



Jahresbericht 2023

Berichte der Bundesanstalt
für Straßenwesen
Allgemeines Heft A50

Jahresbericht 2023

Berichte der Bundesanstalt
für Straßenwesen
Allgemeines Heft A50

Vorwort



Bild: BAST – Daniel Cornejo, hatScap

Markus Oeser,
Präsident der BAST



Andre Seeck,
Vize-Präsident der BAST

Im März des Jahres 2023 hat Bundesverkehrsminister Dr. Volker Wissing die neue Gleitende Langfrist-Verkehrsprognose vorgestellt. Der Blick wird bis ins Jahr 2051 gerichtet. Die Prognoseergebnisse zeigen, dass der Verkehrsträger Straße auch in Zukunft die tragende Rolle im Verkehrssystem einnehmen wird.

Dafür gibt es viele Gründe. Beispielsweise müssen mehr als 19 Millionen Wohngebäude klimaneutral umgebaut, Fassaden und Dächer gedämmt sowie Fenster und Heizungen ausgetauscht werden. Zudem sollen neuer Wohnraum geschaffen und neue Windkraft- und Solaranlagen aufgebaut werden. Der Liefer- und Baustellenverkehr für diese Maßnahmen kann fast nur über den Verkehrsträger Straße abgewickelt werden, was im Bereich des Straßengüterverkehrs die Nachfrage steigen lässt.

Neben der erhöhten Verkehrsnachfrage kommen viele spannende Aufgaben auf den Verkehrsträger Straße zu. Die Zukunft des Straßenverkehrs ist digital und nachhaltig: Vernetzung und Automatisierung

werden die Leistungsfähigkeit und Verkehrssicherheit weiter steigern, optimierte Erhaltungsstrategien, Baumaterialien und -verfahren die Verfügbarkeit sicherstellen sowie weiterentwickelte planerische Ansätze ein besseres Miteinander aller Verkehrsteilnehmer gewährleisten. Dies alles ist Chance und Herausforderung zugleich. An solchen Stellen kommen Ressortforschungseinrichtungen mit ihren weitverzweigten Wissenschaftsnetzwerken ins Spiel. Sie können das notwendige Hintergrundwissen liefern. Und sie können die Thematik ganzheitlich betrachten – verkehrsträgerübergreifend und unter Berücksichtigung aller relevanten ökologischen, ökonomischen und sozio-technischen Aspekte. Außerdem können sie aktuelle wissenschaftlich-technische Entwicklungen einfließen lassen und Transformationsprozesse mit großer Kontinuität verfolgen.

Die Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST) widmet sich in diesem Kontext den komplexen Wechselwirkungen zwischen „Mensch, Fahrzeug, Infrastruktur und Umwelt“ im Straßen- und Verkehrswesen.

Dazu haben wir 9 Themenbereiche definiert, die Sie bereits aus unserem letzten Jahresbericht kennen und die einen großen Teil unserer Arbeit abbilden.

Wir steigen mit dem prädiktiven Infrastrukturmanagement in den fachlichen Teil des Jahresberichts ein. Die Infrastruktur ist in die Jahre gekommen. Hier arbeiten wir praxisnah auf vielen Ebenen – natürlich immer datenunterstützt – und auch mit zahlreichen Partnern. Themen sind bautechnische Entwicklungen ebenso wie die Erforschung resilienzsteigernder Maßnahmen. Ein weiteres großes Zukunftsthema ist die Nachhaltigkeit. Wir fokussieren uns im aktuellen Jahresbericht auf den Straßenbau und -betrieb sowie die sparsame Nutzung von Rohstoffen, Raum und möglichst regenerativer Energie.

An Themen des Umweltschutzes und eines umweltfreundlichen Verkehrswesens schließt sich die Förderung der aktiven

Mobilität – einem Thema das zu keiner Zeit an Aktualität verloren hat – an. Selbstverständlich verlieren wir aber auch unsere Klassiker nicht aus den Augen: Fahren ohne Fahrerlaubnis, Maßnahmen gegen Unfallhäufungen, Sicherheitsaudits von Straßen, die Untersuchung alternativer Antriebstechnologien, die Validierung der Elektrokleinstfahrzeuge-Verordnung und die Prüfung von Fahrbahnmarkierungen gehören hier dazu. Wir gehen weiter zum automatisierten und vernetzten Fahren. Natürlich treffen wir auch hier auf Daten und ihr Management.

Es folgt die Digitalisierung, sicher eine der größten Herausforderungen der Zukunft mit einem nahezu unendlichen Innovationspotenzial. Inhaltlich abgerundet wird der Bericht mit der aktuell mehr als bedenklichen Problematik unserer Zeit, dem Fachkräftemangel, und einigen vielversprechenden Lösungsansätzen dazu.

Wir wünschen Ihnen – wie immer – eine anregende Lektüre



Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil Markus Oeser
Präsident der BAST



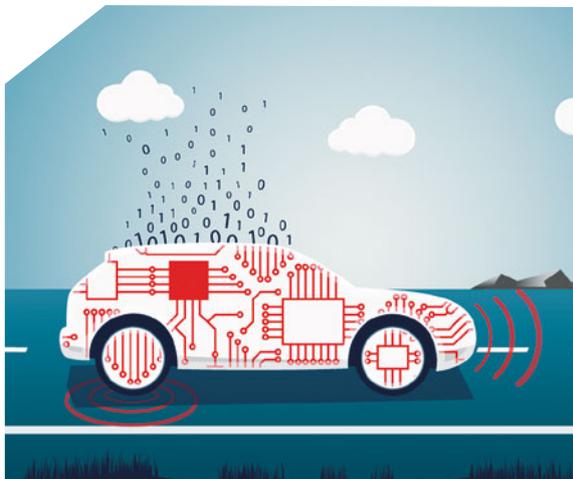
Andre Seeck
Vize-Präsident der BAST



57



28



79



33

Inhalt

Vorwort	4
Schlaglichter	11
27. PIARC Weltstraßenkongress 2023 in Prag	16

1.

Prädiktives Infrastrukturmanagement	18
Optimierte Programme zur Brückenmodernisierung	19
Das Bundesfernstraßennetz widerstandsfähiger machen	20
Bridge Weigh-In-Motion (Bridge WIM)	22
Bautechnische Entwicklungen im Brückenbau	24
Datenanalysen im Bundesfernstraßennetz	25

2.

Nachhaltiges Bauen	26
Ist Bitumen ersetzbar?	27
Verbrauch von Primärbaustoffen und Energie im Straßenbau berechnen	28
Wirtschaftlichkeit von Betonstraßen	30
Ingenieurbauwerke klimaneutral und ressourcenschonend bauen und betreiben	32

3.

Nachhaltiger Energieeinsatz	34
Nachhaltiger Straßenbetrieb	35
Temperierte Straßen auf dem duraBAST	36
Ein Photovoltaik-DACH für die Autobahn	37
Einsatz regenerativer Energien im Tunnelbetrieb	38
PV-Potenziale an Bundesfernstraßen bestimmen	39
Mit Verkehrsplanung das Klima schützen	40
Höhere Kapazitäten auf Autobahnen ohne zusätzlichen Platz zu verbrauchen	41

4.

Umweltfreundliches Verkehrswesen	42
Zukünftiges NO _x -Monitoring bei Pkw	43
Lebenszyklusanalysen als Bewertungsmaßstab für Fahrzeuge und Antriebe	44
Neues Roboter-Goniophotometer	45
Mobile Messungen der Luftqualität	46
Warum der Fledermaus beim Fliegen helfen?	47
Bauwerke am Wasser vor Wildholz und Co. schützen	48
Innovativer Lärmschutz – neue Ansätze aus der Psychoakustik	49

5.

Aktive Mobilität	50
Was bedeutet mehr Aktive Mobilität für den Verkehrsablauf an Knotenpunkten?	51
Sicher über die Fahrbahn zu Fuß oder mit dem Rad	52

Eigenständige Mobilität von Erwachsenen mit geistiger Behinderung fördern	54
Sommerstraße in Fellbach – Flanieren und Verweilen im Straßenraum	56
Lastenräder und Fahrradanhänger als attraktive Alternative zum Auto	57

6.

Proaktive Verkehrssicherheit	58
Fahren ohne Fahrerlaubnis – Sonderauswertung 2022	59
Neue Maßnahmen für den MaKaU – Wildunfälle und Nachrüstung passiver Schutzeinrichtungen	60
Sicherheitsaudit von Straßen – Maßnahmen zur Qualitätssicherung	61
Alternative Antriebstechnologien: Stand 2019 – 2021	62
Elektrokleinstfahrzeuge-Verordnung evaluiert	63
Die Straße ins Labor geholt – praxisnahe Prüfung von Fahrbahnmarkierungen	64
GIDAS 4.0: Neustart der vertieften Erhebung von Straßenverkehrsunfällen	65

7.

Automatisiertes und vernetztes Fahren	66
Projekt KITT: Mehr Tunnelsicherheit durch C2X-Daten und KI	67
Urban C-ITS – Kommunale Anwendungen	68
Mobilthek löst MDM ab	69
Teleoperation von Fahrzeugen sicher gestalten	70
Wie Verkehrsmanagementstrategien und Verkehrsmeldungen in die Navis gelangen	72

8.

Digitales Verkehrswesen	74
Messfahrzeug MESUV für Mobile Mapping aufgerüstet	75
Digitalisierung der koordinierten Baubetriebsplanung für Baustellen auf Autobahnen	76
Erweiterte Datenverfügbarkeit für Bundesfernstraßen mit BISStra	77
Copernicus Netzbüro Verkehr	78
Sichere V2X-Kommunikation – ein Schutzprofil nach Common Criteria	79
Digitaler Zwilling Brücke – Modulare Konzeption	80
Behördenprojekt der BASt zur IT-Betriebskonsolidierung Bund (BKB)	81

9.

Fachkräftesicherung	82
Nachhaltigkeit durch Innovation	83
Zahlen und Fakten	84
Lehraufträge & Promotionen	86
Organisation der BASt	88
Impressum	89

Schlaglichter



Alte Aufnahme der BASt und neue Versuchshallen.

40 Jahre in Bergisch Gladbach

Diesen Herbst feierte die BASt ihr 40-jähriges Standortjubiläum. Die BASt wurde 1951 in Köln gegründet und zog 1983 nach Bergisch Gladbach um.

Wir sind stolz darauf, seit über 7 Jahrzehnten einen wichtigen Beitrag zur Verkehrssicherheit auf deutschen Straßen zu leisten. Unsere Forschung hat wesentlich dazu beigetragen, Straßen, Straßeninfrastruktur, Fahrzeugsicherheit und die Interaktionen aller Beteiligten zu verbessern und somit Leben zu retten und den Verkehr nicht nur sicherer, sondern auch nachhaltiger zu gestalten.

Unsere Arbeit ist heute wichtiger denn je. Mit dem zunehmenden Einsatz automatisierter Fahrzeuge und der fortschreitenden Digitalisierung müssen wir sicherstellen, dass unsere Straßeninfrastruktur auf dem neuesten Stand ist und den Anforderungen moderner Technologien entspricht.

Wir freuen uns auf die kommenden Jahre, in denen wir weiterhin dazu beitragen werden, Straßen und Verkehr mit den Herausforderungen der Zukunft in Einklang zu bringen.

Jubiläum Begutachtungsstelle Fahrerlaubniswesen

Seit 25 Jahren sichert die „Begutachtungsstelle Fahrerlaubniswesen“ der BASt eine gleichmäßig hohe Qualität sowie bundesweite Einheitlichkeit der zugelassenen Träger. Die Begutachtungsstelle prüft deren Qualitätsmanagement, Handbücher und Kursakten.

Bislang wurden mehr als 2.000 Begutachtungen vor Ort durchgeführt und knapp 8.000 medizinisch-psychologische Gutachten geprüft. Eine Prüfung durch die freie, neutrale und vertrauliche Begutachtungsstelle ist Voraussetzung für die amtliche Anerkennung der Träger im jeweiligen Bundesland.



1 Oliver Krischer, Minister für Umwelt, Naturschutz und Verkehr NRW, zu Gast in der BAST. 2 Zu Besuch aus dem BMDV waren unter anderem Staatssekretärin Susanne Henckel, 3 der Leiter der Abteilung Bundesfernstraßen Michael Puschel, 4 sowie der Leiter der Abteilung Leitung, Kommunikation Hartfrid Wolff. 5 Die japanische Gastwissenschaftlerin Dr. Kazuko Okamura begleitete uns 2 Wochen.

Besuche in der BAST

Wir freuen uns, dass wir nach den Einschränkungen der Pandemie-Jahre 2023 endlich wieder viele Besucher in der BAST begrüßen konnten. Das Interesse zeigt uns, dass unsere Forschungsarbeit relevant ist und gesehen wird.

Vertreter aus der Politik konnten sich vor Ort ein Bild unserer aktuellen Forschung machen und wie wir uns für Fragestellungen der Zukunft aufstellen. In Gesprächen mit

der Hausleitung und unseren Wissenschaftlern wurden wichtige Themen angesprochen, Herausforderungen aufgezeigt und Gedanken ausgetauscht.

Auch Besucher aus kooperierenden Institutionen und diverse Projektpartner erhielten vielfältige Einblicke in unsere Arbeit und nutzten ihre Zeit in der BAST für den fachlichen Austausch. Dem wissenschaftlichen Nachwuchs konnten wir sowohl Theorie als auch Praxis näherbringen.



1 Die BAST-Delegation zu Gast bei NTSEL in Tokio. 2 BAST-Präsident Prof. Markus Oeser bei der ESV-Konferenz in Yokohama. 3 2. Nationale Verkehrssicherheitskonferenz in Berlin.

Weltweiter Wissensaustausch

Beschäftigte der BAST waren 2023 national wie international unterwegs, um Wissen auszutauschen und Kooperationen zu pflegen.

Im deutschsprachigen Raum besuchten sie etwa den 8. Nationalen Radverkehrskongress in Frankfurt am Main sowie dessen österreichisches Pendant, den Radgipfel in Vorarlberg. Zu Gast im Süden waren sie auch bei der STUVA-Tagung in München oder der Abschlussveranstaltung des Projekts KITT in Stuttgart. Zur 2. Nationalen Verkehrssicherheitskonferenz, die von der BAST mitorganisiert wurde, reisten sie nach Berlin.

Innerhalb von Europa waren Vertreter der BAST zum Beispiel bei den Mobility Data Days 2023 in Budapest, der

EUCAD2023 im belgischen Brüssel oder der Den Haager 11. International Cycling Safety Conference (ICSC).

Internationaler Wissensaustausch erfolgte etwa in Japan beim langjährigen Partner NTSEL mit Sitz in Tokio sowie im Rahmen der 27. ESV-Konferenz, die in Yokohama stattfand. Das Transportation Research Board in Washington tagte mit einer deutschen Delegation und unter BAST-Beteiligung.

Beruf und Familie fördern

Seit 2020 ist die BAST mit dem Zertifikat zum Audit berufundfamilie ausgezeichnet. Seit 2023 kam mit der telefonischen Beratung zu Betreuungs-Themen für Beschäftigte eine neue Maßnahme der Zielvereinbarung dazu. Ende des Jahres begann zudem die Re-Auditierung.

Tag der offenen Tür in Berlin

Im August öffnete die Bundesregierung und damit auch das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) seine Türen für die Öffentlichkeit. Die BAST präsentierte in Berlin eine Auswahl ihrer vielfältigen Themen.

Gäste konnten sich über Aufgaben und Aktivitäten der BAST informieren. Dabei wurden sowohl allgemeine Fragen zur BAST als auch zu spezifischen Themen – etwa Nachhaltigkeit oder autonomes Fahren – beantwortet.

Aktiv ausprobieren konnten Freiwillige den neuen VR-Fußgänger-Simulator. Praktisch wurde es auch beim ausgestellten Messfahrrad sowie einem großen Würfelpuzzle für Kinder. Interessierte konnten sich am Stand der BAST außerdem zu beruflichen Möglichkeiten beraten lassen.

Absolventenkongress in Köln

Die BAST war im November auf Deutschlands größter Jobmesse für Studierende und Auszubildende vertreten. In Köln führten die Personalverantwortlichen

zahlreiche Gespräche mit interessierten Absolventen und Absolventinnen. Über 50 zukünftige Bewerber und Bewerberinnen stellten ihr Profil digital zur Verfügung. Bei passenden Ausschreibungen können sie direkt vom Personalreferat kontaktiert werden.

ZEB wechselt zum FBA

Am 1. Februar 2023 übernahm das Fernstraßen-Bundesamt (FBA) per Erlass die Aufgaben der ZEB-Geschäftsführung, die bislang bei der BAST lagen.

Damit übernimmt das FBA die Gesamtprojektleitung und Steuerung der ZEB. Die BAST kann sich so wieder verstärkt auf die technische Weiterentwicklung konzentrieren. Für die Zertifizierung der Messsysteme sowie für die Durchführung der Kontrollprüfungen während der Messsaison ist weiterhin die BAST verantwortlich und trägt so wie gewohnt zur Qualitätssicherung bei.



1 Staatssekretär Harmut Höppner probiert digitale Welten aus. 2 Das BAST-Team in Berlin.

Umorganisationen und neu besetzte Leitungsfunktionen

Der Name der Abteilung B wurde im September von „Brücken- und Ingenieurbau“ in „Ingenieurbauwerke“ geändert.



Dr. Carl Richter leitet seit 1. Juli 2023 die Abteilung „Ingenieurbauwerke“. Er ist promovierter Bauingenieur und seit 2023 in der BAST.



Dr. Torsten Geißler übernahm im April die Leitung des Referats „Externe Forschung, Bibliothek und Dokumentationswesen“. Der Volkswirt arbeitet seit 2010 in der BAST.



Ayhan Toptas leitet seit September 2023 das Referat „IT-Administration“. Der IT-Administrator arbeitet seit 2011 in der BAST.



Alexandra Spilker übernahm zum 20. Juni 2023 die Leitung des Referats „Betonbauweisen“. Die Bauingenieurin ist seit 2014 in der BAST.



Markus Lerner leitet seit April 2023 das Referat „Unfallanalyse, Unfallstatistik“.

27. PIARC Weltstraßenkongress 2023 in Prag



Autoren:

- 1 Kirsten Graf-Landmann,**
M. A.,
Stabsstelle Controlling,
Qualitätsmanagement,
Internationale
Zusammenarbeit
- 2 Ursula Blume,**
Dipl.-Geol.,
Stabsstelle Controlling,
Qualitätsmanagement,
Internationale
Zusammenarbeit
- 3 Christine Kellermann-Kinner,**
Dr.-Ing.,
Stabsstelle Controlling,
Qualitätsmanagement,
Internationale
Zusammenarbeit

Seit 1908 gibt es alle 4 Jahre den Weltstraßenkongress (WRC).

Mit mehreren Tausend Teilnehmern aus 127 Mitgliedsländern des Weltstraßenverbandes PIARC ist der Kongress eine der wichtigsten internationalen Veranstaltungen im Bereich der Straßeninfrastruktur und des Straßenverkehrs. Erfahrungsaustausch und weltweite Vernetzung gehören zu den erklärten Zielen des WRC.

Deutschland – vertreten durch das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) – zählt zu den ältesten Mitgliedsländern von PIARC. Aktive Mitarbeit von deutschen Expertinnen und Experten findet kontinuierlich auf allen Ebenen des Weltstraßenverbandes statt.

Unter dem Motto „Together on the road again“ war der 27. Weltstraßenkongress im Oktober 2023 zu Gast in Prag. Die deutsche Delegation unter der Leitung von Staatssekretärin Susanne Henckel bestand aus mehr als 30 Teilnehmern.

Neben BMDV, Fernstraßenbundesamt (FBA), Die Autobahn GmbH des Bundes und der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) war die BAST mit zahlreichen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern vertreten.

„Welcome to Germany“ – auf der kongressbegleitenden Fachausstellung erwies sich



Staatssekretärin Susanne Henckel, BMDV (Bildmitte), mit Mitgliedern der deutschen Delegation beim PIARC WRC 2023 in Prag

der deutsche Messepavillon an allen 5 Veranstaltungstagen als Magnet für internationale Besucher. Zum Thema „German Federal Trunk Roads: digital – sustainable – efficient“ wurden zahlreiche Einblicke in die Arbeit der am Messestand beteiligten Institutionen gegeben. Expertinnen und Experten aus Verkehrsministerien, Forschungsorganisationen, Universitäten sowie Industrievertreter und Vertreter aus kleinen und mittleren Unternehmen nutzten die Gelegenheit zum Wissens- und Erfahrungsaustausch.

Die Ergebnisse der D-A-CH-Forschung (Deutschland, Österreich, Schweiz) wurden auf einer gemeinsam gestalteten Säule vor den benachbarten Pavillons der 3 Länder präsentiert. Als besonderer Hingucker und symbolische Verbindung erwies sich hierbei der auf dem Messeboden abgebildete Bodensee. Bei einem gemeinsamen Empfang aller 3 Länder stellten hochrangige Vertretungen die neue D-A-CH-Broschüre mit allen bisher realisierten Projekten vor.

Nicht nur am deutschen Messestand, sondern vor allem in den zahlreichen Sessions und Workshops des WRC wurden Forschungsschwerpunkte und -ergebnisse aller BAST-Fachabteilungen präsentiert.

- Dr. Ingo Kaundinya leitete als TC Chair die Session zu „Road Tunnel Operations and Safety“ und wirkte in der Strategic Direction Session zu „Resilient Infrastructure“ mit.
- Lennart Meine und Marvin Stell präsentierten ihre Forschungen in verschiedenen Sessions zu „Climate Change and Resilience of Road Networks“.
- Michael Sulzbach wirkte als Co-Autor in der Präsentation der TU Braunschweig zu „Road to environmental sustainability – Disclosure of ecological potentials in road construction“ mit.

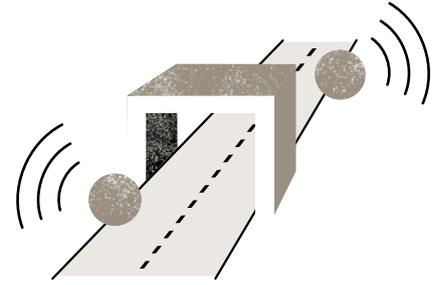
- Dr. Marco Irzik stellte zusammen mit Miriam Niestegge (ex-PTV, jetzt Die Autobahn GmbH) die Forschungsergebnisse zu „Network-wide Road Safety Assessment in Germany“ vor.
- Dr. Markus Auerbach präsentierte mit „Photovoltaic canopy for highways“ ein Ergebnis der D-A-CH-Forschung.
- In der gemeinsamen Präsentation von Jens Dierke (BAST) und Yvonne Gunreben (BMDV StB24) wurde das Thema „How WIM-systems help to protect bridges“ vorgestellt.
- Stefan Höller wirkte in der Technical Session zu „Resilient Pavements“ sowie beim German National Report zu „Resilient Infrastructure“ mit.
- Der German National Report zum Thema „Drafting Regulations in the German Road Sector“ wurde in Co-Autorenschaft von Ursula Blume (BAST), Peter Schmitz (BMDV StB16) und Dr. Sven-Martin Nielsen (FGSV) präsentiert.
- Die Forschung von Sonja Nieborowski zu „Digital twins of engineering structures“ wurde im Rahmen des BIM-Panels dargestellt.
- Zu den Themen „Connected and Automated Driving“ sowie „Active Mobility“ wurden Beiträge und Exponate aus den Abteilungen Verhalten und Sicherheit im Verkehr und Fahrzeugtechnik gezeigt.

Ein vielfältiges Angebot an Standvorträgen, Workshops, Technical Visits und kulturellen Events rundete den 27. Weltstraßenkongress ab. In der weltoffenen Atmosphäre der tschechischen Hauptstadt fühlten sich die Teilnehmer herzlich willkommen.

Der 28. PIARC Weltstraßenkongress findet im Oktober 2027 in Vancouver, Kanada, statt. 🏹

<https://www.wrc2023prague.org/>

1. Prädiktives Infrastruktur- management



Die bauliche Infrastruktur im Bundesfernstraßennetz ist verbesserungswürdig. Gründe sind steigende Verkehrsbelastung, hohe Bauwerksalter, gestaute Erhaltungsmaßnahmen und konstruktive Mängel. Diese beeinträchtigen die Funktionsfähigkeit und Verfügbarkeit von Straßen und Ingenieurbauwerken, wie Brücken und Tunneln.

Unabdingbar ist ein vorausschauendes und agiles Infrastrukturmanagement. Dabei müssen strukturelle Veränderungen frühzeitig erkannt und der gesamte Lebenszyklus berücksichtigt werden, um entsprechende Maßnahmen rechtzeitig einzuleiten. Grundlage ist eine gründliche Zustandserfassung und -bewertung, zukünftig erweitert durch präzise Prognosemodelle. Innovative bautechnische Lösungen, etwa mit digitalen Methoden, bieten großes Potenzial für Erhaltung, Ertüchtigung, Erneuerung oder Neubau.

Das prädiktive Infrastrukturmanagement beinhaltet eine systematische Planung von optimierten Maßnahmen, über den gesamten Lebenszyklus der Straßen und Ingenieurbauwerke auf Objekt- und Netzebene. So werden Maßnahmen besser planbar, negative Auswirkungen auf den Verkehr (wie Sperrungen) verringert und die Straßeninfrastruktur insgesamt widerstandsfähiger.

Optimierte Programme zur Brückenmodernisierung



Autoren:

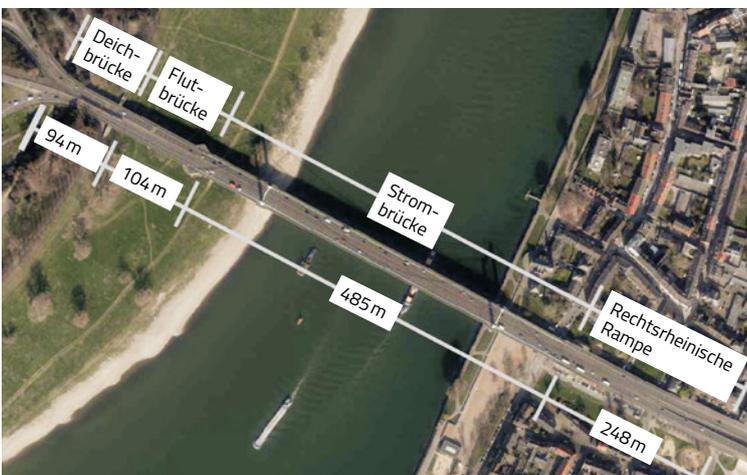
- Ulrich Bergerhausen,**
Bauingenieur,
Tunnel- und Grundbau,
Tunnelbetrieb,
Zivile Sicherheit
- Andreas Coumanns,**
M. Eng.,
Straßenentwurf,
Verkehrsablauf,
Verkehrsregelung

Aufgrund des zunehmenden Schwerverkehrs in den letzten Jahrzehnten sind viele ältere Bundesfernstraßenbrücken nicht mehr ausreichend leistungsfähig. Deswegen müssen zahlreiche betroffene Bauwerke ertüchtigt oder ersetzt werden. In einem Forschungsprojekt wurde dazu mit diesem Fokus ein optimierender Algorithmus für die Modernisierung von Bundesfernstraßenbrücken entwickelt. Besondere Aufmerksamkeit galt den Rheinbrücken, deren Zustand aufgrund

ihrer Lage besonders direkte Auswirkungen auf den Verkehr hat. Das hier zitierte Projekt „Erstanwendung und Erweiterung der Methodik für eine optimierte Planung von Ertüchtigung und/oder Ersatz wichtiger Brücken der Bundesfernstraßen“ wandte die entwickelte Methodik auf etwa 50 Brücken in Nordrhein-Westfalen an, vor allem Rheinbrücken zwischen Bonn und Duisburg.

Erforderliche Bauwerksdaten und Maßnahmenbedarfe der Brücken wurden von den Baulastträgern (Die Autobahn GmbH des Bundes, Land NRW sowie Städte Köln und Düsseldorf) bereitgestellt. Die gemeldeten Maßnahmenbedarfe wurden um prognostizierte Bedarfe erweitert, um langfristige Anforderungen zu berücksichtigen. Die Ergebnisse ermöglichten die Erstellung optimierter Modernisierungspläne unter Berücksichtigung von Baulastträgerkosten, Restwerten, Verkehrsverlagerungen, Veränderungen von Reisezeiten, Emissionen und Unfällen.

Die Modernisierungspläne enthalten geeignete Eingreifzeiträume für die Maßnahmen und erfordern eine Bereitschaft zur Umsetzung durch die Baulastträger. Dabei wurden kleinere Anpassungen am Verfahren vorgenommen und eine Spezifikation für eine zukünftige IT-Umsetzung erarbeitet. Ebenso wurde die Modernisierungsmethodik mit dem Verkehrsanalysesystem zur Unterstützung der Arbeitsstellenplanung im BAB-Netz verglichen. Insgesamt liefert das Projekt wertvolle Erkenntnisse für die effiziente Modernisierung von Brücken im Bundesfernstraßennetz. ▀



Teilbauwerke bilden einen Brückenzug, Beispiel: Mülheimer Brücke, Köln

Quelle: © Stadt Köln, Amt für Vermessung und Liegenschaften

Das Bundesfernstraßennetz widerstandsfähiger machen



Autoren:

- 1 **Anne-Farina Lohrengel**,
M. Sc. Geowissenschaften,
Nachhaltiges Bauen und
Erhalten von Straßen
- 2 **Dr. Kalliopi Anastasiadou**,
Bergbauingenieurin,
Tunnel- und Grundbau,
Tunnelbetrieb,
Zivile Sicherheit

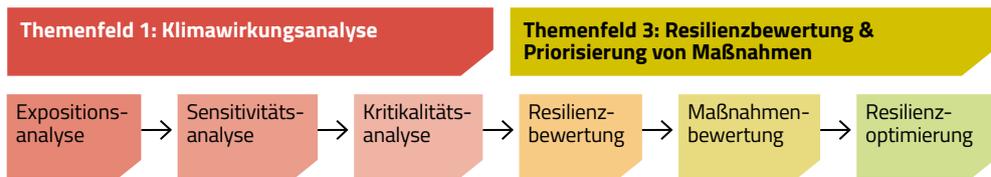
Die Deutsche Strategie zur Stärkung der Widerstandsfähigkeit (Resilienz)¹ gegenüber Katastrophen zeigt auf, welche Anstrengungen für eine gestärkte Verkehrsinfrastruktur in Hinblick auf Nachhaltigkeit, Klimaschutz und Klimaanpassung erforderlich sind. Des Weiteren werden Maßnahmen empfohlen, die notwendig sind, um neue Risiken zu verhindern, bestehende zu mindern und Krisen vorbeugen zu können. Darüber hinaus hat die Bundesregierung bereits im Jahr 2008 die Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS)² vorgelegt und seitdem kontinuierlich weiterentwickelt. Sie bildet den strategischen Handlungsrahmen des Bundes mit dem Ziel, die Verletzlichkeit des Verkehrssystems zu verringern und deren Anpassungsfähigkeit gegenüber den Folgen des Klimawandels zu steigern.

Die Auswirkungen des Klimawandels betreffen verschiedene Bereiche des Verkehrs- und Infrastrukturmanagements, etwa Verkehrssteuerung, Betrieb, Erhaltungsplanung. Deshalb gewinnen integrative Managementansätze bei der Klimaanpassung zunehmend an Bedeutung.

Im Rahmen eines Forschungsprojekts, gefördert durch das BMDV-Expertennetzwerk³ und unter fachlicher Betreuung der BAST, wurde ein Grobkonzept für ein Resilienzmanagementsystem im Kontext des Klimawandels fallstudienbasiert erprobt und optimiert. Das Resilienzmanagementkonzept adressiert Bausteine der Klimawirkungsanalyse von Themenfeld 1 (TF1) „Klimawandelfolgen und Anpassung“ sowie der Resilienzbewertung von Themenfeld 3 (TF3) „Zuverlässige Verkehrsinfrastruktur“.

In 3 Fallstudien wurden für das Bundesfernstraßennetz konkrete Anwendungsfälle bezüglich der Klimawirkungen Hitze (Schäden an Betonfahrbahnen), Starkregen (Überschwemmung des Streckenabschnitts) und Flusshochwasser (Überschwemmung und Unterspülung mit Folgeschäden für die Straße) gewählt.

- 1 Die Bundesregierung (2022). Deutsche Strategie zur Stärkung der Resilienz gegenüber Katastrophen Umsetzung des Sendai Rahmenwerks für Katastrophenvorsorge (2015–2030) – Der Beitrag Deutschlands 2022–2030. https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/publikationen/themen/bevoelkerungsschutz/BMI22017-resilienz-katastrophen.pdf?__blob=publicationFile&v=2
- 2 Die Bundesregierung (2008). Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel. https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaanpassung/das_gesamt_bf.pdf
- 3 <https://www.bmdv-expertennetzwerk.bund.de/>



Konzept für ein Resilienzmanagement im Kontext des Klimawandels.

Die Streckenabschnitte wurden für alle 3 Ereignisse hinsichtlich ihrer Exposition und Sensitivität untersucht, wobei die Klimawirkungsanalyse einen maßgeblichen Beitrag leisten konnte. Die Kritikalitätsbetrachtungen des TF1 können zur Bewertung der Bedeutung eines Streckenabschnittes zukünftig vorbereitend für eine Resilienzbewertung herangezogen werden. Durch diese Bewertung kann die Resilienz des Streckenabschnittes im Ist-Zustand überprüft werden. Dabei werden bereits geplante Maßnahmen sowie die Identifikation von potenziellem Handlungsbedarf berücksichtigt.

Als Ergebnis entsteht aus der Resilienzbewertung eine Liste ergänzender Maßnahmen sowie deren Resilienzwirkung für den entsprechenden Streckenabschnitt auf Objektebene (Straßenabschnitt, Brücke, Tunnel). Auf Grundlage der ermittelten Resilienzwirkung und unter Berücksichtigung einer Kosten-Wirksamkeits-Betrachtung wird eine optimale Rangliste der priorisierten Maßnahmen oder Maßnahmenkombinationen erstellt und durch eine computergestützte Handlungshilfe zur Entscheidungsunterstützung⁴ aufgezeigt.

Durch die Umsetzung dieser Maßnahmen kann eine Resilienzoptimierung von Streckenabschnitten erfolgen, die durch den Klimawandel und Extremwetterereignisse betroffen sind.

Die Erprobung des Konzepts zeigt, dass es sich gut auf den Themenkomplex Klimawandel anwenden lässt und sich vorhandene Klimawirkungsanalysen gut integrieren lassen. Auswirkungen auf Objektebene stehen in starker Abhängigkeit von Art und Ausmaß der klimatischen Wirkung. Eine Überschwemmung kann sich etwa auf Sperrungen und Aufräumarbeiten beschränken, wenn kein Infrastrukturschaden folgt. Es ist jedoch zu beachten, dass jegliche Art der Beeinträchtigung eine Resilienzminde- rung bedeutet und sowohl die Sicherheit von Verkehrsteilnehmern betrifft als auch Folgekosten verursachen kann. Solche und weitere Umstände müssen besonders berücksichtigt werden und sollen bei der Weiterentwicklung des Konzepts detailliert untersucht werden. 🗡

⁴ Lindström F. et al. (2022). Optimierung und Weiterentwicklung von Handlungshilfen zur Resilienzbewertung der Verkehrsinfrastruktur, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Brücken- und Ingenieurbau, B 192.

Bridge Weigh-In-Motion (Bridge WIM)



Autoren:

- Ralph Holst,**
Dipl.-Ing. Bauingenieurwesen, Rdir, Referatsleiter „Grundsatzfragen der Bauwerkserhaltung“
Iris Vivien Golla,
(nicht im Bild)
M. Sc. Physik, Rrin, Grundsatzfragen der Bauwerkserhaltung
- Anke Fitschen,**
Dipl.-Ing., Assessorin des Vermessungs- und Liegenschaftswesens, Klimaschutz, Nachhaltigkeit, Verkehrsstatistik
Ralf Meschede,
(nicht im Bild)
Dipl.-Ing. Elektrotechnik, ORR, stellv. Referatsleiter „Verkehrsbeeinflussung und Straßenbetrieb“

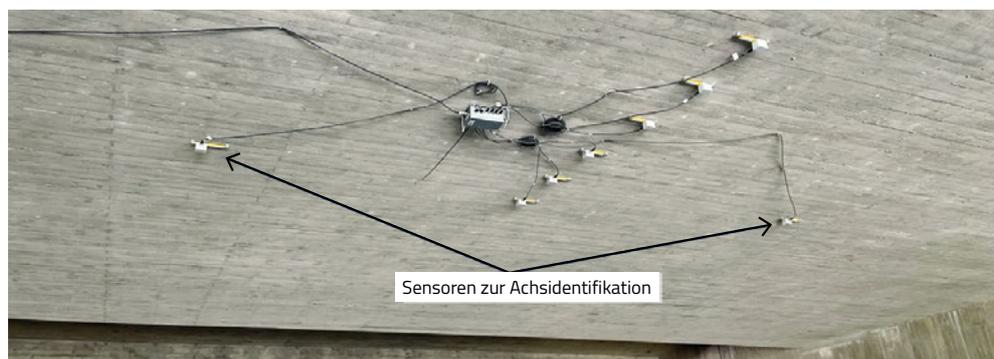
Die aktuellen Zustände der Brücken, insbesondere der Bundesfernstraßen, sind gekennzeichnet durch ein sehr hohes Verkehrsaufkommen, hohe Bauwerksalter und sich stetig verschlechternde Bauwerkszustände. Damit Brücken und somit Straßen auch zukünftig verfügbar und funktionstüchtig bleiben, sind Maßnahmen notwendig.

Aus Wirtschaftlichkeits-, Nachhaltigkeits- und Kapazitätsgründen können nicht alle notwendigen Baumaßnahmen gleichzeitig durchgeführt werden können. Deswegen müssen Möglichkeiten gefunden werden, den Bestand länger unter Verkehr zu halten und somit Nutzungsdauern zu verlängern.

Der Schwerverkehr hat den größten Einfluss auf die Nutzungsdauer von Brücken. Je genauer dieser Verkehr und seine realen Gewichte erfasst werden, umso genauer können Nachrechnungen durchgeführt und mögliche Tragreserven aktiviert werden.

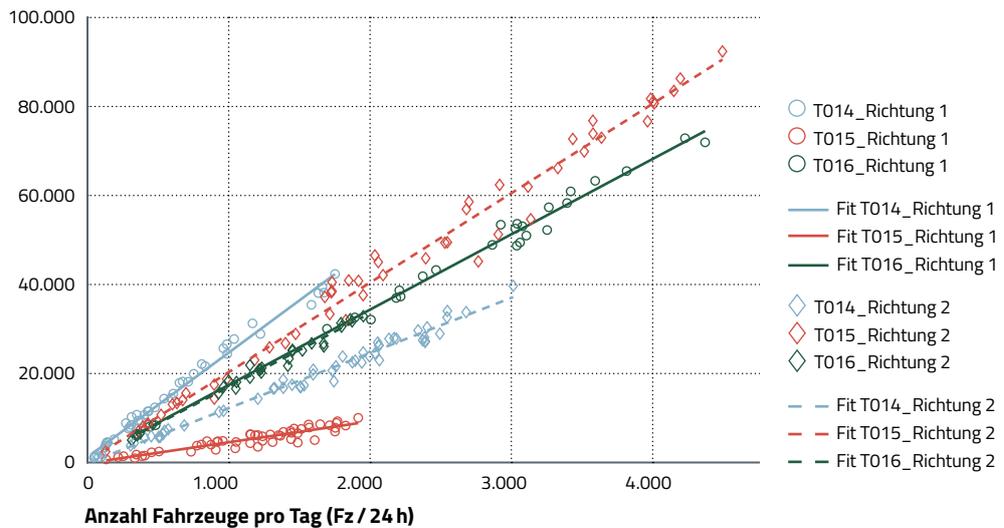
Messungen an Brücken im realen Verkehr, sogenannte Bridge-WIM-Systeme (auch B-WIM), leisten einen wichtigen Beitrag, reale Lasten objektbezogen zu ermitteln. Dabei werden die Dehnungen an Brücken gemessen und mit Hilfe mathematischer Modelle, unter Berücksichtigung mechanischer Zugzusammenhänge, auf die Achslasten der überquerenden Fahrzeuge geschlossen. Diese Systeme sind mobil und können mit deutlich weniger Aufwand als permanente Achslastmessstellen eingesetzt werden.

Um die Datenqualität dieser temporären Erfassungstechnik beurteilen zu können, hat die BASt auf 3 BAB-Pilotstrecken (A2, A4 und A9) eine umfangreiche Erhebung mit der B-WIM-Technik durchführen und analysieren lassen.



B-WIM System installiert an der Unterseite eines Brückenbauwerks.

tägliche Lastmengen (t / 24 h)



Zusammenhang zwischen täglicher Verkehrsmenge des Schwerververkehrs und resultierender Lastmenge pro Tag an drei benachbarten Streckenabschnitten, BAB A2 – linearer Ansatz

Die Messungen wurden temporär für jeweils 14 Tage an einem Standort durchgeführt. Daher musste auch die Frage des Genauigkeitsverlusts gegenüber einer kontinuierlichen Messung beantwortet werden. Dies wurde differenziert für die Fachaufgaben Verkehrsstatistik, Straßen- und Brückenbau, bei denen Achslast- und Gesamtgewichtsdaten genutzt werden, betrachtet. Dabei zeigte sich, dass erst bei deutlich längeren Erhebungszeiträumen als 14 Tagen der Abschätzungsfehler bei den Jahreswerten deutlich sinkt. Um eine Fehlertoleranz von plus oder minus 10 Prozent im Vergleich zur dauerhaften Erfassung über 365 Tage einzuhalten, sind 80 Tage Messdauer für die Verkehrsstatistik, 100 Tage für die Straßenbauanwendungen und 150 Tage für die Ermüdungsberechnungen von Brücken notwendig. Werden im Brückenbau plus oder minus 15 Prozent toleriert, so ergeben 100 Tage Messdauer ausreichend repräsentative Ergebnisse.

Weiter sollte untersucht werden, in welchem Umfang eine Netzverdichtung erforderlich ist, um im gesamten Autobahnnetz repräsentative Achslastdaten zu erhalten. Dafür wurden Korrelationskurven zwischen

Last- und Verkehrsmenge an den im Projekt durchgeführten B-WIM-Messungen erstellt und deren Steigungen verglichen. Es stellte sich heraus, dass sich teilweise ausgeprägte Unterschiede zwischen benachbarten Streckenabschnitten ergaben. Aus den 14-tägigen Messungen ließen sich nicht sicher saisonale Effekte und lokale Verkehre erkennen. Eine einmalige Messung innerhalb eines Streckenzuges (zwischen 2 Autobahnkreuzen beziehungsweise -dreiecken) ist demnach nicht ausreichend; weitere Messungen mit längerer Dauer sind erforderlich.

An einer konkreten Brücke wurde schließlich die Anwendbarkeit des B-WIM-Verfahrens aufgezeigt. Es wurde verglichen: die Ermüdungsnachweise mit dem Lastmodell nach der aktuellen Nachrechnungsrichtlinie mit denen anhand real gemessener Achslastdaten berechneten. Die sich mit realen Verkehrslasten ermittelte Schädigung infolge Ermüdung beträgt lediglich 14 Prozent der auf Basis des Normlastmodells berechneten Schädigung für eine Nutzungsdauer von 100 Jahren. Hier zeigt sich das große Potenzial realer Achslastdaten für die Brückennachrechnung, die beispielsweise mit B-WIM gemessen werden können. ▀

Bautechnische Entwicklungen im Brückenbau



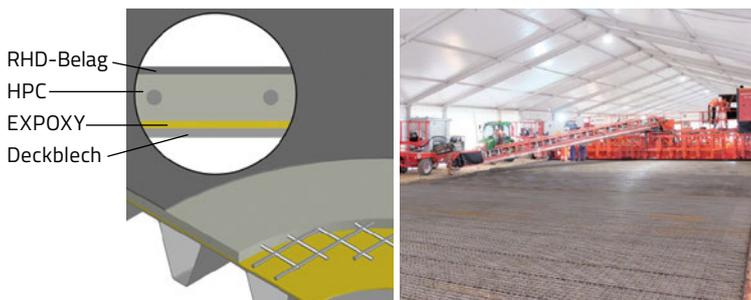
Autoren:

- 1 **Dieter von Weschpfennig**,
Dipl. Bauingenieur,
Betonbau
- 2 **Dr. Heinz Friedrich**,
Bauingenieur,
Referatsleiter „Stahlbau,
Korrosionsschutz,
Brückenausstattung“

Die Veröffentlichung „Brücken an Bundesfernstraßen – Bilanz und Ausblick“ durch das Bundesministerium Digitales und Verkehr (BMDV) im März 2022 enthält, unter dem Begriff Modernisierung zusammengefasst, erforderliche Maßnahmen, damit Verkehrsinfrastruktur in Deutschland auch zukünftig den Anforderungen aus der steigenden Verkehrsleistung gerecht wird. Mit den Modernisierungsmaßnahmen „Verlängerung der Lebensdauer“ und „schneller Ersatzneubau“ sollen die Verfügbarkeit der Brücken sichergestellt und die Nachhaltigkeit gesteigert werden.

Lebensdauer der Brücken verlängern

Vor konkreten baulichen Maßnahmen, um die Lebensdauer einer Brücke zu verlän-



Verstärkung orthotroper Fahrbahnplatten mit hochfestem Beton.

gern, stehen Bewertungsverfahren der Tragfähigkeit der Bauwerke. Für die Fortschreibung der Nachrechnungsrichtlinie als Bewertungsgrundlage hat auch die BAST-Forschung wesentliche Beiträge geleistet.

Durch den Einsatz von Monitoring kann die rechnerische Bewertung objektspezifisch optimiert werden. In einer Erfahrungssammlung wurden den Anwendern derzeit zum Einsatz kommende Verfahren vorgestellt. Im Rahmen der Forschung werden die Bewertungsmöglichkeiten auf Basis von Monitoring weiterentwickelt. Für die Umsetzung konkreter baulicher Verstärkungsmaßnahmen werden ebenfalls Hilfestellungen für die Praxis erarbeitet.

Schneller Ersatzneubau

Für einen schnellen Bau im bestehenden Straßennetz muss der zunächst erforderlichen Rückbau der bestehenden Brücke berücksichtigt werden. Die BAST erarbeitet daher neben nachhaltigen und innovativen Verfahren für Ersatzneubauten auch Regelungen, um einen sicheren und effizienten Rückbau zu gewährleisten.

Im Bereich des „Modularen Bauens“ kommen Bauteile mit hohem Vorfertigungsgrad zum Einsatz. Mit den Ergebnissen des Forschungsvorhabens „Fertigteile aus hochfestem Beton“ wird der Einsatz von Fertigteilträgern aus Beton der Festigkeitsklasse C80/95 zum stützenfreien Überspannen eines 8-streifigen Autobahnquerschnitts ermöglicht. Damit werden Bauzeiten für den Ersatzneubau deutlich verkürzt und der CO₂-Ausstoß durch baustellenbedingte Staus verringert. 

Datenanalysen im Bundesfernstraßennetz



Autor:

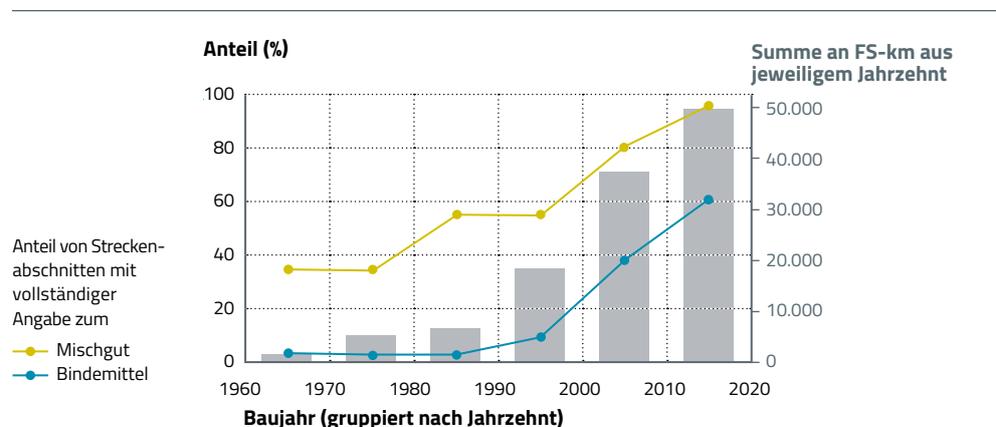
Jan-Hinrik Borchers,
M. Sc., Bauingenieur,
Nachhaltiges Bauen und
Erhalten von Straßen

Netz- und Aufbaudaten der Bundesfernstraßen werden von der Autobahn GmbH des Bundes und den Straßenbauverwaltungen (SBV) der Länder erfasst und bereitgestellt. In regelmäßigen zeitlichen Abständen werden diese Daten an den Bund geliefert. Die Datenbanken sind historisch gewachsen und von den spezifischen Anforderungen der jeweiligen SBV geprägt, sodass keine einheitliche Datenstruktur vorliegt. Die unterschiedlichen Formate werden bei der BASt vereinheitlicht, ehe sie in eine bundesweite Datenbank importiert und für Auswertungen sowie das Pavement-Management-System¹ (PMS) genutzt werden können. Die Daten liegen dann in eindeutig definierten 100-m-Fahstreifenabschnitten vor und umfassen schichtspezifische Informationen zu Material, Dicke und Baujahr. Somit eignen sich die Daten für schicht- und fahstreifenbezogene Auswertungen.

Für die Qualität der Auswertungen ist die Vollständigkeit der Aufbaudaten

entscheidend. Im Bild ist die Entwicklung der Vollständigkeit am Beispiel der Mischgut- und Bindemittelangaben gezeigt. Die Prozentangaben beziehen sich auf die Fahstreifenlängen aus dem jeweiligen Jahrzehnt. Es werden nur die im Netz vorhandenen Deckschichten berücksichtigt, da keine Historisierung der Daten erfolgt. Die geringe absolute Anzahl von Streckenabschnitten mit einem Baujahr vor dem Jahr 2000 resultiert aus der begrenzten Lebensdauer von Asphaltdeckschichten. Klar zu erkennen ist die verbesserte Datenqualität in den jüngeren Baujahren.

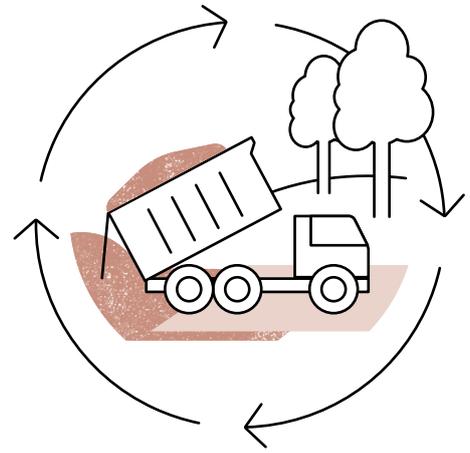
Zur Verwendung im PMS werden die Daten der Aufbaudatenbank vorab auf Vollständigkeit und Validität geprüft. Bei offensichtlichen Fehlern werden diese korrigiert und fehlende Daten ergänzt, sofern sich diese aus logischen Zusammenhängen ableiten lassen. Die allmähliche Verbesserung der Qualität der Ausgangsdaten wird durch ein Feedback an die SBV vorangetrieben. 



Entwicklung der Vollständigkeit der Daten in der Aufbaudatenbank des Bundes am Beispiel der Asphaltdeckschichten auf Bundesfernstraßen (alle Fahstreifen (FS)).

¹ <https://www.bast.de/DE/Strassenbau/Fachthemen/s1-pms.html>

2. Nachhaltiges Bauen



Straßen und Ingenieurbauwerke, wie Brücken und Tunnel, sowie Anlagen für Rad- und Fußverkehr sind Basis für eine funktionierende Verkehrsinfrastruktur. Diese ist als Voraussetzung für unsere arbeitsteilige Wirtschaft und das Gemeinwohl fortwährend zu erhalten, anzupassen und weiterzuentwickeln.

Innovative Ansätze sollen den erforderlichen Ressourcenverbrauch und die dabei entstehenden Emissionen deutlich verringern. Dazu gilt es, die Lebensdauer von Straßen, Ingenieurbauwerken und deren Ausstattung in allen Lebenszyklusphasen durch gesteigerte technische Qualität zu verlängern. Zudem bieten optimierte Baustoffe, Beton und Asphalt, bei den CO₂-Emissionen enormes Potential.

Die BAST unterstützt aktiv die Weiterentwicklung des Bau- und Erhaltungsprozesses mit Expertise, Projekterfahrung und Prüfeinrichtungen wie dem duraBAST. Sie setzt auf Basis anwendungsorientierter Forschung Impulse beim Planen, Bauen und Betreiben. Ihr Blick umfasst neben ökologischen Aspekten auch die Kosten. Dabei bezieht die BAST Emissionen, Kreislaufwirtschaft, Wirtschaftlichkeit, Klimawandel und weitere Umweltaspekte mit ein und nutzt Nachhaltigkeitsbilanzierungen, um effiziente Entscheidungen zu ermöglichen.

Ist Bitumen ersetzbar?



Autoren:

Dr. Volker Hirsch,
(nicht im Bild)
Dr.-Ing., Chemiker,
Referatsleiter „Chemische
Grundlagen, Umweltschutz“

Dr. Verena Rosauer,
Wirtschaftsingenieurin,
Referatsleiterin
„Asphaltbauweisen“

Bitumen ist ein Erdölprodukt und somit fossilen Ursprungs. Deswegen ist seine Herstellung mit der Emission erheblicher Treibhausgasemengen verbunden und seine Verfügbarkeit als bedeutende Ressource des Straßenbaus begrenzt. Letztere hängt von der Entwicklung der Raffinerieproduktion ab, die wiederum von den Fortschritten bei der Elektromobilität beeinflusst wird.

Damit Bitumen langfristig verwendet werden kann, ist deshalb die möglichst häufige und qualitativ hochwertige Wiederverwendung essenziell, um seine ausreichende Verfügbarkeit sicherzustellen. Für sich daraus ergebende Fragestellungen findet die BAST Antworten und initiiert hierfür entsprechende Forschungsaktivitäten.

2023 wurde die FGSV-Forschungsstudie „Möglichkeiten der vollständigen oder teilweisen Substitution von Bitumen als Bindemittel im Asphaltstraßenbau“ durchgeführt. Dabei wurden bereits verschiedene Produkte aus pflanzlicher oder tierischer Biomasse sowie Speisefetten identifiziert, die in unterschiedlich hohen Mengen dem Bitumen zugesetzt werden könnten.

Kombiniert könnten sie es möglicherweise sogar ersetzen. Im nächsten Schritt sind die erfolgversprechendsten Produkte und Produktkombinationen für den teilweisen oder vollständigen Ersatz (Substitution) im Labor eingehend zu untersuchen und die Praxistauglichkeit zu erproben.

Gegenwärtig prüft die BAST bereits einige ausgewählte marktverfügbare Produkte hinsichtlich ihrer chemischen und asphalttechnischen Eigenschaften. Dabei werden sowohl die Eigenschaften im frischen Zustand als auch im gealterten Zustand betrachtet. Letzterer ist wichtig, um das Gebrauchsverhalten nach längerer Liegedauer anzusprechen und die Möglichkeit zur Wiederverwendung zu bewerten. Diese darf durch die Substitutions-Stoffe nicht erschwert oder gar verhindert werden. 

Bitumen 30/45



Substitut A



Unterschiedliches Haftverhalten von Bitumen 30/45 und einem untersuchten Substituts-Stoff an der Gesteinskörnung nach Prüfung mit dem Rolling-Bottle-Test.

Verbrauch von Primärbaustoffen und Energie im Straßenbau berechnen



Autor:

Michael Sulzbach,
Wissenschaftlicher
Mitarbeiter,
Nachhaltiges Bauen und
Erhalten von Straßen

Die Nachhaltigkeit als Ganzes, aber auch die Nachhaltigkeitsbilanzierung im Straßenbau im Speziellen, gewinnen in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung. Angesichts der Herausforderungen eines sich ändernden Klimas und knapper werdender Rohstoffe ist eine ganzheitliche Bewertung von Straßenbauprojekten unerlässlich. Die Bilanzierung von Primärbaustoffen und Energieverbräuchen ist zu einem Schlüsselement der Nachhaltigkeitsbewertung von Bauprojekten allgemein geworden. Neben der Nutzung als Nachhaltigkeitsindikatoren, um die Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie (kurz: DNS) für den Straßenbau umzusetzen, können diese Verbräuche auch als wichtige Entscheidungshilfe in Verwaltung und Industrie herangezogen werden.

Für die Umsetzung einer solchen Bilanzierung ist es sinnvoll, sich auf die im Straßenbau eingesetzten Baustoffe und ihre entsprechenden Energieverbräuche zu beschränken. Faktoren wie Dauerhaftigkeit, Belastungsklassen und eine Abgrenzung zwischen den Bauweisen werden mitgedacht. Sie werden aber nicht weiter verfolgt, da die Qualität der Straße und ihre technischen Parameter bereits über die Regelwerke festgelegt werden.

Für eine entsprechende Datenauswertung ist es wichtig, bestimmte Randbedingungen zu bestimmen. So sind die Zusammensetzung des Oberbaus, der dazugehörige Anteil an Recyclingmaterial, die exakten Dimensionen (Schichtdicken, Breiten, etc.) und Raumdichten wichtige Kennwerte für die weiteren Schritte. Es gibt Ansätze, wie die entsprechenden Daten vorläufig erhoben werden können. Eine zentrale und vor allem vollständige Datenbasis für die Mengen der im Straßenbau eingesetzten Baustoffe ist aufgrund fehlender Statistiken derzeit jedoch nicht zu erzeugen. Grundlagen wie die Aufbaudatenbank der BAST, gemeldete Rückstellproben im Zement- bzw. Betonbereich oder Datenmeldungen der Autobahn-Gesellschaft sowie der Bundesländer liefern hier jeweils nur Teilinformationen. Darüber hinaus gibt es bisher keinen Datenbestand, der eine unmittelbare Differenzierung hinsichtlich der verschiedenen Straßenkategorien zulässt.

Zukünftig sind durch die voranschreitende Digitalisierung vollständigere und präzisere Daten zu erwarten (Stichwort: Building Information Modelling (BIM)). Unabhängig von der gewählten (angenäherten) Datenbasis sollten Werte zu den genutzten Asphalt- und Betonmengen, aber auch zu den Grundstoffen Gesteinskörnung, Bitumen, Asphaltgranulat und weiterer Recycling-Baustoffe vorliegen. Diese können entsprechend aufgelistet und aufsummiert werden. Neben der direkten Aussage des



Primärbaustoffe und Energie spielen im Straßenbau eine wichtige Rolle.

Quelle: ABCDstock / stock.adobe.com

Primärbaustoffverbrauchs kann auf diesem Wege auch die Recyclingquote bestimmt werden. Diese liegt seit vielen Jahren auf einem sehr hohen Niveau, kann aber bei entsprechender Qualitätssicherung insgesamt noch gesteigert werden.

Um auch die Energieverbräuche auszuwerten, sind neben den reinen Mengen der Primärbaustoffe auch produktspezifische Energiekennwerte notwendig. Solche Kennwerte wurden im Zuge eines laufenden Forschungsprojekts der BAST zum Thema Nachhaltigkeitspotenziale ermittelt. Innerhalb dieses Forschungsprojekts wurde der gesamte Lebenszyklus einer Bundesautobahn beleuchtet. Für die Darstellung der Energieverbräuche des Baus muss diese Betrachtung hingegen wieder redu-

ziert werden, da die Nutzungsphase in diesem Fall nicht zur Anwendung kommt. Ein Ansatz der Energieverbräuche auf den Transportwegen hin zu den Mischwerken und anschließend zu den Baustellen ist hierbei ebenso möglich wie zwischen erneuerbaren und nicht erneuerbaren Energiequellen zu unterscheiden. Für die abschließende Bildung des Indikators müssen die Mengen dann mit den Energiekennwerten multipliziert und für alle Baustoffe aufsummiert werden.

Dieses nur auf den ersten Blick recht simple Vorgehen liefert einen sehr wichtigen Informationsbaustein und trägt dazu bei, einen verantwortungsbewussten Umgang mit Ressourcen im Straßenbau zu unterstützen. 

Wirtschaftlichkeit von Betonstraßen



Autorin:

Janin Kuhnsch,
M. Sc. Baustoffingenieurwissenschaften, RRin,
Betonbauweisen

Die Nutzungsdauer einer Fahrbahndecke aus Beton lässt sich mit Hilfe des Verfahrens zur Bewertung der strukturellen Substanz des Oberbaus (Substanzbewertung) prognostizieren. Durch den Vergleich unterschiedlicher Varianten kann anschließend die Wirtschaftlichkeit einer Bauweise quantifiziert werden. Ein entsprechendes Verfahren wurde entwickelt und systematisch bei 8 Baulosen angewendet. Die ausgeführte Betondecke wurde dabei entweder nach den RStO oder den RDO Beton dimensioniert. Relevante Kenngrößen, die Einfluss auf die Substanz- und/oder Gebrauchseigenschaften haben, wurden ermittelt und definiert.

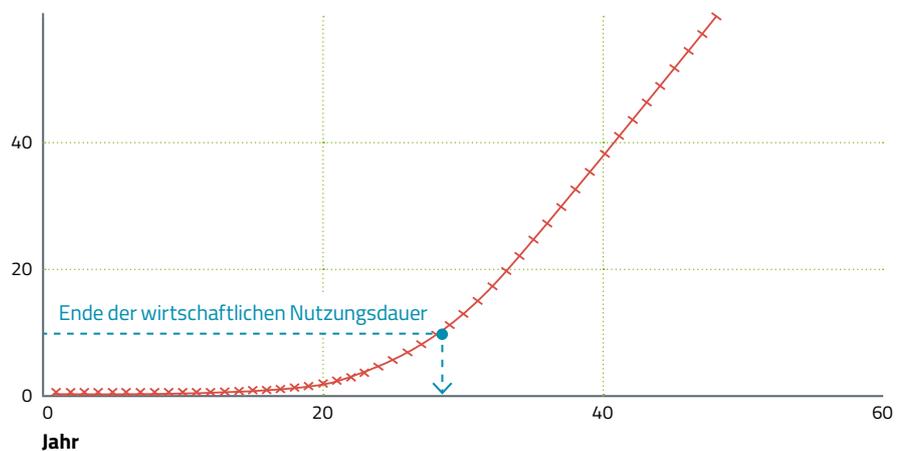
Bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wurde folgend vorgegangen:

1. Bestimmung von Substanzkennwerten
2. Prognose der zeitlichen Entwicklung der Nutzungsdauer (Ausfallrate 10 Prozent)

3. Prognose der zeitlichen Entwicklung der Performance-Kenngrößen im Nutzungszeitraum
4. Ermittlung der erforderlichen Erhaltungsmaßnahmen im Nutzungszeitraum
5. Monetarisierung und Vergleich der Bau- und Erhaltungskosten

Wie gut ein Straßenbeton den Belastungen aus Verkehr und Witterung widerstehen kann, ist abhängig von seinen Substanzeigenschaften. Daher wurden an 8 Neubaumaßnahmen strukturelle und baustofftechnische Kennwerte ermittelt, die als Grundlage für die Berechnung der Ausfallrate dienen. Anhand quantifizierbarer Substanzzustandsgrößen (etwa Spaltzugfestigkeit) können im Kontext der Belastungen aus Verkehr und Witterung Substanzkenngrößen (zum Beispiel Verlauf der Ausfallrate) gewonnen werden.

Anteil gerissener Platten (%)



Exemplarische Darstellung der zeitlichen Entwicklung der Ausfallrate eines BAB-Abschnittes.

Gebrauchseigenschaft	Performance-Kenngröße	Parameter
Ebenheit	Längsebenheit	Unebenheitsmaß IRI
Griffigkeit	Griffigkeit	Seitenkraftbeiwert $\mu_{SKM,80km/h}$
Geräuschemission	Straßendeckschichtkorrektur DSD	Schalldruckpegel CPX, SPB
Rollwiderstand	Kraftstoffverbrauch	Zeitreihen für die Längsebenheit und Textur

Übersicht über Gebrauchseigenschaften, deren Performance-Kenngrößen sowie Messparameter für die Lebensdauerprognose.

Diese Substanzkenngrößen beeinflussen wiederum den zeitlichen Verlauf der Performance-Kenngrößen der Gebrauchseigenschaften (etwa Ebenheit). Die entwickelte Ausfallrate ergibt sich aus der berechneten strukturellen Substanz.

Mit Hilfe der Substanzbewertung konnte die Nutzungsdauer jedes Bauloses bis zum wirtschaftlichen Nutzungsausfallzeitpunkt ermittelt werden. Ab diesem Zeitpunkt übersteigen die Erhaltungskosten die einer grundhaften Erneuerung.

Neben den notwendigen Erhaltungsmaßnahmen für die Substanz (zum Beispiel Fugenpflege) werden auch die baulichen Maßnahmen zur Erhaltung der Gebrauchseigenschaften berücksichtigt. Um den erforderlichen Turnus abschätzen zu können, wurde der Verlauf der wesentlichen Performance-Kenngrößen anhand praxisorientierte Messparameter prognostiziert.

Bei 4 Abschnitten wurde ein zusätzliches Grinding berücksichtigt, da die Grenzwerte für das Reifen-Fahrbahn-Geräusch und/oder für die Griffigkeit während der Nutzungsdauer erreicht wurden. Da diese Maßnahme einen Einfluss auf die Substanz haben kann, wurde die Entwicklung der Ausfallrate neu bestimmt.

Im weiteren Verlauf wurden die Ergebnisse monetär bewertet und verglichen. Dabei wurden die anfänglichen Baukosten und die erforderlichen Erhaltungskosten zum Ansatz gebracht. So konnten durchschnittliche Gesamtkosten pro Jahr und Kilometer miteinander verglichen werden. Die Kosten der RStO-Baulose streuen deutlich mehr und liegen im Niveau über denen der RDO-Baulose. Der Hauptgrund für die wirtschaftlichen Vorteile der RDO-Baulose liegt in den besseren bautechnischen Anforderungskriterien, die bereits in der Planungsphase aufgestellt und in der Ausschreibung berücksichtigt wurden. 

Ingenieurbauwerke klimaneutral und ressourcenschonend bauen und betreiben



Autoren:

- 1 Dr. Heinz Friedrich,**
Bauingenieur,
Referatsleiter „Stahlbau, Korrosionsschutz, Brückenausstattung“
 - 2 Dr. Kalliopi Anastasiadou,**
Bergbauingenieurin,
Tunnel- und Grundbau,
Tunnelbetrieb,
Zivile Sicherheit
 - 3 Dr. Iris Hindersmann,**
Geografin,
Stahlbau, Korrosionsschutz,
Brückenausstattung
 - 4 Stefan Staub,**
Geograf,
Grundsatzfragen der
Bauwerkserhaltung
 - 5 Sonja Nieborowski,**
Maschinenbauingenieurin,
stellv. Referatsleiterin
„Grundsatzfragen der
Bauwerkserhaltung“
- Eckhard Kempkens,**
(nicht im Bild)
Dipl.-Ing.,
Betonbau

Planung, Bau, Betrieb und Rückbau von Straßeninfrastruktur müssen einen aktiven Beitrag liefern, um die Treibhausgasemissionen, Ressourcenverbräuche sowie weitere negative ökologische, ökonomische und soziale Auswirkungen bestmöglich zu verringern. Die Bilanzierung und Analyse der Nachhaltigkeit gewinnen somit immer weiter an Bedeutung. Im Rahmen der Zielvereinbarung zwischen dem Bundesministerium für Digitales und Verkehr und der Bundesanstalt für Straßenwesen vom Januar 2023 wurde unter anderem das Ziel festgelegt, ein Forschungskonzept im Hinblick auf das klimaneutrale und ressourcenschonende Bauen und Betreiben von Ingenieurbauwerken zu erstellen.

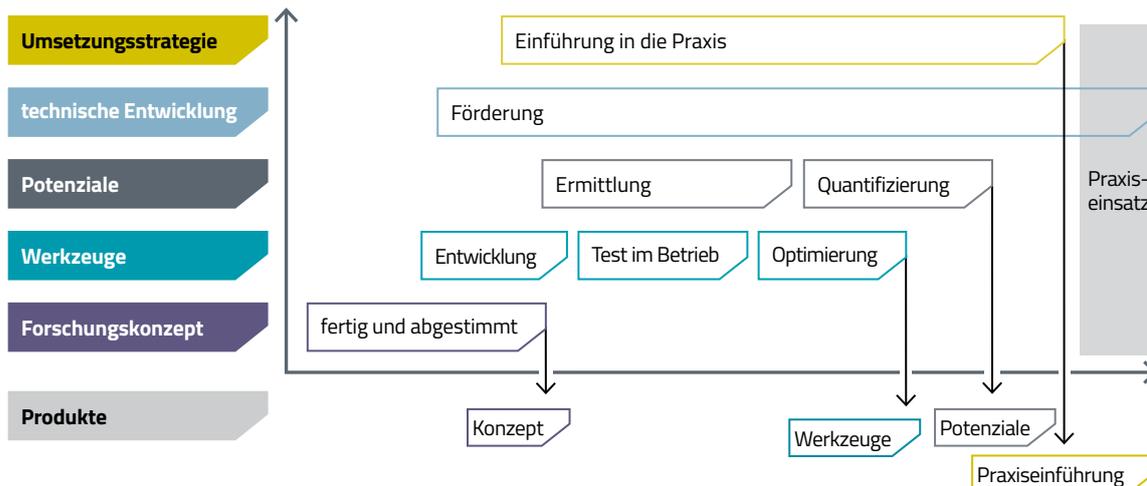
Grundlagen

Geplante Arbeiten im Forschungskonzept bauen auf existierenden, umfangreichen Forschungsergebnissen sowie bewährten Lösungen auf. Die Berücksichtigung des Nachhaltigkeitsgedankens im Bauwesen

manifestiert sich in der Einbeziehung der 3 Säulen Ökonomie, Ökologie und Soziales in den Entscheidungsprozess. Hierbei wurden in verschiedenen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten aber auch in der Praxis spezifische Indikatoren entwickelt und erste Ansätze erarbeitet, die eine Messung von Sachverhalten innerhalb einer oder mehrerer Säulen im Rahmen einer Nachhaltigkeitsbilanzierung ermöglichen. Es wird deutlich, dass passende Indikatoren identifiziert werden müssen, die über den kompletten Lebenszyklus hinweg messbar machen, welche Lösungen und Maßnahmen langfristig effizient sind. Digitale Methoden können als Unterstützung dienen, notwendige Daten für die Nachhaltigkeitsbilanzierung zu erfassen und digital zu speichern. Im Rahmen des Building Information Modelling können aus dem Bauwerksmodell beispielsweise die zur Abschätzung der Nachhaltigkeit notwendigen Massen und Informationen zu den eingesetzten Materialien entnommen werden.

Forschungskonzept

Im Rahmen des Forschungskonzepts wurde ein Arbeitsprogramm zur Erreichung des Ziels „Klimaneutrales und ressourcenschonendes Bauen und Betreiben von Ingenieurbauwerken“ aufgestellt. Das Bild strukturiert die Arbeiten von der Erstellung des Forschungskonzepts bis zur Umsetzungsstrategie.



Ablaufdiagramm zum Arbeitsprogramm im Rahmen der Forschung.

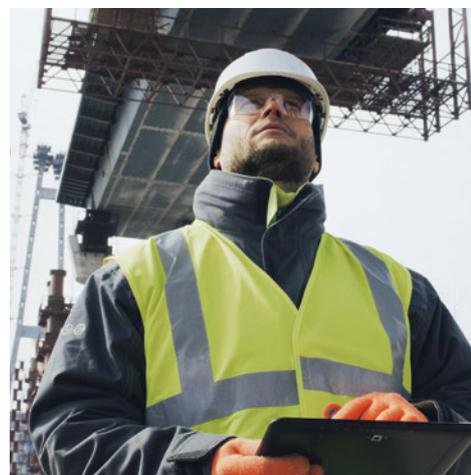
Werkzeuge zur Nachhaltigkeitsbilanzierung werden auch im Rahmen von BAST-Veranstaltungen mit dem Ziel des Erfahrungsaustauschs mit maßgeblichen Akteuren sowie in Forschungsprojekten erarbeitet.

Unter Berücksichtigung der Werkzeuge sind Kriterien im Lebenszyklus von Bauwerken zur Ökobilanzierung, Quantifizierung der Kosten und Analyse der sozialen Aspekte zukünftig quantitativ darzustellen. Auf diesem Weg können spezifische Nachhaltigkeitspotenziale mit der größten Wirkung identifiziert werden. Nachhaltigkeitspotenziale liegen etwa auf belastbaren Lebensdauerbewertungen von Betonen oder auf der Lebensdauererweiterung von Bestandsbauwerken beispielsweise durch die Ausnutzung vorhandener Tragfähigkeitsreserven. Mit Hilfe der Förderung technischer Entwicklungen können Materialien, Konstruktionen sowie Prozesse bei Bau und Betrieb im Hinblick auf Ressourcenschonung, Minderung der (THG-) Emissionen und der Energieverbräuche optimiert, weiterentwickelt und erprobt werden.

Ziel der Umsetzungsstrategie ist die Entwicklung von Nachhaltigkeitsnachweisen (Ökologie, Ökonomie, Soziales) in Analogie zu den Bemessungsnachweisen (Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit, et cetera).

Es sollen Vorschläge erarbeitet werden, wie diese Nachweisformate ins Regelwerk integriert werden können.

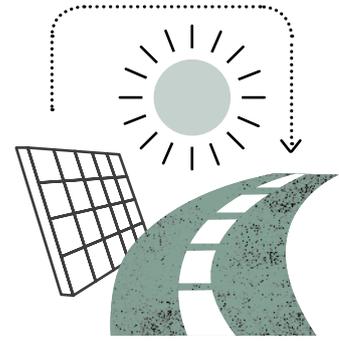
Insgesamt wird die Forschung fortlaufend an aktuelle Entwicklungen und Anforderungen angepasst. Insofern zeigt das Forschungskonzept einen aktuellen Stand auf. Es wird ein Beitrag zu einer leistungsfähigen, verfügbaren und resilienten Verkehrsinfrastruktur sowie deren langfristige Verbesserung insbesondere durch prädiktives Infrastrukturmanagement und nachhaltiges Bauen geleistet. ▀



Ingenieurbauwerke sollen möglichst ressourcenschonend gebaut und betrieben werden.

Quelle: Framestock / stock.adobe.com

3. Nachhaltiger Energieeinsatz



Für eine stabile und autarke Energiestruktur, auf Basis klimaneutral erzeugter Energie, ist auch die Straßenverkehrsinfrastruktur gefordert.

Bauwerke und Flächen bieten beträchtliche Potentiale zur Energieerzeugung. Diese sind mit primären und sekundären Nutzungsansprüchen wie Leichtigkeit des Verkehrs, Betriebssicherheit und Naturschutz in Einklang zu bringen. Für ein flexibles und resilientes Energiesystem muss die benötigte Energie bedarfsgerecht erzeugt, intelligent gespeichert sowie zielgerichtet und möglichst lokal bereitgestellt werden. Dekarbonisierung ist auch im Zusammenspiel zwischen Infrastruktur und Verkehr ein Schlüsselbegriff.

Die Umsetzung betrifft sowohl die Verkehrsplanung als auch den Betrieb. Angesichts der dynamischen Entwicklung sind entsprechende Innovationen von Produkten und Abläufen aus technischer Sicht zu beurteilen, mögliche Umsetzungshemmnisse abzubauen und technische Regelwerke anzupassen. Weiterhin sind Plattformen zu schaffen, die den notwendigen fachlichen Austausch des Verkehrs- mit dem Energiesektor ermöglichen.

Nachhaltiger Straßenbetrieb



Autoren:

- 1 **Dr. Markus Auerbach**,
Physiker und
Gesangspädagoge,
Klimaschutz, Nachhaltigkeit,
Verkehrsstatistik
- 2 **Karam Alhassan**,
M. Sc. Nachhaltige
Energieversorgung,
Klimaschutz, Nachhaltigkeit,
Verkehrsstatistik
- 3 **Horst Badelt**,
Dipl.-Ing.,
Verkehrsbeeinflussung
und Straßenbetrieb
- 4 **Karen Scharnigg**,
Dipl.-Ing. Bauingenieurin,
Verkehrsbeeinflussung
und Straßenbetrieb

Der Straßenbetriebsdienst trägt wesentlich zur Sicherheit und Leistungsfähigkeit des Verkehrs bei. Dabei kommt viel Technik zum Einsatz, die entsprechende Energie benötigt. Große Posten stellen der Betrieb der Meistereigebäude und der Fahrzeuge dar. Hier können jährlich bis zu 100.000 l Heizöl und Kraftstoff pro Meisterei anfallen. Diese Energieträger sollen durch effiziente und CO₂-neutrale Energienutzung ersetzt werden. Die BASt unterstützt diesen Prozess durch umfangreiche Forschungsaktivitäten.

Kompakte Meistereigebäude mit guter Wärmeisolierung und der Einsatz von Wärmepumpen können die Energieeffizienz der Gebäude zukünftig erheblich erhöhen. Weiterhin kann Regenwasser für die Herstellung von Salzsole zur Glättebekämpfung

genutzt werden. Das spart viel Tausalz und beeinflusst weniger die Umwelt.

Neben erhöhter Energieeffizienz können die Meistereien die benötigte Energie grundsätzlich auch selbst erzeugen. Die Dächer der Meistereigebäude bieten Platz für Photovoltaikanlagen. Berechnungen zeigen, dass der Energiebedarf für die Gebäude und Fahrzeuge zu einem großen Teil durch Eigenproduktion gedeckt werden kann. Hierbei wird die Energie aber nicht immer zu den Zeiträumen erzeugt, in denen sie benötigt wird. Durch geeignete Energiespeicher lassen sich hier in vielen Fällen wirtschaftliche Lösungen ableiten.

Für den Fahrzeugbetrieb stehen verschiedene alternative Energien zur Verfügung. Besonders unter Extremereignissen kommt es jedoch auf eine hohe Verfügbarkeit der Fahrzeuge – im Winterdienst – an. Eine schnelle Energiebetankung ist hier unabdingbar. Wie alternative Antriebe für solche schweren Fahrzeuge umzusetzen sind, soll ausgehend von erarbeiteten Grundkonzepten demnächst praktisch untersucht werden.



Weitere Informationen zum Straßenbetrieb finden Sie hier.

Antriebstechnologie	2023	2030
Batterieelektrisch	<ul style="list-style-type: none"> ● Fhz. kommen in Serie → erste Fhz. mit Rw. → 500 km ● Öffentliches Ladenetz bis 300 kW 	<ul style="list-style-type: none"> ● Zunehmende Modell- & Reichweitenvielfalt ● Ausbau öffentliches Ladenetz: Mega-Charging bis 1.000 kW
E-Fuel	<ul style="list-style-type: none"> ● Diesel-LKW ohne zusätzliche Modifikationen ● Kraftstoff als Re-Fuels verfügbar; reine E-Fuels nicht verfügbar & Lieferbarkeit nicht absehbar 	
Bio-Gas (CNG, LNG)	<ul style="list-style-type: none"> ● Fahrzeuge verfügbar; Rw. → 1.000 km ● Wachsendes öffentliches Tankstellennetz; CO₂-Footprint: reines Biogas? 	
H₂-Verbrenner	<ul style="list-style-type: none"> ● Forschungsprojekte & erste Prototypen, kein einheitlicher Standard: 350 vs. 700 bar ● nicht flächendeckend; wenige Tankstellen für NFZ geeignet 	<ul style="list-style-type: none"> ● Erste Serienmodelle mit 700 bar ● Weiterer Ausbau; Welche Technologie? Grüner H₂ verfügbar?
Brennstoffzellen elektrisch	<ul style="list-style-type: none"> ● Erprobung der Fahrzeuge: einzelne Serienfahrzeuge ● Nicht flächendeckend: Nutzung für NFZ eingeschränkt 	<ul style="list-style-type: none"> ● Weitere Modelle angekündigt; Herausforderung: Welche Technologie? 350 vs. 700 bar flüssig vs. gasförmig ● Weiterer Ausbau: Welche Technologie? Grüner H₂ verfügbar?

Eingeschätzter Stand der Entwicklungen alternativer Antriebe für Lkw – heute und für das Jahr 2030.

Quelle: Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT

Temperierte Straßen auf dem duraBAST



Autorin:

Gudrun Golkowski,
Dipl.-Ing.,
kommissarische Referats-
leiterin „Betonbauweisen“

Einen bedeutenden Baustein des nachhaltigen Handelns stellt die energetische Funktionalisierung der Straßeninfrastruktur dar. Die Anwendung neuer Technologien, hier temperierte Straßen, soll Beiträge für eine energieeffiziente Nutzung der Straßeninfrastruktur liefern.

Durch die Temperierung kann die Nutzungsdauer des Fahrbahnbelags verlängert werden. So können die Temperaturen der Asphaltsschichten aktiv gesteuert werden. Die Technologie der Temperierung kann dabei auch zur Energiegewinnung genutzt werden. Im Sommer wird dem Fahrbahnaufbau Energie entzogen, welche zum Beispiel eingesetzt werden kann, um Häuser zu klimatisieren. Die entzogene Wärmeenergie kann auch der Straße im Winter zum Heizen (zur Schnee- und Eisfreiheit) wieder zugeführt werden.

In einem Forschungsprojekt wurden hierfür 2 Grundsysteme (Rohrregister und offene durchströmte Zwischenschichten) in verschiedenen Varianten auf dem dura-

BAST gebaut und untersucht. Erste Auswertungen und Energiebilanzrechnungen lassen erwarten, dass der Energiegewinn im Sommer deutlich größer ausfällt als der Energiebedarf zum Heizen des Fahrbahnbelags im Winter.

In einem weiteren Projekt wurde der Einsatz einer thermoaktiven Fahrbahn mit einer optimierten Einbautechnologie (Power Road®) für einen Autobahnaufbau hinsichtlich ihres mechanischen Verhaltens untersucht. Die Versuchsstrecke wurde hierfür mittels des Mobile Load Simulators (MLS30) der BAST belastet. Dieser simuliert Überrollungen des Schwerverkehrs. Die Untersuchungen haben gezeigt, dass die Power Road® Technologie für eine Nutzung der Wärmeenergie aus der Straße eingesetzt werden kann.

Auf dem duraBAST konnten verschiedene Technologien erprobt werden, die den Nachweis für einen erfolgsversprechenden Einsatz vor Ort erbracht haben und einen Beitrag zur Gewinnung erneuerbarer Energien leisten. 



1 Einbau der Technik in die Fahrbahn **2** Die Technologie hält die Straße im Winter frei von Schnee und Eis.

Ein Photovoltaik-DACH für die Autobahn



Autor:

Dr. Markus Auerbach,
Physiker und
Gesangspädagoge,
Klimaschutz, Nachhaltig-
keit, Verkehrsstatistik

Auch der Verkehrssektor soll dabei helfen, Treibhausgasemissionen zu verringern. Hierbei kann die Verkehrsinfrastruktur selbst einbezogen werden, indem sie vorhandene Energie effizienter und erneuerbare Energie verstärkt nutzt, diese bei Bedarf lokal speichert und dem Verkehr zur Verfügung stellt.

Das Ziel des deutsch-österreichisch-schweizerischen Forschungsprojekts PV-SÜD, das im Rahmen der DACH-Kooperation durchgeführt wurde, ist es zu zeigen, dass Photovoltaik-Überdachungen unter realen Verkehrsbedingungen kostengünstig darzustellen und zu bauen sind sowie dauerhaft betrieben werden können. Weiterhin sollen Grundlagen geschaffen werden, um Anwendungspotenziale und -grenzen einzuschätzen sowie bestehende Innovationshemmnisse frühzeitig zu erkennen und bestmöglich zu minimieren.

Dafür wurde zunächst ein Konzept erstellt, wie solche Anlagen konstruktiv ausgeführt werden müssen, um alle sicherheitstechnischen und bautechnischen Anforderungen an einer Autobahn zu erfüllen. Die wesentlich höheren technischen Anforderungen von Tunneln oder Einhausungen sollten dabei vermieden werden.

2023 wurde auf der Raststätte Hegau-Ost an der A 81 in Baden-Württemberg ein Demonstrator errichtet. Dieser ist ein 12 mal 14 Meter großes Dach aus PV-Modulen, das etwa 5,50 Meter über der Durchfahrgasse der Rastanlage auf einer Stahlkonstruktion aufgebaut ist. Zahlreiche konstruktive und sicherheitstechnische Aspekte wurden beachtet, etwa kritische Abstände zur Fahrbahn und Anpralllasten für die Stützen. Es ist zu erwarten, dass eine Markteinführung über fließendem Verkehr zunächst an neuralgischen Punkten und sektoral durchgeführt wird, etwa an Raststätten, Tunnelportalen oder Brücken. Insbesondere die Nähe zu Stromabnehmern (etwa Tunneln) wird die Standortwahl prägen.

Im Juni 2023 verschaffte sich Bundesminister Dr. Volker Wissing vor Ort einen Eindruck über den Demonstrator. Dabei betonte er, dass Photovoltaik an und auf Bundesfernstraßen für die Bundesregierung ein wichtiger Schritt auf dem Weg zur Klimaneutralität ist. 



PV-Überdachung an der BAB A 81 Tank & Rastanlage Hegau-Ost.

Einsatz regenerativer Energien im Tunnelbetrieb



Autoren:

- 1 Christof Sistenich,**
Bergbauingenieur,
stellv. Referatsleiter
„Tunnel- und Grundbau,
Tunnelbetrieb,
Zivile Sicherheit“
- 2 Tim Hochstein,**
M.Sc., Ingenieurgeologe,
Tunnel- und Grundbau,
Tunnelbetrieb,
Zivile Sicherheit

Für den sicheren und widerstandsfähigen (resilienten) Betrieb von Straßentunneln wird im Vergleich zu anderen Infrastrukturbauwerken viel Energie benötigt. Innerhalb des Tunnels wird sie beispielsweise für Beleuchtung und Belüftung verwendet. Außerhalb werden Betriebsgebäude klimatisiert und Serveranlagen mit Energie betrieben. In den letzten Jahren rücken immer mehr Nachhaltigkeitsziele wie reduzierte CO₂-Emissionen (Dekarbonisierung) beim Betrieb in den Fokus. Hierfür werden neben einem optimierten Energieverbrauch (zum

Beispiel energieeffiziente Beleuchtung) auch Nutzungspotenzial von regenerativen Energien untersucht.

Für Straßentunnel nutzbare regenerative Energieformen sind vorrangig die Geothermie und Photovoltaik. Bei der Geothermie wird die durch den Tunnel verfügbar gemachte thermische Energie des Baugrunds verwendet. Im Falle von Photovoltaik werden ungenutzte, aber versiegelte Freiflächen, wie Gebäudedächer oder Lärmschutzzeinhäusungen, zum Aufstellen der Module genutzt. Um das geothermische Potenzial an deutschen Straßentunneln zu ermitteln, hat die BASt in der Vergangenheit bereits mehrere Studien durchgeführt. Ergebnisse dieser Studien waren Anwendungen an den Tunneln Füßen sowie Rennsteig und eine Implementierungshilfe, welche sich an die Straßenbauverwaltungen und Planer richtet. Um das Potenzial von Photovoltaik hinsichtlich eines agilen Energiemanagements hin zu einem autarken Tunnel zu identifizieren, sind bei der BASt mehrere Studien in Vorbereitung.



PV-Anlage auf der Einhausung Unterweißenbach an der BAB A93 bei Selb.

Quelle: Autobahn GmbH, NL Nordbayern

Energie für den Eigenverbrauch zu produzieren und gegebenenfalls auch zu speichern, kann einen (begrenzten) Weiterbetrieb von Tunneln aber auch anderer Infrastruktur bei einem Stromausfall ermöglichen. Deswegen ist der Einsatz regenerativer Energien im Tunnelbetrieb sowohl ein Beitrag zum nachhaltigen als auch zum sicheren und resilienten Betrieb der Straßeninfrastruktur. 

PV-Potenziale an Bundesfernstraßen bestimmen



Autoren:

- 1 Dr. Markus Auerbach,**
Physiker und
Gesangspädagoge,
Klimaschutz, Nachhaltigkeit,
Verkehrsstatistik
- 2 Britta van Dornick,**
Geographin,
Klimaschutz, Nachhaltigkeit,
Verkehrsstatistik

Im Auftrag der BAST wurden die Größenordnungen von verschiedenen Potenzialen bestimmt, um photovoltaischen Strom an Bundesfernstraßen zu gewinnen.

Untersucht wurde hierzu die Eignung von Straßenbegleitflächen, Lärmschutzwällen und -wänden, Flächen auf Rastanlagen und Dachflächen von anliegenden Gebäuden.

Relevante Bauwerksdaten aus den Bundesländern, Geländemolldaten des Bundesamts für Kartographie und Geodäsie, OpenStreetMap-Daten sowie Daten aus BiSstra bildeten die Grundlage für die räumlichen Analysen des ermittelten Flächenpotenzials. Sie wurden mit bewährten Modellen der Ertragsberechnung unter Berücksichtigung weiterer Faktoren, zum Beispiel dem Vorhandensein von Netzverknüpfungspunkten, ergänzt.

Die Ergebnisse sind keine Bewertung einzelner Flächen, sondern eine Gesamtabschätzung auf nationaler Ebene. Insbesondere lokale Faktoren, wie Eigentumsverhältnisse der Flächen und damit einhergehende Zuständigkeiten, aber auch die Nutzung von Flächen als Ausgleichsflächen sowie Sicherheitsaspekte, konnten nicht berücksichtigt werden. Daher lassen sich damit keine genauen absoluten Potenziale ableiten, sehr wohl aber die Größenordnungen der Flächenpotenziale.

Der erzeugte Datensatz mit der Georeferenzierung der Potenzialflächen ist ein wichtiges Werkzeug, um das ermittelte Potenzial zu erschließen und die weitere Vorgehensweise festzulegen. Auch wenn finale Aussagen zu jeder Fläche nur durch eine entsprechende Detailplanung eines Anlagenplaners getroffen werden können, sind über den Datensatz sinnvolle Vorauswahlen, räumliche Clusterungen oder Priorisierungen möglich. 



Darstellung der Potenziale auf Flächen an einer BAB.

Quelle: IP Syscon, Fraunhofer ISE

Mit Verkehrsplanung das Klima schützen



Autoren:

- 1 Dr. Simon Hummel,**
Dr.-Ing., Verkehrsingenieur,
Straßenentwurf,
Verkehrsablauf,
Verkehrsregelung
- 2 Dr. Lutz Pinkofsky,**
Dr.-Ing.,
Leiter der Abteilung
„Straßenverkehrstechnik“

Im Straßenverkehr kann eine veränderte Fahrzeugflotte auf – mehr Treibhausgas (THG)-neutrale Antriebe – einen großen Anteil dazu beitragen, THG-Emissionen zu verringern und damit nationale Zielvorgaben bis 2030 zu erreichen.

In diesem Kontext wurde in der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V. (FGSV) unter umfangreicher Mitwirkung der BAST eine Adhoc-Gruppe mit der Aufgabe betraut, die Einflussmöglichkeiten der Verkehrsplanung auszuarbeiten, um insbesondere auch den Endenergieverbrauch zu senken.

Dazu wurden 200 FGSV-Veröffentlichungen auf diese Aspekte gesichtet. Ergebnis sind die „Empfehlungen zur Anwendung und Weiterentwicklung von FGSV-Veröffentlichungen im Bereich Verkehr zur Erreichung von Klimaschutzziele“ (E Klima).

3 Handlungsfelder wurden identifiziert. Planer sollten verstärkt mit überregionalen Verkehrsentwicklungsplänen arbeiten. So können Verbindungen des Öffentlichen Verkehrs (ÖV) und der Aktiven Mobilität mit hohem Potenzial erkannt und überprüft werden. Die beiden Handlungsfelder Straßenentwurf und Verkehrsmanagement geben Hinweise, wie Verkehr mit geringen THG-Emissionen vor Ort gestärkt und bevorzugt werden kann. Insgesamt wird damit erstmalig ein Handlungsrahmen für eine klimafreundlichere und den Endenergieverbrauch senkende Verkehrsplanung dargestellt. Die E Klima bieten damit auch eine klare Orientierungshilfe, sowohl bei der Anwendung als auch bei der notwendigen Weiterentwicklung der entsprechenden technischen Regelwerke. 



Die Verkehrsplanung soll verstärkt den Öffentlichen Verkehr (ÖV) und die Aktive Mobilität berücksichtigen.

Quelle: [connel_design / stock.adobe.com](https://www.connel_design.com)

Höhere Kapazitäten auf Autobahnen ohne zusätzlichen Platz zu verbrauchen



Autoren:

- 1 **Matthäus Zelazny**,
M. Sc., Bauingenieur,
Straßenentwurf,
Verkehrsablauf,
Verkehrsregelung
- 2 **Karen Scharnigg**,
Dipl.-Ing., Bauingenieurin,
Verkehrsbeeinflussung
und Straßenbetrieb

Das transnationale Forschungsstraßenprogramm der Conference of European Directors of Roads (CEDR) wurde entwickelt, um gemeinsame Interessen nationaler Straßenbauverwaltungen in Europa zu stärken. Zudem soll es das Straßensystem verbessern und seine Infrastruktur als Bestandteil eines nachhaltigen Verkehrssystems fördern.

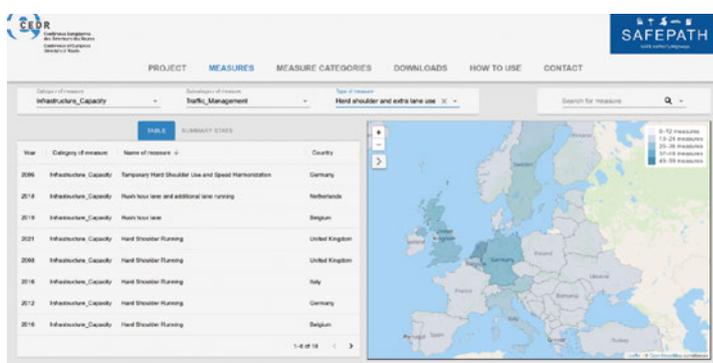
Im Rahmen des CEDR Calls 2019 „Safe Smart Highways“ wurde das Projekt „SAFEPATH“ (SAFE caPAciTy Highways)

durchgeführt. Dabei wurden verschiedene Maßnahmen analysiert, die von den jeweiligen nationalen Straßenbaubehörden umgesetzt werden. Diese sollen die Kapazität von Autobahnen erhöhen, ohne zusätzliche Flächen in Anspruch zu nehmen sowie die Verkehrssicherheit zu beeinträchtigen.

Übergeordnetes Projektziel war, internationale Erfahrungen und Fachwissen verschiedener Straßenbaubehörden zu sammeln, einzuordnen und schließlich in geeigneter Form zugänglich zu machen. Dabei sollten im Projekt SAFEPATH Informationen und Methoden zur Verfügung gestellt werden, die die Auswahl geeigneter Maßnahmen zur sicheren Erhöhung der Kapazität unterstützen.

Neben einem Tool zur Bewertung der Sicherheitsauswirkungen von einzelnen kapazitätssteigernden Maßnahmen (SAFEPATH Impact Indicator Tool) entstanden der Leitfaden „The Practitioners’ Guide to Safe Smart Highways“ und eine Online-Datenbank. Dort sind Maßnahmen aufgeführt und hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Kapazität, die Sicherheit und andere relevante ökologische, finanzielle und gesellschaftliche Faktoren bewertet. Sie dient auch als Literatursammlung zu den aufgeführten Maßnahmen.

Das Verbundforschungsprogramm wurde durch Deutschland sowie durch weitere europäische Staaten unterstützt. 🗇



Eingabemaske des Online-Maßnahmenkatalogs aus dem CEDR-Projekt „SAFEPATH“ (<https://project-safepath.azurewebsites.net>)

Kartenmaterial: OpenStreetMap contributors



Zur Projektseite SAFEPATH

4. Umweltfreundliches Verkehrswesen



Innovative Ansätze und Untersuchungen zur Minderung der Emissionen und Immissionen von Geräuschen, Schadstoffen und Licht sowie der Eingriff in Natur und Landschaft helfen, Verkehr und Verkehrsinfrastruktur umweltfreundlich und sicher sowie straßennahe Umgebung lebenswerter zu gestalten. Hierbei ermöglicht der technische Fortschritt sehr leistungsfähiger und dabei nachhaltiger Materialien und Systeme die Minderung von Zielkonflikten. Die Wiederverwendung von Stoffen bietet einen großen Beitrag zu Klimaschutz und Ressourcenschonung. Durch geeignete Maßnahmen kann die Biodiversität gefördert und Lebensräume können nicht nur erhalten, sondern auch (wieder-) vernetzt werden.

Die BASt entwickelt hierfür Bewertungs- und Messverfahren ständig weiter und setzt hoch entwickelte Messeinrichtungen für ihre Untersuchungen ein. So trägt sie zu einem Verkehrssystem bei, welches die Umwelt schätzt und eine verbesserte Lebensqualität verspricht.

Zukünftiges NO_x-Monitoring bei Pkw



Autoren:

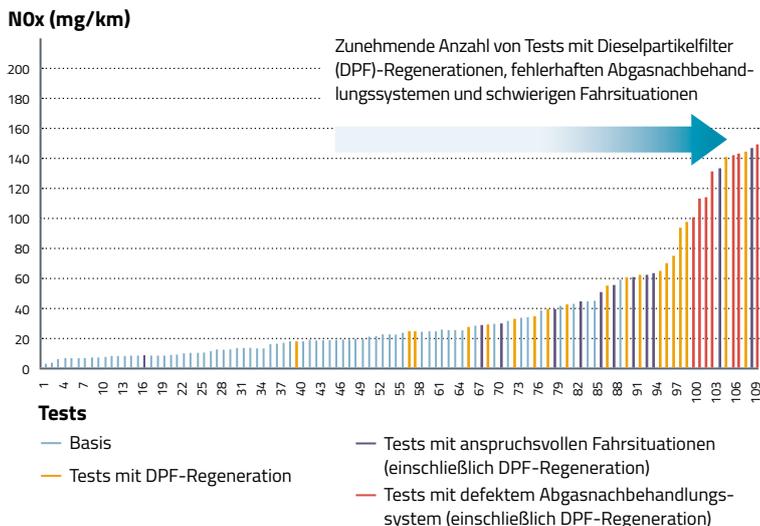
- 1 **Sigrid Limbeck**,
Verfahrensingenieurin,
Emissionen im
Kraftfahrzeugbereich
- 2 **Jörg Seifert**,
Dipl.-Päd.,
Emissionen im
Kraftfahrzeugbereich

Stickoxid-(NO_x)-Emissionen von Kraftfahrzeugen (Kfz) sollen sich über ihre Betriebsdauer nicht unzulässig oder übermäßig erhöhen. Dafür soll zukünftig in der wiederkehrenden Abgasuntersuchung (AU) die ordnungsgemäße Funktion des Abgasnachbehandlungssystems (ANS) geprüft werden.

Im Rahmen einer Studie wurde eine Methode entwickelt, um das ANS hinsichtlich der

Stickoxide zu überprüfen. Dazu wurden 109 Fahrten mit einem Diesel-Pkw durchgeführt. Sie beinhalteten auch Tests mit Fehlfunktionen des ANS sowie mit extremen Fahrsituationen. Die NO_x-Werte des Fahrzeugsensors und der entsprechende Kraftstoffverbrauch wurden aufgezeichnet. Die Auswertung von 109 Fahrten zeigt erwartungsgemäß, dass bei veränderten ANS und extremen Fahrsituationen die Stickoxidwerte stark ansteigen. Für eine weiterführende Auswertung der NO_x-Emissionen der Fahrzeuge wurden die 109 Fahrten aneinandergereiht und in 100 Kilometer Abschnitte unterteilt. Dann wurde der Mittelwert über das Stickoxid/Kraftstoffverhältnis gebildet. Durch diese Auswertung und Auftragung lässt sich ein Schwellenwert definieren, ab dem von einem defekten ANS ausgegangen werden kann. Dieser Wert kann im Rahmen einer Abgasuntersuchung mittels einer On-Board-Diagnose-Schnittstelle ausgelesen werden.

Die Studie zeigt einen Weg auf, der die Prüfung der NO_x-Emissionen von im Verkehr befindlichen Fahrzeugen bei einer AU ermöglicht. Die Messdaten wären bei zukünftigen Fahrzeugen, welche nach der geplanten EURO-7-Abgasnorm zugelassen würden, verfügbar. Sie müssten während des Betriebs des Kfz entsprechend aufbereitet und vorgehalten werden. Es ist geplant die ermittelte Methode in einer weiteren Studie an mehreren Fahrzeugen zu verifizieren.



Stickoxidmessdaten des Versuchsfahrzeugs der Fahrten aufsteigend angeordnet.

Lebenszyklusanalysen als Bewertungsmaßstab für Fahrzeuge und Antriebe



Autor:

Dr. Conrad Piasecki,
Maschinenbauingenieur,
Emissionen im
Kraftfahrzeugbereich

Die ganzheitliche Bewertung der Umweltauswirkungen von Kraftfahrzeugen erfordert belastbare Angaben zu klimarelevanten Emissionen über den gesamten Fahrzeuglebenszyklus. Insbesondere der steigende Marktanteil von Fahrzeugen mit alternativen Antriebstechnologien, wie Elektro und Hybrid, erfordert es, auch solche Emissionsanteile einzubeziehen, die bei der Fahrzeugproduktion und der Kraftstoffherzeugung anfallen. So können unterschiedliche Fahrzeugkonzepte hinsichtlich ihres CO₂-Fußabdrucks objektiv miteinander verglichen werden. Eine Methode ist in diesem Zusammenhang das Life-Cycle-Assessment (LCA), welches solche Emissionsanteile berücksichtigt und so den gesamten ökologischen Fußabdruck eines Fahrzeugs zusammenfasst.

Als Ableger von Euro NCAP hat sich die Initiative Green NCAP zum Ziel gesetzt, die Umweltbilanz aktueller Pkw hinsichtlich des Umweltverhaltens zu bewerten und hierfür eigene Ratingmodelle zu entwickeln. Green NCAP hat unter Beteiligung der BAST ein Tool entwickelt, welches Fahrzeugkäufern ermöglicht, verschiedene Fahrzeugmodelle hinsichtlich der CO₂-Bilanz über den Fahrzeug-Lebenszyklus hinweg zu vergleichen. Das LCA-Tool berücksichtigt dabei die maßgeblichen Treibhausgase Kohlenstoffdioxid, Methan

und Lachgas entsprechend ihrer Klimawirkung und fasst sie zum gebräuchlichen CO₂-Äquivalent zusammen. Zudem können individuelle Faktoren wie die jährliche Fahrleistung und der Einfluss unterschiedlicher Energiemixe (je nach Land innerhalb der EU) bei der Abfrage berücksichtigt werden. 



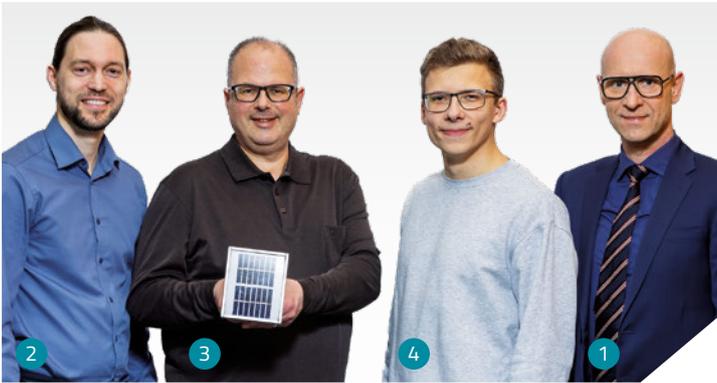
Das LCA-Tool steht auf der Green NCAP Website Nutzern kostenlos zur Verfügung und berücksichtigt die meisten zum Verkauf stehenden Fahrzeuge und Modellvarianten.



Der Fahrzeuglebenszyklus beginnt bereits bei der Produktion.

Quelle: jeson / stock.adobe.com

Neues Roboter-Goniophotometer



Autoren:

- 1 **Dr. Andreas Walkling,**
Lichtingenieur,
Umweltschutz, Immissionen
- 2 **Dr. Max Wagner,**
Dr.-Ing., Physiker und
Ingenieur,
Umweltschutz, Immissionen
- 3 **Michael Fuhrmann,**
staatl. gepr. Elektrotechniker,
Umweltschutz, Immissionen
- 4 **Felix Schäfer,**
Physiklaborant,
Umweltschutz, Immissionen

Lichttechnische Einrichtungen als Teil der Straßenausstattung werden im Straßenraum in vielfacher Ausführung verwendet. Ein wesentliches Merkmal für deren gute Sichtbarkeit ist, in welche Richtung und in welcher Stärke das Licht von der Einrichtung (etwa einer Warnleuchte) selbst ausgesendet wird. Um verschiedene Richtungen messen und prüfen zu können, werden hauptsächlich 2 Verfahren angewendet: Entweder wird ein lichttechnischer Sensor aus verschiedenen Winkeln zu einer festen Leuchte platziert oder die Leuchte gegenüber einem festen Sensor gedreht. Außerdem muss sich der Sensor für die Messung großer Leuchten, wie beispielsweise Wechselverkehrszeichen (WVZ), in einem großen Abstand (30 Meter und mehr) zum Mess- und Prüfobjekt befinden.

Über 30 Jahre war für diese Messung ein sogenannter Leuchtenwender als Goniometer im Einsatz, welcher eine Drehung der Prüfmuster um 2 Achsen ermöglicht. Die für die Messung benötigten horizontalen und vertikalen Winkel konnten mit diesem System direkt angefahren werden. Die Bewegung in seitlicher Richtung oder auch um eine andere Achse war jedoch nicht gegeben.

Der Leuchtenwender wurde im Jahr 2023 von einem Roboter abgelöst. Dadurch sind nun Vorteile der Industrierobotik mit der Genauigkeit eines traditionellen Goniophotometers verbunden. Mittels der erhöhten beweglichen Freiheitsgrade können weitere Koordinatensysteme abgefahren werden, welche beispielsweise für die Messung von Lichtstärkeverteilungen von Straßenleuchten vorgegeben sind.

Die Probephase des neuen Goniophotometers ist 2023 abgeschlossen worden, so dass die lichttechnische Prüfung von großen schweren WVZ zuverlässig möglich ist. In Zukunft sollen auch weiterführende Messungen und Untersuchungen stattfinden. Dabei stehen Fragen der Blendung durch Sonnenreflexionen bei Verkehrszeichen oder verkehrsnahen Photovoltaikanlagen im Fokus. 🗖



Robotisches Goniophotometer mit großem Wechselverkehrszeichengeber in LED-Ausführung.

Mobile Messungen der Luftqualität



Autoren:

- 1 Kombiz Sultani,**
M. Sc., Maschinenbauingenieur,
Umweltschutz,
Immissionen
- 2 Sergej Metzger,**
Physiklaborant,
Umweltschutz,
Immissionen
- 3 Rickmar Seldschopf,**
B. Eng., Umweltingenieur,
Umweltschutz,
Immissionen
- 4 Dr. Marcel Buchholz,**
Physiker,
Umweltschutz,
Immissionen
- 5 Cyrus Schmellekamp,**
Umweltwissenschaftler
und Bauingenieur,
Klimaschutz,
Nachhaltigkeit,
Verkehrsstatistik
- 6 André Sobotta,**
Physiker,
Umweltschutz,
Immissionen

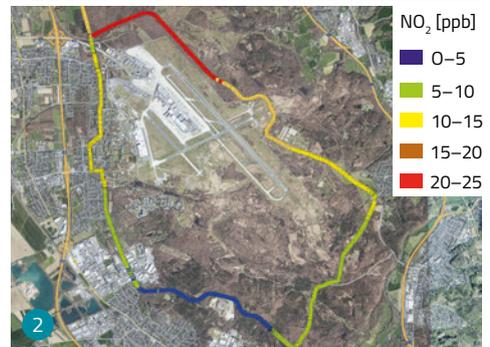
Um die stationären Immissionsmessungen der BAST an der A4 und der A555 zu erweitern, wurde ein Messfahrzeug zur Erhebung von Luftqualitätsdaten entwickelt und 2023 in Betrieb genommen. Es verfügt für den stationären Betrieb über die gleichen eignungsgeprüften Messgeräte zur Messung von Stickoxiden, Ozon und Feinstaub, die auch in den Messstationen eingesetzt werden. Für die mobile Durchführung der Messungen werden weitere Messgeräte mit einer höheren Zeitauflösung von bis zu 1 Hertz eingesetzt. Zudem können sowohl der Rußanteil im Feinstaub als auch Anzahl und Größenverteilung von ultrafeinen Partikeln gemessen werden. Durch die fahrzeugeigene Energieversorgung können autarke Messungen bis zu 12 Stunden durchgeführt werden.

Das Messfahrzeug soll rund um Fragestellungen zur Verteilung, Ausbreitung und Zuordnung von Luftschadstoffen in Ballungsräumen eingesetzt werden. Im Vordergrund steht hierbei die Charakterisierung der Luftschadstoffbeiträge des Verkehrs. Durch regelmäßige Messungen auf ausgewählten Strecken (auch in Tunneln und an Kreuzungen) können Immissions-Hotspots

identifiziert und eine streckenspezifische Luftschadstoffverteilung ermittelt werden.

Im stationären Betrieb kann das Fahrzeug genutzt werden, um mobile Messungen mit Drohnen oder die Evaluation von Minderungsmaßnahmen zur Luftreinhaltung zu unterstützen. Als Datengrundlage für die Modellierung von Luftschadstoffausbreitungen können auch Messungen abseits der Straße durchgeführt werden.

Das Messfahrzeug stellt eine Erweiterung der bisherigen Immissionsmessungen der BAST dar und wird Daten für die Bearbeitung und Beantwortung aktueller Fragestellungen zu verkehrlichen Luftschadstoffimmissionen liefern. 



- 1** Messfahrzeug auf dem Gelände der BAST.
- 2** Beispielhaft ist die mit dem Messfahrzeug aufgenommene NO₂-Konzentration bei einer Fahrt um den Kölner Flughafen dargestellt.

Warum der Fledermaus beim Fliegen helfen?

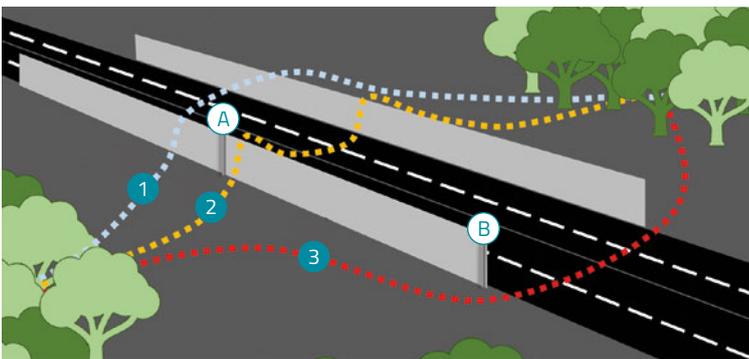


Autorin:

Dr. Pia Bartels,
Wissenschaftliche
Mitarbeiterin,
Klimaschutz,
Nachhaltigkeit,
Verkehrsstatistik

Fledermäuse orientieren sich auf ihren Flugrouten an Leitstrukturen wie Gehölzsäume oder Gewässerränder, die häufig durch Straßen unterbrochen werden. Querend Fledermäuse Straßen in unzureichender Flughöhe, können sie mit dem Verkehr kollidieren. Deswegen und da Fledermäuse streng geschützt sind, müssen Maßnahmen beim Bau und Betrieb einer Straße umgesetzt werden, damit kein erhöhtes Tötungsrisiko für sie besteht. Dafür wurden in der Praxis Überflughilfen¹ installiert, deren funktionale Wirksamkeit bisher nicht hinlänglich geklärt ist. Ziel des Forschungsprojektes war es, das Verhalten von Fledermäusen an Überflughilfen zu untersuchen.

Die Fledermäuse überquerten in 65 Prozent der Fälle in sicherer Höhe, tauchten in 26 Prozent zwischen den Zäunen auf die Fahrbahn ab (unsichere Querung) und umflogen in 9 Prozent die Überflughilfen in unsicherer Höhe. Das Fledermausverhalten an den Überflughilfen wird durch viele Faktoren bestimmt. Ein Zusammenspiel von art- und standortspezifischen Effekten wird angenommen. Die Anflughöhe beeinflusst die Querungssicherheit: Flogen Fledermäuse schon beim Anflug mindestens auf Höhe der Überflughilfe, querten sie zu 88 Prozent in ausreichender Höhe. Flogen sie in unzureichender Höhe auf die Überflughilfe zu, überflogen sie meist die Überflughilfe, um umgehend danach wieder auf unsichere Höhe abzutauchen. Umflüge am Ende der Überflughilfe fanden überwiegend in unzureichender Höhe statt.



Zusammenfassung der verschiedenen Querungsmöglichkeiten an einer Überflughilfe:

- 1 Überflug in sicherer Höhe über die Fahrbahn.
 - 2 Nicht sichere Querung durch „Abtauchen“ auf die Fahrbahn.
 - 3 Nicht sichere Querung der Fahrbahn durch Umfliegen der Überflughilfe.
- (A) und (B): Positionen der Aufnahmetechnik

Die Wirksamkeit von Überflughilfen zur sicheren Querung von Straßen ist im Mittel gegeben. Bei Bewertung und Ausgestaltung ist allerdings eine ganzheitliche Betrachtung notwendig. Eine sichergestellte ausreichende Flughöhe beim Anflug auf die Überflughilfe, etwa durch hohe Pflanzungen, eine zusätzliche Überflughilfe im Mittelstreifen und angrenzende Strukturen an den Enden der Überflughilfe, um Umflüge zu vermeiden, könnten die Wirksamkeit erhöhen. 🗡

¹ In dem Forschungsvorhaben wurden ausschließlich artifizielle Überflughilfen evaluiert, d. h. schmale, mindestens 4 m hohe Maschendrahtzäune auf beiden Seiten und entlang einer Straße. Darüber hinaus können Überflughilfen aber auch als massive Wände oder als natürliche Strukturen (Hecken, Baumreihen) oder als Kombinationen dieser gestaltet werden.

Bauwerke am Wasser vor Wildholz und Co. schützen

Autoren:

Dr. Birgit Kocher,

Geoökologin, Referentin für Boden- und Gewässerschutz, Klimaschutz, Nachhaltigkeit, Verkehrsstatistik

Lennart Meine,

M. Sc. Geographie, wissenschaftlicher Mitarbeiter, Nachhaltiges Bauen und Erhalten von Straßen

Durch ausgebreitete Siedlungsräume und verstärkte landwirtschaftliche Nutzung wurden in den letzten Jahrzehnten immer mehr natürliche Retentionsräume – Gebiete, in denen zeitweilig Wasser zurückgehalten werden kann – an Bächen und Flüssen in Anspruch genommen. Zusammen mit Gewässerregulierungen führt das zu einer Abflussverschärfung, weswegen größere und beschleunigte Hochwasserspitzen auftreten.

Zunehmende Dürreperioden und Starkregen verändern bisher stabile Vegetationsgesellschaften, vor allem in Wäldern.

Tiefliegende Verdichtungen in den Böden nehmen zu, verringern die Versickerungsfähigkeit und erhöhen die Abflüsse von diesen Flächen. Die 2 Dürrejahre 2019 und 2020 haben große Mengen Bodenmaterial und Wildholz transportabel gemacht, die nachfolgenden Extremniederschläge haben sie aus ihren Ursprungsgebieten ausgetragen.

Diese Prozesse betreffen auch Straßen, Brücken und Durchlässe. Wildholz ist ein bedeutender Einflussfaktor für Überflutungen. Durch Starkregen, Verklausungen an Bauwerken und Engstellen des Gewässers oder durch direkten Anprall an Objekten besteht ein hohes Risiko für Bauwerke, Verkehrswege und Personen. Aufgrund des Bodenabtrags aus den betroffenen Gebieten geht Bodenvolumen als Speichermedium für Niederschläge und als Wurzelraum verloren. Die Dürregefährdung erhöht und der Erosionsschutz verschlechtert sich. Es entsteht eine sich verschärfende Wechselwirkung zwischen Erosion, Bodenaustrag, Wildholzentstehung und Verlust von Wasserspeichervermögen.

Im Auftrag der BAST werden mit Hilfe von GIS-Modellierungen und hydrologisch-hydraulischer Modelle zukünftige Mengen von Sediment, Geschiebe und Wildholz in Mittelgebirgen und ihrem Vorland sowie zu erwartende Veränderungen der Einzugsgebiete ermittelt und mit Auswertungen bisheriger Ereignisse und Geländebefunden abgeglichen. Mit Hilfe angepasster Schätzverfahren werden sie für Straßenplanung und Straßenbetrieb nutzbar gemacht. So können Sicherungsmaßnahmen und Vorsorgeinstrumente abhängig von den Eigenschaften der Einzugsgebiete gewählt werden. 



- 1 Vegetationsverlust und freiliegender Waldboden.
- 2 Ausspülung und verdrifteter Steinblock.
- 3 Ausspülung und Steinschlagschaden an Durchlass.
- 4 Ablagerung von Geschiebe und Wildholz. Beispielhafte Auswirkungen am Eichenbach.

Innovativer Lärmschutz – neue Ansätze aus der Psychoakustik



Autoren:

- 1 **Dr. Fabio Strigari**,
Physiker,
Umweltschutz,
Immissionen
- 2 **Michael Chudalla**,
Bauphysiker,
Umweltschutz,
Immissionen

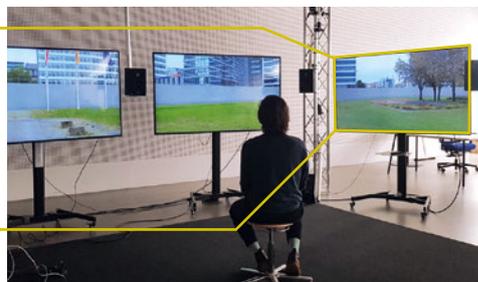
Täglich werden wir mit Lärm, also unerwünschtem Schall, konfrontiert. Um diesen zu mindern, steht eine breite Auswahl an Maßnahmen zur Verfügung. Ein ausreichender Lärmschutz wird jedoch immer herausfordernder.

Damit die Belastung durch Straßenverkehrslärm erfasst werden kann, wird bislang ein gemittelter Schalldruckpegel herangezogen. Die Beschreibung der tatsächlich wahrgenommenen Lärmbelastung ist wesentlich komplexer und hängt auch von subjektiven

Einflussfaktoren ab. Bezieht man aktuelle Erkenntnisse aus der Lärmwirkungsfor-

scherung und Psychoakustik mit ein, eröffnen sich neue Ansätze die empfundene Lärmbelastung zu verringern.

Hier setzt das Forschungsvorhaben „Erprobung psychoakustischer Parameter für innovative Lärminderungsstrategien“ an, das im Auftrag der BAST von der HFC GmbH und der TU Berlin bearbeitet wurde. Dabei wurde geprüft, ob psychoakustische Parameter angewendet werden können, um Straßenverkehrsgeräusche zu bewerten sowie die Wirksamkeit von Lärmschutzmaßnahmen besser vorherzusagen. Probanden erlebten in 3 – aufeinander aufbauenden – Experimenten verschiedene aufgezeichnete Verkehrsszenen in einer akustisch hochwertigen VR-Umgebung. Sowohl klassische Maßnahmen (Lärmschutzwände) als auch innovative Ansätze (verdeckende Brunnengeräusche) wurden virtuell in die Aufzeichnungen eingebunden und untersucht.



Versuchsaufbau für die Probandenstudien im Mixed Reality Design Lab der TU Berlin und modifizierte Varianten einer Straßenverkehrsszene für VR mit verschiedenen Lärminderungsmaßnahmen.

Quelle: HFC GmbH/TU Berlin

Die Ergebnisse belegen, dass wahrgenommener Lärm mehrere Beschreibungsdimensionen anspricht. Ein entwickelter Fragebogen ermöglicht, den Höreindruck qualitativ zu bewerten. Empfundener Lärm lässt sich zum Teil anhand messbarer psychoakustischer Parameter erklären. Bemerkenswert ist, dass nicht nur eine Pegelminderung (durch Lärmschutzwände) zu einer geringeren Belastung führen kann, sondern auch hinzugefügte angenehme Geräusche (Brunnen) einen signifikanten positiven Effekt erzielen. ▀

5. Aktive Mobilität



Radfahren und Zufußgehen sind als Formen der „Aktiven Mobilität“ nachhaltig und fördern die körperliche sowie mentale Gesundheit. Als umweltfreundliche Alternative bieten sie besonders auf kurzen Strecken großes Potenzial: 40 Prozent aller Wege, die mit dem Auto zurückgelegt werden, sind kürzer als 5 Kilometer.

Die BAST stärkt durch ihre Aktivitäten den Rad- und Fußverkehr, sowohl in Städten als auch auf dem Land.

Dazu entwickelt sie neue Infrastrukturlösungen und überprüft diese in der Praxis. Zudem untersucht sie, wie Wegeketten, in denen verschiedene Mobilitätsformen miteinander verknüpft werden, gestaltet werden können. Darüber hinaus erforscht die BAST, wie Aktive Mobilität stärker im Bewusstsein aller Akteure verankert sowie attraktiver und sicherer werden kann. Sie entwickelt Maßnahmen, um Mobilitätsgewohnheiten zu verändern. Neue und digitale Methoden werden geprüft, um diese zur Wissensvermittlung einzusetzen und um Mobilitätsdaten besser erfassen und analysieren zu können.

Ziel ist es, den Anteil von Rad- und Fußverkehr zu steigern, um unsere Mobilität nachhaltiger, das heißt insbesondere klimaneutraler, sicherer, inklusiver und gesünder zu machen.

Was bedeutet mehr Aktive Mobilität für den Verkehrsablauf an Knotenpunkten?



Autoren:

- 1 **Dr. Simon Hummel,**
Dr.-Ing., Verkehrsingenieur,
Straßenentwurf,
Verkehrsablauf,
Verkehrsregelung
- 2 **Daniel Schmidt,**
Dipl.-Geogr., Geograph,
Straßenentwurf,
Verkehrsablauf,
Verkehrsregelung

Die Anteile von Fuß- und Radverkehr am Modal Split steigen. Wie diese Entwicklung den Verkehrsablauf an Knotenpunkten beeinflusst, wurde in 2 Forschungsprojekten untersucht. Ziel waren praxistaugliche Ergänzungen für das Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS) mit dem die Qualität des Verkehrsablaufs beschrieben werden kann, sowie die Anwendbarkeit neuer Ansätze zu überprüfen.

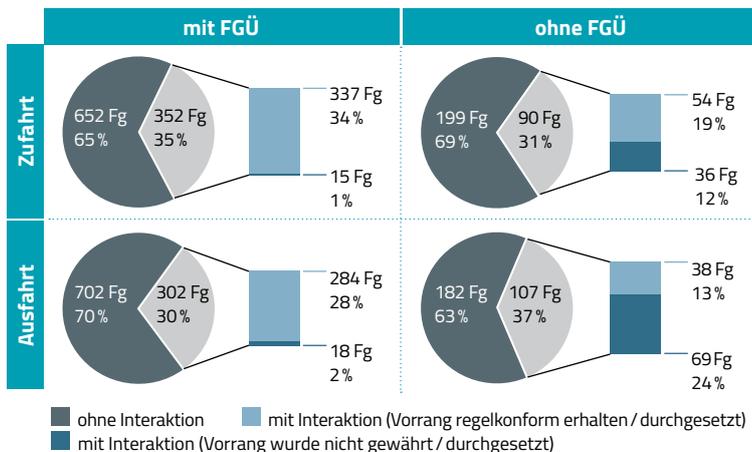
Das Fahrverhalten vom Radverkehr wurde per Videobeobachtung untersucht. Die erhobenen Kenngrößen waren Grundlage, um mikroskopische Simulationsmodelle zu kalibrieren und validieren. Für das HBS wurden Verfahrensanpassungen und -ergänzungen abgeleitet:

- Radverkehrsführung auf Radwegen und Radfahrstreifen
- Einfluss aufgeweiteter Radaufstellstreifen auf den Kfz-Verkehr
- Einfluss von geradeausfahrendem Radverkehr auf die Kapazität bedingt verträglich mit rechtsabbiegenden Kfz
- Einfluss vom Radverkehr im Gegenverkehr auf die Kapazität des Kfz-Linksabbiegestroms

Auch das Berechnungsverfahren zur Kapazität von Kreisverkehren wurde überprüft. Bislang werden dafür nur einzelne Zufahrten betrachtet. Wechselwirkungen zwischen einzelnen Elementen eines Kreisverkehrs, durch mögliche Rückstaus aus den Ausfahrten, finden keine Berücksichtigung.

Das Ergebnis der Untersuchungen an 20 Kreisverkehren sowie einer mikroskopischen Verkehrsflusssimulation: Neue Berechnungsansätze zur Abminderung der Kapazität der Zu- und Ausfahrten durch querende nichtmotorisierte Verkehrsteilnehmer werden empfohlen.

Die Anpassungsempfehlungen aus beiden Projekten fließen in die Überarbeitung des HBS ein. ➤



Interaktionsgeschehen zwischen Fahrzeugen und querenden zu Fuß Gehenden an Zu- und Ausfahrten von Kreisverkehren unter Berücksichtigung der Anlage von Fußgängerüberwegen (FGÜ).

Aus: Aktualisierung der Berechnungsverfahren zur Kapazität von Kreisverkehren (FE 02.0425/2018; Bild 64)

Sicher über die Fahrbahn zu Fuß oder mit dem Rad



Autoren:

- 1 Dr. Simon Hummel,**
Dr.-Ing., Verkehrsingenieur,
Straßenentwurf,
Verkehrsablauf,
Verkehrsregelung
- 2 Stefan Pliquet,**
M. Sc., Verkehrsingenieur,
Straßenentwurf,
Verkehrsablauf,
Verkehrsregelung

Der Übergang vom Bordstein auf die Fahrbahn ist für Personen mit eingeschränkten körperlichen Fähigkeiten eine kritische Stelle. Menschen mit Rollstuhl oder Rollator benötigen idealerweise einen auf das Fahrbahnniveau abgesenkten Bordstein. Menschen mit Langstock benötigen eine taktil ertastbare Bordsteinkante, da sie sonst unwissend auf die Fahrbahn gelangen.

Aus diesem Grund werden im Regelwerk an Querungsstellen differenzierte Bordsteinhöhen von 0,00 cm (Nullabsenkung) und 6,00 cm empfohlen, wobei die Regelbreite für die Nullabsenkung aktuell 1,00 m beträgt. Ist nicht ausreichend Platz für den Bau von differenzierten Bordsteinhöhen vorhanden, dann sollte laut Regelwerk ein durchgehender Bordstein von 3,00 cm Höhe verbaut werden. Dies ist ein Kompromiss, da diese Höhe mit Rollator und mit dem Langstock unter größerer Anstrengung und Fähigkeiten gerade noch zu bewältigen ist.

Eine Videobeobachtung im Auftrag der BASt an Querungsanlagen in 23 Städten in Deutschland hat gezeigt, dass die Nullabsenkung vom überwiegenden Teil der Menschen mit Rollator oder Rollstuhl gezielt angesteuert wurde. Personen, die einen Langstock nutzten, stellten sich in der Regel am Lichtsignalmast auf. Bodenindikatoren oder die Art der Bordsteinkante schienen keinen wesentlichen Einfluss auf den Aufstell- beziehungsweise Querungs-ort zu haben.

Die untersuchten Querungsstellen verfügten alle über blindenspezifische Einrichtungen gemäß DIN 32981 (mindestens akustische Orientierungs- und Freigabesignale). Diese schienen für die Orientierung relevanter zu sein.

Weiterhin hat sich im Projekt gezeigt, dass es bei einer Ausführung der Nullabsenkung in Regelbreite von 1,00 m zu regelmäßigen Interaktionen kommt. Es kam zu Ausweichmanövern, Umwegen oder Personen starteten an signalisierten Furten teils verfrüht, um als Gruppenführer Störungen aus dem Weg zu gehen. Insofern wird für die zukünftige Planungs- und Baupraxis eine breitere Ausführung der Nullabsenkung als Regelmaß empfohlen, die den Begegnungsfall ermöglicht. Damit werden auch die Anforderungen aus der neuen europäischen Norm DIN EN 17210 („Barrierefreiheit und Nutzbarkeit der gebauten Umgebung – Funktionale Anforderungen“) erfüllt.



Ein Mensch im Rollstuhl testet die unterschiedlichen Ausführungsvarianten für die angerampte Querungsstelle.

Quelle: D. Boenke

Aus dem Ausland sind angerampte Bordsteine als eine weitere Variante einer Querungsanlage bekannt. Um die Übertragbarkeit in das deutsche Planungsportfolio zu untersuchen, wurden unterschiedliche Ausführungsvarianten einer solchen Anrampung in einer Versuchsanlage errichtet (siehe Bild). Die Versuchsanlage wurde von Menschen mit unterschiedlichen Mobilitätseinschränkungen begangen und befahren. Auch Radfahrer waren Teil des Kollektivs.

Als Ergebnis zeigte sich, dass eine Anrampung ohne Bordsteinkante mit einer Neigung von in der Regel 10 Prozent (maximal 12 Prozent) auf einer Länge von einem Meter, die mit Rippenplatten (Richtungsfeld) belegt ist, eine gute Lösung für alle Nutzer ist. Die Lösung bietet sich beispielsweise im Zuge eines gemeinsamen Geh- und Radwegs (VZ 240 StVO) an, wenn die Querung senkrecht zur Fahrbahnachse liegt oder als seitlich liegende Querungsstelle im Zuge eines Gehwegs. Die dargestellten Forschungen wurden von der Studiengesellschaft für Tunnel und Verkehrsanlagen (StUVA) im Auftrag der BASt durchgeführt. 🗖

Eigenständige Mobilität von Erwachsenen mit geistiger Behinderung fördern



Autorin:

Dr. Kerstin Auerbach,
Diplom-Psychologin,
Psychotherapeutin (VT),
Grundlagen des Verkehrs-
und Mobilitätsverhaltens

Eigenständige und selbstbestimmte Mobilität ist eine wichtige Voraussetzung für gesellschaftliche und soziale Teilhabe. Aufgabe der BAST ist es, die Mobilität aller Menschen zu verbessern und durch gezielte Maßnahmen zu fördern – unabhängig von deren persönlichen Voraussetzungen. Das gilt insbesondere für Menschen mit Behinderung, für die Mobilität eine selbstbestimmte und gleichberechtigte Teilhabe bedeutet.

Die Ludwig-Maximilian-Universität München wurde beauftragt, ein Curriculum zur Förderung der eigenständigen Mobilität von Erwachsenen mit geistiger Behinderung zu entwickeln. MobiLe richtet sich an Fachpersonen, etwa Werkstattleitungen oder Betreuungspersonen, die mit Erwachsenen mit geistiger Behinderung arbeiten. Es unterstützt diese mit zahlreichen Materialien, um Schulungsmaßnahmen für Mobilität (zu Fuß, mit Bus und Bahn, mit dem Fahrrad) zu planen und durchzuführen.

Das Curriculum MobiLe wurde im Projektverlauf erprobt und auch evaluiert. Dazu wurden Teilnehmer und Fachkräfte, welche die Schulungen durchgeführt haben, befragt. Interdisziplinäre Fachexperten begleiteten zudem den Entwicklungsprozess.

Zentral für MobiLe ist das Erlernen einer von den Teilnehmern ausgewählten Wunschstrecke. Für diese wird gemeinsam festgelegt, wie sie am besten eigenständig bewältigt werden kann: zu Fuß, mit Bus und Bahn oder mit dem Fahrrad. Dann wird die Strecke genau untersucht und dabei mögliche Barrieren und Herausforderungen ermittelt. Eine Wegeanalyse sowie ein Einschätzungsbogen zu den vorhandenen Mobilitätskompetenzen unterstützen die Fachkraft dabei, einen individuellen Mobilitätsplan zu erstellen. So können alle Erwachsenen mit geistiger Behinderung entsprechend ihrer Fähigkeiten und Fertigkeiten geschult werden. Geübt wird sowohl theoretisch als auch praktisch:



Sicher und eigenständig unterwegs .

Quelle: Anja Limbrunner

im Unterrichtsraum, im sicheren Schonraum (zum Beispiel in einer Turnhalle) und im Realverkehr. Die hierfür konzipierten Schulungsunterlagen reichen von Arbeitsblätter und Spielen bis hin zu umfassenden Übungen und decken viele typische Verkehrssituationen ab.

Aufgrund des großen Erfolgs von Mobile in der Praxis entwickelt die BAST in Zusammenarbeit mit dem Institut für empirische Soziologie, der Deutschen Verkehrswacht und dem BMDV eine Webseite. Dort können alle Unterlagen kostenfrei heruntergeladen werden. Die Website unterstützt Fachkräfte, Mobilitätsschulungen mit Erwachsenen mit geistigen Behinderungen durchzuführen. Die Grundlagen einer Mobilitätsbildungsmaßnahme werden verständlich knapp vermittelt und mit einem Filtersystem können geeignete Schulungsmaterialien ausgewählt werden.

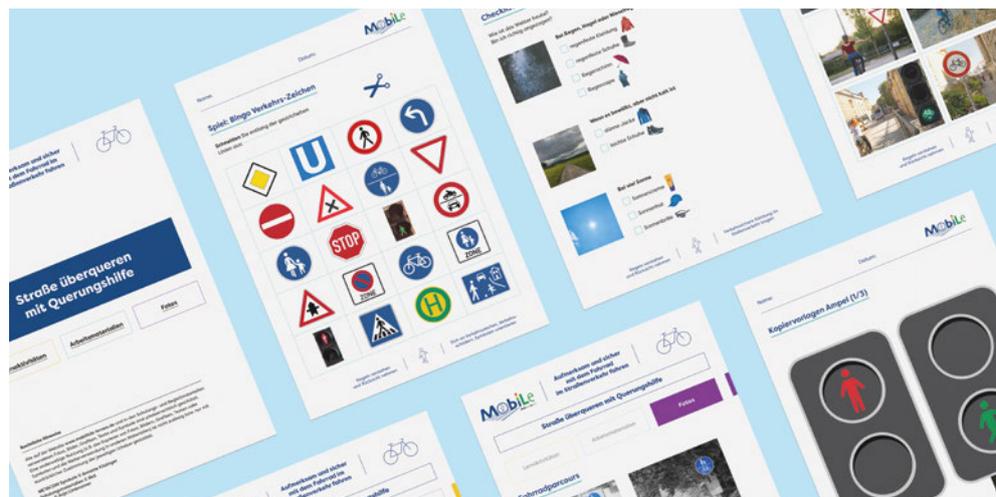
Die Anwender können zunächst wählen, welche Mobilitätsart im Fokus stehen soll (Stufe 1). Danach entscheiden sie, welche



Filtersystem der Website (Stufe 1: Mobilitätsart)

Lernbereiche (zum Beispiel Motorik oder Regeln verstehen) für die Teilnehmer relevant sind (Stufe 2). Diese Lernbereiche wiederum sind in Lernaktivitäten gegliedert (Stufe 3). Zu denen gibt es jeweils Arbeitspakete mit passenden Schulungsmaterialien, praktischen Übungen und Fotomaterial.

Mit der Website Mobile fördert die BAST die eigenständige und sichere Mobilität von Menschen mit geistiger Behinderung und trägt so zu deren gesellschaftlicher und sozialer Teilhabe bei. 🏆



Beispiele für Schulungsmaterialien von Mobile

Sommerstraße in Fellbach – Flanieren und Verweilen im Straßenraum



Autoren:

- 1 **Dr. Fabian Surges,**
Psychologe,
stellv. Referatsleiter
„Grundlagen des Verkehrs-
und Mobilitätsverhaltens“
- 2 **Dr. Ingo Koßmann,**
Soziologe,
Leiter der Abteilung
„Verhalten und Sicherheit
im Verkehr“
- 3 **Merten Wothge**
Verkehringenieur,
Grundlagen des Verkehrs-
und Mobilitätsverhaltens

Zufußgehen ist die natürlichste und nachhaltigste Form der Mobilität. Es fördert die körperliche und mentale Gesundheit und ist Teil eines jeden Weges. Die BASt untersucht in mehreren Projekten, wie der Fußverkehr attraktiver und sicherer gemacht werden kann, um diesen nachhaltig zu fördern.

In einem dieser Projekte wurde in Zusammenarbeit mit DTV-Verkehrsconsult GmbH die Einrichtung einer „Sommerstraße“ untersucht. Bei der skandinavischen Idee werden ausgewählte Straßen zeitweise umgewidmet und für den Kfz-Verkehr gesperrt. Dies erfolgt in den Sommermonaten, um den Bürgerinnen und Bürgern in der warmen Jahreszeit zusätzlichen Raum für Aufenthalt, Begegnung, Spiel und Bewegung zu bieten. So sollen wohnortnah Räume mit hoher Aufenthaltsqualität erschlossen werden. Unterstützt wurde die Sommerstraße durch ein kulturelles Begleitprogramm.

Die hier beschriebene Sommerstraße wurde in der Kirchhofstraße in Fellbach (Rems-Murr-Kreis) ab dem 02. Juli 2023 für insgesamt 8 Wochen eingerichtet. Hierzu wurde die Straße für den Kfz-Verkehr gesperrt

und es wurden vielfältige Sitz- und Verweilmöglichkeiten installiert. Darüber hinaus gab es weitere Attraktionen, wie einen Infostand und eine Fahrradservicestation, sowie regelmäßige Events zur kulturellen Bespielung der Sommerstraße. Im Rahmen der Untersuchung wurden eine Befragung von Passanten (N = 73) sowie mehrtägige (Verkehrs-)Beobachtungen über Kameras durchgeführt.

Die Projektergebnisse zeigen deutlich: Die Sommerstraße kommt gut an! So wird die Umgestaltung der Straße im Rahmen einer Befragung äußerst positiv bewertet. 82 Prozent der Befragten wünschen sich im nächsten Jahr wieder eine Sommerstraße. Zudem war die Sommerstraße sicher und hatte keinerlei negative Auswirkung auf den (umliegenden) Verkehr oder das Gewerbe. Das Projekt „Sommerstraße“ gibt auch wichtige Hinweise zur Gestaltung und Umsetzung von Sommerstraßen generell, die Interessierten in Form eines Fact-Sheets zur Verfügung gestellt werden. 



Die Kirchhofstraße vor und nach der Umgestaltung zur Sommerstraße.

Quelle: Peter Hartung, Stadt Fellbach

Lastenräder und Fahrradanhänger als attraktive Alternative zum Auto



Autorin:

Eleni Behrens,

Soziologin, Nachhaltigkeitswissenschaftlerin, Grundlagen des Verkehrs- und Mobilitätsverhaltens

Insbesondere auf kurzen Wegen und mit wenig Gepäck ist das Fahrrad eine gute Alternative zum privaten Pkw. Wenn jedoch schwerere Gegenstände transportiert oder Kinder mitgenommen werden, nutzen viele Personen, auch aufgrund von Gewohnheiten, den motorisierten Individualverkehr (MIV). Solche Fahrten lassen sich in vielen Fällen statt mit dem Pkw auch mit Lastenrädern und Fahrrädern mit Anhängern durchführen. Aktuell untersucht die BAST, wie man diese aktiven Mobilitätsformen fördern kann.

Bislang war über das tatsächliche Verlagerungspotenzial von Lastenrädern und Fahrradanhängern und vor allem über die Nutzer relativ wenig bekannt. Im Rahmen eines externen Forschungsprojekts sollten neue Erkenntnisse darüber generiert werden: Wie werden Lastenräder und Fahrräder mit Anhängern derzeit im privaten Bereich genutzt? Welche Faktoren vereinfachen oder erschweren die Nutzung? Insgesamt nahmen etwa 3.700 Personen an der Studie teil.

Hierfür wurden sowohl Expertinnen und Experten als auch Nutzer, Nicht-Nutzer und Nutzungsinteressierte von Lastenrädern und Fahrradanhängern befragt.

Im Ergebnis zeigten sich vielfältige Erkenntnisse zur privaten Nutzung und Anschaffung sowie mögliche Ansatzpunkte für Fördermaßnahmen in unterschiedlichen Bereichen. Verbesserte Infrastruktur und Sicherheit sind die größten Treiber für eine größere Nutzung. Darüber hinaus können bereitgestellte Informationen und Testmöglichkeiten unterstützend wirken. Weitere Fördermaßnahmen können eine finanzielle Unterstützung bei der Anschaffung und eine verbesserte Verknüpfung mit anderen Verkehrsmitteln wie dem ÖPNV sein. 🗝



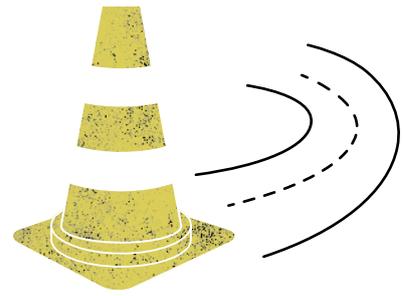
Zur Kinderbeförderung auf Lastenfahrrädern hat die BAST bereits 2021 eine Broschüre veröffentlicht.



Lastenfahrräder sind besonders auf kurzen Wegen eine Alternative zum Pkw.

Quelle: BILDKRAFTWERK/Jürgen Schulzki

6. Proaktive Verkehrssicherheit



Alle Menschen in Deutschland sollen sicher am Straßenverkehr teilnehmen können, unabhängig davon, wie sie sich fortbewegen.

Ziel der BAST-Forschung sind weniger Verkehrsunfälle oder zumindest verringerte Unfallfolgen. Das Leitbild ist dabei das Verkehrssicherheitsprogramm der Bundesregierung 2021 bis 2030 (VSP). Es basiert auf der „Vision Zero“.

Proaktive Verkehrssicherheit erkennt Risiken vorausschauend und entwickelt Strategien, um diesen frühzeitig zu begegnen. Sie berücksichtigt sich wandelnde Mobilitätsbedürfnisse, gesellschaftliche Veränderungen, neue Technologien sowie neue Mobilitätsformen. Straßengestaltung und -ausstattung sowie Fahrzeugtechnik müssen den neuen Anforderungen Rechnung tragen. Zu jeder Zeit ist im Zusammenspiel zwischen Fahrzeug und Infrastruktur ein sicherer Betrieb zu gewährleisten. Zudem bietet die Digitalisierung neue Chancen für Präventionsmaßnahmen, reaktive Maßnahmen und Mobilitätsbildung.

Die BAST trägt mit ihrer interdisziplinären Verkehrssicherheitsforschung dazu bei, die erfolgreiche Verkehrssicherheitsarbeit in Deutschland fortzusetzen und neue Sicherheitspotenziale zu erschließen.

Fahren ohne Fahrerlaubnis – Sonderauswertung 2022



Autoren:

- 1 Dr. Simone Klipp,**
Dipl.-Psych.,
Fahreignung, Fahrausbildung,
Kraftfahrerrehabilitation
- 2 Daniel Kopper,**
Volkswirt, Sachgebiet
342 – Wissenschaftliche
Projekte, Kraftfahrerstatistik
(Kraftfahrtbundesamt)

Die amtliche Statistik des Kraftfahrt-Bundesamts (KBA) gibt unter anderem Auskunft zu Ordnungswidrigkeiten und Straftaten im Straßenverkehr. Im Jahr 2022 wurden etwa 250.000 Straftaten registriert. Fast die Hälfte dieser Straftaten (121.326) entfällt auf den Tatbestand des Fahrens ohne Fahrerlaubnis, der somit häufigsten im Fahreignungsregister (FAER) erfassten Straftat. Am zweithäufigsten wurden Alkoholstraftaten an das KBA

gemeldet (80.553). Selbst die Gesamtzahl an registrierten Alkoholverstößen (116.795 Straftaten und Ordnungswidrigkeiten) liegt unter der Anzahl der gemeldeten Fahrten ohne Fahrerlaubnis.

Für die Verkehrssicherheit ist das Fahren ohne Fahrerlaubnis damit sehr bedeutsam. Deswegen hat die BASt gemeinschaftlich mit dem KBA veranlasst, Sonderauswertungen der Registerdaten des KBA vorzunehmen. Dabei konnte zunächst festgestellt werden, dass im Bereich der Alkoholfahrten die Anzahl an registrierten Verstößen (116.795) fast deckungsgleich mit der Anzahl der Täter ist, die diese Verstöße begangen haben (109.493). Im Gegensatz dazu ist beim Fahren ohne Fahrerlaubnis ein prägnanter Unterschied festzustellen, da sich die insgesamt 121.326 registrierten Verstöße auf nur 69.175 Tatpersonen verteilen.

Somit wurden 2022 im Durchschnitt etwas weniger als 2 Fahrten ohne Fahrerlaubnis pro Täter oder Täterin registriert. Abweichend von diesem Durchschnittswert zeigte sich jedoch, dass es beim Fahren ohne Fahrerlaubnis eine erhebliche Anzahl von Mehrfachtätern gibt. So wurde für einen Großteil der Täter, rund 81 Prozent, nur ein einziger Verstoß in 2022 erfasst. Für die restlichen 19 Prozent wurde zum Teil deutlich mehr als ein Verstoß verzeichnet. Eine besonders auffällige Minderheit (3 Prozent) fiel sogar mit mehr als 100 Verstößen pro Täter oder Täterin auf. 🏹



Fahren ohne Fahrerlaubnis ist eine Straftat.

Quelle: [Photographie.eu / stock.adobe.com](https://www.photographie.eu/stock.adobe.com)

Neue Maßnahmen für den MaKaU – Wildunfälle und Nachrüstung passiver Schutzeinrichtungen



Autoren:

- 1 Dr. Bernhard Kollmus,**
Verkehringenieur,
stellv. Referatsleiter
„Straßenentwurf,
Verkehrsablauf,
Verkehrsregelung“
- 2 Britta van Dornick,**
Geographin,
Klimaschutz, Nachhaltigkeit,
Verkehrsstatistik
- 3 Moritz Grimmelmann,**
Maschinenbauingenieur,
Straßenausstattung

Der Maßnahmenkatalog gegen Unfallhäufungen (MaKaU) stellt seit geraumer Zeit Maßnahmen bereit, um Unfallhäufungen zielgerichtet zu begegnen, und unterstützt die Unfallkommissionen bei ihrer Aufgabe. Er wird anhand aktueller Forschungen kontinuierlich ergänzt und verfeinert.

Im Forschungsprojekt „Entwicklung eines digitalen Instrumentes zur Erstellung eines bundesweiten Wildunfallscreenings (WILUS)“ wurden mögliche Maßnahmen zusammengetragen und hinsichtlich ihrer Wirkungen

auf das Wildunfallgeschehen analysiert, bewertet und in Steckbriefen aufbereitet. 11 wildunfallsspezifische Maßnahmen konnten neu in den MaKaU aufgenommen und 2 vorhandene Maßnahmen mit dem (ebenfalls bislang noch nicht im MaKaU enthaltenen) typisierten Konflikt der Wildunfälle verknüpft werden. Auf diese Weise wird eine wesentliche Lücke im MaKaU geschlossen.

Die Errichtung passiver Schutzeinrichtungen zur Minderung der Unfallfolgen (insbesondere bei Verlust der Fahrzeugkontrolle mit anschließendem Aufprall auf ein Hindernis neben der Fahrbahn, zum Beispiel einen Baum) ist im MaKaU bereits pauschal enthalten. Das technische Regelwerk unterscheidet bei der Nachrüstung passiver Schutzeinrichtungen jedoch sehr feingliedrig. Ziel des laufenden Forschungsprojekts „Grundlagen zur Bewertung der Sicherheitswirkung unterschiedlicher Formen der Nachrüstung von Schutzeinrichtungen an Landstraßen im Bestand“ ist daher auch, möglichst differenziert die Wirkung einzelner Nachrüstlösungen auf die Verkehrssicherheit abzuleiten. Es hat sich bereits gezeigt, dass hierbei verschiedene Gliederungsebenen (Einzelhindernis gegen linienhafte Absicherung, Standardlösung gegen Sonderlösung) anzustreben sind. Die abgeleiteten Maßnahmen-Steckbriefe werden eine weitere wichtige Lücke im MaKaU schließen. 



Passive Schutzeinrichtungen neben Bäumen.



Zum Maßnahmenkatalog gegen Unfallhäufungen (MaKaU)

Sicherheitsaudit von Straßen – Maßnahmen zur Qualitätssicherung



Autor:

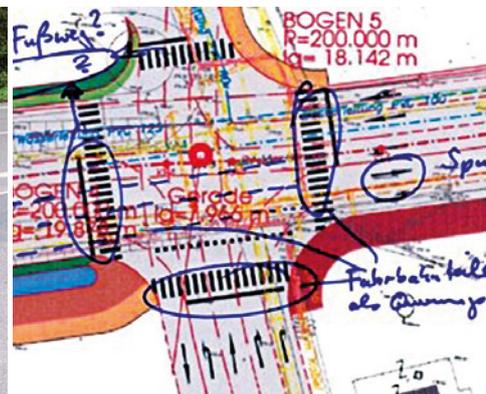
Dr. Marco Irzik,
Dr.-Ing., Bauingenieur, Rdir,
Referatsleiter „Straßen-
entwurf, Verkehrsablauf,
Verkehrsregelung“

Das Sicherheitsaudit dient im Planungsprozess dazu, formalisiert und unabhängig potenzielle Defizite eines Straßenentwurfs aufzuzeigen. Neu in den „Richtlinien für das Sicherheitsaudit von Straßen“ (RSAS 2019) sind Defizitlisten. Diese sind physisch getrennt vom Regelwerk und somit leichter aktualisierbar. Sie können den Auditoren als Hinweise zu möglichen Sicherheitsdefiziten dienen und stehen auf der BAST-Homepage zur Verfügung.

Um die umfangreichen Listen besser handhabbar zu machen, wurde im Rahmen eines Forschungsauftrags ein Excel-basierendes Projekt-Tool entwickelt. Dies geschah insbesondere vor dem Hintergrund einer vereinfachten Auswertung von Defizithäufigkeiten. Dieses Tool ermöglicht den Auditoren nun, sich projektspezifische Defizitlisten für ein durchzuführendes Sicherheitsaudit zu erstellen und eine Vorlage für den Auditbericht zu generieren.

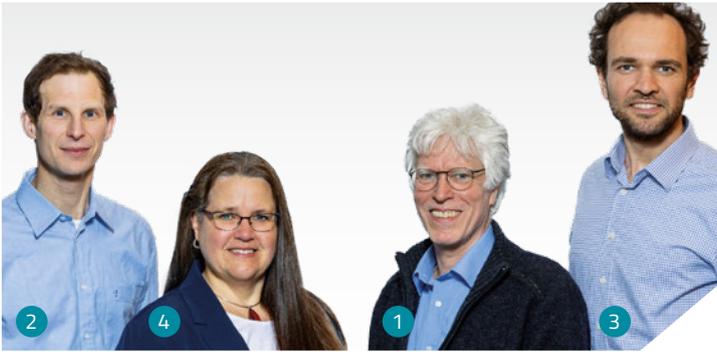
Zudem liefert das Projekt-Tool die Grundlage dafür, die Ergebnisse einzelner Audits in einem ebenfalls entwickelten Auswertetool zusammenzuführen und etwa zu Schulungszwecken auszuwerten.

Darüber hinaus wurden für Ausbildungsstellen aktualisierte Beispielunterlagen für die Schulung zum Sicherheitsaudit erarbeitet, die nun auch das Bestandsaudit adressieren. Zudem wurde eruiert, welche neuen Lehr- und Lernmethoden und technischen Möglichkeiten sich für den Einsatz in der Sicherheitsauditausbildung eignen. Die neuen Beispielunterlagen wurden aus aktuellen Regelwerken, Forschungsberichten, Leitfäden und Musterlösungen der Bundesländer entwickelt. Dafür wurden sicherheitsrelevante Aspekte auf ihre Aktualität geprüft. Die Unterlagen stehen künftig auf der Internetseite der BAST zur Verfügung. 



Beispielhafte Straßenprüfung und gezeichnete Skizze.

Alternative Antriebstechnologien: Stand 2019 – 2021



Autoren:

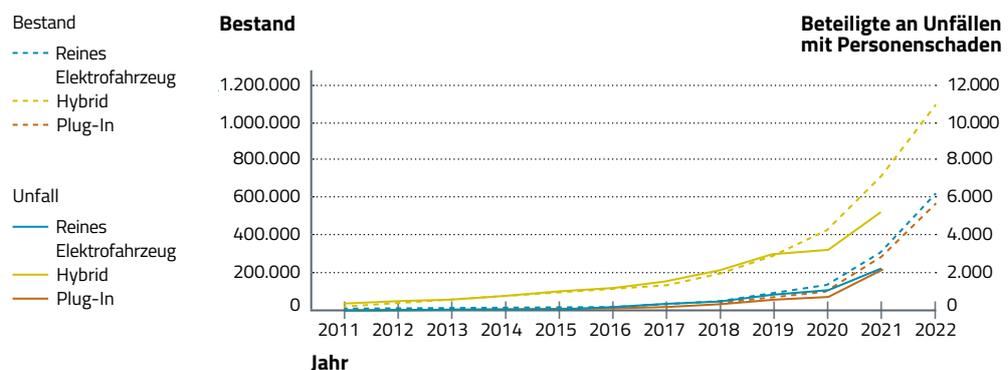
- 1 Martin Pöppel-Decker,**
Maschinenbauingenieur,
Unfallanalyse, Unfallstatistik
- 2 Maxim Bierbach,**
Maschinenbauingenieur,
Aktive Fahrzeugsicherheit
und Fahrerassistenzsysteme
- 3 Dr. Conrad Piasecki,**
Maschinenbauingenieur,
Emissionen im
Kraftfahrzeugbereich
- 4 Susanne Schönebeck,**
Statistikerin,
stellv. Referatsleiterin
„Unfallanalyse,
Unfallstatistik“

Modellvielfalt und Bestand an Pkw mit alternativen Antrieben haben sich in den letzten Jahren stark entwickelt. Die Anzahl der Pkw stieg von rund 900.000 Fahrzeugen 2019 auf rund 2,7 Millionen 2022. Größte Gruppe sind Hybrid-Pkw mit mehr als 1,1 Millionen, deren Bestand sich seit 2019 fast vervierfacht hat. Der Plug-In-Hybrid-Bestand nahm noch mehr zu: Von 2019 bis 2022 stieg der Wert auf das 8-fache (565.956 Pkw). Bei reinen Elektro-Pkw stieg der Bestand auf 618.460 Fahrzeuge 2022. Die Anzahl der Pkw mit Gas als Energiequelle ist seit Jahren rückläufig. 2022 waren davon noch rund 400.000 beim KBA registriert.

2021 waren 12.769 Pkw mit alternativem Antrieb an Unfällen mit Personenschaden beteiligt. Das sind 5 Prozent von allen unfallbeteiligten Pkw. Darunter befinden sich 7.591 Hybrid-Pkw und 2.241 Pkw mit reinem Elektroantrieb.

Von besonderem Interesse sind Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit, die möglicherweise in Zusammenhang mit dem geräuscharmen Elektroantrieb stehen. Innerorts zeigte sich bereits 2019, dass Plug-In Hybrid- (51%) und reine Elektro-Pkw (58%) gegenüber Benzin- und Diesel-Pkw (41%) höhere Anteile an Unfällen aufweisen, an denen genau ein Pkw sowie ein Fußgänger oder ein Radfahrer beteiligt waren. Diese Anteile sind 2021 leicht gesunken, liegen aber immer noch deutlich über dem Anteil der klassischen Verbrennungsmotoren.

Die alternativen Antriebstechniken kommen auch in anderen Fahrzeugen zur Anwendung. Busse, Lastkraftwagen und Krafträder tauchen in der Bestands- und Straßenverkehrs-unfallstatistik auf. Diese Gruppen werden im Gesamtbericht thematisiert.



Entwicklung des Bestands und der Unfallbeteiligung von Pkw.

Elektrokleinstfahrzeuge- Verordnung evaluiert



Autoren:

- 1 Maxim Bierbach,**
Maschinenbauingenieur,
Aktive Fahrzeugsicherheit
und Fahrerassistenzsysteme
- 2 Daniel Huster,**
Fahrzeugtechnikingenieur,
Passive Fahrzeugsicherheit,
Biomechanik
- 3 Tobias Panwinkler,**
Geograf,
Sicherheitskonzeptionen,
Sicherheitskommunikation
- 4 Leon Straßgütli,**
Volkswirt,
Unfallanalyse, Unfallstatistik
- 5 Dr. Martina Suing,**
Psychologin,
Grundlagen des Verkehrs-
und Mobilitätsverhaltens
- 6 Daniel Schmidt,**
Geograf,
Straßenentwurf, Verkehrs-
ablauf, Verkehrsregelung
- 7 Matthäus Zelazny,**
Bauingenieur,
Straßenentwurf, Verkehrs-
ablauf, Verkehrsregelung

2019 trat die Elektrokleinstfahrzeuge-Verordnung in Kraft, die die gesetzlichen Rahmenbedingungen für die Teilnahme von Elektrokleinstfahrzeugen (ekF) im deutschen Straßenverkehr darstellt.

Mit dem Projekt „Wissenschaftliche Begleitung der Teilnahme von Elektrokleinstfahrzeugen am Straßenverkehr“ wurde die Einführung dieser neuen Fahrzeugkategorie untersucht. Gleichzeitig wurde die Verordnung auf möglichen Anpassungsbedarf geprüft.

Der Schwerpunkt des Projekts lag auf den Unfällen, deren Ursachen sowie zugrundeliegenden Konflikten. Zudem wurden Erkenntnisse über die Nutzer dieser neuartigen Fahrzeuge gewonnen. Nichtnutzer schätzten die ekF im Rahmen einer umfangreichen Onlinebefragung ein. Um Aussagen zu Konfliktpotenzial, Bewegungsmustern und verkehrstechnischen Aspekten zu gewinnen, wurden ergänzend Verkehrsbeobachtungen in Berlin und Dresden durchgeführt. Unfallanalytische Auswertungen auf Basis polizeilich erfasster Daten und einer Sondererhebung der Dresdner Notfallambulanzen ermöglichen, Verletzungsart und -häufigkeit zu beschreiben.

Unkenntnis oder Nichtbeachten der geltenden Regelungen, wie falsch abgestellte Fahrzeuge, führen zu Konflikten mit Radfahrern und Fußgängern. Zudem gibt es eine hohe Anzahl an Alleinunfällen, oftmals unter Alkoholeinfluss. Von den verunglückten ekF-Nutzern verletzte sich mit über 80 Prozent der Großteil leicht (keine stationäre Behandlung), meist an Kopf, Armen oder Beinen.

Es wird empfohlen, die ekF-Verordnung in ausgewählten Punkten zu überarbeiten. Einige Regeln sollten an jene des Radverkehrs angeglichen werden (beispielsweise das Grünfeilschild mit Beschränkung auf den Radverkehr). Außerdem sollten Blinker zur Anzeige des Abbiegevorgangs vorgeschrieben werden. Sinnvoll sind erweiterte fahrdynamische Anforderungen, um etwa das Abfahren an Bordsteinkanten sicherer zu gestalten.

Auch geeignete Maßnahmen um die Helmtragequote bei der Nutzung von ekF zu erhöhen, werden empfohlen. 🗡



Zum Evaluierungsbericht



E-Tretroller im Straßenverkehr.

Die Straße ins Labor geholt – praxisnahe Prüfung von Fahrbahnmarkierungen



Autoren:

- 1 **Dr. Jan Ritter**,
Bauingenieur,
Straßenausstattung
- 2 **Martin Schmitt**,
Materialwissenschaftler,
Straßenausstattung
- 3 **Andrea Meyer-Hochwald**,
Informatikerin,
Straßenausstattung
- 4 **Thorsten Weißel**,
Schlosser,
Straßenausstattung
- 5 **Maïke Zedler**,
Bauingenieurin,
stellv. Referatsleiterin
„Straßenausstattung“
- 6 **Klaus-Jürgen Schenker**,
Handwerksmeister,
Straßenausstattung
- 7 **Janine Kübler**,
Bauingenieurin,
Referatsleiterin
„Straßenausstattung“

Nur mit Fahrbahnmarkierungen, die auch bei Nässe und im Dunkeln über die gesamte Liegedauer gut erkennbar sind, kann der Verkehr sicher auf der Straße geführt werden. Damit die in Deutschland eingesetzten Markierungen diesem hohen Anspruch genügen, prüft die BAST seit 1989 im Auftrag des Bundesverkehrsministeriums Fahrbahnmarkierungen auf der Rundlaufprüfanlage (RPA).

Die RPA ist ein Großversuchsstand, mit dem die Dauerhaftigkeit von Markierungen zeitgerafft im Maßstab 1 zu 1 bewertet werden kann. Hierzu werden Markierungen auf Prüfkörper aufgebracht, die auf einer Drehscheibe eingebaut und von vertikal angeordneten Fahrzeugreifen überrollt werden. Nach den Überrollungen müssen die Markierungen in Regelwerken festgelegte Mindestanforderungen, zum Beispiel an die Sichtbarkeit, erreichen.

Als Unterlage für die Markierungen dienen Prüfkörper aus Gussasphalt mit einer eher feinen und glatten Oberfläche. Auf Bundesfernstraßen werden die Markierungen jedoch auf eine eher raue Oberfläche

aufgebracht. Um bei den Prüfungen auch diese Oberflächen besser abzubilden, hat die BAST neue Prüfkörper in der RPA erprobt. In umfangreichen Untersuchungen konnte die Tauglichkeit von Prüfkörpern aus Splittmastixasphalt nachgewiesen werden.

Die Ergebnisse zeigen, dass mit den neuen rauen Prüfkörpern eine weitere Annäherung des Prüfverfahrens an die Praxis erreicht werden kann. Auf Grundlage der positiven Ergebnisse können ab Anfang des Jahres 2024 für die Eignungsprüfung von Markierungen auf der RPA auch die neuen rauen Prüfkörper aus Splittmastixasphalt verwendet werden. Diese Erweiterung ist sowohl ein Beitrag zur Verkehrssicherheit durch praxisnahe Prüfverfahren als auch ein Fortschritt bei der Prüftechnik. Zudem sichert sie die internationale Anerkennung der Prüfergebnisse. 



Zum Forschungsbericht



Rundlaufprüfanlage in der BAST.

GIDAS 4.0: Neustart der vertieften Erhebung von Straßenverkehrsunfällen



Autoren:

1 **Dr. Jost Christian Gail,**
Diplom-Physiker,
Referatsleiter „Aktive
Fahrzeugsicherheit und
Fahrerassistenzsysteme“

2 **Marcus Wisch,**
Dipl.-Ing., Orr,
Passive Fahrzeugsicherheit,
Biomechanik

Im Rahmen der German In-Depth Accident Study (GIDAS) werden im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) und der Forschungsvereinigung Automobiltechnik e.V. (FAT) rund 2.000 Straßenverkehrsunfälle mit Personenschaden pro Jahr in großer Detailtiefe erhoben. Neben den ursprünglichen Erhebungsteams, der von der BASt beauftragten Medizinischen Hochschule Hannover und der von der FAT beauftragten Verkehrsunfallforschung an der TU Dresden GmbH, erhebt seit dem

Sommer 2023 auch ein Team der Ludwig-Maximilians-Universität und der Hochschule München im Auftrag der BASt in einem Gebiet östlich von München nach etablierter GIDAS-Methodik.

Die zurückliegenden 4 Jahre wurden genutzt, die Methodik und die Inhalte des seit 1999 bestehenden Kooperationsprojektes an die aktuellen Erfordernisse der Unfallforschung anzupassen, um die Zukunftsfähigkeit von GIDAS unter dem Begriff „GIDAS 4.0“ sicherzustellen.

Die Weiterentwicklung von GIDAS wird von einer interdisziplinären Projektgruppe vorangetrieben. Wesentliche Ergebnisse dieser Arbeiten wurden bereits in GIDAS implementiert. Zusätzliche Inhalte aus den Bereichen Verkehrsinfrastruktur, Psychologie / Mensch im Verkehr, Medizin und Fahrzeugtechnik wurden integriert. Darüber hinaus wurden rechtliche, technische, methodische und organisatorische Anpassungen vorgenommen, um zukünftige Verkehrssicherheitsfragen beantworten zu können. Weitere Anpassungen werden folgen.

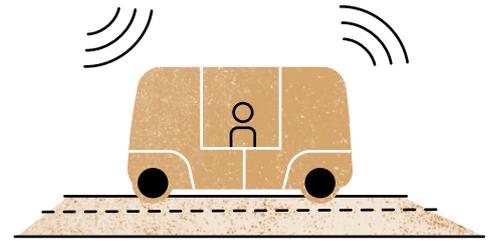
Mit GIDAS 4.0 besteht somit auch in Zukunft für Gesetzgeber und Industrie die Möglichkeit, das Unfallgeschehen detailliert zu analysieren und negative Entwicklungen frühzeitig zu erkennen. Mit den Erkenntnissen können gezielt Maßnahmen abgeleitet werden, um die Anzahl der im Straßenverkehr getöteten und verletzten Personen zu reduzieren. 🗡



Unfalluntersuchung

Quelle: GIDAS

7. Automatisiertes und vernetztes Fahren



Grüne Städte, mehr Platz und Aufenthaltsqualität für Menschen. Mobilität ohne eigenes Fahrzeug, sogar auf dem Land. Im Auto arbeiten, Filme schauen oder schlafen. Fahrerlose und miteinander vernetzte Transportsysteme sowie Technologien für sicheren und flüssigen Verkehr. All das ist Teil des langfristigen Zielbildes.

Um diese Zukunftsvision schrittweise Wirklichkeit werden zu lassen, forscht die BAST zu Themen des automatisierten und vernetzten Fahrens. So bereitet sie auch den Marktzugang für die dazu notwendigen Fahrzeugfunktionen vor. Zudem erarbeiten die BAST-Forscher auch Anforderungen und Standards für Fahrzeuge, Infrastruktur und neue Fahrzeugsteuerungsformen.

Die BAST berät die Politik als neutrale und unabhängige Forschungseinrichtung. Sie entwickelt wissenschaftlich basierte Entscheidungsgrundlagen für die nachhaltige und sichere Gestaltung der zukünftigen Mobilität.

Projekt KITT: Mehr Tunnelsicherheit durch C2X-Daten und KI



Autoren:

1 Anne Lehan,
Wirtschaftsingenieurin,
Tunnel- und Grundbau,
Tunnelbetrieb,
Zivile Sicherheit

Stefan Limbach,
(nicht im Bild)
M. Sc. Informatik,
Tunnel- und Grundbau,
Tunnelbetrieb,
Zivile Sicherheit

2 Daniel Skordzki,
Physiklaborant
Tunnel- und Grundbau,
Tunnelbetrieb,
Zivile Sicherheit

Im Verbundprojekt „Künstliche Intelligenz zur Verbesserung der Sicherheit von Tunneln und Tunnelleitzentralen“ (KITT) wurde erforscht, wie Gefahrensituationen in Tunneln mittels Künstlicher Intelligenz (KI) noch zuverlässiger erkannt werden können. Das KITT-System ist innovativ, da es erstmalig KI-basierte Datenverarbeitung der zukünftig verfügbaren Fahrzeugdaten (C2I-Daten – Car-to-Infrastructure-Daten), die sekundlich an die Infrastruktur gesendet werden, mit den konventionellen Tunnelüberwachungsdaten kombiniert.

Die Ereignismeldungen mit Handlungsempfehlungen werden den Operatoren in den ständig besetzten Tunnelleitzentralen angezeigt. Diese können dann zielgerichtete Maßnahmen einleiten. Schon wenige zusätzliche Informationen können dabei einen großen Effekt auf die Sicherheit haben. Einsatz- und Rettungsdienste können sich zum Beispiel besser auf den Einsatz vorbereiten, wenn bekannt ist, ob Fahrgüter oder Elektro-Fahrzeuge beteiligt sind.

Zunächst wurde ermittelt, welche Daten von Fahrzeugen gesendet werden und wie sich diese in die Sicherheitsbewertung von Straßentunneln integrieren lassen. Da es aktuell noch relativ wenige Fahrzeuge auf den Straßen gibt, die über eine C2X-Technologie (Kommunikation untereinander und mit der Infrastruktur) verfügen, erfolgte das Training der KI des KITT-Systems auf Basis synthetischer Daten. In einem Straßentunnel in Stuttgart wurde schließlich unter Realbedingungen nachgewiesen, dass das KITT-System trainierte kritische Situationen tatsächlich auch als solche erkennt. Nur wenn bereits heute Grundlagen geschaffen werden, können zukünftig die vielfältigen Potenziale der Digitalisierung genutzt werden, um die Sicherheit von Tunnel weiter zu erhöhen. 



Funktionaler Nachweis des KITT-Systems unter Realbedingungen im Rosensteintunnel mit neuem VW-Modell ID.7

Urban C-ITS – Kommunale Anwendungen



Autoren:

- 1 **Jan Schappacher**,
M. Eng, Bauingenieur,
Verkehrsbeeinflussung
und Straßenbetrieb
- 2 **Orestis Giamarelos**,
M. Sc., Bauingenieur,
Verkehrsbeeinflussung
und Straßenbetrieb

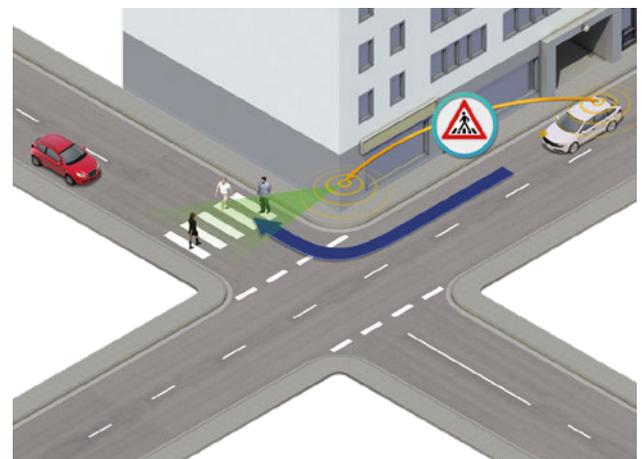
Das hohe Verkehrsaufkommen und zunehmende Anforderungen an eine nachhaltige Mobilität in Städten stellen umfangreiche Herausforderungen für Kommunen dar. Insbesondere an städtischen Knotenpunkten ist ein sicherer und effizienter Verkehrsfluss oftmals nur durch den Einsatz von Lichtsignalanlagen möglich. Diese teilen den knappen Raum zeitlich auf. Wichtig ist, alle Verkehrsteilnehmer dabei gezielt berücksichtigen zu können.

Die Digitalisierung und ein Austausch von Informationen bieten zusätzliches Potenzial. Hierunter fallen beispielsweise Anwendungen der kooperativen intelligenten Verkehrssysteme (C-ITS). Diese moderne Technologie ermöglicht etwa Verkehrsteilnehmer dynamisch zu erkennen, Ampelphasenassistenten zu nutzen oder den öffentlichen Verkehr – neben dem ÖPNV insbesondere auch für Einsatzfahrzeuge – zu modernisieren. Auch ungeschützte Verkehrsteilnehmer können erfasst werden, um die Wahrnehmung von zukünftigen automatisierten Fahrzeugen zu erweitern.

Um C-ITS marktreif zu machen, ist ein interoperables System über die Grenzen einzel-

ner Städte und sogar Länder erforderlich. Interessen der Infrastruktur werden durch die europäische „C-Roads Platform“ gebündelt. Dies ermöglicht einen erfolgsversprechenden Schulterschluss mit verschiedenen Stakeholdern, beispielsweise der Automobilindustrie. Ziel ist es, die neue Technologie breit und harmonisiert einzuführen.

Die nachhaltige Wirkung von C-ITS für Kommunen wurde unter anderem beim C-Roads City Forum in Porto im Oktober 2023 bestätigt. Dort kamen Vertreter von 21 Städten aus 10 Ländern für einen Erfahrungsaustausch zusammen. Bei einer Award Ceremony wurden Preise vergeben, die auf den Vorgaben für nachhaltige urbane Entwicklungspläne der EU-Kommission basieren. Als nationaler technischer Koordinator war die BASt gemeinsam mit der Stadt Kassel sowie den Preisträgern aus Dresden (Unterstützung automatisierter Fahrzeuge) und Hamburg (erfolgreiche C-ITS Strategie) beim Forum vertreten. ▀



C-ITS zum Schutz von Fußgängern.

Quelle: CAR 2 CAR Communication Consortium

Mobilithek löst MDM ab



Autoren:

- 1 **Timo Hoffmann,**
Dipl.-Geogr.,
Vernetzte Mobilität
- 2 **Selma Mouafek,**
Wirtschaftsingenieurin,
Vernetzte Mobilität

Die Mobilithek ist die neue Datenplattform des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr (BMDV). Sie dient dem Datenaustausch zwischen verschiedenen Akteuren im Mobilitätssystem. Bei solchen Daten handelt es sich beispielsweise um Fahrplandaten, Echtzeitinformationen über Staus oder Standorte von Leihfahrrädern. Die Mobilithek schafft damit die Datenbasis für die Einrichtung von Informationsdiensten für Reisende und Verkehrsteilnehmer. Solche Dienste erlauben die persönliche Reiseplanung, informieren über aktuelle Ereignisse im Straßenverkehr und Betriebszustände im öffentlichen Verkehr. Auch für die Wissenschaft stehen hier viele Daten aus Forschungs- und Pilotprojekten für mögliche Zweitverwertungen zur Verfügung.

Die BAST hat über viele Jahre die Vorgängerplattform der Mobilithek, den Mobilitäts Daten Marktplatz (MDM), betreut. Deswegen hat sie viele Erfahrungen beim Aufbau und Betrieb solcher Plattformen. Für den Betrieb der Mobilithek arbeitet die BAST eng mit dem BMDV zusammen und übernimmt den alltäglichen User Support.

2023 erfolgte der Umzug von etwa 1.500 MDM-Nutzern zur Mobilithek. Das BAST-Team stellte dazu einen Migrationsprozess auf, der technisch einfach und möglichst nutzerfreundlich gestaltet wurde. Jeder MDM-Nutzer konnte im MDM-Portal eine Zustimmung für die Migration erteilen. Damit wurden dann Konto, Datenangebote und vorhandene Abonnements größtenteils automatisch in die Mobilithek übertragen. Die Migration ist inzwischen abgeschlossen und die meisten MDM-Nutzer sind bereits erfolgreich in der Mobilithek aktiv. Es sind noch einige Nacharbeiten und Lösungen für individuelle Problemfälle notwendig, aber insgesamt ist die Mobilithek startklar als zukunftsichere Plattform für Mobilitätsdaten! 🗡️



Die Mobilithek hat den MDM abgelöst.

Teleoperation von Fahrzeugen sicher gestalten



Autoren:

- 1 Sandro Berndt-Tolzmann,**
Dipl.-Phys.,
stellv. Referatsleiter
„Vernetzte Mobilität“
- 2 Dr. Alexander Frey,**
Dr. rer. Nat., Psychologe,
stellv. Referatsleiter
„Automatisiertes Fahren“
- 3 Tom Michael Gasser,**
Ass. Jur. (Jurist),
Referatsleiter
„Automatisiertes Fahren“
- 4 Dr. Nicole Gräcman,**
Dr. med., Ärztin,
Fahreignung, Fahrausbildung,
Kraftfahrerrehabilitation
- 5 Lena Plum,**
Psychologin,
Automatisiertes Fahren

Elisabeth Shi,
(nicht im Bild)
M. Sc. Psychologie,
Automatisiertes Fahren

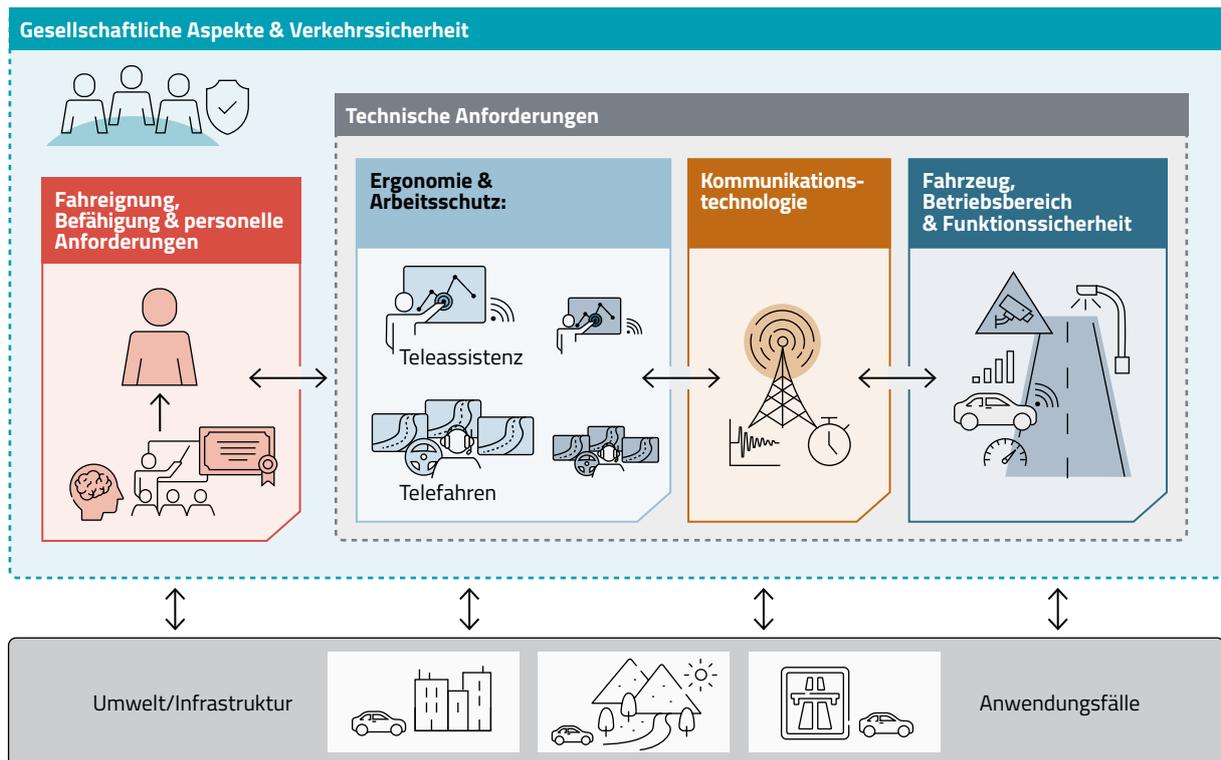
Bisher können sowohl Personen im Fahrzeug als auch automatisierte Fahrfunktionen ein Fahrzeug steuern. Zukünftig wird es zusätzlich die Möglichkeit geben, Fahrzeuge aus der Ferne zu steuern oder Informationen an ein autonomes Fahrzeug zu senden. Diese neue Steuerungsform heißt übergeordnet Teleoperation. Schon seit 2021 kann in Deutschland eine Technische Aufsichtsperson (§ 1d Absatz 3 Straßenverkehrsgesetz) mittels Teleassistenz teilweise Informationen an ein autonomes Fahrzeug geben. Um Hindernisse zu umfahren, können etwa auf einer Karte neue Wegpunkte eingezeichnet werden, die das autonome Fahrzeug anschließend abfährt.

Telefahren hingegen umfasst die vollständige (Fern-)Steuerung des Fahrzeugs. Die Anwendungsfälle sind vielfältig: Beispielsweise können Carsharing-Fahrzeuge verteilt und Gütertransporte als telegefahrene „Hub-to-Hub“-Verkehre ermöglicht werden. Entsprechend groß sind die Unterschiede bezogen auf die sensorische Ausstattung, die Fahrzeugmassen, Fahrgeschwindigkeiten und die anvisierten Betriebsbereiche.

Entscheidend für die Verkehrssicherheit dieser neuen Steuerungsform ist, dass die technische Aufsichtsperson beziehungsweise die telefahrende Person ihre Aufgabe sachgerecht wahrnimmt. Für die telefahrende Person ist wichtig, wie sie in die Fahraufgabe eingebunden ist und wie das System technisch gestaltet ist. Sie wird mit neuartigen Aufgaben in einem Leitstand konfrontiert, die sich zwangsläufig von denen einer manuellen Steuerung im Fahrzeug unterscheiden.

Aktuell wird erforscht, wie ein solcher Leitstand ergonomisch aufgebaut werden kann. Die telefahrende Person muss dabei alle relevanten Informationen aus dem Verkehrsumfeld des Fahrzeugs erhalten. Zur Verfügung stehen ihr dabei lediglich auf Monitoren dargestellte Kamerabilder beziehungsweise übertragene akustische Informationen.

Die Datenübertragungstechnik wird immer eine latenzbehaftete, also zeitlich verzögerte Fahrzeugsteuerung nach sich ziehen. Sie kann gegebenenfalls auch zu körperlichen Symptomen – Schwindel oder Übelkeit – bei der telefahrenden Person führen. Deswegen wird aktuell untersucht, ob Mindestanforderungen an die körperliche und geistige Eignung, aber auch an die Ausbildung und Befähigung, von Telefahrern zu stellen sind. Diese können sich möglicherweise von denen von Fahrern in Fahrzeugen unterscheiden.



Systemschaubild Teleoperation.

Ob das Telefahren bestimmter Fahrerlaubnisklassen (Pkw, Lkw, Bus) auch den Erwerb der jeweiligen Fahrerlaubnis voraussetzt, muss ebenso untersucht werden wie Anforderungen an die Fahrerfahrung sowie ein Mindest- und Höchstalter. Von wesentlicher Bedeutung sind die Anforderungen an die charakterliche Eignung und deren Überprüfung, da das Fahren aus der Ferne ein besonderes Verantwortungsgefühl, Sicherheitsbewusstsein sowie eine vorausschauende Fahrweise erfordert.

Weil es an belastbaren Forschungsergebnissen in den hier skizzierten Fragestellungen mangelt, wurde die Arbeitsgruppe „Forschungsbedarf Teleoperation“ ins

Leben gerufen. Diese betrachtet Teleoperation im weiteren Sinn als ein ganzheitliches System: bestehend aus Fahrzeug, technischer Absicherung und Betriebsbereich, ergonomischem Leitstand und Arbeitsschutz, Kommunikationstechnik, Fahreignung und Befähigung der telefahrenden Person sowie der gesellschaftlichen Aspekte, die sich bei der Einführung einer solchen Technologie stellen. Werden die genannten Betrachtungsgrößen ausbalanciert, ist eine verkehrssichere Anwendung der Steuerungsform realisierbar. 🗡️

Wie Verkehrsmanagementstrategien und Verkehrsmeldungen in die Navis gelangen



Autoren:

- 1 Holger Drees,**
M. Sc., Physiker,
Vernetzte Mobilität
- 2 Peter Lubrich,**
Dipl.-Ing., Bauingenieur,
Vernetzte Mobilität

Navigationsdienste haben in den letzten Jahrzehnten das Verkehrsmanagement deutlich verändert. Kamen Verkehrsinformationen früher über das Radio oder später über Telematiksysteme zu den Fahrern, war hier die Informationsquelle ein öffentlicher Aufgabenträger. Navigationsdienste hingegen haben eine große Anzahl an Informationsquellen, bei denen das Verkehrsmanagement der Städte, Regionen und Länder keine große Rolle spielt. Dadurch kommt es nicht selten zu unerwünschten Situationen, wie einem Routing auf Nebenstraßen oder über gesperrte Straßen.

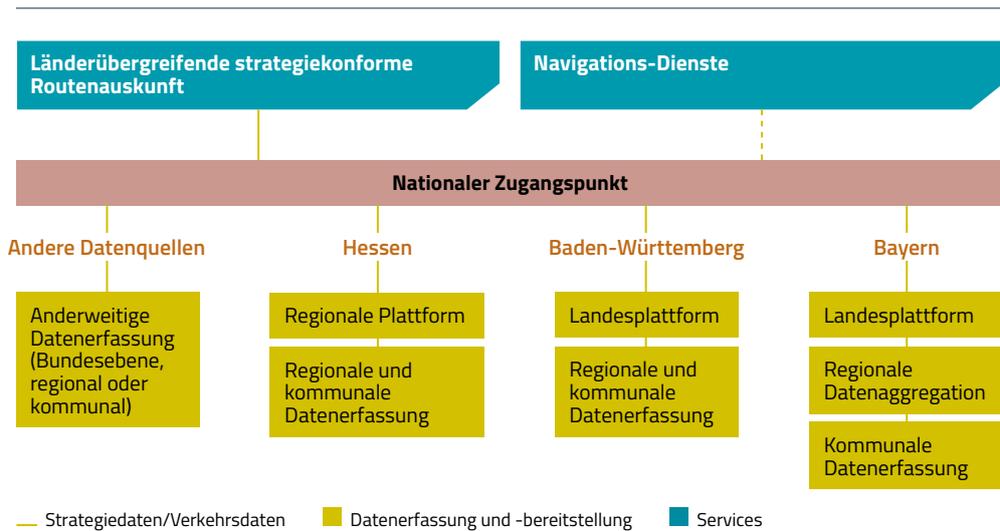
Verschiedene EU-Rechtsakte verpflichten öffentliche Stellen, ihre verfügbaren Daten über den nationalen Zugangspunkt, die Mobilithek, bereitzustellen. So können diese Informationen auch in Navigationsdienste einfließen. Navigationsdienstleistern fällt es jedoch schon bei der derzeit noch überschaubaren Anzahl von Datenpublikationen schwer, diese direkt in ihre Dienste zu inte-

grieren. Neben der oftmals geringen Qualität der bereitgestellten Daten ist auch die fehlende Flächenabdeckung sowie die unterschiedliche Formatierung eine große Herausforderung bei der Integration solcher Daten.

Die BASt hat in den vergangenen Jahren erste konzeptuelle Ansätze für eine Integration des öffentlichen Verkehrsmanagements sowie von privaten Navigationsdiensten verfolgt, um diesen Problemen zu begegnen. Einige europäische Länder haben sogar schon erste Praxisanwendungen für eine solche Integration getestet.

Das Projekt SATURN hat dieses Thema nun mit verschiedenen deutschen Praxispartnern weiterentwickelt. Ziel war es, unterschiedliche Informationen unterschiedlicher Akteure des Verkehrsmanagements zu digitalisieren und einheitlich in der Mobilithek bereitzustellen. Dazu gehörten Verkehrsinformationen wie Baustellenmeldungen oder Straßensperrungen, aber auch Verkehrsmanagementstrategien. So können auch beabsichtigte Lenk- und Leitstrategien der öffentlichen Hand in Navigationsdienste einfließen.

In 3 Piloträumen (Frankfurt/Rhein-Main, Großraum Stuttgart, München-Oberland) wurden mit unterschiedlichen Schwerpunkten Verkehrsmanagementstrategien entwickelt sowie unterschiedliche Herangehensweisen für Verkehrsmeldungen getestet. Alle Umsetzungen haben gemeinsam, dass



Unterschiedliche Anbindung der Datenquellen an die Mobilithek und Nutzung in Routing-Diensten.

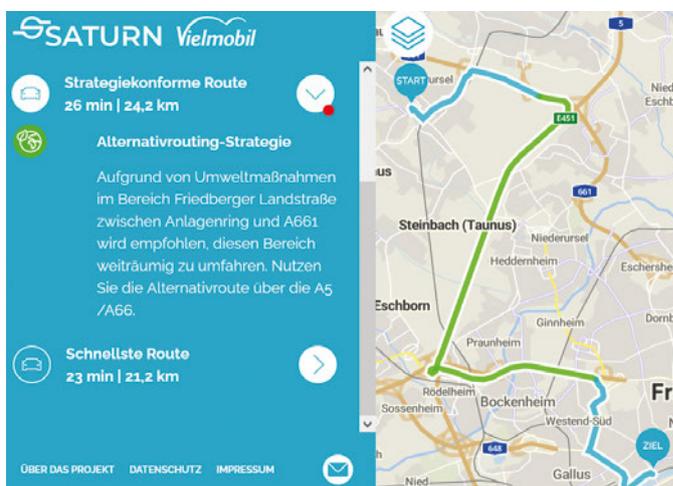
einheitlich formatierte Strategien und Verkehrsmeldungen im Datenmodell DATEX II über eine regionale oder landesweite Plattform an die Mobilithek übermittelt werden. Von dort wurden die Daten in eine länderübergreifende Routenauskunft integriert.

Die BAST evaluierte das Konzept und die Umsetzung im Projekt. Besonders wertvoll waren die Erfahrungen mit der Datenbereitstellung auf unterschiedlichen Wegen. Große Kommunen und überregionale

Straßenbetreiber publizieren oftmals bereits eigenständig Verkehrsdaten auf der Mobilithek. In SATURN wurde festgestellt, dass es für kleinere Kommunen zielführend ist, ihre Verkehrsmeldungen gebündelt über regionale und/oder Landesplattformen bereit zu stellen.

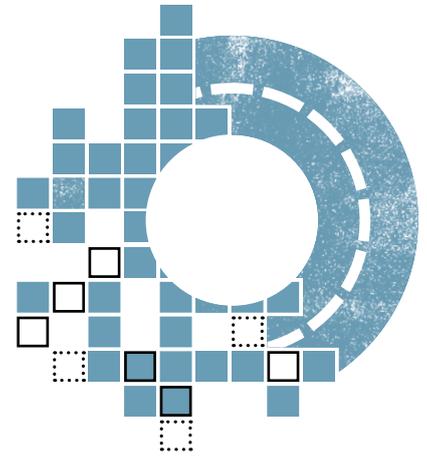
Auch die Akzeptanz der öffentlichen Verkehrsmeldungen bei Navigationsdienstleistern war von Interesse, von denen die Firmen HERE und TomTom assoziierte Projektpartner sind. Während Verkehrsmeldungen wie Sperrungen in guter Qualität, also mit zeitlich und örtlich exakten Angaben, insbesondere bei den Firmen auf großes Interesse stießen, gibt es bei der Integration von Routenempfehlungen in die Navigationsdienste noch offene Fragen bezüglich technischer und organisatorischer Umsetzung.

Nutzer akzeptieren bestimmte Managementmaßnahmen zudem häufiger, wenn diese begründet werden. Der Screenshot zeigt beispielsweise die Alternativrouting-Strategie der Stadt Frankfurt inklusive einer solchen Begründung integriert im projekt-eigenen Routing-Dienst, abrufbar unter saturn.trafficon.eu.



Darstellung einer Alternativrouting-Strategie im Vielmobil-Routing (Screenshot)

8. Digitales Verkehrswesen



Die BASt baut ihre Stellung als zentraler Ort der Datenerhebung, -analyse und -bereitstellung im Verkehrswesen aus und macht sich im Bereich Digitalisierung und Automatisierung stark.

Moderne Datenverarbeitungsverfahren sind zwingend erforderlich, um den zukünftigen Anforderungen und Fragestellungen, bei einer immer weiterwachsenden Komplexität und einer steigenden Themeninterdependenz angemessen begegnen zu können. Erweiterbare Datenbanken sowie ein von einheitlichen Standards und Formaten bestimmter Datenaustausch sind für diese Verfahren Grundvoraussetzung.

Ziel ist es, große Teile der Infrastruktur digital in einem cyber-physischen System abzubilden, etwa über Digitale Zwillinge. Komplexe Sachverhalte sowie Zusammenhänge können so ganzheitlich betrachtet und optimierte Entscheidungen für eine nachhaltige Ressourcennutzung gefunden werden. Dabei sind die sich entwickelnden rechtlichen Anforderungen der Digitalisierung kontinuierlich zu berücksichtigen.

Infrastrukturbetreiber, Verkehrsteilnehmer und Forschungsumfeld profitieren vom Einsatz dieser Werkzeuge, die helfen weitere Potentiale in den Bereichen Verfügbarkeit, Sicherheit und Effizienz zu erschließen.

Messfahrzeug MESUV für Mobile Mapping aufgerüstet



Autorin:

Jennifer Sammet,
Ingenieurin für
Elektrotechnik,
Straßenentwurf,
Verkehrsablauf,
Verkehrsregelung

Die BASt wurde vom BMDV beauftragt, ein Baum- und Alleenkataster zu entwickeln. Dieses dient 2 Zielen: Es soll sowohl die Grundlage für den Baum- und Alleenschutz als auch für die netzweite Sicherheitsbewertung bilden im Sinne der EU-Direktive 2019/1936 über ein Sicherheitsmanagement für die Straßenverkehrsinfrastruktur.

Die in das Kataster einfließenden Daten der Bundesländer sollen flächendeckend mit Fernerkundungsdaten und stichprobenartig mit dem BASt-Messfahrzeug MESUV (Messsystem zur Erfassung von Straßen- und Verkehrsdaten) überprüft werden. Eine Pilotstudie zeigte, dass das MESUV in seiner bestehenden Sensorkonfiguration hierfür nicht geeignet war. Deswegen wurde ein Anforderungsprofil definiert, welches die notwendigen Maßnahmen zur Aufrüstung des MESUV darlegt.

Für die Aufrüstung des MESUV wurde das Fahrzeug mit einem neuen hochleistungsfähigen Laserscanner ausgestattet. Dieser Laserscanner wird aktuell in das bestehende Sensorsystem des Fahrzeugs integriert. Das Kernstück dieser neuen Sensorausstattung ist die Kombination des Laserscanners und der verbauten INS/IMU (Messeinrichtungen), welche die hochgenaue Positionsbestimmung der Daten des Laserscanners ermöglicht.



Messfahrzeug MESUV.

Die Ausstattung wird durch einen weiteren Laserscanner zur Querneigungskorrektur, einen Wegimpulsgeber, einen GNSS/GPS-Empfänger, ein Korrekturdatenmodem und ein Panorama-Kamerasystem mit 170 Grad Blickwinkel ergänzt. So kann beim Mobile Mapping eine 3D-Karte eines Bereichs erstellt werden.

Die Sensorausstattung ermöglicht die zentimetergenaue Detektion von Bäumen im Straßenseitenraum und dient damit der Validierung des Baum- und Alleenkatasters. Die Baumerfassung erfolgt dabei in den generierten Laserpunktewolken durch eine noch zu entwickelnde Objekterkennung. Hierdurch eignet sich das MESUV ebenfalls für weitere Anwendungen wie beispielsweise die Erstellung von Digitalen Zwillingen des Straßenraums. ▀

Digitalisierung der koordinierten Baubetriebsplanung für Baustellen auf Autobahnen



Autor:

Andreas Coumanns,
M. Eng.,
Straßenentwurf,
Verkehrsablauf,
Verkehrsregelung

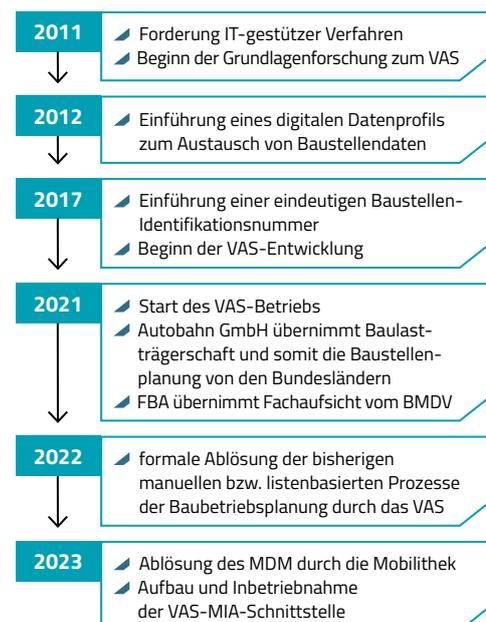
Mit der „koordinierten Baubetriebsplanung“ sollen verkehrliche Auswirkungen durch Baustellen auf Autobahnen, wie Staus, so gering wie möglich gehalten und gleichzeitig deren Wirtschaftlichkeit gewährleistet werden. Dazu werden von der Autobahn GmbH als Baulastträger geplante Baustellen der Fachaufsicht des Fernstraßenbundesamtes (FBA) vorgelegt und geprüft.

Die Digitalisierung der koordinierten Baubetriebsplanung hat in den letzten Jahren deutliche Fortschritte gemacht. Zwischen 2011 und 2016 wurden neue maschinenlesbare Formate und digitale Übertragungswege eingeführt und grundlegende Forschungsfragen untersucht. So können verkehrliche, umwelttechnische und volkswirtschaftliche Auswirkungen von Baustellen ermittelt werden. Darauf aufbauend wurde durch die BAST ein webbasiertes IT-Werkzeug namens Verkehrsanalysesystem (VAS) entwickelt, welches 2021 seinen Betrieb aufnahm.

Mit dem VAS steht erstmalig ein bundesweit einheitliches IT-Werkzeug zur Verfügung, um Baustellen auf Autobahnen zu planen und bewerten. Durch das VAS können potenziell stauanfällige Baustellenplanungen frühzeitig erkannt und zugunsten einer verkehrsgünstigeren Variante angepasst werden. So werden FBA und die Autobahn GmbH dabei unterstützt, die für Verkehrsteilnehmer verträglichsten Baustellenverkehrsführungen zu finden.

Gleichzeitig löst das VAS die veralteten Prozesse des Meldens von Baustellen an die Fachaufsicht in Form von tabellarischen Auflistungen ab. Somit wird erstmalig eine vollständig digitale Abwicklung der koordinierten Baubetriebsplanung ermöglicht.

Das VAS wurde auch im Jahr 2023 kontinuierlich weiterentwickelt. Ende 2023 konnten mit der Anbindung des von der Autobahn GmbH entwickeltem Management- und Informationssystem für Arbeitsstellen (MIA) weitere Prozesse digitalisiert werden. Damit wurde ein weiterer wichtiger Meilenstein in der Digitalisierung der koordinierten Baubetriebsplanung erreicht. 🗝



Chronologie.

Erweiterte Datenverfügbarkeit für Bundesfernstraßen mit BISStra



Autor:

Hartmut Treichel,
Dipl.-Phys.,
Stabsstelle „Digitalisierung Straßenwesen“

Das Bundesinformationssystem Straße (BISStra) ist ein datenbankbasiertes geographisches Informationssystem. Es unterstützt Behörden wie die BASt bei vielfältigen Verwaltungs- und Forschungsaufgaben. BISStra hält Straßennetzdaten der Bundesfernstraßen (Autobahnen und Bundesstraßen) vor und stellt sie zahlreichen angebotenen Fachsystemen zur Verfügung. Dies ermöglicht vielfältige Kartendarstellungen, umfangreiche Analysen und Kartenauswertungen.

Die Daten für BISStra werden überwiegend durch die Länder und von der Autobahn GmbH geliefert. Dabei sind einheitliche Datenkonventionen zwingend erforderlich. Die Daten müssen

- geographisch und objektbezogen auf dieselbe Art und Weise referenziert sein (etwa mit Straßenkennungen und Netzknotenpunkten).
- dieselbe Informationsbedeutung haben, also von allen Beteiligten gleich interpretiert werden.
- einheitlich transportiert beziehungsweise übertragen werden.

Daher müssen feste Standards und einheitliche Formate berücksichtigt werden. Dies sind insbesondere die Anweisung Straßeninformationsbank (ASB) und der Objektkatalog für das Straßen- und Verkehrswesen (OKSTRA).

Die ASB stellt das Ordnungssystem dar. Dieses definiert, wie die Daten sich untereinander sowie ihre geographische Position beschreiben und Attribute aussehen. Aus der ASB kann man auch erfahren, welche

Bedeutung eine Information hat und wo und wie sie verortet ist.

Der OKSTRA beschreibt die IT-technische Schnittstelle sowie passende Datenformate, um die Daten zwischen verschiedenen Systemen zu übertragen. Dazu gehört auch die Bereitstellung entsprechender Werkzeuge und Bibliotheken, auch zur Einbindung in eigene Anwendungen.

2023 konnten in BISStra bedeutende Entwicklungen hinsichtlich der erweiterten Datenverfügbarkeit erzielt werden. Die Verlaufsgometrie wurde weiterentwickelt und maßgebliche Fortschritte für standardisierte Daten und Datenstrukturen für ein zentrales System erreicht. So konnte ein Radwegekataster in das Datenmanagement von BISStra integriert werden. Auch an einem Baum- und Alleenkataster wurde gearbeitet. Das übergeordnete Ziel dieser Maßnahmen besteht unter anderem darin, die Vorgaben der RISM-Richtlinie (Road Infrastructure Safety Management) zur Steigerung der Verkehrssicherheit effektiv umzusetzen. 🗡



Beispielhafter Ausschnitt mit nummerierten BAB-Anschlussstellen und Straßenkennungen.

Quelle: Geobasis-DE/BKG 2023, BISStra/BASt

Copernicus Netzwerkbüro Verkehr



Autor:

Felix Cziudai-Sonntag,
Geoinformatiker,
Stabsstelle „Digitalisierung
Straßenwesen“

Der digitale Wandel birgt große Chancen für viele Bereiche der Gesellschaft und Wirtschaft – so auch für die Mobilität. Vor diesem Hintergrund wächst die Bedeutung der Ressource Daten, was zu neuen Anforderungen in Forschung und Anwendungsentwicklung führt. Das Europäische Erdbeobachtungsprogramm Copernicus liefert durch eine eigene Satellitenflotte In-situ-Daten sowie Aufnahmen nationaler und kommerzieller Satelliten, welche für den Verkehrssektor großes Potenzial bieten.

Mit dem Copernicus Netzwerkbüro Verkehr (CNV) trägt die BAST dazu bei, dieses Potenzial zu erschließen. Es dient als Schnittstelle zwischen Infrastrukturbetreibern, Forschungseinrichtungen, Fernkundungsexpertinnen und -experten und weiteren Akteurinnen und Akteuren des Landverkehrs. Es unterstützt, berät und vernetzt dabei Interessierte und Nutzer von Fernkundungsdaten und -diensten im Schienen- und Straßenverkehr.

Um den rund 135 Netzwerkmitgliedern einen fachlichen Austausch und weitreichende Vernetzung zu ermöglichen, wurden im vergangenen Jahr regelmäßige Online-Veranstaltungen angeboten und 2 Workshops durchgeführt.



Copernicus Netzwerkbüro Verkehr.

Beim 1. Workshop wurde ein spezielles Augenmerk auf die Vernetzung der knapp 60 Teilnehmer gerichtet. Im 2. Workshop des Netzwerkbüros zu dem vertiefenden Fachthema Bodenbewegungen, tauschten sich 21 Teilnehmer aus verschiedenen Institutionen hinsichtlich der Relevanz und Anwendbarkeit des Themas aus und erarbeiteten erste Vorschläge für zukünftige Projekt- und Kooperationsideen. In seinem Newsletter präsentiert das Netzwerkbüro aktuelle Forschung und Entwicklung. Auf der neu entworfenen Webseite werden Veranstaltungen angekündigt sowie eine Projektdatenbank und Informationen zu Satellitendaten bereitgestellt. In 15 Beratungsterminen und weiteren Diskussionen informierte das CNV bedarfsorientiert zu Anwendungsmöglichkeiten und der Einbindung von Daten und Diensten des Erdbeobachtungsprogramms Copernicus. 🚀

Sichere V2X-Kommunikation – ein Schutzprofil nach Common Criteria



Autor:

Sandro Berndt-Tolmann,
Dipl.-Phys.,
stellv. Referatsleiter
„Vernetzte Mobilität“

Unter kooperativen intelligenten Verkehrssystemen (C-ITS) ist die direkte Vernetzung von Fahrzeugen untereinander sowie zwischen Fahrzeugen und Verkehrsinfrastruktur zu verstehen, um die Verkehrssicherheit zu erhöhen und den Verkehrsfluss zu verbessern. Anwendungsbeispiele sind etwa Warnungen vor Stauenden oder eine Vorrangschaltung für Einsatzfahrzeuge oder Busse in der Stadt.

Als Basis für den sicheren Betrieb von C-ITS wurden auf EU-Ebene unter Mitwirkung der BAST 2 Dokumente entwickelt:

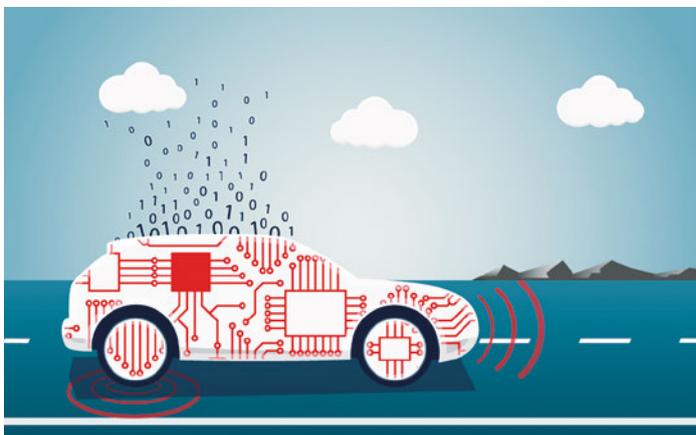
- Die „Certificate Policy“ (CP) regelt Details zum Bezug von digitalen Zertifikaten.
- Die „Security Policy“ (SP) regelt Anforderungen an die Betreiber von C-ITS Stationen und deren Prozesse (beispielsweise zertifiziertes ISMS).

Laut SP dürfen für den Regelbetrieb ausschließlich nach Common Criteria (ISO/IEC15408) zertifizierte C-ITS Stationen zum Einsatz kommen, die von unabhängigen Laboren und nationalen Zertifizierungsinstanzen standardisiert geprüft wurden.

Schutzprofile (Protection Profile) stellen in diesem Kontext eine Art Lastenheft für eine bestimmte Produkt- oder Funktionskategorie dar. Sie definieren in generischer Weise Mindestanforderungen, werden evaluiert und zertifiziert. So können Hersteller ihre Produkte gemäß den Anforderungen und Kriterien entwickeln.

Im Schutzprofil für die C-ITS Infrastrukturkomponenten werden alle relevanten Sicherheitsfunktionalitäten beschrieben. Dazu gehört der adäquate Schutz aller Kommunikationskanäle zu den verschiedenen Kommunikationspartnern: Zertifikatsbasierte Absicherung der einzelnen C-ITS Nachrichten, gesicherte Verbindung zur Verkehrsleitzentrale (etwa mittels TLS oder IPsec), sichere Anbindung aller Komponenten. Zudem müssen die erforderlichen internen Schutzmaßnahmen, beispielsweise Nutzerauthentifizierung/-autorisierung, sichere Firmware-Updates oder Selbst-Tests beachtet werden.

Ein von der BAST entwickeltes Schutzprofil zum Einsatz in ganz Europa befindet sich aktuell im Zertifizierungsprozess. ➤



Vernetzte Fahrzeuge kommunizieren untereinander und mit der Verkehrsinfrastruktur.

Quelle: a-image / iStock / Getty Images Plus

Digitaler Zwilling Brücke – Modulare Konzeption



Autoren:

- 1 **Sonja Nieborowski,**
Maschinenbauingenieurin,
stellv. Referatsleiterin
„Grundsatzfragen der
Bauwerkserhaltung“
- 2 **Sarah Windmann,**
Maschinenbauingenieurin,
Stahlbau, Korrosionsschutz,
Brückenausstattung

Die steigende Belastung der Straßeninfrastruktur und die alternde Bausubstanz stellen Baulastträger vor große Herausforderungen. Veränderungen an Bauwerken frühzeitig zu erkennen und zu bewerten ist entscheidend, um wirtschaftliche und technisch effiziente Maßnahmen über den gesamten Lebenszyklus hinweg einzuleiten. Das Ziel ist eine vorausschauende und prädiktive Herangehensweise, um die Verfügbarkeit von Bauwerken mit möglichst klimaschonenden Maßnahmen und

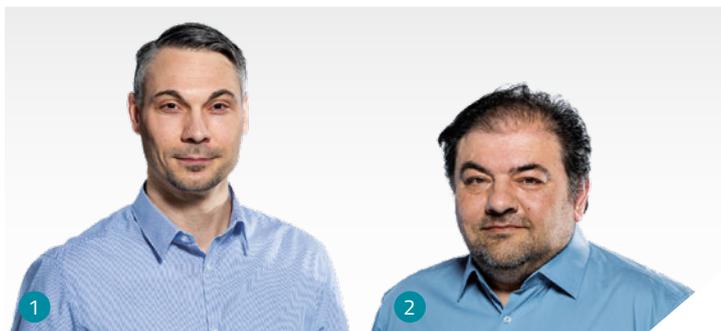
bei minimalem Verkehrseingriff zu sichern. Der Digitale Zwilling Brücke – digitales Abbild eines realen Bauwerks – spielt dabei eine wichtige Rolle, insbesondere in der Betriebsphase. Er ermöglicht Analysen, Vorhersagen, Steuerung und Überwachung, um das Management über den gesamten Lebenszyklus zu optimieren.

Im Projekt „Konzeptionelle Untersuchung zur Zusammenführung von Komponenten des Digital Twins Brücke“ wurde ein modulares Konzept für die Betriebsphase entwickelt. Es ermöglicht eine individuelle, anwendungsfallorientierte Konzeption des Digitalen Zwillings hinsichtlich Prozessschritten, Methoden und Tools. Als Grundlage wurden Anwendungsfälle erkannt, die in 3 Hauptbereiche unterteilt werden können: Betriebsprozesse, Erhaltung (Planung und Durchführung) sowie strategisches Lebenszyklusmanagement. Die Anwendungsfälle zielen auf die optimierte betriebliche Unterhaltung, die Aufrechterhaltung sowie die Wiederherstellung des Brückenzustands und ein unterstütztes prädiktives Lebenszyklusmanagement von Brücken, sowohl auf der Bauwerks- und Bauteilebene als auch auf der Portfolioebene, ab. Sie setzen sich aus einer variablen Anzahl von Prozessschritten zusammen. Die softwaretechnische Umsetzung basiert auf vordefinierten Prozessen, um erforderliche Daten bereitzustellen, zu verarbeiten und zu speichern. Der modulare Konzeptansatz schafft die erforderliche Flexibilität, einzelne Prozessschritte anzupassen. So kann der Digitale Zwilling Brücke schrittweise weiterentwickelt werden. 🏹



Modularer Aufbau des Digitalen Zwillings Brücke.

Behördenprojekt der BAST zur IT-Betriebskonsolidierung Bund (BKB)



Autoren:

- 1 **Alexander Burmeister**,
M. Sc., Informatiker,
Stabsstelle „Digitalisierung
Straßenwesen“
- 2 **Ayhan Toptas**,
IT-Administration

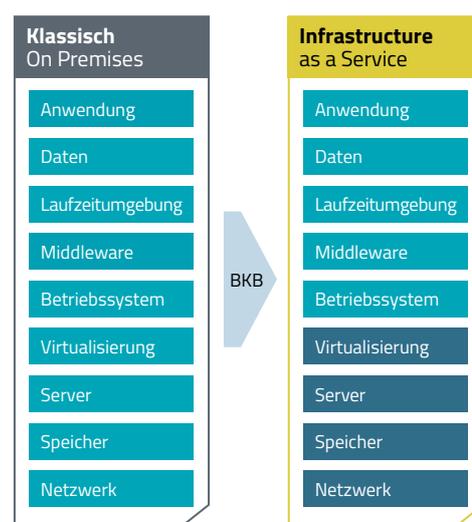
Die BAST setzt fortschrittliche und fachspezifische Informationstechnologien (IT) ein. Diese sind ein elementarer Bestandteil der Arbeit einer Ressortforschungseinrichtung. Sie spielen eine Schlüsselrolle, um Aufgaben im Bereich des Straßenwesens und der Verkehrssicherheit zu erfüllen.

Die IT-Betriebskonsolidierung Bund (BKB) ist ein Großprojekt unter Verantwortung des Bundesministeriums der Finanzen. Ziel ist die Zusammenführung von serverseitigen IT-Lösungen der unmittelbaren Bundesverwaltung auf standardisierte Server der IT-Betriebsplattform Bund (BP Bund) im Servicemodell „Infrastructure as a Service“.

Die BAST startete 2021 in der ersten Welle der BKB. Das Projekt wird gemeinsam von Mitarbeitern verschiedener Bereiche umgesetzt und von der hausinternen IT unterstützt. Nach einer Initialisierungsphase wurden in der anschließenden Vorbereitungsphase 2022 insbesondere alle bestehenden IT-Lösungen erfasst, analysiert und hinsichtlich ihrer Konsolidierungsfähigkeit beurteilt. Anhand eines Durchführungsplans wurden die

konsolidierungsfähigen IT-Lösungen zeitlich in den Projektplan eingereiht. Inzwischen befindet sich das Behördenprojekt in der Durchführungsphase. Als erste Behörde der Bundesverkehrsverwaltung konnte die BAST im Juni 2023 die ersten IT-Lösungen in den Produktivbetrieb auf der BP Bund überführen.

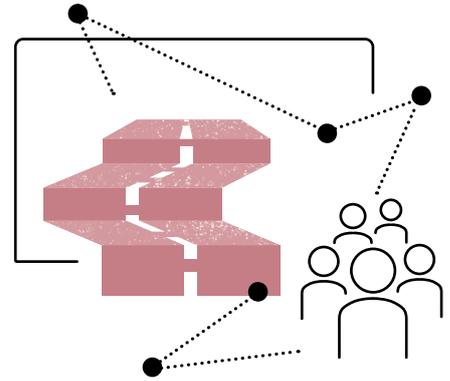
Die erfolgreiche Überführung der IT-Lösungen auf die BP Bund hat zu einer verbesserten Effizienz im Hinblick auf den standardisierten IT-Betrieb geführt. Durch angepasste Prozesse wurde für den Nutzen konsolidierter IT-Lösungen sensibilisiert. Bis zum Projektende Mitte 2024 werden alle konsolidierungsfähigen IT-Lösungen der BAST auf die BP Bund überführt. 🗒



■ Betriebsverantwortung Behörde
■ Betriebsverantwortung ITZBund

Überführung in Infrastructure as a Service; in Anlehnung an „Grundlagendokument IT-Betriebsplattform Bund (BP Bund)“, BMF, 2020

9. Fachkräftesicherung



Die Aufrechterhaltung der verkehrstechnischen strukturellen Integrität, der Ausbau nachhaltiger und innovativer Verkehrsinfrastrukturen sowie deren Erhaltung durch hochqualifizierte Fachkräfte bilden einen Grundpfeiler für den wirtschaftlichen Wohlstand Deutschlands.

Um dem Fachkräftemangel entgegen zu wirken, bedarf es der Verkehrsinfrastruktur speziell angepasster innovativer Kooperationen und Lösungen.

Die BASt erarbeitet ein wissenschaftliches Fundament anwendungsorientierter Forschung, Evaluierung und Qualitätssicherung von tragfähigen, innovativen und realisierbaren Konzepten, um neue Fachkräfte für das Straßen- und Verkehrswesen zu gewinnen und zu qualifizieren.

Nachhaltigkeit durch Innovation



Foto: © Daniel Carreño / Alamy.com

Autoren:

- 1 Karsten Strauch,**
Pädagoge,
Leiter der Stabsstelle
Akademie für
nachhaltiges Straßen-
und Verkehrswesen
- 2 Anke Lohbeck,**
Informatikerin,
Stellvertretende Leiterin
der Stabsstelle Akademie
für nachhaltiges Straßen-
und Verkehrswesen

Aufgabe der Stabsstelle „Akademie für nachhaltiges Straßen- und Verkehrswesen“ der BAST ist es, ein wissenschaftliches Fundament zur Forschung, Evaluierung und Qualitätssicherung von innovativen Konzepten zur Fachkräftegewinnung, -sicherung und -qualifizierung für das Straßen- und Verkehrswesen zu entwickeln.

Im zweiten Jahr nach ihrer Gründung wurden die 3 Handlungsfelder „Forschung“, „Koordination“ und „Bildung“ etabliert und weiter mit (wissenschaftlichem) Leben gefüllt.

Systemische Lösungen werden in Kooperation mit allen Stakeholdern entwickelt. Diese bauen das tradierte Bildungssystem weiter aus und erweitern es mit neuen Ansätzen. Zielgruppen sind Studenten, internationale Fachkräfte sowie Quer- und Wiedereinsteiger. So soll dem Fachkräftemangel begegnet werden.

Im Handlungsfeld „Koordination“ wurde ein einjähriger Pilot des mit 4,5 Millionen Euro dotierten Zuwendungsprogramms der Akademie ausgeschrieben. Auf Grundlage von Umfrageergebnissen wurden Hochschulen adressiert, um innovative Ansätze

im Bildungswesen mit Themen des Straßen- und Verkehrswesen der Zukunft zu gestalten. Ziel ist das Erreichen deutlich höherer Absolventenzahlen.

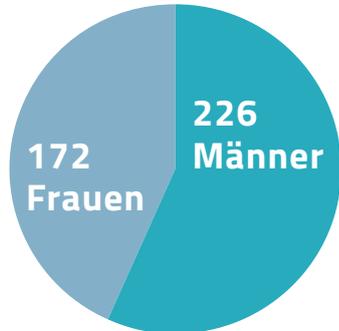
Im Handlungsfeld „Forschung“ wurde ein umfassendes Netzwerk mit den beteiligten Stakeholdern initiiert. Diesem Bündnis zur akademischen Fachkräftesicherung gehören dabei perspektivisch sowohl Hochschulen als auch Verbände, Behörden und weitere Institutionen und Stakeholder an. In einem föderalistischen und zum Teil heterogenen Umfeld sollen so systemische Entwicklungen ermöglicht und gesteuert werden können. Hierzu wurden diverse Fachvorträge auf nationalen und europäischen Konferenzen gehalten.

Im Handlungsfeld „Bildung“ wird eine virtuelle Akademie aufgebaut. Diese soll das grundständige Bildungsangebot der Hochschulen bei Bedarf um spezifisches Wissen ergänzen. Optionen für innovative Varianten der Weiterbildung bieten digitale Medien, aber auch speziell erstellte OER (Open Educational Resources) und Ansätze der Microcredentials. Individuelle Möglichkeiten von Hochschulen und Arbeitgebern werden hier berücksichtigt. Die in weiteren Analysen identifizierte Lücke zwischen den realen Anforderungen der Arbeitgeber und den vorhandenen Kompetenzen der Hochschulabsolventen stellt dabei ein weiteres Element dar, das aktuell umfassend beforscht und mit allen Stakeholdern diskutiert wird. 🗨️



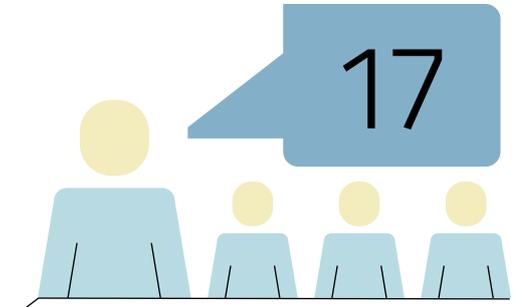
Weitere Informationen unter
www.bast.de/Akademie

Zahlen und Fakten



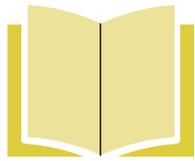
398

Beschäftigte



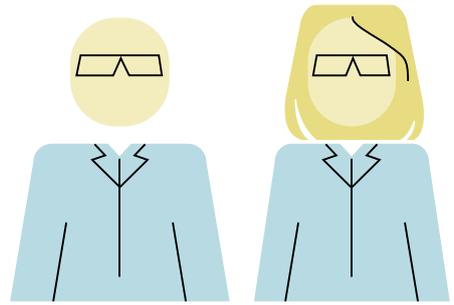
Azubis

65



Berichte

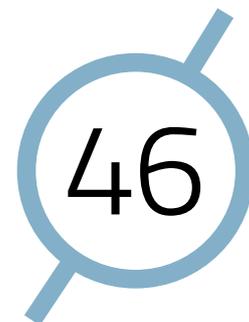
191



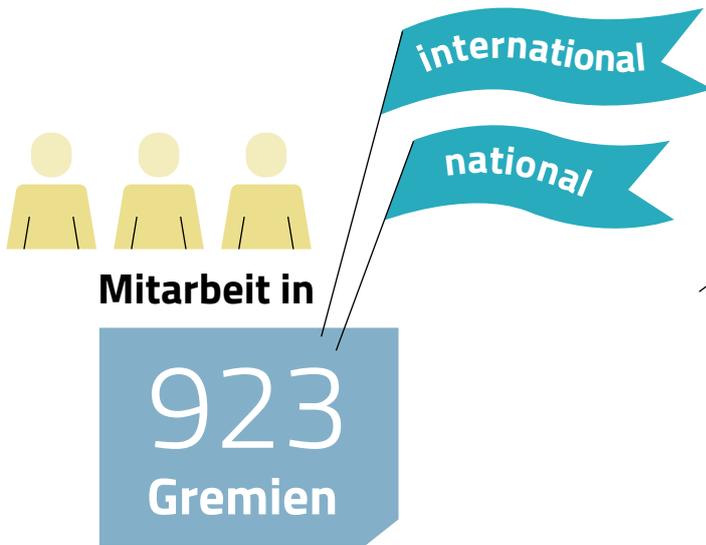
**Wissenschaftlerinnen
und Wissenschaftler**



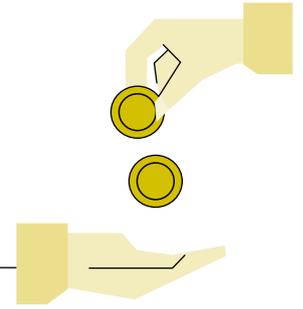
**Lehraufträge an
Hochschulen**



**Durchschnittsalter
der Beschäftigten**



19



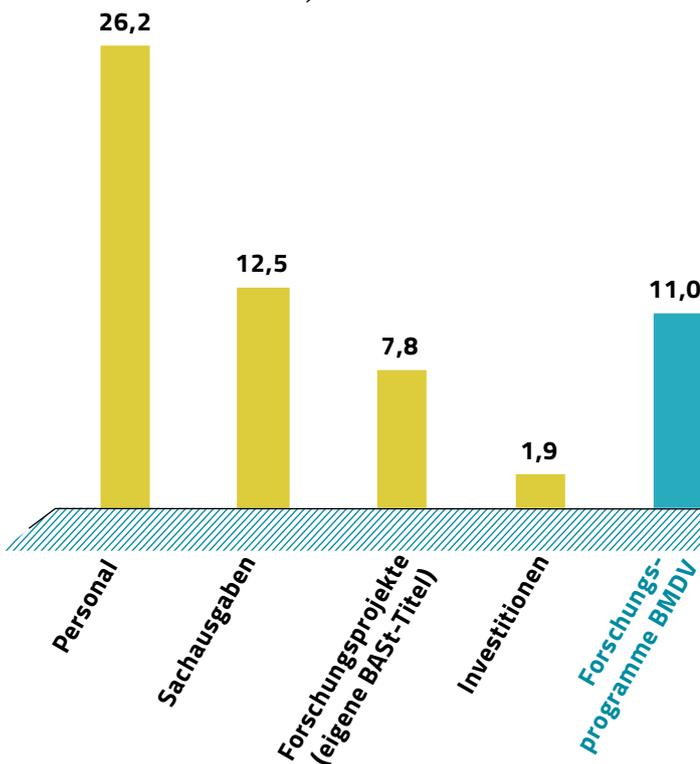
laufende
Drittmittelprojekte
mit einem Gesamtbudget von
rund 7,46 Millionen Euro



Anzahl eigener
Projekte rund 210

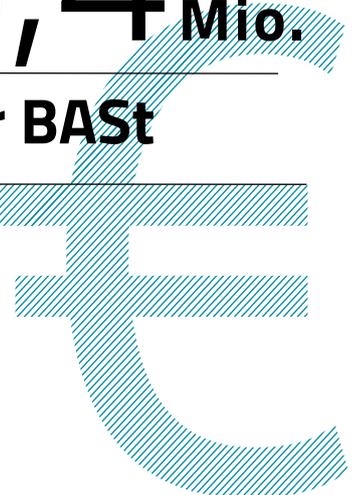


Anzahl Bearbeitung
externer Projekte rund 300



48,4 Mio.

Etat der BAST



Lehraufträge & Promotionen



Jennifer Bednorz,
Lehrauftrag an der Technischen Hochschule Köln im Mastermodul „BIM im Brücken- und Ingenieurbau“.



Ralph Holst,
Lehraufträge an der Bauhaus-Universität und der Bauhaus Weiterbildungsakademie Weimar e.V. im Bereich Bauwerksprüfung und Bauwerksmanagement.



Dr. Andre Eggers,
Lehrauftrag an der Bergischen Universität Wuppertal im Bereich „Passive Sicherheit von Fahrzeugen“.



Dr. Dirk Jansen,
Lehrauftrag an der Universität Siegen im Bereich Straßenbautechnik.



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



Dr. Ingo Kaundinya,
Lehrauftrag an der Fachhochschule Aachen im Lehrgebiet Tunnelplanung (Masterstudium).



Dr. Heinz Friedrich,
Verleihung des akademischen Grads „Doktor der Ingenieurwissenschaften“ von der Universität Duisburg-Essen.



Dr. Bernhard Kollmus,
Lehrauftrag an der Technischen Universität Dresden, Lehrveranstaltung „Verkehrssicherheit bei Planung, Entwurf und Betrieb von Straßen“.



Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Markus Oeser,
Lehraufträge an der RWTH Aachen für Tunnelplanung und Tunnelbetrieb (Masterstudium) und an der FH Aachen für Climate Change Impact on the Automotive Sector.



Elisabeth Shi,
Lehrauftrag an der Rheinischen Fachhochschule Köln im Bereich Statistik für die Studiengänge Psychologie und Wirtschaftspsychologie.



Dr. Verena Rosauer,
Lehrauftrag für die Technische Hochschule Lübeck für das Weiterbildende Studium Asphalttechnik.



Dr. Fabian Surges,
Verleihung des akademischen Grads „Doktor der Naturwissenschaften“ von der Universität Braunschweig.



Andre Seeck,
Lehrauftrag an der Technischen Universität Graz im Bereich Fahrzeugtechnik.



Dr. Max Wagner,
Lehrauftrag an der Fachhochschule Südwestfalen im Studiengang Connected Lighting, Vorlesung „Smart City“.

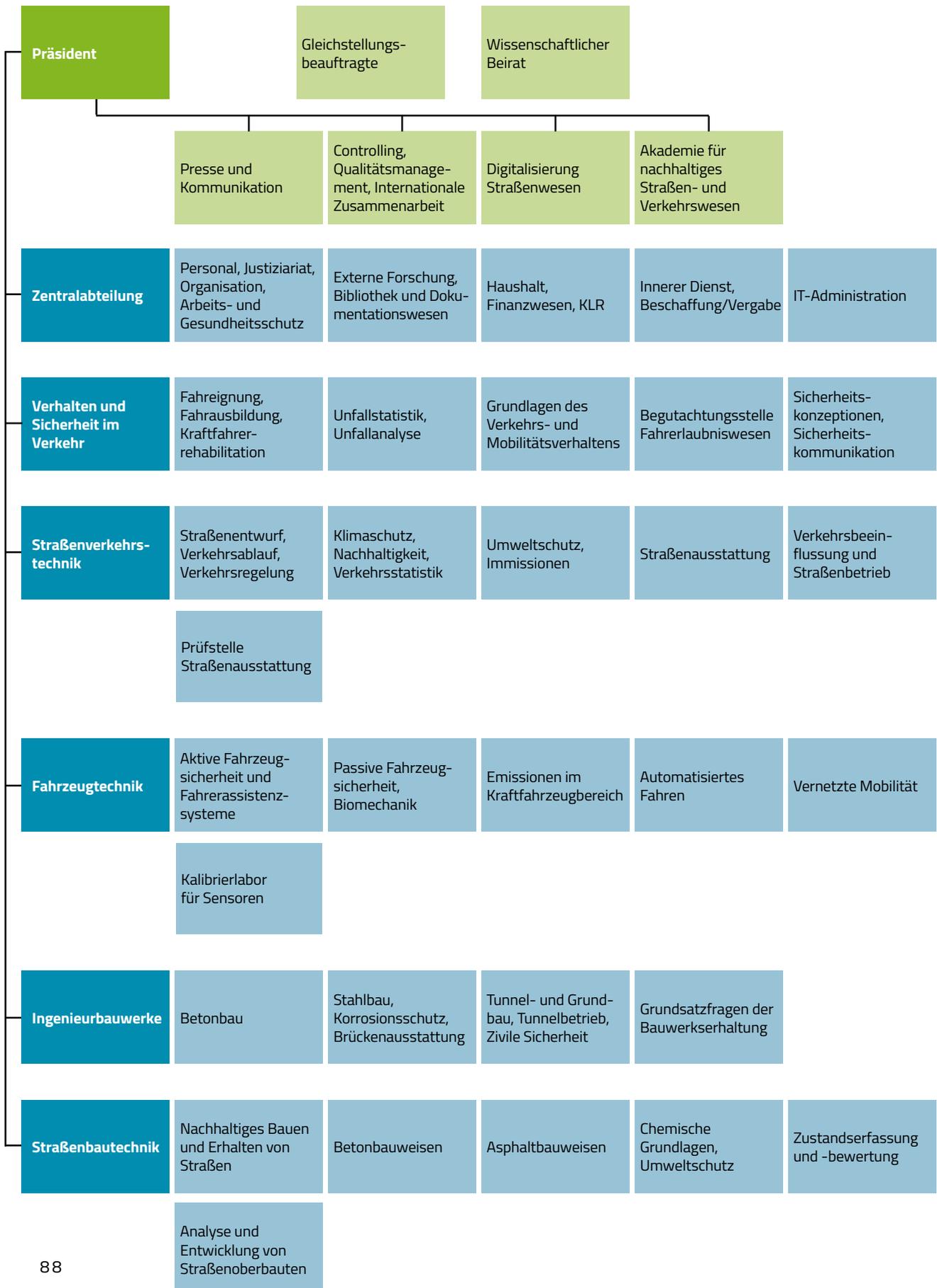


Dr. Patrick Seiniger,
Lehrauftrag an der Technischen Universität Darmstadt im Fachgebiet Fahrzeugtechnik zum Thema Motorräder.



Prof. Dr. Ulf Zander,
Lehrauftrag an der Universität Siegen im Bereich Straßenbau.

Organisation der BASt



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 Fachverlag NW in der Carl Ed. Schünemann KG, Zweite Schlachtpforte 7, D-28195 Bremen, Telefon 0421 36903-53, bezogen werden.

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

Herausgeber:

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

Konzept, Redaktion:

Stabsstelle Presse und Kommunikation

Gestaltung

MedienMélange:Kommunikation!

Redaktionsschluss:

Mai 2024

Bildnachweis:

Bundesanstalt für Straßenwesen und wie ausgewiesen, Umschlag: Bild oben von Roger tunedin/stock.adobe.com, Autorenbilder: BAST/Uwe Völkner/bundesfoto, Guido Rosemann und wie ausgewiesen

Druck und Verlag:

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

ISSN 0943-9285

ISBN 978-3-95606-781-5

doi: <https://doi.org/10.60850/bericht-a50>

Bergisch Gladbach, Juni 2024

Bundesanstalt für Straßenwesen

Die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) ist die praxisorientierte, technisch-wissenschaftliche Forschungseinrichtung des Bundes auf dem Gebiet des Straßenwesens. Sie widmet sich den vielfältigen Aufgaben, die aus den Wechselwirkungen zwischen Mensch, Verkehr, Infrastruktur und Umwelt resultieren.

Ihr Auftrag ist es, die Sicherheit, Umweltverträglichkeit, Wirtschaftlichkeit und Leistungsfähigkeit der Straßen zu verbessern.

Dem Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) gibt die BASt in fachlichen und verkehrspolitischen Fragen wissenschaftlich gestützte Entscheidungshilfen. Die Aufgaben reichen von Planung, Koordination und Durchführung mehrjähriger Forschungsprojekte bis zur kurzfristigen Beantwortung von Fragen zur Unterstützung der aktuellen Arbeit des BMDV.

Sie arbeitet führend im Netzwerk der nationalen und europäischen Spitzenforschungsinstitute auf dem Gebiet des Straßenwesens und wirkt weltweit maßgeblich bei der Ausarbeitung von Vorschriften und Normen mit.

Zu den Aufgaben der BASt gehören darüber hinaus Beratungs- und Gutachtertätigkeiten, außerdem prüft und zertifiziert sie und ist zudem Begutachtungsstelle für das Fahrerlaubniswesen.

Sie wurde 1951 gegründet und hat seit 1983 ihren Sitz in Bergisch Gladbach. Die BASt ist seit 1970 die zentrale Stelle für Unfallforschung im Straßenverkehr in Deutschland.



www.bast.de

ISSN 0943-9285

ISBN 978-3-95606-781-5