung von geeigneten Strategien, die zu einer guten Aufnahme am Markt führen, ist daher eine der zu lösenden Herausforderungen, um die erwarteten Vorteile der kooperativen Verkehrssysteme nutzbar zu machen. Eine sozio-ökonomische Bewertung der Wirkungen des Systems liefert dabei wertvolle Informationen für die Frage, ob das betrachtete System aus gesellschaftlicher Sicht effizient ist.

### Untersuchung

Das Mitte 2010 abgeschlossene EU-Projekt SAFESPOT (Cooperative vehicles and road infrastructure for road safety) hat verschiedene technische Anwendungen von kooperativen Sicherheitssystemen für den Straßenverkehr entwickelt und einer sozio-ökonomischen Bewertung unterzogen. Im Mittelpunkt der Bewertung stand eine Nutzen-Kosten-Analyse, bei der die erwarteten Sicherheitseffekte - Reduzierung der Anzahl von Unfallverletzten und -getöteten - den geschätzten gesamtwirtschaftlichen Kosten für Installation, Betrieb und Wartung der betrachteten Systeme gegenübergestellt wurden. So wurden Nutzen-Kosten-Verhältnisse ermittelt, die den Sicherheitsnutzen pro investierten

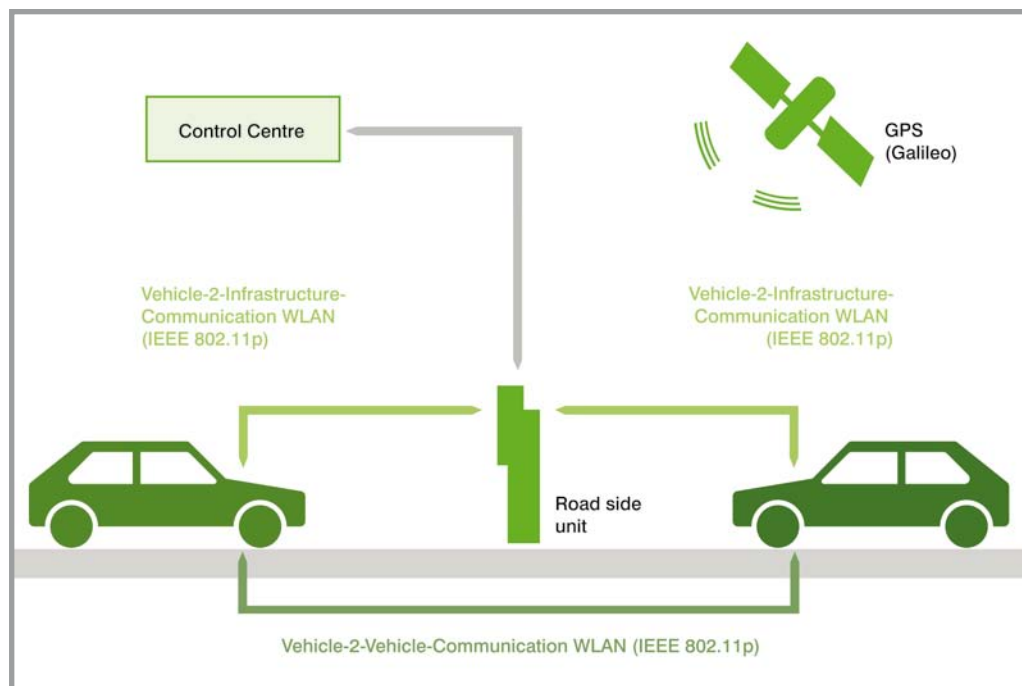
Euro zeigen. Nutzen-Kosten-Verhältnisse mit einem Wert von größer als eins deuten darauf hin, dass sich die Investition für die Gesellschaft aus finanzieller Sicht lohnt. Die monetäre Bewertung wurde mit Schadenskostensätzen von 1,6 Millionen Euro pro Unfalltoten und 60.000 Euro pro Verletzten durchgeführt.



Die untersuchten Anwendungen im Kreuzungsbereich erkennen entgegenkommende oder kreuzende Verkehrsteilnehmer, die beispielsweise durch andere Fahrzeuge verdeckt sind, und unterstützen so den Fahrer beim Abbiegen. Im Längsverkehr werden Hinweise auf Hindernisse sowie schlechte Fahrbahn- und Sichtverhältnisse von vorausfahrenden Fahrzeugen oder von Sensoren am Straßenrand übermittelt und als Warnungen an Fahrer der nachfolgenden Fahrzeuge ausgegeben. Außerdem werden Fahrerinformationen zu lokalen Verkehrsregelungen, zum Beispiel die zulässige Höchstgeschwindigkeit, über die Mensch-Maschine-Schnittstelle im Fahrzeug angezeigt.

Die Anwendungen nutzen die WLAN-Technologie für die Informationsübertragung zwischen den Fahrzeugen sowie zwischen Fahrzeugen und Kommunikationsein-

Quelle: SAFESPOT



richtungen am Straßenrand. Je nach Anwendung werden optische, akustische und haptische Signale kombiniert, um die sicherheitsrelevanten Informationen und Warnungen über die fahrzeuginterne Ausgabeschnittstelle an den Fahrer zu übermitteln. Die Fahrzeuge verfügen neben der Übertragungstechnologie über Radarsysteme. Die Infrastruktursysteme am Straßenrand (Road side units) sind mit Kameras und Schlechtwettersensoren ausgestattet. Im Kreuzungsbereich werden Laserscanner zur Erfassung von Fußgängern und Radfahrern eingesetzt: Der Fahrer kann damit auch über die Anwesenheit von ungeschützten Verkehrsteilnehmern im Kreuzungsbereich informiert werden.

Mehrere Anwendungen wurden zu Bündeln zusammengefasst und jeweils für die beiden betrachteten Kommunikationskonzepte, C2C- und C2I-Kommunikation, bewertet. Die untersuchten SAFESPOT-Systeme konnten so hinsichtlich ihrer spezifischen Stärken und Schwächen im jeweiligen Kommunikationsumfeld verglichen werden.

## Sicherheitsbewertung

Für die Prognose des Sicherheitseffekts der Systeme wurden validierte Studien anderer EU-Projekte ausgewertet. Diese Sicherheitseffekte wurden mit der für das Jahr 2020 geschätzten Unfalldatenbasis für die EU-25 (20.800 Unfalldtote, 870.000 Verletzte) in vermiedene Unfalldtote und Unfallverletzte umgerechnet. Gemäß dieser Prognose kann erwartet werden, dass das C2I-basierte SAFESPOT-System ein maximales Sicherheitspotenzial zur Vermeidung von bis zu 1.800 Toten und 74.000 Verletzten hat. Das C2C-basierte System kann bis zu 1.400 Tote und 63.000 Verletzte vermeiden. Dabei war zunächst eine vollständige Marktdurchdringung der mit kooperativen Systemen ausgestatteten Pkw angenommen worden. Für die C2I-basierten Systeme wurde angenommen, dass 50 Prozent des Straßennetzes mit der intelligenten Infrastruktur ausgestattet ist.

Der Sicherheitseffekt ist von der im Bewertungsjahr erreichten Marktdurchdringungsrate abhängig. Die C2C-Kommunikation erfordert eine Mindestdurchdringung der

Fahrzeugflotte, damit es überhaupt zu einem relevanten Informationsaustausch zwischen den Fahrzeugen kommen kann. Im Unterschied dazu ist der Informationsaustausch bei der C2I-Kommunikation unabhängig von der Fahrzeugdichte und Flottendurchdringung. Eine hohe Abdeckung des Straßennetzes ist hier allerdings mit hohen Investitionskosten für die Infrastrukturausstattung verbunden.

Experten aus Fahrzeugindustrie und Wissenschaft wurden daher zu der zu erwartenden Marktdurchdringung der Fahrzeugflotte in 2020 befragt. Für die Schätzung wurden vier verschiedene Geschäftsmodelle angenommen, die sich aus der Kombination von zwei Finanzierungskonzepten - nutzerfinanziert versus subventioniert - und zwei Dienstleistungsvarianten - nur Sicherheitsfunktion versus Kombination mit Mehrwertdienst wie beispielsweise Routenplanung - ergeben.

### Ergebnisse

Die jeweils größte Marktdurchdringung wurde für das Geschäftsmodell erwartet, bei dem das Fahrzeugsystem zumindest teilweise subventioniert wird und neben Sicherheitsanwendungen noch weitere Mehrwertdienste angeboten werden.

Die Anzahl der vermeidbaren Getöteten und Verletzten weist darauf hin, dass bei den für das Jahr 2020 erwarteten

Durchdringungsraten relevante Sicherheitseffekte erreichbar sind. Dabei werden mit dem C2I-basierten System höhere Sicherheitseffekte erzielt als mit dem C2C-basierten System. Bei einer Durchdringungsrate von etwa neun bis zehn Prozent können beispielsweise mit dem C2I-basierten System etwa doppelt so viele Tote und Verletzte vermieden werden wie mit dem C2C-basierten System.

Für die Bewertung der gesamtwirtschaftlichen Vorteilhaftigkeit wird der Sicherheitseffekt als monetäre Größe ausgedrückt und kann somit den Kosten für die Ausstattung der Fahrzeuge und der Infrastruktur gegenübergestellt werden. Die mittleren jährlichen Kosten im Betrachtungsjahr 2020 wurden für das C2C-basierte System auf zirka 270 bis 470 Millionen Euro, für das C2I-basierte System auf etwa 5,1 Milliarden Euro geschätzt (EU-25, 2020, 50 Prozent Infrastrukturausstattung).

Beim betrachteten C2C-basierten System erreichte das Nutzen-Kosten-Verhältnis einen akzeptablen Wert von bis zu 1,1. Die erheblichen Investitionskosten, die im Falle eines hohen Ausstattungsgrades der europäischen Straßeninfrastruktur anfallen würden, führt dagegen zu einem deutlich geringeren Nutzen-Kosten-Verhältnis für das C2I-basierte System von zirka 0,2.

*Verkehrssicherheitseffekte für verschiedene Schätzungen der Fahrzeugflottendurchdringung im Jahr 2020*

C2C-basiertes System			C2I-basiertes System		
Durchdringungsrate der Fahrzeugflotte	Anzahl an vermeidbaren Unfalltoten	Anzahl an vermeidbaren Unfallverletzten	Durchdringungsrate der Fahrzeugflotte	Anzahl an vermeidbaren Unfalltoten	Anzahl an vermeidbaren Unfallverletzten
4,2 %	--*)	--*)	5,4 %	137	5.491
6,1 %	89	3.862	7,7 %	194	7.788
6,7 %	98	4.253	7,9 %	199	7.987
8,7 %	128	5.541	9,5 %	239	9.565

\*) : Sicherheitseffekt sehr gering, da die Durchdringungsrate der Fahrzeugflotte unterhalb der erforderlichen Mindestdurchdringungsrate von 5 Prozent liegt.

## Fazit

Der Einsatz von WLAN als intelligente Kommunikationstechnologie zwischen Fahrzeugen und Infrastruktur birgt erhebliche Potenziale für die Verkehrssicherheit und kann so dazu beitragen, die Zahl der Unfallopfer deutlich zu reduzieren. Das errechnete Nutzen-Kosten-Verhältnis deutet auf eine gesamtwirtschaftliche Vorteilhaftigkeit des C2C-basierten Systems hin. Beim C2I-basierten System ist ein hoher Ausstattungsgrad der Straßeninfrastruktur mit hohen Kosten verbunden, so dass unter dieser Annahme das System aus gesellschaftlicher Sicht als nicht effizient erscheint. Ein möglicher Weg zur Kostenreduzierung wäre es, die intelligenten Infrastruktursysteme nur an solchen Straßenabschnitten aufzustellen, die Unfallschwerpunkte darstellen. Der Sicherheitsnutzen könnte darüber hinaus durch eine Kombination von C2I-basierten und C2C-basierten Systemen erhöht werden. In diesem Fall wird bereits am Beginn

der Marktdiffusion kooperativer Systeme – wenn aufgrund der zu geringen Flottendurchdringung der Informationsaustausch zwischen den mit C2C ausgerüsteten Fahrzeugen noch erschwert ist – bereits ein Sicherheitsnutzen generiert. Die Barriere der kritischen Flottendurchdringung, die viele potenzielle Käufer von einer Anschaffung der C2C-Systeme abhalten könnte, würde damit schneller übersprungen. Für die Einführung kooperativer Systeme scheint damit folgender Ansatz vorteilhaft zu sein:

Im ersten Schritt sollte eine begrenzte Ausstattung der Straßeninfrastruktur im Bereich von Unfallschwerpunkten erfolgen, dann die Markteinführung der Systeme im Fahrzeug gestartet und vorangetrieben werden, und anschließend, bei Bedarf, weitere Systeme in der Straßeninfrastruktur installiert werden.



### Dr. Andreas Lüdeke

Jahrgang 1963

Volkswirt

Seit 2009 in der BAST

Im Referat „Sicherheitskonzeptionen, Sicherheitskommunikation“ zuständig für die Bewertung von intelligenten Fahrzeugsicherheitssystemen



### Roland Schindhelm

Jahrgang 1956

Maschinenbauingenieur

Seit 2002 in der BAST

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

## Mobilitäts-Daten-Marktplatz

### Sicherer und effizienter Austausch von dynamischen Verkehrsdaten in Deutschland

Die Sicherung einer ausreichenden Güter- wie Personenmobilität ist im 21. Jahrhundert von zentraler Bedeutung für Wohlstand und gesellschaftliche Teilhabe. Eine wesentliche Voraussetzung für den nachhaltigen Erfolg und die Wettbewerbsfähigkeit einer modernen Industriegesellschaft wie Deutschland ist daher ein intelligentes, leistungsfähiges Verkehrssystem.

Nach der aktuellen Verkehrsprognose des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) wird die Verkehrsleistung, also die gefahrenen Kilometer, im motorisierten Personenindividualverkehr bis zum Jahr 2025 um 16 Prozent gegenüber dem Jahr 2004 steigen, im Straßengüterfernverkehr sogar um über 80 Prozent. Gleichzeitig hat der ressourcenschonende Umgang mit unserer Umwelt einen hohen Stellenwert, was zu einer begrenzten Möglichkeit des Ausbaus der Verkehrs- und insbesondere der Straßeninfrastruktur führt. Ein großer Teil des in den nächsten Jahren hinzukommenden Verkehrs wird demzufolge zusätzlich auf den bestehenden Straßen abgewickelt werden müssen. Hierfür sind die Entwicklung und der Einsatz innovativer Verkehrstechnologien und Mobilitätsdienstleistungen unverzichtbar. Doch auch das Streben nach mehr Sicherheit im Verkehr und der Klimaschutz lassen den Ruf nach neuen intelligenten Verkehrssystemen lauter werden.

Neben einem leistungsfähigen Verkehrsmanagement ist es entscheidend, die Verkehrsteilnehmer in die Lage zu versetzen, sich jederzeit an jedem Ort über ihre aktuellen Mobilitätsoptionen zu informieren.

Die Grundlage hierfür bilden aktuelle, flächendeckende und qualitätsgesicherte Verkehrsdaten, die das Geschehen auf den Straßen transparent machen.

Auch auf der europäischen Bühne sind aktuell entsprechende Aktivitäten zu verzeichnen. So hat das Europäische Parlament am 7. Juli 2010 eine Richtlinie zum Rahmen für die Einführung intelligenter Verkehrssysteme im Straßenverkehr verabschiedet. Eine der vorrangigen Maßnahmen dieser Richtlinie ist die Bereitstellung von EU-weiten Verkehrsinformationssystemen und die Sicherstellung des dazu notwendigen Austauschs von Verkehrsdaten zwischen den am Entstehungsprozess solcher Dienste Beteiligten.

### Herausforderung: ein ungeordneter Markt voller Hindernisse

Gerade im Bereich dieses Datenaustausches existieren derzeit in Deutschland noch Hürden organisatorischer sowie technischer Art, die eine Ausschöpfung des vorhandenen Potenzials der bereits heute von den öffentlichen Straßenbetreibern oder auch privaten Unternehmen erhobenen dynamischen Verkehrsdaten verhindern. Gleichzeitig gibt es eine unbekannte Menge an potenziellen Datenabnehmern, die neue Mobilitätsdienste für die Verkehrsteilnehmer entwickeln oder bestehende verbessern wollen. Unterschiedliche Datenformate, Ortsreferenzierungen und Bezugswege erschweren die Zusammenarbeit zusätzlich.

Auf dieses Defizit haben BMVBS und BAST mit dem Projekt „Metadatenplattform für Verkehrsinformationen des Individualverkehrs“, das aus den Forschungs- und Innovationsprogrammen der Bundesregierung gefördert wird, reagiert. Kern des Vorhabens ist die Einführung eines Mobilitäts-Daten-Marktplatzes (MDM) und



die Beantwortung der damit im Zusammenhang stehenden organisatorischen und rechtlichen Fragen.

### **Aufgabe: eine zentrale Plattform für alle Marktteilnehmer**

Die Vision ist ein Portal, das die Profile aller bundesweit verfügbaren Online-Verkehrsdaten zentral vereint. Das Angebot des MDM richtet sich an Mobilitätsdiensteanbieter, die öffentliche Hand und andere Verwender von dynamischen Verkehrsdaten. Die Aufgaben des Mobilitäts-Daten-Marktplatzes sind im Einzelnen:

- Strukturierte Informationen über die verfügbaren Verkehrsdaten einzelner Organisationen und (Teil-)Plattformen liefern.
- Funktionen für das Anbieten, Suchen und Abonnieren von verkehrsrelevanten Daten bereitstellen.
- Den Datenaustausch zwischen den Partnern über standardisierte Schnittstellen und Kommunikationsverfahren ermöglichen.
- Die Geschäftsprozesse für alle Beteiligten vereinfachen, vor allem durch Reduzierung des technischen und organisatorischen Aufwands von Datenanbietern und Datenabnehmern.

Die potenziellen Nutzer des MDM gliedern sich in drei Kategorien:

#### **Datenanbieter**

Zu den Datenanbietern zählen alle potenziellen Anbieter von dynamischen Verkehrsdaten. Dies können sowohl öffentliche als auch private Marktteilnehmer sein. Sie können die Informationen über ihr Datenangebot einfach und aktuell bekannt geben.

#### **Datenabnehmer**

Der Kreis der potenziellen Datenabnehmer ist weit gefasst. Dazu gehören Service Provider, die zum Beispiel Navigationsdienstleistungen anbieten, ebenso wie Rundfunkanstalten, Behörden für Verkehrsplanung oder Logistikunternehmen. Doch nicht jeder spätere Datenabnehmer ist jetzt schon im Markt präsent. Zu erwarten ist vielmehr, dass der MDM das Angebot innovativer Dienstleistungen anregen wird. Die Datenabnehmer können sich umfassend über die Angebote informieren und relevante Datenanbieter schnell ermitteln. Vertragsabschlüsse lassen sich unkompliziert anbahnen und sicherer abwickeln.

#### **Dienstleister**

Diese Akteursgruppe setzt sich aus den Anbietern von Datenveredelungsdienstleistungen zusammen, die Aufgaben für Datenanbieter und -abnehmer übernehmen. Beispiele für solche Veredelungsdienste könnten die Datenkonvertierung in standardisierte Formate oder auch eine Bewertung der Datenqualität sein. Diese ist erforderlich, weil die vorhandenen Daten aus unterschiedlichen Systemen stammen und eine zuverlässige Qualitätsbewertung Voraussetzung dafür ist, dass die Dateninhalte korrekt interpretiert werden. Ihre Daten beziehen die Datenveredler über den MDM. Sie sind somit Datenabnehmer und Datenanbieter zugleich.

Datenabnehmer können so für sie interessante Datenarten über den Mobilitäts-Da-



ten-Marktplatz abonnieren und beziehen, ohne dass eine langwierige Suche und eine aufwändige bilaterale Abstimmung mit den Datenanbietern notwendig wird. Im Ergebnis werden die Geschäftsprozesse für alle Beteiligten vereinfacht und so die Potenziale vorhandener Datenquellen besser erschlossen.

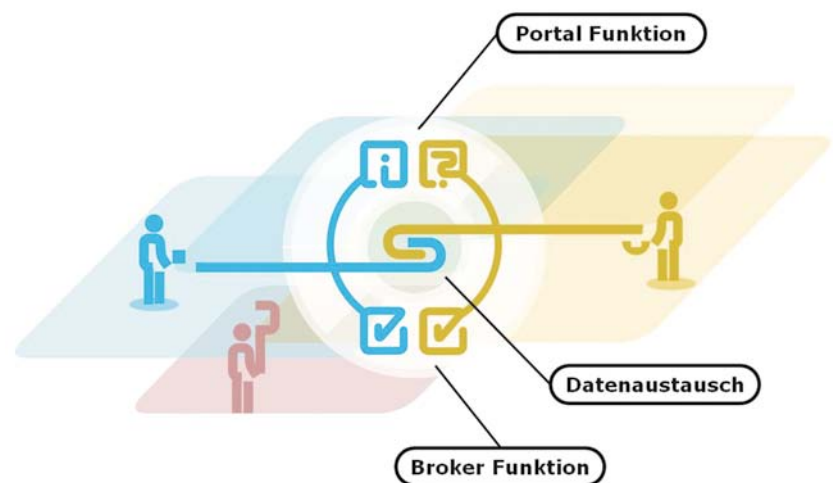
Zur optimalen Unterstützung der Nutzer und für einen optimalen Ablauf der Transaktionen sind zwei Funktionsebenen geplant: die Portal-Funktion und die Broker-Funktion.

Auf Portal-Ebene stellen Anbieter Informationen über Ihr Datenangebot ein und die Anbieter von Mobilitätsdiensten recherchieren auf einfache Art das Angebot in Bezug auf Ihren Bedarf nach Daten. Musterverträge sowie der mit MDM verbundene Organisationsrahmen für den Datenbezug erleichtern die Handhabung und helfen Schwierigkeiten zu vermeiden. Über die Broker-Funktion wird der Datenaustausch zwischen Anbieter und Verwender geregelt, sowie die Datenannahme und –auslieferung sicher protokolliert.

## Rolle der BAST

Die BAST wurde vom BMVBS beauftragt, die Leitung für das Projekt „Metadatenplattform für Verkehrsinformationen des Individualverkehrs“ zu übernehmen. Innerhalb dieses Projektes wird in den nächsten Jahren in enger Zusammenarbeit mit den Marktteilnehmern der Rahmen geschaffen,

um den Mobilitäts-Daten-Marktplatz Wirklichkeit werden zu lassen. Der aktiven Einbindung aller betroffenen Akteure im Markt kommt hierbei eine besondere Bedeutung zu. Sie soll eine optimale Ausgestaltung des Marktplatzes gewährleisten – eine wesentliche Voraussetzung, wenn es gilt, Projektpartner als Nutzer für die Pilotphase zu gewinnen. Hierbei kommt der BAST ihre besondere Stellung mit ihren Kontakten zu Verwaltung, Forschung und Wirtschaft zugute.



Im Ergebnis soll bis 2013 eine dauerhafte Plattform für Verkehrsdaten etabliert werden, die hilft, Anbieter und Nutzer von dynamischen Verkehrsdaten zusammenzubringen und sie in ihren Geschäftsprozessen zu unterstützen. Der MDM trägt so dazu bei, dem Ziel des jederzeit und umfassend informierten und orientierten Verkehrsteilnehmers ein gutes Stück näher zu kommen.



### Dr. Lutz Rittershaus

Jahrgang 1963

Physiker

Seit 2004 in der BAST

Im Referat „Kooperative Verkehrs- und Fahrerassistenzsysteme“ zuständig für den Bereich Systemarchitekturen von Intelligenten Verkehrssystemen, insbesondere für Fragen zum Austausch von dynamischen Verkehrsdaten  
 Leitung des Projekts „Metadatenplattform für Verkehrsinformationen des Individualverkehrs“, Leitung des FGSV-Arbeitskreises „ITS Systemarchitekturen“ und des DIN/DKE-Arbeitskreises „Dynamische Verkehrsdaten“

## Automatisch Fahren – straßenverkehrsrechtlich unbedenklich?

Fahren im Stau, auf weiten Strecken, möglicherweise bei Nacht – wer hat sich da nicht schon einmal gewünscht, dass das Auto selbsttätig fährt, ohne seinen Fahrer ständig am Steuer zu fordern? Die Automatisierung von Fahraufgaben birgt dabei zugleich die Chance, den Straßenverkehr sicherer zu machen. Das gesamte Straßenverkehrsrecht geht dagegen vom Leitbild des Menschen als Führer des Fahrzeuges aus. Hier gilt es vorbereitet zu sein und rechtzeitig notwendige Rahmenbedingungen für neue Technologien zu schaffen.



Systeme, die den Fahrer bei der Fahrzeugführung unterstützen, die Fahrzeugführung aber nicht vollständig übernehmen, sind als „Fahrerassistenzsysteme“ bereits selbstverständlich geworden. Manche dieser Systeme können den Fahrer nur in einzelnen kritischen oder komplexen Situationen unterstützen, andere automatisieren dagegen einzelne Aufgaben des Fahrers. Die Automatisierung im Straßenverkehr nimmt schon heute zu und wirft rechtliche Fragen auf.

### Was wird in Zukunft technisch möglich?

Mit der in den letzten Jahren bereits wesentlich verbesserten Umfeldsensorik könnte technisch bereits heute die Längs- und Querführung (also Beschleunigen, Bremsen und Lenken) in einfachen Verkehrssituationen und ohne Fahrstreifenwechsel, beispielsweise auf Autobahnen oder autobahnähnlich ausgebauten Straßen, automatisiert werden. Solche Systeme müssten jedoch jederzeit aufmerksam durch den Fahrer überwacht werden: So müsste die Längs- und Querführung des Fahrzeuges - insbesondere Lenken und Bremsen - vom Fahrer immer dann ohne Zeitverzug übernommen werden, wenn die Verkehrssituation aufgrund der Systemgrenzen dies erfordert. Da der Fahrer das System ständig überwachen muss, wäre ein solches System nur teilautomatisch.

Der nächsthöhere Automatisierungsgrad würde dann erreicht, wenn ein System in der Lage wäre, über eine bestimmte Zeitdauer die Fahrzeugführung vollständig auszuführen, ohne unmittelbar der Korrektur durch den Fahrer zu bedürfen. Der Fahrer, der diesen Systemzustand durch Einschalten des Systems aktiviert, würde nicht unmittelbar zur Fahrzeugführung benötigt und könnte sich in dieser Zeit anderen Aufgaben zuwenden, bis das System den Fahrer wieder zur Übernahme auffordert. Allerdings müsste er innerhalb einer vergleichsweise kurzen Zeitspanne (allenfalls: wenige Sekunden) wieder für die Ausführung der Fahraufgabe zur Verfügung stehen. Eine solche Gestaltung der Fahrzeugsteuerung wird als Hochautomatisierung in verschiedenen Projekten erforscht (EU-Projekt „HAVEit“ und DFG-Projekt: „H-Mode“).



Quelle: Projekt AKTIV

Die sogenannte Vollautomatisierung eines Fahrzeugs hat keine Systemgrenzen mehr, die eine Übernahme durch den Fahrer bedingen. Vielmehr sind Systeme der Vollautomatisierung stets in der Lage, das Fahrzeug wieder sicher zum Stillstand zu bringen. Vollautomatische Systeme, die längere Zeitabschnitte automatisieren, sind mit den heutigen technischen Möglichkeiten noch in vergleichsweise weiter Ferne.

## Rechtsfragen

Eine rechtliche Darstellung der heutigen Situation bei Automatisierung kann nur mit Fahrerassistenzsystemen beginnen. Da Fahrerassistenz den Fahrer bei seiner Fahrzeugführung nur unterstützt, liegt die verhaltensrechtliche Verantwortung für den Gebrauch und die vom System vorgenommene Regelung des Fahrzeuges genauso beim Fahrzeugführer wie beim Fahren ohne Assistenz. Dies setzt allerdings logisch voraus, dass dem Fahrer jederzeit möglich ist, das System abzuschalten oder zu übersteuern. Damit verbleibt die Möglichkeit, jederzeit Einfluss auf die Fahrzeugsteuerung zu nehmen, vollständig beim Fahrer.

## Verhaltensrecht

Es ist heute die Pflicht des Fahrers, eine von einem Fahrerassistenzsystem vorgenommene Regelung, die nicht mehr sei-

nem Wunsch entspricht, durch Beschleunigen, Bremsen oder Lenken seinem Willen anzupassen. Das entspricht auch seinen Aufgaben nach der Straßenverkehrsordnung (StVO): Deutlich formuliert wird dieses Verständnis von der Fahraufgabe in vielen Vorschriften der StVO, so beispielsweise in § 1 Absatz 1 und 2 StVO (Grundregeln), § 3 StVO (Geschwindigkeit), § 4 StVO (Abstand) usw. Darin wird der Verkehrsteilnehmer zu einem bestimmten Verhalten aufgefordert und nicht etwa eine technische Vorschrift hinsichtlich einer Systemwirkung aufgestellt. Besonders deutlich wird dies im Fall des § 3 StVO, der dem Fahrzeugführer aufgibt, nur so schnell zu fahren, dass er sein Fahrzeug ständig beherrscht.

Die jederzeitige Fahrzeugbeherrschung ist eine Anforderung, die sich in vergleichbarer Form auch in den Artikeln 8 und 13 des Wiener Übereinkommens über den Straßenverkehr wiederfindet, das als völkerrechtliche Vorschrift die gegenseitige Zulassung von Fahrzeugen im grenzüberschreitenden Verkehr zum Gegenstand hat. Aus diesen Vorschriften muss, parallel zu der dargestellten Situation in Bezug auf die StVO, die Schlussfolgerung gezogen werden, dass eine Übersteuerbarkeit erforderlich ist, damit es nicht zum Widerspruch zwischen der dort niedergelegten verhaltensrechtlichen Anforderung und der Realität kommt. Bei nicht übersteuerbaren Systemen ist dieser Widerspruch denkbar. Unter Juristen ist dabei – bislang für Fahrerassistenzsysteme – streitig, ob dieser (verhaltensrechtliche) Konflikt die Zulässigkeit eines Systems insgesamt in Frage stellen kann.

Für den Anwendungsfall der Teilautomatisierung würden sich – bei dieser verhaltensrechtlichen Betrachtungsweise – keine neuen Rechtsfragen ergeben, da diese Systeme stets übersteuerbar ausgestaltet sind und rechtlich von dem jederzeit

aufmerksam beobachtenden Fahrer die Übersteuerung erwartet werden darf. Ein verhaltensrechtlich relevanter Aspekt solcher Systeme dürfte jedoch sein, dass ein „freihändiges Fahren“ – wie es solche teilautomatisierten Systeme gerade erlauben würden – als pflichtwidrig gilt, wenngleich nicht ordnungswidrig.

Bei Systemen der Hochautomatisierung gehen die rechtlichen Konsequenzen weiter: Im automatisierten Modus der Hochautomatisierung – wie im Übrigen stets bei Verwendung von Systemen der Vollautomatisierung – liegt der Widerspruch im Verhaltensrecht darin, dass das Wiener Übereinkommen einem (und nicht zwei!) Fahrer (nicht einem System!) die Pflicht der Fahrzeugsteuerung auferlegt. Wendet sich der Fahrer von dieser Aufgabe ab,



wäre dies verhaltensrechtlich pflichtwidrig. Der Fahrer würde gegen § 1 Absatz 1 StVO (die Grundregel) verstoßen. Dies gilt auch für den Fall, in dem ein System die Aufgabe – möglicherweise sogar besser als der Mensch – auszuführen in der Lage ist. Ein Gesichtspunkt, der kritischer rechtlicher Betrachtung bedarf.

### Haftung von Fahrzeughalter und Fahrzeugführer für Unfallschäden

Bei einem Unfallschaden im Straßenverkehr haftet zunächst immer der Fahrzeughalter für die Betriebsgefahr des von ihm in Verkehr gebrachten Fahrzeugs: § 7 Stra-

ßenverkehrsgesetz (StVG). Die Betriebsgefahr umfasst dabei sowohl Fahrfehler des Fahrers als auch das technische Versagen von Komponenten und Systemen. Unabhängig vom Automatisierungsgrad ist dies auch auf Systeme der Automatisierung anwendbar.

Fragen wirft diesbezüglich allenfalls die gesetzliche Verschuldensvermutung gegen den Fahrer aus § 18 StVG auf, wonach sein Verschulden beim Zustandekommen des Unfalls vermutet wird. Dies führt dazu, dass im Fall des technischen Fehlers schon heute der Fahrer den Nachweis führen muss, schuldlos die Kontrolle über das Fahrzeug verloren zu haben. Sollte im Fall von Hoch- oder Vollautomatisierung der Fahrer aber nicht mehr verpflichtet sein, das Verkehrsgeschehen laufend zu beobachten und vielmehr die Steuerung durch das System den Regelfall darstellen, wäre die Sinnhaftigkeit dieser Vorschrift in Frage zu stellen.

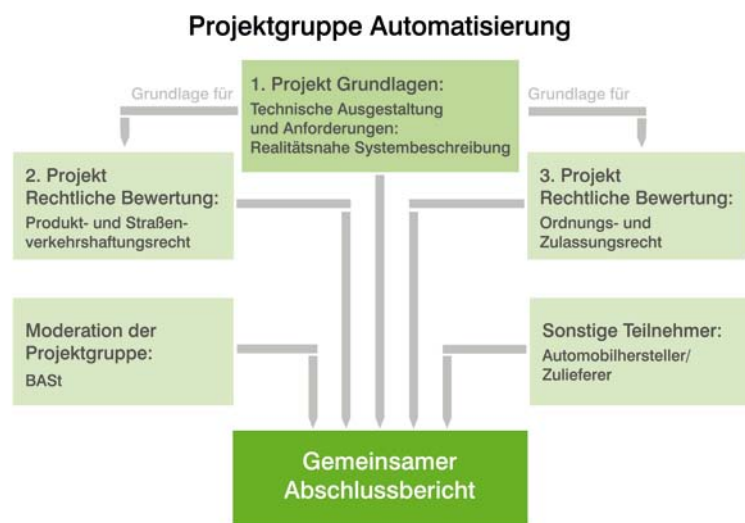
### Haftung des Produktherstellers

Das Produkthaftungsrecht setzt für eine Haftung des Herstellers im Wesentlichen voraus, dass ein Schaden von einem fehlerhaften Produkt hervorgerufen wird. Es handelt sich um den Gesichtspunkt unter dem bislang am wenigsten absehbar ist, welche Folgen eine automatische Fahrzeugsteuerung im Straßenverkehr rechtlich für die Produkthersteller haben wird. Bislang ist in den Fällen der Fahrerassistenz die Bedienungsanleitung entscheidend: Der Nutzer des Produktes, hier also der Fahrer, muss darin unter anderem über Systemgrenzen, mögliche Fehler unter besonderen Umweltbedingungen, umfassend instruiert werden. Im Gegenzug kann die Abwendung der in entsprechenden Situationen resultierenden Gefahren vom Fahrer, der ohnehin bei der Fahrzeugführung ständig aktiv ist, erwartet werden. Im Unterschied zur Fahrerassistenz wird dem

Fahrer bei Hoch- und Vollautomatisierung die weitergehende Möglichkeit gegeben, sich anderweitig als mit dem Verkehrsgeschehen zu befassen. Hier stellt sich die Frage, ob produkthaftungsrechtlich jeder Schaden bei hoch- oder vollautomatisiertem Betrieb unmittelbar den Rückschluss auf einen „Fehler“ im Sinne des Produkthaftungsgesetzes zulässt. Vor allem bei hochautomatisierten Systemen muss zudem gefragt werden, wie kritisch eine Systemgestaltung aus Produkthaftungssicht zu bewerten ist, die dem Fahrer einen Zustand verringerten Situationsbewusstseins erlaubt. Hieraus kann sich auch die Notwendigkeit technischer Vorkehrungen ergeben.

### **BASSt-Projektgruppe: „Rechtsfolgen zunehmender Fahrzeugautomatisierung“**

Im Wege konkreter Szenarien-Betrachtung geht die BASSt-Projektgruppe „Rechtsfolgen zunehmender Fahrzeugautomatisierung“ bis Frühjahr 2011 den hier skizzierten technischen und rechtlichen Fragen nach. Die Projektgruppe ist mit Experten aus der Automobil- und Zuliefererindustrie, Hochschulen und Rechtsanwälten besetzt und wird von der BASSt moderiert. Der Abschlussbericht wird, soweit gegenwärtig absehbar, sowohl die verschiedenen Automatisierungsgrade definieren und beschreiben als auch eine erste rechtliche Bewertung der hier



dargestellten haftungs- und verhaltensrechtlichen Situation vornehmen können. Ebenso entscheidend wird sein, offengebliebene Fragen und Problemstellungen aufzudecken, die weiterer Aufklärung bedürfen und vorzuschlagen, wie der Prozess fortschreitender Automatisierung konstruktiv weiter begleitet werden kann. Größte Bedeutung kommt in diesem Zusammenhang der frühzeitigen Identifizierung rechtlicher Widersprüche zu, um hierauf sowohl durch technische Maßnahmen als auch rechtliche Anpassungen bereits im Vorfeld zu reagieren.

*Aufbau der „Projektgruppe Automatisierung“*



**Tom Michael Gasser**

Jahrgang 1975

Volljurist

Seit 2005 in der BASSt

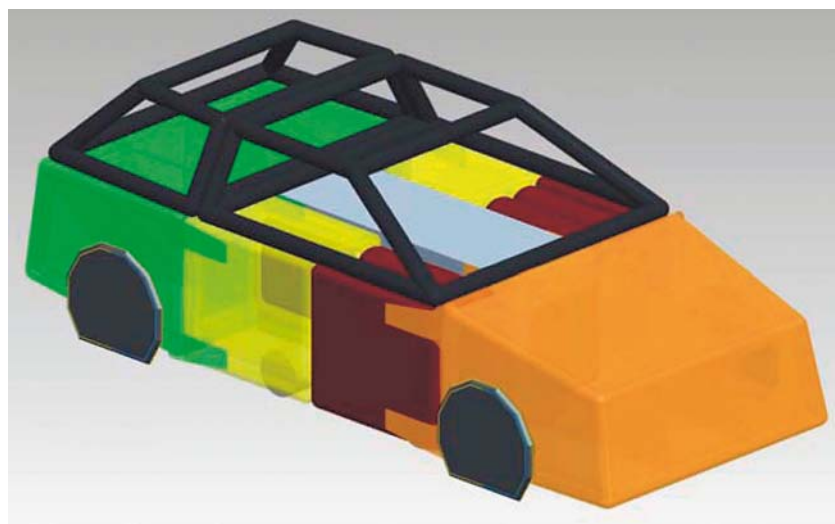
Im Referat „Kooperative Verkehrs- und Fahrerassistenzsysteme“ zuständig für die übergeordneten, nicht technischen Rechtsfragen vor und bei Einführung solcher Systeme  
Leitung der Projektgruppe „Rechtsfolgen zunehmender Fahrzeugautomatisierung“,  
Mitarbeit in nationalen und europäischen Projekten zur Weiterentwicklung von Fahrerassistenzsystemen

## Vorausschauende und integrierte Fahrzeugsicherheitssysteme

Die im Unfallgeschehen in den vergangenen Jahren zu verzeichnende positive Entwicklung basiert zu einem großen Teil auf Maßnahmen zur Fahrzeugsicherheit und hier insbesondere der passiven Sicherheit. Sicherheitsgurte, steife Fahrgastzellen und Airbags bilden die Grundlage für einen guten Insassenschutz. In den letzten Jahren kamen weitere, zum Teil aktive und adaptive Rückhalteeinrichtungen wie Gurtstraffer und Gurtkraftbegrenzer hinzu. Der hohe Standard bei der passiven Fahrzeugsicherheit beruht nicht allein auf der Entwicklung neuer Technik, sondern konnte erst durch Einführung und Aktualisierung eines Bündels von Vorschriften auf europäischer und weltweiter Ebene erreicht werden. Auch die Bewertung von Fahrzeugen im Rahmen von Euro NCAP trug entsprechend dazu bei.

Aktuell wird deutlich, dass auch vorausschauende und integrierte Systeme der Fahrzeugtechnik eine zunehmende Bedeutung bei der Reduzierung von Unfällen und Verkehrsopfern spielen und spielen werden. Während im Bereich der konventionellen Crashesicherheit von Fahrzeugen Testverfahren seit Jahren etabliert und verfeinert worden sind, steht man bei unfallvermeidender Technik erst am Beginn der

*ASSESS-Target für Tests zur Bewertung von integrierten Sicherheitssystemen*



Entwicklung. Für den Pkw erwartet man zum Beispiel von vorausschauenden Notbremssystemen einen großen Nutzen für die Verkehrssicherheit. Etwa 35 Prozent der getöteten Fahrzeuginsassen sind Unfällen im Längsverkehr zuzuordnen. Die Wirkungsweise der in Rede stehenden Systeme ist im Prinzip dreistufig angelegt. Zunächst soll der Fahrer gewarnt werden, um ihn - falls ein Unfall droht - zum Handeln aufzufordern, so dass er selbsttätig die Situation entschärfen kann. Bremsst er zu schwach, soll das System die Bremskraft gerade soviel automatisch vergrößern, dass die Kollision zielgenau vermieden wird. Falls der Fahrer überhaupt nicht reagiert, sollte das System kurz vor einem unvermeidlichen Aufprall selbsttätig voll abbremsen.

Objektive und allgemein anerkannte Testverfahren für die beschriebenen Systeme existieren bisher nicht. Forschungsaktivitäten dazu laufen jedoch weltweit bei Fahrzeugherstellern, Zulieferern und Forschungseinrichtungen. Hier sind das von der US-amerikanischen Verkehrssicherheitsbehörde geförderte Projekt CAMP (Crash Avoidance Metrics Partnership) das EU-Projekt ASSESS (Assessment of Integrated Vehicle Safety Systems for improved vehicle safety) zur Bewertung integrierter Fahrzeugsicherheitssysteme zu nennen. In ASSESS arbeitet die BAST aktiv bei der Entwicklung von Bewertungsmethoden für Pre-Crash-Systeme mit.

Zum besseren Schutz von Fußgängern und anderen ungeschützten Verkehrsteilnehmern trat im Jahr 2009 eine europäische Verordnung als Umsetzung einer weltweiten technischen Regelung (GTR) in Kraft. Neben einer Reihe klassischer passiver Schutzmaßnahmen, die mit sogenannten Impaktoren geprüft werden, welche im realen Unfallgeschehen häufig

verletzte Körperregionen von Fußgängern (Kopf, Bein und Hüfte) repräsentieren, wird hier die flottendeckende Ausrüstung aller typzugenehmigenden Fahrzeuge mit einem Bremsassistenten gefordert. Auf der anderen Seite sieht die Verordnung erstmals vor, dass mit einem Kollisionsvermeidungssystem ausgestattete Fahrzeuge hinsichtlich des Fußgängerschutzes eine Genehmigung erhalten können, sofern die Maßnahmen mindestens den gleichen effektiven Schutz gewährleisten wie die Anforderungen an passive Fahrzeugsicherheitssysteme. Dies impliziert, dass auch Kombinationen aus aktiven und passiven zu integrierten Fahrzeugsicherheitssystemen zu bewerten sind.

In Serienfahrzeugen finden inzwischen auch aktive Systeme der passiven Fahrzeugsicherheit vermehrt Anwendung. Insbesondere sich im Falle einer Fahrzeug-Fußgängerkollision in wenigen Millisekunden aufstellende Motorhauben, aber auch aktive Stoßängersysteme oder Windschutzscheibenairbags können den Anprall von Fußgängern abmildern und somit die Belastungen der beanspruchten Körperregionen verringern.

Zur angemessenen Bewertung des Schutzpotenzials und des Nutzens dieser Systeme bedarf es geeigneter Prüfverfahren, welche derzeit sowohl im Rahmen von nationalen Forschungsprojekten der BAST als auch innerhalb des europäischen Verbraucherschutzes (Euro NCAP) erarbeitet werden.

Als Gremium zur gemeinsamen Erstellung harmonisierter Testverfahren für integrierte Sicherheitssysteme haben sich alle deutschen Automobilhersteller, die BAST sowie die Versicherungswirtschaft unter Vorsitz der DEKRA im „Arbeitskreis Vorausschauende Frontschutzsysteme“ (vFSS) zusammengefunden.



Hier werden insbesondere auch Pre-Crash-Systeme untersucht, welche über eine geeignete Fußgängersensierung diese so rechtzeitig erkennen sollen, dass hierüber aktivierte Sicherheitssysteme die Geschwindigkeit des Fahrzeugs bis zur Kollision mit dem Fußgänger entsprechend reduzieren und so zu einer Verringerung der Unfallschwere beitragen können. Berücksichtigt werden müssen hierbei auch die sich in Abhängigkeit von der Geschwindigkeitsreduzierung ändernden Fußgängertrajektorien und hierdurch bedingt auch die Anprallbereiche der zu untersuchenden Körperregionen auf der Fahrzeugfront.

Durch die Kombination aus Maßnahmen der passiven sowie aktiven Fahrzeugsicherheit innerhalb eines integrierten Fahrzeugsicherheitskonzepts soll die Vorgabe des europäischen Verkehrssicherheitsprogramms 2011 bis 2020 erreicht werden, bis zum Jahre 2020 die Anzahl der getöteten Verkehrsteilnehmer in der Europäischen Union um 50 Prozent zu reduzieren. In einer angemessenen Prüfung und Bewertung integrierter Konzepte sowie einer Beurteilung deren Effizienz liegt eine der großen Herausforderungen der Fahrzeugsicherheitsforschung der nächsten Jahre.

Darüber hinaus gilt es, die Chance zu nutzen, weltweit frühzeitig einen Austausch

*Versuchskonfiguration zur Überprüfung der Sensorik aktiver Systeme der passiven Fahrzeugsicherheit*



David Strickland, Administrator, NHTSA (rechts) und Dr. Peter Reichelt, Präsident der BASt, beim Unterzeichnen des Kooperationsvertrages (Foto: NHTSA)

über den potenziellen Nutzen der vorausschauenden und bei Unfallgefahr bremsenden Sicherheitssysteme zu führen und sich bei der Festlegung von Testverfahren für diese Systeme abzustimmen. Die BASt hat deswegen am 26. April 2010 in Washington D.C. einen Kooperationsvertrag mit der NHTSA (National Highway

Traffic Safety Administration US Department of Transportation) abgeschlossen. Ziel dieser Kooperation ist der Austausch von Forschungsergebnissen und die Durchführung gemeinsamer Analysen.

Die Kooperation und das Einspeisen der gemeinsamen Erkenntnisse in die entsprechenden Gremien dient letztlich dem Zweck, dass in Europa und den USA die gleichen Testverfahren angewendet und die gleichen Kriterien bei der Bewertung der Systeme angelegt werden, sei es vom Gesetzgeber oder von Verbraucherschutzorganisationen. Eine derartige weltweite Harmonisierung spart Kosten und schafft Vergleichbarkeit über Grenzen hinweg und ist somit sowohl im Interesse der Industrie, der Gesellschaft als auch des Nutzers.



**Dr. Jost Gail**

Jahrgang 1971

Physiker

Seit 1999 in der BASt

Leiter des Referates „Aktive Fahrzeugsicherheit, Emissionen, Energie“, zuständig für die Fahrdynamik von Fahrzeugen und vorausschauende Sicherheitssystemen (zum Beispiel Notbremssysteme für Lkw), Emissionsrechenmodell TREMOD (Transport Emission Model)

Mitglied im DVR-Ausschuss Fahrzeugtechnik und Fachausschuss Kfz-Technik des BMVBS



**Oliver Zander**

Jahrgang 1969

Ingenieur für Sicherheitstechnik

Seit 2002 in der BASt

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

Mitglied der EEVC-Arbeitsgruppe „Fußgängersicherheit“, der technischen Arbeitsgruppen „passive Sicherheit“, „Fußgängerschutz“ und „schwere Fahrzeuge“ von Euro NCAP sowie der technischen Bewertungsgruppe Flex-TEG der UN-ECE/GRSP



## Beyond NCAP – Bewertung innovativer Fahrzeugsicherheitssysteme

Das European New Car Assessment Programme (Euro NCAP) hat bereits am 4. Februar 1997 die ersten Crashtest-Ergebnisse der Öffentlichkeit präsentiert. Im Laufe der Zeit wurden die Testbedingungen sukzessive verschärft, verfeinert und erweitert, beispielsweise um eine separate Bewertung des Kinder-Insassenschutzes. Die Ergebnisse wurden bis Februar 2009 in Form eines separaten Sterne-Ratings für die drei Bereiche:

- Erwachsenen-Insassenschutz,
- Kinder-Insassenschutz und
- Fußgängerschutz

veröffentlicht, wobei im Mittelpunkt des Interesses - sowohl der Fahrzeughersteller als auch der Öffentlichkeit - die Sterne-Bewertung für den Erwachsenen-Insassenschutz stand.

In den letzten Jahren war allerdings festzustellen, dass es im Erwachsenen-Insassenschutz, der im Wesentlichen anhand von Fahrzeug-Crash-Testen ermittelt wird, kaum noch Differenzierungsmöglichkeiten im Hinblick auf das Sicherheitspotenzial durch Euro NCAP gab. Etwa die Hälfte aller getesteten Fahrzeuge erreichte ein 5-Sterne Rating, während es kaum noch ein 3-Sterne Rating oder schlechter gab. Im Gegensatz dazu zeigte sich in der Fußgängerschutzbewertung kaum eine Tendenz zu Verbesserungen.

Dies lag unter anderem auch daran, dass Fahrzeughersteller ihr Produkt gut mit dem Ergebnis aus dem Erwachsenen-Insassenschutz bewerben konnten, während die Ergebnisse des Kinder-Insassenschutzes oder gar des Fußgängerschutzes in der Öffentlichkeit kaum wahrgenommen oder nicht richtig interpretiert wurden. Die Verbraucher fragten außerdem nach einer einfachen Gesamtbewertung (Overall-Rating), welche alle Bewertungsbereiche abdeckt.



Frontalanprall mit 40 Prozent Frontüberdeckung und 64 km/h Aufprallgeschwindigkeit gegen eine deformierbare Barriere



Seitlicher Pfahlanprall mit 29 km/h



Seitlicher Barrierenanprall mit 50 km/h

Euro NCAP Crash-Tests (Fotos: Uwe Freier)

So wurde es notwendig, Maßnahmen einzuleiten, die das Interesse der Fahrzeugindustrie und auch der Verbraucher an den Euro NCAP Ergebnissen aufrecht erhalten. Zusätzlich galt es, jüngst entwickelte Testverfahren zum Heckaufprallschutz (Whiplash) und im Bereich der aktiven Sicherheit (ESP, Speed Limiter) plausibel in das Bewertungsverfahren zu integrieren. Außerdem wurde immer klarer, dass zukünftig vermehrt Systeme der aktiven und integrierten Sicherheit in die Bewertung aufzunehmen sind. Daraus ergab sich auch die Forderung, dass ein neues Ratingverfahren in der Lage sein muss, in relativ kurzer Zeit einen deutlichen Zuwachs der Test- und Bewertungsverfahren in diesem neuen Bereich zu „verkräften“, ohne hierdurch an Plausibilität zu verlieren.

### Overall-Rating

Daher wird seit Februar 2009 nur noch ein einfaches Sterne-Rating vergeben, das alle getesteten Kategorien umfasst. Dieses Overall-Rating ist - anders als zuvor - auf maximal fünf Sterne als beste Auszeich-

nung begrenzt. Neu hinzukommende oder verschärfte Anforderungen führen zukünftig nicht zu einer Anhebung der maximal erreichbaren Anzahl von Sternen, sondern zu einer internen Verschiebung der Kriterien. Hierdurch können ältere mit neuen Ergebnissen nicht mehr direkt verglichen werden.

Neben den drei etablierten Kategorien Erwachsenen-Insassenschutz, Kinder-Insassenschutz und Fußgängerschutz wurde die neue vierte Kategorie „Safety Assist“ eingeführt. Diese Kategorie beinhaltet zunächst die aus dem Erwachsenen-Insassenschutz bekannte Seat Belt Reminder- und die neu hinzugekommene ESP- und Speed Limiter-Bewertung. Es wird erwartet, dass insbesondere neue Systeme der aktiven und integrierten Sicherheit zukünftig zu einem maßgeblichen Zuwachs bei den Test- und Bewertungsprotokollen in dieser Kategorie führen werden.

Die einzelnen Ergebnisse der jeweiligen Tests aus den vier Kategorien werden zu einem gemeinsamen Overall-Rating zusammengeführt, indem zum einen die jeweiligen Kategorien nach ihrer Relevanz



Die vier „Boxen“ der neuen Euro NCAP Gesamtbewertung

im Unfallgeschehen gewichtet werden und zum anderen in allen Kategorien Mindestanforderungen erfüllt werden müssen (Balancing). Am Ende bestimmt das schlechteste Resultat aus Wichtung und Balancing das Gesamtergebnis.

Um die Aktualität eines Overall-Ratings zu verdeutlichen, werden die Ergebnisse mit einer Datumsangabe versehen, aus der das Jahr hervorgeht, in dem das Rating auf die Testergebnisse angewandt worden ist. Bei einer Verschärfung oder Erweiterung des Ratings kann auf Wunsch eines Fahrzeugherstellers das Rating seines Fahrzeugmodells dem neuen Stand angepasst werden. So erhält das neu kalkulierte Overall-Rating die aktuelle Datumsangabe und ein Vergleich mit jüngst getesteten Wettbewerbern ist dem Verbraucher möglich.

Es wurde entschieden, das neue Rating in drei Schritten einzuführen. Man spricht in diesem Zusammenhang von einem „Safe Landing“ oder auch von „Smart Pressure“. Dabei wurde berücksichtigt, dass es bestimmte Anforderungen in einigen zugrundeliegenden Tests gibt, die für manche Fahrzeugklassen schwieriger und mit deutlich längerem zeitlichen Vorlauf zu erfüllen sind als andere. Insbesondere beim Fußgängerschutz-Niveau ist eine deutliche Inhomogenität zwischen verschiedenen Fahrzeugklassen und insbesondere zum Niveau des Erwachsenen-Insassenschutzes festzustellen.

So hat Euro NCAP mit dem neuen Rating-Verfahren ein strategisches Werkzeug entwickelt, um verschiedene Ziele zu erreichen. Das Rating-System ist in der Lage, den erwarteten substanziellen Zuwachs in der neuen Kategorie „Safety Assist“ mit wichtigen zukünftigen Systemen der aktiven und integrierten Sicherheit zu bewältigen. Durch die gestufte Einführung bis zum Jahr 2012 soll es gelingen, zum einen

den Verbrauchern weiterhin plausible Ratings zu präsentieren und zum anderen den Automobilherstellern die Möglichkeit zu geben, sich und ihre Produkte auf die sich ändernden Anforderungen einzustellen.

Euro NCAP sieht sich selbst als treibende Kraft, die Sicherheit im Straßenverkehr weiter zu verbessern. Euro NCAP arbeitet daher sowohl an einer Weiterentwicklung der derzeitigen Testverfahren und -kriterien als auch an neuen Wegen, wie Systeme gefördert werden können, die derzeit noch nicht getestet und bewertet werden können, da sie noch nicht Standardausrüstung von Fahrzeugen sind und somit in der Regel auch keine anerkannten Testverfahren existieren.

### **Beyond NCAP-Verfahren**

Hierfür wurde das sogenannte „Beyond NCAP“-Verfahren entwickelt. Mit diesem Verfahren steht ein Werkzeug zur Verfügung, das eine Auszeichnung von Sicherheitssystemen ermöglicht, von denen ein Potenzial zur Verbesserung der Verkehrssicherheit erwartet werden kann.

Ein Fahrzeughersteller kann an Euro NCAP herantreten und um die Bewertung seines innovativen Sicherheitssystems bitten. Eine von Euro NCAP aus unabhängigen Experten zusammengesetzte Bewertungsgruppe („Assessment Group“) untersucht das neue System nach vorgegebenen Kriterien im Hinblick darauf, ob es über ein Potenzial zur Verbesserung der Verkehrssicherheit verfügt. Im Rahmen dieser Bewertung muss der Fahrzeughersteller unter anderem auch anhand der Auswertung von Unfalldaten - beispielsweise GIDAS (German In-Depth Accident Study) - den potenziellen Nutzen aufweisen, sowie ein Testverfahren für das neue Sicherheitssystem vorschlagen. Sofern das System die Kriterien der Euro NCAP-Bewertungsgruppe zufrieden-

stellend erfüllt, kann hierfür eine besondere Auszeichnung vergeben werden.

Diese Auszeichnung besteht in einem Preis, dem „Euro NCAP Advanced Award“, der zum ersten Mal im Rahmen der Automobilausstellung Ende September 2010 in Paris an mehrere Hersteller übergeben wurde.

**Auf der Paris Motor Show wurden folgende Systeme ausgezeichnet:**

- Audi Side Assist
- BMW Assist Advanced eCall
- Honda Collision Mitigation Braking System (CMBS)
- Mercedes-Benz PRE-SAFE® and PRE SAFE® Brake
- Opel Eye
- Peugeot Connect SOS and
- Citroën Localized Emergency Call
- Volkswagen Lane Assist
- Volvo City Safety



Mit dem „Euro NCAP Advanced Award“ ausgezeichnete Systeme

Der Fahrzeughersteller erhält mit der Auszeichnung das Recht, zu Werbezwecken neben der Sternegesamtbewertung zusätzlich das Logo „Euro NCAP Advanced“ mit der Bezeichnung der Sicherheitseinrichtung zu verwenden.

Euro NCAP ist der Überzeugung, dass durch eine derartige Veröffentlichung und Auszeichnung der Systeme eine größere und schnellere Marktdurchdringung erfolgen wird und somit ein weiterer Beitrag zur Verbesserung der Straßenverkehrssicherheit erreicht werden kann.

Wurden die ersten Fahrzeuge noch im Jahr 2010 mit dem „Euro NCAP Advanced Award“ ausgezeichnet, so wird es noch etwas dauern, bis weitere,

geplante Verbesserungen der Testverfahren von Euro NCAP umgesetzt werden können. Diese Ziele sind in einer Roadmap zusammengefasst. Gemäß dieser Roadmap sind bis spätestens zum Jahr 2015 folgende Themen zu bearbeiten und Änderungen der Testverfahren einzuführen:

- Verbesserung des Erwachsenen-Insassenschutzes, zum Beispiel durch die Einführung eines zweiten Frontalaufpralltests und neuer Dummies bei Seitenaufprall (WorldSID).
- Verbesserung des Kinder-Insassenschutzes.
- Testverfahren für schwerere Fahrzeuge beziehungsweise leichte Nutzfahrzeuge.
- Verbesserung des Fußgängerschutzes, auch durch vorausschauende Schutzsysteme, die den Unfall verhindern oder die Unfallschwere mindern sollen.
- Aktive Sicherheit und fortgeschrittene Fahrerassistenzsysteme.

Hier wird deutlich, dass ein Schwerpunkt in Zukunft auf Systemen der unfallvermeidenden Sicherheit liegen wird. Auch basierend auf den dann vorliegenden Erfahrungen aus dem Beyond NCAP-Verfahren können Testverfahren und Bewertungskriterien für derartige Systeme entwickelt werden, deren Bewertung dann auch in die Safety Assist Kategorie eingehen werden. Weitere Informationen unter [www.euroncap.com](http://www.euroncap.com).



**Bernd Lorenz**

Jahrgang 1962

Maschinenbauingenieur

Seit 2001 in der BAST

Leiter des Referates „Passive Fahrzeugsicherheit und Biomechanik“, zuständig für europäische und globale Sicherheitsvorschriften

Chairman der UNECE BioRID Technical Evaluation Group und der Euro NCAP Child Safety Working Group, Mitglied im Euro NCAP Board of Directors und der UNECE Working Party on Passive Safety (GRSP)

## Elektrofahrzeuge - sicher und leise

Elektromobilität – also das Fahren mit elektrischem Strom, sei er durch Wasserstoff und Brennstoffzellen an Bord erzeugt oder in Batterien mitgeführt – hat prinzipbedingt das Potenzial, während des Fahrbetriebs keine Schadstoffe oder CO<sub>2</sub> zu emittieren. Durch Elektromobilität bieten sich auch Chancen, aufgrund der anderen Geräuschcharakteristik von Elektromotoren, den Verkehrslärm deutlich zu reduzieren. Außerdem kann auf Erdöl als Energielieferant verzichtet werden, denn zur Erzeugung von Strom oder Wasserstoff ist jede Energiequelle gleichberechtigt.

Antriebe auftretenden Aspekte zu bewerten und zur Entwicklung von Lösungen und zur Änderung von Vorschriften beizutragen.

Die Sicherheitsrisiken der Elektromobilität werden international breit diskutiert. Im Fokus stehen dabei vor allem die vermeintliche Lautlosigkeit von elektrischen Antrieben und die Sicherheit für Insassen und Rettungskräfte im Falle eines Unfalls. Auch neue Bedienkonzepte und deren Auswirkung auf die Verkehrssicherheit sowie funktionale Sicherheit im Kontext zunehmender Komplexität elektronischer Systeme sind ein Thema.

	Anteil Kernkraft	Anteil Kohle	Anteil Regenerativ	CO <sub>2</sub> pro km
EU gesamt	27 %	53 %	20 %	85 – 105
Frankreich	75 %	5 %	20 %	20 – 25
Deutschland	24 %	60 %	15 %	100 - 120
Italien	11 %	69 %	20 %	120 - 140

CO<sub>2</sub>-Emissionen von Elektrofahrzeugen pro gefahrenem Kilometer in Abhängigkeit vom Strommix (Quelle: *European Industry Roadmap Electrification for Road Transport*, ERTRAC 2009)

Ob diese Optionen genutzt werden, hängt von verschiedenen Einflussgrößen ab. Die Auswirkungen auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen und damit auf den Klimawandel sind im Wesentlichen von der Herkunft des gespeicherten Stroms (oder bei Brennstoffzellen: des Wasserstoffs) abhängig. Stammt die Energie aus regenerativen Energiequellen, ist die Wirkung deutlich größer als bei Kohle.

Eine Grundvoraussetzung, um die Chancen der Elektromobilität zu nutzen, ist eine ausreichend große Anzahl von Fahrzeugen im Verkehr. Außerdem müssen Elektrofahrzeuge dem hohen Sicherheitsniveau konventioneller Fahrzeuge entsprechen, sonst kann die Akzeptanz am Markt zum Problem werden. Andererseits darf die neue Technik nicht durch ungerechtfertigte Anforderungen belastet werden. Die BAST sieht ihre Aufgabe daher darin, die durch neuartige

### Marktentwicklung

Die Art der Herausforderungen, die eine zunehmende Elektromobilität mit sich bringt, hängt maßgeblich von ihrer Marktentwicklung und ihrem Durchsetzungsgrad in der Fahrzeugflotte ab.

Auf dem Feld der alternativen Antriebe und hier insbesondere der Elektromobilität sind in jüngster Vergangenheit unterschiedliche Ideen, Technologien und Strategien in den Wettbewerb getreten.

Will man zukünftige Entwicklungen in der Elektromobilität abschätzen, so trifft man auf verschiedenste Fragestellungen, die für eine Bewertung relevanter Sicherheitsfragen von Bedeutung sind. Stehen beispielsweise Hybridfahrzeuge am Anfang oder am Ende der Entwicklung? Welche Hybrid-Systeme werden sich zukünftig am Markt durchsetzen? Wird es

einen Automatismus in der technologischen Entwicklung von den Hybridfahrzeugen zu reinen Elektro- oder Brennstoffzellenfahrzeugen geben? Oder könnte ein Markterfolg von Hybridfahrzeugen weitere Entwicklungen hinausschieben oder unterdrücken? Werden reine Elektrofahrzeuge auf Kurzstrecken beschränkt bleiben und hauptsächlich für den Stadtverkehr genutzt? Sind Mittel- und Langstrecken den Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren vorbehalten? Sind Elektrofahrzeuge in erster Linie kleine und leichte Fahrzeuge? Wer wird diese Fahrzeuge bauen: Etablierte, qualitätsbewusste Unternehmen oder Newcomer aus Staaten, die vorzugsweise günstige Fahrzeuge mit einem für europäische Verhältnisse niedrigerem Sicherheitsniveau anbieten?

Aus diesen und weiteren Fragestellungen ergeben sich neben den allgemeinen Sicherheitsaspekten der Elektromobilität spezifische Sicherheitsthemen, die je nach eingeschlagener Entwicklungsrichtung unterschiedliche Relevanz erlangen.

So muss beispielsweise der Gefahr von möglichen Stromschlägen bei Unfällen in allen Szenarien Rechnung getragen werden. Etwaige Sicherheitsanforderungen beim Austausch von Akkus treten hingegen bei den Geschäftsmodellen in den Vordergrund, wo der Akku extern und nicht im Fahrzeug aufgeladen wird, um lange Ladezeiten für den Fahrer zu vermeiden und durch einen schnellen Austausch die Reichweite zu erhöhen.

### **Leiser, aber nicht lautlos – Chancen und Herausforderungen**

Einzelne Fahrzeuge erzeugen im Betrieb Geräusche. Die Summe dieser Geräusche trägt deutlich zum Lärm in unseren Städten bei, schädigt die Gesundheit von Anwohnern und senkt die Lebensqualität. Fahrzeuggeräusche können aber auch als akustische Information über Ort und Fahrzustand betrachtet werden. Insbesondere blinde und sehbehinderte Mitbürger

sind oftmals lediglich auf akustische Informationen angewiesen, wenn sie sich im öffentlichen Verkehrsraum bewegen. Die Einführung von Elektrofahrzeugen mit einer deutlich anderen – in einigen entscheidenden Betriebspunkten deutlich leiseren – Geräuschkulisse birgt also gleichermaßen Chancen und Risiken.

Blindenverbände haben bereits früh auf die möglichen Gefahren hingewiesen. Es existieren erste wissenschaftliche Studien, die zumindest ein gewisses Gefahrenpotenzial vorhersagen. Eine denkbare und bereits international zur Harmonisierung vorgesehene Lösung ist die Ausstattung der entsprechenden Fahrzeuge mit künstlichen Geräuschquellen zur Entschärfung des Gefahrenpotenzials. Zusätzliche Geräuschquellen – auch wenn sie leiser sind als konventionelle Fahrzeuge – können aber nur ein Kompromiss sein auf dem Weg zur Verbesserung der Lärmsituation.

Insbesondere der Einsatz von Systemen der aktiven Sicherheit ist vielversprechend, um einen gleichermaßen hohen Sicherheitsstandard zu gewährleisten, und dennoch den Verkehrslärm gering zu halten. Beispielsweise könnten neuartige Fußgängererkennungssysteme künstliche Geräusche gezielt dann deaktivieren, wenn mit Sicherheit keine gefährdeten Verkehrsteilnehmer anwesend sind.

Die BAST ist sowohl regional in der Modellregion Elektromobilität Rhein-Ruhr aktiv, als auch national in Form eines gemeinsam mit der F.A.T. e.V. finanzierten Forschungsprojektes und international im Rahmen des 7. Forschungsrahmenprogrammes der Europäischen Kommission. Bei allen Aktivitäten sind sowohl Fahrzeughersteller und Vertreter von Betroffenenverbänden mit involviert.

### **Risiken bei Unfällen**

Auch im Falle eines Unfalls müssen Elektrofahrzeuge mindestens das gleiche Sicherheitsniveau besitzen wie derzeitige Fahrzeuge mit konventionellen Antrieben.



Bereits erkannte Risikopotenziale von Elektrofahrzeugen sind unter anderem Fehlfunktionen der Elektrik/Elektronik, die hohen Betriebsspannungen der Batterie und die Freisetzung chemischer Substanzen. Batterien können bei Kollisionen durch mechanische Beanspruchung oder bei unkontrollierten Vorgängen - beispielsweise Überladung - beschädigt werden. Mögliche Folgen sind das Auslaufen von Batteriefüssigkeiten, Brand sowie Rauchentwicklung und unter Umständen auch die Explosion des Batteriesystems.

Darüber hinaus muss für alle am Verkehr beteiligten Gruppen stets gewährleistet sein, dass die Karosserie frei von elektrischer Spannung ist. Dies gilt sowohl für die Insassen unmittelbar vor und während der Kollision als auch für die Rettungskräfte und Ersthelfer an der Unfallstelle.

Um eine sichere Einführung dieser Technik zu gewährleisten, müssen entsprechende Normen und Regelungen modifiziert und neu entwickelt werden.

Die BAST ist unter anderem an der Überarbeitung der ECE-Regelungen R12 (Lenkanlage bei Unfallstößen), R94 (Frontalaufprall), R95 (Seitenaufprall) und R100 (Batteriebetriebene Elektrofahrzeuge) beteiligt, die im Rahmen der UN-ECE Informal Groups „Electric Safety“ und „Electric Vehicle Post-Crash“ erfolgt.

In Zukunft müssen weitere Regelwerke um Aspekte der Batteriesicherheit ergänzt und dynamische Anforderungen an Batteriesysteme gestellt werden. Überladungen und exotherme Reaktionen, die infolge mechanischer Einwirkungen auftreten können und möglicherweise zu einem Fahrzeugbrand führen, müssen durch geeignete Sicherheitskonzepte vermieden werden.

Ein sicherer Zustand für die Insassen und Dritte nach einer Kollision kann beispielsweise durch eine schnelle Trennung und Entladung der Batterie, durch mechanischen

Schutz vor spannungsführenden Fahrzeugkomponenten und/oder einen sehr hohen Isolationswiderstand erreicht werden.

Die BAST wird in den kommenden Jahren weitere Forschungsprojekte zur Identifizierung und Bewertung dieser Problemfelder durchführen und an der Erarbeitung und Modifizierung entsprechender Normen und Regelwerke mitwirken, um so eine höchstmögliche Sicherheit bei der Einführung von Elektrofahrzeugen zu gewährleisten.

### **Auf die Elektronik verlassen – funktionale Sicherheit, neue Bedienkonzepte**

Die Zeiten, in denen einfache mechanische Verbindungen für die Steuerung eines Pkw ausreichten, sind schon lange Vergangenheit. Für Lenkung und Bremse existieren noch rein mechanische beziehungsweise hydraulische Verbindungen, aber diese werden durch eine Vielzahl elektronischer Systeme ergänzt.

Mit der Einführung von Elektrofahrzeugen ist zu erwarten, dass die elektronischen Systeme deutlich komplexer werden. Insbesondere dann, wenn der Elektroantrieb auch zum Bremsen genutzt wird, ist eine hydraulische Verbindung von den Pedalen zum Elektromotor nicht mehr notwendig, eine Software übernimmt auch diese Domäne. Um die Funktionssicherheit der Elektronik zu gewährleisten, existiert eine international abgestimmte Norm mit Anforderungen an Entwicklung, Test und Produktion von Hard- und Software im Automobilumfeld.

Auf die teilweise Übernahme der Bremse durch Elektronik werden weitere Neuerungen folgen. In Konzeptfahrzeugen wurde bereits demonstriert, dass eine vergleichsweise starke Rekuperationsbremswirkung bei Loslassen des Fahrpedals – in diesen konkreten Beispielfällen – durchaus vom Fahrer angenommen wird. Diese Auslegung bietet verschiedene Vorteile. Wo allerdings

die Grenzen für die Fahrsicherheit liegen, ist bisher noch unklar. Denkbar ist beispielsweise, dass Fahrer die Bedienung der getrennten Reibungsbremse verlernen könnten.

Aufgabe der BAST ist es, zu überprüfen, ob neuartige Auslegungen der Bedieneinrichtungen zu Sicherheitsrisiken führen können.



**Dr. Thorsten Adolph**

Jahrgang 1978

Maschinenbauingenieur

Seit 2009 in der BAST

Im Referat „Passive Fahrzeugsicherheit und Biomechanik“ zuständig für Kompatibilität, Biomechanik und Elektromobilität



**Kai Assing**

Jahrgang 1967

Volkswirt

Seit 1998 in der BAST

Stellvertretender Leiter des Referats „Sicherheitskonzeptionen, Sicherheitskommunikation“, zuständig für die Forschungslinie „Straßenverkehr der Zukunft: Mensch und Fahrzeug“



**Holger Schwedhelm**

Jahrgang 1975

Bauingenieur

Seit 2009 in der BAST

Im Referat „Passive Fahrzeugsicherheit und Biomechanik“ zuständig für virtuelle Testmethoden und Elektromobilität



**Dr. Patrick Seiniger**

Jahrgang 1978

Maschinenbauingenieur

Seit 2009 in der BAST

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



## Alternative Antriebe: Marktdurchdringung und Konsequenzen

Nach 100 Jahren Entwicklungsgeschichte des Verbrennungsmotors zeichnet sich mit den alternativen Antriebstechnologien eine Zeitenwende im Verkehrsbereich ab. In den kommenden Jahren werden Elektro-, Hybrid- und Brennstoffzellenfahrzeuge zunehmend den Verkehr auf deutschen Straßen prägen.

Die Bundesregierung sieht die Umstellung auf neue Antriebstechnologien als eine zentrale Herausforderung an die Mobilität des 21. Jahrhunderts. Bis zum Jahr 2020 sollen eine Million Elektrofahrzeuge auf Deutschlands Straßen fahren.

Die Geschwindigkeit mit der sich die alternativen Antriebe durchsetzen, hängt von vielen Faktoren ab. Dies sind vor allem die Systemkosten, aber auch Anreize für den Nutzer beim Kauf oder Betrieb solcher Fahrzeuge, gesetzliche Vorgaben zur Schadstoffreduktion, Entwicklung in der Batterietechnologie oder die Möglichkeit zur Nutzung von Elektroautos als Energiespeicher. Die Komplexität dieser Einflussfaktoren und deren Wirkung im Zusammenspiel lassen derzeit noch keine zuverlässigen Prognosen bezüglich der Durchsetzung alternativer Antriebe zu.

Für eine prospektive Straßenverkehrssicherheitsarbeit ist es jedoch von immanenter Bedeutung, verlässliche quantitative Aussagen über die zukünftige Entwicklung treffen zu können, da mit den neuen Technologien auch Probleme auftreten können, denen es frühzeitig mit geeigneten Maßnahmen entgegenzutreten gilt. Mit einigen Entwicklungsperspektiven sind auch - berechtigt oder unberechtigt - Befürchtungen hinsichtlich der Straßenverkehrssicherheit verbunden. Dies betrifft beispielsweise mögliche Probleme durch geräuscharme Fahrzeuge im Stadtverkehr, „Low Cost / Low Weight“-Fahrzeuge oder

Bedenken hinsichtlich der Kollisionssicherheit von Elektro- und Hybridfahrzeugen.

Um die zukünftige Entwicklung verfolgen und analysieren zu können, ist die Einrichtung einer langfristigen Beobachtung des Fahrzeugmarktes und einer konzentrierten Beobachtung des Unfallgeschehens erforderlich, um

- die tatsächliche Umsetzung des technologischen Fortschritts in marktgängige Produkte verfolgen zu können,
- frühzeitig genaue Kenntnis über die tatsächliche Marktentwicklung - die der technologischen Entwicklung nachfolgt - zu erlangen,
- mögliche Fehlentwicklungen - insbesondere mit Blick auf die Verkehrssicherheit - zeitnah zu identifizieren, um dann Vorschläge für eine sinnvolle Steuerung der Entwicklung leisten zu können.

Diese Schritte lassen sich jedoch nur auf der Basis fundierter Daten umsetzen. Das Projekt „Vorstudie - Alternative Antriebstechnologien: Marktdurchdringung und Konsequenzen“ hat die Voraussetzungen geschaffen, künftig jährlich die Entwicklungen in diesem Bereich verfolgen zu können.

Die Methodik der Erhebung basiert dabei auf drei Screening-Prozessen und ist zunächst auf Pkw beschränkt:

### • Produktentwicklung / Angebot

Hier findet eine Beobachtung statt, welches Angebot an alternativen Antrieben und Technologien zurzeit oder in Kürze auf dem Markt eingeführt wird.

### • Inländische Zulassungen

Die Beobachtung der jährlichen Bestandszahlen von Pkw in Deutschland ermöglicht Aussagen über die (fortschreitende) Durchsetzung des Automobilmarkts mit alternativen Antriebsarten. Auswertbare Daten werden dabei den jährlichen amtlichen Veröffentlichungen

sowie dem Pkw-Typgruppenkatalog des Kraftfahrt-Bundesamtes entnommen.

#### • Unfallgeschehen

In diesem Schritt wird das Unfallgeschehen von Pkw mit alternativen Antrieben beobachtet, um gegebenenfalls negative Entwicklungen frühzeitig erkennen, Rückschlüsse auf bestimmte Unfallsituationen ziehen und das Unfallgeschehen mit dem anderer Pkw vergleichen zu können.

Im Rahmen einer synoptischen Analyse werden die Ergebnisse der drei Screening-Prozesse dann jährlich zusammengeführt und ausgewertet.

Alle Fahrzeughersteller haben in den letzten Jahren massiv in die Entwicklung verschiedener Antriebstechnologien investiert, um einerseits die strengeren Umweltauflagen zu erfüllen, andererseits den komplizierter

arten und hier insbesondere Hybrid- und Elektrofahrzeuge mit einem Anteil von 0,7 Promille gerade erst am Markt etablieren. Vergleicht man die Entwicklung der Bestandszahlen dieser beiden Antriebsarten für den Zeitraum von 2007 bis 2009, so haben insbesondere die Fahrzeuge mit Hybridantrieb einen deutlichen Anstieg (+67 Prozent) zu verzeichnen. Der Bestand an Fahrzeugen mit reinem Elektroantrieb hat um elf Prozent auf 1.588 Fahrzeug zugenommen. Eine Unterscheidung der Hybridfahrzeuge nach einzelnen Unterarten (Mildhybrid, Vollhybrid, PlugIn-Hybrid, etc.) kann aufgrund der zur Verfügung stehenden Datengrundlage nicht vorgenommen werden. Im Vergleich dazu hat der Bestand an allen Pkw in diesem Zeitraum um rund ein Prozent zugenommen.

	2007	2008	2009	Veränderungen 2007 bis 2009
Benzin	30.905.204	30.639.015	30.449.617	- 1,5 %
Diesel	10.045.903	10.290.288	10.817.769	+ 7,7 %
Gas (einschließlich bivalent*)	210.655	367.146	437.945	+ 107,9 %
Hybrid	17.307	22.330	28.862	+ 66,8 %
Elektro	1.436	1.452	1.588	+ 10,6 %
sonstige Kraftstoffart	1.089	940	1.846	+ 69,5 %
Gesamt	41.183.594	41.321.171	41.737.627	+ 1,3 %

\* Fahrzeuge, die sowohl mit Gas als auch mit herkömmlichen Kraftstoffen angetrieben werden können.

*Pkw-Bestand nach Kraftstoffarten (2007 bis 2009, Quelle: Kraftfahrtbundesamt)*

werdenden Markt bedienen zu können. Die Transformation der Fahrzeugmodelle hin zu Antriebssystemen mit extrem geringer oder sogar Null-Emission - bezogen auf die lokale Schadstoffemission der Fahrzeuge - ist mittlerweile voll im Gange.

Im Fokus der Beobachtung des Marktangebots und der heute absehbaren Entwicklungslinien stehen derzeit die Optimierung von herkömmlichen Verbrennungsmotoren, Erdgas- und Autogas-Fahrzeuge, die unterschiedlichen Hybrid-Varianten sowie reine Elektrofahrzeuge.

Eine erste Auswertung der Pkw-Bestandsdaten zeigt, dass sich alternative Antriebs-

Auswertungen des Unfallgeschehens liefern aufgrund der derzeit noch geringen Anzahl von Fahrzeugen mit alternativen Antrieben noch keine aussagekräftigen Informationen. So liegt beispielsweise die Unfallbeteiligung von Hybridfahrzeugen an Unfällen mit Personenschaden derzeit unter einem Promille.

Darüber hinaus sind diesbezügliche Unfallauswertungen zudem vor dem Hintergrund zu betrachten, dass in der amtlichen Straßenverkehrsunfallstatistik zum Beispiel Elektrofahrzeuge nur dann identifiziert werden können, wenn diese über eine EG-Typgenehmigung verfügen.

Derzeit besitzen von den etwa 1.500 für den Straßenverkehr zugelassenen Elektrofahrzeugen jedoch lediglich 78 (2009) eine solche Typgenehmigung. Mit zu-

nehmender Serienfertigung wird sich der Anteil der Fahrzeuge mit Typgenehmigung erhöhen und somit Rückschlüsse auf das Unfallgeschehen ermöglichen.



**Kai Assing**

Jahrgang 1967

Volkswirt

Seit 1998 in der BAST

Stellvertretender Leiter des Referats „Sicherheitskonzeptionen, Sicherheitskommunikation“, zuständig für die Forschungslinie „Straßenverkehr der Zukunft: Mensch und Fahrzeug“



**Dr. Hans Holdik**

Jahrgang 1962

Physiker

Seit 2010 in der BAST

Im Referat „Aktive Fahrzeugsicherheit, Emissionen, Energie“ zuständig für Projekte des Energieverbrauchs und Emissionen alternativer Antriebssysteme im Straßenverkehr, Emissionsmodellierung



**Martin Pöppel-Decker**

Jahrgang 1962

Maschinenbauingenieur

Seit 1992 in der BAST

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



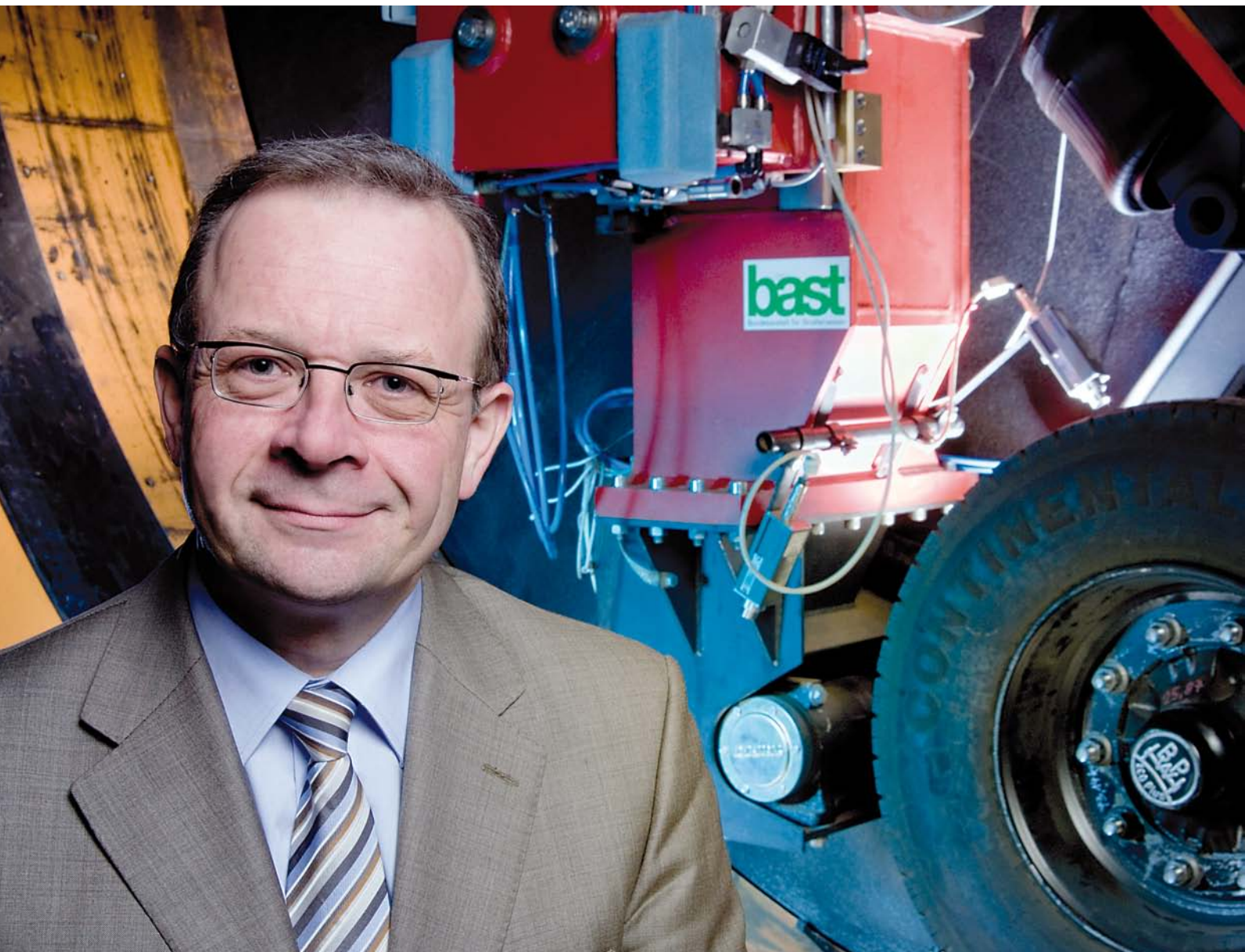
**Michael Ulitzsch**

Jahrgang 1951

Ingenieur für Informationselektronik

Seit 1990 in der BAST

Im Referat „Unfallstatistik, Unfallanalyse“ zuständig für Datenanalysen



*Stefan Zirngibl, Leiter der Abteilung Straßenbautechnik*

## **Umwelt und Ressourcen schonen**

Der Straßenverkehr steht immer im Spannungsfeld zwischen Effizienz, Ökonomie und Ökologie. Die Belastung der Umwelt und vor allem des Menschen sind stets zu beachten. In der BAST werden deshalb Maßnahmen entwickelt und getestet, die Schadstoffe und die Lärmbelastung reduzieren. In Pilotprojekten werden Verfahren, die sich im Labor bereits bewährt haben „auf der Straße“ erprobt. In zum Teil groß angelegten Projekten wird in Zusammenarbeit mit anderen Institutionen und der Industrie an diesen Fragestellungen gearbeitet. Im Sinne einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft ist die Verwendung vorhandener Infrastrukturen als Rohstoffquelle für neue Baumaßnahmen sinnvoll zu nutzen, um die vorhandenen natürlichen Ressourcen zu schonen. Der Klimawandel ist in aller Munde. Zur Bündelung der bisherigen Maßnahmen wurde Anfang 2009 in der BAST eine Arbeitsgruppe gebildet, die sich speziell mit den zur erwartenden Auswirkungen auf die Straßeninfrastruktur und den Verkehr beschäftigt, um diesen rechtzeitig begegnen zu können.

## Anpassungsstrategie Klimawandel

Das Thema Anpassung an den Klimawandel ist in aller Munde. Aber ist es auch für das Straßenwesen bedeutend? Entstehen aus dem Klimawandel Gefahren für die Straßen und den Verkehr? Um auf diese Fragen fundierte Antworten zu finden, wurde Anfang 2009 in der BAST die abteilungsübergreifende Arbeitsgruppe „Klima“ gebildet. Wie sinnvoll dies war, zeigte der Sommer 2010 mit seinen Witterungsextremen. Zwischen dem 2. und 27. Juli ereignete sich eine außergewöhnliche Hitzeperiode, in deren Verlauf Betonfahrbahnen gesprengt wurden und sich plastische Verformungen (Spurrinnen) bei Asphaltfahrbahnen beschleunigt entwickelten. In dieser Zeit liefen zahlreiche Berichte über entsprechende Schäden an verschiedenen Bundesfernstraßen vor allem bei Beton-, aber auch bei Asphaltbelägen durch die Presse. Im August regnete es in einigen Landesteilen deutlich mehr als gewöhnlich, so dass die Wassermassen auch Straßen unterspülten. Offensichtlich sind nicht alle Bestandteile

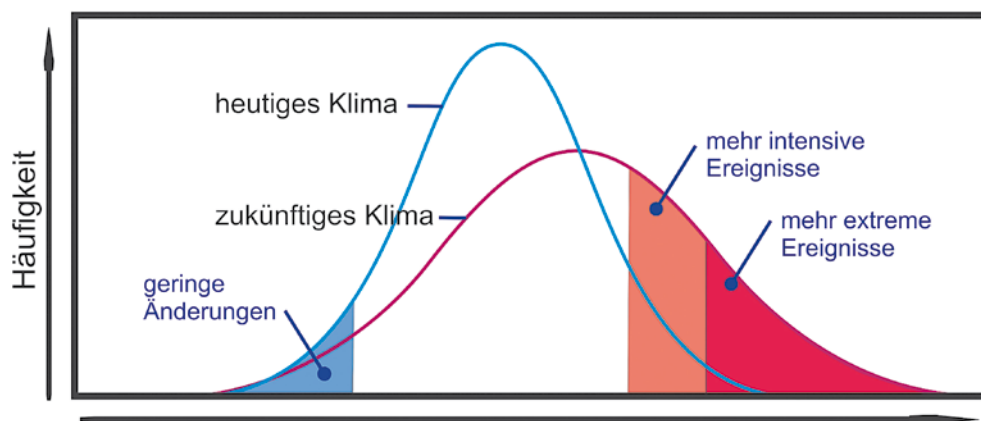
der Straßeninfrastruktur jedem Witterungsextrem gewachsen. Dies ist aus wirtschaftlichen Gründen generell nicht möglich, jedoch sollte der Anteil dessen, was unter extremen Verhältnissen in Mitleidenschaft gezogen wird, nicht wachsen.

Besonders in Europa sind die Durchschnittstemperaturen in den letzten Jahren stärker angestiegen als im weltweiten Mittel. Wie wird es weitergehen? Das IPCC (International Panel on Climate Change) rechnet abhängig von den Zuwachsraten aller Treibhausgase und dem angewandten Modell bis 2100 mit einer Zunahme der globalen Durchschnittstemperatur um 1,1°C bis 6,4°C. Für Deutschland ergibt sich aus diesen Analysen, je nach verwendetem Emissionsszenario, im Mittel ein Temperaturanstieg von 2 bis 4°C bis zum Ende des Jahrhunderts. Diese Änderungen der Mittelwerte liegen in Größenordnungen, die unkritisch für den Verkehrsablauf sind, den Erneuerungszyklus unserer Bauwerke aber verkürzen können. Darüber hinaus nimmt bei steigendem

*Hitzeschaden an der in Betonbauweise ausgeführten BAB A 29, 14. Juli 2010 (Foto: Wehrauch)*



Mittelwert die Häufigkeit der intensiveren und extremen Ereignisse zu, was zu plötzlichen Zusammenbrüchen im System führen kann. Sollte auch die Streuung der Ereignisse steigen, flacht sich die Kurve ab mit gegenüber den heutigen Verhältnissen noch extremerem Wettergeschehen. Aus der Verantwortung für die Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs heraus muss untersucht werden, welche Einflüsse auf Planung, Entwurf, Bemessung, Bau und Betrieb der Straßeninfrastruktur sich aus den prognostizierten Auswirkungen des Klimawandels ergeben.



Intensität der Wetterereignisse (z.B. Hitze, Niederschlag, Wind)

*Änderung in den Häufigkeiten von intensiven und extremen Ereignissen bei Zunahme von Mittelwert und Streuung der Verteilung der Wetterereignisse (nach Hupfer 2004, verändert)*

Hierzu ist ein breites Spektrum von Forschungsarbeiten erforderlich. Zunächst wurden die sich aus dem Klimawandel für die Straßeninfrastruktur und den Verkehrsablauf ergebenden Bedrohungen skizziert. Diese Skizzen werden in weiteren Arbeiten vertieft. Mit Hilfe des Bundes-Informationssystem Straße (BISStra) lassen sich dann diejenigen Objekte im Straßennetz finden, die sich aufgrund der Bedrohungsanalyse gegenüber den Klimaänderungen grundsätzlich als empfindlich herausstellen. Relevante Datengruppen mit Netzbezug sind unter anderem: Straßennetz, Verkehr, Aufbau der Fahrbahnbefestigungen, Bauwerksdaten (Brücken, Tunnel und andere Ingenieurbauwerke) sowie der Zustand der Fahrbahnbefestigungen. Die Klimaprognosen weisen regional unterschiedliche

Änderungen auf, weshalb nicht alle empfindlichen Objekte auch bedroht sind. Um die bedrohten zu selektieren, werden die netzbezogenen Informationen zur Straßenverkehrsinfrastruktur mit den aufbereiteten Klimadaten fusioniert, die in Rastern von 10 x 10 Kilometern über das Bundesgebiet ausgebreitet sind. So können im nächsten Schritt örtlich differenzierte Verwundbarkeitsanalysen für die vom Klimawandel betroffenen Elemente der Straßenverkehrsinfrastruktur erstellt werden. Die Ergebnisse dieser Analysen geben für jeden Straßenabschnitt Hinweise zum Grad der

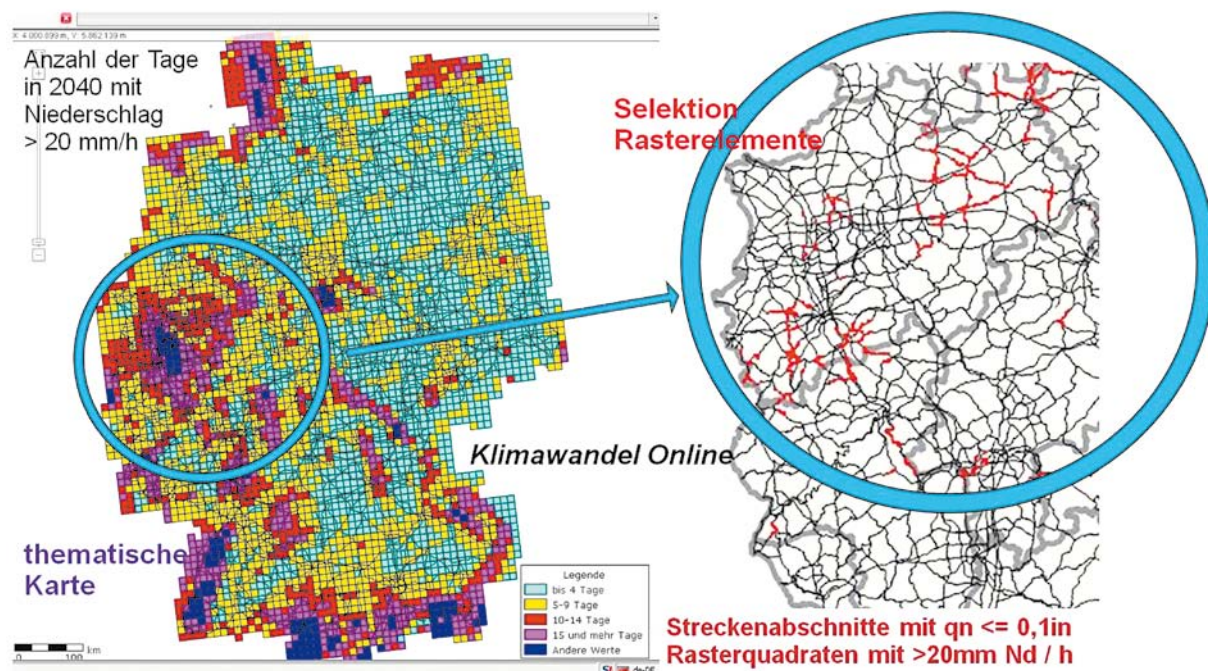
Betroffenheit für die verschiedenen Bauweisen, Bauwerksarten und den Verkehrsablauf. Hieraus können Anpassungsmaßnahmen (Planung, Bau, Betrieb) hinsichtlich einer Verringerung der Verwundbarkeit generiert werden. Angestrebtes Ergebnis ist ein Katalog möglicher Maßnahmen einschließlich Aussagen zu ihrer Wirksamkeit und ihren Kosten.

Zunächst wurden vier sondierende Projekte aus den Bereichen Verkehrstechnik, Brückenbau und Straßenbau in Auftrag gegeben.

### Projekte zum Klimawandel

Im Projekt „Bereitstellung der Straßen- und Bauwerksdaten für die Analyse der Auswirkung des Klimawandels“, durchgeführt vom Ing. Büro Heller, entstand das Programm „Klimawandel online“. Es ermöglicht die Verknüpfung zwischen prognostizierten rasterbezogenen Klimadaten und netzbezogenen Informationen zur Straßenverkehrsinfrastruktur.

Das Projekt „Abschätzung der Risiken von Hang- und Böschungsrutschungen durch die Zunahme von Extremwetterereignissen“, Forschungsstelle Rutschungen e.V. Mainz, soll eine räumlich begrenzte



Abschätzung liefern, ob unter den geänderten klimatischen Verhältnissen vermehrt mit Rutschungen zu rechnen ist. Wie die Analyse aufgetretener Rutschungen zeigt, gehen mehrere niederschlagsreiche Winter den Rutschereignissen voraus. Ebenso können sommerliche Starkniederschläge Rutschungen verursachen und zu Verkehrsbehinderungen führen.

Ziel des Projekts „Auswirkung des Klimawandels auf bestehende Spannbetonbrückenbauwerke“, durchgeführt vom Institut für Leichtbau Entwerfen Konstruieren, Stuttgart, ist es, mit Hilfe des Prognosemodells REMO, zukünftige mögliche Einwirkungen aus den Effekten des Klimawandels auf bestehende Spannbetonbrückenbauwerke zu ermitteln und deren Auswirkungen in Bezug auf Standsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit zu untersuchen.

Das Projekt „Ermittlung des Aquaplaningrisikos auf Bundesfernstraßen unter Berücksichtigung des Klimawandels und den damit verbundenen Niederschlagsereignissen“ wird durchgeführt von der Fachhochschule Gießen, Fachgebiet Straßen-

wesen und Vermessung. Für ausgewählte Regionen werden beispielhaft verschiedene Autobahnabschnitte hinsichtlich der zu erwartenden Wasserfilmdicken und der erforderlichen Bemessung der gegebenenfalls vorhandenen Entwässerungseinrichtungen analysiert. Aufbauend auf den Analysen der zu erwartenden Wasserfilmdicken erfolgt eine Abschätzung der Zeitanteile, in denen der Verkehrsablauf durch die Regenintensität deutlich beeinträchtigt ist.

In zukünftigen Vorhaben müssen sowohl auf dem Gebiet der Klimatologie als auch im Straßenwesen die erforderlichen Modelle und Verfahren entwickelt und aufeinander abgestimmt werden, mit deren Hilfe die zusätzlichen Belastungen und Kosten der Straßeninfrastruktur, infolge Änderung der klimatischen Verhältnisse, möglichst genau angegeben werden können. Seitens des Straßenwesens sind bestehende Algorithmen weiter auszubauen oder auf Teilgebieten überhaupt erst zu entwickeln, um die Auswirkungen von Dauer- oder Extremereignissen auf das jeweilige Schutzgut zu modellieren.

*Verknüpfung rasterbasierter Klimadaten mit Informationen zur Straßenverkehrsinfrastruktur*



*Mitglieder der Arbeitsgruppe Klima von links nach rechts: Cyrus Schmellekamp, Andreas Wolf, Udo Tegethof, Michael Bürger, Oliver Ripke, Birgit Hartz, Marko Wieland*

## **Die Mitglieder der Arbeitsgruppe „Klima“**

### **Dr. Udo Tegethof (Leiter)**

Jahrgang 1953, Biologe, seit 1989 in der BAST, im Referat „Betonbauweisen, lärmindernde Texturen“ zuständig für die Koordination der Forschung zur Anpassung an den Klimawandel, Mitarbeit in nationalen und internationalen Gremien

### **Michael Bürger**

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

### **Dr. Birgit Hartz**

Bauingenieurin, seit 1993 in der BAST, im Referat „Verkehrsbeeinflussung, Straßenbetriebsdienst“ zuständig für Verkehrsbeeinflussung innerorts, umweltsensitive Verkehrsbeeinflussungsanlagen, Lichtsignalanlagen

### **Oliver Ripke**

Jahrgang 1967, Bauingenieur, seit 1997 in der BAST, stellvertretender Leiter des Referats „Asphaltbauweisen“, zuständig für lärmindernde Asphalte und Erhaltungsbauweisen

### **Cyrus Schmellekamp**

Jahrgang 1970, Umweltwissenschaftler und Bauingenieur, seit 2001 in der BAST, im Referat „Betonbau“ zuständig für Nachhaltigkeit, Anpassung an den Klimawandel und Instandsetzungsverfahren für Betonbrücken

### **Marko Wieland**

Jahrgang 1971, seit 2008 in der BAST, im Referat „Betonbauweisen, Lärmindernde Texturen“ zuständig für ultrahochfeste Betone und Klimawandel, seit 2006 Lehrbeauftragter an der Fachhochschule Magdeburg-Stendal

### **Andreas Wolf**

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



## Materialeffizienz und Ressourcenschonung

### Werterhaltende Nutzung von Baustoffen

Die endliche Verfügbarkeit einzelner Baustoffe, der Aufwand für Gewinnung, Aufbereitung und Verarbeitung, aber auch der Energieverbrauch und die Emissionen für den Transport zur Einbaustelle ("ökologischer Rucksack") erfordern eine werterhaltende Nutzung natürlicher Baustoffe. Bei einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft sind die vorhandenen Infrastrukturen als neue Rohstoffquellen zu betrachten. Auch aufbereitete Böden, Nebenprodukte aus industriellen Prozessen und Aschen aus der Hausmüllverbrennung lassen sich als Baustoffe in den Wertschöpfungskreislauf zurückführen. Ziel bei der Verwertung dieser Baustoffe im Straßenbau ist es, ein hohes Wertschöpfungs-niveau zu erreichen. Durch die Verwertung werden natürliche Ressourcen geschont und der Landverbrauch für die Deponierung der gebrauchten Baustoffe vermindert.

Bei der Verwertung dieser Baustoffe müssen bautechnische Anforderungen eingehalten und der Boden- und Wasserschutz berücksichtigt werden. Zur Sicherstellung dieser Forderung sind umweltrelevante, eluierbare Inhaltsstoffe in diesen Baustoffen streng begrenzt. In Versuchsstrecken, Großversuchsanlagen und im Labormaßstab werden unterschiedlichste Forschungsprojekte zum Einsatz ziegelreicher Recycling(RC)-Baustoffe, zur Durchsickerung von Straßenböschungen, zum Recycling von Fahrbahndecken aus Beton und von Asphaltbefestigungen sowie zur Aufbereitung und Verwertung von Bankettschälgut betreut und selbst durchgeführt. Alle Forschungen liefern wichtige Beiträge zur werterhaltenden Nutzung von Baustoffen.

### Einsatz ziegelreicher RC-Baustoffe in ungebundenen Tragschichten

RC-Baustoffe aus dem Hochbau bestehen zu großen Teilen aus Beton- und Ziegelbruch und liegen nur selten sortenrein vor. Die Anteile an Ziegelbruch bedürfen unter anderem aufgrund ihrer Festigkeit und Porosität einer besonderen Beachtung. In der Fachwelt wird seit Jahren kontrovers über den zulässigen Anteil an Ziegelbruch in den ungebundenen Tragschichten von Straßen diskutiert. Zur systematischen Sammlung von Erfahrungen wurde deshalb im Jahr 2007 eine Erprobungsstrecke mit verschiedenen RC-Baustoffzusammensetzungen durch das Land Brandenburg eingerichtet. Der Bau, die Auswertung und Bewertung werden durch die Brandenburgische Technische Universität Cottbus und die BAST wissenschaftlich begleitet.

Die 1,2 Kilometer lange Erprobungsstrecke besteht aus fünf Abschnitten mit unterschiedlichen Anteilen an Ziegel- und Betonbruch im RC-Baustoffgemisch für die ungebundenen Tragschichten. Des Weiteren wurde ein Referenzabschnitt mit ausschließlich natürlichen Gesteinskörnungen eingerichtet. Die Auswirkungen der Belastung durch Verkehr und Klima auf den Streckenabschnitt werden kontinuierlich messtechnisch erfasst. Hierzu wurde unter anderem der Streckenabschnitt mit Feuchte- und Temperatursensoren instrumentiert. Zudem wurden an den eingesetzten Baustoffen umfangreiche Laboruntersuchungen durchgeführt.

### Durchsickerung von Straßenböschungen

In der Lysimeteranlage in Augsburg wird in Zusammenarbeit mit der Hochschule

*Lysimeteranlage zur Messung der Durchsickerung von Straßenböschungen – Einbau der Modellböschungen*



Augsburg erforscht, welche bautechnischen Maßnahmen am besten geeignet sind, Boden und Grundwasser dauerhaft und wirtschaftlich vor einem Austrag umweltrelevanter Inhaltsstoffe aus alternativen Baustoffen zu schützen. In acht Becken, den sogenannten Lysimetern, sind Modell-Straßenböschungen aus unterschiedlich durchlässigen Böden in verschiedenen Bauweisen hergestellt worden. Untersucht wird, welche Anteile der Niederschläge

und der Straßenabflüsse oberflächlich abfließen und welche Anteile durch die Böschungen sickern. Das Sickerwasser wird auf umweltrelevante Inhaltsstoffe untersucht, da die eingebauten Böden geringe Mengen von Schwermetallen enthalten. Der mögliche Austrag hängt unter anderem von den Sickerwassermengen ab, die durch die Böden hindurchgehen. Die Sickerwassermengen werden durch die Bauweisen stark beeinflusst.

Die Bauweisen und Einsatzmöglichkeiten der Baustoffe und die jeweils zulässigen Konzentrationen umweltrelevanter Inhaltsstoffe sollen in Zukunft bundeseinheitlich vorgeschrieben werden.

### Recycling von Fahrbahndecken aus Beton

Das deutsche Autobahnnetz besteht zu 25 Prozent aus Betonfahrbahndecken. Diese sind für eine Nutzung von mindestens 30 Jahren konzipiert. Hinzu kommen Verkehrsflächen aus Beton auf Bundes- und Landstraßen, im innerstädtischen Bereich, auf Flughäfen und Warenumschlagplätzen. Überschlüssig ergibt sich daraus jährlich eine Betonaufbruchmenge von 350.000 Tonnen. Diese werden nach Aufbereitung wieder als Baustoff verwertet. Der Einsatz von RC-Baustoffgemischen ist als Schottertragschicht, in hydraulisch gebundener Tragschicht oder im Unterbeton des Deckenbetons möglich. Die Verwendung in einer Frostschuttschicht ist ebenfalls möglich, widerspricht aber dem Grundsatz der möglichst hochwertigen Wiederverwendung.

Ein Beispiel gibt die Bundesautobahn A11 zwischen Berlin und Stettin. Im Jahr 2009 fand dort die grundhafte Erneuerung eines 3,8 Kilometer langen Abschnittes mit Betonfahrbahndecke aus den 1930er Jahren statt. Neu hergestellt wurde eine Betondecke auf Schottertragschicht, in der die alte Betondecke verwertet wurde.

Dazu wurde diese entspannt, zu einem nahegelegenen Brechplatz gebracht und dort mit einem Prallmühlenbrecher zu einem Baustoffgemisch 0/45 Millimeter gebrochen. Anschließend erfolgten der Rücktransport und die Herstellung der Schottertragschicht in zwei Lagen.

Die alte, 30.000 Tonnen schwere Betondecke konnte nahezu vollständig wiederverwertet werden. Das Brechen erfolgte



nahe der Ausbaustrecke mit kurzen Transportwegen.

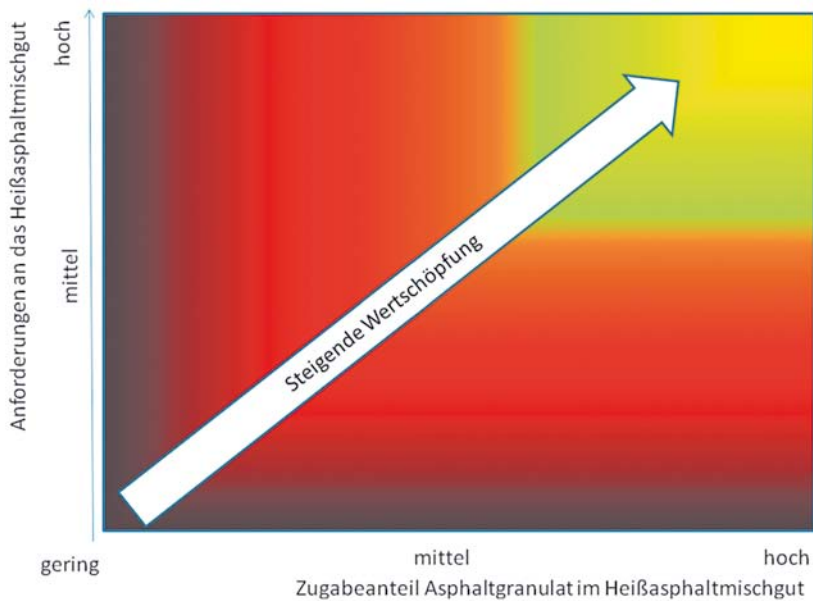
Eine weitere Optimierung ist durch die Verlegung des Brechens unmittelbar auf die Einbaustrecke („In Situ-Recycling“) und die Verwendung der RC-Gesteinskörnungen im Unterbeton des Deckenbetons möglich.

### Recycling von Asphaltbefestigungen

Bereits heute werden in der Summe aller Verwertungsmöglichkeiten über 80 Prozent des anfallenden Ausbausphaltes wieder

*Bild oben: Brechen der alten Fahrbahndecke*

*Bild unten: Einbau der Schottertragschicht mit einem Fertiger*



*Wertschöpfung in Abhängigkeit vom Zugabeanteil an Asphaltgranulat und die Anforderungen an das Heißasphaltemischgut*

als Baustoff eingesetzt. Neben einer weiteren Steigerung dieser Verwertungsquote wird insbesondere bei den neuen Asphaltkonzeptionen eine Steigerung des Wertschöpfungsniveaus angestrebt. Neue Asphaltkonzeptionen, die besondere Anforderungen an die Straße erfüllen, erfordern beispielsweise schlagfeste und polierbeständige Gesteine sowie besonders klebefähige Bindemittel. Diese später in Schichten wiederzuverwenden, in denen diese Anforderungen nicht erfüllt werden müssen, stellt keine werterhaltende Nutzung dieser wertvollen Baustoffe dar. Zielsetzung muss daher eine erneute Verwendung bei der Herstellung von anforderungsgerechten Asphalten mit möglichst hohen Zugabeanteilen sein. Mit einem Forschungsprojekt zur Wiederverwertung von Ausbaumasphalt aus offenporigem Asphalt konnte gezeigt werden, dass hiermit hochwertige Asphaltbinder- und Splittmastixasphalte mit hohen Zugabeanteilen hergestellt werden können, ohne dass eine nachteilige Beeinflussung der Gebrauchseigenschaften im Labor nachweisbar ist. In einem weiteren Projekt wird untersucht, wie Ausbaumasphalte, in denen das Bindemittel stark gealtert ist – in der Regel weisen die Bindemittel dann hohe

Erweichungspunkte auf - prüftechnisch angesprochen werden können, mit dem Ziel, ihre Eignung für eine hochwertige Verwertung nachzuweisen.

### **Aufbereitung und Verwertung von Bankettschälgut**

In Deutschland wird an außerorts befindlichen Straßenrändern im Abstand von fünf bis zwölf Jahren das hochgewachsene Bankett abgetragen, um die Straßenentwässerung und damit die Verkehrssicherheit zu gewährleisten. Dabei fallen jährlich bis zu 2,3 Millionen Tonnen Bankettschälgut an. Dieses Schälgut besteht zu über 90 Masse-Prozent aus mineralischem Material, aber auch aus Humus, Pflanzenresten und störenden Fremdstoffen. Durch die Stoffeinträge aus dem Straßenverkehr ist es schwach mit Schadstoffen belastet, so dass nicht immer alle Verwertungswege in Frage kommen.

Durch Absiebung, beispielsweise auf 22 Millimeter, können nach ersten Untersuchungen die bautechnischen Eigenschaften und dadurch auch die Verwertbarkeit des dabei anfallenden Bodens verbessert werden, da die meisten Fremdstoffe als Siebrückstand abgetrennt werden können. Nach der Absiebung sind die für die Verwertbarkeit wichtigen Parameter Glühverlust und Gasbildungsrate des anfallenden Bodens verbessert, die Schadstoffgehalte verändern sich jedoch kaum. Eine umfangreichere Untersuchung von Bankettschälgut verschiedener Standorte ist geplant. Diese Untersuchungen sollen die bautechnischen Eigenschaften besser eingrenzen und klären, mit Hilfe welcher Aufbereitungsverfahren sie verbessert werden können, um das Bankettschälgut zum Beispiel in straßennahen Bauvorhaben wieder einsetzen zu können.



Von links nach rechts: Dirk Jansen, Franz Bommert, Tanja Marks, Birgit Kocher, Stefan Höller, Roderich Hillmann

#### **Franz Bommert**

Jahrgang 1967, Bauingenieur, seit 1989 in der BAST, im Referat „Asphaltbauweisen“ zuständig für Verfahren der Qualitätssicherung und Konformitätsnachweise, Prüfverfahren im Asphaltstraßenbau, Bauweisen mit Niedrigtemperaturasphalt

#### **Roderich Hillmann**

Jahrgang 1954, Bauingenieur, seit 1988 in der BAST, Leiter des Referates „Erdbau, Mineralstoffe“, zuständig für Erdbau, Mineralstoffe, umweltgerechten Einsatz von Ersatzbaustoffen im Straßenbau, Leiter der Arbeitsgruppe „Erd- und Grundbau“ der FGSV

#### **Stefan Höller**

Jahrgang 1971, Bauingenieur, seit 2001 in der BAST, im Referat „Betonbauweisen, lärmindernde Texturen“ zuständig für die Konstruktion von Betonfahrbahnen, Leiter des Arbeitskreises „Geotextilien unter Betonfahrbahndecken“ der FGSV

#### **Dr. Dirk Jansen**

Jahrgang 1976, Bauingenieur, seit 2010 in der BAST, im Referat „Erdbau, Mineralstoffe“ zuständig für Mineralstoffe im Straßenbau

#### **Dr. Birgit Kocher**

Jahrgang 1965, Geoökologin, seit 2001 in der BAST, im Referat „Umweltschutz“ zuständig für Schutz von Boden und Wasser, Vorsitzende der Arbeitsgruppe „Boden- und Wasserschutz“, Leitung des FGSV-Arbeitskreises „Probenahmestrategie und Analytik im Straßenbau“

#### **Tanja Marks**

Jahrgang 1975, Umweltingenieurin, seit 2003 in der BAST, im Referat „Erdbau, Mineralstoffe“ zuständig für Umweltschutz im Erdbau

## Photokatalytische Oberflächen

### Reduzierung von verkehrsbedingten Stickoxiden und Nährstoffeinträgen

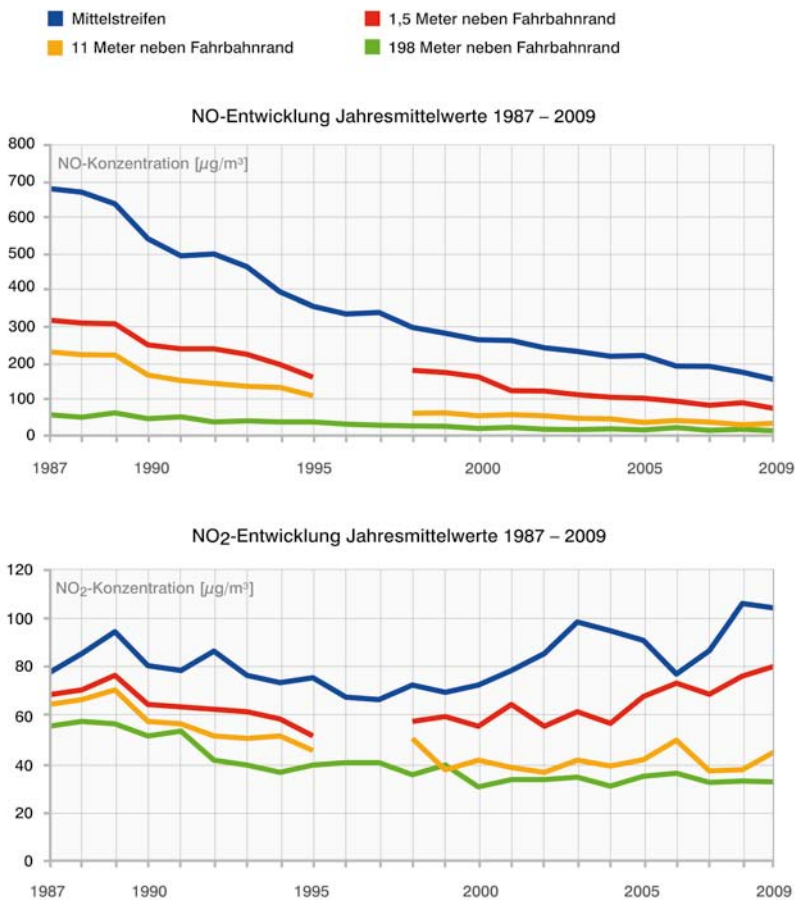
Durch die Limitierung verschiedener Luftschadstoffe zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Vegetation rückte die Luftqualität an Verkehrswegen in den letzten Jahren vielerorts in den Mittelpunkt des öffentlichen Interesses. Die Luftqualitäts-Richtlinie der EU – umgesetzt in der 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (39. BImSchV) – gibt Grenzwerte für verschiedene Schadstoffe vor.

In den letzten Jahren haben in-situ-Messungen im gesamten Bundesgebiet ge-

zeigt, dass der seit 2010 geltende Stickstoffdioxid-Jahresmittelgrenzwert ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) zum Schutz der menschlichen Gesundheit insbesondere an verkehrsnahen Standorten zum Teil stark überschritten wird. Obwohl die Stickoxid-Emissionen von Fahrzeugen durch innermotorische Maßnahmen und Abgasnachbehandlung seit einigen Jahren deutlich reduziert wurden, nehmen die  $\text{NO}_2$ -Immissionen nicht oder nicht in dem erwarteten Umfang ab [1].

Luftverunreinigungen entstammen zumeist anthropogenen Quellen, beispielsweise industriellen Prozessen wie Verbrennung und mechanischer Zerkleinerung, dem Hausbrand, der Landwirtschaft bei Bestellung der Felder und Massentierhaltung sowie dem Verkehr, wobei zwischen motorbedingten Abgasen und Ruß- sowie Abriebs- und Aufwirbelungspartikeln unterschieden wird. Insbesondere Partikel können jedoch auch natürlichen Ursprungs sein, wie von Vulkanausbrüchen, Sahara- und Agrarstaub-Ereignissen, der Erzeugung von Aerosolen durch Seesalz sowie aus Pollen- oder Pilzsporenflug. Luftverunreinigungen beeinflussen zum einen den Strahlungshaushalt der Erde und damit auch das Klima nachhaltig, zeichnen sich aber ebenso durch ihr gesundheitliches Schadenspotenzial aus. Dieses reicht über Atemwegs- bis hin zu Herz-Kreislauf-Erkrankungen [2, 3].

Um die menschliche Gesundheit sowie die Vegetation zu schützen, müssen bei Überschreiten der Grenzwerte sogenannte Luftreinhaltepläne aufgestellt werden, in denen geeignete Maßnahmen aufgeführt sein müssen, die zur Minderung der Luftschadstoffe schon ergriffen wurden oder im Falle drohender Überschreitungen zu ergreifen sind. Die Maßnahmen müssen dabei dergestalt sein, dass die Grenzwerte überall dort eingehalten werden, wo Menschen



Entwicklung der NO- und der NO<sub>2</sub>-Konzentration an dem Messquerschnitt der BASt an der BAB A555 in verschiedenen Entfernungen zum Fahrbahnrand (FBR) für die Kalenderjahre 1987 bis 2009

längere Zeit den Schadstoffen ausgesetzt sind und sie müssen sich gegen alle beitragenden Emittenten richten [4, 5, 6].

Hierbei gibt es eine Vielzahl von möglichen verkehrsbezogenen Maßnahmen, mit deren Anwendung in den letzten Jahren erste Erfahrungen gesammelt wurden, wie Geschwindigkeitsbeschränkungen, Lkw-Durchfahrtsverbote, Sanierung von Straßenoberflächen, Einsatz bestimmter Stoffe im Winterdienst oder die Einrichtung von Umweltzonen [7, 8, 9, 10].

### **Stickoxidbelastung an Verkehrswegen**

Zu den Quellen der Stickoxide NO<sub>x</sub> in der Umgebungsluft gehören vor allem Verbrennungsprozesse, wobei im Jahr 2006 44 Prozent der NO<sub>x</sub>-Emissionen dem Straßenverkehr zugerechnet werden konnten [11]. Der Einfluss der straßenverkehrsbedingten Schadstoffe kann dabei sogar in mehreren 100 Metern Entfernung von der Fahrbahn nachgewiesen werden [12].

Durch Weiterentwicklungen der Fahrzeugmotoren in den vergangenen Jahrzehnten und einer Erneuerung der Fahrzeugflotte, die zu einer kontinuierlichen Abnahme der Kfz-NO<sub>x</sub>-Gesamt-Emissionen führte, wurden zunächst Annahmen bestätigt, dass auch die Luftschadstoff-Immissionen an Verkehrswegen deutlich zurückgehen. Hierbei wurde jedoch vor allem das Gesamt-NO<sub>x</sub> betrachtet, die Relationen von NO zu NO<sub>2</sub> hingegen vernachlässigt. Seit einiger Zeit haben nun Untersuchungen gezeigt, dass das NO/NO<sub>2</sub>-Verhältnis deutschlandweit ab- und somit der Anteil des NO<sub>2</sub> am NO<sub>x</sub> zugenommen hat [13, 14].

### **Auswirkungen von Stickoxiden auf die menschliche Gesundheit**

Allein aufgrund epidemiologischer Studien kann kein direkter Zusammenhang zwischen der NO<sub>2</sub>-Belastung und beobachte-

ten Effekten bei Morbidität und Mortalität hergestellt werden. Bei einer Betrachtung auch anderer Untersuchungsarten, beispielsweise toxikologischer Studien, scheint es jedoch begründet zu sein, anzunehmen, dass NO<sub>2</sub> zumindest teilweise für negative Gesundheitseffekte durch den städtischen Luftschadstoff-Mix verantwortlich ist [15]. Dies zeigt auch eine Meta-Analyse, die insgesamt 72 Publikationen aus den Jahren 1976 bis 2002 ausgewertet und einen systematischen Vergleich der aus dem Jahr 2003 stammenden Bewertungen der World Health Organisation (WHO) und der Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI zu den Luftqualitätsgrenzwerten für NO<sub>2</sub> durchgeführt hat [16]. Da in den Studien oft mehrere Schadstoffe miteinander korrelieren, wie NO<sub>2</sub>, PM<sub>x</sub> und O<sub>3</sub>, ist es jedoch oft auch schwer, die spezifischen Wirkungen allein des NO<sub>2</sub> auf die menschliche Gesundheit herauszuarbeiten [17].

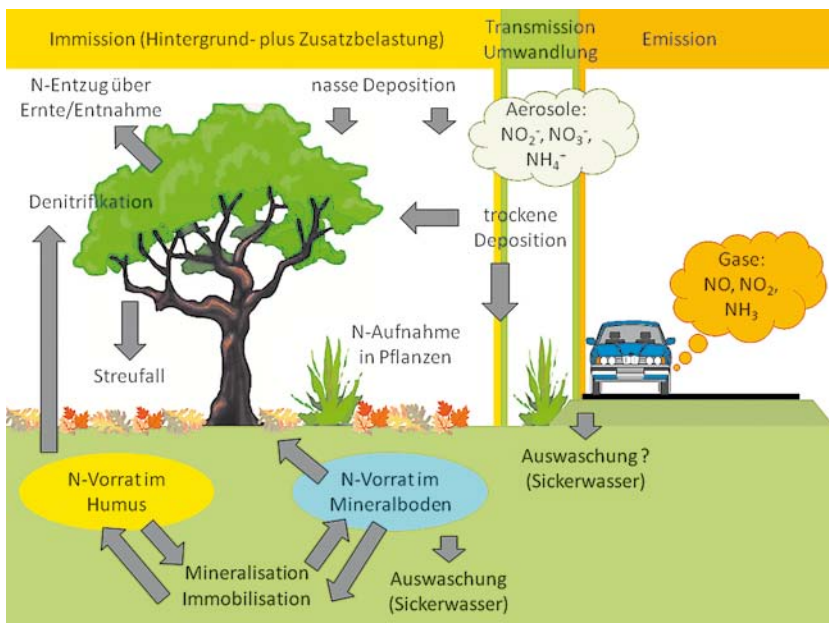
Darüber hinaus hängen gesundheitliche Effekte oft auch von anderen Charakteristika ab, zum Beispiel dem sozialen Status, dem Alter, dem Geschlecht, der Ethnizität, anderen Erkrankungen, dem Raucher-Status etc. [17, 18].

### **Auswirkungen von Stickoxiden auf empfindliche Biotope**

Luftverunreinigungen durch gasförmige reaktive Stickstoffverbindungen können Pflanzen direkt schädigen. Aber auch in geringen Konzentrationen können Stickstoffeinträge empfindliche Biotope beeinflussen. Dabei stehen nicht Zellschäden an den Einzelpflanzen im Vordergrund, sondern eine Veränderung der Biotopstruktur durch den Eintrag von Stickstoff in pflanzenverfügbare Form, wodurch eine „Überdüngung“ hervorgerufen wird [19, 20]. Das kann sowohl durch die Aufnahme gasförmiger reaktiver Stickstoffverbindungen über die Oberflächen

der Pflanzen, als auch durch den Eintrag von Nitrat über das Niederschlagswasser erfolgen [21, 22, 23].

Schon aus der nassen Deposition (Niederschlag) ergeben sich in Deutschland als Hintergrundwert jährliche Stickstoffeinträge, die spezielle nährstoffarme Standorte stören können. Wenn dazu ein erhöhter Eintrag gasförmiger reaktiver Stickstoff-



*Übersicht über Emission, Transmission und Immission der Stickstoffverbindungen in straßennahen Ökosystemen*

verbindungen tritt (trockene Deposition), können empfindliche Lebensraumtypen des Anhangs I der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH-RL) und Arten des FFH-Anhangs II geschädigt werden. Ursache dafür ist die Begünstigung von Arten mit höherem Stickstoffbedarf, die über lange Zeiträume spezialisierte Arten mit sehr geringem Stickstoffbedarf verdrängen. Außerdem reagiert NO<sub>x</sub> mit Wasser zu salpetriger Säure und Salpetersäure, was im Boden zu Versauerung führt und durch Ionenaustausch eine Verarmung an anderen wichtigen Pflanzennährstoffen wie Calcium und Kalium hervorrufen kann [23].

### Folgen für die Straßenplanung

Während eines Planfeststellungsverfahrens müssen die Umwelteinwirkungen durch den geplanten Verkehrsweg abgeschätzt werden. Es muss dabei sicher-

gestellt werden, dass die Einhaltung der Luftschadstoffgrenzwerte möglich ist. Dies kann auch durch den Einsatz geeigneter Maßnahmen der Fall sein. Ein Straßenbauvorhaben ist dabei nur dann unzulässig, wenn allein durch den Schadstoffbeitrag der Straße die Grenzwerte nicht eingehalten werden können.

Neben anderen Maßnahmen in industriellen oder anderen Bereichen werden solche an bestehenden Verkehrswegen durch die Immissionsschutzbehörden der Länder in Luftreinhalteplänen festgelegt, die sich gegen alle beitragenden Emittenten richten. Diese Maßnahmen müssen dabei die Einhaltung der Grenzwerte gewährleisten.

Darüber hinaus wurden zum Schutz wichtiger Lebensräume nach Einführung der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie der EU europaweit sogenannte „Natura-2000-Gebiete“ ausgewiesen. Vor der Zulassung von Straßenbauvorhaben, welche diese Gebiete beeinflussen können, ist nach Paragraph 33 und 34 des Gesetzes zur Neuregelung des Rechts des Naturschutzes und der Landschaftspflege vom 29. Juli 2009 und der FFH-RL eine Verträglichkeitsprüfung durchzuführen. Diese beinhaltet eine Bewertung aller durch das Vorhaben möglichen Beeinträchtigungen, also bei nährstoffarmen Biotopen auch eine Bewertung zusätzlicher Nährstoffeinträge. Als „Critical Load“ für ein Ökosystem werden dabei Stofffrachten bezeichnet, bei deren Überschreitung langfristig Schädwirkungen auf dieses Ökosystem zu erwarten sind. Zur Ermittlung der Critical Loads für Nährstoffeinträge bestehen mehrere Verfahren, die häufig zu unterschiedlichen Ergebnissen führen. Dadurch können erhebliche Verzögerungen im Planungsprozess auftreten. Große Schwierigkeiten bereitet auch die Umrechnung von Luftschadstoffkonzentrationen auf Stoffeinträge in unterschiedliche Biotope, da die Variabilität durch Bewuchs, Klima-



bedingungen und Böden größer ist als die Wertebereiche der Critical Loads für empfindliche Biotope.

## Projektziel

Direkte Maßnahmen zur Minderung verkehrsbezogener Luftschadstoffe müssen bei deren Entstehung am Fahrzeug angreifen. Die Auswirkungen dieser Maßnahmen zeigen sich allerdings erst langfristig mit einer weitgehenden Veränderung der Fahrzeugflotte. Kurz- und mittelfristig werden daher auch indirekte Maßnahmen erwogen, wie die Umwandlung von  $\text{NO}_2$  durch eine photokatalytische Reaktion mit Titandioxid ( $\text{TiO}_2$ ). Dabei reagiert  $\text{NO}_2$  an  $\text{TiO}_2$  in Verbindung mit UV-Strahlung zu Nitrit-Ionen, die wiederum zu Nitrat oxidieren. Durch die Beschichtung von geeigneten Oberflächen oder die Verwendung von  $\text{TiO}_2$ -versetztem Beton in Bauwerken kann damit der Umgebung  $\text{NO}_2$  entzogen werden.

Unter Laborbedingungen und in Simulationen konnte der Verwendung von  $\text{TiO}_2$  bisher ein hohes Potenzial zur Stickoxidminderung bestätigt werden. Obwohl die Reaktionsweise prinzipiell bekannt ist, stellen sich im Zusammenhang mit einer Anwendung zur Reduzierung der  $\text{NO}_2$ -Immission an verkehrsnahen Standorten jedoch Fragen nach den Auswirkungen der Anwendung von  $\text{TiO}_2$  auf Eigenschaften und Substanz der Bauwerke, die Verkehrssicherheit und die Umwelt. Ebenso ist nach gegenwärtigem Erkenntnisstand nicht zu ermesen, welche  $\text{NO}_2$ -Minderungsraten in der praktischen Umsetzung zu erwarten sind.

Nachdem das oben genannte Potenzial zur Stickoxidminderung aufgezeigt werden konnte [24 bis 30], sollen im Rahmen eines Projektes der BAST derzeit Vorversuche klären, unter welchen Bedingungen ein Einsatz von Nanopartikeln aus Titandioxid zur Reduzierung der Stick-

oxidkonzentrationen an hoch belasteten Verkehrswegen möglich ist. Insbesondere negative Auswirkungen auf die Griffigkeit von Fahrbahnoberflächen, auf die Bau-substanz bei Verwendung an Brücken und Tunneln sowie auf die akustischen Eigen-



*Impedanzrohrmessung, Griffigkeitsuntersuchungen mit dem SRT-Pendel und Untersuchungen mit dem Wehner/Schulze-Verfahren (von oben nach unten)*



schaften von offenporigen Lärmschutzwänden müssen vor einem Einsatz im Feld ausgeschlossen werden.

Aus diesem Grund sollen im Rahmen des Projekts Versuche im Impedanzrohr (akustisches Verhalten von offenporigen Oberflächen), Griffigkeitsuntersuchungen mit dem SRT-Pendel sowie Bewitterungen von Beton-Probekörpern und die daran anschließende chemische Analyse verschiedener Parameter zur Klärung etwaiger Einflüsse auf Bauwerkskörper beitragen. Des Weiteren soll eine numerische Simulation für einen Autobahnabschnitt zum einen mit herkömmlichen Lärmschutzwänden durchgeführt werden und zum anderen mit Lärmschutzwänden, die mit einer photokatalytisch aktiven Suspension behandelt wurden. Darüber hinaus soll der Anfall des Abbauproduktes Nitrat quantifiziert werden.

Zusätzlich hat die BAST das Konzept der Critical Loads aufgegriffen und Ende 2009 einen umfassenden Forschungsauftrag zur Untersuchung und Bewertung von straßenverkehrsbedingten Nährstoffeinträgen in empfindliche Biotope vergeben, um in Zukunft eine rechtssichere Bewertung zu ermöglichen. Es soll untersucht werden, unter welchen Randbedingungen die verschiedenen Verfahren zur Ermittlung der Critical Loads jeweils heranzuziehen sind und ob Verfahren harmonisiert oder weiter entwickelt werden können. Auf der Grundlage der Ergebnisse sollen straßenverkehrsbedingte Nährstoffeinträge präziser ermittelt werden und mögliche Vermeidungs- und Kompensationsmaßnahmen bewertet werden. In diesem Kontext muss auch die Wirkung photokatalytischer Oberflächen betrachtet werden.

### Literatur

[1] BAUM, A., HASSKELO, H., SIEBERTZ, I., WEIDNER, W.: „Luftschadstoffe an BAB 2007“, Berichte der Bundesanstalt für

Straßenwesen, Heft V 172, NW-Verlag, Bremerhaven, 2008.

- [2] BLIEFERT, C.: „Umweltchemie“, WILEY-VCH Verlag GmbH, Weinheim, 3. Auflage, 2002.
- [3] WICHMANN, H.E., HEINRICH, J., PETERS, A.: „Gesundheitliche Wirkungen von Feinstaub“, ecomed verlagsgesellschaft AG & Co. KG, Landsberg, 2002.
- [4] FONK, C.F.: „Das subjektiv-öffentliche Recht auf ordnungsgemäße Luftreinhaltung“, Neue Zeitschrift für Verwaltungsrecht, Heft 2/2009, S. 69-74, 2009.
- [5] SCHEIDLER, A.: „Der Feinstaub vor dem Europäischen Gerichtshof“, Neue Zeitschrift für Verwaltungsrecht, Heft 10/2008, S. 1083-1085, 2008.
- [6] STREPPEL, T.: „Das europarechtlich determinierte Recht auf ordnungsgemäße Luftreinhaltungsplanung – die Entscheidung des EuGH vom 25.7.2008“, Immissionschutz, Heft 1/09, S. 12-15, 2009.
- [7] SCHNEIDER, Ch., NIEDERAU, A., FAFLOK, S., PELZER, M.: „Bewertung von Maßnahmen zur Reinhaltung der Luft und deren schadstoffmindernde Wirkung“, Schlussbericht zum FE-Projekt 02.266/2005/LRB.
- [8] TULLIUS, K.: HEAVEN Information Society Programme IST-1999-11244 Demonstration Berlin, 2002.
- [9] DÜRING, I., MOLDENHAUER, A., LOHMEYER, A.: „Einfluss des Straßenzustandes auf die PM<sub>x</sub>-Belastung an Straßen“, Bericht zum FE-Projekt 02.265/2005/LRB der Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach, 2008.
- [10] HAFNER, W.: „PM<sub>10</sub>-Reduktion im städtischen Bereich durch Verwendung von Calcium-Magnesium-Acetat (CMA) als Feinstaubkleber“, Tagung „Luftqualität an Straßen“, Bergisch Gladbach 5. und 6. März 2008, Tagungsband, S. 63-69, 2008.
- [11] UMWELTBUNDESAMT: „Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen 1990 – 2006“, 2008.

- [12] GILBERT, N.L., GOLDBERG, M.S., BROOK, J.R., JERRETT, M.: „The influence of highway traffic on ambient nitrogen dioxide concentrations beyond the immediate vicinity of highways“, *Atmospheric Environment* 41 (2007), S. 2670 – 2673, 2007.
- [13] FACHGESPRÄCH „Unerwartet geringe Abnahme bzw. Zunahme der NO<sub>2</sub>-Belastung“ im Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Bonn, 15.09.2005.
- [14] BAUM, A.: „Zunahme verkehrsbedingter NO<sub>2</sub>-Belastungen an einem Autobahnstandort – Auswertungen einer langjährigen Datenreihe an einem Autobahnstandort“, Beitrag in „Neue Entwicklungen bei der Messung und Beurteilung der Luftqualität“, VDI-Berichte 2040, Düsseldorf, 2008.
- [15] HOLGATE, S.T. (Ed.), SAMET, J.M. (Ed.), KOREN, H.S. (Ed.), MAYNARD, R.L. (Ed.): „Air Pollution and Health“, Academic Press, London, 1999.
- [16] BAUR, X. und LATZA, U.: „Bewertender Vergleich der aktuellen Empfehlungen zu den Luftqualitätsgrenzwerten NO<sub>2</sub>“, im Auftrag der Forschungsvereinigung Automobiltechnik e.V., 2008.
- [17] WHO: „Health Aspects of Air Pollution with Particulate Matter, Ozone and Nitrogen Dioxide“, Report on a WHO Working Group, Bonn, 2003.
- [18] GRINESKI, S.E., STANISWALIS, J.G., PENG, Y., ATKINSON-PALOMBO, C.: „Children’s asthma hospitalizations and relative risk due to nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>): Effect modification by race, ethnicity, and insurance status“, *Env. Res.* (2009), doi: 10.1016/j.envres.2009.10.012, Elsevier-Verlag, 2009.
- [19] SCHULZE E. - D., VRIES W., HAUHS M., ROSEN K., RASMUSSEN L., TAMM C.-O., NILSSON J: „Critical loads for nitrogen deposition on forest ecosystems“, *Water, Air, & Soil Pollution* 48/3-4, S.451-456, 1989.
- [20] MESANZA J.M., CASADO H.: „Effect of Atmospheric Pollution on Forested Areas of *Pinus radiata* in the Basque Country (Spain): Influence of highways“, *The Science of the Total Environment* 146/147, S. 125-130, Elsevier Amsterdam, 1994.
- [21] SPENCER H.J., PORT G.R.: „Effects of Roadside Conditions on Plants and Insects. II. Soil Conditions“, *Journal of Applied Ecology* 25, S. 709-715, 1988.
- [22] BREITENSTEIN A., MAYER Th., RAHKENS K., STRAUB H.P., VON DER TRENK K., UMLAUFF-ZIMMERMANN R.: „Wirkungen von Emissionen des Kfz-Verkehrs auf Pflanzen und die Umwelt – Literaturstudie“, 201 S. Bericht der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe, 1999.
- [23] NAGEL H.D., BECKER R., EITNER H., HÜBENER P., KUNZE F., SCHLUTOW A., SCHÜTZE G., WEIGELT-KIRCHNER R.: „Critical Loads für Säure und eutrophierenden Stickstoff“, 172 S. Forschungsbericht im Auftrag des UBA und des BMU, 2004.
- [24] BARMPPAS, PH., MOUSSIOPOULOS, N., VLAHOCOSTAS, C.: „De-pollution tool & integrated economic assessment“, Work package 7 PICADA Project, 2006.
- [25] LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: „Überprüfung der katalytischen Wirksamkeit von speziellen Wandfarben der Fa. Sto zur Reduktion von Stickoxiden“, LUBW-Bericht Nr. 143-06/06, 2006.
- [26] LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: „Überprüfung der photokatalytischen Wirksamkeit von speziellen Dispersionsfarben der Fa. Sto AG zur Reduktion von Stickoxiden“, LUBW-Bericht Nr. 143-05/07, 2007.
- [27] BEELDENS, A.: „An environmental friendly solution for air purification and self-cleaning effect: the application of TiO<sub>2</sub> as photocatalyst in concrete“, aus: [www.brrc.de](http://www.brrc.de), 2010.
- [28] BOLTE, G.: „Innovative building materials – Reduction of air pollutants with TioCem®“, BFT 01/2009, S.4-13, 2009.
- [29] HÜSKEN, G., HUNGER, M, BROUWERS, J.: „Comparative study on air-purifying concrete products“, BFT

INTERNATIONAL Betonwerk + Fertigteil-  
Technik, Heft 04/2008, S. 12-18, 2008.

[30]HÜSKEN, G., HUNGER, M, BROU-  
WERS, J.: „Photocatalysis applied to

concrete products – Part 2: Influencing  
factors and products performance“,  
ZKG International Zement Kalk Gips,  
Heft 10/2008, S. 76-84, 2008.



**Anja Baum**

Jahrgang 1970

Geophysikerin

Seit 2003 in der BAST

Stellvertretende Leiterin des Referates „Umweltschutz“, zuständig für Luftqualität an  
Straßen

Leitung des FGSV-Arbeitskreises „Luftverunreinigungen“



**Britta van Dornick**

Jahrgang 1972

Geographin

Seit 2008 in der BAST

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



**Dr. Birgit Kocher**

Jahrgang 1965

Geoökologin

Seit 2001 in der BAST

Im Referat „Umweltschutz“ zuständig für den Schutz von Boden und Wasser vor den  
Auswirkungen von Straßenbau und Straßenverkehr

Leitung des FGSV-Arbeitskreises „Probenahmestrategie und Analytik im Straßenbau“  
2008/2009 Vertretung der Professur für Organische Chemie und Umweltchemie an der  
Universität Koblenz-Landau, seit 2010 Lehrauftrag an der Universität Koblenz-Landau  
im Bereich Umweltchemie



**Bertil Surkus**

Jahrgang 1971

Geograph

Seit 2008 in der BAST

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

## Leiser Straßenverkehr 2

Eine moderne Verkehrsinfrastruktur ist die Voraussetzung für Mobilität und wirtschaftlichen Wachstum. Um in Zeiten der Globalisierung den Wirtschaftsstandort Deutschland zu sichern und auszubauen, gilt es, flexibel auf die sich rasant ändernden Rahmenbedingungen zu reagieren. Verkehr erzeugt jedoch Lärm, den die Bevölkerung mit steigender Sensibilität wahrnimmt. Leistung, Produktivität und Lebensqualität sind durch Lärm stark beeinträchtigt. Etwa 60 Prozent der Bevölkerung in Deutschland fühlen sich durch den Straßenverkehrslärm belästigt. Die Auswirkungen des Lärms von der Beeinträchtigung der Konzentration und Kommunikation bis hin zur möglichen Schädigung der Gesundheit sind durch umfassende Studien des Umweltbundesamtes belegt.

Im Dezember 2009 wurde nach vier Jahren Forschungsarbeit das durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMW) geförderte Forschungsprojekt Leiser Straßenverkehr 2 erfolgreich abgeschlossen. Insgesamt elf Partner aus Industrie und Forschung haben gemeinsam Lösungen erarbeitet, wie der Straßenverkehrslärm dauerhaft reduziert werden kann. Die Projektkosten wurden auf etwa 4,5 Millionen Euro veranschlagt und werden jeweils zu 50 Prozent

vom BMWi und den Forschungspartnern getragen. Der Bau der Erprobungsstrecken wird aus Baumitteln finanziert. Auf diese Weise unterstützt das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung das Projekt Leiser Straßenverkehr 2.

### Lkw-Reifen

Einen Schwerpunkt des Projektes stellte die Entwicklung eines leiseren Lkw-Reifens für die Antriebsachse dar. In Zusammenarbeit mit dem Projektpartner Continental AG wurden verschiedene Reifenprofile entworfen und in umfangreichen Untersuchungsprogrammen hinsichtlich ihrer akustischen Eigenschaften geprüft. Da ein Reifenprofil für zahlreiche sicherheitsrelevante Eigenschaften verantwortlich ist, musste sichergestellt werden, dass die Anforderungen hinsichtlich der Gebrauchseigenschaften ebenso erfüllt werden: Bremsleistung, Traktionsvermögen auf nasser und glatter Fahrbahn etc. Unter Berücksichtigung aller Kriterien konnte im Frühjahr 2009 ein geräuschreduzierter Lkw-Reifen auf dem Markt eingeführt werden, der gegenüber dem Vorgängerprodukt um zirka 3,5 dB(A) leiser ist. Die Firma Continental AG plant, dieses neue leisere Reifenprofil auf andere Reifendimensionen zu übertragen.



*Entwicklung eines leiseren Antriebsachsenreifens durch die Firma Continental AG (Foto: Continental AG)*

Darüber hinaus wurde von den Universitäten Hamburg-Harburg, Hannover und der Firma Continental AG ein Berechnungsmodell zur detaillierten Simulation eines rollenden Reifens auf einer Fahrbahn und die Ermittlung der daraus resultierenden Reifenschwingungen mit damit verbundenen Geräuschen entwickelt. Erstmals steht ein derartiges Instrument für die Reifenoptimierung zur Verfügung. Es wird derzeit von der Firma Continental AG sowohl für die akustische Optimierung von Reifen als auch für die Untersuchungen anderer Reifeneigenschaften – beispielsweise Abrieb - verwendet. Um eine wirtschaftliche Nutzung zu gewährleisten, soll in weiterführenden Projekten dieses Modell hinsichtlich der erforderlichen Rechenzeiten optimiert werden.

### Offenporiger Asphalt

Die weitere Schallreduzierung wurde im Projekt Leiser Straßenverkehr 2 angestrebt, indem die akustische Lebensdauer von offenporigen Asphalten durch Vermeidung der Verschmutzung verlängert wird. Um dies zu erreichen, wurde ein modifiziertes Bitumen entwickelt, mit dem die Schmutzanhaftung an den Hohlraumwänden offenporiger Asphalte minimiert

werden kann. Im Rahmen der Erprobung auf der Bundesautobahn A 24 bei Berlin wird derzeit geprüft, wie sich dieser modifizierte offenporige Asphalt in der Straßenbaupraxis bewährt.

Darüber hinaus wurden von der Firma Müller BBM Resonatoren entwickelt, die in die offenporige Deckschicht integriert werden und aufgrund ihrer speziellen Frequenzabstimmung ein breiteres Frequenzband zur Schallreduzierung abdecken sollen.

### Resonatoren

Ergebnisse umfangreicher Untersuchungen im akustischen Labor der Firma Müller-BBM zeigten eine Wirksamkeit der Resonatorelemente mit Absorptionsmaxima im Frequenzbereich von 800 bis 1.000 Hertz. Somit können sie das Absorptionsminimum von zweilagigen offenporigen Asphalten ab 630 Hertz ausgleichen. Auf Grundlage der labor-technischen Untersuchungen wurde eine zusätzliche lärmreduzierende Wirkung des Gesamtsystems durch die Integration der Resonatorkörper von bis zu drei dB(A) prognostiziert.

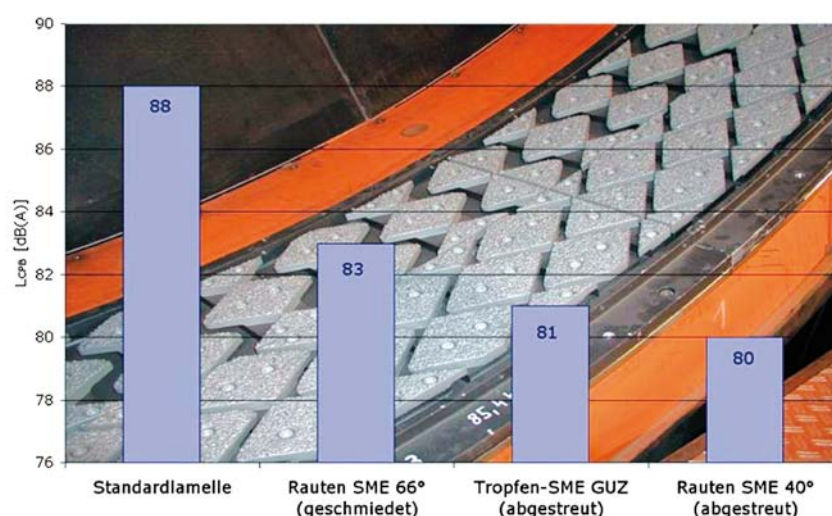
Im Juli 2009 erfolgte in einem Testabschnitt auf der Erprobungsstrecke A 24 die



*Einbau von Resonatoren auf der A 24 zur akustischen Optimierung offenporiger Asphalte*

bautechnische Umsetzung der Ergebnisse in die Praxis. Der Einbau der Resonatoren erfolgte ohne größere Schwierigkeiten.

Nach der Verkehrsfreigabe des gesamten Streckenabschnittes im April 2010 hat die BAST umfangreiche Lärmmessungen durchgeführt. Insgesamt wurde auf der A 24 eine Lärmreduzierung von etwa neun dB(A) gegenüber dem Referenzpegel gemäß RLS 90 (Richtlinien für Lärmschutz an Straßen) erreicht. Die im Labor nachgewiesene Wirksamkeit der Resonatorelemente konnte vor Ort jedoch messtechnisch nicht bestätigt werden. Anhand von Lärmmessungen mit dem CPX-Anhänger wurde eine zusätzliche Lärminderung durch Integration der Resonatoren um zirka ein dB(A) im Vergleich zum herkömmlichen zweilagigen offenporigen Asphalt ermittelt. Dies lag deutlich unter den Erwartungen. Weiterführende Untersuchungen an Probekörpern aus der Erprobungsstrecke im akustischen Labor der BAST zeigten eine deutliche Abhängigkeit der Wirksamkeit der Resonatoren vom Hohlraumgehalt des verwendeten Asphaltmischgutes. Im Gegensatz zu den Laborversuchen kam auf der A 24 ein offenporiger Asphalt mit einem sehr hohen Hohlraumgehalt von 30 Volumen-Prozent zum Einsatz. In der Regel werden beim Bau von offenporigen Deckschichten Hohlraumgehalte zwischen 22 und 24 Volumen-Prozent erzielt. Absorptionsmessungen im Kundtschen Rohr zeigten in Abhängigkeit vom Mischgut beziehungsweise Hohlraumgehalt des Probekörpers eine deutliche Frequenzverschiebung des Absorptionsmaximums. Auf Grundlage dieser Erkenntnisse sollte jetzt die akustische Anpassung der Resonatoren zur Optimierung des Schallabsorptionsverhaltens von offenporigen Deckschichten verfolgt werden, um die gewünschte Lärminderung in der Praxis erzielen zu können.



### Fahrbahnübergänge

Ein weiterer Schwerpunkt im Projekt Leiser Straßenverkehr 2 war die akustische Optimierung von Lamellen-Fahrbahnübergängen für lange Brücken (> 300 m). Sehr umfangreiche Untersuchungen wurden dabei im Prüfstand Fahrzeug/Fahrbahn der BAST durchgeführt. Die akustische Vermessung verschiedener Rautenelemente für Fahrbahnübergänge im Labor hat gezeigt, dass eine Lärmreduzierung zwischen fünf und acht dB(A) durch den Einsatz lärmarmen Oberflächen erreicht werden kann.

Im Juli 2009 wurden die neuen lärmarmen Oberflächen auf einem Fahrbahnübergang auf der A 10 bei Phoeben/Havelbrücke eingebaut. Für die Prüfung der akustischen Eigenschaften wurden durch die BAST Messungen der Statistischen Vorbeifahrt durchgeführt. Die ermittelten Pegel für Pkw (bei 120 km/h) zeigten im Vergleich zum Lamellen-Fahrbahnübergang ohne Rautenelemente eine lärmreduzierende Wirkung von etwa fünf dB(A). Die ermittelten Pegel für Lkw (bei 80 km/h) zeigten eine Lärminderung durch den Einsatz der Rauten um zirka sieben dB(A) im Vergleich zum Lamellen-Fahrbahnübergang ohne Rauten.

*Akustische Messung verschiedener Rautenelemente im Vergleich zur Standardlamelle (v=80 km/h) im Prüfstand Fahrzeug/Fahrbahn der BAST*

*Erprobung eines Fahr-  
bahnüberganges mit  
Rautenelementen zur  
Lärminderung auf der  
A 10*



### **Ergebnisse und Ausblick**

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass es in den letzten Jahren im Rahmen nationaler und internationaler Forschungsarbeiten gelungen ist, die Wirkmechanismen der Lärmentstehung detailliert zu beschreiben und Anforderungen für eine dauerhafte Lärmreduzierung zu formulieren. In der Straßenbautechnik wurden auf

Grundlage von Erkenntnissen aus den Forschungsprojekten Leiser Straßenverkehr Regelbauweisen lärmtechnisch optimiert und neue leisere Fahrbahnbeläge entwickelt. Es wurden Simulationswerkzeuge entwickelt, mit denen Geräuschprognosen verschiedener Fahrbahntexturen und Reifen erstellt werden können. Die Forschungsergebnisse zeigen aber auch, dass weitere Entwicklungspotenziale zur Schallreduktion vorhanden sind. Ein zentrales Ziel weiterführender Forschungskonzepte wird es sein, neuartige lärmarme Fahrbahnbeläge zu entwickeln und technische Lösungen für die Anwendung in der Straßenbaupraxis zu finden. Darüber hinaus sollen die Simulationsmodelle erweitert und optimiert werden, damit ein Werkzeug zur Verfügung steht, mit dem unter Berücksichtigung verschiedener Einflüsse aus Reifen und Fahrbahn Geräuschprognosen schnell und zuverlässig möglich sind.

### **Partner im Verbundprojekt „Leiser Straßenverkehr 2“**

Continental AG, Hannover

Müller BBM, Planegg

Maurer und Söhne GmbH & Co, München

RW Sollinger Hütte GmbH, Uslar

Technische Universität Hamburg-Harburg, Institut für Modellierung und Berechnung

Leibniz Universität Hannover, Institut für Baumechanik und Numerische Mechanik

Technische Hochschule Karlsruhe, Institut für Fahrzeugtechnik

Universität Stuttgart, Lehrstuhl für Straßenplanung und Straßenbau

Technische Universität München, Fachgebiet Hydromechanik

Bundesanstalt für Materialprüfung, Berlin

Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach



#### **Dr. Ulrike Stöckert**

Jahrgang 1971

Bauingenieurin

Seit 2003 in der BAST

Stellvertretende Leiterin des Referats „Betonbauweisen, Lärm mindernde Texturen“, zuständig für das Projektmanagement des BMWi-Projektes

„Leiser Straßenverkehr 2“



## Leise Straßenbeläge innerorts

Straßenverkehrslärm wird von etwa 60 Prozent der Bevölkerung als Belästigung empfunden. Zahlreiche Studien belegen zudem die negativen gesundheitlichen Wirkungen von Lärm. In diesem Zusammenhang werden drei Lärmquellen unterschieden: Motorenlärm, Rollgeräusche und bei hohen Fahrgeschwindigkeiten zusätzliche Windgeräusche. Die von zu hohem Straßenverkehrslärm betroffenen Bereiche liegen überwiegend innerorts, also in dicht bewohnten Gebieten. Die dort vorherrschende Fahrgeschwindigkeit beträgt 50 km/h. Für diese Geschwindigkeit dominiert beim Pkw das Rollgeräusch der Reifen auf der Fahrbahn, während es für Lkw eine Mischung aus Motoren- und Rollgeräusch ist. Beim Rollgeräusch gibt es wiederum mehrere physikalische Entstehungsmechanismen. So prägen sich beim Abrollvorgang des Reifens auf der Fahrbahn die kleinen Spitzen und Unebenheiten in die Lauffläche des Reifens ein und regen diesen zu Vibrationen an. Diese werden als Schall abgestrahlt und haben typische Frequenzen von etwa bis zu einem Kilohertz. Im Projekt „Leiser Straßenverkehr 2“ konnten Simulationsrechnungen diese Vibrationen eindrucksvoll nachbilden.

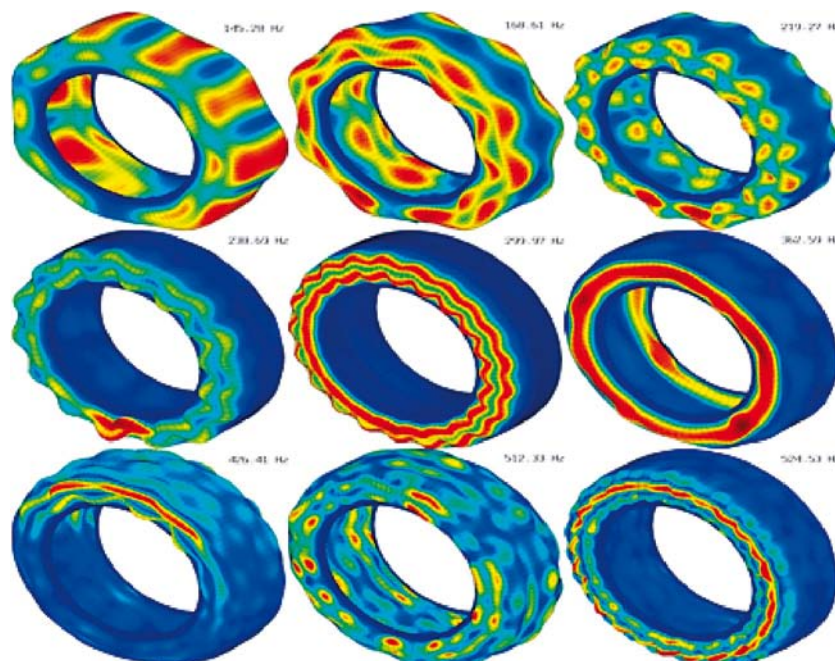
Ein weiterer Geräuschmechanismus wird als Air Pumping bezeichnet. Beim Abrollen des Reifens auf der Fahrbahn wird im Reifenprofil und in den kleinen Unebenheiten zwischen Reifenlauffläche und Fahrbahn Luft eingeschlossen und komprimiert. Werden diese kleinen Luftpakete dann wieder freigegeben, entstehen Zischlaute mit typischen Frequenzen von größer einem Kilohertz. Beide Entstehungsmechanismen, also Schwingungsanregung und Air Pumping Geräusche, können durch die Gestaltung der Straßenoberfläche beeinflusst werden. Die Straßenbautechnik kann

somit einen Beitrag zur Lärminderung leisten.

### Neue Straßenbeläge

In Deutschland, aber auch in den Nachbarländern, werden seit einiger Zeit neue Straßenbeläge zur Minderung der Rollgeräusche entworfen und erprobt. Zur Bewertung der akustischen Eigenschaften bei Fahrgeschwindigkeiten von 50 km/h hat die BASt 2009 ein Forschungsprogramm gestartet. Darin enthalten sind nicht nur zwei Neuentwicklungen, sondern zum Vergleich auch ältere, seit längerer Zeit eingesetzte Straßenbeläge. Das umfangreiche Messprogramm umfasst akustische Messungen nach der Methode der statistischen Vorbeifahrt (SPB) und mit dem Messanhänger im Nahfeld (CPX). An entnommenen Bohrkernen wird mit dem Kundt'schen Rohr die Schallabsorption der Straßenoberflächen bestimmt. Mit dem hochauflösenden dreidimensionalen Texturmessgerät T3M und mit dem Texturmessfahrzeug TMF werden Texturdaten erhoben, die durch die sogenannte

*Reifenvibrationen mit unterschiedlichen Frequenzen von 145 Hertz (links oben) bis 525 Hertz (rechts unten)*





BAST-CPX-Anhänger mit  
Zugfahrzeug

Sandfleckmethode ergänzt werden. Der Reibungsbeiwert wird mit dem Pendelgerät SRT bestimmt.

Eine der Neuentwicklungen ist das von der Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl Prof. Radenberg, entwickelte Konzept „Lärmoptimierte Asphaltdeckschicht (LOA)“. Hier wird eine Sieblinienoptimierung durch Bestimmung eines geeigneten Verhältnisses von feinen und groben Gesteinskörnungen (etwa 35/65 Prozent) mit optimaler Lagerungsdichte durchgeführt. Dieses mit einem Größtkorn von fünf Millimetern recht feine Asphaltmischgut bildet nach dem Einbau eine akustisch günstige „Plateau-Struktur“ aus, die Airpumping-Geräusche stark reduziert und nur wenig Reifenschwingungen entstehen lässt. Erste Strecken wurden 2007 in Düsseldorf ausgeführt, zwischenzeitlich aber auch in anderen Städten Deutschlands. Die Lärmmessungen zeigen insgesamt gute Ergebnisse. Es ergibt sich ein Minderungspotenzial gegenüber herkömmlichem Splittmastixasphalt (SMA) von rund drei dB(A). Bei einer kürzlich realisierten Baumaßnahme wurde dem LOA 5 D Gummigranulat beigemischt. Messungen liegen noch nicht vor. Mit dieser Modifika-

tion könnte der Belag sogar noch leiser geworden sein.

Eine zweite Neuentwicklung wird mit dem Arbeitstitel „Porous Mastic Asphalt (PMA)“ bezeichnet. Sie wurde vom Landesbetrieb Straßen Nordrhein-Westfalen entwickelt. Dabei handelt es sich um einen Gussasphalt mit offenporiger Struktur. Gussasphalt ist eine langjährig bewährte Deckschicht auf Autobahnen, wird aber auch als Brückenbelag oder als Estrich im Hochbau eingesetzt. Herkömmlicher Gussasphalt muss, um eine hohe Griffigkeit und damit Befahrbarkeit sicherzustellen, in einem eigenen Arbeitsgang mit Gesteinskörnungen abgestreut werden. Ein Vorgang, der neben den Kosten auch für die Entstehung von Reifen/Fahrbahn-Geräuschen ungünstig sein kann. Die Neuentwicklung PMA versucht nun durch Änderung der Zusammensetzung direkt beim Einbau eine Oberfläche entstehen zu lassen, die sowohl griffig als auch leise ist und nicht abgestreut werden muss. Die entstehende Oberfläche ist SMA-ähnlich, fast offenporig, Darunter befindet sich Gussasphalt mit seinen perfekt abdichtenden Eigenschaften. Der Einbau erfolgt mit herkömmlichem Einbaugerät, also Muldenkippern, Straßenfertiger und leichten Walzen. Bislang wurde PMA in Nordrhein-Westfalen, aber auch in Brandenburg auf der A 24 bei Neuruppin eingebaut. Die Geräuschmessungen zeigen Verbesserungen gegenüber SMA von zwei bis drei dB(A). Neben den beiden Neuentwicklungen werden auch Standardbauweisen untersucht. Sie haben erfreuliche Resultate gezeigt. So konnte für herkömmlichen Asphaltbeton innerorts eine Lärmreduzierung gegenüber SMA 0/8 von durchschnittlich ebenfalls drei dB ermittelt werden. Die verbreitete Asphaltdeckschicht SMA wird schon seit 2005 einer lärmtechnischen Optimierung unterzogen und wird als

SMA LA bezeichnet. Gegenüber der Standardvariante ist sie etwa zwei dB(A) leiser. Das Forschungsprogramm hat auch zum Ziel, die für die Lärmreduzierung verantwortlichen Zusammenhänge besser zu verstehen. Die Daten aus den Messungen mit dem Texturmessfahrzeug TMF konnten bisher noch nicht vollständig genutzt werden. Aus einer Korrelation dieser Daten mit den akustischen Daten aus den CPX Messungen erhofft man sich, weitere Einblicke in die Zusammenhänge zwischen Lärmentstehung und Textureigenschaften von Fahrbahnoberflächen zu gewinnen.

## Ergebnisse

Die ersten Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt leise Straßen innerorts zeigen, dass durch gezielte Auslegung der Straßenoberfläche die Rollgeräusche von Fahrzeugen gegenüber herkömmlichen Bauweisen reduziert werden können und die Straßenbautechnik damit einen substanziellen Beitrag zur Reduzierung des



*Oberfläche eines PMA-Bohrkerns, Durchmesser 150 Millimeter*

Straßenverkehrslärms leistet. Ein wichtiger Teil künftiger Arbeiten wird es sein, diese Erkenntnisse über neue Straßenbauweisen schnell in das Regelwerk einfließen zu lassen, sodass bei Straßenbaumaßnahmen der Reduzierung des Straßenverkehrslärms noch besser entsprochen werden kann.

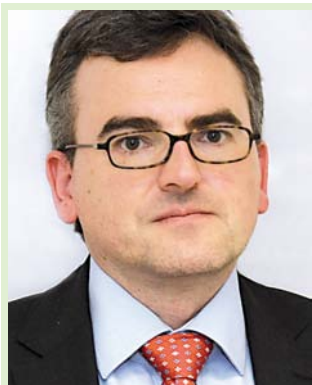


### **Dr. Arne Lorenzen**

Jahrgang 1955

Physiker

Von 2006 bis Juli 2010 in der BAST im Referat „Umweltschutz“ zuständig für die Projektkoordinierung im Verbundprojekt „Leiser Straßenverkehr 2“



### **Oliver Ripke**

Jahrgang 1967

Bauingenieur

Seit 1997 in der BAST

Stellvertretender Leiter des Referats „Asphaltbauweisen“, zuständig für lärmindernde Asphalte und Erhaltungsbauweisen

## Grüne Welle für die Umwelt

### Neue Richtlinien RiLSA

In der Fachsprache werden sie als Lichtsignal- oder Lichtzeichenanlagen bezeichnet, umgangssprachlich heißen sie Ampeln. Sie dienen in erster Linie der Sicherheit der Verkehrsteilnehmer, aber auch der Gewährleistung des Verkehrsflusses. Lichtsignalsteuerungen sind ein wichtiges Instrument im Rahmen übergeordneter Verkehrskonzepte, bei denen auch Maßnahmen zur Beschleunigung des öffentlichen Verkehrs, zur sicheren Führung des Fußgänger- und Radverkehrs und zur Bündelung der Kraftfahrzeugströme auf bestimmten Routen ineinander greifen. Als dynamisches Element ist die Lichtsignalsteuerung ein wichtiger Bestandteil des Verkehrsmanagements. Die Grundlage für die Planung, Einrichtung und Betrieb von Lichtsignalanlagen sind in den „Richtlinien für Lichtsignalanlagen“, kurz RiLSA, festgehalten. Die Richtlinien enthalten grundlegende verkehrstechnische Bestimmungen und Empfehlungen für die Einrichtung und für den Betrieb von Lichtsignalanlagen und stellen den zum Zeitpunkt der Veröffentlichung gültigen Stand der Technik dar.

### Überarbeitung der RiLSA

Die ersten Richtlinien dieser Art entstanden 1964 und wurden immer wieder den aktuellen technischen Entwicklungen angepasst. Die bislang gültigen RiLSA stammten aus dem Jahr 1992 und wurden durch eine Teilfortschreibung im Jahr 2003 ergänzt. Im Mai 2010 wurden die RiLSA und ihre Teilfortschreibung durch die neuen RiLSA ersetzt. Sie entstanden in einem Arbeitskreis der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) in Zusammenarbeit von rund 20 Mitarbeitern aus Universitäten, der BAST, dem BMVBS,

aus verschiedenen Städten und Ingenieurbüros sowie der Industrie.

Parallel zur Überarbeitung der RiLSA wurde vom Arbeitskreis auch eine Beispielsammlung zusammengestellt, die anhand zahlreicher Beispiele aus der Praxis einen Überblick gibt, wie die Bestimmungen und Empfehlungen der RiLSA umgesetzt und angewendet werden können.

Die RiLSA behandeln folgende Bereiche:

- Entwurf des Signalprogramms,
- Wechselwirkungen mit dem Straßentwurf,
- Steuerungsverfahren,
- Sonderformen der Signalisierung,
- Technische Ausführung,
- Technische Abnahme und Betrieb sowie
- Qualitätsmanagement.

Die Neufassung wurde erforderlich, da es Weiterentwicklungen sowohl in der „Hardware“ (Anzeigetechnik, beispielsweise LED) als auch in der „Software“ (Steuerungsverfahren) gab.

Die neuen Richtlinien erhielten eine verbesserte Struktur. Die vielen Anhänge der vorigen Version entfielen, die Inhalte wurden in die entsprechenden Kapitel der Richtlinien integriert. Die Grundstruktur des Aufbaus sowie die Sicherheitsphilosophie der Richtlinien, die sich zum Beispiel in der Berechnung der Zwischenzeiten niederschlägt, blieben erhalten. Die Richtlinien schreiben in den Grundsätzen zwar eine hohe Verbindlichkeit vor, sie enthalten aber auch zu einer Reihe von Fragen Empfehlungen und Vorschläge und lassen somit dem Planer einen Rahmen für eigenständiges ingenieurmäßiges Handeln. Neueste Forschungserkenntnisse, die zum größten Teil im Auftrag der BAST erarbeitet wurden, wurden integriert. So fanden zum Beispiel die Erkenntnisse zu nicht vollständig

signalisierten Knotenpunkten, zur Zuflussregelung, zum Qualitätsmanagement und neueste Entwicklungen der modellbasierten Steuerungsverfahren Eingang in die Richtlinien.

### Internationale Bedeutung

Die RiLSA sind schon lange zum unverzichtbaren Instrumentarium der Lichtsignalsteuerung in Deutschland geworden, darüber hinaus finden sie neuerdings auch internationale Anerkennung. Es liegen Übersetzungen der RiLSA ins Englische, Chinesische und Vietnamesische vor.



Auf der Deutsch-Russischen Verkehrssicherheitskonferenz, die im Juni 2010 in Irkutsk mit Teilnehmern aus Universitäten, Verbänden, Vereinen, dem russischen Innenministerium und der BAST stattfand, wurde unter anderem über Lichtsignalanlagen und die neuen RiLSA berichtet. Ein Ergebnis der Konferenz war, dass gemeinsam Konzepte zur Verbesserung der Verkehrssicherheit erarbeitet werden sollen, wobei auch die deutschen RiLSA eine wichtige Rolle einnehmen werden.

### **Verkehrsmanagement mit Lichtsignalanlagen**

Die Ziele der Signalanlagen sind die Sicherheit aller Verkehrsteilnehmer zu erhöhen sowie einen guten Verkehrsfluss zu ermöglichen. Doch in den Städten kommt es an signalisierten Kreuzungen zu häufigen Halten, langen Wartezeiten und zähflüssigem Verkehr. Das ist oftmals verbunden mit längeren Reisezeiten, einem erhöhten Energieverbrauch und Umweltbeeinträchtigungen (Lärm, Abgase etc.).

### **Grüne Welle**

Jeder Autofahrer wünscht sich an der nächsten Ampel bei Grün anzukommen - die sogenannte „Grüne Welle“. Sorgfältig geplante Grüne Wellen sorgen für einen guten Verkehrsfluss, reduzieren unnötige Brems- und Beschleunigungsmanöver und tragen dadurch nachweislich dazu bei, dass weniger Luftschadstoffe ausgestoßen werden.

Im komplexen Netz der Stadtstraßen wollen Autofahrer, Radfahrer, Fußgänger, Busse und Straßenbahnen vorankommen. Bei der Koordinierung der Ampeln gilt es deshalb, viele Wünsche und Faktoren zu berücksichtigen. So ist selbst eine gut geplante Grüne Welle oft nur ein Kompromiss, denn sie kann nicht auf sich ändernde Verkehrsverhältnisse, wie dem Ende eines Fußballspiels oder einer an-

deren Großveranstaltung, reagieren. Eine Bus- oder Straßenbahnbevorrechtigung unterbricht die Grüne Welle und auch Fußgängerampeln können die Grüne Welle zum Erliegen bringen. Eine komplette Grüne Welle in beiden Fahrrichtungen kann nur geschaltet werden, wenn alle Ampeln im Idealabstand voneinander entfernt liegen. Das ist in vielen historisch gewachsenen städtischen Straßennetzen nicht der Fall. Im Lauf des Tages ändert das Verkehrsaufkommen seine Richtung. Deshalb werden häufig die Grünen Wellen für die Straßenzüge entsprechend der Tageszeit verändert. Wer morgens Richtung Innenstadt unterwegs ist hat häufiger Grün als der, der stadtauswärts fährt - nachmittags ist es umgekehrt.

### **Verkehrsabhängige Steuerung - lokal**

Bei der verkehrsabhängigen Steuerung werden die einzelnen Verkehrsströme an einer Kreuzung je nach Bedarf bedient. Es wird durch Einsatz von Verkehrsdetektoren eine Umlaufzeit ermittelt, in der alle Verkehrsströme ausreichend lange Grün bekommen. Dadurch kann auf verschiedene Verkehrsbelastungen (wie Berufs-, Tages- und Nachtverkehr) reagiert werden. Die verkehrsabhängige Steuerung kann auch verwendet werden, um bestimmten Verkehrsteilnehmern wie dem öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) Prioritäten zuzuteilen. Verkehrsabhängige lokale Steuerungsverfahren für Ampeln sind in Deutschland weit verbreitet.

### **Intelligente Steuerungsverfahren - adaptive Steuerung**

Eine Weiterentwicklung der verkehrsabhängigen Steuerungsverfahren ist die verkehrsadaptive Steuerung. Ausgehend von der aktuellen Verkehrssituation im Netz und vorausblickend durch Kurzzeitprognosen und der eingesetzten adaptiven

Netzsteuerung werden die Wartezeiten und die Auslastungsgrade aller Ampeln im Netzzusammenhang berechnet und permanent online optimiert. Durch die laufende Neuberechnung der Grünzeitverteilungen der Ampeln im Netz kann flexibel auf wechselnde Verkehrsmengen reagiert werden, ohne die Möglichkeiten der lokalen Steuerung einzuschränken.

Diese intelligenten Netzsteuerungsverfahren wie MOTION und BALANCE sind bis jetzt in Deutschland trotz erfolgreicher Pilotinstallationen noch nicht weit verbreitet und kommen derzeit nur in wenigen Teilnetzen zum Einsatz. Ein Hemmnis für eine breite Umsetzung der Verfahren sind unzureichende Kenntnisse über die erzielbaren verkehrlichen und umweltbezogenen Wirkungen der Netzsteuerungen.

Zur Klärung dieser Frage diente das Forschungsprojekt AMONES, das vom BMVBS finanziert wurde. Darin wurde unter anderem untersucht, welche verkehrlichen Vorteile eine intelligente Steuerung gegenüber der herkömmlichen bringt und welche umweltbezogenen Wirkungen erreichbar sind. Feldversuche, die in mehreren Städten durchgeführt wurden, haben gezeigt, dass die adaptiven Steuerungsverfahren die Wartezeiten und die Anzahl der Halte im gesamten beeinflussten Streckennetz reduzieren können. Das senkt den Kraftstoffverbrauch und vermindert so den Ausstoß von Luftschadstoffen.

Die BAST betreut ein weiteres Forschungsprojekt, bei dem die Einflussmöglichkeiten verkehrsadaptiver Netzsteuerungen auf die Emissions- und Immissionsbelastung städtischer Straßennetze untersucht werden. Dabei zeigt sich als Problem bei der Bewertung der adaptiven Steuerungen, dass sie als „Black Box“ vom Hersteller geliefert und installiert werden. Eine vollständige Information über die Funktionsweise ist nicht zugänglich. Auch für die Bewertung der Wirkung einer adaptiven Steuerung gibt es kein standardisiertes Verfahren. Es ist vor allem völlig offen, wie die Wirkungen auf die Umwelt erfasst und bewertet werden können. Zur Beantwortung der gestellten Fragen werden Rechenergebnisse mit empirischen Befunden verglichen.

Eins ist schon heute sicher: Die neuen Technologien können bei guter Planung und regelmäßiger Pflege der Programme einen hohen Nutzen bewirken. Eine Strategie, die die Wartezeiten, Standzeiten und Anzahl der Halte der Kraftfahrzeuge unter Berücksichtigung der verschiedenen Randbedingungen möglichst niedrig werden lässt und dadurch den Kraftstoffverbrauch minimiert, ist in jedem Fall auch günstig für die Emissionen.



**Dr. Birgit Hartz**

Bauingenieurin

Seit 1993 in der BAST

Im Referat „Verkehrsbeeinflussung, Straßenbetriebsdienst“ zuständig für Verkehrsbeeinflussung innerorts, umweltsensitive Verkehrsbeeinflussungsanlagen, Lichtsignalanlagen



*Michael Rohloff, Leiter der Abteilung Straßenverkehrstechnik*

## **Straßen - sicher und gut ausgestattet**

Deutschland verfügt über ein Netz moderner und sicherer Straßen. Die Verwirklichung von individuellen und wirtschaftlichen Zielen erfordert ein hohes Maß an Mobilität. Die Sicherheit der Verkehrsteilnehmer steht dabei stets im Mittelpunkt. In der BAST werden Verfahren entwickelt, um bereits in der Planungsphase sicherheitsrelevante Fehler zu vermeiden und im Straßennetz unfallauffällige Bereiche zu identifizieren. Auch die Ausstattung der Straße mit modernen Verkehrsbeeinflussungsanlagen und Schutzeinrichtungen, ökonomischen Beleuchtungs- und Signalanlagen sowie dauerhaften, gut sichtbaren Fahrbahnmarkierungen ist Schwerpunkt der Forschungsarbeit der BAST. In Arbeitsstellen sind gut erkennbare Warn- und Leiteinrichtungen wichtige Voraussetzung für einen sicheren und störungsarmen Verkehr. Ein effektiver und ökologischer Winterdienst sorgt für die Sicherheit und den Verkehrsfluss in der kalten Jahreszeit. In mehreren internationalen Projekten steht die zivile Sicherheit der gesamten Straßeninfrastruktur im Blickpunkt.



## Sicherheitspotenzialkarten für Bundesstraßen

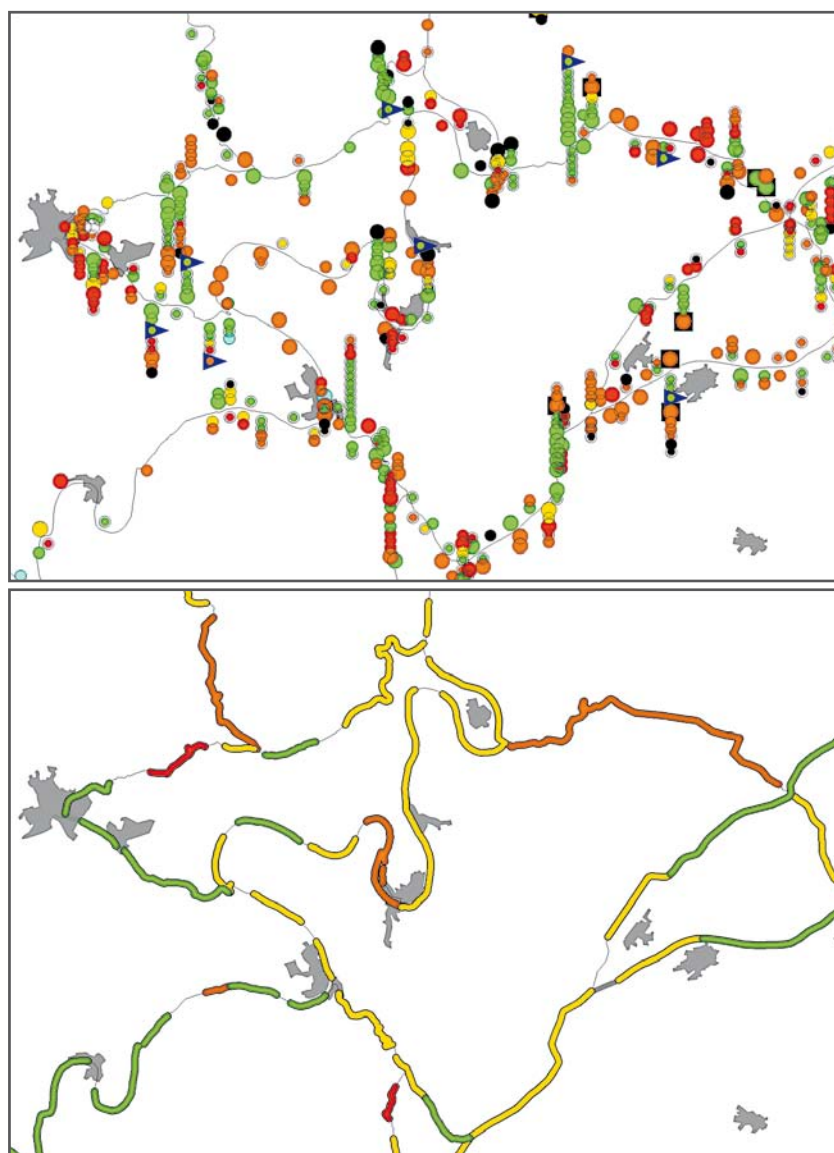
In Deutschland werden jährlich über 300.000 Unfälle mit Personenschaden und weitere knapp zwei Millionen Unfälle mit Sachschaden von der Polizei registriert. Maßnahmen zur Unfallprävention sowie zur Verringerung der Unfallfolgen werden auf unterschiedlichen Aktivitätsfeldern und unterschiedlichen administrativen Ebenen umgesetzt. Bezüglich der Straßeninfrastruktur zielen Verbesserungsmaßnahmen darauf ab, Sicherheitsdefizite der Straße zu erkennen und zu beheben. Die Anstrengungen der vergangenen Jahre und Jahrzehnte galten und gelten der Entwicklung von Verfahren für alle Phasen des Lebenszyklus einer Straße, von der Planungsphase über die Entwurfsphase bis zum Bau und Betrieb von Straßen.

Ein Verfahren zur Identifikation von Defiziten im Bestand ist neben der Verkehrsschau die örtliche Unfalluntersuchung. Das Verfahren der örtlichen Unfalluntersuchung ist dezentral angelegt, ein wichtiger Faktor ist die Ortskenntnis der Handlungsträger. Untersuchungen zum Beispiel in Bayern haben ergeben, dass durch die Identifikation von Unfallhäufungsstellen im Rahmen der örtlichen Unfalluntersuchung etwa 50 Prozent der Unfälle mit schwerem Personenschaden (Unfälle mit getöteten oder schwerverletzten Personen) erfasst werden. Die zur Unfallprävention an diesen Stellen zu ergreifenden Maßnahmen beziehen sich hingegen lediglich auf zehn Prozent des Streckennetzes. Dies bedeutet einerseits, dass sich durch die Verbesserung eines relativ kleinen Teils des Straßennetzes ein vergleichsweise großer Teil der schweren Unfälle vermeiden lassen. Andererseits bedeutet dieses Ergebnis jedoch auch, dass Maßnahmen zur Vermeidung der anderen Hälfte der schweren Unfälle nur ergriffen werden können, wenn die verbleibenden 90 Prozent des Straßen-

netzes (ohne Unfallhäufungen) analysiert werden. Um die vorhandenen Ressourcen möglichst effizient einsetzen zu können, sind Verfahren zur Detektion derjenigen Bereiche im Straßennetz erforderlich, in denen durch sicherheitsverbessernde Maßnahmen ein besonders hoher Nutzen geschaffen werden kann.

Die Methode der „Empfehlungen für Sicherheitsanalysen von Straßennetzen“ (ESN) dient dazu, Sicherheitsdefizite anhand des realen Unfallgeschehens und unter Berücksichtigung der jeweiligen Straßenart und der Verkehrsstärken zu identifizieren. Dazu werden die Unfall-

*Berechnung des Sicherheitspotenzials anhand der Häufigkeit und Schwere von Unfällen auf Straßenabschnitten*



kosten pro Kilometer Straße, die bei einer regelwerkskonformen Gestaltung der Straße unter Berücksichtigung der realen durchschnittlichen Verkehrsstärke (DTV) zu erwarten sind, mit den realen Unfallkosten pro Kilometer Straße verglichen. Als Ergebnis ergibt sich ein Sicherheitspotenzial (Euro pro Kilometer und Jahr), das durch entsprechende sicherheitsverbessernde bauliche oder verkehrstechnische Maßnahmen - zumindest teilweise - ausgeschöpft werden kann.

Die Überprüfung von bestehenden Straßennetzen im Hinblick auf Sicherheitspotenziale unterstützt somit Investitionsentscheidungen durch die Ausweisung derjenigen Abschnitte, auf denen sicherheitsverbessernde Maßnahmen die größte Wirkung erwarten lassen. Für die konkrete Maßnahmenfindung und -bewertung sind darauf aufbauende detaillierte Untersuchungen der identifizierten Abschnitte notwendig.

### **Untersuchungsgegenstand**

Gegenstand der durchgeführten Untersuchung war die Machbarkeit einer ESN-Anwendung auf dem Netz der Bundesstraßen auf Grundlage der Daten der amtlichen Straßenverkehrsunfallstatistik. Zur Berechnung von Sicherheitspotenzialen von Streckenabschnitten werden zudem für das zu betrachtende Straßennetz Straßendaten und Verkehrsstärkedaten benötigt.

### **Unfalldaten**

Für die räumliche und zeitliche Zuordnung der Unfälle auf das Bundesfernstraßennetz werden genaue Angaben zum Unfallort benötigt. Daher wurden für die Unfalldaten umfangreiche Datenprüfungen und -aufbereitungen vorgenommen, um eine eindeutige Lokalisierung der Unfallstellen zu erreichen.

Trotz Anwendung verschiedener Lokalisierungsverfahren konnten lediglich 77 Prozent aller Unfälle auf Bundesstraßen auf dem Straßennetz verortet werden. Dabei sind die Lokalisierungsquoten der einzelnen Bundesländer - aber auch innerhalb der jeweiligen Bundesländer - sehr unterschiedlich. Lediglich vier Bundesländer weisen eine Quote von mindestens 90 Prozent auf. Daher wurde die Anwendung der ESN nur bei einer Auswahl von Bundesländern untersucht.

### **Straßendaten**

Das Straßennetz setzt sich aus einer Straßengeometrie (für die kartographische Darstellung) und den entsprechenden Straßenabschnittsinformationen (beispielsweise Ortslage, Bahnigkeit) zusammen. Für die vorliegende Untersuchung wurden Straßenabschnittsinformationen aus den Straßendatenbanken der Länder abgefragt, plausibilisiert und in ein einheitliches Datenformat gebracht. Das nach diesem Verfahren aufbereitete Bundesstraßennetz deckt 99 Prozent der amtlich ausgewiesenen Netzlänge des Jahres 2005 ab.

### **Verkehrsstärken**

In einem weiteren Schritt wurde das Straßennetz um die DTV-Werte der Straßenverkehrszählung (SVZ) des Jahres 2005 erweitert. Dabei konnten - bezogen auf die Netzlänge - knapp 85 Prozent des Straßennetzes DTV-Werte zugeordnet werden. Die Netzabdeckung in den untersuchten Bundesländern liegt zwischen 97 Prozent und 76 Prozent.

### **Erkenntnisse**

In den untersuchten Bundesländern werden durch die Abschnitte mit positivem Sicherheitspotenzial zwischen 55 Prozent und 82 Prozent der Unfälle mit schwerem Personenschaden erfasst, wobei sich die-

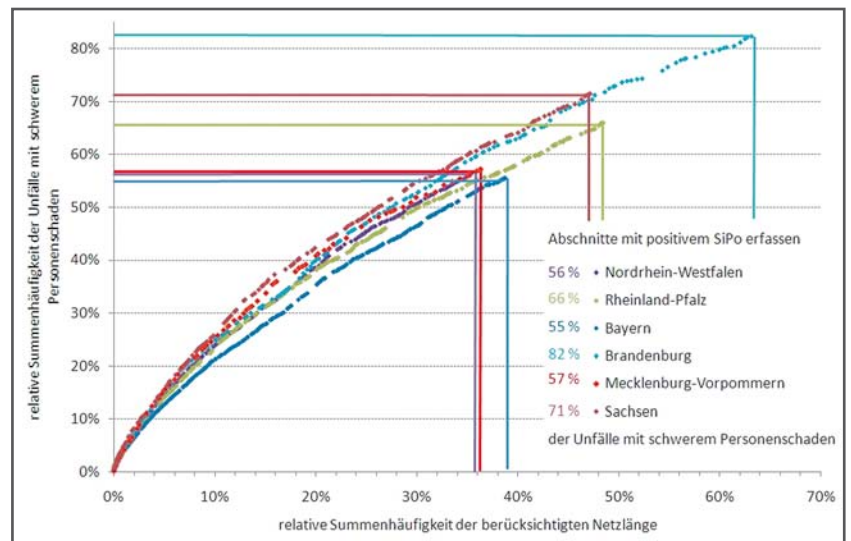
se Sicherheitspotenziale beziehungsweise die schweren Unfälle auf 36 Prozent bis 63 Prozent der Netzlänge verteilten.

Für eine flächendeckende Anwendung der ESN im Bundesstraßennetz sind zukünftig deutliche Verbesserungen bei der Lokalisierung der Unfälle im Straßennetz notwendig. Als Zielgröße sollte zukünftig eine Lokalisierungsquote von 90 bis 95 Prozent angestrebt werden.

Fehlerquellen, die auf Netzänderungen zurückzuführen sind, sollten dadurch minimiert werden, dass die Unfälle eines Jahres möglichst auf einem entsprechend aktuellen Straßennetz lokalisiert werden.

Auch hinsichtlich der Netzmerkmale Bahnigkeit, Ortslage und Verkehrsstärke werden weitere Anstrengungen zur Vervollständigung der Datengrundlage als notwendig erachtet, um zukünftig das Verfahren der ESN zuverlässig einsetzen zu können.

Insgesamt gesehen kann das Verfahren nach ESN auffällige Bereiche im Straßennetz



identifizieren, auf denen sicherheitsverbessernde Maßnahmen die größte Wirksamkeit erwarten lassen. Damit wurde ein Werkzeug entwickelt, das die bereits etablierte örtliche Unfallanalyse ergänzt.

*Anteile der Unfälle mit schwerem Personenschaden, die durch Abschnitte mit positivem Sicherheitspotenzial erfasst werden*



### Markus Lerner

Jahrgang 1968

Geograph

Seit 2000 in der BAST

Stellvertretender Leiter des Referats „Fachzentrum Asset Management Straße“, zuständig für Verfahren zur Sicherheitsbewertung von Straßen und Straßennetzen und Funktionsbauverträge



### Martin Pöppel-Decker

Jahrgang 1962

Maschinenbauingenieur

Seit 1992 in der BAST

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

## Zivile Sicherheit bei der Straßeninfrastruktur

Die zivile Sicherheit (Englisch „Security“) hat, im Unterschied zur Verkehrssicherheit (Englisch „Safety“), neben dem Schutz der Verkehrsteilnehmer auch den Schutz der Verkehrsinfrastruktur selbst zum Ziel. Außerdem hat die zivile Sicherheit nicht nur den Schutz vor Gefahren, die vom Menschen ausgehen - beispielsweise schwere Unfälle - sondern auch natürliche Gefahren - zum Beispiel Überschwemmungen - sowie vor allem auch Handlungen mit kriminellem oder terroristischem Hintergrund im Fokus.

Eine leistungsfähige und sichere Straßeninfrastruktur ist für die Mobilität und Versorgung der Bevölkerung unverzichtbar. Im Straßennetz stellen die Tunnel und Brücken im Zuge der Bundesfernstraßen besonders wichtige und teure Elemente der Straßeninfrastruktur dar. Durch ihre in der Regel geographisch bedingte Flaschenhalsfunktion - zum Beispiel Flussquerung - sind sie Schlüsselemente des Straßennetzes. Ein Ausfall wichtiger Brücken und Tunnel kann weitreichende Auswirkungen für das umliegende Straßennetz und den einzelnen Verkehrsteilnehmer haben, sowie nicht zuletzt erhebliche volkswirtschaftliche Schäden verursachen.

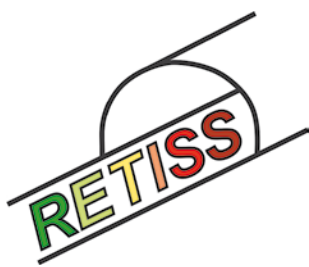
Die zivile Sicherheitsforschung ist ein relativ neuer Forschungsschwerpunkt in der BASt. Mit den drei laufenden Forschungsprojekten SKRIBT, SeRoN und RETISS sowie weiteren Aktivitäten leistet die BASt einen Beitrag zur Vermeidung und zur Früherkennung von Gefahren sowie zur Erhöhung der Verfügbarkeit von wichtigen Straßeninfrastrukturen. Bei der Umsetzung der Forschungsergebnisse in die Praxis arbeitet die BASt eng mit dem BMVBS, als Eigentümer der Bauwerke im Zuge von Bundesfernstraßen, und den Ländern, als Betreiber der Bauwerke, zusammen.

### Projekt SKRIBT

Ziel des Verbund-Vorhabens SKRIBT (Schutz kritischer Brücken und Tunnel im Zuge von Straßen) ist es, für Brücken- und Tunnelbauwerke im Zuge von Straßen interdisziplinär die möglichen Gefährdungen im Hinblick auf die aktuellen und künftigen Gefährdungslagen festzustellen, wirksame Schutzmaßnahmen zu erarbeiten und damit die Verletzbarkeit wichtiger Infrastrukturen und ihrer Nutzer deutlich zu verringern.

Zunächst steht die Identifizierung möglicher Gefahren im Vordergrund, die sich unmittelbar auf Brücken- und Tunnelbauwerke und deren Nutzer auswirken können. Dabei werden alle denkbaren natürlichen und vom Menschen ausgehenden Szenarien berücksichtigt („All-Hazard-Ansatz“). Dann werden die Auswirkungen der verschiedenen Szenarien auf die Bauwerke und deren Nutzer bestimmt. Dazu werden unter anderem Berechnungen und Simulationen von Brand-, Rauch- und Schadgasausbreitungen sowie von Explosionen durchgeführt. Die möglichen Schutzmaßnahmen werden mittels Variantenuntersuchungen auf ihre Wirksamkeit und Effizienz hin untersucht. Hieraus ergibt sich die Ableitung baulicher, betrieblicher und organisatorischer Schutzmaßnahmen, in deren Mittelpunkt die Sicherheit der Verkehrsteilnehmer sowie die Sicherstellung einer hohen Verfügbarkeit der Bauwerke stehen.

An verschiedenen Testbauwerken werden ausgesuchte Maßnahmen umgesetzt und in der Realität auf ihre Wirksamkeit hin überprüft. Am Tunnel Aubing (A99 in München) werden derzeit neue Detektionstechnologien getestet, in einer großangelegten psychologischen Feldstudie am Engelberttunnel (L666n in Gevelsberg) wird das Nutzerverhalten im Ereignisfall



Aktuelle Sicherheitsforschungsinhalte der BASt

erforscht und bei einer Vollübung der Feuerwehr am Emmerautunnel (L614 in Lügde) werden organisatorische Maßnahmen umgesetzt.

Im Verbundprojekt SKRIBT arbeiten zehn Partner aus Verwaltung, Forschungseinrichtungen und der Privatwirtschaft zusammen. Es wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen des Programmes „Forschung für die zivile Sicherheit“ gefördert. SKRIBT wurde von der BAST konzipiert und initiiert und wird auch von der BAST als Konsortialführer geleitet ([www.skribt.org](http://www.skribt.org)).

### Projekt SeRoN

Das europäische Forschungsprojekt SeRoN (Security of Road Transport Networks) wird im 7. Forschungsrahmenprogramm der Europäischen Union gefördert. Zusammen mit Partnern aus Österreich, der Schweiz, Belgien, Dänemark, Großbritannien und Deutschland entwickelt die BAST hier eine Methodik zur Analyse und Bewertung von Straßennetzen und der darin enthaltenen Straßeninfrastrukturelemente, wie Brücken und Tunnel, im Hinblick auf ihre Sensibilität bei möglichen außergewöhnlichen Schadensereignissen, beispielsweise Großunfälle und Brände. Es werden regionale und überregionale Auswirkungen analysiert, die sich durch etwaige längerfristige Einschränkungen im Straßennetz ergeben können, zum Beispiel durch den Ausfall einer wichtigen Brücke. Straßennetzbetreiber und -eigentümer werden durch die SERON-Methodik in die Lage versetzt, zukünftig die für sie kostenwirksamsten und sinnvollsten Maßnahmen zur Gewährleistung der Verfügbarkeit und Sicherheit des Straßennetzes ableiten zu können ([www.seron-project.eu](http://www.seron-project.eu)).

### Projekt RETISS

Das Projekt RETISS (Real Time Security Management System) ist ein deutsch-



*Übung in einem Straßentunnel*

israelisches Kooperationsprojekt, das auf deutscher Seite vom BMBF im Rahmen des Programmes „Forschung für die zivile Sicherheit“ gefördert wird. Das Projekt RETISS wurde maßgeblich durch die BAST konzipiert und initiiert. Die Gesamtprojektleitung von RETISS wird von der BAST wahrgenommen. Die BAST arbeitet hier mit deutschen und israelischen Industriepartnern sowie mit Betreibern von Fernstraßen (Endnutzern) zusammen.

Im Projekt RETISS werden neue Technologien zur Fahrzeug- und Gefahrenerkennung an einem deutschen Tunnel und einem israelischen Bauwerk installiert und unter Praxisbedingungen getestet. Der aktuelle „Sicherheitszustand“ für die überwachten Bauwerke soll in der Verkehrsleit-



zentrale mit Hilfe eines neu entwickelten „Real Time Security Management Systems“ in Echtzeit ermittelt und visualisiert werden. Im Gefahrenfall sollen so unverzüglich präventive Schutzmaßnahmen eingeleitet werden können, zum Beispiel die Tunnelsperrung. Bei Schadensereignissen wie Bränden oder Unfällen wird die Arbeit von Rettungskräften durch schnellere und genauere Information zum Geschehen erheblich erleichtert ([www.retiss.de](http://www.retiss.de)).

### Ausblick

Im Bereich der zivilen Sicherheit sind aktuell weitere Forschungsprojekte in Pla-

nung. So soll der Forschungsansatz von RETISS für den Bereich der Tunnelsicherheit („Safety“) weiterentwickelt werden. Auch im operativen Bereich wird die BAST weiterhin das BMVBS zu Fragen der zivilen Sicherheit von Straßeninfrastruktur beraten und bei der Umsetzung von europäischen Regelungen im Bundesfernstraßenbereich unterstützen. Bei der Umsetzung von Forschungsergebnissen in die Praxis werden entsprechende Regelwerksvorgaben sowie Konzepte zur Maßnahmenumsetzung im Bauwerksbestand in Abstimmung mit dem BMVBS erarbeitet.



#### Ulrich Bergerhausen

Jahrgang 1969

Bauingenieur, Schwerpunkt „Konstruktiver Ingenieurbau“

Seit 1998 in der BAST

Im Referat „Tunnel- und Grundbau, Tunnelbetrieb, Zivile Sicherheit“ zuständig für das Verbundprojekt SKRIBT



#### Ingo Kaundinya

Jahrgang 1974

Bauingenieur, Schwerpunkt „Konstruktiver Ingenieurbau“

Seit 2005 in der BAST

Stellvertretender Leiter des Referats „Tunnel- und Grundbau, Tunnelbetrieb, Zivile Sicherheit“, zuständig für Tunnelbau, baulichen Brandschutz von Tunneln, Abdichtung von Tunneln, Bergwasserdränagen, Tunnelsicherheit



#### Inga Rönnau

Jahrgang 1977

Bauingenieurin, Schwerpunkt „Verkehrswesen“

Seit 2008 in der BAST

Im Referat „Tunnel- und Grundbau, Tunnelbetrieb, Zivile Sicherheit“ zuständig für das Verbundprojekt SKRIBT

## Weiterentwicklungen in der Verkehrsbeeinflussung

Durch die in den letzten Jahrzehnten errichteten kollektiven Verkehrsbeeinflussungsanlagen (VBA), die den Verkehrsablauf situationsangepasst steuern und mit Hilfe von Wechselverkehrszeichen auf den Verkehrsteilnehmer einwirken, werden der Verkehrsfluss verbessert und die Verkehrssicherheit erhöht. Diese Maßnahmen tragen zusätzlich zur Verringerung der Umweltbelastung durch den Straßenverkehr sowie von Zeit- und Energieverlusten bei. Die Wirkung wurde durch Ergebnisse verschiedener Forschungsarbeiten nachgewiesen.

### Bisheriger Entwicklungsstand

Entsprechend dem Einsatzort beziehungsweise dem Wirkungsbereich werden VBA eingeteilt in:

- Streckenbeeinflussungsanlagen,
- Netzbeeinflussungsanlagen,
- Knotenbeeinflussungsanlagen und
- Temporäre Seitenstreifennutzung.

Streckenbeeinflussungsanlagen (SBA) geben durch Wechselverkehrszeichen Warnungen an den Autofahrer, regeln die Geschwindigkeit durch Anzeige von dynamischen Geschwindigkeitsbeschränkungen und sperren oder teilen einzelne Fahrstreifen dem Verkehr zu. Mit Streckenbeeinflussungsanlagen wird ein erheblicher Beitrag zur Erhöhung der Verkehrssicherheit bei stärkeren Verkehrsbelastungen und ungünstigen Witterungsbedingungen geleistet. Dabei können signifikante Rückgänge der Unfallraten generell und besonders der Massunfälle (Unfälle mit mindestens sechs Beteiligten) erreicht werden.

Netzbeeinflussungsanlagen werden genutzt, um den Verkehr optimal auf verfügbare, weniger ausgelastete Strecken eines Netzes zu verteilen. Durch Wechselwegweiser, auf denen Umleitungsempfehlungen angezeigt werden, können Fahrzeuge um Staubereiche herumgeleitet werden. Der Anteil des umleitbaren



Verkehr hängt von der Größe der Netzmasche und des damit verbundenen Umweges für den einzelnen Autofahrer ab. Anlagen der Knotenbeeinflussung sollen den Verkehrsablauf und die Verkehrssicherheit in einem Knotenpunkt verbessern. Durch dynamische Zuordnung einzelner Fahrstreifen - sogenannte Fahrstreifen-zuteilung - kann bei hohem Verkehrsaufkommen die Verflechtung oder Entflechtung der einzelnen Verkehrsströme erleichtert werden. Die Zuflussregelung steuert das Auffahren auf eine Autobahn mit Hilfe von Lichtzeichenanlagen. Auch bei diesen Anlagen sind gute Ergebnisse bei der Verbesserung des Verkehrsflusses und der Stauvermeidung verzeichnet worden. Eine weitere Möglichkeit das wachsende Verkehrsaufkommen zu bewältigen, bieten temporäre Seitenstreifenfreigaben. Diese werden im Vorgriff auf einen späteren Ausbau installiert und in Verkehrsspitzenzeiten aktiviert.

Die BAST wirkte bereits bei der Umsetzung der ersten VBA mit und wird auch künftig den weiteren Entwicklungsprozess wissenschaftlich begleiten. Dazu gehört auch die Suche nach weiteren, innovativen Möglichkeiten, die VBA für die Erhöhung der Verkehrssicherheit, die Verbesserung des Verkehrsablaufs und die Verringerung der Umweltbelastungen zu nutzen.

### **Anzeige von Reisezeiten auf dynamischen Hinweistafeln**

Frei programmierbare Hinweisschilder an Autobahnen - Dynamische Wegweiser mit integrierten Stauinformationen (dWiSta) - informieren bereits heute Verkehrsteilnehmer über Staus auf der vorausliegenden Strecke. Derzeit werden hierzu neben der Information über den Ort der Störung und die empfohlene Umleitungsstrecke die Länge der Staus angezeigt. Das System könnte zusätzlich oder als Alternative zur

Staulängenangabe auch Reisezeitinformationen darstellen. Die Reisezeit ist für Autofahrer eine wichtige Information, um eine alternative Fahrtroute oder ein anderes Verkehrsmittel zu wählen.

Im Rahmen eines Forschungsvorhabens der BAST wurden Verfahren zur Ermittlung von Reisezeiten auf Standard- und Alternativrouten analysiert und bewertet. Verschiedene Anzeigevarianten für dWiSta wurden hinsichtlich ihrer visuellen Wahrnehmbarkeit getestet. Ergebnis der Forschungsarbeit ist, dass Fahrtzeiten und Fahrtzeitdifferenzen zwischen Haupt- und Alternativrouten erst ab bestimmten Schwellenwerten angezeigt werden sollten. Bei den wahrnehmungspsychologischen Untersuchungen wurde eine Variante favorisiert, die nur eine Information über einen möglichen Reisezeitgewinn durch Nutzung der Umfahrung anzeigt. Diese Anzeigeform ermöglicht eine schnelle Informationsaufnahme durch wenige zusätzliche Informationen bei guter Verständlichkeit. Allerdings erfüllt diese Anzeigevariante nicht den Anspruch an internationale Verständlichkeit. Deshalb ist nach weiteren Anzeige Konzepten zu suchen, auch in Anlehnung an zwischenzeitlich durchgeführte Untersuchungen im Ausland.

### **Verkehrsbeeinflussung mit umweltsensitiver Steuerung**

Die Europäische Kommission hat Standards für Luftqualität und Lärm festgelegt. So gilt beispielsweise ab dem Jahr 2010 ein Jahresgrenzwert für den Schutz der menschlichen Umwelt für Stickstoffdioxid ( $\text{NO}_2$ ) von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Die Hauptverursacher der Schadstoffe sind die Industrie, die Gebäudeheizungen und der Verkehr. In allen betroffenen Bereichen werden Maßnahmen ergriffen, um die festgelegten Grenzwerte nicht zu überschreiten. Mit verkehrlichen Maßnahmen, wie



Nachtfahrverbot für Lkw, Fahrverbot für schadstoffreiche Lkw, sektoralem Lkw-Fahrverbot für bestimmte Gütergruppen, aber auch durch eine intelligente temporäre Geschwindigkeitsbeschränkung, die nur bei entsprechend hohen Belastungen geschaltet wird, könnte eine deutliche Reduktion der  $\text{NO}_2$ -Belastung erreicht werden. In Österreich und den Niederlanden werden bereits heute vorhandene Verkehrsbeeinflussungsanlagen genutzt, um die zulässigen Geschwindigkeiten bei hohen Schadstoffbelastungen zu senken. In Österreich wurde darüber hinaus im Rahmen eines Pilotprojekts eine Streckenbeeinflussungsanlage auch zur Erhöhung des Lärmschutzes eingesetzt.

In einer Forschungsarbeit der BASt wird derzeit ermittelt, wie und unter welchen Kriterien eine umweltsensitive VBA in den Nachbarländern eingesetzt wird. Ergänzt wird dies durch Interviews mit Experten. Außerdem wird eine Übertragbarkeit auf deutsche Verhältnisse überprüft.

### Qualitätsverbesserung der Umfelddatenerfassung

VBA werden verkehrabhängig auf der Grundlage einer automatischen Erfassung des Verkehrsablaufs gesteuert. Im Bereich von SBA werden zusätzlich Um-

feldsensoren eingebaut wie zum Beispiel Sichtweitenmessgeräte, die den Nebel erfassen, oder Sensoren, die die Nässe der Fahrbahn detektieren können. Zu jeder VBA gehört eine Unterzentrale, in der ein Verkehrsrechner die hierhin übertragenen Daten automatisch auswertet. Auf der Basis aktueller Verkehrs- und Umfelddaten werden mithilfe vorgegebener Programme und Schaltanweisungen Steuerbefehle für die Wechselverkehrszeichen (WVZ) ausgewählt. Mittels dieser dynamischen WVZ werden die Verkehrsteilnehmer unter anderem auch vor gefährlichen Witterungssituationen gewarnt.

Streckenbeeinflussungsanlagen können jedoch nur dann eine positive Wirkung erzielen, wenn die Anzeigen durch die Verkehrsteilnehmer befolgt werden. Hierfür ist es erforderlich, dass die stationär erfassten Umfelddaten eine hohe Qualität aufweisen und die aktuellen Umfeldbedingungen zeitnah im System abgebildet werden.

Aufgrund der Wichtigkeit der Umfelddatenerfassung und des für die Praxis zu erwartenden Nutzens wurde ein Testfeld für Systeme zur Erfassung der Witterungszustände (Umfelddaten) aufgebaut. In diesem Testfeld werden seit 2003 Umfelddatensensoren verschiedener Hersteller



Testfeld für Umfelddatenerfassung  
(Foto: TU München)

unter gleichen Bedingungen untersucht. Aufgrund der Ergebnisse der Prüfung werden die Erfassungssysteme bezüglich ihrer Eignung für den Einsatz im Bereich von SBA beurteilt. Das Testfeld bietet gleichzeitig die Möglichkeit, sowohl die Hard- und Software der Erfassungssysteme seitens der Hersteller zu verbessern als auch weitere Sensoren zu entwickeln. Darüber hinaus wird es für die Durchführung wissenschaftlicher Untersuchungen im Rahmen von Forschungsarbeiten genutzt.

Die Erfahrungen aus dem Testfeld und der Praxis wurden in entsprechende Regelwerke eingebunden und dienen den Straßenbauverwaltungen der Länder sowie den Ingenieurbüros als Unterstützung bei der Planung, dem Aufbau und dem Betrieb von SBA.

### **Ausblick**

Auch wenn im Bereich der kollektiven Verkehrsbeeinflussung sehr viel erreicht

wurde, besteht auch künftig Handlungsbedarf. Dazu gehören unter anderem:

- Ausdehnung der Verkehrserfassung auf alle für das Verkehrsmanagement relevanten Straßennetze.
- Verbesserung der Erfassung von Verkehrs- und Umfelddaten sowie die Erprobung und Nutzung möglicher zusätzlicher Datenquellen.
- Umsetzung von betreiberübergreifenden Steuerungskonzepten sowohl innerorts/ außerorts als auch bundesländerübergreifend und über Staatsgrenzen hinweg.
- Bereitstellung von straßenseitig erhobenen Daten auch für Zwecke der fahrzeuginternen Kommunikation.

Auf Initiative und mit Unterstützung der BASt sollen diese Themen in naher Zukunft behandelt werden.



#### **Dr. Birgit Hartz**

Bauingenieurin

Seit 1993 in der BASt

Im Referat „Verkehrsbeeinflussung, Straßenbetriebsdienst“ zuständig für Verkehrsbeeinflussung innerorts, umweltsensitive Verkehrsbeeinflussungsanlagen, Lichtsignalanlagen



#### **Sylvia Piszczek**

Bauingenieurin

Seit 1981 in der BASt

Stellvertretende Leiterin des Referats „Verkehrsbeeinflussung, Straßenbetrieb“, zuständig für Verkehrsbeeinflussung auf Außerortsstraßen

Leiterin der FGSV-Arbeitskreise „Umfelddatenerfassung in VBA“ und „Integrierte Regelwerke für VBA außerorts“, stellvertretende Leiterin des Arbeitsausschusses „Verkehrsbeeinflussung außerorts“

## Transportable Warnschwellen in Arbeitsstellen

Arbeitsstellen auf Autobahnen werden von den meisten Verkehrsteilnehmern als unangenehmes und störendes Hindernis auf ihrer Fahrt wahrgenommen. Den wenigsten ist jedoch bewusst, dass die in der Arbeitsstelle beschäftigten Arbeiter einem großen Risiko ausgesetzt sind. Allein in NRW werden pro Jahr durchschnittlich 20 Straßenwärter bei Unfällen verletzt und einer getötet [1].

Zu den Unfallursachen in Arbeitsstellen zählen unter anderem schmale Fahrstreifen sowie nicht angepasste Geschwindigkeit, aber auch Unaufmerksamkeit der Verkehrsteilnehmer. Beim Einfahren in den Arbeitsstellenbereich kommt es immer wieder zu gefährlichen Situationen, insbesondere wenn am Beginn der Arbeitsstelle ein Fahrstreifen gesperrt wird. Bei Arbeitsstellen längerer Dauer - Arbeiten länger als ein Kalendertag - werden die Arbeitsstellen-Beschilderung und die Spureinziehung längerfristig geplant und umgesetzt. Sie sind daher insgesamt weniger kritisch. Bei Arbeitsstellen kürzerer Dauer - Arbeiten von mehreren Stunden bei Tageslicht - ist dies in der Regel nicht möglich. Die Absperrung erfolgt kurzfristig und mit reduziertem Aufwand, beispielsweise durch eine „Fahrbare Absperrtafel“, Zeichen 616 der Straßenverkehrsordnung (StVO). Bei Arbeitsstellen kürzerer Dauer kann es, bei entsprechender Unaufmerksamkeit des Fahrers, zu einem Zusammenstoß mit dieser Absperrtafel kommen, der für Personen in der Arbeitsstelle sehr gefährlich sein kann.

Um solche Situationen bei Arbeitsstellen kürzerer Dauer zu vermeiden, wurden nach niederländischem Vorbild sogenannte transportable Warnschwellen entwickelt. Sie bestehen aus Kunststoff, sind biegsam und haben ein Gewicht von etwa 16 Kilogramm. Warnschwellen werden ohne



*Fahrbare Absperrtafel*

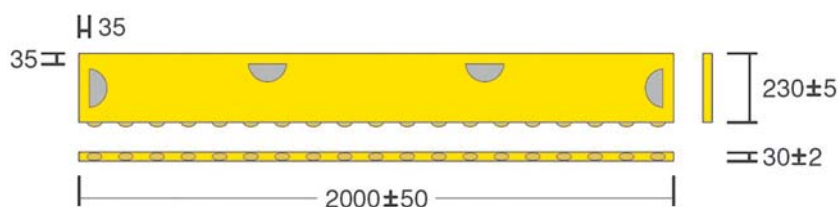
*Zusammenstoß mit fahrbarer Absperrtafel*



Verankerung etwa 100 Meter vor der fahrbaren Absperrtafel quer zur Fahrtrichtung entweder auf dem Seitenstreifen oder dem Fahrstreifen, der gesperrt wird, ausgelegt.

Warnschwellen sollen unaufmerksame Kraftfahrer durch ein haptisches, am Lenkrad spürbares, sowie ein akustisches Signal vor der kommenden Fahrstreifen-sperrung letztmalig warnen. Innerhalb der verbleibenden Strecke und Zeit hat

*Warnschwelle mit Griffmulden (Draufsicht, Quer- und Längsschnitt), alle Angaben in Millimetern*



der Kraftfahrer noch die Möglichkeit, den Fahrstreifen zu wechseln oder das Fahrzeug abzubremesen. Die Warnschwellen sind so konstruiert, dass das Überfahren unabhängig von der Fahrzeugart wahrgenommen wird. Die Gefahr von abrupten Lenkbewegungen aufgrund Erschreckens ist dabei relativ gering und in Abwägung mit der gewünschten positiven Wirkung der Warnschwellen akzeptabel.

In den Niederlanden werden Warnschwellen unter der Bezeichnung Andreasstreifen bereits seit mehreren Jahren erfolgreich bei Arbeitsstellen auf Autobahnen eingesetzt [2]. Das niederländische Verkehrsrecht verbietet das Überfahren der Warnschwellen. Mit dem bestehenden Instrumentarium der StVO war in Deutschland eine solche Lösung mit vertretbarem Aufwand (Anhänger mit Kragarm zur Überkopfsignalisierung der Sperrung wäre erforderlich) nicht realisierbar. Die StVO sieht deshalb den Einsatz von Warnschwellen im Verkehrsraum vor, also im nicht gesperrten Bereich der Straße. Durch Anordnung einer wirkungsvollen Beschilderung vor der Arbeitsstelle soll in Deutschland erreicht werden, dass die Kraftfahrer in der Regel vor den Warnschwellen den Fahrstreifen verlassen haben, so dass ein planmäßiges Überfahren der Warnschwellen nicht stattfindet. Dennoch müssen in Deutschland ausgelegte Warnschwellen höhere Anforderungen als ihre niederlän-

dischen „Pendants“ erfüllen, denn auch bei mehrfachen Überfahrten in den verschiedensten Konstellationen dürfen sie sich nicht entscheidend verschieben oder hochschleudern.

In ersten Versuchen mit Warnschwellen nach niederländischem Vorbild konnten gute Resultate erzielt werden [2]; gravierende Probleme wurden nicht beobachtet. In einigen Bundesländern wurden Warnschwellen daraufhin probeweise bei Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf Autobahnen eingesetzt. Bei diesem längerfristigen Einsatz kam es jedoch in einigen Fällen zu kleineren Zwischenfällen. Die Warnschwellen wurden beim Überfahren von Lkw unter bestimmten Bedingungen hochgeschleudert und stellten somit ein nicht hinnehmbares Risiko für die Verkehrsteilnehmer dar. Die BAST hat daraufhin die Ursachen für das Verhalten der Warnschwellen untersucht und Verbesserungen erarbeitet.

### Versuch und verbesserte Warnschwellen

In Zusammenarbeit mit dem Institut für Straßenwesen der RWTH Aachen und dem Landesbetrieb Straßen NRW wurden umfassende Versuche an Warnschwellen durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass sich die Warnschwellen bei Überfahrten teilweise verschoben oder „auf den Kopf“ drehten [3]. Als besonders kritisch erwies sich das Verhalten einer auf den Kopf gedrehten Warnschwelle, wenn sich ihre Längsseite zusätzlich in Verkehrsrichtung verdreht hatte. Bei nachfolgenden Überfahrten konnte es dann zum Hochschleudern der Warnschwellen kommen. Dieser Effekt konnte im Wesentlichen auf die Abschrägung der Warnschwelle an einer Längsseite zurückgeführt werden. Nachdem die Ursache des Hochschleuderns identifiziert war, konnte die

*Einsatz von drei Warnschwellen vor einer Arbeitsstelle (Niederlande)*



Konstruktion der Warnschwellen gezielt verändert werden. Die modifizierten Warnschwellen weisen statt der abgeschrägten Längskante eine senkrechte Längskante auf. Auch wenn diese Änderung relativ geringfügig erscheint, hat sie ein deutlich verändertes Verhalten der Warnschwellen bewirkt, wie die erneut durchgeführten Überfahrversuchen bewiesen. Zwar verschoben sich die modifizierten Warnschwellen immer noch etwas, insbesondere bei Bremsungen auf den Warnschwellen. Ein Hochschleudern konnte aber nicht mehr beobachtet werden. Um das Restrisiko zu minimieren, wurden Warnschwellen im Versuch gezielt in kritischen Lagen von Lkw, Pkw und Motorrädern überfahren: auf den Kopf gedreht, Längsseite der Warnschwellen in Verkehrsrichtung verdreht. Auch hier konnte bei keiner Fahrzeugart ein Hochschleudern der Warnschwellen beobachtet werden [3].

Der Verzicht auf die seitliche Abschrägung wurde daraufhin in den Entwurf der Technischen Liefer- und Prüfbedingungen für transportable Warnschwellen (TLP-Warnschwellen) eingearbeitet. Sobald die TLP-Warnschwellen durch das BMVBS eingeführt und Regelungen für ihren Einsatz in der Fortschreibung der „Richtlinien zur Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen (RSA)“ aufgenommen worden sind, können Warnschwellen als zusätzliches Element der Arbeitsstellensicherung auf Autobahnen eingesetzt werden.



Die BAST ist für die Eignungsprüfungen der Warnschwellen gemäß den TLP-Warnschwellen verantwortlich. Positiv geprüfte Warnschwellen dürfen dann bundesweit in Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf Autobahnen eingesetzt werden.

*Gefahr des Hochschleudern durch die Abschrägung der Warnschwelle*

## Literatur

- [1] Vasmer, B. - Erfahrungen mit dem Einsatz von Warnschwellen in Nordrhein-Westfalen, Straßenverkehrstechnik 12.2009
- [2] Einsatz neuer Methoden zur Sicherung von Arbeitsstellen kürzerer Dauer, FE 03.0360/2002/FRB, Institut für Straßenwesen Aachen, RWTH Aachen
- [3] Begleituntersuchungen zur Lagestabilität von Warnschwellen, Institut für Straßenwesen Aachen, RWTH Aachen



### Markus Herpers

Jahrgang 1980

Maschinenbauingenieur

Seit 2009 in der BAST

Im Referat „Straßenausstattung“ zuständig für Leiteinrichtungen, Verkehrszeichen und passive Sicherheit

## LED-Technik in der Straßenausstattung

Bei der Leuchtdiode LED (Light Emitting Diode) wird Licht durch ein Halbleitermaterial in einem selektiven Strahlungsbereich – beispielsweise Rot einer bestimmten Wellenlänge - ohne den „Umweg“ über Wärmeenergie erzeugt. Leuchtdioden erwärmen sich im Betrieb deshalb nicht so stark wie die aus dem Alltag bekannten Glühlampen.

In den letzten 30 Jahren verlief die Entwicklung der LED ausgesprochen dynamisch. Die ersten LEDs erzeugten Licht im Strahlungsbereich Rot und Gelb. Später waren auch LEDs im Grün- und Blau-Bereich verfügbar. Aus der blauen LED wurde dann die sogenannte weiße LED entwickelt. Hier wandelt ein auf dem lichterzeugenden Halbleiter aufgebracht Lumineszenz-Farbstoff einen Teil des schmalbandigen blauen Lichtes in breitbandiges gelbes Licht um. Die additive Farbmischung der beiden Komplementärfarben Blau und Gelb ergibt dann die weiße Lichtfarbe.

Zunächst wurden LEDs nur für die Anzeigen in der Unterhaltungselektronik eingesetzt. Für andere Bereiche wurden sie nicht genutzt, da die erste Generation von LEDs noch relativ geringe Lichtstärken hatte. Wirkungsgrad und Lichtleistung der LEDs erhöhten sich aber stetig. Der Wirkungsgrad (Lichtausbeute) ist hierbei definiert als das Verhältnis aus erzeugtem Lichtstrom (Lumen) zu der für die Erzeugung erforderlichen elektrischen Leistung (Watt).

Seit kurzer Zeit sind hochlichtstarke LEDs mit bis zu 100 Lumen pro Watt verfügbar. Dies ist etwa zehnmal mehr als bei einer Glühlampe und liegt auf dem Niveau der in der Straßenbeleuchtung verwendeten Entladungslampen. Der entscheidende Vorteil der LED ist aber die um ein Vielfaches längere Lebensdauer gegenüber den anderen Leuchtmitteln.

### LEDs in der Lichtsignaltechnik

LEDs werden heutzutage als Leuchtmittel in Warnleuchten, Lichtsignalanlagen (Ampeln) und Wechselverkehrszeichen eingesetzt. Die Vorteile der LED gegenüber der in der Signaltechnik zuvor verwendeten Glühlampe liegen auf der Hand: Erstens erzeugen LEDs direkt Licht in den gewünschten Signalfarben Rot, Gelb und Grün. Somit muss das weiße Licht der Glühlampe nicht mehr verlustreich farblich gefiltert werden. Zweitens ist der Wirkungsgrad der LED besser und Drittens haben sie eine wesentlich längere Lebensdauer.

Die besten Signal-Glühlampen erreichen eine Lebensdauer von 6.000 Stunden, in dieser Zeit dürfen maximal zwei Prozent ausfallen. Entsprechende Lampen können ein Jahr im praktischen Einsatz bleiben, bis sie gewechselt werden müssen. Leuchtdioden können, optimale Betriebsbedingungen und Temperaturmanagement vorausgesetzt, noch nach 60.000 Stunden eine Lichtleistung von 50 Prozent oder mehr des Anfangszustandes erreichen. Dies bedeutet für die Praxis eine Einsatzdauer von etwa zehn Jahren. Trotz dieser Vorteile waren viele Schritte notwendig, bis Signalsysteme in LED-Technik entwickelt werden konnten, die den Anforderungen der gültigen Normen sowie der Praxis gerecht wurden. Die BAST hat diesen Weg durch eine Vielzahl von Freigabeproofungen begleitet und bei der Erarbeitung der entsprechenden Normen und Regelwerke Weichen gestellt.

### Phantomlicht

Ein nicht zu vernachlässigendes Problem in der LED-Signaltechnik stellte zum Beispiel das Phantomlicht dar. Unter Phantomlicht versteht man zurückreflektiertes Sonnenlicht, das das Signallicht der LEDs überlagert und auch nicht eingeschaltete LEDs leuchten lässt. Hierdurch entsteht eine ungewollte, möglicherweise nicht



Bohrplan zur Lichttrasterdarstellung (oben) und visuelle Erscheinung durch Überstrahlen (unten)

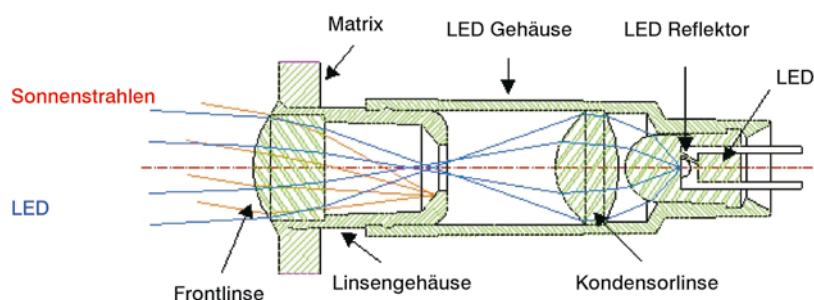
eindeutige Information, die verkehrsfährdend sein kann. Da am Morgen und Abend bei tiefstehendem Sonnenstand die höchsten Verkehrsdichten auftreten, ist eine phantomlichtarme Anzeige aber besonders wichtig. Bei den zunächst viel verwendeten LEDs mit Radialgehäuse wird bei tiefstehendem Sonnenstand zum Teil mehr Phantomlicht reflektiert als aktives Signallicht von der LED erzeugt wird. Die Phantomlichtunterdrückung kann auf unterschiedliche Weise realisiert werden.

Bei Lichtsignalgebern findet diese kritische Bauart der LED mit Radialgehäuse keine Anwendung mehr. Waren bei den ersten Ausführungen noch weit über 200 dieser LED-Bauform auf einer runden Scheibe verlötet, sind heutzutage sechs Hochleistungs-LEDs als eine kleine, zentrale Lichtquelle in einem innen vollkommen geschwärzten Gehäuse untergebracht. Sie erzeugen bei einer Leistungsaufnahme von nur sechs Watt ein phantomlichtarmes Signallicht.

Bei den von der BASt für den Einsatz freigegebenen Wechselverkehrszeichen (WVZ) wird ein Verkehrszeichen durch eine Vielzahl von Lichtpunkten nach dem Licht rasterprinzip dargestellt. Die Phantomlichtbegrenzung wird von den Anbietern durch Vorsatzoptiken vor jedem Lichtpunkt des WVZ erreicht. Das einfallende Sonnenlicht wird hierdurch stark geschwächt, zusätzlich werden auch die lichttechnischen Abstrahleigenschaften der LEDs verbessert.

### LEDs in der Straßen- und Tunnelbeleuchtung

Die Anforderungen an die Straßenbeleuchtung sind in der Norm DIN EN 13201 festgelegt. Diese Norm wurde im Rahmen der europaweiten Harmonisierung aller technischen Vorschriften durch die europäische Normungsorganisation CEN erarbeitet. In dieser Norm werden, vereinfacht gesagt, bestimmte Mindesthelligkeiten (Leucht-



dichten) der Straße gefordert. Es wird hier aber bewusst nicht festgelegt, mit welchem Leuchtmittel das Licht erzeugt werden soll. Heute werden Quecksilberdampf-, Leuchtstoff- sowie Natriumdampflampen als Nieder- und Hochdruckvarianten als effiziente Leuchtmittel genutzt. Forschung und Entwicklung konzentrieren sich gegenwärtig auf die Leuchtdioden-Technik.

Beim Einsatz in der Straßen- oder Tunnelbeleuchtung muss die LED die hocheffizienten Entladungslampen als Leuchtmittel ersetzen. Natriumdampf-Niederdruck-Lampen sind mit bis zu 180 Lumen pro Watt sehr wirksam, erzeugen aber ein monochromes gelbes Licht. Wird monochromatisches gelbes Licht für die Beleuchtung verwendet, ist eine eindeutige Farberkennung nicht möglich. Ein in der Komplementärfarbe lackiertes blaues Kraftfahrzeug wird zum Beispiel visuell Schwarz wahrgenommen.

Die verbreitete Natriumdampf-Hochdruck-Lampe mit bis zu 120 Lumen pro Watt ist Stand der Technik. Sie erreicht eine Lebensdauer von etwa 12.000 Stunden, in dieser Zeit dürfen maximal fünf Prozent ausfallen. Sie erzeugt auch ein gelbliches Licht, die Lichtfarbe ist hier allerdings so, dass die Farberkennung von Gegenständen im Straßenverkehr noch möglich ist.

Die weiße LED hat hier keinen Vorteil bezüglich des Energieverbrauchs, hat aber eine bessere Farbwiedergabe, längere Lebensdauer und bessere Dimmbarkeit. Durch die gute Dimmbarkeit ermöglicht sie neue Beleuchtungskonzepte, beispiels-

*LED mit 5 Millimeter Radialgehäuse und patentierter Vorsatzoptik (Quelle: FUTURIT)*

weise „volles Licht“ nur dann, wenn es wirklich gebraucht wird.

### **Pilotprojekt Rastanlage**

Die BAST hat die Ausrüstung einer Rastanlage mit LED-Beleuchtung in einem Pilotprojekt begleitet. Diese Beleuchtungsanlage ist seit September 2009 im Betrieb. Eine besondere Herausforderung hierbei war die für Rastanlagen notwendige große Mindesthöhe von acht Metern der Leuchtenmasten. Bei geringeren Masthöhen würden parkende Lkw das Licht verschatten. Eine große Masthöhe erfordert eine starke Leuchte mit hohem Leuchtenlichtstrom. Bei einer Leistungsaufnahme von etwa einem Watt erzeugt aber die einzelne LED nur einen relativ kleinen Lichtstrom. Es müssen deshalb eine Vielzahl von LEDs in Modulen zusammengefasst in der Leuchte eingesetzt werden. Dies erfordert eine wirkungsvolle Ableitung der Verlustwärme der Vielzahl von LEDs in der Leuchte, da sowohl der Lichtstrom als auch die Lebensdauer mit steigender Temperatur stark abnehmen.

Gemäß der EN 13201 ist bei einer Autobahnrastanlage die Beleuchtungsklasse CE4 anzuwenden. In dieser Klasse wird für die horizontale Beleuchtungsstärke zehn Lux gefordert. Bei einer Lichtpunkthöhe von acht Metern ergab sich mit der eingesetzten Leuchte ein Lichtpunktabstand von etwa 34 Metern. Die ausgewählte Leuchte

hat eine Leistungsaufnahme von 116 Watt und erzeugt einen Leuchtenlichtstrom von 7.560 Lumen. Auf der Rastanlage mit einer Fläche von etwa 12.800 m<sup>2</sup> wurden 24 Lichtmaste, sechs davon mit Doppelausleger, also insgesamt 30 LED-Leuchten montiert. Der elektrische Anschlusswert der neuen LED-Beleuchtungsanlage beträgt 3,5 kW und ist damit um 1,2 kW niedriger als bei der demontierten Altanlage.

### **Ausblick**

Leuchtdioden werden überall dort zum Einsatz kommen, wo sie sowohl die lichttechnischen Normen und Richtlinien erfüllen, als auch eine wirtschaftliche Alternative zu den bisher verwendeten Leuchtmitteln darstellen.

In der Signaltechnik sind die LEDs heute der Stand der Technik geworden. Der Energieverbrauch konnte hier auf etwa ein Zehntel reduziert werden und dies bei gleichzeitiger zehnfacher Lebensdauer. Entladungslampen mit gutem Wirkungsgrad von über 100 Lumen pro Watt sind heute als Leuchtmittel für die Straßen- und Tunnelbeleuchtung verfügbar und werden eingesetzt. Forschung und Entwicklung konzentrieren sich aber gegenwärtig auf die LED-Technik. Sie steht hier an der Schwelle vor einem zukünftigen Einsatz und wird dort zum Einsatz kommen, wo sie sowohl die lichttechnischen Normen und Richtlinien erfüllt, als auch eine wirtschaftliche Alternative zur vorhandenen Technik darstellt.



#### **Reinhard Tews**

Jahrgang 1953

Fotoingenieur

Seit 1990 in der BAST

Im Referat „Straßenausstattung“ zuständig für die licht- und materialtechnische Gestaltung von Warnleuchten, Lichtsignalanlagen und Wechselverkehrszeichen, Prüfung und Zertifizierung der entsprechenden Produkte sowie die Erarbeitung der Normen und Richtlinien im nationalen und europäischen Bereich, Obmann des nationalen Normenausschusses Lichttechnik „Lichttechnische Eigenschaften von Signallichtern im Verkehr“



## Fahrbahnmarkierungen - mehr als ein Strich in der Landschaft

Fahrbahnmarkierungen werden eingesetzt, um die Verkehrsteilnehmer optisch zu führen und den Verkehr zu regeln. Dafür ist es wichtig, dass die Fahrbahnmarkierungen sowohl bei Tag als auch bei Nacht gut erkennbar sind und dass sie den Überrollungen durch Kraftfahrzeuge standhalten. Hinzu kommt, dass Fahrbahnmarkierungen insbesondere für Zweiradfahrer genügend griffig sein müssen.

Fahrbahnmarkierungen bestehen in der Hauptsache aus einem Markierungsstoff sowie den Nachstreumitteln (Reflexperlen und Griffigkeitsmittel).

Als Markierungsstoffe dienen lösemittelhaltige Farben, Dispersionen, Kaltplastiken, Heißplastiken und Folien. In die Oberfläche des Markierungsstoffs sind Reflexperlen eingebettet. Durch die Retroreflexion des Scheinwerferlichts der Kraftfahrzeuge zurück in das Auge des Fahrers ist eine Markierung auch nachts sichtbar. Bei Regen kann sich auf den Markierungen allerdings ein Wasserfilm bilden, der dazu führt, dass bei Dunkelheit das Scheinwerferlicht nicht mehr retroreflektiert werden kann. Dies ist der Fall bei den herkömmlichen Typ I Markierungen, die über eine glatte Oberfläche verfügen und mit kleinen Reflexperlen ausgestattet sind. Markierungen mit erhöhter Nachtsichtbarkeit bei Nässe, sogenannte Typ II Markierungen, sind dagegen so ausgebildet, dass Teile der Markierung aus der flachen Oberfläche herausragen. Dies kann durch große Reflexperlen oder eine bestimmte Struktur der Markierung erreicht werden. Dadurch wird bei Regen nicht die ganze Markierung von einem Wasserfilm überzogen und sie ist somit auch bei Dunkelheit sichtbar.

Fahrbahnmarkierungen sowie zahlreiche andere Produkte der Straßenausstattung zählen auf europäischer Ebene zu den Bauprodukten und unterliegen den

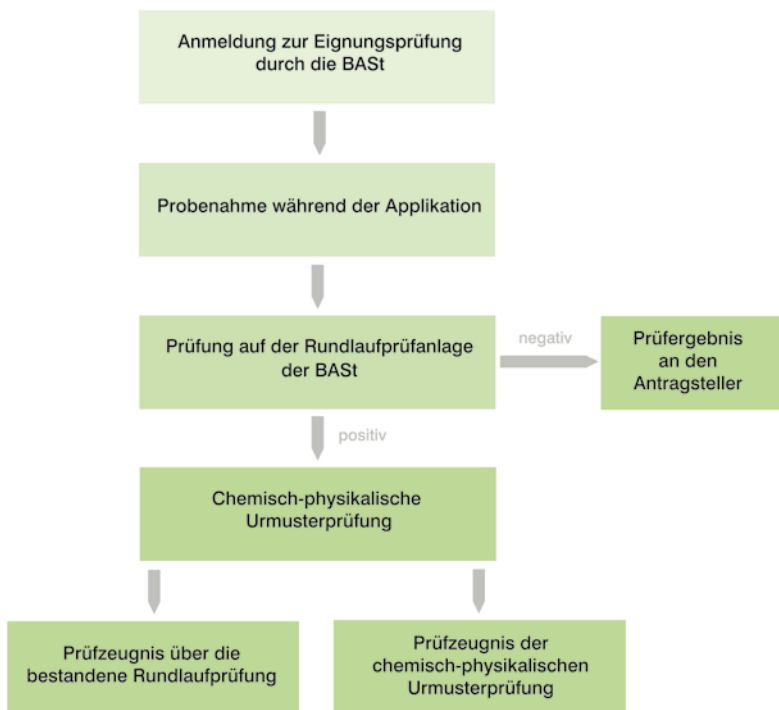
Kriterien der Bauproduktenrichtlinie. Diese Richtlinie dient zur Vereinheitlichung der Anforderungen an Bauprodukte in Europa und befindet sich derzeit in Überarbeitung. Mit der Einführung der neuen Bauproduktenrichtlinie müssen für Fahrbahnmarkierungen die Übereinstimmung mit der Richtlinie und die Brauchbarkeit nachgewiesen werden. Außerdem müssen Fahrbahnmarkierungen ein CE-Kennzeichen tragen. Dieser Nachweis wird über die Erfüllung der Anforderungen in den europäischen Normen für Fahrbahnmarkierungen erbracht.

Die BAST führt bereits seit dem Jahr 1957 Eignungsprüfungen von Fahrbahnmarkierungen durch. Seit dem Jahr 2000 werden diese Eignungsprüfungen im Wesentlichen auf Grundlage europäischer Normen durchgeführt. Außerdem wirkt die BAST in den europäischen Gremien zur Erstellung und Überarbeitung dieser Normen mit. Die künftige Umsetzung der neuen Bauproduktenrichtlinie wirft allerdings noch zahlreiche Fragen auf, wie zum Beispiel im Fall von Markierungssystemen, die erst auf der Straße zusammengesetzt werden. Hier wird der Markierungsstoff zusammen mit Reflexperlen und Griffigkeitsmitteln auf die Fahrbahn appliziert. Das CE-Kennzeichen gilt in diesem Fall für das komplette Markierungssystem, also den Markierungsstoff in einer bestimmten Schichtdicke und die Nachstreumittel in ihrer genauen Mengenzusammensetzung.

Das Kennzeichen selbst ist aber nur auf dem Gebinde des Markierungsstoffs alleine angebracht. Falls der Markierungsstoff für unterschiedliche Schichtdicken und Nachstreumittelgemenge eingesetzt werden soll, was in der Praxis oft der Fall ist, erweitert sich so das CE-Kennzeichen zu einer komplexen Anwendungsmatrix. Wie



*Reflexperlen und Griffigkeitsmittel im Markierungsstoff (Thermoplastik)*



Ablaufschema der Eignungsprüfung für Fahr-  
bahnmarkierungen

hier zu verfahren ist, wird derzeit sowohl national als auch auf europäischer Ebene diskutiert.

Die Eignungsprüfung von Fahr-  
bahnmarkierungen wird bei der BAST nach einem zweistufigen Konzept durchgeführt. Zunächst werden die Fahr-  
bahnmarkierungen in einem Verschleißsimulator, der Rundlaufprüfanlage, geprüft. Diese Anlage besteht aus einer horizontal angebrachten Drehscheibe mit einem Durchmesser von 6,4 Metern und darin enthaltenen Fächern, in die die Prüfkörper mit der Markierung eingelegt werden. In Abhängigkeit vom Markierungsstoff werden die Prüfkörper mit

Rundlaufprüfanlage der BAST



vier oder acht Reifen bei einer Geschwindigkeit von 60 km/h überrollt. Die Prüfdauer ist abhängig vom Einsatzzweck der Markierung und umfasst den in einzelne Verkehrsklassen gegliederten Bereich von 100.000 bis 4.000.000 Radüberrollungen.

Nach Ablauf der Radüberrollungen werden für jede einzelne Verkehrsklasse die verkehrstechnischen Eigenschaften der Markierung geprüft: Tages- und Nachtsichtbarkeit, Griffbarkeit, verbleibende Restfläche.

Die Rundlaufprüfanlage der BAST bietet den Vorteil, dass die Straße ins Labor geholt wird und somit die jährliche Belastung von Fahr-  
bahnmarkierungen innerhalb einer Woche simuliert werden kann. Auf diese Weise ist es möglich, etwa 150 verschiedene Fahr-  
bahnmarkierungen pro Jahr zu prüfen.

Als zweiter Bestandteil der Eignungsprüfung erfolgt die chemisch-physikalische Untersuchung der Markierung. Dabei werden in Abhängigkeit vom Markierungsstoff beispielsweise Parameter wie der Gehalt an Bindemitteln, Lösemitteln und Titandioxid untersucht und es werden mittels spektrometrischer Verfahren Bindemittel und Lösemittel identifiziert. Durch diese Analysen ist es auch möglich, eine Mustergleichheitsprüfung eines auf der Straße applizierten Markierungssystems durchzuführen, indem die Ergebnisse mit den Urmusterdaten der chemisch-physikalischen Untersuchung verglichen werden. Änderungen der chemischen Zusammensetzung oder der Austausch einzelner Komponenten eines Markierungssystems können, neben Fehlern bei der Applikation, die verkehrstechnischen Eigenschaften und die Dauerhaftigkeit des Markierungssystems negativ beeinflussen. Darüberhinaus forscht die BAST an offenen, analytischen Fragestellungen. So hat die BAST in den letzten Jahren als erste

Institution in Europa ein Prüfspektrum für die Analyse von Fahrbahnmarkierungsfolien entwickelt.

In Zusammenarbeit mit der Bundesanstalt für Materialforschung (BAM) werden derzeit Methoden entwickelt, um die für die verkehrstechnischen Eigenschaften wichtigen Nachstreumittel mit vertretbarem Aufwand analytisch besser beschreiben zu können. Für viele Fahrbahnmarkierungen werden Mischungen von Nachstreumitteln eingesetzt, die Reflexperlen verschiedener Größe sowie Griffigkeitsmittel enthalten und speziell auf den Markierungsstoff sowie die spätere Anwendung der Markierung abgestimmt sind. Zur Beschreibung der Partikelgrößen, ihrer Kornform, Partikelfehlern und der Anteile von Griffigkeitsmitteln und Reflexperlen in den Mischungen eignen sich digitale, videogestützte Partikelanalytoren.

Zur Gewährleistung der verkehrstechnischen Eigenschaften der Fahrbahnmarkierung über die gesamte Liegedauer ist

die dauerhafte Einbindung der Nachstreumittel in die Markierungsstoffoberfläche entscheidend. Im Regelfall müssen die Nachstreumittel dazu mit einer monomolekularen Schicht eines entsprechend des Bindemitteltyps des Markierungsstoffes ausgewählten Silans/Siloxans (Coating) beschichtet werden, um die hydrophilen Eigenschaften ihrer Glas- und Mineralienoberfläche herabzusetzen. Das Coating wird chemisch gebunden und verbessert die Haftung in der Bindemittelmatrix des Markierungsstoffes. Aufgrund der sehr geringen Stoffmenge war ein analytischer Nachweis bisher nicht möglich. Im Rahmen der Zusammenarbeit mit der BAM zeichnen sich nun mit Hilfe moderner chemisch-analytischer Verfahren Lösungen für das Problem ab.

Zukünftig sollen Fahrbahnmarkierungssysteme möglichst vollständig charakterisiert werden können, um die Dauerhaftigkeit sicherzustellen und die wichtige Funktion der Markierung über die gesamte Liegedauer zu erhalten.



*Reflexperlen und Griffigkeitsmittel in einer Nachstreumittelmischung*



**Dr. Annette Gail**

Jahrgang 1975

Physikerin

Seit 2006 in der BAST

Im Referat „Straßenausstattung“ zuständig für Fahrbahnmarkierungen



**Stephan Killing**

Jahrgang 1968

Ingenieur für Korrosionsschutztechnik und Chemieingenieur

Seit 1999 in der BAST

Im Referat „Chemische Grundlagen, Umweltschutz, Labordienst“ zuständig für die chemisch-physikalischen Untersuchungen von Fahrbahnmarkierungen und Korrosionsschutz

## Solestreuung im Winter

Damit der Straßenverkehr auch im Winter sicher fließt, sollen Straßen möglichst schnee- und eisfrei sein. Ziel des Straßenwinterdienstes ist es, nicht nur Schnee und Eis auf den Straßen schnell zu beseitigen, sondern bereits die Glätteentstehung stark einzuschränken. Dafür werden bei entsprechenden Wettervorhersagen vorbeugend Taustoffe auf die Fahrbahnen gebracht, damit beginnende Glättebildungen durch Reifablagerung, Schneefall oder Eisregen sofort schmelzen können. Besonders gefährliche durchgängige Reif-, Eis- und Schneeflächen sollen somit vollständig oder zeitweise bis zum nächsten Winterdiensteinsatz verhindert werden.

Bisher bringt der Winterdienst für diese vorbeugenden Streuungen Feuchtsalz aus. Feuchtsalz besteht aus rund 70 Prozent trockenem Steinsalz und 30 Prozent Tausalzlösungen. Tausalzlösungen enthalten nur zu 20 bis 22 Prozent das wirksame Tausalz.

Beide Komponenten werden unmittelbar beim Streuen zusammengebracht. Diese Tausalzanfeuchtung soll einerseits das Verwehen des Tausalzes beim Streuen selber verringern, andererseits auch dessen Haftung auf der Fahrbahn erhöhen. Eine umfangreiche Untersuchung wies nach, dass trotz Anfeuchtung ein Großteil der vorbeugend ausgebrachten Tausalze nicht zur Wirkung kommt: Bis zu 85 Prozent

dieser Salzmengen verwehen durch den Verkehr vor Eintritt der Straßenglätte. Liegen bleiben fast nur die Salzmengen, die mit der Lösung ausgebracht wurden.

Ausgehend von diesem Ergebnis lag die Überlegung nahe, bei vorbeugenden Streueinsätzen generell nur Tausalzlösungen auszubringen. Dieses Verfahren wird in anderen Staaten mit teilweise weniger Verkehr bereits angewandt. Entscheidend ist die Frage, ob das Ausbringen von Tausalzlösungen für eine erste Schnee- und Eisfreihaltung beziehungsweise vollständig gegen Reifglätte ausreicht.

Zur Erprobung beschafften verschiedene Straßenbauverwaltungen Maschinen zum Ausbringen von Tausalzlösungen. Dabei kamen im Winter 2009/10 reine Sprühmaschinen und sogenannte Kombistreumaschinen zum Einsatz. Letztere können neben dem Lösungssprühen auch normales Feuchtsalz streuen. Sie bieten den Vorteil, dass während einer Sprühfahrt beispielsweise bei einsetzendem Schneefall sofort auf die dann effektivere Feuchtsalzstreuung umgestellt werden kann. Nachteilig ist die geringere Ladekapazität für beide Ausbringmethoden. Hier bieten reine Sprühmaschinen mehr.

Für die Beurteilung der ausreichenden Menge bei Glätte ist die Feststellung der Liegedauer der ausgebrachten Tausalzlösungen von entscheidender Bedeutung. Zur Feststellung der Liegedauer kommt ein sogenanntes Spül-Saug-Gerät zum Einsatz. Durch einen Wasserauftrag (Spülen) und dem sofort folgenden Saugen kann festgebackene oder auskristallisierte Lösung von der Fahrbahn aufgenommen werden. Die aufgenommenen Lösungen werden gewogen. Aus der Masse und der Leitfähigkeit der Lösung kann anschließend die Tausalzmenge abgeleitet werden.

*Spül-Saug-Gerät bei der Messung der Liegedauer von Tausalzen auf der Fahrbahn*



Für Versuche der Liegedauer werden auf Streifen von 5 x 0,2 Meter in verschiedenen Querschnitten die vorhandenen Salze aufgenommen. Damit wird im Vergleich zu allen bisher möglichen Messungen ein wesentlich repräsentativerer Messwert gewonnen.

Für die Beurteilung der Liegedauer erfolgen Messungen nach einer Stunde und nach vier Stunden Verkehrseinwirkung. In der Grafik sind die durchschnittlichen Werte der gemessenen Streusalzverluste von verschiedenen Versuchen zusammengefasst dargestellt. Es enthält im Vergleich auch Werte von Versuchen mit Feuchtsalz FS30. Die Verluste beziehen sich immer auf eine unmittelbar nach dem Ausbringen gemessene Tausalzmenge.

Nach einer Stunde verfrachtet der Verkehr ausgebrachtes Feuchtsalz durchschnittlich zu rund 67 Prozent von der Fahrbahn. Bei der Lösungsausbringung sind es nur rund 19 Prozent. Auch nach vier Stunden sind die Verluste bei den Tausalzlösungen wesentlich geringer (76 zu 29 Prozent).

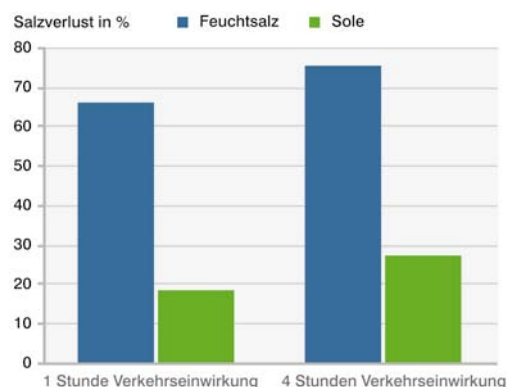
Diese Gegenüberstellung zeigt den deutlichen Vorteil der Tausalzlösungen bei der vorbeugenden Streuung in Bezug auf die Liegedauer. Nach den ersten Praxiserfahrungen zeigen die ausgebrachten Lösungen eine ausreichende Wirkung bei der Glättevermeidung und Glättereduzierung. Heutige Empfehlungen bei der Sprühdichte gehen von der doppelten Menge je Quadratmeter im Vergleich zur

Feuchtsalzstreuung aus. Während das Feuchtsalz im Regelfall 76 Prozent Salzanteil enthält, sind es bei der Lösung nur 20 bis 22 Prozent.

Trotz der doppelten Streudichte kann damit nach den ersten Erfahrungen bei der Anwendung von Tausalzlösungen über 40 Prozent des Tausalzes bei vorbeugenden Streuungen gespart werden.

Die Anwendung der Tausalzlösungen setzt eine hohe Qualität der gleichmäßigen Verteilung voraus. Anders als bei Feuchtsalz verteilt der Verkehr ausgebrachte Tausalzlösungen im Querschnitt nur sehr wenig. Die BASt entwickelt derzeit im Rahmen der Europäischen Normung ein Verfahren, das eine vollständige Beurteilung der Querverteilung zulässt. Grundlage ist auch hier wieder das Spül-Saug-Verfahren. In diesem Fall kommt ein leistungsfähigeres Gerät mit einer größeren Saugbreite zum Einsatz. Die mit diesem Verfahren erzielten Ergebnisse zeigten einige Schwächen der neuentwickelten Sprühmaschinen auf, die aber direkt in deren Weiterentwicklung geflossen sind.

Alle bisherigen Erfahrungen zeigen, dass der Einsatz von Tausalzlösungen für viele Einsatzfälle eine geeignete Alternative zum Feuchtsalz ist, mit der sich der spezifische Tausalzverbrauch deutlich verringern lässt.



*Vergleich der mittleren Tausalzverluste durch Verkehrseinwirkung auf Autobahnen nach präventiver Streuung (Quelle: KOMMZEPT)*

*Spül-Saug-Gerät für die Streubildbeurteilung*



### **Horst Badelt**

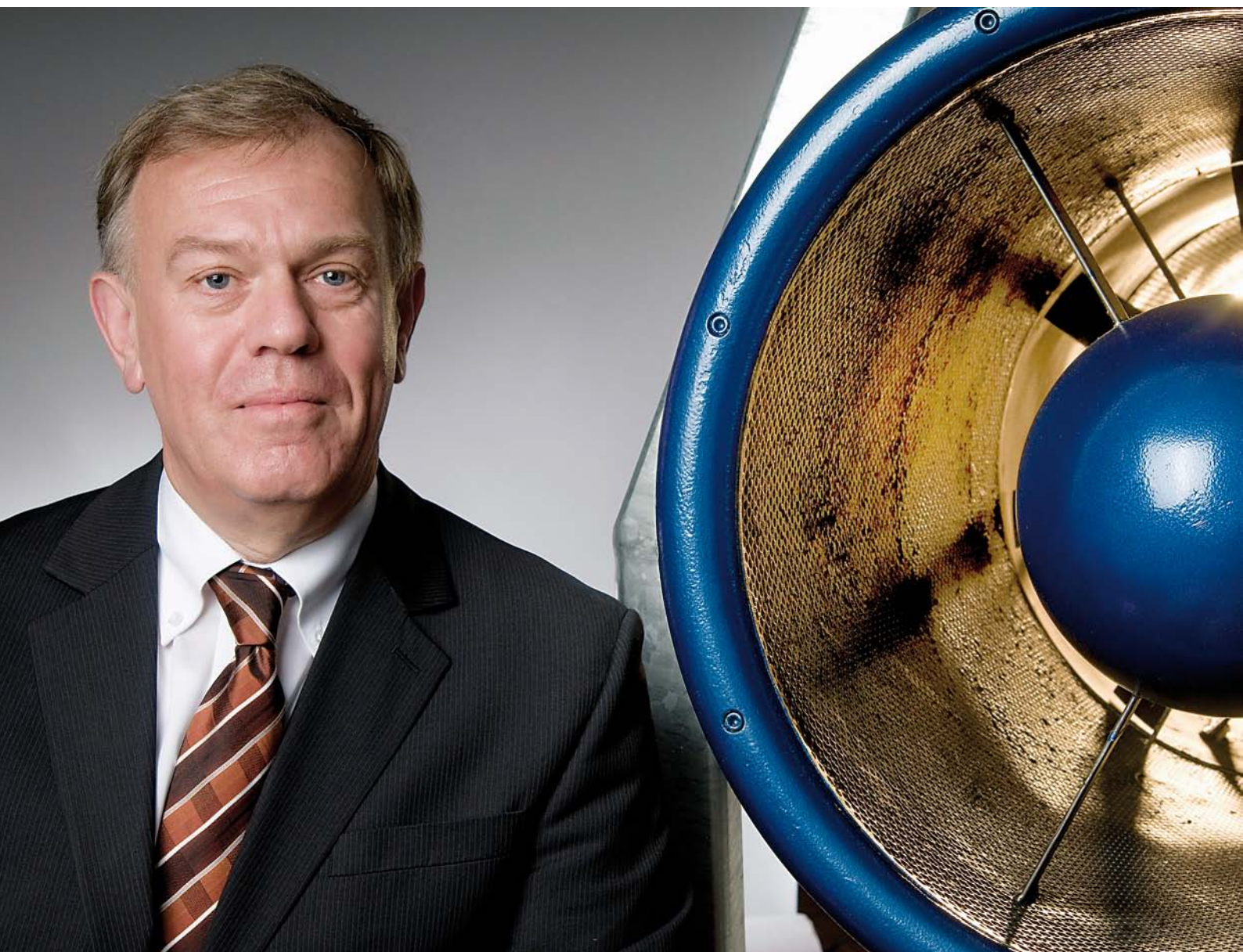
Jahrgang 1958

Ingenieur für Kfz-Technik und Verbrennungsmotoren

Seit 1991 in der BASt

Im Referat „Verkehrsbeeinflussung, Straßenbetrieb“ zuständig für Winterdienst/ Straßenbetrieb

Mitglied in verschiedenen Gremien von CEN, DIN und FGSV für die Themen Winterdienst und Straßenbetrieb



*Dr. Jürgen Krieger, Leiter der Abteilung Brücken- und Ingenieurbau*

## **Infrastruktur optimieren und erhalten**

Im Straßengüterfernverkehr wird nach der aktuellen Verflechtungsverkehrsprognose bis 2025 eine Zunahme der Verkehrsleistung um 84 Prozent erwartet. Um Mobilität dauerhaft zu sichern, ist es notwendig, neue Ideen und Konzepte zu entwickeln und das auch auf internationaler Ebene. Das Verkehrssystem muss zuverlässig und leistungsfähig sein, seine Substanz ist zu sichern. Um detaillierte Aussagen über die Belastung und den Zustand der Straßen zu machen, wird ein Netz von Achslastmessstellen aufgebaut und der Zustand regelmäßig erhoben. Die Daten werden analysiert und fließen in Managementsysteme der Straßen und Bauwerke für Erhaltungs- und Planungsmaßnahmen ein. Durch einen prozesssicheren automatisierten Straßenbau sollen künftig Schwachstellen beim Straßenbau vermieden werden. Als Leitbild für die Zukunft hat die Nachhaltigkeit eine herausragende Bedeutung. Beim Straßen- und Ingenieurbau sind diese Belange künftig verstärkt zu beachten.

## Achslasterfassung auf Bundesfernstraßen

Durch steigende Verkehrsmengen, insbesondere des Schwerververkehrs, und einen Anstieg von Fahrzeug- sowie Achslastgewichten werden Straßen und Brücken des deutschen Bundesfernstraßennetzes zunehmend geschädigt. Um detaillierte Aussagen über die Lasten auf Bundesautobahnen (BAB) zu erhalten, baut die BAST ein Kollektiv von Achslastmessstellen auf. Eine abteilungsübergreifende Arbeitsgruppe der BAST befasst sich mit der Einrichtung der Messstellen, der Aufbereitung, Auswertung sowie der Bewertung der erfassten Daten.

### Achslastmessstellen

Das Netz stationärer Achslastmessstellen soll nach Fertigstellung 40 Achslastmessstellen umfassen, die in der Regel auf den jeweiligen Hauptfahrstreifen beider Richtungen die überfahrende Fahrzeugmenge und die Lasten der überfahrenden Achsen aufzeichnen.

In der ersten Ausbaustufe wurden in Hessen fünf Geräte in Biegeplattentechnik verbaut. Bei den nachfolgenden neun Messstellen der zweiten und den acht Achslastwaagen der zurzeit umgesetzten dritten Ausbaustufe kommt die Piezo-Technologie zum Einsatz. Aufgrund altersbedingt unzuverlässig gewordener Messtechnik und veralteter Elektronik werden die Achslastwaagen der ersten Stufe erneuert und durch modernere Geräte mit Piezo-Technik ersetzt.

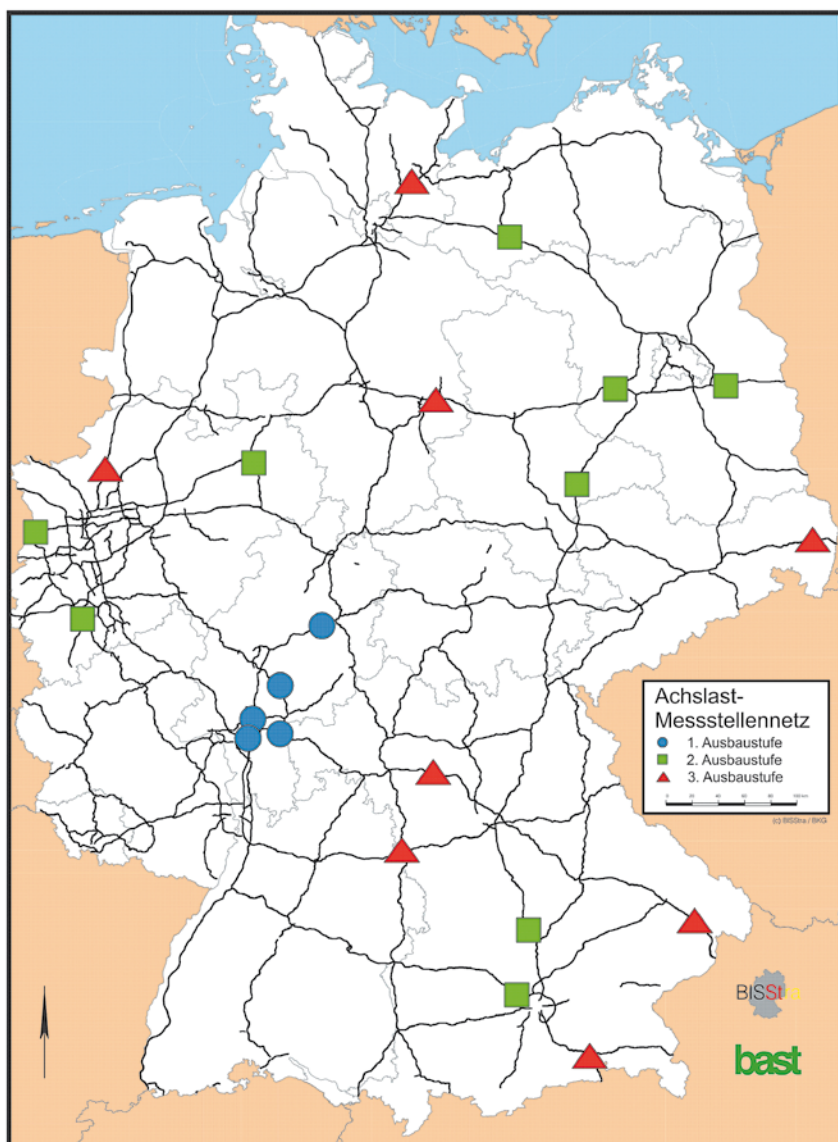
Mithilfe moderner Elektronik können nicht nur die Daten von Einzelfahrzeugen ausgewiesen, sondern auch via GPRS (General Packet Radio Service) oder UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) zeitnah an die BAST übertragen werden. Mit den neuen Geräten werden neben Standard-Lkw zusätzlich Pkw und Sonderfahrzeuge detektiert. Letzere sind

häufig durch extreme Gesamtgewichte gekennzeichnet. Der sich daraus ergebende Datenpool ist für die Dimensionierung von Brückenbauwerken und Straßenbefestigungen sowie das Erhaltungsmanagement von besonderem Interesse.



### Technologie der Achslastmessstellen

Bei der Achslasterfassung werden die tatsächlichen, statischen Achslasten und Gesamtgewichte der Fahrzeuge ermittelt. Da die Messung bei normaler Fahrzeuggeschwindigkeit durch einen in der Fahrbahn eingebauten Sensor erfolgt, müssen fahrdynamisch bedingte Fahrzeugschwingungen und damit auch Schwankungen der auf die Fahrbahn einwirkenden Gewichtskräfte möglichst gering gehalten werden. Daher sind für eine gute Messgenauigkeit sowohl an den Sensor als auch an die Fahrbahnbeschaffenheit hohe Anforderungen zu stellen, die auch unter hohen Verkehrsbelastungen eingehalten werden müssen. Voraussetzung für den Einbau der Achslastwaagen in die Fahrbahn ist unter anderem die Sicherstellung einer optimalen Beschaffenheit der Fahrbahndecke. Im Vorlauf von 300 Metern und im Nachlauf von 25 Metern zur Achslastmessstelle ist eine standfeste, ebene



Ausbaustufen des Achslastmessstellennetzes

und schadstellenfreie Oberfläche zu gewährleisten.

Für die Erfassung von Achslasten haben sich bisher zwei Systeme als geeignet erwiesen. Dies sind die seit den 70er Jahren eingesetzte Biegeplatte und der in den 90er Jahren entwickelte LINEAS-Sensor, der mittels Piezotechnologie die Achslasten ermittelt und derzeit ausschließlich zur Anwendung kommt.

Durch die Kombination von Induktivschleifendetektoren mit Achslastsensoren ist es möglich, Schwerverkehrsfahrzeuge zu unterscheiden. Als Grunddaten können mit den beiden Sensortechniken die gemessenen Achslasten den Fahrzeugen

zugeordnet werden, so dass als Informationen

- alle Achslasten eines Fahrzeugs,
  - die Abstände der Achsen untereinander,
  - der Achstyp (Einfach-, Doppel- oder Dreifachachse),
  - das Gesamtgewicht des Fahrzeugs,
  - die Geschwindigkeit des Fahrzeugs,
  - die Fahrzeuglänge,
  - der Fahrzeugabstand zum vorausfahrenden Fahrzeug,
  - der Fahrzeugtyp sowie
  - der Zeitpunkt der Messung
- zur Verfügung stehen.

Damit für die späteren Fachauswertungen nutzbare Messergebnisse erzielt werden, muss die Messgenauigkeit der Anlagen innerhalb vorgegebener Toleranzen liegen. Um dies sicherzustellen, müssen die Messstellen regelmäßig gewartet und kalibriert werden. Hierbei werden zur Kontrolle der Messgenauigkeit der Achslasterfassung statisch vorverwogene Lkw eingesetzt, die die Messstelle mehrmals überfahren. Nach einem in der BASt aufgestellten Verfahren wird hieraus die erreichte Messgenauigkeit gemäß einer europäisch abgestimmten Methode bestimmt.

### Nutzen der Achslastdaten im Brückenbau

Angesichts der nahezu ungebremsen Zunahme des Schwerverkehrs stellt sich für den Baulastträger des Bundesfernstraßennetzes die Frage nach den Auswirkungen und den daraus abzuleitenden Maßnahmen. Brücken sind wesentliche Elemente eines Straßennetzes. Verkehrseinschränkungen oder gar der Ausfall von Bauwerken führen zu massiven Erhöhungen von Nutzerkosten und damit zu erheblichen volkswirtschaftlichen Beeinträchtigungen. Deshalb ist einerseits eine systematische

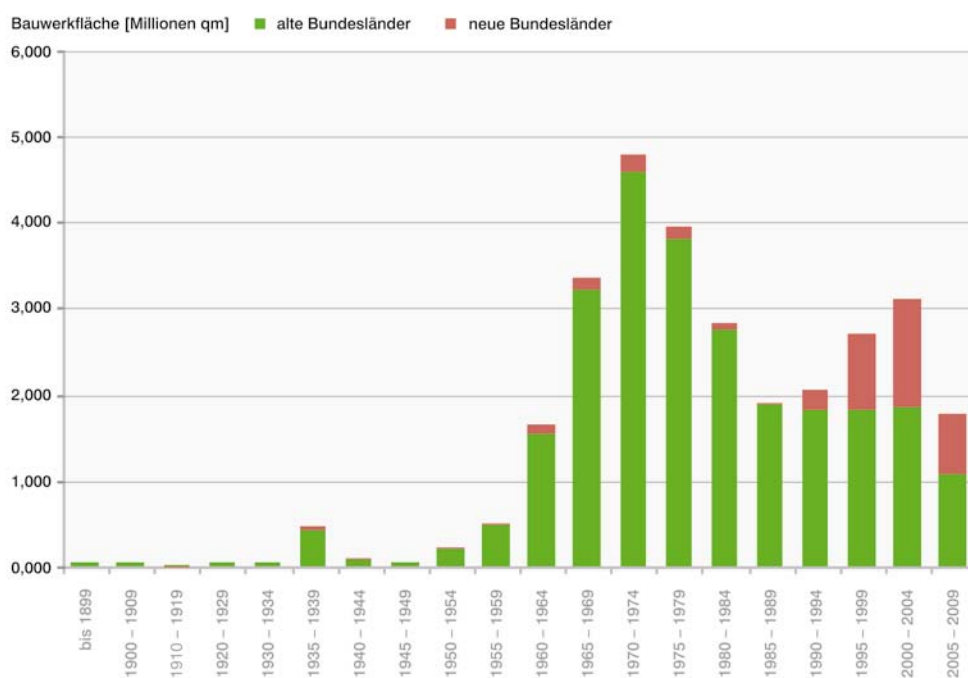


und nachhaltige Ertüchtigung und Erhaltung des Brückenbestandes erforderlich. Andererseits sind für den Brückenneubau die Last- und Bemessungsvorschriften dahingehend anzupassen, dass den Prognosen der Verkehrsentwicklung mit ausreichender Sicherheit Rechnung getragen wird.

Der Brückenbestand zählt gegenwärtig 38.689 Brücken mit einer Fläche von 29.6 Millionen qm und besitzt ein Anlagenvolumen von etwa 45 Milliarden Euro. Die Altersstruktur ist geprägt durch die wirtschaftliche Entwicklung in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts. In den alten Bundesländern wurde ein Großteil des Straßennetzes Mitte der 60er bis Mitte der 80er Jahre errichtet oder ausgebaut, darunter sehr viele große Talbrücken. In den neuen Ländern dagegen entstanden erst nach der Wiedervereinigung – bedingt durch den meist schlechten Erhaltungszustand – im größeren Umfang neue Brücken. Die Erhöhung der zulässigen Verkehrslasten und des Verkehrsaufkommens einerseits und der technische Fortschritt andererseits führten in diesem

Zeitraum mehrfach zu Fortschreibungen der Einwirkungs- und Bemessungsvorschriften. Dadurch haben die Brücken in Abhängigkeit von den zum Zeitpunkt der Bemessung gültigen Vorschriften sehr unterschiedliche Reserven oder auch Defizite hinsichtlich der Tragfähigkeit im Hinblick auf den gegenwärtigen Schwerverkehr.

Heute werden Brücken auf wahrscheinlichkeitstheoretischer Grundlage berechnet und bemessen. Dies setzt die Kenntnis von statistischen Verteilungsfunktionen der Einwirkungen und der Bauteilwiderstände voraus. Aus praktischen Gründen werden für die Einwirkungen infolge des Straßenverkehrs Lastmodelle verwendet, die für alle Tragwerksausbildungen in Längs- und Querrichtung die Beanspruchungen jeder möglichen Verkehrssituation erfassen. Diese Lastmodelle können realitätsnah nur mit Hilfe von Simulationsrechnungen verschiedenster Verkehrsszenarien entwickelt werden, wofür die Zusammensetzung des Schwerverkehrs, statistische Verteilungen der Fahrzeuggesamtgewichte, der Achslasten und -abstände sowie der



Altersstruktur nach Brückenflächen

Fahrzeugabstände als Eingangsparameter erforderlich sind. Die stetige Veränderung des Schwerverkehrs in Schwere und Umfang einerseits sowie die Überlegungen zur Zulassung höherer Gesamtgewichte bestehender oder neuer Fahrzeuge andererseits erfordern eine systematische Überprüfung und gegebenenfalls Fortschreibung der Verkehrslastmodelle für den Straßenbrückenbau.

Auswertungen der Einzelfahrzeugdaten ließen häufige Überschreitungen der zulässigen Fahrzeuggesamtgewichte und Achslasten erkennen. Verkehrslast-simulationsberechnungen mit diesen Eingangsdaten zeigten, dass die Lastannahmen für Verkehr der bis 2003 gültigen DIN 1072 den realen Straßenverkehr für den Bauwerksbestand nicht mehr in allen Bereichen in vollem Umfang erfassen. Die Ergebnisse mehrerer Forschungsprojekte zu „Auswirkungen des Schwerverkehrs auf die Brücken der Bundesfernstraßen“ führten auf der Grundlage gemessener Achslastdaten zu Aktivitäten, die den Brückenneubau und die Erhaltung des Bauwerksbestandes der Bundesfernstraßen gleichermaßen betreffen. So werden

die gegenwärtigen Belastungsansätze für Straßenverkehr im DIN-Fachbericht 101 mit der Einführung des Eurocodes DIN EN 1991-2 deutlich erhöht. Für den Bauwerksbestand zeigen neuere Nachrechnungen auf der Basis von Verkehrslastsimulationen, dass eine große Anzahl mehrfeldriger Brücken im Zuge der Bundesfernstraßen mit Brückenklasse 60 und niedriger hinsichtlich der Einwirkungen aus dem Straßenverkehr Defizite aufweisen. Diese Bauwerke sind zeitnah zu ertüchtigen, damit die Infrastruktur weiterhin leistungsfähig bleibt.

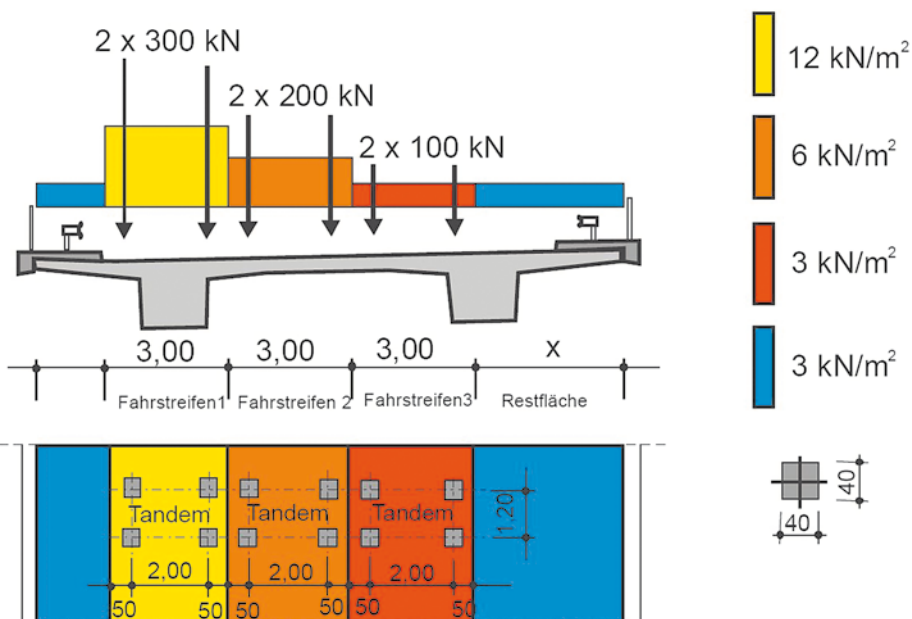
### Nutzen der Achslastdaten im Straßenbau

In den vergangenen zehn Jahren wurden in der BAST eine Reihe von straßenbautechnischen Fragestellungen auf Basis von im BAB-Netz erfassten Einzelfahrzeugdaten bearbeitet.

Eines der wichtigsten Ergebnisse aus der Analyse von Einzelfahrzeugdaten ist der erstmalige Nachweis eines Zusammenhangs zwischen der durchschnittlichen Stärke des täglichen Schwerverkehrs und der aus ihm resultierenden Belastung und Beanspruchung der Straßenbefestigung. Auf Basis dieser Erkenntnisse wurde das Modell SVIB-BAB (Schwerverkehrsinduzierte Beanspruchung von Bundesautobahnen) entwickelt, mit dem die Beanspruchung des BAB-Netzes durch den Schwerverkehr berechnet werden kann. Wirkungsanalysen politischer und straßenbautechnischer Szenarien für das BAB-Netz sind so möglich geworden.

Vor dem Hintergrund knapper finanzieller Ressourcen und somit der Notwendigkeit der Minimierung der Investitions- und Erhaltungskosten kommt dem Baustein einer beanspruchungsgerechten Dimensionierung von Straßenbefestigungen hinsichtlich der notwendigen Dicken und der Aus-

Künftiges Verkehrslastmodell LM1 im DIN EN 1991-2



schöpfung der Potenziale der eingesetzten Baustoffe eine immer größere Bedeutung zu. Hierfür unabdingbar ist die Fortschreibung der dimensionierungsrelevanten Eingangsgrößen in der standardisierten (RStO – Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen) und rechnerischen Dimensionierung (RDO Asphalt, RDO Beton – Richtlinien für die rechnerische Dimensionierung des Oberbaus von Verkehrsflächen mit Asphaltdeckschicht oder mit Betondecke) von Straßenoberbauten. Die Optimierung von rechnerischen Dimensionierungsverfahren und die Fortschreibung der notwendigen dimensionierungsrelevanten Eingangsgrößen erfolgt mittels Analysen der im Bundesautobahnnetz erfassten Einzelfahrzeugdaten und aus Erkenntnissen über innere Dehnungen und Spannungen im gebundenen Straßenoberbau infolge der realen Belastung durch den Schwerverkehr.

Ein weiterer Baustein zur Minimierung der für das Bundesfernstraßennetz aufzuwendenden Erhaltungsmittel, im Kontext mit einer systematischen und netzweit optimierten Straßenerhaltung, ist die realitätsnahe Berücksichtigung der aus dem Schwerverkehr resultierenden Beanspruchung. So sollen zum Beispiel im Pavement Management System (PMS) entsprechende Verhaltensfunktionen der Zustandsgrößen in Abhängigkeit von den äquivalenten 10-Tonnen-Achsübergängen generiert und programmtechnisch eingebunden werden.

Aus Überschreitungen der nach § 34 StVZO (Straßenverkehrszulassungsordnung) höchstzulässigen Achslasten und Gesamtgewichte für den Schwerverkehr resultieren einerseits betriebswirtschaftliche Vorteile, andererseits aber aufgrund des erhöhten Substanzverbrauchs an den Straßenbefestigungen auch volkswirtschaftliche Nachteile, insbesondere aus

der Verkürzung der Nutzungszeiträume und den damit verbundenen höheren Erhaltungs- und Investitionskosten. Die Untersuchung der Auswirkungen der Überladungen auf die Erhaltungs- und Investitionskosten dienen dem Ziel ihrer Minimierung.

Ein weiteres wichtiges Ergebnis bisheriger Untersuchungen ist die Identifizierung spezifischer Fahrzeugarten, die zu Überladungen neigen. Aufgrund dieser Erkenntnisse kann eine zielgerichtete und effiziente Kontrolle von Achslasten und Gesamtgewichten und somit die Ahndung von Grenzwertüberschreitungen unterstützt werden.

### **Ausblick**

Für die Zukunft ist eine detaillierte Aussage über die Belastungen des gesamten Bundesfernstraßennetzes durch Lkw erforderlich. Um eine streckengenaue Darstellung der Lastmengen vornehmen zu können, ist die Erweiterung des Achslastmessstellennetzes auch auf Bundesstraßen notwendig. Zu diesem Zweck wird der Einsatz von mobilen Achslastwaagen geprüft. Mit Hilfe mobiler Anlagen, die zeitlich befristet unter Überführungsbauwerken montiert werden, könnten Achslastdaten an einer Vielzahl von Querschnitten ermittelt werden. Die so gewonnenen Daten stellen für das gesamte – insbesondere für das untergeordnete – Netz eine wesentliche Grundlage für die beanspruchungsgerechte Dimensionierung von Brückenbauwerken und Straßenbefestigungen sowie ein modernes Erhaltungsmanagement von Straßen dar.



*Mitglieder der Arbeitsgruppe  
Qualitätssicherung von Achs-  
lastdaten von links nach rechts:  
Andreas Wolf, Rolf Kaschner,  
Ralf Meschede, Stefan Tetzner,  
Anke Fitschen*

## **Die Mitglieder der Arbeitsgruppe „Qualitätssicherung von Achslastdaten“**

### **Dr. Stefan Tetzner (Leiter)**

Jahrgang 1970, Bauingenieur und Wirtschaftsingenieur, seit 2009 in der BAST, im Referat „Verkehrsstatistik, BISStra“ zuständig für die statistische Auswertung und Qualitätssicherung der Achslastdaten

### **Anke Fitschen**

Jahrgang 1974, Assessorin des Vermessungs- und Liegenschaftswesens, seit 2008 in der BAST, im Referat „Verkehrsstatistik, BISStra“ zuständig für die statistische Auswertung und Qualitätssicherung der Achslastdaten, Ermittlung von Verlagerungseffekten aufgrund der Lkw-Maut

### **Rolf Kaschner**

Jahrgang 1951, Mathematiker, seit 1990 in der BAST, stellvertretender Leiter des Referats „Grundsatzfragen der Bauwerkserhaltung“, zuständig für Lastannahmen, Bauwerkserhaltung und Bestandserfassung von Brücken und anderen Ingenieurbauwerken der Bundesfernstraßen, Mitglied im DIN-Arbeitsausschuss Lastannahmen für Brücken, in der Bund/Länder Arbeitsgruppe „Schwerverkehr“ sowie der Bund/Länder Dienstbesprechung IT-Koordinierung, Projektgruppe „Bauwerke“

### **Ralf Meschede**

Jahrgang 1966, Ingenieur der Elektrotechnik, seit 1992 in der BAST, stellvertretender Leiter des Referats „Verkehrsbeeinflussung, Straßenbetrieb“, zuständig für die Achslasterfassung

### **Andreas Wolf**

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

## Analyse: Schwerverkehr beansprucht das BAB-Netz

Die Verkehrsleistung des Straßengüterverkehrs in Deutschland weist seit Jahrzehnten jährliche Steigerungen auf. Dieser Trend wird sich voraussichtlich fortsetzen und zu einer weiter steigenden Beanspruchung der Straßeninfrastruktur führen. Ein Instrument zur Überwachung der Belastung und Beanspruchung des Autobahnnetzes ist das im Aufbau befindliche Achslasterfassungsnetz. Konzeption und fachliche Begleitung des Netzaufbaus liegen in den Händen der BAST.

Zwischen 1978 und 2007 stieg die Verkehrsleistung des Straßengüterverkehrs um mehr als das Sechsfache. Prognosen zufolge wird sie sich bis zum Jahr 2050 noch einmal auf etwa 870 Milliarden-Tonnen-Kilometer fast verdoppeln. Da ein nachfrageadäquater Ausbau des Straßennetzes aus ökonomischen und ökologischen Gründen kaum praktikabel ist, wird die Beanspruchung der gleichzeitig immer älter werdenden Straßeninfrastruktur zunehmen.

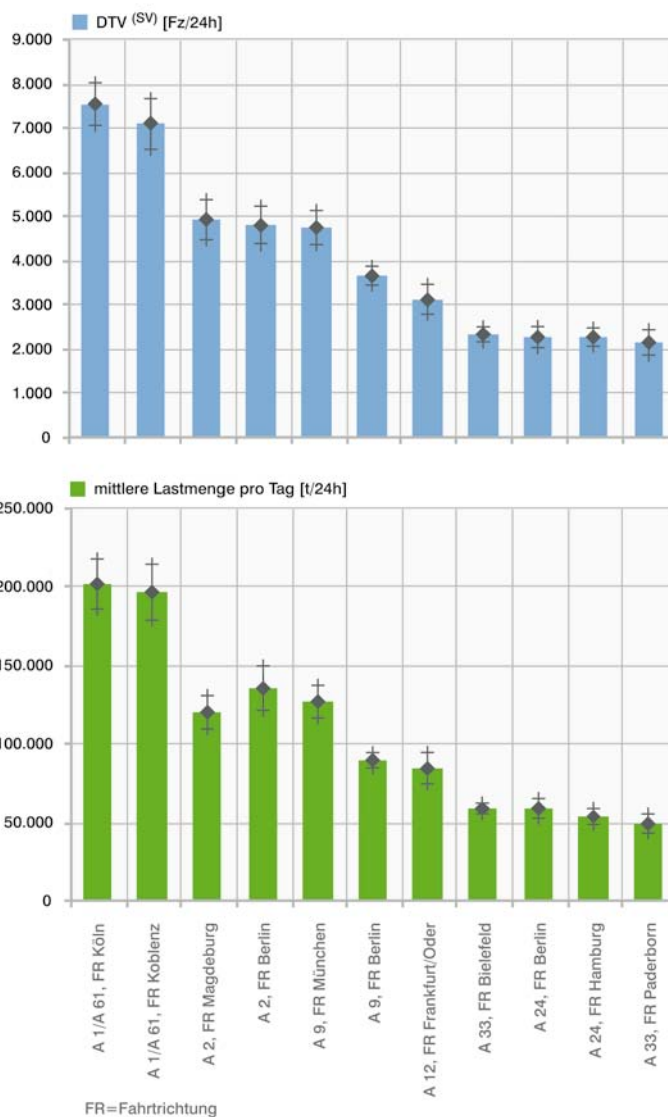
Für die Entwicklung ökonomisch sinnvoller Erhaltungsstrategien, die Einführung neuer Finanzierungskonzepte im Straßenbau (unter anderem Funktionsbauverträge, A-Modelle) und die rechnerische Dimensionierung von Verkehrsflächen ist es unverzichtbar, die aus dem Straßengüterverkehr resultierenden Belastungen und Beanspruchungen sowie deren zeitliche und räumliche Entwicklung beziffern zu können. Diesem Ziel dient der Aufbau eines repräsentativen Netzes zur permanenten Achslasterfassung auf Bundesautobahnen (BAB).

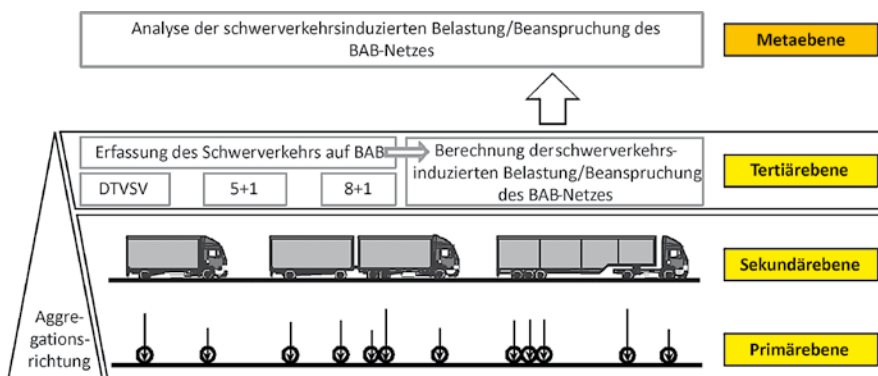
Das Achslasterfassungsnetz auf BAB wird in vier Ausbaustufen realisiert und soll 40 repräsentative Achslasterfassungsquerschnitte umfassen. Drei Ausbaustufen mit insgesamt 21 Messquerschnitten sind in

acht verschiedenen Bundesländern bereits realisiert.

Als relevant für die Straßenbelastung/-beanspruchung erweisen sich in den Messquerschnitten 18 Fahrzeugarten des Schwerverkehrs. Ihr Anteil am Schwerverkehr beträgt im Mittel 99,2 Prozent. Den größten Anteil am Schwerverkehr und somit an der Straßenbelastung und -beanspruchung weisen im Fernverkehr Sattelkraftfahrzeuge mit zweiachsiger Sattelzugmaschine und dreiachsigem Sattelanhänger auf. Ihr Anteil ist in den letzten Jahren deutlich gestiegen und liegt derzeit

*Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke des Schwerverkehrs (DTV(SV)) und die aus ihr resultierende Belastung der Bundesautobahnen pro Tag*





Schematische Darstellung des SVIB-BAB Modells

je nach Messquerschnitt etwa zwischen 35 und 64 Prozent. Es folgt in der Bedeutung der zumeist im Nahverkehr eingesetzte Lkw ohne Anhänger mit etwa acht bis 17 Prozent. Alle anderen 16 relevanten Fahrzeugarten haben einen Anteil am Schwerverkehr von bis zu zehn Prozent.

Aufgrund der aus dem wirtschaftlichen Geschehen in Deutschland resultierenden Transportnachfrage werden für die wenigsten Fahrzeuge im Schwerverkehr die zulässigen Gesamtgewichte nach § 34 der Straßenverkehrszulassungsordnung ausgenutzt. Dennoch überschreitet ein nicht geringer Anteil der Fahrzeuge diese Grenzwerte und beansprucht somit die Straßenbefestigungen überproportional. Der betriebswirtschaftliche Nutzen der Grenzüberschreitungen führt zu volkswirtschaftlichen Nachteilen. So entstehen durch den erhöhten Substanzverbrauch an den Straßenbefestigungen nicht nur höhere Erhaltungskosten, sondern durch die Verkürzung der Nutzungszeiträume

auch höhere Investitionskosten. Die Analyse der Auswirkungen der Grenzwertüberschreitungen auf die Investitions- und Erhaltungskosten für das BAB-Netz und der Notwendigkeit ihrer Minimierung vor dem Hintergrund knapper finanzieller Ressourcen erfolgt in einem eigenen Projekt.

Auf der Basis umfangreicher Einzelfahrzeugdaten wurde eine Aktualisierung, Präzisierung und Erweiterung eines ersten groben Belastungs-/Beanspruchungs-Modells vorgenommen. Basis für die Aktualisierung des SVIB-BAB Modells (Berechnung der schwerverkehrsinduzierten Straßenbelastung/-beanspruchung der BAB) waren die Daten von acht Millionen Fahrzeugen des Schwerverkehrs, die zwischen 2004 und 2005 erfasst wurden. Mit dem Modell SVIB-BAB ist erstmals die Berechnung der Straßenbelastung/-beanspruchung des Hauptfahrstreifens von BAB anhand der durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärke des Schwerverkehrs möglich. Darüber hinaus wurde die Möglichkeit einer Einbindung von an automatischen Dauerzählstellen erfassten Verkehrsmengen des Schwerverkehrs geschaffen. Das erlaubt eine Analyse der Straßenbelastung/-beanspruchung auf Netzebene.

Wirkungsanalysen politischer und straßenbautechnischer „was wäre wenn“-Szenarien für das BAB-Netz sind so möglich geworden.



**Andreas Wolf**

Jahrgang 1954

Bauingenieur und Tropentechnologe

Seit 1990 in der BAST

Stellvertretender Leiter des Referates „Dimensionierung und Erhaltung von Straßen“, zuständig für Substanzbewertung von Straßen, Pavement Management System, Straßenerhaltung und Grundsatzfragen der Beanspruchung des Straßenkörpers

## IT-ZEB-Server der BAST

### System zur Online-Bereitstellung von Zustandsdaten der Bundesfernstraßen

Bereits seit etwa 20 Jahren erfolgt in der Bundesrepublik Deutschland die regelmäßige „Zustandserfassung und –bewertung der Fahrbahnoberflächen von Straßen“ (ZEB). Dieses gemeinsam vom BMVBS und den Bundesländern entwickelte Verfahren wurde mit dem Ziel gestartet, die Fahrbahnoberflächen der Bundesfernstraßen messtechnisch mit schnellfahrenden Messfahrzeugen netzweit zu erfassen und zu bewerten. Mit diesem System, welches mittlerweile über etablierte organisatorische Strukturen, umfassende Regelwerke sowie standardisierte Prozesse verfügt, können die Zustandsdaten der Fahrbahnbefestigungen nach objektiven und langfristig stabilen Kriterien für die Unterstützung der Erhaltungsplanung bereitgestellt werden. Im Rahmen der ZEB werden alle Bundesfernstraßen, das sind etwa 30.000 Fahrstreifenkilometer pro Jahr, turnusmäßig über einen Zeitraum von vier Jahren messtechnisch erfasst. Unterteilt werden sie in die drei Teilprojekte: Längs- und Querebenheit, Griffigkeit sowie Oberflächenbild.

Im Laufe der Jahre hat sich das Anwendungsspektrum der ZEB-Ergebnisse vergrößert. Die Daten werden mittlerweile nicht nur im Erhaltungsmanagement eingesetzt, sondern finden auch bei der Durchführung von komplexen Analysen nach individuellen und problembezogenen Kriterien Verwendung. Gründe hierfür liegen in der Verfügbarkeit nicht nur der „klassischen Zustandsdaten“, beispielsweise Griffigkeitskennwerte, sondern auch der Geometriedaten (Längs-, Querneigung und Krümmung) sowie der Streckenbilder aus Front- oder teilweise auch Seiten-

kameras. So können zum Beispiel die ZEB-Geometriedaten in die Straßeninformationsbanken der Länder (SIB) übertragen werden oder die Streckenbilder bei photogrammetrischen Auswertungen zur Hilfe genommen werden.

### Einführung der IT-ZEB

Zur Verwaltung der gesamten ZEB-Daten aus den verschiedenen Jahresmessungen wurde im Jahr 2002 bei der BAST als dv-technischer Bestandteil der ZEB das sogenannte Programmsystem IT-ZEB eingeführt. Die IT-ZEB ermöglicht die IT-gestützte Durchführung von BMVBS-relevanten Auswertungen und von bundesstatistischen Analysen. Zu der IT-ZEB gehört neben einem Hauptsystem zur Verwaltung, Auswertung und Visualisierung der ZEB-Daten (SibView5 und ZEBDoc) auch die sogenannte ZEB-Standardsoftware (TP0-Check, GeoRohRaster, RohZGZW und Meldung-Online), die einzelne Fachaufgaben im Rahmen der Prozessabläufe der ZEB unterstützt. Die Schwerpunkte der bisherigen Anwendungen der IT-ZEB liegen dementsprechend in der Durchführung von Auswertungen bei der BAST, in der Bereitstellung der ZEB-Daten für andere BAST-Systeme – zum Beispiel für das Programmsystem ZAM - und in der Verwaltung und Zurverfügungstellung der ZEB-Standardprogramme für die jeweiligen Anwender.

### Verbesserte Zugriff auf die ZEB-Daten

Seit Beginn der Durchführung der ZEB erfolgt die Weitergabe der ZEB-Ergebnisse an den Bund und die Bundesländer mittels CD oder DVD. Im Zeitalter des Datentransports von rasant wachsenden Datenmengen über immer schneller werdende Internetverbindung entspricht diese

Variante nicht mehr den Erwartungen und Ansprüchen der ZEB-Datenanwender auch in Bezug auf eine permanente und effektive Verfügbarkeit der ZEB-Daten.

So wurde ein umfassendes und modernes Online-Auskunftssystem für ZEB-Daten entwickelt. Innerhalb dieses Systems werden das gesamte ZEB-Datenspektrum (inklusive Netz-, Geometrie- und Streckenbilddaten) sowie zahlreiche Visualisierungsdienste für den Online-Zugriff den Anwendern zur Verfügung gestellt.

Durch diese moderne Form der Datenbereitstellung verspricht sich der Bund folgende Vorteile:

- Effektive Anwendung im Erhaltungsmanagement.
- Direkter Zugriff für alle Beteiligten auf den ZEB-Datenbestand.
- Visualisierung der Daten ohne externe Programme.
- Sicherstellung des Zugriffs auf die stets aktuellen (richtigen) Daten.
- Entlastung der BAST bei Datenlieferungen an beispielsweise externe Forschungsnehmer.
- Einbindung und Verknüpfung der Daten mit externen Daten über einheitliche Schnittstellen.
- Verifizierung der SIB-Datenbestände.

### Struktur und Anwendungsmöglichkeiten

Der IT-ZEB-Server, der physikalisch im Rechenzentrum der BAST implementiert

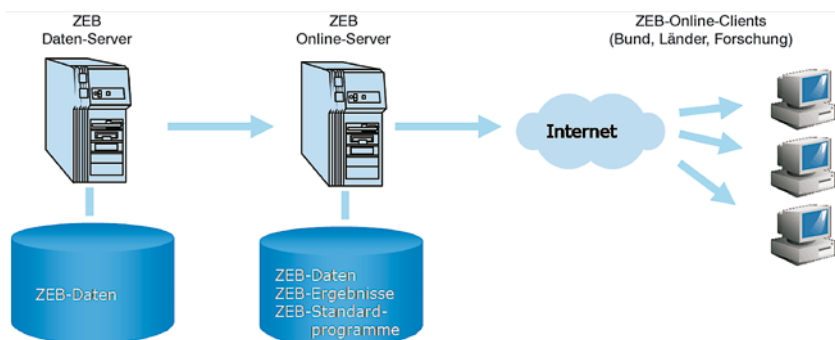
ist, setzt sich aus den beiden Komponenten ZEB-Daten-Server und ZEB-Online-Server zusammen. Auf dem ZEB-Daten-Server sind alle seit der erstmalig durchgeführten ZEB-Kampagne aus dem Jahr 1997 erfassten und dokumentierten Daten und Ergebnisse in deren originärer Form gespeichert. Hierhin werden auch alle innerhalb der zukünftig durchzuführenden ZEB entstehenden Daten und Ergebnisse mit Abschluss der jeweiligen Jahresmessung übernommen. Momentan liegt der gesamte Speicherbedarf des Servers bei 3,5 Terabyte. Mit der geplanten erstmaligen Integration der Oberflächenbilder aus der Jahresmessung 2009 in das System der IT-ZEB wird der hierfür benötigte Speicherplatz jährlich um mehr als 10 Terabyte ansteigen.

Der ZEB-Online-Server beinhaltet die gesamte Software für die Online-Bereitstellung der ZEB-Daten inklusive der für den Online-Zugriff optimierten Grafiken und die Administration des Systems. Der Anwender steht über das Internet mit dem ZEB-Online-Server in Verbindung und kann so auf die dort offerierten Dienste zugreifen. Hierbei handelt es sich um die im Folgenden vorgestellten vier Komponenten.

### IT-ZEB-Portal

Das IT-ZEB-Portal ist der eigentliche Ausgangspunkt für den Anwender. Über das Portal erfolgt die für die Inanspruchnahme der Online-Dienste erforderliche Anmeldung. Das Portal enthält aber auch den sogenannten Downloadbereich, in dem der User alle aktuellen und historischen ZEB-Daten und Ergebnisse in den bereits bekannten Formaten herunterladen kann. So sind zum Beispiel Zustandskarten, Zustandsbänder aber auch speziell erstellte Statistiken verfügbar. Ebenfalls werden hier die aktuellen Versionen der ZEB-Standardprogramme bereitgehalten.

Allgemeine Struktur des IT-ZEB-Servers





Eine weitere Funktion des Portals besteht in der Möglichkeit, durch Beiträge in vorhandenen Foren an Diskussionen zu bestimmten Themen teilzunehmen.

### Interaktive und synchronisierte Visualisierung der Zustandsdaten

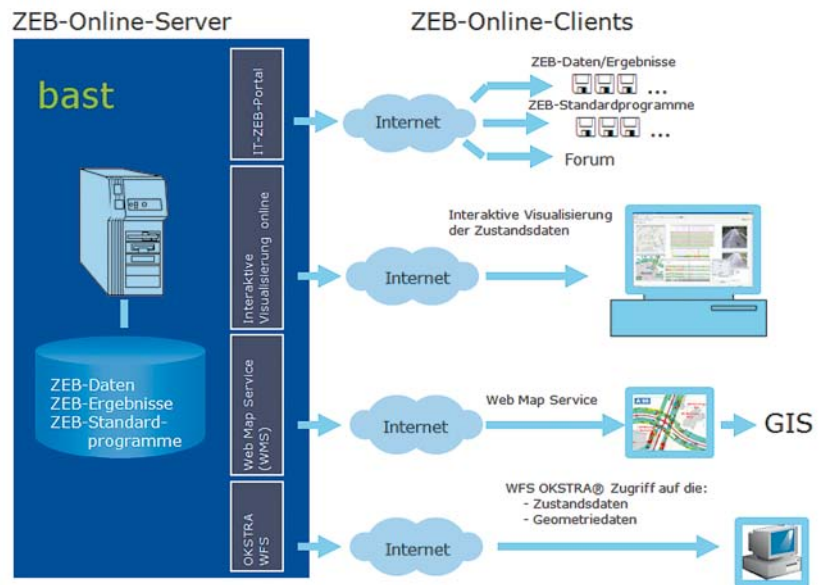
Die interaktive und synchronisierte Visualisierung ermöglicht dem Anwender die gleichzeitige und synchronisierte Sichtung der Zustandsdaten auf Karten, Zustandsprofilen und Rohdatenprofilen sowie der zugehörigen Streckenbilder. Hierzu wird ein auf dem Internet Browser basierender Viewer verwendet. Über eine interaktive Karte kann jede Stelle des gesamten Bundesfernstraßennetzes ausgewählt werden, um anschließend dieses virtuell zu befahren.

### Web Map Service (WMS)

Mit Hilfe des WMS können die im Rahmen der ZEB auf Zustandskarten visualisierten Daten in andere Geoinformationssystem-Software, zum Beispiel in MapInfo, als Karten-Layer integriert werden. So können die Zustandsdaten mit anderen, im jeweiligen Land vorhandenen Daten zusammen angezeigt werden.

### Web Feature Service (WFS)

Mittels des OKSTRA-konformen Web-Services können die in einer OKSTRA-Datenbank verwalteten ZEB-Ergebnisse (Zustandsgrößen, Zustandswerte, Geometriedaten etc.) heruntergeladen werden, um sie anschließend anderen berechtigten Client-Applikationen wie Straßeninformationssystemen (NWSib), Entwurfssystemen (VESTRA) oder Straßenzustandsanalyse-systemen (INSTRA, DASTRA) zur Verfügung zu stellen. Der Objekt-Katalog für das Straßen- und Verkehrswesen (OKSTRA) beschreibt die Objektstrukturen der verschiedenen Fachbereiche



Struktur des ZEB-Online-Servers

des Straßen- und Verkehrswesens, die als Eingabe- und/oder Ausgabedaten der beteiligten Prozesse, insbesondere in Programmen und Datenbanken, genutzt werden sollen. Er bildet die Grundlage für einheitliche dv-technische Implementierungen der eingesetzten und zukünftig zu entwickelnden IT-Verfahren in der Straßenbauverwaltung. Er gewährleistet den medienbruchfreien Informationsfluss zwischen Verfahrensabläufen, den sogenannten Prozessketten, beispielsweise Planung -> Entwurf -> Bestand.

### Zielgruppen des IT-ZEB-Servers

Die Zielgruppen des IT-ZEB-Servers lassen sich im Wesentlichen in drei Bereiche unterteilen. Hierbei ist zwischen Anwendern des BMVBS und der BAST, Nutzern aus den jeweiligen Landesstraßenbauverwaltungen und Dritten zu unterscheiden.

#### Bund (BMVBS, BAST)

- Fachreferate der BAST und des BMVBS: Zugriff auf bundesstatistische ZEB-Auswerteergebnisse, Geometriedaten, Ergebnisse komplexer Datenbankabfragen und Dokumentationsberichte.

### Länder

- ZEB-Beauftragte der Bundesländer: Zugriff auf Dokumentationsberichte, Regelwerke, ZEB-Standardprogramme und Zustandsdaten für deren Plausibilisierung.
- Erhaltungsplanung auf Landes- und Amtsebene: Zugriff auf Zustandsdaten aus den letzten Jahresmessungen zu bestimmten Teilnetzen oder Strecken, um daraus Erkenntnisse über die Zustandsdynamik abzuleiten. Sichtung der Rohdaten und Streckenbilder sowie deren Verwendung in den Ausschreibungsunterlagen.
- Betreuer der Straßeninformationsbanken bei den Ländern: Zugriff über WFS auf die einzelnen Zustandsdaten. Integration von Zustandslayern über WMS in existierende GIS-Anwendungen.

### Dritte

- Hochschulen, sonstige Forschungsinstitute: Zugriff über die Download-Dienste sowie die Dienste des direkten Datenbankzugriffs über OKSTRA-konformen WFS im Rahmen von im Auftrag der BASt durchgeführten Forschungsprojekten.
- Auftragnehmer in der ZEB: Download der ZEB-Standardprogramme.

Besonderen Wert wird innerhalb des Systems des IT-ZEB-Servers auf die Zugriffsrechteverwaltung gelegt. Hier werden die Benutzerrechte für den Zugriff auf die

einzelnen Dienste und Teilnetze verwaltet. So erhalten zum Beispiel die Vertreter der Länderverwaltungen prinzipiell nur die Zugriffsrechte auf das Netz des jeweiligen Landes. Außerdem ist es möglich, die Rechte nach individuell definierten Kriterien und auf beschränkte Zeit zu vergeben.

### Ausblick

Mit der Einführung des IT-ZEB-Servers wurde ein gut strukturiertes, ausbaufähiges und damit dauerhaftes Online-Auskunftssystem für die Bereitstellung der Zustandsdaten der Bundesfernstraßen geschaffen. Damit das System zukünftig effektiv bei den Managementaufgaben der Anwender eingesetzt werden kann, ist ein möglichst uneingeschränkter Betrieb, verbunden mit der Übernahme und Aufbereitung der ZEB-Daten aus den jeweiligen aktuellen ZEB-Jahresmessungen, erforderlich. Im Rahmen eines telefonischen Supports aber auch durch regelmäßig angebotene Schulungen wird dem Nutzerkreis Unterstützung bei der täglichen Arbeit mit dem IT-ZEB-Server angeboten. Diese neuen Systeme sind erst der Anfang einer Zukunft mit ständigen Weiterentwicklungen und Verbesserungen sowie möglichen Anpassungen und Verknüpfungen von weiteren Bundesprojekten an die Dateninfrastruktur des Servers zur Schaffung von Synergieeffekten.



### Borge Wasser

Jahrgang 1976

Bauingenieur

Seit 2007 in der BASt

Stellvertretender Leiter des Referats „Straßenzustandserfassung und -bewertung, Messsysteme“, zuständig für die IT-ZEB, den Bereich Substanzmerkmale (Oberfläche) und die Qualitätssicherung

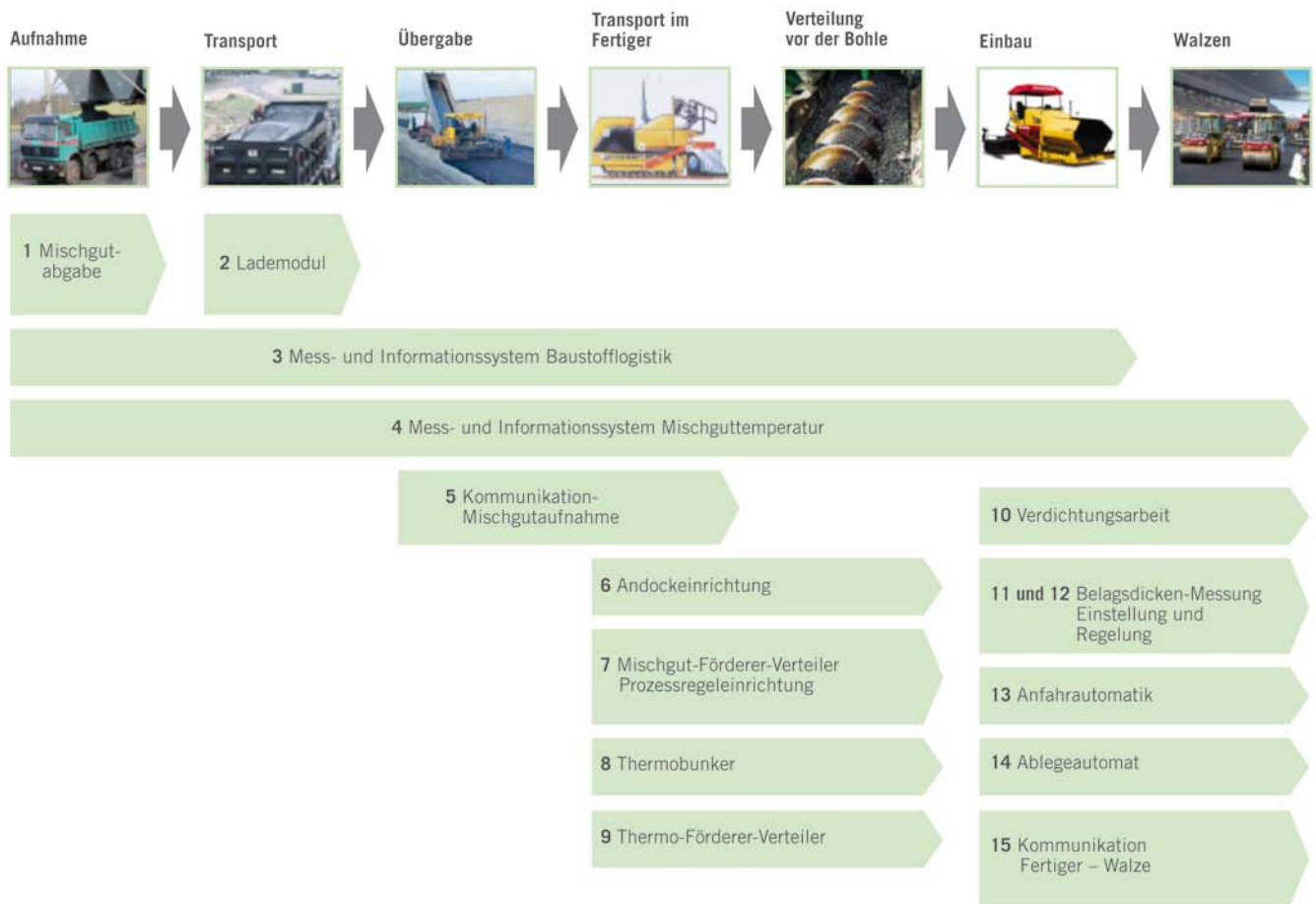
## PASt: Prozesssicherer automatisierter Straßenbau

Der Mobilitätsbedarf im individuellen sowie öffentlichen Personenverkehr und im Warentransport wächst nahezu ungebremst an. Damit nimmt auch das Risiko von Staus und Kapazitätsengpässen auf den Straßen weiter zu – besonders in dicht besiedelten Gebieten. Dies zehrt nicht nur an den Nerven und der Gesundheit der Menschen, sondern auch an der Substanz der Infrastruktur. Dort treten trotz ständig verbesserter Materialien in immer kürzeren Abständen Probleme bei der Dauerhaftigkeit der Funktionseigenschaften der Straßenbeläge durch qualitätsbeeinflussende Schwachstellen auf, welche Baustellen und unproduktive Wartezeiten verursachen.

Durch die Beseitigung von qualitätsbeeinflussenden Schwachstellen beim Bau von Asphaltbelägen im Verkehrswegebau (Straßen, Bahntrassen, Schifffahrtswege, Flugplätze) sollen im Verbundprojekt „Prozesssicherer automatisierter Straßenbau“ (PASt) die Funktionseigenschaften der Verkehrswege - wie lärmarm und verkehrssicher (Griffigkeit) – sowie die Gebrauchsdauer der Bauwerke mit neuen Ansätzen der Automatisierungs-, Informations- und Maschinenteknik für den Bauprozess wesentlich verbessert werden.

Unabhängig von den Baustoffkosten soll diese Entwicklung zu einer ressourcenschonenden und wirtschaftlicheren Bauweise führen, in dem die in den letzten





Entwicklungsziele des Verbundprojekts PAST (Quelle: Prof. A. Ulrich)

Jahren neuentwickelten Asphaltbauweisen prozesssicher eingebaut werden können:

- Kompaktasphalt: Gebrauchsdauer.
- Zweischichtiger offenporiger Asphalt: lärmarm.
- Integrierter linearer Splittstreuer: Griffigkeit.
- Niedrigtemperaturasphalt: umwelt- und ressourcenschonend.

Erst wenn es gelingt, die Schwankungsbreiten von Einbauparametern bei der Mischguttemperatur, der Entmischung und bei Einbaustopps wesentlich zu reduzieren, haben die neuentwickelten Asphaltbauweisen mit verbesserten Funktionseigenschaften eine Chance der breiten Anwendung. Dies führt zur Erhöhung der Gebrauchsdauer, Lärmreduzierung und zur Griffigkeitsverbesserung bei umwelt- und ressourcenschonender Bauweise.

Die angenommene durchschnittliche Lebensdauer für Asphaltdeckschichten von zehn bis 15 Jahren und für Asphaltbinderschichten von 15 bis 20 Jahren wird häufig aus Gründen der lebensdauerreduzierenden Störstellen weit unterschritten. So müssen häufig die geforderten Funktionseigenschaften dieser Straßenbeläge schon nach nur der Hälfte ihrer möglichen Nutzungsdauer instandgesetzt oder erneuert werden. Mit den in diesem Projekt entwickelten 15 Demonstratoren soll durch konsequente Anwendung eines prozesssicheren automatisierten Straßenbaus das maximal mögliche Gebrauchsverhalten sicher erreicht werden. Die Entlastung der Betreiber, wie die öffentliche Hand oder private Betreibergesellschaften wird, durch die sich ergebende Kostenreduzierung bei den Erhaltungsmaßnahmen, die den größten Teil des Finanzbedarfes im

Straßenbau darstellen, eine wesentliche Zielgröße dieses Forschungsprojekts sein. Ein Teil der entwickelten Demonstratoren wurde bereits erfolgreich auf einer Versuchsstrecke getestet.

### **Intelligente Struktur und Beläge**

Des Weiteren ist es entscheidend, die bestehenden Verkehrswege durch intelligente Infrastruktur effizienter zu nutzen. Dazu ist ein verstärkter Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien erforderlich. Durch die Entwicklung von intelligenten und multifunktionalen Straßenbelägen, die mit neuartigen Sensoren ausgestattet sind, könnten Verkehrsteilnehmer über den Zustand der Straße informiert und beispielsweise so vor Eisbildung oder Nässe gewarnt werden. Im Rahmen von PAST sollen die Voraussetzungen für innovative intelligente Straßenbeläge geschaffen werden: Dazu wird ein Ablegeautomat integriert am Straßenfertiger zur Positionierung von metallischen Gegenpolen in Straßenbelägen entwickelt. Diese dienen der genauen Schichtdickenmessung mittels elektromagnetischen Messverfahren und als Trägermaterial für zukünftige intelligente Sensoren.

Der Bau von Demonstratoren zur Kenngrößenkontrolle von Baustoff-, Einbau- und Maschinenparametern sowie zur Mischgutlogistik und geeigneter Maschinenteknik für einen entmischungsfreien Mischguteinbau soll zu einer praxisorientierten

Forschungs- und Entwicklungsarbeit und demzufolge zu einer schnellen Umsetzung der Ergebnisse mit innovativen neuen und erweiterten Produkten in der Straßenbaubranche beitragen. Insbesondere sollen Techniken und Technologien für die Asphaltbauweise entwickelt werden, die es kleineren und mittleren Unternehmen ermöglichen, die Forschungsergebnisse besonders im Stadtstraßenbau und bei kleinen Baumaßnahmen wirtschaftlich umzusetzen.

Mit dem Einsatz der entwickelten Automatisierungs-, Kontroll- und Maschinenteknik auf Baumaßnahmen des Fern- und Stadtstraßenbaus, soll die Wirksamkeit der Beseitigung von qualitätsbeeinflussenden Schwachstellen, unter Einbeziehung des Walzeneinsatzes, aufgezeigt und beseitigt werden. Insbesondere soll das in der Baubranche vorhandene Schnittstellenproblem zwischen Baustoff-, Anwendungs- und Maschinenteknik beseitigt werden.

Die Ziele von PAST stehen somit in direktem Bezug zum Forschungsprogramm „Mobilität und Verkehr“. Die Verbesserung der Leistungsfähigkeit, Effizienz, Sicherheit und Nutzerfreundlichkeit des Verkehrssystems Straße durch eine Erhöhung der Lebenszyklen der Funktions-Eigenschaften von Asphaltbelägen stehen hierbei im Vordergrund. So können die öffentlichen Haushalte spürbar entlastet werden.



#### **Sebastian Lipke**

Jahrgang 1979

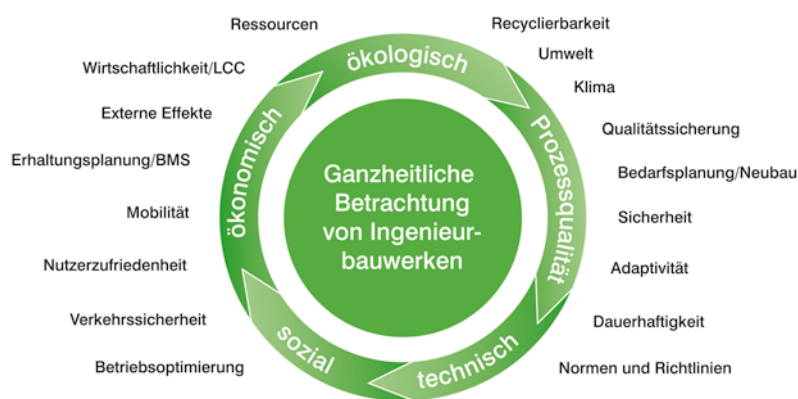
Bauingenieur

Seit 2009 in der BAST

Im Referat „Asphaltbauweisen“ zuständig für das Forschungsverbundprojekt „Prozesssicherer automatisierter Straßenbau“, dynamische Asphaltprüfungen, alternative Bindemittel

## Nachhaltiger Brücken- und Ingenieurbau

Als Leitbild für die Zukunft besitzt die nachhaltige Entwicklung eine herausragende Bedeutung. Die Brundtland-Kommission prägte 1987 den Begriff der Nachhaltigen Entwicklung als „...eine Entwicklung, die den Bedürfnissen der heutigen Generation entspricht, ohne die Möglichkeiten künftiger Generationen zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen.“ Die drei Säulen der Nachhaltigkeit: ökologische, ökonomische und soziale Aspekte werden zunehmend zum Maßstab politischen Handelns. So fordert die Nationale Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung sowie die Revision der Bauproduktenrichtlinie/Bauproduktenverordnung eine verstärkte Berücksichtigung von Aspekten zur Nachhaltigkeit und zur Klimarelevanz.



### Kriterien und Ziele einer ganzheitlichen Betrachtung

Das Bauwesen nimmt im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung eine besondere Stellung ein, weil es wesentliche Bedürfnisse der Menschen befriedigt und zugleich große wirtschaftliche und umweltrelevante Aufwendungen erzeugt.

Auch im Bereich des Bundesfernstraßennetzes finden im Brücken- und Ingenieurbau jährlich erhebliche Stoffumsätze statt. Diese Stoffumsätze sind als Indikator für die Nutzung von Kapital, Ressourcen und

Umwelt zu sehen. Zur Verdeutlichung des Umfangs sei hier erwähnt, dass etwa 60 Prozent des gesamtdeutschen Abfallaufkommens dem Bausektor anzurechnen sind.

Mobilität ist einer der identifizierten Indikatoren der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie, da die Mobilität eine wichtige Voraussetzung für wirtschaftliches Wachstum, Beschäftigung, Wohlstand und Lebensqualität ist. Die Basis für die Gewährleistung der Mobilität ist eine leistungsfähige und sichere Infrastruktur. Dazu müssen Verkehrswege ausgebaut, erhalten und betrieben werden. Durch das Entstehen neuer Märkte wird das Infrastrukturnetz jedoch deutlich stärker belastet. Brücken- und Tunnelbauwerke haben innerhalb dieses Verkehrsnetzes eine herausragende Verbindungsfunktion.

Das Bruttoanlagevermögen des Bundesfernstraßennetzes lag im Jahr 2002 bei 176,5 Milliarden Euro. Auf die 38.525 Brückenbauwerke mit einer Gesamtfläche von 28,97 Millionen qm und einer Gesamtlänge von 1.996 km entfallen dabei zirka 45 Milliarden Euro.

Bei Nachhaltigkeitsuntersuchungen an Brücken- und Tunnelbauwerken im Zuge von Straßennetzen sind die Objekt- und die Netzebene zu unterscheiden. Auf der Objektebene werden für das einzelne Bauwerk neben ökonomischen und ökologischen Aspekten verstärkt die technisch-funktionale Qualität und die Prozessqualität des Bauwerks berücksichtigt. Auf Netzebene - bei Streckenzügen und Teilnetzen - geraten auch soziale Komponenten in den Vordergrund.

Das BMVBS und die BAST sind aus politischer Sicht und als Bauherr gefordert, eine Verbesserung der Prozesse im Brücken- und Ingenieurbau im Hinblick auf

eine nachhaltige Entwicklung herbeizuführen. Dies betrifft die einzelnen Phasen im Lebenszyklus von Bauwerken:

- Planung, Ausschreibung, Vergabe.
- Produktqualität.
- Betrieb, Unterhaltung.
- Instandsetzung, Ertüchtigung.
- Rückbau.

Die Betrachtung über den gesamten Lebenszyklus führt letztendlich zu einer sorgfältigen Auswahl der eingesetzten Baustoffe und Bauverfahren, zu einer Verbesserung der Bauquali-

tät, der Weiterentwicklung des Erhaltungsmanagements im Hinblick auf nachhaltige Mobilität und umweltschonenden Konzepten für den Rückbau.

Zur Unterstützung werden Werkzeuge bereitgestellt, die bauartunabhängig einen Vergleich unterschiedlicher Konstruktionsvarianten und Baumaßnahmen im Hinblick auf Nachhaltigkeit ermöglichen. Ziel ist die Bereitstellung eines anwenderfreundlichen, transparenten und zugleich wissenschaftlich abgesicherten Bewertungswerkzeugs, insbesondere für die Planung, die Vergabe und die Begleitung der Baumaßnahme.

Die BAST beschäftigt sich dabei vor allem mit den Kriterien der ökologischen und ökonomischen Bewertung. Als Projektpartner externer Forschungsvorhaben nimmt die BAST am Wissensaustausch mit anderen wissenschaftlichen Einrichtungen sowohl auf nationaler als auch auf europäischer Ebene teil. Im EU-Projekt „Sustainable steel-composite bridges in built environment“ (SBri), in dem ein Software-



tool zur Bewertung sowohl ökologischer als auch ökonomischer Qualitäten entwickelt werden soll, ist die BAST aktiv an der Definition von Lebenszyklus-Szenarien beteiligt und kann umfangreiches Wissen zur Entwicklung von Schadensmodellen im Hinblick auf den Korrosionsschutz an Stahl-Verbundbrücken beitragen. Das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie geförderte Forschungsvorhaben „Ganzheitliche Bewertung von Stahl- und Verbundbrücken nach Kriterien der Nachhaltigkeit“ (NASTA) hat das Ziel, einen sogenannten Nachhaltigkeits-Index Brücke (NIB) zu erstellen, welcher in der Ausschreibung und Vergabe berücksichtigt werden soll. Hier ist die BAST unter anderem an der Formulierung von Vergabekriterien beteiligt.

Langfristig soll mit dem zu entwickelnden Bewertungsverfahren eine verbesserte Grundlage für die bundesweit optimierte Erhaltungsplanung im Rahmen des Bauwerks-Management-Systems (BMS) erstellt werden.



### **Systematik der Nachhaltigkeitsbeurteilung**

Für Infrastrukturbauwerke existiert bisher weder national noch international ein ganzheitlicher Ansatz für eine Bewertungsmethodik zur Nachhaltigkeitsanalyse. Zwar werden einzelne Aspekte, wie die Erhöhung der Dauerhaftigkeit schon in Normen und Regelwerken verankert, eine ganzheitliche Bewertung ist angesichts der komplexen Randbedingungen jedoch noch nicht möglich. Ferner liegt die Schwierigkeit bei der Entwicklung der Bewertungsverfahren insbesondere in der Definition von Ziel- und Grenzwerten. Ein wesentlicher Grund ist, dass anders als im Hochbau maßgebliche Parameter besonders große Spannen aufweisen, beispielsweise bei den Nutzerkosten und bei den Erhaltungsausgaben, die oft erheblichen Schwankungen unterliegen. Durch die im Detail differenzierte Ausführung eines jeden Infrastrukturbauwerks ist eine Pauschalisierung in vielen Bereichen nicht möglich.

### **Werkzeuge zur Bewertung**

In der Vergangenheit wurden Entscheidungen über Bau- und Erhaltungsmaßnahmen im Bereich der Verkehrsinfrastrukturen maßgeblich durch die Diskussion über Erststellungs- und einmalige Investitionskosten beeinflusst. Der Betrachtung von Nutzungszyklen und den daraus resultierenden Lebenszykluskosten während der Lebensdauer eines Bauwerks wurde dabei zu wenig Raum gegeben.

Auch vor dem Hintergrund sich ändernder Bedürfnisse von Eigentümern und Nutzern ist eine ganzheitliche Betrachtungsweise unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten erforderlich. Qualität und Wert von Bauwerken sollte verstärkt an geringen Aufwendungen für Instandhaltung und Nutzung, an den laufenden Unterhaltungskosten, an Nutzer- und Umweltkosten sowie der Gesundheitsverträglichkeit von Baustoffen gemessen werden.



## LCA-Verfahren

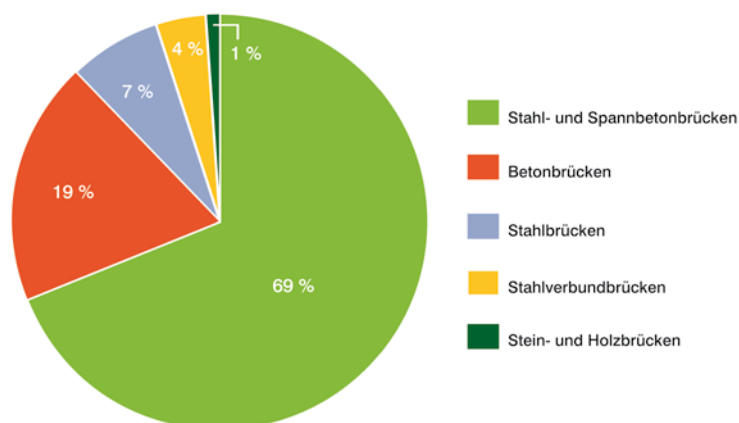
Sowohl der Bau von Infrastrukturen als auch deren Betrieb und Unterhaltung haben Auswirkung auf die Umwelt. Die direkten Auswirkungen des Baugeschehens wie Lärm, Staub und Schadstoffemissionen wirken unmittelbar auf Mensch, Boden und Wasser ein.

Mit ökologischen Bilanzierungen (Live-Cycle-Assessment - LCA) werden auch die indirekten Auswirkungen eines Produkts, eines Verfahrens oder einer Tätigkeit auf die Umwelt im Verlauf der gesamten Lebenszeit bewertet. Dabei wird die Verwendung bestimmter Ressourcen quantitativ bemessen („Inputs“, zum Beispiel Energie, Rohstoffe, Wasser). Zudem werden die Emissionen in die Umwelt („Outputs“ in Luft, Wasser und Boden) beurteilt, die mit dem untersuchten System in Verbindung zu bringen sind. Eingangsgrößen für LCA-Verfahren sind die Stoffströme, welche im Rahmen eines Verfahrens anfallen.

Im Zuge einer Ökobilanz werden derzeit sogenannte EPDs (Environmental Product Declarations) für Bauprodukte entwickelt. Diese berücksichtigen neben den Wirkungskategorien Treibhauspotenzial (GWP), Abiotischer Ressourcenverbrauch (ADP), Ozonabbau-potenzial (ODP), Versauerungspotenzial (AP), Eutrophierungspotenzial (EP) und Bodennahes Ozonbildungspotenzial (POCP) auch den Primärenergieverbrauch erneuerbarer und nicht erneuerbarer Energien. Betrachtet wird der Produktlebenszyklus im Hinblick auf die Herstellung, den Transport der wesentlichen Rohstoffe, den Transport des Produktes sowie die Verwertung und Entsorgung am Ende der Nutzungsdauer. Ohne Stahl und Beton lassen sich weitgespannte Bauwerke mit hohen veränderlichen Lasten nicht wirtschaftlich herstellen. Da beim Bau von Brücken- und Tunnelbauwerken erhebliche Massen von

Stahl und Beton benötigt werden, sind diese im Sinne der Nachhaltigkeit optimiert einzusetzen.

Erfordert der Baustoff Stahl bei der Herstellung einen hohen Aufwand an Primärenergie beziehungsweise werden hohe Mengen an Treibhausgasen emittiert, muss bei der Betrachtung des Lebenszyklus auch die besondere Recyclingfähigkeit von Stahl als Sekundärmaterial berücksichtigt werden. Als weitere Vorzüge sind der hohe Grad an industrieller Vorfertigung und somit eine verhältnismäßig kurze Bauzeit, die leichte Demontierbarkeit sowie die vergleichsweise einfache Verstärkung von Bauwerken durch Aufschweißen von Blechen zu berücksichtigen.



Auch dem Betonbau kommt im Hinblick auf Nachhaltigkeit, Ressourcenverbrauch und Klimawandel eine herausragende Bedeutung zu, da unter anderem die Zementproduktion erhebliche Mengen klimaschädlicher Gase erzeugt. Durch die Zementherstellung entstehen etwa fünf Prozent des weltweit ausgestoßenen CO<sub>2</sub>-Gases. Dem stehen die Vorteile der Dauerhaftigkeit, Gestaltungsfreiheit und Mengenverfügbarkeit gegenüber. Zudem stellt für Brücken mit einer Spannweite von rund 40 Metern die Betonbauweise die wirtschaftlichste Alternative dar. Der Bestand der Brücken im Bundesfernstraßennetz verdeutlicht, dass insbesondere im Betonbau die Prozessverbesserung

*Aufteilung nach Brückentypen (Stand 2005)*

im Hinblick auf eine nachhaltige Entwicklung vorangetrieben werden muss, um im Bauwesen möglichst auf breiter Ebene wirksam zu werden.

### **LCC-Verfahren**

Die ökonomische Säule des nachhaltigen Bauens berücksichtigt die Gesamtwirtschaftlichkeit eines Gebäudes. Dies beinhaltet die Optimierung der Gesamtkosten über den kompletten Lebenszyklus eines Bauwerks sowie die wirtschaftliche Optimierung der Zeitpunkte für Investitionen, Erneuerungs- und Wartungszyklen. So werden bisher die Entscheidungen über die Realisierung eines Projekts lediglich über die Höhe der (einmaligen) Investitionskosten getroffen. Die meisten Kosten entstehen jedoch während der Nutzungsphase. Darüberhinaus sind die indirekten externen Kosten - das sind zusätzliche Aufwendungen, die durch die Beeinträchtigung für den Nutzer entstehen - zu berücksichtigen.

Das Ziel einer Bewertung ökonomischer Kriterien im Rahmen von Nachhaltigkeitsbetrachtungen besteht in der Minimierung von Lebenszykluskosten sowie von Beeinträchtigungen im Rahmen der Nutzung von Verkehrsinfrastrukturbauwerken.

Die Kostenbestandteile im Lebenszyklus eines Infrastrukturbauwerks können in Herstell-, Nutzungs- und Abbruchkosten unterteilt werden. Die Herstell- und Abbruchkosten lassen sich unter Berücksichtigung der gegebenen Parameter abschätzen. Die Schwierigkeit bei der Ermittlung der Erhaltungskosten über den gesamten Lebenszyklus liegt in der Prognostizierbarkeit des Erfordernisses und des Ausmaßes von Erhaltungsmaßnahmen. Diese werden aktuell über die Nutzungsdauern der einzelnen Ausstattungselemente bestimmt. Die derzeit gültigen Regelwerke für den Brückenbau gehen im Hinblick auf die Gesamtkon-

struktion von einer Nutzungsdauer von 50 Jahren ohne grundhafte Instandsetzung aus. Generell sind Infrastrukturbauwerke für eine Lebensdauer von 100 Jahren ausgelegt. Über diesen langen Zeitraum muss es ermöglicht werden, die anfallenden Kosten annähernd vorherzubestimmen um so Entscheidungen vorzubereiten, die langfristig einen Nutzen haben und gleichzeitig, trotz höherer Investitionskosten, die späteren Generationen sowie die benötigten Ressourcen entlasten.

Weiterhin ist zu beachten, dass infolge der Durchführung von Baumaßnahmen bei Herstellungs-, Erhaltungs-, und Abbruchmaßnahmen durch Verkehrseinschränkungen für die Nutzer externe Kosten in Form von zusätzlichen Aufwendungen für Zeitverlust, Mehrverbrauch von Kraftstoffen oder durch verändertes Unfallgeschehen entstehen.

Entwicklungsziel aktueller Arbeiten ist die Bereitstellung eines möglichst objektiven, transparenten und handhabbaren Verfahrens zur Bewertung ökonomischer Kriterien im Rahmen von Nachhaltigkeitsbetrachtungen. Aus Transparenzgründen werden Lebenszykluskosten und externe Kosten getrennt voneinander bilanziert. Eine positive Bewertung kann beispielsweise durch bauliche Maßnahmen erzielt werden, wie die Verwendung von Bauteilen oder Materialien mit einer erhöhten Nutzungsdauer, innovative konstruktive Bauweisen mit reduziertem Erhaltungsaufwand oder verkürzter Bauzeit, qualitätsverbessernde Maßnahmen im Herstellprozess oder prüfgerechtes/erhaltungsgerechtes Bauen.

Im Gegensatz zu bestehenden Bewertungsverfahren für den Hochbau spielen dabei indirekte (externe) Effekte oftmals eine wesentliche Rolle und können schnell ein enormes Kostenniveau erreichen. Daher muss neben der generellen For-

schungs- und Entwicklungstätigkeit am Bewertungssystem vor allem auch ein wissenschaftlich fundiertes und dennoch für die praktische Anwendung taugliches Werkzeug erarbeitet werden, mit dem die indirekten Effekte wirkungsvoll in das Gesamtkonzept integriert werden können. Um dabei zu verhindern, dass das Gesamtergebnis zu stark von einzelnen Aspekten dominiert wird, erscheint die Einführung eines detaillierten und ausgewogenen Punkt- und Wertesystems Erfolg versprechend.

### Ausblick

Die BAST ist in vielen Bereichen bestrebt, die Nachhaltigkeit der Straßeninfrastruktur zu verbessern. Aspekte der Nachhaltigkeit sind deshalb auch in den Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING) hervorzuheben. Des Weiteren sollen konkrete Definitionen gefunden werden, um den seit kurzem im Handbuch für die Vergabe und Ausführung von Bauleistungen im Straßen- und Brückenbau (HVA B-StB) anzusetzenden eigenen Wertungskriterien und Gewichtungen eine konkretere Möglichkeit der Anwendung zu bieten.



#### Melanie Irzik

Jahrgang 1976

Bauingenieurin

Seit 2009 in der BAST

Im Referat „Stahlbau, Korrosionsschutz“ zuständig für Nachhaltigkeit von Stahl- und Stahlverbundbrücken



#### Anne Lehan

Jahrgang 1981

Wirtschaftsingenieurin

Seit 2009 in der BAST

Im Referat „Betonbau“ zuständig für Lebenszykluskostenanalyse, automatisierte Prüfverfahren, intelligente Bauwerke



#### Cyrus Schmellekamp

Jahrgang 1970

Umweltwissenschaftler und Bauingenieur

Seit 2001 in der BAST

Im Referat „Betonbau“ zuständig für Nachhaltigkeit, Anpassung an den Klimawandel und Instandsetzungsverfahren für Betonbrücken

## TYROSAFE: Optimierung von Fahrbahnoberflächen

Bei dem Projekt TYROSAFE (Tyre and Road Surface Optimisation for Skid Resistance and Further Effects) handelt es sich um ein aus dem 7. Rahmenprogramm finanziertes EU-Forschungsprojekt. Als sogenannte „Coordination Action“ hatte es einen europaweiten Erfahrungsaustausch auf dem Gebiet der Beurteilung von Fahrbahnoberflächeneigenschaften zum Ziel. Hierbei wurden neben dem Erfassen des aktuellen Standes der Technik Empfehlungen hinsichtlich Richtlinien, Messtechnik sowie der Optimierung von Fahrbahnoberflächen und Reifen erarbeitet. Darüber hinaus wurde der weitere Forschungsbedarf zum Thema „Interaktion Fahrzeug/ Fahrbahn“ formuliert.

Der Schwerpunkt innerhalb des Projekts lag auf der Betrachtung der drei Themen Griffigkeit, Rollwiderstand und Geräuschemission. Die Griffigkeit der Straßenoberfläche leistet einen wichtigen Beitrag zur Erhöhung der Verkehrssicherheit. In den letzten Jahren haben aber auch Umweltaspekte wie Luftqualität, Kraftstoffverbrauch, CO<sub>2</sub>-Emissionen und Lärm zunehmend an Bedeutung gewonnen. Da diese Umweltaspekte teilweise in einem direkten Zusammenhang zur Griffigkeit stehen, muss dies bei der Verbesserung

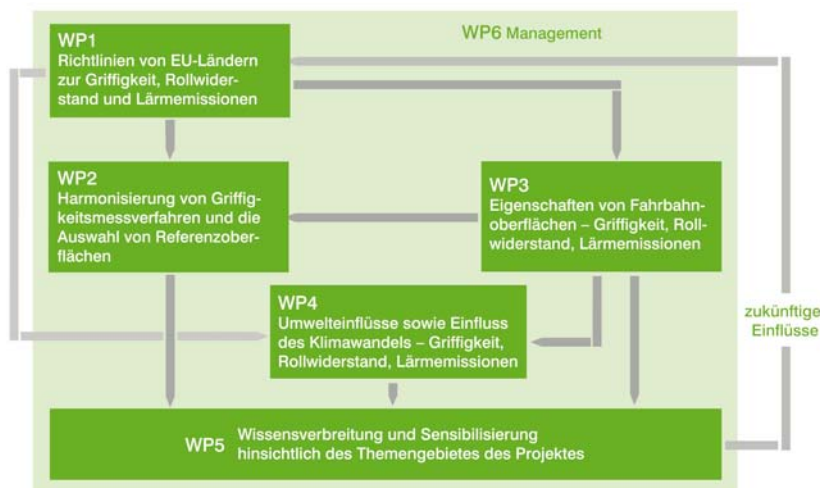
der Verkehrssicherheit durch die Erhöhung der Straßengriffigkeit ganzheitlich, inklusive der Aspekte „Rollwiderstand“ und „Geräuschemissionen“, betrachtet werden.

Neben der BASt haben an dem Projekt die folgenden Organisationen mitgearbeitet: AIT (Austrian Institute of Technology) aus Österreich als Koordinator des Projektes sowie TRL (Transport Research Laboratory) aus Großbritannien, LCPC (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées) aus Frankreich, ZAG (Slovenian National Building and Civil Engineering Institute) aus Slowenien, RWS (Rijkswaterstaat Dienst Verkeer en Scheepvaart) aus den Niederlanden sowie FEHRL (Forum of European National Highway Research Laboratories).

Das Projekt unterteilte sich in insgesamt sechs Workpackages (WP), wobei sich die Workpackages 1 bis 4 mit den Fragestellungen des Projektes beschäftigen. Workpackage 5 hatte die Wissensverbreitung zum Inhalt, in Workpackage 6 wurde das Projektmanagement abgewickelt.

Die im Rahmen des Projekts erarbeiteten Berichte sowie die für die Workshops erstellten Präsentationen und Veröffentlichungen werden der Öffentlichkeit auf der Internetseite des Projektes (<http://tyrosafe.fehrl.org/>) zur Verfügung gestellt. Videos von verschiedenen Projekt-Workshops sowie Diskussionen zu einzelnen Themen während der Workshops sind auf der Internetseite <http://vlnmedia.net/tyrosafe/> ebenfalls zugänglich.

*Inhalt und Zusammenspiel der einzelnen Workpackages innerhalb des Projektes*



### WP 1: Richtlinien von EU-Ländern zu Griffigkeit, Rollwiderstand und Lärmemissionen

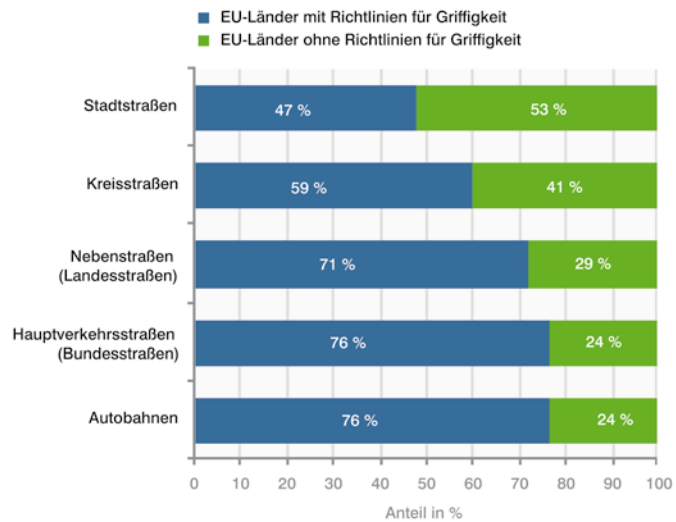
Ziel von Workpackage 1 war die Zusammenstellung der in Europa existierenden Regularien zur Erfassung der verschiedenen Oberflächeneigenschaften: Griffigkeit, Rollwiderstand und Lärmemissionen. Daraus wurden Empfehlungen zur Erstel-

lung von zukünftig zu harmonisierenden EU-weiten Regularien hinsichtlich der Erfassung von Eigenschaften der Fahrbahnoberflächen abgeleitet.

Im Rahmen einer europaweiten Umfrage wurde der aktuelle Stand der existierenden Richtlinien zur Griffigkeit, zum Rollwiderstand und zu Lärmemissionen abgefragt. Dabei zeigte sich, dass auf dem Gebiet der Griffigkeit mit Ausnahme von vier Ländern Richtlinien in Abhängigkeit von der Straßenkategorie existieren. Allerdings nimmt der Anteil der Länder mit vorhandenen Richtlinien von der höchsten Straßenkategorie (Autobahnen) bis zu den Stadtstraßen ab.

Die existierenden Richtlinien beziehen sich auf insgesamt 15 verschiedene Griffigkeitsmesssysteme, wobei in einzelnen Ländern bis zu vier verschiedene Geräte verwendet werden. Am häufigsten werden dabei das SRT (Skid Resistance Tester)-Pendel, die SCRIM (Sideway force coefficient routine investigation maschine) oder das SKM (Seitenkraftmessverfahren) sowie der GripTester eingesetzt.

Zum Rollwiderstand von Fahrbahnoberflächen ist anhand der Ergebnisse der Umfrage festzustellen, dass momentan weder Richtlinien noch standardisierte Messmethoden in Europa existieren. In Bezug auf die Reifen/Fahrbahngeräusche existieren EU-Richtlinien zur Abschätzung sowie zum Management von Umgebungslärm (Umgebungslärmrichtlinie – European Directive 2002/49/EG) als auch für die Typzulassungen von Fahrzeugen und Reifen (ECE-R 51, ISO 13325). Allerdings hat dies noch nicht zu Europäischen Richtlinien zur Bewertung der Eigenschaften von Fahrbahnoberflächen geführt, abgesehen von der Prüfoberfläche für Geräuschmessungen für die Typzulassung von Fahrzeugen und Reifen, deren Eigenschaften in der ISO 10844 vorgeschrieben werden.

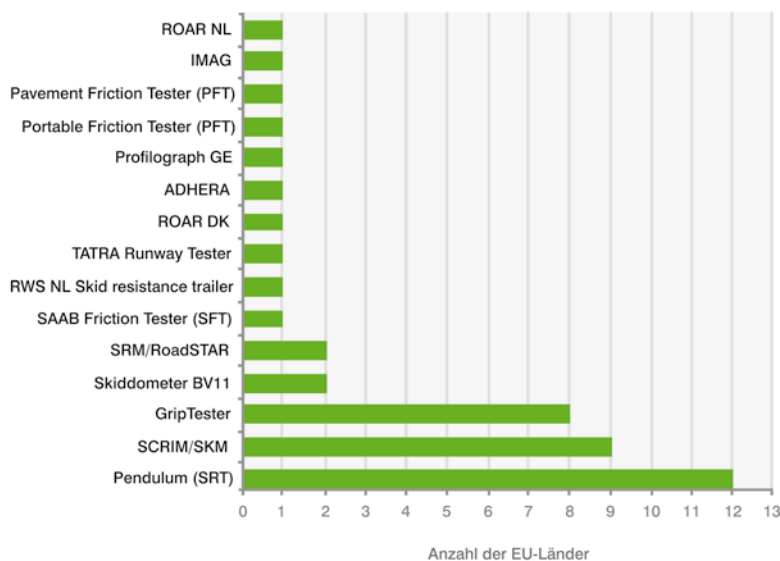


## WP 2: Harmonisierung von Griffigkeitsmessverfahren und die Auswahl von Referenzoberflächen

Der Schwerpunkt des WP 2 lag in der Zusammenstellung der verschiedenen Griffigkeitsmessverfahren, der Erfahrungen aus bisherigen Harmonisierungsversuchen von verschiedenen Griffigkeitsmesssystemen, wie das PIARC International Experiment (1992), das HERMES (Harmonisation of European Routine and Research Measuring Equipment for Skid Resistance)-Projekt von FEHRL (2001-2002) sowie weiterer Harmonisierungsversuche.

Zusätzlich wurde der Stand der Technik zu Referenz- oder Testoberflächen für Griffigkeitsmessungen und die Aufstellung einer möglichen „Roadmap“ inklusive des damit verbundenen zeitlichen Ablaufs für die Einführung von harmonisierten Griffigkeitsmessverfahren sowie der notwendigen Forschung und Kosten erarbeitet. Dabei wurden, beginnend mit dem Jahr 2010, die einzelnen Schritte für insgesamt fünf verschiedene Herangehensweisen der Harmonisierung zusammengestellt. Alle aufgezeigten Wege führen zu einer ab dem Jahr 2017 beginnenden Überleitungsperiode, die etwa vier Jahre dauern

*Anteil der EU-Länder mit und ohne Richtlinien bezüglich der Griffigkeit in Abhängigkeit von der Straßenkategorie*



*Griffigkeitsmesssysteme und Anzahl der EU-Länder, die sie einsetzen*

soll. Während dieser Periode können alle bisherigen Griffigkeitsmesssysteme noch uneingeschränkt eingesetzt und ihre messsystemspezifischen Ergebnisse angegeben werden. Ab 2021 kann dann, ausgehend von der gemeinsamen Messgröße, dem „Common Scale“, mit allen Messsystemen weiterhin gemessen werden. Das nach der Messung anzugebende Ergebnis auf Basis der „neuen“ gemeinsamen Griffigkeitsmessgröße soll dann anhand von Formeln aus den Messwerten und aus messsystemeigenen Randbedingungen berechnet werden. Durch die gemeinsame Messgröße innerhalb Europas sind Vergleiche von Richtlinien und Schwellenwerten bezüglich der Griffigkeit möglich. Gleichzeitig kann sie aber auch durch die Einführung in die Normung für die Klassifizierung von verschiedenen Materialien einheitlich innerhalb Europa angewendet werden und zu vergleichbaren Oberflächeneigenschaften der Griffigkeit auf europäischen Straßen beitragen. Des Weiteren bietet diese Messgröße die Möglichkeit, Ergebnisse von verschiedenen Messsystemen zu vergleichen.

Derzeit existieren europaweit 23 verschiedene Griffigkeitsmesssysteme, die sowohl im Rahmen der Forschung als auch bei der Zustandserfassung von Fahrbahnen zum Einsatz kommen. Dabei reicht die Spannweite von stationär messenden bis zu schnellfahrenden Messsystemen. Eine Vergleichbarkeit oder Übertragbarkeit der Ergebnisse verschiedener Messsysteme ist momentan nicht möglich.

### **WP 3: Eigenschaften von Fahrbahnoberflächen – Griffigkeit, Rollwiderstand, Lärmemissionen**

Im WP 3 wurden die relevanten Parameter hinsichtlich der Einflüsse auf die Eigenschaften Griffigkeit, Rollwiderstand und Lärmemissionen sowohl von Seiten der Fahrbahnoberfläche als auch des Reifens zusammengestellt und die Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Parametern betrachtet. Dabei zeigte sich, dass über die Griffigkeit ein sehr umfangreiches Wissen vorliegt, während bezüglich der Parameter, die den Rollwiderstand beeinflussen, noch wesentliche Punkte ungeklärt sind.

Aufbauend auf einer für Fahrbahnen und Reifen erarbeiteten Matrix mit den Wechselwirkungen der einzelnen Parameter wurden die Wissenslücken und der daraus resultierende Forschungsbedarf abgeleitet und in dreizehn mögliche Forschungsgebiete aufgeteilt. Diese fokussieren sich allerdings nicht nur auf die Fahrbahn- oder die Reifenseite, sondern versuchen, die drei verschiedenen Oberflächeneigenschaften von allen Seiten gleichberechtigt zu betrachten und entsprechend zu optimieren. Dabei wird, ausgehend von der Definition relevanter Parameter sowohl für Fahrbahnoberflächen als auch für Reifen, die gesamte Bandbreite der notwendigen Forschung betrachtet: Optimierung von Messverfahren, Anlage von Versuchs-

strecken, Beurteilung des Verhaltens der optimierten Fahrbahnen und Reifen während der Nutzungsdauer, Verbesserung von Simulationsprogrammen sowie Umsetzung der Ergebnisse in die Bau- und Produktionspraxis von Fahrbahnen und Reifen. Aufgrund der Berücksichtigung von Veränderungen der Eigenschaften von Fahrbahnen und Reifen während deren Nutzungsdauer durch Alterung als auch Abnutzung wurde für das gesamte Untersuchungsprogramm ein Zeitraum von 20 Jahren vorgesehen.

#### **WP 4: Umwelteinflüsse sowie Einflüsse des Klimawandels – Griffigkeit, Rollwiderstand, Lärmemissionen**

Dieses Workpackage ergänzt die anderen Workpackages durch Einflüsse verschiedener Umweltaspekte sowie der möglichen Einflüsse infolge des Klimawandels in Bezug auf die betrachteten Eigenschaften von Fahrbahnoberflächen

und Reifen. Dabei wurden unter anderem die möglichen Einflüsse auf die Umwelt durch angepasste europaweite Richtlinien - beispielsweise erhöhte Griffigkeit von Fahrbahnoberflächen - näher betrachtet. Die resultierenden Einflüsse infolge des Klimawandels und harmonisierter Richtlinien wurden hierbei in direkte und indirekte sowie in Einflüsse durch Marktveränderungen durch äußere Randbedingungen aufgeteilt.

Ausgehend von den beiden betrachteten Schwerpunkten wurde auch der zukünftige Forschungsbedarf für den Themenbereich der Interaktion von Reifen und Fahrbahn abgeleitet.



#### **Karen Scharnigg**

Jahrgang 1975

Bauingenieurin

Seit 2009 in der BAST

Im Referat „Straßenzustandserfassung und -bewertung, Messsysteme“ zuständig für den Bereich der Griffigkeit



#### **Gernot Schwalbe**

Jahrgang 1979

Maschinenbaingenieur

Seit 2007 in der BAST

Im Referat „Fahrzeug/Fahrbahn“ zuständig für Reifen/Fahrbahngeräusche und Rollwiderstand



*Dr. Karl-Ludger Wirth, Leiter der Zentralabteilung*

## **Service und Ressourcen bereitstellen**

Seit ich im Oktober 2009 meinen Dienst bei der BAST angetreten habe, wurden 43 neue Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter bei der BAST eingestellt, überwiegend junge Leute. Der Generationswechsel, mit dem die BAST in vergangenen Jahren zu kämpfen hatte, ist abgeschlossen. Über die Hälfte der Beschäftigten sind heute zwischen 30 und 45 Jahre alt. Nun gilt es, das vorhanden Wissen und neue kreative Ideen zusammen zu bringen, und so die Herausforderungen der Zukunft zu bewältigen. Die Fachseite wird dabei von der Zentralabteilung unterstützt, die das administrative und technisch-organisatorische Rückgrat der BAST bildet. Aufgabe und Zielsetzung ist es, jederzeit die personellen, rechtlichen und finanziellen Ressourcen zur Verfügung zu stellen, die für die Erledigung der Fachaufgaben unentbehrlich sind. Die Stabsstellen „Forschungscontrolling, Qualitätsmanagement“ und „Presse und Öffentlichkeitsarbeit“ sind direkt dem Präsidenten unterstellt. Sie unterstützen eine effiziente qualitätsorientierte und öffentlichkeitswirksame Arbeit der BAST.



## Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

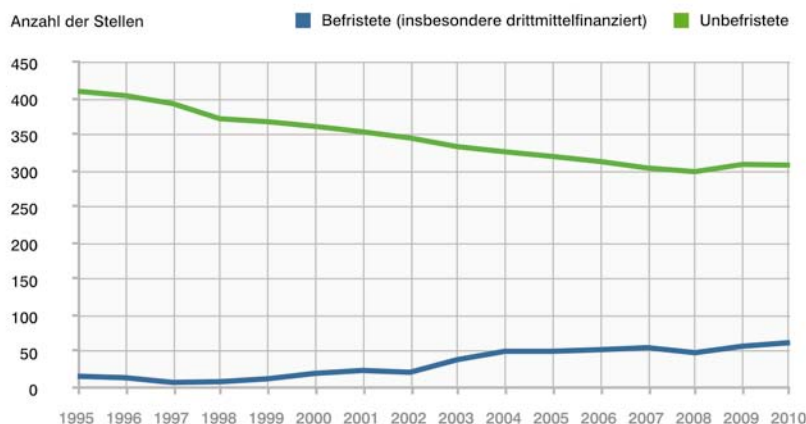
### Personalentwicklung

Die Personalentwicklung in der BAST ist aufgrund haushaltsrechtlicher Vorgaben geprägt durch einen kontinuierlichen Stellenabbau. Gleichwohl ist das Aufgabenspektrum der BAST weiterhin groß und durch steigende, fachübergreifende und internationale Aufgabenstellungen zunehmend komplexer geworden.

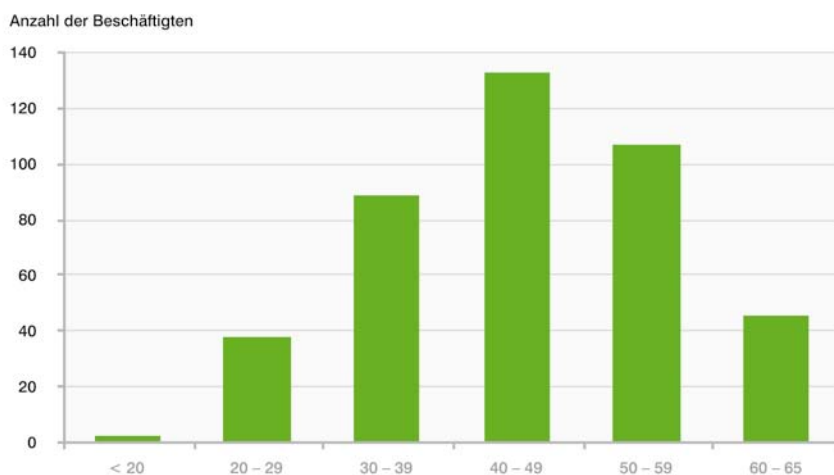
Um diesen fachlichen Anforderungen weiterhin nachkommen zu können, konnte und kann der Stellenabbau nur durch eine deutliche Aufstockung von Finanzmitteln für befristetes Personal kompensiert werden. Das bedeutet, dass junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sich in der BAST qualifizieren und neue Ideen in die Forschungsarbeit der BAST einbringen können. Mittel- und langfristig betrachtet wird die BAST dadurch jedoch Wissen verlieren.

Die Altersstruktur der BAST-Beschäftigten hat sich in den letzten Jahren deutlich zugunsten jüngerer Beschäftigter verschoben: Heute sind über die Hälfte der Beschäftigten zwischen 30 und 45 Jahre alt.

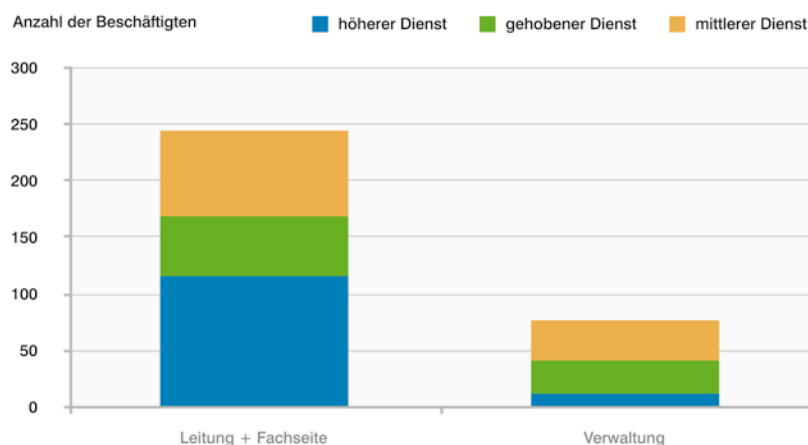
Von den aktuell 309 Stellen, die laut Haushaltsplan zur Verfügung stehen, entfallen etwa drei Viertel auf den forschenden Bereich, rund ein Viertel sind dem Aufgabenfeld der zentralen Verwaltung zuzuordnen.



Entwicklung der Stellen in der BAST von 1995 bis 2010 (ohne Personen in Altersteilzeit und Azubis)



Beschäftigte der BAST nach Altersgruppen (mit Azubis und befristet Beschäftigten)



Personalverteilung 2010 (inklusive Altersteilzeit): Fachseite - Verwaltung



der BAST-Beschäftigten unerlässlich. Die Teilnahme an Fortbildungsveranstaltungen dient der Verbesserung der fachlichen Leistungen der Beschäftigten und verbindet dies mit den Aussichten auf berufliche Weiterbildungsmöglichkeiten. Regelmäßig nehmen jedes Jahr mehr als die Hälfte der Beschäftigten an Fort- oder Weiterbildungsveranstaltungen teil. Dazu bietet die BAST bedarfsorientierte Qualifizierungsmaßnahmen an, insbesondere für Führungskräfte und Nachwuchsführungskräfte. Diese werden extern mit Veranstaltern realisiert oder als Inhouse-Seminare angeboten.

In 2009/2010 haben zwei Bauingenieure an einem vom BMVBS initiierten

### Ausbildung

Durchschnittlich 20 Auszubildende der Berufsbilder Baustoffprüfer/-in, Physik-/ Chemielaborant/-in, Metallbauer/in, Bauzeichner/-in, Fachangestellte für Medien- und Informationsdienste sowie Fachangestellte für Bürokommunikation werden durch die BAST ausgebildet und so auf ihre berufliche Zukunft vorbereitet. Im Jahr 2010 konnten sogar 10 von ihnen erfolgreich ihre Ausbildung verkürzen oder ihre Abschlussprüfungen vorziehen. In der Regel erhalten die Auszubildenden im Anschluss an ihre Ausbildung einen einjährigen Arbeitsvertrag, um erste berufliche Erfahrungen sammeln zu können.

### Fort- und Weiterbildung

Der hohe Qualifikationsstand des Fachpersonals der BAST und die enge Vernetzung mit der Wissenschaftsgemeinschaft bringen es mit sich, dass sich BAST-Beschäftigte innerhalb und außerhalb ihrer Tätigkeit auch an der Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses beteiligen. So nehmen BAST-Beschäftigte insgesamt zehn Lehraufträge an Universitäten und Hochschulen wahr. Außerdem haben Wissenschaftler der BAST in 2009 und 2010 insgesamt 22 wissenschaftliche Abschlussarbeiten (Diplom, Master, Bachelor, etc.) betreut.

Um den aktuellen Kenntnisstand der Beschäftigten, insbesondere den des wissenschaftlichen Personals, zu erhalten und zu erweitern, sind Fort- und Weiterbildungen

Qualifizierungsprogramm für Bauingenieurinnen und Bauingenieure teilgenommen. In diesem Programm absolvieren die Teilnehmerinnen und Teilnehmer Qualifizierungsabschnitte im BMVBS, in einem Landesstraßenbetrieb und in Verwaltungslehrgängen.



*Peter Johann Gusia (links) und Dr. Michael Rohleder nahmen an dem vom BMVBS initiierten Qualifizierungsprogramm für Bauingenieure teil*

Auch die Förderung der universitären Weiterbildung besitzt in der BAST eine hohe Priorität: In 2009 und 2010 haben sechs BAST-Beschäftigte ihre Promotion erfolgreich abgeschlossen und fünf Beschäftigte andere wissenschaftliche Abschlüsse (Diplom, Master, Bachelor, etc.) erreicht.

## Auszeichnungen / Promotionen / Lehraufträge

Wie erfolgreich die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in den Jahren 2009 und 2010 waren, zeigen verschiedene Auszeichnungen und Promotionen von BAST-Beschäftigten sowie einige ausgewählte Lehraufträge an den unterschiedlichsten Hochschulen und Fakultäten.



Dr. Claudia Evers wurde im November 2009 der akademische Grad „Doktor der Philosophie“ von der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn verliehen.



Ralph Holst führt seit 2006 jährlich ein halbtägiges Seminar im Rahmen der Vorlesung „Erhaltungsmanagement von Ingenieurbauwerken im Zuge von Straßen und Wegen“ an der Bauhaus-Universität Weimar, Fakultät Bauingenieurwesen, durch.



Johannes Große Winkelsett verkürzte seine dreieinhalbjährige Ausbildung zum Physiklaboranten um ein halbes Jahr und absolvierte die Prüfung im Mai 2010 mit „sehr gut“.



Dr. Marco Irzik wurde im Dezember 2008 der akademische Grad eines „Doktor-Ingenieurs“ von der Technischen Universität Braunschweig verliehen.



Dr. Frank Heimbecher ist seit 2003 Lehrbeauftragter der Ruhr-Universität Bochum im Bereich „Facility Management von unterirdischen Verkehrsbauwerken“.



Dr. Dirk Jansen wurde im Juni 2009 der akademische Grad „Doktor der Ingenieurwissenschaften“ von der Universität Duisburg-Essen verliehen.



Alexandra Herbst verkürzte ihre Ausbildungszeit in der BAST und bestand die Prüfung zur Bauzeichnerin im Februar 2010 mit „gut“.



Dr. Simone Klipp wurde im November 2009 der akademische Grad „Doktor der Philosophie“ von der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald verliehen.



Dr. Karl-Josef Höhnscheid hat seit Wintersemester 2007 einen Lehrauftrag an der Universität Köln im Bereich Wirtschaftswissenschaften.



Dr. Birgit Kocher hatte 2008 und 2009 die Vertretung der Professur für Organische Chemie und Umweltchemie an der Universität Koblenz-Landau und hat seit 2010 einen Lehrauftrag an der Universität Koblenz-Landau im Bereich Umweltchemie.



Dr. Thomas Kranz wurde im Dezember 2010 der akademische Grad „Doktor der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften“ von der Universität zu Köln verliehen.



Dr. Eike Schmidt wurde im Juli 2010 der akademische Grad „Doktor der Naturwissenschaften“ von der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf verliehen.



Anita Künkel-Henker ist seit 2007 Lehrbeauftragte an der Ruhr-Universität Bochum für Managementsysteme der Straßenerhaltung.



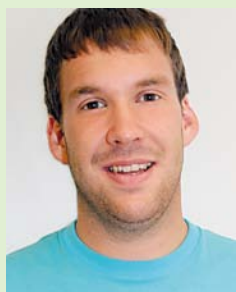
Andre Seeck wurde im Juni 2010 vom Board of Directors zum neuen Präsidenten von Euro NCAP (European New Car Assessment Programme) gewählt.



Dr. Kerstin Lemke wurde im September 2010 die Denkmünze der Max-Erich-Feuchtinger/Bruno-Wehner-Stiftung anlässlich des deutschen Straßen- und Verkehrskongresses in Mannheim verliehen.



Dr. Patrick Seiniger wurde im September 2009 der akademische Grad „Doktor der Ingenieurwissenschaften“ von der Technischen Universität Darmstadt verliehen.



Robert Ludwigs schloss seine um ein halbes Jahr verkürzte Ausbildung zum Physikalaboranten im Mai 2010 mit der Note „sehr gut“ ab.



Nadine Wachnau beendete im Juli 2010 ihre Ausbildung als Fachangestellte für Medien- und Informationsdienste mit „sehr gut“.



Sergej Metzger verkürzte seine Ausbildung zum Physikalaboranten um ein halbes Jahr und bestand die Prüfung im Mai 2010 mit „gut“.



Dr. Roland Weber hat seit Wintersemester 2007 einen Lehrauftrag an der Universität Siegen im Fachbereich Bauingenieurwesen.



Dr. Nicola Neumann-Opitz hat seit 2005 einen Lehrauftrag an der Bergischen Universität Wuppertal zum Thema „Verkehrserziehung/Mobilitätserziehung“.



Marko Wieland ist seit 2006 Lehrbeauftragter an der Hochschule Magdeburg/Stendal (FH) für das Fachgebiet Straßen- und Verkehrsbau in den Fachbereichen Bauingenieurwesen sowie Wasser- und Kreislaufwirtschaft.

## Haushalt und Finanzen

Die BAST muss sich den Herausforderungen einer sich ständig im Wandel befindlichen Forschungslandschaft mit sich ändernden Schwerpunkten stellen. Dies drückt sich auch in ihrem Haushalt aus. Der Haushalt der BAST hat im Berichtszeitraum eine Erhöhung gegenüber den Vorjahren erfahren. Für das Jahr 2009 wurden Mittel für verschiedene Bauinvestitionsmaßnahmen (Um- und Erweiterungsbauten) im Bereich der Versuchsanlagen in den Haushalt eingestellt. Des Weiteren hat die BAST ab dem Jahr 2010 in ihrem Haushalt zusätzliche Mittel speziell zur Finanzierung externer Forschungsprojekte zu den aktuellen Themen der alternativen Fahrzeugantriebe und der Elektromobilität ausgewiesen. Darüber hinaus verfügt die BAST neu ab 2010 über einen separaten Haushaltsansatz, aus dem Zuschüsse für innovative Forschung zur Verbesserung der Straßeninfrastruktur gewährt werden können.

Die Personalausgaben sind der größte Ausgabeposten der BAST mit rund 52 Prozent des Gesamtausgabevolumens in 2009 und 55 Prozent in 2010. Damit liegt die BAST im Vergleich zu den meisten anderen Bundesbehörden deutlich unter Durchschnitt. Auf die Sachausgaben (externe Forschung, Unterhaltung Gebäude und Versuchsanlagen, Geschäftsbedarf, Öffentlichkeitsarbeit, etc.) entfällt ein Anteil von 32 Prozent in 2009 und 35 Prozent in 2010. Mit deutlichem Abstand folgen die Bereiche Zuweisungen/Zuschüsse und Investitionen.

### Kosten- und Leistungsrechnung

Die BAST hat im Jahr 2007 eine Kosten- und Leistungsrechnung (KLR) eingeführt. Sie ist damit in der Lage, ergänzend zu der reinen Einnahmen- und Ausgabenrechnung der Kameralistik, wie sie der Haushalt abbildet, auch die betriebswirtschaftlichen Kosten für ihre Leistungen auszuweisen. Die KLR-Daten werden für verschiedenste Aufgaben und Fragestellungen herangezogen. So sind sie zunächst ein zentrales Instrument für die Projektsteuerung. Darüber hinaus liefert die KLR alle wichtigen Daten für die Abrechnung von drittmittelfinanzierter Forschung mit den externen Auftraggebern, insbesondere der EU-Kommission. Ein weiterer wichtiger Bereich ist die Verwendung der KLR-Werte für die Kalkulation von Vergütungssätzen bei Erbringung von Leistungen, wie Prüf- und Zertifizierungstätigkeiten, für Dritte nach der

Vergütungsordnung für Leistungen der BAST (VL-BAST). Auf Basis der KLR-Daten erfolgte eine vollständige Überarbeitung der VL-BAST. Die Kosten- und Leistungsrechnung ist somit inzwischen ein unverzichtbares Hilfsmittel sowohl für die strategische Steuerung als auch für die täglichen Abläufe in Controlling und Rechnungswesen.

Haushaltsansätze (in Tausend Euro)	2009	2010
Einnahmen	5.697	5.857
Ausgaben	38.536	36.753
Personalausgaben	20.024	20.245
Sachausgaben	12.253	12.832
Zuweisungen/Zuschüsse	1.120	1.255
Baumaßnahmen	1.800	200
Sonstige Investitionen	3.339	2.221

## Baumaßnahmen

Die BAST hat in den Jahren 2009 bis 2011 drei große Baumaßnahmen begonnen, von denen zwei Maßnahmen bereits im Jahre 2010 abgeschlossen werden konnten.

Ein stetiger Aufgabenwandel im Bereich der aktiven und passiven Fahrzeugsicherheit hat dazu geführt, dass die Unterbringung und Nutzung der dafür notwendigen Versuchsanlagen optimiert werden musste. Dabei ist im zunehmenden Maße die Vertraulichkeit bei der Vorbereitung der Versuchsfahrzeuge und der Durchführung der Versuche selbst zu gewährleisten. Im Rahmen gestiegener Qualitätsanforderungen an die Prüfbedingungen müssen zudem zunehmend größere Anstrengungen in der Sicherstellung der Reproduzierbarkeit der erzielten Ergebnisse getätigt werden. All diese Überlegungen haben dazu geführt, die entsprechenden Hallenabschnitte umzubauen und die Fahrzeugtechnische Versuchsanlage

(FTVA) um ein fahrzeugtechnisches Kompetenzzentrum zu erweitern. Letzteres wurde durch den Bundesverkehrsminister Dr. Peter Ramsauer am 31. August 2010 in einem Festakt seiner Bestimmung übergeben.

Nach Abschluss der Umbauarbeiten in den Hallenbereichen wird als dritte und größte Baumaßnahme nun der gesamte Hallenkomplex energetisch saniert. Dabei werden alle Dächer, die Fassaden einschließlich der Dämmung sowie die Fenster und Tore erneuert und nach den neuesten energetischen Vorschriften gedämmt.

Das Gesamtvolumen dieser Baumaßnahmen beträgt rund 8,8 Millionen Euro. Ein Teil dieser Mittel stammt aus dem „120-Millionen-Programm zur energetischen Sanierung von Bundesliegenschaften“ und dem Konjunkturprogramm II – Teilprogramm: „Sanierung und energetische Verbesserung in Bundesliegenschaften und Liegenschaften von Zuwendungsempfängern“.



Im August 2010 weihte Verkehrsminister Ramsauer den Erweiterungsbau der Fahrzeugtechnischen Versuchsanlage ein

## Stabsstelle Forschungscontrolling und Qualitätsmanagement

### Forschung und Planung

Aufgabe der BAST ist es, den straßengebundenen Verkehr ressourcen- und energieeffizient, emissionsarm, nachhaltig, intelligent und integrativ zu gestalten.

Den Rahmen für die Forschungsplanung bilden die folgenden Forschungsziele:

- Verbesserung der Effizienz des Baus und der Erhaltung von Straßen.
- Verbesserung der Effizienz des Baus und der Erhaltung von Brücken und Ingenieurbauwerken.
- Verbesserung der Verkehrssicherheit.
- Verbesserung der Effizienz der Straßennutzung.
- Ökologisches Bauen, Reduktion der Umweltbelastung.
- Reduktion von Energieverbrauch und Emissionen durch Kraftfahrzeuge, Einsatz neuer Energieträger sowie alternativer Antriebskonzepte.
- Integration der Straße in das Gesamtsystem Verkehr.

Die konkrete Planung der Forschungsaktivitäten geschieht auf Basis von europäischen und internationalen Programmen, Nationalen Wegeplänen, Masterplänen der Bundesregierung zum Thema Verkehr, Forschungslinien des BMVBS sowie Ressortforschungsprogrammen des BMVBS. Dabei berücksichtigt die BAST die nachfolgenden globalen und gesellschaftlichen Herausforderungen.

Anpassungsmaßnahmen und Vermeidungsstrategien sollen eine nachhaltige Infrastruktur und damit Mobilität vor dem Hintergrund des Klimawandels sicherstellen. Im Fokus der Arbeiten der BAST steht vor dem Hintergrund des demographischen Wandels zudem die Gewährleistung einer hohen Verkehrssicherheit für sämtliche Risikogruppen, insbesondere älterer Verkehrsteilnehmer. Durch die Nutzung zukünftiger technischer Optionen gilt es, Antriebe und Baustoffe im Hinblick auf Klimaneutralität weiterzuentwickeln, die Ressourcenproduktivität zu erhöhen und Potenziale zur Reduktion des Energieverbrauchs auszunutzen. Ziel ist, Alternativen für die Post-fossile Gesellschaft aufzuzeigen.

Der weitere Anstieg der Verkehrsleistung erfordert die Erschließung von Kapazitätsreserven bei den vorhandenen Verkehrsanlagen und –systemen und die Erhöhung der



© Quelle: photlook/Fotolia.com

Effizienz. Durch intelligente Lenkung der Verkehrsströme soll reibungslose Mobilität vor dem Hintergrund der Globalisierung sichergestellt werden. Die Komplexität der Aufgaben bei wachsendem finanziellem Druck zu bewältigen ist eine große Herausforderung. Der Einsatz ökonomischer Instrumente und gezielte regulative Maßnahmen ermöglichen die Stärkung des Standorts Deutschland und eine Anpassung an ökonomische Zwänge.

Durch neue Ansätze in der Automatisierungs-, Informations- und Maschinentechnik sollen qualitätsbeeinflussende Schwachstellen im Verkehrswegebau beseitigt werden. Der Technologische Fortschritt wird zum integralen Bestandteil im Verkehrssystem straßengebundener Verkehr.

### BAST-Forschung neu aufgestellt

Zur Steuerung ihrer Forschungsaktivitäten hat die BAST die „Mittelfristige Forschungsplanung“ festgeschrieben. Ab 2011 ist sie - orientiert an 19 Forschungslinien und fünf Querschnittsthemen - Grundlage für die Forschung der BAST in einem Zeitraum von fünf Jahren. Beispielhaft sind im Folgenden einige Linien ausgeführt.

Fahrzeuge und Verkehr stehen im Mittelpunkt der Forschungstätigkeiten rund um die sichere, effiziente und umweltgerechte Abwicklung des Verkehrs. Ziel der Forschungslinie „Das Verkehrssystem Straße: intelligent genutzt und vernetzt“ ist es, die vorhandenen Kapazitäten des Verkehrssystems Straße auch im intermodalen Kontext optimal zu nutzen.

Eine weitere Forschungslinie beschäftigt sich mit der sicheren, störungsfreien, wirtschaftlichen und umweltgerechten Abwicklung des fließenden und ruhenden Güterverkehrs auf der Straße im Hinblick auf ein künftiges höheres Güterverkehrsaufkommen. Im Rahmen der Forschungslinie „Entwicklung von Anforderungen an sichere und umweltfreundliche Elektrofahrzeuge“, sollen unter anderem die Sicherheitsaspekte von Elektrofahrzeugen für eine schnelle Einführung auf Grund der Regierungsbeschlüsse untersucht und Regelungen für eine verträgliche Einbindung in die vorhandene Infrastruktur entwickelt werden.

Mit der Infrastruktur des Verkehrssystems Straße beschäftigt sich auch „Die optimierte Erhaltung“. Netzweit koordinierte und optimierte Strategien für die Erhaltungsplanung sollen ebenso konzipiert werden wie objektive Entscheidungs- und Argumentationsgrundlagen im Bereich Straßenerhaltung. Kern der Forschungslinie „Lebenszyklusorientierter nachhaltiger Bau und Betrieb der Straßeninfrastruktur“ ist die Förderung einer nachhaltigen Entwicklung von der Planung über den Bau bis zur Erhaltung der Straßeninfrastrukturen.

Der Schutz des Menschen steht im Zentrum mehrerer Forschungslinien, beispielsweise bei der „Reduktion der Anzahl Schwerstverletzter“ oder bei der Erhaltung der sicheren Mobilität vor dem Hintergrund des demographischen Wandels. Durch die Ergebnisse der Forschungslinie „Stärkung der zivilen Sicherheit der Straßenverkehrsinfrastruktur“ soll das Schutzniveau von Tunneln und Brücken vor Bedrohungen durch Naturkatastrophen, Großunfällen und kriminellen Anschlägen erhöht werden.

Die Zielsetzung des Umweltschutzes und seiner unterschiedlichen Aspekte rundet die Bandbreite der For-

### Forschungslinien

- Bewertung der Infrastruktur.
- Die optimierte Erhaltung.
- Lebenszyklusorientierter nachhaltiger Bau und Betrieb der Straßeninfrastruktur.
- Die postfossile Gesellschaft: Verbesserte Nutzung endlicher Ressourcen im Straßenbau.
- Stärkung der zivilen Sicherheit der Straßenverkehrsinfrastruktur.
- Minderung der negativen Folgen des Klimawandels.
- Das Verkehrssystem Straße: intelligent genutzt und vernetzt.
- Entwicklung von Maßnahmen zur Bewältigung des zukünftigen Güterverkehrsaufkommens.
- Entwicklung von Anforderungen an sichere und umweltfreundliche Elektrofahrzeuge.
- Lebensraum schützen: Klima, Boden, Wasser, Luft, Natur und Landschaft.
- Der lärmarme Verkehr.
- Nichtmotorisierter und öffentlicher Verkehr als Nutzer des Verkehrssystems Straße.
- Entwurf und Ausstattung sicherer Straßen.
- Betrieb sicherer Straßen.
- Verfahrensentwicklung zur Bewertung von Fahrzeugsicherheitssystemen.
- Demographischer Wandel - sichere Mobilität erhalten.
- Reduktion der Anzahl Schwerstverletzter.
- Die Risikogruppen im Verkehr: Erschließen von weiteren Sicherheitsgewinnen.
- Verbesserung der Verkehrssicherheit durch Weiterentwicklung verhaltensbezogenen Maßnahmenansätze.

### Querschnittsthemen

- Simulation: Modelle und Wirklichkeit.
- Der Straßenverkehr der Zukunft: Mensch und Fahrzeug.
- Der Straßenverkehr der Zukunft: Infrastruktur.
- System Straße als Teil des Mobilitätssystems.
- Innovationen: Bewertung zur Integration in die Praxis.

schungslinien mit den Themen „Der lärmarme Verkehr“ und „Lebensraum schützen: Klima, Boden, Wasser, Luft, Natur und Landschaft“ ab.

Neben diesen Forschungslinien wurden fünf Querschnittsthemen mit übergreifenden Aspekten festgelegt. Dazu gehören rechnergestützte Simulationsverfahren, die aufwändige physikalische Versuche ersetzen können. Die künftig erforderlichen technologischen, gesellschaftlichen und infrastrukturellen Veränderungen des Straßenver-





Hervorzuheben ist hierbei das „Innovationsprogramm Straße“, mit dem die BAST seit 2009 Antragsforschung finanziert. Ziel des „Innovationsprogramms Straße“ ist die Förderung innovativer Konzepte und Technologien beim Bau und bei der Erhaltung von Straßen.

Die oben genannten Forschungsprogramme sind Bestandteil des Gesamtforschungsprogramms des BMVBS, das jedes Jahr von der Leitung des Ministeriums genehmigt wird.

kehr und entsprechende Entwicklungen von Maßnahmen stehen ebenso im Fokus wie der Leitgedanke der Intermodalität, dem durch Untersuchungen eines komplexen intermodalen Verkehrskonzeptes im Querschnittthema „System Straße als Teil des Mobilitätssystems“ Rechnung getragen wird. Der schnelleren Umsetzung von Innovationen und Neuerungen in die Praxis widmet sich das letzte Querschnittthema.

### Forschung im Detail

Zur Beantwortung von Forschungsfragen führt die BAST eigene Forschungsarbeiten durch und vergibt Forschungsaufträge an Dritte. Die Forschungsarbeiten werden aus eigenen Haushaltsmitteln und aus Mitteln des BMVBS finanziert. Bei der Konzipierung der Forschungsarbeiten arbeitet die BAST eng mit dem BMVBS und anderen Institutionen zusammen, zum Beispiel mit der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV).

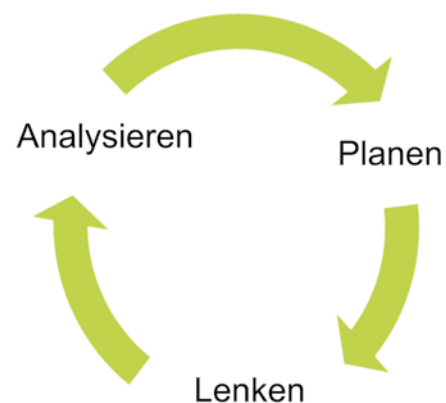
Die BAST betreut gut 300 externe Forschungsvorhaben schwerpunktmäßig im Rahmen der folgenden Programme:

- „Forschungsprogramm Straßenwesen“ aus dem Budget des BMVBS mit etwa fünf Millionen Euro je Jahr.
- „Forschungsprogramm Straßenverkehrssicherheit“ aus dem BAST-Budget in Höhe von zirka drei Millionen Euro je Jahr.
- „Innovationsprogramm Straße“ aus dem BAST-Budget in Höhe von etwa einer Million Euro je Jahr.
- „Forschungsprogramm Stadtverkehr“ aus dem Budget des BMVBS im Umfang von rund einer Million Euro je Jahr.

### Forschung und Qualität

Weit über 60 Prozent der Tätigkeiten der BAST wird durch Forschung dominiert. Die Qualität der Forschungsprojekte wird seit drei Jahren durch ein Projektcontrolling mit standardisiertem Berichtswesen (Kosten-Leistungsrechnung mit SAP) sichergestellt. Die Daten werden zu fest definierten Anlässen in dokumentierten Verfahren an zentraler Stelle aufbereitet, analysiert und allen Verfahrensbeteiligten zur Verfügung gestellt.

Durch das Qualitätsmanagementsystem der BAST werden zudem die Aktivitäten in allen Produktbereichen qualitätsgesichert. Werden an die Kalibrier- und Prüftätigkeiten sowie Begutachtungen der BAST besondere qua-



litätssichernde Anforderungen gestellt, so begleitet das Qualitätsmanagement hausintern die Umsetzung. Dieses führte dazu, dass das Prüflabor des Referates „Passive Fahrzeugsicherheit, Biomechanik“ zum „Technischen Dienst der Kategorie A“ durch das Kraffahrtbundesamt benannt wurde.



*Eine Expertenkommission des Wissenschaftsrates besuchte am 29. und 30. April 2009 die BAST. Die Arbeitsgruppe bestand aus Mitgliedern des Wissenschaftsrates und unabhängigen Sachverständigen. Vorne mittig im Bild der stellvertretende Vorsitzende der wissenschaftlichen Kommission, Prof. Dr. rer. nat. Hilbert von Löhneysen (links), und der Präsident der BAST, Dr.-Ing. Peter Reichelt*

## **Forschung und der Blick von außen**

Der wissenschaftliche Beirat berät die Leitung des Hauses in grundsätzlichen wissenschaftlichen Angelegenheiten. Arbeitsschwerpunkte sind hierbei die strategische mittelfristige Forschungsplanung und die Qualitätssicherung bei der Überführung der Planung in die Umsetzung. Ein Höhepunkt war der gemeinsame Besuch der Vertreter der BAST und des wissenschaftlichen Beirates im Höchstleistungsrechenzentrum der Stuttgart Research Center Simulation Technology. Darauf aufbauend sollen die Weiterentwicklung und der Ausbau der eigenen Kompetenz auf dem Gebiet der Modellierung und Simulation der BAST durch den wissenschaftlichen Beirat begleitet werden.

## **Evaluation durch Wissenschaftsrat**

Am 29. und 30. April 2009 erfolgte die Evaluation durch den Wissenschaftsrat. Der Wissenschaftsrat hat die Aufgabe, übergreifende Empfehlungen zur inhaltlichen und strukturellen Weiterentwicklung der Wissenschaft, der Forschung und des Hochschulbereichs zu erarbei-

ten. Dabei wurde der BAST bescheinigt: „Die BAST ist ein national und international agierendes Kompetenzzentrum auf dem Gebiet des Verkehrswesens und erarbeitet für das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung wichtige, notwendige Entscheidungshilfen. Ihre Vermittlerfunktion zwischen Wissenschaft, Politik und Praxis; Bund und Ländern; EU und nationaler Ebene ist unverzichtbar und wird von ihr insgesamt überzeugend wahrgenommen.“ (Stellungnahme zur Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch-Gladbach vom 13.11.2009 (Drucksache 9498-09, Seite 11)

Kein Licht ohne Schatten: „teilweise sehr gut“ heißt nicht generell sehr gut. Genau das ist aber der Anspruch der Forscherinnen und Forscher der BAST. Der Wissenschaftsrat gibt in seiner Stellungnahme Hinweise, wie dies erreicht werden kann. Die BAST ist dabei, sich intensiv mit den Empfehlungen des Wissenschaftsrates auseinander zu setzen, um das Gutachten bestmöglich zu nutzen und umzusetzen.

## Internationale Zusammenarbeit

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

### Internationale Organisationen

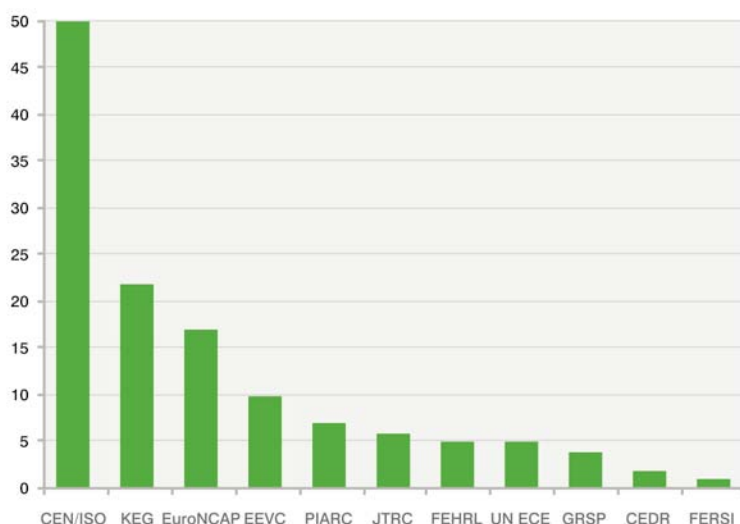
In 2009 und 2010 vertraten jeweils über 70 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler die BAST in rund 170 Gremien von 34 inter- und supranationalen Organisationen. Die quantitativ stärkste Bedeutung besaß die Mitarbeit im Europäischen Komitee für Normung (CEN). 27 Personen wirkten 2010 in 46 Arbeitsgruppen technischer Ausschüsse des CEN mit. Insgesamt lag der Anteil der Mitwirkungen an der europäischen und weltweiten technischen Normung bei rund 30 Prozent aller Gremientätigkeiten im internationalen Bereich. Der Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit Europas und der effizienten Nutzung seiner Ressourcen dient die Entwicklung eines gemeinsamen europäischen Forschungsraums. Diese Zielsetzung unterstützte die BAST mit etwa 47 Prozent der Ausschussarbeit ihres Personals. Am weltweiten wissenschaftlichen Erfahrungsaustausch, wie ihn zum Beispiel PIARC (World Road Association) und das JTRC (Joint Transport Research Centre) von OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) und ITF (International Transport Forum) organisieren, ist die BAST mit rund 23 Prozent der gesamten Mitwirkung in internationalen Gremien beteiligt.

Ferner ist die BAST Mitglied von FEHRL (Forum of European National Highway Research Laboratories) und dort in der General Assembly, im Executive Committee und im Kreis der Research Coordinators vertreten; darüber hinaus in FERSI (Forum of European Road Safety Research Institutes) und in ECTRI (European Conference of Transport Research Instituts).

Die BAST beteiligt sich im Auftrag des BMVBS an dem Projekt ERA-NET ROAD II. ERA-NET ROAD (Koordination und Implementierung von Straßenforschung in Europa) verfolgt das Ziel, die Kooperation und Koordination von Straßenforschungsaktivitäten innerhalb Europas auszubauen. An dem Projekt beteiligen sich 21 nationale Straßenbaubehörden beziehungsweise Verkehrsministerien. Das ERA-NET Konsortium hat 2009 bereits das zweite gemeinsame Programm veröffentlicht. Unter dem Thema „People Safety at the Heart of Road Design“ werden insgesamt fünf transnationale Projekte mit einer Summe von 1.485.000 Euro gefördert. Das ERA-NET Konsortium hat 2010 bereits das dritte gemeinsame Programm veröffentlicht. Unter dem Thema „Effective Asset Management meeting Future Challenges“ wurden insgesamt sieben transnationale Projekte mit einer Summe von 2.650.500 Euro gefördert.

Die Ergebnisse von vier Projekten unter dem Forschungsschwerpunkt „Road Owners Getting to Grips with Climate

Anzahl der Gremien



CEDR	Conference of European Directors of Roads
CEN	Comité Européen de Normalisation
EEVC	European Enhanced Vehicle-Safety Committee
EuroNCAP	European New Car Assessment Programme
FEHRL	Forum of European National Highway Research Laboratories
FERSI	Forum of European Road Safety Research
GRSP	Groupe de Rapporteurs sur la Sécurité Passive
ISO	International Organization for Standardization
JTRC	Joint Transport Research Centre
KEG	Kommission der Europäischen Gemeinschaften
PIARC	World Road Association
UN ECE	United Nations Economic Commission for Europe

Mitwirkung der BAST in ausgewählten internationalen Organisationen (2009)



Change“ wurden in der ERA-NET ROAD-Abschlusskonferenz am 8. und 9. Dezember 2010 in der BASt vorgestellt.

### Besucher und Gastwissenschaftler

2009 und 2010 besuchten etwa 700 Gäste aus rund 40 Ländern die BASt, um sich über Arbeitsergebnisse, laufende Untersuchungen und neue Vorhaben zu informieren oder an Sitzungen internationaler Organisationen teilzunehmen. Mehr als 80 Delegationen mit zahlreichen Experten aus rund 30 Ländern kamen 2009 und 2010 in die BASt, um mit deutschen Kollegen fachliche und verwaltungsrelevante Themen des Straßenwesens zu erörtern.

Jeweils 2009 und 2010 besuchte eine von Vertretern von FHWA (Federal Highway Administration), AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) und NCHRP (National Cooperative Highway Research Program) geleitete Delegation die BASt. 2009 stand das Thema „Assuring Bridge Safety and Serviceability“ im Mittelpunkt, 2010 „Erfolgreiche Infrastrukturmaßnahmen zur Reduzierung tödlicher Motorradunfälle“.

Über 1.000 Besucher aus dem Ausland nahmen 2009 und 2010 an über 70 Sitzungen europäischer Gremien in der BASt teil. Gastwissenschaftler aus Polen und Tschechien nutzten mehrwöchige Studienaufenthalte, um an Themen der Straßenbautechnik und der Verkehrspsychologie zu arbeiten. 2010 kam ein Gastwissenschaftler vom ARRB (Australian Road Research Board) zu einem einjährigen Austausch in die BASt, um an Forschungs-

aktivitäten im Bereich Reifen-Fahrbahn mitzuarbeiten.

Außerdem absolvierten 21 Hochschüler aus Ägypten, Brasilien, Indien, Kolumbien, Malaysia, Polen, Russland, Tschechien, Israel, Oman, Spanien, der Türkei, Ukraine sowie aus Weißrussland auf Vermittlung der IAESTE (International Association for the Exchange of Students for Technical Experience) Fachpraktika auf den Gebieten Fahrzeugtechnik, Straßenbau- und Straßenverkehrstechnik sowie Verkehrssicherheit, die als Teil der regulären Studiengänge in ihren Heimatländern anerkannt werden.

Eine Wissenschaftlerin aus der Tschechischen Republik informierte sich bei einem

einwöchigen Aufenthalt über neue Forschungsergebnisse in der Verkehrspsychologie.

### Internationale Kooperationsvereinbarungen

Mit einem Forschungsinstitut der Volksrepublik China und jeweils zwei Instituten in Israel, Japan und Russland hat die BASt in den vergangenen Jahren spezielle Kooperationsvereinbarungen geschlossen, mit dem Ziel, den wissenschaftlichen Erfahrungsaustausch auf definierten Aufgabengebieten des Straßenwesens voranzutreiben. Darüber hinaus werden mit 26 Stellen im Ausland Fachveröffentlichungen ausgetauscht.

Vertreter der BASt und der US-amerikanischen Verkehrsicherheitsbehörde NHTSA unterzeichneten am 26. April 2010 in Washington D.C. einen Kooperationsvertrag. Ziel ist der Austausch von Forschungsergebnissen und die Durchführung gemeinsamer Analysen zu Themen der Fahrzeugsicherheit. Die Kooperation von BASt und NHTSA ermöglicht erstmals einen frühzeitigen Austausch über den potenziellen Nutzen vorausschauender und bei Unfallgefahr eingreifender Sicherheitssysteme. Ziel ist, dass in Deutschland, Europa und den USA zukünftig möglichst die gleichen Testverfahren angewendet und die gleichen Kriterien bei der Bewertung der Systeme angelegt werden - sei es vom Gesetzgeber oder von Verbraucherschutzorganisationen. Eine weltweite Harmonisierung dient der Verkehrssicherheit, spart Kosten und schafft Vergleichbarkeit über Grenzen hinweg und liegt sowohl im Interesse der Industrie, der Gesellschaft als auch des Nutzers.

Am 3. September 2010 unterzeichneten der Präsident der Korea Transportation Safety Authority (KOTSA) und der Präsident der BAST in einer feierlichen Zeremonie eine Vereinbarung über eine künftige Zusammenarbeit auf den Gebieten Demographischer Wandel und Infrastrukturbewertung, Radverkehr und Sicherheitsrichtlinien, Unfallanalyse und Infrastruktursicherheit, aktive und passive Verkehrssicherheit sowie Verbraucherschutzprogramme (EuroNCAP und KoreaNCAP). Die Zusammenarbeit umfasst zudem die Ausrichtung eines gemeinsamen wissenschaftlichen Symposiums im Zwei-Jahres-Rhythmus mit wechselnden Themenschwerpunkten. Das erste Symposium fand in Korea statt. Zahlreiche renommierte Wissenschaftler aus Korea diskutierten mit ihren deutschen Gästen Themen der Infrastruktursicherheit und Unfallanalyse. Ein wesentliches Ergebnis ist die Einführung einer detaillierten örtlichen Unfallerhebung nach dem deutschen Muster GIDAS (German in-depth accident study) mit Unterstützung der BAST.

Bei der 5. Deutsch-Russischen Verkehrssicherheitskonferenz in Irkutsk tauschten sich renommierte Wissenschaftler aus Universitäten, Verbänden, Vereinen, dem russischen Innenministerium und der BAST unter anderem über die Themen Unfalluntersuchungen, polizeiliche Verkehrssicherheitsarbeit, Kampagnen gegen Geschwindigkeitsunfälle, Fahrradsicherheit, Verkehrssicherheitskonzepte und -management, Lichtsignalanlagen, Wirkung von Straßenbauweisen auf Verkehrssicherheit und -lärm sowie über Probleme der Verkehrssicherheit bei der städtischen Straßennetzgestaltung aus. Die Teilnehmer beschlossen, dass gemeinsame Konzepte zur Verbes-



Sangho Chung, Präsident der Korea Transportation Safety Authority (KOTSA) (rechts) und BAST-Präsident Dr. Peter Reichelt unterzeichneten einen Kooperationsvertrag (Bild: KOTSA)

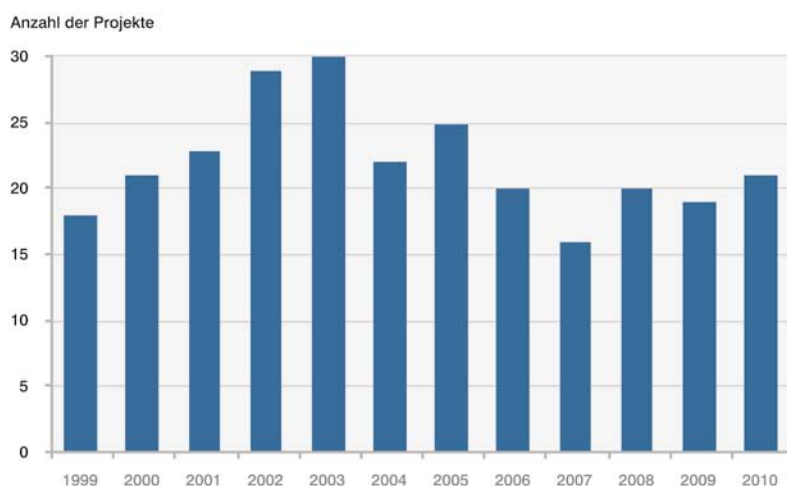
serung der Verkehrssicherheit erarbeitet werden sollen. Mit dem russischen Innenministerium wurde vereinbart, die Zusammenarbeit zwischen dem Verkehrssicherheitsforschungszentrum des Innenministeriums und der BAST weiter auszubauen. Seit 2002 findet alle zwei Jahre - wechselnd in Deutschland und Russland - eine Verkehrssicherheitskonferenz statt.

## EU-Forschung

Die BAST hat seit 1999 an 87 EU-Projekten mitgewirkt. Bei drei bereits abgelaufenen und einem laufenden Projekt war beziehungsweise ist sie als Koordinator tätig. In 2009 konnten fünf Projekte erfolgreich abgeschlossen werden,

davon vier aus dem 6. und eins aus dem 7. Rahmenprogramm. Von den 15 Projekten aus dem 6. Rahmenprogramm, die die BAST bearbeitet hat, wurden bis 2010 14 abgeschlossen, ein Projekt wurde verlängert bis Oktober 2011. An insgesamt 21 Projekten aus dem 7. RP wirkt die BAST mit, davon wurde in 2009 bereits eins abgeschlossen.

Ende 2010 bearbeitete die BAST 21 EU-Projekte. Weitere befinden sich in der Beantragungs- oder Vertragsverhandlungsphase.



Europäische Forschungsprojekte 1999 bis 2010

## Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit

### Veranstaltungen und Besucher

In 2009 und 2010 fanden zahlreiche Fachveranstaltungen der BAST statt, von denen einige das besondere Interesse der Medien fanden.

Den Auftakt machte im Juni 2009 die 21. ESV-Konferenz (International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles) in Stuttgart. Unter dem Motto „Reinventing Safety: Putting Advanced Technology to Work“ veranstaltete die BAST im Auftrag des BMVBS, unterstützt von der Daimler AG, der Robert Bosch GmbH und zahlreichen weiteren Sponsoren, den weltweit größten und wichtigsten Kongress zum Thema Fahrzeugsicherheit. Über 1.000 Teilnehmer aus 24 Ländern aller fünf Kontinente trotzten der weltweiten Wirtschaftskrise und informierten sich über den Einsatz neuartiger Sicherheitstechnologien, um neue Horizonte der Fahrzeugsicherheit zu erreichen.



Im September 2009 präsentierten elf Partner aus Industrie und Forschung vor rund 200 Fachbesuchern in Berlin die zentralen Forschungs- und Entwicklungsergebnisse des Projekts „Leiser Straßenverkehr 2“. Das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) geförderte und vom BMVBS unterstützte Projekt wurde von der BAST konzipiert und geleitet. 2011 wird das Folgeprojekt „Leistra 3“ gestartet, dessen Schwerpunkt die Lärminderung in Ballungsräumen um 4 bis 6 dB(A) unter Berücksichtigung der Elektromobilität ist. Ziel des Forschungsverbundes „Leiser Straßenverkehr“ ist es, Lösungskonzepte für eine nachhaltige Reduzierung des Verkehrslärms an der Quelle zu entwickeln.

Internationale Verkehrsexperten diskutierten beim 7. ADAC/BAST-Symposium im Oktober 2009 über aktuelle Forschungsergebnisse zum Thema „Sicher fahren in Europa“. Neben den Anforderungen an das Auto der Zukunft standen die Verkehrssicherheit junger Fahrer sowie die Mobilitätsgewohnheiten älterer Verkehrsteilnehmer auf der Tagesordnung. Ein weiteres Thema war die Landstraßensicherheit. Im Rahmen der Veranstaltung wurde der



ADAC-Vizepräsident Ulrich Klaus Becker, Björn Dosch, Leiter der ADAC-Verkehrsabteilung, BAST-Präsident Dr. Peter Reichelt und Prof. Dr. Josef Kunz, Abteilungsleiter im BMVBS beim ADAC/BAST-Symposium 2009 (von links nach rechts)

Verkehrssicherheitspreis 2009 des Bundesministers für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung verliehen. Vier Nachwuchswissenschaftler teilten sich den mit 30.000 Euro dotierten Preis, der von Professor Dr. Josef Kunz, Abteilungsleiter „Straßenbau und Straßenverkehr“ im BMVBS überreicht wurde.

Im Oktober 2010 veranstaltete die BAST eine Bilanztagung zum Thema „Verkehrs- und Mobilitätserziehung an weiterführenden und beruflichen Schulen“. Die BAST arbeitet mit den Kultusbehörden der Länder zusammen, um eine Verbesserung der Verkehrserziehung an weiterführenden und beruflichen Schulen zu erreichen.

Im Dezember 2010 informierten sich rund 100 Wissenschaftler bei einer internationalen Konferenz zum Klimawandel und diskutierten über zukünftige Handlungsstrategien. Die BAST und das Forum der Europäischen Straßenforschungszentren (FEHRL) waren Veranstalter der Konferenz zu den Auswirkungen des Klimawandels auf den Straßenverkehr, die auch live im Internet übertragen wurde.



Der Klimawandel und viele weitere Forschungsthemen aus dem breiten Aufgabenspektrum der BAST wurden bei der TRA-Konferenz (Transport Research Arena) im Juni 2010 in Brüssel auf einem gemeinsamen Ausstellungsstand mit dem BMVBS präsentiert. Auch beim Deutschen Straßen- und Verkehrskongress in Mannheim im September 2010 präsentierten BAST und BMVBS ihre aktuellen Forschungsarbeiten. Wie in den Vorjahren war der BMVBS/BAST-Stand beider Kongresse Magnet und Treffpunkt zahlreicher Fachbesucher.

2010 erhielt die BAST gleich mehrfach Besuch von Vertretern des Bundesverkehrsministeriums. Allen voran Staatssekretär Rainer Bomba, der die BAST gleich zwei Mal besuchte: Einmal im März 2010 zu einem Informations-Gespräch mit dem Präsidenten und den Abteilungsleitern und im August 2010 zu einem zweitägigen Praktikum, um die Aufgaben der BAST auch von der praktischen Seite sozusagen „handfest“ kennenzulernen. Im August 2010 kam Bundesverkehrsminister Dr. Peter Ramsauer selbst, um im Rahmen einer Feierstunde den



Staatssekretär Rainer Bomba (links) bei seinem Praktikum in der BAST



BAST-Präsident Dr. Peter Reichelt, Ingrid Koshofer, stellvertretende Bürgermeisterin Bergisch Gladbachs, und Bundesverkehrsminister Dr. Peter Ramsauer gaben die erweiterte Fahrzeugtechnische Versuchsanlage frei

Erweiterungsbau der Fahrzeugtechnischen Versuchsanlage (FTVA) der BAST seiner Bestimmung zu übergeben. Die BAST nutzt die FTVA, um eigene wissenschaftliche Erkenntnisse zur aktiven und passiven Sicherheit von Fahrzeugen zu gewinnen.

Staatssekretär Professor Klaus-Dieter Scheurle informierte sich im Oktober 2010 bei seinem Besuch über aktuelle Themen und die personelle Entwicklung der BAST.

### Presse und Internet

Im Mittelpunkt des Interesses der Medien standen in den strengen Wintermonaten 2009 und 2010 Fragen zu Straßenschäden, die die Fachleute der BAST in zahlreichen Interviews beantworteten.

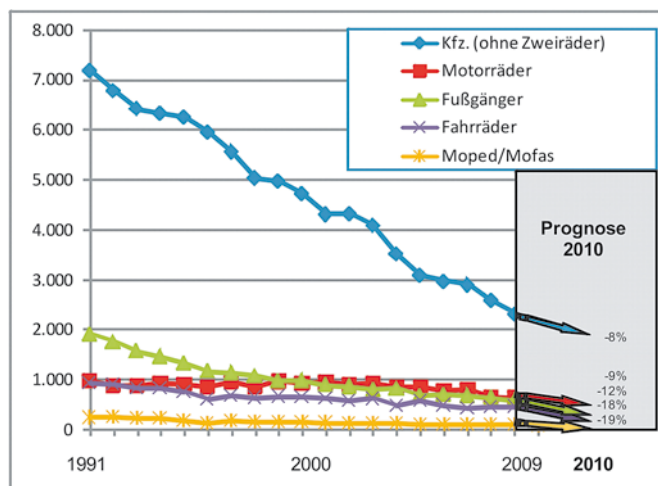


Auch das begleitete Fahren ab 17 war häufig Thema in der Presse. Seit dem 1. Januar 2011 ist das begleitete Fahren ab 17 bundesweit gesetzlich verankert. Grundlage dieser Entscheidung sind die Forschungsergebnisse der BAST.

Das Alkoholverbot für Fahranfänger wurde zum 1. August 2007 eingeführt. „Die Zahl der an einem Unfall beteiligten Pkw-Fahranfänger mit einer Blutalkoholkonzentration von mindestens 0,3 Promille ist innerhalb der ersten zwölf Monate nach Einführung des Alkoholverbots für Fahranfänger im Vergleich zum entsprechenden Vorjahres-Zeitraum um 15 Prozent gesunken.“ So das zentrale Ergebnis einer Studie der BAST, das von den Medien mehrfach zitiert wurde.

Auch die Zahl der medizinisch- psychologischen Untersuchungen und die Gurt- und Helm-Tragequoten, beide Statistiken veröffentlicht die BAST einmal im Jahr, werden immer wieder von der Presse abgerufen.

Erfreulich und treffend die Prognose der BAST zur Entwicklung der Unfallzahlen: Die im Dezember 2010 veröffentlichte Zahl der BAST mit erstmals deutlich unter 4.000



BAST-Prognose: Entwicklung der Getötetenzahl nach Art der Verkehrsteilnahme im Jahr 2010

Verkehrstoten wurden im Februar 2011 vom Statistischen Bundesamt mit 3.657 bei Verkehrsunfällen Getöteten bestätigt.

Immer wieder nachgefragt werden auch Zahlen zur Verkehrsbelastung auf deutschen Autobahnen. Die BAST hat darauf mit einer Darstellung dieser Daten auf ihrer Internetseite reagiert: [www.bast.de/Statistik](http://www.bast.de/Statistik). Hier können über eine komfortable Suchmaske Daten aus über 1.350 automatischen Zählstellen auf deutschen Bundesfernstraßen gesucht und in Karten- oder Tabellenform ausgegeben werden.

Auf großes Interesse ist auch das Verkehrsquiz „Neue Wege in die Verkehrserziehung“ gestoßen. Das Quiz ist das Ergebnis eines Forschungsprojekts der BAST in Zusammenarbeit mit den Kultusbehörden der Länder. Ziel ist es, den Leistungsstandard in der Verkehrs- und



Das Verkehrsquiz gibt es kostenfrei auf CD



Mobilitätserziehung zu erfassen. Das Verkehrsquiz gibt einerseits Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit, ihre Kenntnisse, Kompetenzen und Einstellungen im Bereich Verkehrs- und Mobilitätserziehung am PC zu ermitteln. Andererseits können Lehrkräfte anhand der Ergebnisse im Unterricht gezielt Wissenslücken schließen. Das Quiz ist auf CD kostenfrei bei der BAST erhältlich ([www.bast.de/Publikationen/CDs](http://www.bast.de/Publikationen/CDs) und Videos).

Eine auf der Internetseite der BAST zur Verfügung gestellte Datenbank mit eignungsgeprüften Markierungssystemen erleichtert es beispielsweise den Straßenbauverwaltungen bei Ausschreibungen und Vertragsvergaben, ein geeignetes Markierungssystem zu finden. Die Datenbank umfasst zurzeit etwa 600 Systeme mit verschiedenen Qualitätsmerkmalen für unterschiedliche Einsatzzwecke ([www.bast.de/Publikationen/Datenbanken](http://www.bast.de/Publikationen/Datenbanken)).

## Anfragen und Publikationen

Insgesamt beantwortete die Pressestelle in den Jahren 2009 und 2010 jeweils über 800 Presseanfragen. In der Schriftenreihe „Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen“ erschienen im Jahr 2009 34 und im Jahr 2010 41 Hefte. Seit Herausgabe der Schriftenreihe im Jahr 1993 wurden bis Ende 2010 insgesamt 668 Heftnummern publiziert, die in der Regel kostenpflichtig von einem Verlag in unterschiedlichen Auflagenhöhen vertrieben werden. Das am meisten verkaufte Heft, sind die „Begutachtungs-Leitlinien zur Kraftfahrereignung“ mit über 35.000 Exemplaren bis heute. Das Heft wird zurzeit kapitelweise aktualisiert. Über den Fortschritt wird auf der Homepage der BAST informiert. Das Heft wird dort künftig kostenfrei zum Herunterladen zur Verfügung stehen.

Die ebenfalls von den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der BAST-Stabsstelle betreute BMVBS-Schriftenreihe „Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik“ umfasste im Jahr 2009 16 und im Jahr 2010 24 Neuerscheinungen.

Darüber hinaus erschienen 2009 14 „Wissenschaftliche Informationen“ mit Kurzfassungen ausgewählter Forschungsberichte.

Kurzinformationen zu aktuellen Forschungsergebnissen der BAST werden seit 2010 in der Reihe „Forschung kompakt“ publiziert. „Forschung kompakt“ ersetzt die „Wissenschaftlichen Informationen“ der Bundesanstalt für Straßenwesen, es wird farbig produziert und hat ein



Forschung kompakt

### Auswirkungen von Belastungen und Stress auf das Verkehrsverhalten von Lkw-Fahrern

Lkw-Fahrer sind in ihrer Tätigkeit vielfältigen Belastungen ausgesetzt. Mittels einer Befragung von 555 Lkw-Fahrern wurde untersucht, welchen Einfluss berufs- und tätigkeitsbezogene Belastungen sowie der individuelle Umgang mit Stress auf das Verkehrsverhalten von Lkw-Fahrern haben. Auf Basis der Ergebnisse und eines abschließenden Expertenworkshops wurden Empfehlungen für die Entwicklung von Präventionsmaßnahmen zur Erhöhung der Sicherheit im Lkw-Verkehr abgeleitet.



Bild: Deutscher Verkehrssicherheitsrat e. V., Bonn

**Problem**  
Die Arbeitstätigkeit hauptberuflicher Lkw-Fahrer ist oftmals gekennzeichnet durch lange und unregelmäßige Arbeitszeiten, hohen Zeit- und Termindruck, körperliche Beanspruchung sowie fahrt- und verkehrsbezogene Rahmenbedingungen, die als belastend erlebt werden. Derartige Belastungen können sich kurz-, mittel- und langfristig in körperlichen oder psychischen Beeinträchtigungen oder im Verhalten auswirken. Relevant für die Verkehrssicherheit sind insbesondere negative Auswirkungen auf das Verkehrsverhalten, wie Fahrfehler, Verstöße und Unfälle. In diesem Projekt wurde daher der Einfluss berufs- und tätigkeitsbezogener Belastungen und Stress auf das Verkehrsverhalten von Lkw-Fahrern im Straßengüterverkehr untersucht.

**Untersuchungsmethode**  
In einer Befragungsstudie wurden die wesentlichen Arbeitsbedingungen, das Belastungserleben, das Stressbewältigungsverhalten, Aspekte des Fahrverhaltens und die Verkehrsauffälligkeit von 555 hauptberuflichen Lkw-Fahrern erfasst.

**Ergebnisse**  
Im Mittel arbeiten die befragten Fahrer 63,2 Stunden pro Woche, davon sind 46,6 Stunden reine Fahrzeiten. Mehr als ein Drittel der Fahrer (36 Prozent) gibt an, Probleme mit Einhaltung der vorgeschriebenen Pausen und Ruhezeiten zu

2010 zuletzt erschienen:

- 1/10 Computergestützte Medien und Fahrsimulationen in Fahrer- und Fahrerweiterbildung und Fahrerlaubnisprüfung
- 2/10 Anforderungen an psychologische Leistungsprüfung der Fahrerlaubnis
- 3/10 Beurteilung der Streustoffbelastung im Winterdienst
- 4/10 Möglichkeiten zur schnelleren Umsetzung und Priorisierung straßenbaulicher Maßnahmen
- 5/10 Qualitätsmanagementkonzept für den Betrieb der Verkehrsinspektionen des Bundes
- 6/10 Auswirkungen von Belastungen und Stress auf das Verkehrsverhalten von Lkw-Fahrern

Mensch und Sicherheit

modernes Erscheinungsbild. In 2010 wurden 23 Ausgaben publiziert.

## Blick in die Zukunft

In 2010 wurde ein weiteres neues Informationsmedium der BAST entwickelt: BAST aktuell. Mit BAST aktuell wird ab 2011 vier Mal im Jahr über Neues und Interessantes aus dem eigenen Haus berichtet.

In 2011 wird sich die BAST zum wiederholten Mal am Tag der Verkehrssicherheit beteiligen. Am 18. Juni 2011 wird sie gemeinsam mit dem Polizeipräsidium Köln und weiteren Partnern auf ihrem Gelände in Bergisch Gladbach ein interessantes Programm rund um das Thema Verkehrssicherheit anbieten. An diesem Tag feiert sie zugleich ihr 60-jähriges Bestehen.

Im September 2011 findet in Mexiko der Welt-Straßenkongress statt. Die BAST wird sich auf einem gemeinsamen Stand mit dem BMVBS und der Industrie präsentieren.

## Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen 2009 und 2010

### Allgemeines

- A 32 **Jahresbericht 2007/2008**
- A 33 **4. Deutsch-Russische Verkehrssicherheitskonferenz**  
Referate der Konferenz am 26. und 27. Mai 2008 in der Bundesanstalt für Straßenwesen

### Brücken- und Ingenieurbau

- B 65 **Zerstörungsfreie Untersuchungen am Brückenbauwerk A1 Hagen/Schwerte**  
Martin Friese, Alexander Taffe, Jens Wöstammn, Andreas Zoëga
- B 66 **Bewertung der Sicherheit von Straßentunneln**  
Christoph Zulauf, Peter Locher, Bernhard Steinauer, Georg Mayer, Uwe Zimmermann, Wolfgang Baltzer, Werner Riepe, Peter Kündig
- B 67 **Brandkurven für den baulichen Brandschutz von Straßentunneln**  
Jürgen Blossfeld
- B 68 **Auswirkungen des Schwerlastverkehrs auf die Brücken der Bundesfernstraßen**  
Rolf Kaschner, Wilhelm Buschmeyer, Martina Schnellenbach-Held, Peer Lubasch, Jürgen Grünberg, Michael Hansen, Jan Peter Liebig, Karsten Geißler
- B 69 **Berücksichtigung der Belange behinderter Personen bei Ausstattung und Betrieb von Straßentunneln**  
Thomas Wagener, Helmut Grossmann, Annerose Hintzke, Volker Sieger
- B 70 **Frost-Tausalz-Widerstand von Beton in Brücken und Ingenieurbauwerken an Bundesfernstraßen**  
Franka Tauscher
- B 71 **Empfehlungen für geschweißte KK-Knoten im Straßenbrückenbau**  
Ulrike Kuhlmann, Mathias Euler
- B 72 **Untersuchungen zur Dauerhaftigkeit von permanenten Anti-Graffiti-Systemen**  
Dieter von Weschpfennig, Anika Kropf, Nicole von Witzenhausen
- B 73 **Brand- und Abplatzverhalten von Faserbeton in Straßentunneln**  
Frank Dehn, Peter Nause, Michael Juknat, Marko Orgass, Andreas König
- B 74 **Verwendung von Anti-Graffiti-Systemen auf Mauerwerk**  
Urs Müller
- B 75 **Sachstand Verstärkungsverfahren – Verstärken von Betonbrücken im Bestand**  
Martina Schnellenbach-Held, Michael Peeters, Frank Scherbaum

### Fahrzeugtechnik

- F 71 **Erkennbarkeit von Motorrädern am Tag – Untersuchungen zum vorderen Signalbild**  
Oliver Bartels, Klaus Sander
- F 72 **3rd International Conference on ESAR „Expert Symposium on Accident Research“**
- F 73 **Objektive Erkennung kritischer Fahrsituationen von Motorrädern**  
Patrick Seiniger, Hermann Winner
- F 74 **Auswirkungen des Fahrens mit Tempomat und ACC auf das Fahrerverhalten**  
Mark Vollrath, Susanne Briest, Katharina Oeltze
- F 75 **Fehlgebrauch der Airbagabschaltung bei der Beförderung von Kindern in Kinderschutzsystemen**  
Gerd Müller, Heiko Johannsen, Wolfgang Fastenmeier
- F 76 **Schutz von Fußgängern beim Scheibenanprall II**  
Jens Bovenkerk, Stefan Gies, Peter Urban
- F 77 **4th International Conference on ESAR „Expert Symposium on Accident Research“**

### Mensch und Sicherheit

- M 115 **Begutachtungs-Leitlinien zur Kraftfahrereignung (Neuaufgabe)** Nicole Gräcmann, Martina Albrecht
- M 199 **Maßnahmen zur Verbesserung der visuellen Orientierungsleistung bei Fahranfängern**  
Jochen Müsseler, Günter Debus, Lynn Huestegge, Sina Anders, Eva-Maria Skottke
- M 200 **Entwicklung der Anzahl Schwerstverletzter infolge von Straßenverkehrsunfällen in Deutschland**  
Rolf Lefering
- M 201 **Bedeutung der Fahrpraxis für den Kompetenzerwerb beim Fahrenlernen**  
Heide Grattenthaler, Hans-Peter Krüger, Stefanie Schoch
- M 202 **Einsatz von computergestützten Medien und Fahrsimulatoren in Fahrausbildung, Fahrerweiterbildung und Fahrerlaubnisprüfung**  
Thomas Weiß, Maria Bannert, Tibor Petzoldt, Josef F, Krems
- M 203 **Testverfahren zur psychometrischen Leistungsprüfung der Fahreignung**  
Sebastian Poschadel, Michael Falkenstein, Preethy Pappachan, Eva Poll, Klaus Wilmmes von Hinckeldey
- M 204 **Auswirkungen von Belastungen und Stress auf das Verkehrsverhalten von Lkw-Fahrern**  
Claudia Evers

- M 205 Das Verkehrsquiz - Entwicklung von Evaluationsinstrumenten zur Erreichung von Standards in der Verkehrs- / Mobilitätserziehung der Sekundarstufe**  
Kristina Heidemann, Veronica Hufgard, Eva-Maria Sindern, Simon Riek, Georg Rudinger
- M 206 Profile im Straßenverkehr verunglückter Kinder und Jugendlicher**  
Hardy Holte
- M 207 7. ADAC/BAST-Symposium „Sicher fahren in Europa“**
- M 208 Volkswirtschaftliche Kosten durch Straßenverkehrsunfälle in Deutschland**  
Herbert Baum, Thomas Kranz, Ulrich Westerkamp
- M 209 Unfallgeschehen auf Landstraßen**  
Stefanie Heinrich, Martin Pöppel-Decker, Susanne Schönebeck, Michael Ulitzsch
- M 210 Entwicklung und Evaluation eines Screening-Tests zur Erfassung der Fahrkompetenz älterer Kraftfahrer**  
Tülin Engin, Kristina Kocherscheid, Melanie Feldmann, Georg Rudinger
- M 211 Alkoholverbot für Fahranfänger**  
Hardy Holte, Kai Assing, Martin Pöppel-Decker, Susanne Schönebeck
- M 212 Verhaltensanweisungen bei Notsituationen in Straßentunneln**  
Brigitte Färber, Berthold Färber
- M 213 Begleitetes Fahren ab 17 – Prozessevaluation des bundesweiten Modellversuchs**  
Walter Funk, Marco Grüninger, Laura Dittrich, Julia Göbler, Carina Hornung, Isabel Kreßner, Ingrid Libal, Sebastian Limberger, Cornelia Riedel, Sandra Schaller, Kristin Schilling, Kira Svetlova
- M 214 Evaluation der Freiwilligen Fortbildungsseminare für Fahranfänger (FSF) – Wirksamkeitsuntersuchung**  
Eva Maria Sindern, Georg Rudinger
- M 215 Praktische Fahrerlaubnisprüfung - Grundlagen und Optimierungsmöglichkeiten**  
Dietmar Sturzbecher, Jürgen Bönninger, Mathias Rüdell
- S 59 Bestimmung des adhäsiven Potentials von Bitumen und Gesteinsoberflächen mit Hilfe der Kontaktwinkelmessmethode**  
Volker Hirsch, Brigitte Friemel-Göttlich
- S 60 Die Zukunftsfähigkeit der Planfeststellung**  
Wolfgang Durner
- S 61 Modell zur straßenbautechnischen Analyse der durch der Schwerverkehr induzierten Beanspruchung des BAB-Netzes**  
Andreas Wolf, Regina Fielenbach
- S 62 41. Erfahrungsaustausch über Erdarbeiten im Straßenbau**
- S 63 Vergleichsuntersuchungen zum Frosthebungsversuch an kalkbehandelten Böden, RC-Baustoffen und industriellen Nebenprodukten**  
Ursula Blume
- S 64 Griffigkeitsprognose an offenporigen Asphalt (OPA) - Teil 1: Bestandsaufnahme an vorhandenen Strecken**  
Michael Rohleder, Kirsten Kunz, Borge Wasser, Ernst Pullwitt, Igor Müller, Oliver Ripke, Marek Zöllner, Martin Pöppel-Decker
- S 65 Auswertung von Dübellen zur Optimierung des Betondeckenbaus**  
Stephan Freudenstein, Dieter Birmann
- S 66 Qualitätssicherung von Waschbetonoberflächen**  
Rolf Breitenbücher, Bou-Young Youn

## Verkehrstechnik

- V 176 Bestimmung der vertikalen Richtcharakteristik der Schallausbreitung von Pkw, Transportern und Lkw**  
Christian Schulze, Jörn Hübelt
- V 177 Sicherheitswirkung eingefräster Rüttelstreifen entlang der BAB A 24**  
Markus Lerner, Andreas Hegewald, Ulrich Löhe, Helmut Velling
- V 178 Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2007**  
Arnd Fitschen
- V 179 Straßenverkehrszählung 2005: Methodik**  
Thorsten Kathmann, Hartmut Ziegler, Bernd Thomas
- V 180 Verteilung von Tausalzen auf der Fahrbahn**  
Günter Hausmann
- V 181 Voraussetzungen für dynamische Wegweisung mit integrierten Stau- und Reisezeitinformationen**  
Uwe Hülsemann, Josef F. Krems, Matthias J. Henning, Ulrike Thiemer
- V 182 Verkehrsqualitätsstufenkonzepte für Hauptverkehrsstraßen mit straßenbündigen Stadt-/Straßenbahnkörpern**  
Andreas Sümmermann, Christian Lank, Bernhard Steinauer, Michael M. Maier, Reinhold Baier, Alexandra Klemps-Kohnen
- Straßenbau**
- S 56 Vergangenheit und Zukunft der deutschen Straßenverwaltung**  
Wolfgang Durner
- S 57 Vergleichende Untersuchung zweischichtiger offenporiger Asphaltbauweisen**  
Oliver Ripke
- S 58 Entwicklung und Untersuchung von langlebigen Deckschichten aus Asphalt**  
Stefan Ludwig

- V 183 Bewertungsverfahren für Verkehrs- und Verbindungsqualitäten von Hauptverkehrsstraßen**  
Christian Lank, Andreas Sümmermann, Bernhard Steinauer, Oliver Baur, Dirk Kemper, Dennis Probst, Michael M. Baier, Reinhold Baier, Alexandra Klemps-Kohnen, Yvonne Jachtmann, Christoph Hebel
- V 184 Unfallrisiko und Regelakzeptanz von Fahrradfahrern**  
Dankmar Alrutz, Wolfgang Bohle, Holger Müller, Heike Prahlow, Ulrike Hacke, Günter Lohmann
- V 185 Möglichkeiten zur schnelleren Umsetzung und Priorisierung straßenbaulicher Maßnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit**  
Jürgen Gerlach, Tabea Kesting, Eva-Maria Thiemeyer
- V 186 Beurteilung der Streustoffverteilung im Winterdienst**  
Horst Badelt, Karl Moritz
- V 187 Qualitätsmanagementkonzept für den Betrieb der Verkehrsrechnerzentralen des Bundes**  
Heribert Kirschfink, Christoph Aretz
- V 188 Stoffeinträge in den Straßenseitenraum – Reifenabrieb**  
Birgitt Kocher
- V 189 Einfluss von verkehrsberuhigenden Maßnahmen auf die PM<sub>10</sub>-Belastung an Straßen**  
Ingo Düring, Achim Lohmeyer, Franzika Pöschke, Gerd-Axel Ahrens, Christian Bartz, Rico Wittwer, Udo J. Becker, Falk Richter, Wolfram Schmidt, Kaarle Kupiainen, Liisa Pirjola, Ana Stojiljkovic, Alekski Malinen, Harri Portin
- V 190 Entwicklung besonderer Fahrbahnbeläge zur Beeinflussung der Geschwindigkeitswahl**  
Christian Lank, Bernhard Steinauer, Christian Busen
- V 191 Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2008**  
Arnd Fitschen, Hartwig Nordmann
- V 192 Anprall mit Pkw unter großen Winkeln gegen Fahrzeugrückhaltesysteme**  
Marcus Gärtner, Markus Egelhaaf
- V 193 Anprallversuche an motorradfahrerfreundlichen Schutzeinrichtungen**  
Ralf Klöckner, Maike Zedler
- V 194 Einbindung städtischer Verkehrsinformationen in ein regionales Verkehrsmanagement**  
Jens Ansorge, Heribert Kirschfink, Stefan von der Ruhren, Christoph Hebel, Katja Johanning
- V 195 Abwasserbehandlung an PWC-Anlagen**  
Jörg Londong, Daniel Meyer
- V 196 Sicherheitsrelevante Aspekte der Straßenplanung**  
Andreas Bark, René Kutschera, Reinhold Baier, Alexandra Klemps-Kohnen
- V 197 Zählungen des ausländischen Kraftfahrzeugverkehrs auf den Bundesautobahnen und Europastraßen 2008**  
Norbert Lensing
- V 198 Stoffeintrag in Straßenrandböden - Messzeitraum 2005/2006**  
Birgit Kocher, Susanne Brose, Antonia Chlubek, Nurgül Karagüzel, Nicole Klein, Ingrid Siebertz
- V 199 Stoffeintrag in Straßenrandböden - Messzeitraum 2006/2007**  
Birgit Kocher, Susanne Brose, Antonia Chlubek, Claudia Görg, Nicole Klein, Ingrid Siebertz
- V 200 Ermittlung von Standards für anforderungsgerechte Datenqualität bei Verkehrserhebungen**  
Marcus Bäumer, Heinz Hautzinger, Thorsten Kathmann, Susanne Schmitz, Carsten Sommer, Manfred Wermuth
- V 201 Quantifizierung der Sicherheitswirkungen verschiedener Bau-, Gestaltungs- und Betriebsformen auf Landstraßen**  
Michael Vieten, Richard Dohmen, Uli Dürhager, Katharina Legge
- V 204 Einfluss der Straßenrandbegrünung auf die PM<sub>10</sub>-Belastung**  
David Bracke, Ganna Reznik, Helga Mölleken, Wolfgang Berteilt, Eberhard Schmidt
- V 205 Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2009**  
Arnd Fitschen, Hartwig Nordmann

Kostenpflichtig zu beziehen bei:  
Wirtschaftsverlag NW  
Postfach 10 11 10  
27511 Bremerhaven  
Telefon 0471 94544-0  
Telefax 0471 94544-88  
E-Mail: [vertrieb@nw-verlag.de](mailto:vertrieb@nw-verlag.de)  
[www.nw-verlag.de](http://www.nw-verlag.de)

## Wissenschaftliche Informationen der Bundesanstalt für Straßenwesen 2009

- |       |  |       |   |
|-------|--|-------|---|
| 01/09 | Einfluss verbesserter Fahrzeugsicherheit bei Pkw auf die Entwicklung von Landstraßenunfällen | 10/09 | Entwicklung der Anzahl Schwerstverletzter infolge von Straßenverkehrsunfällen in Deutschland            |
| 02/09 | Maßnahmen gegen die psychischen Belastungen beim Straßenbetriebsdienstpersonal               | 11/09 | Objektive Erkennung kritischer Fahrsituationen von Motorrädern im Hinblick auf eine Fahrdynamikregelung |
| 03/09 | Fahreignungsbeurteilung neurologischer Patienten   | 12/09 | Brandkurven für den baulichen Brandschutz von Straßentunneln  |
| 04/09 | Bewertung der Sicherheit von Straßentunneln  | 13/09 | Berücksichtigung der Belange behinderter Personen bei Ausstattung und Betrieb von Straßentunneln        |
| 05/09 | Gurte, Kindersitze, Helme und Schutzkleidung - 2008  | 14/09 | Bedeutung der Fahrpraxis für den Kompetenzerwerb beim Fahrenlernen                                      |
| 06/09 | Sicherheitswirkung eingefräster Rüttelstreifen an Autobahnen                                 |       |   |
| 07/09 | Dynamische Wegweisung mit integrierten Stau- und Reisezeitinformationen                      |       |   |
| 08/09 | Unfallrisiko und Regelakzeptanz von Fahrradfahrern   |       |   |
| 09/09 | Frost-Tausalz-Widerstand von Beton in Brücken und Ingenieurbauwerken an Bundesstraßen        |       |   |

## Forschung kompakt 2010

- |       |  |       |   |
|-------|--|-------|---|
| 01/10 | Computergestützte Medien und Fahrsimulatoren in Fahrausbildung, Fahrerweiterbildung und Fahrerlaubnisprüfung |       |   |
| 02/10 | Testverfahren zur psychometrischen Leistungsprüfung der Fahreignung  |       |   |
| 03/10 | Beurteilung der Streustoffverteilung im Winterdienst   |       |   |
| 04/10 | Möglichkeiten zur schnelleren Umsetzung und Priorisierung straßenbaulicher Maßnahmen                         |       |   |
| 05/10 | Qualitätsmanagementkonzept für den Betrieb der Verkehrsrechnerzentralen des Bundes                           |       |   |
| 06/10 | Auswirkungen von Belastungen und Stress auf das Verkehrsverhalten von Lkw-Fahrern                            |       |   |
| 07/10 | Das Verkehrsquiz   |       |   |
| 08/10 | Auswirkungen des Fahrens mit Tempomat und ACC auf das Fahrerverhalten  |       |   |
| 09/10 | Analyse der durch den Schwerverkehr induzierten Beanspruchung des BAB-Netzes                                 |       |   |
| 10/10 | Entwicklung besonderer Fahrbahnbeläge zur Beeinflussung der Geschwindigkeitswahl                             |       |   |
| 11/10 | Validierungsprojekt zur Systemdatenprüfung bei der Hauptuntersuchung   |       |   |
| 12/10 | Untersuchungen zur Dauerhaftigkeit von permanenten Anti-Graffiti-Systemen                                    |       |   |
| 13/10 | Anprallversuche an motorradfahrerfreundlichen Schutzeinrichtungen  |       |   |
|       |  | 14/10 | Abwasserbehandlung an PWC-Anlagen   |
|       |  | 15/10 | Gurte, Kindersitze, Helme und Schutzkleidung - 2009   |
|       |  | 16/10 | Einbindung städtischer Verkehrsinformationen in ein regionales Verkehrsmanagement   |
|       |  | 17/10 | Volkswirtschaftliche Kosten durch Straßenverkehrsunfälle in Deutschland 2008  |
|       |  | 18/10 | Unfallgeschehen auf Landstraßen   |
|       |  | 19/10 | Pkw-Anprall gegen Fahrzeug-Rückhaltesysteme unter großen Winkeln  |
|       |  | 20/10 | Vergleichsuntersuchungen zum Frosthebungsversuch an kalkbehandelten Böden, RC-Baustoffen und industriellen Nebenprodukten |
|       |  | 21/10 | Fehlgebrauch der Airbagabschaltung bei der Beförderung von Kindern in Kinderschutzsystemen                                |
|       |  | 22/10 | Entwicklung und Evaluation eines Screening-Tests zur Erfassung der Fahrkompetenz älterer Kraftfahrer                      |
|       |  | 23/10 | Untersuchungen zur Verwendung von Anti-Graffiti-Systemen auf Mauerwerk  |

Kostenlos zu beziehen bei:  
 Bundesanstalt für Straßenwesen  
 Brüderstraße 53  
 51427 Bergisch Gladbach  
 Telefon 02204 43-0  
 Telefax 02204 43-694  
 E-Mail [info@bast.de](mailto:info@bast.de)  
[www.bast.de](http://www.bast.de)

## Datenbanken und Datensammlungen

Die BAST unterhält und pflegt eine Reihe von Datenbanken und -sammlungen oder ist an ihrer Entwicklung beteiligt. Weitere Informationen finden Sie im Internet-Angebot der BAST unter [www.bast.de](http://www.bast.de).

### Autobahn-Informations-System (AIS)

Sabine Fürneisen

Für eine sichere und zügige Orientierung im Straßennetz ist eine einheitliche, systematisch aufgebaute und inhaltlich konsistente Wegweisung erforderlich. Wegen hoher Fahrgeschwindigkeiten gilt dies für Autobahnen in besonderem Maße. Deshalb wurden zum Zwecke der Planung, Inventarisierung und Prüfung die farbigen Bilder der wegweisenden Beschilderung an Autobahnen einschließlich der Verbindungsrampen und Zufahrten im nachgeordneten Netz erfasst und von der BAST in einer Bilddatenbank zusammengestellt. Das Autobahn-Informationssystem (AIS) ermöglicht das virtuelle Durchfahren der Autobahnen von Wegweiser zu Wegweiser.



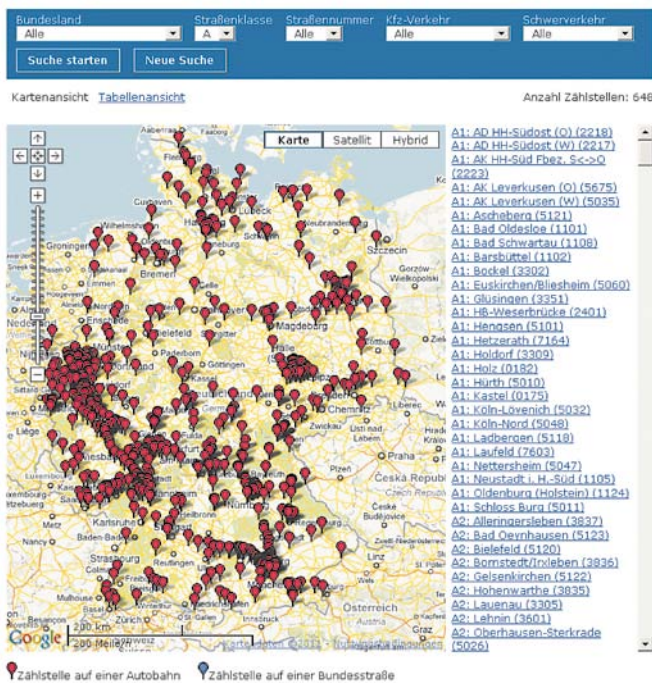
Bildschirmansicht des Autobahn-Informations-Systems

### Automatische Dauerzählstellen

Arnd Fitschen

Auf Deutschlands Autobahnen und außerörtlichen Bundesstraßen wird das Verkehrsaufkommen an über 1.300 automatischen Dauerzählstellen permanent gezählt. Die Daten werden von den Bundesländern erhoben

### Automatische Zählstellen 2009



Internetdarstellung der Zählstellen auf Autobahnen

und der BAST quartalsweise übermittelt. Auf dieser Basis werden die Verkehrsstärken im Bereich einer Zählstelle von der BAST ausgewertet. Auf der Internetseite der BAST sind die wichtigsten Ergebnisse für jede einzelne Zählstelle abrufbar. Dargestellt sind unter anderem die durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärken der Kraftfahrzeuge und des Schwerverkehrs der Jahre 2005 bis 2009. Eine komfortable Filtermöglichkeit, beispielsweise nach der gesuchten Straße, erlaubt eine gezielte Auswahl durch den Nutzer. Die Darstellung erfolgt graphisch in Form einer Deutschlandkarte oder tabellarisch. Bei Auswahl der Tabellenansicht können die Ergebnisse der ausgewählten Zählstellen als CSV-Datei auf dem eigenen PC abgelegt und anschließend für weitere Arbeiten genutzt werden. Die abrufbaren Ergebnisse basieren auf den jährlichen Veröffentlichungen der BAST zur Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen.

### Bundesinformationssystem Straße (BISStra)

Klaus-Peter Schwartz

Der Bestand der Bundesfernstraßen und Ingenieurbauwerke, deren Konstruktionsdetails und Zustand sind heute ebenso informationstechnisch erfasst wie die

Belastung der Straßen und Bauwerke durch den Verkehr oder die Zahl der Verletzten und Getöteten. Um diese Daten für die Planung, Verwaltung und Forschung nutzen zu können, wurde BISStra entwickelt. Es unterstützt das BMVBS und die BAST bei der Lösung der vielfältigen Verwaltungs- und Forschungsaufgaben.

## Eignungsgeprüfte Markierungssysteme

Andrea Meyer-Hochwald, Maik Zedler

Fahrbahnmarkierungen sind Verkehrszeichen in Sinne der Straßenverkehrsordnung (StVO). Sie müssen für den Verkehrsteilnehmer jederzeit durch einen schnellen und beiläufigen Blick eindeutig erkennbar sein. Außerdem müssen sie eine fortlaufende visuelle Führung der Verkehrsteilnehmer gewährleisten und hohen Belastungen standhalten. Diese Anforderungen gelten gleichermaßen für weiße (dauerhafte) und gelbe (vorübergehende) Markierungen. Zur Überprüfung der Anforderungen gemäß den „Zusätzlichen Technischen Vorschriften und Richtlinien für Markierungen auf Straßen (ZTV M 02)“ beziehungsweise den „Technischen Lieferbedingungen für Markierungsmaterialien (TL M 06, Anhang)“ führt die BAST im Auftrag des BMVBS Eignungsprüfungen an

*Suchmaske im Internet*

Fahrbahnmarkierungen durch. Geeignete Markierungen werden anschließend für den Einsatz auf Bundesfernstraßen freigegeben. Die BAST führt eine solche Freigabeliste als Datenbank. Die Datenbank umfasst zurzeit etwa 600 Markierungssysteme und ist auf der Homepage der BAST abrufbar.

## Internationale Fachliteraturdatenbank (ITRD)



Helga Trantes, Sigrid Schlegel

Die ITRD ist eine bibliographische Datenbank, die den weltweiten Austausch von Informationen über wissenschaftliche und technische Literatur sowie laufende Forschungsprojekte zum Straßenverkehr und Transportwesen ermöglicht. Die Datenbank ist Teil des Programms des Joint Transportation Research Centre (JTRC) der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) und der Europäischen Verkehrsministerkonferenz (ECMT). Seit 1972 wird Literatur aus über 30 Staaten in vier Sprachen nachgewiesen. Seit 1985 hat sich die Anzahl der Literaturnachweise von 160.000 auf über 400.000 mehr als verdoppelt. Nach Englisch ist Deutsch inzwischen die zweithäufigste Eingabesprache. Seit 2002 umfasst ein Teil der deutschen Nachweise auch ein zusätzliches englisches Kurzreferat. Die ITRD ist weltweit über Internet und CD-ROM abfragbar.

## Location Code List (LCL)

Malte Luks

Damit Verkehrsmeldungen schnellstmöglich die Straßennutzer erreichen, wird der digitale Verkehrskanal genutzt. Der digitale Verkehrskanal, Traffic Message Channel (TMC), im Radio-Daten-System (RDS), kurz RDS-TMC, ermöglicht einen weitestgehend automatisierten Verkehrsinformationsdienst. Eine TMC-Verkehrsmeldung enthält in codierter Form Angaben zum Ort der Störung. Mit Hilfe der Location Code List (LCL) können aus diesen Codes Verkehrsmeldungen erzeugt werden. Die LCL enthält außer den Autobahnen auch Bundesfern-, Land- und innerstädtische Straßen. Daneben sind wichtige Punkte, wie beispielsweise Kreuzungen oder Parkplätze, entlang dieser Strecken definiert. Die BAST koordiniert im Auftrag des BMVBS die jährliche Fortschreibung der LCL. Die jeweilige aktuelle deutsche Location Code List ist bei der BAST erhältlich.



### Maßnahmen zur Reinhaltung der Luft in Bezug auf Immissionen an Straßen (MARLIS 2.0)

Anja Baum

In der Datenbank MARLIS sind Maßnahmen zur Luftreinhaltung an Verkehrswegen und deren Auswirkung auf die Luftschadstoffkonzentrationen im In- und Ausland ausführlich beschrieben und bewertet. MARLIS bietet die Möglichkeit, aus einer Vielzahl von Daten unter Auswahl bestimmter Kriterien Maßnahmen zu ermitteln und je nach Datenverfügbarkeit deren verkehrliche, emissions- und immissionsseitige Wirkungen zu beurteilen. Für die aktuelle Version wurden Luftreinhaltepläne und Aktionspläne ausgewertet, die bis Ende 2009 veröffentlicht wurden. Darüber hinaus wurden Ergebnisse aus BAST-Forschungsvorhaben sowie die Ergebnisse von wissenschaftlichen Beiträgen aus nationalen und internationalen Zeitschriften aufgenommen. Auch die Funktionalitäten der Datenbank wurden erweitert. So wurde beispielsweise eine Volltextsuche ergänzt. Die aktuelle Version der Datenbank wurde als MARLIS 2.0 im Sommer 2010 von der BAST veröffentlicht. Sie wird kontinuierlich fortgeschrieben.

### Objektkatalog für das Straßen- und Verkehrswesen (OKSTRA®)

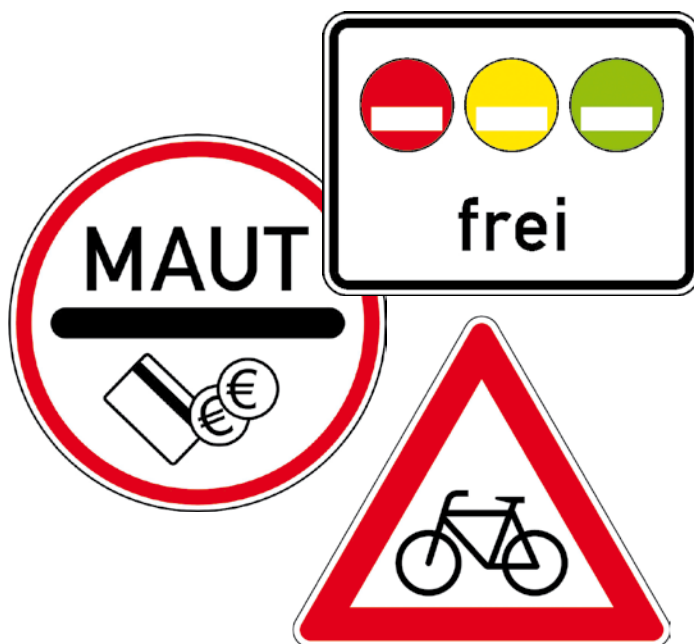
Alfred Stein

OKSTRA ist ein Katalog mit Definitionen von Objekten des Straßen- und Verkehrswesens. Sämtliche Objekte, die für die Analyse, die Planung, den Bau und den Betrieb einer Straße notwendig sind, wurden auf der Grundlage ihrer fachlichen Regelwerke beschrieben. Unter Federführung der BAST waren an der Entwicklung von OKSTRA zehn Firmen beteiligt, die von Experten aus den Straßen- und Verkehrsverwaltungen der Länder sowie der Industrie beraten wurden. OKSTRA ist vom BMVBS für den Bereich der Bundesfernstraßen als verbindlicher Standard eingeführt.

### Verkehrszeichen und Symbole

Wolfgang Tautz

Die Datensammlung Verkehrszeichen und Symbole enthält Digitaldaten aller amtlichen Verkehrszeichen und Symbole. Sie entsprechen den vom BMVBS eingeführten Vorschriften und Regelwerken nach dem Verkehrszeichenkatalog 1992 inklusive der zwischenzeitlich eingeführten und geänderten Verkehrszeichen. Die Datensammlung wird von der BAST gepflegt. Sämtliche Verkehrszeichen stehen als JPG-Dateien zum kostenfreien Download auf der Internetseite der BAST.

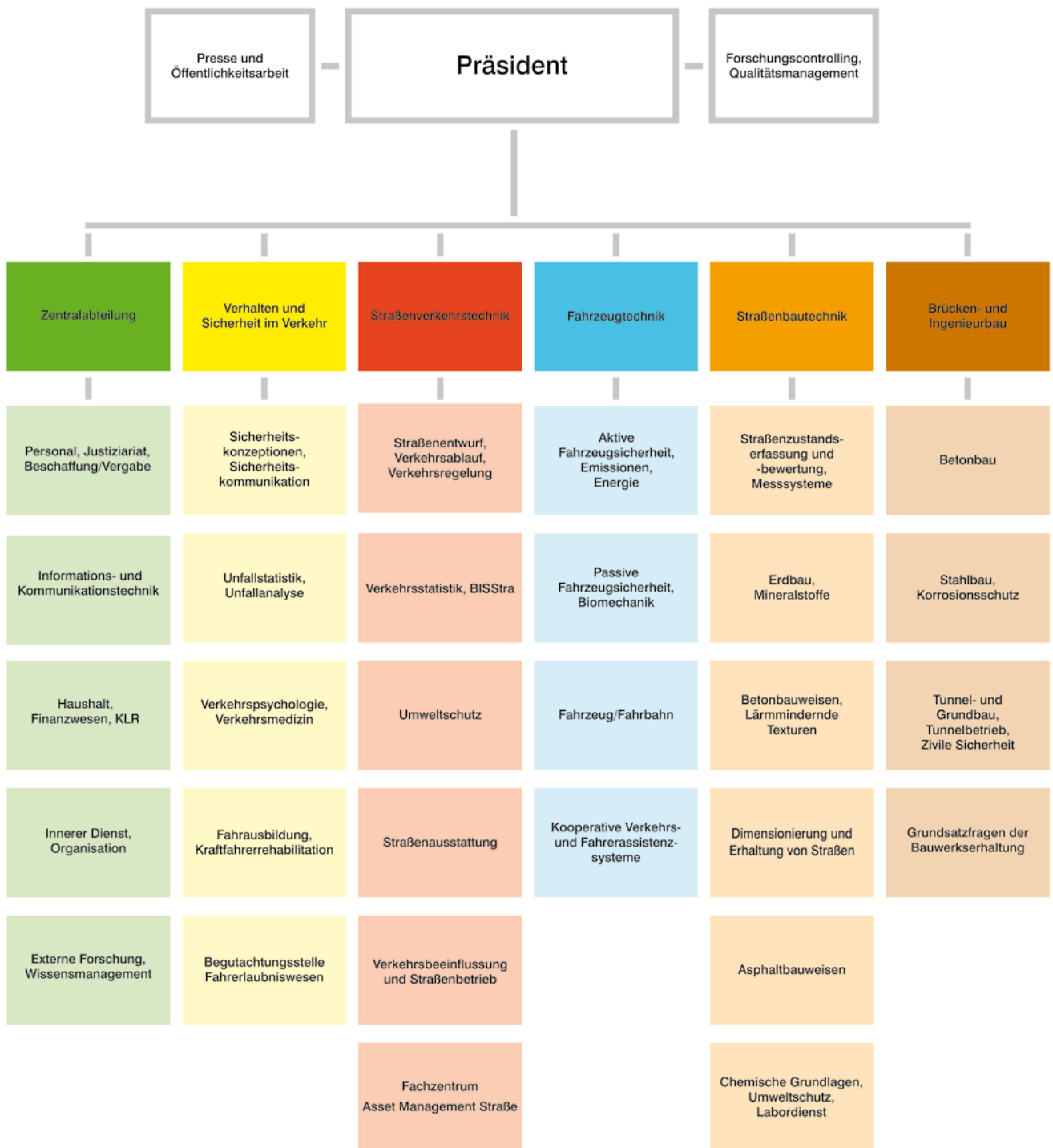




## Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen

### Unterreihe „Allgemeines“

A 1: Tätigkeitsbericht 1992 56 Seiten, 1993	kostenlos	A 20: BASt Research 1997/98 135 Seiten, 1997	kostenlos
A 2: Arbeitsprogramm 1993 432 Seiten, 1993	vergriffen	A 21: Tätigkeitsbericht 1997 64 Seiten, 1998	kostenlos
A 3: Verzeichnis der Veröffentlichungen 1970 bis 1992 44 Seiten, 1993	vergriffen	A 22: 50 Jahre Bundesanstalt für Straßenwesen 60 Seiten, 2001	vergriffen
A 4: Straßen- und Verkehrsforschung in der ehemaligen DDR von G. Krumnow, S. Pech und K.-D. Affeldt 140 Seiten, 1993	vergriffen	A 23: Festveranstaltung 50 Jahre BASt 5. Mai 2001, Bergisch Gladbach 102 Seiten, 2001	kostenlos
A 5: Sicherheitsforschung Straßenverkehr - Programm 1993/94 68 Seiten, 1994	kostenlos	A 24: Symposion 2002 BASt-Forschung 48 Seiten, 2002	Euro 11,50
A 6: Tätigkeitsbericht 1993 64 Seiten, 1994	kostenlos	A 25: Die Straße im Spannungsfeld von Sicherheit, Ökologie und Ökonomie - deutsch-russische Erfahrungen Autorenteam unter Leitung von K.-H. Lenz und V. N. Lukanin 382 Seiten, 2002	Euro 32,00
A 7: Forschungsprogramm der BASt 1994 152 Seiten, 1994	vergriffen	A 26: Jahresbericht 2002 76 Seiten, 2003	vergriffen
A 8: Kunst am Bau 48 Seiten, 1994	kostenlos	A 27: Jahresbericht 2003 92 Seiten, 2004	kostenlos
A 9: Tätigkeitsbericht 1994 72 Seiten, 1995	kostenlos	A 28: Jahresbericht 2004 96 Seiten, 2005	kostenlos
A 10: Verzeichnis der Veröffentlichungen 1970 bis 1994 48 Seiten, 1995	vergriffen	A 29: 2. Deutsch-Russische Verkehrssicherheitskonferenz 126 Seiten, 2005	Euro 18,50
A 11: Forschungsprogramm der BASt 1995 256 Seiten, 1995	kostenlos	A 30: Jahresbericht 2005 92 Seiten, 2006	kostenlos
A 12: Symposium '96 BASt-Forschung 66 Seiten, 1996	Euro 13,00	A 31: Jahresbericht 2006 102 Seiten, 2006	kostenlos
A 13: Tätigkeitsbericht 1995 116 Seiten, 1996	kostenlos	A 32: Jahresbericht 2007/2008 184 Seiten, 2009	kostenlos
A 14: Forschungsprogramme der BASt 1996 180 Seiten, 1996	vergriffen	A 33: 4. Deutsch-Russische-Verkehrssicherheitskonferenz Referate auf CD	29,50 Euro
A 15: Verzeichnis der Veröffentlichungen 1970 bis 1996 56 Seiten, 1997	vergriffen	A 34: Jahresbericht 2009/2010 167 Seiten, 2011	kostenlos
A 16: Tätigkeitsbericht 1996 68 Seiten, 1997	kostenlos		
A 17: Symposion '97 - Mensch und Sicherheit 48 Seiten, 1997	Euro 10,50	Zu beziehen durch: Wirtschaftsverlag NW Verlag für neue Wissenschaft GmbH Postfach 10 11 10 D-27511 Bremerhaven Telefon: 0471 94544-0, Telefax: 0471 94544-88 E-Mail: <a href="mailto:vertrieb@nw-verlag.de">vertrieb@nw-verlag.de</a> Internet: <a href="http://www.nw-verlag.de">www.nw-verlag.de</a>	
A 18: Forschungsprogramm Straßenverkehrssicherheit 1997/98 56 Seiten, 1997	vergriffen		
A 19: BASt-Forschung 1997/98 138 Seiten, 1997	kostenlos		



Stand: Dezember 2010

