



Jahresbericht 2024

Berichte der Bundesanstalt für
Straßen- und Verkehrswesen
Allgemeines Heft A52

Jahresbericht 2024

Berichte der Bundesanstalt für
Straßen- und Verkehrswesen
Allgemeines Heft A52

Vorwort



Markus Oeser,
Präsident der BAST

Andre Seeck,
Vize-Präsident der BAST

Im Jahr 2024 haben zwei unterschiedliche Maßnahmen die Zukunft des Straßenverkehrs entscheidend geprägt. Mit dem Zehnten Gesetz zur Änderung des Straßenverkehrsgesetzes (StVG) hat die Bundesregierung wesentliche Impulse für eine zukunftsorientierte Verkehrsplanung gesetzt, die sowohl ökologische als auch sicherheitsrelevante Aspekte in den Mittelpunkt stellt. Die Gesetzesnovelle eröffnet in den Ländern, Städten und Kommunen mehr Handlungsspielraum für nachhaltige und städtebaulich sinnvolle Maßnahmen. Die neue Strategie der Bundesregierung für autonomes Fahren ebnet als weitere wesentliche Maßnahme den Weg für eine intelligente, vernetzte Mobilität, die Effizienz, Sicherheit und Innovationskraft vereint. Die Grundlagen für beide Neuerungen wurden maßgeblich durch die Arbeit der BAST geschaffen.

Mit der Novellierung des StVG sind nun neben Sicherheit und Verkehrsfluss auch Klima- und Umweltschutz, Gesundheitsschutz sowie die städtebauliche Entwicklung als gleichberechtigte Ziele im Gesetz verankert. Diese Neuerungen bieten Städten

und Kommunen mehr Handlungsspielraum, etwa bei der Einrichtung von Sonderfahrspuren für emissionsfreie Fahrzeuge oder der Einführung flexibler Tempolimits. Die Gesetzesänderungen eröffnen Forschung und Praxis neue Perspektiven und Herausforderungen, die wir als BAST aktiv begleiten und mitgestalten.

Auch die Vorstellung der neuen Strategie für autonomes Fahren ist ein Meilenstein für unsere Forschungsaktivitäten und rückt die Integration des autonomen Fahrens als festen Bestandteil in ein verkehrsträgerübergreifendes Mobilitätssystem in greifbare Nähe. Deutschland soll sich dabei als Leitmarkt für autonome Verkehrssysteme etablieren. Dazu wurden Maßnahmen definiert, welche die rechtliche Sicherheit, die Infrastruktur und die Forschung in diesem Bereich stärken sollen. Wir sehen darin eine große Chance, den Straßenverkehr nicht nur effizienter und sicherer, sondern auch inklusiver zu gestalten. Autonome Technologien bieten insbesondere im ländlichen Raum Potenzial, die Mobilität für alle Bevölkerungsgruppen zu verbessern.

Mit diesem Jahresbericht möchten wir Ihnen einen Einblick in unsere Projekte, Ergebnisse und Visionen geben. Die große Themenvielfalt umfasst dabei wichtige Aufgaben und Herausforderungen sowohl für die Zukunft als auch die Gegenwart.

Gleich zu Beginn feiern wir den 25-jährigen Erfolg von GIDAS. Die vertiefte Erhebung von Unfalldaten hat während ihrer bisherigen Laufzeit viel dazu beigetragen, die Sicherheit im Straßenverkehr zu erhöhen und die Zahl der Straßenverkehrsunfälle zu reduzieren. GIDAS wird auch in Zukunft dabei helfen, Leben zu retten.

Beim Infrastrukturmanagement stehen neben langjährigen Maßnahmen, etwa Dauerzählstellen, vor allem moderne Methoden im Vordergrund. Straßen, Brücken und Tunnel sowie auch der Straßenbetriebsdienst sind längst im digitalen Zeitalter angekommen und benötigen entsprechende Applikationen. Nachhaltigkeit in allen Prozessschritten spielt dabei eine zentrale Rolle.

Umweltschutz ist wie jedes Jahr ein wichtiges Thema im Bericht. Im Fokus stehen aktuell zum Beispiel Bremsstaubemissionen, lärmbewusstes Fahrverhalten und auch die Verwertung von Grünschnitt. Nach wie vor spannend sind die Entwicklungen der aktiven Mobilität. Seit 2024 hat die BAST

einen Fußgängersimulator, um das Verhalten von Fußgängern noch besser zu erforschen. Eng verbunden mit diesem Thema ist die proaktive Verkehrssicherheit. In diesem Jahresbericht wird etwa vorgestellt, wie junge Menschen sich dabei gegenseitig positiv beeinflussen können oder wie beispielsweise die Sicherheit aller Pkw-Insassen noch stärker gefördert werden kann.

Digitalisierung ist und bleibt ein Kernaspekt unserer Arbeit. Die Vernetzung von Fahrzeugen und Infrastruktur sowie die Automatisierung von Fahrzeugen geht stetig voran. Auch Straßendaten sind in digitaler Form ein elementares Fundament für die Erhaltung der Infrastruktur. Wie wir gut ausgebildete Fachkräfte für diese vielfältigen und komplexen Themen gewinnen und halten können, ist dabei eine grundsätzliche Herausforderung, der wir uns immer wieder aufs Neue zu stellen haben.

Beschäftigt hat uns auch die Umbenennung der BAST. Das Ergebnis mag Ihnen bereits auf der Titelseite des Berichts aufgefallen sein. Die Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST) wurde am 1. Februar 2025 zur „Bundesanstalt für Straßen- und Verkehrswesen“. Der neue Name wird dem über die Jahre gewachsenen Aufgabenspektrum auch in der Verkehrsforschung gerecht. Die Marke „BAST“ bleibt unverändert erhalten.

Wir wünschen Ihnen – wie immer – eine anregende und informative Lektüre



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



Andre Seeck
Vize-Präsident der BAST



56



62



45



22

Inhalt

Vorwort	4
Schlaglichter	11
Präzise Daten für die Mobilität der Zukunft – MiD+	14
25 Jahre GIDAS	16

1.

Prädiktives Infrastrukturmanagement	18
Langjährige Dimensionierungs-Kenngrößen an Dauerzählstellen	19
Schulung im Betriebsdienst – Nutzung moderner Selbstlernmaterialien	20
Substanzbewertung auf Netzebene – Konzeptionierung eines Vorwarnsystems	21
Mit Großversuchen an Gabionen zur Prüfvorschrift	22
Maximaler Verkehrsfluss bei minimalen Betriebsbedingungen in Tunneln	23
Das Brückenkompetenzzentrum stellt sich vor	24

2.

Nachhaltiges Bauen	26
Möglichkeiten für das Recycling von Betonfahrbahndecken	27
Nachhaltige Ingenieurbauwerke	28
Nachhaltigkeitspotenziale im Straßenbau erschließen	30
Die BASt im Prozess der Bauproduktenverordnung	32

3.

Nachhaltiger Energieeinsatz	34
Automatisierte Photovoltaik-Potenzialermittlung an Straßennebenflächen	35
Induktives dynamisches Laden	36
Absicherung von PV-Anlagen an Straßen mit Schutzeinrichtungen	38
Strategien für den regionalen verkehrsträgerübergreifenden Austausch erneuerbarer Energien	39
Optimierter Verkehrsablauf auf Autobahnen	40
Simulation des Verkehrsablaufs: neue Grundlagen	41

4.

Umweltfreundliches Verkehrswesen	42
Bremsstaubemissionen im Rahmen von EURO 7	43
Das Luftmessnetz erweitern: Ultrafeine Partikel im Visier	44
Lärmbewusstes Fahrverhalten – ein neuer Blickwinkel	45
Wie wirksam können Fahrerassistenzsysteme vor Wildunfällen schützen?	46
Wohin mit dem Grünschnitt aus Straßenseitenräumen?	47
Wildholz und Treibgut bei Starkregen und Hochwasser	48
Neue Messverfahren für Warnleuchten	49

5.

Aktive Mobilität	50
Ziemlich beste Freunde? Das Verkehrsklima und Aktive Mobilität	51
Vom Großen ins Kleine: Radverkehrsnetze und neuralgische Stellen	52
Andere Länder, gleiche Fragen – Radverkehrsforschung in der D-A-CH-Region	54
Virtuelle Schritte für reale Sicherheit – der Fußgängersimulator der BAST	56

6.

Proaktive Verkehrssicherheit	58
Normappelle in Verkehrssicherheitskampagnen	59
Unbeschränkter Führerschein trotz Automatikprüfung	60
Einfluss von Gruppeneffekten auf das Evakuierungsverhalten bei Bränden in Straßentunneln	61
Diverse Dummys – mehr als nur gendergerecht	62
Mobilitätsbildung – Sichere und nachhaltige Mobilität für alle!	63
Lkw-Parken	64
Bestandsaudit	65

7.

Automatisiertes und vernetztes Fahren	66
Defensives Fahren als Anforderung an automatisierte und autonome Fahrzeuge	67
Wie verändert die Vernetzung von Fahrzeugen und Infrastruktur die klassische Verkehrsbeeinflussung?	70
C-Roads – eine fortlaufende europäische Erfolgsgeschichte	72

8.

Digitales Verkehrswesen	74
MESUV – Messsystem zur digitalen Erfassung des Straßenraums	75
Wie qualitätsgeprüfte Straßendaten das Fundament der Erhaltungsbedarfsprognose bilden	76
Definitionspapier „Digitaler Zwilling“	78
Digitalisierung für eine bessere Mobilität in Europa	80

9.

Fachkräftesicherung	82
Fachkräftesicherung im Straßen- und Verkehrswesen	83
Zahlen und Fakten	84
Lehraufträge & Promotionen	86
Organisation der BAST	88
Impressum	89
Bundesanstalt für Straßen- und Verkehrswesen	90

Schlaglichter



Minister Wissing probierte ① den Fahrsimulator und ② eine AR-Anwendung zur Brückenprüfung aus. Nach einer ③ Rede an die Beschäftigten machte der ④ Minister zusammen mit Andre Seeck und Präsident Markus Oeser einen Rundgang durch die BAST.

Quelle: BAST/Geza Aschoff/bundesfoto

Bundesverkehrsminister Wissing zu Besuch

Am 7. Mai 2024 besuchte Minister Dr. Volker Wissing die BAST. In seinem Grußwort an die Beschäftigten betonte er das hohe fachliche Ansehen der BAST. Bei einer kurzen Frageunde diskutierte Wissing aktuelle Herausforderungen und Lösungen.

Gemeinsam mit BAST-Präsident Markus Oeser sowie den Abteilungs- und Stabsstellenleitungen machte der Minister einen

Rundgang durch die BAST. An verschiedenen Stationen konnte Wissing aktuelle Forschungsschwerpunkte praxisnah erleben. Wie etwa Augmented Reality die Brückenprüfung unterstützen kann, probierte er anhand der HoloLens vor Ort aus. Im Fahrsimulator erkundete er neue Wege, welche den Umgang mit fahrerlosen Fahrzeugen untersuchen. Von den vielfältigen Messfahrzeugen der BAST lernte der Minister das MESUV zur digitalen Erfassung und Visualisierung des Straßenraums kennen.

Ausstellung „Mütter des Grundgesetzes“ zu Gast

Vom 20. August bis 26. September 2024 zeigte die BAST die Wanderausstellung „Mütter des Grundgesetzes“. Interessierte Bürgerinnen und Bürger konnten die Ausstellung, ein Angebot des Helene Weber-Kollegs, kostenfrei besuchen. Dargestellt wird die wichtige Rolle der 4 Frauen, die gemeinsam mit 61 Männern im Parlamentarischen Rat 1948 das Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland erarbeiteten.

Zertifikat „berufundfamilie“ 2024–2027

Das Kuratorium der berufundfamilie Service GmbH hat der BAST am 15. März 2024 zum zweiten Mal das Zertifikat „audit berufundfamilie“ für die strategische Gestaltung ihrer familien- und lebensphasenbewussten Personalpolitik erteilt. Die BAST hat die Re-Auditierung Optimierung 2023 erfolgreich durchlaufen und wird die betriebliche Vereinbarkeit in den nächsten Jahren fortlaufend verbessern.

BAST als „Fahrradfreundlicher Arbeitgeber“ zertifiziert

Die BAST hat das Zertifikat „Fahrradfreundlicher Arbeitgeber“ von EU und ADFC in der höchsten Stufe „Gold“ erhalten. Sie ist damit die 4. Institution aus der Behördenfamilie des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr (BMDV). Als wissenschaftliche Einrichtung zu allen Fragestellungen des Straßenverkehrs konnte die BAST mit ihrer fachlichen Expertise – gerade zu den Themen Fahrradsicherheit, Verkehrspsychologie und intermodaler Mobilität – punkten und somit dem Audit einen zusätzlichen Erkenntnisgewinn vermitteln.

Wissenschaftlicher Beirat: Vorsitz wechselt

Am 28. November 2024 wählte der Wissenschaftliche Beirat der BAST Professorin Regine Gerike, Universität Dresden, einstimmig zur neuen Vorsitzenden. Sie übernimmt den Vorsitz von Professor Wolfram Ressel, Universität Stuttgart, der den Beirat über viele Jahre geleitet hat. Der Wissenschaftliche Beirat hat die Aufgabe, die Leitung der BAST in grundsätzlichen, strategischen Angelegenheiten zu beraten und sie bei der Erfüllung ihrer Aufgaben zu unterstützen.



Die BAST wurde in der Stufe „Gold“ zertifiziert

Umorganisationen und neu besetzte Leitungsfunktionen

Die Abteilung „Straßenbau“ wurde zum 1. Januar 2024 umstrukturiert und besteht nun aus 6 Referaten. Dazu wurden 2 Referate zum neuen Referat „Nachhaltiges Bauen und Erhalten von Straßen“ verschmolzen.



Dr. Astrid Bartmann

leitet seit 1. Februar 2024 das Referat „Fahreignung, Fahrausbildung, Kraftfahrerrehabilitation“.



Dr. Claudia Evers

übernahm im Februar 2024 die Leitung des Referats „Begutachtung Fahrerlaubniswesen“.



Gudrun Golkowski

leitet seit 1. April 2024 kommissarisch das Referat „Betonbauweisen“.



Dr. Dirk Rösling

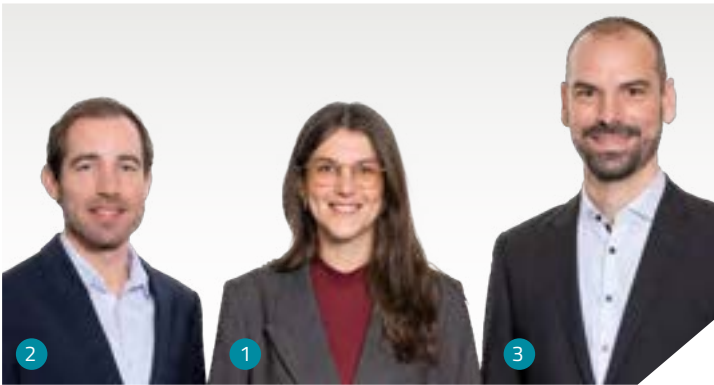
übernahm im Juni 2024 die Leitung des Referats „Chemische Grundlagen, Umweltschutz“.



Dr. Fabian Surges

leitet seit 1. Mai 2024 das Referat „Grundlagen des Verkehrs- und Mobilitätsverhaltens“.

Präzise Daten für die Mobilität der Zukunft – MiD+



Autoren:

- 1 **A. Marie Harkin,**
Verkehrspsychologin
- 2 **Leon Straßgütli,**
Volkswirt
- 3 **Dr. Fabian Surges,**
Psychologe, Referatsleiter
Grundlagen des Verkehrs-
und Mobilitätsverhaltens

Wie sind die Menschen aktuell in Deutschland unterwegs? Wie wirken sich Innovationen wie das Deutschlandticket und gesellschaftliche Trends wie Homeoffice auf unsere Mobilität aus? Wie wird sich unsere Mobilität in Zukunft verändern? Wo wird neue Infrastruktur benötigt und wie muss diese dimensioniert werden?

Um diese Fragen beantworten zu können, werden bundesweit belastbare und aktuelle Daten zur Alltagsmobilität benötigt. Einen wichtigen Beitrag zur Erfassung von Daten der Alltagsmobilität lieferten bisher die Studien „Mobilität in Deutschland – MiD“ und „Deutsches Mobilitätspanel – MOP“. Diese wurden vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) durchgeführt.

Aktuell befindet sich der Mobilitätssektor im Wandel. Ob die zunehmende Elektromobilität, Arbeiten im Homeoffice oder die Corona-Pandemie: In den vergangenen Jahren ist immer deutlicher geworden, dass unser Mobilitätsverhalten sich verändert und zunehmend komplexer wird. Um Mobilitätsverhalten noch besser verstehen und prognostizieren zu können, werden neue Datenquellen benötigt.



Daten helfen, die Mobilität der Zukunft prognostizieren und gestalten zu können

Quelle: scusi – stock.adobe.com

Mobilitätsdaten müssen aktueller sein und agiler erfasst werden als bisher. Deswegen ist eine Weiterentwicklung der bisherigen Mobilitätsenerhebungen erforderlich.

Vor diesem Hintergrund entwickelt die BAST das Erhebungskonzept „Mobilität in Deutschland PLUS – MiD+“. Im Fokus der Weiterentwicklung steht, Erhebungen der Alltagsmobilität zu verstetigen und zu digitalisieren sowie die Datenverfügbarkeit zu verbessern.

MiD+ – Erfassung und Distribution von Mobilitätsdaten neu denken


Um die Herausforderungen bei der Erfassung von Daten zur Alltagsmobilität zu adressieren, wird die MiD+ neue Wege gehen. Dazu wurden insgesamt 5 Bausteine entwickelt.



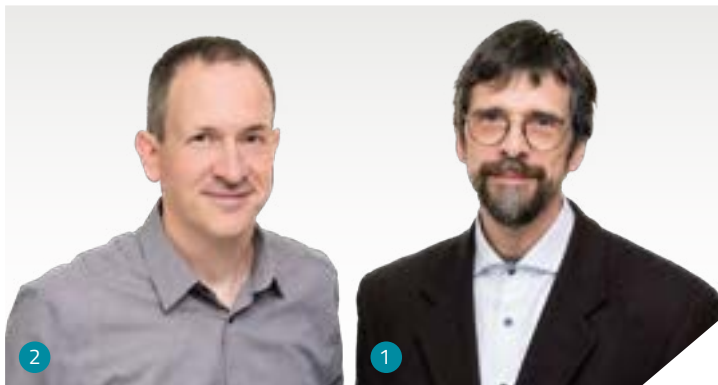
Die 5 Bausteine der MiD+

Im Konzept sind 2 Erhebungen vorgesehen: Die MiD Basis dient als Grundinventur der Alltagsmobilität, die alle 5 Jahre deutschlandweit stattfinden wird. Sie wird ergänzt um die kontinuierlich angelegte MiD aktuell, die in den Jahren zwischen den Basis-Erhebungen verlässlich Informationen zu zentralen Kennwerten der Alltagsmobilität liefern wird. Beide Erhebungen basieren auf einem Methodenmix, bei dem neben klassischen Befragungen auch neue und digitale Methoden zum Einsatz kommen. Diese werden im Baustein MiD KI entwickelt und erprobt. Ziel ist es, das Mobilitätsverhalten zukünftig digital und automatisiert zu erfassen, um so noch genauere Ergebnisse zu liefern und den Aufwand der Studienteilnehmer und auch der Forscher zu reduzieren.

Im Baustein MiD Monitoring werden neue Formate entwickelt, um zentrale Ergebnisse aus den Mobilitätsbefragungen zeitnah und für unterschiedliche Adressatenkreise aufzuarbeiten und bereitzustellen. So sollen sich Interessierte noch einfacher über die Mobilität in Deutschland informieren können und passgenaue Informationen zur Verfügung gestellt bekommen. Ergänzend werden für die Forschungsgemeinschaft im Baustein MiD4Science neue Distributionskanäle für MiD-Forschungsdaten entwickelt und etabliert. So soll zukünftig die Verbreitung von Daten der Alltagsmobilität gefördert werden, damit sie noch häufiger zu forschungs- oder verkehrsplanerischen Zwecken eingesetzt werden können.

Die Durchführung der nächsten MiD ist für das Jahr 2028 geplant. Sie wird an die bisherigen Erhebungen anknüpfen und so die Zeitreihe fortsetzen. Gleichzeitig werden die Daten aus den MiD+-Erhebungen Mobilitätsanalysen in neuer Tiefe ermöglichen. So leistet die BAST einen Beitrag dazu, die Mobilität von morgen noch sicherer, attraktiver und nachhaltiger zu gestalten. 

25 Jahre GIDAS



Autoren:

1 **Dr. Jost Gail,**
Physiker, Referatsleiter

Emissionen im
Kraftfahrzeugbereich

2 **Marcus Wisch,**
Ingenieur

Passive Fahrzeugsicherheit,
Biomechanik

Die Bundesanstalt für Straßen- und Verkehrswesen (BASt) und die Forschungsvereinigung Automobiltechnik e.V. (FAT) kooperieren erfolgreich bei der vertieften Erhebung von Unfalldaten. Für GIDAS (German In-Depth Accident Study) untersuchen 3 Erhebungsteams in Hannover, Dresden und München jährlich circa 2.000 Straßenverkehrsunfälle mit Personenschaden. Jedes Team erfasst dabei pro Unfall bis zu 3.000 unfallcharakterisierende Merkmale. Damit stellt GIDAS den Gold-Standard für Unfalldatenerhebungen weltweit dar. Eine

Vielzahl internationaler fahrzeugtechnischer Vorschriften für die Sicherheit im Straßenverkehr beruht auf mit GIDAS gewonnenen Erkenntnissen.

Das 25-jährige GIDAS-Jubiläum wurde am 5. November 2024 im Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) gemeinsam mit Verkehrsminister Dr. Volker Wissing und der Präsidentin des Verbandes der Automobilindustrie, Hildegard Müller, sowie rund 150 weiteren involvierten Teilnehmern und Teilnehmerinnen gefeiert. Alle Beteiligten arbeiten fachlich zusammen und tauschen sich in verschiedenen Konstellationen regelmäßig aus.

Minister Wissing brachte die Bedeutung von GIDAS für die Unfallforschung auf den Punkt: „Daten helfen, Leben zu retten. Im Straßenverkehr sind sie die Grundlage dafür, passende Maßnahmen für mehr Sicherheit und weniger Unfälle zu entwickeln. Die GIDAS kümmert sich mit großem Erfolg seit 25 Jahren darum, dass diese Daten umfang-



v. l. n. r.: Dr. Marcus Bollig (VDA), Markus Oeser (BASt), Prof. Claudia Langowsky (FAT) und Andre Seeck (BASt) freuen sich über 25 Jahre GIDAS

Quelle: Hans-Peter König/BMDV



1



2



3

1 Hildegard Müller, Präsidentin des Verbandes der Automobilindustrie 2 Bundesverkehrsminister Dr. Volker Wissing 3 Fahrzeug eines GIDAS-Erhebungsteams

Quelle: Hans-Peter König/BMDV

reich zur Verfügung stehen. Ich danke allen Teams herzlich, die diese wichtige Arbeit leisten. Ob bei neuen Vorschriften, dem Gestalten einer sicheren Infrastruktur oder dem Weiterentwickeln der Fahrzeugtechnik: Überall fließen Ihre Erkenntnisse mit ein und tragen zu mehr Sicherheit im Straßenverkehr bei. Dank GIDAS können wir auch analysieren, ob die ergriffenen Maßnahmen wirken und wie wir unsere Mittel noch zielgerichteter einsetzen können. Damit das auch in Zukunft so bleibt, freue ich mich umso mehr, dass GIDAS nun weiterentwickelt wird und sie auch in Zukunft alle Fragen der Verkehrssicherheit in gewohnt hoher Qualität und Quantität beantwortet.“

Neben den ursprünglichen Teams der Medizinischen Hochschule Hannover und der Verkehrsunfallforschung an der TU Dresden GmbH erhebt seit 2023 auch ein Team der

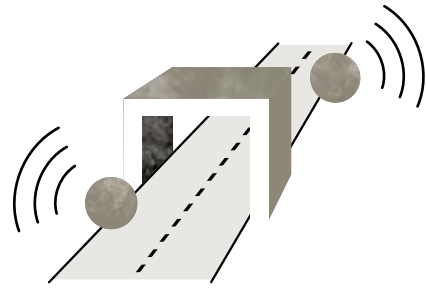
Ludwig-Maximilians-Universität und Hochschule München in einem Gebiet östlich von München nach der etablierten GIDAS-Methodik. Die BAST übernimmt die Finanzierung der Teams aus Hannover und München, die FAT finanziert das Team aus Dresden.

Zu Beginn des Jahres 2023 wurden außerdem zusätzliche Inhalte aus den Bereichen Verkehrsinfrastruktur, Psychologie/Mensch im Verkehr, Medizin und Fahrzeugtechnik in GIDAS implementiert. Auch wurden rechtliche, technische, methodische und organisatorische Anpassungen vorgenommen, um weiterhin dem hohen Anspruch an Qualität und Quantität, Repräsentativität und Innovation gerecht zu werden. 🏹



Video zu 25 Jahre GIDAS

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.

Langjährige Dimensions- nierungs-Kenngrößen an Dauerzählstellen



Autoren:

1 **Anke Fitschen,**
Ingenieurin

2 **Arnd Fitschen,**
Ingenieur

Klimaschutz, Nachhaltigkeit,
Verkehrsstatistik

3 **Bianca Leipzig,**
Ingenieurin

Analyse und Entwicklung
von Straßenoberbauten

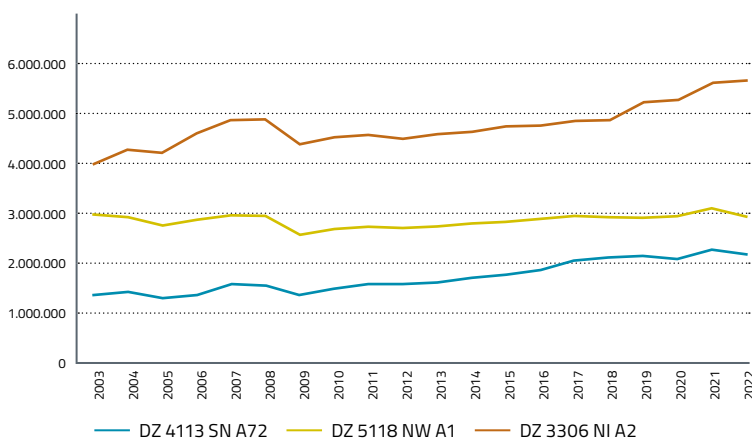
Die Dimensionierung und Planung von Straßenoberbauten erfordert präzise und langfristig verfügbare Daten zur Verkehrsbelastung.

Die in Deutschland gültigen Regelwerke benötigen Eingangswerte, um einen Straßenaufbau zu dimensionieren oder dessen strukturelle Substanz zu bewerten. Vielfach werden hierfür pauschalisierte Parameter genutzt, da detaillierte Achslast-

daten in der Regel nicht vorliegen. Durch die aufgezeichneten Verkehrsdaten der über 1.200 Dauerzählstellen (DZ) auf Bundesautobahnen kann nun die Berechnung der Kenngrößen nach dem 2022 erschienenen FGSV-Arbeitspapier EDS-1 „Eingangsgrößen für die Dimensionierung und Bewertung der strukturellen Substanz, Teil 1: Verkehrsbelastung“ erfolgen. DZ zeichnen kontinuierlich Verkehrsdaten auf. Damit bilden sie eine Basis nicht nur für bisher gängige statistische Auswertungen, sondern auch für Dimensionierungskenngrößen. Für die Erhebungsjahre 2003 bis 2022 wurden die folgenden Kenngrößen berechnet:

- DTA: durchschnittliche Anzahl der täglichen Achsübergänge des Schwerverkehrs (SV)
- f_A : durchschnittliche Achsanzahl je SV-Fahrzeug
- q_{Bm} : mittlerer Lastkollektivquotient der dimensionierungsrelevanten Achslastverteilungen
- B_{anno} : jährliche Beanspruchung

B_{anno} (äquiv. AÜ)



B_{anno} an ausgewählten Dauerzählstellen
(Fahrtrichtung 1)

Somit liegen nun erstmals bundesweit verteilte Dimensionierungskenngrößen über einen Zeitraum von 20 Jahren vor. Die Grafik zeigt beispielhaft den Verlauf von B_{anno} an 3 ausgewählten DZ auf den Autobahnen A1 in Niedersachsen, A2 in Nordrhein-Westfalen und A72 in Sachsen. Alle DZ-Ergebnisse sind auf der BAST-Webseite abrufbar, sodass Planer, Straßenbaulastträger sowie Wissenschaft und Forschung das hohe Potenzial dieser Werte nutzen können. ➤

www.bast.de/dauerzaehlstellen
www.bast.de/achslasterfassung

Schulung im Betriebsdienst – Nutzung moderner Selbstlernmaterialien



Autoren:

- 1 **Karen Scharnigg,**
Bauingenieurin
- 2 **Horst Badelt,**
(bis 10/2024 in der BAST)
Ingenieur für Kfz-Technik
und Verbrennungsmotoren

Verkehrsbeeinflussung
und Straßenbetrieb

Der Straßenbetriebsdienst sorgt für die Verkehrssicherheit und den reibungslosen Verkehrsfluss. Die Aufgaben des Betriebsdienstpersonals sind dabei vielfältig: Sie umfassen etwa Streckenkontrollen, Wartung, Absicherungsarbeiten, Pflege von Grünflächen und Gehölzen sowie Winterdienst. Für die fachgerechte Ausführung dieser Aufgaben sind sowohl fundiertes Fachwissen als auch praktische Erfahrung im Umgang mit Maschinen und Hilfsmitteln erforderlich. Regelmäßige Schulungen spielen dabei eine zentrale Rolle.

Die Inhalte der Schulungen sind breit gefächert: Sie reichen von Themen wie Arbeitsschutz, dem Umgang mit Problempflanzen und ökologischen Aspekten beim Grünschnitt bis hin zu den speziellen Anforderungen des Winterdienstes. Besonders beachtet werden dabei die unterschiedlichen Zielgruppen wie Meistereileitungen, Kolonnenführerinnen und Kolonnenführer sowie Straßenwärterinnen und Straßenwärter.

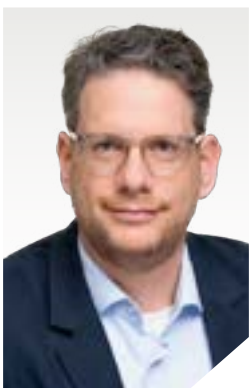
Bislang fanden Schulungen im Betriebsdienst überwiegend in Präsenz statt. Dies bedeutete jedoch einen hohen organisatorischen und personellen Aufwand. Die Corona-Pandemie und der Mangel an Schulungspersonal haben gezeigt, wie wichtig digitale Alternativen sind. Dazu gehören Micro-Learnings, Videos, Podcasts und Selbstlernmaterialien wie Skripte und Checklisten. Diese Formate bieten zahlreiche Vorteile: Die Lernenden können das Tempo, den Ort und die Zeit ihres Lernens selbst bestimmen.

Eine durchdachte didaktische Auswahl des Formats ist entscheidend, damit die Inhalte sowohl den fachlichen Anforderungen als auch den Bedürfnissen der Zielgruppen gerecht werden. Die entwickelten digitalen Formate wurden im Rahmen einer Evaluation bei den Zielgruppen positiv aufgenommen. Es wurde aber auch deutlich, dass vor einer umfassenden Einführung noch wichtige infrastrukturelle und organisatorische Weichen gestellt werden müssen, um digitale Medien effektiv und zielgerichtet zu nutzen. 🗡



Ausschnitt aus den Schulungsmaterialien zum Thema „Umgang mit Problempflanzen“

Substanzbewertung auf Netzebene – Konzeptionierung eines Vorwarnsystems



Autor:

Dr. Dirk Jansen,
Bauingenieur,
Referatsleiter

Analyse und Entwicklung
von Straßenoberbauten

Straßen sind für eine bestimmte Beanspruchung von Verkehr und Klima dimensioniert. Die Dimensionierung basiert auf Prognosen, welche die Beanspruchung und den Widerstand der Straße – in der Regel für 30 Jahre – beschreiben. Einflüsse von Instandhaltungs- und Erhaltungsmaßnahmen werden dabei nicht berücksichtigt. Die Prognosen treffen nur bedingt, mit einer nicht weiter quantifizierbaren Genauigkeit, in der exakt angesetzten Größe ein. Tatsächlich ertragbare Beanspruchungen können also höher oder niedriger ausfallen.

Die Substanzbewertung beschreibt den Zustand der inneren Struktur der Straße während der Liegedauer. Sie ist eine wichtige Kenngröße für die Erhaltung und eine komplexe Aufgabe für einzelne Straßenab-

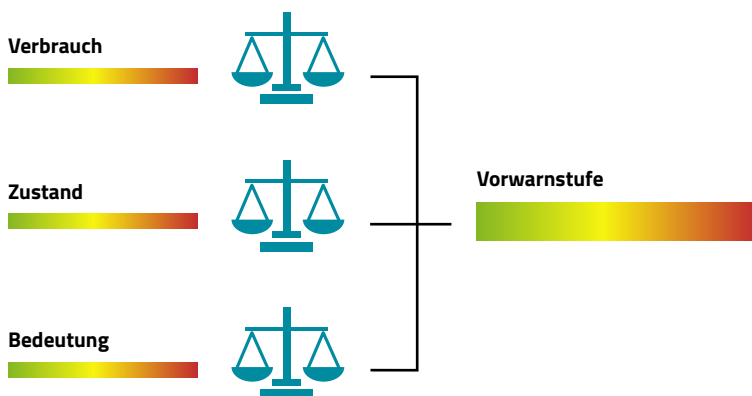
schnitte. Auf Netzebene wird sie komplexer, unter anderem, weil flächendeckende Bohrkernentnahmen nicht umsetzbar sind. Daher müssen zerstörungsfreie und datenbasierte Methoden angewendet werden.

Das Konzept Vorwarnsystem verfolgt das Ziel, Datenquellen miteinander zu verschneiden. So werden auf Netzebene notwendige durchzuführende grundhafte Erneuerungsmaßnahmen oder zumindest deren konkrete Planung angezeigt.

Das Vorwarnsystem beruht auf der gewichteten Verknüpfung von 3 Kennwertgruppen. Jede kann verschieden gewichtete, miteinander verknüpfte Kennwerte enthalten. Die Kennwertgruppen sind:

- Verbrauch: bewertet die bereits ertragene Verkehrsbelastung im Vergleich zur Dimensionierung
- Zustand: basiert auf Ergebnissen der Tragfähigkeitsmessungen mit dem Messfahrzeug MESAS
- Bedeutung: bewertet die Systemrelevanz des Straßenabschnitts

Mit den neuen Kenngrößen der Dauerzählstellen, Arbeiten an der Vorrangnetz-Definition sowie der für Autobahnen aufgebauten MESAS-Datenbasis sind die Grundlagen gesetzt, um zeitnah ein Pilotprojekt zu starten. ➤



Konzept des Vorwarnsystems

Mit Großversuchen an Gabionen zur Prüfvorschrift



Autor:

Tim Hochstein,
Ingenieurgeologe


Tunnel, Geotechnik,
Zivile Sicherheit

Gabionen sind mit Steinen gefüllte Drahtkörbe. Sie spielen eine immer größer werdende Rolle im Straßen- und Ingenieurbau. Durch ihren kleineren CO₂-Fußabdruck können sie an vielen Stellen eine nachhaltige Alternative zu Betonbauwerken sein oder diese sinnvoll ergänzen. Um solche Bauwerke sicher und langlebig zu errichten, ist es wichtig, das Verformungsverhalten einzelner Gabionen unter Last zu kennen. Bisher fehlte jedoch ein einheitliches Prüfverfahren, um das Verformungsverhalten zuverlässig zu bewerten. Jetzt wurden die Grundlagen für ein standardisiertes Prüfverfahren geschaffen.

In insgesamt 36 Belastungstests wurden verschiedene Einflussfaktoren an Gabionen im Maßstab 1:1 untersucht. Ein Schwerpunkt lag beim Versuchsaufbau. Wie muss dieser gestaltet werden, um möglichst reproduzierbare Ergebnisse zu erhalten und so die Vergleichbarkeit zu gewährleisten? Auch

die Anwendbarkeit der Empfehlungen wurde betrachtet, um Anwendungsfehler und daraus resultierende Messungenauigkeiten zu minimieren sowie den Aufwand und damit die anfallenden Kosten für solche Prüfungen zu optimieren.

Die Forschungsergebnisse münden in konkrete Empfehlungen: So soll beispielsweise eine Ziellast von 300 kN, welche einer Bauwerkshöhe von 6 Metern entspricht, definiert und durch eine präzise Haltephase getestet werden. Die Prüfaufbauten und Materialien müssen reproduzierbare Bedingungen sicherstellen. Durch die standardisierten Tests können Gabionen künftig vergleichbar und effizienter bewertet werden, was sowohl die Bauqualität als auch die Markttransparenz dieser Bauweise verbessert.

Auf Basis der Ergebnisse entsteht zudem eine technische Prüfvorschrift. 



1 Die 1 m³ großen Gabionen wurden in der Versuchseinrichtung aufgebaut. Mit Schalttafeln links und rechts der Gabione (in Orange) wurde der Verbund innerhalb einer Wand simuliert. Vor der Gabione steht ein Rahmen zur Befestigung der Seilwegaufnehmer. Von oben wird die Gabione mit einem Hydraulikzylinder mit bis zu 300 kN belastet. 2 Eine mit 300 kN Auflast belastete Gabione während der 3D-Verformungsmessung mit dem Kamerasystem auf einem Stativ. 3 Die Pfeile zeigen die Bewegungsrichtung der Messpunkte und bestätigen die Vermutung, dass die Messpunkte neben der horizontalen auch eine vertikale Bewegung beschreiben.

Quelle: FH Münster

Maximaler Verkehrsfluss in Tunneln bei minimalen Betriebsbedingungen



Autor:


Ulrich Bergerhausen,
Bauingenieur

Tunnel, Geotechnik,
Zivile Sicherheit

Die Bundesfernstraßen sind essenziell für Wirtschaft und Gesellschaft in Deutschland. Tunnel spielen dabei eine Schlüsselrolle, da sie Regionen verbinden und eine hohe Leistungsfähigkeit des Verkehrsnetzes sicherstellen. Störungen oder Schäden können zu hohen Kosten und langen Ausfallzeiten führen. Daher ist es von großer Bedeutung, Verfügbarkeit und Resilienz von Tunneln sicherzustellen.

Im Rahmen eines Forschungsprojekts wurde ein Leitfaden entwickelt, der es ermöglicht, Tunnel auch unter eingeschränkten Betriebsbedingungen sicher weiterzubetreiben. Beispiele für solche Herausforderungen sind technische Störungen, wie Ausfälle der Beleuchtung oder einzelner Sensoren, sowie geplante Maßnahmen, wie der Austausch von sicherheitstechnischer Ausstattung während einer Wartung. Ziel ist es, klare Vorgaben zu schaffen, um den Betrieb in solchen Situationen möglichst effizient und sicher aufrechtzuerhalten.

Dazu wurde eine Methodik zur Risikobewertung entwickelt. Diese befähigt Tunnelbetreiber die Betriebssicherheit bei Störungen schnell einzuschätzen und Maßnahmen zu ergreifen. Ein systematisches Verfahren hilft dabei festzulegen, unter welchen Bedingungen der Betrieb fortgesetzt werden kann, ohne das Sicherheitsniveau zu beeinträchtigen. Dafür wurden Kategorien wie Sofort- und Kompensationsmaßnahmen definiert.

Die Methodik wurde an 3 verschiedenen Tunneltypen demonstriert. Anhand dieser Praxisbeispiele wurde gewährleistet, dass der Leitfaden anwenderfreundlich und breit anwendbar ist. Dabei gewonnene Erkenntnisse wurden direkt in den Leitfaden eingebaut und unterstützen Betreiber, die Resilienz des deutschen Fernstraßennetzes zu steigern. 



Das Projekt „RITUN – Resiliente Straßentunnel“ diente als Grundlage für die minimalen Betriebsbedingungen

www.bast.de/ritun



Minimale Betriebsbedingungen ermöglichen Verkehrsfluss auch unter eingeschränkten Bedingungen

Quelle: BMDV, René Legrand



Das Brückenkompetenzzentrum stellt sich vor



Autorinnen:

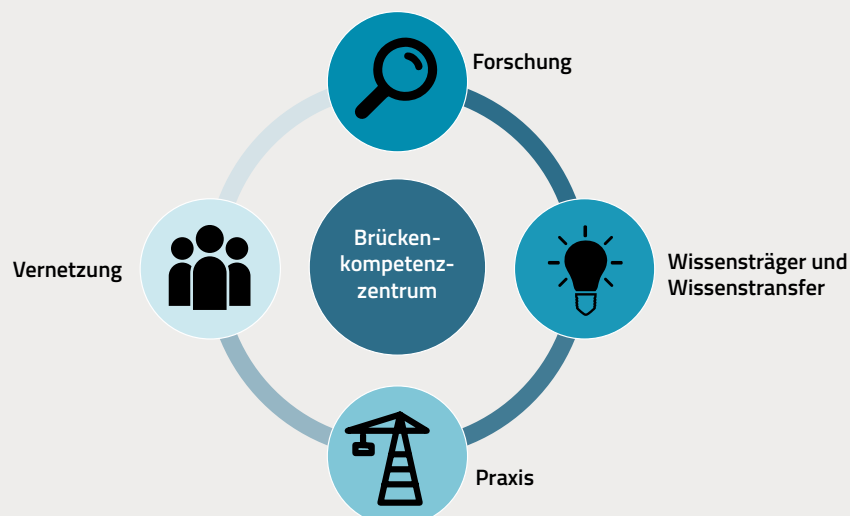
- 1 **Regina Panzer,**
Bauingenieurin
Infrastrukturmanagement
- 2 **Jo Plamper,**
Bauingenieurin
Stahlbau,
Brückenausstattung
- 3 **Lydia Puttkamer,**
Bauingenieurin
Betonbau

Alternde Bausubstanz, steigende Verkehrsbelastung sowie prognostizierbare Auswirkungen des Klimawandels: Ingenieurbauwerke stehen vor vielfältigen Herausforderungen. Für ihre Erhaltung sind zudem Belange der Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit zu berücksichtigen.

Um sich den Herausforderungen anzunehmen, baut die BAST derzeit das Brückenkompetenzzentrum (BK) auf. Die Idee zur Umsetzung entstand durch eine politische Initiative im Rahmen des Brückengipfels 2022. Der offizielle Start ist für das 2. Quartal 2025 geplant. Das Organisationsteam – Regina Panzer, Jo Plamper und Lydia Puttkamer – stellt Ziele, Ausrichtung und Themen des Brückenkompetenzentrums im Interview vor.

Was ist das Brückenkompetenzzentrum?

Jo Plamper: Wir arbeiten derzeit intensiv daran, ein Brückenkompetenzzentrum aufzubauen, das auf umfassende Informationen und Wissen im Forschungsbereich Brückenbau zurückgreifen kann. Das BK der BAST soll die zentrale Anlaufstelle zu allen Forschungsthemen im Lebenszyklus von



Umfang des Brückenkompetenzentrums

Brückenbauwerken werden. Zustandserfassung, Bewertung, zukünftige Verhaltensprognosen, innovative Bauweisen oder Instandsetzungs- und Ertüchtigungsverfahren sowie Rück- und Ersatzneubau – wir generieren, sammeln und verbreiten Wissen.

Welche Ziele verfolgt das Brückenkompetenzzentrum?

Regina Panzer: Wir wollen schnell fundiertes Wissen und praxisnahe Lösungen zur Verfügung stellen – für die Politik, Fachexperten, Infrastrukturbetreiber, Ingenieure, Studierende und allgemein Fachinteressierte. Als Knotenpunkt unterstützen wir diese Zielgruppen in allen Belangen zum Thema „Brücke“.

Was unterscheidet das Brückenkompetenzzentrum der BAST von dem der Autobahn GmbH?

Lydia Puttkamer: Auch die Autobahn GmbH des Bundes baut derzeit ein Brückenkompetenzzentrum auf. Während die Autobahn sich auf Themen des operativen Geschäfts vor allem nach innen bezieht, fokussieren wir uns auf forschungsrelevante Fragestellungen. Wir generieren neues Wissen aus Forschung und Praxis. Hierbei greifen wir auf ein internationales Netzwerk sowie unsere Praxisexpertise aus eigenen Forschungsprojekten zurück. Aufgrund der Bündelung dieser Komponenten können wir zukünftige Forschungsprojekte noch besser auf offene Fragestellungen ausrichten und intensiver in den Austausch mit Fachleuten gehen.

Welche Themen deckt das Brückenkompetenzzentrum ab?

Jo Plamper: Das Themenportfolio des BK umfasst wesentliche Forschungsangelegenheiten zu Brückenbauwerken im Bundesfern-

straßennetz. Wir haben die Themen in folgende Kompetenzfelder zusammengefasst:

- Bauwerksdiagnostik und Erhaltung
- Bewertungsverfahren und Nachrechnung
- Bautechnik und Baustoffe
- Lebenszyklusmanagement und Nachhaltigkeitsbilanzierung
- Digitalisierung, BIM und Digitaler Zwilling

Wie arbeitet das Brückenkompetenzzentrum?

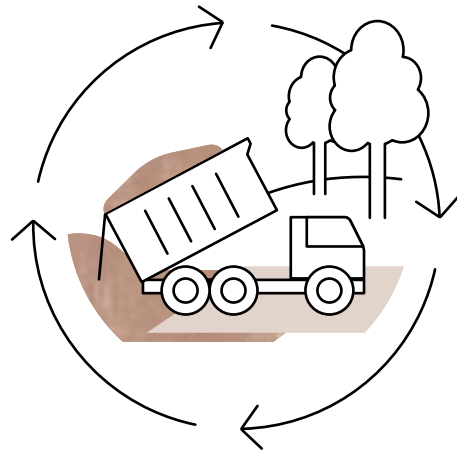
Lydia Puttkamer: Unsere Zielgruppe ist bewusst breit gefächert. Fachexpertinnen und -experten können sich als Ansprechperson in unserer Expertendatenbank registrieren. Gleichzeitig stehen wir für fachliche Fragen zur Verfügung, welche dann auch mittels unserer Datenbank zielgerichtet an passende Expertinnen und Experten vermittelt werden. Im Austausch mit diesen generieren wir so neue Forschungsansätze und Untersuchungsbedarfe.

Regina Panzer: Dadurch gewährleisten wir einen umfassenden Wissenstransfer und ermöglichen eine schnelle Zusammenführung aller Fachdisziplinen. Wir halten alle relevanten Informationen zentral und systematisiert vor. Dadurch stellen wir sicher, dass neue Erkenntnisse auch für zukünftige Fragestellungen verfügbar bleiben. Dieses Wissen verbreiten wir gezielt an Fachinteressierte unseres Netzwerkes, welche wir mit unseren Veröffentlichungen und Fachveranstaltungen gezielt erreichen. Unser Netzwerk bauen wir in Zukunft (sukzessive) weiter aus. ➤



[www.bast.de/
brueckenkompetenz](http://www.bast.de/brueckenkompetenz)

2. Nachhaltiges Bauen



Straßen und Ingenieurbauwerke, wie Brücken und Tunnel, sowie Anlagen für Rad- und Fußverkehr sind die 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 Potenzial.

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.

Möglichkeiten für das Recycling von Betonfahrbahndecken



Autorin:


Janin Kuhnsch,
Baustoffingenieurin
Betonbauweisen

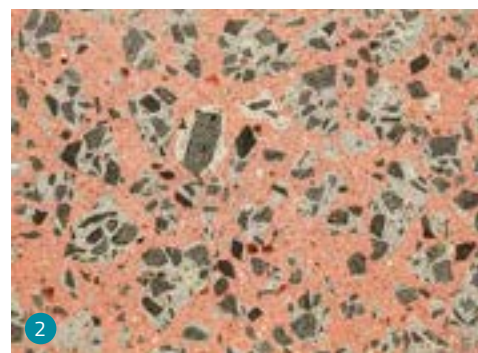
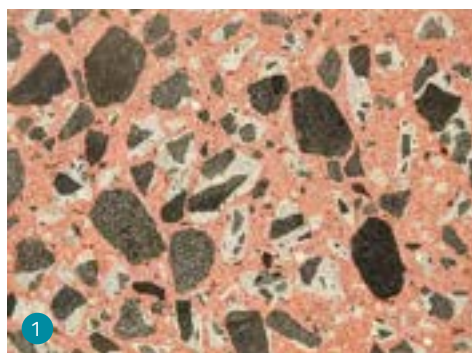
Betondecken zeichnen sich durch ihre herausragende Dauerhaftigkeit aus. Am Ende ihrer Nutzungsdauer muss jedoch auch diese langlebige Konstruktion erneuert werden. Vor dem Hintergrund einer nachhaltigen Infrastruktur stellt das Recycling von (mineralischen) Baustoffen einen wichtigen Baustein dar. Deswegen sind auch für die Betonbauweise Anwendungsmöglichkeiten und -grenzen aufzuzeigen.



Im Unterschied zum Asphaltstraßenbau fehlt bei Betondecken die Möglichkeit, das ursprüngliche Bindemittel – den Zement – zurückzugewinnen. In den vergangenen 20 Jahren wurde der Altbeton meist zu einem RC-Schotter aufgearbeitet, um im Oberbau unter der neuen Betondecke verwertet zu werden.

Andere Möglichkeiten für die Wiederverwendung und Verwertung des Altbetons (nicht nur im Straßenbau) wurden untersucht. Hierbei wurden die verschiedenen Prozessphasen betrachtet: vom Ausbau über die Aufbereitung bis hin zum Wiedereinbau.

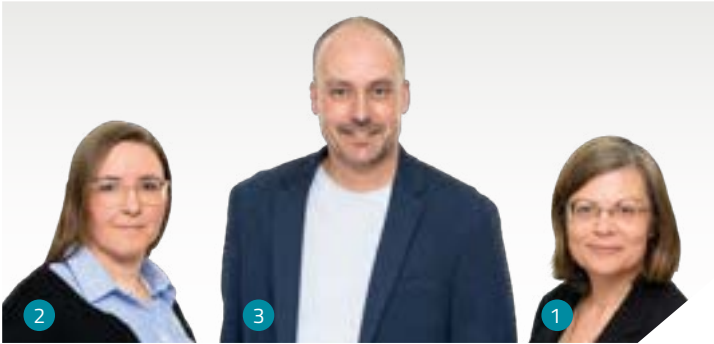
Ein Verfahren wurde entwickelt, welches den zeitlichen Aufwand einer sachgerechten Beurteilung der rückgewonnenen RC-Körnung berücksichtigt. Dabei werden verschiedene Aspekte bedacht: Auf welche Art wird der Beton aufgebrochen? Wie wirken sich unterschiedliche RC-Fraktionen auf den Widerstand gegen die betonschädigende Alkali-Kieselsäure-Reaktion aus? Wie kann der Altbeton dabei helfen, in der Zementproduktion natürliche Ressourcen zu schonen?

Erste Hinweise auf den praxisgerechten Einsatz von RC-Gesteinskörnung im Beton werden von der 2002 angelegten Untersuchungsstrecke auf der Autobahn A44 erwartet. Auf einer Länge von etwa 7 Kilometern wurde dort rezyklierte Gesteinskörnung aus einem alten Straßenbeton im Unterbeton in Kombination mit einem Hochofenzement CEM III/A 42,5 N in der Betondecke eingesetzt. Aktuell wird untersucht, ob nach über 20 Jahren Liegezeit eine Alkali-Kieselsäure-Reaktion dauerhaft vermieden werden konnte. 



Rezyklierte Gesteinskörnung 2/22 mm in einem RC-Beton (neuer Zementstein rot eingefärbt, RC-Körnung grau)  Rezyklierte Gesteinskörnung aus einem ursprünglich einschichtig hergestellten Beton 0/22 mm  Rezyklierte Gesteinskörnung aus einem ursprünglich hergestellten Waschbeton 0/8 mm

Nachhaltige Ingenieurbauwerke



Autoren:

- 1 Dr. Kalliopi Anastassiadou,**
Rohstoff- und
Umweltingenieurin

Tunnel, Geotechnik,
Zivile Sicherheit
- 2 Dr. Iris Hindersmann,**
Geographin

Stahlbau,
Brückenausstattung

Eckhard Kempkens,
(nicht im Bild)
Ingenieur

Betonbau
- 3 Stefan Staub,**
Geograph

Infrastrukturmanagement

Die Nachhaltigkeit bei Ingenieurbauwerken der Straße, wie Brücken und Tunneln, wird aktuell kaum bilanziert. Um dies zukünftig zu ändern, fand in der BAST im April 2024 ein Workshop zum Thema „Nachhaltigkeitsbilanzierung von Brücken“ statt.

Dabei wurden Erfahrungen ausgetauscht, Wissen gebündelt und der Forschungsbedarf für eine Nachhaltigkeitsbilanzierung von Brücken im Lebenszyklus konkretisiert. Teil nahmen Vertreter aus Straßenbauverwaltungen, Verbänden, Verkehrsministerium, Forschung und Industrie. Impulsvorträge behandelten verschiedene Pilotprojekte, etwa

- Beispiele der Autobahn GmbH des Bundes, um Nachhaltigkeitsaspekte in die Vergabe einzubinden,
- die Bemessung der Nachhaltigkeit anhand von CO₂-Äquivalenten,
- nachhaltige Ausschreibungsstrategien in den Niederlanden.

In Fachgruppen wurden verschiedene Themen diskutiert.

Daten und Informationen

Für Nachhaltigkeitsbetrachtungen werden Informationen zu den Bauwerken benötigt, beispielsweise Massen oder Modelle sowie eingesetzte Materialien inklusive der Umwelt-Produktdeklaration. Diese Daten sind teilweise vorhanden, eine einheitliche Datengrundlage ist aber von großem Vorteil. Dazu müssen Rahmenbedingungen, wie Systemgrenzen, festgelegt werden.

Kriterien und Indikatoren

Eine Verlängerung der Lebensdauer hat den größten Nutzen im Sinne der Nachhaltigkeitsbilanzierung. Um bei Neubau, Instandsetzung und Rückbau den Ressourcenaufwand zu bewerten, können CO₂-Äquivalente



Übersicht zu den Workshop-Ergebnissen zum Thema Umsetzung



Nachhaltige Ingenieurbauwerke sind ein wichtiger Teil der Infrastruktur

Quelle: BMDV, René Legrand

und die Recyclingquote als Kriterien herangezogen werden. Soziale Aspekte werden teilweise bereits durch rechtliche Vorgaben geregelt. Sicherheitsaspekte werden in der Baustellenverordnung und durch die „Richtlinien für das Aufstellen von Bauwerksplanungen für Ingenieurbauten“ (RAB) geregelt. Lärmbelastungen werden durch die VVBaulärmG adressiert.

Wege in die Praxis

Damit die Nachhaltigkeit bilanziert werden kann, sind kurz- sowie mittelfristige Möglichkeiten in die Praxis umzusetzen. Bilanzierungsansätze sind unter anderem CO₂-Bilanz/Jahr, ganzheitliche Nachhaltigkeitsbewertung hinsichtlich Vergabe und Betrieb sowie Materialreduzierung. Praxisgerechte Instrumente hierfür sind etwa Anreiz- und Einpreisungssysteme, standardisierte Bewertungswerkzeuge sowie Bilanzierungsdatenbanken. Um diese in Regelwerke zu implementieren, sind insbesondere innovative Bauweisen zuzulassen und Vergabeordnungen sowie Regelwerke selbst anzupassen.

Der Workshop hat gezeigt, dass die Umsetzung einer praxisrelevanten Nachhaltigkeitsbilanzierung eine gemeinsame Aufgabe verschiedener Akteure ist. Um die For-

schungsaktivitäten zur Nachhaltigkeitsbilanzierung zu intensivieren, wurde 2024 ein neues Forschungsprojekt mit folgenden Aspekten gestartet:

1. Auswahl relevanter Indikatoren: In Abstimmung mit Fachleuten sollen wenige, aber signifikante Indikatoren, basierend auf Datengrundlage, Berechnungsgrundlagen und Impact, ausgewählt werden.
2. Entwicklung eines Tools: Das Tool soll Indikatoren über alle Lebenszyklusphasen (Planung, Bau, Betrieb, Rückbau) sowie ökologische, ökonomische und sozio-kulturelle Aspekte abbilden.
3. Zusammenführung der Indikatoren: Neben der Monetarisierung sollen auch qualitative Bewertungen möglich sein.
4. Praxisumsetzung: Optionen umfassen zusätzliche Nachweisformate, Integration in Vergabeverfahren, Anreizsysteme und Anpassung von Regelwerken.

Das Ziel ist eine pilothafte Nachhaltigkeitsbilanzierung, die Politik und Forschung als Grundlage dient, um die Nachhaltigkeitsziele im Verkehrs- und Bausektor zu erreichen. 🗨️

Nachhaltigkeitspotenziale im Straßenbau erschließen



Autoren:

- 1 **Michael Bürger**,
Geologe
- 2 **Farina Lohrengel**,
Geowissenschaftlerin
- 3 **Michael Sulzbach**,
Geowissenschaftler
Nachhaltiges Bauen und
Erhalten von Straßen

Der fortschreitende Klimawandel und zunehmend knappere Rohstoffe machen deutlich, wie dringlich auch im Straßenbau nachhaltiges Handeln ist. Aber welche Maßnahmen sind dabei am effektivsten? Treibhausgasemissionen, Ressourcen- und Energieverbräuche zu bilanzieren bietet hierbei eine wertvolle Orientierung. Die größten Nachhaltigkeitspotenziale sollten zeitnah umgesetzt werden, während

kleinere Faktoren zunächst zurückgestellt werden können.

Bestimmung der Nachhaltigkeitspotenziale

Das Forschungsprojekt „Nachhaltigkeitspotenziale im Straßenbau mit dem Fokus auf Treibhausgasemissionen, Energiebedarf und Ressourcenschonung“ hatte das Ziel, qualitative und quantitative Aussagen bezüglich der Nachhaltigkeitspotenziale zu treffen. Um Baustoffmengen sowie Transporte zu errechnen und mit den ökologischen Kennwerten zu koppeln, wurde innerhalb des Projekts ein Bilanzierungsverfahren entwickelt. Mit diesem wurden Varianten von Beton- und Asphaltbauweisen anhand verschiedener Szenarien gegenüber einem Referenzszenario hinsichtlich der Umweltauswirkungen Treibhausgasemissionen, Energie- und Ressourcenverbräuchen berechnet.

Asphalt	Referenz	Szenario 1: Transport	Szenario 2: Wiederverwendung	Szenario 3: Energieträger	Szenario 4: NTA	Szenario 5: Ewigkeitsstraße
Randparameter	Bauweise nach Zeile 1, Tafel 1 (RStO), Bk100, RQ 31, 5 km Länge					
Lebenszyklus	mehrere gewichtete Lebenszyklen für alle Aufbauschichten					ADS, Abi: 30 a ATS (PmB): 60 a
Transportweite A2	50 km	150 km	50 km	50 km	50 km	50 km
Granulat	SMA	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
	Abi	35 %	35 %	50 %	35 %	35 %
	ATS	40 %	40 %	60 %	40 %	40 %
Energie MW	Braunkohle	Braunkohle	Braunkohle	Gas	Braunkohle	Braunkohle
Temperatur MW	normal	normal	normal	normal	normal -20 °C	normal
Transportweite A4	30 km	50 km	30 km	30 km	30 km	30 km

Gegenüberstellung verschiedener Szenarien und eines Referenzszenarios am Beispiel einer Deckschicht aus Splittmastixasphalt SMA 11 S, Binderschicht AB 16 B S, Tragschicht AC 32 T S sowie der Frostschutzschicht

Die innerhalb des Projekts vorgenommenen Potenzialanalysen wurden in den vergangenen Monaten um weitere Analysen durch die BAST ergänzt. Als Werkzeug wurde ebenfalls das entwickelte Verfahren genutzt.

Die Ergebnisse der Berechnungen zeigen deutlich die Einflüsse der verschiedenen Variablen.

Eine verlängerte Nutzungsdauer stellt den größten Hebel dar, um Umweltauswirkungen zu verringern. Rezepturen (Zemente, Bitumen und Gesteinskörnungen), Transportentfernungen und Energieträger spielen ebenfalls eine bedeutende Rolle.

Diskussionsforum Nachhaltigkeit

Um die Möglichkeiten schneller Umsetzungen zu prüfen und mit Vertretern aus Industrie, Verwaltung und Wissenschaft ins Gespräch zu kommen, fand im Januar 2024 das Diskussionsforum „Schnellmaßnahmen zur CO₂-Minderung im Straßenbau“ statt.

Dabei wurden Maßnahmen zu verschiedenen Lebenszyklusphasen herausgearbeitet und priorisiert. Angestrebt werden

- weniger Transportwege durch lokale Materialbeschaffung und optimierte Logistik,
- die Wiederverwendung von Materialien vor Ort,

- ein Vergabebonus für Recyclingmaterial und eine gezielte Auswahl von Baustoffkategorien, um den Einsatz von umweltfreundlicheren Materialien zu fördern.

Wichtige Maßnahmen zur Prozessoptimierung umfassen ein fräskonformes Recycling von Ausbauasphalt und ein effizientes Haldenmanagement durch Fräsgutbörsen. Außerdem wird empfohlen, Bauzeiten zu verkürzen und Vorerkundungen zur möglichen Wiederverwertung von Baustoffen durchzuführen. Potenziale bieten auch, Photovoltaik auf Baustellen zu nutzen und die kontinuierliche CO₂-Messung für Asphaltmischanlagen zu reduzieren.

Im Betonbau wird die Verwendung klinker-reduzierter Zemente (CEM II und CEM III) betont. Diese emittieren weniger CO₂ als herkömmlicher Portlandzement (CEM I), der nach wie vor häufig eingesetzt wird.

Die Potenzialanalysen und der Austausch mit Fachleuten zeigen: Bei der Nachhaltigkeit ist im Straßenbau vieles möglich, benötigt aber Anreize. Es ist wichtig, Maßnahmen auch entsprechend in die Praxis umzusetzen. BAST und BMDV werden weiterhin eng mit allen betroffenen Kreisen zusammenarbeiten, um zielgerichtet weitere Forschung zu initiieren und Hilfestellungen bei der Umsetzung zu geben. ➤

Diskussionsforum Nachhaltigkeit		
Phasen A1–A3	Phasen A4, A5 und B	Phase C
verwendungsgerechte Anforderungen	Nutzungsdauer	Vorerkundung
projektbezogenes Fräskonzept	Optimierung Bauzeit	Vergabebonus für Wiederverwendung
klinkerreduzierte Zemente	Materialverwendung vor Ort	Wiederverwendung vor Ort
Verzicht auf Conti-C-Messung	Prozessoptimierung	Fräsgutbörse/Haldenmanagement
Photovoltaik	Transportwege	Performanceanforderungen

Ergebnisse des Diskussionsforums: priorisierte (Schnell-)Maßnahmen der einzelnen Lebenszyklusphasen, rot markierte Maßnahmen sind der Wiederverwendung, blau markierte Maßnahmen den Nutzungsdauern zuzuordnen

Die BAST im Prozess der Bauproduktenverordnung



Autoren:

- 1 Dr. Carl Richter,**
Bauingenieur
Abteilungsleiter
Ingenieurbauwerke
- 2 Dr. Verena Rosauer,**
Wirtschaftsingenieurin
(technische Fachrichtung
Bauingenieurin),
Referatsleiterin
Asphaltbauweisen
- 3 Cyrus Schmellekamp,**
Umweltwissenschaftler,
Bauingenieur
Klimaschutz, Nachhaltigkeit,
Verkehrsstatistik

Das Ziel der neuen Europäischen Bauproduktenverordnung (CPR – Construction Products Regulation) ist es, „die Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten zu harmonisieren und Hindernisse für den Handel mit Bauprodukten zwischen den Mitgliedstaaten zu beseitigen“ (EP 2024). Gemäß der Verordnung sind Hersteller verpflichtet, „für ein Bauprodukt, das unter eine harmonisierte technische Spezifikation fällt, eine Leistungserklärung zu erstellen, um dieses Produkt in Verkehr bringen zu können. Der Hersteller übernimmt die Verantwortung für die Konformität des Produkts mit dieser erklärten Leistung und den geltenden Anforderungen“ (EP 2024).

Besonderes Augenmerk liegt bei der Novellierung der neuen Verordnung darauf, Nachhaltigkeits- und insbesondere Klimaschutzziele einzubinden. Dabei wird der Lebenszyklus des Bauprodukts berücksichtigt: von der Gewinnung (der zur Herstellung benötigten Rohstoffe) bis zur Entsorgung. Dies erfolgt auch im Zuge der – dafür unverzichtbaren – Digitalisierung der Bauwirtschaft und Bauindustrie.

Der neuen Verordnung unterliegen auch Baustoffe und Bauprodukte, die bei Straßen- und Ingenieurbauwerken eingesetzt werden, für welche das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) zuständig ist. Um dessen Interessen zu vertreten und zu berücksichtigen, sind in den Arbeitsgruppen im CPR-Acquis-Prozess Fachexperten aus verschiedenen Abteilungen der BAST eingebunden.

Beim CPR-Acquis-Prozess werden die relevanten technischen Spezifikationen identifiziert und die Voraussetzungen geschaffen, um diese für den künftigen Regelungsrahmen zu überarbeiten und anzupassen. Die Arbeitsgruppen betrachten hierzu die einzelnen Produktgruppen oder horizontale Themen, wie die Nachhaltigkeit.

Damit Nachhaltigkeits- und insbesondere Klimaschutzziele umgesetzt werden, steigen die Anforderungen an harmonisierte Bauprodukte. Deswegen kommen besonders auf kleinere bis mittelgroße Hersteller mehr Herausforderungen hinsichtlich ihrer Dokumentationspflicht zu. Die normierten Informationen können dann in nationalen Verfahren abgerufen werden, um die Nachhaltigkeit von (Infrastruktur-)Bauwerken zu bewerten. So können Bauwerke auch hinsichtlich ihrer Klimabilanz und weiteren Nachhaltigkeitszielen optimiert werden.

Derzeit werden in der BAST sowohl für den Straßen- als auch den Ingenieurbau Verfahren entwickelt, welche auf die künftig zur Verfügung gestellten Informationen zu den Bauprodukten zurückgreifen. So kann

die Wirkung einer Baumaßnahme auf die Umwelt bilanziert werden. Straßenbau- lastträgern und mit dem Straßen- und Ingenieurbau beauftragten Einrichtungen stehen mit den Bilanzierungsverfahren Werkzeuge zur Verfügung, um den gestiegenen Anforderungen an Klimaschutz und Nachhaltigkeit im Zuge der Planung und Vergabe Rechnung zu tragen.

Die Bauproduktenverordnung neu regeln, Produktnormen erstellen oder Zertifizierungsverfahren festlegen ist komplex. Viele Regelungen und Vorgehensweisen, welche die EU-Kommission hier vorsieht, sind noch unklar und nicht abschließend geklärt.

Daher ist es wichtig, dass die BASt frühzeitig im CPR-Acquis-Prozess eingebunden ist, um vorhandene technische Expertise einzubringen. So wird dafür gesorgt, dass die deutschen Anforderungen und Besonderheiten des Straßen- und Ingenieurbaus berücksichtigt werden.

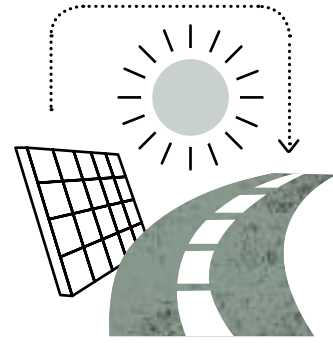
(EP 2024)

Berichtiger Entwurf der Verordnung des Europäischen Parlamentes und des Rates zur Festlegung harmonisierter Vorschriften für die Vermarktung von Bauprodukten und zur Aufhebung der Verordnung (EU) Nr. 305/2011, 25.09.2024



Die Bauproduktenverordnung der EU für den Weg zu einem freien Warenhandel

3. Nachhaltiger Energieeinsatz

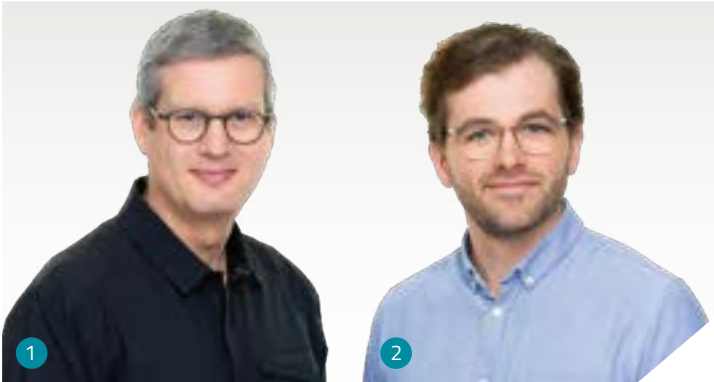


Für eine stabile und autarke Energiestruktur, auf Basis klimaneutral erzeugter Energie, ist auch die Straßenverkehrsinfrastruktur gefordert.

Bauwerke und Flächen bieten beträchtliche Potenziale 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.

Automatisierte Photovoltaik-Potenzialermittlung an Straßennebenflächen



Autoren:

1 **Dr. Markus Auerbach,**
Physiker


2 **Luca Thomas,**
Ingenieur für nachhaltige
Energieversorgung

Klimaschutz, Nachhaltigkeit,
Verkehrsstatistik

Die Nebenflächen entlang der Bundesfernstraßen bieten ein erhebliches Potenzial zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Quellen. Zu diesen Flächen zählen Straßenbegleitflächen, Lärmschutzwände und -wälle, Parkflächen sowie Gebäudedächer. Diese Flächen zur Nutzung erneuerbarer Energien zu erfassen und zu kartieren ist gesetzlich im Bundesfernstraßengesetz verankert. Bei der standortspezifischen Kartierung können die klassischen, GIS-basierten Ansätze durch den Einsatz neuer Methoden unterstützt

werden. Ein Ansatz zur Nutzung eines KI-Modells zur Bildsegmentierung wird von der BAST-Arbeitsgruppe für erneuerbare Energien untersucht.

Für die standortspezifische Kartierung kommen Modelle zum Einsatz, die zur Segmentierung von Orthophotos und Satellitenbildern genutzt werden. Sie sind speziell trainiert Photovoltaik-Potenzialflächen zu erkennen. Ein besonderes Augenmerk liegt auf den Grünflächen neben der Fahrbahn. Diese übertreffen im Leistungspotenzial die anderen genannten Flächenkategorien um eine Größenordnung. Zudem lassen sie sich aufgrund unzureichender Geodaten mit traditionellen geographischen Methoden nur schwer erfassen. Insbesondere potenzialmindernde Faktoren auf geeigneten Flächen, wie Bewuchs oder kleine Gebäude, lassen sich durch diesen KI-gestützten Ansatz besser kartieren.

Die Ergebnisse sind geeignet, in Potenzialkatastern der Autobahn GmbH des Bundes und der Bundesländer Anwendung zu finden, um die Potenziale zu erschließen. Erste Modelle liefern vielversprechende Ergebnisse und zeigen die Möglichkeiten neuer Fernerkundungsmethoden für die genaue Erfassung von geeigneten Flächen auf. 



Das Modell segmentiert die Bildaufnahmen und ermittelt relevante Kategorien von Photovoltaik-Potenzial

Quelle: Bundesamt für Kartographie und Geodäsie

Induktives dynamisches Laden



Autoren:

1 **Stefan Höller,**
Bauingenieur

2 **Jan Ork,**
Bauingenieur

Analyse und Entwicklung
von Straßenoberbauten

Induktives dynamisches Laden ist eine innovative Technologie, bei der Elektrofahrzeuge während der Fahrt kabellos mit Strom versorgt werden. Das funktioniert ähnlich wie bei einem Zug, allerdings ohne direkten physischen Kontakt. Stattdessen wird durch das Zusammenspiel einer in der Straße verbauten Primärspule und einer unter dem Fahrzeugboden befindlichen Sekundärspule Energie über ein elektromagnetisches Feld übertragen. Die Technologie birgt das Potenzial, die Batteriegröße in Elektrofahrzeugen zu reduzieren. Kleinere und leichtere Batterien senken neben den Herstellungskosten auch das Gewicht. Letztendlich wird eine größere Reichweite der Fahrzeuge erzielt.

Im Rahmen des „Innovationsprogramm Straße“ des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr (BMDV) wurden zwei Projekte zum induktiven dynamischen Laden von Elektrofahrzeugen gefördert. Ziel war ein Gesamtsystem zu entwickeln, das auf dem duraBAST aufgebaut, straßenbautechnisch und elektrotechnisch untersucht und zu Demonstrationszwecken betrieben wird. Dabei sollte neben der Versorgung von Pkw auch die Unterstützung von Lkw angestrebt werden. 2022 bis 2024 wurden die Projekte eCharge und InductInfra auf jeweils 100 Meter langen Testfeldern auf dem duraBAST umgesetzt.

Das Projekt eCharge bestand aus einem Konsortium der Firmen Eurovia, Omexom, Volkswagen und der TU Braunschweig. Es nutzt ein Konzept, basierend auf den Spulen der Firma Electreon. Dafür wurden Auskerbungen in die Binderschicht eingefräst, die in hartem Gummi gelagerten Spulen eingelegt und anschließend mit Gussasphalt überbaut. Das zum Zeitpunkt des Baus eingesetzte Spulensystem lag in einer Tiefe von 9 Zentimetern unter der Asphaltoberkante. Es war ausgelegt für eine Übertragungsleistung von maximal 25 Kilowatt je



eCharge-Projektteilnehmer und Versuchsfahrzeug auf der Teststrecke in Asphaltbauweise




- 1 Belastung der Teststrecke InductInfra mit dem MLS30
- 2 eCharge-Teststrecke mit eingesetzten Spulen vor dem Einbau der Deckschicht

Sekundärspule im Fahrzeug. Um herauszufinden, wie sich unterschiedliche Abstände zwischen den Spulen auf den Ladevorgang auswirken, wurde ein Testfahrzeug mit einer speziellen Messausrüstung versehen. Selbst unter den ungünstigen Bedingungen, etwa wenn die Spulen nicht genau übereinanderliegen, konnte eine stabile Übertragung erzielt werden.

Das Konsortium des Projekts InductInfra bestand aus den Instituten für Straßenwesen und für Elektrische Maschinen der RWTH Aachen sowie den Firmen Berger Bau und Energie Südwest. Das Konzept für InductInfra bestand aus vorgefertigten Betonfertigteilmodulen, in die Primärspulen ab Werk eingebaut wurden. Diese wurden auf dem duraBAST verlegt und an die vorbereitete Infrastruktur angeschlossen. In umfangreichen Fahrttests wurde die Leistungsfähigkeit des Systems untersucht. Dabei konnte eine Übertragungsleistung von circa 60 Kilowatt ermittelt werden.

Um die Sicherheit der Systeme zu gewährleisten, wurden umfangreiche Messungen der elektromagnetischen Feldemissionen durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass die Feldemissionen bei beiden Systemen weit unter den Grenzwerten für Lebewesen liegen, sowohl für Personen am Straßenrand als auch für Insassen von Fahrzeugen. Fahrzeuge ohne entsprechende Ausrüstung sind von den Feldauswirkungen nicht betroffen, da beide Systeme in diesem Fall nicht aktiv geschaltet werden.

Um die Belastbarkeit und das Verhalten der neu gebauten Teststrecken zu überprüfen, wurden diese mit dem Mobile Load Simulator (MLS30) belastet. Die dabei ermittelten Tragfähigkeiten bildeten die Grundlage für eine detaillierte bautechnische Bewertung durch die jeweiligen Konsortien.

Die untersuchten Ansätze für induktive Ladesysteme im Straßenbau sind technisch umsetzbar, bedürfen aber noch einer Anpassung der Infrastruktur, um die erforderlichen Komponenten sicher und effizient in den Straßenraum einzubetten. 

Absicherung von PV-Anlagen an Straßen mit Schutzeinrichtungen



Autor:

Ilja Jungfeld,
Bauingenieur

Straßenausstattung


Photovoltaik-Anlagen (PV-Anlagen) neben Bundesfernstraßen dürfen die Sicherheit des Verkehrs nicht beeinträchtigen. Sie müssen ebenso wie Schildermasten, Lärmschutzwände oder Bäume im Straßenseitenraum hinsichtlich ihres Gefährdungspotenzials bei Fahrzeuganprall beurteilt werden.

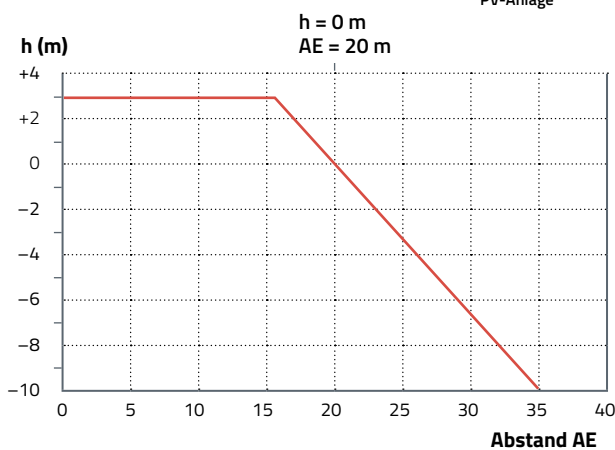
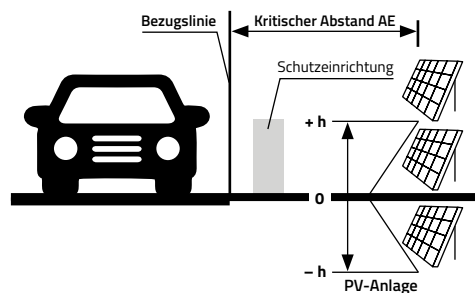
Eine fachliche Arbeitsgruppe hat die möglichen Unfallszenarien, die durch den Anprall verschiedener von der Fahrbahn abkommender Fahrzeugtypen (Pkw, Bus, Lkw)

entstehen können, analysiert und die möglichen Gefährdungen beurteilt. Betrachtet wurden sowohl mögliche Gefährdungen von Unfallbeteiligten und der PV-Anlage selbst durch einwirkende Kräfte bei einem Fahrzeuganprall als auch von Unfallbeteiligten, Ersthelfern und Rettungskräften durch spannungsführende Anlagenteile.

Anhand der Ergebnisse werden flächenhaft angelegte PV-Anlagen neben Bundesfernstraßen der Gefährdungsstufe 1 (GF1) gemäß den „Richtlinien für passiven Schutz an Straßen durch Fahrzeug-Rückhaltesysteme“ (RPS 2009) zugeordnet. Das bedeutet in der Praxis, dass PV-Anlagen innerhalb eines kritischen Abstands (AE) gemäß RPS 2009 nur mit einer Schutzeinrichtung („Leitplanke“) davor errichtet werden dürfen, um den Anprall von Fahrzeugen gegen die PV-Anlage zu verhindern.

Falls ein entsprechender Bedarf festgestellt wird, könnten Weiterentwicklungen und Standardisierungen in der Bauweise von PV-Anlagen zu einer Überprüfung der getroffenen Einstufung in die Gefährdungsstufe nach RPS führen und die Verwendung von weniger leistungsfähigen und damit in der Regel kostengünstigeren Schutzeinrichtungen ermöglichen.

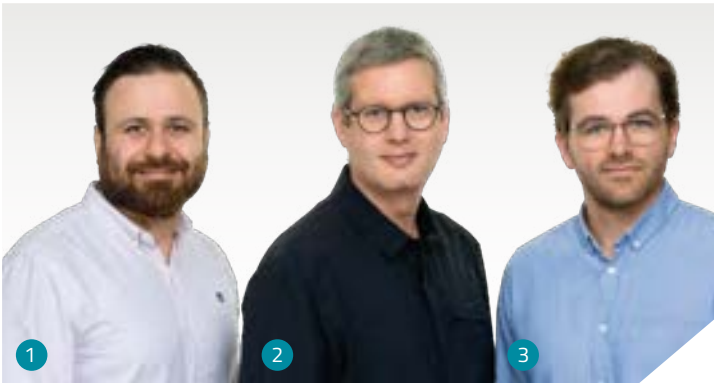
Mit diesen Ergebnissen hat die Arbeitsgruppe geeignete Regelungen für eine verkehrssichere Nutzung von PV-Anlagen neben Bundesfernstraßen geschaffen. 



— Abstand AE
h = Böschungshöhe, gemessen an Vorderseite der Gefahrenstelle

Kritischer Abstand zwischen der PV-Anlage und der Fahrbahn von Autobahnen und autobahnähnlichen Straßen, innerhalb dessen eine Schutzeinrichtung („Leitplanke“) notwendig wird

Strategien für den regionalen verkehrsträgerübergreifenden Austausch erneuerbarer Energien



Autoren:

- 1 **Karam Alhassan,**
Ingenieur für nachhaltige Energieversorgung
- 2 **Dr. Markus Auerbach,**
Physiker
- 3 **Luca Thomas,**
Ingenieur für nachhaltige Energieversorgung

Klimaschutz, Nachhaltigkeit,
Verkehrsstatistik

Der Ausbau erneuerbarer Energien (EE) ist zentral für eine klimafreundliche Verkehrsinfrastruktur. Entlang Straßen, Schienen oder Wasserstraßen besteht ein erhebliches Potenzial, erneuerbare Energien zu erzeugen. Untersucht wurde, wie diese Energien regional erzeugt und verkehrsträgerübergreifend genutzt werden können, um den Strombedarf der Verkehrsträger zu decken. Als Untersuchungsgebiete wurden Bühl, Gersthofen und Westerröndfeld gewählt. Diese

verfügen über spezifische EE-Potenziale wie PV-Dachflächen und Freiflächen für Photovoltaik (PV) und Kleinwindkraft.

Durch die gezielte Analyse standortspezifischer Wetterdaten und den Einsatz von GIS-basierten Methoden konnten detaillierte Erzeugungsprofile für erneuerbare Energien erstellt werden. Diese Profile zeigen, dass ein erheblicher Anteil des Strombedarfs der untersuchten Verkehrsinfrastrukturen durch lokal erzeugte EE abgedeckt werden kann. Besonders effektiv sind PV-Dachanlagen und PV-Freiflächenanlagen, wohingegen Kleinwindanlagen aufgrund hoher Kosten im Vergleich weniger attraktiv sind.

Die Ergebnisse führen zu 3 strategischen Empfehlungen: Um große Verbraucher, wie Bahnunterwerke, zuverlässig mit erneuerbarem Strom zu versorgen, sollen neben PV-Anlagen auf Dächern auch Möglichkeiten geprüft werden, PV-Freiflächen zu nutzen. Standorte mit zeitlich passendem Strombedarf, wie Straßentunnel, sollen priorisiert werden. Die verkehrsträgerübergreifende Bündelung kleinerer Verbraucher kann durch Skaleneffekte sowohl die Effizienz steigern als auch die Kosten senken.

Diese Empfehlungen unterstreichen die Möglichkeit, die Stromversorgung der Verkehrsinfrastruktur langfristig durch regional erzeugte erneuerbare Energien sicherzustellen und dadurch sowohl CO₂-Emissionen als auch Energiekosten signifikant zu reduzieren. ▽



Potenzial verkehrsträgerübergreifender Versorgung durch erneuerbare Energien (Westerröndfeld)

Quelle: r2b energy consulting GmbH

Optimierter Verkehrsablauf auf Autobahnen



Autoren:

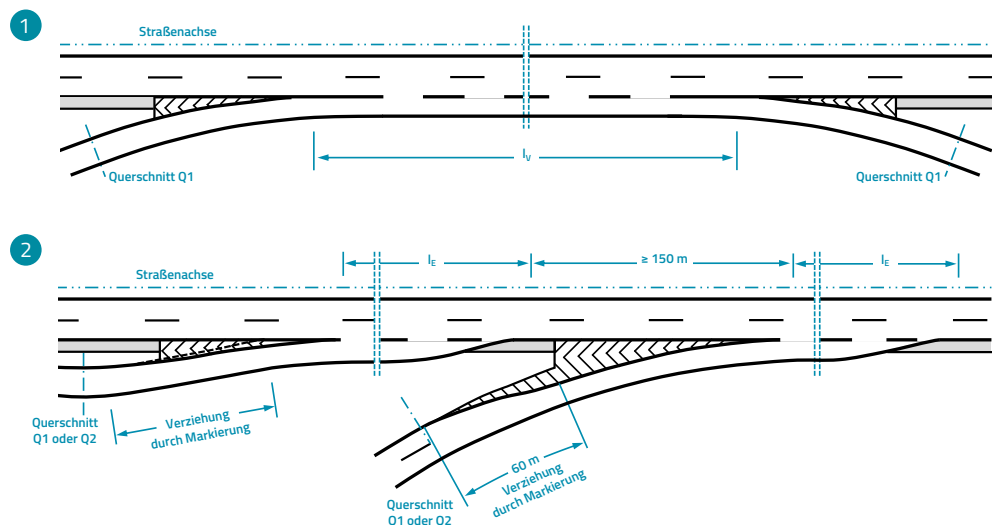
- 1 **Dr. Dominik Schmitt**,
Verkehrswirtschafts-
ingenieur
- 2 **Matthäus Zelazny**,
Bauingenieur

Straßenentwurf,
Verkehrsablauf,
Verkehrsregelung

Autobahnen müssen große Verkehrsmengen bewältigen. Wichtige Aspekte dabei sind Verkehrssicherheit, Umwelt und Wirtschaftlichkeit. Zudem wird die Verkehrsqualität bewertet, da sie die Kenngröße zur Abwicklung des Verkehrs ist. Die BAST leistet in Gremien und mit ihrer Forschung einen Beitrag zur Weiterentwicklung des „Handbuchs für die Bewertung von Straßenverkehrsanlagen“ (HBS) sowie der „Richtlinien für die Anlage von Autobahnen“ (RAA).

Ein Forschungsprojekt betrachtete die Gestaltung und Bewertung von „Verflechtungsstrecken zwischen Knotenpunkten an Autobahnen“. Diese sind eine leistungsfähige und verkehrssichere Entwurfslösung. Für den häufigsten Fall (Verflechtungstyp V 1) wurde ein praxisnah anwendbares Modell (angelehnt an das HBS) erstellt, um die Kapazität zu berechnen. Für 3-streifige Verflechtungsbereiche berücksichtigt es zusätzlich die Länge der Verflechtungsstrecke als Einflussgröße.

Ein weiteres Forschungsprojekt analysierte und entwickelte leistungsfähige Einfahrtstypen für Autobahnen. Doppelfahrten wirken sich positiv auf den Verkehrsablauf und die Verkehrssicherheit aus. Gleiches gilt für verlängerte Einfädelungstreifen vom Typ E 1 an 2-streifigen Richtungsfahrbahnen mit hohem Schwerververkehrsanteil. Aus den Erkenntnissen wurden Empfehlungen abgeleitet, um das HBS und die RAA fortzuschreiben.



- 1 Verflechtungsbereichstyp V 1 gemäß den „Richtlinien zur Anlage von Autobahnen“ (RAA, FGSV, 2008)
- 2 Doppelfahrtstyp EE 1 gemäß den „Richtlinien zur Anlage von Autobahnen“ (RAA, FGSV, 2008)

Simulation des Verkehrsablaufs: neue Grundlagen



Autor:

Matthias Zelazny,
Bauingenieur

Straßenentwurf,
Verkehrsablauf,
Verkehrsregelung

Aufgrund weiterentwickelter Bedienbarkeit und Funktionalität hat die mikroskopische Verkehrsflusssimulation in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnen. Sie dient als Instrument, Straßenverkehrsanlagen zu bemessen. Dabei wurden auch neue Anwendungsbereiche wie die realistische Abbildung von Fußverkehr und die effiziente Simulation großer Netze erschlossen.

Die Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V. (FGSV) veröffentlichte 2006 erstmalig „Hinweise zur mikroskopischen Verkehrsflusssimulation“. Diese vermitteln grundlegende Kenntnisse zur Modellanwendung, jedoch ohne konkrete Empfehlungen, zum Beispiel für Gütemaße der Kalibrierung. Aktuell aktualisiert der FGSV-Arbeitskreis, in dem die BAST vertreten ist, das Hinweispapier mit „Empfehlungen

zur mikroskopischen Verkehrsflusssimulation“. Die Hinweise werden dabei zu Empfehlungen hochgestuft, wodurch auch die Verbindlichkeit des Regelwerks erhöht werden soll.

Berücksichtigt werden gewonnene Erkenntnisse zur Verkehrsflusssimulation aus BAST-Projekten, bei denen die Simulation als Werkzeug angewendet wird.

Modellierungshinweise für mehrere am Markt verfügbare Simulationswerkzeuge wurden in einem Handlungsleitfaden zusammengestellt. Dieser entstand im Rahmen eines Projekts zur Simulation des Verkehrsablaufs auf einbahnigen Landstraßen und unterstützt die Praktiker vor Ort. Bei Untersuchungen zur „Aktualisierung der Verfahren zur Bewertung der Verkehrsqualität an Knotenpunkten mit Lichtsignalanlagen“ wurden Standardparameterkombinationen erarbeitet. Diese sind konform mit dem „Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen“ (HBS).

Die Standardisierung der Verfahren stellt sicher, dass Simulationen zuverlässig und reproduzierbar sind. Das ist für ihre Anwendung in der Praxis unerlässlich, um fundierte Entscheidungen im Verkehrsmanagement treffen zu können. 🗡



Screenshot „Modellierte Einmündung“ im Verkehrsflusssimulationsprogramm Vissim

Quelle: PTV Vissim

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 können die Biodiversität gefördert und Lebensräume nicht nur erhalten, sondern auch (wieder-)vernetzt werden.

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

Bremsstaubemissionen im Rahmen von EURO 7



Autorin:

Sigrid Limbeck,
Verfahreningenieurin
Emissionen im
Kraftfahrzeugbereich

Die EU-Kommission hat in der EURO-7-Ge-
setzgebung erstmalig den Brems- und Rei-
fenabrieb für Kraftfahrzeuge (Kfz) reguliert.
Sie nimmt damit Einfluss auf die Feinstaub-
emission (PM10) im Nicht-Abgas-Bereich.

Warum werden jetzt die Partikelemissionen von Bremsen und Reifen reguliert?

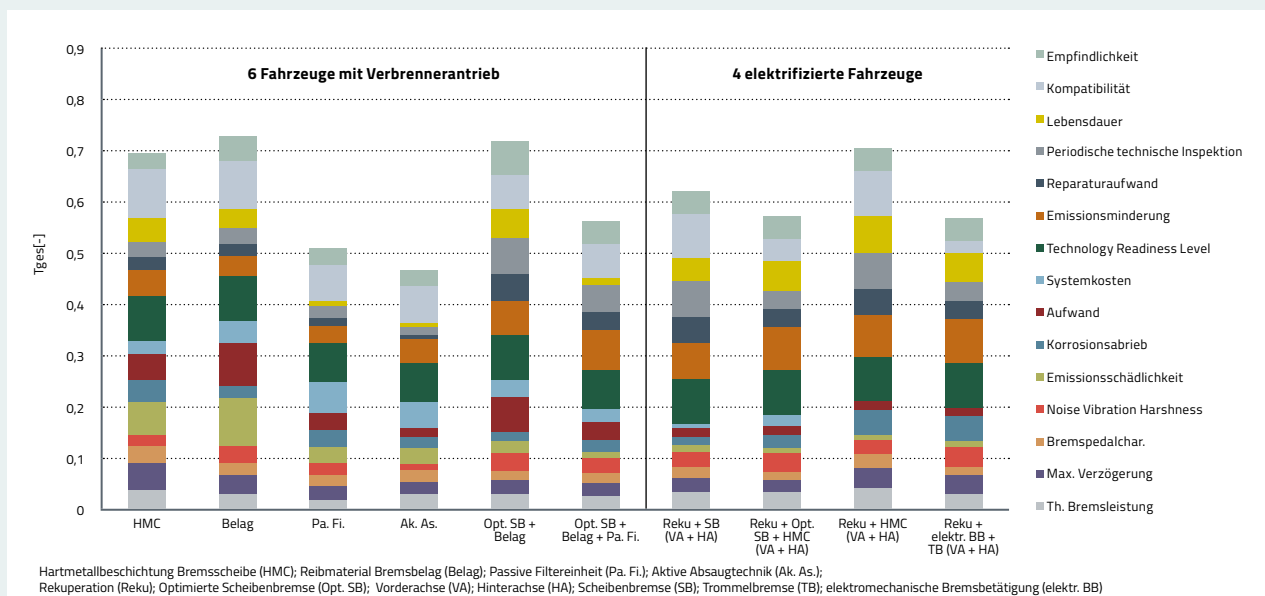
Aufgrund der gesundheitsschädigenden
Auswirkungen soll die Feinstaubbelastung
gesenkt werden. Partikel, deren aerodyna-
mischer Durchmesser kleiner als 10 Mikro-
meter (μm) ist, werden als Feinstaub be-
zeichnet und mit PM10 klassifiziert. Sie
werden im Straßenverkehr hauptsächlich
durch Abgase, Reifen- und Bremsabrieb von
Kfz verursacht. Seit 2012 nehmen in Europa
Brems- und Reifenabrieb zu. Aktuell sind
sie für etwa 70 Prozent der PM10-Emissi-
onen des Straßenverkehrs verantwortlich.

Welche Auswirkung hat das?

Bremssysteme werden sich durch Material-
zusammensetzungen, ihren Aufbau oder ihre
Integration im Kfz verändern. Um technische
Lösungen und verschiedene Bremssysteme
zum Emissionsverhalten einheitlich bewerten
zu können, werden Tests nach der Global
Technical Regulation 24 vorgeschrieben. Für
Reifen werden aktuell Testkriterien erarbeitet.

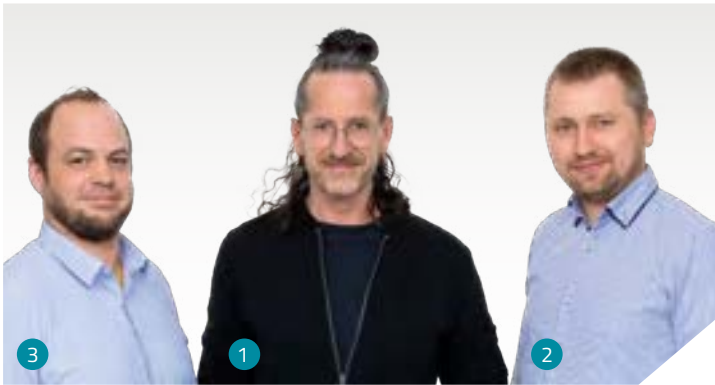
Wohin entwickelt sich die Technologie?

Bremssysteme wurden bewertet und ein Tech-
nologietrend abgeleitet. Die beispielhaft nach
15 Bewertungskriterien ermittelten Brems-
technologien und -kombinationen für 6 Kfz
mit Verbrennerantrieb und 4 elektrifizierte
Kfz unterscheiden sich. Die bestbewertete
Technologie für Verbrenner (Kompaktklasse)
ist eine Materialänderung der Bremsbeläge.
Für E-Fahrzeuge (Kompaktklasse) ist die
Kombination Rekuperation mit hartmetallbe-
schichteten Brems scheiben favorisiert.



Bremstechnologiebewertung für Fahrzeuge mit Verbrennerantrieb und Elektrofahrzeuge

Das Luftmessnetz erweitern: ultrafeine Partikel im Visier



Autoren:

- 1 **Dr. Marcel Buchholz**,
Physiker
 - 2 **Sergej Metzger**,
Physiklaborant
 - 3 **Rickmar Seldschopf**,
Umweltingenieur
- Umweltschutz,
Immissionen

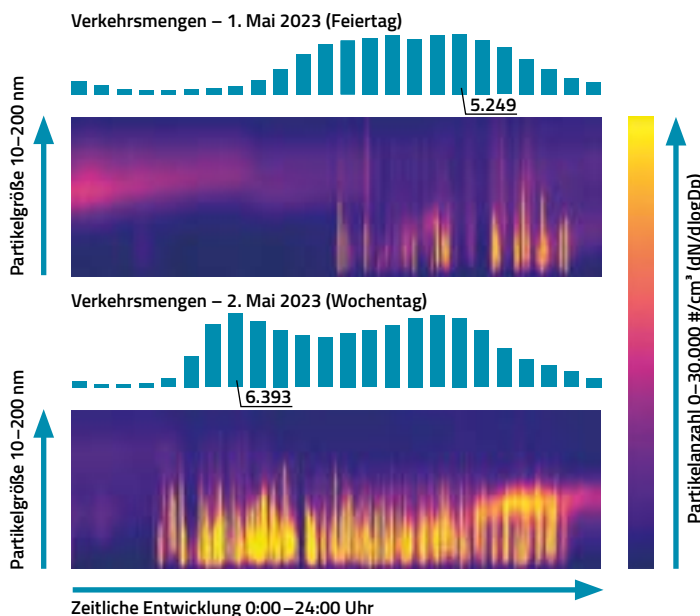
Europaweit wird mit der Revision der EU-Luftqualitätsrichtlinie in 2 Jahren die Messung der Partikelanzahl und Partikelgrößenverteilung von ultrafeinen Partikeln (UFP) an speziellen Messorten verpflichtend.

UFP sind kleiner als 100 Nanometer, können sowohl natürlichen als auch menschenge-

emachten Ursprungs sein und werden als besonders gesundheitsgefährdend erachtet. Bereits seit vielen Jahren werden UFP an verschiedenen Standorten in Deutschland kontinuierlich überwacht. Im Gegensatz zu gravimetrischen und optischen Messverfahren für die Bestimmung der Partikelmasse von Grob- und Feinstaub werden für die Quantifizierung von UFP partikelzählende Messverfahren eingesetzt.

Die Luftqualitätsmessung der BAST an der Autobahn 4 (A 4) wurde 2023 um eine Messung von UFP ergänzt, um den verkehrsbedingten Beitrag zu UFP größen aufgelöst zu bestimmen. Die Stundenmittelwerte der Partikelanzahl an der A 4 variieren zwischen einigen Tausend und mehreren Zehntausend Partikeln pro Kubikzentimeter. Sie zeigen starke Abhängigkeiten von der Verkehrsmenge sowie den meteorologischen Bedingungen. Zukünftig werden die Messungen in den Luftqualitätsmessstationen an der stark frequentierten A 555 bei Wesseling auf beiden Fahrbahnseiten durchgeführt, um den Verkehrsbeitrag noch genauer zu quantifizieren.

Neben der stationären Messung werden UFP auch mobil mit einem schnellen Spektrometer im Immissionsmessfahrzeug der BAST sowie mittels tragbarer Geräte gemessen. Diese mobilen Messungen ermöglichen die Quantifizierung typischer UFP-Konzentrationen in verschiedenen Umgebungen, beispielsweise in Tunneln. Geplant ist zudem, die Höhenverteilung von UFP und weiterer Luftschadstoffe mittels eines Quadropters zu untersuchen. ✎



Zeitliche Entwicklung der Größenverteilung ultrafeiner Partikel und der Verkehrsmengen an der A 4 an einem Feiertag und einem Werktag

Lärmbewusstes Fahrverhalten – ein neuer Blickwinkel



Autor:

Dr. Fabio Strigari,
Physiker

Umweltschutz,
Immissionen

Wie kann effektiver Lärmschutz in Zukunft aussehen? Werden Lärmschutzwände immer höher oder gibt es andere Strategien, um Menschen vor Lärmbelastigung zu schützen? Die Forschung zeigt, dass nicht-akustische Faktoren eine zentrale Rolle bei der Geräuschwahrnehmung spielen. Auch das persönliche Bewusstsein für Lärm und seine Auswirkungen stehen im Zusammenhang mit der empfundenen Belästigung.

Im BASt-Forschungsprojekt „Verhaltensbezogene Lärminderungsmaßnahmen“ (durchgeführt im BMDV-Expertenetzwerk durch das Austrian Institute of Technology und die TU Berlin) wurde ein neuer Blickwinkel eingenommen und die Frage gestellt: Welches Lärminderungspotenzial geht von freiwilligen Verhaltensänderungen der Verkehrsteilnehmer aus und wie lässt sich dieses nachhaltig nutzen?



Externer statischer Hinweisgeber –
umgesetzt als Schild am Straßenrand

Quelle: Andreas Fuch, AIT

In einer Befragung wurden zunächst lärmbewusste Verhaltensweisen erfasst und deren Auswirkungen bewertet, um Straßenverkehrslärm zu mindern. Es zeigt sich, dass lärmbewusstes Verhalten grundsätzlich messbar ist und viele Menschen dessen Mehrwert erkennen. Dennoch wird es oft nur dann bewusst praktiziert, wenn auch persönliche Vorteile, wie eine Kostenersparnis, zu erwarten sind. Darauf aufbauend wurden Fahrversuche durchgeführt: Versuchspersonen erhielten während der Fahrt ein direktes Feedback zu ihrem Fahrverhalten und dem verursachten Lärm oder wurden durch Schilder zu einer lärmbewussten Fahrweise motiviert.

Der Einfluss von lärmprovozierenden Verhaltensweisen wurde ganz konkret in Hörexperimenten untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Lärmbelastigung um circa 3 Dezibel verringern lässt, wenn auffällige Geräusche vermieden werden, wie Hupen oder Kavaliersstart.

Mit Abschluss des Projekts stehen neue Ansätze bereit, um lärmbewusstes Verhalten zu fördern. Aus diesen können zukünftig innovative Maßnahmen für einen wirksamen Lärmschutz entwickelt werden. 🗨️



Pressemitteilung der TU Berlin
mit Projektvorstellung zum
„Tag gegen Lärm“ 2024

Wie wirksam können Fahrerassistenzsysteme vor Wildunfällen schützen?



Autoren:

- 1 Oliver Bartels,**
Physiker
Aktive Fahrzeugsicherheit
und Fahrerassistenzsysteme
- 2 Tom M. Gasser,**
Jurist
Automatisiertes Fahren
- 3 Britta van Dornick,**
Geographin
Klimaschutz, Nachhaltigkeit,
Verkehrsstatistik

Allein 2022 gab es 265.000 Wildunfälle mit versicherten Pkw. Die anhaltend hohen Unfallzahlen stellen eine Herausforderung dar: für die Verkehrssicherheit und den Schutz wildlebender Tiere. Maßnahmen, die das Verhalten der Wildtiere direkt beeinflussen sollen, stellen langfristig häufig keine effektive Wildunfallprävention dar. Eine Ausnahme sind Wildschutzzäune. Diese hindern jedoch viele Tierarten dauerhaft an ihrer Ausbreitung, wenn die Lebensräume nicht durch ökologische Bauwerke wieder vernetzt werden.




Wildunfälle stellen sowohl für die Verkehrssicherheit als auch den Schutz der Tiere eine Herausforderung dar

Quelle: Pete_Flyer/Stock/Getty Images Plus

Einen ergänzenden Ansatz verfolgt die Wildunfallvermeidung durch Fahrerassistenzsysteme (FAS). Hier können die Fahrzeuginsassen frühzeitig vor Tieren auf der Straße gewarnt und akut durch Notbremsfunktionen vor einer drohenden Kollision geschützt werden.

Fraglich ist bisher das mögliche Potenzial eines solchen Systems, Unfälle zu vermeiden. Dazu wurden in einer Untersuchung existierende FAS recherchiert. Deren Funktionsweise, potenzielle Erweiterbarkeit zur Wildunfallprävention sowie Einschränkungen (Wirkfeld) wurden bestimmt und anhand von Simulationen (Systemeffektivität) der Beitrag zur Unfallvermeidung eingeschätzt.

Zusätzlich wurden Einflüsse der Nutzungshäufigkeit und der Verfügbarkeit der Systeme (Marktdurchdringung) betrachtet, um ein Gesamtbild des möglichen Beitrags von FAS zur Wildunfallprävention zu vermitteln. So lassen sich Prognosen berechnen.

Vor allem durch die momentan geringe und langsam ansteigende Marktdurchdringung von FAS zur Wildunfallprävention sind im Jahr 2030 nur etwa 4 Prozent der Wildunfälle potenziell vermeidbar. In der Langzeitprognose für das Jahr 2050 ist jedoch das Potenzial zu erkennen, indem jeder zweite Wildunfall (49 Prozent) als vermeidbar vorhergesagt wird. 



Weitere Informationen zur
Wildunfallprävention
www.bast.de/wildunfall

Wohin mit dem Grünschnitt aus Straßenseitenräumen?



Autorinnen:

1 **Dr. Pia Bartels,**
Biologin

Klimaschutz, Nachhaltigkeit,
Verkehrsstistik

2 **Karen Scharnigg,**
Bauingenieurin

Verkehrsbeeinflussung
und Straßenbetrieb

Deutschlands Straßennetz erstreckt sich über 830.000 Kilometer Gesamtlänge. Die Straßenbegleitflächen werden regelmäßig durch die Betriebsdienste gepflegt. Dabei fallen große Mengen an Grünschnitt an.

Während der holzartige Grünschnitt bereits häufig energetisch verwertet wird, verbleibt

der grasartige Grünschnitt meist als Mulch auf den Flächen. Zum einen verfügen die Meistereien nicht über geeignete Geräte, jenen abzuräumen. Zum anderen wird Grünschnitt aus Straßenseitenräumen rechtlich als Abfall eingestuft. Die Ausnahme ist holzartiger Grünschnitt mit einem Durchmesser größer als 7 Zentimeter. Mögliche Verwertungswege sind damit stark eingeschränkt. Besonders für den grasartigen Grünschnitt kommen deswegen nur Bioabfallvergärungsanlagen (bundesweit circa 160 Anlagen) oder Kompostierungsanlagen mit Hygienisierung in Frage.

Eine Abwägung ergab, dass für alle Grünschnittfraktionen grundsätzlich die energetische Verwertung zu bevorzugen ist. Generell sollte der Transportweg bis zur Verwertungsanlage aus Gründen der Energieeffizienz dabei 100 Kilometer nicht überschreiten. Wichtige Grundlage für die energetische Verwertung ist es, das regional verfügbare energetische Potenzial abzuschätzen, um Anlagenbetreiber gezielt ansprechen zu können. Um die Potenziale zu erfassen, sollen die Flächen kartiert und die daraus resultierenden Mengen abgeschätzt werden. Eine flächendeckende Kartierung der Straßenbegleitflächen des gesamten Bundesfernstraßennetzes wird derzeit erstellt.

Das Bundesfernstraßengesetz (§ 3 Abs. 1a) sieht vor, beim Bau oder der Änderung von Bundesautobahnen die Möglichkeiten auszuschnöpfen, um erneuerbare Energien auf nutzbaren Flächen zu erzeugen. Die Nutzung von Biomasse aus der Straßenunterhaltung kann ebenfalls zur Energieproduktion beitragen und damit das Ziel unterstützen, die Autobahninfrastruktur bis 2040 netto-klimaneutral zu betreiben. ▀

gras- und krautartiger Grünschnitt	holzartiger Grünschnitt, Durchmesser < 7 cm	holzartiger Grünschnitt, Durchmesser > 7 cm
Abfall	Abfall	Kein Abfall
Landschaftspflegeabfall	Landschaftspflegeabfall	Landschaftspflegematerial
Stoffliche Verwertung nur in abfallrechtlich genehmigten Anlagen wie z. B. Bioabfallvergärungsanlagen, Kompostierungsanlagen	Energetische Verwertung nur in abfallrechtlich genehmigten Anlagen wie z. B. Heiz(kraft)werken (Altholz, Abfall); stoffliche Verwertung in abfallrechtlich genehmigten Anlagen wie z. B. Kompostierungsanlagen	Energetische Verwertung in Kleinf Feuerungsanlagen, Frischholz-Verbrennungsanlagen; aber auch in abfallrechtlich genehmigten Anlagen wie z. B. Heizkraftwerken (Altholz, Abfall)

Abfallrechtliche Einstufung und rechtskonforme Verwertungswege der verschiedenen Grünschnittfraktionen

Quelle: angelehnt an die Grafik der IZES gGmbH

Wildholz und Treibgut bei Starkregen und Hochwasser

Autorin:

Dr. Birgit Kocher,
Geoökologin

Klimaschutz,
Nachhaltigkeit,
Verkehrsstatistik

Wildholz zählt zu den bedeutenden Hochwassergefahren und stellt in Flüssen und Bächen ein hohes Risiko für Bauwerke und Verkehrswege dar. Bei hohen Fließgeschwindigkeiten kann es zu Verklausungen an Engstellen kommen. Durch den Rückstau oder direkten Anprall an Objekten entwickelt sich ein großes Schadenspotenzial.

Eine Untersuchung der Universität Göttingen in Zusammenarbeit mit dem Forschungsinstitut für Wasserwirtschaft und Klimazukunft an der RWTH Aachen im Auftrag der BAST zielte darauf ab, Entstehung und Transport von Wildholz im Einzugsgebiet oberhalb von Brückenbauwerken zu beschreiben.

Schätzmodelle zum Wildholzanfall aus dem alpinen Raum sind nicht auf Mittelgebirge übertragbar. Daher wurde ein eigenes Modell auf GIS-Basis entwickelt, das die Baumverluste an Erft und Inde durch das Extremereignis im Juli 2021 bilanziert. Für das Einzugsgebiet Zweifall an der Inde wurde eine hydrodynamische Modellierung der Wasser-

mengen und Transportierbarkeit von Wildholz durchgeführt. Mit Hilfe von Begehungen, vorhandenen Daten und Orthophotos wurden Herkunft und Menge von Wildholz ermittelt.

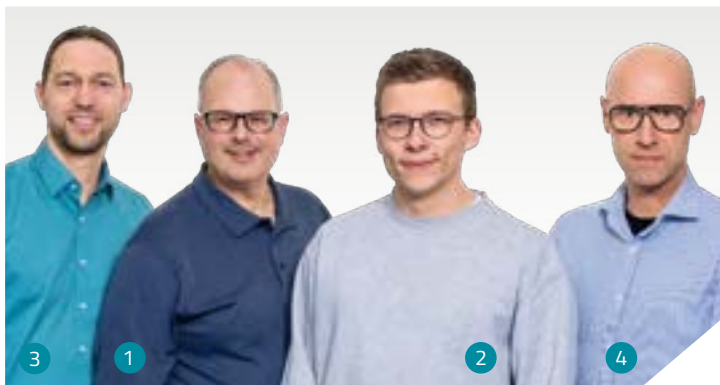
Die Ergebnisse zeigen, dass in Mittelgebirgen die Waldflächen trotz des teilweise hohen Totholzbestandes nur wenig zur Wildholzmenge im Gewässer beitragen. Als Hauptlieferanten von Wildholz wurden die Auenbereiche identifiziert. Die transportierte Wildholzmasse wurde aufgrund der dichten Besiedlung bei weitem von sonstigem Treibgut wie Bauwerksteilen, Autos und Sägeholz übertroffen.

Um über Maßnahmen zu entscheiden, ist die Suche nach Rekrutierungsgebieten für Wildholz und potenzielles Treibgut in Auenbereichen stromaufwärts von Brücken und Durchlässen sinnvoll. Ein Erfahrungsaustausch der verschiedenen für die Einzugsgebiete zuständigen Akteure ist dazu besonders wichtig. 🗝



- 1 Durch Wildholz und Treibgut beschädigte Brücke in Rech an der Ahr, August 2021
- 2 Wildholz nach Aufräumarbeiten in der Ahr-Aue, August 2021

Neue Messverfahren für Warnleuchten



Autoren:

- 1 **Michael Fuhrmann,**
Elektrotechniker
- 2 **Felix Schäfer,**
Physiklaborant
- 3 **Dr. Max Wagner,**
Physiker
- 4 **Dr. Andreas Walkling,**
Lichtingenieur

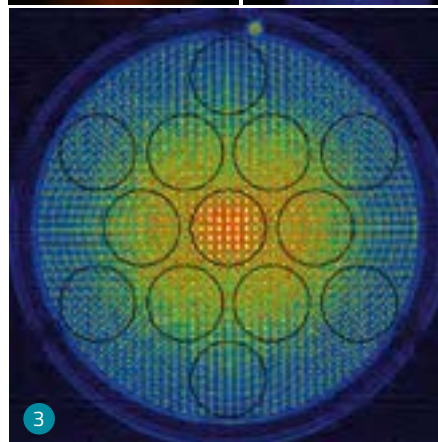
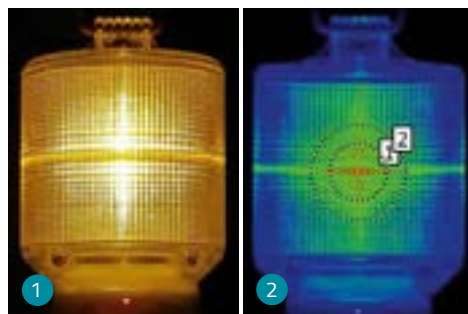
Umweltschutz,
Immissionen

Warnleuchten dienen hauptsächlich der Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen. Geprüft werden sie nach den „Technischen Lieferbedingungen für Warnleuchten“ (TL-Warnleuchten 90) aus dem Jahr 1991. Dieses Regelwerk wird aktuell von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) überarbeitet.

Eine gute Gleichmäßigkeit der leuchtenden Fläche einer Warnleuchte trägt zu einer besseren Erkennbarkeit bei. Somit wird die Sicherheit des Verkehrs im Bereich von Arbeitsstellen bei Dunkelheit erhöht. Das bisherige Verfahren, um die Gleichmäßigkeit der Leuchtdichte zu bestimmen, wurde hierbei weiterentwickelt. Dazu dienen kreisförmige Messregionen, welche auf einem festen Raster vor der Leuchte platziert werden. Die Leuchtdichten werden über eine Aufnahme der Oberfläche – ähnlich einem Foto – oder mittels eingesetzter Messblenden ermittelt. Für Rundumleuchten wurde ein Verfahren zur Messung der Gleichmäßigkeit komplett neu entwickelt und erstmals eingeführt. Hierbei werden 2 Messregionen eingesetzt, die das rundum ausgesendete Licht bewerten.

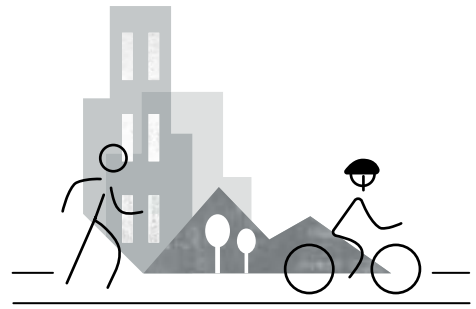
Warnleuchten haben einen Tag- und Nachtbetrieb. Beide Betriebsarten schaltet eine Sensorik automatisch um. Diese Tag- und Nachtschaltung wurde bisher über eine Feldmessung bei definierten Wetterbedingungen geprüft. Nun wurde ein neues Messverfahren entwickelt, welches die Umschaltwellen der Leuchte mittels künstlicher Beleuchtung im Labor prüfen kann. Somit ist eine wetter- und tageszeitunabhängige Prüfung möglich, wodurch der Zeitumfang des gesamten Prüfprozesses reduziert wird.

Die Überarbeitung des Regelwerks ermöglicht es, technische Anforderungen und Prüfvorschriften für Warnleuchten an den Einsatz von LED-Technologie anzupassen. ✎



1 Rundumleuchte 2 Leuchtdichtebild mit zwei Messregionen 3 Leuchtdichteaufnahme einer Warnleuchte mit kreisförmigen Messregionen

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 Wegekette, 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.

Ziemlich beste Freunde? Das Verkehrsklima und Aktive Mobilität



Autoren:

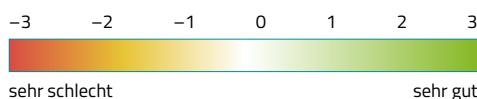
- 1 **Dr. Kerstin Auerbach**,
Psychologin,
Psychotherapeutin (VT)
- 2 **Tobias Panwinkler**,
Geograph
- 3 **Dr. Markus Schumacher**,
Psychologe, Referatsleiter

Sicherheitskonzeptionen,
Sicherheitskommunikation

Wie Interaktionen zwischen den Verkehrsteilnehmern wahrgenommen und bewertet werden, prägt das Verkehrsklima. Dessen Messung hat zum Ziel, das subjektive Sicherheitsempfinden und bestehende Konflikte auf empirische Weise zu erfassen. Damit können Gefahrenquellen im Straßenverkehr identifiziert und gezielte Maßnahmen für ein rücksichtsvolleres Miteinander initiiert werden.

Das Verkehrsklima wurde zuletzt 2024 durch die infas GmbH und IAPA Research im Auftrag der BASt erfasst. Dafür wurden repräsentativ 5.000 Personen detailliert befragt und aus den Antworten ein Index des Verkehrsklimas erstellt. Dieser zeigt auf einer Skala von -3 bis +3, dass das Verkehrsklima aktuell mit -0,54 und damit leicht negativ bewertet wird. Im Vergleich zur letzten Erhebung (2020) entspricht dies einer sehr geringfügigen Verschlechterung. Die detaillierte Betrachtung nach den Arten der Verkehrsbeteiligung zeigt, dass der Umgang zwischen den Gruppen unterschiedlich wahrgenommen wird. So nehmen Fußgänger das Klima überwiegend positiv wahr: Sowohl im Umgang mit Pkw-Nutzern als auch mit Fahrradfahrern und insbesondere mit anderen Fußgängern werden die Interaktionen positiv bewertet. Pkw-Nutzer hingegen bewerten das Verkehrsklima großteils negativ: Sowohl die Interaktionen mit anderen Pkw-Nutzern als auch mit Fahrradfahrern werden eher negativ gesehen und nur jene mit Fußgängern neutral. Fahrradfahrer haben eine heterogenere Wahrnehmung: Sie bewerten das Verkehrsklima sowohl in Bezug auf Pkw-Nutzer als auch auf Fußgänger negativ, jenes zu anderen Fahrradfahrern jedoch positiv.

	Pkw	Fahrrad	zu Fuß
Pkw	-0,65	-0,56	0,09
Fahrrad	-0,70	0,15	-0,62
zu Fuß	0,28	0,14	0,81



Verkehrsteilnehmer gegenüber anderen Verkehrsteilnehmern

Quelle: infas

Die Erkenntnisse ermöglichen es, gezielte Maßnahmen zu treffen, um ein rücksichtsvolles Miteinander im Straßenverkehr zu fördern und damit die Verkehrssicherheit zu verbessern. Dieses Ziel verfolgt auch die Bundesregierung mit ihrem Verkehrssicherheitsprogramm 2021–2030.

Vom Großen ins Kleine: Radverkehrsnetze und neuralgische Stellen



Autoren:

- 1 **Dr. Simon Hummel,**
Ingenieur und Geograph
- 2 **Dr. Bernhard Kollmus,**
Ingenieur
Straßenentwurf,
Verkehrsablauf,
Verkehrsregelung

Traditionell wurden Rad- und Fußwege hauptsächlich als Begleitinfrastruktur zu Straßen für Kfz geplant. In den letzten Jahren findet jedoch ein Paradigmenwechsel statt. Im Zuge dessen werden vermehrt eigenständige Verkehrsnetze für Rad- und Fußverkehr entwickelt. Zahlreiche Kommunen und einige Bundesländer haben bereits

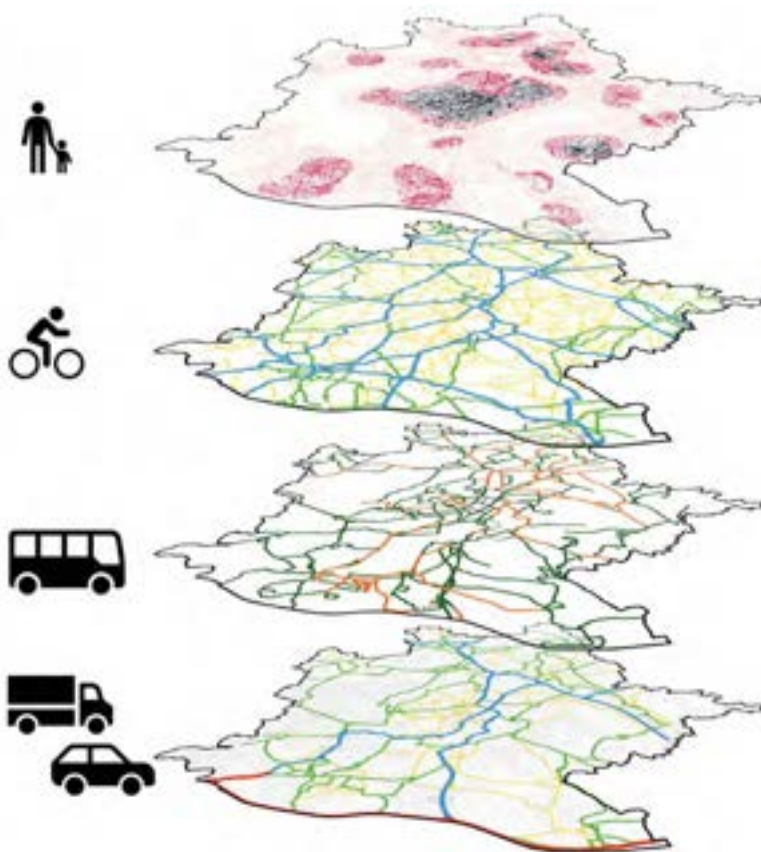
eigene, vom Kfz-Verkehr losgelöste Verkehrsnetze für den Radverkehr und teilweise auch für den Fußverkehr entwerfen lassen.

Ein Forschungsprojekt untersuchte systematisch die Erfahrungen mit innerörtlicher Netzplanung. Dabei wurden Verkehrsnetze von 12 Kommunen analysiert und das methodische Vorgehen von 16 Kommunen untersucht. Die Analyse wurde durch eine umfangreiche Literaturrecherche im In- und Ausland ergänzt. Wesentliche Erkenntnisse zeigen, dass bei der Netzplanung das Umland einbezogen werden muss und bestehende innergemeindliche Zentrenkonzepte zu unterschiedlich für eine einheitliche Methodik sind. Neue Ansätze zur Festlegung von Schwerpunkten wurden entwickelt, basierend auf Faktoren wie Siedlungsfläche und Einwohnerzahl.



Bevorrechtigte Kreuzungssituation zwischen Rad- und motorisiertem Verkehr in Detmold

Die Studie liefert hierzu konkrete Kennziffern zur angemessenen Anzahl und Verteilung der Schwerpunkte. Darauf aufbauend können separate Luftliniennetze für Rad- und Kfz-Verkehr entwickelt werden, während für den Fußverkehr ein „Umfeldanforderungs-Score“ mit 5 Stufen vorgeschlagen wird. Durch die Überlagerung der entwickelten Netze einzelner Verkehrsarten werden in Konflikt stehende Verkehrswege und -knoten sichtbar. Eine abgestimmte Konfliktmatrix liefert die Grundlage, welche Kombinationen von Verbindungsfunktionen problematisch sind. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist, dass sich passende Infrastrukturelemente im Sinne der Radverkehrsförde-




Überlagerung der sektoralen Netze bei der innergemeindlichen Netzplanung

rung vor Ort leichter umsetzen lassen, wenn sie sich aus einer übergeordneten Netzplanung ableiten und systemisch begründen lassen.

Hier knüpft eine zweite Forschung im Auftrag der BASt an, welche die Optimierung von Kreuzungssituationen zwischen Rad- und motorisiertem Verkehr, insbesondere bei Radschnellverbindungen (RSV) und Radvorrangrouten (RVR), zum Ziel hatte. Die Studie untersuchte 31 Knotenpunkte und kam zum Ergebnis, dass eine bevorrechtigte Führung des Radverkehrs nicht zu erhöhten Unfallzahlen führt. Einschlägige Gestaltungsempfehlungen aus den „Hinweisen zu Radschnellverbindungen und Radvorrang-

routen“ (H RSV) wurden bestätigt, insbesondere hinsichtlich guter Sichtbeziehungen, eindeutiger Beschilderung und Fahrbahnanhebung im Bereich der Radverkehrsfurt. Für die Einsatzkriterien wurde festgestellt, dass nicht nur Kfz-Verkehrsstärke und Geschwindigkeit relevant sind, sondern auch das Verhältnis zwischen Rad- und Kfz-Verkehr beachtet werden sollte. Es wird ein Verhältnis von mindestens 1:1 an bevorrechtigten Knotenpunkten empfohlen. Die Befragung von 228 Personen ergab zudem, dass eine bevorrechtigte Führung an Knotenpunkten als subjektiv sicherer bewertet wird als Knotenpunkte mit Wartepflicht für den Radverkehr.

Die Studien geben Hinweise darauf, dass die Integration von Radverkehr in städtische Verkehrsnetze sowohl die Verkehrssicherheit als auch die Attraktivität des Radfahrens erhöhen kann. Die durch empirische Untersuchungen bestätigten Entwurfsempfehlungen schaffen mehr Sicherheit für Planer. Sie ermöglichen Diskussionen, um ausgewählte Empfehlungen aus den H RSV in verbindlichere Normen und Regelwerke zu überführen. Die zunehmende Standardisierung und das subjektive Sicherheitsgefühl bei bevorrechtigter Führung können dazu beitragen, mehr Menschen zum Radfahren zu motivieren und die Zielgruppen für den Radverkehr zu erweitern. 

Andere Länder, gleiche Fragen – Radverkehrsforschung in der D-A-CH-Region



Autor:

Dr. Simon Hummel,
Ingenieur und Geograph

Straßenentwurf,
Verkehrsablauf,
Verkehrsregelung

Seit 2016 bündeln die Verkehrsministerien aus den Ländern Deutschland (D), Österreich (AT) und der Schweiz (CH) im jährlichen „D-A-CH-Call“ ihre Kapazitäten. Ziel ist es, Forschungsfragen zur Verkehrsinfrastruktur zu behandeln, die in allen 3 Ländern vergleichbare Sachverhalte und Rahmenbedingungen vorfinden.

2022 lag der Schwerpunkt der Kooperation auf der Aktiven Mobilität. Das Forschungsprojekt „Radverkehrsführung bei beengten Straßenverhältnissen“ untersuchte Varianten zur Führung des Radverkehrs, wenn keine regelwerkskonforme Radverkehrsanlage möglich ist. Die Untersuchung gliedert sich in 3 Teile: eine Analyse des Status quo (Vergleich der Regelwerke und Literaturrecherche), Interviews mit Experten sowie Feldstudien an 22 Teststrecken. Der Fokus der Feldstudien lag auf der Analyse von

Überholsituationen von Kfz und Rad. Hierzu kamen verschiedene Methoden zum Einsatz, wie Open-Bike-Sensoren, LiDAR-Technik, Videobeobachtungen, humansensorische Messungen und Befragungen.


Der Überholabstand zwischen Kfz und Fahrrad ist dabei aus Sicht des Radverkehrs ein maßgeblicher Sicherheitsindikator. Abstände unter einem Meter werden von Radfahrern als gefährlich wahrgenommen, über 1,50 Meter als sicher. Die Feldtests ergaben weiterhin, dass die Überholabstände im Mittel zwischen 1,0 und 1,3 Metern lagen – unabhängig von gesetzlichen Mindestabständen in einzelnen Ländern. Insgesamt konnten im empirischen Variantenvergleich keine Zusammenhänge zwischen der Infrastruktur und Überholabständen identifiziert werden. Eine Schlussfolgerung ist daher, dass Überholvorgänge Einzeler-



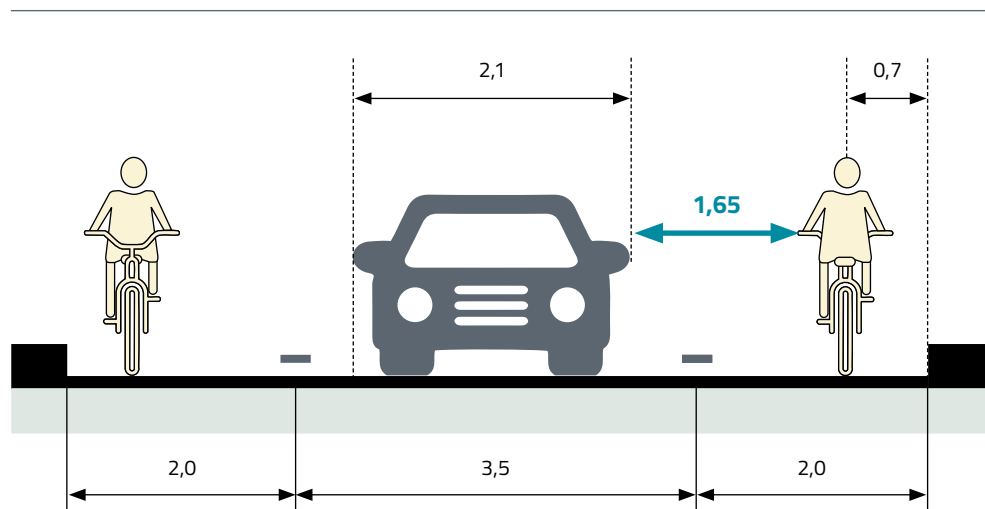
Radschnellweg im S-Pedelec-Simulator

eignisse darstellen, die von einer großen Anzahl von Faktoren abhängig sind (Infrastruktur, örtliche Verhältnisse, menschliches Verhalten). In Einzelfällen konnten ausreichend große Überholabstände der Kfz beobachtet werden. Dies war bei schmalen Kernfahrbahnen (unter 3,80 Meter) mit breiten Schutzstreifen (über 1,75 Meter) der Fall. Tiefergehende Untersuchungen sowie die Prüfung einer Übertragbarkeit der Empfehlungen auf die Verhältnisse in Deutschland sind erforderlich, um bei Bedarf die StVO und Regelwerke für neue Lösungen anzupassen.

Das Forschungsprojekt „Sichere und effiziente S-Pedelec-Infrastruktur“ hatte das Ziel, wissenschaftlich validierte Lösungen zur Einbindung von S-Pedelecs in das Verkehrssystem für die 3 D-A-CH-Länder zu erarbeiten. Als S-Pedelec (Speed-Pedelec) werden Elektrofahräder bezeichnet, die eine maximale Nenndauerleistung von 4 kW besitzen und die Fahrer beim Treten bis zu einer Geschwindigkeit von 45 km/h unterstützen. In der Schweiz sind S-Pedelecs den Fahrrädern gleichgestellt und dürfen zum Beispiel Radwege nutzen. In Österreich ist die Freigabe in Einzelfällen durch ein Verkehrszeichen möglich und in Deutschland

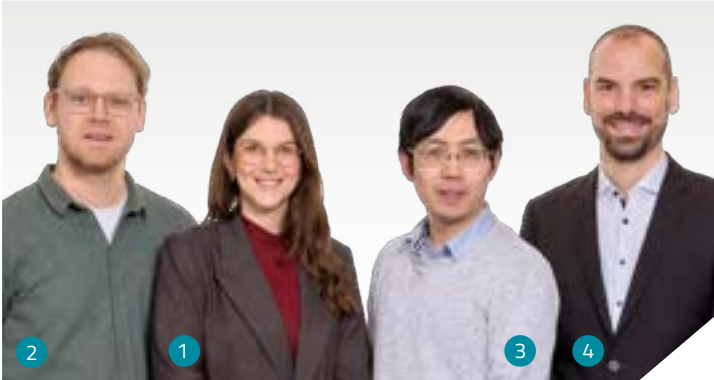
gibt es keine bundesweit einheitliche Lösung hierzu. Aufbauend auf einer Analyse der wissenschaftlichen Literatur wurden Akzeptanzanalysen durchgeführt. Die Freigabe von Radverkehrsanlagen für S-Pedelecs erreichte länderübergreifend bei allen befragten Verkehrsarten (Rad, zu Fuß, Kfz, S-Pedelecs) die höchste Akzeptanz. Aus den Analysen ging ebenfalls hervor, dass innerorts eine höhere Akzeptanz für eine Führung von S-Pedelecs auf der Fahrbahn besteht als außerorts. In einer anschließenden Simulator-Studie wurde die Fahrweise von S-Pedelecs auf verschiedenen Radverkehrsanlagen innerorts und außerorts verglichen. Ergebnis war, dass vor allem die Breite der Anlagen entscheidend für den Überholabstand zwischen S-Pedelecs und anderen Verkehrsteilnehmern (Fahrräder und Fußgänger) ist. Weiterhin zeigte sich, dass die im Simulator gefahrenen Geschwindigkeiten der S-Pedelecs deutlich unter 45 km/h lagen. 

Zum Schlussbericht RADBEST
Zum Schlussbericht SESPIN



Breite Schutz-/Mehrzweck-/Radstreifen mit schmaler Kernfahrbahn als eine mögliche Lösung bei beengten Verhältnissen sind in Deutschland aktuell nur im Einrichtungsverkehr zulässig

Virtuelle Schritte für reale Sicherheit – der Fußgänger-simulator der BASt



Autoren:

- 1 **A. Marie Harkin,**
Verkehrspsychologin
- 2 **Merten Wothge,**
Verkehringenieur
- 3 **Hong Ma,**
Medientechnologe
- 4 **Dr. Fabian Surges,**
Psychologe, Referatsleiter

Grundlagen
des Verkehrs- und
Mobilitätsverhaltens

Dass Menschen im Alltag auf unterschiedlichste Weise mobil sind, lässt sich leicht nachvollziehen: Selbst leidenschaftliche Auto- oder Radfahrer müssen den Weg zu ihrem Fahrzeug zu Fuß zurücklegen. Die Fortbewegung zu Fuß ist nicht nur für die meisten Menschen altersunabhängig zugänglich, sondern ermöglicht auch ihre aktive Teilhabe am öffentlichen Leben. Das Gehen hat zudem weitreichende positive Effekte: Es fördert die körperliche sowie geistige Gesundheit und ist als nachhaltige Mobilitätsform schadstoff- sowie lärmneutral. Allerdings zählen Menschen, die zu Fuß unterwegs sind, auch zu den verletzlichsten Verkehrsteilnehmern. Unfallzahlen aus dem Jahr 2023 zeigen, dass der Anteil verunglückter Fußgänger gestiegen ist.

Um die Sicherheit und Attraktivität des Fußverkehrs zu steigern, ist es notwendig, das Verhalten und Erleben von Menschen in verschiedenen Verkehrssituationen gezielt zu untersuchen. Dabei sind sicherheitskritische Situationen von besonderem Interesse. Dies bringt jedoch einige Herausforderungen mit sich: Die Datenerfassung in Studien muss möglichst standardisiert

erfolgen und eine Studienteilnahme darf kein Sicherheitsrisiko darstellen. Außerdem haben viele Fußverkehrsstudien das Ziel, innovative Konzepte zu untersuchen, die in der Realität möglicherweise noch gar nicht existieren. Gleichzeitig ist die klassische Feldforschung kostenintensiv und organisatorisch aufwendig.

Die BASt hat deshalb einen Fußgänger-simulator entwickelt, der die Untersuchung verschiedenster Verkehrsszenarien ermöglicht. Neben einer leistungsfähigen Virtual-Reality-Brille umfasst der Simulator eine Sitzkonstruktion, auf der sich Probanden



Der Fußgängersimulator der BASt



Mit Hilfe des Softwareprogramms Unity können realistische Verkehrsszenarien aufgebaut werden


halb sitzend, halb stehend mit Hilfe von „Sensorschuhen“ in der virtuellen Realität fortbewegen können. Weitere Bestandteile sind zwei Controller, ein Hochleistungsrechner und zwei Tracking-Stationen, die die Bewegungen der Studienteilnehmer präzise erfassen. Die genutzte Software Unity stammt aus der Gaming-Industrie und ermöglicht die flexible Modellierung realistischer Verkehrssituationen.

Eine Machbarkeitsstudie wurde durchgeführt, um die Einsatzmöglichkeiten des Simulators zu ermitteln. In dieser Studie wurden sowohl forschungspraktische Aspekte, wie die Dauer und Verträglichkeit einer Untersuchung in Virtual Reality (VR), als auch inhaltliche Fragestellungen getestet. Dazu gehörten etwa der Einfluss automatisierter und autonomer Fahrzeuge oder die Wirkung unterschiedlicher Infrastrukturen auf das Verhalten und Sicherheitsgefühl der Fußgänger.

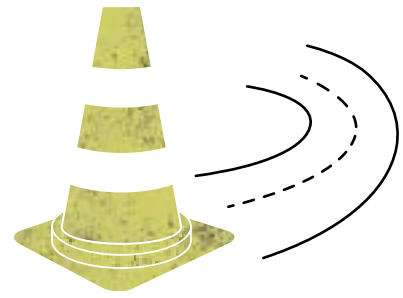
Insgesamt nahmen 24 Männer und 19 Frauen im Alter von 20 bis 68 Jahren an der Studie teil. Die Ergebnisse zeigen, dass der Simulator und die VR-Umgebung geeignet sind, um relevante Forschungsfragen im Fußverkehrskontext zu untersuchen. Die Ausfallquote aufgrund von Unwohlsein („Simulator-

Krankheit“) ist gering und vergleichbar mit jenen aus Kfz- oder Fahrradsimulator-Studien. Auch die realitätsnahe Wahrnehmung der virtuellen Umgebung wurde von den Teilnehmern als positiv bewertet.

Das Experiment zeigt zudem, dass Personen je nach Infrastruktur unterschiedlich handeln und die Verkehrssituation unterschiedlich erleben. Das Überqueren einer Straße mit Hilfe einer Ampel oder über geteilte Verkehrsräume wird als weniger gefährlich wahrgenommen als mit Hilfe einer Verkehrsinsel. Dieses Sicherheitsgefühl beeinflusst auch das Verhalten: So zeigen sich Personen in geteilten Verkehrsräumen bereitwilliger, vor herannahenden Fahrzeugen die Straße zu überqueren, als vor Fahrzeugen auf den mehrstreifigen Straßen.

Der Fußgängersimulator soll auf Basis der Ergebnisse weiter optimiert werden, um noch realistischere Gehgeschwindigkeiten und Reaktionen zu ermöglichen. Mit diesem Werkzeug kann die BAST auch in kommenden Projekten wichtige Stellschrauben für einen attraktiven sowie subjektiv und objektiv sicheren Fußverkehr identifizieren, analysieren und optimieren. 

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 jenen 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.

Normappelle in Verkehrssicherheitskampagnen



Autorin:

Stefanie Kaup,
(bis 12/2024 in der BAST)
Kommunikations-
wissenschaftlerin

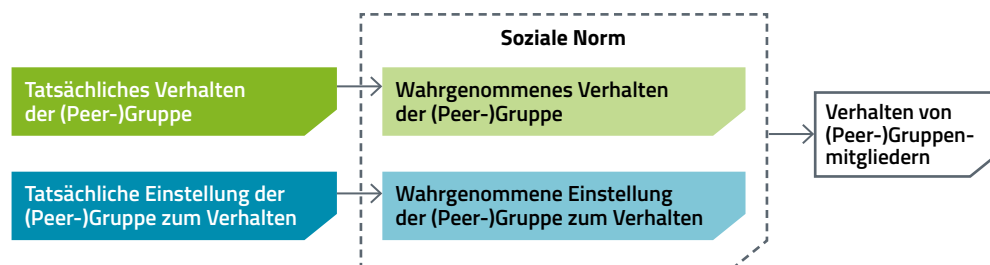
Sicherheitskonzeptionen,
Sicherheitskommunikation

Junge Menschen orientieren sich bei Verhaltensentscheidungen an gleichaltrigen Bezugspersonen (Peers). Dies gilt auch für ihr Verhalten im Straßenverkehr. BAST-Studien zeigen, dass sich junge Menschen sowohl bei riskanten Verhaltensweisen beim Autofahren (Speeding, Texting, Drink & Drive) als auch bei der Fahrradhelmnutzung von sozialen Normen leiten lassen.

Soziale Normen sind subjektive Wahrnehmungen. Menschen schätzen unbewusst ein, welches Verhalten eine Bezugsgruppe mehrheitlich ausführt und ob dieses Verhalten in der Gruppe akzeptiert ist. Aus Furcht vor Ablehnung durch die im Jugendalter so wichtigen Peers verhalten sich junge Menschen in der Regel gemäß der sozialen Norm. Das ist für ihr Mobilitäts- und Verkehrsverhalten insofern problematisch, als dass soziale Normen oft auf Fehlwahrnehmungen basieren. Zum Beispiel unterschätzen junge Radfahrer sowohl die Helmtragequote als auch die Akzeptanz der Helmnutzung unter Gleichaltrigen.

Auch bei Risikoverhaltensweisen und bei der Risikoakzeptanz beim Autofahren werden normative Fehlwahrnehmungen nachgewiesen.

Da also nicht nur unsere Gefahrenwahrnehmung unser Verhalten beeinflusst, sondern soziale Normen insbesondere bei jungen Menschen handlungsleitend sind, sollten normative (Fehl-)Wahrnehmungen auch in Verkehrssicherheitskampagnen adressiert werden. Ein Ansatzpunkt, um Normappelle zu verbreiten, sind Influencer in Social Media, da diese eine Vorbildfunktion für viele junge Menschen haben. Influencer können einerseits Informationen über das tatsächliche Verhalten und die tatsächliche Akzeptanz des Verhaltens auf Augenhöhe vermitteln. Andererseits können sie normative Wahrnehmungen beeinflussen, indem sie sich auf Bildern oder in Videos mit dem gewünschten Verhalten zeigen und dieses so implizit befürworten. Um soziale Normen beeinflussen zu können, sind besonders langfristig angelegte Kampagnen erfolgsversprechend. ✎



Normative Einflüsse auf das Verhalten

Unbeschränkter Führerschein trotz Automatikprüfung



Autor:

Bayram Kiyak,

Soziologe

Fahreignung,

Fahrausbildung,

Kraftfahrerrehabilitation

Legen Bewerber der Klasse B (Autoführerschein) die praktische Prüfung auf einem Fahrzeug mit Automatikgetriebe ab, ist ihre Fahrerlaubnis auf Automatikfahrzeuge beschränkt (Schlüsselzahl 78). Am 1. April 2021 wurde die Schlüsselzahl 197 eingeführt. Damit können sowohl die Prüfung als auch ein Teil der Fahrausbildung auf Automatikfahrzeugen absolviert werden, ohne anschließende Beschränkung der Fahrerlaubnis auf Automatikfahrzeuge. Im Führerschein wird lediglich vermerkt, dass die Prüfung auf einem Automatikfahrzeug abgelegt und eine praktische Ausbildung mit Schaltgetriebe absolviert wurde.

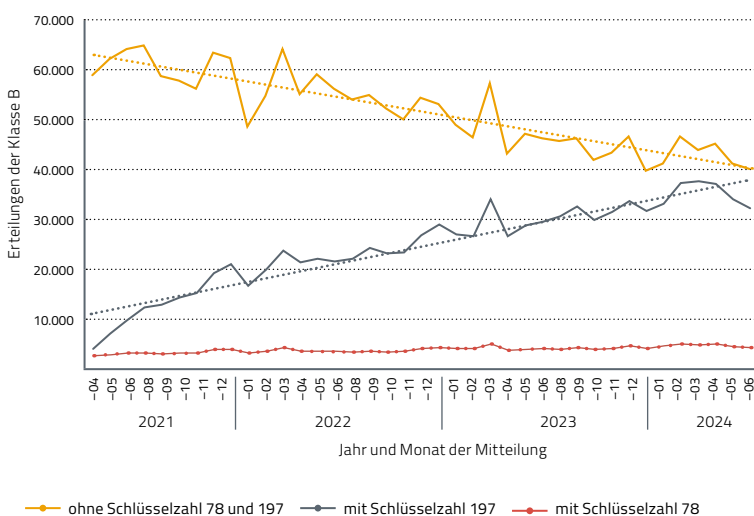
Die Änderung soll die Nutzung von Fahrzeugen mit alternativen Antrieben und automatisierten Fahrfunktionen fördern, da diese häufig mit Automatikgetrieben ausgestattet sind. Insbesondere junge Fahranfänger

können so im Rahmen der Fahrausbildung frühzeitig diese Fahrzeuge kennenlernen, wobei neben ökologischen Vorteilen die Verkehrssicherheit gefördert wird.

2021 wurden 17 Prozent aller Fahrerlaubnisse (Klasse B) mit der Schlüsselzahl 197 erteilt. Im 1. Halbjahr 2024 stieg dieser Anteil bundesweit auf 43 Prozent. Gleichzeitig sank die Nachfrage nach Fahrerlaubnissen der Klasse B ohne Schlüsselzahl um 27 Prozentpunkte (auf 52 Prozent). Der Anteil reiner Automatikführerscheine stagnierte bei rund 5 Prozent.

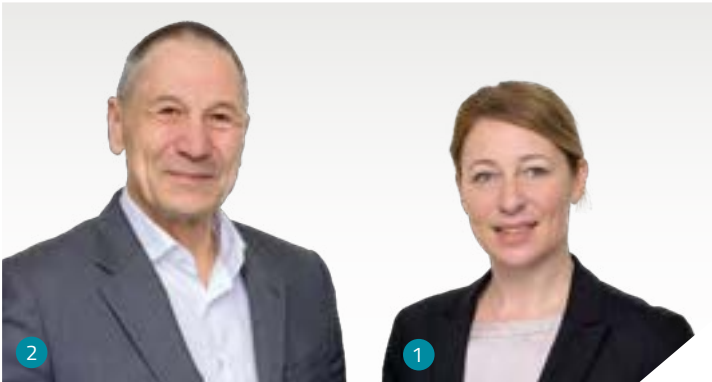
Demographisch zeigen sich deutliche Unterschiede: 77 Prozent der Erteilungen der Schlüsselzahl 197 entfallen auf Personen unter 25 Jahren. Beim Geschlecht gibt es Unterschiede, insbesondere bei Personen mittleren Alters (25 bis 64 Jahre). Hier liegt der Anteil von Klasse B ohne Schlüsselzahlen bei Männern um 25 Prozentpunkte höher als bei Frauen. Frauen mittleren Alters entscheiden sich dagegen häufiger (15 Prozentpunkte mehr) für den Automatikführerschein als Männer.

Regional sind zum Teil überdurchschnittlich hohe Anteile der Schlüsselzahl 197 festzustellen. Bremen (58 Prozent) und Hamburg (54 Prozent) verzeichnen mit 35 Prozentpunkten zwischen 2021 und dem ersten Halbjahr 2024 die höchsten Zuwächse, gefolgt von Nordrhein-Westfalen (50 Prozent) und dem Saarland (48 Prozent). 🗝



Erteilungen der Klasse B nach Jahr und Monat der Mitteilung (mit Schlüsselzahl 78 und 197)

Einfluss von Gruppeneffekten auf das Evakuierungsverhalten bei Bränden in Straßentunneln



Autoren:

- 1 Anne Lehan,
Wirtschaftsingenieurin
- 2 Christof Sistenich,
Bergbauingenieur
Tunnel, Geotechnik,
Zivile Sicherheit

Im Projekt „Analyse des Reaktions- und Fluchtverhalten in Straßentunneln unter Berücksichtigung von Gruppeneffekten“ wurden Einflüsse der Gruppendynamik auf die Selbstrettung in einem Notfallszenario untersucht. Hierzu wurden Realexperimente in einem Versuchstunnel in Österreich durchgeführt. Insgesamt 73 Probanden wurden dabei in 47 Pkw einem simulierten Lkw-Brand ausgesetzt. Wichtige Kenngrößen

wie Reaktions- und Fluchtzeiten sowie gruppenspezifische Einflüsse auf das Verhalten konnten so bestimmt werden.

In den Versuchen beobachteten die Forscher verschiedene Gruppeneffekte: Positive Effekte, bei denen die Aktivität einzelner Personen eine Kettenreaktion auslöste und die Evakuierung beschleunigte, dominierten. In einigen Fällen führte jedoch Passivität zu verzögertem Handeln, insbesondere, wenn vordere Fahrzeuge nicht reagierten. Dies beeinträchtigte die Sensibilisierung der nachfolgenden Fahrer. Kritische Gruppeneffekte traten auf, wenn falsche Entscheidungen getroffen wurden, etwa andere anzuweisen, sich der Gefahrenstelle zu nähern. Die Ergebnisse der soziologischen Untersuchung liefern Hinweise, dass der Einfluss der Gruppendynamik tendenziell die Selbstrettungsphase verbessert.

Darüber hinaus liefert die Studie wertvolle ingenieurtechnische Erkenntnisse für die Sicherheitsbewertung. Sie bestätigt die derzeitigen Planungsgrundlagen zur Abbildung des Spektrums menschlicher Verhaltensweisen. Es wurde jedoch auch deutlich, welche Optimierungspotenziale forschungsseitig zukünftig adressiert werden sollten. Die Verhaltensanalyse zeigt, dass vertiefte Informationen und Schulungen über das richtige Verhalten in Tunneln notwendig sind, um die umfangreichen vorhandenen organisatorischen und technischen Sicherheitsmaßnahmen in Straßentunneln zielgerichtet einsetzen zu können. 🗡



Einfahrt einer Probandengruppe in Richtung des Brandszenarios

Diverse Dummies – mehr als nur gendergerecht



Autor:

Bernd Lorenz,
Referatsleiter


Passive
Fahrzeugsicherheit,
Biomechanik

Seit Mitte der 1990er-Jahre wurden Crash-test-Anforderungen im Rahmen der europäischen Typgenehmigung (Frontal- und Seitenaufprall) und darüberhinausgehende Anforderungen des Verbraucherschutzprogramms Euro NCAP eingeführt. Diese haben die Fahrzeugsicherheit verbessert und die Zahl der getöteten Fahrzeuginsassen deutlich reduziert (1995: 5.929 und 2023: 1.191).

Öffentlich wird kritisiert, dass sowohl bei der Entwicklung der Fahrzeuge als auch im Rahmen der Typgenehmigung und des Verbraucherschutzes überwiegend „männliche“ Crashtest-Dummies verwendet würden. Daher werde der Schutz für weib-

liche Insassen nicht oder nur unzureichend berücksichtigt und es gebe kein gleiches Schutzniveau der Geschlechter. Deswegen wurden neuere Daten von verschiedenen Quellen ausgewertet.

Bei neueren Fahrzeugen (ab 2010) sind im Hinblick auf schwere und tödliche Verletzungen keine signifikanten geschlechtsspezifischen Unterschiede zu erkennen. Unterschiede zeigen sich jedoch bei (leichteren) Verletzungen der Extremitäten (Beine und Arme). Die Ursache hierfür ist noch unklar. Auch beim Heckanprall besteht ein höheres Verletzungsrisiko von Frauen gegenüber Männern (HWS-Distorsion, „Schleudertrauma“). Eine Ursache könnten die auf den eingesetzten „männlichen“ Crashtest-Dummy hin optimierten Sitze und Kopfstützen einiger Pkw sein. Studien zeigen, dass das Alter, unabhängig vom Geschlecht, das Verletzungsrisiko allerdings deutlich mehr beeinflusst.

Die Informal Working Group „Equitable Occupant Protection“ (EqOP) der UNECE prüft nun alle UN-Regelungen, die die passive Sicherheit von Pkw betreffen, im Hinblick auf Diversitätsaspekte und eine Anpassung der Testverfahren. Somit sollen alle Insassen gleichwertig geschützt werden können, unabhängig von Alter, Größe, Gewicht oder Geschlecht. Auch die BAST trägt im Bereich der passiven Sicherheit dazu bei, sowohl die physischen (Dummy) als auch virtuellen (Menschmodell) Tests und Bewertungsmethoden weiterzuentwickeln. 



Aufgeschnittener Fahrzeugsitz mit stützender Struktur nur für den Kopfschwerpunkt 50%-Mann



Bewertungen und
Informationen von Euro NCAP
www.euroncap.com

Mobilitätsbildung – sichere und nachhaltige Mobilität für alle!



Autoren:

1 Dr. Kerstin Auerbach,
Psychologin,
Psychotherapeutin (VT)

2 Franziska Runkel,
Pädagogin

Sicherheitskonzeptionen,
Sicherheitskommunikation

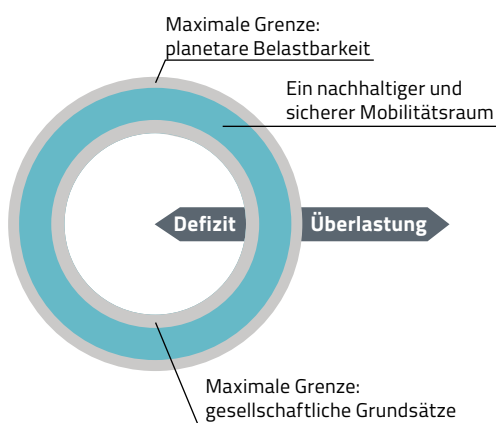
Dr. Anja Gampe,
*(nicht im Bild,
bis 12/2024 in der BAST)*
Wissenschaftlerin

Fahreignung,
Fahrausbildung,
Kraftfahrerrehabilitation

Die BAST erweitert ihr Forschungsportfolio um die „Mobilitätsbildung“. Damit rücken Nachhaltigkeit und Teilhabe, neben der Verkehrssicherheit, stärker in den Fokus. Für die Jahre 2024 bis 2030 wurde eine Roadmap entworfen. Ausgangspunkt ist die „Donut-Mobilität“, angelehnt an die Donut-Ökonomie. Sie umschreibt zentrale Herausforderungen zukünftiger Mobilität: Alle Verkehrsteilnehmer sollen sicher im Verkehr unterwegs sein, wobei sichergestellt werden muss, dass dabei die lebenserhaltenden Systeme der Erde nicht überstrapaziert werden.

Dazu werden die objektiv gegebenen Möglichkeiten des Straßenverkehrs (etwa Radwegenetz, Barrierefreiheit, Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge) so verändert, dass Teilhabe, Nachhaltigkeit und Sicherheit optimiert werden. In den Fokus rückt auch der Mensch: Entsprechende Maßnahmen können aufklären, trainieren und bilden. So werden die Voraussetzungen für eigenständige und verantwortungsvolle Mobilität gefördert. Das ist eine zentrale Aufgabe der Mobilitätsbildung, die gemäß dem Konzept des lebenslangen Lernens über die gesamte Lebensspanne hinweg verankert wird.

Forschungsmaßnahmen werden durch Projekte eruiert. Damit knüpft die Mobilitätsbildungsforschung an bekannte und auch zukünftig wichtige Themen an, wie die Verkehrssicherheit von Kindern und Senioren, und entwickelt diese weiter. Aktuelle Bestrebungen, wie Aktive Mobilität zu fördern, werden aufgegriffen und neue Wege im Bereich der Teilhabe beschrritten. 📌



Donut-Mobilität

Handlungsfeld	Maßnahmen
Sicherheit	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Einführung eines Kompetenzrahmens für Donut-Mobilität über die Lebensspanne ➤ Identifikation der rechtlichen Steuerungsgrundlagen zur Mobilitätsbildung ➤ Stärkung des sicheren Miteinanders im Verkehr ➤ Monitoring der Verkehrssicherheit von Kindern und Jugendlichen ➤ Verbesserung der sicheren Verkehrsmobilität für Seniorinnen und Senioren
Nachhaltigkeit	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Identifikation von Bildungsbedarf und Kommunikationswegen zur Förderung der Nachhaltigkeit ➤ Förderung der Aktiven Mobilität im Erwachsenenalter ➤ Monitoring der Aktiven Mobilität bei Kindern und Jugendlichen
Teilhabe	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Identifikation von Mobilitätsarmut und Mobilitätsbarrieren ➤ Weiterentwicklung von Partizipationsmöglichkeiten ➤ Verbesserung der inklusiven Mobilitätsbildung

Handlungsfelder der Mobilitätsbildung

Lkw-Parken



Autoren:

- 1 **Dr. Marco Irzik**,
Bauingenieur,
Referatsleiter
 - 2 **Dr. Dominik Schmitt**,
Verkehrswirtschafts-
ingenieur
- Straßenentwurf,
Verkehrsablauf,
Verkehrsregelung

Genutzte Lkw-Parkmöglichkeiten auf und an den Bundesautobahnen (BAB) werden ermittelt, um zielgerichtete Maßnahmen zur Verbesserung der angespannten Lkw-Parksituation abzuleiten.

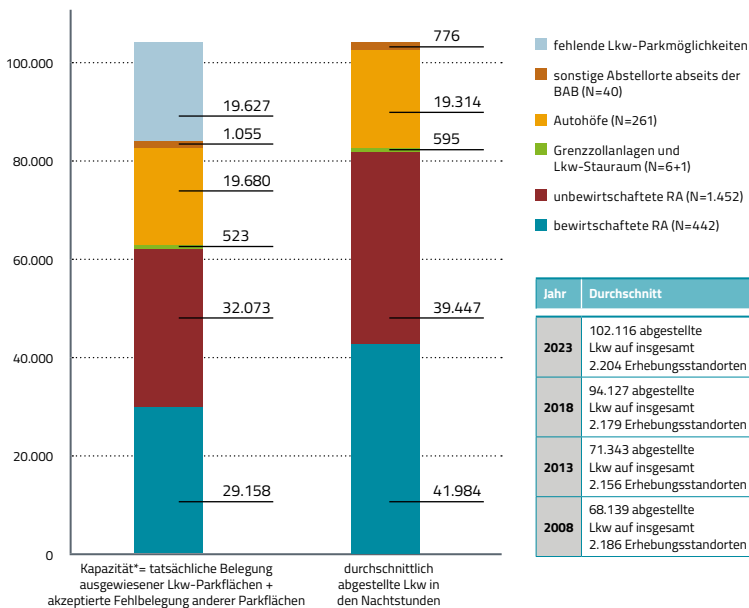
Die BASt wertet im Auftrag des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr (BMDV) die erhobenen Daten aus. Wie bereits 2008, 2013 und 2018 erfolgte auch

die Vollerhebung für das Jahr 2023 nach einem von der BASt entwickelten Erhebungskonzept. Auf dessen Basis wurden von der Autobahn GmbH des Bundes in 3 ausgewählten Nächten die auf den 2.202 Erhebungsstandorten abgestellten Lkw gezählt.

2023 wurden pro Erhebungsnacht im Durchschnitt 102.100 abgestellte Lkw gezählt. Davon nutzten rund 82.000 Lkw die 1.901 Anlagen des Bundes, die zusammen etwa 61.750 Lkw-Parkmöglichkeiten aufweisen. Rund 19.300 Lkw wurden auf den in bis zu 3 Kilometer Entfernung zur BAB liegenden 261 privaten Autohöfen gezählt. Die Autohöfe bieten in Summe etwa 19.680 Lkw eine Abstellmöglichkeit. Weitere rund 780 Lkw wurden auf den 40 ausgewählten Gewerbegebieten abseits der BAB erhoben. Diese bieten insgesamt Platz für circa 1.060 Lkw.

Um die Anzahl fehlender Lkw-Parkmöglichkeiten zu ermitteln, wurde die Gesamtanzahl der abgestellten Lkw mit der Gesamtkapazität auf allen 2.202 Erhebungsstandorten von etwa 82.490 Lkw-Parkmöglichkeiten verglichen. Danach besteht aktuell ein Fehlbestand von bundesweit rund 19.630 Lkw-Parkmöglichkeiten auf und an den BAB.

Die Ergebnisse tragen dazu bei, Nachfrageprognoseverfahren für Lkw-Abstellmöglichkeiten fortzuschreiben. Das Verfahren wird in das Lkw-Netzkonzept einfließen, mit dem zukünftig Neu-, Um- und Ausbaumaßnahmen auf Rastanlagen festgelegt werden. 🗞



* Davon sind durchschnittlich 4.729 Lkw-Parkmöglichkeiten ungenutzt.

Kapazitäten und in der Nacht abgestellte Lkw auf und an Autobahnen in Deutschland 2023

Zur Fachveröffentlichung „Lkw-Parksituation im Umfeld der BAB 2023“



Bestandsaudit



Autor:

Dr. Dominik Schmitt,
Verkehrswirtschafts-
ingenieur

Straßenentwurf,
Verkehrsablauf,
Verkehrsregelung

Mit den „Richtlinien für das Sicherheitsaudit von Straßen“ (RSAS, FGSV 2019) wird das Sicherheitsaudit nicht mehr nur bei Straßenplanungen, sondern auch anlassbezogen bei bestehenden Straßen angewendet. Hierdurch werden im Bestand vorhandene Sicherheitsdefizite identifiziert, um diese zu beheben. Dies kann sowohl reaktiv, zum Beispiel zur Überprüfung von Streckenabschnitten mit häufigen Unfällen, als auch präventiv erfolgen.

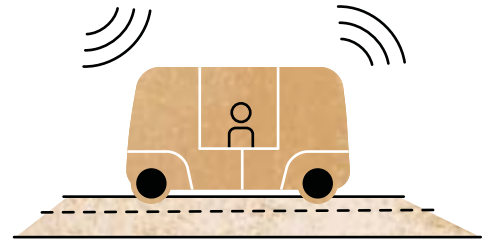
Sicherheitsaudits im Bestand können auch im Vorfeld von baulichen Erhaltungsmaßnahmen erfolgen. Im Rahmen eines Forschungsprojekts wurde ermittelt, dass so vorhandene Sicherheitsdefizite auf Landstraßen frühzeitig erkannt und bei Erhaltungsmaßnahmen beseitigt werden können.

Bei der Durchführung von Sicherheitsaudits im Bestand erfolgt bisher eine Ortsbesichtigung des betreffenden Streckenabschnitts. Bei hohen Verkehrsstärken und gefährlichen Geschwindigkeiten sind häufig Straßensperrungen notwendig, um die Arbeitssicherheit der Auditoren zu gewährleisten. Insbesondere auf Autobahnen und stärker belasteten Landstraßen führt dies oftmals zu negativen Auswirkungen auf die Verfügbarkeit und die Verkehrssicherheit. In einem Forschungsprojekt wird daher ermittelt, mit welchen alternativen Erfassungsmethoden Sicherheitsdefizite belastbar identifiziert werden können, ohne dass Straßen gesperrt werden müssen. Ergebnisse werden hierzu in 2027 erwartet. 🗡



Ein Bestandsaudit wird an einer Straße durchgeführt

7. Automatisiertes und vernetztes Fahren

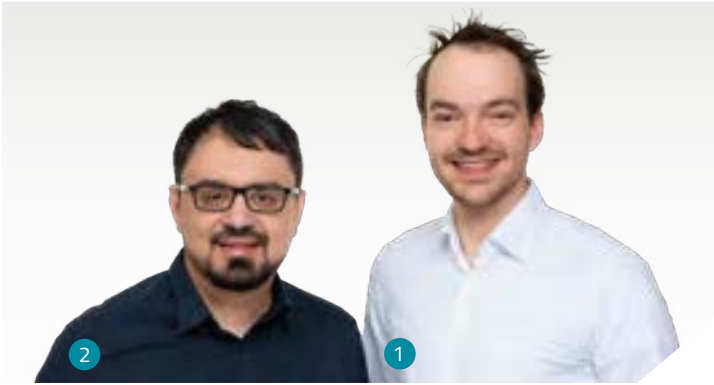


Grüne Städte, mehr Platz und Aufenthaltsqualität für Menschen. Mobilität ohne eigenes Fahrzeug, sogar auf dem Land. Im Auto arbeiten, Filme schauen oder schlafen. Fahrerlose und miteinander vernetzte Transportsysteme sowie Technologien für sicheren und flüssigen Verkehr. All das ist Teil des langfristigen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

Defensives Fahren als Anforderung an automatisierte und autonome Fahrzeuge



Autoren:

- 1 **Bryan Bourauel**,
Maschinenbauingenieur
Aktive Fahrzeugsicherheit
und Fahrerassistenzsysteme
- 2 **Dr. Maximilian Grabowski**,
Physiker
Automatisiertes Fahren

Automatisierte und autonome Fahrzeuge sind bereits in vielen Teilen der Welt im Einsatz, zum Beispiel in China und den USA. In Deutschland und Europa wäre aufgrund des innovationsfreundlichen Rechtsrahmens ebenfalls ein regulärer Betrieb möglich, der allerdings unter anderem die Genehmigung des Fahrzeugs voraussetzen würde. So können beispielsweise autonome Fahrzeuge des Level 4 eine nationale Betriebserlaubnis erhalten. Alternativ ist die Genehmigung in Kleinserie aufgrund der Durchführungsverordnung (EU) 2022/1426 möglich. Beide rechtlichen Vorgaben verlangen nach Testfällen, die bei der Genehmigung getestet werden sollen.

Mit diesen Testfällen allein lässt sich aber nicht das Einfügen dieser Fahrzeuge in den Mischverkehr mit herkömmlich gesteuerten Fahrzeugen überprüfen. Die Hersteller tragen eine umfassende Verantwortung für die Sicherheit ihrer Fahrzeuge. Diese her-

stellerseitige Absicherung muss also von vornherein möglichst für alle Anwendungsfälle erfolgen. Ohne Simulationen wird man den Testaufwand nicht bewältigen können. Auch für die Genehmigung der Fahrzeuge wird langfristig über die Anwendung von Simulationsverfahren nachgedacht. Hierfür fehlen allerdings unmittelbar verfügbare Ansätze.

Um also den kurzfristigen Bedarf an prüf-relevanten Szenarien zu decken, wird von der BASt ein Ansatz vorgeschlagen. Bei frühzeitiger Erkennbarkeit aufkommender kritischer Situationen soll die geeignete Reaktion des Fahrzeugs zum Prüfgegenstand erhoben werden. Dieses in § 1 der Straßenverkehrsordnung verankerte Gebot der gegenseitigen Vorsicht und Rücksichtnahme ist ohnehin für alle im Straßenverkehr verbindlich. Es begründet die Forderung nach defensivem Fahren, die sich heute an jede Fahrerin und jeden Fahrer richtet.

TestszENARIO

Um das Verhalten der Fahrzeuge überprüfbar zu machen, ist die Nachstellung einer kurzen Szenariosequenz erforderlich, um eine entsprechende Steuerungsreaktion beobachtbar zu machen. Wie bei der Führung eines Fahrzeugs durch einen Menschen sollte das automatisierte oder autonome Fahrzeug ebenfalls in der Lage sein, auf Indizien zu reagieren, die auf entsprechende Situationen hindeuten (Erkennbarkeitsansatz).

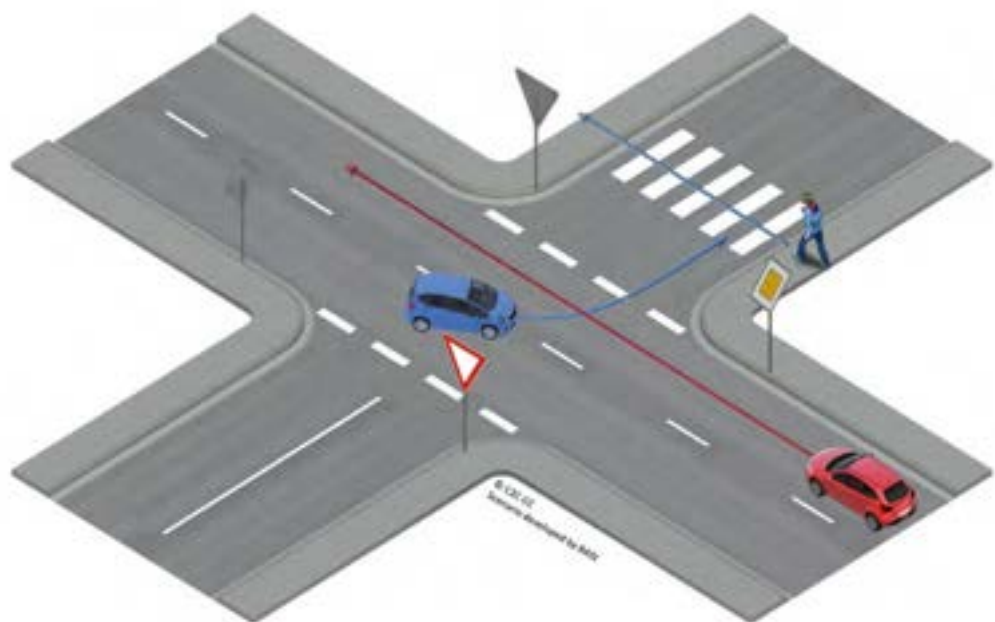
Anhand von Unfalldaten und typischen Verkehrskonflikten können unterschiedlich anspruchsvolle Szenarien abgeleitet und hinsichtlich ihrer Relevanz im Unfallgeschehen gewichtet werden. So entsteht ein für die jeweilige Fahrzeugdomäne spezifischer Szenarienkatalog.

Aus den für 2 Anwendungsfälle erstellten Szenarienkatalogen (Personentransport im urbanen Raum sowie Gütertransport auf der Autobahn mit autonomen Lkw) wurden jeweils mehrere Szenarien auf realer Infrastruktur nachgestellt und ihre Umsetzbarkeit demonstriert. Eine realitätsnahe Verkehrsumgebung und -infrastruktur ist dabei nicht nur für eine realitätsgetreue Prüfung der fahrzeugseitigen Umfeldwahrnehmung von Bedeutung. Sie realisiert zudem Unabhängigkeit von einem Fahrzeughersteller, sodass etwa im Rahmen der Marktüberwachung Fahrzeuge auch ohne Herstellerunterstützung überprüft werden könnten.

Umsetzung

Für die exemplarische Umsetzung wurden 2 repräsentative Testbereiche ausgewählt: ein fertiggestellter, aber noch nicht für den Verkehr freigegebener Autobahnabschnitt und ein stillgelegtes Kasernengelände mit städtischer Infrastruktur.

Der Fokus bei der Realisierung der Szenarien lag dabei noch nicht auf der tatsächlichen Prüfung eines automatisierten oder autonomen Fahrzeugs. Vielmehr sollte die prinzipielle Machbarkeit derartiger Tests in einer realen Fahrumgebung dargestellt werden und aufgezeigt werden, welche Herausforderungen hierbei zu adressieren sind. So stellte sich heraus, dass die üblicherweise eingesetzten Testwerkzeuge der aktiven Fahrzeugsicherheit (Fahrroboter und Fahrzeug- sowie Fußgänger-Attrappen) für diesen Testeinsatz weiterzuentwickeln sind. Zur Umsetzung der Szenarien waren zudem mehrere bewegliche Attrappen zeitgleich im Einsatz, was eine robuste Synchronisierung aller Testobjekte erfordert.



Abbiege-Szenario, in dem das autonome Fahrzeug (rot) mit einem Konflikt beim Abbiegen (blauer Pkw und Fußgänger) konfrontiert wird



Szenario: Kreisverkehr mit vorausfahrendem Fahrzeug und querendem Fußgänger

Als limitierend für die Realisierung bestimmter Szenarien haben sich beispielsweise der begrenzte Geschwindigkeitsbereich der verwendeten Testwerkzeuge und die infrastrukturbedingte mögliche Störung von Funk- und GNSS-Signalen, die zur Kommunikation der Systeme benötigt werden, herausgestellt.

Fazit

Es konnte gezeigt werden, dass es mit heute verfügbaren Testwerkzeugen machbar ist, Testszenarien in realer Verkehrsumgebung und unter Beteiligung mehrerer Verkehrsteilnehmer nachzustellen. Abstände, Beschleunigungen und Differenzgeschwindigkeiten der Testwerkzeuge zum zu testenden Fahrzeug lassen sich aufzeichnen und auswerten. Die Daten geben Aufschluss darüber, ob ein automatisiertes oder autonomes Fahrzeug ein defensives Steuerungsverhalten aufweist. Würde sich der von der BAST entwickelte Ansatz international durchsetzen, wäre eine wichtige Grundlage für eine Fahrprüfung automatisierter und autonomer Fahrzeuge

geschaffen. Die gezeigte Realisierung in wirklichkeitstreuere Verkehrsumgebung belegt die kurzfristige Anwendbarkeit. ▀



Szenario: liegen gebliebenes Pannenfahrzeug (vorne als crashbares Pkw-Target), dahinter ausschender Pkw vor Testfahrzeug (Lkw), daneben ein Fahrzeug (schwarz), das einen Spurwechsel verhindern soll



Wie verändert die Vernetzung von Fahrzeugen und Infrastruktur die klassische Verkehrsbeeinflussung?



Autoren:

- 1 **Ana Briele**,
Wirtschaftsingenieurin
- 2 **Jens Dierke**,
Bauingenieur
- Sandra Eimermacher**,
(nicht im Bild, bis 02/2025 in der BAST)
Web- und
Medieninformatikerin
- 3 **Orestis Giamarelos**,
Bauingenieur
- Peter Johann Gusia**,
(nicht im Bild)
Bauingenieur
- 4 **Jessica Hegewald**,
Verkehrsingenieurin
- 5 **Rainer Lehmann**,
Ingenieur der Elektrotechnik,
Referatsleiter
- 6 **Ralf Meschede**,
Ingenieur der Elektrotechnik
- 7 **Jan Schappacher**,
Bauingenieur
Verkehrsbeeinflussung und
Straßenbetrieb

Das Referat „Verkehrsbeeinflussung und Straßenbetrieb“ gestaltet den technischen Wandel im Verkehrsmanagement durch vielfältige Aktivitäten mit. Verkehrsbeeinflussungsanlagen (VBA) wurden bisher mit Anzeigen über der Straße realisiert. Große Potenziale werden nun in der Vernetzung von Fahrzeugen und Infrastruktur sowie weiterer fahrzeugbasierter Daten gesehen (C2X). Was sagt das VBA-Team dazu?

Als nationale technische Koordinatoren im C-Roads-Projekt teilen Sie die Ergebnisse aus Umsetzungsprojekten und Testfeldern in ganz Deutschland. Welche Veränderungen sehen Sie in der Verkehrsbeeinflussung durch den Einsatz von C2X-Technologien?

Jan Schappacher, Orestis Giamarelos und Peter Johann Gusia: Die Einführung von C2X ins kommunale Verkehrsmanagement birgt viele Potenziale zur Modernisierung

und Verbesserung, um den öffentlichen Personennahverkehr zu beschleunigen sowie Einsatzfahrten der Rettungskräfte zu unterstützen. Von der optimierten Steuerung von kooperativen Lichtsignalanlagen profitieren zudem alle Verkehrsteilnehmer. Zusätzlich erlauben die gleichen C2X-Technologien beispielsweise auf Autobahnen eine präzisere Warnung vor Gefahrenstellen oder die Digitalisierung dynamischer Verkehrszeichen. Hierfür müssen jedoch Datenprotokolle EU-weit abgestimmt und technische Voraussetzungen geschaffen werden. Daher arbeiten wir in EU-Projekten mit unseren Partnern zusammen und bringen dieses Wissen in nationalen Gremien ein.



Warnung vor einer Arbeitsstelle im Fahrzeugdisplay



Blick auf das Prüf- und Testfeld A4 während der Fahrbahndeckensanierung

Derzeit basiert die Verkehrsbeeinflussung hauptsächlich auf Sensoren unmittelbar an der Fahrbahn. Durch C2X stehen zukünftig auch Fahrzeugdaten zur Verfügung. Wie ordnen Sie deren Wirkung auf die Verkehrsbeeinflussung ein?

Ralf Meschede und Sandra Eimermacher:

Die Potenziale von Fahrzeugdaten müssen noch untersucht werden. Daher wird das Prüf- und Testfeld A4 parallel zu Instandhaltungsmaßnahmen der Autobahn derzeit umfangreich erweitert. Eine Road Side Unit wird hier zukünftig die Daten der Fahrzeuge erfassen, welche wir dann mit den vorhandenen Sensordaten abgleichen können. Hierfür müssen neue Kommunikationswege erprobt werden. Unsere Erkenntnisse fließen in die Fortschreibung der Regelwerke ein und öffnen somit den Weg für neue Anwendungen.

Der zunehmende Güterverkehr ist auch für das Verkehrsmanagement eine große Herausforderung. Wie kann dabei die C2X-Technologie angewendet werden?


Jens Dierke und Ana Briele: Im EU-Projekt MODI, das sich mit der Automatisierung des Straßengüterverkehrs beschäftigt, untersuchen wir derzeit die damit verbundenen Anforderungen an ein kooperatives Verkehrsmanagement. C2X ermöglicht dabei lokale Informationen der Infrastruktur in

die Fahrzeuge zu übertragen. Umgekehrt stellen Fahrzeugdaten eine wertvolle Datenquelle für Verkehrszentralen dar. Derzeit prüfen wir Möglichkeiten, um aus Lkw-Mautdaten Informationen, wie Staulängen und aktuelle Reisezeiten, abzuleiten.

Viele Akteure bringen sich aktiv in die Gestaltung der C2X-Technologie ein. Was zeichnet die Arbeit der BAST hier besonders aus?

Rainer Lehmann und Jessica Hegewald:

Wir haben die Möglichkeit, einzelne Fragestellungen im Rahmen externer und interner Forschungsprojekte zu bearbeiten. Im Fokus aktueller Forschungsprojekte stehen die Strukturierung der Potenziale durch die Fahrzeugvernetzung, Möglichkeiten der Datenaggregation und die Weiterentwicklung von Schaltstrategien für die Verkehrsbeeinflussung. So können wir übergreifende Konzepte entwickeln und uns in strategischen Fragen und entsprechenden Positionspapieren einbringen.

Fahrzeugbasierte Daten enthalten andere Informationen als konventionelle Messquerschnitte. Die Möglichkeit, Informationen ins Fahrzeug zu senden, unterscheidet sich wesentlich von klassischen Anzeigen entlang der Straße. Beides ergänzt das Handlungsfeld der Verkehrsbeeinflussung. 

Zum EU-Projekt
C-Roads



Informationen
zum Prüf- und
Testfeld BAB 4



www.bast.de/testfeld

C-Roads – eine fortlaufende europäische Erfolgsgeschichte



Autoren:

- 1 Sandro Berndt-Tolmann,**
Physiker
Vernetzte Mobilität
- 2 Jens Dierke,**
Bauingenieur
- 3 Orestis Giamarelos,**
Bauingenieur
Ralf Meschede,
(nicht im Bild)
Ingenieur der Elektrotechnik
- 4 Jan Schappacher,**
Bauingenieur
Verkehrsbeeinflussung und Straßenbetrieb

Die Vernetzung zwischen Fahrzeugen und Infrastruktur schafft neue Möglichkeiten im Verkehrsmanagement der Straßenbetreiber. Sie fördert die Verkehrssicherheit und unterstützt bei der weiteren Automatisierung von Fahrzeugen.

Besonders erfolgreich in diesem Themenfeld sind die europäische C-Roads-Plattform sowie die damit verknüpften nationalen C-Roads-Germany-Pilotprojekte. In den Projekten werden europaweit Anwendungserfahrungen aus der Nutzung von kooperativen intelligenten Verkehrssystemen (C-ITS) gesammelt. Zudem werden weitere C-ITS-Dienste entwickelt und erprobt. In der europäischen C-Roads-Plattform werden diese Erfahrungen gesammelt und diskutiert. Gemeinsam mit allen Stakeholdern, etwa Straßenbetreibern und Automobilindustrie, werden harmonisierte Spezifikationen entwickelt, um C-ITS umzusetzen. Dies ermöglicht einen europaweiten Rollout interoperabler Dienste.

Zur C-Roads-Projektfamilie gehören derzeit über 20 beteiligte Länder in Europa. Sie vertritt insbesondere die Belange der Infrastruktur und stellt im Wesentlichen einen Zusammenschluss zahlreicher Straßenbetreiber dar. Bereits seit 2016 ist die BAST als nationaler technischer Koordinator in den von der EU geförderten Projekten aktiv. Die BAST unterstützt die Pilotstandorte in Deutschland und bringt die dort gesammelten Erfahrungen in die europäische Plattform ein. Zudem vertritt sie die deutsche Position und gestaltet aktiv die europäische Harmonisierung von C-ITS-Diensten mit.

Erste bundesweite C-ITS-Anwendung im Regelbetrieb ist der Baustellenwarner der Autobahn GmbH des Bundes. Dieser wurde im Projekt C-ITS Corridor (Rotterdam – Frankfurt – Wien) 2013 vereinbart und unter Beteiligung der BAST mit Partnern aus Österreich, den Niederlanden und Deutschland vorangetrieben. Mittlerweile empfangen bereits viele neue Serienfahrzeuge lokal Warnmeldungen von entsprechend ausgestatteten Sperranhängern bei Tagesbaustellen und zeigen diese im Fahrzeugdisplay an. Gleichzeitig werden die Daten über den nationalen Zugangspunkt für Mobilitätsdaten, die Mobilithek, an weitere Akteure, wie Fahrzeughersteller und Anbieter von Navigationsdiensten, abgegeben.

Innerstädtisch werden in der Praxis Ampelanlagen mit der C-ITS-Kommunikationstechnologie ausgestattet. Partnerstädte

In-Vehicle Signage (IVS)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Nachrichtentyp: IVIM ➤ 2 Use Cases (u. a. Verkehrszeichen, Freitext)
Hazardous Locations Notification (HLN)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Nachrichtentyp: DENM ➤ 15 Use Cases (u. a. Stauendewarnung, Gegenstände auf Fahrbahn)
Road Works Warning (RWW)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Nachrichtentyp: DENM ➤ 4 Use Cases (u. a. Tagesbaustellen, Straßensperrungen)
Signalized Intersections (SI)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Nachrichtentypen: SPATEM / MAPEM / SREM / SSEM ➤ 5 Use Cases (u. a. Ampelphasenassistent, ÖV-Priorisierung)
Automated Vehicle Guidance (AVG)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Nachrichtentyp: IVIM ➤ 2 Use Cases (u. a. Platooning, empf. Automatisierungsstufen)
Probe Vehicle Data (PVD)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Nachrichtentyp: CAM / DENM ➤ 2 Use Cases (u. a. Fahrzeugdaten, Eventmeldungen)

Übersicht der C-Roads-Dienste

wie Hamburg und Kassel haben bereits mehrere Hundert Kommunikationseinheiten installiert. So werden etwa Prognosen zu den Ampelschaltungen an die Fahrzeuge gesendet. Dies ermöglicht ein vorausschauendes und effizientes Fahrverhalten und ist perspektivisch für Fahrzeuge mit automatisierten Fahrfunktionen eine wichtige Informationsgrundlage. Eine weitere Anwendung ist die Beschleunigung beziehungsweise Priorisierung von Bussen oder Einsatzfahrzeugen an signalisierten Knotenpunkten durch eine beeinflusste Ampelschaltung.

Die in C-Roads harmonisierten Dienste dienen sowohl dem Verkehrsmanagement und der Verkehrssicherheit als auch der Unterstützung aktueller Assistenzsysteme und (zukünftiger) automatisierter Fahrfunktionen.

Mit der Entwicklung weiterer Dienste, insbesondere in urbanen Räumen, rücken auch schwächere Verkehrsteilnehmer stärker in den Fokus. Um diese einzubeziehen, gibt es

erste Piloterfahrungen, welche nun vertieft werden. Neben der Erschließung dieser vergleichsweise neuen Felder arbeitet die BAST an den Rahmenbedingungen für einen dauerhaften Regelbetrieb mit breiterer Abdeckung im Bundesgebiet.

In einer neuen Phase der C-Roads-Plattform kommen weitere Aufgabengebiete und neue Mitgliedsländer dazu. Für das Projekt „C-Roads Germany 3“ mit einem Projektvolumen von fast 50 Millionen Euro konnten erfolgreich Fördermittel eingeworben werden. Neben den bestehenden Umsetzungsstandorten Dresden, Hamburg und Kassel sind zusätzlich die neuen Standorte Frankfurt am Main, Hannover und Kaiserslautern beteiligt. Dies unterstreicht den auch weiterhin starken Rückhalt für das Thema C-ITS in Deutschland und auf europäischer Ebene. ➤



Zu C-Roads Germany

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 cyberphysischen System abzubilden, etwa über Digitale Zwillinge. Komplexe Sachverhalte und 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 Potenziale in den Bereichen Verfügbarkeit, Sicherheit und Effizienz zu erschließen.

MESUV – Messsystem zur digitalen Erfassung des Straßenraums

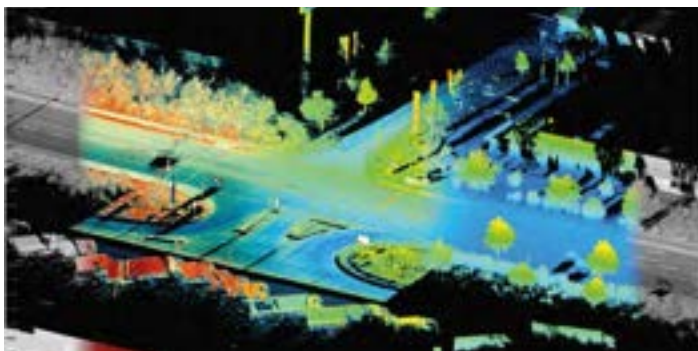


Autoren:

- 1 **Jennifer Sammet,**
Ingenieurin für
Elektrotechnik
- 2 **Dr. Dominik Schmitt,**
Verkehrswirtschafts-
ingenieur

Straßenentwurf,
Verkehrsablauf,
Verkehrsregelung

Um eine hochpräzise, digitale Erfassung des Straßenraums zu ermöglichen, wurde das BAST-eigene Messfahrzeug für die Erfassung von Straßen- und Verkehrsdaten (MESUV) aufgerüstet. Grundlage des Systems ist ein hochgenaues Positionierungssystem. Dieses ermöglicht eine hochpräzise Verortung mit einer Genauigkeit von 35 mm in der Positionsmessung und 50 mm in der Höhenmessung. Damit ist eine hochgenaue Ausrichtung des MESUV in allen 3 Raumachsen möglich, wobei sich in der Roll- und Nick-Achse eine Genauigkeit von $0,005^\circ$ und in der Gier-Achse von $0,1^\circ$ ergibt.



Laserpunktwolke mit verschiedenen Visualisierungsvarianten

Als weitere Verbesserung wurde das MESUV mit einem leistungsfähigen Laserscanner ausgerüstet. Dieser kann pro Sekunde bis zu 250 Laserlinien mit einem Gesichtsfeld von 360° aufnehmen und dabei bis zu 1,8 Millionen einzelne Laserpunkte erfassen. Hierbei werden eine minimale Winkelauflösung von $0,001^\circ$ und eine Reichweite von maximal 235 m möglich. Bei Distanzmessungen sind Genauigkeiten von 5 mm und eine Präzision von 3 mm erreichbar.

Weiterhin ist das MESUV mit einem Kamerasystem ausgestattet, welches Bildmaterial für den Kontext der Messung liefert. Die Kamerapositionen sind variabel, um das System den jeweiligen Anforderungen anzupassen.

Das Messsystem ist für eine Messgeschwindigkeit von 100 Kilometern pro Stunde optimiert.

Aktuell wird das MESUV zur Prüfung bereitgestellter Daten der Bundesländer eingesetzt. Dabei sollen Stationierungsungenauigkeiten sowie Datenlücken identifiziert werden. Hintergrund ist, dass im Auftrag des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr (BMDV) ein bundesweites, digitales Kataster für Bäume an Bundesfernstraßen erstellt wird. Neben umwelttechnischen Fragestellungen soll dieses neue Baumkataster gemäß der EU-Richtlinie zum Infrastruktursicherheitsmanagement auch einen Beitrag zur durchzuführenden netzweiten Sicherheitsbewertung auf Bundesfernstraßen leisten. 🗡

Wie qualitätsgeprüfte Straßendaten das Fundament der Erhaltungsbedarfs- prognose bilden



Autoren:

1 **Jan-Hinrik Borchers,**
Bauingenieur

2 **Petra Kukies,**
Bauingenieurin

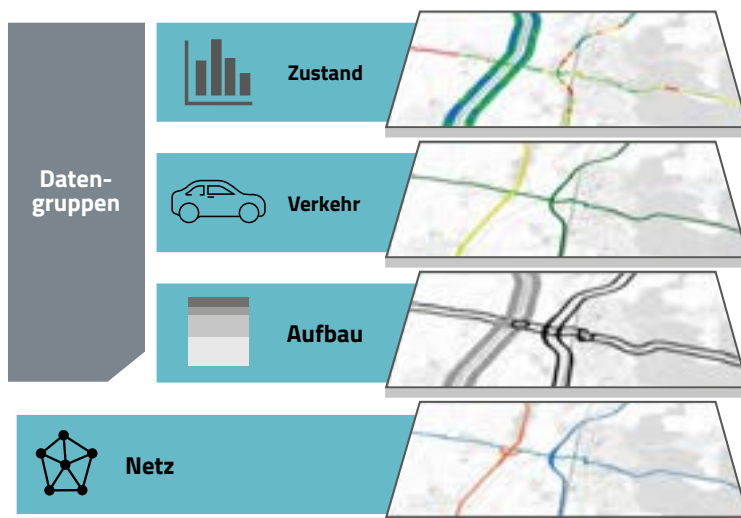
Nachhaltiges Bauen und
Erhalten von Straßen

Mit der Erhaltungsbedarfsprognose (EBP) wird der Erhaltungs- und Finanzbedarf der Straßeninfrastruktur für die Bundesfernstraßen ermittelt. Die EBP wird gemeinsam vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) und der BAST erstellt.

Eine wesentliche Voraussetzung für die Ermittlung eines belastbaren Erhaltungs- und Finanzbedarfs ist die Verwendung von aufbereiteten und qualitätsgeprüften Eingangsgrößen. Diese setzen sich für die Prognoseberechnungen der Fahrbahnen aus Datengruppen (Zustand, Verkehr und Aufbau) verschiedener Datenquellen zusammen. Daraus resultieren Unterschiede hinsichtlich Detaillierungsgrad und Erfassungszeitpunkt, die vereinheitlicht werden müssen.

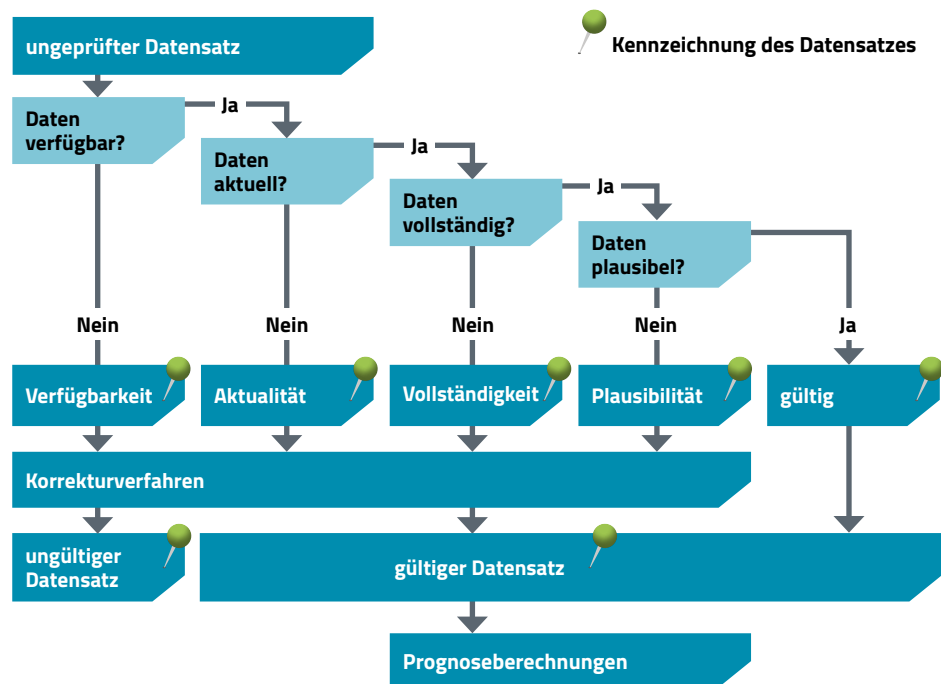
Als Grundlage wird das Netz in fahrstreifenbezogene Segmente mit einer Standardlänge von 100 Metern gerastert. Für Ortsdurchfahrten an Bundesstraßen beträgt die Segmentlänge 20 Meter. Die Eingangsgrößen der Datengruppen werden anschließend ebenfalls gerastert, dem Netz zugeordnet und so miteinander verknüpft. In den Aufbaudaten sind Angaben zum Material, zum Baujahr sowie zur Schichtdicke der einzelnen Schichten des Straßenaufbaus enthalten.

Die Verkehrsdaten beinhalten die durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke (DTV) und den Schwerverkehrsanteil. Aus der Zustandserfassung und -bewertung (ZEB) auf Bundesfernstraßen liegen Angaben zum Oberflächenzustand der Fahrbahnen vor. Dazu zählen unter anderem die Ebenheit im Längs- und Querprofil, die Griffigkeit und der Rissanteil. Die Aufbereitung und Verschneidung der Datengruppen erfolgt innerhalb einer Datenbank durch Prozeduren in Form von SQL-Skripten, die seitens BAST



Für die EBP erforderliche Datengruppen

Quelle: Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (Hintergrundkarten)



Schematischer Ablauf der Prüfroutine für alle Datengruppen

und BMDV eigenständig entwickelt wurden. Darüber hinaus wurden Kriterien definiert, nach denen die einzelnen Datengruppen automatisiert geprüft und bewertet werden.

In Abhängigkeit der jeweiligen Datengruppe erfolgt als Erstes eine Prüfung der allgemeinen Verfügbarkeit der Daten für das jeweilige Segment. Folgend wird die Aktualität der Daten überprüft. Dazu werden die Daten aus unterschiedlichen Datengruppen miteinander verglichen. Wenn beispielsweise nach der letzten ZEB eine Baumaßnahme stattgefunden hat, sind die Zustandsdaten nicht mehr aktuell. Da die Lebensdauer von Straßenaufbaudaten begrenzt ist, erfolgt hinsichtlich der Aktualität ein Vergleich der obersten Schicht mit einem definierten Grenzalter. Im Rahmen der anschließenden Vollständigkeitsprüfung der Aufbaudaten wird geprüft, ob zu jeder relevanten Aufbauschicht Angaben zum Baujahr und zur Dicke vorhanden sind. Im Anschluss findet eine Plausibilisierung der Daten statt, indem geprüft wird, ob die Angaben innerhalb des möglichen Wertebereiches liegen. Beispielsweise werden bei den Aufbaudaten die Schichtreihenfolge, die Reihenfolge der Einbaujahre oder die Gesamtdicken des

gebundenen Oberbaus auf Plausibilität überprüft.

Auf Basis der Prüfungen werden einzelne Datengruppen korrigiert oder ergänzt, sofern definierte Kriterien erfüllt sind. Bei einem fehlenden Baujahr innerhalb des Straßenaufbaus kann dieses zum Beispiel anhand der umliegenden gleichalten Schichten logisch ergänzt werden. Einige Datensätze lassen sich nicht durch logische Zusammenhänge korrigieren und bleiben ungültig.

Diese Aufbereitungsschritte sind notwendig, um möglichst viele gültige Daten und somit eine solide Grundlage für die Prognoseberechnung zu erhalten. Im Zuge der Prüfroutine wird jeder Datensatz mit einem Kennzeichen (Daten-Flag) für die Datenqualität und die Art der möglicherweise erfolgten Korrektur versehen, um die Nachvollziehbarkeit zu gewährleisten.

Auf der Grundlage der geprüften und korrigierten Daten können mit Hilfe einer Pavement-Management-System-Anwendung anhand netzweiter Zielkriterien verschiedene Szenarien berechnet sowie der Erhaltungsbedarf abgeleitet werden. ▀

Definitionspapier „Digitaler Zwilling“



Autor:

Dr. Adrian Fazekas,
Technischer Informatiker,
Stabsstellenleiter

Stabsstelle Digitalisierung
Straßenwesen

Das Verkehrswesen muss Planungs-, Bau- und Betriebsprozesse angesichts Ressourcenknappheit, Fachkräftemangels, Klimawandels und Digitalisierung überdenken. Building Information Modeling (BIM) bildet hierfür eine Basis, während der Digitale Zwilling (DZ) durch vernetzte Daten dynamische Infrastrukturbilder schafft. Im Auftrag des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr (BMDV) entwickelte die BAST mit Partnern aus Wissenschaft und Praxis eine Definition für den DZ, die 2024 als Rahmendokument erschien. Dieses beleuchtet Potenziale, Ziele und Reifegrade, welche die Konzeptentwicklung strukturieren.

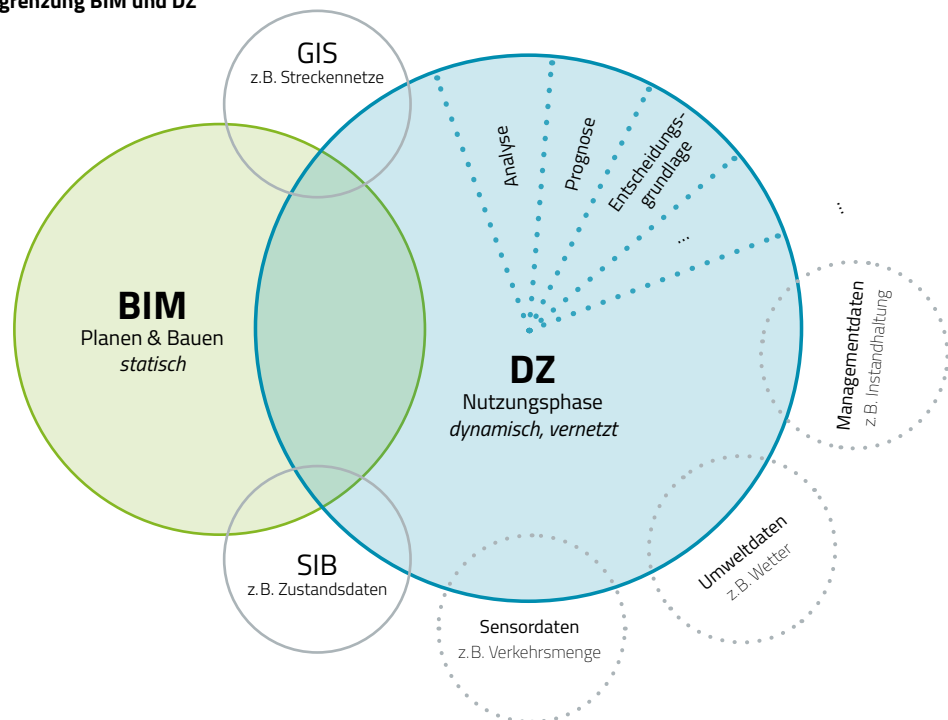
Definition Digitaler Zwilling

Ein Digitaler Zwilling Bundesfernstraßen ist eine virtuelle dynamische Repräsentation des realen Systems und seiner Wirkzusammenhänge. Es unterstützt über einen (teil-)automatisierten bidirektionalen Daten- und Informationsaustausch optimierte Entscheidungsgrundlagen für ein nachhaltiges Management im Lebenszyklus der Infrastruktur.

Abgrenzung von DZ zu BIM

Während BIM vor allem die Planungs- und Bauphasen fokussiert, erweitert der DZ diesen Ansatz um Betrieb und Lebenszyklusmanagement. BIM-Modelle bilden die Grundlage, werden aber durch Echtzeitdaten, wie

Abgrenzung BIM und DZ



Zusammenhang zwischen den Methoden BIM und Digitaler Zwilling: Der Digitale Zwilling baut auf der BIM-Methode auf und ergänzt diese um weitere relevante Datenquellen

Sensorik, Umwelt- und Verkehrsinformationen, ergänzt. Der DZ verbindet reale und virtuelle Systeme dynamisch und ermöglicht so automatisierte Analysen, Prognosen und komplexe Entscheidungsprozesse. Seine Stärke liegt in der bidirektionalen Vernetzung, die Daten kontinuierlich aktualisiert und weitere Quellen integriert.

5 Reifegrade des DZ

Der Fortschritt eines DZ wird in 5 Reifegraden bewertet:

1. Deskriptiv: virtuelle Nachbildung eines Objekts mit Zustandsdaten
2. Informativ: Ableitung von Informationen zur Situationsbewertung
3. Prädiktiv: Prognosen zukünftiger Entwicklungen
4. Präskriptiv: Handlungsempfehlungen durch KI und maschinelles Lernen
5. Autonom: eigenständige Lern- und Handlungsmöglichkeiten

Ziele und Einsatzbereiche

Ein modularer, skalierbarer Aufbau des DZ ermöglicht die Integration vielfältiger Datenquellen und unterstützt zahlreiche Anwendungen:

- Effizienz und Nachhaltigkeit: Optimierung der Ressourcennutzung, prädiktive Instandhaltung und Verlängerung der Lebensdauer von Bauwerken
- Verkehrsmanagement: Anpassungen in Echtzeit, Unterstützung autonomen Fahrens und Verkehrssteuerung
- Simulation: virtuelle Testumgebungen („Living Labs“) zur Analyse komplexer Szenarien
- Entscheidungsfindung: Automatisierte Datenintegration liefert belastbare Grundlagen für Betreiber und Politik

Bedeutung der Vernetzung

Die Stärke des DZ liegt in der Vernetzung, die Synergien schafft, Datenquellen effizient nutzt, neue Daten integriert und Entscheidungen im Lebenszyklus unterstützt. Seine Modularität ermöglicht flexible Anpassungen von Bauteilen bis hin zum Infrastrukturnetz.

Anforderungen und Ausblick

Die Umsetzung von DZ-Technologien erfordert Interoperabilität, Offenheit und technologische Innovationen. Testfelder, wie im „Masterplan BIM Bundesfernstraßen“ vorgesehen, sind essenziell, um Anforderungen zu prüfen. Offene Standards und Open-Source-Lösungen fördern die digitale Souveränität und Integration innovativer Ansätze.

Nutzen für Stakeholder

Betreiber profitieren von prädiktiven Analysen für ressourcenschonendes und verfügbares Infrastrukturmanagement. Die Politik erhält fundierte Daten für nachhaltige Mobilitätsstrategien. Wirtschaft und Forschung werden durch neue Geschäftsmodelle und Innovationsförderung vorangetrieben. Die Gesellschaft profitiert von sichererer, effizienterer Infrastruktur und vom Klimaschutz.

Die Entwicklung und Vernetzung Digitaler Zwillinge ist entscheidend für eine zukunftsfähige Verkehrsinfrastruktur. Das erstellte Rahmendokument schafft mit seiner Definition eine Grundlage für ein gemeinsames Verständnis von Vokabular und weiterem Vorgehen in dieser Thematik. ➤



Zum Rahmendokument
„Digitaler Zwilling
Bundesfernstraßen“

Digitalisierung für eine bessere Mobilität in Europa



Autor:

Dr. Lutz Rittershaus,
Physiker, Ingenieur,
Referatsleiter

Vernetzte Mobilität

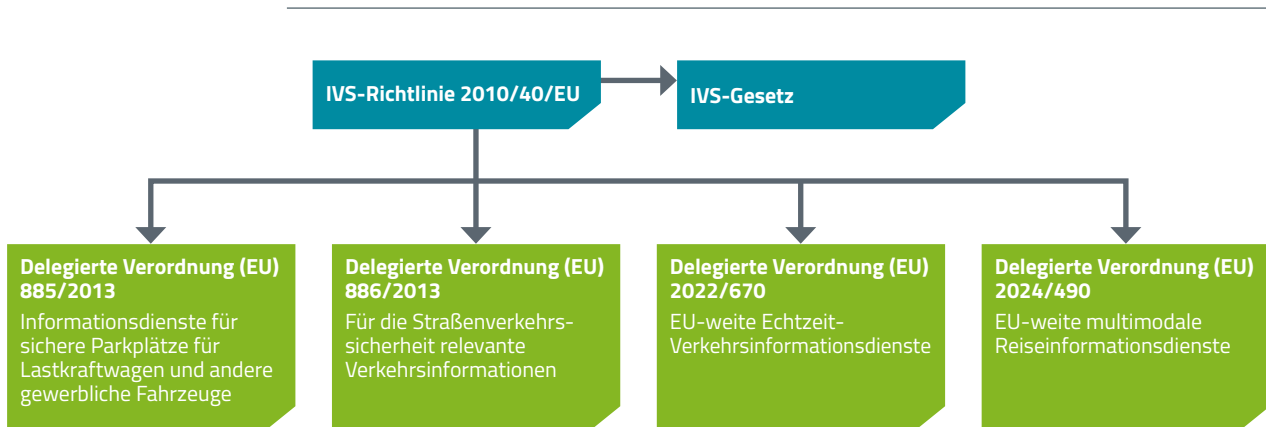
Intelligente Verkehrssysteme (IVS) sind ein wichtiges Mittel, um Sicherheit, Nachhaltigkeit und Leistungsfähigkeit der Verkehrs- und Transportsysteme zu steigern. Damit sichern sie die Mobilität von Menschen und Gütern. Unter IVS fallen Anwendungen und Dienste, die auf Informations- und Kommunikationstechnik basieren und Betreiber von Verkehrsinfrastruktur, Anbieter von Mobilitätsdiensten und die Nutzer der Mobilitätsangebote intelligent vernetzen.

Verkehrsteilnehmer und Logistikunternehmen erwarten heutzutage innovative und intelligente Angebote, um ihre Bedarfe an Mobilität zu decken. Hierbei gilt es, die schnellste, kürzeste, preiswerteste oder umweltverträglichste Reise- bzw. Transportkette unter Nutzung verschiedener, nahtlos kombinierter Verkehrsmittel zu finden und zu nutzen.

Dafür ist ein optimales Zusammenspiel von flexiblen Angeboten und stets aktuellen, benutzerfreundlichen Informationen er-

forderlich. Voraussetzung hierfür sind die Digitalisierung von Informationen und ein zuverlässiger Datenaustausch über definierte Schnittstellen.

Um IVS zu unterstützen und einzuführen, hat die Europäische Kommission bereits 2010 einen Rechtsrahmen mit der IVS-Richtlinie 2010/40/EU geschaffen, die in Deutschland mit dem IVS-Gesetz umgesetzt wurde. Auf Grundlage der Richtlinie wurden delegierte Verordnungen (funktionale, technische und organisatorische Bestimmungen) erlassen, um die Kompatibilität, Interoperabilität und Kontinuität von IVS-Lösungen in der gesamten EU zu gewährleisten. Für die Digitalisierung von Mobilitätsdaten existieren Verordnungen zu den Bereichen verkehrssicherheitsrelevante Informationen, Lkw-Parkplätze an Fernstraßen, Echtzeit-Verkehrsinformationen und multimodale Reiseinformationen. Diese Daten werden über die von den EU-Mitgliedstaaten betriebenen nationalen Zugangspunkte für Mobilitätsdaten verfügbar gemacht.



Europäischer Rechtsrahmen für intelligente Verkehrssysteme

Daten über Infrastruktur	Vorschriften und Beschränkungen	Zustand des Netzes	Echtzeit-Benutzung des Netzes
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Straßennetz ➤ Straßenklasse ➤ Mautstationen ➤ Rast- und Ruheplätze ➤ E-Ladestationen ➤ CNG/LPG-Tankstellen ➤ Tankstellen (alle anderen Kraftstoffarten) ➤ Standorte von Lieferzonen MW 	Wichtige Arten von Daten: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Statische und dynamische Verkehrsvorschriften ➤ Verkehrspläne 	Wichtige Arten von Daten: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Straßensperrungen ➤ Fahrstreifensperrungen ➤ Straßenbaustellen ➤ Befristete Verkehrsmanagementmaßnahmen 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Verkehrsaufkommen ➤ Verkehrsgeschwindigkeit ➤ Verkehrsstaus ➤ Reisezeiten ➤ Wartezeiten an Grenzübergängen ➤ Verfügbarkeit Lieferzonen ➤ Verfügbarkeit Ladepunkte ➤ Verfügbarkeit Tankstellen mit alternativen Kraftstoffarten ➤ Preis für Ad-hoc-Laden/Betanken
	Sonstige Arten von Daten: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Verkehrszeichen ➤ Weitere Verkehrsvorschriften ➤ Mautgebühren ➤ Variable Straßennutzungsgebühren 	Sonstige Arten von Daten: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Brückensperrungen ➤ Unfälle und Störungen ➤ Schlechter Straßenzustand ➤ Wetterbedingungen 	

■ Ab 2025 für Gesamtnetz verpflichtend
■ Ab 2028 für Gesamtnetz verpflichtend; ab 2025 für TEN-T und Fernstraßen

Datenarten aus der Delegierten Verordnung (EU) 2022/670

In Deutschland ist dies die von Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) und BASt betriebene Mobilithek.

Wurden zunächst nur bereits in digitalen Formaten vorliegende Informationen bereitgestellt, wurde 2023 im Zuge der Novelisierung der IVS-Richtlinie eine Digitalisierungsverpflichtung für bestimmte, dort aufgeführte Arten von Informationen eingeführt. Diese Verpflichtung ist auf geographische Bereiche und Straßenklassen beschränkt und wird schrittweise ab Ende 2025 wirksam. Damit gehen Aufwände bei den zur Datenlieferung Verpflichteten, etwa Straßenbetreibern und Straßenverkehrsbehörden, einher, die es für die Zukunft einzuplanen gilt.

Für die Jahre bis 2028 hat die Europäische Kommission ein Arbeitsprogramm erlassen, das die geplanten Aktivitäten zur Weiterentwicklung der Digitalisierung im Mobilitätsbereich beschreibt. Hervorzuheben sind hier:

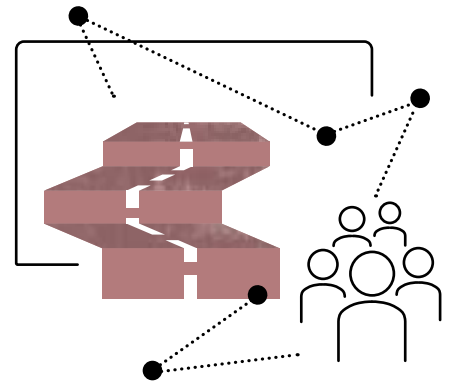
- Überarbeitung der Verordnung zu den sicherheitsrelevanten Verkehrsinformationen,
- Spezifikationen, um Kompatibilität, Interoperabilität und Kontinuität bei der Einführung und beim Betrieb EU-weiter C-ITS-Dienste auf Basis vertrauenswürdiger und sicherer Kommunikation zu gewährleisten,
- verbessertes Verkehrs- und Störungsmanagement durch die (Weiter-)Entwicklung standardisierter Daten, Informationsflüsse und Schnittstellen zwischen den verschiedenen IVS-Akteuren.

Die BASt betreibt die Mobilithek und arbeitet an der Weiterentwicklung der technischen und wissenschaftlichen Grundlagen auf europäischer Ebene mit. Sie berät zudem das BMDV hinsichtlich der EU-Aktivitäten. ➤



Zu IVS-Richtlinie und Aktionsplan der EU

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 entgegenzuwirken, 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.

Fachkräftesicherung im Straßen- und Verkehrswesen



Autoren:

1 **Anke Lohbeck,**
Informatikerin

2 **Karsten Strauch,**
Pädagoge,
Stabsstellenleiter

Koordinierungsstelle
zur akademischen
Fachkräftesicherung,
Akademie

Aufgabe der „Koordinierungsstelle zur akademischen Fachkräftesicherung, Akademie“ 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 dritten Jahr nach ihrer Gründung wurden die 3 Handlungsfelder „Forschung“, „Koordination“ und „Bildung“ weiter mit Leben gefüllt. Schwerpunkte lagen 2024 in der Initiierung des Akademie-Förderprogramms, der Konzeption digitaler, zum Teil KI-gestützter, Lehr-Lern-Systeme sowie im Ausbau der Netzwerke zur Fachkräftesicherung.

Im Handlungsfeld „Koordination“ startete das mit 1,35 Millionen Euro dotierte einjährige Zuwendungsprogramm für die Entwicklung innovativer Ansätze, um dem Fachkräftemangel im Ingenieurbereich zu begegnen. Es konnten 9 Anträge verschiedener Hochschulen mit einer Zuwendung von jeweils 150.000 Euro beschieden werden. In Kooperation mit allen Stakeholdern werden innovative systemische Lösungen entwickelt, die (zukünftige) Studenten und internationale Fachkräfte ebenso wie Quer- und Wiedereinsteiger ansprechen sollen.

Parallel wurden im Handlungsfeld „Bildung“ die Grundlagen für die (virtuelle) Akademie der BAST, eingebettet in ein Learning Management System geschaffen. Es wurden grundlegende pädagogische Konzepte erstellt, um Lehr- und Lernmaterialien für die Qualifizierung von Ingenieuren mit denen für organisatorische Themen (Soft Skills, Verwaltungsgrundlagen) zu kombinieren. In der Akademie sollen bereits im kommenden Jahr erste Module Wissen vermitteln, die das grundständige Bildungsangebot der Hochschulen und weiterer Behörden im Ressort bei Bedarf ergänzen.

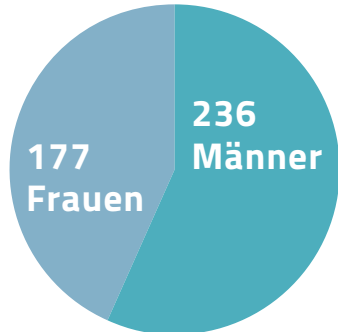
Im Handlungsfeld „Forschung“ wurde eine weitere bundesweite Umfrage zur Analyse der Anforderungen und Erwartungen (künftiger) Absolventen in den MINT-Fächern durchgeführt. Die umfassenden Analysen und Ergebnisse werden Anfang des kommenden Jahres erwartet. Fachliche Vorträge bei diversen nationalen und internationalen Veranstaltungen unterstützten dabei den Ausbau von Netzwerken und möglicher Kooperationen. 🗡



Zur Akademie

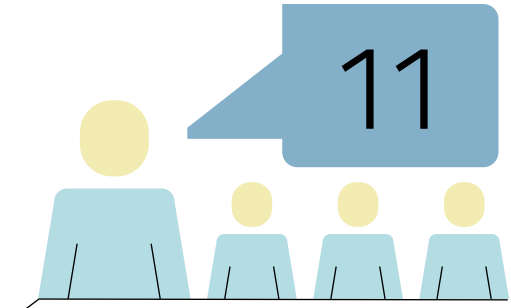
www.bast.de/akademie

Zahlen und Fakten



413

Beschäftigte



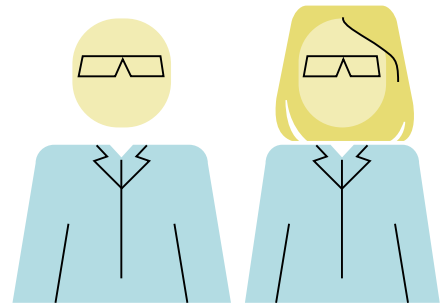
Azubis

91

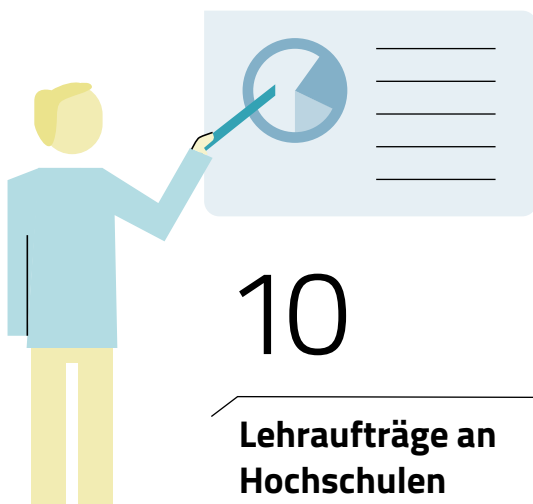


Berichte

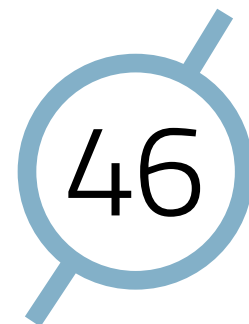
209



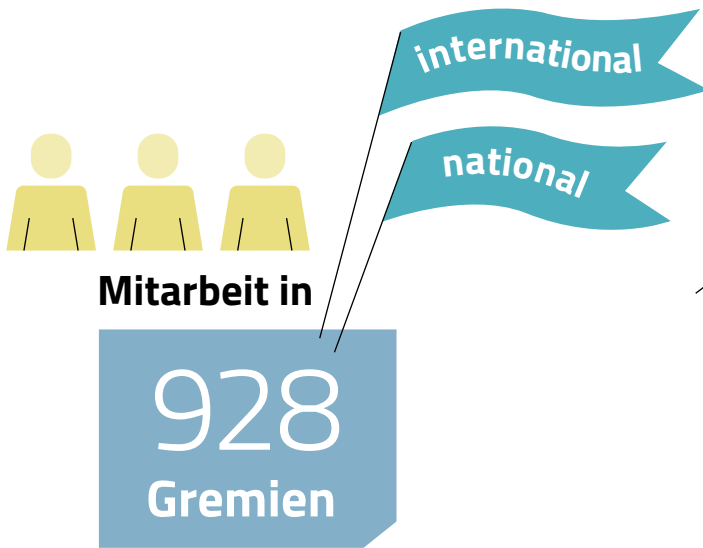
**Wissenschaftlerinnen
und Wissenschaftler**



**Lehraufträge an
Hochschulen**

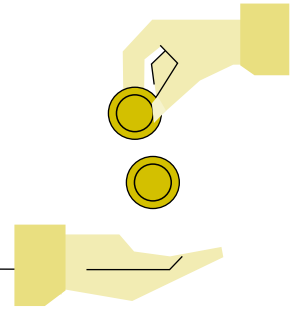


**Durchschnittsalter
der Beschäftigten**



22

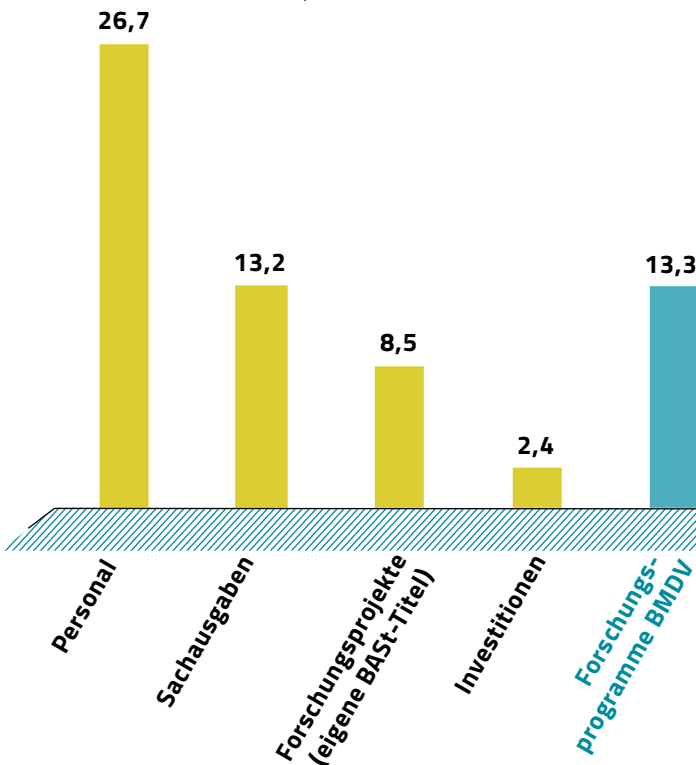
laufende
Drittmittelprojekte
mit einem Gesamtbudget von
rund 8,4 Millionen Euro



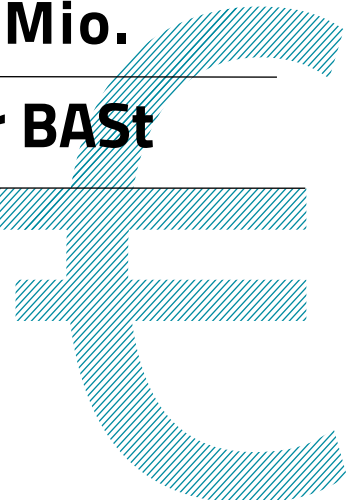
Anzahl eigener
Projekte rund 280



Anzahl Bearbeitung
externer Projekte rund 300



51 Mio.
Etat der BAST



Lehraufträge & Promotionen



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



Dr. Simon Hummel,
Verleihung des akademischen
Grads „Doktor der
Ingenieurwissenschaften“
von der Bergischen
Universität Wuppertal



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. Johannes Hiller,
Verleihung des akademischen
Grads „Doktor der Ingenieur-
wissenschaften“ von der
Rheinisch-Westfälischen
Technischen Hochschule
Aachen



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



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



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



Dr. Verena Rosauer,
Lehrauftrag an der
Technischen Hochschule
Lübeck für das
Weiterbildende Studium
Asphalttechnik



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



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

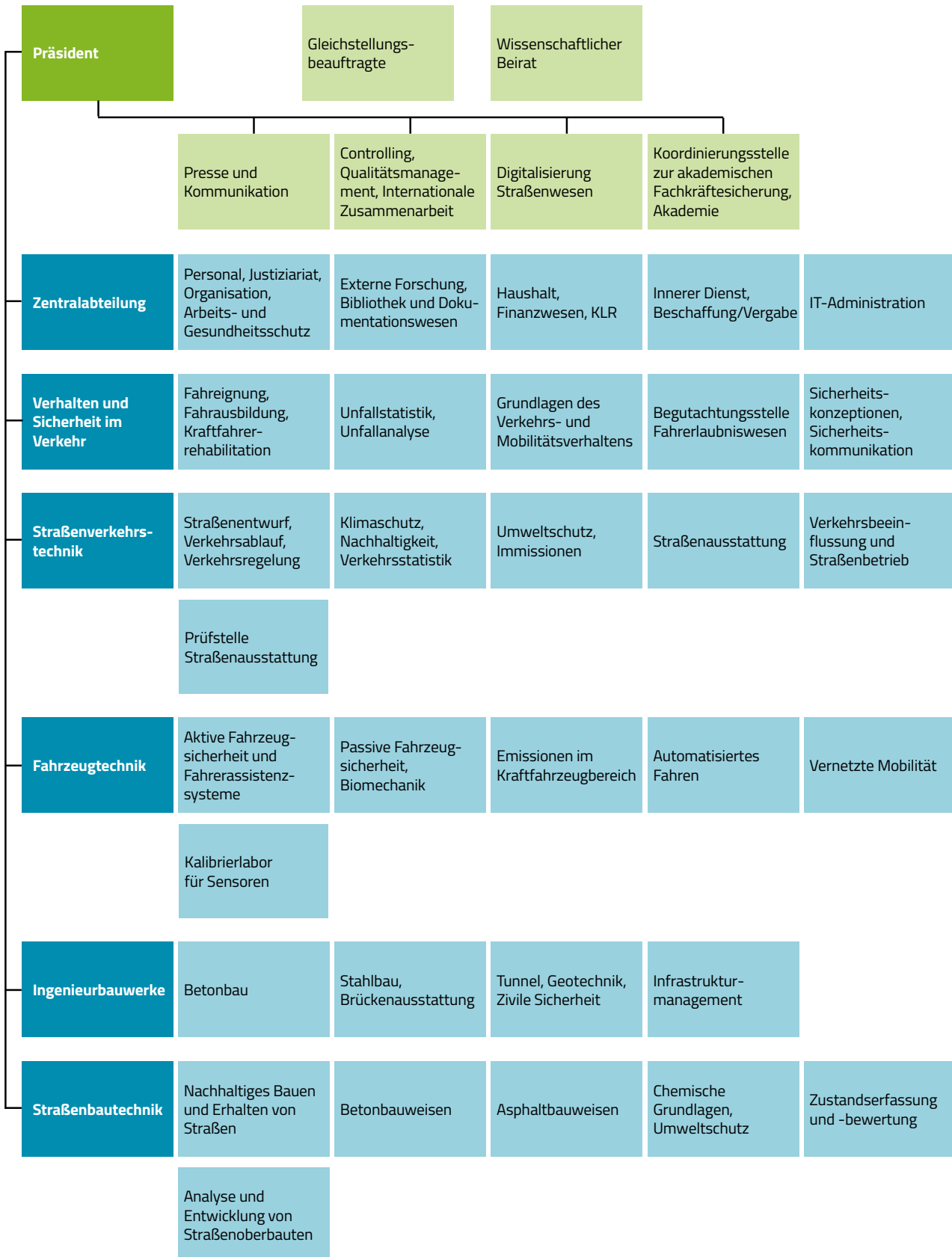


Dr. Patrick Seiniger,
Lehrauftrag an der Technischen
Universität Darmstadt im
Fachgebiet Fahrzeugtechnik
zum Thema Motorräder



Dr. Elisabeth Shi,
Verleihung des akademischen
Grads „Doktor der Philosophie“
von der Technischen
Universität München

Organisation der BAST



Impressum

Die Bundesanstalt für Straßen- und Verkehrswesen veröffentlicht ihre Arbeits- und Forschungsergebnisse in der Schriftenreihe Berichte der Bundesanstalt für Straßen- und Verkehrswesen.

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 Straßen- und Verkehrswesen, Stabsstelle Presse und Kommunikation.

Die Hefte der Schriftenreihe Berichte der Bundesanstalt für Straßen- und Verkehrswesen können direkt bei der Carl Ed. Schünemann KG bezogen werden. Seit 2015 stehen sie zusätzlich als kostenfreier Download im elektronischen BAST-Archiv ELBA zur Verfügung: <https://bast.opus.hbz-nrw.de>

Herausgeber:

Bundesanstalt für Straßen- und Verkehrswesen
Brüderstraße 53
51427 Bergisch Gladbach
Telefon 02204 43-0
www.bast.de
info@bast.de

Konzept, Redaktion:

Stabsstelle Presse und Kommunikation

Gestaltung:

Scholz & Friends

Gestaltungskonzept:

MedienMélange:Kommunikation

Redaktionsschluss:

April 2025

Bildnachweis:

Bundesanstalt für Straßen- und Verkehrswesen und wie ausgewiesen,
Umschlag: Bild oben von Pornnapa/stock.adobe.com (generiert mit KI),
Autorenbilder: BAST/Uwe Völkner/bundesfoto und wie ausgewiesen

Druck, Verlag und Produktsicherheit:

Fachverlag NW in der Carl Ed. Schünemann KG
Zweite Schlachtpforte 7, 28195 Bremen
Telefon: (04 21) 3 69 03-0
E-Mail: kontakt@schuenemann-verlag.de
www.schuenemann-verlag.de

ISSN 0943-9285

ISBN 978-3-95606-827-0

doi: <https://doi.org/10.60850/bericht-a52>

Bergisch Gladbach, Mai 2025

Bundesanstalt für Straßen- und Verkehrswesen

Die Bundesanstalt für Straßen- und Verkehrswesen (BASt) ist die praxisorientierte, technisch-wissenschaftliche Forschungseinrichtung des Bundes auf dem Gebiet des Straßen- und Verkehrswesens. 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.

Die BASt arbeitet führend im Netzwerk der nationalen und europäischen Spitzenforschungsinstitute auf dem Gebiet des Straßen- und Verkehrswesens 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. 